



การลดน้ำหนักบรรจุเกินของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็ง: กรณีศึกษาบริษัท ลัคกี้ ยูเนี่ยน ฟู้ดส์ จำกัด

สุนีย์ เอียดมุสิก* และ ธัญธิตา อ่อนวิมล

ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรและการจัดการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขต
ปราชญ์บุรี

ธีระพงษ์ เขียวเหล็ก วงษ์ศักดิ์ รอดสการ และ ทวีรัตน์ แซ่ตัน

บริษัท ลัคกี้ ยูเนี่ยน ฟู้ดส์ จำกัด

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 3721 7300 ต่อ 7949 อีเมล: sune.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) ในกระบวนการผลิตปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็ง โดยอาศัยเทคนิค DMAIC จากการวิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็ง ขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ค มีปริมาณการผลิตสูงสุด คิดเป็น 30.07% ของปริมาณการผลิตปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็งทั้งหมด และผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีน้ำหนักบรรจุเกิน เท่ากับ 1.86% สูงกว่าค่าเป้าหมายที่บริษัทกำหนด (1.50%) ผลการวิเคราะห์โดยการใช้แผนภูมิสาเหตุและผล และการออกแบบการทดลองพบว่า ปัจจัยการผลิตด้านความเร็วสกรูเกลียว ความสูงของวาล์ว และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำ (Reprocess) ส่งผลต่อน้ำหนักบรรจุเกินในผลิตภัณฑ์ปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็ง ขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ค 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: อาหารแห้งแข็ง น้ำหนักบรรจุเกิน การจัดการอุตสาหกรรม

การอ้างอิงบทความ: สุนีย์ เอียดมุสิก, ธัญธิตา อ่อนวิมล, ธีระพงษ์ เขียวเหล็ก, วงษ์ศักดิ์ รอดสการ, และ ทวีรัตน์ แซ่ตัน, “การลดน้ำหนักบรรจุเกินของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็ง: กรณีศึกษาบริษัท ลัคกี้ ยูเนี่ยน ฟู้ดส์ จำกัด,” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 32, ฉบับที่ 3, หน้า 782-790, ก.ค.-ก.ย. 2565.



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 by 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 และผลิตภัณฑ์ข้าวสาลีและอาหารสำเร็จรูปอื่นๆ อาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป เป็นสินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรที่มีมูลค่าการส่งออกสูงที่สุด คิดเป็น 21.8% ของมูลค่าการส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรทั้งหมด อาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป ได้แก่ ทุ่นกระป๋อง ปูกระป๋อง กุ้งแปรรูป ปลาแปรรูป และอาหารทะเลแปรรูปอื่นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ปูอัด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาบดที่ผ่านกระบวนการล้างด้วยน้ำ (ซูริมิ) ชนิดหนึ่ง [2] มีลักษณะเป็นแท่งและรสชาติเลียนแบบเนื้อปู จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าปูเทียม (Imitation Crab Stick) ประเทศที่นำเข้าสินค้าอุตสาหกรรมการเกษตรของไทยที่สำคัญ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และอินโดนีเซีย [3]

ในกระบวนการผลิตสินค้ามักพบว่า มีความสูญเสียเปล่า (Waste) เกิดขึ้น และเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพ (Efficiency) ประสิทธิภาพ (Effectiveness) ตลอดจนผลิตภาพ (Productivity) ของกระบวนการนั้นต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นนี้มีสาเหตุอยู่ 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] ดังนั้นในกระบวนการผลิตจึงจำเป็นต้องลดความสูญเสียเปล่าโดยอาศัยการจัดการเชิงวิศวกรรม เพื่อปรับปรุงคุณภาพของ

กระบวนการผลิต และลดความเสียหายที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต [6]

ขั้นตอน DMAIC เป็นหนึ่งในวิธีการพัฒนาคุณภาพแนวทางของซิกซ์ ซิกมา [7] ที่มุ่งหวังเพื่อลดความผันแปรที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์และกระบวนการ ทำให้ความสูญเสียลดลง สามารถลดต้นทุนที่เกิดจากความสูญเสียนั้นได้ [8] ขั้นตอน DMAIC เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การกำหนดขอบข่ายปัญหา (Define) การวัดผลและทำความเข้าใจกระบวนการ (Measure) การวิเคราะห์ (Analyze) การปรับปรุง (Improve) และการควบคุม (Control) [9] อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ศึกษาการประยุกต์ใช้ DMAIC เพื่อพัฒนากระบวนการแปรรูปอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมประมง เช่น ปลาและผลิตภัณฑ์จากปลาแช่แข็ง ยังมีจำนวนน้อยมาก [4] บริษัทการศึกษาเป็นบริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็งรายใหญ่ และประสบปัญหาน้ำหนักบรรจุเกิน (Over Packing Weight) ซึ่งการที่ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักบรรจุเกินกว่าค่ามาตรฐานที่บริษัทกำหนดจะส่งผลต่อต้นทุนการผลิต ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้ขั้นตอน DMAIC เพื่อลดปัญหาน้ำหนักบรรจุเกินของผลิตภัณฑ์ปูอัดแบบแท่งแช่แข็งในบริษัทการศึกษา

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 การศึกษาข้อมูลทั่วไปของกระบวนการผลิต

ศึกษาข้อมูลทั่วไปของกระบวนการผลิต โดยสำรวจสภาพแวดล้อมในโรงงาน บริเวณและขั้นตอนในกระบวนการผลิตปูอัดแบบ พร้อมทั้งจัดบันทึก

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 และทำการเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักรรจุเกินสูงที่สุดมาดำเนินการต่อไป

2.2.2 ขั้นตอนการวัด (Measure Phase)

เป็นการกำหนดตัววัด และทำความเข้าใจกับกระบวนการ โดยอาศัยการวัดความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) การพิจารณาความถี่ในการเกิดของเสีย และสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพหรือผลงานมากที่สุด รวมถึงการจัดทำแผนผังกระบวนการทำงาน [9] ทำได้โดยการแสดงขั้นตอนการผลิตป้อนแบบแท่งแท่งในในรูปแบบของแผนภูมิการไหล (Flow Process Chart) ตลอดจนพิจารณาความสามารถกระบวนการ และผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักรรจุเกินพิกัดควบคุมด้านบน (Upper Specification Limit; USL)

2.2.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze Phase)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อศึกษาผลของตัวแปรแต่ละตัว และพิสูจน์หาตัวแปรที่สำคัญที่สุดที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่ได้นิยามไว้ [9] ทำได้โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ป้อนแบบแท่งแท่งมีน้ำหนักรรจุเกิน โดยใช้การระดมสมอง (Brain Storming) ของบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ผู้จัดการ หัวหน้า และพนักงานของทั้งฝ่ายผลิต และฝ่ายควบคุมคุณภาพ 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)

เป็นการปรับปรุงกระบวนการที่ได้ผ่านการวิเคราะห์ และสามารถสร้างข้อสรุปได้แล้วว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อคุณภาพที่ไม่ได้เป็นตามความคาดหวังที่ตั้งไว้ โดยเน้นการปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้น [9] ทำได้โดยนำค่าปัจจัยที่ได้จากการออกแบบการทดลองไปใช้จริงในกระบวนการผลิตป้อนแบบแท่งแท่ง เก็บข้อมูลด้านน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่

ผลิตได้ เพื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักก่อน และหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

2.2.5 ขั้นตอนการควบคุม (Control Phase)

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

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

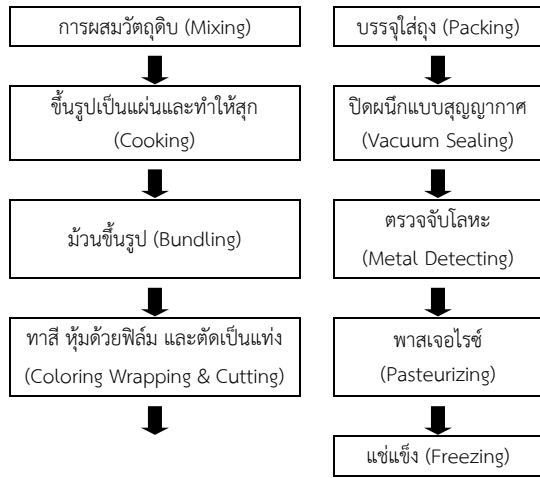
เทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลเต็มรูปแบบ ที่มีจำนวนระดับของแต่ละปัจจัยเท่ากับ $2 (2^k \text{ Full Factorial Design})$ การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (T-Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ผลการทดลอง

3.1 ข้อมูลทั่วไปของกระบวนการผลิต

จากการศึกษาพบว่า บริษัท ลักกี้ ยูเนียน ฟู้ดส์ จำกัด เป็นบริษัทขนาดใหญ่ที่ผลิตอาหารทะเลแปรรูปแช่แข็ง มีสินค้าหลากหลายชนิด จึงมีหลายสายการผลิต และมีกำลังการผลิตรวมกว่า 30,000 ตันต่อปี ในสายการผลิตป้อนแบบแท่งแช่แข็งเป็นกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Process) ใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากต้องการความประณีตในการควบคุมน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

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



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตปู้ดแบบแท่งแช่แข็ง

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

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

3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเทคนิค DMAIC

3.2.1 การกำหนดหัวข้อปัญหา

จากการศึกษาปริมาณการผลิตของสินค้าปู้ดแบบแท่งแช่แข็งพบว่า ผลิตภัณฑ์ปู้ดแบบแท่งแช่แข็งที่มีขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก มีปริมาณการผลิตสูงสุดที่ 158.8 ตัน/เดือน คิดเป็น 30.07% ของปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ทั้งหมด รองลงมา คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดบรรจุ 908 กรัม/แพ็ก ที่มีปริมาณการผลิต 92.4 ตัน/เดือน คิดเป็น 17.50% ของปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ทั้งหมด และเมื่อพิจารณารายละเอียด

ตารางที่ 1 SIPOC ของการผลิตปู้ดแบบแท่งแช่แข็ง

Supplier	Input	Process	Output	Customer
ผู้นำส่งวัตถุดิบ	ซูริมิ แป้ง น้ำตาล เกลือ วัตถุดิบอาหาร	ผสม	ปู้ดแบบแท่งแช่แข็ง บรรจุในถุงสุญญากาศ	ลูกค้าได้ รับสินค้า ตรงตาม ความ ต้องการ (คุณสมบัติ ตรงตาม ข้อกำหนด และส่งมอบทันเวลา)
		ขึ้นรูปเป็นแผ่นและทำให้สุก		
		ม้วนขึ้นรูป		
		หุ้มด้วยฟิล์มและตัดเป็นแท่ง		
		บรรจุใส่ถุง		
		ผนึกแบบสุญญากาศ		
		ตรวจจับโลหะ		
		พาสเจอร์ไรซ์		
		แช่แข็ง		

ของผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการผลิตสูงสุด คือ ปู้ดแบบแท่งแช่แข็ง ขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก พบว่า มีน้ำหนักบรรจุเกินเฉลี่ยอยู่ที่ 1.86% ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานของบริษัทที่กำหนดไว้ที่ 1.50%

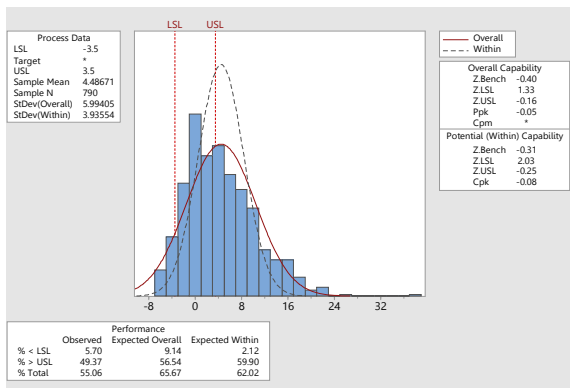
ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการตั้งเป้าหมายในการลดน้ำหนักบรรจุเกินของปู้ดแบบแท่งแช่แข็งขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก จากเดิม คือ 1.86% ให้ลดลงเหลือ 1.50% ตามค่าเป้าหมายของบริษัท

3.2.2 การวัดและเก็บข้อมูลในกระบวนการ

เมื่อได้กำหนดหัวข้อปัญหาและทำการตั้งเป้าหมายในขั้นตอนการค้นหาและระบุปัญหาแล้ว ขั้นตอนการวัดและเก็บข้อมูลในกระบวนการนี้ จะเป็นการศึกษากระบวนการผลิตสินค้าปู้ดแบบแท่งแช่แข็งขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพิจารณาหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาปริมาณน้ำหนักบรรจุเกิน

ผลการวัดและเก็บข้อมูลพบว่า สินค้าปู้ดแบบแท่งแช่แข็งขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก มีข้อกำหนดน้ำหนักต่อชิ้นเท่ากับ 12.60-12.70 กรัม แต่สินค้าที่ผลิตได้มีน้ำหนักต่อชิ้นเท่ากับ 12.91±0.29 ซึ่งสูงกว่าข้อกำหนด จึงส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำหนักบรรจุเกินต่อแพ็กมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน

สุนีย์ เอียดมุสิก และคณะ, “การลดน้ำหนักบรรจุเกินของผลิตภัณฑ์ปู้ดแบบแท่งแช่แข็ง: กรณีศึกษาบริษัท ลัคกี้ ยูเนียน ฟู้ดส์ จำกัด.”



รูปที่ 2 ความสามารถกระบวนการของการผลิตปุ๋ยมูลสัตว์ 500 กรัม/แพ็ค

ของ บริษัท และเมื่อศึกษาความสามารถกระบวนการ ซึ่งประเมินได้จากค่า C_{pk} ที่พบว่า มีค่าติดลบ สะท้อนให้เห็นว่า กระบวนการผลิตปุ๋ยมูลสัตว์ 500 กรัม/แพ็ค ยังไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากค่า C_{pk} เป็นค่าที่บอกถึงขีดความสามารถของกระบวนการในระยะสั้น คือ ที่เวลาใดเวลาหนึ่ง กระบวนการมีขีดความสามารถเป็นอย่างไร ค่า C_{pk} นี้ จะแสดงเป็นนัยถึงความผันแปรที่เกิดขึ้นจากความจำกัดและ พื้นฐานของเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการ ถ้าค่า C_{pk} ติดลบ แสดงถึงกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ [10] นอกจากนี้ ยังพบว่า มากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มี น้ำหนักเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด โดยผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนัก เกินพิกัดควบคุมด้านบน (USL) มีค่าเท่ากับ 56.54% (รูปที่ 2)

3.2.3 การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อปัญหา

เมื่อศึกษากระบวนการผลิต โดยการระดมความคิด กับบุคลากรที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย ผู้จัดการ หัวหน้า และ พนักงานของทั้งฝ่ายผลิต และฝ่ายควบคุมคุณภาพ ตลอดจน วิศวกรควบคุมเครื่องจักร เพื่อคาดการณ์ปัจจัยที่คิดว่าส่ง ผลต่อปัญหาน้ำหนักบรรจุเกินของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยมูลสัตว์ 500 กรัม/แพ็ค และค้นหาวงจรตัวแปรนำเข้า ของกระบวนการผลิตที่สำคัญของกระบวนการมีอะไรบ้าง โดยนำแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต มาพิจารณา ประกอบการวิเคราะห์หาสาเหตุ อาศัยการใช้แผนภูมิสาเหตุ และผล

จากการระดมสมองและวิเคราะห์ พบว่า การที่ ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยมูลสัตว์ 500 กรัม/แพ็ค มีน้ำหนักบรรจุเกินมากกว่าค่าเป้าหมายของบริษัท เกิดจาก สาเหตุหลักต่อไปนี้

- 1) สาเหตุที่เกิดจากพนักงาน (Man) คือ ความเข้าใจใน ข้อกำหนดสินค้าและการควบคุมน้ำหนักบรรจุยังคงคลาดเคลื่อน
- 2) สาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักร (Machine) คือ อุปกรณ์ การตั้งพิกัดทำงานไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดรอยพับ
- 3) สาเหตุที่เกิดจากวัตถุดิบ (Material) คือ เนื้อปุ๋ยที่ใช้ มีความชื้นเหน็ดเกินกว่าที่กำหนด
- 4) สาเหตุที่เกิดจากวิธีการ (Method) คือ ในการผลิต แต่ละครั้งมีการตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรไม่เท่ากัน

ภายหลังจากการวิเคราะห์แล้ว ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ลงความ เห็นร่วมกันว่า ควรแก้ไขปัญหาน้ำหนักบรรจุเกินจากสาเหตุ ที่เกิดจากวิธีการเป็นอันดับแรก เนื่องจากส่งผลกระทบต่อ น้ำหนักบรรจุเกินมากที่สุด โดยค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง มี 5 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความเร็วสกรูเกลียวของเครื่องขึ้นรูป 2) ความเร็วของใบพัดกวนผสม 3) ความสูงของวาล์วเครื่อง ปลอ่ยแบ่ง 4) ความเร็วของเครื่องม้วน และ 5) ปริมาณ ผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำ (Reprocess)

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ น้ำหนักบรรจุเกินโดย อาศัยการออกแบบการทดลอง พบว่า ใน 5 ปัจจัยที่ศึกษา มี 3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักบรรจุเกินอย่างมีนัยสำคัญ คือ ความเร็วสกรูเกลียวของเครื่องขึ้นรูป ความสูงของวาล์ว เครื่องปลอ่ยแบ่ง และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำ ซึ่งมี ค่า p -value เท่ากับ 0.000, 0.004 และ 0.011 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในขณะที่ความเร็วใบพัดกวนและความเร็ว ของเครื่องม้วนมีค่า p -value เท่ากับ 0.493 และ 0.920 ตามลำดับ และผลการทดสอบทางสถิติยังพบว่าค่า R^2 เท่ากับ 85.70% และ $R^2(Adj)$ เท่ากับ 72.30%

เมื่อได้ทำการตัดปัจจัยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อ น้ำหนักบรรจุเกิน อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) นั่นคือ ตัดปัจจัยด้านความเร็ว ใบพัดกวน ($p = 0.493$) และความเร็วของเครื่องม้วน ($p = 0.920$) (ตารางที่ 2) และวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ข้อมูลเชิงแพททอเรียลใหม่พบว่า 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 $R^2(adi)$ 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
ความเร็วเครื่องมือ	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 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลหลังจากการตัดปัจจัยที่ไม่มีความสำคัญ

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	0.041	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 เฮิร์ตซ์ ระยะความสูงของวาล์วปล่อยแป้งเท่ากับ 3.47 เซนติเมตร และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำเท่ากับ 5.6%

3.2.4 การออกแบบปรับปรุงกระบวนการ

จากขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการ

บรรจุน้ำหนักเกินของป้อนแบบแห้งแข็งพบว่า มีปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักบรรจุเกิน 3 ปัจจัย คือ ความเร็วสกรูเกลียวของเครื่องขึ้นรูป ระยะความสูงของวาล์วปล่อยแป้ง และปริมาณผลิตภัณฑ์ที่นำมาผลิตซ้ำ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ค่าที่เหมาะสมพบว่า ควรมีค่าเท่ากับ 17.15 เฮิร์ตซ์ 3.47 เซนติเมตร และ 5.6% ตามลำดับ จากนั้นจึงนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ไปใช้ในกระบวนการผลิตจริง และเก็บข้อมูลน้ำหนักของสินค้าป้อนแบบแห้งแข็งพบว่า ผลิตภัณฑ์ป้อนแบบแห้งแข็งที่ผลิตได้ก่อนปรับพารามิเตอร์ (จำนวน 90 ชิ้น) มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรจุต่อชิ้นเท่ากับ 12.91 ± 0.29 กรัม และผลิตภัณฑ์ป้อนแบบแห้งแข็งที่ผลิตได้หลังปรับพารามิเตอร์ (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 และยังเป็น การตรวจติดตามปัญหาอย่างต่อเนื่อง เพื่อดูความผิดปกติของกระบวนการ ในการควบคุมนี้ต้องทั้งปัจจัยภายในและภายนอก สามารถทำได้โดยการออกแบบและจัดสร้างวิธีการติดตามผล ตลอดจนการจัดทำเอกสารการปฏิบัติงานเพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพ

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

3.3 การตรวจติดตามผล

จากผลการตรวจติดตามผลการดำเนินงานเพื่อลดน้ำหนักรับบรรจุเกินของปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็ง 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 ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเกินพิสัยควบคุมด้านบน ($% > USL$) 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 จากก่อนการปรับปรุง ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็งขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก มีน้ำหนักบรรจุเกิน เท่ากับ 1.86% และภายหลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่า มีน้ำหนักบรรจุเกิน เท่ากับ 1.70% ทำให้สามารถลดต้นทุนได้ เท่ากับ 322,085 บาท/ปี

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการศึกษาการลดน้ำหนักบรรจุเกินของสินค้าปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็ง โดยการประยุกต์ใช้เทคนิค DMAIC พบว่า สินค้าปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็งที่มีขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก มีปริมาณการผลิตสูงสุด คิดเป็น 30.07% และมีน้ำหนักต่อชิ้นเท่ากับ 12.91 กรัม ซึ่งมากกว่าข้อกำหนดที่กำหนดให้น้ำหนักต่อชิ้นอยู่ระหว่าง 12.60–12.70 กรัม ส่งผลให้มี

น้ำหนักบรรจุเกินเท่ากับ 1.86% ไม่เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่บริษัทกำหนด คือ 1.50% เมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ พบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการเท่ากับ 5.99 และ ค่า Cpk ที่ติดลบ ซึ่งการที่ Cpk มีค่าติดลบจะสะท้อนถึงกระบวนการที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังพบว่า 56.54% ของปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็ง ขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ก ที่ผลิตได้ มีน้ำหนักเกินพิสัยควบคุมด้านบน

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

ภายหลังจากการนำค่าที่ทำนายไปใช้ในการผลิตจริงพบว่า มีน้ำหนักต่อชิ้นมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ คือ ลดลงจาก 12.91 กรัม/ชิ้น เป็น 12.68 กรัม/ชิ้น ซึ่งส่งผลต่อเนื้อให้น้ำหนักบรรจุเกินลดลงจาก 1.86% เป็น 1.70% (ลดลง 8.6%) ถึงแม้ว่าน้ำหนักบรรจุเกินหลังจากการปรับปรุงจะยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายของบริษัทที่กำหนดไว้ที่ 1.50% และลดลงได้เพียง 8.6% เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของอัมมเดช [11] ที่สามารถลดน้ำหนักบรรจุเกินของปลาเนลแห้งแข็งจาก 3.41% เป็น 0.99% (ลดลง 71%) แต่พบว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตปุ๋ยมัดแบบแห้งแข็งภายหลังจากการปรับปรุงเพิ่มขึ้น สังเกตจากค่า Cpk ที่เพิ่มขึ้น การปรับปรุงกระบวนการผลิตในงานวิจัยนี้สามารถทำให้ปริมาณน้ำหนักรับบรรจุเกินมีปริมาณลดลง ซึ่งสามารถลดต้นทุนได้ 322,085 บาท/ปี งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการลดน้ำหนักบรรจุเกินที่เกิดจากสาเหตุด้านวิธีการเท่านั้น อย่างไรก็ตาม น้ำหนักบรรจุเกินยังสามารถเกิดจากสาเหตุด้านอื่นๆ ได้แก่ ด้านพนักงาน ด้านเครื่องจักร และด้านวัตถุดิบ ดังนั้นนอกจากการแก้ปัญหาที่เกิดจากสาเหตุด้านวิธีการแล้ว บริษัทควรแก้ปัญหาที่เกิด



จากสาเหตุอื่นๆ ด้วยเช่นกัน เพื่อลดน้ำหนักบรรจุเกินของผลิตภัณฑ์ปุ๋ดยัดแบบแห้งเชิงขนาดบรรจุ 500 กรัม/แพ็ค

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท ลัคกี้ ยูเนี่ยน พู๊ดส์ 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).