แนวทางการเพิ่มผลผลิตในการผลิตหมี่ทำมือของกลุ่มชุมชนผู้ผลิตหมี่โคราช

นางสาวเมษา อาจสิทธิ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2563

GUIDELINE TO INCREASING PRODUCTIVITY IN HAND MADE PRODUCTION IN KORAT NOODLE COMMUNITY GROUPS

MESA ARTSIT

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering In Industrial Systems
And Environmental Engineering
Suranaree University of Technology
Academic 2020

แนวทางการเพิ่มผลผลิตในการผลิตหมี่ทำมือของกลุ่มชุมชนผู้ผลิตหมี่โคราช

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อ. ดร.นรา สมัตถภาพงศ์)
ประธานกรรมการ

(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(รศ. ดร.นิวิท เจริญใจ)
กรรมการ

(รศ. ดร.ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพ

(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมษา อาจสิทธิ์ : แนวทางการเพิ่มผลผลิตในการผลิตหมี่ทำมือของกลุ่มชุมชนผู้ผลิตหมี่โคราช (GUIDELINE TO INCREASING PRODUCTIVITY IN HAND MADE PRODUCTION IN KORAT NOODLE COMMUNITY GROUPS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล, 55 หน้า.

คำสำคัญ: หมี่โคราช/การเพิ่มผลผลิตของเสีย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำเส้นหมี่โคราช และเพื่อลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของกลุ่มผู้ประกอบการผลิตเส้นหมี่ในตำบลกระโทก อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา ในงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะการผลิตเส้นหมี่ตั้งแต่กระบวนการผลิต ไปจนถึงการบรรจุภัณฑ์ เท่านั้น ซึ่งจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ผลิตและการสังเกต เพราะว่า มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการนึ่งแผ่นแป้ง ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะของเสียได้เป็น 3 ชนิด คือ 1. แผ่นแตก 2. แผ่นขาด และ 3. แผ่นแฉะ จากนั้น ใช้ผังก้างปลาในการวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุของการเกิดของเสียในขั้นตอนการนึ่งแป้ง โดยมีสาเหตุหลัก 5 ปัจจัย คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการ และสภาพแวดล้อม ผลการจากวิเคราะห์สาเหตุ พบว่า สาเหตุที่มีผลต่อจำนวนของเสีย คือ อุณหภูมิของน้ำในกระทะ และอุปกรณ์ฝาปิดปากหม้อ จากนั้น จึงนำสาเหตุทั้ง 2 ประการ มาทำการออกแบบการทดลอง แต่ละการทดลองเป็นแบบปัจจัยเดียว โดยทำซ้ำจำนวน 7 วัน ซึ่งอุณหภูมิของน้ำในกระทะมีการเพิ่มขึ้นและลดลงอยู่ในช่วง 80 ถึง 100 องศาเซลเซียส จากการรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียในวันเดียวกัน โดยใช้อุณหภูมิของน้ำในกระทะที่ต่างกัน 2 ระดับ ซึ่งแบ่งเป็นช่วง คือ 80-89 องศาเซลเซียส และ 90-100 องศาเซลเซียส พบว่า จำนวนของเสียทั้ง 7 วัน มีจำนวนร้อยละ 32.9 และ 33.1 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ด้วยการออกแบบการทดลอง ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 พบว่า ค่า P-Value เท่ากับ 0.936 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ α ดังนั้น จำนวนของที่อุณหภูมิต่างกัน 2 ระดับ ไม่มีผลต่อจำนวนของเสียอย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนของอุปกรณ์ฝาปิดปากหม้อแบบเดิมที่มีความชำรุดและไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน ซึ่งมีความสูงประมาณ 12 – 15 เซนติเมตรนั้นไม่สามารถป้องกันอากาศ หรือลม ภายนอกเตาได้ทั้งหมดจึงทำการปรับปรุงฝาปิดปากหม้อที่มีความเหมาะสม คือ ฝาปิดปากหม้อที่มีลักษณะเป็นทรงกรวยทำจากอลูมิเนียมที่มีความสูง 20 เซนติเมตร จากการรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียในวันเดียวกัน โดยใช้อุณหภูมิของน้ำในกระทะที่ 90-100 องศาเซลเซียส ซึ่งปัจจัย คือ ฝาปิดปากหม้อ พบว่า ผลจากวิเคราะห์ด้วยการออกแบบการทดลอง ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 พบว่า ค่า P-Value เท่ากับ 0 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ α ดังนั้น ฝาปิดปากหม้อมีผลต่อจำนวนของเสียอย่างมีนัยสำคัญ คือ หลังปรับปรุงฝาปิดทำให้จำนวน

ของเสียลดลงจากจำนวน 119 แผ่น คิดเป็นร้อยละ 34.00 เหลือของเสียจำนวน 48 แผ่น คิดเป็นร้อยละ 13.71 ดังนั้น ของเสียลดลงคิดเป็น ร้อยละ 20.29

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

MESA ARTSIT : GUIDELINE TO INCREASING PRODUCTIVITY IN HAND MADE PRODUCTION IN KORAT NOODLE COMMUNITY GROUPS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PORNSIRI JONGKOL, Ph.D., 55 PP.

Keywords: KORAT NOODLE/PRODUCTIVITY IMPROVEMENT/WASTES

This research aims to analyzed wastes which are a byproduct from the production of Korat vermicelli and to reduce such wastes in the production of a Korat vermicelli-making group from Kratok Subdistrict, Chokchai District, Nakhonratchasima Province. The study focuses only on the production process and the packaging process. From the study and data collection conducted by interviewing the Korat vermicelli maker and observing, it was found that wastes that occurred in the process of steaming dough sheets can be categorized into three groups which are 1) broken dough sheet 2) torn dough sheet and 3) wet dough sheet. A Fishbone diagram was then used to analyzed to identify the causes of such wastes. It was found that five main factors contributing to the cause were people, machines, materials, methods, and environment. The result from the analysis found that the causes that affected the number of wastes and were not too expensive to fix are the temperature of the water in the pan and the lid of the steaming pot. Both causes were used in the experiment design. Each experiment concerned only a single factor and was repeated for seven days. The temperature of the water in the pan was set to the range of 80-100 centigrade. By collecting the number of wastes caused in the same day from two different conditions, which used heat in the range of 80-89 and 90-100 centigrade, it was found that the numbers of wastes in the seven days were 32.9 and 33.1, respectively. The analysis using experiment design at $\alpha = 0.05$ showed that the P-Value was 0.936. The P-Value was more than the significance level α; this can be said that the difference between both temperature ranges has no significant effect on the number of wastes. Regarding the lid of the steaming pot, the original one is damaged and not suitable for use. With a height of about 12-15 centimeters, it cannot prevent air from entering the pot. The improvement was done by changing the lid's shape and height to be in a cone shape and 20 centimeters in height. By collecting the number

of wastes caused in the same day with the heat in the range of 90-100 centigrade and the newly designed lid, the analysis with experiment design at the significance level of $\alpha = 0.05$ showed that the P-Value is 0, which is less than the significance level of α. Therefore, it can be concluded that the lid has a significant effect on the number of wastes. After the improvement, the number of wastes was reduced from 119 wasted sheet dough or 34% of the whole production to 48 wasted sheet dough or 13.71% of the whole production, equaling a 20.29% reduction in the numbers of wastes.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Industrial Engineering

Academic Year 2020

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องแนวทางการเพิ่มผลผลิตในการผลิตหมี่ทำมือของกลุ่มชุมชนผู้ผลิตหมี่โคราช บรรลุตามวัตถุประสงค์ไปได้ด้วยดีเนื่องด้วยความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิริ จงกล ผู้ที่ให้คำแนะนำ และติดตามความคืบหน้า ตลอดจนแก้ไขปัญหาด้วยความเอาใจใส่ และสม่ำเสมอ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.นิวิท เจริญใจ ท่านอาจารย์ ดร.นรา สมัตถภาพงศ์ และท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปวีร์ ศิริรักษ์ ที่ให้คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัยด้าน ต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ นางบัวศรี เที่ยงกระโทก ผู้ประกอบการผลิตเส้นหมี่โคราชในตำบลกระโทก อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมาที่กรุณาให้ข้อมูล และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณจำนง ผายสระน้อย และ คุณโกวิทย์ แถมเกษม วิศวกรประจำศูนย์เครื่องมือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่กรุณาสละเวลาอำนวยความสะดวก และให้คำแนะนำในด้านการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ในการดำเนินการวิจัยทำให้การดำเนินงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุนารีที่มอบโอกาสทางการศึกษาสุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนทางการศึกษา และให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ที่มิได้กล่าวนามไว้ ณ โอกาสนี้

เมษา อาจสิทธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes) 3
2.2 หลักการ 4M 1E 4
2.3 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE) 6
2.4 การออกแบบเชิงแฟคทอเรียล 7
2.5 วิธีการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 8
2.6 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) 9
2.7 การขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะของเหลว 10
2.8 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 10
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 15
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 15
3.2 การศึกษากระบวนการผลิต 17
3.3 การศึกษาปัญหา 19

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 19
3.5 การออกแบบการทดลอง 20
3.5.1 การกำหนดขนาดตัวอย่าง 20
3.6 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 23
4 ผลการวิจัย 24
4.1 การศึกษากระบวนการผลิตเส้นหมี่ 24
4.2 การศึกษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต 32
4.3 การศึกษาและสำรวจสภาพการทำงานในปัจจุบัน 34
4.4 ผลการทดสอบผลกระทบของอุณหภูมิน้ำในกระทะที่มีต่อของเสีย 38
4.5 ผลการทดสอบผลกระทบของฝาปิดปากหม้อที่มีต่อของเสีย 41
5 สรุปผลการวิจัยและข้ออเสนอแนะ 47
5.1 สรุปผลการศึกษา 47
5.2 ข้อเสนอแนะ 48
รายการอ้างอิง 49
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. ภาพการศึกษาและสำรวจการทำเส้นหมี่ 51
ประวัติผู้เขียน 55

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 การออกแบบการทดลองโดยปัจจัยคืออุณหภูมิของน้ำในกระทะ 20
3.2 การออกแบบการทดลองโดยปัจจัยคือฝาปิดปากหม้อ 20
3.3 จำนวนตัวอย่างของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ฝาปิดแบบเดิม 21
3.4 จำนวนตัวอย่างของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ฝาปิดแบบใหม่ 21
3.5 ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างของเสียที่เกิดจากการใช้ฝาแบบดั้งเดิมและแบบใหม่ 23
3.6 ผลการคำนวณขนาดตัวอย่าง 23
4.1 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำในกระทะอุณหภูมิ 80-89 องศาเซลเซียส 38
4.2 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำในกระทะอุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส 39
4.3 ค่าเฉลี่ยของของเสียที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 80-89 ℃ และ 90-100 ℃ 40
4.4 Analysis of Variance ของจำนวนของเสียที่อุณหภูมิ 2 ระดับ 40
4.5 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ฝาปิดแบบเดิม 42
4.6 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ฝาปิดแบบใหม่ 43
4.7 ค่าเฉลี่ยของของเสียที่เกิดจากการใช้ฝาแบบเดิมและแบบใหม่ 45
4.8 Analysis of Varianceของจำนวนของเสียที่ฝาปิด 2 ระดับ 45

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 17
3.2 กล้องถ่ายภาพ 18
3.3 เครื่องวัดความเร็วลม 18
3.4 เทอร์โมมิเตอร์ 18
3.5 เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ 19
3.6 นาฬิกาจับเวลา 19
3.7 การคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเชิงสถิติ 22
4.1 สถานที่ผลิตหมี่ 24
4.2 การแช่ข้าวสาร 25
4.3 การโม่ข้าว 25
4.4 การกวาดแป้ง 26
4.5 แผ่นแป้งแตก 26
4.6 แผ่นแป้งขาด 27
4.7 แผ่นแป้งแฉะ 27
4.8 การแซะแผ่นแป้งด้วยไม้พาย 28
4.9 สถานที่ตากแผ่นแป้ง 28
4.10 แผ่นแป้งที่หมาด 29
4.11 ทาน้ำมันที่แผ่นแป้ง 29
4.12 คลุมแผ่นแป้งด้วยผ้าหมาด 30
4.13 บริเวณหั่นเส้นหมี่ 30
4.14 เครื่องหั่นเส้น 31
4.15 เส้นหมี่ที่หั่นแล้ว 31
4.16 เส้นหมี่ที่จับเป็นมัด 32
4.17 เส้นหมี่กระโทก 32
4.18 เครื่องโม่ 33

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.19 เครื่องหั่นเส้น 33
4.20 ขันน้ำสแตนเลส 33
4.21 ไม้พาย 33
4.22 ฝาปิดปากหม้อ 34
4.23 คอหม้อขึ้นผ้า และกระทะ 34
4.24 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุและผล 35
4.25 แผ่นแป้งพองตัว 37
4.26 ฝาปิดปากหม้อแบบใหม่ 42
4.27 กราฟเปรียบเทียบจำนวนของเสียก่อนและหลังปรับปรุง 44
4.28 Box Plot จำนวนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงฝาปิด 46

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

อาหารท้องถิ่นเกิดขึ้นตามสภาพทางภูมิศาสตร์ของแต่ละถิ่น โดยสภาพภูมิศาสตร์นั้น เป็นปัจจัยสำคัญในกำหนดชนิด และลักษณะของอาหารซึ่งก่อให้เกิดวัฒนธรรมเฉพาะท้องถิ่นอย่างหลากหลาย ทั้งที่แตกต่างและคลายคลึงกัน (สุนีย์ ศักดาเดช, 2549) ซึ่งอาหารท้องถิ่นนั้นมีความสำคัญ ไม่ว่าจะเป็น การแสดงถึงเอกลักษณ์และวัฒนธรรมในแต่ละท้องถิ่นที่มีวัตถุดิบของอาหาร วิธีการปรุงการกินอาหารที่เป็นเอกลักษณ์ เฉพาะตัว การประกอบอาหารท้องถิ่นเพื่อสุขภาพ ที่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนประกอบไม่มากนัก ไขมันต่ำ ใช้พืชผักพื้นบ้านเป็นส่วนประกอบหลัก ปลอดภัยจากสารเคมีทั้งปุ๋ยและยาฆ่าแมลง และที่สำคัญยังสามารถผลิตออกจำหน่ายเพื่อสร้างเป็นอาชีพ เพิ่มรายได้ทั้งในระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรม

ผัดหมี่โคราช เป็นอาหารท้องถิ่น ที่สามารถสร้างอาชีพและรายได้ให้กับผู้ประกอบการในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งผัดหมี่โคราชมีลักษณะคล้ายกับผัดไทยแต่มีความแตกต่างจากผัดไทย โดยที่ผัดไทยใช้ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กในการผัด ส่วนผัดหมี่โคราชจะใช้เส้นเฉพาะที่เรียกว่า เส้นหมี่โคราช ความแตกต่างถัดมา คือ ผัดหมี่จะไม่ใส่ไข่ และใส่เครื่องน้อยกว่าผัดไทย เช่น ผัดหมี่จะไม่ใส่กุ้งแห้ง ถั่ว และเต้าหู้ เป็นต้น ผัดหมี่โคราชเป็นอาหารพื้นบ้านของจังหวัดนครราชสีมา เพราะในอดีตจังหวัดนครราชสีมามีการปลูกข้าวในหลายพื้นที่ จึงมีการดัดแปลงข้าวสารมาทำเป็นเส้นหมี่ และยังเป็นการถนอมอาหารอีกรูปแบบหนึ่งด้วย โดยการนำเส้นหมี่สดไปผ่านกระบวนการตากแห้งที่พร้อมผัดกับน้ำปรุงรส เพื่อสามารถเก็บเส้นหมี่ไว้ได้นาน และเพิ่มความสะดวกสบายในการประกอบอาหาร ผัดหมี่โคราชเป็นอาหารในชีวิตประจำวันของคนโคราช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานบุญ เช่น งานโกนจุก งานบวชนาค งานแต่งงาน หรืองานสมโภชอื่น ๆ เป็นต้น

เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ตั้งแต่ต้นปี 2563 ส่งผลให้เศรษฐกิจโลกเผชิญภาวะวิกฤตครั้งรุนแรง ขณะที่ประเทศไทยสามารถรับมือกับการระบาดรอบแรกได้เป็นอย่างดี แต่ในช่วงท้ายปีต้องพบกับการระบาดระลอกใหม่ที่มีความเสี่ยงอาจรุนแรง เศรษฐกิจของประเทศไทยจึงได้รับผลกระทบอย่างหนัก เนื่องจากเศรษฐกิจของประเทศไทยมีการพึ่งพารายได้จากนักท่องเที่ยวต่างชาติสูงประมาณร้อยละ 13 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ซึ่งถือเป็นอัตราที่สูงกว่าประเทศอื่น ๆ ในภูมิภาคเอเชียด้วยกัน นอกจากนี้ยังพบกับปัญหาภาวะหยุดชะงักของ

ภาคการผลิต (Supply Disruption) ทั้งภายในและภายนอกประเทศ รวมทั้งผลกระทบเชิงลบจากรายได้ที่ลดลง (Income Effect or Multiplier Effect) (วิจัยกรุงศรี, 2563)

สถานการณ์เศรษฐกิจที่ตกต่ำดังกล่าวข้างต้นส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการผลิตเส้นหมี่โคราช จังหวัดนครราชสีมา ในหลายด้านไม่ว่าจะเป็นปริมาณความต้องการของตลาดน้อยลง เนื่องจากรายได้ของประชาชนลดลง รวมถึงต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้น เช่น ข้าวสาร และยังมีของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดการสูญเสีย (Loss) โดยผู้ประกอบการเส้นหมี่โคราชดั้งเดิมที่ได้รับการสืบทอดมาจากบรรพบุรุษ และสืบทอดกันมาจนถึงปัจจุบัน มีเงินทุนจำกัด และจำเป็นต้องแข่งขันกับผู้ประกอบการเอกชนที่มีเงินลงทุนมากกว่า ทำให้ผู้ประกอบการที่เป็นกลุ่มทำหมี่ต้องหาแนวทางเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุน เพื่อความอยู่รอด ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาแนวทางการเพิ่มผลผลิตของกลุ่มดังกล่าว เพื่อเป็นการอนุรักษ์วัฒนธรรมพื้นบ้านให้คงอยู่ต่อไป งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาแนวทางการลดความสูญเสีย (Loss) ในกระบวนการผลิตหมี่โคราชของกลุ่มชุมชน เพื่อให้กลุ่มชุมชนมีผลผลิตที่สูงขึ้น และอยู่รอดได้ในสภาวะเศรษฐกิจที่ตกต่ำในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำเส้นหมี่โคราช

1.2.2 เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการทำเส้นหมี่โคราชของกลุ่มผู้ประกอบการผลิตเส้นหมี่ในตำบลกระโทก อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 กลุ่มผู้ประกอบการผลิตเส้นหมี่ในชุมชนมีแนวทางในการลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเส้นหมี่

1.4.2 กลุ่มผู้ประกอบการผลิตเส้นหมี่ในชุมชนมีแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิต

1.4.3 กลุ่มผู้ประกอบการผลิตเส้นหมี่ในชุมชนสามารถแข่งขันกับผู้ประกอบการภาคเอกชนและสามารถสืบทอดมรดกวัฒนธรรมหมี่โคราช

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษากระบวนการผลิตเส้นหมี่โคราช เพื่อวิเคราะห์ความสูญเสีย และลดของเสียในกระบวนการ ทำให้ผู้ประกอบการมีแนวทางการเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุน โดยการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตนั้นต้องใช้หลักการและทฤษฎีเป็นเครื่องมือคุณภาพที่นำไปสู่การแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการอย่างเป็นระบบ ซึ่งในบทนี้แสดงรายละเอียดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และองค์ความรู้ในรูปแบบของงานวิจัย ตำรา และสิ่งตีพิมพ์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes)

Jaffar et al. (2015) ได้ศึกษาระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System : LMS) ที่เป็นแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการและการลดปริมาณของเสีย เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในประเทศมาเลเซียที่ยังขาดทักษะการบริหารจัดการระบบการผลิตแบบลีน งานวิจัยดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับการใช้งานและแนวทางการปฏิบัติของระบบการผลิตแบบลีนในเรื่องการจัดการของเสียทั้ง 7 ประการ โดยมีกรณีศึกษา คือ กลุ่มผู้ประกอบการจำหน่ายรถยนต์รายหนึ่ง ที่มีการสำรวจรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ตามหลักการผลิตแบบลีนของ Peter Hines และ David Taylor เพื่อหาสาเหตุของความสูญเสียทั้ง 7 ประการ ซึ่งเป็นแนวคิดของ Mr.Shigeo Shingo และ Mr.Taiichi Ohno ที่เป็นส่วนหนึ่งของการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS) ซึ่งได้กำหนดความสูญเสีย 7 ประการ ดังนี้

1. การผลิตมากเกินไป (Overproduction) การผลิตให้ได้จำนวนการผลิตสูงสุดที่สามารถผลิตได้แต่ไม่สอดคล้องกับต้องการ ทำให้เกิดผลผลิตเกินความจำเป็น ทำให้การไหลของสินค้าในกระบวนการผลิตเกิดความล่าช้า เป็นผลทำให้มีสินค้าคงคลังส่วนเกิน และเพิ่มต้นทุนในการจัดเก็บดูแลรักษา

2. การผลิตของเสีย (Defect) การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด หรือไม่ตรงตามมาตฐาน เป็นของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดในการทำงาน และเกิดจากกระบวนการผลิตที่ไม่มีมาตรฐาน เป็นผลทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูญเปล่า และปัญหาการส่งมอบสินค้าล้าช้า

3. การเก็บวัสดุคงคลังเกินความจำเป็น (Unnecessary Inventory) การจัดเก็บและการสั่งซื้อสิ้นค้าในปริมาณที่มากเกินความจำเป็น เพื่อรองรับต่อความต้องการของลูกค้าล่วงหน้า ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บดูแลรักษา ต้องเสียพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้า และในบางครั้งขาดการบริหารที่ดีทำให้สินค้าหมดอายุการใช้งาน

4. กระบวนการผลิตไม่เหมาะสม (Inappropriate Processing) กระบวนการขั้นตอนการทำงานที่ไม่เหมาะสม ไม่เป็นมาตรฐาน มีการทำงานที่ซ้ำซ้อน ทำให้เกิดความสูญเสียในเรื่องต้นทุนการผลิตและต้นทุนแรงงาน รวมไปถึงทำให้เกิดความล้าช้าในกระบวนการทำงาน

5. การขนส่งมากเกินความจำเป็น (Excessive Transportation) การเคลื่อนที่ การขนส่งและการขนย้ายในกระบวนการทำงานที่ใช้ระยะทางมากเกินความจำเป็น ทำให้เกิดการสูญเสียของระยะเวลาในการขนส่ง ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง และเกิดต้นทุนที่สูญเปล่า

6. การรอคอย (Waiting) เกิดจากการที่พนักงาน และเครื่องจักรหยุดการทำงาน หรือใช้เวลาในการทำงานมากเกินไป เพราะต้องรอคอยปัจจัยที่มีความจำเป็นต่อการผลิตสินค้า ส่งผลให้ต้นทุนที่สูญเปล่าของเครื่อง และต้นทุนแรงงานที่ไม่ก่อให้เกิดผลผลิต

7. การเคลื่อนไหวเกินความจำเป็น (Unnecessary Motion) การที่พนักงานต้องเคลื่อนไหวในการทำงานมากเกินความจำเป็น เนื่องจากพื้นที่หรือสถานีทำงาน (Workstation) ที่มีความไม่เหมาะสม เช่น การวางวัสดุอุปกรณ์ในตำแหน่งที่ต้องเกิดการเอื้อมหรือยืดตัวของพนักงาน การจัดวางอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนทำให้เกิดความยากต่อการหยิบใช้งาน

2.2 หลักการ 4M 1E

Yihua และ Tuo (2011) ได้ศึกษาแนวคิดคุณภาพด้านวิศวกรรมด้วยหลักปัจจัย 4M1E และเสนอข้อสมมติฐานทางตรง 5 ข้อ และข้อสมมติฐานทางอ้อม 4 ข้อ ที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณภาพด้านวิศวกรรม และต่อปัจจัยอื่น ๆ ด้วยแบบจำลองสมการ เพื่อวิเคราะห์ว่าปัจจัยของ 4M1E ส่งผลต่อคุณภาพด้านวิศวกรรม ผลที่ได้จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าคน สิ่งแวดล้อม และเครื่องจักรเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพด้านวิศวกรรม และให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการควบคุมปัจจัยทั้ง 5 ตามผลลัพธ์ของแบบจำลอง ดังนี้

1. คน (Man) ปัจจัยด้านความสามารถของผู้ปฏิบัติงานไม่ว่าจะเป็นความสามารถทางเทคนิค ความสามารถทางความคิดและร่างกาย ความสามารถในการปรับตัว ทักษะความชำนาญในการควบคุมคุณภาพ และการตรวจสอบตลอดจนวิธีการทำงานที่มนุษย์เป็นศูนย์กลางของการทำงาน

รวมถึงความสามารถในการบริหารจัดการของผู้นำ ทักษะการตัดสินใจ และการสั่งการ ที่มีผลต่อคุณภาพด้านวิศวกรรม โดยปัญหาด้านคุณภาพหลายประการอันเนื่องมาจากเทคโนโลยี การจัดการสิ่งแวดล้อม มักเกิดจากปัจจัยของมนุษย์เสมอ จากการสำรวจของประเทศเยอรมันพบว่าปัญหาด้านคุณภาพ 75%-90% เกิดจากปัจจัยมนุษย์ ดังนั้น ปัจจัยมนุษย์จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพด้านวิศวกรรม

2. วัสดุ (Machine) ส่วนใหญ่ชี้ให้เห็นถึงคุณภาพของวัสดุ ลักษณะการใช้งาน อายุการใช้งาน โดยปัจจัยด้านวัสดุมีค่าใช้จ่ายประมาณ 70% ของการลงทุนด้านวิศวกรรมทั้งหมด ดังนั้นคุณภาพของวัสดุทุกหน่วยควรเป็นไปตามข้อกำหนดของการออกแบบและมาตรฐาน การควบคุมคุณภาพของวัสดุในเบื้องต้นถือเป็นการรับรองด้านคุณภาพอย่างหนึ่ง นอกจากนี้คุณภาพของวัสดุไม่เพียงแต่สามารถส่งผลต่อความปลอดภัยในเชิงโครงสร้างของงานวิศวกรรมและความปลอดภัยผู้ใช้งาน แต่ยังส่งผลโดยตรงต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของนักลงทุนอีกด้วย

3. เครื่องจักร (Machine) เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์เป็นปัจจัยที่ขาดไม่ได้ในงานวิศวกรรม และปัจจัยนี้ส่งผลต่อคุณภาพของงานโดยตรง เช่น ประเภทของอุปกรณ์ทางวิศวกรรมต้องตรงตามลักษณะของงาน ประสิทธิภาพการทำงานขั้นสูงต้องมีความเที่ยงตรง การทำงานของเครื่องจักรมีความสะดวกปลอดภัยส่งผลต่อคุณภาพของงาน การใช้อุปกรณ์เครื่องจักรกลขั้นสูงสามารถปรับปรุงคุณภาพทางวิศวกรรมได้ โดยการใช้อุปกรณ์อย่างเหมาะสมและการบำรุงรักษาเป็นกุญแจสำคัญเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทำงานได้ดีและมีประสิทธิภาพ เช่น ในระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างอุบัติเหตุทางวิศวกรรมประเภทต่าง ๆ เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องจักรอย่างไม่เหมาะสม มีการบำรุงรักษาและการตรวจสอบอย่างไม่เคร่งครัด เป็นต้น

4. วิธีการ (Method) หมายถึงเทคนิคการทำงานในกระบวน การกำหนดมาตรฐานขององค์กร วิธีการทดสอบ การออกแบบทางวิศวกรรม การกำกับดูแล และการวางแผนงาน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของงาน นอกจากนี้หากการจัดระบบภายในองค์กรมีความถูกต้อง มีมาตรการทำงาน และมีการควบคุมคุณภาพอย่างมีประสิทธิภาพ จะสามารถก่อให้เกิดองค์กรที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5. สภาพแวดล้อม (Environments) การบริหารจัดการสภาพแวดล้อมทางวิศวกรรม และทางเทคนิคในองค์กรเป็นสิ่งสำคัญ เช่น สภาพแวดล้อมในการทำงานร่วมกัน สภาพแวดล้อมของสถานที่ปฏิบัติงาน การจัดระบบประกันคุณภาพ และการจัดการระบบป้องกันอันตราย ซึ่งสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญ และสามารถปรับเปลี่ยนได้ โดยพิจารณาใช้สภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการทำงานและสภาพแวดล้อมที่ที่ให้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

2.3 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE)

Barad (2014) ได้วิเคราะห์การออกแบบการทดลองที่ใช้เป็นเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพ และการประเมินของสถานการณ์การทำงานต่าง ๆ ในการออกแบบการทดลองต้องมีการกำหนดทางเลือกในการวางแผน และการควบคุม อีกทั้งต้องสอดคล้องกับคุณภาพ และต้นทุน เนื่องจากวิธีการออกแบบการทดลองนั้น มีผลต่อการใช้ทรัพยากรในการทดลอง ดังนั้นต้องมีการวางแผนและควบคุมการทดลองเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุงและมีความง่ายต่อการวิเคราะห์ผล งานวิจัยดังกล่าวได้ใช้บทความตีพิมพ์เป็นตัวอย่างในการศึกษาการออกแบบการทดลองที่ต่างกัน ได้แก่ การควบคุมคุณภาพการใช้งานระบบการผลิตที่ยืดหยุ่น และระบบโลจิสติกส์ ในการทดลองทางกายภาพเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบตเตอรี่ การออกแบบการทดลองได้จำลองวิธีการดำเนินการ เพื่อตรวจสอบปัจจัยหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยที่ใช้ในตรวจสอบด้วยสมาการที่ซับซ้อน เพื่อวัดประสิทธิภาพระบบโลจิสติกส์ที่มุ่งเน้นการได้รับสินค้าของลูกค้า นอกจากนี้การออกแบบการทดลองช่วยให้สามารถตรวจสอบปัจจัยทั้งหมดที่ส่งผลกระทบได้อย่างเป็นระบบ และลดปัญหาที่มีความซับซ้อนได้

องค์ประกอบของการออกแบบทดลอง มีดังนี้

1. ปัจจัยหรือตัวแปร (Factors) เป็นปัจจัยหรือตัวแปรที่นำเข้ากระบวนการทำงาน สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ ตัวแปรที่ควบคุมได้ และตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลลัพธ์สุดท้าย เช่น วิธีการทำงาน ลำดับขั้นตอนการทำงาน ผู้ปฏิบัติงาน ประเภทของเครื่องมือและอุปกรณ์ รวมไปถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้ที่ทำให้เกิดความแปรปวนภายใต้การทดลอง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้สามารถจัดหมวดหมู่ได้ด้วยการใช้ผังก้างปลาในการจำแนกสาเหตุและผลกระทบ
2. ระดับ (Levels) คือการกำหนดค่าของแต่ละปัจจัย ให้มีความสอดคล้องกับปัจจัยและผลลัพธ์ที่คาดหมายไว้ เพื่อได้ค่าหรือพารามิเตอร์ของปัจจัยที่ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด
3. ตัวแปรตาม (Response) ผลลัพธ์ของการทดลอง ที่เป็นผลมาจากค่าหรือระดับของแต่ละปัจจัยที่กำหนด

2.4 การออกแบบเชิงแฟคทอเรียล

Natoli (2019) ได้กล่าวถึงการออกแบบแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ เป็นการทดลองอย่างเป็นระบบที่มีความง่ายต่อการประมวลผลลัพธ์ แต่การออกแบบการทดลองจะมีความซับซ้อนขึ้นตามจำนวนปัจจัยในการทดลอง งานวิจัยดังกล่าวได้อธิบายวิธีการทดลองแบบแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบและการเลือกใช้งานตามความเหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการหรือองค์กร

หลักการออกแบบเชิงแฟคทอเรียล

ในขั้นตอนการวางแผนการทดลองต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น การกำหนดวัตถุประสงค์ ตัวแปรต้น (ปัจจัย) ตัวแปรตาม (ผลการทดลอง) ระดับของปัจจัย รวมถึงขนาดของการออกแบบการทดสอบ เป็นต้น ในการออกแบบแฟคทอเรียลแบบเต็มรูปแบบ คือการออกแบบแฟคทอเรียล 2^k ซึ่งแต่ละปัจจัยมีเพียงสองระดับ การออกแบบแฟกทอเรียลที่สมบูรณ์ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ในการทดสอบทั้งหมด รวมถึงปัจจัยแปรผันที่มีผลต่อการทดสอบ ด้วยวิธีการนี้ผู้ทดสอบสามารถตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสละที่มีผลต่อตัวแปรตามได้ โดยจำนวนตัวแปรตามในการออกแบบแฟคทอเรียล 2^k แสดงดังนี้

k main effects

- $\binom{k}{2} = \frac{k(k-1)}{2}$ 2 factor interactions
- $\binom{k}{3} = \frac{k(k-1)(k-2)}{3}$ 3 factor interactions
- $\binom{k}{n} = \frac{k!}{n!(k-n)!}$ n factor interactions , n≤k

1 k factor interaction

การออกแบบแฟคทอเรียลแบบเต็มรูปแบบที่ต้องกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนปัจจัยและระดับที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุผลนี้ การออกแบบแฟคทอเรียลช่วยให้สามารถประมาณจำนวนผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด แต่การออกแบบแฟคทอเรียลแบบเต็มรูปแบบอาจไม่ใช่แนวทางที่ดีที่สุดเมื่อมีการจำกัดจำนวนการทดสอบอย่างเข้มงวดเนื่องจากมีข้อจำกัด เช่น ค่าใช้จ่าย ทรัพยากร จำนวนปัจจัย ระดับของปัจจัย และเวลา เป็นต้น

2.5 วิธีการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมมีความสำคัญ เนื่องจากเป็นวิธีการที่ผู้วิจัยใช้ในการอธิบายหลักการดำเนินงานละการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการนำข้อมูลไปใช้งาน โดยมีวิธีการรวบรวมข้อมูลที่สำคัญ 5 วิธี ดังนี้

1. แบบสำรวจที่ประกอบด้วยคำถามปลายเปิดที่ในความเป็นอิสละในการตอบคำถามของผู้ทำแบบสอบถาม แบบสำรวจนี้เหมาะสำหรับการบันทึกข้อมูลด้านความคิดเห็นส่วน เช่น บุคคล ทัศนคติ ความเชื่อ เป็นต้น คำถามปลายเปิดที่ดีและเหมาะสมควรมีความเฉพาะเจาะจงเพื่อให้ได้คำตอบที่มีความสอดคล้องกันระหว่างผู้ตอบแบบสอบถาม แต่คำตอบต้องมีความหลากหลายด้วยเช่นกัน

2. การสัมภาษณ์เพื่อรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างแบบการสัมภาษณ์ตัวต่อตัว ข้อมูลในการตอบคำถามจะถูกบันทึกและวิเคราะห์ ในการสัมภาษณ์ผู้ถามคำถามต้องมีความตั้งใจในการฟังและตั้งคำถาม เพื่อการรวบรวมข้อมูลได้ครบถ้วนสมบูรณ์ แต่ในการสัมภาษณ์ต้องใช้ระยะเวลาและทรัพยากรมากในการดำเนินการและวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากผู้สัมภาษณ์ผู้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยตรงผู้สัมภาษณ์จึงควรได้รับการฝึกอบรม

3. การสนทนากลุ่ม เป็นการรวบรวมข้อมูลผ่านการสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมเป็นกลุ่ม จำนวนผู้เข้าร่วมการสนทนาจะมีความแตกต่างกันไปตามคำถามที่ผู้เข้าร่วมมีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหลากหลายทางความคิดตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล และได้รับฟังแนวคิดของผู้เข้าร่วมสนทนาคนอื่นที่ร่วมแบ่งปัน เป็นวิธีการตรวจสอบความเหมือนและความแตกต่างทางมุมมองของผู้เข้าร่วม

4. การสังเกต เป็นการรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริงในสถานที่นั้น โดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้รวบรวมข้อมูล ได้แก่ การมอง การได้ยิน การสัมผัส และการดมกลิ่น เป็นวิธีการที่ผู้รวบรวมข้อมูลทำการตรวจสอบ และบันทึกพฤติกรรมการทำงานของผู้ถูกสังเกตการณ์อย่างตรงไปตรงมา โดยไม่ใช้ข้อมูลจากความคิดเห็นหรือประสบการณ์ของผู้ถูกสังเกตการณ์

5. การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ข้อความจะถูกบันทึกอย่างเป็นระบบ เช่น ข้อความจากการบันทึกที่ได้จากการสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์ ข้อความจากการบันทึกเสียงหรือวีดีโอ เป็นต้น เพื่อวิเคราะห์บริบทและจัดทำเอกสาร

2.6 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)

Neyestani (2017) ได้ศึกษาและแนะนำเครื่องมือควบคุมคุณภาพที่ Dr. Kaoru Ishikawa เป็นผู้รวมรวบหลักการใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพคนแรก ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อปรับปรุงและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในองค์กรอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้เครื่องมือคุณภาพในวางแผนการทำงาน และการติดตามผลลัพธ์ เพื่อเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบอย่างสม่ำเสมอ

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)

1. ใบตรวจสอบ (Check Sheet) คือ แบบฟอร์มที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบและจัดทำเป็นตาราง ที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และแสดงรายละเอียดของสถานการณ์ได้ชัดเจน เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูล และบันทึกความถี่ของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละหัวข้อ

2. ฮิสโตแกรม (Histogram) เป็นเครื่องมือที่อธิบายความถี่ที่เกิดขึ้น โดยความถี่แสดงในรูปแบบของกราฟแท่งที่เรียงต่อกัน และแสดงการกระจายตัวของข้อมูล รวมถึงแสดงการแจกแจงของตัวแปรที่ศึกษา

3. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Analysis) เป็นแผนภูมิถูกคิดค้นโดยนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลี ชื่อ Vilfredo Pareto และในปี ค.ศ. 1950 ได้ถูกพัฒนาโดย Juran ในปี ค.ศ. 1950 โดยแผนภูมิพาเรโตเป็นฮิตโตแกรมที่มีความพิเศษสามารถใช้ในการแสดงสัดส่วนของปัญหาที่เกิดขึ้นและลำดับความสำคัญของปัญหา ซึ่งแผนผังพาเรโตเป็นกราฟแท่งที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความผิดปกติหรือปัญหาและเปอร์เซ็นต์สะสมของความผิดปกตินั้น โดยที่การเรียงแท่งกราฟจากเปอร์เซ็นต์สะสมของความผิดปกติมากไปหาน้อยจากซ้ายไปขวา

4. แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) เป็นแผนผังที่นักวิจัยหลายท่านให้ความยอมรับว่า Dr. Kaoru Ishikawa เป็นผู้คิดค้นและพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ.1943 แผนผังก้างปลาเป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาหรือผลกับปัจจัยหรือสาเหตุ เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบและวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงอย่างเป็นระบบ

5. ผังการกระจาย (Scatter Diagram) เป็นเครื่องมือประสิทธิภาพในการวาดการกระจายตัวของข้อมูล ใช้แสดงแนวโน้มของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัว คือ ตัวแปร อิสระกับตัวแปรตาม เพื่อใช้หาความสัมพันธ์ว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด และความสัมพันธ์อาจเชื่อมโยงไปถึงสาเหตุของปัญหาด้วย

6. ผังงาน (Flowchart) ผังไดอะแกรมแสดงข้อมูลและสัญลักษณ์ ที่อธิบายลำดับขั้นตอนการทำงานในกระบวนการตั้งแต่กระบวนเริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาในแต่ละขั้นตอนและกระบวนการอย่างเป็นระบบ ทำให้มีความง่ายต่อการค้นหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหา

7. แผนภูมิควบคุม (Control Chart) แผนภูมิควบคุมถูกคิดค้นและพัฒนาโดย Walter A. Shewhart ในปี ค.ศ. 1920 ซึ่งหลักการของแผนภูมิควบคุม คือ การคำนวณหาค่าเฉลี่ยของตัวชี้วัดเพื่อสร้างเส้นกลาง และคำนวณค่า Upper Control Limit (UCL) กับค่า Lower Control Limit (LCL) ใช้ในการติดตามค่าตัวชี้วัดในช่วงถัดไป เพื่อติดตามความแปรปรวนของค่าที่วัดได้ สามารถวิเคราะห์และสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ทันทีก่อนที่จะส่งผลกระทบอย่างรุนแรง

2.7 การขยายตัวและหดตัวของสสารในสถานะของเหลว

สสารที่มีสถานะเป็นของเหลวเมื่ออุณหภูมิของสสารเพิ่มขึ้น อะตอมและโมเลกุลภายในสสารจะเกิดการสั่นแรงขึ้นหรือมีแอมพลิจูลของการสั่นมากขึ้น ทำให้สสารเกิดการขยายตัวและมีปริมาตรเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อมีการถ่ายโอนอุณหภูมิความร้อนออกสสารจะทำให้สสารเกิดการหดตัวและมีปริมาตรลดลง ซึ่งยกเว้นน้ำเนื่องจากน้ำมีการขยายตัวและหดตัวเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงกว่าหรือต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส สำหรับของเหลวการขยายตัวหรือหดตัวจะมีรูปร่างไม่จำกัด โดยจะเกิดการขยายตัว

หรือหดตัวตามปริมาตรเท่านั้น ซึ่งสามารถใช้ความสัมพันธ์การขยายตัวตามปริมาตรของของแข็งมาประยุกต์ใช้ได้ความสัมพันธ์ของการขยายตัวของของเหลว จากสมการดังนี้

$$V_t = V_0(1+\gamma\Delta t)$$

เมื่อ

γ = สัมประสิทธิ์การขยายตัวของเหลว (Linear expansion coefficient of liquid)
t = อุณหภูมิ
V_0 = ปริมาตรของสสารที่อุณหภูมิปกติ
V_t = ปริมาตรของสสารที่อุณหภูมิ t

2.8 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และองค์ความรู้ในรูปแบบของงานวิจัย ตำรา และสิ่งตีพิมพ์ ที่มีหลักการและแนวคิดในการศึกษากระบวนผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตหลากหลายรูปแบบ ที่มุ่งเน้นการศึกษาและค้นหาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต และดำเนินแก้ไขปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดต้นทุน ซึ่งมีเนื้อหารายละเอียดของวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องดังนี้

จักรกฤษ พุ่มมาก และไพฑูรย์ ศิริโอฬาร (2563) ศึกษาเกี่ยวกับค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักไส้สับปะรดจากเครื่องกวนไส้อัตโนมัติ เพื่อลดการสูญเสียน้ำหนักของไส้พายสับปะรดในกระบวนการกวนไส้สัปปะรดที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 130 กิโลกรัม ในแต่ละครั้งของการผลิต การสูญเสียน้ำหนักของไส้พายสับปะรดเกิดจากการตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องกวนไส้ที่ไม่เหมาะสม จากการวิเคราะห์สาเหตุด้วยแผนภาพก้างปลา พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักไส้พายสัปปะรดคือ อุณหภูมิ และระยะเวลาในการกวนไส้พาย จึงหาค่าพารามิเตอร์ในการกวนไส้พายที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการทดลองแฟคตอเรียลแบบเต็มรูป ผลการวิเคราะห์พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการกวนไส้พายสับปะรดที่เหมาะสมคือ 215 องศาเซลเซียสและ 43 นาที ตามลำดับ ทำให้สามารถลดการสูญเสียน้ำหนัก 0.8 กิโลกรัมต่อครั้งการผลิต มูลค่า 230,400 บาท/ปี

ธนิดา สุนารักษ์ (2561) ศึกษากระบวนการผลิตอาหารแปรรูปเนื้อไก่ ทั้งไก่สด แช่แข็ง และไก่ปรุงสุกแช่แข็ง พบว่าเกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิตเลือดไก่โดยมีสาเหตุหลักจากการทิ้งเลือดติดค้างในรางรองเลือด ทำให้พนักงานที่รับผิดชอบในขั้นตอนการรองเลือด ต้องเดินไปยังห้องตกเลือดเพื่อกวาดทำความสะอาดรางรองเลือดเป็นระยะ ๆ ส่งผลให้เกิดความสูญเสียในหลายด้าน ทั้งกระบวนการผลิต การเคลื่อนไหว การรอคอย และการเกิดของเสีย เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นใน

กระบวนการ จึงได้ประยุกต์ใช้การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา การวิเคราะห์กระบวนการปฏิบัติงานด้วยไดอะแกรมการเคลื่อนที่ แผนภูมิกระบวนการไหลร่วมกับหลักการวิเคราะห์ความสูญเสีย 7 ประการ และการออกแบบและจัดสร้างเครื่องกวาดเลือดเพื่อลดความสูญดังกล่าว ผลจากการดำเนินงานวิจัยนี้ พบว่า หลังการติดตั้งเครื่องกวาดเลือด สามารถลดความสูญเสียด้านกระบวนการผลิต โดยขั้นตอนการรองเลือดลดลงจาก 8 ขั้นตอนย่อย เหลือ 3 ขั้นตอนย่อย ลดความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหวจากระยะทาง 880 เมตรต่อวันเหลือ ระยะ 0 เมตรต่อวัน หรือลดลงร้อยละ 100 ลดความสูญเสียด้านการรอคอยจาก 17,520 วินาทีต่อวัน เหลือ 0 วินาทีต่อวัน และความสูญเสียจากการผลิตของเสียลดลงจาก ร้อยละ 28.49 เหลือร้อยละ 5.02

สุกิต แซ่ว่อง (2554) ศึกษากระบวนการผลิตอาหารกุ้ง ตั้งแต่กระบวนการผสม การอัดเม็ด รวมถึงการบรรจุ เพื่อลดอัตราของเสียในกระบวนการ และปรับปรุงเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการใช้เทคนิค QC Story เพื่อค้นหาปัญหาและสาเหตุของการเกิดของเสีย จากการรวบรวมข้อมูลและการทดสอบพบว่า เครื่องจักรมีการทำงานในสภาวะที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ 1. การขาดประสิทธิภาพในการผสมวัตถุดิบ 2. อุณหภูมิลมร้อนไม่เหมาะสม 3. การสูญเสียไอน้ำระหว่างกระบวนการนึ่งอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต จึงแก้ไขโดยการพ่นน้ำให้มีขนาดอนุภาคเล็กลง ลดอุณหภูมิลมร้อนที่กระทบกับระบบบำบัดกลิ่น และดำเนินการเปลี่ยนวาล์ว ผลการดำเนินการพบว่าสามารถกันการรั่วไหลของไอน้ำจาก 10.71% เป็น 7.88% ต่อเดือน

Aidenbaum et al. (2003) ศึกษาและประเมินประสิทธิภาพของร้านผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ให้กับโรงงานประกอบรถยนต์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของร้านผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยมุ่งเน้นที่ข้อจำกัดที่มีผลกระทบต่อปริมาณงานของโรงงานประกอบรถยนต์ ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ จากการวิเคราะห์ข้อจำกัดพบปัญหาคอขวดในกระบวนการผลิตกระทะล้อหลังของรถยนต์ และกระบวนทำงานของหุ่นยนต์เป็นสาเหตุหลักของปัญหาการผลิตที่ล่าช้า จึงได้นำหลักการผลิตแบบลีนมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์ทำให้เวลาการเคลื่อนที่ในการเชื่อมมีประสิทธิภาพมากขึ้นคือ ใช้เวลาลดลงจาก 62 วินาที เป็น 60 วินาที และช่วยเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนไหวจากร้อยละ 70 เป็น ร้อยละ 90 ซึ่งทำให้รอบเวลาลดลง 3 วินาที

Shahram Taj and Lismar Berro (2005) ศึกษาการกระบวนการประกอบรถยนต์ เพื่อเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการเชื่อมด้วยหุ่นยนต์ โดยใช้หลักการของการผลิตแบบลีนและการจัดการข้อจำกัด เพื่อลดปัญหาคอขวด ที่ทำให้ปริมาณงานลดลง การวิเคราะห์การผลิตแบบลีนช่วยระบุของเสียในการบวนการผลิต อีกทั้งยังมีการวิเคราะห์ด้วยเมทริกซ์เพื่อวางแผนการทำงานของหุ่นยนต์ในการเชื่อม ผลจากการวิจัยนี้พบว่า ทำให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการ และสามารถหาแนวทางในการเพิ่มลดผลิตได้

ภราดร หนูทอง ไพรัชต์ ดิฐคณารักษ์กุล สุนิสา จีนแสร์ และวิลาวัณย์ เพื่อนสงคราม (2556) ศึกษาจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งเส้นหมี่โคราชด้วยอินฟราเรดร่วมกับลมร้อน เพื่อพัฒนาสมการจลนพลศาสตร์การอบแห้งเส้นหมี่โคราชด้วยอินฟราเรดกับลดร้อน โดยศึกษาการอบแห้งแบบชั้นบางที่อุณหภูมิลมร้อนตั้งแต่ 40-80 องศาเซลเซียส และกำลังอินฟราเรดตั้งแต่ 300-600 วัตต์ จากการเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนและกำลังอินฟราเรดสามารถลดเวลาในการอบแห้ง และจากการพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์ ค่าคงที่ของการอบแห้ง พบว่า ค่าคงที่ของการอบแห้งมีความสัมพันธ์กับกำลังอินฟราเรดและอุณหภูมิร้อน ในส่วนของสมการค่าคงที่ของการอบแห้งจากสมการของPage สามารถทำนายผลการทดลองได้ดี

อิสราภรณ์ ธรรมวาโร (2563) ดำเนินการศึกษาขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารสัตว์ในสถานประกอบการแปรรูปอาหารทะเลสำเร็จรูปพร้อมรับประทาน เพื่อลดการสูญเสียบรรจุภัณฑ์ถ้วยพลาสติกในกระบวนการผลิต จากการศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการสูญเสียผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ ถุง กระป๋อง และถ้วยพลาสติก ย้อนหลังเป็นเวลา 3 ปี จนถึงปัจจุบัน พบว่า ถ้วยพลาสติกเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีปริมาณการสูญเสียมากที่สุด เมื่อใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto chart) ในการระบุปัญหาบรรจุภัณฑ์ถ้วยพลาสติก พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ แถบปิดผนึกไม่สมบูรณ์ รองลงมา คือ ปากถ้วยบุบฟิล์มเอียง และถ้วยแตก ตามลำดับ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบ (FMEA) ด้วยการประเมินตัวเลขความเสี่ยง และใช้แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) ในการคัดเลือกสาเหตุของปัญหาที่ต้องปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงกระบวนการใช้วงจรการควบคุมคุณภาพ (Plan-Do-Check-Action) โดยการใช้วิธีการที่เหมาะสมกับแต่ละสาเหตุ ติดตามผลด้วยเก็บข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นหลังปรับปรุง เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของเสียก่อนปรับปรุง พบว่า สามารถลดปริมาณการสูญเสียของบรรจุภัณฑ์ถ้วยพลาสติก จากจำนวนของเสีย 2,553 ppm ลดลงเหลือ 1,687 ppm คิดเป็นร้อยละ 28 คิดเป็นมูลค่าของเสียลดลงได้ 150,844 บาทต่อปี

บุญชัย แซ่สิ้ว และณัฐธยาน์ โสกุล (2559) ได้ศึกษาขั้นตอนกระบวนการบรรจุ ในบริษัทผลิตขนมขบเคี้ยวโดย ด้วยการประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล 2^k จากการวิเคราะห์พบว่าประกอบด้วย 4 ปัจจัยหลัก ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วรอบ ชแรงกด และเวลาในการซีล โดยทำซ้ำแบบละ 3 ครั้ง จำนวนการทดสอบทั้งหมด 48 การทดลอง งานวิจัยดังกล่าววิเคราะห์ผลเชิงสถิติพบว่าระดับปัจจัยในการปรับตั้งพารามิเตอร์เครื่องจักรที่มีความเหมาะสม คือ ความเร็วรอบ 60 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ157 องศาเซลเซียส แรงกด 6 bar และเวลาในการซีล 0.5 วินาที สามารถลดมูลค่าของเสียที่เกิดจากซองบรรจุมีอาการรั่วซึมจาก 855,571.72 บาท เหลือ 596,482.21 บาท คิดเป็นร้อยละ 30.29

สมศกดิ์ แก้วพลอย และกุลยุทธ บุญแซ่ง (2557) ได้ศึกษาการออกแบบการทดลองหาค่าสภาวะที่เหมาะสมในอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา โดยใช้การออบแบบการทดลองแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบหาปัจจัยที่มีผลต่อความชื้น และใช้วิธีการวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมมินิแทปรุ่ม 16 ซึ่งปัจจัยในารศึกษาประกอบด้วย อุณหภูมิ เวลา และการเปิดปิดปล่องระบายในขั้นตอนการอบไม้ยางพารา พบว่า ปัจจัยอุณหภูมิและระยะเวลามีผลต่อค่าความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นทำการทดลองแบบบ็อกซ์-เบห์เคน เพื่อหาค่าสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการอบไม้ยางพารา พบว่า สามารถกำหนดสภาวะในการอบด้วยสมการถดถอย คือ เปอร์เซ็นต์ความชื่น = 343.640-0.788A-42.464B+1.339B^2+0.053AB และกำหนดค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ในช่วง 8-12%

สิริชัย สุรัตนชัยการ และอรรถกร เก่งพล (2555) ได้ประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองในการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องบรรจุยาน้ำ จากการศึกษาการทำงาน พบาว่า กระบวนการผลิตยาน้ำมีการทำงานล่วงเวลาเป็นประจำทุกวัน มีสาเหตุมาจากไม่สามารถเพิ่มความของเครื่องบรรจุยาน้ำได้ เพราะจะทำให้ยาเกิดฟองและล้นออกจากขวด งานวิจัยดังกล่าวจึงได้ใช้การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม โดยใช้การทดลองแบบ 2^Kฟังชั่นแนล เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดฟองในขวด บรรยุยาน้ำ พบว่า ขนาดของหัวบรรจุยามีความไม่เหมาะสม จึงได้ทำการแก้ไขด้วยการเพิ่มขนาดของหัวบรรจุ หลังจากการปรับแก้ พบว่า สามารถลดระยะเวลาในการบรรจุได้ 11% ต่อ 1 Lot เป็นผลทำให้การทำงานล่วงเวลาลดลง 33% ต่อวัน และลดต้นทุนแรงงานได้ 33% ต่อวัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษากระบวนการผลิตเส้นหมี่โคราชของกลุ่มผู้ประกอบการผลิตเส้นหมี่ในตำบลกระโทก อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมาเพื่อวิเคราะห์ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และหาแนวทางการลดการสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยมีวิธีการดำเนินงานวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตเส้นหมี่ ตั้งแต่กระบวนการผลิต ไปจนถึงการบรรจุ เพื่อหาปัญหาและสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ และเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติของจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตทั้งก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง โดยใช้การออกแบบการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องและเที่ยงตรงทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต ซึ่งในงานวิจัยนี้มีลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย จากการศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา เพื่อให้มีความสอดคล้องและสามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็น
2. การสืบค้นและศึกษางานวิจัย องค์ความรู้ในรูปแบบของงานวิจัย ตำรา และสิ่งตีพิมพ์ ที่มีวิธีการและแนวคิดในการศึกษากระบวนผลิต ที่มุ่งเน้นการศึกษาและค้นหาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต และดำเนินแก้ไขปรับปรุง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาภายในกระบวนการผลิตเส้นหมี่ รวมถึงการดำเนินการแก้ไขปัญหา
3. การศึกษาและรวบรวมข้อมูลการผลิต เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตเบื่องต้นและปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตจากการจากการสัมภาษณ์ผู้ผลิต จากนั้น ศึกษาและสำรวจขั้นตอนกระบวนการผลิตจากการปฏิบัติงานของผู้ผลิตในสถานที่ทำงานจริงทุกขั้นตอนตั้งแต่กระบวนการแรกจนกระทั่งการบรรจุ
4. การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหา นำข้อมูลกระบวนการทำงานที่ได้จากการสำรวจและรวบรวมมาวิเคราะห์ค้นหาปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการเกิดปัญหาด้วยหลักการ 4M1E และแผนผังก้างปลา จากนั้นวิเคราะห์ปัจจัยทั้งหมดด้วยหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยหลักที่มีผลต่อจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ

5. การกำหนดปัจจัยที่จะศึกษาด้วยการออกแบบการทดลอง หลังจากวิเคราะห์ปัจจัยหลักที่มีผลต่อจำนวนของเสีย จากนั้น นำปัจจัยดังกล่าวมาทดลองด้วยวิธีการออกแบบการทดลอง เพื่อหาระดับของปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนของเสียในกระบวนการผลิต

6. การปรับปรุงอุปกรณ์ในการผลิตที่มีผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการ โดยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้อัตราของเสียในกระบวนการผลิตลดลง

7. การทดสอบอุปกรณ์หลังการปรับปรุง โดยการรวบรวมข้อมูลทางสถิติของจำนวนของเสียหลังการปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต จากนั้น นำข้อมูลทางสถิติของจำนวนของเสียทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Factor Analysis of Variance, One Factor ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ และสรุปผลการทดสอบทางสถิติ ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด แสดงในรูปที่ 3.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2 การศึกษากระบวนการผลิต

งานวิจัยนี้ศึกษาขั้นตอนการผลิตเส้นหมี่ โดยการสัมภาษณ์ผู้ผลิต การสำรวจสถานที่ผลิต อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต และสังเกตวิธีการทำงานในแต่ละขั้นตอน ซึ่งการผลิตเส้นหมี่เริ่มในเวลา 04.00 น. โดยการโม่ข้าวสารที่ได้แช่น้ำไว้เป็นประมาณ 12 ชั่วโมง จากนั้น จึงนำน้ำแป้งข้าวที่ผ่านการโม่ไปนึ่งจนได้เป็นแผ่นแป้ง แล้วจึงตากให้แผ่นแป้งหมาด แล้วนำแผ่นแป้งไปเข้าเครื่องหั่นเส้นจนกระทั่งได้เป็นเส้นหมี่ กระบวนการนี้มีผู้ผลิตจำนวน 1 คน นอกจากนี้ยังเก็บข้อมูลของสภาพแวดล้อมในสถานที่ทำงาน ด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ มีดังนี้

1. กล้องถ่ายภาพ (รูปที่ 3.2) ใช้บันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวของสถานที่ และขั้นตอนการทำงาน เพื่อใช้เป็นข้อมูล และวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติ

2. เครื่องวัดความเร็วลม (รูปที่ 3.3) ใช้สำหรับวัดความเร็วลมในบริเวณสถานที่ทำงาน ซึ่งใช้เครื่องมือนี้ในการวัดความเร็วของลมที่พัดเข้าภายในเตานึ่งแผ่นแป้ง ผลการวัดความเร็วลม พบว่ามีค่าเท่ากับ 0

3. เทอร์โมมิเตอร์ (รูปที่ 3.4) ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำในกระทะ ขณะนึ่งแป้ง

4. เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และวัดอุณหภูมิในอากาศ (รูปที่ 3.5) ใช้สำหรับวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศ ในบริเวณสถานที่ทำงาน โดยความชื้นในการอากาศมีผลต่อการแห้งของแผ่นแป้ง

5. นาฬิกาจับเวลา (รูปที่ 3.6) ใช้สำหรับจับเวลาในกระบวนการผลิตเส้นหมี่

รูปที่ 3.2 กล้องถ่ายภาพ

รูปที่ 3.3 เครื่องวัดความเร็วลม

รูปที่ 3.4 เทอร์โมมิเตอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.5 เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์

รูปที่ 3.6 นาฬิกาจับเวลา

3.3 การศึกษาปัญหา

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตเส้นหมี่ พบว่า ปัญหาที่สำคัญ คือ มีคู่แข่งในชุมชน ประกอบกับสถานการณ์การระบาดของโรคโควิด 19 จึงทำให้ยอดขายของหมี่สำเร็จรูปพร้อมน้ำปรุงลดลง ผู้ประกอบการจึงเน้นการขายเส้นหมี่สดแก่ร้านอาหารและร้านค้าในตลาดเป็นหลัก นอกจากนี้ ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ กำไรน้อย หากสามารถลดต้นทุนได้ก็ช่วยให้สถานประกอบมีสภาพคล่องที่ดีขึ้น งานวิจัยนี้ จึงได้เลือกการแก้ปัญหาต้นทุนในการผลิต โดยเน้นการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิต จากนั้น จึงสำรวจการสูญเสียในกระบวนการผลิต พบว่า มีแผ่นแป้งที่เป็นของเสียเกิดขึ้นในขั้นตอนการนึ่งแป้ง ในกรณีที่เป็นแผ่นแฉะจะไม่สามารถนำไปจำหน่ายได้เลย ส่วนกรณีที่เป็นแผ่นแตก และแผ่นขาด ต้องเทน้ำแป้งเพิ่มเพื่อเติมในส่วนที่ขาด และแตก จึงต้องใช้ปริมาณน้ำแป้งที่มากขึ้น ทำให้มีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในขณะที่ผลผลิตเท่าเดิม

3.4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

การศึกษาการลดต้นทุนเริ่มต้นจากการใช้ผังก้างปลาในการวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุของการเกิดของเสียในขั้นตอนการนึ่งแป้ง โดยมีสาเหตุหลัก คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการ และสภาพแวดล้อม ผลจากการวิเคราะห์สาเหตุแสดงในบทที่ 4 จากนั้น จึงนำสาเหตุที่เป็นไปได้มาทำการทดลอง โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง

3.5 การออกแบบการทดลอง

งานวิจัยนี้มีการออกแบบการทดลองโดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง แต่ละการทดลองเป็นแบบปัจจัยเดียว การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิของน้ำในกระทะที่มีต่อจำนวน

ของเสีย โดยปัจจัยคือ อุณหภูมิของน้ำในกระทะ ซึ่งอุณหภูมิของน้ำในกระทะมีการเพิ่มขึ้นและลดลงตลอดเวลาทำให้การควบคุมอุณหภูมิในระดับเดียวกันอาจมีความคาดเคลื่อน ดังนั้น ในการทดลองจึงออกแบบการทดลองที่อุณหภูมิของน้ำในกระทะซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ 80-89 และ 90-100 องศาเซลเซียส โดยตัวแปรตามคือ จำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ส่วนการทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาผลกระทบของฝาปิดปากหม้อที่มีผลต่อจำนวนของเสีย โดยกำหนดปัจจัยคือ ฝาปิดปากหม้อ ซึ่งมีอยู่ 2 ทรีทเมนต์ คือฝาปิดแบบเดิม และฝาปิดแบบใหม่ ส่วนตัวแปรตาม คือ จำนวนของเสียที่เกิดขึ้น โดยการออกแบบการทดลองแสดงดังตารางที่ 3.1 และ 3.2 การเก็บข้อมูลดำเนินการในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2564 จำนวน 7 วัน

ตารางที่ 3.1 การออกแบบการทดลองโดยปัจจัยคืออุณหภูมิของน้ำในกระทะ

ปัจจัย อุณหภูมิของน้ำในกระทะ	**ของเสียที่เกิดขึ้น**			
	จำนวนแผ่นแตก (แผ่น)	**จำนวนแผ่นขาด (แผ่น)**	**จำนวนแผ่นแฉะ(แผ่น)**	**รวม (แผ่น)**
80-89 ℃				
90-100 ℃				

ตารางที่ 3.2 การออกแบบการทดลองโดยปัจจัยคือฝาปิดปากหม้อ

ปัจจัย ฝาปิดปากหม้อ	**ของเสียที่เกิดขึ้น**			
	จำนวนแผ่นแตก (แผ่น)	**จำนวนแผ่นขาด (แผ่น)**	**จำนวนแผ่นแฉะ (แผ่น)**	**รวม (แผ่น)**
ฝาปิดปากหม้อแบบเดิม				
ฝาปิดปากหม้อแบบใหม่				

3.5.1 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ใช้การคำนวณขนาดตัวอย่าง (Sample Size) จากการทดลองเบื้องต้น แสดงในตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 จำนวนตัวอย่างของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ฝาปิดแบบเดิม

Day	อุณหภูมิน้ำ 90-100 องศาเซลเซียส				
	จำนวนแผ่น	แผ่นสมบูรณ์	แผ่นแตก	แผ่นขาด	แผ่นแฉะ
1	50	32	7	10	1
2	50	33	9	8	0
3	50	38	5	6	1
รวม	150	103	21	24	2
ร้อยละ	100	68.67	14.00	16.00	1.33

จากตารางที่ 3.3 เก็บตัวอย่างของเสียโดยใช้ฝาปิดปากหม้อแบบเดิมเป็นจำนวน 3 วัน โดย Day1 ถึง Day3 วัน มีสภาพแวดล้อมในบริเวณสถานที่ผลิตขณะนึ่งแผ่นแป้งมีอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 22.7, 25.4 และ 20.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีความชื้นเฉลี่ย เท่ากับ 66.6, 72.7 และ41.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแรงลมมีค่าเท่ากับ 0 โดยในการบันทึกจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตแผ่นแป้งจำนวน 50 แผ่นต่อ 1 วัน พบว่า มีจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นใน Day1 ถึง Day3 มีจำนวนเท่ากับ 18, 17 และ 12 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.4 จำนวนตัวอย่างของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ฝาปิดแบบใหม่

Day	อุณหภูมิน้ำ 90-100 องศาเซลเซียส				
	จำนวนแผ่น	แผ่นสมบูรณ์	แผ่นแตก	แผ่นขาด	แผ่นแฉะ
1	50	49	0	1	0
2	50	43	1	6	0
3	50	45	2	3	0
รวม	150	137	3	10	0
ร้อยละ	100	91.33	2.00	6.67	0.00

จากตารางที่ 3.4 เก็บตัวอย่างของเสียเป็นจำนวน 3 วัน ซึ่งวันที่เก็บข้อมูลจำนวนของเสียเมื่อน้ำในกระทะอุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียสโดยใช้ฝาปิดปากหม้อแบบใหม่เป็นวันเดียวกันกับวันที่ทำการเก็บข้อมูลจำนวนของเสียเมื่อน้ำในกระทะอุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียสโดยใช้ฝาปิดปากหม้อแบบเดิม ดังนั้น สภาพแวดล้อมในบริเวณสถานที่ผลิตขณะนึ่งแผ่นแป้งมีอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้น และแรงลมจึงมีค่าเท่ากัน โดยในการบันทึกจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตแผ่นแป้งจำนวน 50

แผ่นต่อ 1 วัน พบว่ามีจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นใน Day 1 ถึง Day 3 มีจำนวนเท่ากับ 1, 7 และ 5 ตามลำดับ

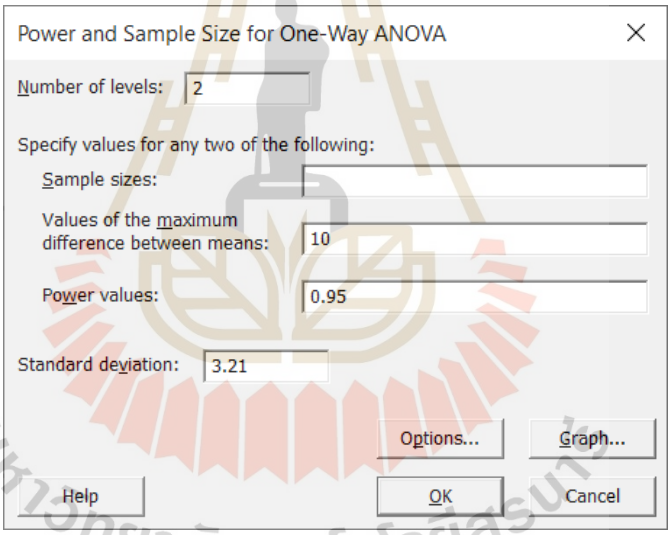
โดยการคำนวณขนาดตัวอย่างใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเชิงสถิติ แสดงในรูปที่ 3.7 ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นการคำนวณหาขนาดตัวอย่างโดยมีพารามิเตอร์ ดังนี้

จำนวนทรีทเมนต์คือจำนวนของฝาที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งมีจำนวน 2 ทรีทเมนต์ ได้แก่ ฝาปิดแบบเดิมและฝาปิดแบบใหม่

ค่าความแตกต่างสูงสุดระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์เท่ากับ 10 แผ่น ซึ่งได้จากการทดลองเบื่องต้น (Pilot Study)

ค่าของอำนาจการทดสอบ กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.95

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 3.21 โดยได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื่องต้นของจำนวนของเสียซึ่งปัจจัยในการทดลองคือ ฝาปิดปากหม้อแบบเดิม ตารางที่ 3.5



รูปที่ 3.7 แสดงการคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเชิงสถิติ

ตารางที่ 3.5 ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างของเสียที่เกิดจากการใช้ฝาแบบดั้งเดิมและแบบใหม่

ชนิดฝาปิดปากหม้อ	**N**	**Mean**	**StDev**	**95% CI**
แบบเดิม	3	15.67	3.21	(10.64, 20.69)

จากตาราง 3.5 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการทดสอบ One Way ANOVA โดยปัจจัยในการทดลอง คือ ฝาปิดแบบเดิม ตัวแปรตามคือ จำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 พบว่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D) มีค่าเท่ากับ 3.21 เมื่อแทนค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวในโปรแกรมสำเร็จรูปเชิงสถิติแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ผลการคำนวณขนาดตัวอย่าง

Results			
Difference	**Sample Size**	**Target Power**	**Actual Power**
10	4	0.95	0.953133

จากตารางที่ 3.6 แสดงการคำนวณขนาดตัวอย่าง พบว่า ขนาดตัวอย่างมีจำนวนเท่ากับ 4 กลุ่ม โดยงานวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลในการออกแบบการทดลองที่ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 7 กลุ่ม คือ บันทึกจำนวณของเสียที่เกิดจากปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์เป็นจำนวน 7 วัน

3.6 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ผลใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way Analysis of Variance, One Way ANOVA) โดยเป็นการวิเคราะห์แบบกำหนดปัจจัย (Fixed Factor) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Miniteb

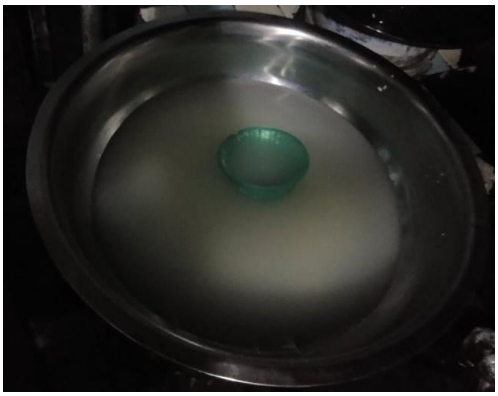
บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การศึกษากระบวนการผลิตเส้นหมี่

การผลิตเส้นหมี่โคราชของตำบลกระโทก อำเภอโชคชัย มีการผลิตตามจำนวนความต้องการของตลาดเป็นหลัก ซึ่งราคาจำหน่ายเฉพาะเส้นหมี่มีราคาขาย 110 บาทต่อ 1.5 กิโลกรัม และเส้นหมี่พร้อมน้ำปรุงรสมีราคา 25 บาทต่อถุง ซึ่งใน 1 ถุง ประกอบด้วยเส้นหมี่น้ำหนัก 1.5 กรัม และน้ำปรุงรส 0.5 กรัม ในการศึกษากระบวนการ สถานที่ผลิตเป็นพื้นที่เปิดโล่ง แสดงในรูปที่ 4.1 มีเตาในการนึ่งแป้งจำนวน 2 เตา ผู้ผลิตจะนึ่งแผ่นแป้งสลับเตาไปมา หากมีความต้องการทางตลาดน้อยจะนึ่งแผ่นแป้งด้วยเตาเดียวเพื่อประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งแหล่งพลังงานความร้อนใช้เชื้อเพลิง 2 ประเภท คือ ไม้ฟืน และแก๊สหุงต้ม โดยกระบวนการผลิตเส้นหมี่มีขั้นตอน ดังนี้

รูปที่ 4.1 สถานที่ผลิตหมี่

1. การแช่ข้าวสาร คือ การนำข้าวสารตราเสาให้แช่ในน้ำเปล่า ในอัตราส่วนประมาณข้าวสาร 1 กิโลกรัม ต่อน้ำเปล่า 2.5 ลิตร เป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง โดยอัตราส่วนในการผสมระหว่างข้าวสารและน้ำจะไม่มีการกำหนดที่ชัดเจนในทุกครั้งของการผลิต แสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การแช่ข้าวสาร

2. การโม่ข้าว คือ การนำข้าวสารที่แช่เทใส่เครื่องโม่ในปริมาณที่เหมาะสม ไม่มีการกำหนดสัดส่วนที่ชัดเจน ส่วนน้ำที่แช่ข้าวจะใช้เติมลงข้าวระหว่างการโม่จนเสร็จ แต่ในบางครั้งผู้ผลิตอาจมีการเติมน้ำเปล่าเพิ่มเติมลงไปตามความเห็นสมควรของผู้ผลิต ซึ่งจะประสบการณ์และความชำนาญในการปฏิบัติ แสดงในรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 การโม่ข้าว

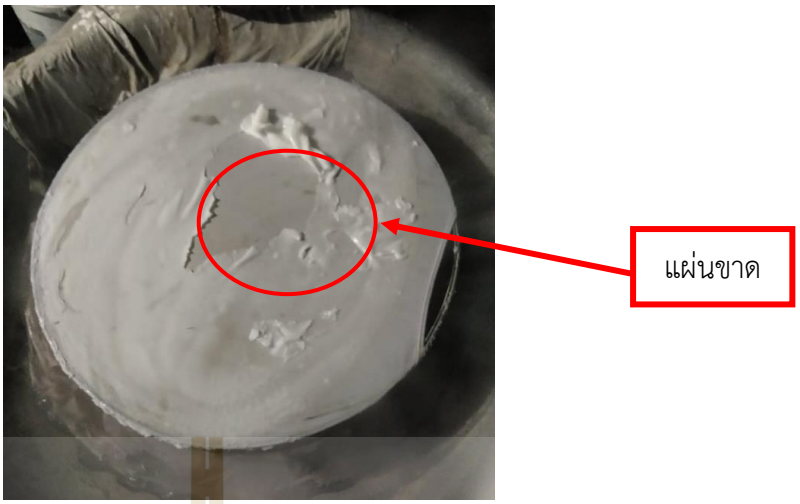
3. การนึ่งแป้ง เริ่มจากการใส่น้ำในกระทะบนเตา วางคอหม้อที่ขึงผ้าขาวบางที่ปากหม้อแล้วลงในกระทะ ใช้เวลาโดยประมาน 30 นาที เพื่อให้น้ำในกระทะเดือดที่อุณหภูมิ 80 – 100 องศา

เซลเซียส จากนั้น จะใช้ขันน้ำสแตนเลสตักน้ำแป้งที่อยู่ในภาชนะ และทำการละเลงแป้งลงบนผ้าที่ขึงปากหม้อ และกวาดแป้งให้ทั่ว แสดงในรูป 4.4

รูปที่ 4.4 การกวาดแป้ง

จากนั้น จึงปิดฝาไว้สักครู่ แล้วค่อยเปิดฝา เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของแผ่นแป้ง หากแผ่นแป้งไม่สมบูรณ์ คือ แผ่นแตก และแผ่นขาด (รูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6 ตามลำดับ) จะเทน้ำแป้งเพิ่มเพื่อเติมในส่วนที่ขาด และแตก เมื่อแก้ไขรอยเสร็จแล้วจะปิดฝาและนึ่งแป้งให้สุกอีกครั้ง

รูปที่ 4.5 แผ่นแป้งแตก



รูปที่ 4.6 แผ่นแป้งขาด

ถ้าหากแผ่นแป้งมีความแฉะจะไม่สามารถยกออกจากเตาให้เป็นแผ่นได้ จึงต้องกวาดออกด้วยไม้พาย ซึ่งไม่สามารถนำไปตัดเป็นเส้นได้ แสดงดังรูปที่ 4.7 จากนั้น จะใช้ไม้พายที่มีลักษณะแบนแซะแผ่นแป้งและยกขึ้นจากเตา แสดงในรูป 4.8

รูปที่ 4.7 แผ่นแป้งแฉะ

รูปที่ 4.8 การแซะแผ่นแป้งด้วยไม้พาย

4. การตากแผ่นแป้ง แสดงในรูปที่ 4.9 ระยะเวลาตากในการตากแผ่นแป้งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและสภาพแวดล้อม คือ อากาศร้อนไม่ชื้น และมีแดดจะใช้เวลาตากประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง ถ้าหากอากาศเย็นมีความชื้นในอากาศสูง ไม่มีแดดจะใช้เวลาตากประมาณ 3 – 5 ชั่วโมง ซึ่งแผ่นแป้งที่ตากเสร็จจะมีลักษณะที่หมาดหรือยังไม่แห้งจนเกินไป

รูปที่ 4.9 สถานที่ตากแผ่นแป้ง

5. การเก็บแผ่นแป้ง มีการตรวจสอบแผ่นแป้งว่ามีความหมาด ไม่แห้ง หรือเปียกเกินไป จากนั้นจะเก็บแผ่นแป้งซ้อนกันวางบนกระด้ง แสดงในรูป 4.10 และใช้ผ้าชุบน้ำให้หมาด คลุมปิดเป็นเวลาประมาณ 1 – 2 ชั่งโมง เพื่อเพิ่มความนุ่ม และลดความกระด้างของแผ่นแป้ง

รูปที่ 4.10 แผ่นแป้งที่หมาด

6. การทาน้ำมัน นำแผ่นแป้งที่พักทิ้งไว ทาด้วยน้ำมันพืช เพื่อไม่ให้แผ่นแป้งเกาะติดกัน ซึ่งมีในการทาน้ำมันจะทาเพียง 1 ด้าน และวางแผ่นแป้งซ้อนกัน โดยวางด้านที่ทาน้ำมันขึ้นด้านบน แสดงในรูปที่ 4.11 หากแผ่นแป้งมีบริเวณที่แห้งมากจนมีลักษณะที่ค่อนข้างกรอบจะชโลมน้ำเปล่าเพิ่มเพื่อให้แผ่นแป้งไม่แตกหักในขณะที่ทำการหั่นเส้น เมื่อทาน้ำมันเสร็จจึงห่อแผ่นแป้งด้วยผ้าหมาดอีกครั้ง และพักทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แสดงในรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.11 ทาน้ำมันที่แผ่นแป้ง

รูปที่ 4.12 คลุมแผ่นแป้งด้วยผ้าหมาด

7. การหั่นเส้น ในการหั่นเส้นจะทำนอกบริเวณโม่และนึ่งแป้ง เป็นพื้นที่บริเวณหน้าบ้านของผู้ผลิต ซึ่งมีหลังคา และไม่เปิดโล่ง แสดงในรูปที่ 4.13 การหั่นเส้นโดยใช้เครื่องจักรแสดงในรูปที่ 4.14 ซึ่งในการหั่นแต่ละครั้งจะใส่แผ่นแป้งประมาณ 20 – 30 แผ่น

รูปที่ 4.13 บริเวณหั่นเส้นหมี่

รูปที่ 4.14 เครื่องหั่นเส้น

เมื่อหั่นเสร็จจะรวบรวมเส้นใส่ภาชนะ และนำไปจับเป็นมัด แสดงในรูปที่ 4.15 และ รูปที่ 4.16 จากนั้น จะนำเส้นหมี่ที่จับเป็นมัดไปตากแดดให้แห้งสนิทอีกครั้ง เมื่อเส้นหมี่แห้งสนิทจะใช้ตอกไม้ไผ่มัดเส้น และทำการบรรจุภัณฑ์พร้อมจำหน่าย แสดงในรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.15 เส้นหมี่ที่หั่นแล้ว

รูปที่ 4.16 เส้นหมี่ที่จับเป็นมัด

รูปที่ 4.17 เส้นหมี่กระโทก

4.2 การศึกษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

เครื่องจักร (Machine) การผลิตเส้นหมี่ใช้เครื่องจักรกล 2 เครื่อง ได้แก่

1. เครื่องโม่ (รูปที่ 4.18) ใช้สำหรับโม่ข้าวสารที่ผ่านการแช่น้ำ ให้เป็นน้ำแป้ง ที่มีลักษณะเป็นของเหลว

2. เครื่องหั่นแผ่นแป้ง (รูปที่ 4.19) ใช้สำหรับตัดแผ่นแป้งให้เป็นเส้น ใช้ในขั้นตอนการหั่นเส้นหมี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4.18 เครื่องโม่

รูปที่ 4.19 เครื่องหั่นแผ่นแป้ง

อุปกรณ์ (Equipment) ที่ใช้ในกระบวนการ ได้แก่

1. ขันน้ำสแตนเลส (รูปที่ 4.20) ใช้สำหรับตักและกวาดน้ำแป้งในขั้นตอนการนึ่งแผ่นแป้ง
2. ไม้พาย (รูปที่ 4.21) เป็นไม้ไผ่มีลักษณะยาว และแบน ความยาวประมาณ 60 เซนติเมตร ความกว้าง 5 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร ใช้สำหรับแซะและยกแผ่นแป้งขึ้นจากเตา
3. ฝาปิดปากหม้อ (รูปที่ 4.22) โดยฝาแบบเดิมทำจากกระด้งไม้ไผ่ เย็บคลุมด้วยผ้าร่ม และสายไฟเก่าเพื่อใช้หยิบจับ มีความสูงประมาณ 12 – 15 เซนติเมตร ใช้สำหรับปิดคอหม้อในขณะที่นึ่งแผ่นแป้ง
4. คอหม้อขึ้นผ้า และกระทะ แสดงในรูปที่ 4.23

รูปที่ 4.20 ขันน้ำสแตนเลส

รูปที่ 4.21 ไม้พาย

รูปที่ 4.22 ฝาปิดปากหม้อ

รูปที่ 4.23 คอหม้อขึ้นผ้า และกระทะ

4.3 การศึกษาและสำรวจสภาพการทำงานในปัจจุบัน

จากการศึกษากระบวนการผลิตเส้นหมี่โคราช ตั้งแต่กระบวนการผลิต ไปจนถึงการบรรจุ ในกระบวนการผลิตเป็นการศึกษาการทำงานของคน ร่วมกับเครื่องจักร อุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยในกระบวนการผลิตตามหลักการ 4M 1E คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการ และ สภาพแวดล้อมการทำงาน ได้ผลดังนี้

1. คน (Man) บุคคลที่ปฏิบัติงานมีจำนวน 1 คน ซึ่งทำหน้าที่ในการผลิตจนเสร็จทุกขั้นตอน โดยการผู้ปฏิบัติได้ใช้ความสามารถและประสบการณ์ แต่ไม่มีมาตรฐานของการทำงานที่ชัดเจน เช่น ระยะเวลาการผลิตของแต่ละขั้นตอน ขั้นตอนในการปฏิบัติงาน การกำหนดสัดส่วนของวัตถุดิบ เป็นต้น อย่างไรก็ตามผู้ปฏิบัติได้อาศัยความชำนาญในการผลิตเส้นหมี่โคราชให้มีคุณภาพในระดับเดียวกัน และใช้วัตถุดิบอย่างเหมาะสมในทุกครั้งของการผลิต

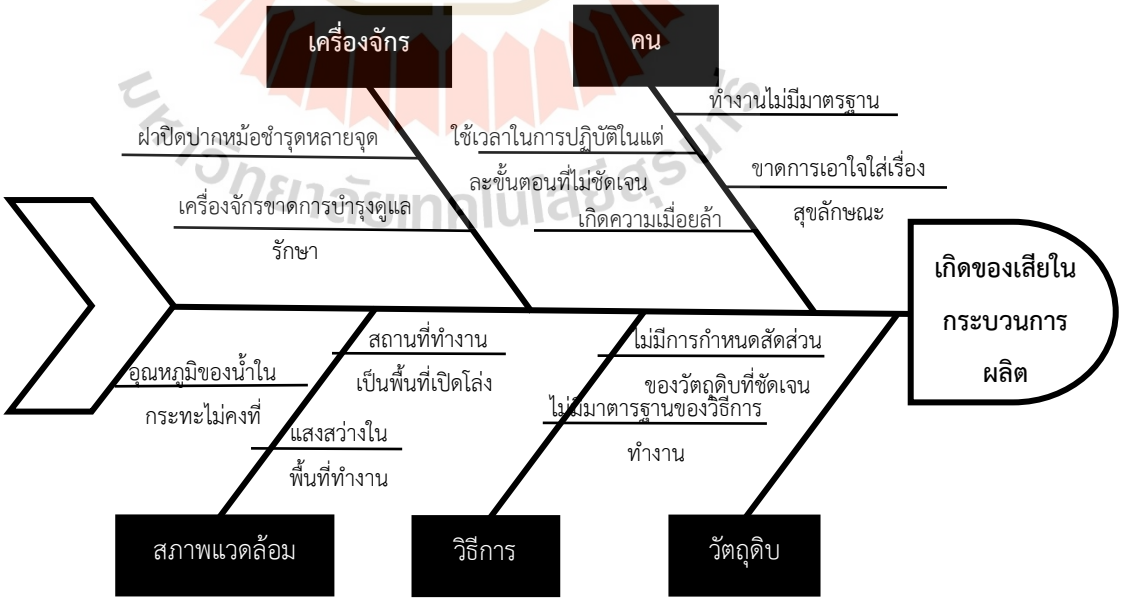
2. เครื่องจักร (Machine) การผลิตเส้นหมี่ใช้เครื่องจักรจำนวน 2 เครื่อง ได้แก่ เครื่องโม่ข้าวเพื่อผลิตน้ำแป้ง และเครื่องหั่นแผ่นแป้งให้เป็นเส้น แสดงในรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.14 ตามลำดับ จากการศึกษาและวิเคราะห์ พบว่า เครื่องจักรทั้งสองมีวิธีการใช้งานที่ง่ายไม่ซับซ้อน สามารถทำงานได้ตามประสิทธิภาพ และตามอายุการใช้งานของเครื่อง ซึ่งเครื่องโม่ที่มีอยู่สามารถผลิตน้ำแป้งได้ละเอียดดีมาก เป็นของเหลวที่มีความข้น ส่วนเครื่องหั่นแผ่นแป้งสามารถหั่นเส้นได้ขนาดที่เหมาะสม และเป็นมาตรฐานเดียวกัน ในส่วนของความยาวเส้นจะแตกต่างกันอยู่บ้างเนื่องจากแผ่นแป้งมีลักษณะเป็นวงกลม ส่วนของอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ ได้แก่ ขันน้ำสแตนเลส ไม้พาย และคอหม้อ ยังสามารถใช้งานได้ดี และเหมาะสมต่อการทำงาน จากการวิเคราะห์และสอบถามผู้ปฏิบัติเกี่ยวกับอุปกรณ์ฝาปิดปากหม้อ พบว่า มีการชำรุดหลายจุด ขนาดความสูงไม่เหมาะสมโดยมีระดับที่ต่ำ และไม่สามารถป้องกันอากาศภายนอกได้ทั้งหมด ทั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่ในการผลิตเป็นพื้นที่เปิดโล่ง จึงทำให้อากาศ หรือลมสามารถพัดเข้ามาในขณะนึ่งแป้งได้ตลอดเวลา

3. วัตถุดิบ (Material) วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการทำเส้นหมี่เป็นวัตถุดิบท้องถิ่นที่หาซื้อได้ง่าย และมีทั่วไปตามท้องตลาด ได้แก่ ข้าวสาร และน้ำเปล่า หากผู้ประกอบการต้องเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ สามารถนำวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น ข้าวไรซ์เบอรี่ ดอกอัญชัน ใบเตย เป็นต้น มาผสมกับข้าวสาร หรือคั้นน้ำใส่ในขั้นตอนการโม่ข้าวได้ โดยที่วัตถุดิบหลักไม่ว่าจะเป็น ข้าวสาร ข้าวไรซ์เบอรี่ และน้ำเปล่ายังคงคุณภาพและมีมาตรฐานจากโรงงานผู้ผลิต

4. วิธีการ (Method) ในงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะการผลิตเส้นหมี่เท่านั้น ไม่รวมถึงการผลิตน้ำปรุงรส เนื่องจากผู้ประกอบการไม่สามารถเปิดเผยข้อมูล หรือวัตถุดิบ และวิธีการทำน้ำปรุงรสได้ จากการศึกษาวิธีการทำงาน พบว่า ขั้นตอนการผลิตเส้นหมี่ยังไม่มีมาตรฐาน

5. สภาพแวดล้อม (Environment) สถานที่การผลิตมีลักษณะที่เปิดโล่งทั้ง 4 ด้าน แสดงในรูปที่ 3.1 เป็นผลทำให้อากาศ หรือลม สามารถพัดผ่านบริเวณที่ผลิตได้ตลอดเวลาโดยไม่สามารถควบคุมได้ ส่วนความสว่าง นั้นพบว่าหลอดไฟให้ความสว่างในช่วงเวลา 05:00 น. – 06:00 น. แต่สว่างน้อย จากนั้นจึงใช้แสงจากดวงอาทิตย์เป็นหลักในการทำงาน จากการวิเคราะห์พบว่า ความสว่างไม่มีผลต่อการทำงานเนื่องจากเป็นการทำงานที่ไม่ใช้ความละเอียดและแม่นยำเป็นหลัก นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำในกระทะยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แป้งสุกจึงต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์ในส่วนนี้ร่วมด้วย

จากการวิเคราะห์ด้วยหลักการ 4M 1E ในส่วนขององค์ประกอบในกระบวนการผลิตทั้งหมด ดังข้อมูลข้างต้นสามารถเขียนผังก้างปลาเพื่อแสดงสาเหตุและผลได้แสดงในรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.24 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุและผล

จากการวิเคราะห์ด้วยหลักการ 4M 1E และผังก้างปลาที่แสดงสาเหตุและผล แสดงในรูปที่ 4.24 ประกอบกับการใช้องค์ความรู้จากการสืบค้นทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. ปัจจัยมนุษย์ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพทางวิศวกรรม แต่จากการสำรวจด้วยวิธีการสังเกตุการณ์และการสอบถามผู้ผลิต พบว่า การเกิดของเสียในขั้นตอนการนึ่งแป้งนั้น เกิดขึ้นระหว่างที่แผ่นแป้งอยู่ในเตาที่มีฝาปิดปากหม้อปิดอยู่ ซึ่งผู้ผลิตไม่ได้กระทำการใดนอกจากรอระยะเวลาเพื่อให้แผ่นแป้งสุก ดังนั้นจึงวิเคราะห์ได้ว่าผู้ผลิตไม่มีผลต่อการเกิดของเสียขึ้นในเตานึ่งแผ่นแป้ง

2. ปัจจัยเครื่องจักร จากผังก้างปลาได้ระบุปัญหาเครื่องจักรขาดการบำรุงดูแลรักษา ซึ่งในการผลิตมีการใช้เครื่องจักร 2 เครื่อง ได้แก่ เครื่องโม่ และเครื่องหั่นแผ่นแป้ง ซึ่งเครื่องจักรทั้ง 2 เครื่องนี้มีระยะการใช้งานที่นาน และขาดการบำรุงรักษาที่เป็นมาตรฐาน แต่เนื่องจากของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ไม่ได้เป็นผลมาจากการทำงานของเครื่องจักรทั้ง 2 เครื่อง ดังนั้นปัจจัยเครื่องจักรทั้ง 2 ชนิด จึงไม่นำมาพิจารณาว่าเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการ ในส่วนของปัจจัยฝาปิดปากหม้อชำรุดหลายจุด และมีความสูงในระดับที่ต่ำนั้น ได้ใช้องค์ความรู้จากทฤษฎีการขยายตัวของน้ำ ในการวิเคราะห์การขยายตัวของน้ำแป้งเมื่อได้รับความร้อนจึงทำให้แผ่นแป้งที่อยู่ในเตานึ่งเกิดการขยายตัวและพองตัว แสดงในรูปที่ 4.25 เป็นสาเหตุที่ทำให้แผ่นแป้งที่พองตัวขึ้นไปสัมผัสกับฝากปิดปากหม้อที่มีขนาดความสูงไม่เหมาะสมโดยมีระดับต่ำ จึงทำให้เกิดแผ่นแป้งที่มีลักษณะขาดเป็นบริเวณกว้าง และในขั้นตอนการนึ่งแผ่นแป้งต้องใช้ความร้อนเพื่อทำให้แผ่นแป้งสุก ทำให้อุณหภูมิภายในเตามีความร้อนสูง ซึ่งต่างจากอุณหภูมิด้านนอกที่มีความเย็น เป็นผลให้แผ่นแป้งที่มีความร้อนสูงและกำลังขยายตัวสัมผัสกับอากาศภายนอกที่ผ่านเข้ามาตามช่องว่างของฝาปิดปากหม้อ ทำให้เกิดการแตกที่บริเวณแผ่นแป้ง นอกจากนี้ด้วยลักษณะของฝาปิดปากหม้อที่ไม่มีความชันเป็นเหตุทำให้ไอน้ำที่ระเหยขึ้นไปรวมตัวกันที่บริเวณฝาปิดปากหม้อและตกลงสู่แผ่นแป้งในปริมาณที่มากทำให้แผ่นแป้งแฉะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4.25 แผ่นแป้งพองตัว

3. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม สถานที่ผลิตเป็นพื้นที่เปิดโล่งทำให้อากาศภายนอกพัดเข้าสู่เตานึ่งได้มากขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แผ่นแป้งในตานึ่งได้รับความเย็นจากอากาศภายนอก และแสงสว่างที่ให้ในสถานที่ทำงานมีความสว่างค่อนข้างน้อย แต่เนื่องด้วยขั้นตอนในการนึ่งแป้งเป็นการทำงานที่ไม่ใช้ความละเอียดและแม่นยำ ดังนั้น ปัจจัยในเรื่องของความสว่างไม่มีผลต่อจำนวนเสียที่เกิดขึ้น ในส่วนของปัจจัยอุณหภูมิของน้ำในกระทะที่มีการเพิ่มขึ้นและลดลง งานวิจัยนี้ จึงนำปัจจัยในเรื่องของอุณหภูมิมาทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำในกระทะกับจำนวนของเสีย ด้วยหลักการออกแบบการทดลอง เพื่อวิเคราะห์ว่าปัจจัยอุณหภูมิมีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนของเสียอย่างไร

4. ปัจจัยวิธีการ ในการทำงานของผู้ผลิตเป็นการทำงานที่ได้รับการสืบทอดมาจากบรรพบุรุษ ซึ่งมีการทำงานที่ฝึกฝนเป็นเวลานาน จนเกิดความชำนาญและเกิดความเคยชิน เป็นเหตุทำให้ไม่มีการกำหนดมาตรฐานและวิธีการทำงานที่ชัดเจน ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่า วิธีการและขั้นตอนการทำงานของผู้ผลิตสามารถผลิตหมี่โคราชออกมาได้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพราะขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการทำเส้นหมี่ คือ ขั้นตอนการนึ่งแผ่นแป้ง และผู้ผลิตมีความชำนาญในการกวาดแผ่นแป้งให้มีลักษณะแบบเดิมในทุกครั้งของการผลิต นั่นหมายความว่ามาตรฐานของขั้นตอนการทำงานไม่ได้เป็นปัจจัยโดยตรงที่ทำให้เกิดของเสียในการผลิต นอกจากนั้นการกำหนดของอัตราส่วนในการผสมวัตถุดิบนั้น มีความไม่ยุ่งยากและซับซ่อน เนื่องจากจากใช้วัตถุดิบหลักเพียงแค่ 2 ชนิด คือ ข้าวสาร และน้ำเปล่า ซึ่งผู้ปฏิบัติไม่การกำหนดอัตราส่วนที่ชัดเจน แต่ตรวจสอบที่ความเหลวของน้ำแป้งให้มีความเหมาะสมในทุกครั้งของการผลิต และน้ำแป้งถูกนำไปนึ่งเป็นแผ่นแป้ง ได้อย่างเหมาะสม และมีลักษณะเป็นมาตรฐานเดียวกันทุกครั้งของการผลิต

จากการวิเคราะห์ปัจจัยทั้งหมด พบว่า ปัจจัยอุณหภูมิของน้ำในกระทะเป็นปัจจัยที่ทำให้แผ่นแป้งสุกในระหว่างที่แผ่นแป้งอยู่ในฝาปิดปากหม้อจึงต้องทำการตรวจสอบถึงผลกระทบที่มีต่อจำนวนของเสีย เนื่องจากสามารถปรับแก้ไขได้เป็นวิธีที่รวดเร็วที่สุด และไม่ต้องใช้ต้องทุนในการแก้ไขอุปกรณ์ในขั้นตอนการผลิต และเนื่องจากสถานที่ผลิตเป็นพื้นที่เปิดโล่งทำให้อากาศภายนอกพัดเข้าสู่เตานึ่งได้ ประกอบกับอุปกรณ์ฝาปิดปากหม้อมีการชำรุดหลายจุด และมีความสูงในระดับที่ต่ำ ซึ่งไม่สามารถป้องกันอากาศภายนอกเข้าสู่เตานึ่งได้ทั้งหมด จึงต้องปรับปรุงอุปกรณ์ฝาปิดปากหม้อให้สามารถป้องกันอากาศภายนอกที่เข้าสู่เตานึ่ง เนื่องจากใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่าการปรับปรุงพื้นที่การผลิต ดังนั้น อีกหนึ่งปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อการเกิดของเสีย คือ ฝาปิดปากหม้อ ดังนั้น จึงทำการวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิของน้ำในกระทะ และฝาปิดปากหม้อ ด้วยการออกแบบการทดลอง โดยทำการทดลองปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียทีละปัจจัย

4.4 ผลการทดสอบผลกระทบของอุณหภูมิน้ำในกระทะที่มีต่อของเสีย

เมื่อทำการศึกษา และรวบรวมข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำในกระทะกับจำนวนของเสีย พบว่า อุณหภูมิน้ำเดือดอยู่ที่ 100 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิของน้ำในกระทะมีการเพิ่มขึ้นและลดลงตลอดเวลาทำให้การควบคุมอุณหภูมิในระดับเดียวกันมีความคาดเคลื่อนในการทดลองสูง ในการทดลองจึงออกแบบการทดลองที่อุณหภูมิของน้ำในกระทะโดยแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ 80-89 และ 90-100 องศาเซลเซียส จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำในกระทะกับจำนวนของเสีย โดยเก็บข้อมูลจำนวนของเสียที่อุณหภูมิของน้ำในกระทะ 2 ช่วง คือ 80-89 และ 90-100 องศาเซลเซียส เป็นจำนวน 7 วันแสดงในตารางที่ 4.1 – 4.2

ตารางที่ 4.1 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำในกระทะอุณหภูมิ 80-89 องศาเซลเซียส

Day	อุณหภูมิน้ำ 80-89 องศาเซลเซียส				
	จำนวนแผ่น	แผ่นสมบูรณ์	แผ่นแตก	แผ่นขาด	แผ่นแฉะ
1	50	33	3	10	1
2	50	36	5	8	1
3	50	31	7	11	1
4	50	33	4	13	0
5	50	35	5	10	0
6	50	34	6	10	0
7	50	30	7	13	0
รวม	350	232	37	75	3
ร้อยละ	100.0	66.29	10.57	21.43	0.86

จากตารางที่ 4.1 เก็บข้อมูลจำนวนของเสียเป็นจำนวน 7 วัน ซึ่ง Day1 ถึง Day7 มีสภาพแวดล้อมในบริเวณสถานที่ผลิตขณะนึ่งแผ่นแป้งมีอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 23.7, 26.2, 24.3, 27.1, 25.9, 26.6 และ22.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีความชื้นเฉลี่ย เท่ากับ 60.4, 55.9, 68.2, 52.3, 48.6, 46.2 และ71.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับและแรงลมมีค่าเท่ากับ 0 โดยในการบันทึกจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตแผ่นแป้งจำนวน 50 แผ่นต่อ 1 วัน พบว่า มีแผ่นแป้งสมบูรณ์จำนวน 232 แผ่น คิดเป็นร้อยละ 66.29 และมีของเสียจำนวน 115 แผ่น ประกอบด้วย แผ่นแตก 37 แผ่น, แผ่นขาด 75 แผ่น และแผ่นแฉะ 3 แผ่น คิดเป็นร้อยละ 10.57, 21.43 และ 0.86 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำในกระทะอุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส

Day	อุณหภูมิน้ำ 90-100 องศาเซลเซียส				
	จำนวนแผ่น	แผ่นสมบูรณ์	แผ่นแตก	แผ่นขาด	แผ่นแฉะ
1	50	37	5	6	2
2	50	30	6	11	3
3	50	27	8	14	1
4	50	34	4	12	0
5	50	38	7	5	0
6	50	32	6	11	1
7	50	36	4	10	0
รวม	350	234	40	69	7
ร้อยละ	100.0	66.9	11.4	19.7	2.0

จากตารางที่ 4.2 เก็บข้อมูลจำนวนของเสียเป็นจำนวน 7 วัน ซึ่งวันที่เก็บข้อมูลจำนวนของเสียเมื่อน้ำในกระทะอุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียสเป็นวันเดียวกันกับวันที่ทำการเก็บข้อมูลจำนวนของเสียเมื่อน้ำในกระทะอุณหภูมิ 80-89 องศาเซลเซียส ดังนั้นสภาพแวดล้อมในบริเวณสถานที่ผลิตขณะนึ่งแผ่นแป้งมีอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้น และแรงลมจึงมีค่าเท่ากัน โดยในการบันทึกจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตแผ่นแป้งจำนวน 50 แผ่นต่อ 1 วัน พบว่า มีแผ่นแป้งสมบูรณ์จำนวน 234 แผ่น คิดเป็นร้อยละ 66.9 และมีของเสียจำนวน 116 แผ่น ประกอบด้วย แผ่นแตก 40 แผ่น, แผ่นขาด 69 แผ่น และแผ่นแฉะ 7 แผ่น คิดเป็นร้อยละ 11.4, 19.7 และ 2.0 ตามลำดับ

จากตารางข้อมูลจำนวนข้อเสียในวันเดียวกัน ซึ่งปัจจัยคืออุณหภูมิของน้ำในกระทะโดยแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ 80-89 และ 90-100 องศาเซลเซียส โดยตัวแปรตาม คือ จำนวนของเสียที่เกิดขึ้น พบว่า จำนวนของเสียทั้ง 7 วัน มีจำนวนร้อยละ 32.86 และ33.1 ตามลำดับ

ในส่วนของการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการทดสอบ One-way ANOVA มีสมมติฐาน คือ

H_0 = จำนวนของเสียที่อุณหภูมิ 2 ระดับ มีจำนวนเท่ากัน

H_1 = จำนวนของเสียที่อุณหภูมิ 2 ระดับ มีจำนวนไม่เท่ากัน

โดยกำหนดพารามิเตอร์ ดังนี้

Factor คือ อุณหภูมิของน้ำในกระทะ มี 2 Level ได้แก่ 80-89 ºC และ 90-100 ºC

Response คือ จำนวนแผ่นเสียในแต่ละวัน โดยมีจำนวนซ้ำ เท่ากับ 7

ค่าความคลาดเคลื่อน α = 0.05

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของของเสียที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 80-89 ºC และ 90-100 ºC

temperature	N	Mean	StDev	95% CI
80-89 ºC	7	16.429	2.27	(13.724, 19.133)
90-100 ºC	7	16.57	3.99	(13.87, 19.28)

ตารางที่ 4.4 Analysis of Variance ของจำนวนของเสียที่อุณหภูมิ 2 ระดับ

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
temperature	1	0.071	0.0714	0.01	0.936
Error	12	129.429	10.7857		
Total	13	129.500			

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการทดสอบ One Way ANOVA โดยปัจจัยคืออุณหภูมิของน้ำในกระทะโดยแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ 80-89 และ 90-100 องศาเซลเซียส โดยตัวแปรตาม คือ จำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 พบว่าค่า P-Value เท่ากับ 0.936 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญ α ดังนั้น จำนวนของเสียที่อุณหภูมิต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ 80-89 และ 90-100 องศาเซลเซียส มีจำนวนของเสียเท่ากัน คือ อุณหภูมิของน้ำในกระทะทั้ง

2 ระดับ ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนของเสียอย่างมีนัยสำคัญ นั้นหมายความว่าอุณหภูมิของน้ำในกระทะทั้ง 2 ระดับนี้ ไม่มีผลต่อจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ

4.5 ผลการทดสอบผลกระทบของฝาปิดปากหม้อที่มีต่อของเสีย

จากการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตเส้นหมี่โคราชในขั้นตอนการนึ่งแผ่นแป้งเป็นขั้นตอนหลัก ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต คือ อุปกรณ์ฝาปิดปากหม้อที่ไม่สามารถป้องกันอากาศ หรือลม ภายนอกเตาได้ทั้งหมด และมีลักษณะที่ไม่เหมาะสมต่อการใช้งานเป็นผลทำให้แผ่นแป้งไม่สมบูรณ์ ได้แก่

1. แผ่นแตก (รูปที่ 4.5) เกิดจากอากาศภายนอกที่เข้าในหม้อนึ่ง
2. แผ่นขาด (รูปที่ 4.6) เกิดจากแป้งในหม้อพองตัวขึ้นสูงจนติดด้านในของฝาปิด
3. แผ่นแฉะ (รูปที่ 4.7) เกิดจากรูระบายไอน้ำที่ทำให้มีไอน้ำในเตาลอยขึ้นมาจับตัวที่ฝาปิดเป็นจำนวนมาก และเนื่องจากฝาปิดมีลักษณะไม่ชันทำให้ไอน้ำที่รวมตัวกันจนมีลักษณะเป็นหยดน้ำที่มีขนาดใหญ่ และตกลงมาที่แผ่นแป้งเป็นจำนวนมากเกินไป

งานวิจัยนี้มีสมมติฐานดังนี้ ฝาปิดแบบใหม่จะช่วยลดแรงลมที่เข้ามายังแผ่นแป้ง ทำให้แผ่นแป้งแตกน้อยลง และฝาปิดแบบใหม่ที่มีความสูงมากกว่าแบบเดิม ทำให้แผ่นแป้งที่พองขึ้นไม่สัมผัสกับฝาปิด ทำให้แผ่นแป้งฉีกขาดน้อยลง และทดลองโดยใช้หลักการออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนของเสีย

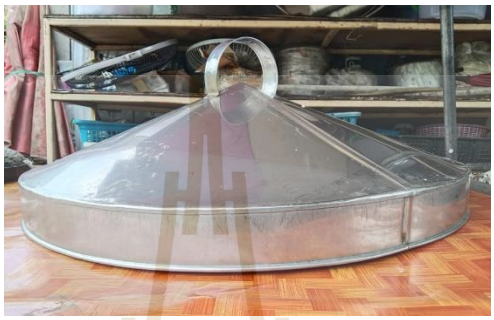
โดยปัจจัยการทดลอง คือ ชนิดของฝาปิด มี 2 ระดับ คือ ฝาปิดแบบเดิมที่ทำจากไม้ แสดงในรูปที่ 4.22 กับ ฝาปิดแบบใหม่ที่ทำจากอลูมิเนียม มีความสูง แสดงในรูปที่ 4.25

ตัวแปรตาม คือ จำนวนของเสีย
ตัวแปรควบคุม คือ อุณหภูมิของน้ำในเตาที่ 100 องศาเซลเซียส

การปรับปรุงโดยการออกแบบฝาปิดปากหม้อแบบใหม่ มีรูปทรงเป็นทรงกรวยที่มีความชันและทำจากอลูมิเนียมที่มีความสูง 20 เซนติเมตร (รูปที่ 4.26) เนื่องจากเป็นรูปทรงที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในท้องตลาด และมีความชันที่สามารถป้องกันไอน้ำที่รวมตัวกันไม่ให้ตกลงบนแผ่นแป้งขณะนึ่งแผ่นแป้ง โดยอุปกรณ์ที่ทำจากจากอลูมิเนียมมีน้ำหนักที่เบาสามารถป้องกันอากาศภายนอกที่เข้าสู่เตานึ่งได้ทั้งหมด และสามารถลดแรงในการทำงานของผู้ผลิตที่อาจจะก่อให้เกิดความเมื่อยล้าจากการทำงาน นอกจากนี้การเพิ่มความสูงของอุปกรณ์ยังสามารถป้องกันการสัมผัสระหว่างฝาปิดปากหม้อกับแผ่นแป้งที่พองตัวในขณะที่ได้รับความร้อนจากเตานึ่งอีกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเก็บข้อมูลจำนวนของเสีย คือ แผ่นแป้งลักษณะแตก ฉีกขาด และแฉะ เนื่องจากปัจจัยที่สนใจทดสอบมีเพียง 1 ปัจจัยคือชนิดของฝาปิด จึงทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการทดสอบ One-way ANOVA (Montgomery, 2020) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยเก็บข้อมูลแผ่นแป้ง 50 แผ่นในแต่ละวัน และเก็บข้อมูลจำนวน 7 วัน เพื่อเปรียบเทียบจำนวนของเสียก่อนและหลังปรับปรุง



รูปที่ 4.26 ฝาปิดปากหม้อแบบใหม่

จำนวนของเสียในกระบวนการทำแผ่นหมี่ ก่อนการปรับปรุงฝาปิดปากหม้อ แสดงในตารางที่ 4.5 และ จำนวนของเสียหลังการปรับปรุงฝาปิดปากหม้อ โดยเก็บข้อมูลแผ่นแป้ง 50 แผ่นในแต่ละวัน เป็นจำนวน 7 วัน แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ฝาปิดแบบเดิม

Day	ฝาแบบเดิม				
	อุณหภูมิน้ำ 100 องศาเซลเซียส				
	จำนวนแผ่น	แผ่นสมบูรณ์	แผ่นแตก	แผ่นขาด	แผ่นแฉะ
1	50	33	5	12	0
2	50	29	8	13	0
3	50	31	6	11	2
4	50	35	7	8	0
5	50	34	3	13	0
6	50	39	5	6	0
7	50	30	9	10	1
รวม	350	231	43	73	3
ร้อยละ	100.0	66.00	12.29	20.86	0.86

จากตารางที่ 4.5 เก็บข้อมูลจำนวนของเสียเป็นจำนวน 7 วัน ซึ่ง Day1 ถึง Day7 มีสภาพแวดล้อมในบริเวณสถานที่ผลิตขณะนึ่งแผ่นแป้งมีอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 27.8, 23.3, 25.1, 24.6, 28.1, 27.3 และ26.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และความชื้นเฉลี่ย เท่ากับ 51.4, 72.4, 54.7, 50.5, 40.8, 43.4 และ56.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตามลำดับและแรงลมมีค่าเท่ากับ 0 โดยในการบันทึกจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตแผ่นแป้งจำนวน 50 แผ่นต่อ 1 วัน พบว่า มีแผ่นแป้งสมบูรณ์จำนวน 231 แผ่น คิดเป็นร้อยละ 66.0 และมีของเสียจำนวน 109 แผ่น ประกอบด้วย แผ่นแตก 43 แผ่น, แผ่นขาด 73 แผ่น และแผ่นแฉะ 3 แผ่น คิดเป็นร้อยละ 12.5, 20.86 และ 0.86 ตามลำดับ

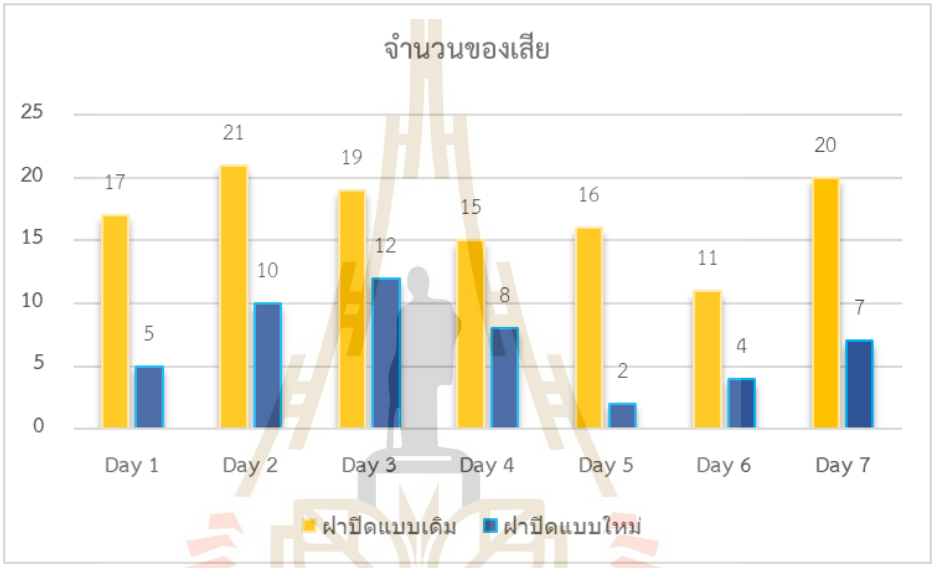
ตารางที่ 4.6 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ฝาปิดแบบใหม่

Day	ฝาแบบใหม่				
	อุณหภูมิน้ำ 100 องศาเซลเซียส				
	จำนวนแผ่น	แผ่นสมบูรณ์	แผ่นแตก	แผ่นขาด	แผ่นแฉะ
1	50	45	1	4	0
2	50	40	3	7	0
3	50	38	4	8	0
4	50	42	5	3	0
5	50	48	0	2	0
6	50	46	3	1	0
7	50	43	4	3	0
รวม	350	302	20	28	0
ร้อยละ	100.0	86.29	5.71	8.00	0.00

จากตารางที่ 4.6 เก็บข้อมูลจำนวนของเสียเป็นจำนวน 7 วัน ซึ่งวันที่เก็บข้อมูลจำนวนของเสียเมื่อน้ำในกระทะอุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียสโดยใช้ฝาปิดแบบเดิมเป็นวันเดียวกันกับวันที่ทำการเก็บข้อมูลจำนวนของเสียเมื่อน้ำในกระทะอุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียสโดยใช้ฝาปิดแบบใหม่ ดังนั้นสภาพแวดล้อมในบริเวณสถานที่ผลิตขณะนึ่งแผ่นแป้งมีอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้น และแรงลมจึงมีค่าเท่ากัน โดยในการบันทึกจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตแผ่นแป้งจำนวน 50 แผ่นต่อ 1 วัน พบว่า มีแผ่นแป้งสมบูรณ์จำนวน 302 แผ่น คิดเป็นร้อยละ 86.29 และมีของเสียจำนวน 48 แผ่น ประกอบด้วย แผ่นแตก 20 แผ่น, แผ่นขาด 28 แผ่น และแผ่นแฉะ 0 แผ่น คิดเป็นร้อยละ 5.71, 8.00 และ 0.00 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุงฝาปิด 7 วัน วันที่มีของเสียมากสุดคือ Day7 และวันที่มีของเสียน้อยสุดคือ Day6 มีจำนวนของเสีย เท่ากับ 21 แผ่น และ 11 แผ่น ตามลำดับ จำนวนของเสียโดยเฉลี่ย เท่ากับ 17 แผ่นต่อวัน เมื่อทำการปรับปรุงฝาปิด พบว่า จำนวนของเสียลดลง วันที่มีของเสียมากที่สุดคือ Day3 และวันที่มีของเสียน้อยสุดคือ Day5 มีจำนวนของเสีย เท่ากับ 12 แผ่น และ 2 แผ่น ตามลำดับ จำนวนของเสียโดยเฉลี่ย เท่ากับ 6.9 แผ่นต่อวัน สามารถแสดงข้อมูลจำนวนของเสียทั้ง 7 วัน ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงในรูปแบบกราฟแท่ง แสดงในรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 กราฟเปรียบเทียบจำนวนของเสียก่อนและหลังปรับปรุง

จากกราฟแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบจำนวนข้อเสียก่อนและหลังปรับปรุงในวันเดียวกัน พบว่า ฝาใหม่ทำให้มีของเสียน้องลงทั้ง 7 วัน ซึ่งมีของเสียลดลงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 20.29%

ในส่วนของการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการทดสอบ One-way ANOVA มีสมมติฐาน คือ

H_0 = จำนวนของเสียก่อนปรับปรุงฝาปิดเท่ากับจำนวนของเสียหลังปรับปรุง

H_1 = จำนวนของเสียก่อนปรับปรุงฝาปิดไม่เท่ากับจำนวนของเสียหลังปรับปรุง

โดยกำหนดพารามิเตอร์ ดังนี้

Factor คือ ชนิดของฝาปิดปากหม้อ มี 2 Level ได้แก่ 1. ฝาปิดแบบเดิม 2. ฝาปิดแบบใหม่

Response คือ จำนวนแผ่นเสียในแต่ละวัน โดยมีจำนวนซ้ำ เท่ากับ 7

ค่าความคลาดเคลื่อน α = 0.05

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของของเสียที่เกิดจากการใช้ฝาแบบดั้งเดิมและแบบใหม่

ชนิดฝาปิดปากหม้อ	N	Mean	StDev	95% Cl
แบบเดิม	7	17	3.42	(14.16, 19.84)
แบบใหม่	7	6.86	3.48	(4.02, 9.70)

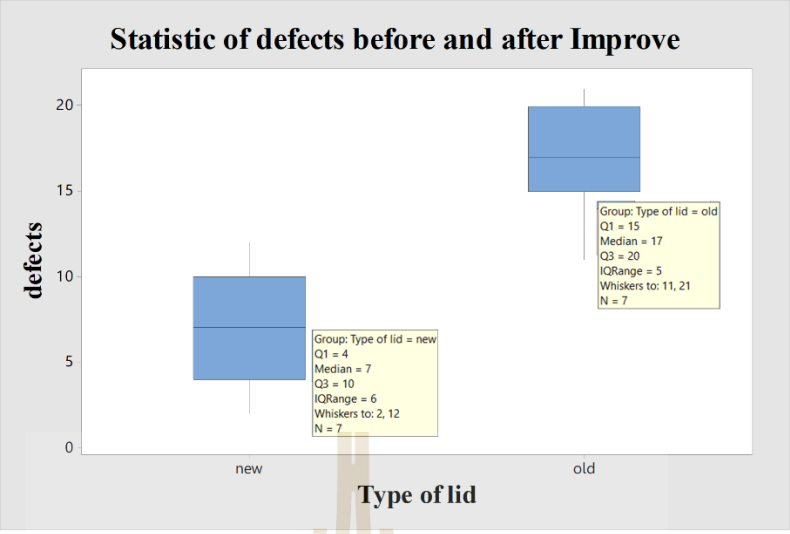
ตารางที่ 4.8 Analysis of Varianceของจำนวนของเสียที่ฝา**ปิด 2 ระดับ**

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ชนิดของฝาปิดปากหม้อ	1	360.1	360.07	30.25	0
Error	12	142.9	11.9		
Total	13	502.9			

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการทดสอบ One Way ANOVA แสดงผลการทดลองดังตารางที่ 4.7 และ 4.8 พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05 พบว่า ค่า P-Value มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ α ดังนั้น จำนวนของเสียก่อนปรับปรุงฝาปิดไม่เท่ากับจำนวนของเสียหลังปรับปรุง คือ หลังปรับปรุงฝาปิดทำให้จำนวนของเสียลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อนำข้อมูลจำนวนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงฝาปิดปากหม้อ แสดงในกราฟ Boxplot พบว่า ฝาปิดปากหม้อแบบเก่ามีจำนวนของเสียที่ค่า Quartile1 และ Quartile3 เท่ากับ 15 แผ่น และ 20 แผ่น ตามลำดับ ส่วนค่า Median เท่ากับ 17 แผ่น และ ฝาปิดแบบใหม่มีจำนวนของเสียที่ค่า Quartile1 และ Quartile3 เท่ากับ 4 แผ่น และ 10 แผ่น ตามลำดับ ส่วนค่า Median เท่ากับ 7 แผ่น แสดงดังรูปที่ 4.28

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.28 Box Plot จำนวนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงฝาปิด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำเส้นหมี่โคราช และ 2) ลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเส้นหมี่โคราช ซึ่งดำเนินการศึกษาและสำรวจกระบวนการผลิตเส้นหมี่โคราชของกลุ่มผู้ประกอบการเส้นหมี่ในตำบลกระโทก อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา งานวิจัยนี้ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตเส้นหมี่ ตั้งแต่กระบวนการผลิตไปจนถึงการบรรจุภัณฑ์ โดยเน้นการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิต ซึ่งเริ่มต้นจากการใช้ผังก้างปลาในการวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุของการเกิดของเสียในขั้นตอนการนึ่งแป้ง โดยมีสาเหตุหลัก 5 ปัจจัย คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ วิธีการ และสภาพแวดล้อม ผลการจากวิเคราะห์สาเหตุ พบว่าสาเหตุที่เป็นไปได้มี 2 ประการ คือ อุณหภูมิของน้ำในกระทะ และฝาปิดปากหม้อ จากนั้นนำสาเหตุทั้ง 2 ประการ มาทำการออกแบบการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง แต่ละการทดลองเป็นแบบปัจจัยเดียว การทดลองที่ 1 ปัจจัย คือ อุณหภูมิของน้ำในกระทะมี 2 ระดับซึ่งแบ่งเป็นช่วง คือ 80-89 องศาเซลเซียส และ 90-100 องศาเซลเซียส ตัวแปรตาม คือ จำนวนของเสียในแต่ละวัน การทดลองที่ 2 ปัจจัย คือ ฝาปิดปากหม้อ ซึ่งมี 2 ทรีทเมนต์ คือ ฝาปิดแบบเดิม และฝาปิดแบบใหม่ ตัวแปรตาม คือ จำนวนแผ่นเสียในแต่ละวัน โดยวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ผลสรุปงานวิจัยเป็นดังนี้

1. ผลการศึกษาพบว่าในกระบวนการผลิตเส้นหมี่มีการสูญเสียในขั้นตอนการนึ่งแผ่นแป้ง ลักษณะของเสียแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ แผ่นแตก แผ่นขาด และแผ่นแฉะ
2. ผลการวิเคราะห์ด้วยผังก้างปลา พบว่า สาเหตุหลักของการเกิดแผ่นแตก แผ่นขาด และแผ่นแฉะ คือ ฝาปิดปากหม้อที่ทำจากกระด้งไม้ไผ่ เย็บคลุมด้วยผ้าร่ม ซึ่งมีการชำรุดหลายจุด มีขนาดความสูงในระดับที่ต่ำ และไม่สามารถป้องกันอากาศภายนอกได้ทั้งหมด จึงทำให้อากาศ หรือลมสามารถพัดเข้ามาในขณะ นึ่งแป้งได้ จึงทำการปรับปรุงฝาหม้อใหม่ทำจากอลูมิเนียมที่มีความสูง 20 เซนติเมตร เพื่อลดการสูญเสียของวัตถุดิบในขั้นตอนการนึงแผ่นแป้ง

3. ผลการทดสอบผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อจำนวนของเสียในแต่ละวัน พบว่า อุณหภูมิไม่มีผลต่อการเกิดจำนวนของเสียอย่างมีนัยสำคัญ

4. ผลการทดสอบผลกระทบของฝาปิดปากหม้อที่มีต่อจำนวนของเสียในแต่ละวัน พบว่า ฝาปิดปากหม้อมีผลต่อการเกิดจำนวนของเสียอย่างมีนัยสำคัญ

5. ฝาปิดปากหม้อแบบใหม่ทำให้จำนวนของเสียลดลงร้อยละ 20.29%

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ศึกษาและสำรวจกระบวนการผลิตเส้นหมี่โคราช เพื่อปรับปรุงและลดการสูญสียในกระบวนการผลิตของกลุ่มผู้ประกอบการเพียง 1 กลุ่มเท่านั้น ในงานวิจัยต่อไปควรศึกษากลุ่มผู้ประกอบการผลิตเส้นหมี่โคราชในจังหวัดนครราชสีมาให้หลากหลายมากขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการอ้างอิง

[1] สุนี ศักดาเดช. (2549). อาหารท้องถิ่น. จันทบุรี: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

[2] วิจัยกรุงศรี. (2564). เศรษฐกิจไทยปี 2563 และแนวโน้มปี 2564. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก : https://www.krungsri.com/th/research/macroeconomic/weekly/weekly-210105

[3] จักรกฤษ พุ่มมาก และไพฑูรย์ ศิริโอฬาร, “การลดการสูญเสียน้ำหนักในกระบวนการผลิตไส้พายสับปะรด,” วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย, ปีที่ 6, ฉบับที่1, หน้า 48-53, มกราคม – มิถุนายน, 2563.

[4] ธนิดา สุนารักษ์, “การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตเลือดไก่ด้วยการออกแบบเครื่องกวาดเลือด,” วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, ปีที่ 14, ฉบับที่ 3, หน้า 15-16. กันยายน – ธันวาคม, 2561.

[5] Mao Yihua and Xu Tuo, “Research of 4M1E’s effect on engineering quality based on structural equation model,” Ph.D. dissertation (Systems Engineering), Zhejiang University, Hang zhou, P.R.China, 2011.

[6] Miryam Barad, “Design of Experiments (DOE)—A Valuable Multi-Purpose Methodology,” Ph.D. dissertation (Industrial Engineering), Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel, 2014.

[7] Behnam Neyestani, “Seven Basic Tools of Quality Control: The Appropriate Techniques for Solving Quality Problems in the Organizations,” Ph.D. dissertation (Civil Engineering), De La Salle University, 2017.

[8] Cory Natoli and Steve Oimoen, “Classical Designs: Full Factorial Designs,” Ph.D. dissertation (STAT Center of Excellence), Wright-Patterson AFB, U.S., 2019

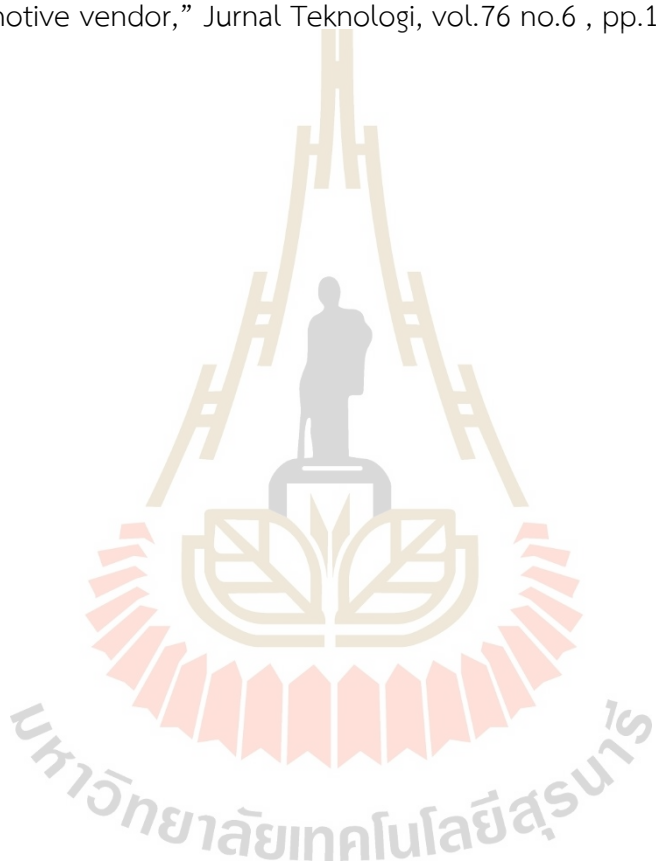
[9] Peter Hines and David Taylor, Going Lean - A Guide to Implementation, Cardiff: Lean Enterprise Research Centre, 2000.

[10] Douglas C. Montgomery, Design and Analysis of Experiments Edition 10th, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2020.

[11] Douglas C. Montgomery, Engineering Statistics Edition 5th, New York: Wiley, 2012.

[12] The Council for Six Sigma Certification, Six Sigma: A Complete Step-by-Step Guide, New York: Harmony Living, 2018

[13] Ahmed Jaffar et al., “Management of seven wastes: A case study in an automotive vendor,” Jurnal Teknologi, vol.76 no.6 , pp.19-23 , May 2015.



ภาคผนวก ก.

ภาพการศึกษาและสำรวจการทำเส้นหมี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ ก1 สถานที่ทำหมี่ในมุมมองกว้าง

รูปที่ ก2 บริเวณตากแผ่นแป้ง

รูปที่ ก3 การผลิตแผ่นแป้ง

รูปที่ ก4 การผลิตแผ่นแป้ง (ต่อ)

รูปที่ ก5 การคลุมแผ่นแป้งด้วยผ้าหมาด

รูปที่ ก6 การทำความสะอาดอุปกรณ์คอหม้อและกระทะ

ประวัติผู้เขียน

นางสาวเมษา อาจสิทธิ์ เกิดวันเสาร์ที่ 7 เดือนเมษายน พ.ศ. 2538 เริ่มศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ที่โรงเรียนอนุบาลธารทิพย์ ตำบลปากช่อง อำเภอปากช่องจังหวัด นครราชสีมา ศึกษาต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ที่โรงเรียนปากช่อง ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2560 ปัจจุบันศึกษาในระดับปริญญามหาบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมระบบอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี