



รายงานการวิจัย

การปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูป

บ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

Productivity Improvements to increase Khanom Thongmuan

Product of Processing Community Enterprise, Ban Gud-Gum

Tumbon Bung-Khla, Lomsak District, Phetchabun Province.

ปัญญา เทียนนาวาและคณะ

สาขาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2559

รหัสโครงการสัญญา PCRU_2559_N019

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูป
บ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

**Productivity Improvements to increase Khanom Thongmuan
Product of Processing Community Enterprise, Ban Gud-Gum
Tumbon Bung-Khla, Lomsak District, Phetchabun Province.**

ปัญญา เทียนนาวาและคณะ
สาขาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนโดย งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปีงบประมาณ 2559

ชื่องานวิจัย	การปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตขนมทองม้วนของ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์
ผู้วิจัย	ปัญญา เทียนนาวา
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	วิทยา หนูช่างสิงห์, สุวิมล เทียกทุม และ นรัศวร์ รัตนวัย
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการผลิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2559

บทคัดย่อ

ชุดโครงการวิจัยการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตขนมทองม้วนของ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ มี 3 โครงการวิจัยดังนี้

1. การเพิ่มผลผลิตผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนโดยวิธีการการศึกษาการทำงานของกลุ่ม วิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการทำขนมทองม้วนของวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม จังหวัดเพชรบูรณ์ เนื่องจากวิธีการทำงานแบบเดิมล่าช้า ส่งผลให้ผู้ประกอบการไม่สามารถส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าได้ทันตามกำหนดเวลา ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้ระบบวิธีการวัดเวลาแบบ MTM 1 ซึ่งเป็นเทคนิคในการหาเวลามาตรฐานการทำงานจากการเคลื่อนไหวร่างกาย เพื่อให้ทราบถึงเวลามาตรฐานการทำงานแบบเดิมและการเคลื่อนไหวสูญเปล่าที่ทำให้เกิดความล่าช้า จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ขึ้นมา 2 ชิ้น ประกอบด้วย ชุดคลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทำขนมทองม้วน และเก้าอี้ปฏิบัติงาน ผลที่ได้จากการนำอุปกรณ์มาใช้พบว่า สามารถลดเวลาการทำงานลงได้ร้อยละ 15.61 ซึ่งถ้าหาก 1 วันพนักงานผลิตได้ 1,500 ชิ้น จากเดิมใช้เวลา 5 ชั่วโมง 41 นาที เมื่อปรับปรุงกระบวนการแล้ว จะใช้เวลาเพียง 4 ชั่วโมง 58 นาที อย่างไรก็ตามถึงจะลดเวลาการทำงานได้เพียงเล็กน้อย แต่จากการสอบถามผู้ปฏิบัติงานพบว่าอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสามารถช่วยให้ความเมื่อยล้าในการทำงานลดลงกว่าวิธีการเดิม และเมื่อตรวจสอบพบว่าจำนวนครั้งในการเคลื่อนไหวของร่างกายลดลงถึงร้อยละ 17.74

คำสำคัญ : ระบบวิธีการวัดเวลา ขนมทองม้วน วิสาหกิจชุมชน

2.การประยุกต์ใช้วิศวกรรมค้ำไซในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบุงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้วิศวกรรมค้ำไซในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นในอนาคต เพื่อต่อยอดธุรกิจเดิมให้เกิดแนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่สามารถตอบสนองต่อพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่เป็นวัยรุ่นอายุ 12 – 21 ปีได้ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการเลือกขอบเขตของกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่นำมาศึกษา กำหนดขอบเขตค้ำไซ และคัดเลือกค้ำไซ รวบรวมและคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ทำการวิเคราะห์ผลความสัมพันธ์ระหว่างค้ำไซและคุณลักษณะของขนมทองม้วน โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ แล้วนำผลแนวคิดที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการวิเคราะห์ด้วยมือ จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดนั้นๆ เมื่อแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของผู้วิจัยและผู้บริโภคสอดคล้องกันแล้ว ผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบขึ้นมาทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ 1) ขนมทองม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางรู 2) ขนมทองม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง และ 3) ขนมทองม้วนแบบพับสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง แล้วนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต้นแบบไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ 2 ขนมทองม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง และมีการกระจายผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีความใกล้เคียงกับอุดมคติ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าควรจะนำผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 ไปใช้สำหรับการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนในอนาคต

คำสำคัญ : วิศวกรรมค้ำไซ ขนมทองม้วน เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์

3.การพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบุงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิต สำหรับเครื่องทำทองม้วนแบบเดิมได้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ทำให้เกิดปัญหาคือผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการ เสียเวลากับการหยอดแป้งขนมทองม้วนลงบนเตา เครื่องทำทองม้วนแบบเดิมสามารถผลิตทองม้วนในอัตราการผลิตเฉลี่ย 3-4 ชิ้นต่อนาที โดยขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ทำทองม้วน ผลการทดลอง พบว่า การพัฒนาเครื่องทำทองม้วนสามารถทำทองม้วนใน

อัตราการผลิตเฉลี่ย 8 ชิ้นต่อ 1 นาที ซึ่งสูงกว่าเครื่องทำทองม้วนแบบเดิมประมาณ 2 เท่า เมื่อประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม จำนวน 30 รายใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านการผลิต ผลการประเมินเท่ากับ 4.17 จากคะแนนเต็ม 5 ซึ่งอยู่ในระดับดี

คำสำคัญ : เพิ่มผลผลิต ทองม้วน วิสาหกิจชุมชน

Title	Productivity Improvements to increase Khanom Thongmuan Product of Processing Community Enterprise, Ban Gud-Gum Tumbon Bung-Khla, Lomsak District, Phetchabun Province.
Author	Panya Teannava
Co-Researcher	Wittaya Nuchangsing, Suwimon Theakthum and Narat Rattanawai
Branch	Production Technology Phetchabun Rajabhat University 2017

Abstract

A series of research projects to increase productivity Khanom Thongmuan. Community enterprise privatization Ban Gud-Gum Tumbon Bung-Khla Lomsak District Phetchabun has four research projects follows.

1. Application of Work Study in Production Processes for Productivity Improvement Added Khanom Thongmuan Product of Processing Community Enterprise, Ban Gud-Gum Tumbon Bung-Khla, Lomsak District, Phetchabun Province.

The main aim of this research is Development for process Thong Muan making case study of Community Enterprise, Ban Gud-Gum Phetchabun Province, since that old methods of process Thong Muan making delayed. Therefore entrepreneur can't delivery product to customers. Thus the research team applied Type 1 method time measurement system (MTM1) for this problem. It is technique for calculates the standard time of the task from motions of the body, to know for standard time of the old methods and motion waste that affect to delayed The issue has designed and constructed the two-piece sets consists of a mechanism for the pedal to open the stove and work specific chair work. The results obtained from the use of that equipment. Can reduce the standard time to 15.61 %. If one day, produced 1,500 pieces of Traditional methods 5 hours 41 minutes while the new approach takes just 4 hours 58 minutes. However to reduce the time was little but the queried

the worker found that the equipment designed to help reduce fatigue in the work than the Traditional methods. Because the amount of movements of the body less than 17.74 percent.

Keywords : Method time Measurement, Thong Muan, Community Enterprise

2. Application of Kansei Engineering in Development for Value Added Khanom Thongmuan Product of Processing Community Enterprise, Ban Gud-Gum Tumbon Bung-Khla, Lomsak District, Phetchabun Province.

The purposes of this study were applied kansai engineering in product development of Khanom Thongmuan to go up in the future. For business, the original cause of the concept in product development for Khanom Thongmuan that can respond to the needs and habits of consumers who are teenagers aged 12-21 years old. Research carried out by choosing the scope of product groups that bring education. Define the scope of kansai words and select words in the Kansai. Collected and selected features of the product. Make an analysis of the relationship between the Kansai area and the characteristics of Khanom Thongmuan using a query tool and apply the effects concept to provide expert analysis by hand, then check integrity of particular concepts when the concept in product development and consumer research is consistent. Researchers will develop up all 3 styles, 1) Khanom Thongmuan type short roll filling with the mango in the middle of roll 2) short roll of Khanom Thongmuan stuffed with mango , 3) Khanom Thongmuan type folded fillings of mango and then bring the samples to test sensory acceptance. Finds products Khanom Thongmuan that receive sensory acceptance is a product prototype, 2 short roll of Khanom Thongmuan stuffed with mango which is fill in the middle between starches. The distribution of test results the sensory acceptance that the ideals. Therefore, it can be concluded that should bring a Khanom Thongmuan, prototype 2 is used for the value added of the Khanom Thongmuan products in future.

Keywords : Kansei Engineering, Thong Muan, Value Added Product

3. Development of Khanom Thongmuan Manufacturing Machine for Productivity Improvements to Increase Products of Processing Community Enterprise, Ban Gud-Gum Tumbon Bung-Khla, Lomsak District, Phetchabun Province.

The purpose of this research To design and develop equipment to increase productivity Thongmuan. For the former Thongmuan do not produce enough to meet the needs of consumers. Cause problems Productivity is not enough demand Combine flour, Thongmuan waste time on the stove. Thongmuan conventional heater can produce in an average production rate of 3-4 per minute, depending on the expertise of a Thongmuan results showed that development can be made Thongmuan average production rate of 8 per piece. Takes 1 minute, higher than the original Thongmuan approximately two times the rate of satisfaction questionnaires to sample processing Community Enterprise, Ban Gud-Gum of 30 in the three consists of the structure. Of user. And Production The result was 4.17 out of 5, which was good.

Keywords: Increase Productivity, Thongmuan, Community Enterprise

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ปัญญา เทียนนาวาและคณะ

24 กุมภาพันธ์ 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของ โครงการวิจัย.....	4
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 ประวัติความเป็นมาขนมทองม้วน	9
2.2 วัตถุประสงค์ในการทำขนมทองม้วน	9
2.3 วิธีการทำขนมทองม้วน.....	11
2.4 ประวัติความเป็นมาของกลุ่มสตรีบ้านกุดกุ่ม.....	12
2.6 การศึกษาวิธีการทำงาน	13
2.7 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องมือกล	14
2.8 การศึกษาวิธีการทำงาน	27
2.9 การวัดผลงาน	29
2.10 การพัฒนาผลิตภัณฑ์.....	34
2.11 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	
วิธีการดำเนินการวิจัย	45
3.1 การเพิ่มผลผลิตทองม้วน โดยวิธีศึกษาการทำงาน.....	45
3.2 การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั่นไซในการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	56
3.3 การออกแบบและสร้างชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน	64
บทที่ 4	
ผลการวิจัย.....	82
4.1 ผลการเพิ่มผลผลิตทองม้วน โดยวิธีศึกษาการทำงาน	82
4.2 ผลประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั่นไซในการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	89
4.3 ผลการออกแบบและสร้างชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน	117
บทที่ 5	
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	122
5.1 สรุปผลการวิจัยการเพิ่มผลผลิตทองม้วน โดยวิธีศึกษาการทำงาน.....	122
5.2 สรุปผลการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั่นไซในการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์	124
5.3 สรุปผลการออกแบบและสร้างชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน	126
บรรณานุกรม	128
ภาคผนวก	130
ภาคผนวก ก (การทดสอบเครื่องทำทองม้วน).....	131
ภาคผนวก ข (ตารางระบบการวัดวิธี-เวลา MTM การทำขนมทองม้วน).....	133
ภาคผนวก ค (คำค้นไซของขนมทองม้วน).....	131
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	145

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	เวลามาตรฐานขั้นตอนย่อยการหยอดแป้ง	51
3-2	เวลามาตรฐานขั้นตอนย่อยการขึ้นรูปทองม้วน	53
3-3	เวลามาตรฐานขั้นตอนปลดทองม้วนออกจากไม้ขึ้นรูป	55
3-4	ตารางทดสอบสมรรถนะเครื่องทำทองม้วน	77
4-1	เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเคลื่อนไหวร่างกายงานย่อยการหยอดแป้ง	86
4-2	เปรียบเทียบเวลามาตรฐานการทำงานการหยอดแป้ง	46
4-3	เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเคลื่อนไหวร่างกายงานย่อยการขึ้นรูปขนมทองม้วน..	87
4-4	เปรียบเทียบเวลามาตรฐานการทำงานการขึ้นรูปขนมทองม้วน.....	87
4-5	เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเคลื่อนไหวร่างกายการปลดขนมทองม้วน	87
4-6	เปรียบเทียบเวลามาตรฐานการทำงานการปลดขนมทองม้วน	88
4-7	สรุปการเปรียบเทียบเวลามาตรฐานการทำงานขนมทองม้วน.....	88
4-8	การคัดเลือกคำค้นไซที่แสดงความรู้สึกต่อตัวผลิตภัณฑ์ โดยทีมงานวิจัย.....	90
4-9	การคัดเลือกคำค้นไซที่แสดงความรู้สึกต่อตัวผลิตภัณฑ์ โดยผู้เชี่ยวชาญ	92
4-10	การคัดเลือกคำค้นไซทองม้วนขั้นตอนที่ 1 โดยทีมงานวิจัย.....	93
4-11	การคัดเลือกคำค้นไซทองม้วนโดยผู้เชี่ยวชาญ	95
4-12	การคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยทีมงานวิจัย.....	96
4-13	การคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขั้นตอนที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ	97
4-14	แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความรู้สึกที่มีต่อรูปแบบขนมทองม้วน .	100
4-15	แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความรู้สึกที่มีต่อแบบบรรจุภัณฑ์.....	101
4-16	ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส.....	112
4-17	ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องทำทองม้วน.....	119
4-18	ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานเครื่องทำทองม้วน	120

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1-1 แสดงการลงพื้นที่สำรวจความต้องการของกลุ่มผลิตทองม้วนป่าخال.....	2
2-1 แสดงการลงพื้นที่สำรวจความต้องการของกลุ่มผลิตทองม้วนป่าخال.....	13
2-2 สปริงชด.....	14
2-3 สปริงชดแบบบิด (แบบมีขาขึ้น).....	15
2-4 สปริงแผ่น.....	16
2-5 สปริงแบบเพลาบิด.....	16
2-6 สปริงชดกันหอย.....	17
2-7 สปริงจาน.....	17
2-8 สปริงวงแหวน.....	18
2-9 สปริงยาง.....	18
3-1 แก้อุปปฏิบัติงาน.....	46
3-2 ชุดกลไกในการใช้เท้าเหยียบเพื่อเปิดฝาเตา.....	47
3-3 ขั้นตอนการทำงานนมทองม้วน.....	49
3-4 ขั้นตอนการหยอดแป้ง.....	49
3-5 ขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วน.....	50
3-6 ขั้นตอนการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม.....	50
3-7 ขนมทองม้วนข้าวกล้องของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม.....	57
3-8 ทองม้วนข้าวกล้องที่ขายในรูปแบบผลิตตามขอคำสั่งซื้อของลูกค้าขายส่ง.....	58
3-9 ทองม้วนข้าวกล้องที่ขายในรูปแบบใส่ถุงพลาสติกใส.....	58
3-10 ทองม้วนข้าวกล้องที่ขายในรูปแบบใส่กล่องทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า.....	59
3-11 ทองม้วนข้าวกล้องที่ขายในรูปแบบใส่กล่องมีหูหิ้ว.....	60
3-12 แสดงแบบเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน.....	65
3-13 แสดงแบบขั้นตอนการทำงานเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน.....	66
3-14 แสดงแบบตัวเหยียบ.....	66
3-15 แสดงภาพถ่ายตัวเหยียบ.....	67

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3-16 แสดงแบบตัวตั้งเวลา.....	67
3-17 แสดงภาพถ่ายตัวตั้งเวลา	68
3-18 แสดงแบบสวิตช์เปิดปิดเครื่อง	68
3-19 แสดงภาพถ่ายชุดสวิตช์เปิดปิดเครื่อง.....	69
3-20 แสดงแบบตัวปรับอุณหภูมิความร้อน	69
3-21 แสดงภาพถ่ายตัวปรับอุณหภูมิความร้อน	70
3-22 แสดงแบบเตาทองม้วนไฟฟ้า.....	71
3-23 แสดงภาพถ่ายเตาทองม้วนไฟฟ้า	71
3-24 แสดงแบบลูกรอกทดแรง	72
3-25 แสดงภาพถ่ายลูกรอกทดแรง.....	72
3-26 แสดงแบบถังแป้งสแตนเลส.....	73
3-27 แสดงภาพถ่ายถังแป้งสแตนเลส	73
3-28 แสดงแบบชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน.....	74
3-29 แสดงภาพถ่ายชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน	74
3-30 แสดงแบบชุดโครงสร้างเครื่อง.....	75
3-31 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างเครื่อง	76
4-1 ชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทำขนมทองม้วน	83
4-2 แก้อัปเดตปฏิบัติงาน.....	83
4-3 การเปิดเตาโดยใช้เท้าเหยียบ.....	84
4-4 ขั้นตอนการหยอดแป้ง.....	84
4-5 ขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วน	85
4-6 เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม	99
4-7 ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	99
4-8 การหยอดแป้ง	104
4-9 การขึ้นรูปขนมทองม้วนในเป็นแท่งสั้นทรงกระบอก	104

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4-10	มะม่วงแผ่นที่เตรียมไว้สำหรับสอดไส้ขนมทองม้วน..... 105
4-11	วิธีการสอดไส้มะม่วงเข้าไปตรงกลางรูของขนมทองม้วน 105
4-12	ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 1 แบบแทงเส้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางรู..... 106
4-13	ขั้นตอนการวางมะม่วงแผ่นลงบนแป้ง..... 106
4-14	ขั้นตอนการขึ้นรูปทองม้วนแบบแทงเส้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง 107
4-15	ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 แบบแทงเส้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง..... 107
4-16	ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 3 แบบพับสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง..... 108
4-17	ลักษณะบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ขนมทองม้วนต้นแบบ..... 109
4-18	ลักษณะบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ขนมทองม้วนต้นแบบเมื่อทำการพับเรียบร้อยแล้ว ... 109
4-19	ลักษณะลักษณะบรรจุภัณฑ์เมื่อใส่ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบลงไป..... 110
4-20	เพศของผู้ตอบแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส 111
4-21	ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส 111
4-22	ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมทองม้วนต้นแบบที่ 1 113
4-23	ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 114
4-24	ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมทองม้วนต้นแบบที่ 3 115
4-25	การถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน 116
4-26	แบบแสดงเครื่องทำทองม้วน 116
4-27	แสดงเครื่องทำทองม้วน 117
4-28	แสดงเครื่องทำทองม้วน 118

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมทองม้วนเป็นขนมไทยที่มีส่วนผสมหลักคือ แป้ง มะพร้าว และน้ำตาล ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการนำไปรับประทานเป็นอาหารว่างหรือขนมขบเคี้ยว เนื่องจากมีรสชาติหวานมัน หอม กรอบ อร่อย ราคาไม่แพง สามารถบริโภคได้ง่าย ไม่เลอะเทอะ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาขนมทองม้วนออกเป็นหลากหลายรูปแบบ เช่น การม้วน การพับ การจีบ ปรับขนาดทองม้วนให้พอดีคำ การใส่ไส้ผลไม้ของเข้าไปในขนมทองม้วน เคลือบช็อกโกแลต และยังมีการเพิ่มส่วนผสมต่างๆ เข้าไปในเนื้อแป้งทำขนมได้อีกมากมายเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งแล้วแต่วัตถุดิบในแต่ละท้องถิ่นที่มี จึงทำให้ธุรกิจการผลิตขนมทองม้วนมีการเจริญเติบโตอย่างมาก

ผู้ว่าราชการจังหวัดเพชรบูรณ์เล็งเห็นความสำคัญสินค้า OTOP เพราะทำให้ชุมชนและท้องถิ่นมีอาชีพและรายได้ที่เลี้ยงตนเองได้ เข้าเยี่ยมชมการทำงานผลิตทองม้วนของกลุ่มอาชีพสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม หมู่ที่ 8 ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่า ทางกลุ่มผลิตทองม้วนมีปัญหาเรื่องการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค จึงได้ประสานไปยังสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดเพชรบูรณ์ และได้ประสานต่อมายังสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ช่วยคิดหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาอัตราในการผลิตไม่เพียงพอ ทางสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูล พบว่า กลุ่มผลิตทองม้วนบ้านกุดกุ่มเป็นกลุ่มอาชีพของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม หมู่ที่ 8 ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตขนมทองม้วนที่ขึ้นชื่อเสียงกลุ่มหนึ่งของจังหวัดเพชรบูรณ์ นอกจากจะมีรสชาติที่หวานหอม กลมกล่อมแล้ว ยังมีจุดเด่นที่แป้งขาวกลิ้ง ซึ่งถือได้ว่าเป็นเอกลักษณ์ และได้รับความนิยมมากอยู่ในขณะนี้ จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม พบว่าปัจจุบันสมาชิกในกลุ่มมีรายได้ในการทำขนมทองม้วนเฉลี่ยอยู่ที่คนละ 10,000 บาท ต่อเดือน แต่ก็ยังมีความต้องการให้เกิดการพัฒนาอยู่เพื่อให้มีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งหัวข้อหลักๆ ของความต้องการในการพัฒนาของกลุ่มมีดังนี้ คือ การเพิ่มมูลค่าของทองม้วน ปรับปรุงกระบวนการผลิต และการเพิ่มกำลังการผลิต เพื่อให้ทางกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มได้กำไรจากการขายขนมทองม้วนมากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันมีสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ประเภทขนมทองม้วนจำหน่ายมากมายทั่วประเทศ ดังนั้นหากทางกลุ่มต้องการผลกำไรเพิ่มขึ้นจะต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ลดต้นทุน และเพิ่มผลผลิต จึงจะบรรลุเป้าหมาย ด้วยเหตุนี้การสร้างความแตกต่างในตัวผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่า

ทองม้วนจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาต่อของของกลุ่ม เนื่องจากช่องทางการตลาดของขนมทองม้วนในปัจจุบันยังสดใส ถึงแม้ว่าคู่แข่งทางการตลาดจะมีมาก แต่ความต้องการของผู้บริโภคก็ยังคงมากอยู่เช่นกัน สังเกตได้จากสินค้าที่กลุ่มนำไปออกจำหน่ายสามารถจำหน่ายได้ทุกครั้ง และมียอดการสั่งซื้ออย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 1-1 แสดงการลงพื้นที่สำรวจความต้องการของกลุ่มผลิตทองม้วนป่าขาล หรือกลุ่มสตรีสหกรณ์ บ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอลำดัก จังหวัดเพชรบูรณ์

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอลำดัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ลดเวลาในการทำงาน ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องทำทองม้วน เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ ปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อให้กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มมีรายได้และผลกำไรจากการผลิตทองม้วนเพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการทำงานในสถานประกอบผู้ผลิตการทองม้วนของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม

1.2.2 เพื่อศึกษาการเพิ่มผลิตภาพของผู้ปฏิบัติงาน

1.2.3 เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและการทำงาน

1.2.4 เพื่อประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั้นไซในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

1.2.5 เพื่อทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนประเภทใหม่ที่พัฒนาขึ้นมา

1.2.6 เพื่อฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มและผู้ที่สนใจทั่วไป

1.2.7 เพื่อออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องทำทองม้วน จำนวน 1 เครื่อง

1.2.8 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องทำทองม้วนที่พัฒนาขึ้น

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 แผนการศึกษาการทำงานเพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงาน

1.3.1.1 ศึกษาความเป็นมา สภาพการดำเนินงานทั่วไปของสถานประกอบการและศึกษาการทำงานของพนักงานในสถานประกอบการ

1.3.1.2 ศึกษาสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานประกอบการ

1.3.1.3 สํารวจงานวิจัยและศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.3.1.4 ศึกษาปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุที่สำคัญของปัญหาและหาทางแก้ไข

1.3.1.5 รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาในงานแต่ละส่วน

1.3.1.6 เลือกวิธีการเพิ่มผลิตภาพกระบวนการทำงาน เพื่อให้ได้วิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.3.1.7 สรุปและรายงานผล ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน โดยการฝึกอบรมให้ความรู้เชิงปฏิบัติ

1.3.2 แผนการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ทองม้วน

1.3.2.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน รูปแบบ และกระบวนการผลิตทองม้วน

1.3.2.2 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3.2.3 เลือกลุ่มผลิตภัณฑ์ทองม้วน

1.3.2.4 รวบรวมข้อมูลและกำหนดขอบเขตค่าที่แสดงความรู้สึกรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ทองม้วน

1.3.2.5 รวบรวมข้อมูลและกำหนดขอบเขตคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ทองม้วน

1.3.2.6 สังเคราะห์ข้อมูล โดยการประเมินและนิยามคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญและทีมงานออกแบบ

1.3.2.7 จัดทำแบบสอบถามและสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคด้วยแบบสอบถาม

1.3.2.8 ประเมินผลการสอบถามด้วยหลักทางสถิติ

- 1.3.2.9 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองความต้องการของผู้บริโภค
ทองม้วน
- 1.3.2.10 สรุปผลความต้องการของผู้บริโภคทองม้วนที่ได้จากกระบวนการวิศวกรรมคั้น
ไซ
- 1.3.2.11 ทำการผลิตขนมทองม้วนต้นแบบ (New Product) ขึ้นมา ตามความต้องการของ
ผู้บริโภค
- 1.3.2.12 ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน
ต้นแบบ (New Product) ที่พัฒนาขึ้นมา
- 1.3.2.13 หาแนวทางการผลิตที่เหมาะสมที่สุด
- 1.3.2.14 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน โดยการฝึกอบรมให้ความรู้เชิง
ปฏิบัติการให้แก่กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มและผู้ที่สนใจ เรื่องการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั้นไซในการ
พัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า
อำเภอห้วยสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ จากองค์ความรู้ที่ได้รวบรวม เก็บข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปผลผล
ออกมา
- 1.3.3 แผนพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิต
- 1.3.3.1 ศึกษาข้อมูล งานวิจัยสำหรับการออกแบบและพัฒนาเครื่องทำทองม้วน
เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
- 1.3.3.2 ดำเนินการเก็บข้อมูลและทดสอบสมรรถนะเครื่องทำทองม้วน
- 1.3.3.3 ประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องทำทองม้วน
- 1.3.3.4 สรุปผลทดสอบสมรรถนะและประเมินความคิดเห็น
- 1.3.3.5 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน
- 1.3.3.6 จัดทำรูปเล่มรายงานวิจัย

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

- 1.4.1.1 พื้นที่ในการวิจัยเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องทำทองม้วน ได้แก่
กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้าน กุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอห้วยสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.1.2 พื้นที่ในการทำวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องทำทองม้วนและทดสอบสมรรถนะ การปรับปรุงกระบวนการทำงาน การเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ทองม้วนได้แก่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม

1.4.1.3 พื้นที่ในการวิจัยเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.4.2.1 ระยะเวลาที่ 1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2.2 ระยะเวลาที่ 2 ออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องทำทองม้วน การปรับปรุงกระบวนการทำงาน การเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ทองม้วน

1.4.2.3 ระยะเวลาที่ 3 ประเมินความคิดเห็นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2.4 ระยะเวลาที่ 4 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

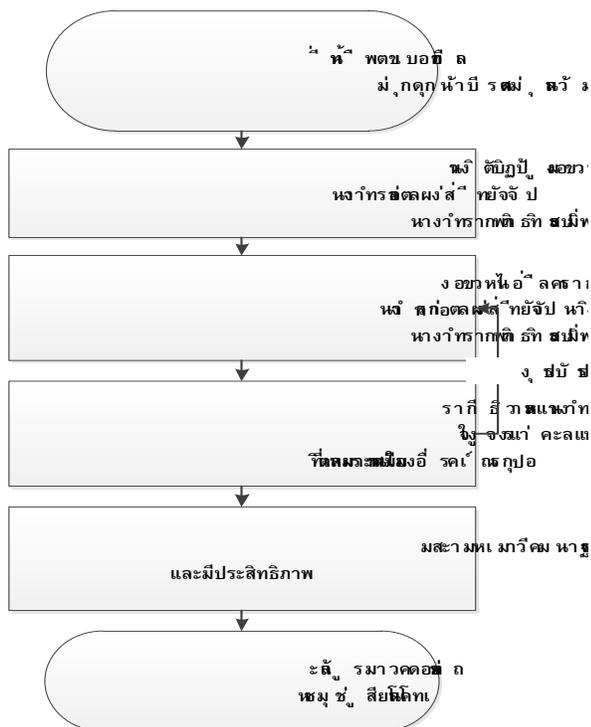
1.4.3 ขอบเขตด้านประชากร ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

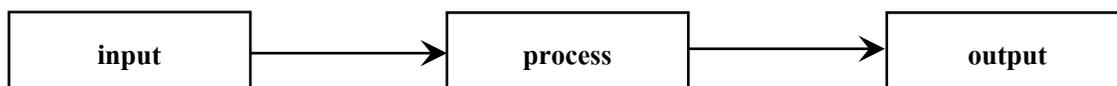
การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 12 เดือน

1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ

1.5.1 ศึกษาวิธีการทำงานเพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงาน



1.5.2 พัฒนาเครื่องทำทองม้วน

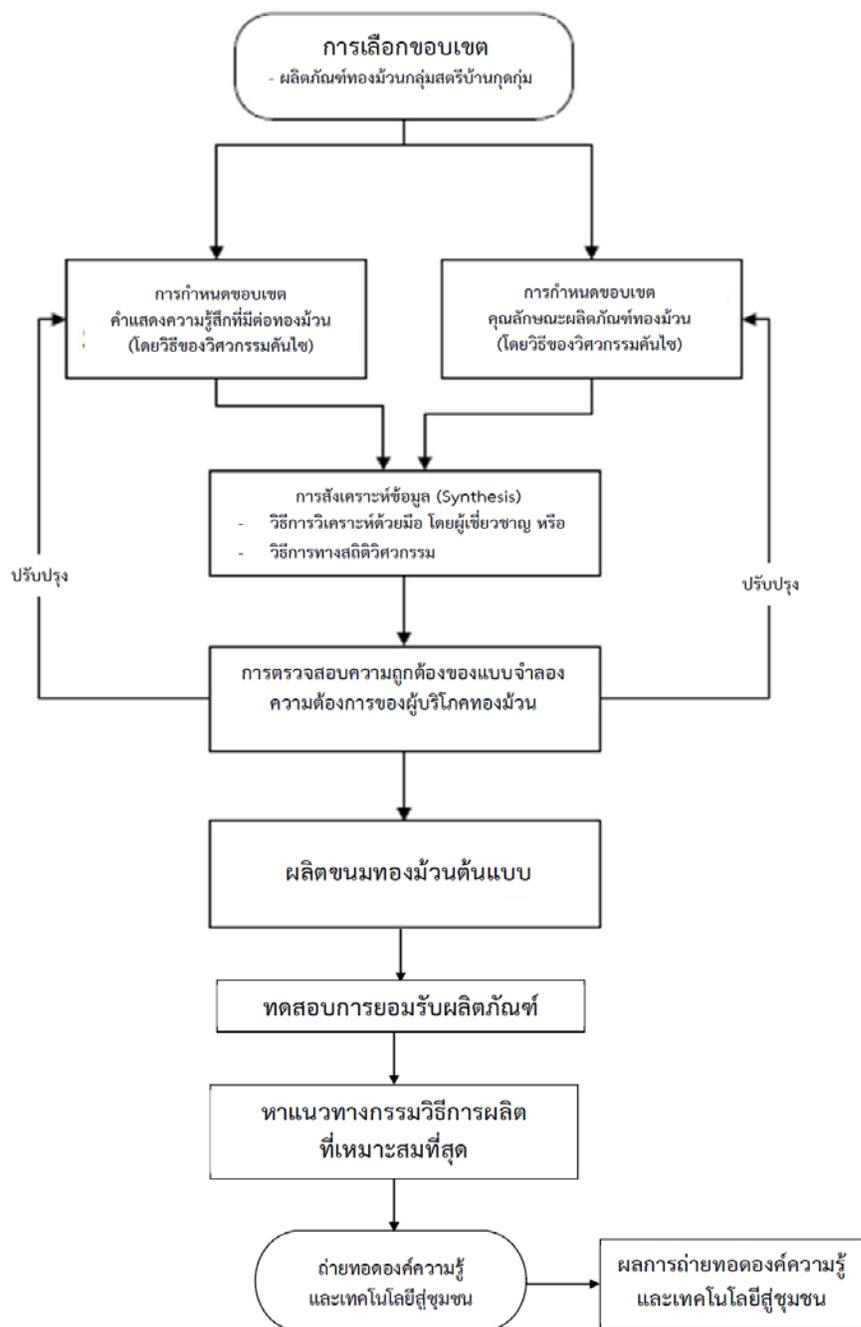


- ศึกษา, สำรวจ, ปัญหา

- ออกแบบและพัฒนาเครื่องทำทองม้วน
 - ทดสอบสมรรถนะ
 - ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

- เพิ่มอัตราการผลิตทองม้วน
 - ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องทองม้วน
 - ถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน
 - ลดเวลาการรอคอยเครื่องทำทองม้วนที่ใช้งานไม่ได้

1.5.3 เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์หอมม้วน



1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 คณะผู้วิจัยและวิสาหกิจชุมชนชนกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มในพื้นที่วิจัยได้แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

1.6.2 พัฒนาศักยภาพวิสาหกิจชุมชนชนกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มในพื้นที่วิจัยให้มีความรู้ความสามารถในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่ม เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

1.6.3 คณะผู้วิจัยได้เรียนรู้กระบวนการวิจัยและการบูรณาการเรียนการสอนกับการวิจัยผ่านการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

1.6.4 ทำให้ทราบถึงกระบวนการทำทองม้วนในสถานประกอบการวิสาหกิจชุมชนชนกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มในพื้นที่วิจัยได้แนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตขนมทองม้วนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

1.6.5 พัฒนาศักยภาพวิสาหกิจชุมชนชนกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มในพื้นที่วิจัยให้มีความรู้ได้กระบวนการทำงานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

1.6.6 คณะผู้วิจัยได้เรียนรู้กระบวนการวิจัยและการบูรณาการเรียนการสอนกับการวิจัยผ่านการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการประกันคุณภาพการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

1.6.7 ได้ผลการวิจัยการออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องทำทองม้วน และทดสอบสมรรถนะผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งาน

1.6.8 มหาวิทยาลัยได้เครื่องทำทองม้วนที่พัฒนาแล้วเป็นแหล่งองค์ความรู้เพื่อพัฒนาท้องถิ่นสอดคล้องกับเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัย โดยถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

1.6.9 ได้เทคโนโลยีเครื่องทำทองม้วนที่พัฒนาแล้วสามารถเพิ่มอัตราปริมาณการผลิตตอบสนองความต้องการของวิสาหกิจชุมชนชนกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อ.หล่มสัก อ.เพชรบูรณ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะกล่าวถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับประวัติความเป็นมาของกลุ่มสตรีสหกรณ์ บ้านกุดกุ่ม ความรู้เกี่ยวกับขนมทองม้วน ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิต

2.1 ประวัติความเป็นมาของขนมทองม้วน

ทองม้วน เป็นขนมไทยแต่โบราณมีประวัติที่ยาวนานพอสมควร เริ่มต้นจากสมัยกรุงศรีอยุธยา ได้มีการเจริญสัมพันธไมตรีกับชาวต่างชาติ อย่างกลุ่มทวีปทางตะวันออกและตะวันตก ทำให้ประเทศไทยได้รับวัฒนธรรมในด้านต่าง ๆ เข้ามา สิ่งหนึ่งที่ได้รับมานั้นคือ ขนมและของหวาน ซึ่งส่วนมากขนมต่าง ๆ มากมาย รวมทั้ง "ทองม้วน" ต่างมีต้นกำเนิดจากการรับเอาวัฒนธรรมของประเทศ โปรตุเกส มาดัดแปลง เพิ่มเติม เพื่อให้เหมาะสมกับ วัฒนธรรม การดำเนินชีวิต ความเป็นอยู่ วัตถุดิบ ข้าวของเครื่องใช้ เอกลักษณ์ รสนิยม และอุปนิสัยในการบริโภคอาหารของประเทศไทยเราเอง

ครั้งในรัชสมัยของสมเด็จพระนารายณ์มหาราช มีบาทหลวงชาวฝรั่งเศส ชื่อ "เดอโลลีเยอร์" ได้ทำบันทึกรายงานถึงระดับความมีหน้ามีตา และรสนิยมการบริโภคขนมหวานของชาวโปรตุเกสในสมัยกรุงศรีอยุธยา จนกระทั่งราชสำนักสยามถึงกับต้องเกณฑ์ขนมหวานจาก หมู่บ้านโปรตุเกส เข้าไปในพระราชวัง เนื่องในโอกาสฉลองวันนักขัตฤกษ์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมากปัจจุบันขนมทองม้วนถูกดัดแปลงไปเยอะมาก มีหลากหลายสูตร หลากหลายรส เช่น ใส้ผักชี ใส้หมูหยอง เป็นต้น รวมทั้งการบรรจุภัณฑ์จากเมื่อก่อน หลายคนคงยังจำได้ว่า มักจะพบเห็นทองม้วนใส้ไว้ในปี๊บสังกะสี ปัจจุบันมีแพ็คเกจใส้ห่อ ใส้กล่องอย่างสวยงามน่ารับประทาน

2.2 วัตถุดิบในการทำขนมทองม้วน

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขนมทองม้วนประกอบด้วย แป้งชนิดต่างๆ ได้แก่ แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า และแป้งมันสำปะหลัง ไขมันมีการใช้ไขมันต่างๆ กัน เช่น กะทิ เนย และมาการีน ส่วนใหญ่นิยมใช้กะทิ น้ำตาลอาจใช้น้ำตาลทรายหรือน้ำตาลมะพร้าว หรือน้ำตาลปึก หรือน้ำตาลโตนด ส่วนไข่นิยมใช้ไข่ทั้งฟองของไข่ไก่หรือไข่เป็ด ส่วนวัตถุดิบที่ใช้ในการเติมแต่งกลิ่นรส อาจแตกต่างกันตามชนิดของขนม

เช่น ขนมทองม้วนชนิดเค็ม นิยมปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยเกลือ พริกไทย ใบผักชี กุ้งสด กุ้งแห้ง ปลาแห้ง เป็นต้น ขนมทองม้วนชนิดหวานนิยมปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยเกลือ โกโก้ ผีอก กล้วยหอม ขนุน พักทอง ข้าวกล้อง เป็นต้น เครื่องปรุงแต่งกลิ่น เช่น เทียนอบ ใบเตย ดอกมะลิ เป็นต้น (ทองม้วนผสมซังขนุน) ซึ่งรายละเอียดของวัตถุดิบหลักในการทำขนมทองม้วน มีดังนี้

2.2.1 แป้งสาลี (Flour) แป้งสาลีที่มีคุณภาพดีมาจากส่วนเอนโดสเปิร์มเหมือนของเมล็ดเท่านั้น ถูกบดอย่างละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงจนได้ขนาดที่ต้องการ ฟอกสีให้ขาวสะอาด แป้งสาลีที่มี 3 ชนิด ได้แก่ ชนิดที่ 1 คือ แป้งสาลีสำหรับทำขนมปัง ทำจากข้าวสาลีอย่างหนัก 1 ถ้วยตวงมีน้ำหนักประมาณ 112 กรัม เหมาะสำหรับทำขนมปัง 5 ส่วนชนิดที่ 2 คือ แป้งสาลีสำหรับทำขนมเค้ก ทำจากข้าวสาลีชนิดเบา เป็นแป้งที่ละเอียดที่สุด 1 ถ้วยตวงมีน้ำหนัก 96 กรัม เหมาะสำหรับทำขนมเค้ก และชนิดที่ 3 คือ แป้งสาลีอเนกประสงค์ ทำจากข้าวสาลี อย่างหนักและอย่างเบาปนกันอย่างละเท่าๆกัน หนัก 110 กรัม ต่อหนึ่งถ้วยตวง ทำอาหารได้ทุกชนิด เมื่อจะใช้ทำเค้กหรือขนมปัง

2.2.2 แป้งมัน เป็นแป้งที่ทำจากมันสำปะหลัง มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาวมีสตาร์อยู่ มาก ร้อยละ 95 มีปริมาณ โปรตีนและไขมันค่อนข้างต่ำ (ร้อยละ 1) มีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 85.90 แป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่มี อะไมโลส ค่อนข้างต่ำ คือ ร้อยละ 18-23 เมื่อได้รับความร้อนจะมีค่า กำลังในการพองตัวสูง จึงให้ความหนืดสูง การจับตัวของหมู่ไฮดรอกซิลของอะไมโลส ในระหว่างเย็นตัวจึงทำให้แป้งเกิดการคืนตัวต่ำ ทำให้ ลักษณะของแป้งเปียกที่ใส ไม่ทึบแสง

2.2.3 น้ำกะทิ (Coconut milk) ได้จากการนำเนื้อมะพร้าวไปบดให้ละเอียด แล้วนำมาคั้นเอาน้ำออกจากเนื้อมะพร้าว น้ำที่ได้จากการคั้นเรียกว่า น้ำกะทิ น้ำกะทิจะมีหัวกะทิและหางกะทิเมื่อวางนิ่งๆ ไว้ประมาณ 10 นาทีหัวกะทิและหางกะทิจะแยกตัวออกจากกันเป็นชั้น สำหรับหัวกะทินั้นจะมีความมันและเข้มข้นมากกว่าหางกะทิ กะทิเป็นวัตถุดิบที่สำคัญที่ใช้ในการประกอบอาหารไทยประเภทแกง ต้ม และนิยมนำไปเป็นส่วนประกอบของขนมไทยหลายชนิด น้ำกะทิมีคุณสมบัติต่ออาหารคือ ทำให้อาหารมีกลิ่นหอม หวาน มันจากธรรมชาติและส่งผลให้รูปลักษณะของอาหารมีสีสันดูสวยสะอาดน่ารับประทาน

2.2.4 ไข่ไก่ (Egg) เป็นอาหารที่คุณค่าทางโภชนาการสูง สารอาหารที่สามารถพบได้ในไข่ไก่มีหลายชนิด

2.2.5 น้ำตาลทราย (Sugar) เป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive sweetener) รสหวานของน้ำตาลเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากสารอื่นเจือปน

2.2.6 เกลือ (salt) เป็นเครื่องปรุงรสเค็มที่รู้จักกันมานาน เราใช้เกลือปรุงอาหารและถนอมอาหาร เกลือที่ใช้ปรุงอาหารมี สูตรทางเคมี NaCl เกลือที่บริสุทธิ์จะมีลักษณะสีขาวเป็นผลึกเป็นแบบลูกบาศก์ เกลือ มีคุณสมบัติในการดูดความชื้น เกลือที่ใช้บริโภคในบ้านเราจะมาจาก 2 แหล่งด้วยกัน คือ เกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ (ทองม้วนเสริมถั่วเหลืองและฟักทอง)

2.3 วิธีการทำขนมทองม้วน

จากการศึกษาดำรงวิธีการทำขนมทองม้วน โดยทั่วไป มีขั้นตอนการทำหลักอยู่ 4 ขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังนี้

2.3.1 วิธีการเตรียมส่วนผสม

2.3.1.1 แป้ง เตรียมโดยการตวง แล้วร่อนด้วยตะแกรงร่อนแป้ง

2.3.1.2 กะทิ มีการเตรียมกะทิที่ต่างกัน ได้แก่ การใช้กะทิชั้น โดยคั้นจากมะพร้าวขูดไม่เติมน้ำ การใช้หัวกะทิ การใช้กะทิชั้นปานกลาง การใช้กะทิโดยการใช้ปริมาณมะพร้าวขูดและปริมาณน้ำที่เท่ากัน เป็นต้น โดยเทคนิคในการคั้นกะทิเพื่อให้ได้กะทิกุณภาพดีควรคั้นโดยใช้น้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิประมาณ 50 – 55 องศาเซลเซียส และควรใช้น้ำแต่เนี่ยบหรือคั้นหลายครั้ง ไม่ควรคั้นโดยใช้น้ำในปริมาณมาก และจำนวนครั้งในการคั้นน้อย

2.3.1.3 ไข่ไก่ การเตรียมไข่ไก่ มีวิธีการเตรียมต่างกัน ได้แก่ การตีพอเข้ากัน หรือตีไข่ให้ขึ้น และการผสมแป้งกับน้ำตาลให้เข้ากันแล้วใส่ไข่

2.3.1.4 น้ำตาลและเกลือ มีวิธีการเตรียมที่ต่างกัน ได้แก่ การผสมน้ำตาลและเกลือกับกะทิ ให้น้ำตาลและเกลือละลาย แล้วจึงนวดให้เข้ากัน หรือการผสมแป้ง กับน้ำตาลและเกลือให้เข้ากันแล้วค่อยใส่ไข่ ตามด้วยกะทิ แล้วนวดให้เข้ากันจนน้ำตาลหมดเม็ด หรือการผสมส่วนผสมกะทิ น้ำตาล เกลือ ไข่ไก่ แล้วนวดให้เข้ากัน และการตีไข่ให้ขึ้น แล้วจึงใส่น้ำตาลและเกลือให้เข้ากัน เป็นต้น

2.3.2 วิธีการผสมวัตถุดิบ

วิธีการผสมวัตถุดิบขนมทองม้วน โดยทั่วไป คือ การเริ่มต้นผสมน้ำตาล เกลือ กับกะทิกรองด้วยผ้าขาวบาง จึงใส่ไข่และแป้ง หรือผสมแป้งกับน้ำตาลให้เข้ากันใส่ไข่และกะทิ นวดจนน้ำตาลหมดเม็ด หรือผสมส่วนผสมกะทิ น้ำตาล เกลือ ไข่ นวดให้เข้ากันแล้วเติมแป้งผสมพอเข้ากัน หรือตีไข่ให้ขึ้น แล้วใส่น้ำตาลตีให้เข้ากัน ใส่แป้งสลับกับหัวกะทิหมด และการผสมวัตถุดิบทุกอย่างแล้วคนให้เข้ากัน

2.3.3 วิธีการทำแผ่น

วิธีการทำแผ่นขนมทองม้วนทำได้โดยการใช้พิมพ์ที่ทำด้วยแผ่นเหล็กกลม 2 แผ่นประกบกัน ซึ่งพิมพ์สำหรับขนมทองม้วนมีหลายขนาด แต่ขนาดที่ได้รับความนิยมจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว มีความหนาประมาณ $\frac{1}{4}$ นิ้ว มีค้ำยาวต่อจากแผ่นเหล็กกลม การเตรียมพิมพ์ก่อนการทำแผ่น จะทำโดยการใช้แประทาน้ำมันให้ทั่ว ให้ความร้อนแก่พิมพ์ด้วยไฟอ่อนให้สม่ำเสมอทั่วทั้งพิมพ์ จากนั้นจึงทำการตักส่วนผสมขนมทองม้วนมาหยดลงในพิมพ์ร้อน แล้วทำการประกบพิมพ์ โดยบีบให้แน่นทันที นำไปผิงไฟหรือให้ความร้อนสลับกันทั้งสองด้านหรือจนกว่าเนื้อขนมสุก

2.3.4 วิธีการทำแผ่น

ขนมทองม้วนที่ผ่านการผิงไฟหรือให้ความร้อนจนกระทั่งแป้งสุกดีแล้ว จะนำออกจากพิมพ์ทำการม้วนให้ได้รูปร่างตามต้องการ ส่วนใหญ่นิยมพับริมทั้งสองด้านเข้าข้างใน แล้วใช้ไม้ไผ่ที่เหลาให้กลมเรียบ หรือใช้แท่งเหล็กทรงกระบอก ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 เซนติเมตร ความยาวของไม้หรือแท่งเหล็กประมาณ 28 เซนติเมตร นำแท่งไม้หรือแท่งเหล็กมาวางทาบบนแผ่นแป้งขนมที่สุก แล้วทำการม้วนหรือคลึงให้ขนมกลมเรียบสม่ำเสมอทันทีขณะร้อน จากนั้นวางพักไว้ให้ขนมเย็นตัวจนกระทั่งเกิดความกรอบ แล้วจึงเก็บไว้ในถุงหรือขวดโหล หากต้องการแต่งกลิ่นให้มึกลิ่นหอมด้วยเครื่องแต่งกลิ่น เช่น เทียนอบ ดอกมะลิ ดอกกระดังงา เป็นต้น ก็สามารถทำได้ในขั้นตอนนี้ ยกเว้นเครื่องแต่งกลิ่นหอมที่เป็นน้ำควรใส่ในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบเลย ซึ่งขนมทองม้วนที่ได้นั้นควรเก็บไว้ในภาชนะที่สามารถป้องกันความชื้น เพราะความชื้นในอากาศทำให้ขนมลดความกรอบลงได้ (ทองม้วนผสมซังขนุน)

2.4 ประวัติความเป็นมาของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม

กลุ่มผลิตทองม้วนบ้านกุดกุ่มเป็นกลุ่มอาชีพของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม หมู่ที่ 8 ตำบลบึงคล้า อำเภอห้วยสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตขนมทองม้วนข้าวกล้องที่ขึ้นชื่อเสียงกลุ่มหนึ่งของจังหวัดเพชรบูรณ์ นอกจากจะมีรสชาติที่หวานหอม กลมกล่อมแล้ว ยังมีจุดเด่นที่แป้งข้าวกล้อง ซึ่งถือได้ว่าเป็นเอกลักษณ์และได้รับความนิยมมากอยู่ในขณะนี้ จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม พบว่าปัจจุบันสมาชิกในกลุ่มมีรายได้ในการทำขนมทองม้วนเฉลี่ยอยู่ที่คนละ 10,000 บาทต่อเดือน แต่ก็ยังมีความต้องการให้เกิดการพัฒนากลุ่มอยู่เพื่อให้มีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งหัวข้อหลักๆ ของความต้องการในการพัฒนาของกลุ่มมีดังนี้ คือ การเพิ่มมูลค่าของทองม้วน ปรับปรุงกระบวนการผลิต และการเพิ่มกำลังการผลิต เพื่อให้ทางกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มได้กำไรจากการ

ขายขนมทองม้วนมากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันมีสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ประเภทขนมทองม้วนจำหน่ายมากมายทั่วประเทศ ดังนั้นหากทางกลุ่มต้องการผลกำไรเพิ่มขึ้นจะต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ลดต้นทุน และเพิ่มผลผลิต จึงจะบรรลุเป้าหมาย ด้วยเหตุนี้การสร้างความแตกต่างในตัวผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าทองม้วนจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาต่อยอดของกลุ่ม เนื่องจากช่องทางการตลาดของขนมทองม้วนในปัจจุบันยังสดใส ถึงแม้ว่าคู่แข่งทางการตลาดจะมีมาก แต่ความต้องการของผู้บริโภคก็ยังคงมากอยู่เช่นกัน สังเกตได้จากสินค้าที่กลุ่มนำไปออกจำหน่ายสามารถจำหน่ายได้ทุกครั้ง และมีขอการสั่งซื้ออย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2-1 แสดงการลงพื้นที่สำรวจความต้องการของกลุ่มผลิตทองม้วนป่าขาล หรือกลุ่มสตรีสหกรณ์ บ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอลำดัก จังหวัดเพชรบูรณ์

2.6 การศึกษาวิธีการดำเนินงาน

การศึกษาวิธีการดำเนินการดำเนินงานมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาวิธีการดำเนินงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม ดังที่กล่าวมาข้างต้น ขั้นตอนวิธีการศึกษาการทำงานเป็นสิ่งที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน ดำเนินการเป็นขั้นตอนจะใช้ประสบการณ์ และทักษะต่างๆมาช่วยให้เกิดประโยชน์แก่การดำเนินงานวิจัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องทำทองม้วนให้มีคุณสมบัติที่ดี เหมาะสมแก่การใช้งาน สะดวก รวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยขั้นตอนของการศึกษาวิธีการดำเนินงานสามารถสรุปได้ 8 ขั้นตอนประกอบไปด้วย

- 1) การเลือกงาน
- 2) การเก็บข้อมูลวิธีการดำเนินงาน
- 3) การวิเคราะห์วิธีการดำเนินงาน

- 4) การปรับปรุงวิธีการดำเนินงาน
- 5) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากเครื่องเดิมและเครื่องที่ทำการพัฒนาแล้ว
- 6) การพัฒนามาตรฐานของการดำเนินงาน
- 7) การส่งเสริมให้ใช้วิธีการดำเนินงานที่ปรับปรุงแล้ว
- 8) การติดตามผลงานที่มีการปรับปรุงแล้ว

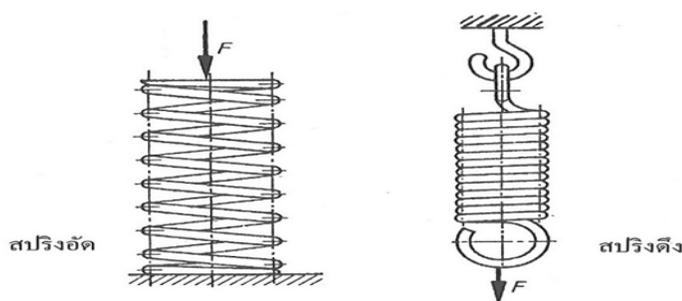
2.7 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล

2.7.1 สปริง (Spring)

สปริงเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่รับภาระแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบยืดหยุ่นงานที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปนี้จะเป็นพลังงานศักย์ที่สะสมในสปริง เมื่อคลายภาระที่กระทำต่อสปริงออก พลังงานนี้ก็จะสูญหายไป หน้าที่การทำงานของสปริงก็คือ การรับแรงกระแทก แรงสั่นสะเทือน (ระบบกันสะเทือนของยานยนต์, ยางสปริงในคลัตช์, สปริงคลัตช์) ในกระบอกสูบนิวแมติกส์จะมีสปริงช่วยดันให้ลูกสูบกลับสู่ตำแหน่งเดิม, เป็นพลังงานกอดอัดสะสมช่วยในการพาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลให้หมุนตามและสปริงหากแบ่งตามชนิดของภาระ จะแบ่งได้เป็น สปริงอัด, สปริงดึง, สปริงค้ำ และสปริงหมุนบิด แต่หากพิจารณาถึงรูปร่างภายนอกของสปริง จะแบ่งได้เป็นสปริงขด, สปริงขดกันหอยมสปริงแผ่น, สปริงแบบเพลลาบิด (Torsion Bar), สปริงจาน, สปริงวงแหวน และสปริงนิวแมติกส์

1) สปริงขด

ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างทรงกระบอกจะนำมาใช้งานเป็นสปริงดึงและสปริงค้ำ (ดูรูปที่ 2.2) ที่มีเส้นโค้งแสดงคุณสมบัติที่ส่วนใหญ่เป็นเส้นตรง และนำมาใช้งานให้ยืดหดที่ระยะทางเคลื่อนที่ได้มาก สปริงขดส่วนมากจะได้จากการม้วนขึ้นรูปลวดเหล็กกล้าสปริง

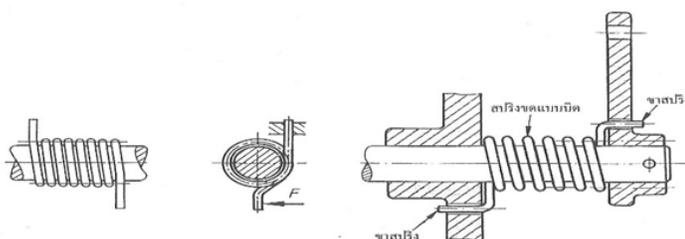


รูปที่ 2-2 สปริงขด

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัญญัติ (2542 : 262)

2) สปริงชนิดแบบบิด (แบบมีขาขึ้น)

ตาม DIN 2088 เป็นสปริงที่มีรูปร่าง(ส่วนใหญ่)เป็นขดทรงกระบอก ลวดเหล็กกล้าสปริงจะทำการม้วนขึ้นรูปบนแท่งเหล็กกลมทรงกระบอก โดยที่ปลายจะคดขึ้นรูปเป็นขาขึ้น ออกมาตามแต่จุดประสงค์การใช้งาน เช่น ใช้ทำหน้าที่เป็นสปริงดึงขึ้นส่วนให้กลับมาที่เดิมในกลไกต่างๆ เป็นแขนหนีบริดตะกร้าหรือกระเป๋านรถจักรยาน เป็นต้น

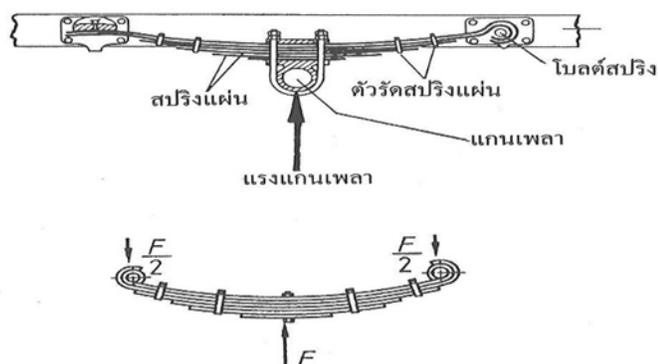


รูปที่ 2-3 สปริงชนิดแบบบิด (แบบมีขาขึ้น)

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัญญัติ (2542 : 263)

3) สปริงแผ่น

เป็นสปริงที่ใช้รับภาระตัดโดยตรง ผลิตจากเหล็กกล้าแผ่นแถบเป็นรูปร่างแตกต่างกัน ในงานกลไกที่เที่ยงตรงจะใช้ทำเป็นแผ่นสปริงคอนแทกหรือสปริงดีดกลับตำแหน่งเดิม เป็นต้น สปริงแผ่นหนามีการนำมาวางเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ แล้วมีตัวรัดให้อยู่ด้วยกันเป็นชุดจะเรียกว่า แหนบสปริง ที่ใช้รองรับการกระเทือนของรถยนต์บรรทุกหนัก ในรางรถ, รถไฟ (ดูรูปที่ 2-4)

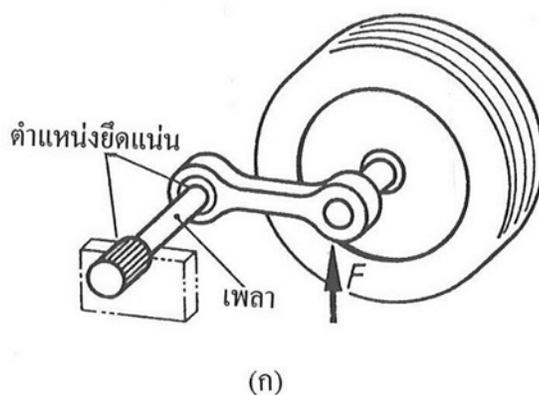


รูปที่ 2-4 สปริงแผ่น

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 263)

4) สปริงแบบเพลลาบิด (Torsion Bar)

ส่วนใหญ่จะเป็นเพลลากลมที่ปลายเพลลาด้านหนึ่งจะยึดแน่น ส่วนอีกด้านหนึ่งจะยึดต่อกับแขนและมีแรงกระทำที่ทำให้เพลลาบิดแบบหมุนตัว ที่ใช้กับยานยนต์ในการรับแรงสั่นสะเทือนจากแกนเพลลาล้อ หรือใช้ในการวัดโมเมนต์บิดของประแจโมเมนต์



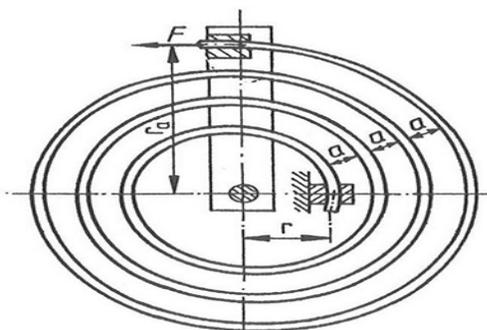
รูปที่ 2-5 สปริงแบบเพลลาบิด (Torsion Bar)

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 264)

5) สปริงขดกันหอย

เป็นสปริงคัดชนิดหนึ่งส่วนใหญ่จะผลิตจากเหล็กกล้าสปริง มีภาคตัดขวางเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากแล้วม้วนขึ้นรูปเป็นขดกันหอย ระยะห่างของขดกันหอยจะแปรผันอย่างเป็นสัดส่วนกับ

มุมหมุนบิด สปริงนี้จะใช้เป็นสปริงดึงกลับตำแหน่งเดิมในอุปกรณ์วัดทางอุตสาหกรรม, เป็นสปริง
 สะสมกำลังงานของระบบนาฬิกาและในระบบกลัตซ์แบบหมุนบิดยืดหยุ่นได้

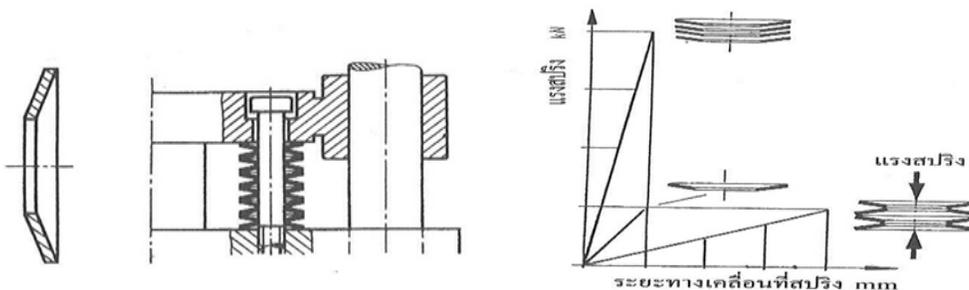


รูปที่ 2-6 สปริงขดกันหอย

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 264)

6) สปริงงาน

เป็นสปริงรับแรงกดที่มีรูปร่างเป็นวงแหวนรูปทรงรียาวที่สามารถรับแรงตาม
 แนวแกนได้ (ดูรูปที่ 2-12) สปริงนี้เหมาะสำหรับให้รับแรงมากโดยมีระยะการยุบตัวน้อย เส้นแสดง
 คุณสมบัติของสปริงงานแต่ละตัวจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งลาดลง (Degressive) ในการประกอบสปริง
 งานสามารถที่จะให้เรียงซ้อนกันในทิศทางเดียวกัน หรือให้สลับทิศทางกันในแกนเสา ดังรูปที่ 2-7
 (ซ้าย) ได้ การเรียงซ้อนกันในทิศทางเดียวกันจะทำให้ระยะกดของสปริงน้อยกว่าแบบเรียงสลับทิศทาง
 กัน สปริงงานจะนำมาใช้งาน เช่น ในงานแม่พิมพ์, งานเครื่องจักรกล และงานจิก-ฟิกเจอร์ เป็นต้น



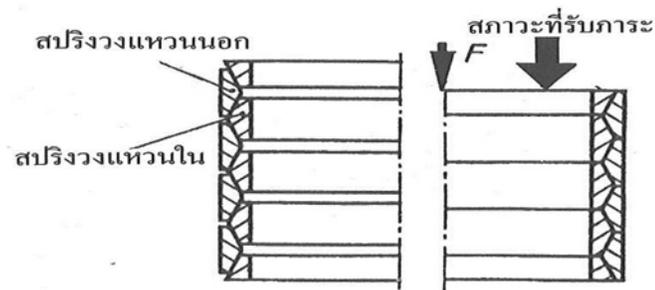
รูปที่ 2-7 สปริงงาน

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 265)

7) สปริงวงแหวน

เป็นสปริงที่ทำจากเหล็กกล้าสปริงวงแหวนแบบไม่มีปลาย (รอยต่อ) ที่มีผิวเรียง
 สัมผัสกัน (ดูรูปที่ 2-7) เมื่อสปริงนี้รับภาระตามแนวแกนจะทำให้แหวนนอกขยายตัวออกอย่างยืดหยุ่น

ในขณะที่แหวนในจะกดอัดเข้าหากันอย่างยืดหยุ่นเช่นกันสปริงวงแหวนจะสามารถรับภาระจนกระทั่งผิวแหวนในและนอกสัมผัสแนบสนิท ดังรูปที่ 2-8 ขวามือ เนื่องจากผิวเรียบของแหวนที่มีความเสียดทานอยู่จะช่วยทำให้การดัดและการกระแทกและสิ้นสะเก็อนได้ดีสปริงนี้จะใช้ในการรองรับชิ้นงานรีดในโรงรีด และในหัวรถจักรหรือในรถราง เป็นต้น

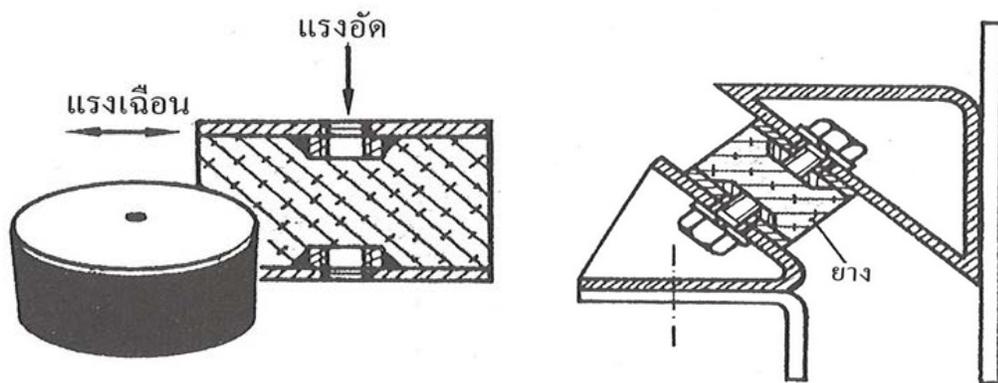


รูปที่ 2-8 สปริงวงแหวน

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 266)

8) สปริงยาง

สปริงนี้ผลิตจากยางสังเคราะห์ ส่วนใหญ่จะนำสปริงนี้มาใช้งานรับภาระสิ้นสะเก็อนและการกระแทก เช่น ในคัปปลิ่ง ยางสังเคราะห์นี้จะนำมาวัลเคไนซ์ให้ยึดกับแผ่นโลหะหรือการใช้กาวยึดระหว่างยางกับแผ่นโลหะที่สามารถรับภาระการเหือนและการอัดได้ (ดูรูปที่ 2-9)



รูปที่ 2-9 สปริงยาง

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 266)

ดังนั้นเครื่องทำไม้ไถ่อย่างจึงเลือกใช้สปริงแบบชนิดใช้ทำหน้าที่เป็นสปริงดึงชิ้นส่วนให้กลับมาที่เดิมในกลไกต่าง ๆ

2.7.2 สเตนเลส หรือตามศัพท์บัญญัติเรียกว่า เหล็กกล้าไร้สนิม เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ (น้อยกว่า 2%) ของน้ำหนัก มีส่วนผสมของโครเมียม อย่างน้อย 10.5% กำเนิดขึ้นในปี พ.ศ.1903 เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบว่า การเติมนิเกิล โมบิลินัม ไททาเนียม ไนโอเนียม หรือโลหะอื่นแตกต่างกันไปตามชนิด ของคุณสมบัติเชิงกล และการใช้ลงในเหล็กกล้าธรรมดา ทำให้เหล็กกล้ามีความต้านทานการเกิดสนิมได้ ประเภทของสเตนเลสแบ่งได้ 5 ชนิดหลัก

1) เกรด ออสเทนิติก (Austenitic) แม่เหล็กดูดไม่ติด นอกจากส่วนผสมของโครเมียม 18%แล้ว ยังมีนิเกิลที่ช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนอีกด้วย ชนิดออสเทนิติกเป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางมากที่สุด ในบรรดาสเตนเลสด้วยกัน ส่วนออสเทนิติกที่มีโครเมียมผสมอยู่สูง 20% ถึง 25% และนิเกิล 1%ถึง 20% จะสามารถทนการเกิดออกซิไดซ์ได้ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งใช้ในส่วนของประกอบของเตาหลอม ท่อนำความร้อน และแผ่นกันความร้อนในเครื่องยนต์ จะเรียกว่า เหล็กกล้าไร้สนิม ชนิดทนความร้อน (Heat Resisting Steel)

2) เกรดเฟอร์ริติก (Ferritic) แม่เหล็กดูดติด มีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำ และมีโครเมียมเป็นส่วนผสมหลัก คือประมาณ 13% หรือ 17%

3) เกรดมาร์เทนซิติค (Martensitic) แม่เหล็กดูดติด โดยทั่วไปจะมีโครเมียมผสมอยู่ 12%และมีส่วนผสมของคาร์บอนในระดับปานกลาง มักนำไปใช้ทำส้อม มีด เครื่องมือตัด และเครื่องมือวิศวกรอื่นๆ ซึ่งต้องการคุณสมบัติเด่นในด้าน การต้านทานการสึกกร่อน และ ความแข็งแรงทนทาน

4) เกรดดูเพล็กซ์ (Duplex) แม่เหล็กดูดติด มีโครงสร้างผสมระหว่างเฟอร์ไรต์และออสเตไนต์ มีโครเมียมผสมอยู่ประมาณ 18-28% และนิเกิล 4.5-8% เหล็กชนิดนี้มักถูกนำไปใช้งานที่มีคลอรินสูงเพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อนแบบรูเข็ม (Pitting corrosion) และช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ที่เป็นรอยร้าวอันเนื่องมาจากแรงกดดัน (Stress corrosion cracking resistance)

5) เหล็กกล้าชุบแข็งแบบตกผลึก (Precipitation Hardening Steel) มีโครเมียมผสมอยู่ 17% และมีนิเกิล ทองแดง และไนโอเบียมผสมอยู่ด้วย เนื่องจากเหล็กชนิดนี้สามารถชุบแข็งได้ในคราวเดียว จึงเหมาะสำหรับทำแกน บั้ม หัววาล์ว และส่วนประกอบของอากาศยาน สเตนเลส สตีล ที่นิยมใช้ทั่วไปคือ ออสเทนิก และเฟอร์ริติก ซึ่งคิดเป็น 95%ของเหล็กกล้าไร้สนิม ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน สเตนเลสสตีลไม่ใช่อัลลอยด์เพียงอย่างเดียว แต่ถูกจัดอยู่ในชนิดของเหล็ก อัลลอยด์จะมี

ส่วนประกอบเป็นโครเมียมอย่างน้อย 10.5% ส่วนประกอบอื่นๆ ได้ถูกผสมเพิ่มขึ้นมาเพื่อเพิ่มการป้องกันการเกิดสนิมและการเกิดความร้อนได้ดีขึ้น เพิ่มคุณสมบัติทางกลไกและส่วนผสมใหม่ๆ เข้าไป ดังนั้นสแตนเลสจึงมีมากกว่า 50 ชนิด โดยถูกกำหนดขึ้นโดยองค์กร the American Iron and Steel Institute(AISI) การแยกชนิดของสแตนเลสโดยทั่วไปแล้วมีอยู่ 3 ข้อคือ

- 1) ส่วนประกอบทางเทคนิคของโลหะ
- 2) ระบบเรียงลำดับของ AISI
- 3) การจัดกลุ่มเดียวกันของระบบเรียงลำดับ ได้ถูกพัฒนาโดยองค์กรของอเมริกาที่ทำหน้าที่ทดสอบแร่ธาตุ(ASTM)และองค์กรยานยนต์วิศวกรรม โดยจะกำหนดตัวเลขให้กับโลหะและอัลลอยด์ทุกชนิด

2.7.2.1 ประเภทของอัลลอยด์

- 1) เบอร์ 304 เป็นสแตนเลสสตีลพื้นฐานที่ใช้ในการตกแต่งเพื่อความสวยงาม ชนิดนี้ง่ายต่อการขึ้นรูปและป้องกันการเกิดสนิมได้เป็นอย่างดี
- 2) เบอร์ 304L เป็นสแตนเลสสตีลเบอร์ 304 ที่ใช้คาร์บอนเป็นส่วนประกอบน้อยลงมา ใช้ในงานการเชื่อมอย่างกว้างขวาง
- 3) เบอร์ 316 ถูกออกแบบให้มาป้องกันการเกิดสนิมได้เป็นอย่างดี ถูกใช้ในงานอุตสาหกรรมหนักและสถานที่ใกล้ทะเล
- 4) เบอร์ 316L เป็นสแตนเลสสตีลเบอร์ 316 ที่มีส่วนประกอบของคาร์บอนน้อยลงมา
- 5) เบอร์ 430 เป็นสแตนเลสสตีลที่ใช้โครเมียมเป็นส่วนประกอบ 100% และมีโอกาสเกิดสนิมน้อยกว่าเบอร์300 พวกนี้นิยมใช้ตกแต่งภายใน

คุณลักษณะภายนอกของสแตนเลสแล้วเกือบทุกเกรดล้วนคล้ายคลึงทั้งนี้แล้วยังมีสแตนเลสเกรดต่ำที่มีโอกาสของการขึ้นสนิมได้สูงอีกเช่นสแตนเลสเบอร์201 เป็นต้น ดังนั้นควรที่จะเลือกซื้อที่ร้านค้าที่ไว้วางใจได้นะครับ

2.7.2.2 คุณสมบัติทั่วไป และ คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพของสแตนเลส เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุประเภทอื่น ค่าที่แสดงในตารางที่1 เป็นเพียงค่าประมาณ เนื่องจากการเปรียบเทียบทำได้ยาก ค่าความหนาแน่นสูงของสแตนเลสแตกต่างจากวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด ในส่วนของคุณสมบัติเกี่ยวกับความร้อนความสามารถ ทนความร้อนของสแตนเลส มีข้อสังเกต 3 ประการคือ

1) การที่มีจุดหลอมเหลวสูง ทำให้มีอัตราความคืบดี เมื่อเทียบกับเซรามิกที่อุณหภูมิต่ำกว่า 1000 องศา C

2) การที่มีค่านำความร้อนระดับปานกลาง ทำให้สแตนเลสเหมาะที่จะใช้ในงานที่ต้องทนความร้อน (คอนเทนเนอร์) หรือต้องการคุณสมบัตินำความร้อนได้ดี (เครื่องถ่ายความร้อน)

3) การมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวระดับปานกลาง จึงสามารถใช้ความยาวมากๆ ได้ โดยใช้ตัวเชื่อมน้อย (เช่น ในการทำหลังคา)

2.7.2.3 ความต้านทานการกัดกร่อน

เหตุใด? สแตนเลสจึงทนต่อการกัดกร่อนได้ โลหะทุกชนิดทั่วไปจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นฟิล์มออกไซด์บนผิวโลหะ หรือออกไซด์ ที่เกิดบนผิวเหล็กทั่วไป จะทำปฏิกิริยาออกซิไดซ์ และทำให้เกิดสภาพพื้นผิวเหล็กผุกร่อน ที่เราเรียกว่า เป็นสนิม แต่สแตนเลสมีโครเมียมผสมอยู่ 10.5% ขึ้นไป ทำให้คุณสมบัติของฟิล์มออกไซด์บนพื้นผิวเปลี่ยนแปลงไป กลายเป็นฟิล์มปกป้อง หรือพาสซีฟเลเยอร์ (Passive Layer) ที่เหมือนเกราะป้องกัน การกัดกร่อน ซึ่งปรากฏการณ์นี้เรียกว่า พาสซีวิตี (Passivity) ฟิล์มปกป้องนี้จะมีขนาดบางมาก (สำหรับแผ่นสแตนเลสบางขนาด 1 มม. ฟิล์มหรือพาสซีฟ เลเยอร์นี้ จะมีความบางเทียบเท่ากับวงกระดาษ 1 แผ่น บนตึกสูง 20 ชั้น) และมองตาเปล่าไม่เห็นฟิล์มนี้จะเกาะติดแน่น และทำหน้าที่ปกป้องสแตนเลส จากการกัดกร่อนทั้งหมด หากนำไปผลิตแปรรูปหรือใช้งานในสภาพเหมาะสม เมื่อเกิดมีการขีดข่วน ฟิล์มปกป้องนี้จะสร้างขึ้นใหม่ได้เองตลอดเวลา

ความคงทนของพาสซีฟเลเยอร์ เป็นปัจจัยหลักของความต้านทานการกัดกร่อนของสแตนเลส นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับสภาพการกัดกร่อนอันได้แก่ ความรุนแรง ของปฏิกิริยาออกซิไดซ์ ความเป็นกรดปริมาณสารละลายคลอไรด์ และอุณหภูมิ โดยทั่วไปแล้วการเพิ่มปริมาณ โครเมียมจะช่วยเพิ่มความต้านทาน การกัดกร่อนของสแตนเลส การเติมนิเกิลจะช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน โดยทั่วไป ให้ทนสภาวะกัดกร่อนรุนแรงได้ ส่วนโมลิบดีนัมจะช่วยเพิ่ม ความต้านทานการกัดกร่อนเฉพาะที่ เช่น การกัดกร่อนแบบรูเข็ม (Pitting Corrosion)

ในทางปฏิบัติ สแตนเลสชนิดเฟอร์ริติก มีการใช้งานจำกัดในสภาพการกัดกร่อนปานกลางและในสภาพชนบท ทั้งชนิดเฟอร์ริติกและออสเทนนิติก สามารถใช้ทำ อุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวเรือนได้แต่เนื่องจากชนิดออสเทนนิติกสามารถทนการกัดกร่อนได้ดี และทำความสะอาดง่าย จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องดื่ม นอกจากนี้ชนิดออสเทนนิติกยังทนการกัดกร่อนจากสารเคมี

หลายประเภทได้แก่ กรด, อัลคาลายด์ เป็นต้น ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรมเคมี

2.7.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพลาสติก

พลาสติกเป็นผลผลิตจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ด้วยวิธีการสังเคราะห์จากวัตถุดิบ เช่น น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน เป็นวัสดุอินทรีย์ เพราะเกิดจากการรวมตัวของคาร์บอน ยกเว้น พลาสติกซิลิโคน (แทนที่จะเป็นคาร์บอนกลับเป็นซิลิคอน) พลาสติกมีหลายแบบ เช่น โพลีเอทีลีน และไนลอน เป็นต้น พลาสติกแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พลาสติกอ่อน (Thermoplastics) และพลาสติกแข็ง (Thermosetting plastic) ส่วนอีลาสโตเมอร์หรือยางเป็นโพลิเมอร์ที่มีลักษณะยืดหยุ่น (elastical) ได้มากเมื่อออกแรงดึงและกลับมาอยู่ในสภาพเดิมเมื่อปล่อยแรงดึง

2.7.3.1 พลาสติกอ่อน

เป็นพลาสติกที่สามารถทำให้หลอมเหลวหรือเปลี่ยนรูปได้ด้วยความร้อน และจะแข็งแรง เมื่อทำให้เย็น พลาสติกนี้จึงสามารถรีไซเคิลได้ตลอดโดยสมบัติไม่เปลี่ยนแปลง

1) โพลีเอทีลีน (Polyethylene) อักษรย่อ PE ไม่มีสี แสงผ่านได้ หรือมีสีขาวหรือสีเหมือนนม ย้อมสีได้ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- โพลีเอทีลีนอ่อน ความหนาแน่น 0.92 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จะใช้กรรมวิธีการผลิตที่มีความดันสูงมาก มีความอ่อน หยุนตัว มีความต้านแรงดึง 10 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

- โพลีเอทีลีนแข็ง ความหนาแน่น 0.94 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความแข็งแต่ยืดหยุ่นตัว มีความต้านแรงดึง 25 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

2) โพลีโพรไพลีน (Polypropylene) อักษรย่อ PP มีความหนาแน่น 0.89 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องซักผ้า ชิ้นส่วนรถยนต์

3) โพลีนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride) อักษรย่อ PVC ไม่มีสี โปร่งใส ย้อมสีได้ ความหนาแน่น 1.35 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ทำหนังเทียม ฟองน้ำแผ่นเช็ดโต๊ะ ท่อ สายพลาสติก รองเท้าหุ้มขา ถูมือป้องกัน สายพานลำเลียง สายเคเบิล มีความต้านแรงดึง 25 – 50 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

4) โพลีสไตรีน (Polystyrene) อักษรย่อ PS มีความหนาแน่น 1.05 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในสภาพบริสุทธิ์จะมีสี โปร่งใส ใช้ทำตู้กระจก กระจ้ออง มีผิวเป็นเงาวาว ย้อมสีได้แข็งและเปาะ ไวต่อแรงกระแทกและแรงทุบ มีความต้านแรงดึง 55 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

5) สไตรีน – บิวตาไดน (Styrene - butadiene) อักษรย่อ SB ความหนาแน่น 1.05 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความเหนียวทนทานต่อแรงทุบ ใช้ผลิตฝาปิดเครื่องจักร ปุ่มกด ภาชนะขนส่ง ชิ้นส่วนทางไฟฟ้า มีความต้านแรงดึง 56 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

6) อะคริโลไนไทรล์ – บิวตาไดน – สไตรีน (Acrylonitrile – butadiene - styrene) อักษรย่อ ABS ความหนาแน่น 1.05 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความเหนียวทนต่อการทุบตีอย่างดี ใช้ผลิตใบพัดลม หมวกกันน้อค มีความต้านแรงดึง 56 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

7) อะคริลิกกลาส (Polymethylmethacrylate) อักษรย่อ PMMA ไม่มีสีใสเหมือนแก้ว มีผิวเป็นเงาวาว แข็งและเหนียว ไม่มีแตกกระจาย ความหนาแน่น 1.058 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ทนต่อแดด ใช้ทำแผ่นแก้วนิรภัย อุปกรณ์เขียน แบบอุปกรณ์เครื่องวัด ฝาครอบไฟท้ายรถยนต์ มีความต้านแรงดึง 70 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

8) โพลีเอไมด์ (Polyamide) อักษรย่อ PA มีสีขาวเหมือนนม ย้อมสีได้แข็งและเหนียว มีความต้านแรงดึงสูง ทนต่อการดัดเสียทาน ความหนาแน่น 1.20 – 1.21 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ทำเฟือง ร่องเพลารางลื่น ลูกกลิ้งนำร่อง พู่เลย์ มีความต้านแรงดึง 70 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

9) โพลีเตตราฟลูออโรเอทิลีน (Polytetrafluoroethylene) อักษรย่อ PTFE มีสีขาวเหมือนนม สัมผัสผิวจะมัน อ่อน หยุนตัว และเหนียว ความหนาแน่น 2.0 – 2.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ทำร่องเพลลาที่ไม่ต้องใช้น้ำมันหล่อลื่น ลื่น ปะเก็น มีความต้านแรงดึง 30 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

10) โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) อักษรย่อ PC ใสเหมือนแก้ว ผิวเป็นเงาวาว ย้อมสีได้ แข็ง เหนียวทนทานต่อการทุบ ความหนาแน่น 1.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ทำตัวเรือนอุปกรณ์ไฟฟ้า ใบพัดลม สวิตซ์ไฟฟ้า ปลั๊กเสียบ มีความต้านแรงดึง 70 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

2.7.4 รอก (Pulley)

ลูกรอกเป็นวิวัฒนาการมาจากลูกล้อ และมีความมุ่งหมายที่จะลดความฝืดในการเปลี่ยนทิศทางของแรง เช่น ลูกรอกบนยอดเสาธง ช่วยเปลี่ยนทิศแรงที่คนชักเชือกกลงให้เป็นแรง

นุดขงขึ้น และลดความเสียดทานระหว่างเชือกกับเสาธง การใช้ลูกรอกเพียงลูกเดียว ไม่อาจจะช่วยผ่อนแรงได้ แต่ถ้าใช้ลูกรอกสองลูกให้ลูกบนเป็นลูกที่ตรึงติด ลูกล่างเคลื่อนที่ได้ ผูกเชือกกับรอกลูกบนแล้วคล้องกับรอกลูกล่าง เอาเชือกกลับขึ้นไปพาดกับรอกลูกบนอีกในลักษณะนี้ น้ำหนักถูกแขวนไว้ด้วยเชือกสองเส้น แรงดึงในเชือกแต่ละเส้นจึงเท่ากับครึ่งเดียวของน้ำหนักที่ยกและเท่ากับแรง ที่ใช้หูดยก ดังนั้น ถ้าเพิ่มจำนวนลูกรอกที่ติดตรึงและที่เคลื่อนที่ได้ให้เป็นรอกดับสองดับ คือ ดับบนและดับล่าง รอกดับชุดนั้นก็จะสามารถผ่อนแรงได้มากยิ่งขึ้น อัตราในการผ่อนแรงของรอกดับนั้นขึ้นกับจำนวนเส้นเชือกที่พันทบระหว่างลูกรอก ทั้งสองดับนั้น เช่น มีเชือกสี่เส้นก็จะผ่อนแรงได้สี่เท่า แต่แรงพยายามจะต้องหูดเชือกเป็นความยาวถึงสี่เท่าของระยะที่น้ำหนักนั้นถูก ยกขึ้นไป บันจั้นที่ใช้ตามท่าเรือ หรือสถานที่ก่อสร้าง ก็คือ เครื่องจักรกลแบบง่าย ๆ ซึ่งใช้เครื่องผ่อนแรงแบบลูกรอก รวมกับระบบผ่อนแรงแบบอื่นๆ เข้าไว้ในเครื่องเดียวกัน รอก คือ เครื่องกลที่ช่วยอำนวยความสะดวก หรือช่วยผ่อนแรงในการทำงาน แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

- 1) รอกเดี่ยวตายตัว ไม่ผ่อนแรงแต่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงาน
- 2) รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ ผ่อนแรงได้ 2 เท่า
- 3) รอกพวง ผ่อนแรงได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นเชือกที่คล้องผ่าน

รอก

2.7.5 เหล็กแผ่น

แผ่นลายกันลื่น ที่นิยมใช้กันทั่วไปในประเทศไทย ก็คือแผ่นลายดินเป็ดและแผ่นลายดินไก่ หรือ การผลิตแผ่นลายกันลื่นทั้ง 2 ลายนี้ จะมีวิธีการด้วยกัน 2 แบบ และแต่ละวิธีการก็จะได้แผ่นลายกันลื่นที่มีลักษณะต่างกัน ตามวิธีการผลิต ดังนี้

1) แผ่นลายกันลื่น ท้องเว้า – เกิดจากการเอาวัตถุคิที่เป็นแผ่นเรียบ มาบีบให้เกิดรอยนูนขึ้นมา เป็นแผ่นลายดินเป็ด,แผ่นลายดินไก่ที่เรานำไปใช้กัน โดยด้านที่ถูกบีบด้วยแม่พิมพ์ก็จะเว้าลงไปเป็นหลุมรูปลายนั่นๆ ทำให้เราเรียกแผ่นลายกันลื่นประเภทนี้ว่าแผ่นลายกันลื่นท้องเว้า

2) แผ่นลายกันลื่น ท้องเรียบ – เกิดจากการหล่อวัตถุคินั้นใส่ในบล็อกรูปดินเป็ด ดินไก่ เพื่อให้ทำเสร็จออกมาในรูปแผ่นลายดินเป็ด แผ่นลายดินไก่เลย ไม่ต้องนำมาบีบขึ้นลายอีก แผ่นลายกันลื่นที่ผลิตด้วยวิธีนี้จึงมีด้านที่เรียบไป 1 ด้าน เราจึงเรียกกันว่าแผ่นลายกันลื่นชนิดท้องเรียบ

ทั้งนี้แผ่นลายทั้ง 2 ประเภท สามารถใช้ทดแทนกันได้ในงานหลายๆงาน แล้วแต่ความพอใจ และความสะดวกของผู้ใช้

2.7.6 ลวดสลิง

เป็นเชือกประเภทหนึ่งซึ่งประกอบไปด้วยมัดของเส้นลวดโลหะ ที่บิดเป็นเกลียว ในสมัยก่อนนั้นใช้เหล็กคาร์บอนต่ำ เหล็กอ่อน (wrought iron) ในการผลิต ต่อมาในปัจจุบันลวดสลิงเปลี่ยนมาผลิตจากเหล็กกล้า ลวดสลิงนั้นพัฒนามาจากโซ่เหล็กซึ่งมีปัญหาเรื่องการขาดของข้อโซ่ซึ่งทำให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรงมากมาย ในขณะที่การขาดของเส้นลวดที่ใช้ทำสายลวดสลิงนั้นมีผลน้อยกว่า เนื่องจากยังมีลวดเส้นอื่นที่สามารถรับน้ำหนักได้ แรงเสียดทานระหว่างลวดแต่ละเส้นและมัดเส้นลวด ซึ่งเป็นผลมาจากการบิดเกลียว ก็ยังช่วยชดเชยความเสียหายที่เกิดขึ้น

ประวัติความเป็นมาของลวดสลิง

ลวดสลิงสมัยใหม่นั้นคิดค้นโดยวิศวกรเหมืองแร่ชาวเยอรมัน Wilhelm Albert ในระหว่างปี ค.ศ.1831-1834 สำหรับใช้งานในเมืองที่เขา Harz ในเมือง Clausthal ในแคว้น Lower Saxony ประเทศเยอรมนี หลังจากนั้นก็ได้แพร่หลายเนื่องจากคุณสมบัติของลวดสลิงที่เหนือกว่าเชือกปอ หรือโซ่โลหะที่ใช้ก่อนหน้านี้ ลวดสลิงของ Wilhelm Albert ประกอบไปด้วยเส้นลวดที่บิดเกลียวเป็น 6 มัด แล้วก็บิดในอีกทิศทางหนึ่งเพื่อความแข็งแรง แล้วยังห่อด้วยปออีกครึ่งหนึ่ง ในปี ค.ศ.1840 Robert Stirling Newall ชาวสก็อตได้พัฒนาลวดสลิงขึ้นไป โดยต่อมอลวดสลิงได้ถูกใช้ในงานระบบขนส่งกำลังทางกลต่าง ๆ รวมถึงรถกระเช้า ระบบลวดสลิงมีราคาเพียง 1 ใน 10 และมีการสูญเสียกำลังจาก แรงเสียดทานน้อยกว่าระบบเพลาด ด้วยข้อดีนี้ ทำให้ระบบลวดสลิงถูกใช้ในการส่งกำลังในระยะทางไกล ในอเมริกา John A. Roebling ได้ผลิตลวดสลิงสำหรับใช้สร้างสะพานแขวน และพัฒนาการออกแบบ วัสดุและการผลิตลวดสลิงต่อไป

ประเภทของสลิง

สลิงมีหลายประเภทครับแต่ในการตรวจสอบสลิงเรามักจะแบ่งสลิงเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) สลิงโซ่ มีข้อดี คือ มีความแข็งแรงสูง สามารถปรับให้โค้งตามวัสดุที่ยกได้ง่าย หากสลิงโซ่ที่ใช้เป็นโลหะผสมจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษเพราะแรงซ็อกที่เกิดจากการยก จะทำให้สลิงโซ่ขาดได้ ห้ามใช้สลิงผิดวิธีการอย่างเด็ดขาดสลิงโซ่เป็นทางเลือกที่ดี ในการยกของที่มีความร้อน เพราะสามารถทนความร้อนได้ถึง 538 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเป็นโลหะผสมจะทนความร้อนได้ประมาณ 316 องศาเซลเซียส (ผู้ควบคุมการยก ต้องตรวจสอบรายละเอียดจากบริษัทผู้ผลิตก่อน เพราะในการยกของที่

มีความร้อน ความสามารถในการยกของสลิงจะลดลง) ข้อเสีย ของสลิงโซ่ คือ การตรวจสอบค่อนข้างยาก จะต้องตรวจสอบทุกข้อโซ่ ต้องไม่มีร่องรอยการบิดงอ การแตกร้าว

2) สลิ่งลวด ทำมาจากเส้นลวดที่นำมาหมุนพันเป็นเกลียว จากนั้นสลิงในแต่ละเกลียวก็นำไปพันรอบแกนกลาง ซึ่งแกนกลางก็จะมีทั้งชนิดทำจาก Fiber ,ลวดตีเกลียว ,หรือเชือกลวดเหล็กกล้า ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักต่างกัน

3) สลิ่งไฟเบอร์ หรือ สลิ่งสังเคราะห์ บางครั้งก็เรียก Soft Sling หรือ Belt (ในเมืองไทย) ซึ่งมีทั้งแบบแบน แบบกลม ข้อดี ของสลิงประเภทนี้ คือ สามารถบิดงอได้สะดวก ,ราคาถูก ,ไม่ทำให้วัตถุที่ยกเสียหาย ,ลดแรงช็อกที่เกิดจากการยกได้ , ทนความร้อนได้ ประมาณ 80องศาเซลเซียส (ดูคู่มือผู้ผลิตด้วย) ข้อเสีย คือ ไม่ทนทานต่อสารเคมี , ฉีกขาด ง่าย

2.7.7 เหล็กกล่อง หรือ เหล็กแป้น จัดอยู่ในประเภท เหล็กรูปพรรณ เหล็กที่มีรูปร่างแบบต่างๆ เพื่อตอบสนองต่อการใช้งาน โดยมีจุดประสงค์หลักคือ การเพิ่มคุณสมบัติของหน้าตัด เพื่อรับแรงต้านทานการเสียรูปขณะใช้งานได้ดีขึ้น ใช้เป็นเหล็กในโครงสร้างหลักหรือโครงสร้างอื่นๆ เหล็กกล่อง (Steel Tube) 2 ประเภท

1) เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม หรือ เหล็กแป้นโปร่ง (Square Steel Tube) เป็นเหล็ก โครงสร้างรูปพรรณกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีความยาว 6,000 มิลลิเมตร/เส้น มีลักษณะเป็นท่อสี่เหลี่ยม มีมุมฉากที่เรียบคม ไม่มนได้มุมฉาก 90 องศา ผิวเรียบไม่หยาบ ขนาดความยาวต้องวัดได้หน่วยมิลลิเมตรผิดพลาดไม่เกิน 2% ขนาดต้องเท่ากันทุกเส้น เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม เหมาะสำหรับงาน โครงสร้างทั่วไปที่ไม่รับน้ำหนักมาก เช่น เสา,นั่งร้าน เป็นต้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานทั่วไป ทดแทนการใช้ไม้คอนกรีต และเหล็กรูปพรรณชนิดอื่นๆ น้ำหนักเบา และมีคุณสมบัติที่แข็งแรงทนทาน

2) เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน หรือเหล็กแป้นแบน (Rectangular Steel Tube) เป็นเหล็ก โครงสร้างรูปพรรณกลวงแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความยาว 6,000 มิลลิเมตร/เส้น เหล็กแป้นแบน มีลักษณะเป็นท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผิวเรียบไม่หยาบ ขนาดความยาวต้องวัดได้หน่วยมิลลิเมตรผิดพลาดไม่เกิน 2% ขนาดต้องเท่ากันทุกเส้น เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน เหมาะสำหรับงานก่อสร้างทั่วไปที่มีขนาดเล็กและขนาดกลาง เช่น เสา,นั่งร้าน,ประตู เป็นต้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานทั่วไป ทดแทนการใช้ไม้ คอนกรีต และเหล็กรูปพรรณชนิดอื่นๆ น้ำหนักเบา และมีคุณสมบัติที่แข็งแรงทนทาน

2.8 การศึกษาการทำงาน

2.8.1 ความหมายของการศึกษาการทำงาน

การศึกษาการทำงาน (Work study) เป็นคำที่ใช้แทนถึงการศึกษาวิธีการทำงาน (Method study) และ “การวัดผลงาน (Work measurement)” ซึ่งใช้ในการศึกษาอย่างมีระเบียบถึงการทำงานของ คน และพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพและภาวะของการทำงานเพื่อการ ปรับปรุงการทำงานนั้นๆ ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การศึกษาการทำงานจึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการ เพิ่มผลผลิต เราจึงใช้การศึกษาการทำงานนี้มาช่วยในการเพิ่มผลผลิตจากทรัพยากรที่มีอยู่เดิมด้วยค่าใช้จ่าย การลงทุนที่น้อยลง การศึกษาการทำงานเป็นที่รู้จักกันในนามของ การศึกษาการเคลื่อนที่ (Time and Motion Study) แต่เนื่องจากผลงานการวิวัฒนาการทางวิธีการเหล่านี้และผลจากการใช้งานอย่าง กว้างขวาง เราจึงนิยามนามนั้นใหม่ว่า “การศึกษาการทำงาน” แทน ในการใช้วิธีการต่างๆ เพื่อการเพิ่ม ผลผลิตนั้น เรามักจะละเลยต่อการพิจารณาถึงการใช้จ่ายด้านเงินทุนสำหรับโรงงานและเครื่องจักร เรามี สมมติฐานว่าการเพิ่มผลผลิตสูงขึ้นได้โดยการคงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่เท่าเดิม ซึ่งเราจะเพิ่มผลผลิตได้ ด้วยการลงทุนสำหรับเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากกว่าได้เสมอ ปัญหาที่ เกิดขึ้นคือจะเป็นการคุ้มกว่าหรือไม่ถ้าเราจะใช้วิธีการของการศึกษาการทำงานในการเพิ่มผลผลิตให้ สูงขึ้น โดยคงการใช้ทรัพยากรเท่าเดิมแทนการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นด้วยการลงทุนทางด้านเครื่องจักร และอุปกรณ์ในโรงงาน เราจะพบว่า การเพิ่มผลผลิตที่ได้ผลในระยะยาวก็คือการพัฒนาขบวนการผลิต แบบใหม่และติดตั้งโรงงานที่ทันสมัยกว่าพร้อมด้วยอุปกรณ์ที่ทันสมัยและมากกว่า อย่างไรก็ตามสิ่งที่ ต้องเป็นภาระตามมาคือ การลงทุนที่สูงขึ้นพร้อมทั้งการเสียเงินตราต่างประเทศเนื่องจากเราไม่สามารถ ผลิตเครื่องจักรได้เอง จึงต้องสั่งเครื่องจักรและอุปกรณ์จากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีผลทำให้อัตรา การว่าจ้างแรงงานน้อยลง ทำให้คนว่างงานมีมากขึ้น การศึกษาการทำงานเป็นวิธีการเพิ่มผลผลิตให้ สูงขึ้น ด้วยการวิเคราะห์ขบวนการทำงานที่เป็นอยู่อย่างมีระเบียบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน ให้ดีขึ้น ดังนั้น การศึกษาการทำงาน จึงเป็นการเพิ่มผลผลิตโดยไม่ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายการลงทุนมากนัก

การศึกษาและการปรับปรุงการทำงานในบริเวณงานที่ไม่ใช่ของใหม่ ผู้จัดการที่ดีในอดีตเคย ศึกษาและปรับปรุงมาแล้ว โดยเฉพาะผู้จัดการที่มีความสามารถทำให้งานก้าวหน้าไปอย่างเห็นได้ชัด แต่ เป็นที่น่าเสียดายว่าผู้จัดการที่ดีๆ อย่างนั้นหาได้ยาก คุณค่าเบื้องต้นของการศึกษาการทำงานจึงมีส่วน ช่วยให้ผู้จัดการในหน่วยงานหนึ่ง สามารถดำเนินงานอย่างได้ผลดีเท่ากับผู้จัดการที่ชาญฉลาดในอดีตซึ่ง ทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผนน้อยกว่า การศึกษาการทำงานประสบความสำเร็จมาได้เพราะความมี ระบบงานที่ดีทั้งระยะการศึกษาปัญหาและระยะขั้นตอนของการพัฒนาการขอแนวการแก้ไขปัญหา

นั้นๆ การศึกษาปัญหาอย่างมีระบบนั้นเสียเวลามาก งานศึกษาการทำงานและงานทางการจัดการจึงต้องแยกกันทำ ผู้จัดการ โรงงานหรือหัวหน้างานมีภาระปัญหาทางด้านวัสดุและแรงงานพอสมควรอยู่แล้วจึงไม่มีเวลาพอที่จะศึกษางานใดงานหนึ่ง โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่นานพอที่จะทำการปรับปรุงงานนั้นๆ ได้ ทั้งนี้เนื่องจากเข้าไม่สามารถที่จะได้ข้อเท็จจริงที่ต้องการมากพอ ถึงแม้ว่าข้อเท็จจริงต่างๆ เป็นรายงานที่เขาก็คงไม่มีความมั่นใจพอเพียงเกี่ยวกับความถูกต้องของข้อมูลเหล่านั้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆ การควบคุมดูแลและการศึกษาอยู่ตลอดเวลาอย่างตั้งใจเท่านั้นจึงจะได้ข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง ดังนั้น การศึกษาการทำงานจึงควรเป็นหน้าที่รับผิดชอบของบุคคลหนึ่งหรือคณะบุคคลซึ่งไม่มีหน้าที่บริหารใดๆอยู่ด้วย การศึกษาการทำงานพึงเป็นบริการที่จะให้แก่ฝ่ายจัดการและควบคุมงาน

2.8.2 การศึกษาการทำงานนั้นมีคุณค่าพอสรุปได้ดังนี้

2.8.2.1 การศึกษาการทำงานเป็นเครื่องมือช่วยในการเพิ่มผลผลิตในโรงงานหรือหน่วยงานหนึ่งโดยการจัดระบบงานให้ใหม่ ซึ่งเป็นวิธีที่ลงทุนเกี่ยวกับเครื่องจักรและอุปกรณ์โรงงานต่ำ

2.8.2.2 การศึกษาการทำงานมีลักษณะเป็นระบบงานซึ่งมีผลทำให้เราไม่มองข้ามองค์ประกอบที่จะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานไป ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ระบบงานเดิมหรือการพัฒนางานใหม่ รวมถึงข้อเท็จจริงต่างๆในระบบงานนั้นๆ

2.8.2.3 การศึกษาการทำงานเป็นเครื่องมือในการกำหนดมาตรฐานของงานซึ่งจะใช้ประโยชน์ในการวางแผนและควบคุมการผลิต

2.8.2.4 การศึกษาการทำงานช่วยให้เกิดการประหยัดตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงช่วงระยะเวลาการทำงานที่ได้ปรับปรุงไปแล้ว

2.8.2.5 การศึกษาการทำงานใช้ได้ในทุกโอกาสและสถานที่ ไม่ว่าจะเป็นงานที่ทำด้วยมือหรือเครื่องจักรกล ไม่ว่าจะอยู่ในโรงงานหรืออยู่ในสำนักงาน แม้กระทั่งในคลังสินค้า ในห้องปฏิบัติการหรืออุตสาหกรรมการให้บริการต่างๆ

2.8.2.6 การศึกษาการทำงานเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ฝ่ายจัดการเข้าใจลักษณะปัญหาของงานอย่างดีที่สุดจึงใช้เป็นอาวุธในการพิชิตงานไว้ประสิทธิภาพและความบกพร่องในหน่วยงานต่างๆได้

โดยเหตุผลที่ว่าการศึกษาการทำงานมีระบบงานและการศึกษาองค์ประกอบต่างๆที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการทำงานโดยตรง ข้อบกพร่องต่างๆของส่วนของงานต่างๆ จะปรากฏขึ้นให้เห็นเช่น จากการสังเกตการณ์เราอาจจะพบว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตเสียไปเป็นการรอการจัดหาวัสดุที่ขาด

ไปหรือจากการที่เครื่องจักรหยุดชะงัก จุดที่ชี้ให้เห็นถึงความบกพร่องของการควบคุมวัสดุหรือความผิดพลาดในด้านงานวิศวกรซ่อมบำรุง ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร เวลาอาจจะสูญเสียไปเนื่องด้วยวัฏจักรของงานต่ำทำให้ต้องปรับเครื่องจักรบ่อยครั้ง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากความบกพร่องทางการวางแผนการผลิตหรือนโยบายการตลาด ซึ่งการศึกษาการทำงานเปรียบเสมือนมีคัมภีร์ใช้ดีแก่ส่วนต่างๆของบริษัท และภาระหน้าที่ของแต่ละส่วนงานว่าดีหรือเลวอย่างไร เราจึงต้องใช้การศึกษาการทำงานในลักษณะเดียวกันกับการใช้มีคัมภีร์ด้วยความชำนาญและระมัดระวัง ผู้ทำหน้าที่ศึกษาการทำงานจึงจำเป็นต้องแสดงให้เห็นฝ่ายจัดการและฝ่ายแรงงานเข้าใจและยอมรับถึงผลที่จะได้จากการศึกษาการทำงาน มิฉะนั้นแล้วการศึกษาการทำงานก็ไม่มีคามหมายอะไร ผู้จัดการและหัวหน้าคนงานไม่สามารถบรรลุเป้าหมายการประหยัดและปรับปรุงงานอันเป็นผลมาจากการศึกษาการทำงานเพราะไม่สามารถประยุกต์การศึกษาการทำงานให้ใช้งานได้จริง ดังนั้นการประยุกต์เพื่อการใช้งานจึงเป็นประเด็นที่มีความสำคัญอยู่มาก การประหยัดจากหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งมีความหมายไม่มากเมื่อเปรียบเทียบในลักษณะงานทั้งสิ้นขององค์กร ดังนั้นการประยุกต์ใช้งานในทุกๆหน่วยงานจึงเป็นสิ่งจำเป็น การศึกษาการทำงานจะมีผลอย่างเต็มที่ ถ้าทุกหน่วยงานยอมรับและยอมปฏิบัติตามในการลดความสูญเสียทางวัสดุ เวลา และความสามารถของแรงงาน

2.9 การวัดผลงาน

การศึกษาการทำงาน (Work Study) ประกอบด้วยการศึกษาวิธี (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) ในส่วนที่จะนำเสนอต่อจากนี้ไปจะเป็นเนื้อหาส่วนที่เกี่ยวกับการวัดผลงาน ซึ่งจะเป็นการศึกษาเทคนิคต่างๆที่ใช้ในการวัดผลงาน ในบทนี้จะได้กล่าวถึงความเป็นมา เป้าหมาย ประโยชน์ ขั้นตอน และเทคนิคของการวัดผลงาน ซึ่งเป็นบทนำเพื่อไปสู่การศึกษาในส่วนของ การวัดผลงานต่อจากส่วนของการศึกษาวิธีการทำงานที่นำเสนอในบทก่อนๆ

2.9.1 ความเป็นมาของการวัดผลงาน

การวัดผลงานเป็นการพัฒนาการมาจาก “การศึกษาเวลา” ซึ่งบิดาแห่งการศึกษาเวลาคือ ท่าน Federic W. Taylor เป็นผู้บุกเบิกแนวคิดและแนวปฏิบัติในการพยายามใช้เวลามาตรฐานของการทำงานให้เป็นเกณฑ์ในการส่งเสริมการให้เงินจูงใจสำหรับคนงานในโรงงานอุตสาหกรรม ผลของความสำเร็จของท่าน Taylor ทำให้เกิดการยอมรับและใช้งานกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม ควบคู่กับความสำเร็จของท่าน Gilbreths ซึ่งมีผลงานเกิดขึ้นในระยะเวลาใกล้เคียงกันในส่วนของการศึกษา การเคลื่อนที่ จึงมีการนำผลงานทั้งสองส่วนนี้มาพัฒนาเป็นหลักสูตร “การศึกษาการเคลื่อนที่และ

การศึกษาเวลา (Motion and Time Study)” การพัฒนาการด้านเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาการเคลื่อนที่และการศึกษาเวลา มีมาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ขอบข่ายของการศึกษามีการขยายตัวขึ้น พัฒนาเป็นหลักสูตรการศึกษาการทำงาน (Work Study) แทนซึ่งจะมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ การศึกษาวิธีและการวัดผลงาน จึงพอจะสรุปได้ว่าการวัดผลงานคือ การศึกษาเวลาที่พัฒนาขอบข่ายกิจกรรมการศึกษาทั้งด้านเทคนิคและประโยชน์ในการใช้งาน นับแต่ปลายศตวรรษที่ 19 ปรมาจารย์ทางการจัดการสมัยใหม่ เช่น ท่าน Taylor ท่าน Gantt ท่าน Gilbreth และท่านผู้ทรงคุณวุฒิอื่นๆ ได้พยายามพัฒนาและเสนอหลักการทางการจัดการพร้อมด้วยเทคนิคต่างๆที่ใช้ในการออกแบบ เพื่อให้เกิดมาตรฐานและระบบแผนงานระบบดำเนินงาน และระบบการควบคุมในงานการผลิตและบริการ ส่วนที่สำคัญในขั้นตอนของหลักการต่างๆ คือ ต้องมีกระบวนการวัดผลงาน การวัดผลงานจึงเป็นความสนใจของผู้บริหารในอุตสาหกรรมและธุรกิจบริการ เริ่มต้นจากการพัฒนาเทคนิคในการกำหนดเวลามาตรฐานของท่าน Taylor และการศึกษาการเคลื่อนที่ของท่าน Gilbreth การประยุกต์และการพัฒนาทางเทคนิคการวัดผลงานจึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันถึงแม้ว่าเทคนิคทางด้านการใช้เวลาฟรีดีเทอร์มินเกิดขึ้นมากมาย แต่เทคนิคการศึกษาเวลาของท่าน Taylor ก็ยังเป็นเทคนิคที่ใช้งานได้เป็นอย่างดี

2.9.2 เป้าหมายและประโยชน์ของการวัดผลงาน

การให้คำนิยามสำหรับการวัดผลงานไว้ว่า “การวัดผลงาน คือ การกำหนดเวลาทำงานที่เป็นมาตรฐานในการทำงานของคนงานที่มีระดับการทำงานที่เหมาะสม ด้วยเงื่อนไขสภาพการทำงานที่พอเหมาะเพื่อให้ได้ผลงานหนึ่งหน่วย”

“การวัดผลงาน” เป็นเครื่องมือของผู้บริหารในการรับรู้ผลงานของคนงานและความเข้าใจมากขึ้นถึงส่วนประกอบของงานซึ่งต้องใช้เวลาในการทำงาน เช่น รู้ว่างานส่วนใดใช้เวลามากน้อยเพียงใด มีความเหมาะสมของปริมาณเวลาที่ใช้ในงานนั้นๆหรือไม่ ผู้บริหารจะเริ่มรับรู้ข้อมูลส่วนองเวลาทำงานที่เป็นเวลาไร้ประสิทธิภาพและส่วนของเวลาที่เป็นเวลาส่วนเกิน และจะสามารถใช้ข้อมูลการวัดผลงานเป็นแนวทางในการบริหารเวลาให้เกิดประโยชน์ในการบริหารงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อีกหนึ่งคำที่สื่อถึง “การวัดผลงาน” ก็เป็นแนวทางที่ใช้ได้ผลดีที่สุดในการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมโดยการกำหนดหาเวลาที่สูญเสียไปในการทำงาน และช่วยให้สามารถจัดเวลาที่สูญเสียไปเหล่านี้ นอกจากนี้ยังใช้ในการกำหนดเวลามาตรฐาน (Standard Time) ในการทำงาน เพื่อให้ได้ผลผลิตต่อหนึ่งหน่วยเวลามาตรฐาน ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลเวลาทำงานที่เป็นประโยชน์ต่อการบริหารการผลิตอย่างหลากหลาย เป้าหมายของการวัดผลงาน จึงเป็นการกำหนดหาเวลามาตรฐานในการทำงานเพื่อเป็นประโยชน์ด้านการบริหารการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดแผนงานส่งเสริมการ

จ่ายเงินจูงใจ ใช้ในข้อมูลในการเปรียบเทียบผลการศึกษาวิธีการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง ใช้เป็นข้อมูลประกอบการพัฒนาบุคลากรและใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม

2.9.2.1 ประโยชน์ของการวัดผลงานพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1) ใช้วัดผลงานการดำเนินการ
- 2) ใช้กำหนดแผนงาน
- 3) ใช้กำหนดต้นทุนการผลิต
- 4) ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
- 5) ใช้ในการกำหนดแผนงานส่งเสริมการจ่ายเงินจูงใจ
- 6) ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต
- 7) ใช้ในการพัฒนาบุคลากร

ในการวัดผลการดำเนินงาน ผู้บริหารสามารถใช้ประโยชน์ต่อไปถึงการตัดสินใจให้รางวัลคนงาน โดยใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผลงานการดำเนินงาน เงินของคนงาน ใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบผลงานของคนงานในองค์กร เปรียบเทียบวิธีการทำงานของคนงาน ฯลฯ ข้อมูลเวลามาตรฐานต่อหน่วยจะสามารถแปลงเป็นผลงานต่อชั่วโมงต่อวัน ต่อสัปดาห์ หรือต่อเดือนได้ “ผลงานที่วัดได้” ยังใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลสำหรับงานประมาณการต้นทุนและงานการวางแผนงานได้ การกำหนดแผนงานจากข้อมูลการวัดผลงาน ใช้ได้ตั้งแต่การวางแผนการผลิต การกำหนดแผนกำลังคน การจัดการใช้เครื่องจักร การกำหนดแผนการจัดส่งผลิตภัณฑ์ และการกำหนดแผนการตลาด แผนงานเหล่านี้จะจัดทำได้โดยอาศัยข้อมูลจากการวัดผลงาน เป้าหมายการผลิต และองค์ประกอบทางการผลิตอื่นๆ ประโยชน์เนื่องจากการกำหนดแผนการควบคุมการผลิต ทำให้ลดความเสียหายทางการผลิตที่เกิดจากความไม่แน่นอนทางการผลิต ประโยชน์ที่ได้โดยตรงอีกอย่างหนึ่งคือ ช่วยให้สามารถพัฒนาระบบการมาตามเวลาพอดี ซึ่งจะมีผลทำให้ต้นทุนวัสดุคงคลังลดลง ข้อมูลการวัดผลงาน ใช้ประโยชน์ในการกำหนดต้นทุนการผลิตด้านแรงงานผลต่อเนื่องคือ กำหนดราคาสินค้าได้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์ในการจัดทำประมาณการด้านงบประมาณ ค่าใช้จ่ายแรงงาน และใช้ในการควบคุมต้นทุนการผลิต ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต แนวทางการใช้การวัดผลงานคือ การลดเวลาสูญเปล่าดังได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนี้จะพบว่า การจัดสมดุลในสายการผลิตเป็นตัวอย่างที่เห็นได้ชัดในการใช้ประโยชน์ของการวัดผลงาน เมื่อรอบเวลาการผลิตสามารถลดลงได้จากการจัดสมดุลในสายการผลิต ผลผลิตสูงขึ้นและประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้น โดยแท้จริงไม่ว่าใช้ประโยชน์ของการวัดผลงานในด้านใดๆ ผลประโยชน์ต่อเนื่องทางอ้อมจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเป็นส่วนมาก การกำหนดค่าแรงที่

เหมาะสม เป็นส่วนหนึ่งที่เป็นไปได้ต่อเมื่อมีการวัดผลงานกระบวนการในการส่งเสริมจูงใจให้คนงานทำงานได้ดีขึ้นมีผลงานสูงขึ้น คือระบบการจ่ายเงินจูงใจ การวัดผลงาน จึงเป็นกลไกในการกำหนดอัตราค่าจ้างและแผนการจ่ายเงินจูงใจที่เป็นส่วนผลักดันให้ผลผลิตขององค์กรโดยรวมสูงขึ้น และต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงได้ ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต ข้อมูลการวัดผลงานจะเป็นข้อมูลที่ใช้ประกอบการตัดสินใจออกแบบ เปลี่ยนแปลงหรือตัดแปลงบางส่วนของงานที่จะมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเวลาในการผลิตมีผลโดยตรงต่อต้นทุนแรงงาน การออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งส่วนใหญ่จะอิงข้อมูลวัสดุและเครื่องจักร จึงต้องอาศัยข้อมูลการวัดผลงานเพื่อให้เกิดกระบวนการทำงานที่สอดคล้องกับวัสดุและข้อจำกัดด้านการผลิตอื่นๆ ภายหลังจากการศึกษาวิธีการและการวัดผลงานแล้ว จะมีการกำหนดมาตรฐานของงานและวิธีการทำงานและบัญญัติไว้เป็นหลักฐานเอกสารที่ถาวร จะใช้ประโยชน์ได้ในด้านการพัฒนาบุคลากรและสร้างทัศนคติของคนงาน ให้ยอมรับในมาตรฐานของงาน และเวลาทำงานซึ่งผลต่อเนื่องคือ คนงานจะทำงานด้วยวิธีการทำงานที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ปัจจุบันมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องมาตรฐานผลิตภัณฑ์รวมทั้งมาตรฐานการจัดการ ใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้นทุกวัน มาตรฐานดังกล่าวคือการใช้มาตรฐาน ISO9000 ซึ่งความจริงเป็นระบบที่อิงข้อตกลงที่เป็นเอกสารบันทึกเพื่อใช้อ้างอิงได้ แต่ก่อนที่จะเกิดข้อตกลงต่างๆ ได้ข้อมูลมาตรฐานเวลาของการทำงานต่างๆ จะต้องถูกกำหนดขึ้นก่อน การสร้างระบบข้อมูลมาตรฐาน มาตรฐานวิธีการทำงานและมาตรฐานเวลา เก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบประเมินอัตราการทำงานและวัดผลงานจะเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้น บทบาทของการวัดผลงานในส่วนนี้จึงจะเพิ่มอย่างต่อเนื่อง

2.9.3 อุปสรรคของการวัดผลงาน

ในการวัดผลงาน นอกจากเทคนิคการวัดผลที่ใช้และเครื่องมืออุปกรณ์หรือข้อมูลมาตรฐานเวลาแล้ว คนงานที่จะใช้เป็นหุ่นในการเก็บบันทึกข้อมูลเวลาทำงานก็มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของการวัดผลงาน นอกจากนี้ยังมีผลกระทบจากเพื่อนร่วมงานและผู้บังคับบัญชาเบื้องต้นของคนงาน ปัญหาอุปสรรคที่จะทำให้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลงานผิดพลาดหรือเกิดความยุ่งยากในการวัดผลงานก็คือ ทัศนคติที่ผิดๆของคนงานต่อกิจกรรมการวัดผลงาน ทำให้คนงานไม่ให้ความร่วมมือและสร้างปัญหา ในลักษณะของการเข้าใจว่า เมื่อวัดผลงานแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้ความมั่นคงในงานของคนงานลดลง จะเกิดการเพิ่มงานให้ทำ จะเกิดการลดค่าจ้างแรงงานเป็นการลดต้นทุนการผลิต ฯลฯ เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมการวัดผลงาน

2.9.3.1 ต้องอธิบายให้หัวหน้าและคนงานเข้าใจความจำเป็นของการวัดผลงาน

2.9.3.2 ต้องฉลาดในการอธิบายขั้นตอนของการวัดผลงาน

2.9.3.3 อธิบายผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการวัดผลงานเช่น การกำหนดมาตรฐานเวลาจะมีผลกระทบต่อค่าจ้างแรงงานอย่างไร

2.9.3.4 ควรให้หัวหน้างานทำความเข้าใจกับคนงานเกี่ยวกับการวัดผลงาน และให้ความร่วมมืออย่างต่อเนื่อง

2.9.3.5 กระบวนการศึกษาเพื่อวัดผลงานต้องกระทำโดยเปิดเผยไม่ทำให้หัวหน้าคนงานและคนงานเกิดความไม่ไว้วางใจ

2.9.3.6 ต้องมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีพอที่จะทำให้เกิดความสัมพันธ์อันดีกับทุกคน

2.9.4 เทคนิคการวัดผลงาน

เทคนิคการวัดผลงานประกอบด้วย 5 เทคนิคหลัก ดังนี้

2.9.4.1 การสุ่มงาน

2.9.4.2 การวิเคราะห์กิจกรรมของงาน

2.9.4.3 การศึกษาเวลา

2.9.4.4 การใช้ระบบข้อมูลมาตรฐาน

2.9.4.5 การใช้เวลาพรีดีเทอร์มิน เช่น MTM (Methods-Time Measurement), WF (Work Factor), MOST (Maynard Operation Sequence Techniques) BMT (Basic Motion Time Study), MTA (Motion-Time Analysis)

การสุ่มงานเป็นการเก็บข้อมูลการทำงานเพื่อใช้วัดผลงาน โดยหลักในการเก็บข้อมูลสำหรับการสุ่มงาน คือ จังหวะเวลาสุ่มงานต้องใช้เวลาคู่ และจำนวนข้อมูลที่บันทึกต้องมากพอที่จะดับความเชื่อมั่นและความผิดพลาดที่กำหนด วิธีการเก็บข้อมูล จะใช้การเก็บข้อมูล “ทำงาน” และ “ไม่ทำงาน” เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพการทำงานและสามารถประเมินค่ามาตรฐานการทำงานได้ด้วย แต่ความแม่นยำของการประเมินจะขึ้นกับจำนวนข้อมูลที่บันทึก จำนวนข้อมูลยิ่งมาก ความถูกต้องจะยิ่งสูง การวิเคราะห์กิจกรรมของงาน คือ การบันทึกกิจกรรมของงานในระหว่างช่วงเวลาต่างๆของกิจกรรมในแต่ละวันของผู้ที่เราจะวัดผลงาน จากนั้นจะสามารถคำนวณสัดส่วนของเวลาที่ใช้กับกิจกรรมของงานประเภทต่างๆ เช่น เวลาที่เป็นเวลาธุรกิจเวลาที่เป็นเวลาประจำ เวลาไร้ประสิทธิภาพ หรือเวลาส่วนเกิน ทำให้สามารถบริหารเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การศึกษาเวลา เป็นการบันทึกเวลาทำงานของงานย่อยแต่ละงานโดยมีการบันทึกรอบการทำงานหลายๆรอบจนมั่นใจว่า ข้อมูลเวลาใช้เป็นตัวแทนของเวลาทำงานได้ จากนั้นปรับเวลาประเมินอัตราการทำงานและกำหนดเวลาเพื่อ จะกำหนดเวลามาตรฐานของงานได้ ในการใช้ข้อมูล

มาตรฐานเวลา ข้อมูลมาตรฐานเวลาที่ได้จากการศึกษางานที่เกี่ยวข้องกันทั้งหลายงานจะถูกเก็บเป็นฐานข้อมูล และจะใช้ฐานข้อมูลเวลาในการประเมินเวลาทำงานที่มีลักษณะคล้ายกันหรือใกล้เคียงกัน การใช้เวลาฟรีดิเทอร์มิน คือ การใช้ข้อมูลมาตรฐานเวลาของการเคลื่อนที่มาประเมินเวลาของการเคลื่อนที่ของงานที่เราจะวัดผลซึ่งการเคลื่อนที่จะถูกแบ่งประเภทตามแต่เทคนิคที่ใช้ มีการใช้ Therblig และการปรับปรุง Therblig กำหนดระยะทางที่สัมพันธ์กับค่าเวลามาตรฐาน หรือแม้แต่การใช้อักษร เช่น ระบบ MOST จะใช้ A=Action Distance, T=Transport Empty มีการพัฒนาระบบเวลาฟรีดิเทอร์มินขึ้นมากมาย การใช้เวลาฟรีดิเทอร์มินจึงมีข้อจำกัดเกี่ยวกับรายละเอียดที่ต่างกันของแต่ละระบบ การเลือกใช้เทคนิคในการวัดผลงาน เราต้องเข้าใจรายละเอียดของเทคนิคที่จะใช้และเงื่อนไขที่เหมาะสมในการใช้เทคนิคใด อย่างไรก็ตามเรามีหลักในการเลือกเทคนิคด้วยเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- 2.9.4.6 ความแม่นยำของข้อมูลเวลามาตรฐาน
- 2.9.4.7 ความง่ายในการศึกษา
- 2.9.4.8 บุคคลที่ต้องการในการกำหนดเวลามาตรฐาน
- 2.9.4.9 ความพร้อมของข้อมูลมาตรฐาน
- 2.9.4.10 ความน่าเชื่อถือของข้อมูล
- 2.9.4.11 ความต้องการใช้งานของเวลามาตรฐาน
- 2.9.4.12 เงื่อนไขเวลาของการศึกษา

2.10 การพัฒนาผลิตภัณฑ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุประสงค์มากมาย และมีลักษณะครอบคลุมกว้างขวาง แต่มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือ ต้องการผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างผลกำไรและเพื่อความอยู่รอดของบริษัท โดยทั่วไปสามารถรวบรวมความหมายของคำว่า “ผลิตภัณฑ์ใหม่” ออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้

2.10.1 ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการขยายสายการผลิต โดยใช้กระบวนการผลิตที่มีอยู่ (line extensions)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการนี้มีข้อดี คือ

- 1) ประหยัดเวลา ประหยัดงบประมาณ
- 2) ไม่ต้องใช้ความพยายามมากมายนัก
- 3) สามารถใช้อุปกรณ์ เครื่องมือที่มีอยู่ในโรงงาน
- 4) ใช้ประสบการณ์และความรู้ที่มีอยู่แล้ว

5) เทคนิคการดูแล เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และขนส่งแบบเดิมๆ

ตัวอย่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการขยายสายการผลิตโดยใช้กระบวนการผลิตที่มีอยู่แล้ว ได้แก่ ไวน์รสชาติใหม่ น้ำบรรจุขวดรสชาติใหม่ ขนมขบเคี้ยว เช่น มันฝรั่งทอดรสชาติใหม่

2.10.2 การสร้างแนวคิดใหม่ในผลิตภัณฑ์เดิม (repositioned existing product)

เป็นการปรับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในแง่ของการใช้งาน โดยไม่ได้เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติหลัก ซึ่งบางครั้งเป็นไปตามข้อเสนอของผู้บริโภค หรือจากผลิตสำรวจการใช้ผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนบทบาทของผงโซเดียมไบคาร์บอเนต (baking soda) เป็นสารกำจัดกลิ่นในตู้เย็น เป็นการจัดตำแหน่ง หรือลักษณะการใช้งานของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ในรูปแบบใหม่ จากเดิมที่ใช้เป็นเพียงส่วนผสมในการทำขนมอบ

2.10.3 ผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมแต่ปรับเปลี่ยนรูปแบบใหม่ (new form of existing product)

เช่น ให้มีลักษณะที่เป็นผง เป็นเม็ด ละลายง่าย มีฟอง ความเข้มข้นมาก แพ้ทาได้ง่าย ซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในลักษณะนี้อาจใช้เวลา และสิ้นเปลืองงบประมาณในการซื้ออุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งการคิดค้นบรรจุภัณฑ์ใหม่ๆ ที่อาจแตกต่างไปจากอุปกรณ์และบรรจุภัณฑ์ที่มีอยู่เดิม เป็นการเปลี่ยนภาพพจน์ของผลิตภัณฑ์ใหม่ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมแต่ปรับเปลี่ยนรูปแบบใหม่ เช่น เครื่องดื่มเป๊ปซี่ที่เปลี่ยนสีสีนของบรรจุภัณฑ์ และสื่อให้ผู้บริโภคเห็นว่าเป็นเครื่องดื่มสำหรับคนรุ่นใหม่เพื่อเข้าสู่กลุ่มเป้าหมายประเภทวัยรุ่น กาแฟสำเร็จรูป เนยเทียมสำหรับทำขนม เป็นต้น

2.10.4 ผลิตภัณฑ์ใหม่ในบรรจุภัณฑ์ใหม่ (new packaging of existing products)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการดังกล่าว มีวัตถุประสงค์เพื่อ เพิ่มความสะดวกหรือเพิ่มขนาดบรรจุ และช่วยเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ (added value) ผลิตภัณฑ์และปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์และเพิ่มความปลอดภัย ได้แก่ เปลี่ยนจากโลหะเป็นแก้ว ลดน้ำหนักผลิตภัณฑ์โดยเปลี่ยนแปลงวัสดุที่ใช้ผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ เช่น เปลี่ยนจากกระป๋องโลหะเป็นกระป๋องอะลูมิเนียม เปลี่ยนจากขวดแก้วเป็นขวดพลาสติกบีบได้ เช่น ซอสต่างๆ

2.10.5 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นนวัตกรรม (innovative products/ make changes in an existing product)

เป็นการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์แปลกใหม่ที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จะเห็นว่าวิธีการนี้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและมีความเสี่ยงต่อความล้มเหลวสูงกว่า

วิธีการอื่นๆ ใดๆก็ตาม ผู้ผลิตอาจใช้ความพยายามเพียงเล็กน้อย ใช้งบประมาณและระยะเวลาไม่มากนักในการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นนวัตกรรมได้ ตัวอย่างเช่น (1) อาหารไทยที่นำข้าวหุงสุกและแกงบรรจุในถาดนำไปแช่แข็ง หรือนำส่วนผสมของเนื้อสัตว์ต้มเปื่อยผสมผัก (stew) และขนมปังอบ (pastry) บรรจุในถาดนำไปแช่แข็ง เรียกว่า frozen dinner หรือชุดอาหารเย็นสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง (dinner kit) ประกอบด้วยซอสมะเขือเทศ ชุดเครื่องปรุงสำหรับสปาเกตตี้ และพาสต้าแห้ง (2) การแปรรูปผลไม้โดยการตัดแต่ง ปอกเปลือกพร้อมรับประทานจำหน่ายบนชั้นวางสินค้า เป็นต้น

2.10.6 ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ (creative product)

ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อเทียม และอาหารทะเลเทียม ผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูป เป็นต้น ลักษณะโดยทั่วไปของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

- 1) ใช้เวลานานในการวิจัยและพัฒนา
- 2) ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาสูง เนื่องจากบางครั้งต้องใช้เทคนิคใหม่ๆ เครื่องมืออุปกรณ์ มีราคาแพง
- 3) เสี่ยงต่อความล้มเหลวเมื่อนำผลิตภัณฑ์สู่ตลาดและเสี่ยงต่อการยอมรับของผู้บริโภค
- 4) แม้ประสบความสำเร็จทางการตลาด แต่อาจมีการลอกเลียนแบบผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็ว เช่น คัดแปลงบรรจุภัณฑ์ หรือฉลากเพียงเล็กน้อย ซึ่งการลอกเลียนแบบด้วยวิธีนี้ นอกจากใช้เวลาเพียงเล็กน้อยแล้ว ยังไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายอีกด้วย

2.10.7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร (เอกสารประกอบการสอน มน.)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารถือเป็นแนวทางหนึ่งเกี่ยวกับงานด้านอาหารที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งแนวทางและวัตถุประสงค์ของการพัฒนานั้นมีความหลากหลาย เช่น พัฒนาเพื่อโภชนาการ พัฒนาในเชิงการผลิต พัฒนาในเชิงธุรกิจ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารนี้อาจจะพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่ หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ให้มีความแปลกใหม่ หรือการเสริมคุณสมบัติเฉพาะอย่างลงในผลิตภัณฑ์อาหาร หรือการออกแบบบรรจุภัณฑ์อาหารให้มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น เป็นต้น (ทองม้วนเสริมถั่วเหลืองและฟักทอง)

ในอดีตที่ผ่านมา การผลิตหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและนำมาเสนอผลิตภัณฑ์สู่ตลาด ผู้ผลิตจะเน้นความคิดของตนเอง ผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องก็ไม่ได้ให้ความสำคัญในเรื่องนี้มากนัก นักบริหารด้านการตลาดอาศัยประสบการณ์และการเรียนรู้ด้วยตนเองในการตัดสินใจคัดเลือกตลาดเป้าหมาย ซึ่ง

ทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การกำหนดราคา การเลือกช่องทางจำหน่ายและส่งเสริมการตลาด และการบริหารการตลาดแตกต่างจากปัจจุบัน สำหรับสถานการณ์ในปัจจุบันนั้น ประสบการณ์และการเรียนรู้ เช่นในอดีตไม่เพียงพอที่จะช่วยในการตัดสินใจที่ถูกต้อง แต่สามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้บางปัญหาเท่านั้น ปัญหาบางอย่างมีความสลับซับซ้อนมากเกินไปที่จะใช้ในการตัดสินใจได้ตามปกติ ทั้งนี้เนื่องจากปัจจุบันสภาวะแวดล้อมทางการตลาดเปลี่ยนไป พฤติกรรมของผู้บริโภคเปลี่ยนไปจากการซื้อสินค้าที่จำเป็นหันมาซื้อสินค้าที่ต้องการ ผู้ซื้อมีอำนาจซื้อเพิ่มขึ้น มีรายได้เพิ่มขึ้น ต้องการสินค้าที่จะช่วยเอื้ออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตเพิ่มขึ้น ผู้ผลิตหันมาประดิษฐ์คิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่มาแข่งขันกันเพื่อตอบสนองความต้องการและสร้างความพอใจแก่ผู้บริโภค การตลาดในปัจจุบันนี้จึงเป็นตลาดของผู้ซื้อ แนวความคิดทางการตลาดถูกนำมาใช้มากขึ้นเพื่อเสริมสร้างอุปสงค์ (demand) เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ของตน ทำให้ระบบการตลาดมีความซับซ้อนยิ่งขึ้น

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขนมทองม้วนเป็นขนมไทยหรือจัดอยู่ในอาหารว่างไทย มีมาตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 2 ชื่อขนมทองม้วนนั้นเรียกตามวิธีการพับหรือการม้วน ขนมทองม้วนเริ่มแรกมีเฉพาะแป้ง กะทิและน้ำตาลรสชาติที่ได้จะมีความหวานมันเท่านั้น แป้งที่ทำทองม้วนจะมีส่วนผสมของแป้งมันมากกว่าแป้งสาลีเมื่อสุกจะให้ลักษณะแป้งแผ่นบางกรอบ การผสมแป้งทำทองม้วนต้องระวังอย่าให้เป็นก้อน หากเป็นก้อนควรกรองด้วยกระชอนโปร่งเพื่อกรองแป้งให้เนื้อละเอียด ส่วนกะทิที่ใช้ทำทองม้วนควรเป็นหัวกะทิจะทำให้ทองม้วนหอมอร่อย เนื่องจากขนมทองม้วนแบบโบราณมักมีส่วนผสมของแป้ง กะทิ และน้ำตาล จึงทำให้ได้สารอาหารหลักประเภทคาร์โบไฮเดรต และไขมัน ในปริมาณมาก อาหารว่างมีบทบาทในวิถีชีวิตของคนไทย ในปัจจุบันอาหารว่างได้รับความนิยมมากขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงทางสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ ไปจนถึงการพัฒนาทางเทคโนโลยี พฤติกรรมบริโภคอาหารว่างของคนไทยจึงเปลี่ยนไป ความต้องการในการบริโภคขนมทองม้วนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จึงมีการพัฒนารูปแบบทองม้วนเป็นแบบต่างๆ ได้แก่ ทองม้วนแบบม้วนดั้งเดิม ทองม้วนแบบพับ ทองม้วนแบบจีบ ทองม้วนแบบพอดีคำ ทองม้วนไส้หมูหยอง ทองม้วนเคลือบชอคโกแลต อีกทั้งยังมีการเพิ่มส่วนผสมต่างๆ เข้าไปในเนื้อแป้งทำขนมได้อีกมากมายเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ทองม้วนข้าวกล้อง ทองม้วนเกล็ดธัญพืช ทองม้วนผัก ทองม้วนกากมะพร้าว ทองม้วนผสมเนื้อปลา เป็นต้น (วิจิตรา คำไพโรจน์สุวรรณ และปัญญาธิศม์ ลือขจร , 2554)

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาการใช้ปริมาณกากมะพร้าวที่เหมาะสมในการผลิตสูตรขนมทองม้วน พบว่ากากมะพร้าวที่ระดับ 3% เหมาะสมในการผลิตขนมทองม้วน โดยมีการยอมรับสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ สี รสหวาน ความกรอบ ความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 8.20 8.03 8.06 และ 8.16 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมกากมะพร้าว ทางด้านกายภาพและเคมี โดยนำขนมทองม้วนมาบรรจุในถุงฟรอยด์แล้วใส่กล่องกระดาษเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 สัปดาห์ จากการตรวจสอบคุณภาพทุกสัปดาห์ ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมกากมะพร้าวยังคงปลอดภัยต่อผู้บริโภค จากนั้นศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมกากมะพร้าว โดยใช้แบบสอบถามผู้บริโภค 100 คน สุ่มแบบบังเอิญ ในด้านความพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน ลักษณะปรากฏ รสหวาน กลิ่นกากมะพร้าว ความกรอบ และความรู้สึกลึกคั่ง จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ร้อยละ 71

วิจิตรา คำไฟโรจน์สุวรรณ และปัญญาธรรม ลือขจร (2554) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมถั่วเหลืองและฟักทอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกขนมทองม้วนสูตรต้นแบบ ศึกษาปริมาณถั่วเหลืองและฟักทองที่ใช้เสริมในขนมทองม้วนเปรียบเทียบกับสารอาหาร โปรตีนและวิตามินเอของขนมทองม้วนที่พัฒนาแล้วกับขนมทองม้วนสูตรต้นแบบ วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้ว และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ผลจากการวิจัยพบว่าขนมทองม้วนสูตรต้นแบบที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq .05$) คือ สูตรของเสาวภรณ์ (2537) กับปริมาณการเสริมถั่วเหลืองและฟักทองที่เหมาะสม คือ ถั่วเหลือง ร้อยละ 5 และฟักทอง ร้อยละ 5 จากประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคพบว่า คะแนนความชอบรวม 4.80 ± 0.40 อยู่ในระดับความชอบ

สันสนีย์ อุดมอ่าง (2552) ได้ทำการพัฒนาทองม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนจากเนื้อปลาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ต.บึงคล้า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ซึ่งได้ทำการพัฒนาสูตรทองม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนปลา กับพัฒนากระบวนการผลิตทองม้วนให้สะดวกขึ้น โดยสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการทำทองม้วนจะประกอบด้วย แป้งมัน 20 กรัม ไข่ไก่ 55 กรัม น้ำตาลปี๊บ 20 กรัม น้ำตาลทราย 60 กรัม เกลือ 3 กรัม กะทิ 472.5 กรัม และงาดำ 15 กรัม แล้วผสมแป้งข้าวเหนียวดำและปลาป่นต่อน้ำหนักแป้ง ร้อยละ 15 และ 10 ตามลำดับ ซึ่งจากการทดสอบอยู่ในเกณฑ์การยอมรับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมในระดับมาก และปานกลางตามลำดับ ส่วนการพัฒนากระบวนการผลิตสามารถทำ

ได้โดยการใช้ข้อต่อสปริงเหล็กกับลูกปืนคู่ก้านขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว สามารถลดแรงที่ใช้ในการกลับพิมพ์ได้สูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยความพอใจในระดับ 4.08

ปัญญาธิศม์ ลือขจร (2552) ได้ทำการพัฒนาขนมทองม้วนสำหรับเด็กวัยเรียน จากการเสริมแคลเซียมและงาดำ ลดกะทิและน้ำตาล เพื่อพัฒนาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารว่างไทย พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับค่อนข้างชอบ ผลิตภัณฑ์มีแคลเซียม วิตามินเอ และใยอาหารเพิ่มขึ้น ร้อยละ 151.14, 1587.24 และ 1037.50 ตามลำดับ มีไขมันและน้ำตาลลดลงร้อยละ 17.56 และ 34.76 ตามลำดับ วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ขนมทองม้วน 1 หน่วยบริโภคน้ำหนัก 30 กรัม หรือ 15 ชิ้น มีแคลเซียม 34.50 มิลลิกรัม วิตามินเอ 58.58 ไมโครกรัม ใยอาหาร 1.70 มิลลิกรัม ไขมัน 3.40 กรัม และน้ำตาล 7.27 กรัม

จรรยา อุ่นแก้ว (2550) ได้ทำการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสมุนไพรกลุ่มแม่บ้านตะกุดจั่น ต.ท่าข้าม อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาการออกแบบบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสมุนไพรกลุ่มแม่บ้านตะกุดจั่น โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ และการวิจัยจากเอกสารทำการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์หัวหน้ากลุ่ม โดยใช้กระบวนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงแล้วทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการสร้างกรอบแนวคิดในการพัฒนาการออกแบบบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์กลุ่มแม่บ้านตะกุดจั่น จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในด้านรูปแบบของทองม้วน โดยสร้างความแตกต่างจากทองม้วนยวธรรมดาแบบเดิม เพื่อความหลากหลายของรูปแบบทองม้วน เช่น ทองม้วนมินิโรบ ทองม้วนสตือทานแบบแครป และลองสตี้กิมชอคโกแลต สามารถเพิ่มกลุ่มเป้าหมายลูกค้า ส่วนการพัฒนาบรรจุภัณฑ์มีแนวคิดการออกแบบคือ Nature Gift จะส่งผลให้ยอดขายการตลาดเพิ่มขึ้น

ประทีป ศิริวัฒนธานี และคณะ (2545) ได้ทำการสร้างเครื่องปั้นขนมทองม้วนด้วยไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ ใช้กระแบ่งวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ลักษณะเรียงเป็นเส้นตรง ซึ่งมีลำดับขั้นตอนเป็น 6 ขั้นตอน ซึ่งมีลำดับขั้นตอนไม่ยุ่งยากและมีความเหมาะสมกับการสร้างชุดเครื่องปั้นขนมทองม้วนด้วย การหาประสิทธิภาพแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบหาสมรรถนะ ใช้แบบประเมินสมรรถนะ ของชุดเครื่องปั้นขนมทองม้วน เครื่องปั้นขนมทองม้วนด้วยไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ สามารถผลิตทองม้วนได้รวดเร็วได้ปริมาณขนมที่มากกว่า การผลิตขนมทองม้วนด้วยมือ และมีความปลอดภัยมากกว่า

ในงานวิจัยของอัญชลี จินดาฤกษ์ (2545) ได้ทำการวิจัยเพื่อทำการเพิ่มผลิตภาพแรงงาน ในโรงงานท่าเบเกอร์ โดยได้ประยุกต์ใช้เทคนิคในด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในโรงงาน จากการศึกษาพบว่าโรงงานประสบปัญหาผลิตภาพของแรงงานต่ำเนื่องจากความไม่

สมดุลของขั้นตอนการผลิต ส่งผลให้แรงงานเกิดเวลาว่างจากการรองาน การปรับปรุงเริ่มจากสร้างเวลามาตรฐานในแต่ละหน่วยผลิตขึ้นมา จากนั้นจัดสมดุลสายการผลิตจัดกำลังคนที่มีอยู่ให้เข้ากับงานและการปรับแผนการผลิต

ในงานวิจัยของ วัชนะชัย จุมผา (2546) ได้ศึกษากระบวนการผลิตและหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษากระบวนการผลิตอุปกรณ์การแพทย์ โดยวิธีการศึกษาการทำงานและซักถามปัญหาที่พบเห็น เพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์ พบว่ามีความสูญเสียเปล่าเกิดขึ้นในสายการผลิต ซึ่งสาเหตุจากความไม่สมดุลของสายการประกอบ โดยเกิดจากข้อจำกัดทางเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตและแผนการผลิต ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางในการเพิ่มผลผลิต โดยการปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในสายการผลิต ปรับปรุงวิธีการทำงาน ปรับปรุงระบบการวางแผนการผลิตและควบคุมการผลิตจากผลการศึกษาพบว่าสามารถลดขั้นตอนการผลิตและเวลาในกระบวนการลง 14.81% และ 6.20% ตามลำดับ

สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร (2547) ได้ทำการวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในสายการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยการปรับปรุงขั้นตอนการผลิต โดยจากการศึกษาพบว่ามีขั้นตอนหลักๆ 10 ขั้นตอน ได้แก่ 1.ขั้นตอนการตัดแผ่นงาน 2.ขั้นตอนการอบแผ่นงาน 3.ขั้นตอนการเจาะรู 4.ขั้นตอนการชุบทองแดงในรู 5.ขั้นตอนการถ่ายลายวงจร 6.ขั้นตอนการพิมพ์สีเคลือบลายวงจร 7.ขั้นตอนการเคลือบผิวด้วยตะกั่ว 8.ขั้นตอนการ Punch/Route 9.ขั้นตอนการตรวจเช็คแผ่นวงจรไฟฟ้า และ 10.ขั้นตอนการตรวจสอบครั้งสุดท้าย จากการตรวจสอบการทำงานพบว่าขั้นตอนที่ 2 มีอัตราการผลิตที่ต่ำที่สุดทำให้สายการผลิตเสียสมดุล ผู้วิจัยได้เสนอให้ปรับปรุงการทำงาน โดยเริ่มจากเก็บข้อมูลที่ถูกร้องเรียนจากลูกค้า จากนั้นได้ออกแบบการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการอบหรือไม่อบว่ามีผลต่อการยึดหดของแผ่นงานอย่างไร ซึ่งผลจากการทดลองพบว่าการอบและไม่อบไม่มีผลต่อการยึดหดของแผ่นงาน ดังนั้นจึงมีการเสนอให้ตัดขั้นตอนที่ 2 ออกทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ 100 % และลดค่าใช้จ่ายได้ 30,122 บาทต่อเดือน

เบญจภรณ์ พิรนนท์ปัญญา (2549) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการขุดดินในเหมืองแม่เมาะ จ.ลำปาง โดยมีวัตถุประสงค์ให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 10 % หรือ 1,670 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยนักวิจัยได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงโดยใช้การวิเคราะห์กระบวนการผลิต จากแผนภูมิการผลิตจากนั้นทำการลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น รวมถึงปรับปรุงกระบวนการที่ทำให้เกิดความล่าช้า ซึ่งผลจากการปรับปรุงพบว่าอัตราการผลิตเพิ่มขึ้น 10% ตามเป้าหมาย

Reuben Escorpizo (2007) ได้สำรวจเอกสารการวัดอัตราภาพเพื่อนำไปใช้ประยุกต์สำหรับการทำให้เกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูก ผลการสำรวจพบว่าปัจจัยที่มีผลต่ออัตราภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ประกอบด้วย 1.สภาพการทำงานที่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน 2.แรงจูงใจในการทำงาน ความยากง่ายของงาน 3.ความเหมาะสมของกิจกรรมหลังเลิกงาน และ วัดอัตราผลิตภาพ โดยทั่วไปจะใช้วิธีการสังเกต เช่น จำนวนผลผลิต/จำนวนผู้ปฏิบัติงาน จำนวนผลผลิต/เวลาที่ใช้ในการทำงาน เป็นต้น แต่สำหรับงานที่อาจทำให้เกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกควรมีการสอบถามอาการของผู้ปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทราบถึง 1.ข้อมูลการขาดงาน ซึ่งมาจากสาเหตุของการบาดเจ็บจากการทำงาน 2.ประสิทธิภาพการทำงานที่ลดลง เพราะมีอาการบาดเจ็บเนื่องจากการทำงาน ซึ่งถ้าทราบข้อมูลดังกล่าวทางโรงงานจะสามารถออกมาตรการเพื่อมาป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อสถานประกอบการ

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาการใช้ปริมาณกากมะพร้าวที่เหมาะสมในการผลิตสูตรขนมทองม้วน พบว่ากากมะพร้าวที่ระดับ 3% เหมาะสมในการผลิตขนมทองม้วน โดยมีการยอมรับสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ สี รสหวาน ความกรอบ ความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 8.20 8.03 8.06 และ 8.16 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมกากมะพร้าว ทางด้านกายภาพและเคมี โดยนำขนมทองม้วนมาบรรจุในถุงฟรอยด์แล้วใส่กล่องกระดาษเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 สัปดาห์ จากการตรวจสอบคุณภาพทุกสัปดาห์ ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมกากมะพร้าวยังคงปลอดภัยต่อผู้บริโภค จากนั้นศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมกากมะพร้าว โดยใช้แบบสอบถามผู้บริโภค 100 คน สุ่มแบบบังเอิญ ในด้านความพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน ลักษณะปรากฏ รสหวาน กลิ่นกากมะพร้าว ความกรอบ และความรู้สึกลิ้นค้ำ จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ร้อยละ 71

วิจิตรา คำไพโรจน์สุวรรณ และปัญญรัฐม์ ลือขจร (2554) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมถั่วเหลืองและฟักทอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกขนมทองม้วนสูตรต้นแบบ ศึกษาปริมาณถั่วเหลืองและฟักทองที่ใช้เสริมในขนมทองม้วนเปรียบเทียบกับสารอาหาร โปรตีนและวิตามินเอของขนมทองม้วนที่พัฒนาแล้วกับขนมทองม้วนสูตรต้นแบบ วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้ว และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ผลจากการวิจัยพบว่าขนมทองม้วนสูตรต้นแบบที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq .05$) คือ สูตรของเสาวภรณ์ (2537) กับปริมาณการเสริมถั่วเหลืองและฟักทองที่เหมาะสม คือ ถั่วเหลือง

ร้อยละ 5 และฟักทองร้อยละ 5 จากประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคพบว่า คะแนนความชอบรวม $4.80+0.40$ อยู่ในระดับความชอบ

ศันสนีย์ อุดมอ่าง (2552) ได้ทำการพัฒนาทองม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนจากเนื้อปลาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ต.บึงคล้า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ซึ่งได้ทำการพัฒนาสูตรทองม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนปลา กับพัฒนากระบวนการผลิตทองม้วนให้สะดวกขึ้น โดยสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการทำทองม้วนจะประกอบด้วย แป้งมัน 20 กรัม ไข่ไก่ 55 กรัม น้ำตาลปี๊บ 20 กรัม น้ำตาลทราย 60 กรัม เกลือ 3 กรัม กะทิ 472.5 กรัม และงาดำ 15 กรัม แล้วผสมแป้งข้าวเหนียวดำและปลาป่นต่อน้ำหนักแป้งร้อยละ 15 และ 10 ตามลำดับ ซึ่งจากการทดสอบอยู่ในเกณฑ์การยอมรับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมในระดับมาก และปานกลางตามลำดับ ส่วนการพัฒนากระบวนการผลิตสามารถทำได้โดยการใช้ข้อต่อสปริงเหล็กกับลูกปืนตุ๊กตาขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว สามารถลดแรงที่ใช้ในการกลับพิมพ์ได้สูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยความพอใจในระดับ 4.08

ปัญญาธิศม์ ลือขจร (2552) ได้ทำการพัฒนาขนมทองม้วนสำหรับเด็กวัยเรียน จากการเสริมแคลเซียมและงาดำ ลดกะทิและน้ำตาล เพื่อพัฒนาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารว่างไทย พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับค่อนข้างชอบ ผลิตภัณฑ์มีแคลเซียม วิตามินเอ และใยอาหารเพิ่มขึ้น ร้อยละ 151.14, 1587.24 และ 1037.50 ตามลำดับ มีไขมันและน้ำตาลลดลงร้อยละ 17.56 และ 34.76 ตามลำดับ วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ขนมทองม้วน 1 หน่วยบริโภคน้ำหนัก 30 กรัม หรือ 15 ชิ้น มีแคลเซียม 34.50 มิลลิกรัม วิตามินเอ 58.58 ไมโครกรัม ใยอาหาร 1.70 มิลลิกรัม ไขมัน 3.40 กรัม และน้ำตาล 7.27 กรัม

จรรยา อุ่นแก้ว (2550) ได้ทำการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสมุนไพรกลุ่มแม่บ้านตะกุดจั่น ต.ท่าข้าม อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาการออกแบบบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสมุนไพรกลุ่มแม่บ้านตะกุดจั่น โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ และการวิจัยจากเอกสารทำการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์หัวหน้ากลุ่ม โดยใช้กระบวนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงแล้วทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการสร้างกรอบแนวคิดในการพัฒนาการออกแบบบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์กลุ่มแม่บ้านตะกุดจั่น จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในด้านรูปแบบของทองม้วน โดยสร้างความแตกต่างจากทองม้วนชาวธรรมดาแบบเดิม เพื่อความหลากหลายของรูปแบบทองม้วน เช่น ทองม้วนมินิโรบ ทองม้วนสตือทานแบบแครป และลองสตี้กั๊มชอคโกแลต สามารถเพิ่มกลุ่มเป้าหมายลูกค้า ส่วนการพัฒนาบรรจุภัณฑ์มีแนวคิดการออกแบบคือ Nature Gift จะส่งผลให้ยอดขายการตลาดเพิ่มขึ้น

ณัฐกิตติ์ เหมทานนท์ (2550) ได้ทำการพัฒนาทองม้วนแป้งข้าวกล้องเสริมแคลเซียมและวิตามินเอ โดยเพิ่มใบชะพลู ฟักทอง และแครอท ในปริมาณที่เท่ากันลงไปในสูตรขนมทองม้วน แล้วทำการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากผลการวิจัยพบว่า ทองม้วนสูตรข้าวกล้องเสริมแคลเซียมและวิตามินเอที่เหมาะสม จะประกอบด้วย แป้งสาลี 150 กรัม ไข่ไก่ 50 กรัม หัวกะทิ 480 กรัม น้ำตาลทราย 150 กรัม และเกลือป่น 5 กรัม โดยทองม้วนแป้งข้าวกล้องเสริมแคลเซียมและวิตามินเอที่เติมแครอทมีค่าเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ยกเว้นด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย

นพรัตน์ คุ่มพงษ์ และชมพูนุท เกษมเศรษฐ์ (2555) ได้ทำการศึกษาแนวคิดการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั้นไซในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารประเภทข้าวพาร์บอยล์ โดยนำเอาหลักการวิศวกรรมคั้นไซมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) เนื่องจากเทคนิค QFD มุ่งเน้นที่การแปลงความต้องการของลูกค้า เพื่อสร้างข้อกำหนดในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยไม่ได้รวมเอาความรู้สึกและอารมณ์ของลูกค้าเข้าไปในกระบวนการวิเคราะห์ ดังนั้นเทคนิคคั้นไซ หากใช้ร่วมกับเทคนิค QFD จะช่วยให้การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถครอบคลุมความต้องการของลูกค้าได้มากขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้เลือกข้าวพาร์บอยล์มาเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากข้าวพาร์บอยล์เป็นที่นิยมในตลาดต่างประเทศแต่กลับไม่เป็นที่นิยมในประเทศ เนื่องจากผู้บริโภคติดกับการบริโภคข้าวขัดขาวซึ่งการนำเทคนิคคั้นไซมาช่วยจะทำให้สามารถวิเคราะห์ในส่วนของอารมณ์และความรู้สึกของผู้บริโภคได้มากขึ้น และจะนำไปสู่การพัฒนาข้าวพาร์บอยล์ให้เป็นที่นิยมในประเทศมากขึ้น

ศิริชัย ชยวงใจ (2553) การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั้นไซในการออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเพียงอย่างเดียวในรูปแบบโมเดิร์นคอนเทมโพรารีเป็นขอบเขตการศึกษา ส่วนขอบเขตค่าแสดงความรู้สึกถูกกำหนดโดยคำคั้นไซที่แสดงความรู้สึกแตกต่างกันจำนวน 17 คู่ และได้คัดเลือกคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญในมุมมองผู้บริโภคจำนวน 9 คุณลักษณะในการกำหนดขอบเขตคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ โดยมีตัวแทนผลิตภัณฑ์ที่แสดงถึงขอบเขตการศึกษาจำนวน 10 ผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงได้พัฒนาแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลจากกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (QT1) ในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างคำคั้นไซกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ผลจากการวิจัยพบว่า การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั้นไซช่วยให้นักออกแบบมีแนวทางเบื้องต้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของผู้บริโภคด้วยการกำหนดข้อมูลคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการให้ผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียวแสดงถึงความรู้สึก“อบอุ่น” ผลิตภัณฑ์นั้นควรใช้ผ้าเป็นวัสดุหลักและวัสดุหัวเตียง และมีโทนสีอ่อน เป็นต้น

Kongprasert et al. (2009) ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างนักออกแบบกับผู้บริโภค โดยทำการสร้างวิธีการออกแบบที่ช่วยให้ออกแบบกระเป๋าให้ตรงมุมมองของผู้บริโภคได้ โดยใช้หลักการทางการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) การออกแบบผลิตภัณฑ์ และการทำแบบสอบถามเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคำค้นไ้กับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ ตามหลักการของวิศวกรรมค้นไ้ จากการศึกษาพบว่า วิธีการที่เหมาะสมในกระบวนการออกแบบกระเป๋าจะมี 2 วิธี ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ วิธีการที่คล้ายคลึงกัน (Similarity Principle) กับหลักการรวม (Combination Principle) ส่วนขององค์ประกอบด้าน

การออกแบบ หลักการที่คล้ายคลึงกันนั้นจะใช้ค่าการประเมินที่มากที่สุดโดยใช้วิธีการเอาออกหรือแทนที่ด้วยองค์ประกอบ ส่วนหลักการของการรวม โดยนำองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีค่าการประเมินที่มากที่สุดมารวมกัน โดยสรุปแล้วจะใช้ตารางเมตริกซ์เพื่อมาหาความสัมพันธ์ของ 32 กลุ่มคำ (Semantic Adjective) ในมุมมองของผู้บริโภคกับองค์ประกอบด้านการออกแบบ (Design Attributes) เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบกระเป๋าแบบใหม่

Nagamachi (2002) ได้ทำการวิจัยโดยนำเสนอแนวคิดของวิศวกรรมค้นไ้ในการออกแบบสินค้าใหม่ พบว่า มีหลายบริษัทที่นำเทคนิคค้นไ้ไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงาน และได้ผลตอบรับจากลูกค้าในทิศทางที่ดี เช่น บริษัทผู้ผลิตรถยนต์มาสด้า นำเทคนิคค้นไ้ไปใช้ในการพัฒนารถสปอร์ต บริษัทผู้ผลิตชุดชั้นในยี่ห้อ Wacoal ได้พัฒนาเสื้อชั้นในสตรีรุ่น “Good-Up Bra” ซึ่งเป็นที่นิยมในตลาดในเวลาต่อมา

Gakuro, et al. (2004) ได้ทำการพัฒนา Food Kansei Model เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะและการรับรู้ทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร แบบจำลองนี้ได้ถูกประยุกต์ใช้ในการออกแบบกลิ่น รส ในเครื่องดื่มชาเขียว ซึ่งเป็นคุณลักษณะภายใน (Intrinsic Attributes) จากนั้นทำการทดลองเพื่อหาปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่เหมาะสมของสารระเหยและสารไม่ระเหยที่มีผลต่อระดับของกลิ่นและรสที่ส่งผลโดยตรงต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค จากนั้นทำการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสผลการวิจัยพบว่า เมื่อมีการใช้เทคนิค Food Kansei Model ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคมากขึ้น และนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินวิจัยในแผนงานวิจัย การพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ แบ่งออกเป็น 3 โครงการย่อย ดังนี้

3.1 การเพิ่มผลผลิตผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนโดยวิธีการการศึกษาการทำงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

วิธีการดำเนินงานวิจัยถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะกล่าวถึงการนำระบบวิธีการวัดเวลาแบบ MTM 1 มาใช้สำหรับพัฒนาวิธีการผลิตขนมทองม้วน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาเป็นข้อมูลในการออกแบบวิธีการทำงานแบบใหม่เพื่อปรับปรุงข้อบกพร่องในการทำงานแบบเดิม ในส่วนที่ 2 เป็นการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการปรับปรุงวิธีการทำงาน ประกอบด้วย ชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทำขนมทองม้วน จากรูปแบบเดิมที่ใช้มือในการเปิด และเก้าอี้ที่ออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น แก้ไขเก้าอี้แบบเดิมที่ไม่สามารถปรับระดับ หมุน หรือมีการรองรับสรีระร่างกายเพื่อลดการเมื่อยล้าเนื่องจากการปฏิบัติงาน ก่อนที่จะใช้ระบบวิธีการวัดเวลาแบบ MTM 1 วิเคราะห์อีกครั้งเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการทำขนมทองม้วนที่ได้รับปรับปรุงแล้วกับวิธีการผลิตแบบเดิม

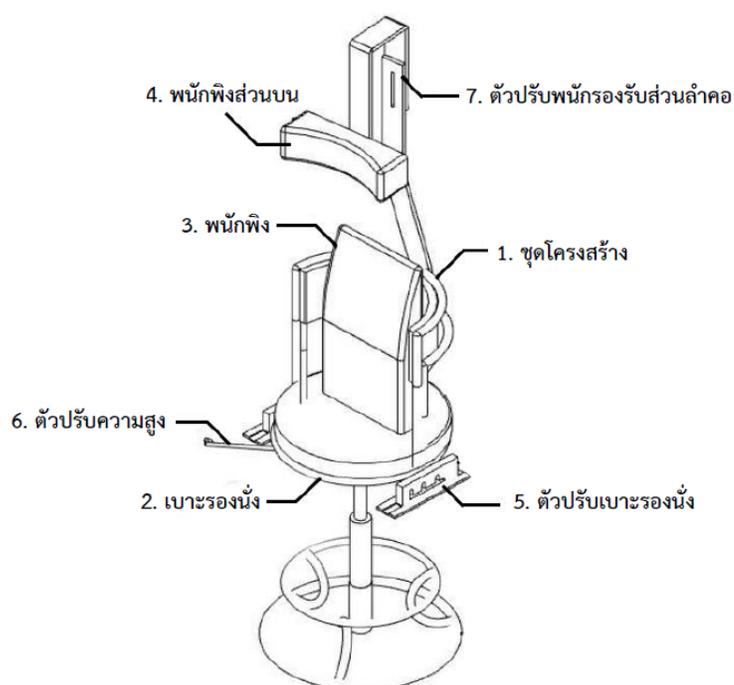
3.1.1 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์

สำหรับโครงการนี้ได้มีการออกแบบและการสร้างอุปกรณ์เพื่อนำมาช่วยในการพัฒนาวิธีการทำงานขนมทองม้วน 2 อุปกรณ์ ประกอบด้วย ชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทำขนมทองม้วน และเก้าอี้ปฏิบัติงาน โดยสามารถอธิบายรายละเอียดการออกแบบและการสร้างโดยสังเขปดังนี้

3.1.2 เก้าอี้ปฏิบัติงาน

ทำหน้าที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้ง่ายขึ้น ซึ่งเป็นการแก้ไขเก้าอี้แบบเดิมที่ไม่สามารถปรับระดับ หมุน หรือมีการรองรับสรีระร่างกายเพื่อลดการเมื่อยล้าเนื่องจากการปฏิบัติงาน ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก 7 ส่วนประกอบด้วย ชุดโครงสร้างเก้าอี้ เบาะรองนั่ง พนักพิงรองรับส่วนหลัง พนักรองรับส่วนคอและศีรษะ ตัวปรับระดับเบาะรองนั่ง ตัวปรับระดับความสูงเก้าอี้ ตัวปรับ

ระดับพนักรองรับส่วนคอ ขึ้นส่วนต่าง ๆ ทั้งหมดของเก้าอี้ปฏิบัติงาน จะถูกรองรับโดยชุดโครงสร้าง (หมายเลข 1) และเมื่อผู้ปฏิบัติงานนั่งลง เบาะรองนั่ง (หมายเลข 2) จะทำหน้าที่รับน้ำหนักช่วงเอวจนถึงช่วงบั้นท้าย และสามารถปรับระดับให้เคลื่อนไปข้างหน้า และด้านหลังได้ 2 ระดับโดยปรับที่ตัวปรับระดับเบาะรองนั่ง (หมายเลข 5) และสามารถปรับขึ้นลงโดยใช้ ตัวปรับระดับความสูง (หมายเลข 6) พนักพิง (หมายเลข 3) จะทำหน้าที่รองรับส่วนหลังจนถึงช่วงไหล่ และส่วนลำคอหรือศีรษะ จะถูกรองรับด้วยพนักพิงส่วนบนของเก้าอี้ (หมายเลข 4) สามารถปรับเบาะขึ้นลงได้ที่ ตัวปรับพนักรองรับส่วนลำคอ (หมายเลข 7)

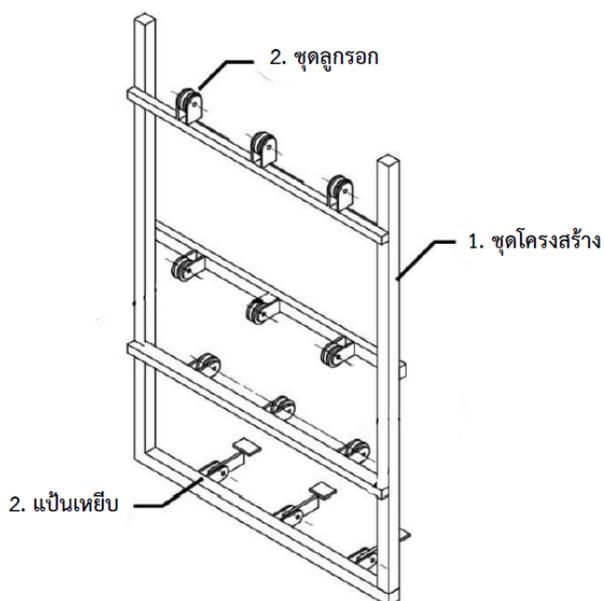


รูปที่ 3-1 เก้าอี้ปฏิบัติงาน

3.1.3 ชุดกลไกในการใช้เท้าเหยียบเพื่อเปิดฝาเตา

สำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝามีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วนประกอบด้วย ชุดโครงสร้าง ลูกกลองประกองลวดสลิง และเป็นเหยียบ โดยผู้ปฏิบัติงานจะใช้เท้าเหยียบที่เป็นเหยียบ (หมายเลข 2) เพื่อเปิดฝาเตา ทันทีที่ผู้ปฏิบัติงานเหยียบที่เป็นลวดสลิงจะดึงฝาเตาให้เปิดออก โดยลูกกรอก (หมายเลข

2) ที่ถูกยึดด้วยชุดโครงสร้าง (หมายเลข 1) จะทำหน้าที่ประคองลวดลวดสลึงและเชื่อมต่อลวดสลึง ลูกกรอกจะช่วยหมุนเพื่อให้ฝาแตกออกๆ เปิดออก



รูปที่ 3-2 ชุดกลไกในการใช้เท้าเหยียบเพื่อเปิดฝาเตา

3.1.4 ระบบวิธีวัดเวลาแบบ MTM1 สำหรับวิธีการทำขนมทองม้วน

ระบบเวลาพรีดีเทอร์มินเป็นที่ยอมรับอย่างมากอีกระบบหนึ่ง คือ ระบบ MTM (Methods-Time Measurement System) ระบบ MTM พัฒนาค้นจากการศึกษาโดยใช้การถ่ายภาพการเคลื่อนที่ในงานอุตสาหกรรม เป็นระบบซึ่งมีการนิยามขึ้นจากกระบวนการในการวิเคราะห์การทำงานด้วยมือ หรือวิธีการที่ต้องใช้การเคลื่อนที่พื้นฐานในการทำงาน การวัดค่าเวลามาตรฐานของการเคลื่อนที่ทำได้โดยการกำหนดจากธรรมชาติและเงื่อนไขของการเคลื่อนที่

3.1.5 งานย่อยในการทำทองม้วน

สำหรับวิธีการทำขนมทองม้วนมีขั้นตอนหลักที่สามารถแบ่งเป็น 3 งานย่อย ดังนี้

3.1.5.1 งานย่อยการหยอดแป้ง ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเอื้อมมือไปเพื่อเปิดเตา โดยมือทั้ง 2 ข้างจะต้องจับมิดและแทงเหล็กกลม แทงเหล็กดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เพื่อม้วนขนมทองม้วนให้มี

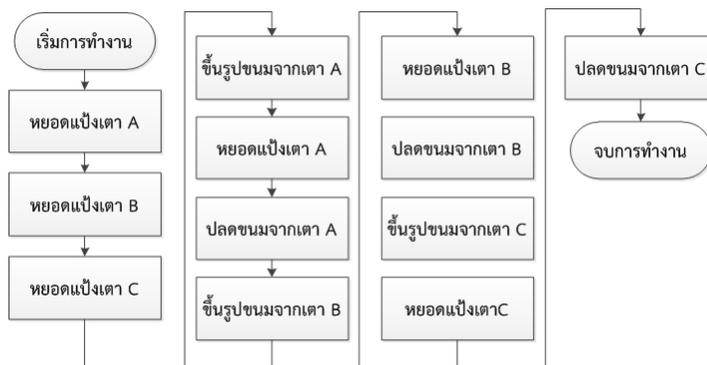
ลักษณะเป็นทรงกระบอก ส่วนมิดจะใช้สำหรับแคะแป้งทองม้วนออกจากเตา บ่อยครั้งที่ผู้ปฏิบัติงานมักจะต้องสลับมิดไปไว้อีกมือก่อนที่จะทำการเปิดเตา ผู้วิจัยจึงมองว่าการกระทำดังกล่าวเป็นงานที่สูญเปล่า เมื่อเปิดเตาแล้วผู้ปฏิบัติงานจะทำการหีบขูดแป้งจากนั้นนำมาที่เตาและบีบแป้งลงบนเตาก่อนที่จะทำการปิดเตาเพื่อให้แป้งสุก

3.1.5.2 งานย่อยการขึ้นรูปทองม้วน ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเอื้อมมือไปเพื่อเปิดเตาโดยมือทั้ง 2 ข้างจะต้องจับมิดและแท่งเหล็กกลม ซึ่งก่อนจะเปิดเตาผู้ปฏิบัติงานต้องนำมิดกับแท่งเหล็กไปอยู่ในมือเดียวกัน ซึ่งเมื่อเปิดเตาแล้ว มิดและแท่งเหล็กกลมก็จะกลับไปอยู่ที่มือของผู้ปฏิบัติงานคนละข้าง ดังเดิม ก่อนที่จะใช้มิดในการพับแป้งและใช้แท่งเหล็กในการม้วนแป้งให้เป็นม้วนทรงกระบอก โดยใช้มิดกดที่เหล็กกลมขณะที่ม้วนเพื่อประคองแท่งเหล็ก ซึ่งขนมทองม้วนที่ถูกม้วนจะติดไปกับแท่งเหล็กและปลดเพื่อนำไปใส่ถุงต่อไป

3.1.5.3 งานย่อยการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม ผู้ปฏิบัติงานต้องหมุนตัวประมาณ 90 องศา เพื่อนำขนมทองม้วนที่อยู่รอบแท่งเหล็กกลมไปใส่ในถุง โดยจะนำมิดที่อยู่ในมืออีกข้างที่ถนัดเคลื่อนไปยังขนมทองม้วนที่ม้วนอยู่รอบแท่งเหล็กกลมในมืออีกข้างเพื่อดันขนมทองม้วนให้ตกลงไปในถุง ก่อนที่จะหมุนตัวกลับมาเพื่อปฏิบัติงานในขั้นต่อไป เป็นการจบขั้นตอน แต่ถึงอย่างไรก็ตาม โดยปกติแล้วขั้นตอนการทำขนมทองม้วนจะเป็นการนำงานย่อยข้างต้น มารวมกันแต่จะไม่เรียงตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยสังเขปดังนี้

3.1.6 ขั้นตอนการทำขนมทองม้วน

ปกติแล้วผู้ปฏิบัติงานจะใช้วิธีการทำงานดังรูปที่ 1 โดยจะเริ่มต้นจากหยอดแป้งขนมทองม้วนให้ครบทุกเตาก่อน จากนั้นในขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วนก็จะมีเปิดฝาเพื่อขึ้นรูปขนม และเมื่อขึ้นรูปเสร็จก็จะหยอดแป้งลงบนเตานั้นทันทีก่อนที่จะปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม โดยวิธีการทำขนมทองม้วนแบบเดิมสามารถแบ่งการอธิบายออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักดังนี้



รูปที่ 3-3 ขั้นตอนการทำขนมทองม้วน



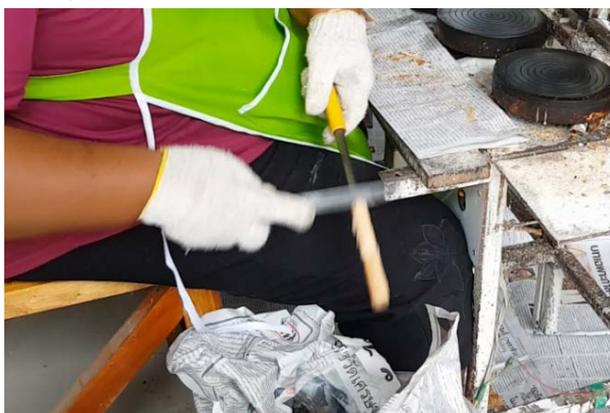
รูปที่ 3-4 ขั้นตอนการหยอดแป้ง

3.1.6.1 ขั้นตอนการหยอดแป้งดังที่แสดงในรูปที่ 2 ก. ผู้ปฏิบัติงานจะใช้มือซ้ายเปิดเตา และมือขวาหยิบขวดแป้งขนมทองม้วนเพื่อนำมาหยอดลงบนเตา จากนั้นปิดเตาเพื่ออบให้ขนมสุก ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้ปฏิบัติงานจะต้องหยอดขนมให้ครบทุกเตา



รูปที่ 3-5 ขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วน

3.1.6.2 ขั้นตอนต่อไปคือการขึ้นรูปขนมทองม้วน โดยขั้นตอนนี้จะเริ่มจากการเปิดเตา A เพื่อขึ้นรูปขนมทองม้วนบนเตา A จากนั้นหยอดขนมทองม้วนลงบนเตา A และปิดเตาเพื่ออบขนมบนเตา A ให้สุก ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 2 ข.



รูปที่ 3-6 ขั้นตอนการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม

3.1.6.3 หลังจากขึ้นรูปขนมทองม้วนและหยอดแป้งในเตา A แล้ว ในขั้นตอนต่อไป ผู้ปฏิบัติงานจะปิดเตา A จากนั้นทำการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม ผู้ปฏิบัติงานจะต้องหมุนลำตัวประมาณ 90 องศาเพื่อนำขนมทองม้วนใส่ถุง โดยขั้นตอนนี้ผู้ปฏิบัติงานจะนำมีดจากมือขวาไปยังแท่งเหล็กกลมในมือซ้าย และใช้มีดรูศเพื่อปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลมให้ขนมทองม้วนตกลงไปในถุง และหมุนตัวกลับมามองซ้ายประมาณ 90 องศาเพื่อเตรียมขึ้นรูปขนมที่เตา B C

และ D โดยที่ทุกขั้นตอนจะคล้าย ๆ กับขั้นตอน 1.2.1 – 1.2.3 เพียงแต่บางครั้งผู้ปฏิบัติงานอาจเปลี่ยนอิริยาบถ เช็ดเหงื่อ เพิ่มกำลังไฟ อาจทำให้ขั้นตอนการทำงานอาจมีการเปลี่ยนแปลงบ้างแต่ขั้นตอนหลักยังคงเดิม ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 3

3.1.7 ระบบวิธีวัดเวลาแบบ MTM1

ระบบวิธีวัดเวลาแบบ MTM 1 คือ วิธีการที่สามารถหาเวลามาตรฐานของงานใดๆโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการจับเวลาโดยตรง กล่าวคือระบบเวลาแบบประเมินล่วงหน้านี้เป็นชุดข้อมูลที่รวบรวมมาจากเวลามาตรฐานของงานย่อยพื้นฐานเพื่อเป็นตัวแทนของการปฏิบัติงานมาตรฐานโดยมีกฎเกณฑ์ที่สร้างขึ้น ผลที่ได้ก็คือเวลามาตรฐานของงานนั้นๆ [2] โดยการใช้ระบบวิธีการวัดเวลาแบบ MTM จะนำไปใช้กับการหาเวลามาตรฐานของ 3 ขั้นตอนย่อย ได้แก่ ขั้นตอนการหยอดแป้ง ขั้นตอนการขึ้นรูปทองม้วน และสุดท้ายคือขั้นตอนปลดทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม ตารางที่ 1 คือ ตัวอย่างการใช้ระบบวิธีการวัดเวลาเพื่อหาเวลามาตรฐาน [3] ในขั้นตอนย่อยการหยอดแป้ง โดยสามารถอธิบายความหมายของสัญลักษณ์รายละเอียดในตารางที่ 1 ได้ดังนี้

3.1.7.1 ขั้นตอนการหยอดแป้ง

ตารางที่ 3-1 เวลามาตรฐานขั้นตอนย่อยการหยอดแป้ง

มือซ้าย	Motions	TMU	Motions	มือขวา
ถือแท่งเหล็กกลม	G1A	2	G1A	ถือมีด
			M9A	เคลื่อนมีดไปยังมือซ้าย
ย้ายมีดมาถือที่มือขวา	G5	2	RL1	ปล่อยมีด
เอื้อมมือไปยังเตา A	R18A	12.3	R12A	เอื้อมไปยังขวดแป้ง
จับค้ำเตา A	G1A	2	G1A	หยิบขวดแป้ง
ออกแรงเปิดเตา A	AF	13.5	M10C	เคลื่อนมายังเตา 1
			APA	ออกแรงบีบแป้ง
ออกแรงปิดเตา A	DM	13.5	M10B	เคลื่อนขวดแป้งไปยังชั้นวาง
			P1SE	วางขวดแป้งลง

1) ในขั้นตอนนี้ประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่ลักษณะเดียวคือการถือแท่งเหล็กกลม และถือมีด ในช่องของมือซ้ายผู้ปฏิบัติงานจะใช้ถือแท่งเหล็กกลม และใช้มือขวาถือมีด โดยสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการเคลื่อนที่วันนี้คือ G1A :ซึ่ง G หมายถึงการหยิบหรือสัมผัสวัตถุหนึ่งชิ้นหรือมากกว่าหนึ่งชิ้นด้วยมือหรือนิ้วมือเพื่อการทำงานในขั้นตอนนี้ต่อไป สัญลักษณ์ 1A คือประเภทของการหยิบวัตถุที่อยู่บนพื้นที่ที่แน่นอนหรือหรือในมืออื่น ๆ ซึ่ง ในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 2.0 TMU

2) ในขั้นตอนนี้เป็นการเคลื่อนที่มีดไปยังมือซ้าย เพื่อให้มือขวาว่าง ก่อนที่จะใช้มือขวาหยิบขวดแบริ่ง โดยสัญลักษณ์ที่ใช้คือ M หมายถึงการเคลื่อนที่ (Move) ส่วนหมายเลข 9 หมายถึงระยะการเคลื่อนที่ 9 นิ้ว และ A คือประเภทของการเคลื่อนที่วัตถุไปอีกมือหนึ่งหรือเคลื่อนไปจนหยุด ในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 5.6 TMU

3) ในขั้นตอนนี้ยังอยู่ในขั้นตอนการย้ายมีดจากมือขวามาถือที่มือซ้าย หลังจากในขั้นตอนที่แล้วได้เคลื่อนมือขวาใกล้ๆ มือซ้ายแล้ว สัญลักษณ์ G5 หมายถึงการหยิบหรือสัมผัสรูปแบบที่ 5 หรือ (Transfer Grasp) ส่วนมือขวาจะปล่อยมีดเพื่อให้มือขวาว่าง เพื่อเคลื่อนไปหยิบขวดแบริ่งในขั้นตอนนี้ต่อไป โดย RL เป็นสัญลักษณ์ของการปล่อย (Release) ส่วนเลข 1 เป็นกรณีการปล่อยธรรมดา ซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 2 TMU

4) ต่อไปเป็นการเอื้อมมือขวาไปยังขวดแบริ่ง สัญลักษณ์ R (REACH) เคลื่อนมือหรือนิ้วไปยังที่ใดที่หนึ่ง 12 คือเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง 12 นิ้ว และสัญลักษณ์ A คือการเอื้อมไปยังวัตถุในตำแหน่งที่แน่นอน ส่วนมือซ้ายใช้เอื้อมไปยังเตาเพื่อที่จะเปิดฝา ดังนั้นสัญลักษณ์ที่ใช้คือ R12A มีความหมายเช่นเดียวกันกับในช่องมือขวาต่างกันเพียงระยะในช่องมือซ้ายมีการเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 18 นิ้ว ซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 12.3 TMU

5) เมื่อเอื้อมมือไปยังตำแหน่งที่ต้องการแล้ว ขั้นตอนนี้ต่อไปผู้ปฏิบัติงานจะใช้มือซ้ายจับที่ด้ามจับสำหรับเปิดเตา สัญลักษณ์ที่ใช้คือ G1A หมายถึง การหยิบวัตถุที่อยู่บนพื้นที่ที่แน่นอนส่วนมือซ้ายผู้ปฏิบัติงานใช้หยิบขวดแบริ่ง สัญลักษณ์ที่ใช้ก็คือ G1A เช่นเดียวกัน ในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 2 TMU

6) เมื่อมือซ้ายจับที่ด้ามสำหรับเปิดเตาแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะออกแรงเพื่อเปิดเตา สัญลักษณ์ที่ใช้ คือ AF ความหมายคือ Apply Pressure แบบ Apply Force หมายถึงการออกแรงเปิดเตา ส่วนมือขวามือจับที่ขวดแบริ่ง จากนั้นผู้ปฏิบัติงานจะเคลื่อนที่ขวดแบริ่งมายังเตา โดยสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนที่คือ M10C โดยที่ M หมายถึงการเคลื่อนที่ (Move) ส่วนหมายเลข 10 หมายถึงระยะการ

เคลื่อนที่ 10 นิ้ว และ C หมายถึงประเภทของการเคลื่อนที่วัตถุไปยังตำแหน่งที่พอดีเพื่อเตรียมหยอดแป้ง
ในขั้นตอนต่อไป ซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 13.5 TMU

7) ขั้นตอนนี้จะเป็นการหยอดแป้งขนมทองม้วน ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้มือขวา
บีบขวดแป้งเพื่อให้แป้งไหลจากขวดลงสู่เตา สัญลักษณ์ที่ใช้คือ AP (Apply Pressure) หมายถึงการออก
แรงกด สัญลักษณ์ A (Case A) เป็นการออกแรงกดแบบธรรมดา ส่วนมือซ้ายไม่มีการเคลื่อนที่ ซึ่งใน
ขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 10.6 TMU

8) เมื่อหยอดแป้งแล้วขั้นตอนนี้ผู้ปฏิบัติงานจะใช้มือซ้ายเพื่อปิดเตา
สัญลักษณ์ที่ใช้ คือ DW ความหมายคือ Apply Pressure แบบ Dwell ความหมายคือการหยุดแรง
เนื่องจาก การปิดฝาเตามือซ้ายจะต้องออกแรงต้านจากน้ำหนักฝาเตาและแรงโน้มถ่วง ส่วนมือขวา
ผู้ปฏิบัติงานจะใช้ในการเคลื่อนย้ายขวดแป้งไปยังชั้นวาง สัญลักษณ์ที่ใช้คือ M10B โดยที่ M หมายถึง
การเคลื่อนที่ (Move) ส่วนหมายเลข 10 หมายถึงระยะการเคลื่อนที่ 10 นิ้ว และ B หมายถึงประเภทของ
การเคลื่อนที่วัตถุไปยังตำแหน่งโดยประมาณหรือตำแหน่งที่ไม่แน่นอน ซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการ
ปฏิบัติงาน 13.5 TMU

9) เมื่อผู้ปฏิบัติงานใช้มือขวาเคลื่อนขวดแป้งเพื่อวางในตำแหน่งที่ต้องการ
ผู้ปฏิบัติงานจะวางขวดแป้งลง สัญลักษณ์ที่ใช้คือ P1SE โดยที่ P (Position) คือการวางวัตถุลงบนชั้นวาง
1 (Class 1) หมายถึงการวางแบบหลวม ส่วน S (Symmetrical) หมายถึง วัตถุสามารถวางได้ทุกทางเมื่อ
จัดให้ตรงตำแหน่งแล้ว และสุดท้าย E (Easy) หมายถึง ง่ายต่อการวางและไม่จำเป็นต้องจัดตำแหน่ง ซึ่ง
ในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 5.6 TMU

3.1.7.2 การขึ้นรูปทองม้วน

ตารางที่ 3-2 เวลามาตรฐานขั้นตอนย่อยการขึ้นรูปทองม้วน

มือซ้าย	Motions	TMU	Motions	มือขวา
มือขวาถือแท่งเหล็กกลม	G3	7.3	G4A	เลือกหยิบมิด
เอื้อมมือไปยังเตา A	R18A	12.3		ถือมิดไว้
จับค้ำมเตา	G1A	16.9	M14C	เคลื่อนมิดมายังเตา A
ออกแรงเปิดเตา	APB	16.2	APB	ใช้มิดกดแผ่นแป้งบนเตา
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้ง	APB	16.2	APB	ใช้มิดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 1

ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้ง	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 2
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้ง	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 3
เคลื่อนแท่งเหล็กกลมไปข้างหน้า	M4B	16.2	APB	ใช้มีดกดแท่งเหล็กกลม
ถือแท่งเหล็กกลม		10.5	M9A	เคลื่อนมีดไปยังมือซ้าย
จับมีด	G3	5.6	RL1	ปล่อยมีด
		113.6		

1) ในขั้นตอนนี้ประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่เพื่อไปหยิบวัตถุ ซึ่งในช่องมือซ้ายผู้ปฏิบัติงานจะถือแท่งเหล็กกลม สัญลักษณ์ที่ใช้ G3 ซึ่ง G หมายถึงการหยิบหรือสัมผัสวัตถุหนึ่งชิ้นหรือมากกว่าหนึ่งชิ้นด้วยมือหรือนิ้วมือ ส่วน 3 หมายถึง การควบคุมแบบย้ายวัตถุจากมือหนึ่งไปยังอีกมือหนึ่ง และมือขวาเป็นการเลือกหยิบมีด สัญลักษณ์ที่ใช้คือ G4 หมายถึงการเลือกหยิบวัตถุที่มีขนาดใหญ่ ในขั้นตอนนี้มีมือขวาจะใช้เวลาในการปฏิบัติงานมากกว่ามือซ้ายดังนั้นจึงใช้เวลา 7.3 TMU

2) ในขั้นตอนต่อไปผู้ปฏิบัติงานจะเอื้อมมือซ้ายไปยัง เตา A สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการเคลื่อนไหว่นี้คือ R18A :ซึ่ง R คือการเคลื่อนมือหรือนิ้วไปยังที่ใดที่หนึ่งเป็นระยะทาง 12 นิ้ว ส่วนมือขวาเป็นเพียงแค่การถือมีดไว้ไม่มีการเคลื่อนที่ดังนั้น ไม่มีการคิดเวลา ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะใช้เวลาในการปฏิบัติงานเท่ากับ 12.3 TMU

3) ในขั้นตอนนี้ประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่ทั้ง 2 มือ โดยผู้ปฏิบัติงานจะเอื้อมมือซ้ายไปจับที่ค้ำมเตา สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการเคลื่อนไหว่นี้คือ G1A :ซึ่ง G หมายถึงการหยิบหรือสัมผัสวัตถุหนึ่งชิ้นหรือมากกว่าหนึ่งชิ้นด้วยมือหรือนิ้วมือเพื่อการทำงานในขั้นตอนต่อไป สัญลักษณ์ 1A ส่วนในมือขวาเป็นการเคลื่อนมือที่ถือมีดมายังเตา โดยสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนที่คือ M14C โดยที่ M หมายถึงการเคลื่อนที่ (Move) ส่วนหมายเลข 14 หมายถึงระยะการเคลื่อนที่ 14 นิ้ว และ C หมายถึงประเภทของการเคลื่อนที่วัตถุไปยังตำแหน่งที่พอดีเพื่อเตรียมหยอดแป้งในขั้นตอนต่อไป ซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 16.9 TMU

4) หัวข้อนี้จะอธิบายตั้งแต่ขั้นตอนที่ 4-7 ในขั้นตอนที่ 4 มือซ้ายเป็นการเปิดเตาเพื่อขึ้นรูปขนมทองม้วนและมือขวาใช้แท่งเหล็กกดลงบนแป้ง สัญลักษณ์ที่ใช้ทั้งสองมือคือ APB หมายถึง APB คือการออกแรง (AF) หยุดแรง (DM) การปล่อยแรง (RLM) เพื่อเป็นการหยุดแรงและ G2 (Regrasp) เป็นการปล่อยมือออกจากกรหยิบ ในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 16.2 TMU

5) เมื่อพับแปงทองม้วนแล้วในขั้นตอนที่ 8 จะเป็นการเคลื่อนที่แห่งเหล็กกลม เพื่อม้วนขนมทองม้วนโดยใช้มือซ้าย โดยสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนที่คือ M14C โดยที่ M หมายถึงการเคลื่อนที่ (Move) ส่วนหมายเลข 4 หมายถึงระยะการเคลื่อนที่ 4 นิ้ว และ C หมายถึงการเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่เป็นการประมาธ ส่วนมือขวาผู้ปฏิบัติงานจะใช้มีดกดที่แห่งเหล็กกลมเพื่อม้วนขนมทองม้วน สัญลักษณ์ที่ใช้คือ APB ในขั้นตอนนี้มือขวาจะใช้เวลาในการปฏิบัติงานมากที่สุดดังนั้นจะคิดเวลาในการปฏิบัติงานเท่ากับ 16.9 TMU

6) ในขั้นตอนต่อไป เป็นผู้ปฏิบัติงานจะใช้มือซ้ายเคลื่อนมือที่ถือมีดมายังเตา โดยใช้สัญลักษณ์แทนการเคลื่อนที่คือ M9A โดยที่ M หมายถึงการเคลื่อนที่ (Move) ส่วนหมายเลข 9 หมายถึงระยะการเคลื่อนที่ 9 นิ้ว และ A หมายถึงประเภทของการเคลื่อนที่วัตถุไปยังตำแหน่งที่หนึ่งแล้วหยุด ส่วนมือขวาไม่มีการเคลื่อนที่ ซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 10.5 TMU

7) ในขั้นตอนสุดท้ายของขั้นตอนการขึ้นรูปทองม้วน ผู้ปฏิบัติงานจะใช้มือซ้ายรับมีดจากมือขวา สัญลักษณ์ที่ใช้ G3 ซึ่ง G หมายถึงการหยิบหรือสัมผัสวัตถุหนึ่งชิ้นหรือมากกว่าหนึ่งชิ้นด้วยมือหรือนิ้วมือ ส่วน 3 หมายถึง การควบคุมแบบย้ายวัตถุจากมือหนึ่งไปยังอีกมือหนึ่ง ส่วนมือขวาผู้ปฏิบัติงานจะปล่อยมีดลงบนมือซ้าย สัญลักษณ์ที่ใช้คือ R เป็นสัญลักษณ์ของการปล่อย (Release) ส่วนเลข 1 เป็นกรณีการปล่อยธรรมดา ซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 5.6 TMU

3.1.7.3 ขั้นตอนปลดทองม้วนออกจากไม้ขึ้นรูป

ตารางที่ 3-3 เวลามาตรฐานขั้นตอนปลดทองม้วนออกจากไม้ขึ้นรูป

มือซ้าย	Motions	TMU	Motions	มือขวา
หมุนตัวเพื่อเอาทองม้วนไปยังถุง	TBC2	37.2		
		8	M4C	เคลื่อนมีดไปยังแห่งเหล็ก
		10.6	APA	ใช้มีดปลดขนม
หมุนตัวกลับที่เดิม	TBC1	18.6		
	รวม	74.4		

1) ขั้นตอนนี้เป็นการเคลื่อนที่เพื่อปลดขนมทองม้วนออกจากแห่งเหล็ก ผู้ปฏิบัติงานจะหมุนตัวเพื่อนำแห่งเหล็กให้อยู่เหนือถุงขนม สัญลักษณ์ที่ใช้ TBC2 ซึ่ง TB (Turn body)

หมายถึง การหมุนลำตัวตั้งแต่ 45-50 องศา สัญลักษณ์ C2 หมายถึง เท้าสัมผัสพื้นก่อนการเคลื่อนที่ต่อไป ในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงานมากกว่ามือซ้ายดังนั้นจึงใช้เวลา 37.2 TMU

2) หลังจากที่แท่งเหล็กกลมอยู่เหนืออุ้งขนม ขั้นตอนที่ต่อไปเป็นการเตรียม ปลดขนมลงในอุ้ง มือขวาของผู้ปฏิบัติงานจะเคลื่อนมิดไปยังมือซ้าย โดยใช้สัญลักษณ์แทนการเคลื่อนที่ คือ M4C โดยที่ M หมายถึงการเคลื่อนที่ (Move) ส่วนหมายเลข 4 หมายถึงระยะการเคลื่อนที่ 4 นิ้ว และ C หมายถึงประเภทของการเคลื่อนที่วัตถุไปยังตำแหน่งที่แน่นอน ส่วนมือขวาไม่มีการเคลื่อนที่ ซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 8 TMU

3) ในขั้นตอนนี้ผู้ปฏิบัติงานจะใช้มือขวาที่ถือมีดอยู่ด้านหลังขนมของม้วนให้ตกลงบนอุ้งขนม สัญลักษณ์ที่ใช้ทั้งสองมือคือ APA หมายถึง APA คือการออกแรงเพื่อให้ขนมของม้วนตกลงไปในอุ้ง ในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงาน 10.6 TMU

4) เมื่อปลดขนมลงแล้วผู้ปฏิบัติงานต้องหมุนลำตัวกลับ สัญลักษณ์ที่ใช้ TBC1 ซึ่งความหมายเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1 ต่างกันที่ C2 ซึ่งหมายถึงจะเท้าสัมผัสพื้นเมื่อกระบวนการเสร็จสิ้น ในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการปฏิบัติงานมากกว่ามือซ้ายดังนั้นจึงใช้เวลา 18.6 TMU

3.2 การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคัมไพในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ขนมของม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

3.2.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม

กลุ่มผลิตของม้วนบ้านกุดกุ่มเป็นกลุ่มอาชีพของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตขนมของม้วนข้าวกล้องที่ขึ้นชื่อเสียงกลุ่มหนึ่งของจังหวัดเพชรบูรณ์ นอกจากจะมีรสชาติที่หวานหอม กลมกล่อมแล้ว ยังมีจุดเด่นที่แป้งข้าวกล้อง ซึ่งถือได้ว่าเป็นเอกลักษณ์และได้รับความนิยมมากอยู่ในขณะนี้ แต่ก็ยังมีความต้องการให้เกิดการพัฒนาอยู่เพื่อให้มีรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งหัวข้อหลักๆ ของความต้องการในการพัฒนาของกลุ่มมีดังนี้ คือ การเพิ่มมูลค่าของของม้วน ปรับปรุงกระบวนการผลิต และการเพิ่มกำลังการผลิต เพื่อให้ทางกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มได้กำไรจากการขายขนมของม้วนมากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันมีสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ประเภทขนมของม้วนจำหน่ายมากมายทั่วประเทศ ดังนั้นหากทางกลุ่มต้องการผลกำไรเพิ่มขึ้นจะต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ลดต้นทุน และเพิ่มผลผลิต จึงจะบรรลุเป้าหมาย ด้วยเหตุนี้การสร้าง ความแตกต่างในตัวผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าของม้วนจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาต่อของขนมของม้วน เนื่องจากช่องทางการตลาดของขนมของม้วนในปัจจุบันยังสดใส ถึงแม้ว่าคู่แข่งทางการตลาดจะมีมาก แต่ความต้องการของผู้บริโภคก็ยังคงมากอยู่

เช่นกัน สังเกตได้จากสินค้าที่กลุ่มนำไปออกจำหน่ายสามารถจำหน่ายได้ทุกครั้ง และมียอดการสั่งซื้ออย่างต่อเนื่อง

3.2.2 การเลือกขอบเขตของผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์รูปแบบผลิตภัณฑ์ของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นผู้ผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ที่จัดตั้งกลุ่มขึ้นมาเมื่อปี พ.ศ. 2545 โดยมีหัวหน้ากลุ่มคือคุณชาล คำเสาร์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ของกลุ่มมีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่ ทองม้วนข้าวกล็อง และทองม้วนสด เมื่อผู้วิจัยทำการพิจารณาลักษณะของผลิตภัณฑ์ทั้งสองประเภทของกลุ่ม ผู้วิจัยมีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์ทองม้วนข้าวกล็อง มีความเหมาะสมมากที่สุด สำหรับใช้เป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้เนื่องจากมีส่วนแบ่งทางการตลาดมากที่สุด มีความซับซ้อนในกระบวนการผลิตน้อย สามารถเก็บรักษาได้นาน และสามารถนำไปสร้างความหลากหลายในตัวผลิตภัณฑ์ด้วยวิศวกรรมคั้นไซ้ได้ โดยรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม มีดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ขนมหอมม้วนข้าวกล็อง คือ ขนมหอมชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยส่วนผสมหลักคือ แป้งข้าวกล็อง ผสมกับกะทิ ไข่ น้ำตาล และงาดำ มีลักษณะม้วนเป็นหลอด กรอบ รสชาติหวานหอม มัน ขนาดพอดีคำ



รูปที่ 3-7 แสดงทองม้วนข้าวกล็อง

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ทองม้วนข้าวกล็องของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม จะมีการขายอยู่ 4 รูปแบบ ดังนี้

1) แบบผลิตตามขอคำสั่งซื้อโดยที่ไม่มีบรรจุภัณฑ์แยก ซึ่งจะขายอยู่ราคาชิ้นละ 0.50 บาท ซึ่งลูกค้าส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์รูปแบบนี้คือ ลูกค้าที่รับสินค้าแบบขายส่ง ซึ่งเป็นเจ้าของกิจการ โดยนำทองม้วนที่ซื้อไปเพิ่มมูลค่าอีกทีหนึ่งด้วยการขัดได้หมูหอยงแล้วนนำไปใส่ในบรรจุภัณฑ์ที่สวยงาม



รูปที่ 3-8 แสดงผลิตภัณฑ์ทองม้วนข้าวกลิ้งที่ขายในรูปแบบผลิตตามขอคำสั่งซื้อของลูกค้าขายส่ง

2) แบบใส่ถุงพลาสติกใส ขายราคาถุงละ 35 บาท มีจำนวน 30 ชิ้น/ถุง ราคาชิ้นละ 1.17 บาท ซึ่งลูกค้าส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์รูปแบบนี้คือ ผู้ที่มาเดินซื้อหาสินค้าในงาน OTOP ที่หน่วยงานภาครัฐจัดขึ้น ซึ่งกลุ่มลูกค้าส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงวัยทำงาน จนกระทั่งถึงวัยสูงอายุ โดยวัตถุประสงค์ในการซื้อส่วนใหญ่ คือ ซื้อไปรับประทานเอง



รูปที่ 3-9 แสดงผลิตภัณฑ์ทองม้วนข้าวกลิ้งที่ขายในรูปแบบใส่ถุงพลาสติกใส

3) แบบใส่กล่องทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขายราคากล่องละ 35 บาท มีจำนวน 20 ชิ้น/กล่อง ราคาชิ้นละ 1.75 บาท ซึ่งลูกค้าส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์รูปแบบนี้คือ ผู้ที่มาเดินซื้อหาสินค้าในงาน OTOP ที่หน่วยงานภาครัฐจัดขึ้น และมีการวางขายตามร้านขายของฝากในจังหวัด ซึ่งกลุ่มลูกค้าส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงวัยทำงาน จนกระทั่งถึงวัยสูงอายุ โดยวัตถุประสงค์ในการซื้อส่วนใหญ่ คือ ซื้อไปเป็นของฝาก



รูปที่ 3-10 แสดงผลิตภัณฑ์ทองม้วนข้าวกล้องที่ขายในรูปแบบใส่กล่องทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

4) แบบใส่กล่องมีหูหิ้ว ขายราคากล่องละ 60 บาท มีจำนวน 40 ชิ้น/กล่อง ราคาชิ้นละ 1.50 บาท ซึ่งลูกค้าส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์รูปแบบนี้คือ ผู้ที่มาเดินซื้อหาสินค้าในงาน OTOP ที่หน่วยงานภาครัฐจัดขึ้น และมีการวางขายตามร้านขายของฝากในจังหวัด ซึ่งกลุ่มลูกค้าส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงวัยทำงาน จนกระทั่งถึงวัยสูงอายุ โดยวัตถุประสงค์ในการซื้อส่วนใหญ่ คือ ซื้อไปเป็นของฝาก



รูปที่ 3-11 แสดงผลิตภัณฑ์ของม้วนข้าวกล้องที่ขายในรูปแบบใส่กล่องมีหูหิ้ว

จากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมรูปแบบผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่มสหกรณ์สตรีก้าวหน้าบ้านกุดกุ่ม พบว่ากลุ่มลูกค้าส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์ คือ ลูกค้าแบบรับสินค้าแบบขายส่งที่รับทองม้วนไปเพิ่มมูลค่าอีกทีหนึ่ง และบุคคลทั่วไปในช่วงวัยทำงาน จนกระทั่งถึงวัยสูงอายุ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่กลุ่มผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่มียอดขายมากที่สุด คือ แบบผลิตตามยอดการสั่งซื้อ โดยที่ไม่มีบรรจุภัณฑ์แยกหรือเรียกว่ารูปแบบขายส่ง ซึ่งราคาขายต่อชิ้นต่ำมาก ดังนั้นหากต้องการที่จะแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มสหกรณ์สตรีก้าวหน้าบ้านกุดกุ่มในอนาคต จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อก่อให้เกิดมูลค่าที่สูงขึ้น รวมถึงการกำหนดกลุ่มเป้าหมายใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่จะทำการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่า จากการศึกษาของผู้วิจัย พบว่าขนมประเภทขบเคี้ยวอย่างเช่นขนมทองม้วน ผู้บริโภคส่วนใหญ่คือ วัยรุ่น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงกำหนดขอบเขตของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่จะพัฒนาขึ้นใหม่ โดยกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย คือ กลุ่มวัยรุ่น ซึ่งเป็นบุคคลที่มีอายุ 12 – 21 ปี และสถานที่จำหน่ายสินค้าหลักคือ ร้านค้าประเภทร้านกาแฟหรือร้านเครื่องดื่มต่างๆ ที่มีการกระจายอยู่ทั่วไปในท้องที่จังหวัดเพชรบูรณ์

โดยผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแบบใหม่ที่จะพัฒนาขึ้นมาจะอยู่ภายใต้กรอบแนวคิด คือ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการขยายสายการผลิตโดยใช้กระบวนการผลิตที่มีอยู่ การสร้างแนวคิดใหม่ในผลิตภัณฑ์เดิม การนำผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมมาปรับเปลี่ยนรูปแบบใหม่ และผลิตภัณฑ์ใหม่ในบรรจุภัณฑ์ใหม่ที่มีความดึงดูดยิ่งขึ้น

3.2.3 การกำหนดขอบเขตคำค้น ไชที่แสดงความรู้สึกที่มีต่อขนมทองม้วน

ผู้วิจัยจะทำการรวบรวมคำค้น ไช (Kansei Words) แล้วทำการคัดเลือกคำค้น ไช โดยการกำหนดแนวคิดของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนพร้อมกับแสดงเป็นแนวคิดย่อย เพื่อทำการจัดกลุ่ม และคัดเลือกขั้นตอนสุดท้ายโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งคำค้น ไช (Kansei Words) เป็นคำคุณศัพท์แสดงอารมณ์เกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของผู้บริโภคและผู้ออกแบบ โดยจะรวบรวมจากนิตยสาร, เว็บไซต์, งานวิจัย, คู่มือ, ผู้เชี่ยวชาญ, ผู้บริโภคที่มีประสบการณ์

ในงานวิจัยนี้จะทำการรวบรวมคำค้น ไชทั้งสิ้นจำนวน 100 คำ จากนั้นทำการแตกแนวคิดย่อยจากแนวคิดหลัก หรือแตกจากข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ (Breaking Down the Product Concept) โดยการแตกแนวคิดย่อยจากแนวคิดหลัก หรือการแตกจากข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ จนได้คำคุณศัพท์แสดงอารมณ์ หรือคำค้น ไช ที่ได้รวบรวมได้ข้างต้น โดยการคัดเลือกคำค้น ไชที่มีความสัมพันธ์กัน และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการคัดเลือก โดยการให้คะแนน และคัดเลือกคำที่มีคะแนนมากที่สุด เพื่อนำมาออกแบบสอบถามในขั้นตอนต่อไป

3.2.4 การกำหนดขอบเขตคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน

สำหรับขั้นตอนการกำหนดขอบเขตคุณลักษณะผลิตภัณฑ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.4.1 รวบรวมคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Collection) โดยอ้างอิงจากขอบเขตผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้ 1) ได้มาจากการรวบรวมและคัดเลือกผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจากนิตยสารหรือหนังสือที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ เพื่อระบุคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Product Properties) จากผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 2) ได้มาจากการนิยามภาพลักษณ์ของบริษัท และคัดเลือกคุณลักษณะที่สะท้อนภาพลักษณ์ของบริษัท (Company Image) เพื่อสร้างเอกลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการสร้างตราสินค้าของตนเอง และ 3) การสร้างสรรค์แนวความคิดใหม่ที่ได้จากการผสมผสานระหว่างผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่และภาพลักษณ์ของบริษัท รวมถึงสิ่งที่กำลังเป็นที่นิยม (Trends) โดยผู้ออกแบบอาจทำการวาดภาพร่าง (Sketch) หรือสร้างผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนต้นแบบ (Prototype) เพื่อระบุรายการคุณลักษณะใหม่ ๆ ผลลัพธ์จากขั้นตอนนี้ช่วยให้ผู้ศึกษาทราบขอบเขตและรายการคุณลักษณะขั้นต้นก่อนทำการคัดเลือกในขั้นตอนถัดไป

3.2.4.2 การเลือกคุณลักษณะที่สำคัญ (Selection) โดยทำการประเมินจากกลุ่มลูกค้าเป้าหมายรวม ไปถึงการคัดเลือกและประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

3.2.4.3 การกำหนดชุดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ (Compiling) เป็นการคัดเลือกและรวมคุณลักษณะที่สำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความรู้สึกของผู้บริโภคเข้าไว้ด้วยกันเพื่อใช้เป็นตัวเชื่อมความสัมพันธ์กับคำค้นไข

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เริ่มทำการรวบรวมผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่มีอยู่ในท้องตลาด โดยให้มีลักษณะ ขนาด รสชาติ และไส้ของขนมทองม้วนให้มีความหลากหลายมากที่สุด โดยการค้นหาทางอินเทอร์เน็ต (Internet) นิตยสาร (Magazines) งานวิจัย (Pertinent Literature) และคู่มือ (Manuals) จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการคัดเลือกคุณลักษณะที่สำคัญของขนมทองม้วน คือ มีทั้งรูปแบบม้วนทรงกระบอก แบบพับ แบบม้วนเป็นกรวย แบบแผ่น แบบสอดไส้ และแบบเคลือบช็อกโกแลต ส่วนขนาดของขนมทองม้วนที่ได้รวบรวมมานั้นมีทั้งขนาดใหญ่ (ดั้งเดิม) ขนาดพอดีคำ ขนาดแบบแท่งยาว (ลองสตีก) และขนาดแบบมินิโรล ส่วนรสชาติของขนมทองม้วนที่ได้รวบรวมมานั้นมีทั้งรสที่มีส่วนประกอบของธัญพืช เนื้อสัตว์ และผลไม้ นอกจากนี้ไส้ของขนมทองม้วนที่ได้รวบรวมมานั้นมีทั้งไส้เนื้อสัตว์ ไส้ผลไม้ และไส้ขนมหวาน เป็นต้น จากนั้นทำการคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน โดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) โดยให้ทีมผู้วิจัยหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน

3.2.5 ออกแบบสอบถาม

หลังจากการรวบรวมคำค้นไข การคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปนี้เป็นการสร้างแบบสอบถามเพื่อให้กลุ่มผู้บริโภคทำการประเมิน โดยทำการเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเฉพาะเจาะจง คือ ผู้บริโภคขนมขบเคี้ยวที่เป็นวัยรุ่น จำนวน 100 คน ในส่วนของแบบสอบถามจะใช้ระดับคะแนนความรู้สึกของปัจจัยที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนนั้น โดยใช้การประเมินคะแนนแบบลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale)

ลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) เป็นการวัดทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลนั้นจะมีระดับคะแนนของทัศนคติในหัวข้อต่างๆของขนมทองม้วนดังนี้

ระดับคะแนน 5 ระดับความเห็นด้วยมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 ระดับความเห็นด้วยมาก

ระดับคะแนน 3 ระดับความเห็นด้วยปานกลาง

ระดับคะแนน 2 ระดับความเห็นด้วยน้อย

ระดับคะแนน 1 ระดับความเห็นด้วยน้อยที่สุด

เกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลด้วยลิเคิร์ตสเกลดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง ระดับความเห็นด้วยมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง ระดับความเห็นด้วยมาก

2.51-3.50 หมายถึง ระดับความเห็นด้วยปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ระดับความเห็นด้วยน้อย

1.00-1.50 หมายถึง ระดับความเห็นด้วยน้อยที่สุด

3.2.6 วิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบสอบถาม

วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) ความต้องการคำค้นไซ และรูปแบบของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนในการออกแบบ ตามสมการ (3.1) รวมทั้งค่าเฉลี่ยระดับความรู้สึกของผู้บริโภคระหว่างคำค้นไซและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน เพื่อนำมาประกอบการสรุปผล

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N} \dots\dots\dots(3.1)$$

เมื่อ	\bar{x}	=	ค่าเฉลี่ย
	x	=	ค่าการทดลอง
	N	=	จำนวนค่าสังเกตทั้งหมดในการทดลอง

จากนั้นนำผลที่ได้จากแบบสอบถามมาทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคำค้นไซของขนมทองม้วนกับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยมือ โดยผู้เชี่ยวชาญ

3.2.7 สรุปผลความต้องการของผู้บริโภคทองม้วนที่ได้จากกระบวนการวิศวกรรมค้นไซ

คณะผู้วิจัยดำเนินการสรุปผลความต้องการของผู้บริโภคทองม้วนที่ได้จากกระบวนการวิศวกรรมค้นไซเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวความคิดสำหรับผลิตภัณฑ์ทองม้วนและบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วนที่จะทำการพัฒนาขึ้นมา

3.2.8 การตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นตอนนี้เป็น การตรวจสอบผลการวิเคราะห์ โดยนำแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ได้ ออกแบบมา ไปตรวจสอบความถูกต้อง โดยการสอบถามอีกครั้ง หากผลการทดสอบไม่ตรงกับ การแปลผลก็ต้องกลับไปปรับปรุงขอบเขตของงานและการเลือกคำค้นไข ขอบเขตของ คุณลักษณะต่างๆ ของขนมทองม้วนที่ผู้บริโภคที่เป็นวัยรุ่นมีความต้องการ

3.2.9 ทำการผลิตขนมทองม้วนต้นแบบขึ้นมา

ดำเนินการผลิตขนมทองม้วนต้นแบบขึ้นมาที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคที่เป็นวัยรุ่นขึ้นมา

3.2.10 ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ได้พัฒนาขึ้นมา ในด้านรูปร่าง สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ได้พัฒนาขึ้นมา รวมถึงความชอบโดยรวมที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง คือ ผู้บริโภคที่เป็นวัยรุ่น จำนวน 100 คน โดยใช้แบบทดสอบ 5-Point hedonic scale คะแนนความชอบรวม ต้องไม่ต่ำกว่า 3.2 จึงถือว่ายอมรับผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ได้พัฒนาขึ้นมา จากนั้นทำการวิเคราะห์ ข้อมูลโดยแบ่งเกณฑ์การประเมินคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบออกเป็น 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

ชอบ	คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	4.81 - 5.00
ค่อนข้างชอบ	คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	3.21 - 4.80
เฉยๆ	คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	2.41 - 3.20
ค่อนข้างไม่ชอบ	คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	1.61 - 2.40
ไม่ชอบ	คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง	0.10 - 1.60

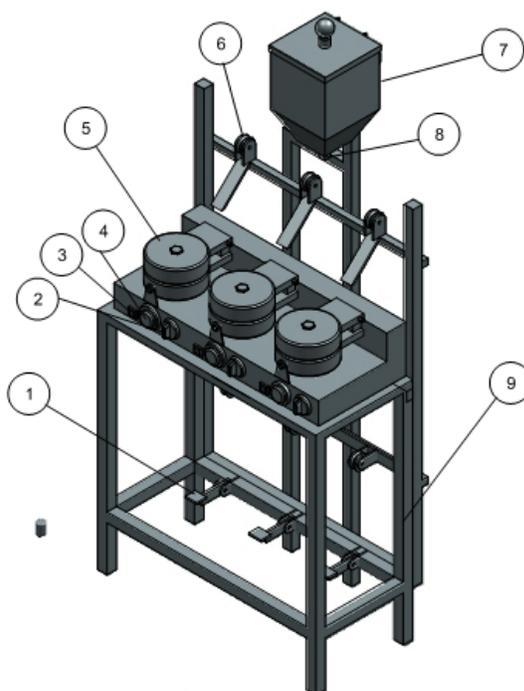
3.3 ออกแบบและสร้างเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน

3.3.1 การออกแบบ

ในการออกแบบและสร้างเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน ประกอบด้วย ส่วนหลักๆต่อไปนี้

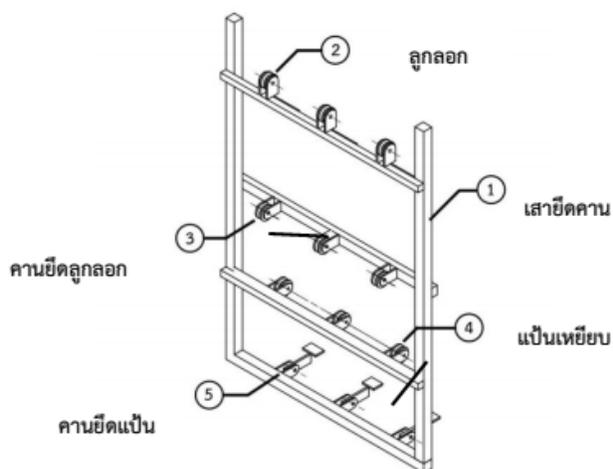
3.3.1.1 การออกแบบส่วนประกอบหลักของเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วนมี 9 ส่วน ประกอบด้วย

- หมายเลข 1 ตัวเหยียบ
 หมายเลข 2 ตัวตั้งเวลา
 หมายเลข 3 สวิตช์เปิดปิดเครื่อง
 หมายเลข 4 ตัวปรับอุณหภูมิความร้อน
 หมายเลข 5 เตาทองม้วนไฟฟ้า
 หมายเลข 6 ลูกรอกทดแรง
 หมายเลข 7 ถังแป้งสแตนเลส
 หมายเลข 8 ชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน
 หมายเลข 9 โครงสร้างโต๊ะ



รูปที่ 3-12 แสดงแบบเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน

3.3.1.2 การออกแบบส่วนกลไกการทำงานของเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอด ทองม้วน

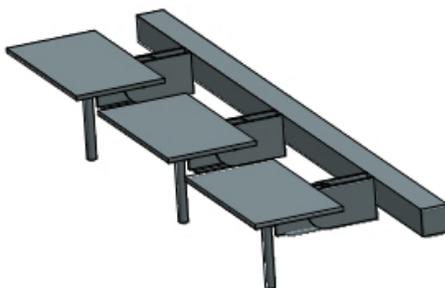


รูปที่ 3-13 แสดงแบบขั้นตอนการทำงานเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน

3.3.2 การสร้าง

3.3.2.1 ตัวเหยียบ

ทำหน้าดิ่งลวดสลิงเพื่อทดแรง ตัวเหยียบใช้เหล็กกล่องขนาด 2 นิ้ว หนา 3.70 มิลลิเมตร แผ่นเหล็กกล้าตีไนท์ มีขนาดความหนา 1.5 มิลลิเมตร จำนวน 3 แผ่น เหล็กแผ่นดำขนาด 4 x 8 นิ้ว จำนวน 12 ชิ้น และ น็อต เบอร์ 12 จำนวน 3 ชุด



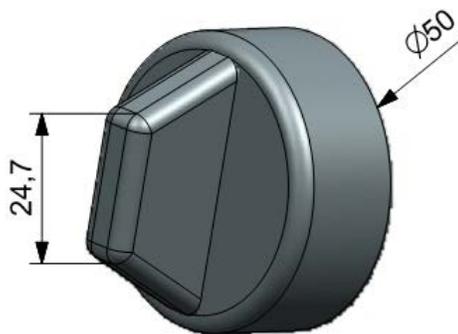
รูปที่ 3-14 แสดงแบบตัวเหยียบ



รูปที่ 3-15 แสดงภาพถ่ายตัวเหยียบ

3.3.2.2 ตัวตั้งเวลา

ทำหน้าที่จับเวลาการทำงานของเครื่อง



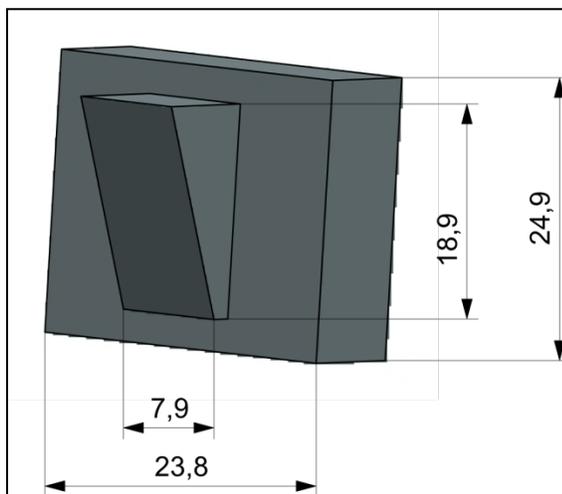
รูปที่ 3-16 แสดงแบบตัวตั้งเวลา



รูปที่ 3-17 แสดงภาพถ่ายตัวตั้งเวลา

3.3.2.3 สวิตช์เปิดปิดเครื่อง

ทำหน้าที่ เปิด-ปิด วงจรไฟฟ้าเข้า-ออก



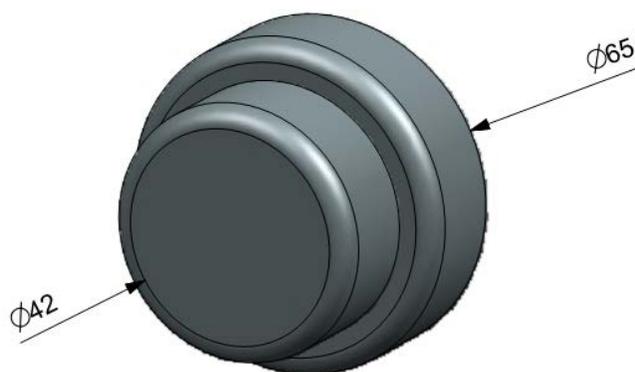
รูปที่ 3-18 แสดงแบบสวิตช์เปิดปิดเครื่อง



รูปที่ 3-19 แสดงภาพถ่ายชุดสวิตช์เปิดปิดเครื่อง

3.3.2.4 ตัวปรับอุณหภูมิความร้อน

ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิความร้อนภายในเครื่อง



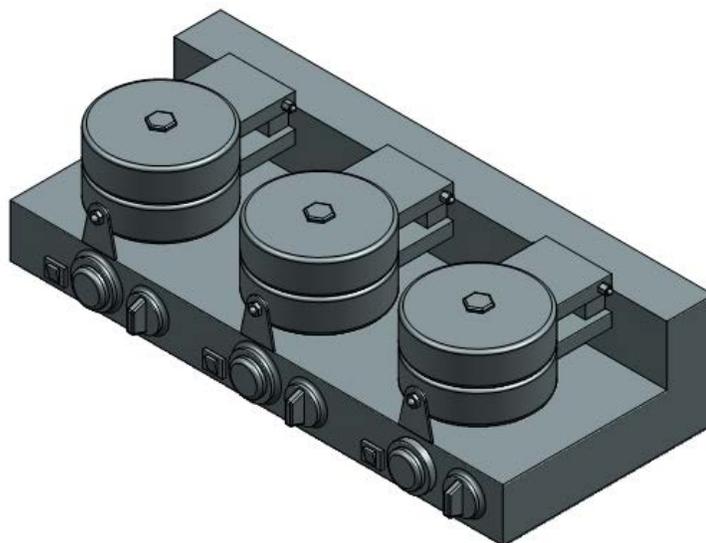
รูปที่ 3-20 แสดงแบบตัวปรับอุณหภูมิความร้อน



รูปที่ 3-21 แสดงภาพถ่ายตัวปรับอุณหภูมิความร้อน

3.3.2.5 เตาทองม้วนไฟฟ้า

เตาทำทองม้วน ระบบไฟฟ้า สแตนเลส เป็นเตาทองม้วนแบบสมัยใหม่ เป็นที่นิยมใช้กันในสมัยนี้ ร้านเรามีลูกค้าเป็นโรงงานทำทองม้วน นิยมใช้เตาทองม้วนแบบนี้กันมาก เนื่องจากทำทองม้วนได้เร็วกว่าเตาแบบยุคเก่า ทำให้ปริมาณในการทำทองม้วนในแต่ละวันออกมามากกว่าเดิม ตัวเตาทองม้วนทำจากสแตนเลสทั้งตัวสะอาด ทนสมัย ไม่ขึ้นสนิม สามารถขอรับการตรวจจาก อ.ย. (องค์การอาหารและยาได้) หน้าพิมพ์ทำจากเทฟลอนทำให้ทองม้วนทำออกไม่ติด และสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว



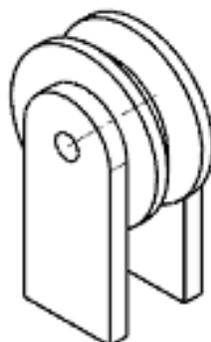
รูปที่ 3-22 แสดงแบบเตาทองม้วนไฟฟ้า



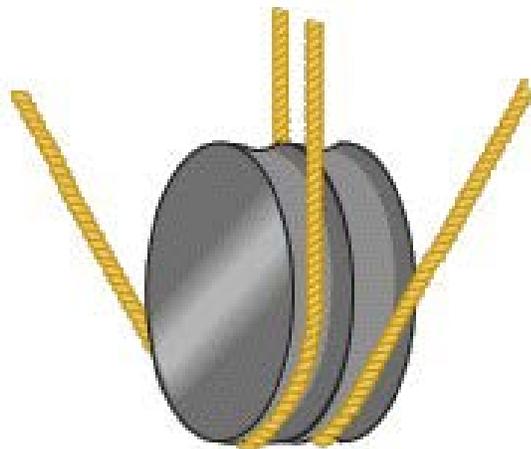
รูปที่ 3.23 แสดงภาพถ่ายเตาทองม้วนไฟฟ้า

3.3.2.6 ลูกรอกทดแรง

ทำหน้าที่จับสายสลิงเพื่อให้เปิดฝาชุดขนมอมม้วน

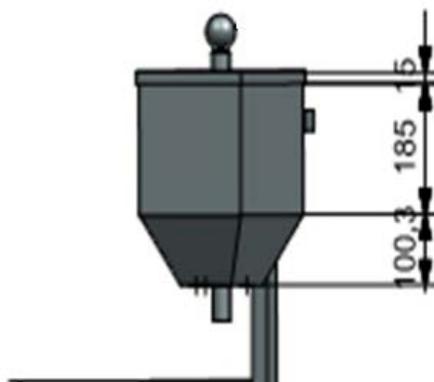


รูปที่ 3-24 แสดงแบบลูกรอกทดแรง



รูปที่ 3-25 แสดงภาพถ่ายลูกรอกทดแรง

3.3.2.7 ถังแป้งสแตนเลส
ทำหน้าที่ใส่แป้งขนมทองม้วน



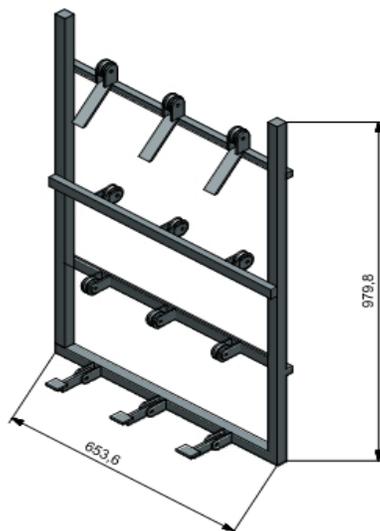
รูปที่ 3-26 แสดงแบบถังแป้งสแตนเลส



รูปที่ 3-27 แสดงภาพถ่ายถังแป้งสแตนเลส

3.3.2.8 ชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน

ทำหน้าที่ใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทำขนมทองม้วนมีส่วนประกอบหลักอยู่ 5 ส่วนประกอบด้วย 1 เสายึดคาน 2 ลูกกรอกแรง 3 คานยึดลูกกรอก 4 แป้นยึดคาน 5 ค้านยึดแป้นเหยียบ



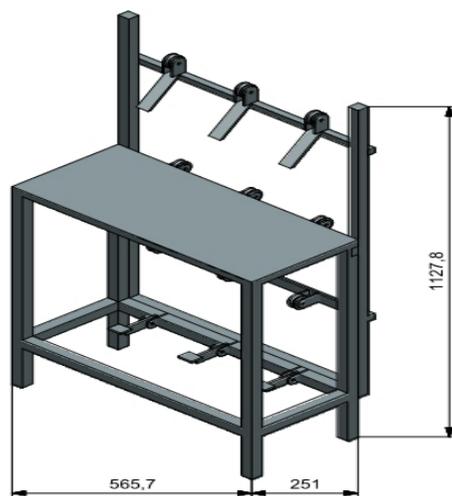
รูปที่ 3-28 แสดงแบบชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน



รูปที่ 3-29 แสดงภาพชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน

3.3.2.9 โครงสร้างโต๊ะ

หน้าที่ยึดติดอุปกรณ์ และส่วนประกอบต่างของเครื่อง โครงสร้างเครื่องใช้ท่อ สแตนเลสกล่อง ขนาดขนาด 1.5 นิ้วหนา 2 มิลลิเมตร เหล็กกล่องขนาด ขนาด 2 นิ้วหนา 3.70 มิลลิเมตร และสแตนเลสแผ่น ขนาดหนา 0.30 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่น



รูปที่ 3-30 แสดงแบบชุดโครงสร้างเครื่อง



รูปที่ 3-31 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างเครื่อง

3.3.3 การออกแบบบันทึกและแบบสอบถามเพื่อใช้ในการทดสอบหาสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพเครื่องทำทองม้วน

3.3.3.1 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องทำทองม้วนที่พัฒนาขึ้น จำนวน 10 ครั้ง ครั้งละ 1 นาที เพื่อหาปริมาณผลผลิตที่ได้

ตารางที่ 3-4 ตารางการทดสอบสมรรถนะเครื่องทำทองม้วน

การทดสอบเครื่องครั้งที่	เวลาในการเดินเครื่อง (นาที)	ปริมาณผลผลิตที่ได้ (ชิ้น)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
เฉลี่ย		

3.3.4 แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพ

3.3.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยผู้ทดลองใช้เครื่องจำนวน 5 คน และนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 25 คน

3.3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสอบถามจำแนกตาม

- 1) ด้านโครงสร้าง
- 2) ด้านการใช้งาน
- 3) ด้านการผลิต

3.3.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยได้ทำการนำเครื่องทำทองม้วนไปทดสอบที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการบรรยายและ

สถิติการใช้เครื่องและข้อมูลของเครื่องจากนั้น ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความคิดเห็นให้ผู้ที่เข้าร่วมการฟังการบรรยายและสถิติได้ทำการประเมินความคิดเห็น

3.3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของความคิดเห็น ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน ด้านการผลิต โดยการหาค่าร้อยละ(Percentage) ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation : S.D.) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลในสถิติในการบรรยายเหตุผล

3.3.4.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1) ค่าร้อยละ (Percentage)

(พิสนุ พองศรี,2551)

$$\text{สูตร } P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2) ค่าเฉลี่ย (\bar{X})

ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พองศรี,2551)

$$\text{สูตร } \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation : S.D.) ดังนี้

(สมนึก ภัททิยธานี, 2546)

$$\text{สูตร S.D.} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ S.D.	แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน คะแนนของแต่ละคน
N	แทน จำนวนทั้งหมด

4) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความคิดเห็นของการตอบแบบสอบถาม เป็นแบบการประเมิน 5 ระดับ (Rating Scale) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้ (เดิมศักดิ์ สุขวิบูลย์, 2552)

ระดับคะแนน	5	ระดับความคิดเห็น	ดีมาก
ระดับคะแนน	4	ระดับความคิดเห็น	ดี
ระดับคะแนน	3	ระดับความคิดเห็น	ปานกลาง
ระดับคะแนน	2	ระดับความคิดเห็น	ควรปรับปรุง
ระดับคะแนน	1	ระดับความคิดเห็น	ต้องปรับปรุง

5) เกณฑ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล (likert) จากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลเกณฑ์การให้คะแนนค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจ ดังนี้

4.51-5.00	หมายถึง ระดับความคิดเห็น	ดีมาก
3.51-4.50	หมายถึงระดับความคิดเห็น	ดี
2.51-3.50	หมายถึง ระดับความคิดเห็น	ปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง ระดับความคิดเห็น	ควรปรับปรุง
1.00-1.50	หมายถึง ระดับความคิดเห็น	ต้องปรับปรุง

แบบประเมินความคิดเห็นการออกแบบเครื่องทำทองม้วน

เรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องทำทองม้วน

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็น

เพศ ชาย หญิง

อายุ ต่ำกว่า 20 ปี 20-40 ปี 40 ปี ขึ้นไป

ประสบการณ์การทำงาน ต่ำกว่า 5 ปี 5 ปี ขึ้นไป

2.ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดพิจารณาการออกแบบและสร้างเครื่องทำทองม้วน ที่สร้างขึ้นว่ามีความสอดคล้องกับระดับความคิดเห็นในระดับใด โดยเขียนเครื่องหมาย ลงในช่องตารางด้านขวาตรงกับหัวข้อ การประเมินจากช่องตารางด้านซ้าย ซึ่งมีระดับเกณฑ์ในการพิจารณา ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง	ระดับความคิดเห็นดีมาก
4 หมายถึง	ระดับความคิดเห็นดี
3 หมายถึง	ระดับความคิดเห็นปานกลาง
2 หมายถึง	ระดับความคิดเห็นควรปรับปรุง
1 หมายถึง	ระดับความคิดเห็นต้องปรับปรุง

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านโครงสร้าง						
1.	การออกแบบมีความมั่นคงแข็งแรง					
2.	ขนาดและรูปทรงของเครื่องมีความเหมาะสม					
3.	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำเครื่อง					
4.	การจัดวางชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ประกอบมีความเหมาะสมกับการใช้งาน					
5.	การออกแบบระบบส่งกำลังมีความเหมาะสม					
6.	การออกแบบเป็นเหยียบมีความเหมาะสม					
7.	การออกแบบชุดใส่แป้งขนมทองม้วนมีความเหมาะสม					
ด้านการใช้งาน						
1.	ความสะดวกในการทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่อง					

2.	รูปแบบในการทำงานของชุดเป็นเหยียบ					
3.	ความสะดวกในการใช้งานเครื่อง					
4.	ความปลอดภัยในการใช้งาน					
5.	ความสะดวกในการขนย้ายเครื่อง					
ด้านการผลิต						
1.	ผลผลิตที่ได้					

ข้อเสนอแนะด้านโครงสร้าง

.....

ข้อเสนอแนะด้านการใช้

.....

ข้อเสนอแนะด้านการผลิต

.....

ลงชื่อ.....ผู้ให้ข้อมูล
 (.....)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลในแผนงานวิจัย การพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ แบ่งออกเป็น 3 โครงการย่อย ดังนี้

4.1 ผลการดำเนินงานการเพิ่มผลผลิตผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนโดยวิธีการการศึกษาการทำงานของกลุ่ม วิสาหกิจ ชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

ในโครงการชิ้นนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการทำขนมทองม้วน โดยประยุกต์ใช้ระบบวิธีการวัดเวลา เพื่อหาเวลาจากการทำขนมทองม้วนแบบเดิม จากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของความล่าช้าเพื่อนำเป็นข้อมูลประกอบการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยคาดหวังว่าวิธีการที่ผ่านการปรับปรุงจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถผลิตขนมทองม้วนได้รวดเร็วและสะดวกต่อผู้ปฏิบัติงานที่มากยิ่งขึ้น ผลลัพธ์คือได้สร้างอุปกรณ์เพื่อช่วยให้กระบวนการทำงานมีความสะดวกมากขึ้น ประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 ชิ้น คือชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทำขนมทองม้วน และแก้อื้อปฏิบัติงาน ซึ่งผลลัพธ์จากการปรับปรุงวิธีการทำงาน ผู้จัดทำโครงการได้ประเมินการทำงาน และเปรียบเทียบเวลา ก่อนปรับปรุงและหลังจากปรับปรุง โดยสามารถอธิบายผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบได้โดยสังเขป ดังนี้

4.1.1 ขั้นตอนการทำขนมทองม้วนหลังจากปรับปรุง

ในการทำขนมทองม้วนในแต่ละวันจะใช้แรงงานคนในการทำขนมทองม้วน ซึ่งเวลาการทำงาน 7 ชั่วโมง (ไม่รวมเวลาพัก) แรงงานสามารถทำขนมทองม้วนได้เฉลี่ยประมาณคนละ 1,500-2,000 ชิ้น/วัน การทำงานแบบเก่าจะใช้มือในการเปิดฝาเตา ซึ่งต้องยกที่หนักประมาณ 1.5 กิโลกรัม อาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานเมื่อยล้า เมื่อ ปรับเปลี่ยนกลไกมาใช้เท้าเปิดเพื่อลดภาระของมือและแก้อื้อการปฏิบัติงานจะมาช่วยในงานย่อยการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม จากเดิมที่ผู้ปฏิบัติงานต้องหมุนลำตัวไปประมาณ 90 องศาเพื่อนำปลดขนมทองม้วนจากแท่งเหล็กกลมเพื่อใส่ถุง แต่หลังจากการปรับปรุง โดยออกแบบแก้อื้อปฏิบัติงานมาช่วยในขั้นตอนนี้ ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้เท้าเตะเบาๆ เพื่อให้แก้อื้อหมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการเพื่อนำปลดขนมทองม้วนใส่ถุงแทน โดยไม่ต้องออกแรงหมุนลำตัวแบบเดิม

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้าง ระบบและกลไกเพื่อเปลี่ยนการเปิดตัวแบบเดิมที่ใช้มือเปิดมาใช้เท้าเปิดแทนเพื่อลดภาระการทำงานของมือและรวมถึงแก้อื้อสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อนำมาใช้ปรับปรุงกระบวนการทำงานและลดความเมื่อยล้าจากการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งเมื่อ

ปรับปรุงการทำงานแล้วกระบวนการทำงานจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมในขั้นตอนการในขั้นตอนการเปิดฝาเตาในงานย่อยการหยอดแป้ง งานย่อยการขึ้นรูปขนมทองม้วน และเก้าอี้การปฏิบัติงานแบบใหม่จะมาช่วยในงานย่อยการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม จากเดิมที่ผู้ปฏิบัติงานต้องหมุนลำตัวไปประมาณ 90 องศาเพื่อนำปลดขนมทองม้วนจากแท่งเหล็กกลมเพื่อใส่ถุง แต่หลังจากการปรับปรุงโดยออกแบบเก้าอี้ปฏิบัติงานมาช่วยในขั้นตอนนี้ ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้เท้าเตะเบาๆ เพื่อให้เก้าอี้หมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการเพื่อนำปลดขนมทองม้วนใส่ถุงแทน โดยไม่ต้องออกแรงหมุนลำตัวแบบเดิม โดยขั้นตอนการทำงานโดยที่ปรับปรุงกระบวนการแล้วสามารถอธิบายได้โดยสังเขปดังนี้



รูปที่ 4-1 ชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทำขนมทองม้วน



รูปที่ 4-2 เก้าอี้ปฏิบัติงาน



รูปที่ 4-3 การเปิดเตาโดยใช้เท้าเหยียบ

4.1.2 ขั้นตอนแรกผู้ปฏิบัติงานจะหยอดแป้งให้ครบทุกเตาก่อน

โดยมือซ้ายของผู้ปฏิบัติงานจับแท่งเหล็กกลม และมือขวาของผู้ปฏิบัติงานจะจับมิด จากนั้นผู้ปฏิบัติงานจะเปลี่ยนมิดจากมือขวามาจับไว้ที่มือซ้าย จากนั้นใช้เท้าซ้ายเหยียบเบ้นที่ 1 เพื่อเปิดเตา A พร้อมกับมือขวาที่เคลื่อนไปเหยียบขูดแป้งและนำแป้งมาหยอดที่เตาที่กำลังเปิดอยู่ จากนั้นปล่อยเท้าซ้ายจากเบ้นเพื่อปิดเตา A จากนั้นผู้ปฏิบัติงานจะเคลื่อนเท้าขวาไปเหยียบเบ้นที่ 2 เปิดเตา B พร้อมกับเคลื่อนมือขวานำแป้งมาหยอดที่เตา จากนั้นปล่อยเท้าขวาจากเบ้นเพื่อปิดเตา B และจากนั้นผู้ปฏิบัติงานจะเคลื่อนเท้าขวาไปเหยียบเบ้นที่ 3 เปิดเตา C พร้อมกับเคลื่อนมือขวานำแป้งมาหยอดที่เตา และปล่อยเท้าขวาจากเบ้นเพื่อปิดเตา C เป็นการจบขั้นตอนการหยอดแป้งให้ครบทุกเตา ซึ่งสังเกตว่าจะใช้งานย่อยการหยอดแป้งเป็นขั้นตอนหลัก



รูปที่ 4-4 แสดงขั้นตอนการหยอดแป้ง

4.1.3 ขั้นตอนการขึ้นรูปทองม้วน

เมื่อเสร็จสิ้นการหยอดแป้งจนครบทุกเตาแล้ว ขั้นตอนนี้จะเป็นการขึ้นรูปขนมทองม้วน โดยขั้นตอนจะเริ่มจากที่ผู้ปฏิบัติงานจะเริ่มจากการถือมีดไว้ที่มือซ้ายและมือขวาถือแท่งเหล็กกลม จากนั้นผู้ปฏิบัติงานจะเคลื่อนเท้าซ้ายเหยียบแป้นที่ 1 พร้อมกับมือขวาเคลื่อนมากดแผ่นแป้งบนเตา และใช้มีดในมือขวาพับแผ่นแป้งบนเตา และใช้แท่งเหล็กกลมในมือซ้ายเคลื่อนไปข้างหน้าเพื่อขึ้นรูปขนมทองม้วน เมื่อขึ้นรูปเสร็จแล้ว ขนมทองม้วนจะพันอยู่รอบแท่งเหล็กกลมเป็นม้วน ซึ่งหลังจากขั้นตอนนี้ผู้ปฏิบัติงานจะทำการหยอดแป้งทันที โดยมือขวาที่ถือมีดอยู่จะเคลื่อนไปยังมือซ้ายเพื่อนำมีดไว้ที่มือขวา ดังนั้นมือซ้ายจะถือแท่งเหล็กกลมและมีด จากนั้นขั้นตอนการหยอดแป้งก็จะเหมือนกันกับงานย่อยการหยอดแป้งทุกขั้นตอน



รูปที่ 4-5 แสดงขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วน

4.1.4 ขั้นตอนการปลดขนมทองม้วนจากแท่งเหล็กกลม

หลังจากขึ้นรูปขนมทองม้วนและหยอดแป้งในเตา A แล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะปิดเตา A และมือซ้ายของผู้ปฏิบัติงานจะถือแท่งเหล็กกลมขึ้นรูปเสร็จแล้ว และมือขวาของผู้ปฏิบัติงานจะถือมีด จากนั้นผู้ปฏิบัติงานใช้เท้าซ้ายผลักเก้าอี้เพื่อหมุนตัวประมาณ 90 องศาเพื่อเอาขนมทองม้วนใส่ถุง โดยขั้นตอนนี้ผู้ปฏิบัติงานจะนำมีดจากมือขวาไปยังแท่งเหล็กกลมในมือซ้าย และใช้มีดรูดเพื่อปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลมให้ขนมทองม้วนตกใส่ถุง และใช้เท้าซ้ายผลักเก้าอี้เพื่อหมุนตัว เพื่อจะเตรียมขึ้นรูปขนมทองม้วนในเตา B C โดยที่ทุกขั้นตอนจะคล้ายๆกับ 4.3.1 และ 4.3.2 เพียงแต่บ้างครั้งผู้ปฏิบัติงานอาจจะเปลี่ยนกริยาบท เซ็ดเหงื่อ เพิ่มกำลังไฟ อาจทำให้ขั้นตอนการทำงานอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปบ้าง แต่ขั้นตอนหลักยังเหมือนเดิม

4.1.5 การเปรียบเทียบวิธีการทำขนมทองม้วนแบบเดิมและหลังจากการปรับปรุง

การเปรียบเทียบจะใช้ตารางเวลาที่ได้จากการวัดเวลาวิธีการทำงาน โดยเปรียบเทียบจากการรวมเวลาจากงานย่อยทั้ง 3 งานย่อยได้แก่ การหยอดแป้ง การขึ้นรูป และการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม จากข้อมูลตารางเวลามาตรฐานในการทำขนมทองม้วน พบว่าผู้ปฏิบัติงานหยอดแป้งทั้งหมด 6 ครั้ง ขึ้นรูปขนมทองม้วนจำนวน 3 ครั้ง และการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลมจำนวน 3 ครั้ง

4.1.5.1 งานย่อยการหยอดแป้งขนมทองม้วน

ในการทำขนมทองม้วน 1 รอบมีงานย่อยการหยอดแป้งขนมทองม้วนทั้งหมด 6 ครั้ง พบว่ามีการเคลื่อนไหวของร่างกายทั้งหมด 60 ครั้ง และหลังจากปรับปรุงการเคลื่อนไหวร่างกายลดลงเหลือเพียง 49 ครั้งหรือคิดเป็นร้อยละ 18.33 ดังตารางที่ 3 ส่วนเวลาที่ใช้ในการหยอดแป้งขนมทองม้วนก่อนการปรับปรุงใช้เวลาทั้งหมด 405.2 TMU แต่หลังจากการปรับปรุงแล้ว พบว่าเวลาการทำงานเพิ่มขึ้นเป็น 411.5 คิดเป็นร้อยละ 1.53 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4-1 เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเคลื่อนไหวร่างกายงานย่อยการหยอดแป้ง

จำนวนการเคลื่อนไหวร่างกาย (ครั้ง)	
ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
60	49

ตารางที่ 4-2 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานการทำงานย่อยการหยอดแป้ง

เวลาในการเคลื่อนที่ (TMU)	
ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
405.2	411.5

4.1.5.2 งานย่อยการขึ้นรูปขนมทองม้วน

ในกระบวนการทำขนมทองม้วน 1 รอบมีงานย่อยการขึ้นรูปขนมทองม้วน 3 ครั้งพบว่าการเคลื่อนไหวของร่างกายทั้งหมด 52 ครั้ง และหลังจากปรับปรุงการเคลื่อนไหวร่างกายลดลงเหลือ

เพียง 41 ครั้งหรือคิดเป็นร้อยละ 21.15 ดังตารางที่ 5 ส่วนเวลาที่ใช้ก่อนการปรับปรุงใช้เวลาทั้งหมด 426.4 TMU แต่เมื่อปรับปรุงวิธีการทำงานแล้ว เวลาลดลงเหลือเพียง 382.7 คิดเป็นร้อยละ 10.24 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 4-3 เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเคลื่อนไหวร่างกายงานย่อยการขึ้นรูปขนมทองม้วน

จำนวนการเคลื่อนไหวร่างกาย (ครั้ง)	
ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
52	41

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานการทำงานย่อยการขึ้นรูปขนมทองม้วน

เวลาในการเคลื่อนที่ (TMU)	
ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
426.4	382.7

4.1.5.3 งานย่อยการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม

ใน 1 รอบมีงานย่อยมีการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลมทั้งหมด 3 ครั้ง ก่อนปรับปรุงพบว่ามีเคลื่อนไหวของร่างกายทั้งหมด 12 ครั้ง และหลังจากปรับปรุงการเคลื่อนไหวร่างกายก็ยังคง 12 ครั้งเท่าเดิม ดังตารางที่ 7 ส่วนเวลาที่ใช้ ก่อนการปรับปรุงใช้เวลาทั้งหมด 223.2 TMU แต่หลังจากการปรับปรุงเวลาลดลงเหลือเพียง 95.7 หรือคิดเป็นร้อยละ 57.12 ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 4-5 เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเคลื่อนไหวร่างกายงานย่อยการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม

จำนวนการเคลื่อนไหวร่างกาย (ครั้ง)	
ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
12	12

ตารางที่ 4-6 เปรียบเทียบเวลามาตรฐานการทำงานย่อยการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลม

เวลาในการเคลื่อนที่ (TMU)	
ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
223.2	95.7

เมื่อเปรียบเทียบเวลาการทำงาน ก่อนและหลังการปรับปรุงจากการใช้ระบบการวัดเวลา เพื่อหาหน่วยวัดเวลา (Time-Measurement Unit) และแปลงเวลาที่มีหน่วย TMU มาเป็นวินาทีเพื่อหาเวลาการทำงานที่แท้จริง

ตารางที่ 4-7 สรุปการเปรียบเทียบเวลามาตรฐานการทำงานมทองม้วน

ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (TMU)		ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
ขั้นตอนการหยอดแป้ง	405	411.5	△ 1.53
ขั้นตอนการขึ้นรูปขนม	426.4	382.7	△ 10.24
ขั้นตอนการปลดขนมทองม้วน	223.2	95.7	▽ 57.12
รวม (TMU)	1054.6	889.9	▽ 15.61

ในการเปรียบเทียบการทำงานจะใช้กระบวนการทำขนมทองม้วน 3 เตา ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 9 ก่อนปรับปรุงได้เวลามาตรฐานการทำงานทั้งหมด 1054.6 TMU หรือประมาณ 37.96 วินาที แต่เมื่อหลังจากปรับปรุงแล้ว เวลาลดลงเหลือเพียง 889.9 TMU หรือประมาณ 32.03 วินาที สรุปแล้วถ้าหากเฉลี่ยเวลามาตรฐานการทำทองม้วนเฉลี่ยต่อ 1 ชิ้นพบว่าใช้เวลาเพียง 10.67 วินาที หรือประมาณ 11 วินาที ลดลงจากเดิมก่อนปรับปรุง 12.65 วินาทีหรือประมาณ 13 วินาที ต่อ 1 ชิ้น ดังนั้นจากเดิมถ้าหาก 1 วันพนักงานผลิตได้ 1,500 ชิ้น ใช้เวลา 5 ชั่วโมง 41 นาที เมื่อปรับปรุงกระบวนการแล้ว จะใช้เวลาเพียง 4 ชั่วโมง 58 นาที

4.2 ผลการดำเนินงานการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคัมไซในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

4.2.1 ผลการเลือกขอบเขตของกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่นำมาศึกษา

จากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมรูปแบบผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่มสหกรณ์สตรีก้าวหน้าบ้านกุดกุ่ม พบว่ากลุ่มลูกค้าส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์ คือ ลูกค้าแบบรับสินค้าแบบขายส่งที่รับทองม้วนไปเพิ่มมูลค่าอีกทีหนึ่ง และบุคคลทั่วไปในช่วงวัยทำงาน จนกระทั่งถึงวัยสูงอายุ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่กลุ่มผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่มียอดขายมากที่สุด คือ แบบผลิตตามยอดการสั่งซื้อ โดยที่ไม่มีบรรจุภัณฑ์แยกหรือเรียกว่ารูปแบบขายส่ง ซึ่งราคาขายต่อชิ้นต่ำมาก ดังนั้นหากต้องการที่จะแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับกลุ่มสหกรณ์สตรีก้าวหน้าบ้านกุดกุ่มในอนาคต จำเป็นจะต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อก่อให้เกิดมูลค่าที่สูงขึ้น รวมถึงการกำหนดกลุ่มเป้าหมายใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่จะทำการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่า จากการศึกษาของผู้วิจัย พบว่าขนมประเภทขบเคี้ยวอย่างเช่นขนมทองม้วน ผู้บริโภคส่วนใหญ่คือ วัยรุ่น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงกำหนดขอบเขตของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่จะพัฒนาขึ้นใหม่ โดยกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย คือ กลุ่มวัยรุ่น วัยรุ่น ซึ่งเป็นบุคคลที่มีอายุ 12 – 21 ปี และสถานที่จำหน่ายสินค้าหลักคือ ร้านค้าประเภทร้านกาแฟหรือร้านเครื่องดื่มต่างๆ ที่มีการกระจายอยู่ทั่วไปในท้องที่จังหวัดเพชรบูรณ์

โดยผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแบบใหม่ที่จะพัฒนาขึ้นมาจะอยู่ภายใต้กรอบแนวคิด คือ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการขยายสายการผลิตโดยใช้กระบวนการผลิตที่มีอยู่ การสร้างแนวคิดใหม่ในผลิตภัณฑ์เดิม การนำผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมมาปรับเปลี่ยนรูปแบบใหม่ และผลิตภัณฑ์ใหม่ในบรรจุภัณฑ์ใหม่ที่มีความดึงดูดยิ่งขึ้น

4.2.2 ผลการกำหนดขอบเขตคำค้นไซและคัดเลือกคำค้นไซ

ในการออกแบบเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแบบใหม่นั้นจะใช้ความรู้สึกรักของผู้บริโภคในการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยทำการรวบรวมคำค้นไซ (Kansei Words) หรือคำคุณศัพท์แสดงอารมณ์ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ต้องการจะพัฒนาขึ้นมา ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนจึงทำให้ผู้วิจัยได้คำค้นไซที่แสดงความรู้สึกที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนมาทั้งหมด 100 คำ (ดังในภาคผนวก ก.1)

จากนั้นนำคำค้นไซที่รวบรวมมาได้ทั้งหมด 100 คำ มาทำการคัดเลือกคำค้นไซ โดยการกำหนดแนวคิดของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนพร้อมทั้งแสดงเป็นแนวคิดย่อย เพื่อทำการจัดกลุ่ม โดยการคัดเลือกคำค้นไซจะมีการคัดเลือกทั้งหมด 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกคำค้นไซโดยทีมงานผู้วิจัย

โดยนำคำค้นไชมาพิจารณาตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ทองม้วนในลักษณะแผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) จากนั้นหาความสัมพันธ์ของคำค้นไชที่ได้รวบรวมมา และมีความเกี่ยวข้องกับข้อกำหนด ได้ทั้งหมด 67 คำ ดังแสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 การคัดเลือกคำค้นไชที่แสดงความรู้สึกที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน โดยทีมงานผู้วิจัยในลักษณะแผนภูมิต้นไม้

0 Kansei Level	1 st Kansei Level (Product Requirement)	2 st Kansei Level
รูปแบบของ ขนมทองม้วน	การยอมรับทางประสาทสัมผัส	รสชาติอร่อย
		รสหวานน้อย
		กลิ่นหอมตามธรรมชาติ
		กรอบ
		เคี้ยวเพลิน
		ร่วน
		ไม่เหม็นหืน
		เบา
		ถูกปาก
		พอดีคำ, ขนาดพอเหมาะ
		ละมุนลิ้น
		แห้ง
		เนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับ
		สีสวย
		รสเปรี้ยวชนิดน้อย
		กลมกล่อม, พอดี
		ชอบ, ชื่นชอบ, ยอมรับ, พอใจ
การดึงดูดของผลิตภัณฑ์ทั้งรูปทรง รูปแบบ สี สัน ความสวยงาม ส่วนผสมของทองม้วน ฯลฯ		กินง่าย
		เอกลักษณ์

		ราคาไม่แพง
		นำลิ้มลอง
		ดีต่อสุขภาพ
		แตกต่าง
		โดดเด่น
		น่าสนใจ
		น่าทาน
		สะดวกสบาย
		คู่มือ
		ดึงดูด
		น่าลองชิม
		น่าซื้อกิน
		สดชื่น, สดใส
		ไม่เหมือนใคร
		แปลกใหม่
		มหัศจรรย์
		กะทัดรัด
		สะดวกตา
		สะดวกในการกิน
		มีความเป็นท้องถิ่น
		ไม่อ้วน
		ยืดหยุ่น
		สามารถซื้อได้
		มีคุณค่า
		พัฒนาให้ดีขึ้น
		เปลี่ยนแปลง
		ใหม่

		เรียบง่าย
		ทิ้ง, ประหลาดใจ, อัจฉริยะใจ
		เขี้ยววนใจ
		สังเกตเห็นได้ชัด
		ชื่อเป็นของฝาก
		น่าจดจำ
		พิเศษ
		อัตลักษณ์
		มีคุณภาพ
		ไม่ทำลายสุขภาพ
	กระบวนการผลิตถูกหลักอนามัย	ถูกสุขอนามัย
		สะอาด
		เป็นธรรมชาติ
		ปลอดภัย

จากนั้นทำการคัดเลือกคำค้นไขที่แสดงความรู้สึกที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนในขั้นตอนที่ 2 คือการคัดเลือกคำค้นไขโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยการนำข้อมูลในตารางที่ 4-8 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการคัดเลือก โดยคำนึงถึงคำที่เหมาะสม การเข้าใจที่ถูกต้องมากที่สุดของผู้ตอบแบบสอบถาม ไม่ทำให้เกิดการสับสน และข้อมูลที่ได้ไม่เกิดจากการสุ่มเดามากที่สุด และต้องเป็นคำที่ใช้ในการออกแบบทั่วไป ซึ่งได้คำค้นไขที่ถูกคัดเลือกมาจำนวนทั้งหมด 6 คำค้นไข ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 การคัดเลือกคำค้นไขที่แสดงความรู้สึกที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนโดยผู้เชี่ยวชาญ

0 Kansei Level	1 st Kansei Level (Product Requirement)	2 st Kansei Level
รูปแบบของขนมทองม้วน	การยอมรับทางประสาทสัมผัส	การยอมรับทางประสาทสัมผัส (รูป, สี, กลิ่น, เนื้อสัมผัส, รสชาติ)

	การดึงดูดของผลิตภัณฑ์ทั้งรูปทรง รูปแบบ สี สัน ความสวยงาม ส่วนผสมของทองม้วน ฯลฯ	นำลิ้มลอง, แปลกใหม่, กินง่าย, อายากซื้อ
	กระบวนการผลิตถูกหลักอนามัย	ความสะอาด

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกคำค้นไขที่แสดงความรู้สึกที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการรวบรวมและคัดเลือกคำค้นไขเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วนต่อไป โดยผู้วิจัยทำการรวบรวมคำค้นไข (Kansei Words) หรือคำคุณศัพท์แสดงอารมณ์ที่มีต่อบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วนที่ต้องการจะพัฒนาขึ้นมา ได้คำค้นไขมาทั้งหมด 100 คำ จากนั้นทำการคัดเลือกคำค้นไข โดยการกำหนดแนวคิดของบรรจุภัณฑ์ขนมทองม้วนพร้อมกับแสดงเป็นแนวคิดย่อยเพื่อทำการจัดกลุ่ม โดยการคัดเลือกคำค้นไขจะมีการคัดเลือกทั้งหมด 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกคำค้นไขโดยทีมงานผู้วิจัย โดยนำคำค้นไขมาพิจารณาตามข้อกำหนดของบรรจุภัณฑ์สำหรับทองม้วนในลักษณะแผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) จากนั้นหาความสัมพันธ์ของคำค้นไขที่ได้รวบรวมมา และมีความเกี่ยวข้องกับข้อกำหนด ได้ทั้งหมด 34 คำ ดังแสดงในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 การคัดเลือกคำค้นไขบรรจุภัณฑ์สำหรับทองม้วนขั้นตอนที่ 1 โดยทีมงานผู้วิจัยในลักษณะแผนภูมิต้นไม้

0 Kansei Level	1 st Kansei Level (Package Requirement)	2 st Kansei Level
รูปแบบบรรจุภัณฑ์ ของขนมทองม้วน	ลักษณะกายภาพของขนม (Containment)	-
	ปกป้องผลิตภัณฑ์ไม่ให้แตกหักง่าย	มั่นคง
		ปกป้อง
		แข็งแรง
		ทนทาน
		แข็ง
		หนักแน่น มั่นคงเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

	อำนวยความสะดวก เช่น การพกพา การกิน	ถือง่าย
		กินง่าย
		พกพาง่าย
		กะทัดรัด
		เปิดง่าย
		มีที่เปิด
		ใช้ตามสัญชาตญาณ
	การดึงดูดของบรรจุภัณฑ์ทั้งรูปทรง สี ความสวยงาม การตั้งวางบนชั้น, มองเห็นได้ง่าย, ไม่ลื่นไถล ฯลฯ	เป็นระเบียบ
		เหมาะสม
		แท้จริง
		ใช้พื้นที่น้อย
	การดึงดูดลูกค้า โดยโลโก้ รูปทรง ฯลฯ	ดึงดูด
		สวยงาม
		แปลกใหม่
		หรูหราฟู่ฟ่า
		ทันสมัย
		สะดุดตา
		ดีที่สุด
		ราคาแพง
		เชี่ยวชาญ
		เป็นมิตร
โดดเด่น		
สะอาดสะอาง		
โอ้อ่า		
ง่าย		
สนุกสนาน		

จากนั้นทำการคัดเลือกในขั้นตอนที่ 2 คือการคัดเลือกคำค้นไชบรรจุภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยการนำข้อมูลในตารางที่ 4-10 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการคัดเลือก โดยคำนึงถึงคำที่เหมาะสม การเข้าใจที่ถูกต้องมากที่สุดของผู้ตอบแบบสอบถาม ไม่ทำให้เกิดการสับสน และข้อมูลที่ได้ไม่เกิดจากการสุ่มเดา มากที่สุด และต้องเป็นคำที่ใช้ในการออกแบบทั่วไป ซึ่งได้คำค้นไชที่ถูกคัดเลือกมาจำนวนทั้งหมด 6 คำค้นไช ดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 การคัดเลือกคำค้นไชบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วน โดยผู้เชี่ยวชาญ

0 Kansei Level	1 st Kansei Level (Package Requirement)	2 st Kansei Level
รูปแบบบรรจุภัณฑ์ ของขนมทองม้วน	ปกป้องผลิตภัณฑ์ไม่ให้แตกหักง่าย	ปกป้องสินค้าจากการแตกหัก
	อำนวยความสะดวก เช่น การพกพา การกิน	สะดวกในการกิน, พกพาสะดวก
	การดึงดูดของบรรจุภัณฑ์ทั้งรูปทรง สี ความสวยงาม, การตั้งวางบนชั้น, มองเห็นได้ง่าย, ไม่ลื่นไถล ฯลฯ	ดึงดูด
	การดึงดูดลูกค้า โดยโลโก้ รูปทรง ฯลฯ	ทันสมัย
	การรักษสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม	ประหยัดพื้นที่ในการทิ้ง

จากการคัดเลือกคำค้นไชบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วน โดยผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ได้คำค้นไชที่ถูกคัดเลือกสำหรับบรรจุภัณฑ์ทั้งสิ้น 6 คำค้นไช ได้แก่ ปกป้องสินค้าจากการแตกหัก สะดวกในการกิน พกพาสะดวก ดึงดูด ทันสมัย และประหยัดพื้นที่ในการทิ้ง

4.2.3 ผลการรวบรวมและคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน

ทำการรวบรวมรูปภาพผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนจากหลายแหล่งด้วยกัน เช่น อินเทอร์เน็ต (Internet) นิตยสาร (Magazines) เว็บไซต์ งานวิจัย (Pertinent Literature) คู่มือ (Manuals) ตลาด ฯลฯ ได้รูปแบบผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนมาทั้งสิ้นจำนวน 100 รูปภาพ (ภาคผนวก ข.1) จากนั้นทำการวิเคราะห์ลักษณะตามรูปแบบ โดยจับกลุ่มผลิตภัณฑ์ทองม้วนที่มีรูปแบบเหมือนกันให้อยู่กลุ่มเดียวกัน ดังตาราง

ที่ 4-12 ซึ่งแสดงการคัดเลือกคุณลักษณะขั้นตอนที่ 1 พร้อมทั้งตรวจสอบรูปแบบที่ถูกต้องโดยทีมงานผู้วิจัยหรือแหล่งที่มาที่น่าเชื่อถือ ซึ่งคัดเลือกคุณลักษณะมาได้ทั้งหมด 10 รูปแบบ

ตารางที่ 4-12 แสดงการคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนขั้นตอนที่ 1 โดยทีมงานผู้วิจัย

รูปแบบ	ตัวอย่าง (รูปภาพ)
ม้วนเป็นแท่ง (แบบดั้งเดิม)	
ม้วนเป็นกรวย	
ม้วนเป็นแท่งพอมยาว (ลองสติ๊ก)	
ม้วนเป็นแท่งสั้น (มินิโรล)	
แบบพับ	
แบบแผ่น	
แบบเคลือบ/ ชุบชอคโกแลต	
แบบยัดไส้หมูหยอง	
แบบม้วนเป็นรูปดอกกุหลาบ	

แบบพับเป็นรูปสามเหลี่ยม	
-------------------------	---

จากนั้นจึงทำการคัดเลือกคุณลักษณะขั้นตอนที่ 2 โดยการนำตารางที่ 4-12 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการคัดกรองรูปแบบผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน ซึ่งในการเลือกผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของผู้เชี่ยวชาญนั้น ได้พิจารณาจากรูปแบบที่เหมาะสมกับความสามารถในการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ความสะดวกในการผลิต และต้นทุนในการผลิต เป็นต้น ซึ่งคัดเลือกคุณลักษณะมาได้ทั้งหมด 6 รูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 แสดงการคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนขั้นตอนที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รูปแบบ	ตัวอย่าง (รูปภาพ)
ม้วนเป็นแท่ง (แบบดั้งเดิม)	
ม้วนเป็นกรวย	
ม้วนเป็นแท่งพอมยาว (ลองสตีก)	
ม้วนเป็นแท่งสั้น (มินิโรล)	
แบบพับ	
แบบแผ่น	

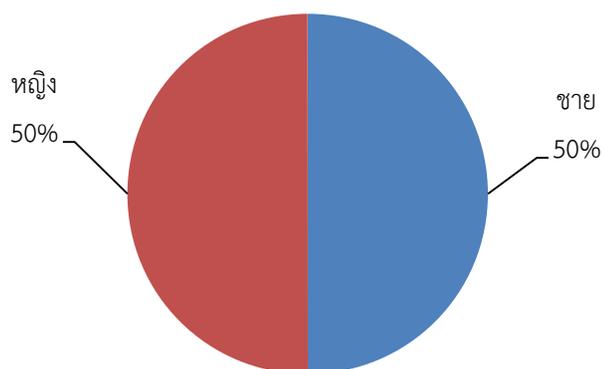
จากนั้นนำรูปแบบผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนทั้ง 6 รูปแบบไปทำการออกแบบสอบถาม สำหรับใช้กลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง คือ กลุ่มลูกค้าเป้าหมายของงานวิจัยในครั้งนี้ นั่นคือ ผู้บริโภคที่เป็นวัยรุ่น ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วง 12 – 21 ปี จำนวน 100 คน โดยผลิตภัณฑ์จะต้องเป็นสีเขียวกันและปราศจากบรรจุภัณฑ์ เพื่อกำจัดตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เพื่อให้ผู้บริโภครู้สึกไปในทิศทางเดียวกันให้มากที่สุด

4.2.4 ผลการออกแบบสอบถามและการวิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบสอบถามขนมทองม้วน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการคัดเลือกคำค้นไข และคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการออกแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามจะเก็บข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจง คือ กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคขนมขบเคี้ยวที่เป็นวัยรุ่น อยู่ในช่วงอายุ 12 – 21 ปี และแบ่งอัตราส่วนผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย 50 คน เพศหญิง 50 คน รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 100 คน เพื่อให้เป็นตัวแทนของประชากรกลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่จะทำการพัฒนาขึ้นมาใหม่ ในส่วนของแบบสอบถามจะใช้ระดับคะแนนความรู้สึกรูปแบบขนมทองม้วนและบรรจุภัณฑ์ สำหรับใส่ขนมทองม้วนนั้น โดยใช้การประเมินคะแนนแบบลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) นอกจากนี้ยังใช้การจัดเรียงลำดับความต้องการของผลิตภัณฑ์อีกด้วย ซึ่งแบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการในการออกแบบผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนจะอยู่ในภาคผนวก ก

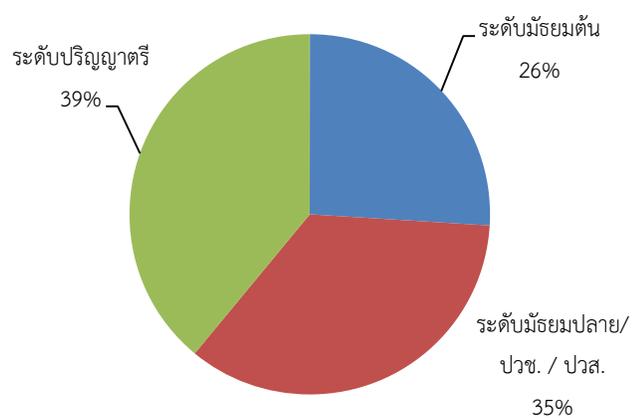
จากผลการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับความต้องการในการออกแบบผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน พบว่ามีผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นเพศชาย 50 คน เพศหญิงจำนวน 50 คน ดังแสดงในรูปที่ 4-6 ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของการเก็บแบบสำรวจ นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีจำนวนมากที่สุด คือระดับการศึกษาปริญญาตรี จำนวน 35 คน รองลงมา คือระดับการศึกษามัธยมปลายหรือปวช.หรือปวส. จำนวน 35 คน และการศึกษาระดับมัธยมต้นจำนวน 26 คน ดังแสดงในรูปที่ 4-6 แสดงระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศของผู้ตอบแบบสอบถาม



รูปที่ 4-6 กราฟแสดงเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม



รูปที่ 4-7 แผนภูมิวงกลมแสดงระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการสำรวจข้อมูลแสดงระดับความรู้สึกต่อรูปแบบขนมทองม้วนของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 100 คน สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4-14 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความรู้สึกที่มีต่อรูปแบบขนมทองม้วน โดยใช้การประเมินคะแนนแบบลิเคิร์ตสเกล โดยรูปแบบของขนมทองม้วนจะแบ่งออกเป็น 6 รูปแบบ คือ No.1 ม้วนเป็นแท่งแบบดั้งเดิม No.2 คือ ม้วนเป็นกรวย No.3 คือ ม้วนเป็นแท่งพอมยาว (ลองสตีก) No. 4 คือ ม้วนเป็นแท่งสั้น No.5 คือ แบบพับ และ No.6 คือ แบบแผ่น

ตารางที่ 4-14 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความรู้สึกที่มีต่อรูปแบบขนมทองม้วน

รูปแบบ ทองม้วน	ผลการ วิเคราะห์	ค่าแสดงความรู้สึก (ค่าค้น ไช)						เฉลี่ย รวม
		นำลิ้ม ลอง	แปลก ใหม่	กินง่าย	การยอมรับ ทางประสาท สัมผัส	อยาก ซื้อ	ความ สะอาด	
No.1	\bar{x}	2.79	1.86	3.12	4.15	1.76	3.77	2.91
	S.D.	0.65	0.72	0.83	0.65	0.81	0.89	0.76
No.2	\bar{x}	3.66	3.07	4.22	4.01	3.46	3.33	3.63
	S.D.	0.52	0.46	0.87	0.70	0.65	0.81	0.67
No.3	\bar{x}	4.16	4.24	3.62	4.69	3.95	4.23	4.15
	S.D.	0.75	0.62	0.71	0.83	0.77	0.80	0.75
No.4	\bar{x}	4.25	4.36	4.86	4.12	4.70	4.52	4.47
	S.D.	0.78	0.62	0.80	0.74	0.64	0.60	0.70
No.5	\bar{x}	4.34	4.06	4.85	4.28	4.22	4.20	4.33
	S.D.	0.53	0.64	0.57	0.74	0.82	0.68	0.66
No.6	\bar{x}	2.85	3.12	1.97	2.45	2.75	4.51	2.94
	S.D.	0.83	0.64	0.71	0.55	0.77	0.69	0.70

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความรู้สึกที่มีต่อรูปแบบของขนมทองม้วน โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากันไขและคุณลักษณะของขนมทองม้วนตามที่คัดเลือกมา พบว่ารูปแบบของขนมทองม้วนที่มีคะแนนเฉลี่ยรวมสูงที่สุดคือหมายเลข 4 มีค่าเฉลี่ยรวมของระดับความรู้สึกทั้งในเรื่องของความน่าลิ้มลอง ความแปลกใหม่ กินง่าย การยอมรับทางประสาทสัมผัส ความอยากซื้อ และความสะอาด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.70 รองลงมาคือรูปแบบทองม้วนหมายเลข 5 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.66 และรองลงมาคือรูปแบบทองม้วนหมายเลข 3 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.75 ตามลำดับ ซึ่งรูปแบบของทองม้วนทั้งสามรูปแบบนี้อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบทองม้วนทั้งสามแบบมาใช้เป็นแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแบบใหม่ต่อไป คือรูปแบบขนมทองม้วนที่เป็นแบบม้วนเป็นแท่งสั้น แบบพับ และแบบม้วนเป็นแท่งผอมยาว โดยผู้วิจัยจะนำแนวคิดดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการวิเคราะห์ด้วยมือต่อไป เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

จากการสำรวจข้อมูลแสดงระดับความรู้สึกต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วนของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 100 คน สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความรู้สึกที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วน โดยใช้การประเมินคะแนนแบบลิเคิร์ตสเกลด้วยเช่นกัน โดยรูปแบบของบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วนจะแบ่งออกเป็น 5 รูปแบบ คือ No.1 แบบถุงพลาสติกหรือถุงซิปล็อก No.2 คือ แบบกระป๋องหรือโหลพลาสติก No.3 คือ แบบกล่องกระดาษทิบ No. 4 คือ แบบกล่องกระดาษไขวีนินค้า และ No.5 คือ แบบถาดพลาสติก

ตารางที่ 4-15 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความรู้สึกที่มีต่อรูปแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วน

รูปแบบบรรจุภัณฑ์	ผลการวิเคราะห์	ค่าแสดงความรู้สึก (ค่ากันไข)						เฉลี่ยรวม
		ปกป้องสินค้าจากการแตกหัก	ดึงดูด	ประหยัดพื้นที่ในการทิ้ง	สะดวกในการกิน	พกพาสะดวก	ทันสมัย	
No.1	\bar{x}	2.04	2.90	4.22	4.15	4.30	4.44	3.68
	S.D.	0.72	0.65	0.59	0.81	0.85	0.75	0.73

No.2	\bar{x}	4.20	3.98	2.04	4.05	4.08	3.52	3.65
	S.D.	0.57	0.73	0.69	0.83	0.91	0.50	0.71
No.3	\bar{x}	2.76	2.52	1.87	3.12	3.46	3.25	2.83
	S.D.	0.72	0.86	0.56	0.55	0.47	0.68	0.64
No.4	\bar{x}	4.35	4.52	4.02	4.26	4.30	4.53	4.33
	S.D.	0.86	0.72	0.60	0.71	0.85	0.67	0.74
No.5	\bar{x}	3.04	2.98	2.44	3.01	2.72	3.10	2.88
	S.D.	0.66	0.57	0.72	0.81	0.65	0.70	0.69

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความรู้สึกที่มีต่อรูปแบบของบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วน โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากันไขและคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วนตามที่คัดเลือกมา พบว่ารูปแบบของบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วนที่มีคะแนนเฉลี่ยรวมสูงที่สุดคือ หมายเลข 4 มีค่าเฉลี่ยรวมของระดับความรู้สึกทั้งในเรื่องของความสามารถในการปกป้องสินค้าจากการแตกหัก ความน่าดึงดูด การประหยัดพื้นที่ในการทิ้ง ความสะดวกในการกิน พกพาสะดวก และความทันสมัยของบรรจุภัณฑ์ พบว่าหมายเลข 4 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.74 รองลงมาคือรูปแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วนหมายเลข 1 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.73 และรองลงมาคือรูปแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วนหมายเลข 2 มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.71 ตามลำดับ ซึ่งรูปแบบของบรรจุภัณฑ์สำหรับขนมทองม้วนทั้งสามรูปแบบนี้อยู่ในระดับความเห็นด้วยมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับทองม้วนทั้งสามแบบมาใช้เป็นแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนแบบใหม่ต่อไป คือ รูปแบบกล่องกระดาษไขว้สินค้า แบบถุงพลาสติกหรือถุงซิปล็อค และแบบกระป๋องหรือโหลพลาสติก โดยผู้วิจัยจะนำแนวคิดดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการวิเคราะห์ด้วยมือต่อไป เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

จากการนำแนวคิดที่ได้จากการสำรวจความต้องการไปให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ ทำให้ได้แนวคิดสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ คือ ตัวผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนนั้นให้พัฒนาเป็นรูปแบบขนมทองม้วนที่เป็นแบบม้วนเป็นแท่งสั้น หรือแบบพับ ส่วนแบบม้วนเป็นแท่งยาวหรือลองสตีกนั้นไม่ควรนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตมีความยากและจะทำให้ปริมาณ

ผลผลิตที่ออกมามีปริมาณน้อย หากนำไปบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์แล้วจะต้องใช้ขนมทงม้วนปริมาณมาก เมื่อเทียบกับสองแบบแรก ซึ่งคาดการณ์ว่าไม่น่าจะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ขนมทงม้วนได้นั่นเอง ส่วนบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมทงม้วนต้นแบบนั้นควรใช้บรรจุภัณฑ์แบบเดี่ยวเท่านั้น คือ บรรจุภัณฑ์แบบกล่องกระดาษโซว์ลีนค้ำ เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญคาดการณ์ว่าน่าจะ สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ขนมทงม้วนที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ บรรจุภัณฑ์ในรูปแบบอื่นๆ และผู้เชี่ยวชาญยังได้วิเคราะห์ให้มีการพัฒนาตัวขนมทงม้วนด้วยการสอดไส้ผลไม้เข้าไปด้วย อย่างเช่น มะม่วง ซึ่งมะม่วงมีปริมาณมาก ราคาถูก และหาได้ง่ายในท้องถิ่น เพื่อเป็นการสร้างความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์ขนมทงม้วนและมีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคในศตวรรษที่ 21 ที่มีความต้องการผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสามารถสรุปผลความต้องการของผู้บริโภคขนมทงม้วนที่ได้จากกระบวนการวิศวกรรมคั้นไซ เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทงม้วนเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม คือ ขนมทงม้วนต้องเป็นรูปแบบม้วนเป็นแท่งสั้นหรือแบบพับ ซึ่งมีการสอดไส้ด้วยมะม่วง บรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ขนมทงม้วนต้องเป็นรูปแบบกล่องกระดาษโซว์ลีนค้ำ จากนั้นจึงนำแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบดังกล่าวไปตรวจสอบความถูกต้องโดยการถามผู้บริโภคที่เป็นวัยรุ่นอีกครั้ง ซึ่งผลที่ได้จากการตรวจสอบตรงตามแนวคิดที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมคั้นไซ นั้นเอง

4.2.5 ผลการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมทงม้วนต้นแบบ

เมื่อผู้วิจัยได้แนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบแล้ว จึงได้ทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมทงม้วนต้นแบบ ซึ่งทงม้วนที่พัฒนาขึ้นมาใหม่จะต้องอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการผลิตที่ง่าย คงสูตรหรือส่วนผสมเดิมของแป้งขนมทงม้วนเอาไว้ ราคาต้นทุนการผลิตต่ำ สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าได้มากขึ้น ซึ่งกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมทงม้วนต้นแบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ 1) ขนมทงม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางรูป 2) ขนมทงม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง และ 3) ขนมทงม้วนแบบพับสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตต้นแบบ ดังนี้

4.2.5.1 การผลิตทงม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางรูป

1) ผสมแป้งขนมทงม้วนตามอัตราส่วนเดิมที่เคยใช้ คือ ข้าวกล้อง 30% , น้ำตาล 20% , กะทิ 20% , ไข่ 15% , งาดำ 5% , เกลือ 5% แป้งมันดิบ 5%

2) หยอดแป้งที่ผสมเรียบร้อยแล้วลงเตาทำขนมทองม้วนเพียงเล็กน้อย จากนั้นปิดเตาเพื่ออบให้ขนมทองม้วนสุก



รูปที่ 4-8 แสดงการหยอดแป้ง

3) การขึ้นรูปขนมทองม้วนให้เป็นแท่งสั้นทรงกระบอก โดยใช้ท่อเหล็กช่วย ในการม้วน



รูปที่ 4-9 แสดงการขึ้นรูปขนมทองม้วนให้เป็นแท่งสั้นทรงกระบอก

4) ถอดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กทรงกระบอก จึงได้ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนออกมา

5) เตรียมมะม่วงแผ่นสำหรับใช้สอดไส้ แล้วทำการม้วนมะม่วงแผ่นให้เป็นทรงกระบอก



รูปที่ 4-10 แสดงมะม่วงแผ่นที่เตรียมไว้สำหรับสอดไส้ขนมทองม้วน

- 6) สอดไส้มะม่วงที่ม้วนเรียบร้อยแล้วลงไปตรงกลางของรูขนมทองม้วน



รูปที่ 4-11 แสดงวิธีการสอดไส้มะม่วงเข้าไปตรงกลางรูของขนมทองม้วน

- 7) ได้ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 1 คือ ขนมทองม้วนแบบแต่งไส้สอดไส้มะม่วงตรงกลางรู



รูปที่ 4-12 แสดงขนมทงม้วนต้นแบบที่ 1 แบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางรู

4.2.6 การผลิตทงม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง

4.2.6.1 ผสมแป้งขนมทงม้วนตามอัตราส่วนเดิมที่เคยใช้ คือ ข้าวกล้อง 30% , น้ำตาล 20% , กะทิ 20% , ไข่ 15% , งาดำ 5% , เกลือ 5% แป้งมันดิบ 5%

4.2.6.2 หยอดแป้งที่ผสมเรียบร้อยแล้วลงเตาทำขนมทงม้วนเพียงเล็กน้อย จากนั้นปิดเตาเพื่ออบให้ขนมทงม้วนสุก เมื่อแป้งเริ่มสุกให้ทำการเปิดฝาเตาขึ้น

4.2.6.3 จากนั้นวางมะม่วงแผ่นลงไปบนแป้งที่อยู่บนเตา



รูปที่ 4-13 แสดงขั้นตอนการวางมะม่วงแผ่นลงบนแป้ง

4.2.6.4 ทำการขึ้นรูปขนมทงม้วนให้เป็นแท่งสั้นทรงกระบอก โดยเริ่มจากการพับให้แป้งห่อมะม่วงแผ่นให้หมด จากนั้นทำการม้วนด้วยแท่งเหล็กให้กลายเป็นแท่งทรงกระบอก ซึ่งวิธีการขึ้นรูปทำเหมือนกับวิธีการทั่วไป



รูปที่ 4-14 แสดงขั้นตอนการขึ้นรูปทองม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง

4.2.6.5 ได้ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 คือ ขนมทองม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง



รูปที่ 4-15 แสดงขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 แบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง

4.2.7 การผลิตขนมทองม้วนแบบพับสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง

4.2.7.1 ผสมแป้งขนมทองม้วนตามอัตราส่วนเดิมที่เคยใช้ คือ ข้าวกล้อง 30% , น้ำตาล 20% , กะทิ 20% , ไข่ 15% , งาดำ 5% , เกลือ 5% แป้งมันดิบ 5%

4.2.7.2 หยอดแป้งที่ผสมเรียบร้อยแล้วลงเตาทำขนมทองม้วนเพียงเล็กน้อย จากนั้นปิดเตาเพื่ออบให้ขนมทองม้วนสุก เมื่อแป้งเริ่มสุกให้ทำการเปิดฝาเตาขึ้น

4.2.7.3 จากนั้นวางมะม่วงแผ่นลงไปบนแป้งที่อยู่บนเตา

4.2.7.4 ทำการขึ้นรูปขนมทองม้วนให้เป็นแผ่น โดยเริ่มจากการพับให้แป้งห่อมะม่วงแผ่นให้หมด จากนั้นทำการพับแป้งไปเรื่อยๆ ให้ผลิตภัณฑ์เป็นรูปแผ่นสี่เหลี่ยม ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 3 คือ ขนมทองม้วนแบบพับสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง



รูปที่ 4-16 แสดงขนมทองม้วนต้นแบบที่ 3 แบบพับสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง

เมื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์ทองม้วนต้นแบบทั้ง 3 แบบ เป็นจำนวนอย่างละ 100 ชิ้น เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะนำผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบทั้งสามไปทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อไป

นอกจากนี้ยังได้มีการนำบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ขนมทองม้วนต้นแบบขึ้นมา 1 แบบ ซึ่งบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวจะอยู่ในรูปแบบของกล่องกระดาษแบบมันที่โชว์ให้เห็นผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน โดยมีรูปทรง ลวดลาย และสีสันทึ่สะดุดตา มีโลโก้ที่สื่อสินค้าตามเครื่องหมายการค้าของกลุ่มสหกรณ์สตรีบ้านกุดกุ่ม ได้จดทะเบียนเอาไว้ และบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวสามารถป้องกันผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนไม่ให้แตกหักได้ มีความดึงดูดผู้บริโภค ประหยัดพื้นที่ในการทิ้ง สะดวกในการกินผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน สามารถพกพาได้สะดวก และมีความทันสมัย ซึ่งบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ขนมทองม้วนจะมีลักษณะเป็นแผ่นไคคัท เมื่อต้องการใช้ใส่ผลิตภัณฑ์ก็จะนำมาทำการพับตามรอยเพื่อให้ออกมาเป็นรูปทรงกล่องสามมิติขึ้นมา ขนาดของบรรจุภัณฑ์จะมีขนาด 7.5 x 7.5 x 11.5 เซนติเมตร ซึ่งถือว่ามีความกระชับรัดทำให้พกพาได้สะดวก เมื่อใช้งานเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องการจะทิ้งก็แค่แกะออกมาให้เป็นแผ่นไคคัทเหมือนเดิม ก็จะประหยัดพื้นที่ในการทิ้งได้ โดยลักษณะของบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบเป็นดังแสดงในรูปที่ 16



รูปที่ 4-17 แสดงลักษณะบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ขนมทองม้วนต้นแบบ ซึ่งเป็นกล่องที่โชว์ให้เห็นผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน โดยทำการไค้ทหน้า – หลัง



รูปที่ 4-18 แสดงลักษณะบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ขนมทองม้วนต้นแบบเมื่อทำการพับเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4-19 แสดงลักษณะบรรจุภัณฑ์เมื่อใส่ผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบลงไป

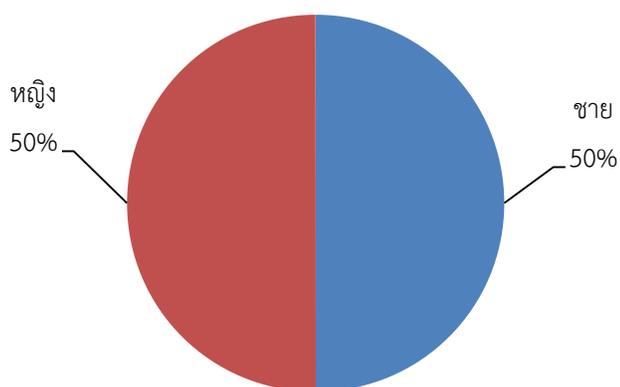
4.2.8 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

เมื่อผู้วิจัยได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนขึ้นมาให้ทั้ง 3 แบบ เป็นจำนวนอย่างละ 100 ชิ้น เพื่อที่ผู้วิจัยจะนำผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบทั้ง 3 แบบ ได้แก่ ต้นแบบที่ 1 แบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางรู, ต้นแบบที่ 2 แบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง, ต้นแบบที่ 3 แบบพับสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง โดยต้นแบบทุกๆ ชนิดจะบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา เพื่อทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบสอบถามในการทดสอบ โดยใช้ผู้ประเมินคือผู้บริโภคที่เป็นวัยรุ่น ที่มีอายุ 12 – 21 ปี แบ่งเป็นเพศชาย 50 คน เพศหญิง 50 คน ดังแสดงในภาคผนวก ก. ซึ่งจะทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสผ่านการให้คะแนนความชอบของแต่ละคน โดยให้แต่ละคนทดสอบชิมตัวอย่างที่พัฒนาขึ้นมาทั้ง 3 แบบก่อน แล้วจึงทำการให้คะแนนความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่พัฒนาขึ้นมา ซึ่งจะมีการให้คะแนนความชอบทั้งหมด 7 ด้าน ได้แก่ รูปร่างของขนมทองม้วน สีของขนมทองม้วน กลิ่นของขนมทองม้วน เนื้อสัมผัสของขนมทองม้วน รสชาติของขนมทองม้วน ความชอบรวมที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนม และความชอบรวมที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ โดยผลที่ได้จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสเป็นดังตารางที่ 4.7

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่พัฒนาขึ้นมา พบว่ามีผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นเพศชาย 50 คน เพศหญิงจำนวน 50 คน ดังแสดงในกราฟที่ 4.3 ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของการเก็บข้อมูลแบบทดสอบ นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีจำนวนมากที่สุด คือระดับการศึกษาปริญญาตรี จำนวน 45 คน รองลงมา คือระดับ

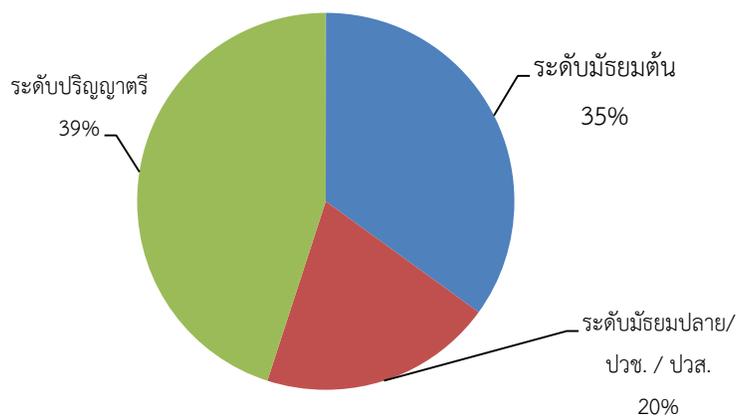
การศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 35 คน และการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปลายหรือหรือปวช.หรือปวส. จำนวน 35 คน จำนวน 20 คน ดังแสดงในรูปที่ 4-20 แสดงระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศของผู้ตอบแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส



รูปที่ 4-20 แสดงเพศของผู้ตอบแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส



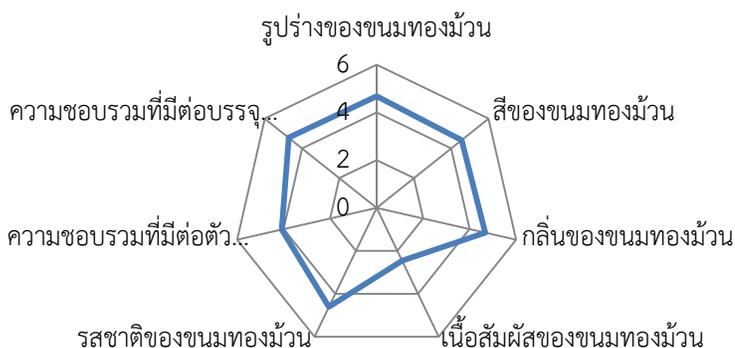
รูปที่ 4-21 แสดงระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 4-16 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ประเด็นการยอมรับทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ					
	ต้นแบบที่ 1		ต้นแบบที่ 2		ต้นแบบที่ 3	
	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.
รูปร่างของขนมทองม้วน	4.68	0.56	4.72	0.82	4.06	0.64
สีของขนมทองม้วน	4.56	0.73	4.8	0.75	3.65	0.58
กลิ่นของขนมทองม้วน	4.67	0.61	4.7	0.80	4.65	0.74
เนื้อสัมผัสของขนมทองม้วน	2.46	0.77	4.55	0.73	3.44	0.69
รสชาติของขนมทองม้วน	4.62	0.79	4.61	0.68	4.36	0.85
ความชอบโดยรวมที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนม	4.08	0.65	4.74	0.75	4.14	0.82
ความชอบโดยรวมที่มีต่อบรรจุภัณฑ์	4.72	0.68	4.72	0.64	4.72	0.73
ค่าเฉลี่ยรวม	4.26	0.68	4.69	0.74	4.15	0.72

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 1 พบว่ามีการให้คะแนนความชอบด้านรูปร่างของขนมทองม้วนเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ด้านสีของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ด้านกลิ่นของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ด้านเนื้อสัมผัสของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.46 ด้านรสชาติของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ด้านความชอบโดยรวมที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 และด้านความชอบโดยรวมที่มีต่อบรรจุภัณฑ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสรวมเท่ากับ 4.26 ซึ่งอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคค่อนข้างชอบ โดยสามารถแสดงผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 1 ให้เห็นได้ชัดเจนดังรูปที่ 4-22

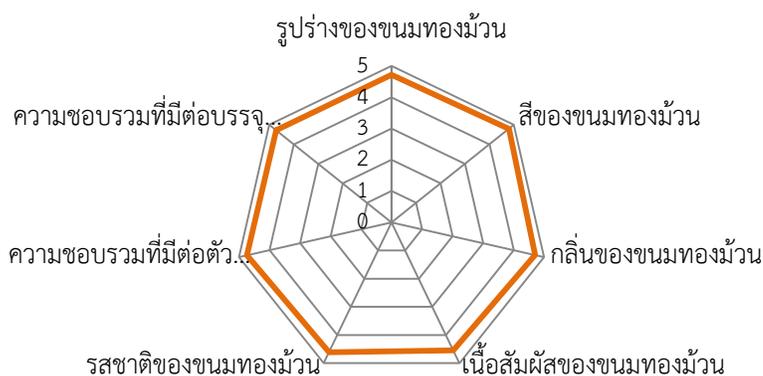
การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ 1



รูปที่ 4-22 แสดงผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมทองม้วนต้นแบบที่ 1

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 พบว่ามีการให้คะแนนความชอบด้านรูปร่างของขนมทองม้วนเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 ด้านสีของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ด้านกลิ่นของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 ด้านเนื้อสัมผัสของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ด้านรสชาติของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ด้านความชอบโดยรวมที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 และด้านความชอบโดยรวมที่มีต่อบรรจุภัณฑ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสรวมเท่ากับ 4.69 ซึ่งอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคค่อนข้างชอบ โดยสามารถแสดงผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 ให้เห็นได้ชัดเจนดังรูปที่ 4-23

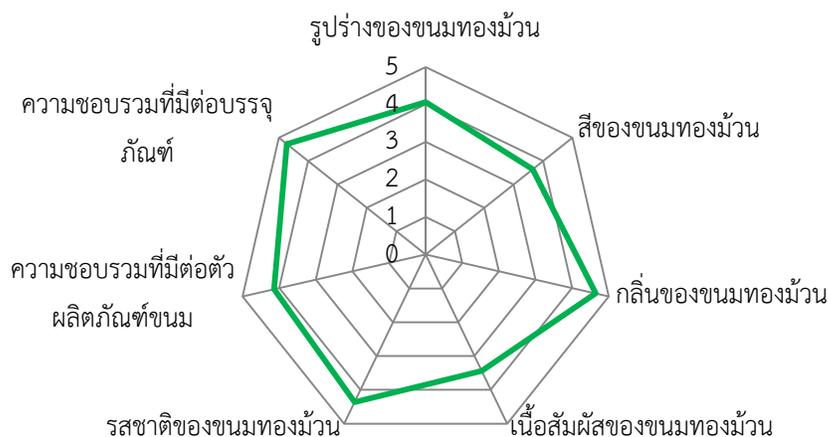
การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ 2



รูปที่ 4-23 แสดงผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 3 พบว่ามีการให้คะแนนความชอบด้านรูปร่างของขนมทองม้วนเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 ด้านสีของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 ด้านกลิ่นของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 ด้านเนื้อสัมผัสของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.44 ด้านรสชาติของขนมทองม้วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ด้านความชอบโดยรวมที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 และด้านความชอบโดยรวมที่มีต่อบรรจุภัณฑ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสรวมเท่ากับ 4.15 ซึ่งอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคค่อนข้างชอบ โดยสามารถแสดงผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 ให้เห็นได้ชัดเจนดังรูปที่ 4-24

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ 3



รูปที่ 4-24 แสดงผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมทองม้วนต้นแบบที่ 3

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบทั้ง 3 แบบ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมา พบว่าจากกราฟแสดงการกระจายตัวของข้อมูลผลการทดสอบการยอมรับที่มีความใกล้เคียงกับอุดมคติและมีการกระจายของระดับความชอบแต่ละด้านที่มีความสม่ำเสมอมากที่สุด ก็คือผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 นอกจากนี้ยังมีค่าเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสรวมมากที่สุด ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าควรจะนำผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 ไปใช้สำหรับการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนในอนาคตสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลนุ่งคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

4.2.9 ผลการถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน

จากนั้นเมื่อได้ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่าขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 เป็นต้นแบบที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด จึงเหมาะแก่การนำองค์ความรู้ในการผลิตไปเผยแพร่ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม โดยผู้วิจัยได้จัดโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มและผู้ที่สนใจทั่วไป ซึ่งจะเผยแพร่ความรู้ในการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั้นไซในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และให้มีการฝึกปฏิบัติ

จริงในการผลิตขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 คือแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มผู้เข้าร่วมโครงการมีการพัฒนาความรู้ความสามารถของตนเอง

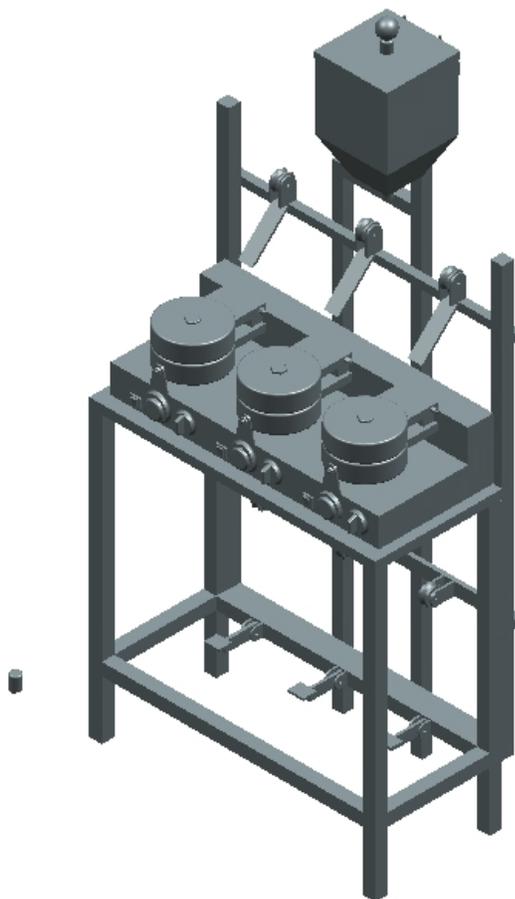


รูปที่ 4-25 แสดงการถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนให้แก่กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม



รูปที่ 4-26 แสดงการจัดโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม

4.3 ผลการดำเนินงานการออกแบบและสร้างเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน



รูปที่ 4-27 แบบแสดงเครื่องทำทองม้วน



รูปที่ 4-28 แสดงเครื่องทำทองม้วน

4.3.1 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะและประสิทธิภาพเครื่องทำทองม้วน

4.3.1.1 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องทำทองม้วน

ในการทดสอบจะต้องควบคุมตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ความชำนาญในการทำขนมทองม้วน ในการทดสอบจะเริ่มจับเวลาใน 1 นาที การทดสอบใน 1 รอบการทำงาน ประกอบด้วย นำแป้งทองม้วนหยอดลงบนเตา และปิดฝาเครื่องทำทองม้วน จนผลผลิตออกมาเป็นขนมทองม้วน จากนั้นทำการบันทึกเวลา บันทึกปริมาณผลผลิตที่ได้ ทำต่อเนื่องกันไปจนครบ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยเวลาการทำงานของเครื่องทำทองม้วน

ตารางที่ 4-17 ผลทดสอบสมรรถนะเครื่องผ่าทำทองม้วน

การทดสอบเครื่องครั้งที่	เวลาในการเดินเครื่อง (นาที)	ปริมาณผลผลิตที่ได้ (ชิ้น)
1	1	7
2	1	8
3	1	7
4	1	9
5	1	8
6	1	7
7	1	8
8	1	9
9	1	8
10	1	9
เฉลี่ย	1	8

จากผลทดสอบ ดังตารางที่ 4-17 ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตที่ได้ 8 ชิ้นต่อ 1 นาที ซึ่งไม่มีชิ้นขนมทองม้วนชิ้นใดเสียหายจากการหยอดจนนำมารับประทานไม่ได้ แต่ปริมาณผลผลิตในแต่ละรอบการทดสอบผลลัพธ์มีค่าไม่เท่ากันเนื่องจากความชำนาญในการหยอดแป้งลงบนเตาโดยทำการทดสอบ 10 ครั้งแล้วค่าเฉลี่ย ซึ่งเร็วกว่าการหยอดแบบเดิม 2 เท่า โดยการหยอดแบบเดิม จะหยอดขนมทองม้วนได้ 4 ชิ้น ต่อ 1 นาที

4.3.1.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานเครื่องทำทองม้วน

ผลการประเมินประสิทธิภาพจากเครื่องทำทองม้วนที่ได้จากการนำเครื่องไปทดลองที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการทำทองม้วน กลุ่มหมู่บ้านสามแยกวิเชียรบุรี หมู่ที่ 1 ตำบลสระประดู่ อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ และนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 30 คน มีผลการวิเคราะห์ความคิดเห็น ดังแสดงในตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานเครื่องทำทองม้วน

ประสิทธิ ภาพ	หัวข้อในการสอบถาม	\bar{x}	S.D.	ระดับความ คิดเห็น
ด้าน โครงสร้าง	การออกแบบมีความมั่นคงแข็งแรง	4.17	0.54	ดี
	ขนาดและรูปทรงของเครื่องมีความเหมาะสม	4.03	0.56	ดี
	ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำเครื่อง	3.90	0.72	ดี
	การจัดวางชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ประกอบมีความ เหมาะสมกับการใช้งาน	4.30	0.40	ดี
	การออกแบบระบบส่งกำลังมีความเหมาะสม	4.14	0.63	ดี
	การออกแบบเป็นเหยียบมีความเหมาะสม	4.30	0.58	ดี
	การออกแบบชุดใส่แป้งขนมทองม้วนมีความ เหมาะสม	4.47	0.71	ดี
เฉลี่ย		4.15	0.59	ดี
ด้านการใช้ งาน	ความสะดวกในการทำความสะอาดและ บำรุงรักษาเครื่อง	4.60	0.53	ดีมาก
	รูปแบบในการทำงานของชุดเป็นเหยียบ	4.17	0.63	ดี
	ความสะดวกในการใช้งานเครื่อง	4.27	0.67	ดี
	ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.30	0.72	ดี
	ความสะดวกในการขนย้ายเครื่อง	4.20	0.65	ดี
เฉลี่ย		4.32	0.64	ดี
ด้านการ ผลิต	ผลผลิตที่ได้	4.05	0.55	ดี
เฉลี่ย		4.05	0.55	ดี
เฉลี่ยรวม ทั้ง 3 ด้าน		4.17	0.59	ดี

1) ด้านโครงสร้าง

การออกแบบชุดใส่แป้งขนมทองม้วนมีความเหมาะสม ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น สูงสุด 4.60 ความปลอดภัยในการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.30 การจัดวาง ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ประกอบมีความเหมาะสมกับการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.30 การออกแบบมีความมั่นคงแข็งแรง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.17 การออกแบบระบบ ส่งกำลังมีความเหมาะสม ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.14 ขนาดและรูปทรงของเครื่องมีความ เหมาะสม ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.03 ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำเครื่อง ได้ ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นต่ำสุด 3.90 ผลรวมระดับคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยในด้านโครงสร้าง ได้ 4.15 อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.59

2) ด้านการใช้งาน

ในด้านความสะดวกในการทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนน ความคิดเห็นสูงสุด 4.60 ความปลอดภัยในการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.30 ความ สะดวกในการขนย้ายเครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.27 ความสะดวกในการขนย้าย เครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.20 รูปแบบในการทำงานของชุดเป็นเหยียบได้ค่าเฉลี่ย ระดับคะแนนความคิดเห็นต่ำสุด 4.17 ผลรวมระดับความคิดเห็นเฉลี่ยในด้านการใช้งานได้ 4.32 อยู่ใน ระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.64

3) ด้านการผลิต

ผลผลิตที่ได้ ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.05 อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.59

ค่าเฉลี่ยรวมระดับคะแนนความคิดเห็นของทั้ง 3 ด้าน ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน ด้านการ ผลิต คือ 4.17 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.59 อยู่ในระดับดี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 การเพิ่มผลผลิตผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนโดยวิธีการการศึกษาการทำงานของกลุ่ม วิชาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

ขนมไทย มีเอกลักษณ์ด้านวัฒนธรรมประจำชาติไทยสมัยโบราณคนไทยมักจะใช้ขนมไทยเฉพาะวาระโอกาสสำคัญเท่านั้น หรือต้อนรับแขกสำคัญ เอกลักษณ์ของขนมไทยคือมีความละเอียดอ่อน ประณีตในการเลือกสรรวัตถุดิบ วิธีการทำ ที่มีการพิถีพิถัน ในด้านของรสชาติ สี สันสวยงาม รูปลักษณ์ชวนรับประทาน นอกจากรสชาติที่อร่อยแล้วขนมไทยยังได้แฝงความหมายอันลึกซึ้งไว้เป็นชื่อของขนมแต่ละชนิดด้วย งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาวิธีการทำงานของกระบวนการทำขนมทองม้วนของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลและการสอบถามข้อมูลจากผู้ประกอบการพบว่า ไม่สามารถผลิตขนมทองม้วนไม่ทันต่อความต้องการของผู้บริโภค จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้ระบบวิธีวัดเวลาแบบ MTM 1 เพื่อวิเคราะห์ การทำงาน ผลที่ได้คือการออกแบบและสร้างอุปกรณ์เพื่อนำมาช่วยในการปรับปรุงวิธีการทำงานขึ้นมา 2 ชั้น ประกอบด้วย ชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทำขนมทองม้วน และเก้าอี้ปฏิบัติงาน ซึ่งระบบและกลไกถูกนำมาใช้เพื่อเปลี่ยนแปลงวิธีการเปิดเตาแบบเดิมมาใช้เท้าเปิดแทน ซึ่งแต่เดิมใช้มือเปิด ส่วนเก้าอี้สำหรับการปฏิบัติงานนำมาใช้ปรับปรุงกระบวนการทำงานและลดความเมื่อยล้าจากการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

ผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานขนมทองม้วน 3 เตา ทั้งก่อนและหลังจากการปรับปรุงพบว่า ก่อนปรับปรุงเวลายมาตรฐานการทำงานทั้งหมดอยู่ที่ 1043.5 TMU หรือประมาณ 37.56 วินาที แต่เมื่อหลังจากปรับปรุงแล้ว เวลาลดลงเหลือ 890.3 TMU หรือประมาณ 32.05 วินาที สรุปว่าถ้าหากเฉลี่ยเวลายมาตรฐานการทำทองม้วนเฉลี่ยต่อ 1 ชั้นพบว่าใช้เวลาเพียง 11 วินาที ลดลงจากเดิมก่อนปรับปรุง 12.52 หรือประมาณ 2.2 วินาที ต่อ 1 ชั้น ดังนั้นจากเดิม 1 วันพนักงานผลิตขนมทองม้วนได้ 1,500 ชั้น ใช้เวลา 5 ชั่วโมง 21 นาที เมื่อปรับปรุงกระบวนการแล้ว จะใช้เวลาเพียง 4 ชั่วโมง 58 นาที

จากการเปรียบเทียบเวลาการทำงานพบว่า เวลาในขั้นตอนการหยอดแป้งที่สร้างระบบและกลไกขึ้นมาช่วยในการเปิดฝาเตา ผู้วิจัยได้คาดว่าวิธีการนี้จะสามารถช่วยลดเวลาจากกระบวนการได้มากที่สุด แต่กลับลดเวลาได้เพียงเล็กน้อย เนื่องจากการใช้เท้าเหยียบเพื่อเปิดฝายังต้องอาศัยการออกแรงเพื่อให้ลดสติงสามารถยกฝาเตาทองม้วนเพื่อให้เปิดขึ้น ซึ่งการใช้เท้าเหยียบเพื่อเปิดเตาใช้เวลามากกว่าเมื่อ

เทียบกับการใช้มือเปิดเตาแบบเดิม แต่การปิดเตาการใช้เท้าปิดเตาจะใช้เวลาน้อยกว่าการปิดเตาโดยมือ กระบวนการอื่นๆ จะคล้ายกับกระบวนการก่อนปรับปรุง ซึ่งทำให้เวลาต่างกันไม่มาก ส่วนการใช้เก้าอี้ปฏิบัติงานมาแทนเก้าอี้แบบเดิมสามารถลดเวลาในขั้นตอนการปลดขนมทองม้วนลงถึงร้อยละ 57 ซึ่งมากที่สุดในทุกขั้นตอน เนื่องจากเดิมที่ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องหมุนตัวประมาณ 90 องศาและต้องก้มลงเพื่อปลดขนมทองม้วนลงถาด แต่เมื่อปรับปรุงโดยใช้เก้าอี้ปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้เท้าผลักเบาๆ ก็สามารถหมุนเก้าอี้เพื่อปลดขนมลงถาดได้ทันที ส่วนกระบวนการที่หลังจากการปรับปรุงแล้วเวลายังเพิ่มขึ้นคือ ขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วน ซึ่งสาเหตุมาจากการเปิดเตาโดยใช้เท้าเปิดใช้เวลามากกว่าใช้มือเช่นเดียวกับในงานย่อยการหยอดแป้ง ผลลัพธ์จากกระบวนการทั้งหมด 3 เตา พบว่าสามารถลดเวลาการทำงานได้ประมาณร้อยละ 14.57 โดยที่ไม่คิดเวลาที่สูญเสียไปจากที่ผู้ปฏิบัติงานอาจจะเปลี่ยนอิริยาบถ เซ็ดเหงื่อ เพิ่มกำลังไฟ หรือรอให้ขนมสุก แต่ถึงจะลดเวลาได้เพียงร้อยละ 15.61 แต่จากการสอบถามผู้ปฏิบัติงานพบว่าอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสามารถช่วยให้ความเมื่อยล้าในการทำงานลดลงกว่าการเดิมเนื่องจากจำนวนครั้งในการเคลื่อนไหว

5.1.1 ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยครั้งต่อไป มีขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ที่ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องเอื้อมมือไปหยิบขวดแป้ง ซึ่งในการหยิบขวดแป้งผู้ปฏิบัติงานยังคงต้องเปลี่ยนมือจับมิดกับเหล็กแท่งกลมทำให้เสียเวลาในการทำงาน ซึ่งในควรปรับปรุงให้ขั้นตอนนี้หายไปเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่วน การใช้กลไกเท้าเหยียบในการเปิดฝาต้องคอยระวังเรื่องของการปล่อยเท้าตอนปิดเตาเพราะถ้าปล่อยเท้าแรงแป้งจะกระจาย ขนมทองม้วนก็จะไม่เต็มแผ่น และเนื่องจากตัวเครื่องไม่ได้ถูกยึดติดกับชุดกลไก ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงต้องระมัดระวังเรื่องการเหยียบเปิดเตาเพราะถ้าเหยียบเปิดสุดฝาดเตาจะค้าง และเก้าอี้ปฏิบัติงานควรออกแบบพนักพิงเก้าอี้และที่รองคอควรให้มีระดับการปรับให้หลากหลายมากขึ้นเพื่อให้รองรับสรีระที่หลากหลายของผู้ปฏิบัติงาน ส่วนข้อเสียของระบบฟิสิกส์มินคือ ไม่ว่าจะป็นวิธีใด ผู้ใช้ควรได้รับการฝึกมาอย่างถูกต้องเสียก่อน แม้ว่าค่าในตารางมาตรฐานไม่จำเป็นต้องมีการประเมินความเร็วของผู้ปฏิบัติงาน แต่จำเป็นต้องอาศัยความคิดเห็นและประสบการณ์ของผู้วิเคราะห์ในการเปิดตาราง ถ้าหากผู้วิเคราะห์ขาดความชำนาญผลลัพธ์ที่ได้มีโอกาสสูงมากที่จะเกิดความผิดพลาด

5.2 การประยุกต์ใช้วิศวกรรมค้ำไซในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

ขนมทองม้วนเป็นขนมไทยชนิดหนึ่งที่มีความนิยมอย่างแพร่หลายในการนำไปรับประทานเป็นอาหารว่างหรือขนมขบเคี้ยว ปัจจุบันได้มีการพัฒนาขนมทองม้วนออกเป็นหลากหลายรูปแบบ จึงทำให้ธุรกิจการผลิตขนมทองม้วนมีการเจริญเติบโตอย่างมาก กลุ่มผลิตขนมทองม้วนป่าขาลเป็นกลุ่มอาชีพของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม หมู่ที่ 8 ตำบลบึงคล้า อำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นกลุ่มผลิตขนมทองม้วนที่ขึ้นชื่อเสียดังกลุ่มหนึ่งของจังหวัดเพชรบูรณ์ จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม พบว่าปัจจุบันสมาชิกในกลุ่มมีรายได้ในการทำขนมทองม้วนเฉลี่ยอยู่ที่คนละ 10,000 บาทต่อเดือน แต่ก็ยังมีความต้องการให้เกิดการพัฒนากลุ่มเพื่อให้มีรายได้เพิ่มขึ้น ภายหลังจากการดำเนินการทำโครงการพัฒนาเครื่องทำขนมทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิต และโครงการเพิ่มผลผลิตขนมทองม้วนโดยวิธีการศึกษาการทำงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำให้ทางกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มสามารถผลิตสินค้าได้ปริมาณเพิ่มขึ้น ลดเวลาในการทำงานลง และลดแรงงานในการผลิตสินค้า ดังนั้นทางสมาชิกในกลุ่มจึงมีความต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าในอนาคตเพื่อต่อยอดธุรกิจเดิม งานวิจัยในครั้งนี้จะทำการประยุกต์ใช้วิศวกรรมค้ำไซในการพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่เป็นวัยรุ่นอายุ 12 – 21 ปีได้ โดยได้ดำเนินการเลือกขอบเขตของกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่นำมาศึกษา กำหนดขอบเขตคำค้นไซและคัดเลือกคำค้นไซ รวบรวมและคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน ทำการวิเคราะห์ผลความสัมพันธ์ระหว่างคำค้นไซและคุณลักษณะของขนมทองม้วน โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการประเมิน แล้วนำผลแนวคิดที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการวิเคราะห์ด้วยมือ แล้วนำแนวคิดดังกล่าวกลับไปตรวจสอบความถูกต้องที่แท้จริงกับผู้บริโภคอีกครั้งหนึ่ง เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดนั้นๆ เมื่อแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของผู้วิจัยและผู้บริโภคสอดคล้องกันแล้วผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบขึ้นมา 3 แบบ แล้วนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นมา เพื่อหาต้นแบบที่ดีที่สุดสำหรับนำไปใช้เผยแพร่องค์ความรู้

ผลจากการคัดเลือกคำค้นไซของขนมทองม้วน ทำให้ได้คำค้นไซที่ถูกคัดเลือกสำหรับขนมทองม้วนมาทั้งสิ้น 6 คำค้นไซ ได้แก่ นำลิ้มลอง แปลกใหม่ กินง่าย การยอมรับทางประสาทสัมผัส ยากซื้อ และความสะอาด และจากการคัดเลือกคำค้นไซของบรรจุกัญชีสำหรับใส่ขนมทองม้วน ทำให้ได้คำ

คันไช้ที่ถูกคัดเลือกสำหรับบรรจุภัณฑ์มาทั้งสิ้น 6 คำคันไช้ ได้แก่ ปกป้องสินค้าจากการแตกหัก สะดวกในการกิน พกพาสะดวก ดึงดูด ทันสมัย และประหยัดพื้นที่ในการทิ้ง

ผลจากการรวบรวมและคัดเลือกคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนทำให้ได้รูปแบบผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนทั้ง 6 รูปแบบ คือ ม้วนเป็นแท่ง (แบบดั้งเดิม) ม้วนเป็นกรวย ม้วนเป็นแท่งพอมยาว ม้วนเป็นแท่งสั้น แบบพับ และแบบแผ่น ส่วนการคัดเลือกคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ขนมทองม้วนนั้นได้มาทั้งหมด 5 รูปแบบ คือ แบบถุงพลาสติกหรือถุงซิปล็อค แบบกระป๋องหรือโหลพลาสติก แบบกล่องกระดาษทึบ แบบกล่องกระดาษโซว์ลีนคำ และแบบถาดพลาสติก ผลจากการวิเคราะห์ผลความสัมพันธ์ระหว่างคำคันไช้และคุณลักษณะของขนมทองม้วนโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการประเมิน ใช้กลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง คือวัยรุ่น อายุ 12 – 21 ปี จำนวน 100 คน แล้วนำผลที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการวิเคราะห์ด้วยมือ จึงทำให้สามารถสรุปผลความต้องการของผู้บริโภคขนมทองม้วนที่ได้จากกระบวนการวิศวกรรมคันไช้ คือ ขนมทองม้วนต้องเป็นรูปแบบม้วนเป็นแท่งสั้นหรือแบบพับ ซึ่งมีการสอดไส้ด้วยมะม่วง บรรจุภัณฑ์สำหรับใส่ขนมทองม้วนต้องเป็นรูปแบบกล่องกระดาษโซว์ลีนคำ จากนั้นจึงนำแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบดังกล่าวไปตรวจสอบความถูกต้องโดยการถามผู้บริโภคที่เป็นวัยรุ่นอีกครั้ง ซึ่งผลที่ได้จากการตรวจสอบตรงตามแนวคิดที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้ด้วยกระบวนการวิศวกรรมคันไช้ นั่นเอง

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบ ซึ่งต้องอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการผลิตที่ง่าย คงสูตรหรือส่วนผสมเดิมของแป้งขนมทองม้วนเอาไว้ ราคาต้นทุนการผลิตต่ำ สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าได้มากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ผลิตต้นแบบออกมา 3 รูปแบบ คือ 1) ขนมทองม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางรู 2) ขนมทองม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง และ 3) ขนมทองม้วนแบบพับสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง แล้วนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต้นแบบไปทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่เป็นวัยรุ่น อายุ 12 – 21 ปี จำนวน 100 คน ซึ่งจะมีการให้คะแนนความชอบทั้งหมด 7 ด้าน ได้แก่ รูปร่างของขนมทองม้วน สีของขนมทองม้วน กลิ่นของขนมทองม้วน เนื้อสัมผัสของขนมทองม้วน รสชาติของขนมทองม้วน ความชอบรวมที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ขนม และความชอบรวมที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ ต้นแบบที่ 2 ขนมทองม้วนแบบแท่งสั้นสอดไส้มะม่วงตรงกลางระหว่างแป้ง และมีการกระจายตัวของข้อมูลผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีความใกล้เคียงกับอุดมคติและมีการกระจายของระดับความชอบแต่ละด้านที่มีความสม่ำเสมอมากที่สุด ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าควรจะนำผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนต้นแบบที่ 2 ไปใช้

สำหรับการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนในอนาคตสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

5.2.1 ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งต่อไป อาจมีการประยุกต์ใช้วิธีการทางวิศวกรรมแบบอื่นเข้ามาช่วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน เช่น วิธีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ เป็นต้น เพื่อให้เกิดการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมที่หลากหลายยิ่งขึ้น อาจจะใช้สถิติช่วยในการตัดสินใจในการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าค้นไ้กับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน เช่น การวิเคราะห์เปรียบเทียบพหุคูณแบบ HSD ของ Tukey's HSD Test แทนวิธีการวิเคราะห์ด้วยมือโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบอาจจะต้องมีการปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตให้ง่ายยิ่งขึ้นกว่าเดิม โดยการเปลี่ยนจากการใช้มะม่วงแผ่นสำเร็จรูปไปเป็นการใช้ซอสมะม่วงในการทำเป็นไส้สำหรับสอดใส่ขนมทองม้วน เพื่อให้ขั้นตอนการขึ้นรูปด้วยวิธีการม้วนทำได้ง่ายยิ่งขึ้น แต่ก็จำเป็นต้องหาวิธีการใหม่ในการกำจัดความชื้นที่อยู่ในซอสมะม่วงให้หมดไป เพื่อไม่ให้เนื้อสัมผัสและความกรอบของขนมทองม้วนลดลงและไม่ทำให้เกิดเชื้อราในขนมทองม้วนเนื่องจากความชื้นจากตัวซอสมะม่วงนั่นเอง

5.3 การพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

การพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิต พบว่า เครื่องทำทองม้วนสามารถให้อัตราผลผลิตในอัตราการผลิตเฉลี่ย 8 ชิ้นต่อ 1 นาที ซึ่งเร็วกว่าเครื่องทำทองม้วนแบบเดิมประมาณ 2 เท่า โดยเริ่มตั้งแต่การพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิต ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพ และข้อบกพร่องของเครื่องทำทองม้วน พร้อมทำการแก้ไขจุดบกพร่องและอุปสรรคต่างๆ ระหว่างการศึกษาวิจัย รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเครื่องทำทองม้วนที่ถูกสร้างขึ้น ซึ่งสรุปผลการทดสอบดังนี้

5.3.1 พิจารณาการลงทุน การคุ้มทุน

เครื่องทำทองม้วน สามารถทำงานเร็วกว่าเครื่องทำทองม้วนแบบเดิมประมาณ 2 เท่า ซึ่งทำงานได้งานกว่า สะดวกสบาย สามารถใช้เข้าช่วยในการใช้งานเครื่องทำทองม้วนที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ซึ่งมีความคุ้มค่าในการลงทุนประหยัดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคนและประหยัดเวลาในการทำงาน

5.3.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

5.3.2.1 เคลื่อนย้ายตัวเครื่องได้ยากลำบากเนื่องจากมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากชุดโครงสร้างใหม่

5.3.2.2 การเหยียบเปิด-ปิดฝาชุดเครื่องทำทองม้วน เมื่อเหยียบและยกเท้าขึ้นจะไม่มีตัวทดแรงทำให้ต้องเหยียบเท้าค้างไว้

5.3.3 การแก้ไขปัญหา

5.3.3.1 ทำการติดตั้งล้อเลื่อนเพื่อที่จะสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

5.3.3.2 ใส่ตัวช่วยทดแรงเพื่อให้การเปิด-ปิดฝาเครื่องทำทองม้วนปิดช้าลงและทำการหยุดเบี่ยงนมทองม้วนได้พอดีกับเวลาในการหยุดเบี่ยง

5.3.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิต ยังใช้แรงงานคนเป็นหลักในการผลิตนมทองม้วน ในอนาคตควรจะพัฒนาให้เป็นเครื่องทำทองม้วนแบบอัตโนมัติ

บรรณานุกรม

- ประทีป ศิริวัฒนธานี และคณะ. 2545. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดเครื่องป้องกันมทงม้วนด้วยไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ. ปรึญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมศึกษา , มหาวิทยาลัยนเรศวร
- จรรยา อุ้นแก้ว. 2550. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ขนมทงม้วนสมุนไพรกลุ่มแม่บ้านตะกุดจันท.ทำข้าม อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์. ปรึญญาศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาศิลปะและการออกแบบ วิชาเอกออกแบบบรรจุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ณัฐจิตต์ เหมทานนท์. 2550. การพัฒนาทงม้วนแป้งข้าวกล้องเสริมแคลเซียมและวิตามินเอ. วิทยานิพนธ์ปรึญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกคหกรรมศาสตร์เพื่อชุมชน มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วิจิตรา คำไพโรจน์สุวรรณ และปญญรัศม์ ลือจจร. 2554. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทงม้วนเสริมถั่วเหลืองและฟักทง. รายงานการวิจัยบผลประโยชน์ ประจำปีการศึกษา 2554. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- ศันสนีย์ อุดมอ่าง. 2552. โครงการพัฒนาทงม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนจากเนื้อปลาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ต.บึงคล้า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์. รายงานการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนโดยเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคเหนือตอนล่าง ประจำปีงบประมาณ 2552.
- บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. 2552. มอเตอร์ไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
- Kongprasert, N., D. Brissaud, et al. 2009. **The Customer-Oriented Bag Matrixto Support The Design Leather Bags.** 42nd CIRP Conference on Manufacturing Systems.
- George Kanawaty. 1992. **Introduction to Work Study.** 4rd International Labour Office.
- Fred E. Meyers and Jim R. Stewart , 2001. **Motion and Time Study for Lean Manufacturing.** 3rd Pearson Education (US).
- Fred E. Meyers, S. 1992. **Motion and Time Study: Improving Work Methods and Management.** Prentice Hall College Div.
- วันชัย ริจิรวนิช. การศึกษาการทำงาน:หลักการและกรณีศึกษา.กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2548.

- อังกูร ลาภเนศ. การศึกษางานทางอุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์กรุงเทพ. พิมพ์ครั้งที่ 1, 2557
- รศ.รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. การศึกษางานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด, 2552.
- รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. 2552. การศึกษางานในอุตสาหกรรม (Industrial Work Study). .
สำนักพิมพ์กรุงเทพ. พิมพ์ครั้งที่ 1
- จรูญ อุ่นแก้ว. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสมุนไพรกลุ่มแม่บ้านตะกุดจั่น ต.ท่า
ข้าม อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์. ปริญญาศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาศิลปะและการออกแบบ
วิชาเอกออกแบบบรรจุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 2550.
- นพรัตน์ คุ่มพงษ์ และชมพูนุท เกษมเศรษฐ์. 2555. กรอบแนวคิดการประยุกต์ใช้วิศวกรรมคั้นไซในการ
พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร : กรณีศึกษาข้าวพาร์บอยล์. ใน การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรม
อุตสาหกรรม ประจำปี. 17-19 ตุลาคมชะอำ เพชรบุรี., 2555
- ศันสนีย์ อุดมอ่าง. 2552. โครงการพัฒนาทองม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนจากเนื้อปลาของกลุ่มวิสาหกิจ
ชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ต.บึงคล้า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์. รายงานการวิจัยที่ได้รับทุน
สนับสนุนโดยเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคเหนือตอนล่าง ประจำปีงบประมาณ ,2552.
- ประวัติความเป็นมาขนมทองม้วน. [online] แหล่งเข้าถึง : <http://www.m-culture.in.th/> , ๓๖๖ ๖๖๖
วันที่ 6 พฤศจิกายน 2555 [วันที่ 17 สิงหาคม 2559]
- สูตรและวิธีการทำขนมทองม้วน [online] แหล่งเข้าถึง : <http://www.thaismescenter.com> [12 มกราคม
2553]
- ทองม้วนสดมันเทศ [online] แหล่งเข้าถึง : <http://www.manager.co.th> , Manager Online [27 มกราคม
2560]
- ทองม้วนโบราณ ดันตำรับตลาดสามชุก[online] แหล่งเข้าถึง : <http://www.lmi.ratchaburi.com> , ศูนย์
บริหารข้อมูลตลาดแรงงานภาคตะวันตก [18 กุมภาพันธ์ 2556]
- รายงานพิเศษ กลุ่มผลิตทองม้วน ของกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม [online] แหล่งเข้าถึง :
<http://thainews.prd.go.th>, สำนักข่าว กรมประชาสัมพันธ์ [17 กรกฎาคม 2558]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การทดสอบเครื่องทำทองม้วน



รูปที่ ก-1 การทดสอบเครื่องทำทองม้วน



รูปที่ ก-2 การทดสอบแป้นเหยียบเครื่องทำทองม้วน

ภาคผนวก ข

ตารางระบบการวัดวิธี-เวลา MTM การทำขนมทองม้วน

ระบบการวัดวิธี-เวลา MTM ขนมหอมม้วน

ตารางที่ ข.1 ขั้นตอนการทำขนมหอมม้วน (ก่อนปรับปรุง)

มือซ้าย	Motions	TMU	Motions	มือขวา
ขั้นตอนการหยอดแป้ง ช่วงที่ 1				
จับแท่งเหล็กกลม	G1A	2	G1A	จับมีด
จับแท่งเหล็กกลม		5.6	M9A	เคลื่อนมีดไปยังมือซ้าย
จับแท่งเหล็กกลมและมีด	G5	2	RL1	ปล่อยมีด
เอื้อมมือไปยังเตาA	R18A	12.3	R12A	เอื้อมไปยังขวดแป้ง
จับค้ำเตาA	G1A	2	G1A	หยิบขวดแป้ง
ออกแรงเปิดเตา A	APB	16.2	M10C	เคลื่อนขวดแป้งมายังเตาA
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		10.6	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ออกแรงปิดเตา A	APB	16.2		ถือขวดแป้ง
เอื้อมมือไปยังเตาB	R12A	9.6		ถือขวดแป้ง
จับค้ำเตาB	G1A	2		ถือขวดแป้ง
ออกแรงเปิดเตา B	APB	16.2	M9C	เคลื่อนขวดแป้งมายังเตาB
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		10.6	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ออกแรงปิดเตา B	APB	16.2		ถือขวดแป้ง
เอื้อมมือไปยังเตา C	R18A	12.3		ถือขวดแป้ง
จับค้ำเตา C	G1A	2		ถือขวดแป้ง
ออกแรงเปิดเตา C	APB	16.2	M9C	เคลื่อนขวดแป้งมายังเตาC
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		10.6	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ออกแรงปิดเตา C	APB	16.2		ถือขวดแป้ง
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		12.2	M10B	เอาขวดแป้งไปวางยังโต๊ะ
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		5.6	P1SE	วางขวดแป้งลงชั้นวาง

จับแท่งเหล็กกลมและมีด		10.5	M9A	เคลื่อนมือมายังมือซ้าย
ขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วนช่วงที่ 1				
มือขวาถือแท่งเหล็กกลม	G3	7.3	G4	เลือกหยิบมีด
เอื้อมมือไปยังเตาA	R18A	12.3		ถือมีดไว้
จับค้ำเตา	G1A	16.9	M14C	เคลื่อนมีดมายังเตาA
ออกแรงเปิดเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดกดแผ่นแป้งบนเตา
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 1
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 2
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 3
เคลื่อนแท่งเหล็กกลมไปข้างหน้า	M4B	16.2	APB	ใช้มีดกดแท่งเหล็กกลม
ถือแท่งเหล็กกลม		10.5	M9A	เคลื่อนมีดไปยังมือซ้าย
ถือแท่งเหล็กกลมและหยิบมีด	G3	5.6		มือว่าง
ขั้นตอนการหยอดแป้ง ช่วงที่ 2				
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		9.6	R12A	เอื้อมไปยังขวดแป้ง
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		2	G1A	หยิบขวดแป้ง
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		12.2	M10C	เคลื่อนมายังเตาA
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		10.6	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ออกแรงปิดเตา A	APB	16.2	M10B	เอาขวดแป้งไปวางยังโต๊ะ
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		5.6	P1SE	วางขวดแป้งลงชั้นวาง
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		10.5	M9A	เคลื่อนไปยังมือซ้าย
เปลี่ยนมือจับมีด	G3	7.3	G4A	เลือกหยิบมีด
ขั้นตอนการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลมช่วงที่ 1				
A หมุนตัวเพื่อเอาทองม้วนไปยังถาด	TBC2	37.2		ถือมีด
ถือแท่งเหล็กกลม		8	M4C	เคลื่อนมีดไปยังแท่งเหล็ก
ถือแท่งเหล็กกลม		10.6	APA	ใช้มีดปลดขนม
หมุนตัวกลับที่เดิม	TBC1	18.6		ถือมีด

ขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วนช่วงที่ 2				
เอี๋มมือไปยังเตาB	R9A	8.3	G1A	ถือมีดไว้
จับด้ามเตา	G1A	15.2	M12C	มีดมายังเตา
ออกแรงเปิดเตา	APB	16.2	APB	เขมทกคแผ่นแป้งบนเตาB
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 1
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 2
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 3
เคลื่อนแท่งเหล็กกลมไปข้างหน้า	M4B	16.2	APB	ใช้มีดกดแท่งเหล็กกลม
จับแท่งเหล็กกลม		10.5	M9A	เคลื่อนไปยังมือซ้าย
จับแท่งเหล็กกลมและมีด	G3	5.6	RL1	ปล่อยมีด
ขั้นตอนการหยอดแป้ง ช่วงที่ 3				
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		9.6	R12A	เอี๋มไปยังขวดแป้ง
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		2	G1A	หยิบขวดแป้ง
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		11.8	M8C	เคลื่อนมายังเตาB
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		10.1	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ออกแรงปิดเตา B	APB	16.2	M8B	เอาขวดแป้งไปวางยังโต๊ะ
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		5.6	P1SE	วางขวดแป้งลงชั้นวาง
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด	G5	10.5	M9A	เคลื่อนไปยังมือซ้าย
เปลี่ยนมือจับมีด	G3	7.3	G4A	เลือกหยิบมีด
ขั้นตอนการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลมช่วงที่ 2				
B หมุนตัวเพื่อเอาทองม้วนไปยังตุง	TBC2	37.2		ถือมีด
ถือแท่งเหล็กกลม		8	M4C	เคลื่อนมีดไปยังแท่งเหล็ก
ถือแท่งเหล็กกลม		10.6	APA	ใช้มีดปลดขนม
หมุนตัวกลับที่เดิม	TBC1	18.6		ถือมีด
ขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วนช่วงที่ 3				
เอี๋มมือไปยังเตาC	R18A	12.3	G1A	ถือมีดไว้

จับด้ามเตา	G1A	16.9	M14C	เคลื่อนมีดมายังเตา
ออกแรงเปิดเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดกดแผ่นแป้งบนเตา
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 1
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 2
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 3
เคลื่อนแท่งเหล็กกลมไปข้างหน้า	M4B	16.2	APB	ใช้มีดกดแท่งเหล็กกลม
จับแท่งเหล็กกลม		10.5	M9A	เคลื่อนมีดไปยังมือซ้าย
จับแท่งเหล็กกลมและมีด	G3	5.6	RL1	ปล่อยมีด
ขั้นตอนการหยอดแป้ง ช่วงที่ 4				
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		9.6	R12A	เอื้อมไปยังขวดแป้ง
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		2	G1A	หยิบขวดแป้ง
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		13.5	M10C	เคลื่อนมายังเตา C
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		10.6	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ออกแรงปิดเตา B	APB	16.2	M10B	เอาขวดแป้งไปวางยังโต๊ะ
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		5.6	P1SE	วางขวดแป้งลงชั้นวาง
ถือแท่งเหล็กกลมและมีด		10.5	M9A	เคลื่อนไปยังมือซ้าย
เปลี่ยนมือจับมีด	G3	7.3	G4A	เลือกหยิบมีด
ขั้นตอนการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลมช่วงที่ 3				
C หมุนตัวเพื่อเอาทองม้วนไปยังถาด	TBC2	37.2		ถือมีด
ถือแท่งเหล็กกลม		8	M4C	เคลื่อนมีดไปยังแท่งเหล็ก
ถือแท่งเหล็กกลม		10.6	APA	ใช้มีดปลดขนม
หมุนตัวกลับที่เดิม	TBC1	18.6		ถือมีด

ตารางที่ ข.2 ขั้นตอนการทำงานนมทองม้วน (หลังปรับปรุง)

มือซ้าย	Motions	TMU	Motions	มือขวา
ขั้นตอนการหยอดแป้ง ช่วงที่ 1				
จับแท่งเหล็กกลม	G1A	2	G1A	จับมีด
จับแท่งเหล็กกลม		10.5	M9A	เคลื่อนมายังมือซ้าย
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		5.6	G3	ย้ายมีด
เหยียบแป้น1	FMP	19.1	R12A	เอื้อมมือไปยังขวดแป้ง
		2	G1A	หยิบขวดแป้ง
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		10.3	M6C	เคลื่อนมายังเตา1
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		10.6	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ปล่อยเท้าจากแป้น1	FM	8.5		ถือขวดแป้ง
เคลื่อนเท้าไปยังแป้น2	LM	7.1		ถือขวดแป้ง
เหยียบแป้นค้างไว้		19.1	FMP	เหยียบแป้น2
เหยียบแป้นค้างไว้		13.5	M10C	เคลื่อนขวดแป้งไปยังเตา 2
เหยียบแป้นค้างไว้		10.6	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ปล่อยเท้าจากแป้น2	FM	8.5		ถือขวดแป้ง
เคลื่อนเท้าไปยังแป้น3	LM	7.1		ถือขวดแป้ง
เหยียบแป้นค้างไว้		19.1	FMP	เหยียบแป้น3
เหยียบแป้นค้างไว้		13.5	M10C	เคลื่อนขวดแป้งไปยังเตา 3
เหยียบแป้นค้างไว้		10.6	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ปล่อยเท้าจากแป้น3	FM	8.5		ถือขวดแป้ง
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		10.6	M8B	เอาขวดแป้งไปวางยังโต๊ะ
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		5.6	P1SE	วางขวดแป้งลงชั้นวาง

ขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วนช่วงที่ 1				
เหยียบแป้ง1	FMP	19.1		
เหยียบแป้งค้ำไว้		10.5	M9A	เคลื่อนมายังมือขวา
เปลี่ยนมือจับมีด		7.3	G4A	เลือกหยิบมีด
เคลื่อนแท่งเหล็กกลมมายังเตา	M14C	16.9	M14C	เคลื่อนมีดมายังเตา
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา1	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 1
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา1	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 2
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา1	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 3
เคลื่อนแท่งเหล็กกลมไปข้างหน้า	M4B	16.2	APB	ใช้มีดกดแท่งเหล็กกลม
เหยียบแป้งค้ำไว้		10.5	M9A	เคลื่อนมายังมือซ้าย
เหยียบแป้งค้ำไว้		5.6	G3	ย้ายมีด
ขั้นตอนการหยอดแป้ง ช่วงที่ 2				
เหยียบแป้งค้ำไว้		9.6	R12A	เอี้อมไปยังขวดแป้ง
เหยียบแป้งค้ำไว้		2	G1A	หยิบขวดแป้ง
เหยียบแป้งค้ำไว้		10.3	M6C	เคลื่อนมายังเตา1
เหยียบแป้งค้ำไว้		10.6	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ปล่อยเท้าจากแป้ง1	FM	8.5	M6B	เอาขวดแป้งไปวางยังโต๊ะ
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		5.6	P1SE	วางขวดแป้งลงชั้นวาง
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		10.5	M9A	เคลื่อนมายังมือซ้าย
เปลี่ยนมือจับมีด	G3	5.6		ถือมีด
ขั้นตอนการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลมช่วงที่ 1				
ใช้เท้าผลักที่เหยียบเพื่อหมุนเก้าอี้	FM	8.5		ถือมีด
เคลื่อนแท่งเหล็กไปยังถุงขนม	M4B	6.9	M4B	เคลื่อนมีดไปยังแท่งเหล็ก
ถือแท่งเหล็กกลม		8	M4C	ใช้มีดปลดขนม
ใช้เท้าผลักที่เหยียบเพื่อหมุนเก้าอี้	FM	8.5		ถือมีด

กลับที่เดิม				
ขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วนช่วงที่ 2				
เคลื่อนเข้าไปยังเบ้น2	LM	7.1		ถือมีด
เหยียบเบ้น2	FMP	19.1		ถือมีด
เคลื่อนแท่งเหล็กกลมมายังเตา B		16.9	M14C	เคลื่อนมีดมายังเตาA
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 1
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 2
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 3
เคลื่อนแท่งเหล็กกลมไปข้างหน้า	M4B	16.2	APB	ใช้มีดกดแท่งเหล็กกลม
เหยียบเบ้นค้ำไว้		10.5	M9A	เคลื่อนมายังมือซ้าย
เหยียบเบ้นค้ำไว้		5.6	G3	ย้ายมีด
ขั้นตอนการหยอดแป้ง ช่วงที่ 3				
เหยียบเบ้นค้ำไว้		9.6	R12A	เอ้อมไปยังขวดแป้ง
เหยียบเบ้นค้ำไว้		2	G1A	หยิบขวดแป้ง
เหยียบเบ้นค้ำไว้		10.3	M6C	เคลื่อนมายังเตา2
เหยียบเบ้นค้ำไว้		10.6	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ปล่อยเท้าจากเบ้น 2	FM	8.5		ถือขวดแป้งไว้
ถือแท่งเหล็กกลม		8.9	M6B	เอาขวดแป้งไปวางยังโต๊ะ
ถือแท่งเหล็กกลม		5.6	P1SE	วางขวดแป้งลงชั้นวาง
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		10.5	M9A	เคลื่อนมายังมือซ้าย
เปลี่ยนมือจับมีด	G3	5.6		
ขั้นตอนการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลมช่วงที่ 2				
ใช้เท้าผลักที่เหยียบเพื่อหมุนแก้ว	FM	8.5		ถือมีด
เคลื่อนแท่งเหล็กไปยังถาดขนม	M4B	6.9	M4B	เคลื่อนมีดไปยังแท่งเหล็ก
ถือแท่งเหล็กกลม		8	M4C	ใช้มีดปลดขนม
ใช้เท้าผลักที่เหยียบเพื่อหมุนแก้ว	FM	8.5		ถือมีด

ขั้นตอนการขึ้นรูปขนมทองม้วนช่วงที่ 3				
เคลื่อนเท้าไปยังเป็น2		7.1	LM	เคลื่อนเท้าไปยังเป็น3
เหยียบเป็น2		19.1	FMP	เหยียบเป็น3
เคลื่อนแท่งเหล็กกลมมายังเตา B		16.9	M14C	เคลื่อนมีดมายังเตาA
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 1
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่
ใช้แท่งเหล็กกลมกดแผ่นแป้งบนเตา	APB	16.2	APB	ใช้มีดพับแผ่นแป้งครั้งที่ 3
เคลื่อนแท่งเหล็กกลมไปข้างหน้า	M4B	16.2	APB	ใช้มีดกดแท่งเหล็กกลม
เหยียบเป็นค้ำไว้		10.5	M9A	เคลื่อนมายังมือซ้าย
เหยียบเป็นค้ำไว้		5.6	G3	ย้ายมีด
ขั้นตอนการหยอดแป้ง ช่วงที่ 4				
เหยียบเป็นค้ำไว้		9.6	R12A	เอ้อมไปยังขวดแป้ง
เหยียบเป็นค้ำไว้		2	G1A	หยิบขวดแป้ง
เหยียบเป็นค้ำไว้		11.8	M8C	เคลื่อนมายังเตา2
เหยียบเป็นค้ำไว้		10.6	APA	ออกแรงบีบแป้ง
ปล่อยเท้าจากเป็น2	FM	8.5		
ถือแท่งเหล็กกลม		10.6	M8B	เอาขวดแป้งไปวางยังโต๊ะ
ถือแท่งเหล็กกลม		5.6	P1SE	วางขวดแป้งลงชั้นวาง
จับแท่งเหล็กกลมและมีด		10.5	M9A	เคลื่อนมายังมือซ้าย
เปลี่ยนมือจับมีด	G3	5.6		ถือมีด
ขั้นตอนการปลดขนมทองม้วนออกจากแท่งเหล็กกลมช่วงที่ 3				
ใช้เท้าผลักที่เหยียบเพื่อหมุนแก้อื้อ	FM	8.5		ถือมีด
เคลื่อนแท่งเหล็กไปยังอุ้งขนม	M4B	6.9	M4B	เคลื่อนมีดไปยังแท่งเหล็ก
ถือแท่งเหล็กกลม		8	M4C	ใช้มีดปลดขนม
ใช้เท้าผลักที่เหยียบเพื่อหมุนแก้อื้อ กลับที่เดิม	FM	8.5		ถือมีด

ภาคผนวก ค
คำค้นไชของขนมทองม่วน

การรวบรวมคำคันไชของขนมทองม้วน มีจำนวนทั้งหมด 100 คำ

คำคันไช		
1. รสชาติอร่อย	35. นาลองชิม	69. พัฒนาให้ดีขึ้น
2. รสหวานน้อย	36. นำช้อกิน	70. เปลี่ยนแปลง
3. กลิ่นหอมตามธรรมชาติ	37. สดชื่น	71. กลมกล่อม
4. กรอบ	38. ละมุนลิ้น	72. ใหม่
5. กินง่าย	39. แห้ง	73. เรียบง่าย
6. ขนมขบเคี้ยว	40. เนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับ	74. ร่างกายแข็งแรง
7. เอกลักษณ์	41. สีสวย	75. ทิ้ง
8. เคี้ยวเพลิน	42. ไม่เหมือนใคร	76. ประหลาดใจ
9. เอกลักษณ์	43. รื่นรมย์	78. ชอบ
10. ร่วน	44. สมดุล	79. อัจฉริยะใจ
11. มีความสุข	45. นำตื่นเต้น	80. พอใจ
12. ราคาไม่แพง	46. เบิกบาน	81. เข้าใจ
13. ของทานเล่น	47. ปลอดภัย	82. กระจาย
14. ไม่เหม็นหืน	48. แปลกใหม่	83. ผ่อนคลาย
15. นำลิ้มลอง	49. มหัศจรรย์	84. ปลิ้มปิติ
16. ม้วนเป็นแท่ง	50. กะทัดรัด	85. รสเปรี้ยวนิดหน่อย
17. ดีต่อสุขภาพ	51. สะดุดตา	86. สังเกตเห็นได้ชัด
18. แตกต่าง	52. สะดวกในการกิน	87. ซื่อเป็นของฝาก
19. โดดเด่น	53. ของหวาน	88. พอดี
20. สนุกสนาน	54. ยอดเยี่ยม	89. สดใส
21. เพลินเพลิน	55. เหมาะสม	90. น่าจดจำ
22. หิว	56. มีความเป็นท้องถิ่น	91. ยินดี
23. น่าสนใจ	57. ดีงาม	92. เลิศ
24. น่าทาน	58. ไม่อ้วน	93. พิเศษ
25. เบา	59. ยืดหยุ่น	94. อัตลักษณ์
26. กรอบกริบ	60. มีพลัง	95. สุดยอด

27. สะดวกสบาย	61. ยอมรับ	97. มีคุณภาพ
28. คู้ดี	62. สามารถซื้อได้	98. ถูกปาก
29. ค้างคูด	63. มีคุณค่า	99. ไม่ทำลายสุขภาพ
30. สะอาด	64. กระจื่อรื่อร้อน	100. ขนาดพอเหมาะ
31. ถูกสุขอนามัย	65. กระจับกระจาง	
32. ถูกปาก	66. ชมเชย	
33. พอดีคำ	67. ชื่นชอบ	
34. เป็นธรรมชาติ	68. ตกตะลึง	

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย

1. ชื่อ-สกุล นายปัญญา เทียนนาวา
2. ตำแหน่ง ข้าราชการ สายวิชาการ (อาจารย์)
3. สังกัดสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร
โทรศัพท์ 056-717164 ต่อ 1608, 1609
E-mail panya_te@hotmail.com
4. ประวัติการศึกษา (ปี พ.ศ. ที่จบ ระดับปริญญา คุณวุฒิ สาขาวิชา สถานศึกษา ประเทศ)
กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) มหาวิทยาลัยนเรศวร
ค.บ. (อุตสาหกรรมศิลป์) มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ/เชี่ยวชาญ (ถ้ามี)
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ (งานวิจัยที่ทำแล้วเสร็จ : ชื่อเรื่อง ปีที่พิมพ์ และสถานที่ในการวิจัย งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อเรื่อง แหล่งทุน สถานะในโครงการ)
งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:
 - การพัฒนาเครื่องปอกข้าวหลาม ทุนวิจัย สำนักกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ประจำปี 2552
 - กังหันลมบิมน้ำเทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง, ทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ๒๕๕๓
 - รางวัลที่ 1 การประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) เครื่องผสมและกรอกดินใส่ถุงเพาะชำ
 - รางวัลชมเชยการประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) เครื่องปลอกข้าวหลาม
 - รางวัลชมเชยการประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) เครื่องจักก

- วิจัยและพัฒนาเครื่องแก้วและปลอกเปลือกอ่อนเมล็ดถั่วลิสง ทุนวิจัยสำนักกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ประจำปี 2551

ผู้ร่วมแผนงานวิจัย

1. ชื่อ-สกุล นายวิทยา หนูช่างสิงห์
2. ตำแหน่ง ข้าราชการ สายวิชาการ (อาจารย์)
3. สังกัดสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร
โทรศัพท์ 056-717164 ต่อ 1608, 1609
E-mail wittaya_992000@yahoo.com
4. ประวัติการศึกษา (ปี พ.ศ. ที่จบ ระดับปริญญา คุณวุฒิ สาขาวิชา สถานศึกษา ประเทศ)
วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร
ท.อ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ/เชี่ยวชาญ (ถ้ามี)
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ (งานวิจัยที่ทำแล้วเสร็จ : ชื่อเรื่อง ปีที่พิมพ์ และสถานที่ในการวิจัย งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อเรื่อง แหล่งทุน สถานะในโครงการ)
งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:
 - การพัฒนาประสิทธิภาพชุดจับเพื่อลำเลียงแผ่นโพลีเอทิลีน, ทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ๒๕๕๓
 - กังหันลมปั่นน้ำเทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง, ทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ๒๕๕๓
 - การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบแยกเนื้อมะขามหวาน. ทุน IRPUS (๒๕๕๒)
 - เครื่องผ่านขนุน. รางวัลรองชนะเลิศอันดับ ๑ IRPUS Popular Vote สาขาวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี TIA ครั้งที่ ๗ (๒๕๕๐)
 - การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องแกะเนื้อปลาตัวแบนด้วยมีดเดี่ยววางตัว. ทุน IRPUS (๒๕๕๑)

- การพัฒนาเครื่องกรอกข้าวหลาม-ปลอกข้าวหลาม. ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบัน
ไทย-เยอรมัน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

งานวิจัยที่มีการเผยแพร่:

- วิทยา หนูช่างสิงห์ ชนภัทร มะณีแสง และ ขวัญนิธิ คำเมือง (๓๐-๓๑ ตุลาคม
๒๕๕๗) การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกะเทาะเปลือกมะขาม สมุทรปราการ,
ประเทศไทย: การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม

7. การพัฒนาเครื่องแยกเมล็ดออกจากเนื้อมะขามหวานสำหรับการแปรรูป
ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มผู้ประกอบการแปรรูปมะขามหวานจังหวัดเพชรบูรณ์เสนอขอทุน
วิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2558

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวสุวิมล เทียกทุม

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Suwimon Theakthum

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 5440600024595

3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานสายวิชาการ (อาจารย์)

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก

สังกัดสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร

โทรศัพท์ 056-717164 ต่อ 1608, 1609 โทรสาร 056-717164 E-mail

mapheangvan@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

- วศ.ม. (วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

- วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- วิศวกรรมอาหาร

- เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

- กรรมวิธีการผลิต

7. ประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดย ระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการ โครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการโครงการวิจัย :-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

- การออกแบบและสร้างเครื่องเก็บรังใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการ เก็บรังใหม่จากจ่อหมุน. ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2554
- สาเหตุที่ทำให้นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต หมู่เรียน 5511021371 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ไม่ตั้งใจเรียน. ทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2556
- การจำลองสถานการณ์เส้นทางการขนส่งนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัย ราชภัฏเพชรบูรณ์ เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2557
- การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากแคลบ สำหรับใช้ในการขนส่งของผู้ผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ดำปลอดมลพิษ เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2558

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

- การออกแบบและสร้างเครื่องเก็บรังใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการ เก็บรังใหม่จากจ่อหมุน. ทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2554
- สาเหตุที่ทำให้นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต หมู่เรียน 5511021371 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ไม่ตั้งใจเรียน. ทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2556
- การจำลองสถานการณ์เส้นทางการขนส่งนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัย ราชภัฏเพชรบูรณ์ เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2557
- การออกแบบและสร้างเครื่องทำแบบหล่อแบบเปลือกสำหรับเป็นสื่อ การเรียนการสอน นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยายในการประชุม วิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 2 ประจำปี 2558

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากเกลบสำหรับใช้ในการขนส่งของผู้ผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ ตำบลคงมูลเหล็ก เสนอขอทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2558

7.5 ผ่านการอบรมโครงการพัฒนานักวิจัย (ลูกไก่ของ วช)

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย นรตว์ รัตนวัย
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Narat Rattanawai
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1679900121514
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย (สายวิชาการ)
3. สถานที่ติดต่อได้สะดวก สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โทรศัพท์ 056-717164
e-mail : narat_pcru@hotmail.com
4. ประวัติการศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยนเรศวร
วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร
5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
 - 6.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

หัวหน้าโครงการวิจัย : การประยุกต์ใช้เทคนิคและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในโรงปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เผยแพร่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์วิจัย ครั้งที่ 2 ปี 2558

ผู้ร่วมวิจัย : เครื่องทำไม้ไผ่ย่าง ปี 2557 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ร่วมวิจัย : การออกแบบและสร้างเครื่องปั่นเนื้อมะขามแก้ว เผยแพร่ราชภัฏวิจัยที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี 2558
 - 6.2 งานวิจัยที่กำลังทำ

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการลดต้นทุน
และเพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในตำบลดงมูลเหล็ก
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์