



รายงานการวิจัย

การพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูป
บ้านกุดกุ่ม ตำบลบุงคล้า อำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์
**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**

นรัศว รัตนวัยและคณะ

สาขาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2559

รหัสโครงการสัญญา PCRU_2559_N019

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูป
บ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

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

นรัศว รัตนวัยและคณะ

สาขาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนโดย งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปีงบประมาณ 2559

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์
ผู้วิจัย	นรัตวี รัตนวิชัย
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	เอราวัณ ชาญพหล
สาขาวิชา	วิศวกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2559

บทคัดย่อ

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

Author Narat Rattanawai

Co-Researcher Arawan Chanpahon

Branch Production Engineering
Phetchabun Rajabhat University 2017

Abstract

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

นรัศว รัตนวิทย์และคณะ

24 กุมภาพันธ์ 2560

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	3
1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ประวัติความเป็นมาขนมทองม้วน	5
2.2 วัตถุประสงค์ในการทำขนมทองม้วน	5
2.3 วิธีการทำขนมทองม้วน.....	7
2.4 ประวัติความเป็นมาของกลุ่มสตรีบ้านกุดกุ่ม.....	8
2.5 การศึกษาวิธีการทำงาน	9
2.6 ประสิทธิภาพของเครื่องทำทองม้วนระบบไฟฟ้า.....	10
2.7 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องมือกล	10
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	26
3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน.....	26
3.2 การออกแบบบันทึกและแบบสอบถาม	37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4	ผลการวิจัย.....	43
	4.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องทำทองม้วน.....	43
	4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะและประสิทธิภาพ	44
บทที่ 5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	48
	5.1 สรุปผลการวิจัย	46
	5.2 ข้อเสนอแนะ	46
บรรณานุกรม		49
ภาคผนวก		50
	ภาคผนวก ก (การทดสอบเครื่องทำทองม้วน).....	51
ประวัติคณะผู้วิจัย.....		53

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	ตารางการทดสอบสมรรถนะเครื่องทำทองม้วน.....	38
4-1	ผลทดสอบสมรรถนะเครื่องทำทองม้วน	45
4-2	ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานเครื่องทำทองม้วน	46

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1-1 แสดงทองม้วนข้าวกล็องผลิตโดย กลุ่มสตรีบ้านกุดกลุ่ม	2
1-2 แสดงเครื่องทำทองม้วน และผู้ใช้งานเครื่องทำทองม้วน	2
2-1 แสดงการลงพื้นที่สำรวจความต้องการของกลุ่มผลิตทองม้วนป่าขาล	9
2-2 สปริงชด	11
2-3 สปริงชดแบบบิด (แบบมีขาขึ้น)	12
2-4 สปริงแผ่น	12
2-5 สปริงแบบเพลาบิด	13
2-6 สปริงชดก้นหอย	13
2-7 สปริงจาน	14
2-8 สปริงวงแหวน	14
2-9 สปริงยาง	15
3-1 แสดงแบบเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน	27
3-2 แสดงแบบขั้นตอนการทำงานเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน	27
3-3 แสดงแบบตัวเหยียบ	28
3-4 แสดงภาพถ่ายตัวเหยียบ	28
3-5 แสดงแบบตัวตั้งเวลา	29
3-6 แสดงภาพถ่ายตัวตั้งเวลา	29
3-7 แสดงแบบสวิตช์เปิดปิดเครื่อง	30
3-8 แสดงภาพถ่ายชุดสวิตช์เปิดปิดเครื่อง	30
3-9 แสดงแบบตัวปรับอุณหภูมิความร้อน	31
3-10 แสดงภาพถ่ายตัวปรับอุณหภูมิความร้อน	31
3-11 แสดงแบบเตาทองม้วนไฟฟ้า	32
3-12 แสดงภาพถ่ายเตาทองม้วนไฟฟ้า	33
3-13 แสดงแบบลูกรอกทดแรง	34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3-14 แสดงภาพถ่ายดูกรอกทดแรง.....	34
3-15 แสดงแบบถังแป้งสแตนเลส.....	34
3-16 แสดงภาพถ่ายถังแป้งสแตนเลส	35
3-17 แสดงแบบชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน.....	35
3-18 แสดงภาพถ่ายชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน	36
3-19 แสดงแบบชุดโครงสร้างเครื่อง.....	36
3-20 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างเครื่อง	37
4-1 แบบแสดงเครื่องทำทองม้วน	43
4-2 แสดงเครื่องทำทองม้วน	44

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสมัยกรุงศรีอยุธยา ประเทศไทยได้มีการคบค้าทำธุรกิจกับชาวต่างชาติที่ปีละวันออกและตะวันตก ทำให้ได้รับวัฒนธรรมด้านต่างๆมากมาย ทั้งภาษา ศิลปกรรม วิธีทำขนมและของหวาน ซึ่งขนมทองม้วน ได้รับมาจากชาวโปรตุเกส และนำมาดัดแปลงปรับปรุงเพิ่มเติม เพื่อให้เหมาะสมกับวัฒนธรรม การดำเนินชีวิต ความเป็นอยู่ วัตถุดิบ ข้าวของเครื่องใช้ เอกลักษณะ รสนิยม และอุปนิสัยในการบริโภคอาหารของคนไทย ส่วนประกอบหลักๆของทองม้วนจะมีดังนี้ ไข่ไก่ ไข่แดง น้ำตาลโดนด มะพร้าวขูด ทำให้มีกลิ่นหอม รสชาติ หวาน มัน อร่อย ซึ่งปัจจุบันพัฒนาให้มีรูปแบบหลากหลาย ทั้งรสชาติ และการแปรรูป อาทิเช่น สอกลงไส้หมูหย็อง เคลือบช็อกโกแลต เป็นต้น (ที่มา : สุธีรา)

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

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านกุดกุ่ม หมู่ที่ 8 ตำบลบึงคล้า อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยมีประธานกลุ่มชื่อป้าชาล ได้จัดตั้งเป็นกลุ่มอาชีพสตรีบ้านกุดกุ่มเพื่อผลิตและจัดจำหน่ายขนมทองม้วนขนมทองม้วนของป้าชาลนั้นมีรสชาติอร่อย กรอบอร่อย หวานมัน มีประโยชน์ จึงมีผู้บริโภคทั้งภายในจังหวัดเพชรบูรณ์และต่างจังหวัดชื่นชอบในเรื่องรสชาติทำให้มีปริมาณในการสั่งซื้อเป็นจำนวนมาก



รูปที่ 1-1 แสดงทองม้วนข้าวกลี้งผลิตโดย กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกลุ่ม

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกลุ่ม พบว่า เนื่องจากมีปริมาณการสั่งซื้อจำนวนมากทำให้ทางกลุ่มไม่สามารถผลิตได้ตามปริมาณที่ลูกค้าต้องการเนื่องจากเครื่องทำทองม้วนมีปัญหาเวลาใช้งานเป็นเวลานานทำให้ไฟตัด เครื่องเสียบ่อย ผู้ใช้เครื่องทำทองม้วนแต่ละคนใช้กำลังไฟในการทำทองม้วนที่แตกต่างกัน การใช้กำลังไฟที่มากไปทำให้ไฟตัดและเครื่องเสียบ่อยทำให้ได้ปริมาณการผลิตทองม้วนไม่ได้ตรงความต้องการ



รูปที่ 1-2 แสดงเครื่องทำทองม้วน และผู้ใช้งานเครื่องทำทองม้วน

จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิต ลดเวลาในการทำงาน ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องทำทองม้วน เพื่อให้กลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่มมีรายได้และผลกำไรจากการผลิตทองม้วนเพิ่มมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องทำทองม้วน จำนวน 1 เครื่อง
- 1.2.2 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องทำทองม้วนที่พัฒนาขึ้น

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาข้อมูล งานวิจัยสำหรับการออกแบบและพัฒนาเครื่องทำทองม้วน
- 1.3.2 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
- 1.3.3 ดำเนินการเก็บข้อมูลและทดสอบสมรรถนะเครื่องทำทองม้วน
- 1.3.4 ประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องทำทองม้วน
- 1.3.5 สรุปผลทดสอบสมรรถนะและประเมินความคิดเห็น
- 1.3.6 สรุปผลและรายงานผล

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

1.4.1.1 พื้นที่ในการวิจัยเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องทำทองม้วน ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้าน กุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอลำดัก จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.1.2 พื้นที่ในการทำวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องทำทองม้วนและทดสอบสมรรถนะได้แก่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม

1.4.1.3 พื้นที่ในการวิจัยเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอลำดัก จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

- 1.4.2.1 ระยะเวลาที่ 1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.4.2.2 ระยะเวลาที่ 2 ออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องทำทองม้วน

1.4.2.3 ระยะที่ 3 ประเมินความคิดเห็นของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุตุ่ม จังหวัดเพชรบูรณ์

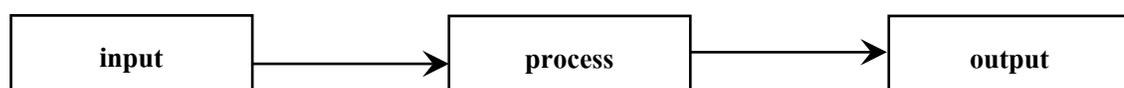
1.4.2.4 ระยะที่ 4 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

1.4.3 ขอบเขตด้านประชากร ประชากรในการศึกษาค้างนี้ คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุตุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 12 เดือน

1.5 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ



- ศึกษา, สำรวจ, ปัญหา

- ออกแบบและพัฒนาเครื่อง
ทำทองม้วน
- ทดสอบสมรรถนะ
- ประเมินความพึงพอใจ
ของผู้ใช้งาน

- เพิ่มอัตราการผลิตขนมทองม้วน
- ถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีสู่
ชุมชน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ผลการวิจัยการออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องทำทองม้วน และทดสอบสมรรถนะผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้งาน

1.6.2 มหาวิทยาลัยได้เครื่องทำทองม้วนที่พัฒนาแล้วเป็นแหล่งองค์ความรู้เพื่อพัฒนาท้องถิ่นสอดคล้องกับเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยโดยถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

1.6.3 ได้เทคโนโลยีเครื่องทำทองม้วนที่พัฒนาแล้วสามารถเพิ่มอัตราปริมาณการผลิตตอบสนองความต้องการของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุตุ่ม 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 ใส่มะพร้าว ใส่มะพร้าวอ่อน เป็นต้น รวมทั้งการบรรจุภัณฑ์จากเมื่อก่อน หลายคนคงยังจำได้ว่า มักจะพบเห็นทองม้วนใส่ไว้ในปี๊บสังกะสี ปัจจุบันมีแพ็คเกจใส่ห่อ ใส่ออกอย่างสวยงามน่ารับประทาน

2.2 วัตถุดิบในการทำขนมทองม้วน

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

เช่น ขนมทองม้วนชนิดเค็ม นิยมปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยเกลือ พริกไทย ใบผักชี กุ้งสด กุ้งแห้ง ปลาแห้ง เป็นต้น ขนมทองม้วนชนิดหวานนิยมปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยเกลือ โกโก้ ผีอก กล้วยหอม ขนุน พักทอง ข้าวกลิ้ง 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 การจับตัวของหมูไฮดรอกซิลของอะไมโลส 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 หากต้องการแต่งกลิ่นให้มีกลิ่นหอมด้วยเครื่องแต่งกลิ่น 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 ด้วยเหตุนี้การสร้าง ความแตกต่างในตัวผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าทองม้วนจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาต่อยอดของกลุ่ม เนื่องจากช่องทางการตลาดของขนมทองม้วนในปัจจุบันยังสดใส ถึงแม้ว่าคู่แข่งทางการตลาดจะมีมาก แต่ความต้องการของผู้บริโภคก็ยังคงมากอยู่เช่นกัน สังเกตได้จากสินค้าที่กลุ่มนำไปออกจำหน่ายสามารถจำหน่ายได้ทุกครั้ง และมียอดการสั่งซื้ออย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2-1 แสดงการลงพื้นที่สำรวจความต้องการของกลุ่มผลิตทองม้วนป่าขาล หรือกลุ่มสตรีสหกรณ์ บ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอลำดัก จังหวัดเพชรบูรณ์

2.5 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

2.6 ประสิทธิภาพของเครื่องทำทองม้วนระบบไฟฟ้า

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

- เตาทองม้วนทำจากสแตนเลสอย่างดี แข็งแรง ทนทาน ไม่เป็นสนิม
- สามารถทำได้ทั้งทองม้วนกรอบและทองม้วนสด
- หน้าเตาทองม้วนขนาด 7 นิ้ว
- หน้าเตาทองม้วนเคลือบด้วยเทฟลอน
- สามารถปรับอุณหภูมิได้ถึง 300 องศาเซลเซียส
- มีระบบไทม์เมอร์ตั้งเวลาตั้งแต่ 0 ถึง 5 นาที

การทำความร้อน:เตาทองม้วนตัวนี้แตกต่างจากเตาทองม้วนไฟฟ้าโบราณ (รุ่นที่มี 4 ขา เหล็กพ่นสีเทา) แตกต่างตรงที่มีขนาดขนาดใหญ่มาก สำหรับการทำความร้อน ขนาดจะไม่ใช่ขนาดง่ายเหมือนเตาทองม้วนไฟฟ้าโบราณ มีอะไหล่ที่ต้องเปลี่ยนน้อยจุด จึงใช้งานสบายใจกว่าเตาทองม้วนไฟฟ้าโบราณ

2.7 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล

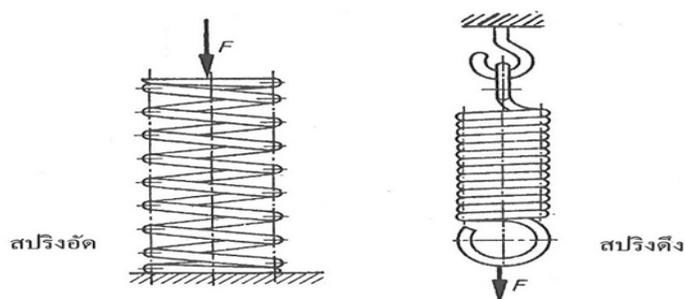
2.7.1 สปริง (Spring)

สปริงเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่รับภาระแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบยืดหยุ่นงานที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปนี้จะเป็นพลังงานศักย์ที่สะสมในสปริง เมื่อคลายภาระที่กระทำต่อสปริงออก พลังงานนี้ก็จะสูญหายไป หน้าที่การทำงานของสปริงก็คือ การรับแรงกระแทก แรงสั่นสะเทือน

(ระบบกันสะเทือนของยานยนต์, ยางสปริงในคลัตช์, สปริงคลัตช์) ในกระบอกสูบนิวแมติกส์จะมีสปริงช่วยดันให้ลูกสูบกลับสู่ตำแหน่งเดิม, เป็นพลังงานกักอัดสะสมช่วยในการพาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลให้หมุนตามและสปริงหากแบ่งตามชนิดของภาระ จะแบ่งได้เป็น สปริงอัด, สปริงดึง, สปริงค้ำ และสปริงหมุนบิด แต่หากพิจารณาถึงรูปร่างภายนอกของสปริง จะแบ่งได้เป็นสปริงขด, สปริงขดก้นหอยมสปริงแผ่น, สปริงแบบเพลลาบิต (Torsion Bar), สปริงจาน, สปริงวงแหวน และสปริงนิวแมติกส์

1) สปริงขด

ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างทรงกระบอกจะนำมาใช้งานเป็นสปริงดึงและสปริงกด (ดูรูปที่ 2.2) ที่มีเส้นโค้งแสดงคุณสมบัติที่ส่วนใหญ่เป็นเส้นตรง และนำมาใช้งานให้ยืดหดที่ระยะทางเคลื่อนที่ได้มาก สปริงขดส่วนมากจะได้จากการม้วนขึ้นรูปลวดเหล็กกล้าสปริง

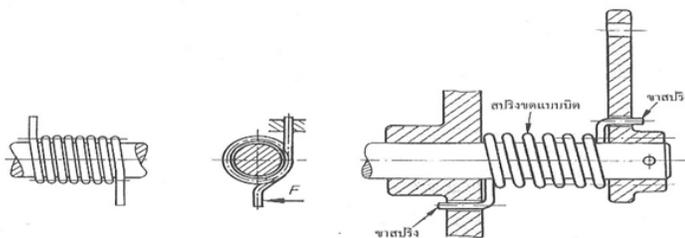


รูปที่ 2-2 สปริงขด

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 262)

2) สปริงขดแบบบิด (แบบมีขาขึ้น)

ตาม DIN 2088 เป็นสปริงที่มีรูปร่าง (ส่วนใหญ่) เป็นขดทรงกระบอก ลวดเหล็กกล้าสปริงจะทำการม้วนขึ้นรูปบนแท่งเหล็กกลมทรงกระบอก โดยที่ปลายจะค้ำขึ้นรูปเป็นขาขึ้นออกมาตามแต่จุดประสงค์การใช้งาน เช่น ใช้ทำหน้าที่เป็นสปริงดึงชิ้นส่วนให้กลับมาที่เดิมในกลไกต่างๆ เป็นแขนหนีบรัดตะกร้าหรือกระเป๋านรถจักรยาน เป็นต้น

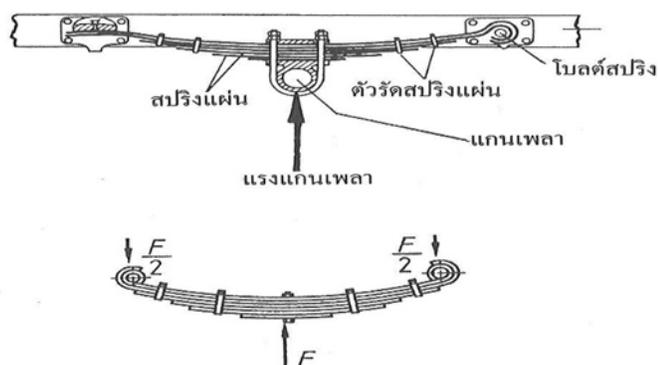


รูปที่ 2-3 สปริงชนิดแบบบิด (แบบมีขาขึ้น)

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 263)

3) สปริงแผ่น

เป็นสปริงที่ใช้รับภาระตัดโดยตรง ผลิตจากเหล็กกล้าแผ่นแถบเป็นรูปร่างแตกต่างกัน ในงานกลไกที่เที่ยงตรงจะใช้ทำเป็นแผ่นสปริงคอนแทกหรือสปริงดีดกลับตำแหน่งเดิม เป็นต้น สปริงแผ่นหนาที่มีการนำมาวางเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ แล้วมีตัวรัดให้อยู่ด้วยกันเป็นชุดจะเรียกว่า แหนบสปริง ที่ใช้รองรับการกระเทือนของรถยนต์บรรทุกทุกหนก ในรางรถ,รถไฟ (ดูรูปที่ 2-4)

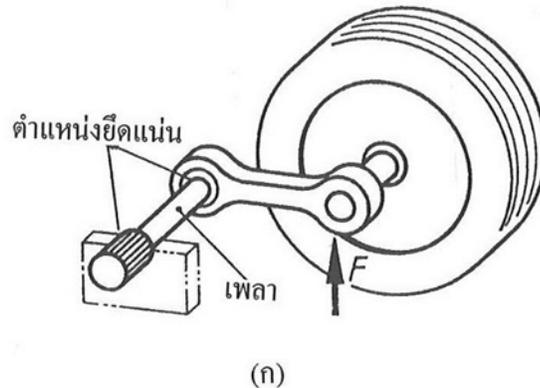


รูปที่ 2-4 สปริงแผ่น

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 263)

4) สปริงแบบเพลลาบิด (Torsion Bar)

ส่วนใหญ่จะเป็นเพลากลมที่ปลายเพลาด้านหนึ่งจะยึดแน่น ส่วนอีกด้านหนึ่งจะยึดต่อกับแขนและมีแรงกระทำที่ทำให้เพลารับโมเมนต์บิดแบบหมุนตัว ที่ใช้กับยานยนต์ในการรับแรงสั่นสะเทือนจากแกนเพลาล้อ หรือใช้ในการวัดโมเมนต์บิดของประแจโมเมนต์

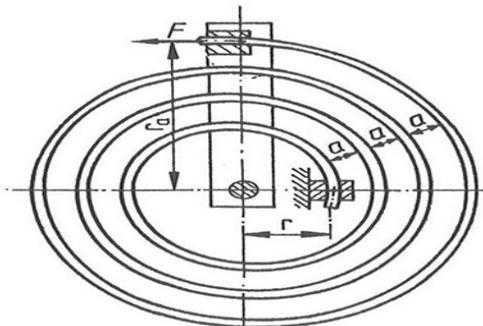


รูปที่ 2-5 สปริงแบบเพลาบิด (Torsion Bar)

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 264)

5) สปริงขดกันหอย

เป็นสปริงคดชนิดหนึ่งส่วนใหญ่จะผลิตจากเหล็กกล้าสปริง มีภาคตัดขวางเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากแล้วม้วนขึ้นรูปเป็นขดกันหอย ระยะห่างของขดกันหอยจะแปรผันอย่างเป็นสัดส่วนกับมุมหมุนบิด สปริงนี้จะใช้เป็นสปริงดึงกลับตำแหน่งเดิมในอุปกรณ์วัดทางอุตสาหกรรม, เป็นสปริงสะสมกำลังงานของระบบนาฬิกาและในระบบคลัตช์แบบหมุนบิดยึดหยุ่นได้

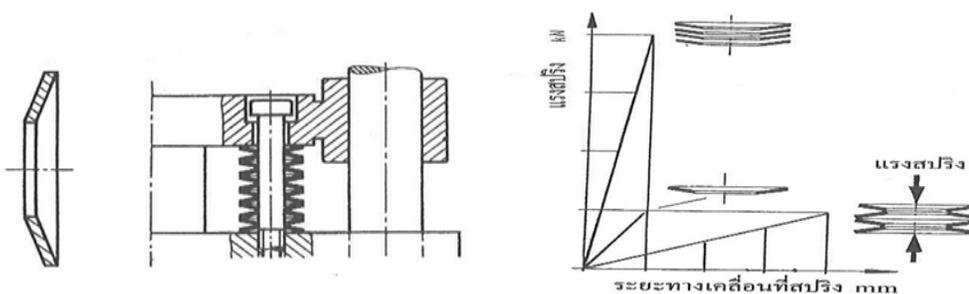


รูปที่ 2-6 สปริงขดกันหอย

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 264)

6) สปริงงาน

เป็นสปริงรับแรงกดที่มีรูปร่างเป็นวงแหวนรูปทรงเรียวที่สามารถรับแรงตามแนวแกนได้ (ดูรูปที่ 2-12) สปริงนี้เหมาะสำหรับให้รับแรงมากโดยมีระยะการยุบตัวน้อย เส้นแสดงคุณสมบัติของสปริงงานแต่ละตัวจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งลาดลง (Degressive) ในการประกอบสปริงงานสามารถที่จะให้เรียงซ้อนกันในทิศทางเดียวกัน หรือให้สลับทิศทางกันในแกนเสา ดังรูปที่ 2-7 (ซ้าย) ได้ การเรียงซ้อนกันในทิศทางเดียวกันจะทำให้ระยะกดของสปริงน้อยกว่าแบบเรียงสลับทิศทางกัน สปริงงานจะนำมาใช้งาน เช่น ในงานแม่พิมพ์, งานเครื่องจักรกล และงานจิก-ฟิกเจอร์ เป็นต้น

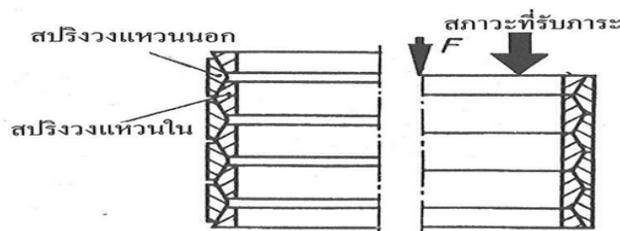


รูปที่ 2-7 สปริงงาน

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 265)

7) สปริงวงแหวน

เป็นสปริงที่ทำจากเหล็กกล้าสปริงวงแหวนแบบไม่มีปลาย (รอยต่อ) ที่มีผิวเรียบสัมผัสกัน (ดูรูปที่ 2-7) เมื่อสปริงนี้รับภาระตามแนวแกนจะทำให้แหวนนอกขยายตัวออกอย่างยืดหยุ่น ในขณะที่แหวนในจะกดอัดเข้าหากันอย่างยืดหยุ่นเช่นกันสปริงวงแหวนจะสามารถรับภาระจนกระทั่งผิวแหวนในและนอกสัมผัสแนบสนิท ดังรูปที่ 2-8 ขวามือ เนื่องจากผิวเรียบของแหวนที่มีความเสียดทานอยู่จะช่วยทำให้การดัดและการกระแทกและสิ้นสะท้อนได้ดีสปริงนี้จะใช้ในการรองรับชิ้นงานรีดในโรงรีด และในหัวรถจักรหรือในรถราง เป็นต้น

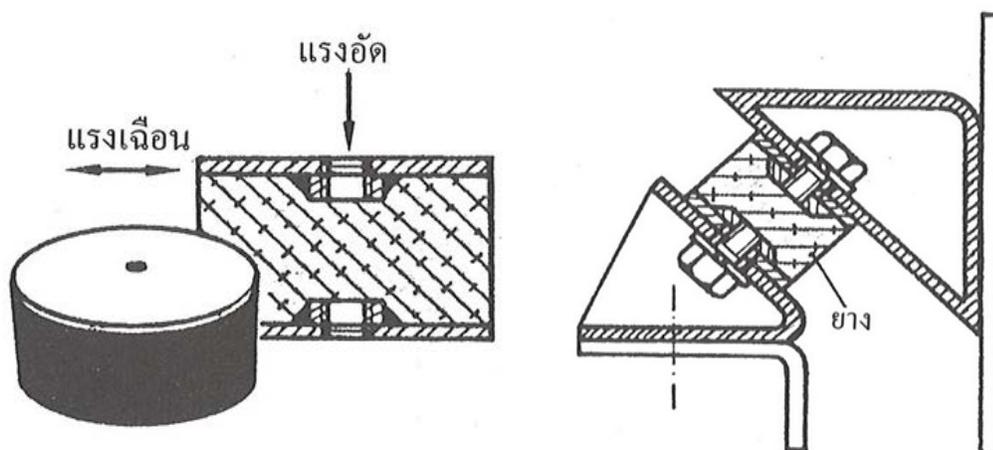


รูปที่ 2-8 สปริงวงแหวน

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 266)

8) สปริงยาง

สปริงนี้ผลิตจากยางสังเคราะห์ ส่วนใหญ่จะนำสปริงนี้มาใช้งานรับการสั่นสะเทือนและการกระแทก เช่น ในคัปปลิ่ง ยางสังเคราะห์นี้จะนำมาวัลเคไนซ์ให้ยึดกับแผ่นโลหะ หรือการใช้กาวยึดระหว่างยางกับแผ่นโลหะที่สามารถรับภาระการเหือนและการอัดได้ (ดูรูปที่ 2-9)



รูปที่ 2-9 สปริงยาง

ที่มา : มาตรฐาน ตันตระบัณฑิตย์ (2542 : 266)

ดังนั้นเครื่องทำไม้ไถ่อย่างจึงเลือกใช้สปริงแบบชนิดใช้ทำหน้าที่เป็นสปริงดึงขึ้นส่วนให้กลับมาที่เดิมในกลไกต่างๆ

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

1) เกรด ออสเทนิติก (Austenitic) แม่เหล็กดูดไม่ติด นอกจากส่วนผสมของโครเมียม 18%แล้ว ยังมีนิเกิลที่ช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อนอีกด้วย ชนิดออสเทนิติกเป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางมากที่สุด ในบรรดาสแตนเลสด้วยกัน ส่วนออสเทนิติกที่มีโครเมียมผสมอยู่สูง 20% ถึง 25%

และนิกเกิล 1% ถึง 20% จะสามารถทนการเกิดออกซิไดซ์ได้ที่อุณหภูมิสูง ซึ่งใช้ในส่วนประกอบของเตาหลอม ท่อนำความร้อน และแผ่นกันความร้อนในเครื่องยนต์ จะเรียกว่า เหล็กกล้าไร้สนิม ชนิดทนความร้อน (Heat Resisting Steel)

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

3) เกรดมาร์เทนซิติก (Martensitic) แม่เหล็กดูดติด โดยทั่วไปจะมีโครเมียมผสมอยู่ 12% และมีส่วนผสมของคาร์บอนในระดับปานกลาง มักนำไปใช้ทำส้อม มีด เครื่องมือตัด และเครื่องมือวิศวกรอื่นๆ ซึ่งต้องการคุณสมบัติเด่นในด้าน การต้านทานการสึกกร่อน และความแข็งแรงทนทาน

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

5) เหล็กกล้าชุบแข็งแบบตกผลึก (Precipitation Hardening Steel) มีโครเมียมผสมอยู่ 17% และมีนิกเกิล ทองแดง และไนโอเบียมผสมอยู่ด้วย เนื่องจากเหล็กชนิดนี้สามารถชุบแข็งได้ในคราวเดียว จึงเหมาะสำหรับทำแกน บั๊ม หัววาล์ว และส่วนประกอบของอากาศยาน สแตนเลส สตีล ที่นิยมใช้ทั่วไปคือ ออสเตนิก และเฟอร์ริติก ซึ่งคิดเป็น 95% ของเหล็กกล้าไร้สนิม ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

สแตนเลสสตีลไม่ใช่อัลลอยล์เพียงอย่างเดียว แต่ถูกจัดอยู่ในชนิดของเหล็ก อัลลอยล์จะมีส่วนประกอบเป็นโครเมียมอย่างน้อย 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 โดยจะกำหนดตัวเลขให้กับโลหะและอัลลอยล์ทุกชนิด

2.7.2.1 ประเภทของอัลลอยล์

- 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% และมีโอกาสเกิดสนิมน้อยกว่าเบอร์ 300 พวกนี้นิยมใช้ตกแต่งภายใน

คุณลักษณะภายนอกของสแตนเลสแล้วเกือบทุกเกรดล้วนคล้ายคลึงทั้งนี้แล้วยังมีสแตนเลสเกรดต่ำที่มีโอกาสของการขึ้นสนิมได้สูงอีกเช่นสแตนเลสเบอร์ 201 เป็นต้น ดังนั้นควรที่จะเลือกซื้อที่ร้านค้าที่ไว้วางใจได้ นะครับ

2.7.2.2 คุณสมบัติทั่วไป และ คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพของสแตนเลส เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุประเภทอื่น ค่าที่แสดงในตารางที่ 1 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 จะทำ

ปฏิกิริยาออกซิไดซ์ 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 การเติมนิกเกิลจะช่วยเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน โดยทั่วไป ให้ทนสภาวะกัดกร่อนรุนแรงได้ ส่วนโมลิบดีนัมจะช่วยเพิ่ม ความต้านทานการกัดกร่อนเฉพาะที่ เช่น การกัดกร่อนแบบรูเข็ม (Pitting Corrosion)

ในทางปฏิบัติ สแตนเลสชนิดเฟอร์ริติก มีการใช้งานจำกัดในสภาพการกัดกร่อนปานกลางและในสภาพชนบท ทั้งชนิดเฟอร์ริติกและออสเทนนิติก สามารถใช้ทำ อุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวเรือนได้แต่เนื่องจากชนิดออสเทนนิติกสามารถทนการกัดกร่อนได้ดี และทำความสะอาดง่าย จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องดื่มนอกจากนี้ชนิดออสเทนนิติกยังทนการกัดกร่อนจากสารเคมีหลายประเภทได้แก่ กรด, อัลคาลายด์ เป็นต้น ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรมเคมี

2.7.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพลาสติก

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

2.7.3.1 พลาสติกอ่อน

เป็นพลาสติกที่สามารถทำให้หลอมเหลวหรือเปลี่ยนรูปได้ด้วยความร้อน และจะแข็งแรง เมื่อทำให้เย็น พลาสติกนี้จึงสามารถรีไซเคิลได้ตลอดโดยสมบัติไม่เปลี่ยนแปลง

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

- โพลีเอทิลีนอ่อน ความหนาแน่น 0.92 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จะใช้กรรมวิธีการผลิตที่มีความดันสูงมาก มีความอ่อน หยุนตัว มีความต้านแรงดึง 10 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

- โพลีเอทิลีนแข็ง 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 ถุงมือป้องกัน สายพานลำเลียง สายเคเบิล มีความต้านแรงดึง 25 – 50 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

4) โพลีสไตรีน (Polystyrene) อักษรย่อ PS มีความหนาแน่น 1.05 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในสภาพบริสุทธิ์จะมีสี โปร่งใส ใช้ทำตู้กระจก กระจ้อ 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) อะคริโลไนไตรล – บิวตาไดน – สไตรีน (Acrylonitrile – butadiene - styrene) อักษรย่อ ABS ความหนาแน่น 1.05 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความเหนียวทนต่อการทุบตีอย่างดี ใช้ผลิตใบพัดลม หมวกกันน็อก มีความต้านแรงดึง 56 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

7) อะคริลิกกลาส (Polymethylmethacrylate) อักษรย่อ PMMA ไม่มีสีใส เหมือนแก้ว มีผิวเป็นเงาวาว แข็งและเหนียว ไม่มีแตกกระจาย ความหนาแน่น 1.058 กรัมต่อ

ลูกบาศก์เซนติเมตร ทนต่อแดด ใช้ทำแผ่นแก้วนิรภัย อุปกรณ์เขียน แบบอุปกรณ์เครื่องวัด ฝาครอบ ไฟท้ายรถยนต์ มีความต้านแรงดึง 70 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

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

9) โพลีเตตราฟลูออโรเอทิลีน (Polytetrafluoroethylene) อักษรย่อ PTFE มีสีขาวเหมือนนม สัมผัสผิวจะมัน อ่อน หย่อนตัว 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 ไขพัดลม สวิตช์ไฟฟ้า ปลั๊กเสียบ มีความต้านแรงดึง 70 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

2.7.4 รอก (Pulley)

ลูกรอกเป็นวิวัฒนาการมาจากลูกล้อ และมีความมุ่งหมายที่จะลดความฝืดในการเปลี่ยนทิศทางของแรง เช่น ลูกรอกบนขดเสาธง ช่วยเปลี่ยนทิศแรงที่คนชักเชือกกลงให้เป็นแรงนุดตรงขึ้น และลดความเสียดทานระหว่างเชือกกับเสาธง การใช้ลูกรอกเพียงลูกเดียว ไม่อาจจะช่วยผ่อนแรงได้ แต่ถ้าใช้ลูกรอกสองลูกให้ลูกบนเป็นลูกที่ตรึงติด ลูกล่างเคลื่อนที่ได้ ผูกเชือกกับรอกลูกบนแล้วคล้องกับรอกลูกล่าง เอาเชือกกลับขึ้นไปพาดกับรอกลูกบนอีกในลักษณะนี้ น้ำหนักถูกแขวนไว้ด้วยเชือกสองเส้น แรงดึงในเชือกแต่ละเส้นจึงเท่ากับครึ่งเดียวของน้ำหนักที่ยกและเท่ากับแรง ที่ใช้นุดยก ดังนั้น ถ้าเพิ่มจำนวนลูกรอกที่ตรึงติดและที่เคลื่อนที่ได้ให้เป็นรอกดับสองดับ คือ ดับบนและดับล่าง รอกดับชุดนั้นก็จะสามารถผ่อนแรงได้มากยิ่งขึ้น อัตราในการผ่อนแรงของรอกดับนั้นขึ้นกับจำนวนเส้นเชือกที่พันทบระหว่างลูกรอก ทั้งสองดับนั้น เช่น มีเชือกสี่เส้นก็จะผ่อนแรงได้สี่เท่า แต่แรงพยายามจะต้องนุดเชือกเป็นความยาวถึงสี่เท่าของระยะที่น้ำหนักนั้นถูก ยกขึ้นไป ปั่นจั่นที่ใช้ตามท่าเรือ 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 ก็คือแผ่นลายตีนเป็ดและแผ่นลายตีนไก่ หรือ การผลิตแผ่นลายกันลื่นทั้ง 2 ลายนี้ จะมีวิธีการด้วยกัน 2 แบบ และแต่ละวิธีการก็จะได้แผ่นลายกันลื่นที่มีลักษณะต่างกัน ตามวิธีการผลิต ดังนี้

1) แผ่นลายกันลื่น ท้องเว้า – เกิดจากการเอาวัตถุที่เป็นแผ่นเรียบ มาบีบให้เกิดรอยนูนขึ้นมา เป็นแผ่นลายตีนเป็ด, แผ่นลายตีนไก่ที่เรานำไปใช้กัน โดยด้านที่ถูกบีบด้วยแม่พิมพ์ก็จะเว้าลงไปเป็นหลุมรูปลายนั่นๆ ทำให้เราเรียกแผ่นลายกันลื่นประเภทนี้ว่าแผ่นลายกันลื่นท้องเว้า

2) แผ่นลายกันลื่น ท้องเรียบ – เกิดจากการหล่อวัตถุชิ้นนั้นใส่ในบล็อกรูปตีนเป็ด ตีนไก่ เพื่อให้ทำเสร็จออกมาในรูปแผ่นลายตีนเป็ด แผ่นลายตีนไก่เลย ไม่ต้องนำมาบีบขึ้นลายอีก แผ่นลายกันลื่นที่ผลิตด้วยวิธีนี้จึงมีด้านที่เรียบไป 1 ด้าน เราจึงเรียกกันว่าแผ่นลายกันลื่นชนิดท้องเรียบ

ทั้งนี้แผ่นลายทั้ง 2 ประเภท สามารถใช้ทดแทนกันได้ในหลายๆงาน แล้วแต่ความพอใจและความสะดวกของผู้ใช้

2.7.6 ลวดสลิง

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

ประวัติความเป็นมาของลวดสลิง

ลวดสลิงสมัยใหม่นั้นคิดค้นโดยวิศวกรเหมืองแร่ชาวเยอรมัน Wilhelm Albert ในระหว่างปี ค.ศ.1831-1834 สำหรับใช้งานในเหมืองที่เขา 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 แรงเสียดทานน้อยกว่าระบบเฟลา ด้วยข้อดีนี้ ทำให้ระบบลวดสลิงถูกใช้ในการส่งกำลังในระยะทางไกล ในอเมริกา John A. Roebling ได้ผลิตลวดสลิงสำหรับใช้สร้างสะพานแขวน และพัฒนาการออกแบบ วัสดุและการผลิตลวดสลิงต่อไป

ประเภทของสลิง

สลิงมีหลายประเภทครับแต่ในการตรวจสอบสลิงเรามักจะแบ่งสลิงเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) สลิงโซ่ มีข้อดี คือ มีความแข็งแรงสูง สามารถปรับให้โค้งงอตามวัสดุที่ยกได้ง่าย หากสลิงโซ่ที่ใช้เป็นโลหะผสมจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษเพราะแรงซ็อกที่เกิดจากการยก จะทำให้สลิงโซ่ขาดได้ ห้ามใช้สลิงผิดวิธีการยกอย่างเด็ดขาดสลิงโซ่เป็นทางเลือกที่ดี ในการยกของที่มีความร้อน เพราะสามารถทนความร้อนได้ถึง538 องศาเซลเซียส แต่ถ้าเป็นโลหะผสมจะทนความร้อนได้ประมาณ 316 องศาเซลเซียส (ผู้ควบคุมการยก ต้องตรวจสอบรายละเอียดจากบริษัทผู้ผลิตก่อน เพราะในการยกของที่มีความร้อน ความสามารถในการยกของสลิงจะลดลง) ข้อเสีย ของสลิงโซ่ คือ การตรวจสอบค่อนข้างยาก จะต้องตรวจสอบทุกข้อโซ่ ต้องไม่มีร่องรอยการบิดงอ การแตกร้าว

2) สลิงลวด ทำมาจากเส้นลวดที่นำมาหมุนพันเป็นเกลียว จากนั้นสลิงในแต่ละเกลียวก็นำไปพันรอบแกนกลาง ซึ่งแกนกลางก็จะมีทั้งชนิดทำจาก Fiber ,ลวดตีเกลียว ,หรือเชือกลวดเหล็กกล้า ซึ่งจะมีความสมบัติในการรับน้ำหนักต่างกัน

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

2.7.7 เหล็กกล่อง หรือ เหล็กแป้น จัดอยู่ในประเภท เหล็กรูปพรรณ เหล็กที่มีรูปร่างแบบต่างๆ เพื่อตอบสนองต่อการใช้งาน โดยมีจุดประสงค์หลักคือ การเพิ่มคุณสมบัติของหน้าตัด เพื่อรับแรง

ด้านทานการเสียรูปขณะใช้งานได้ดีขึ้น ใช้เป็นเหล็กในโครงสร้างหลักหรือโครงสร้างอื่นๆ เหล็กกล่อง (Steel Tube) 2 ประเภท

1) เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม หรือ เหล็กแป้นโปร่ง (Square Steel Tube) เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีความยาว 6,000 มิลลิเมตร/เส้น มีลักษณะเป็นท่อสี่เหลี่ยม มีมุมฉากที่เรียบคม ไม่มนได้มุมฉาก 90 องศา ผิวเรียบไม่หยาบ ขนาดความยาวต้องวัดได้หน่วยมิลลิเมตร ผิดพลาดไม่เกิน 2% ขนาดต้องเท่ากันทุกเส้น เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม เหมาะสำหรับงานโครงสร้างทั่วไปที่ไม่รับน้ำหนักมาก เช่น เสา, นั่งร้าน เป็นต้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานทั่วไป ทดแทนการใช้ไม้คอนกรีต และเหล็กรูปพรรณชนิดอื่นๆ น้ำหนักเบา และมีคุณสมบัติที่แข็งแรงทนทาน

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

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขนมทองม้วนเป็นขนมไทยหรือจัดอยู่ในอาหารว่างไทย มีมาตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 2 ชื่อขนมทองม้วนนั้นเรียกตามวิธีการพับหรือการม้วน ขนมทองม้วนเริ่มแรกมีเฉพาะแป้ง กะทิและน้ำตาลรสชาติที่ได้จะมีความหวานมันเท่านั้น แป้งที่ทำทองม้วนจะมีส่วนผสมของแป้งมันมากกว่าแป้งสาลีเมื่อสุกจะให้ลักษณะแป้งแผ่นบางกรอบ การผสมแป้งทำทองม้วนต้องระวังอย่าให้เป็นก้อน หากเป็นก้อนควรกรองด้วยกระชอนโปร่งเพื่อกรองแป้งให้เนื้อละเอียด ส่วนกะทิที่ใช้ทำทองม้วนควรเป็นหัวกะทิจะทำให้ทองม้วนหอมอร่อย เนื่องจากขนมทองม้วนแบบโบราณมักมีส่วนผสมของแป้ง กะทิ และน้ำตาล จึงทำให้ได้สารอาหารหลักประเภทคาร์โบไฮเดรต และไขมัน ในปริมาณมาก อาหารว่างมีบทบาทในวิถีชีวิตของคนไทย ในปัจจุบันอาหารว่างได้รับความนิยมมากขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงทางสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ ไปจนถึงการพัฒนาทางเทคโนโลยี พฤติกรรมการบริโภคอาหารว่างของคนไทยจึงเปลี่ยนไป ความต้องการในการบริโภคขนมทองม้วนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จึงมีการพัฒนารูปแบบทองม้วนเป็นแบบต่างๆ ได้แก่ ทองม้วนแบบม้วนดั้งเดิม ทองม้วนแบบพับ ทองม้วนแบบจับ

ทองม้วนแบบพอดีคำ ทองม้วนไส้หมูหยอง ทองม้วนเคลือบชอคโกแลต อีกทั้งยังมีการเพิ่มส่วนผสมต่างๆ เข้าไปในเนื้อแป้งทำขนมได้อีกมากมายเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ทองม้วนข้าวกล้อง ทองม้วนเกล็ดธัญพืช ทองม้วนผัก ทองม้วนกากมะพร้าว ทองม้วนผสมเนือปลา เป็นต้น (วิจิตรา คำไพโรจน์สุวรรณ และปัญญาธิศม์ ลือขจร , 2554)

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษากการใช้ปริมาณกากมะพร้าวที่เหมาะสมในการผลิตสูตรขนมทองม้วน 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 และปัญญาธิศม์ ลือขจร (2554) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมถั่วเหลืองและผักทอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกขนมทองม้วนสูตรต้นแบบ ศึกษาปริมาณถั่วเหลืองและผักทองที่ใช้เสริมในขนมทองม้วนเปรียบเทียบกับสารอาหาร โปรตีนและวิตามินเอของขนมทองม้วนที่พัฒนาแล้วกับขนมทองม้วนสูตรต้นแบบ วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้ว และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ผลจากการวิจัยพบว่าขนมทองม้วนสูตรต้นแบบที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq .05$) คือ สูตรของเสาวภรณ์ (2537) กับปริมาณการเสริมถั่วเหลืองและผักทองที่เหมาะสม คือ ถั่วเหลือง ร้อยละ 5 และผักทอง ร้อยละ 5 จากประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคพบว่า คะแนนความชอบรวม 4.80 ± 0.40 อยู่ในระดับความชอบ

ศันสนีย์ อุดมอ่าง (2552) ได้ทำการพัฒนาทองม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนจากเนือปลาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ต.บึงคล้า อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ซึ่งได้ทำการพัฒนาสูตรทองม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนปลา กับพัฒนากระบวนการผลิตทองม้วนให้สะดวกขึ้น โดยสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการทำทองม้วนจะประกอบด้วย แป้งมัน 20 กรัม ไข่ไก่ 55 กรัม น้ำตาลปีบ 20 กรัม น้ำตาลทราย

60 กรัม เกลือ 3 กรัม กะทิ 472.5 กรัม และงาดำ 15 กรัม แล้วผสมแป้งข้าวเหนียวดำและปลาป่นค่อน้ำหนักแป้งร้อยละ 15 และ 10 ตามลำดับ ซึ่งจากการทดสอบอยู่ในเกณฑ์การยอมรับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมในระดับมาก และปานกลางตามลำดับ ส่วนการพัฒนากระบวนการผลิตสามารถทำได้โดยการใช้ข้อต่อสปริงเหล็กกับลูกปืนตุ้กตาขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว สามารถลดแรงที่ใช้ในการกลับพิมพ์ได้สูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยความพอใจในระดับ 4.08

ปัญญาธิศม์ ลือขจร (2552) ได้ทำการพัฒนาขนมทองม้วนสำหรับเด็กวัยเรียน จากการเสริมแคลอรีและงาดำ 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 อุ้นแก้ว (2550) ได้ทำการพัฒนาบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสมุนไพรกลุ่มแม่บ้านตะกุดจั่น ต.ท่าข้าม อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาการออกแบบบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสมุนไพรกลุ่มแม่บ้านตะกุดจั่น โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ และการวิจัยจากเอกสารทำการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์หัวหน้ากลุ่ม โดยใช้กระบวนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงแล้วทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการสร้างกรอบแนวคิดในการพัฒนาการออกแบบบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์กลุ่มแม่บ้านตะกุดจั่น จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในด้านรูปแบบของทองม้วน โดยสร้างความแตกต่างจากทองม้วนชาวธรรมดาแบบเดิม เพื่อความหลากหลายของรูปแบบทองม้วน เช่น ทองม้วนมินิโรบ ทองม้วนสตือทานแบบเครป และลองสตี้กิมชอคโกแลต สามารถเพิ่มกลุ่มเป้าหมายลูกค้า ส่วนการพัฒนาบรรจุภัณฑ์มีแนวคิดการออกแบบคือ Nature Gift จะส่งผลให้ยอดขายการตลาดเพิ่มขึ้น

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

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นการออกแบบและสร้างเครื่องชดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน ในส่วนที่ 2 เป็นการบันทึกและแบบสอบถามเพื่อใช้ในการทดสอบหาสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพเครื่องชดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน

3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องชดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน

3.1.1 การออกแบบ

ในการออกแบบและสร้างเครื่องชดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน ประกอบด้วยส่วนหลักๆต่อไปนี้

3.1.1.1 การออกแบบส่วนประกอบหลักของเครื่องชดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วนมี 9 ส่วน ประกอบด้วย

หมายเลข 1 ตัวเหยียบ

หมายเลข 2 ตัวตั้งเวลา

หมายเลข 3 สวิตซ์เปิดปิดเครื่อง

หมายเลข 4 ตัวปรับอุณหภูมิความร้อน

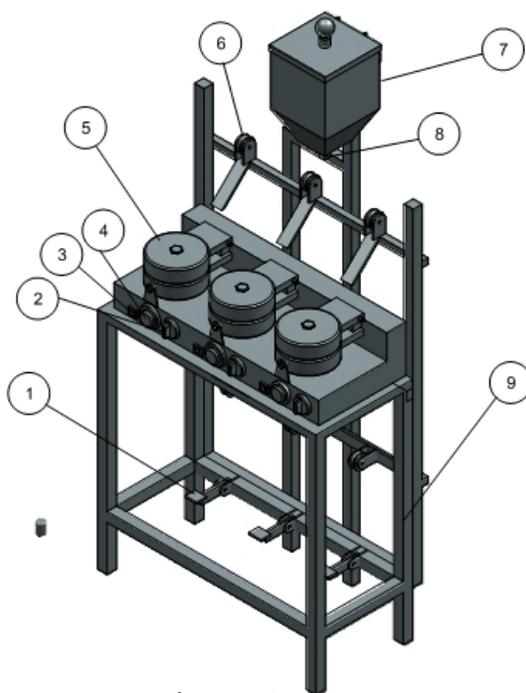
หมายเลข 5 เตาทองม้วนไฟฟ้า

หมายเลข 6 ถูกรอกทดแรง

หมายเลข 7 ถังแป้งสแตนเลส

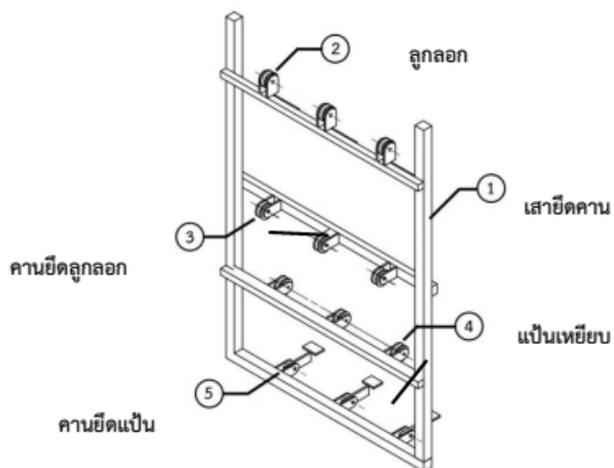
หมายเลข 8 ชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน

หมายเลข 9 โครงสร้างโต๊ะ



รูปที่ 3-1 แสดงแบบเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน

3.1.1.2 การออกแบบส่วนกลไกการทำงานของเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน

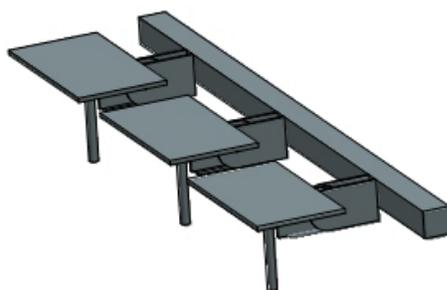


รูปที่ 3-2 แสดงแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องชุดเพิ่มประสิทธิภาพการหยอดทองม้วน

3.1.2 การสร้าง

3.1.2.1 ตัวเหยียบ

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



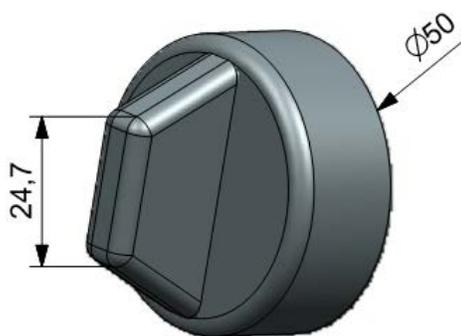
รูปที่ 3-3 แสดงแบบตัวเหยียบ



รูปที่ 3-4 แสดงภาพถ่ายตัวเหยียบ

3.1.2.2 ตัวตั้งเวลา

ทำหน้าที่จับเวลาการทำงานของเครื่อง



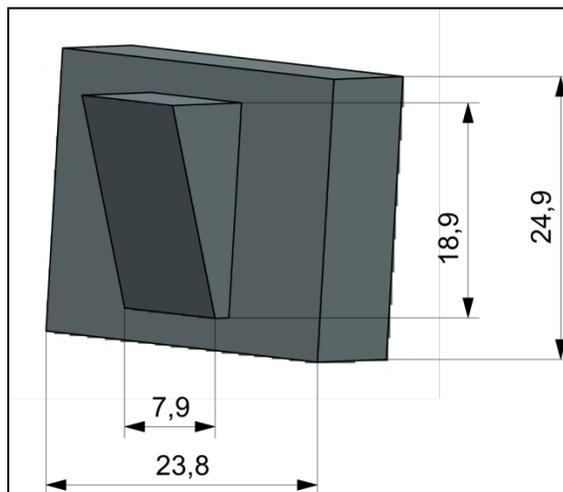
รูปที่-3-5 แสดงแบบตัวตั้งเวลา



รูปที่-3-6 แสดงภาพถ่ายตัวตั้งเวลา

3.1.2.3 สวิตช์เปิดปิดเครื่อง

ทำหน้าที่ เปิด-ปิด วงจรไฟฟ้าเข้า-ออก

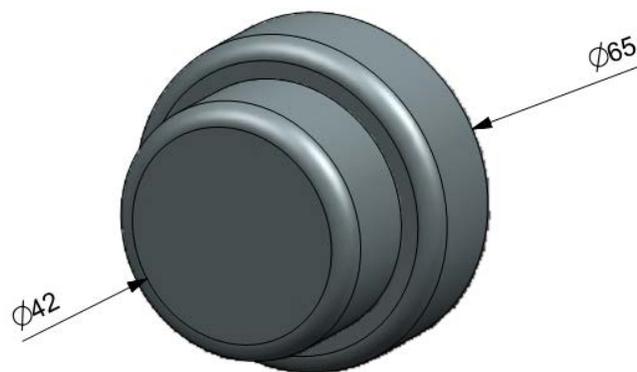


รูปที่3-7 แสดงแบบสวิตช์เปิดปิดเครื่อง



รูปที่3-8 แสดงภาพถ่ายชุดสวิตช์เปิดปิดเครื่อง

3.1.2.4 ตัวปรับอุณหภูมิความร้อน
ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิความร้อนภายในเครื่อง



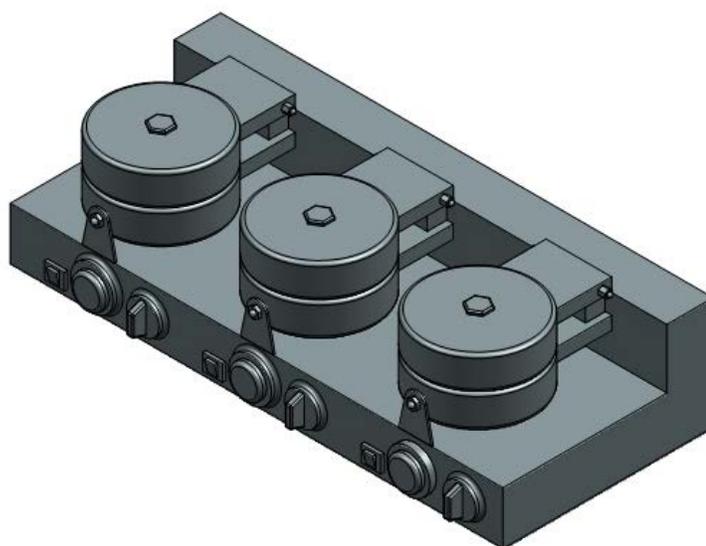
รูปที่ 3-9 แสดงแบบตัวปรับอุณหภูมิความร้อน



รูปที่ 3-10 แสดงภาพถ่ายตัวปรับอุณหภูมิความร้อน

3.1.2.5 เตาทองม้วนไฟฟ้า

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



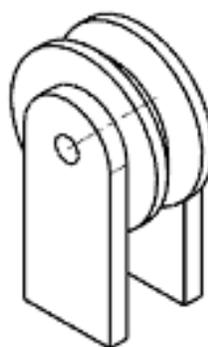
รูปที่ 3-11 แสดงแบบเตาทองม้วนไฟฟ้า



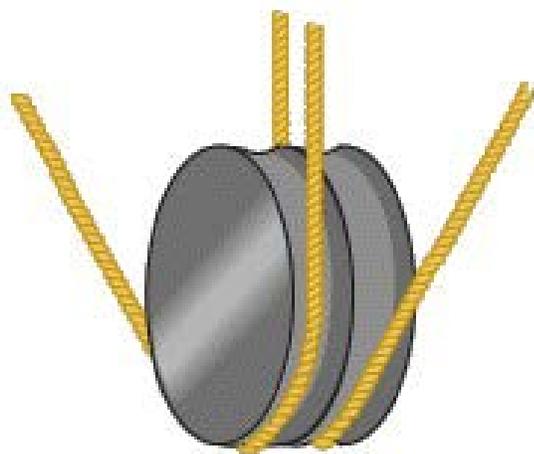
รูปที่ 3.12 แสดงภาพถ่ายเตาต้มม้วนไฟฟ้า

3.1.2.6 ลูกรอกทดแรง

ทำหน้าที่จับสายสลิงเพื่อให้เปิดฝาชุดขนมอม้วน

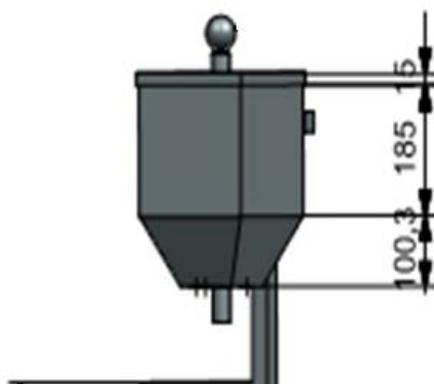


รูปที่ 3-13 แสดงแบบลูกรอกทดแรง



รูปที่ 3-14 แสดงภาพถ่ายลูกกรอกทดแรง

- 3.1.2.7 ถังแก๊สเตนเลส
ทำหน้าที่ใส่แก๊สขนมทองม้วน



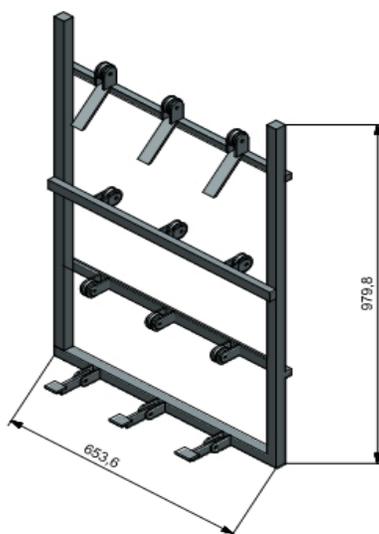
รูปที่ 3-15 แสดงแบบถังแก๊สเตนเลส



รูปที่ 3-16 แสดงภาพถ่ายถังเบ็งสแตนเลส

3.1.2.8 ชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน

ทำหน้าที่ใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทำขนมทองม้วนมีส่วนประกอบหลักอยู่ 5 ส่วนประกอบด้วย 1 เสายึดคาน 2 ลูกรอกคแรง 3 คานยึดลูกรอก 4 แป้นยึดคาน 5 ค้านยึดแป้นเหยียบ



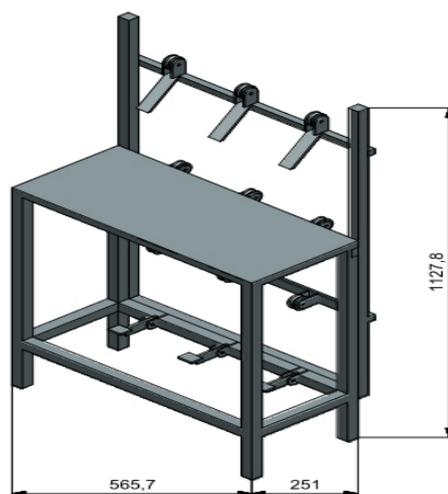
รูปที่ 3-17 แสดงแบบชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน



รูปที่ 3-18 แสดงภาพชุดกลไกสำหรับใช้เหยียบเพื่อเปิดฝาชุดทองม้วน

3.1.2.9 โครงสร้างโต๊ะ

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



รูปที่ 3-19 แสดงแบบชุดโครงสร้างเครื่อง



รูปที่ 3-20 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างเครื่อง

3.2 การออกแบบบันทึกและแบบสอบถามเพื่อใช้ในการทดสอบหาสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพเครื่องทำทองม้วน

3.2.1 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องทำทองม้วนที่พัฒนาขึ้น จำนวน 10 ครั้ง ครั้งละ 1 นาที เพื่อหาปริมาณผลผลิตที่ได้

ตารางที่ 3-1 ตารางการทดสอบสมรรถนะเครื่องทำทองม้วน

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

3.2.2 แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพ

3.2.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยผู้ทดลองใช้เครื่องจำนวน 5 คน และนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 25 คน

3.2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสอบถามจำแนกตาม

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

3.2.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยได้ทำการนำเครื่องทำทองม้วนไปทดสอบที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอห่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการบรรยายและ

สถิติการใช้เครื่องและข้อมูลของเครื่องจากนั้น ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความคิดเห็นให้ผู้ที่เข้าร่วมการฟังการบรรยายและสถิติได้ทำการประเมินความคิดเห็น

3.2.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

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

3.2.2.5 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.	รูปแบบในการทำงานของชุดเบ็นเหยียบ					
3.	ความสะดวกในการใช้งานเครื่อง					
4.	ความปลอดภัยในการใช้งาน					
5.	ความสะดวกในการขนย้ายเครื่อง					
ด้านการผลิต						
1.	ผลผลิตที่ได้					

ข้อเสนอแนะด้านโครงสร้าง

.....

ข้อเสนอแนะด้านการใช้

.....

ข้อเสนอแนะด้านการผลิต

.....

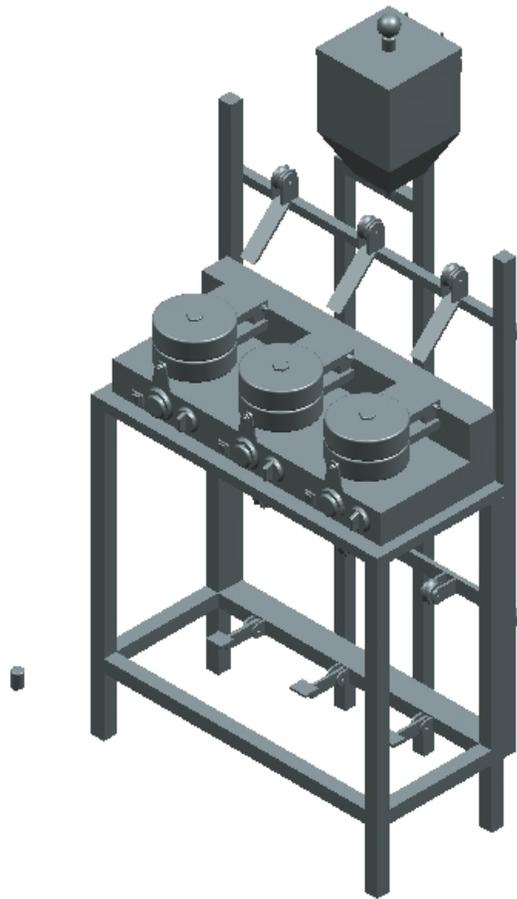
ลงชื่อ.....ผู้ให้ข้อมูล
 (.....)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในบทที่ 4 ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกเป็นผลการออกแบบการพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิต และในส่วนที่สอง ผลการทดสอบหาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องทำทองม้วน ดังนี้

4.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องทำทองม้วน



รูปที่ 4-1 แบบแสดงเครื่องทำทองม้วน



รูปที่ 4-2 แสดงเครื่องทำทองม้วน

4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะและประสิทธิภาพเครื่องทำทองม้วน

4.2.1 ผลการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องทำทองม้วน

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

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

4.2.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ใช้งานเครื่องทำทองม้วน

ผลการประเมินประสิทธิภาพจากเครื่องทำทองม้วนที่ได้จากการนำเครื่องไปทดลองที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการทำทองม้วน กลุ่มหมู่บ้านสามแยกวิเชียรบุรี หมู่ที่ 1 ตำบลสระประดู่ อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกลุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ และนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 30 คน มีผลการวิเคราะห์ความคิดเห็น ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 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 ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นสูงสุด 4.60 ความปลอดภัยในการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.30 การจัดวางชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ประกอบมีความเหมาะสมกับการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.30 การออกแบบมีความมั่นคงแข็งแรง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.17 การออกแบบระบบส่งกำลังมีความเหมาะสม ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.14 ขนาดและรูปทรงของเครื่องมีความเหมาะสม ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.03 ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ทำเครื่องได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นต่ำสุด 3.90 ผลรวมระดับคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยในด้านโครงสร้างได้ 4.15 อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.59

2) ด้านการใช้งาน

ในด้านความสะดวกในการทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นสูงสุด 4.60 ความปลอดภัยในการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.30 ความสะดวกในการขนย้ายเครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.27 ความสะดวกในการขนย้ายเครื่อง ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.20 รูปแบบในการทำงานของชุดเป็นเหยียบได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็นต่ำสุด 4.17 ผลรวมระดับความคิดเห็นเฉลี่ยในด้านการใช้งานได้ 4.32 อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.64

3) ด้านการผลิต

ผลผลิตที่ได้ ได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความคิดเห็น 4.05 อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.59

ค่าเฉลี่ยรวมระดับคะแนนความคิดเห็นของทั้ง 3 ด้าน ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน ด้านการผลิต คือ 4.17 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือค่ากระจายตัวของข้อมูลได้ 0.59 อยู่ในระดับดี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

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

5.1.1 พิจารณาการลงทุน การคุ้มทุน

เครื่องทำทองม้วน สามารถทำงานเร็วกว่าเครื่องทำทองม้วนแบบเดิมประมาณ 2 เท่า ซึ่งทำงานได้งานกว่า สะดวกสบาย สามารถใช้ช่วยในการใช้งานเครื่องทำทองม้วนที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ซึ่งมีความคุ้มค่าในการลงทุนประหยัดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคนและประหยัดเวลาในการทำงาน

5.1.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

5.1.2.1 เคลื่อนย้ายตัวเครื่องได้ยากลำบากเนื่องจากมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากชุด โครงสร้างใหม่

5.1.2.2 การเหยียบเปิด-ปิดฝาชุดเครื่องทำทองม้วน เมื่อเหยียบและยกเท้าขึ้นจะไม่มีตัวทดแรงทำให้ต้องเหยียบเท้าค้างไว้

5.1.3 การแก้ไขปัญหา

5.1.3.1 ทำการติดตั้งล้อเลื่อนเพื่อที่จะสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

5.1.3.2 ใส่ตัวช่วยทดแรงเพื่อให้การเปิด-ปิดฝาเครื่องทำทองม้วนปิดช้าลงและทำการหยุดแบ่งขนมทองม้วนได้พอดีกับเวลาในการหยุดแบ่ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการพัฒนาเครื่องทำทองม้วนเพื่อเพิ่มผลผลิต ยังใช้แรงงานคนเป็นหลักในการผลิตขนมทองม้วน ในอนาคตควรจะพัฒนาให้เป็นเครื่องทำทองม้วนแบบอัตโนมัติ

บรรณานุกรม

- ประทีป ศิริวัฒน์ธานี และคณะ. 2545. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดเครื่องป้องกันมทองม้วนด้วยไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติ. ปรึญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมศึกษา , มหาวิทยาลัยนเรศวร
- จรรยา อุ้นแก้ว. 2550. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนสมุนไพรกลุ่มแม่บ้านตะกุดจันท.ทำข้าม อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์. ปรึญญาศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาศิลปะและการออกแบบ วิชาเอกออกแบบบรรจุภัณฑ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ณัฐกิตติ์ เหมทานนท์. 2550. การพัฒนาทองม้วนแป้งข้าวกล้องเสริมแคลเซียมและวิตามินเอ. วิทยานิพนธ์ปรึญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกคหกรรมศาสตร์เพื่อชุมชน มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วิจิตรา คำไฟโรจน์สุวรรณ และปริญญ์ศรี ลือจจร. 2554. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมถั่วเหลืองและฟักทอง. รายงานการวิจัยบผลประโยชน์ ประจำปีการศึกษา 2554. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- ศันสนีย์ อุดมอ่าง. 2552. โครงการพัฒนาทองม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนจากเนื้อปลาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม 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 Matrix to Support The Design Leather Bags.** 42nd CIRP Conference on Manufacturing Systems.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การทดสอบเครื่องทำทองม้วน



รูปที่ ก-1 การทดสอบเครื่องทำทองม้วน



รูปที่ ก-2 การทดสอบแป้นเหยียบเครื่องทำทองม้วน

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : นายณรัตน์ รัตนวิชัย

ตำแหน่งทางวิชาการ : อาจารย์

คุณวุฒิ (สาขาความชำนาญ): วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยนเรศวร

วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สถานที่ติดต่อ : สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

โทรศัพท์ 086-7474122

E-mail : narat_pcru@hotmail.com

2. คณะผู้วิจัย

ชื่อผู้ร่วมวิจัย : นายเอราวัณ ชาญพหล

ตำแหน่งทางวิชาการ : อาจารย์

คุณวุฒิ (สาขาความชำนาญ) : คอ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

คอ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สถานที่ติดต่อ : สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

โทรศัพท์ 086-2267789

E-mail : arawan2519@hotmail.com