

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาทองม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนจากเนื้อปลา

ตอนที่ 2 การพัฒนากระบวนการผลิตทองม้วน

ตอนที่ 1 การพัฒนาทองม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนจากเนื้อปลา

การศึกษากิจกรรมวิธีการผลิตและสูตรพื้นฐานทองม้วนข้าวกล้องของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอลำลูกขัน จังหวัดเพชรบูรณ์

1. ศึกษากรรมวิธีและสูตรพื้นฐาน

โดยศึกษากรรมวิธีและสูตรพื้นฐานในการผลิตทองม้วนข้าวกล้อง ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปบ้านกุดกุ่ม ตำบลบึงคล้า อำเภอลำลูกขัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งจากการลงพื้นที่หาข้อมูลเบื้องต้น จากการสัมภาษณ์ประธานกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านกุดกุ่ม ได้สูตรพื้นฐานก่อนการพัฒนาทองม้วนข้าวกล้อง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับขนมทองม้วนก่อนทำการพัฒนาสูตร โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ทดสอบ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ทำการประเมินโดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน จากการทดลองการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับขนมทองม้วนดั้งเดิมก่อนทำการพัฒนา ได้คะแนนทดสอบด้านสี 5.66 ± 0.86 กลิ่น 5.83 ± 0.97 รสชาติ 6.24 ± 0.87 เนื้อสัมผัส 6.97 ± 0.63 และความชอบโดยรวม 6.38 ± 0.56

ตารางที่ 4.1 แสดงส่วนผสมของมวลในสูตรดั้งเดิมก่อนการพัฒนา

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งมัน	250.0
กะทิชั้นปานกลาง	125.0
น้ำตาลทราย	167.0
เกลือ	3.0
งาดำ	15.0
ไข่ไก่	35.0

2. การพัฒนาสูตรทองม้วนข้าวกล้อง

นำผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากข้อที่1 มาทำการพัฒนาสูตรพื้นฐานทองม้วนดังแสดงในตารางที่ 4.2 แล้วทำการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส โดยกลุ่มผู้ประเมินชุดเดิม ได้คะแนนทดสอบด้านสี 7.43 ± 0.97 , กลิ่น 8.40 ± 0.77 , รสชาติ 8.30 ± 0.88 , เนื้อสัมผัส 8.33 ± 0.71 และความชอบโดยรวม 8.20 ± 0.92

ตารางที่ 4.2 สูตรพื้นฐานทองม้วน

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งมัน	250.0
กะทิชั้นปานกลาง	472.5
น้ำตาลทราย	60.0
น้ำตาลปี๊บ	20.0
เกลือ	3.0
งาดำ	15.0
ไข่ไก่	55.0

และทำการศึกษาปริมาณอัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำที่เหมาะสมในการผลิตทองม้วนข้าวกล้อง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำที่เหมาะสม 3

ระดับ คือ ร้อยละ 10 ร้อยละ 15 และร้อยละ 20 ตามลำดับ ตรวจสอบคุณภาพโดย การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบ) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ทดสอบ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยคุณลักษณะด้านความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบปานกลาง-ชอบมาก (7.33-8.07) สูตรที่เพิ่มแป้งข้าวเหนียวดำร้อยละ 15 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด (8.07) โดยเฉพาะคุณลักษณะในด้านสี ค่าความชอบเฉลี่ยระดับชอบมาก (8.03) เพราะการใช้แป้งข้าวกล้องข้าวเหนียวดำ ถ้าใช้ต่ำกว่าร้อยละ 15 ทำให้ทงม้วนมีสีอ่อน และการใช้มากกว่าร้อยละ 15 ทงม้วนจะมีสีม่วงเข้มเกินไป ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่น การใช้มากกว่าร้อยละ 15 จะทำให้มีกลิ่นแป้งข้าวเหนียวเพิ่มขึ้น ส่วนผสมขึ้นเหนียวและทำให้เนื้อสัมผัสหยาบและแข็งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุนันทา วงศ์ชัยชน (2547) พบว่า ข้าวกล้องที่บดหยาบเมื่ออัตราส่วนมากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความขึ้นเหนียว และผู้ชิมไม่ยอมรับ

ตารางที่ 4.3 ผลของอัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำในสูตรต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทงม้วนข้าวกล้อง

อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำในสูตร	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
ร้อยละ 10	6.43 ± 0.63^a	7.53 ± 0.94^b	7.27 ± 0.69^{ab}	7.80 ± 0.85^b	7.57 ± 0.81^a
ร้อยละ 15	8.03 ± 0.76^b	7.47 ± 0.86^b	7.37 ± 0.67^{ab}	7.84 ± 0.95^b	8.07 ± 0.83^b
ร้อยละ 20	7.24 ± 0.68^c	6.83 ± 0.85^a	7.17 ± 0.75^a	7.20 ± 0.85^a	7.33 ± 0.76^a

หมายเหตุ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)
- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. การพัฒนาสูตรขนมทงม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนด้วยปลาป่น

จากสูตรทองม้วนข้าวกลี้ง จากข้อที่ 2 ทำการเสริมโปรตีนเพื่อให้มีคุณค่าสูงขึ้น โดยทำการเสริมปลาป่นลงในสูตรที่พัฒนาได้ ทำการวางแผนการทดลองแบบ CRD ศึกษาอัตราส่วนของปลาป่นที่เหมาะสม 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 ตามลำดับ ตรวจสอบคุณภาพโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-point hedonic scale) ให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ปัจจัยคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ทดสอบ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่า การยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่คุณลักษณะด้านสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้ เพราะสูตรที่ใช้เป็นสูตรที่ใช้แป้งข้าวกลี้งข้าวเหนียวดำร้อยละ 10 เท่ากับสูตรที่เพิ่มปลาป่นร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ในช่วงชอบปานกลาง (7.67) ปริมาณปลาป่นที่สูงเกินกว่าร้อยละ 10 มีผลต่อกลิ่น เนื้อสัมผัส และรสชาติ เพราะทำให้เกิดกลิ่นปลามากเกินไป เนื้อสัมผัสของขนมทองม้วนจะหยาบหนา มีรสเค็มเพิ่มขึ้น เพราะปลาป่นมีการปรุงรสด้วยเกลือ

ตารางที่ 4.4 ผลของอัตราส่วนของอัตราส่วนของปลาป่นในสูตรต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทองม้วนข้าวกลี้ง

อัตราส่วนของปลาป่น ในสูตร	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบ โดยรวม
ร้อยละ 5	7.33 ± 0.92^{ns}	7.43 ± 0.82^{ab}	7.00 ± 0.74^{ab}	7.20 ± 0.85^{ab}	7.07 ± 0.83^a
ร้อยละ 10	7.37 ± 0.96^{ns}	7.50 ± 0.78^b	7.23 ± 0.86^{ab}	7.37 ± 0.99^b	7.67 ± 0.78^b
ร้อยละ 15	7.37 ± 0.99^{ns}	7.17 ± 0.75^a	6.71 ± 0.62^a	6.8 ± 0.96^a	6.73 ± 0.98^a

หมายเหตุ

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)
- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

และทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของทองม้วนข้าวกล้องที่พัฒนาได้ (ตารางที่ 4.5) เปรียบเทียบทองม้วนข้าวกล้องก่อนการพัฒนา (ตารางที่ 4.6)

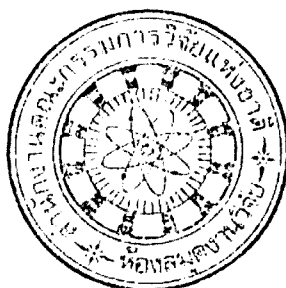
ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของทองม้วนข้าวกล้องก่อนการพัฒนา

ส่วนผสม	สารอาหาร							
	Energy (Kcal)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrate (g)	Dietary Fiber (g)	Calcium (mg)	Phosphorus(mg)	Iron(mg)
แป้งมัน	877.5	0.02	0.01	6.10	0	5.88	2.45	0.063
กะทิชั้นปานกลาง	1138.73	0.22	1.74	0.36	0	1.12	7.00	0.11
น้ำตาลปี๊ป	70.40	0.02	0.01	6.12	-	5.6	42.63	1.01
น้ำตาลทราย	231.00	0	0	6.97	-	-	-	-
เกลือ	0.06	0	0	0	-	17.71	-	0.01
งาดำ	43.75	1.44	3.63	1.32	1.10	102.83	48.16	0.69
ไข่ไก่	88.00	0.86	0.82	0.10	-	8.82	14.28	0.11
รวม	2449.44	2.56	6.21	20.97	1.1	141.96	114.5	1.99
สารอาหาร/100 กรัม	282.36	0.30	0.72	2.42	0.13	16.36	13.20	0.23

จากตารางที่ 4.6 และ 4.7 แสดงให้เห็นว่าทองม้วนที่เสริมคุณค่าด้วยแป้งข้าวเหนียวดำ และปลาป่นมีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้นเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้น พลังงาน เพราะเป็นการคำนวณจากน้ำหนักของส่วนผสมทั้งหมด มีส่วนผสมที่ให้พลังงานต่ำอยู่หลายตัว เช่น ปลาป่น รากผักชี กระเทียม และพริกไทย โดยที่ส่วนผสมเหล่านี้จะไปลดปริมาณแป้ง น้ำตาล กะทิ ในสูตรลง สารอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัม ของทองม้วนข้าวกล้องเสริมโปรตีนด้วยปลาป่นประกอบด้วย พลังงาน 277.18 กิโล-แคลอรี โปรตีน 0.80 กรัม ไขมัน 0.77 กรัม คาร์โบไฮเดรต 3.72 กรัม ใยอาหาร 0.32 กรัม แคลเซียม 20.23 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 21.91 มิลลิกรัม และเหล็ก 0.34 มิลลิกรัม

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของทองม้วนข้าวกล้องที่พัฒนาได้

ส่วนผสม	สารอาหาร							
	Energy (Kcal)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrate (g)	Dietary Fiber (g)	Calcium (mg)	Phosphorus(mg)	Iron(mg)
แป้งมัน	745.88	0.02	0.01	6.10	0	5.88	2.45	0.06
แป้งข้าวเหนียวดำ	136.50	0.57	0.21	5.33	0.34	1.82	4.55	0.16
กะทิชั้นปานกลาง	1138.73	0.22	1.74	0.36	0	1.12	7.00	0.11
น้ำตาลปีป	70.40	0.02	0.01	6.12	-	5.6	42.63	1.01
น้ำตาลทราย	231.00	0	0	6.97	-	-	-	-
เกลือ	0.06	0	0	0	-	17.71	-	0.01
ปลาป่น	46.25	2.93	0.14	0	0	35.56	60.06	0.30
รากผักชี	5.13	0.12	0.01	0.85	0.42	1.82	0.21	0.08
กระเทียม	12.87	0.39	0.01	2.10	0.06	0.35	9.80	0.38
งาดำ	43.75	1.44	3.63	1.32	1.10	102.83	48.16	0.69
ไข่ไก่	88.00	0.86	0.82	0.10	-	8.82	14.28	0.11
พริกไทย	19.0	0.79	0.46	4.82	0.27	3.71	11.48	0.22
รวม	2537.57	7.361	7.042	34.07	0.694	185.22	200.6	3.13
สารอาหาร/100 กรัม	277.18	0.80	0.77	3.72	0.32	20.23	21.91	0.34



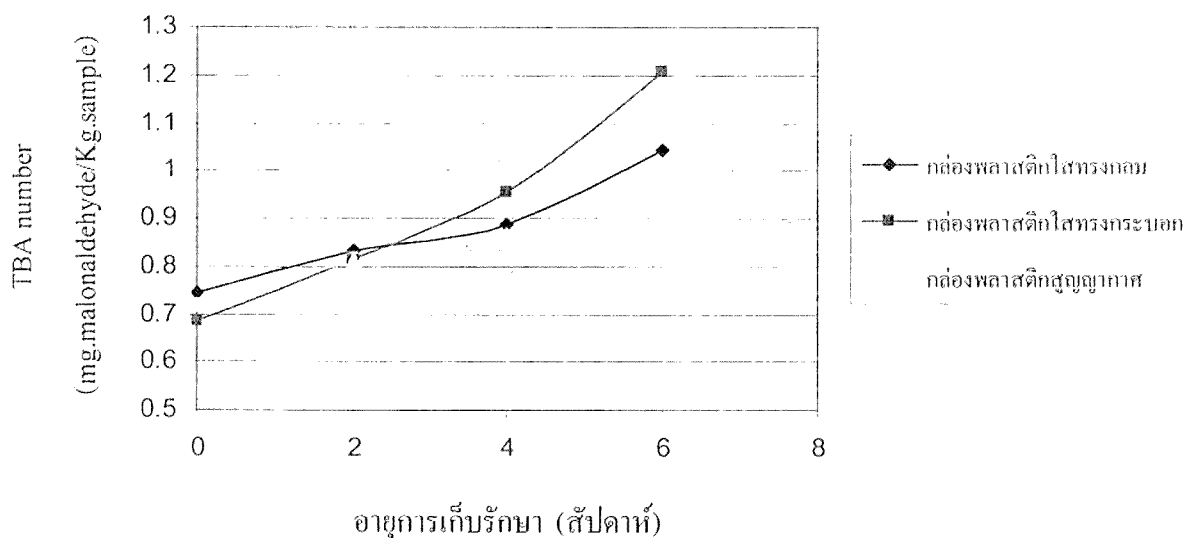
ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของทองม้วนข้าวกล้องก่อนการพัฒนาและที่ได้พัฒนาแล้ว

สูตรทองม้วน	สารอาหาร							
	Energy (Kcal)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrate (g)	Dietary Fiber (g)	Calcium (mg)	Phosphorus(mg)	Iron(mg)
ก่อนการพัฒนา	282.36	0.30	0.72	2.42	0.13	16.36	13.20	0.23
พัฒนาแล้ว	277.18	0.80	0.77	3.72	0.32	20.23	21.91	0.34

4. ศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษา

จากผลการทดลองโดยนำผลิตภัณฑ์ทองม้วนข้าวกล้องบรรจุในบรรจุภัณฑ์ ทั้งหมด 3 ชนิด คือ กล่องพลาสติกใสทรงกลม กล่องพลาสติกใสทรงกระบอกและกล่องพลาสติกสุญญากาศ ใส่สารดูดความชื้น (Silica gel) ในบรรจุภัณฑ์จำนวน 1 ซอง เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 0 2 4 และ 6 สัปดาห์ จากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าการเหม็นหืน(TBA number) จากการทดลองพบว่าค่าการเหม็นหืนของทองม้วนข้าวกล้องที่บรรจุในกล่องพลาสติกสุญญากาศ กล่องพลาสติกใสทรงกลม และกล่องพลาสติกใสทรงกระบอก มีค่าเริ่มเท่ากับ 0.72 0.75 และ 0.68 mg ของ malonaldehyde ต่อ Kg. ตัวอย่าง ตามลำดับ และเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่อยู่ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 20 mg malonaldehyde / Kg. ตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 4.1 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าการเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ทองม้วนข้าวกล้องในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด พบว่าปริมาณการเหม็นหืนเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิรภา (2539) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเข้าชนิดแผ่นจากแป้งข้าว และศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่าปริมาณการเหม็นหืนเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณการเหม็นหืน คือ เมื่อปริมาณความชื้นเพิ่มก็จะทำให้ปริมาณการเหม็นหืนเพิ่มขึ้นด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของขวัญชนกและจารุพันธ์ (2548) ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีโปรตีนจากถั่วเหลืองเป็นส่วนประกอบและศึกษาอายุการเก็บรักษาพบว่าปริมาณการเหม็นหืนเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา จากทดลองพบว่าการเก็บรักษาในกล่องพลาสติกใสทรงกลม กล่องพลาสติกใสทรงกระบอกมีปริมาณการเหม็นหืนสูงกว่า

กล่องพลาสติกสุญญากาศ นั้นก็เพราะการเก็บในกล่องพลาสติกใสทรงกลม กล่องพลาสติกใสทรงกระบอกนั้นยังคงมีอากาศอยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ และเมื่ออาหารได้สัมผัสกับอากาศ ซึ่งในผลิตภัณฑ์นั้นมีส่วนประกอบของไขมันและน้ำมัน ทำให้มีการเหม็นหืนในผลิตภัณฑ์ และกล่องพลาสติกสุญญากาศนั้นได้มีการดูดอากาศออกเกือบหมด ทำให้เกิดอัตราการเหม็นหืนที่ต่ำกว่า ดังนั้นการเก็บรักษาในกล่องพลาสติกสุญญากาศสามารถชะลอการเหม็นหืนของผลิตภัณฑ์ของม้วนข้าวกล้องได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัชชัย และสนอง (2545) ได้ทำการศึกษการยืดอายุการเก็บรักษามล็ดถั่วลิสงในสภาวะปกติ และสุญญากาศ พบว่าการเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศสามารถชะลอการเกิดออกซิเดชัน และมีปริมาณการเหม็นหืนมีแนวโน้มสูงขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา เช่นเดียวกับ Shikh, Hirata and Ishitani (1985) ได้ศึกษาคุณภาพถั่วลิสงระหว่างการเก็บรักษา พบว่าเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศช่วยลดการเกิดออกซิเดชันของไขมันในอาหารได้ โดยการใช้ vacuum packagingสามารถช่วยรักษาคุณภาพอาหารและทำให้เก็บรักษาได้นานขึ้น



ภาพที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า TBA number ของทองม้วนข้าวกล้อง
ในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 การพัฒนากระบวนการผลิตทองม้วน

ปัญหาการผลิตทองม้วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ได้แก่ การใช้พิมพ์ทองม้วนแบบดั้งเดิม ซึ่งมีน้ำหนักมาก ต้องใช้กำลังในการพลิกพิมพ์อย่างน้อย 700 ครั้ง/วัน/คน ทำให้ผู้ผลิตเกิดความเมื่อยล้า การแก้ปัญหาโดยการสร้างพิมพ์ทองม้วนแบบใหม่ มีจุดหมุนอยู่กึ่งกลาง และออกแบบข้อยึด 3 รูปแบบ ได้แก่ สปริงกับลูกปืนตุ้กตาขนาด $\frac{1}{2}$ นิ้ว, 1 นิ้ว และข้อต่อเหล็กกับลูกปืนตุ้กตา $\frac{1}{2}$ นิ้ว ประเมินความพึงพอใจต่อพิมพ์ทองม้วนแบบต่างๆ ด้วยแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (1 = ชอบน้อยที่สุด - 5 = ชอบมากที่สุด) พบว่า ผู้ใช้พึงพอใจพิมพ์ทองม้วนที่ขัดด้วยข้อต่อเหล็กกับลูกปืนตุ้กตา $\frac{1}{2}$ นิ้ว มากที่สุด ได้คะแนนเฉลี่ย 4.80 รองลงมาได้แก่ข้อต่อแบบสปริงกับลูกปืนตุ้กตา $\frac{1}{2}$ นิ้ว ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อพิมพ์ทองม้วน 3 แบบ (n=15)

ชนิดของพิมพ์ทองม้วน	ค่าเฉลี่ย
ข้อต่อแบบสปริงกับลูกปืนตุ้กตา $\frac{1}{2}$ นิ้ว	3.53
ข้อต่อแบบสปริงกับลูกปืนตุ้กตา 1 นิ้ว	3.00
ข้อต่อเหล็กกับลูกปืนตุ้กตา $\frac{1}{2}$ นิ้ว	4.80

ได้ทำการศึกษารูปแบบของชุดฐานวางเตาที่เหมาะสมกับพิมพ์ทองม้วนแบบยึดด้วยลูกปืนตุ้กตาแบบคานและแบบครอบวงกลม ผลดังตารางที่ 4.10 พบว่า รูปแบบของฐานวางเตาที่ผู้ประเมินพึงพอใจมากที่สุด ได้แก่ ชนิดใช้ลูกปืนตุ้กตาแบบครอบวงกลม โดยให้เหตุผลว่าวางพิมพ์ได้มั่นคง และสามารถพลิกพิมพ์ได้อย่างปลอดภัย ไม่หล่นกระแทก วัสดุปลอดภัย

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบของชุดฐานวางเตา (n=15)

ชนิดของฐานวางเตา	คะแนนเฉลี่ย
ลูกปืนตุ้กตาแบบคาน	3.60
ลูกปืนตุ้กตาแบบครอบวงกลม	5.00

ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพด้านการผลิต ด้วยแบบประเมินประสิทธิภาพ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (1 = น้อยที่สุด - 5 = มากที่สุด) ผลดังตารางที่ 4.10 พบว่าประสิทธิภาพของพิมพ์ทองม้วนรูปแบบใหม่อยู่ในเกณฑ์ดีทุกด้าน โดยเฉพาะอัตราการผลิต ได้ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.20 ซึ่งจากการสัมภาษณ์ พบว่า สามารถผลิตทองม้วนได้เร็วขึ้น เพราะไม่เสียเวลายกพิมพ์กลับด้าน ใช้การพลิกเบาๆ เท่านั้น และไม่ต้องกังวลว่าพิมพ์จะหล่นจากเตา ลดอันตรายจากกระบวนการผลิตอีกด้วย

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านการผลิตในการใช้พิมพ์ทองม้วนรูปแบบใหม่ (n=15)

ประสิทธิภาพด้านการผลิต	คะแนนเฉลี่ย
อัตราการผลิต	4.20
ความสะดวกในการใช้งาน	4.13
ลักษณะรูปร่างและสัดส่วนของพิมพ์	3.66