การใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร

Using Tubtim Chumphae Brown Rice Flour Substitute Rice Flour in Khanom Raerai

กันยามาส อบรม

KANYAMAS AOBROM

ธนินทร นาราษฎร์

THANINTORN NARAD

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2564

การใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร

Using Tubtim Chumphae Brown Rice Flour Substitute Rice Flour in Khanom Raerai

กันยามาส อบรม

KANYAMAS AOBROM

ธนินทร นาราษฎร์

THANINTORN NARAD

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อโครงงานพิเศษ การใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร

ชื่อ นามสกุล กันยามาส อบรม และธนินทร นาราษฎร์

ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรบัณฑิต

ปีการศึกษา 2564

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วไลภรณ์ สุทธา

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงงานพิเศษฉบับนี้แล้ว

.....**ประธานกรรมการ**

(อาจารย์สุมภา เทิดขวัญชัย)

.....**กรรมการ**

(อาจารย์วรรธร ป้อมเย็น)

.....**กรรมการ**

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วไลภรณ์ สุทธา)

โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันทวัน ชมโฉม)
หัวหน้าสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ
วันที่ ๒๕ เดือน พ.ค. พ.ศ ๒๕๖๕

.....

(อาจารย์ปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล)
คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
วันที่ ๒๖ เดือน พ.ค. พ.ศ.๒๕๖๕

ชื่อโครงงานพิเศษ การใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร
ชื่อ นามสกุล กันยามาส อบรม และธนินทร นาราษฎร์
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา อาหารและโภชนาการ
คณะ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร และ 2) ศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร ในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับคือ ร้อยละ 0, 40, 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมคือ นักศึกษาซึ่งไม่ผ่านการฝึกฝนการชิมจำนวน 40 คน สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการศึกษาพบว่า ขนมเรไรสูตรพื้นฐาน ประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง แป้งท้าวยายม่อม น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำ คิดเป็นร้อยละ 27.25, 1.63, 1.63, 4.09 และ 65.40 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.80, 7.40, 7.27, 7.67 และ 7.93 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง และพบว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเกือบทุกด้านมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นด้านสีและกลิ่น และ 2) การศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับที่ระดับร้อยละ 40 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.60, 8.20, 8.40, 8.33 และ 8.67 ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบมากถึงมากที่สุด และพบว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทุกด้านมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงเลือกสูตรขนมเรไรโดยใช้แป้งกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 40 เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับในการศึกษาครั้งนี้

คำสำคัญ: ขนมเรไร, แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพ, แป้งข้าวเจ้า

Special Project Using Tubtim Chumphae Brown Rice Flour Substitute Rice Flour in Khanom Raerai
Authors Kanyamas Aobrom and Thanintorn Narad
Degree Bachelor of Home Economics
Major Program Foods and Nutrition
Faculty Home Economics Technology
Academic Year 2021

ABSTRACT

The objectives of this study were 1) to study the basic recipe of Khanom Raerai and 2) to study the substitute amount of rice flour by using Tubtim Chumphae Brown rice flour in Khanom Raerai at four different levels of 0%, 40%, 50%, and 60% by total rice flour weight. Randomized Complete Block Design (RCBD) to apply the sensory quality in terms of appearance, color, odor, texture, and overall preference using a 9-Point Hedonic Scale tasting method tasted by 40 untrained students from Foods and Nutrition Program, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. The data was verified by mean, Analysis of Variance (ANOVA), and then compared the mean difference at a 0.05 confidence level by using Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) method. The results were analyzed by a computer software program.

The results found that 1) the basic Khanom Raerai recipe made from rice flour, tapioca flour, arrowroot flour, soybean oil, and water was 27.25%, 1.63%, 1.63%, 4.09%, and 65.40% by total ingredients weight. The tasters verified the sensory quality in appearance, color, odor, texture, and overall preference. The mean values were 7.80, 7.40, 7.27, 7.67, and 7.93, respectively, at a moderate level of liking. The results found that almost all sensory aspects were significantly different at the 0.05 level except for color and odor. 2) the amount of Tubtim Chumphae brown rice flour substitutes for rice flour in Khanom Raerai, it was found that the tasters accepted 40% by weight of rice flour in terms of appearance, color, odor, texture, and overall preferences. The mean values were 8.60, 8.20, 8.40, 8.33, and 8.67, respectively, at the level of liking the most. The sensory results found that all sensory characteristics were not different at the 0.05 level. Therefore, the Khanom Raerai recipe uses Tubtim Chumphae brown rice flour substitutes for rice flour at the 40% level as the formula accepted in this study.

Keywords: Khanom RaeRai, Tubtim Chumphae brown rice flour, rice flour

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษเรื่อง การใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชาโครงงานพิเศษทางอาหารและโภชนาการ หลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ (หลักสูตรต่อเนื่อง) (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2560) ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วไลภรณ์ สุทธา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ อาจารย์สุมภา เทิดขวัญชัย ประธานกรรมการสอบ และอาจารย์วรธร ป้อมเย็น กรรมการสอบ ซึ่งได้สละเวลาในการให้คำปรึกษาชี้แนะให้โครงงานพิเศษเล่มนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณอาจารย์จักรกฤษณ์ ทองคำ อาจารย์ประจำวิชาโครงงานพิเศษทางอาหารและโภชนาการ ที่ให้คำแนะนำแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนเพื่อการวิจัยภายใต้โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบคุณบิดา มารดา และบุคคลในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนทั้งกำลังใจ และกำลังทรัพย์ ตลอดจนความห่วงใยอย่างไม่ขาดสาย ขอบคุณเพื่อนทุกคนที่ให้กำลังใจ สุดท้ายนี้ คณะผู้จัดทำขอระลึกถึงพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่าน ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ หากโครงงานพิเศษเล่มนี้เป็นประโยชน์แก่ผู้ใดก็ตาม ขอมอบความดีทั้งหมดแด่ทุกท่านที่กล่าวมาขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

กันยามาส อบรม
ธนินทร นาราษฎร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	**ก**
ABSTRACT	**ข**
กิตติกรรมประกาศ	**ค**
สารบัญ	**ง**
สารบัญตาราง	**ฉ**
สารบัญแผนภูมิ	**ช**
สารบัญภาพ	**ซ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	**24**
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์	24
3.2 วิธีการทดลอง	25
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล	**30**
4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร	30
4.2 ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร	32
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	**37**
5.1 สรุปผล	37
5.2 ข้อเสนอแนะ	37
เอกสารอ้างอิง	**38**

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	**41**
ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานขนมเรไรสูตรที่ 1-3	42
สูตรขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้า	46
ภาคผนวก ข แบบประเมินผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส	47
ประวัติผู้ศึกษา	**50**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	อุณหภูมิที่แป้งชนิดต่าง ๆ กลายเป็นวุ้นอย่างใสที่สุด	5
2.2	สมบัติของแป้งมันสำปะหลัง	9
2.3	องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันสำปะหลัง ในปริมาณ 100 กรัม	10
2.4	องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของกะทิ	12
2.5	องค์ประกอบทางเคมีของกะทิ ในปริมาณ 100 กรัม	13
2.6	องค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้องทับทิมชุมแพ ในปริมาณ 100 กรัม	19
3.1	สูตรพื้นฐานขนมเรไร จำนวน 3 สูตร	25
4.1	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่างของขนมเรไร สูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร	30
4.2	ลักษณะทางกายภาพของขนมเรไรสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร	31
4.3	การใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร ในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ	32
4.4	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่างการใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร ในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ	34
4.5	ลักษณะทางกายภาพของขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ	35

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
2.1 กรรมวิธีการโม่แป้ง ทั้ง 3 วิธี	6
3.1 ขั้นตอนการทำขนมเรไร สูตรพื้นฐานที่ 1	26
3.2 ขั้นตอนการทำขนมเรไร สูตรพื้นฐานที่ 2	27
3.3 ขั้นตอนการทำขนมเรไร สูตรพื้นฐานที่ 3	28
4.1 ขั้นตอนการใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรในปริมาณที่แตกต่างกัน	33

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 ขนมเรไรสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร	31
4.2 ขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ	36

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมเรไรเป็นขนมไทยโบราณชนิดหนึ่งที่ปรากฏในบทพระราชนิพนธ์กาพย์เห่เรือชมเครื่องคาวหวาน ในพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย (รัชกาลที่ ๒) ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ให้ความหมายของเรไร เป็นคำนาม หมายถึง ชื่อขนมชนิดหนึ่งทำด้วยแป้งข้าวเจ้า มีลักษณะเป็นเส้นเล็กคล้ายซ่าหริ่ม จับให้เป็นกลุ่มเล็ก ๆ คล้ายรังนก (ราชบัณฑิตยสถาน, 2557) รับประทานคู่กับมะพร้าวขูด น้ำตาลทราย งาคั่ว หยอดด้วยกะทิ วัตถุดิบที่ใช้ในการทำขนมเรไรประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้าเพียงชนิดเดียวหรือผสมแป้งหลายชนิด น้ำมัน และน้ำ แต่งสีให้สวยงามด้วยสีจากธรรมชาติ เช่น สีเขียวของใบเตย สีม่วงของดอกอัญชัญ และสีขาวของแป้ง หรือใช้สีผสมอาหารสังเคราะห์ เป็นต้น ผลงานวิจัยขนมเรไรที่ผ่านมามีการเสริมแคลเซียมโดยใช้แคลเซียมจากไตรแคลเซียมฟอสเฟต (สิริมนต์ และพรเพ็ญ, 2558) และการใช้แป้งแก่นตะวันทดแทนแป้งข้าวเจ้าเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ (พนัชกร, 2561)

ข้าวทับทิมชุมแพ (ข้าวเจ้าพันธุ์ กข65) ได้ปลูกคัดเลือกแบบจดประวัติ (pedigree) จนได้สายพันธุ์ IR77954-28-36-3:7 โดยคณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ กรมการข้าว มีมติให้เป็นพันธุ์รับรองชื่อ “กข65” (“RD65”) เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 (นิทัศน์ และคณะ, 2559) ข้าวทับทิมชุมแพเกิดจากการผสมสายพันธุ์ข้าวที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ในฤดูนาปรัง เมื่อปี พ.ศ. 2549 ระหว่างแม่พันธุ์คือ ข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีลักษณะต้นเตี้ย ต้านทานโรค ผสมกับพ่อพันธุ์คือ ข้าวเจ้าพันธุ์สังข์หยดพัทลุง ซึ่งเป็นข้าวเจ้าที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง และไวต่อช่วงแสง ต่อมาได้มีการคัดเลือกพันธุ์ข้าวเพื่อสืบตระกูลจึงมีการเพาะพันธุ์ข้าวต่อที่ศูนย์วิจัยข้าวชุมแพ จากนั้นนำผลผลิตที่ได้ส่งไปวิเคราะห์คุณภาพของเมล็ดทางเคมีต่อที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี ซึ่งคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้นำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระโพลีฟีนอล และฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าข้าวทับทิมชุมแพในปริมาณ 100 กรัม มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระฟีโนลิก และฟลาโวนอยด์สูงกว่าข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง โดยมีฟีโนลิก 7,804 mg GAE/100g. และฟลาโวนอยด์ 5,233 mg GAE/100g. โดยสารต้านอนุมูลอิสระทั้งสองชนิดช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล มีสารแอนโทไซยานิน และโปรแอนโทไซยานินซึ่งช่วยลดไขมันอุดตันในเส้นเลือดและในกระแสเลือด ช่วยให้เม็ดเลือดไม่จับตัวเป็นก้อนจนอุดตัน ป้องกันการเกิดมะเร็ง อีกทั้งข้าวทับทิม ชุมแพยังมีปริมาณอะมิโลสต่ำ (ร้อยละ 12.53) มีความแข็งน้อยกว่าและมีความเหนียวมากกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ (รณชัย และคณะ, 2559) ปัจจุบันมีการจำหน่ายโดยตรงเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (One Tambon, One Product (OTOP)) ของจังหวัดขอนแก่น ผลิตได้จากเกษตรกรโดยตรงและไม่ผ่านพ่อค้าคนกลาง ส่วนแป้งข้าวทับทิมชุมแพเป็นแป้งที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ สามารถแปรรูปสร้าง

รายได้ให้กับเกษตรแบบเศรษฐกิจพอเพียงได้ เนื่องจากปลูกได้ตลอดปี โดยการปลูกทุกเดือนแบบหมุนเวียน ถือเป็นการสร้างรายได้อีกทางหนึ่ง

ดังนั้น คณะผู้ศึกษาจึงเกิดแนวคิดในการนำแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพมาใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแก่ผลิตภัณฑ์ และส่งเสริมการใช้ผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวให้มีการใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาเฉพาะตัวแป้งขนมเรไรเท่านั้น

1.3.2 ไม่ปรุงแต่งกลิ่นของขนมเรไร เนื่องจากจะทำให้การรับกลิ่นรสของแป้งลดลง

1.3.3 หน้ากะทิของขนมเรไร ใช้สูตรของ ดรุณี (2546)

1.3.4 ทดสอบชิมโดยหยอดหน้าด้วยกะทิ โรยด้วยมะพร้าวทึนทึกขูด งาคั่ว และน้ำตาลทราย ผู้ทดสอบชิมประเมินเฉพาะคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวแป้งขนมเรไรเท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

1.4.2 เพิ่มมูลค่าแก่ข้าวกล้องทับทิมชุมแพ และส่งเสริมการนำผลผลิตทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ขนมไทย

1.4.3 เป็นการส่งเสริม และอนุรักษ์ขนมไทยจากแป้งข้าวให้มีการบริโภคมากขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับขนมเรไร

ขนมเรไรหรือรังไร เป็นขนมไทยโบราณชนิดหนึ่งที่เกิดจากภูมิปัญญาของชาววังโดยนำแป้งข้าวเจ้า กะทิ และน้ำตาล มาประกอบเป็นขนมไทยที่สวยงาม ขนมชนิดนี้เกิดขึ้นในพระราชสำนัก ดังปรากฏในบทพระราชนิพนธ์กาพย์เห่เรือชมเครื่องคาวหวาน ในพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย (รัชกาลที่ ๒) กล่าวถึงขนมเรไรว่า “รังไรโรยด้วยแป้ง เหมือนนกแกล้งทำรังรวง โอ้อกนกทั้งปวง ยังยินดีด้วยมีรัง” เชื่อกันว่า ชื่อเรไรนี้คงมีที่มาจากลักษณะของขนมที่คล้ายรังของตัวเรไรที่ม้วนสานกันไปมา อีกทั้งเสียงในขณะที่บีบแป้งจากพิมพ์ยังมีเสียงจี๊ด ๆ เล็กน้อย เหมือนเสียงของจิ้งหรีดหรือลูกนกที่อยู่ในรัง ถือเป็นภูมิปัญญาของชาววังที่สร้างสรรค์สืบต่อกันมาจนถึงปัจจุบัน (ขนมเรไร รังไร ขนมไทยในพระราชนิพนธ์, 2564)

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ให้ความหมายของเรไรหมายถึง ชื่อขนมชนิดหนึ่งทำด้วยแป้งข้าวเจ้า มีลักษณะเป็นเส้นเล็กคล้ายซ่าหริ่ม จับให้เป็นกลุ่มเล็ก ๆ คล้ายรังนก (ราชบัณฑิตยสถาน, 2557) วัตถุดิบที่ใช้ในการทำขนมเรไรประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้าเพียงชนิดเดียวหรือผสมแป้งหลายชนิด น้ำมัน และน้ำ แต่งสีต่างกันออกไป นิยมใช้สีจากธรรมชาติ ได้แก่ สีเขียวจากใบเตย สีม่วงจากดอกอัญชัญ และสีขาวของแป้ง ปัจจุบันมีการใช้สีผสมอาหารสังเคราะห์ตามสะดวก เมื่อรับประทานโรยหน้าด้วยมะพร้าวขูด น้ำตาลทราย งาคั่ว หยอดด้วยกะทิ ส่วนประกอบหลักของขนมเรไรแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ตัวเส้นเรไรที่กดด้วยพิมพ์ให้เป็นเส้นเล็กยาว ตะล่อมให้เป็นก้อนกลม มีหัวกะทิปรุงรส งาคั่วผสมเกลือกับน้ำตาลทราย และมะพร้าวทึนทึกขูดฝอยนิ่ง ส่วนที่ทำยากที่สุดคือ ตัวเส้นเรไร เริ่มจากผสมแป้งข้าวเจ้ากับน้ำลอยดอกมะลิ คนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เติมสีผสมอาหารให้มีสีอ่อน ๆ คนพอเข้ากัน แล้วเทกวนในกระทะทอง ตั้งไฟ กวนด้วยไม้พายพอแป้งจับตัวเป็นก้อน มีลักษณะกึ่งสุกกึ่งดิบ นำมานวดต่อจนนิ่ม จากนั้นปั้นเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดคือ การอัดขนมเพื่อให้ได้เส้นขนมเรไรเส้นเล็กสวยงาม ขนาดพอดีคำ นำไปเรียงบนลังถึงที่รองด้วยผ้าขาวบาง นึ่งขนม โดยใช้น้ำเดือด ไฟแรงนาน 4-5 นาที พักไว้ให้เย็น เรียงใส่ขวดโหล อบด้วยเทียนอบ ดอกมะลิ กระดังงาลนไฟ ทิ้งไว้ค้างคืน รสชาติของขนมเรไรมีทั้งรสหวาน มัน เค็ม เหมาะสมที่สุดที่กับคำว่า เป็นขนมชาววังโบราณ (เครือวัลย์, 2554)

2.1.2 แป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้า (rice flour) เป็นแป้งที่ได้จากการบดเมล็ดข้าวเจ้า มีลักษณะเป็นผงสีขาว จับแล้วสากมือเล็กน้อย เมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะขุ่นร่วน ถ้าทิ้งให้เย็นจะอยู่ตัวเป็นก้อนร่วน ไม่เหนียว จึงเหมาะที่จะนำไปประกอบขนมไทยที่ต้องการความอยู่ตัว ร่วน ไม่เหนียวหนืด เช่น ขนมตะลุ่ม ขนม

บุหลันดั้นเมฆ เป็นต้น ในอดีตนิยมโม่กันเอง โดยล้างข้าวสารก่อน จากนั้นแช่ข้าว โดยใส่น้ำให้ท่วมเมล็ดข้าวจะทำให้ข้าวนุ่มโม่ง่าย ในปัจจุบันนิยมบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้าจนละเอียด แล้วห่อด้วยผ้าขาวบาง ทับน้ำทิ้งจะได้แป้งข้าวเจ้าเรียกว่า แป้งสด และเมื่อนำไปอบแห้งหรือไล่ความชื้นจะได้แป้งแบบชนิดผง สามารถเก็บไว้ใช้ได้นาน นิยมใช้ในการทำขนมไทยมากที่สุด (กมลพิพัฒน์, 2563)

2.1.2.1 ส่วนประกอบของแป้ง (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

แป้งเกิดขึ้นในเนื้อเยื่อของพืชและอยู่ในลักษณะเม็ดแป้ง (Starch granules) เม็ดแป้งของพืชแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน มีขนาดเล็กบ้าง ใหญ่บ้าง เป็นรูปเหลี่ยมบ้าง กลมบ้าง แป้งเป็นโมเลกุลใหญ่จัดอยู่ในจำพวกน้ำตาลหลายชั้น ประกอบด้วยกลูโคสหลายหน่วยมาเชื่อมต่อกันเป็นเส้นยาว แบ่งชนิดของโมเลกุลตามลักษณะการเชื่อมโยงของกลูโคสเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1) อะไมโลส (amylose) ประกอบด้วยกลูโคสเกาะกันเป็นเส้นเดียว จะมีลักษณะเป็นวุ้นเมื่อแป้งสุก

2) อะไมโลเพกทิน (amylopectin) ประกอบด้วยกลูโคสเกาะกันเป็นแขนง เมื่อแป้งสุกจะมีลักษณะเหนียวเกาะกันแน่น แต่ไม่เป็นวุ้น เม็ดแป้งส่วนใหญ่จะมีทั้งอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน โดยทั่วไปมีอะไมโลสประมาณร้อยละ 24-30 ที่เหลือเป็นอะไมโลเพกทิน

2.1.2.2 ประเภทของแป้งข้าวเจ้ามีอยู่ 3 ชนิด

1) แป้งข้าวเจ้าเก่า เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าวค้างปี ลักษณะแป้งมีสมบัติดูดซึมน้ำได้ดี เหมาะที่จะทำขนมที่มีน้ำเป็นส่วนผสม เช่น ขนมตะลุ่ม เป็นต้น

2) แป้งข้าวเจ้าใหม่ เป็นแป้งที่ทำจากข้าวใหม่ แป้งชนิดนี้จะดูดซึมน้ำได้น้อย เพราะจะมีความชื้นในตัว เหมาะที่จะทำขนมหลายประเภท เช่น ขนมครก ขนมกล้วย เป็นต้น

3) แป้งข้าวเจ้าสด เป็นแป้งที่นำมาจากข้าวสารแช่น้ำค้างคืน บดให้ละเอียด นำไปโม่ทับน้ำให้แห้ง สามารถดูดซึมน้ำได้ดี ถ้าใช้แป้งสดในการทำขนมจะทำให้ขนมมีลักษณะอ่อนนุ่มกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก ลักษณะของแป้งจะมีความชื้นมาก การนำไปใช้ต้องลดปริมาณน้ำจากตำรับปกติ ในปัจจุบันจะมีเฉพาะร้านทำขนมที่ทำการโม่แป้งขึ้นมาใช้เองเพราะไม่สะดวกในการเก็บรักษา หากมีกลิ่นเปรี้ยวจะไม่นำมาใช้ สามารถใช้กับขนมไทยทุกชนิด เช่น ขนมต้มแดง ขนมต้มขาว ขนมถ้วย ลอดช่องไทย (จริยา, 2554)

2.1.2.3 ลักษณะของแป้งข้าวเจ้า

เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อข้าวที่เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทสตาร์ช ซึ่งประกอบด้วยอะไมโลเพกทิน (amylopectin) และอะไมโลส (amylose) เมื่อรวมกันแล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างกัน จะให้ลักษณะเนื้อข้าวสุก มีความร่วน แข็งหรือนุ่มแตกต่างกัน โดยถ้ามีปริมาณอะไมโลสต่ำ เช่น ร้อยละ 7-10 ข้าวสุกจะนุ่มมีความเหนียว แต่ถ้ามีปริมาณอะไมโลสสูง ร้อยละ 33 ก็จะมีความร่วนและแข็งมากขึ้น (อบเชย และขนิษฐา, 2558)

2.1.2.4 สมบัติของแป้งข้าวเจ้า

เม็ดแป้งจะไม่ละลายในน้ำเย็น เมื่อผสมแป้งกับน้ำเย็น แป้งจะกระจายทั่วไปในน้ำ หากทิ้งไว้สักครู่จะนอนก้น เมื่อหุงต้มเม็ดแป้งที่กระจายตัวอยู่ในน้ำจะเปลี่ยนแปลง แป้งเปียกของแป้งบางชนิดจะเป็นวุ้น บางชนิดไม่เป็นวุ้น บางชนิดขุ่น บางชนิดใส บางชนิดค่อนข้างเหลว บางชนิดข้นหนืด แป้งเปียกที่ได้จากแป้งธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งสาลีจะมีลักษณะขุ่น แป้งเปียกที่ได้

จากราก เช่น แป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง จะมีลักษณะใสกว่า เมื่อทำให้สุกแล้วทิ้งให้เย็นลักษณะของแป้งจะไม่แข็งและเป็นวุ้นเท่าแป้งข้าวโพด แป้งเปียกของแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันฝรั่งจะมีลักษณะเหนียวและค่อนข้างเหลว (อบเชย และขนิษฐา, 2559)

2.1.2.5 การเปลี่ยนแปลงของแป้งเมื่อได้รับความร้อน

1) เมื่อแป้งได้รับความร้อนแห้ง แป้งจะละลายน้ำได้มากขึ้น เมื่อทำเป็นแป้งเปียกความข้นจะลดลง โมเลกุลของแป้งจะถูกตัดให้สั้นลง เมื่อแป้งได้รับความร้อนแห้งที่อุณหภูมิสูง ๆ สีจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและมีกลิ่นไหม้

2) เมื่อแป้งได้รับความร้อนชื้น แป้งจะละลายน้ำและตั้งไฟ เม็ดแป้งจะพองขึ้น น้ำแป้งจะเปลี่ยนสภาพจากของเหลวเป็นของครึ่งแข็งครึ่งเหลวและใสขึ้น มีลักษณะเป็นวุ้นคล้ายแป้งเปียก เรียกกระบวนการนี้ว่า gelatinization เมื่อแป้งสุกแล้วและยังคงให้ความร้อนต่อไป ความข้นจะลดลงเนื่องจากมีการสูญเสียความชื้น

2.1.2.6 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเป็นวุ้นของแป้ง

1) ความเข้มข้นของแป้ง ความเหนียวของแป้งเปียกขึ้นอยู่กับปริมาณแป้งที่เติมลงไป ถ้าเติมมากก็เหนียวมาก

2) ชนิดของแป้ง แป้งแต่ละชนิดเกิดการเป็นวุ้นได้ดีไม่เท่ากัน แป้งชนิดที่มีอะไมโลเพกทินสูงอุ้มน้ำได้มากกว่า แป้งมันทำแป้งเปียกได้ดีได้แป้งเปียกชนิดนุ่มและใส แต่ค่อนข้างเหลว รองลงมาเป็นแป้งข้าวโพด และแป้งสาลี

3) อุณหภูมิและเวลาที่ให้ความร้อน เม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่จะพองตัวและใสขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าเม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กกว่า อุณหภูมิที่แป้งชนิดต่าง ๆ เกิดเป็นวุ้นอย่างใสที่สุด แสดงดังตารางที่ 2.1 (อบเชย และขนิษฐา, 2559) ดังนี้

ตารางที่ 2.1 อุณหภูมิที่แป้งชนิดต่าง ๆ กลายเป็นวุ้นอย่างใสที่สุด

ชนิดแป้ง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ลักษณะที่อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
แป้งข้าวโพด	86 – 87	ค่อนข้างขุ่น และแข็ง
แป้งข้าวเจ้า	84 – 85	เป็นวุ้นใส และนุ่ม
แป้งสาลี	87 – 88	แข็งปานกลางอยู่ระหว่างแป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้า
แป้งมันฝรั่ง	69 – 70	เป็นสาย ๆ และใส
แป้งมันสำปะหลัง	74 – 75	เป็นน้ำเหนียว

ที่มา: อบเชย และขนิษฐา (2559)

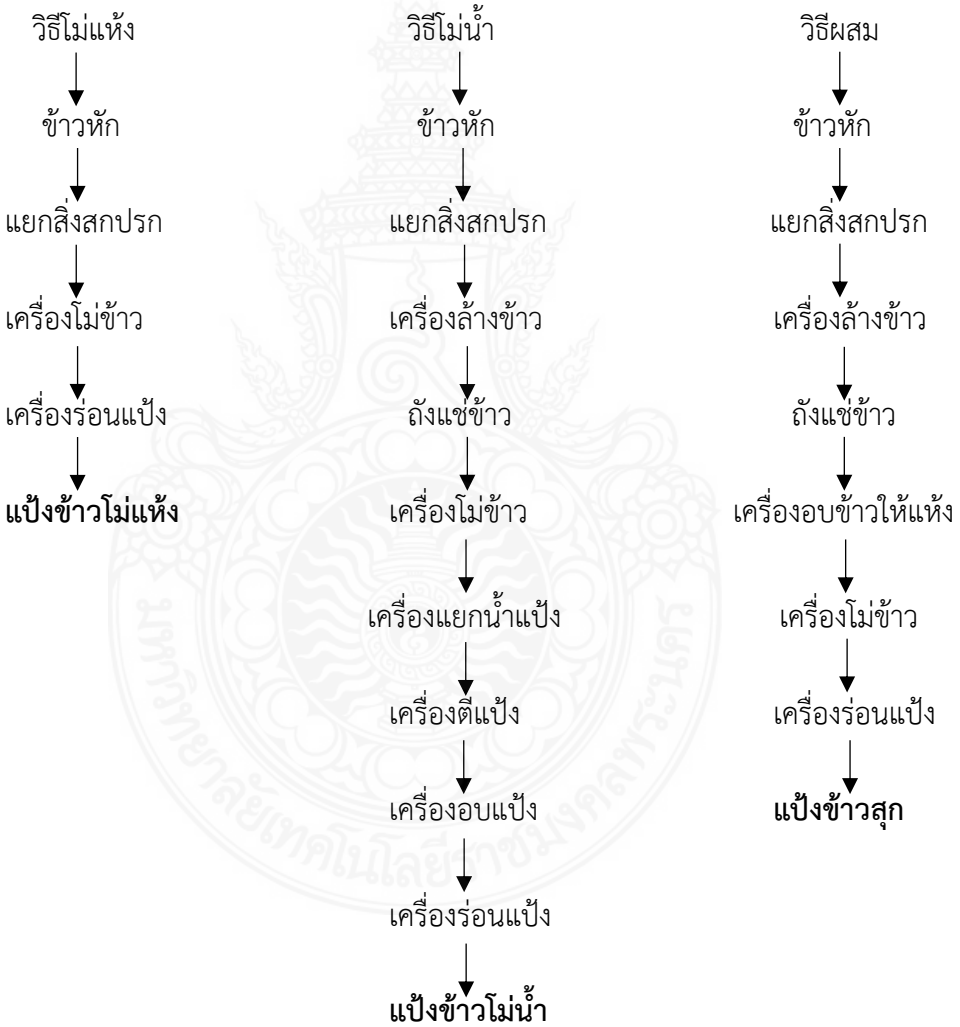
2.1.2.7 กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าว (Rice flour)

แป้งข้าวมีทั้งชนิดแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียว วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต คือ ข้าวหักหรือปลายข้าว มีวิธีการผลิต 3 วิธีคือ วิธีโม่แห้ง (dry milling) วิธีโม่น้ำหรือโม่เปียก (wet miling) และวิธีผสม (wet and dry milling) กรรมวิธีการโม่แป้ง ทั้ง 3 วิธี แสดงดังแผนภูมิที่ 2.1 (กรมการข้าว, 2559) ดังนี้

1) การโม่แห้ง ได้จากการนำข้าวมาทำความสะอาด (cleaning) เพื่อแยกสิ่งสกปรกออก แล้วนำไปบดให้เป็นแป้ง จะมีคุณภาพต่ำเพราะเม็ดแป้งค่อนข้างหยาบและมีสิ่งเจือปนสูง อายุการเก็บรักษาสั้น เกิดกลิ่นหืน (rancidity) ได้ง่ายเพราะมีปริมาณไขมันสูง

2) การโม่น้ำ เป็นวิธีการผลิตแป้งข้าวในปัจจุบัน ได้แป้งคุณภาพดี เนื้อละเอียดและมีสิ่งเจือปนน้อย เทคโนโลยีการผลิตแป้งโดยวิธีการโม่น้ำได้รับการพัฒนามาช้านาน ปัจจุบันยังคงมุ่งเน้นแป้งข้าวเจ้าชนิดอะไมโลส (amylose) สูง

3) การผลิตแป้งข้าววิธีผสม เป็นการโม่แป้งจากข้าวที่แช่น้ำและอบแห้งด้วยความร้อนก่อนโม่เป็นแป้ง แป้งชนิดนี้มีคุณภาพสูงและนำไปใช้ทำขนมเฉพาะอย่าง เช่น ขนมโก๋จากแป้งข้าวเหนียว



แผนภูมิที่ 2.1 กรรมวิธีการโม่แป้ง ทั้ง 3 วิธี

ที่มา : กรมการข้าว (2559)

2.1.2.8 ลักษณะที่ดีของแป้งข้าวเจ้า

1) เนื้อแป้งสะอาดปราศจากสิ่งเจือปน หรือสังเกตด้วยตาเปล่า เพราะมีขนาดเล็ก และอาจมีอยู่จำนวนมาก แต่การมองเห็นปรากฏชัดเมื่อนำไปทำขนมแล้ว

2) เนื้อแป้งละเอียด จะทำให้ขนมที่ได้มีความเหนียวนุ่ม และน่ารับประทาน ส่วนเนื้อแป้งหยาบนั้น จะเป็นไปในทางตรงกันข้าม

3) ไม่มีกลิ่นเปรี้ยว หรือเหม็นสาบ ไม่ว่าก่อนนำไปใช้หรือหลังจากใช้ทำขนมและอาหารแล้ว

4) มีความชื้นต่ำ หรือประมาณร้อยละ 12.5 ถ้ามีความสะอาดเพียงพอจะสามารถเก็บรักษาได้นานเป็นปี โดยสีของแป้งจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

2.1.2.9 การเลือกซื้อแป้งข้าวเจ้า

ควรจะเนื้อละเอียด เนื่องจากปัจจุบันมีแป้งข้าวเจ้าหลายเกรดแตกต่างกันไป ถ้าใช้แป้งเนื้อหยาบ ขนมที่ได้จะมีเนื้อหยาบ เมื่อรับประทานจะรู้สึกว่าแป้งไม่สุก และเลือกแป้งชนิดที่ไม่มีกลิ่นอับ ไม่มีตัวมอด เนื้อแป้งมีสีขาว สำหรับแป้งข้าวเจ้าสด ไม่มีกลิ่นเปรี้ยว

2.1.2.10 การเก็บรักษาแป้งข้าวเจ้า (กมลพิพัฒน์, 2563)

1) เก็บแป้งไว้ในที่แห้ง หรือที่มีอากาศโปร่ง และความชื้นต่ำ เพราะความชื้นจะทำให้แป้งขึ้นราหรือเกิดเชื้อแบคทีเรีย ทำให้มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว และเสียหายไม่สามารถนำมาใช้ได้

2) ถ้าเปิดถุงแป้งแล้วใช้ไม่หมด ควรปิดปากถุงให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นเข้าสู่เนื้อแป้ง ทำให้เนื้อแป้งเสียหาย

3) ไม่ควรเก็บแป้งไว้ในตู้เย็น เนื่องจากในตู้เย็นมีความชื้นสูง และอาจเกาะตัวเป็นหยดน้ำถูกเนื้อแป้ง ทำให้แป้งเสียเร็ว

2.1.3 แป้งท้าวยายม่อม

แป้งท้าวยายม่อม (arrowroot starch) ทำจากหัวมันท้าวยายม่อม ซึ่งเป็นพืชล้มลุก มีหัวอยู่ใต้ดิน รูปร่างกลมหรือรี ผิวด้านนอกมีสีน้ำตาล เนื้อด้านในสีขาว มีชื่อเรียกตามแต่ละท้องถิ่น เช่น บุกรอ (ตราด) สิงโตดำ (กรุงเทพฯ) นางนวล (ระยอง) ไม้เท้าฤาษี (ภาคกลาง) ว่านพญาหอกหลอก เป็นต้น แป้งท้าวยายม่อมมีลักษณะเนื้อแป้งเป็นเม็ดเล็ก ๆ สีขาวเป็นเงา ก่อนนำไปใช้ ควรบดให้เป็นผงละเอียดก่อน นิยมนำไปผสมกับแป้งชนิดอื่น จะทำให้อาหารมีความเหนียว ข้น สีใส มีความมันวาว ขนมที่ทำจากแป้งท้าวยายม่อม เช่น ขนมชั้น ขนมเปียกปูน ช่อม่วง ครองแครงน้ำกะทิ เต้าส่วน ขนมดอกลำเจียก ขนมน้ำดอกไม้ ทับทิมกรอบ ขนมบัวลอย เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำมาผสมกับแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น ขนมเค้ก พุดดิ้ง และขนมปัง เป็นต้น ตลอดจนใส่ในอาหารคาว เช่น ซุปเห็ด หอยทอด กระเพาะปลา และราดหน้า เป็นต้น เมื่อนำแป้งท้าวยายม่อมมาละลายน้ำ ใส่น้ำตาล ตั้งไฟ แล้วกวนจนสุก สามารถนำมาให้คนไข้รับประทานหลังฟื้นไข้ช่วยฟื้นฟูร่างกายจากความอ่อนเพลียหรืออาการเบื่ออาหารได้ ทั้งยังเพิ่มกำลังวังชา เมื่อใช้แป้งท้าวยายม่อมมาประกอบเป็นอาหารรับประทานจะช่วยให้เจริญอาหาร บำรุงร่างกาย แก้ร้อนใน นักโภชนาการกล่าวว่า แป้งท้าวยายม่อมมีคุณสมบัติเหมาะสมกับทางเดินอาหารของมนุษย์มากที่สุด ช่วยสมานแผลในกระเพาะอาหารได้ (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546)

2.1.3.1 การทำแป้งท้าวยายม่อม

นำหัวท้าวยายม่อมมาปอกเปลือกให้หมดตา (ถ้าปอกไม่หมดแป้งที่ได้จะไม่ขาวบริสุทธิ์) ล้างน้ำให้สะอาด นำไปบดหรือฝนทีละหัว เมื่อฝนแล้วจะมีลักษณะคล้ายมะพร้าวขูดแต่เปียกกว่า นำส่วนที่ได้ผสมน้ำคนให้เข้ากัน กรองด้วยผ้าขาวบาง จะได้เนื้อแป้งที่มีสีขาวขุ่น ส่วนกากทิ้งไป ปล่อยแป้งที่ได้ตกตะกอน แล้วรินน้ำทิ้ง เปลี่ยนน้ำ 3-4 ครั้ง จะทำให้แป้งไม่ขม ควรใช้น้ำสะอาดจะทำให้แป้งสีขาวบริสุทธิ์ เมื่อเปลี่ยนน้ำจนใช้ได้แล้ว ให้รินน้ำทิ้งให้แห้ง นำแป้งไปตากแดดให้แห้ง จึงนำมาบดละเอียดอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นตากแดดอีกครั้งก่อนใช้ ลักษณะของแป้งที่ได้จะเป็นเม็ดหยาบขรุขระ ไม่มีกลิ่นหมัก (ศรีสมร, 2547)

2.1.3.2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งท้าวยายม่อม

เป็นแป้งที่สกัดจากหัวท้าวยายม่อม ซึ่งมีปริมาณแป้งร้อยละ 30-40 แป้งที่ได้มีลักษณะที่หยาบกว่าแป้งมันสำปะหลัง ทำให้มีโครงสร้างและโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพกทินมีความแตกต่างกัน สำหรับแป้งท้าวยายม่อมจะมีปริมาณอะไมโลสเพียงร้อยละ 20-24 ซึ่งน้อยกว่าปริมาณอะไมโลเพกทิน จึงทำให้แป้งท้าวยายม่อมมีสมบัติในการคืนตัวต่ำ ในด้านสมบัติทางเคมีมีลักษณะคล้ายกับแป้งมันสำปะหลัง โดยมีโครงสร้างและโมเลกุลของอะไมโลเพกทินเป็นส่วนใหญ่ เมื่อนำแป้งไปละลายน้ำ จึงทำให้แป้งสามารถดูดซับน้ำได้เร็ว และเมื่อนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส แป้งจะเริ่มมีลักษณะเป็นเจลใส เมื่อให้ความร้อนเพิ่มขึ้น แป้งจะมีความเหนียวเหนอะ ส่งผลทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น แต่เมื่ออุณหภูมิลดลงจะเกิดการคืนตัวน้อยกว่าแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูง (ศรีสมร, 2547)

2.1.3.3 สมบัติของแป้งท้าวยายม่อม

ลักษณะน้ำแป้งสุก เมื่อเย็นจะมีลักษณะเหนียวหนืด ใส เมื่อทำให้เย็นจะเหนียวตัวกว่าแป้งมันสำปะหลัง ใช้เป็นส่วนประกอบเสริมและผสมกับแป้งชนิดอื่นเพื่อให้ได้ลักษณะขนมที่ต้องการ เช่น ผสมลงในขนมตะลุ่มจะทำให้ได้ขนมที่มีลักษณะเงา ใส เพราะแป้งท้าวยายม่อม จะช่วยให้ขนมมีลักษณะใส สำหรับแป้งที่ได้จากหัวท้าวยายม่อมจะมีราคาแพงจึงนิยมใช้กันน้อย เนื่องจากหัวมันท้าวยายม่อมจะเก็บเกี่ยวได้ปีละครั้ง ประกอบกับวิธีการทำที่ค่อนข้างยุ่งยากและหลายขั้นตอน ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้แป้งท้าวยายม่อมมีราคาสูงกว่าแป้งชนิดอื่น ๆ โดยปกติแป้งที่ได้จากพืชประเภทสะสมอาหารที่รากจะมีอะไมโลเพกทินสูงกว่าแป้งที่ได้จากเมล็ด ดังจะเห็นได้จากขั้นตอนในระหว่างต้มข้าวโดยน้ำจะทำให้แป้งจากเมล็ดข้าวพองตัว และใสขึ้น น้ำของข้าวต้มก็ข้นขึ้น เมื่อวางทิ้งไว้จะจับกันคล้ายวุ้น ทั้งนี้มาจากสมบัติของอะไมโลสซึ่งมีอยู่มากในข้าวเจ้า (ศรีสมร, 2547)

2.1.3.4 สรรพคุณของหัวท้าวยายม่อม

มีสรรพคุณ บำรุงร่างกาย แก้อ่อนเพลีย ช่วยทำให้จิตใจชุ่มชื่น อารมณ์ดี

2.1.3.5 การเลือกซื้อและการเก็บรักษา

ควรเลือกซื้อแป้งใหม่ แป้งท้าวยายม่อมมีสีค่อนข้างขาว เนื้อแป้งจับตัวเป็นก้อน ไม่ละเอียดเนียน แป้งใหม่เมื่อดมจะไม่มีกลิ่นอับ ไม่มีไข่แมลง ตัวมอด เมื่อเปิดถุงแป้งแล้วควรเก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิดเพื่อกันแมลง วางในที่ที่ไม่ถูกแดดหรือความร้อน (ศรีสมร, 2547)

2.1.4 แป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง (Tapioca starch) ทำมาจากหัวมันสำปะหลัง มีลักษณะเป็นผงสีขาว ผิวสัมผัสของแป้งจะเนียน ลื่นมือ เมื่อทำให้สุกจะเหลว เหนียวหนืด และใส เมื่อพักให้เย็นมีลักษณะเหนียวเหนอะหนะ คงตัว นิยมนำมาผสมกับขนมที่ต้องการความเหนียว หนืด และใส เช่น ขนมผิง ขนมตะลุ่ม ขนมบุหลันดั้นเมฆ เป็นต้น ในการทำขนมไทย นิยมนำแป้งมันสำปะหลังมาผสมกับแป้งชนิดอื่น ๆ เพื่อให้ขนมมีความเหนียวนุ่มกว่าการใช้แป้งชนิดเดียว (อบเชย และขนิษฐา, 2556)

2.1.4.1 สมบัติของแป้งมันสำปะหลัง

ได้จากหัวมันสำปะหลัง ซึ่งมีปริมาณแป้งมากถึงร้อยละ 25 แป้งมันสำปะหลังมีอะไมโลสร้อยละ 16-18 ซึ่งน้อยกว่าปริมาณอะไมโลเพกทิน จึงทำให้แป้งมีสมบัติในการคืนตัวต่ำ แป้งมันสำปะหลังจะมีโครงสร้างและโมเลกุลของอะไมโลเพกทินเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งโครงสร้างและโมเลกุลของอะไมโลเพคตินมีลักษณะที่เป็นกิ่งก้านเกิดจากกิ่งของกลูโคสหลาย ๆ หน่วยมาต่อกัน เมื่อนำแป้งไปละลายน้ำ แป้งจะสามารถดูดซับน้ำได้เร็ว และเมื่อนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แป้งจะเริ่มมีลักษณะเป็นเจลใส เรียกกระบวนการนี้ว่า เจลาทิไนเซชั่น เมื่อให้ความร้อนเพิ่มขึ้น แป้งจะมีความเหนียวเหนอะ ส่งผลทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น แต่เมื่ออุณหภูมิลดลงจะเกิดการคืนตัวน้อยกว่าแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูง เพราะโครงสร้างและโมเลกุลของอะไมโลเพกทินเป็นกิ่งก้านทำให้เกิดการจัดเรียงตัวกันเหมือนเดิมได้ยาก ซึ่งความผันแปรของสมบัติทางกายภาพและเคมีระหว่างแป้งแต่ละชนิดหรือแต่ละแหล่งจะเกิดความแตกต่างขององค์ประกอบอันเนื่องมาจากอัตราส่วนของอะไมโลสกับอะไมโลเพกทิน (อบเชย และขนิษฐา, 2556) เมื่อผสมแป้งมันสำปะหลังกับน้ำ แป้งจะกระจายตัวทั่วไปในน้ำ หากทิ้งไว้สักครู่แป้งจะนอนก้น เมื่อให้ความร้อน แป้งที่กระจายตัวอยู่ในน้ำจะเปลี่ยนจากน้ำแป้งเป็นแป้งเปียก มีลักษณะใส เมื่อทำให้สุกแล้วทิ้งไว้ให้เย็น ลักษณะเป็นเจลชนิดนิ่ม สมบัติของแป้งมันสำปะหลัง แสดงดังตารางที่ 2.2 (กรมการค้าต่างประเทศ, 2560) ดังนี้

ตารางที่ 2.2 สมบัติของแป้งมันสำปะหลัง

รายการ	Method	Specification
ปริมาณแป้ง	Polarimeter	85% Min
ความชื้น	Infrared rays moisture meter	13% Max
ความหนืด	By Brabender (6% dry basis,at peak)	550 BU Min
กรด–ด่าง	By pH meter (33% solid)	4.5–7.0
ปริมาณเถ้า	Burning at 590 degree C, 2 hour	0.2% Max
ปริมาณกากอ่อน	140 Mesh and Centrifuge	0.2 cc Max
ปริมาณแป้งหยาบ	100 Mesh Pass	1.0% Max
ความขาว	Kett Photoelectric Whiteness Meter	90% Min
ปริมาณกำมะถัน	Distilled Method	30 ppm Max

ที่มา: กรมการค้าต่างประเทศ (2560)

2.1.4.2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลังมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว มีความบริสุทธิ์สูง มีสตาร์ชอยู่มากถึงร้อยละ 95 มีโปรตีนและไขมันค่อนข้างต่ำ มีฟอสฟอรัสน้อยกว่าร้อยละ 0.04 เม็ดแป้งมีรูปร่างเป็นเม็ดกลมหรือรูปไข่และอาจมีรอยบุ๋มปลายด้านหนึ่งของเม็ดแป้ง องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันสำปะหลัง ในปริมาณ 100 กรัม แสดงดังตารางที่ 2.3 ดังนี้ (กองโภชนาการ, 2544)

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันสำปะหลัง ในปริมาณ 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี (หน่วย)	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	351
ความชื้น (กรัม)	12.1
โปรตีน (กรัม)	0.3
ไขมัน (กรัม)	0.1
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	87.2
เถ้า	0.3
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	84
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	35
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.9

ที่มา : กองโภชนาการ (2544)

2.1.4.3 การเลือกซื้อและการเก็บรักษา

ลักษณะแป้งที่ดีจะต้องมีเนื้อเนียนละเอียด ไม่มีสิ่งเจือปน ถ้าใช้นิ้วบี้ดูจะลื่น แห้งสนิท ไม่มีตัวมอด และไม่มีกลิ่น เหม็นสาบ (อบเชย และขนิษฐา, 2556) ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในคุณภาพและสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ที่เปลี่ยนแปลงของแป้งมันสำปะหลังเมื่อเก็บในอายุต่าง ๆ กัน มีปัจจัยด้วยกันทั้งอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ รวมถึงระยะเวลาในการเก็บ เมื่อเก็บแป้งไว้ในที่ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น แป้งจะมีการดูดซึมน้ำไว้มากขึ้นทำให้มีความชื้นสูง และเมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงจะทำให้กำลังการพองตัวลดลง ในทางตรงกันข้ามการเก็บแป้งในที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ทำให้แป้งมีความชื้นต่ำ ทำให้มีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้เร็ว และมากกว่าแป้งที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง จึงมีค่าดูดซับน้ำสูงกว่า และมีการพองตัวสูงกว่าอีกด้วย อีกทั้งการเก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงและเก็บนานจะทำให้เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางชีวเคมีได้ พบว่าแป้งมันสำปะหลังจะมีค่ากำลังการพองตัวและร้อยละการละลายลดลงเมื่อมีการประเมินของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546)

2.1.5 กะทิ

กะทิ (coconut milk) เป็นส่วนผสมสำคัญในการประกอบอาหารทั้งคาวและหวาน กะทิเป็นของเหลวที่ได้จากการบีบหรือคั้นจากเนื้อมะพร้าวสดขูดหรือมะพร้าวบด อาจเติมน้ำหรือไม่เติมน้ำก็ได้ กะทิมีลักษณะเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil-in water emulsion) ซึ่งส่วนนี้เม็ดน้ำมันจะกระจายตัวอยู่ในสารละลายน้ำและถูกล้อมรอบหรือห่อหุ้มด้วยโปรตีน สภาพดังกล่าวเกิดจากระบบมีแรงตึงผิว เมื่อคั้นกะทิโดยใช้อัตราส่วนเนื้อมะพร้าวขูดต่อน้ำเท่ากับ 1:1 และ 1: 0.5 จะมีปริมาณไขมันร้อยละ 12.20 และ 17.70 ตามลำดับ ซึ่งในมะพร้าวจะประกอบไปด้วยกรดลอริค (กรดไขมันอิ่มตัวที่มีสายคาร์บอน 12 ตัว) ในปริมาณที่สูงและประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวชนิดอื่น ๆ อีกทั้งคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของกะทิยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน ได้แก่ พันธุ์ สถานที่ปลูก ความแก่อ่อนของมะพร้าว และกรรมวิธีในการเตรียมและคั้นกะทิ เช่น วิธีลดขนาดของเนื้อมะพร้าว ปริมาณน้ำที่ใช้ อุณหภูมิในการคั้น และวิธีการคั้นกะทิ (พัชรินทร์, 2542)

2.1.5.1 ลักษณะทั่วไปของกะทิ

กะทิได้จากการคั้นเนื้อมะพร้าวที่ขูดออกมาและอาจเติมน้ำหรือไม่เติมก็ได้ เป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ ซึ่งหมายถึง ลักษณะของน้ำมันกระจายอยู่ในสารละลายน้ำและถูกล้อมรอบหรือห่อหุ้มด้วยโปรตีน สภาพดังกล่าวเกิดจากระบบที่มีแรงดึงระหว่างโมเลกุลของน้ำและไขมันที่ต่ำลงเพราะมีโปรตีนเป็นตัวลดแรงดึงระหว่างผิว กะทิมีอิมัลซิฟายเออร์โดยธรรมชาติ ได้แก่ ฟอสโฟไลปิด (phospholipid) ได้แก่ เลซิติน (Lecithin) และเซฟาลิน (cephalin) เลซิตินเป็นอิมัลซิฟายเออร์ชนิดหนึ่งสามารถทำให้ไขมันในกะทิมีสมบัติเปียกน้ำ กระจายตัวและละลายได้ แต่ถึงแม้ว่ามีเลซิตินในกะทิก็ไม่สามารถทำให้กะทิอยู่ตัวได้เนื่องจากกะทิมีปริมาณไขมันอยู่มาก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีน ความเข้มข้นของโปรตีนที่ระหว่างของผิวเม็ดไขมันกับน้ำมีไม่มากพอ ที่จะป้องกันการรวมตัวกันโดยมีการเริ่มการแยกตัวของชั้น เมื่อตั้งทิ้งไว้ 5-10 ชั่วโมง จนกระทั่งแยกชั้นสมบูรณ์ภายใน 24 ชั่วโมง (กมลพิพัฒน์, 2563)

2.1.5.2 องค์ประกอบของกะทิ

องค์ประกอบของกะทินั้นขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ในการคั้นกะทิ เมื่อคั้นกะทิโดยไม่เติมน้ำจะทำให้ปริมาณของไขมันสูงคิดเป็นองค์ประกอบคือ น้ำร้อยละ 41.86 ไขมันร้อยละ 44.60 โปรตีนร้อยละ 4.13 น้ำตาลร้อยละ 5.40 และแร่ธาตุร้อยละ 1.03 กะทิคั้นใหม่จะมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6 ซึ่งถือว่าเป็นอาหารที่มีกรดต่ำ ค่าความเป็นกรดด่างของกะทิอยู่ระหว่าง 5.80-6.39 โดยวัดที่อุณหภูมิ 10-60 องศาเซลเซียส และนอกจากนี้ยังได้แสดงองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของกะทิ แสดงดังตารางที่ 2.4 (ดัดแปลงจาก Hui et al, 2009) ดังนี้

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของกะทิ

รายการ	ปริมาณ (ร้อยละ)
องค์ประกอบทางเคมี	
ความชื้น	73.47-76.84
ไขมัน	21.09-48.84
โปรตีน	2.14-29.00
เถ้า	0.63-0.96
น้ำตาลทั้งหมด	0.82-1.62
สมบัติทางกายภาพ	
แรงตึงผิว ดายน์ต่อตารางเซนติเมตร	97.76-125.43
ค่าดัชนีความหนืด ที่ 10-60 องศาเซลเซียส	0.0161-0.0202
ค่าหักเหของแสง	1.3414-1.3446
ค่าความเป็นกรด-เบส	5.95-6.30

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hui et al (2009)

2.1.5.3 ประเภทของกะทิ (วรรณา, 2542) สรุปได้ ดังนี้

1) หัวกะทิ (thick coconut milk) ได้จากการบีบอัดเนื้อมะพร้าวขูดร่วมกับน้ำในครั้งแรก มีไขมันเป็นองค์ประกอบร้อยละ 20-22

2) หางกะทิ (thin coconut milk) เป็นการนำเอาเนื้อมะพร้าวขูดที่คั้นเอากะทิออกแล้วมาเติมน้ำ แล้วคั้นน้ำกะทิครั้งที่ 2 หางกะทิจะมีปริมาณไขมันหลงเหลือเป็นองค์ประกอบเพียงร้อยละ 5-7 เท่านั้น

2.1.5.4 ประเภทของกะทิในระดับอุตสาหกรรม (วรรณา, 2542)

1) น้ำกะทิสด ได้จกการคั้นน้ำกะทิด้วยเครื่อง แล้วเก็บรักษาด้วยความเย็น สามารถรักษาน้ำกะทิจากการเน่าเสียได้นาน 1-2 วัน แต่รสชาติจะเปลี่ยนไปเล็กน้อย จึงนิยมจำหน่ายวันต่อวัน อุตสาหกรรมที่ใช้น้ำกะทิสดจะต้องเก็บรักษาอุณหภูมิห้องเย็น ในการเก็บรักษาไม่ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส จนทำให้เกิดผลึกน้ำแข็ง เพราะการเกิดผลึกน้ำแข็งจะทำให้เนื้อสัมผัสของน้ำกะทิเปลี่ยนไป คือมีตะกอน โปรตีนแยกตัว และให้ลักษณะเนื้อเป็นทราย การขนส่งจะต้องรักษาอุณหภูมิด้วยเช่นกัน เนื่องจากมีความเสี่ยงจากการเน่าเสียมาก และเนื่องจากเป็นสินค้าสำหรับอุตสาหกรรมจึงบรรจุในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ เช่น 10 กิโลกรัม บรรจุซ้อนในลังพลาสติกเพื่อความแข็งแรงระหว่างการเก็บรักษาและขนส่ง

2) น้ำกะทิพาสเจอไรซ์ เป็นน้ำกะทิสดที่นำมาให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แต่เชื้อที่เหลือยังสามารถเจริญได้จึงต้องเก็บในห้องเย็นเหมือนน้ำกะทิสด แต่ความเสี่ยงในการเน่าเสียน้อยกว่าจึงสามารถเก็บรักษาได้นาน 4-6 วัน การขนส่งและการวางจำหน่ายควรใช้อุณหภูมิต่ำ น้ำกะทิพาสเจอไรซ์มีบรรจุถุงพลาสติกหลายขนาด คือ 250, 500 และ 1,000 กรัม เพื่อใช้ในครอบครัว และบรรจุขนาด 10 กิโลกรัมเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมแกงบรรจุกระป๋อง

3) น้ำกะทิบรรจุกระป๋อง เป็นน้ำกะทิที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋อง ปิดฝาแล้วฆ่าเชื้ออย่างสมบูรณ์ในระดับอุตสาหกรรม (commercial sterilization) เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาตามปกติ ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานโดยไม่ต้องเก็บในที่เย็น ส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศได้

4) น้ำกะทิกล่องยูเอชที เป็นน้ำกะทิที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงระยะเวลาสั้น (140-145 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 วินาที) บรรจุในกล่องที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว ระยะเวลาให้ความร้อนสั้นทำให้คงสภาพคล้ายน้ำกะทิสดมากที่สุด แต่อายุการเก็บรักษาจะสั้นกว่าแบบบรรจุกระป๋อง และกล่องกระดาษไม่แข็งแรงเท่ากระป๋อง จึงอาจมีการเน่าเสียเกิดขึ้นจากกล่องกระดาษชำรุดได้

5) กะทิผง เป็นน้ำกะทิที่นำมาทำให้แห้งเป็นผงละเอียด โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer) น้ำกะทิโดยธรรมชาติมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบอยู่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำนมโค จึงไม่สามารถทำให้แห้งได้เหมือนนมผง ดังนั้น จึงต้องเติมสารเพิ่มปริมาณของแข็ง คือสารมอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin) ซึ่งสารมอลโทเดกซ์ทรินก็คือคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ที่ได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ชบางส่วนให้เป็นสายสั้นของน้ำตาลกลูโคสมีลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดสีขาว ไม่มีรส หรือมีรสหวานน้อย สามารถละลายน้ำได้ดี การใส่สารมอลโทเด็กซ์ทรินในน้ำกะทิเพื่อต้องการเพิ่มเนื้อในการทำแห้ง เมื่อเครื่องทำแห้งมีอุปกรณ์ฉีดน้ำกะทิให้เป็นละอองฝอยเข้ามาในห้องอบ และสัมผัสกับลมร้อนที่มีอุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำระเหยออกจากละอองของเหลวอย่างรวดเร็วได้เป็นอนุภาคผงที่มีขนาดเล็ก กะทิผงมีความชื้นต่ำจึงเก็บรักษาได้นาน ไม่เน่าเสีย แต่ต้องเก็บในภาชนะป้องกันความชื้น เช่น ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์หรือกระป๋องที่มีฝาปิดสนิท เนื่องจากกะทิผงดูดความชื้นได้ดีทำให้เกาะตัวเป็นก้อน

2.1.5.5 องค์ประกอบทางเคมีของกะทิ ในปริมาณ 100 กรัม แสดงดังตารางที่ 2.5 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) ดังนี้

ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบทางเคมีของกะทิ ในปริมาณ 100 กรัม

สารอาหาร (หน่วย)	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	229
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	24
โซเดียม (มิลลิกรัม)	15
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	263
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	6
โปรตีน (กรัม)	2.3

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2547)

2.1.5.6 การเลือกซื้อและการเก็บรักษา (จริยา, 2554)

กะทิสด ควรเลือกซื้อจากร้านที่ขายดีเพราะจะมีมะพร้าวเข้าออกอยู่ตลอดเวลา เลือกกะทิที่ไม่มีกลิ่นจากการค้างของมะพร้าวที่ปอกไว้เป็นเวลานาน มีสีขาวสะอาด สำหรับกะทิชนิดสำเร็จรูป มีวิธีการเลือกซื้อ ดังนี้

1) วันเดือนปีที่ผลิต และวันเดือนปีที่หมดอายุ สามารถดูได้จากฉลากที่ติดอยู่ที่ตัวผลิตภัณฑ์

2) ดูภาชนะที่บรรจุ ต้องไม่บุบ โป่ง บวม มีรอยรั่ว หรือเป็นสนิม

3) ดูแหล่งผลิตและสถานที่ผลิต รวมไปถึงสถานที่จัดจำหน่ายควรเป็นสถานที่ที่มีอยู่จริงและเชื่อถือได้

4) ฉลากควรมีชื่อและส่วนผสมส่วนประกอบต่าง ๆ ของอาหารอย่างชัดเจน รวมไปถึงปริมาตร น้ำหนักสุทธิ เลขจดทะเบียนกับกระทรวงสาธารณสุข และควรมีเครื่องหมายรับรองความปลอดภัยจากองค์การอาหารและยา

5) เมื่อเปิดกระป๋องออกมาแล้ว ต้องไม่มีกลิ่นเหม็นหรือภายในกระป๋องต้องไม่มีรอยหรือเป็นสนิม ถ้ามีสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ก็ไม่ควรรับประทาน ควรทิ้งไป

6) เมื่อเปิดใช้แล้ว ถ้าใช้ไม่หมด ควรเก็บไว้ในที่เย็น ปิดฝาให้สนิท

2.1.6 เกลือ

เกลือ (Salt) เป็นเครื่องปรุงรสเค็มที่รู้จักกันมานาน ใช้เกลือในการปรุงอาหารและถนอมอาหาร เกลือที่ใช้ปรุงอหารมีสูตรทางเคมีคือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกลือบริสุทธิ์จะเป็นผลึกสีขาวแบบลูกบาศก์ เกลือที่ใช้บริโภคมาจาก 2 แหล่งด้วยกัน คือเกลือสมุทร และสินเธาว์

2.1.6.1 แหล่งที่มาของเกลือ

1) เกลือสมุทร (Solar salt) ได้จากการทำนาเกลือโดยการปล่อยน้ำทะเลซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเกลือ ไหลเข้ามาในนาแล้วกักไว้ ปล่อยให้แสงแดดเป็นตัวระเหยน้ำออกไปจนความเข้มข้นได้ระดับ เกลือก็จะตกผลึก เกลือที่ได้นี้เรียกว่า เกลือสมุทร

2) เกลือสินเธาว์ (Rock salt) เป็นเกลือที่ผลิตได้จากน้ำเกลือใต้ดินจากบ่อบาดาล หรือจากเกลือหินซึ่งเป็นเกลือที่อยู่ใต้ดิน เกิดเป็นชั้นแทรกอยู่ในหินดินดาน น้ำเกลือที่ได้จากบ่อบาดาลสูบขึ้นมาต้มด้วยเชื้อเพลิง หรือตากด้วยแสงแดด ทำในรูปนาเกลือ ส่วนเกลือหินนั้นใช้น้ำฉีดลงไปละลายเกลือใต้ดิน แล้วสูบขึ้นมาตากแห้งในนาเกลือ หรืออาจใช้วิธีเจาะลงไปถึงชั้นเกลือแล้วทำอุโมงค์ตักเกลือขึ้นมาก็ได้

เกลือที่ได้จากแหล่งผลิตเป็นเกลือดิบ (Crude salt) คือในผลึกของเกลือยังมีสิ่งเจือปนพวกสารอินทรีย์ อนินทรีย์ในทะเล แพลงตอน ก๊าซ และจุลินทรีย์ต่าง ๆ ฉะนั้นก่อนที่จะนำเกลือมาใช้บริโภคควรทำให้บริสุทธิ์เสียก่อน โดยนำเกลือที่ได้จากกรรมวิธีข้างต้นมาละลายกับน้ำสะอาดใหม่ แล้วใช้สารเคมีเพื่อตกตะกอน หรือแยกอนุมูลของสิ่งเจือปนออกเสียก่อน หลังจากนั้นจึงตกผลึกเกลือใหม่อีกครั้ง โดยใช้ความร้อน

2.1.6.2 เกลือที่ใช้บริโภค (Edible common salt) หมายถึง ผลึกของสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ที่สะอาด และไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค เกลือเป็นเครื่องปรุงรสทั้ง

ในอาหารคาวและอาหารหวาน รวมถึงใช้ในการถนอมอาหาร แบ่งเป็น 4 ชนิด (อบเชย และขนิษฐา, 2559) ดังนี้

1) เกลือปรุงอาหาร หมายถึง เกลือบริโภคเป็นผลึกละเอียดซึ่งทำให้บริสุทธิ์ขึ้น

2) เกลือโต๊ะ หมายถึง เกลือบริโภคที่เป็นผลึก ไม่จับกันเป็นก้อน สามารถทำให้ผลึกแยกออกจากกัน

3) เกลืออัดเม็ด หมายถึง เกลือบริโภคที่อัดเป็นเม็ดแล้ว

4) เกลืออุตสาหกรรมอาหาร หมายถึง เกลือบริโภคที่ใช้ในการประกอบอาหารและอุตสาหกรรมอาหารทั่วไป

2.1.7 น้ำ

น้ำจัดเป็นส่วนผสมที่สำคัญมากในการประกอบอาหารหรือการทำผลิตภัณฑ์อาหาร โดยทั่วไปอาจจะเป็นน้ำเปล่า น้ำนม หรือน้ำผลไม้ก็ได้ คือเป็นของเหลวที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ เนื่องจากน้ำมีบทบาทในการรวมตัวกับส่วนผสม และยังช่วยทำให้เกิดการละลายของส่วนผสมอื่น ๆ ควรใช้น้ำบริสุทธิ์ ปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ น้ำที่มีความกระด้างเป็น 0 มักใช้ทำเค้กและบิสกิต เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอและให้ผลดี สำหรับน้ำที่มีความกระด้างปานกลางใช้ได้ดีในการทำขนมปัง (เจตนิพัทธ์, 2560)

บทบาทของน้ำในอาหาร น้ำเป็นส่วนประกอบหลักของอาหาร โดยเฉพาะอาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ไข่ นม น้ำมีที่มีอิทธิพลต่อสมบัติ และคุณภาพด้านต่าง ๆ ของอาหาร ทั้งสมบัติทางกายภาพ ความหนืด สมบัติด้านเนื้อสัมผัส ตัวอย่างบทบาทที่สำคัญของน้ำที่มีต่ออาหาร ได้แก่ น้ำมีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหาร (food spoilage) น้ำเป็นตัวทำละลาย และน้ำมีผลต่อเนื้อสัมผัสของอาหาร

น้ำเป็นตัวกระจายส่วนประกอบของอาหาร เช่น กรดและเบส สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ในน้ำ ดังนั้นในส่วนผสมของขนมปังเมื่อใส่ผงฟูลงไปในน้ำจึงทำให้กรดและเบสที่มีอยู่ในผงฟูเกิดการแตกตัว ทำปฏิกิริยาให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งจะช่วยให้ขนมปังขึ้นฟู (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.)

2.1.7.1 สมบัติของน้ำ

สมบัติของน้ำแบ่งออกได้เป็น 2 ทาง คือสมบัติทางเคมีและทางกายภาพสำหรับสมบัติทางเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการสลายพันธะโคเวเลนต์ระหว่างไฮโดรเจนและออกซิเจนอะตอม ส่วนสมบัติทางกายภาพ โมเลกุลของน้ำยังคงอยู่ในสภาพปกติไม่มีการเปลี่ยนแปลง สมบัติทางกายภาพที่สำคัญของน้ำ มีดังนี้ (นิธิยา, 2557)

1) จุดหลอมเหลวและจุดเดือด (melting point and boiling point) น้ำมีจุดเยือกแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และมีจุดเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสที่ความดัน 1 บรรยากาศ การที่โมเลกุลของน้ำคงตัวอยู่ในสภาพ 3 มิติ ทำให้น้ำมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างจากสารประกอบอื่น ๆ ที่มีจำนวนอะตอมและน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกัน เช่น มีเทน หรือแอมโมเนีย ซึ่งมีโครงสร้างของโมเลกุลเป็น linear อยู่ในสภาพ 2 มิติเท่านั้น

2) การนำความร้อน (Thermal conductivity) น้ำเป็นตัวนำความร้อนที่ดี สามารถนำความร้อนได้มากกว่าของเหลวชนิดอื่น น้ำที่อยู่ในสภาพเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสนำความร้อนได้ดีกว่าน้ำที่อยู่ในสภาพของเหลวที่อุณหภูมิเดียวกันถึง 4 เท่า

3) ความหนืด (Viscosity) น้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีความหนืด 1.002 เซนติพอยส์ เมื่ออุณหภูมิลดลงความหนืดของน้ำจะเพิ่มขึ้น น้ำที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส มีความหนืด 1.792 เซนติพอยส์

2.1.7.2 บทบาทที่สำคัญของน้ำที่มีต่ออาหาร (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.)

1) น้ำเป็นตัวกลางสำคัญในการถ่ายเทความร้อน จากบริเวณที่มีความร้อนไปสู่อาหาร เช่น ถ้าให้ความร้อนแก่อาหารในกระทะโดยตรง กระทะและอาหารจะร้อนขึ้นเรื่อย ๆ อาหารส่วนที่สัมผัสกับกระทะจะไหม้เกรียมก่อนที่อาหารจะร้อนทั่วทั้งหมด แต่ถ้าใส่น้ำลงไปในกระทะด้วย น้ำจะดูดความร้อน และช่วยกระจายความร้อนไปทั่วทุกส่วนของอาหาร เพราะน้ำเป็นตัวนำความร้อนที่ดี และจะช่วยถ่ายเทความร้อนไปสู่อาหารที่สัมผัสกับน้ำ

2) น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี เพราะสามารถละลายสารประกอบอิเล็กโตรวาเลนท์ (electrovalent) เช่น กรดและเกลือ เป็นต้น นอกจากนี้น้ำยังสามารถละลายสารประกอบโควาเลนท์ (covalent compound) เช่น น้ำตาล และยูเรีย เป็นต้น ความสามารถในการละลายสารโควาเลนท์ ทำให้น้ำมีความสำคัญต่อร่างกายของคนและสัตว์ เพราะเมื่อสารเหล่านั้นถูกย่อยให้เป็นโมเลกุลมีขั้วขนาดเล็ก ๆ เช่น น้ำตาล กรดแอมิโน เป็นต้น โมเลกุลเหล่านี้จะละลายได้ดีในน้ำหรือของเหลวในร่างกาย และมีการเคลื่อนที่ภายในร่างกายในรูปของสารละลาย

3) น้ำเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วอย่างแรงจึงสามารถจับไอออนต่าง ๆ ในสารละลายได้ ทำให้ไม่มีไอออนอิสระในสารละลาย สารต่าง ๆ ในรูปของสารประกอบที่มีขั้วเป็นองค์ประกอบ สารจะรวมอยู่กับโมเลกุลต่ำแม้ว่าจะไม่เป็นสารอิออนนิค แต่ก็มีประจุมีขั้วที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ น้ำละลายได้ในแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลต่ำได้ดีกว่าแอลกอฮอล์พวกที่มีโมเลกุลสูง เพราะแอลกอฮอล์โมเลกุลต่ำ มีหมู่ไฮดรอกซิลที่มีขั้ว ส่วนแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลสูงมีอัตราส่วนของโซ่ไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีขั้วเพิ่มขึ้น ทำให้ละลายน้ำได้น้อยลง โดยโมเลกุลของสารที่มีหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมากจะละลายในน้ำได้ดี เพราะมีหมู่ที่มีขั้วมาก การดึงดูดกันระหว่างโมเลกุลของสารกับโมเลกุลของน้ำจึงมีมากขึ้น เช่น การละลายของน้ำตาลในน้ำ เป็นต้น

4) การเกิดคอลลอยด์ สารประกอบหลายชนิดในอาหารจะถูกแพร่กระจายในน้ำเป็นคอลลอยด์ ได้แก่ โปรตีนซึ่งเป็นสารอาหารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่และมีพื้นที่ผิวมากมีขนาดของอนุภาคอยู่ระหว่าง 0.001-0.1 ไมโครเมตร จะเป็นคอลลอยด์แพร่กระจายในน้ำ ปัจจัยที่ทำให้คอลลอยด์แพร่กระจายได้ คือการมีชั้นของโมเลกุลของน้ำมาล้อมรอบผิวของอนุภาคคอลลอยด์ และการเกิดแรงผลักกันระหว่างประจุที่เหมือนกันของอนุภาค ทำให้มันแยกห่างจากกัน เช่น โปรตีนในน้ำนมจะแพร่กระจายอยู่ในน้ำรูปของคอลลอยด์ เป็นต้น

5) การเกิดเจลาติไนซ์ (gelatinization) แป้งจะไม่ละลายในน้ำเย็น ทั้งนี้เพราะที่ผิวหน้าของเม็ดแป้งมีการเรียงตัวกันของอนุภาคของแป้งอย่างเป็นระเบียบและหนาแน่น แต่ถ้าน้ำแป้งได้รับความร้อน น้ำจะแพร่ผ่านผนังของเม็ดแป้งเข้าไปทำให้เม็ดแป้งพองตัวขึ้นเป็น 5 เท่า เม็ดแป้งจะมีการขยายตัว และเบียดตัวกันมากขึ้น ในที่สุดน้ำแป้งจะเปลี่ยนเป็นของเหลวข้นเรียกว่า โซล (sol) และจะกลายเป็นเจลเมื่ออุณหภูมิลดลง กระบวนการเกิดเจลนี้เรียกว่า เจลาติไนเซชัน

2.1.8 น้ำมันถั่วเหลือง

น้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil) เป็นน้ำมันพืชสกัดจากเมล็ดถั่วเหลือง (soybean) ใช้ปรุงอาหาร สรุปได้ดังนี้

2.1.8.1 ส่วนประกอบของน้ำมันถั่วเหลือง

น้ำมันถั่วเหลือง เป็นไตรกลีเซอไรด์ที่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ได้แก่ กรดโอเลอิก (oleic acid) และกรดไขมันซึ่งพันธะคู่มากกว่า 1 ตำแหน่ง (polyunsaturated fatty acid) โดยเฉพาะกรดไขมันโอเมกา-6 (omega-6 fatty acid) ได้แก่ กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential fatty acid) (นิธิยา, 2557)

2.1.8.2 บทบาทของน้ำมันในการประกอบอาหาร (อบเชย และขนิษฐา, 2558)

1) ทำให้อาหารสุก น้ำมันจะเป็นตัวนำความร้อนแก่อาหารทำให้อาหารสุก ให้กลิ่นรสที่ดีแก่อาหาร เช่น การผัดน้ำพริกแกงกับกะทิให้หอมก่อนที่จะใส่เนื้อสัตว์ น้ำมันจะช่วยทำให้น้ำมันหอมระเหยในเครื่องแกงละลายออกมาได้มาก ทำให้แกงมีกลิ่นหอมเครื่องแกง การผัดข้าวกับน้ำมันหรือกะทิ เป็นต้น

2) ทำให้แป้งนุ่ม ในอาหารที่ทำจากแป้ง โดยมีส่วนผสมของน้ำมันหรือกะทิเช่น ขนมชั้น ขนมเค้ก ข้าวเหนียวมูน ไขมันจะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างโมเลกุลของเม็ดแป้ง ในขนมเค้กไขมันจะถูกตีเป็นหยดเล็ก ๆ แทรกอยู่ทั่วไป ทำให้ขนมนุ่ม

3) น้ำมันและไขมันช่วยหล่อลื่นอาหาร การใช้ไขมันเป็นตัวหล่อลื่นมิให้อาหารเกาะติดภาชนะ การใช้น้ำมันพืชเป็นตัวหล่อลื่นในการทำขนมสาคูไส้หมู ข้าวเกรียบปากหม้อ เพื่อไม่ให้ขนมที่สุกแล้วเกาะติดกัน เป็นต้น

2.1.9 ข้าวกล้องทับทิมชุมแพ

ข้าวกล้อง เป็นข้าวที่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออกเท่านั้น จึงหมายถึงข้าวที่ผ่านการขัดสีเพียงครั้งเดียว ยังคงมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่มาก สารอาหารที่พบในข้าวกล้องได้แก่ วิตามินบี1 วิตามินบี2 ไนอะซิน แพนโนเทนิค รวมทั้งใยอาหารด้วย ข้าวกล้องที่บริโภคกันมีทั้งข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวกล้องจากข้าวอื่น ๆ (อบเชย และขนิษฐา, 2558)

2.1.9.1 ประวัติความเป็นมา

จากนโยบายรัฐบาลให้ปรับลดพื้นที่การผลิตข้าวในพื้นที่ไม่เหมาะสม แนวทางการเพิ่มผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่อหน่วยพื้นที่ปลูก คือส่งเสริมให้ชาวนาปลูกข้าวพันธุ์ที่ตอบสนองต่อผู้ปลูกและผู้บริโภค ซึ่ง รณชัย และคณะ (2559) ได้ทำการศึกษาพัฒนาพันธุ์ข้าวสังข์หยดพัทลุง ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ไวต่อช่วงแสง ให้สามารถปลูกได้ตลอดปีในภูมิภาคอื่น ๆ ให้ผลผลิตสูง และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยผสมพันธุ์ข้าวระหว่างข้าวเจ้าขาวดอกมะลิ105 สายพันธุ์

กลายกับข้าวเจ้าพันธุ์สังข์หยดพัทลุง ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ในฤดูนาปรัง พ.ศ. 2549 และคัดเลือกข้าวพันธุ์ผสมแบบสืบตระกูลถึงชั่วที่ 7 ได้ข้าวสายพันธุ์ SRN06008-18-1-5-7-CPA-20 คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์กรมการข้าว ได้มีมติรับรองพันธุ์ชื่อข้าวเจ้าพันธุ์ “กข69” (ทับทิมชุมแพ) โดยมีการศึกษาทดลองเป็นขั้นตอนคือ การผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ การศึกษาพันธุ์และลักษณะทางการเกษตร การเปรียบ เทียบผลผลิต การศึกษาคุณภาพเมล็ดทางกายภาพและทางเคมี การหุงต้มและรับประทาน วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ การทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว การทดสอบการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน และประเมินการยอมรับของเกษตรกร และผู้ใช้ประโยชน์ดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549-2559 พบว่า ข้าวเจ้าพันธุ์กข69 (ทับทิมชุมแพ) เป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง อายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ประมาณ 106 วัน กอตั้งตรง ความสูง 113 เซนติเมตร ลำต้นแข็งมาก ใบสีเขียว ใบแก่ช้า จำนวนเมล็ดดี 167 เมล็ดต่อรวง ในนาเกษตรกรให้ผลผลิตเฉลี่ย 598 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นข้าวเจ้าเมล็ดยาว คุณภาพการสีดี ลักษณะเด่น คือเป็นข้าวเจ้าเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง ทรงต้นเตี้ย ผลผลิตสูง คุณภาพเมล็ดและคุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระฟิโนลิก และฟลาโวนอยด์สูง และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง แนะนำให้ปลูกในพื้นที่นาน้ำฝนและนาชลประทาน โดยเฉพาะแหล่งที่มีความต้องการปลูกข้าวคุณภาพพิเศษ ข้อควรระวัง คืออ่อนแอต่อโรคขอบใบแห้ง และค่อนข้างอ่อนแอต่อโรคไหม้

2.1.9.2 ลักษณะประจำพันธุ์ ซึ่ง อุไรวรรณ และวัฒนา (2562) สรุปไว้ ดังนี้

1) เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง อายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ประมาณ 106 วัน

2) ลักษณะกอตั้งตรง ความสูงประมาณ 113 เซนติเมตร ลำต้นแข็งมาก ใบสีเขียว ปลายใบอยู่ในแนวตั้ง ใบแก่ช้า ใบธงยาว 43.6 เซนติเมตร กว้าง 2.14 เซนติเมตร มุมใบธงตั้งตรง รวงยาว 28.7 เซนติเมตร ลักษณะรวงแน่นปานกลาง คอรวงสั้น จำนวนเมล็ดดีต่อรวง 167 เมล็ด เมล็ดร่วงยาก เปลือกสีฟาง

3) ข้าวเปลือกมีความยาวเฉลี่ย 10.17 มิลลิเมตร กว้าง 2.47 มิลลิเมตร หนา 1.96 มิลลิเมตร

4) ข้าวกล้องสีแดงมีความยาวเฉลี่ย 7.75 มิลลิเมตร กว้าง 2.04 มิลลิเมตร หนา 1.74 มิลลิเมตร

5) จัดเป็นข้าวเจ้าเมล็ดยาว รูปร่างเมล็ดเรียว (อัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง 3.80) ลักษณะท้องไข่ขุ่นทั้งเมล็ด คุณภาพการสีดีได้ข้าวเต็มเมล็ดและต้นข้าวร้อยละ 49.40

6) คุณภาพการหุงต้มและรับประทานดี โดยข้าวสารหุงสุกนุ่ม ข้าวกล้องและข้าวซ้อมมือหุงสุกนุ่ม ข้าวกล้องหุงสุกมีสีแดงใสคล้ายสีของทับทิม (Ruby) ระยะพักตัวของเมล็ด 6 สัปดาห์ ผลผลิตประมาณ 797 กิโลกรัมต่อไร่

2.1.9.3 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้องทับทิมชุมแพ ในปริมาณ 100 กรัม แสดงดังตารางที่ 2.6 (กรมการข้าว, 2559) ดังนี้

ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้องทับทิมชุมแพ ในปริมาณ 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี (หน่วย)	ปริมาณ
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	367.17
โปรตีน (กรัม)	9.40
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	77.06
วิตามินบี1 (มิลลิกรัม)	0.17
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	8.01
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.34
ใยอาหาร (กรัม)	4.32
สารต้านอนุมูลอิสระรวม (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	308
สารสีแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	0.58
สารประกอบฟินอลิก (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	7,048.13
สารฟลาโวนอยด์ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	5,233.14
กรดไขมันโอเมก้า 3 (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	25.35
กรดไขมันโอเมก้า 6 (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	610.98
กรดไขมันโอเมก้า 9 (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	812.7

ที่มา : กรมการข้าว (2559)

จากผลการศึกษาของ อุไรวรรณ และวัฒนา (2562) เรื่อง ระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือกต่อปริมาณไขมัน โปรตีน และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวเก่าทับทิมชุมแพของ สรุปได้ดังนี้

1) การตรวจวัดลักษณะเมล็ดข้าวกล้องทับทิมชุมแพระหว่างข้าวเก็บเกี่ยวใหม่และข้าวเก่าพบว่า ความยาว ความกว้าง และความหนาของเมล็ดข้าวทั้งข้าวใหม่และข้าวเก่ามีค่าไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับน้ำหนักเมล็ดในข้าวเก่าและข้าวใหม่มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 19.76-20.12 กรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

2) ข้าวเก่าจะมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าข้าวใหม่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีในข้าวเก่า ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และปริมาณเถ้ามีค่าสูงกว่าข้าวใหม่

3) ปริมาณกรดไขมันอิสระในข้าวทับทิมชุมแพ พบว่าข้าวกล้องเก่า มีค่าเท่ากับ 28.2 กรัม/100 กรัม สูงกว่าข้าวกล้องใหม่ ที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 21.8 กรัม/100 กรัม ($P<0.05$)

4) ปริมาณอะไมโลสของข้าวใหม่และข้าวเก่าทับทิมชุมแพ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยปริมาณอะไมโลสอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 15.16-15.46 ปริมาณอะไมโลสในข้าวที่เก็บไว้นานยังคงอยู่ในช่วงอะไมโลสต่ำ ดังนั้นการเก็บรักษาข้าวจึงไม่มีผลต่อปริมาณอะไมโลส

5) ความคงตัวของแป้งสุกและค่าการสลายตัวในด่าง ในข้าวทับทิมชุมแพทั้งข้าวใหม่และข้าวเก่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าข้าวมีค่าความคงตัวแป้งสุกไม่แตกต่างกัน

6) ระยะเวลาหุงสุกของข้าวใหม่ทับทิมชุมแพ เท่ากับ 26.33 นาที ส่วนข้าวเก่าทับทิมชุมแพ ใช้เวลา 29.35 นาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยข้าวใหม่จะใช้เวลาหุงสุกน้อยกว่าข้าวเก่า

7) ปริมาณแร่ธาตุเหล็กในข้าวทับทิมชุมแพใหม่และข้าวเก่า มีค่าเท่ากับ 7.10 และ 7.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

8) ปริมาณสารประกอบฟินอลิกในข้าวใหม่ทับทิมชุมแพและข้าวเก่า มีค่าเท่ากับ 30.82 และ 17.65 มก.สมมูลกรดแกลลิก/กรัม ตามลำดับ โดยข้าวกล้องใหม่มีค่าสูงกว่าข้าวกล้องเก่า 1.75 เท่า ขณะที่ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในข้าวกล้องใหม่และข้าวกล้องเก่า พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.34 และ 0.16 มก.สมมูลเคทิชินต่อ 100 กรัม ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

9) กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของข้าวทับทิมชุมแพ โดยวิธี DPPH assay ในข้าวกล้องใหม่และข้าวกล้องเก่า มีค่า IC50 เท่ากับ 0.0139 และ 0.0588 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนวิธี ABTS assay ให้ค่า IC50 เท่ากับ 0.0113 และ 0.0254 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ ข้าวใหม่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าข้าวเก่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สิริมนต์ และพรเพ็ญ (2558) ทำการศึกษาการพัฒนาขนมเรไรเสริมแคลเซียม การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมของขนมเรไร 2) ศึกษาปริมาณไตรแคลเซียมฟอสเฟตที่เหมาะสมในการผลิตขนมเรไรเสริมแคลเซียม และ 3) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเรไรเสริมแคลเซียมโดยการวิเคราะห์ทางเคมีอาหาร ผลของการเปรียบเทียบขนมเรไร 3 สูตรพื้นฐานโดยการยอมรับทางประสาทสัมผัส (9 point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม พบว่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เลือกสูตรที่ 2 ซึ่งมีปริมาณหางกะทิมากกว่าสูตรอื่นและได้รับการยอมรับโดยรวมมากที่สุด นำมาพัฒนาโดยการเสริมแคลเซียมด้วยไตรแคลเซียมฟอสเฟตในระดับร้อยละ 12 15 20 25 และ 30 ตามลำดับ ขนมเรไรเสริมแคลเซียมร้อยละ 12 ได้รับการยอมรับโดยรวมมากที่สุด ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นเป็น 128.16 มิลสิกรัม/หนึ่งหน่วยบริโภค

ปรียานุช และสมิทธ์ (2560) ทำการศึกษาปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร และเพื่อศึกษาปริมาณผงมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรในปริมาณต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 25, 50 และ 75 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 80 คน เป็นอาจารย์และนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

(DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรที่ระดับร้อยละ 25 มากที่สุด ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 8.38, 8.38, 8.19, 8.21, 8.16 และ 8.36 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความซอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุภสิทธิ และณัฐดนัย (2560) ทำการศึกษาเรื่องการใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในเส้นพาสต้า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของเส้นพาสต้า และศึกษาปริมาณการใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในเส้นพาสต้า 3 ระดับ คือร้อยละ 20, 40 และ 60 ของน้ำหนักแป้งสาลี วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ทำการทดลองโดยใช้ผู้ทดสอบชิม ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) และ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พบว่าสูตรที่ 3 ได้รับการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 7.28, 7.23, 7.00 และ 7.23 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ส่วนด้านรสชาติและเนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรที่ 1 โดยมีค่าเฉลี่ย 6.83 และ 7.03 อยู่ในระดับความชอบปานกลาง จึงได้นำสูตรที่ 3 มาศึกษาการใช้แป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในเส้นพาสต้า พบว่าปริมาณแป้งข้าวทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลี ที่ระดับร้อยละ 20 ได้รับการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยได้ค่าเฉลี่ย 7.74, 7.76, 7.68, 7.75, 7.74 และ 7.88 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกด้าน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อังคณา และอภิชญา (2560) ศึกษาขนมทองม้วนสดเสริมข้าวทับทิมชุมแพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมทองม้วนสด และ 2) ศึกษาปริมาณข้าวทับทิมชุมแพที่เสริมในขนมทองมัวนสด โดยทำการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมทองม้วนสด จำนวน 3 สูตร โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 โดยวิธี Least Significant Difference (LSD) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พบว่าสูตรที่ 3 ได้รับการยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ย 7.43, 7.53, 7.25, 7.53, 7.45 และ 7.65 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่าด้านลักษณะ

ปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านกลิ่น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลการศึกษาปริมาณข้าวทับทิมชุมแพที่เสริมในขนมทองม้วนสด ในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือร้อยละ 9, 12 และ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด โดยหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบ Duncan New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 80 คน พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับสูตรเสริมข้าวทับทิมชุมแพในขนมทองม้วนสด ที่ระดับร้อยละ 12 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ย 8.10, 8.00, 8.23, 8.17, 8.05 และ 8.13 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พนัชกร (2561) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเรไรโดยทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งแก่นตะวัน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร 2) ศึกษาขั้นตอนการเตรียมแป้งแก่นตะวัน 3) ศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งแก่นตะวันในขนมเรไร 4) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมเรไรสูตรทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งแก่นตะวัน และ 5) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเรไรสูตรพื้นฐานและสูตรทดแทนด้วยแป้งแก่นตะวัน พบว่าสูตรพื้นฐานขนมเรไรที่ทดแทนด้วยแป้งแก่นตะวัน จำนวน 4 ระดับคือ 15:85, 20:80, 25:75 และ 30:70 พบว่าคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม และลักษณะปรากฏ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.5$) โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบลดลงทุก ๆ คุณลักษณะที่มีอัตราส่วนของแป้งแก่นตะวันเพิ่มมากขึ้น โดยขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งแก่นตะวัน ที่ร้อยละ 20:80 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด การยอมรับด้านสีจากธรรมชาติพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับสีเขียวจากใบเตยมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสในด้านต่าง ๆ คือ ด้านลักษณะปรากฏ ด้านองค์ประกอบในส่วนผสม ด้านประโยชน์กับสุขภาพ ด้านกลิ่น ด้านความชอบโดยรวม ด้านเนื้อสัมผัส และด้านรสชาติ อยู่ในระดับคะแนนชอบมากทุกด้าน ส่วนใหญ่รู้จักและเคยรับประทานขนมเรไรดั้งเดิม เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นดีต่อสุขภาพ ให้การยอมรับหลังทดลองรับประทานขนมเรไร จำนวนปริมาณที่เหมาะสมสำหรับบรรจุคือ 15 กรัม/ 4 ชิ้น ราคาที่เหมาะสมคือ 30 บาท ต่อ 1 หน่วยบรรจุภัณฑ์ มีความสนใจเมื่อผลิตภัณฑ์มีการวางจำหน่าย ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเรไรสูตรทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งแก่นตะวันพบว่า องค์ประกอบทางเคมีในด้านอินนูลินสูตรทดแทนมีปริมาณ 12.26 กรัม ด้านความชื้น ด้านคาร์โบไฮเดรต และด้านเถ้าสูตรพื้นฐานมีมากกว่าสูตรทดแทน และด้านโปรตีน ด้านไขมัน และด้านเส้นใยสูตรทดแทนมีสูงกว่าสูตรพื้นฐาน เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่า ความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใยทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.5$)

ฤทธิพันธ์ และคณะ (2561) ศึกษาผลของพีเอชต่อการสกัดแอนโธไซยานิน และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวทับทิมชุมแพ พบว่าข้าวทับทิมชุมแพมีองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น ดังนี้ ปริมาณความชื้น 11.31±0.05% โปรตีน 10.66±0.17% ไขมัน 2.43±0.12% เถ้า 1.37±0.05% ไฟเบอร์

1.77±0.09% และคาร์โบไฮเดรท 72.28±0.26% เมื่อนำข้าวทับทิมชุมแพมาสกัดด้วย 50%เอทานอล โดยปรับ pH ด้วยกรดอะซิติก 3 สภาวะคือ pH 3 pH 5 และ pH 7 ในอัตราส่วน 1 ต่อ 5 (ข้าวทับทิมชุมแพ:ตัวทำละลาย) เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง พร้อมเขย่า พบว่าสารสกัดหยาบ pH 3 มีลักษณะข้นหนืด สีน้ำตาลอ่อน มีร้อยละของผลผลิต (%yield) สูงสุดเท่ากับ 3.56 ในขณะที่สารสกัดหยาบ pH 5 และ pH 7 มีลักษณะข้น หนืด และสีน้ำตาล มีร้อยละของผลผลิตเท่ากับ 1.04 และ 1.32 ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ผลการทดลองพบว่า สภาวะสกัดที่ pH 5 มีปริมาณฟีนอลิกสูงสุดเท่ากับ 613.77±10.49 mgGAE/100g sample extract รองลงมาคือ pH 7 และ pH 3 สำหรับปริมาณแอนโธไซยานิน พบว่า สภาวะที่ pH ต่างกันมีผลต่อปริมาณแอนโธไซยานิน โดยการสกัดที่สภาวะ pH 3 มีปริมาณแอนโธไซยานินสูงที่สุดเท่ากับ 10.99 g/100g crude extract รองลงมาคือ pH5 (7.65 g/100g crude extract) และ pH7 (6.18 g/100g crude extract) ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะกรดที่ใช้สกัดมีผลในการย่อยผนังเซลล์พืชส่งผลให้สารแอนโธไซยานินมีปริมาณสูงขึ้น สรุปได้ว่า ข้าวทับทิมชุมแพที่สกัดด้วย 50% เอทานอล โดยปรับ pH ด้วยกรดอะซิติก pH เท่ากับ 3 เป็นสภาวะที่ให้ร้อยละผลผลิตปริมาณแอนโธไซยานิน และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1.1 แป้งข้าวเจ้า ตราช้างสามเศียร
3.1.1.2 แป้งท้าวยายม่อม ตราปลาดาว
3.1.1.3 แป้งมันสำปะหลัง ตราปลาดาว
3.1.1.4 แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพ ศูนย์วิจัยข้าวขอนแก่น
3.1.1.5 น้ำมันถั่วเหลือง ตราองุ่น
3.1.1.6 กะทิกล่อง ตราอัมพวา
3.1.1.7 เกลือป่นไทย

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.2.1 เครื่องชั่งดิจิตอล SF-400A ทศนิยม 5 ตำแหน่ง
3.1.2.2 เตาแก๊ส Berjaya
3.1.2.3 ลังถึง เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 32 นิ้ว
3.1.2.4 กระทะทองเหลือง เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 16 นิ้ว
3.1.2.5 อ่างผสมสแตนเลส
3.1.2.6 ถาดอลูมิเนียม
3.1.2.7 พิมพ์ไม้กดเรไร
3.1.2.8 ช้อนตวง
3.1.2.9 ผ้าขาวบาง
3.1.2.10 นาฬิกาจับเวลา
3.1.2.11 กระชอนตาถี่
3.1.2.11 พายไม้

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร

ผู้ศึกษาคัดเลือกสูตรพื้นฐานขนมเรไร จำนวน 3 สูตร (ภาคผนวก ก) วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ (การจับตัวเป็นเส้น) สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมคือ นักศึกษาซึ่งไม่ผ่านการฝึกฝนการชิมจำนวน 40 คน สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สูตรพื้นฐานขนมเรไร จำนวน 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการทำขนมเรไรสูตรพื้นฐานที่ 1-3 แสดงดังแผนภูมิที่ 3.1-3.3 ดังนี้

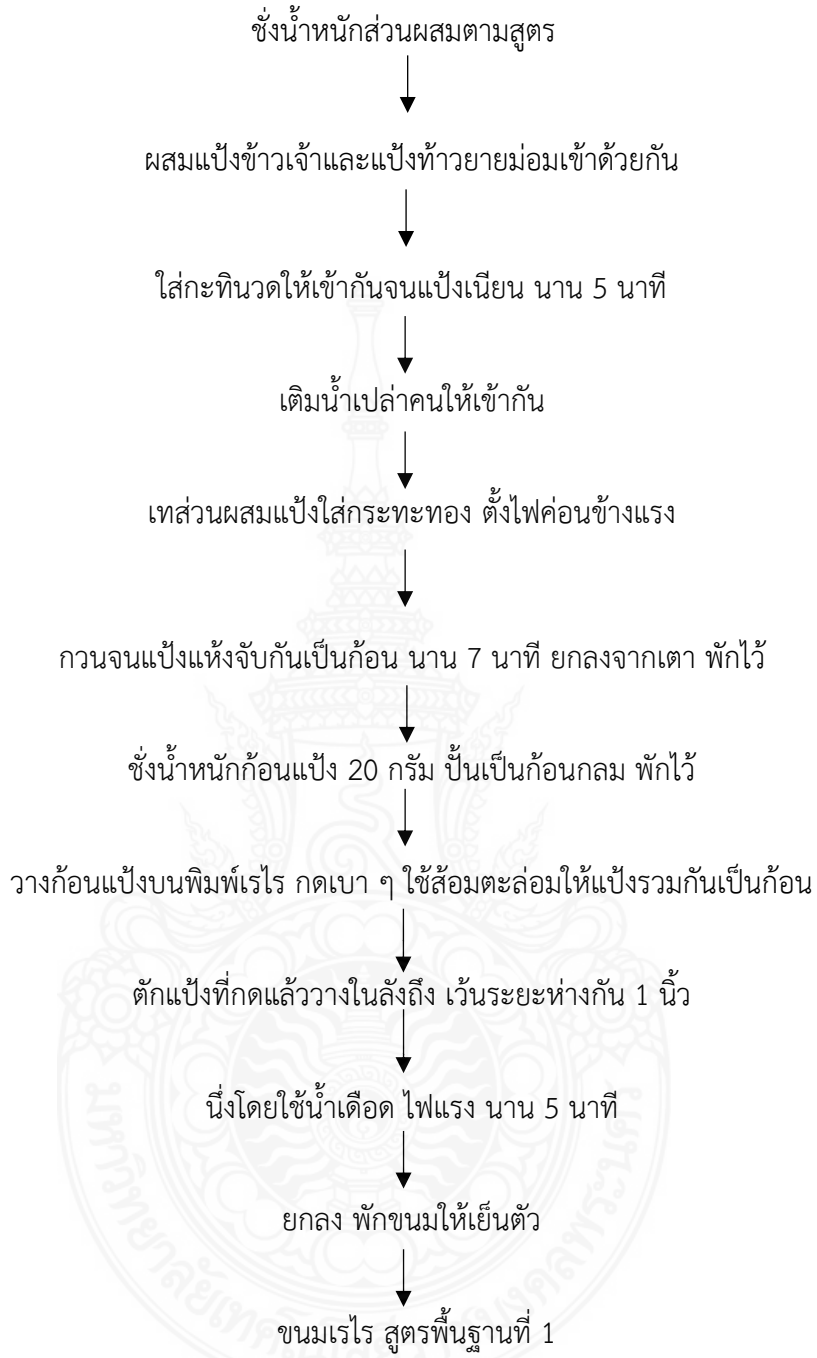
ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานขนมเรไร จำนวน 3 สูตร

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ตัวขนม			
แป้งข้าวเจ้า	200	200	200
แป้งท้าวยายม่อม	24	30	12
แป้งมันสำปะหลัง	-	-	12
กะทิ	240	240	-
น้ำมันถั่วเหลือง	-	-	30
น้ำเปล่า	300	260	480
หน้าขนม			
กะทิ	240	480	300
มะพร้าวทึนทึก	100	200	100
เกลือป่น	2	4	5
น้ำตาลทราย	50	50	60
งาขาว	25	25	40

ที่มา : สูตรที่ 1 ดัดแปลงจาก จันทร (2525)

สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก มาลินี (2562)

สูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก ดรุณี (2546)

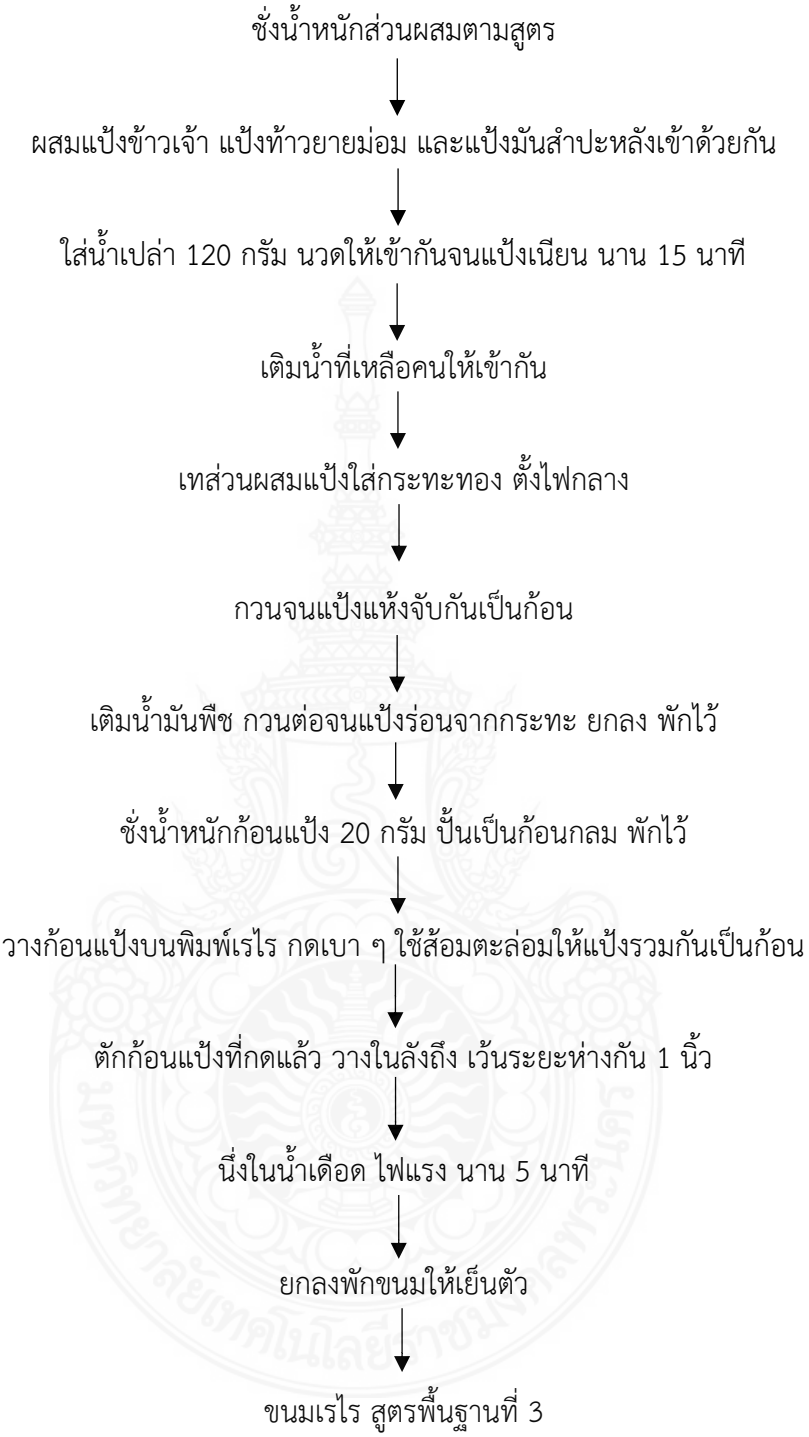


แผนภูมิที่ 3.1 ขั้นตอนการทำขนมเรไร สูตรพื้นฐานที่ 1

ที่มา : ดัดแปลงจาก จันทร (2525)

แผนภูมิที่ 3.2 ขั้นตอนการทำขนมเรไร สูตรพื้นฐานที่ 2

ที่มา : ดัดแปลงจาก มาลินี (2562)



แผนภูมิที่ 3.3 ขั้นตอนการทำขนมเรไร สูตรพื้นฐานที่ 3

ที่มา : ดัดแปลงจาก ดรุณี (2546)

3.2.2 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร

นำสูตรพื้นฐานขนมเรไรที่ผ่านการคัดเลือกจากขั้นตอนที่ 3.2.1 มาทำการศึกษาขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 40, 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ (การจับตัวเป็นเส้น) สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมคือ นักศึกษาซึ่งไม่ผ่านการฝึกฝนการชิมจำนวน 40 คน สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.3.1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร จำนวน 3 สูตร มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 โดยวิธี Least Significant Difference (LSD) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.2.3.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ มาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 โดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.2.4 สถานที่ดำเนินการทดลอง

3.2.4.1 ห้องปฏิบัติการอาหาร 1305 อาคารโชติเวช คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.4.2 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.5 ระยะเวลาการดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้เริ่มตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน 2564 – เดือนกุมภาพันธ์ 2565

บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร

ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร จำนวน 3 สูตร (ภาคผนวก ก) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาซึ่งไม่ผ่านการฝึกฝนการชิม สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis Of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 โดยวิธี Least Significant Difference (LSD) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส และค่าความแตกต่างของขนมเรไรสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของขนมเรไรสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส และค่าความแตกต่างของขนมเรไรสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่าง**		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ลักษณะปรากฏ	6.87^{b}±0.90	7.93^{a}±0.87	**7.80^{a}±1.06**
สี	7.67^{a}±0.96	7.53^{a}±0.97	**7.40^{a}±1.04**
กลิ่น	7.60^{a}±1.28	7.20^{a}±1.19	**7.27^{a}±1.01**
เนื้อสัมผัส	7.00^{b}±1.05	6.80^{b}±1.19	**7.67^{a}±1.21**
ความชอบโดยรวม	7.13^{b}±1.22	7.27^{b}± 0.94	**7.93^{a}±0.87**

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส และค่าความแตกต่างของขนมเรไรสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรพื้นฐานขนมเรไรสูตรที่ 3 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.80, 7.40, 7.27, 7.67 และ 7.93 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่าคุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นด้านสี และกลิ่น

ตารางที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพของขนมเรไรสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**ลักษณะทางกายภาพของขนมเรไร**		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ลักษณะปรากฏ	รูปทรงแบน เส้นเละ ไม่อยู่ตัว	รูปทรงแบน เส้นอยู่ตัวปานกลาง	รูปทรงกลมนูน เส้นอยู่ตัวดี
สี	สีขาวนวล	สีขาวนวล	สีขาวนวล
กลิ่น	หอมกลิ่นแป้งสุก	หอมกลิ่นแป้งสุก	หอมกลิ่นแป้งสุก
เนื้อสัมผัส	นุ่มมาก	นุ่มปานกลาง	นุ่มเหนียว
ความชอบโดยรวม	ชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย ถึงชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง ถึงชอบมาก

จากตารางที่ 4.2 ลักษณะทางกายภาพของขนมเรไรสูตรพื้นฐาน ในด้านลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัส พบว่าสูตรที่ 3 ขนมเรไรมีรูปทรงกลมนูน เป็นเส้นอยู่ตัวดี เนื้อสัมผัสนุ่มเหนียว สูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ขนมมีรูปทรงแบน โดยสูตรที่ 2 ลักษณะของขนมเรไรเป็นเส้นอยู่ตัวปานกลาง เนื้อสัมผัสนุ่มปานกลาง ส่วนสูตรที่ 1 ลักษณะเส้นเละ ไม่อยู่ตัว เนื้อสัมผัสนุ่มมาก สำหรับคุณภาพด้านสี และกลิ่นของขนมเรไรสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร มีสีขาวนวลจากสีของแป้งที่ใช้ และมีกลิ่นหอมของแป้งสุกไม่แตกต่างกัน ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงเลือกขนมเรไรสูตรพื้นฐานที่ 3 เป็นสูตรทดลองในการศึกษาขั้นตอนต่อไป ขนมเรไรสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร แสดงดังภาพที่ 4.1 ดังนี้

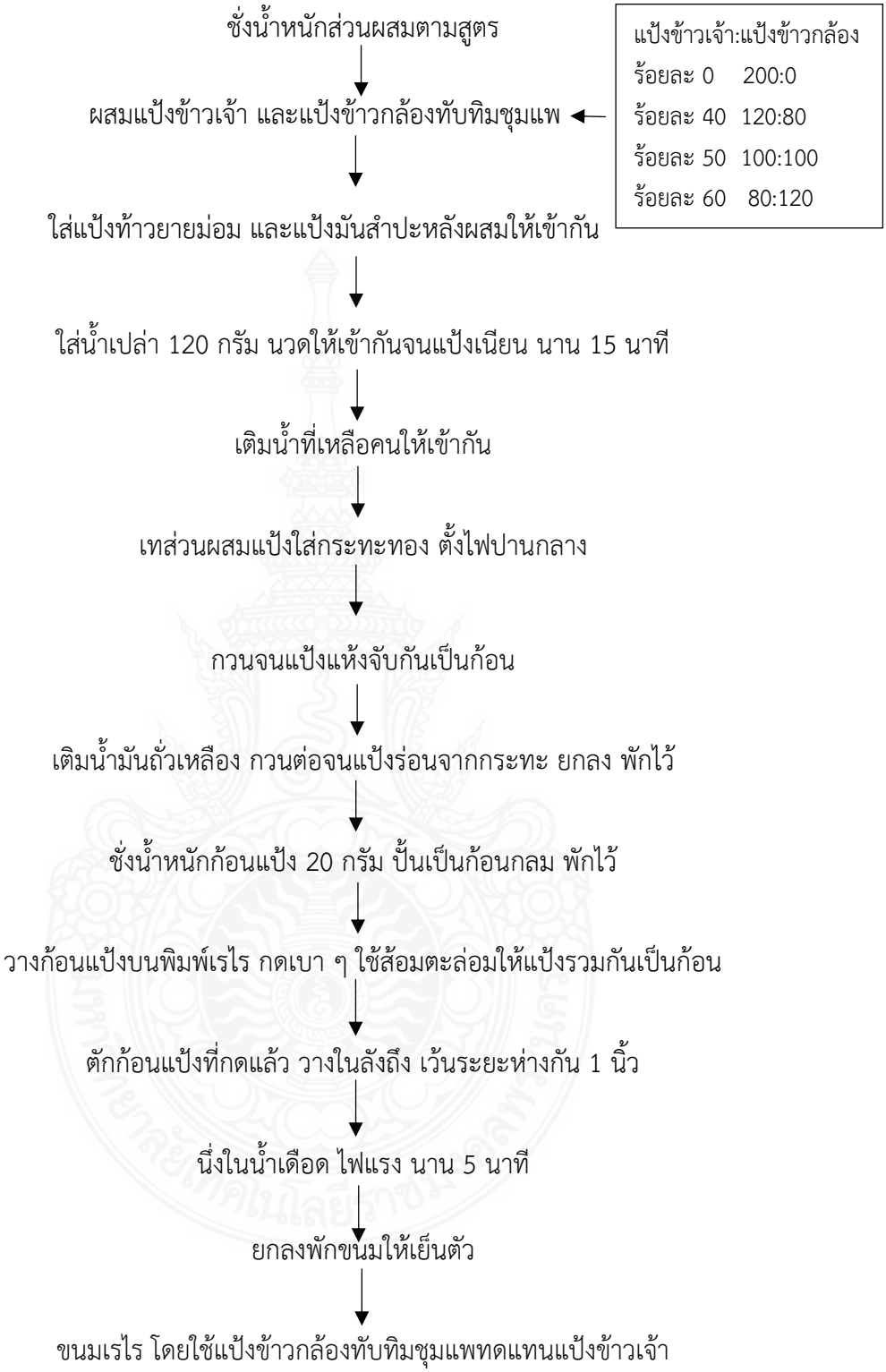
ภาพที่ 4.1 ขนมเรไรสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร

4.2 ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร

การศึกษาในขั้นตอนนี้ นำสูตรพื้นฐานขนมเรไรสูตรที่ 3 ที่ได้รับการยอมรับจากการศึกษาในขั้นตอนที่ 4.1 มาทำการศึกษาขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือร้อยละ 0, 40, 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนการชิม จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ การใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.3 ขั้นตอนการใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรในปริมาณที่แตกต่างกัน แสดงดังแผนภูมิที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส และค่าความแตกต่างการใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร ในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 การใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ

วัตถุดิบ (ตัวขนม)	**น้ำหนักวัตถุดิบ (กรัม)**			
	ร้อยละ 0	**ร้อยละ 40**	**ร้อยละ 50**	**ร้อยละ 60**
แป้งข้าวเจ้า	**200**	**120**	**100**	**80**
แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพ	**-**	**80**	**100**	**120**
แป้งท้าวยายม่อม	12	12	12	12
แป้งมันสำปะหลัง	12	12	12	12
น้ำมันถั่วเหลือง	30	30	30	30
น้ำเปล่า	480	480	480	480



แผนภูมิที่ 4.1 ขั้นตอนการใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร ในปริมาณที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส และค่าความแตกต่างการใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่าง			
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	ร้อยละ 60
ลักษณะปรากฏ	8.00^{ab}±0.85	**8.60^{a}±0.63**	7.87^{b}±0.92	7.33^{b}±1.23
สี	7.80^{ab}±1.21	**8.20^{a}±0.56**	7.47^{b}±0.64	7.20^{b}±0.78
กลิ่น	7.87^{ab}±0.99	**8.40^{a}±0.63**	7.33^{b}±1.45	7.60^{ab}±1.12
เนื้อสัมผัส	7.73^{ab}±0.96	**8.33^{a}±0.72**	7.07^{bc}±1.16	6.93^{c}±1.10
ความชอบโดยรวม	8.33^{a}±0.82	**8.67^{a}±0.49**	7.53^{b}±1.19	7.47^{b}±1.25

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4.4 ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่แตกต่างกันจำนวน 4 ระดับ คือร้อยละ 0, 40, 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับปริมาณแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร ที่ระดับร้อยละ 40 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 8.60, 8.20, 8.40, 8.33 และ 8.67 ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบมากถึงมากที่สุด และพบว่า ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ลักษณะทางกายภาพของขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.5 ดังนี้

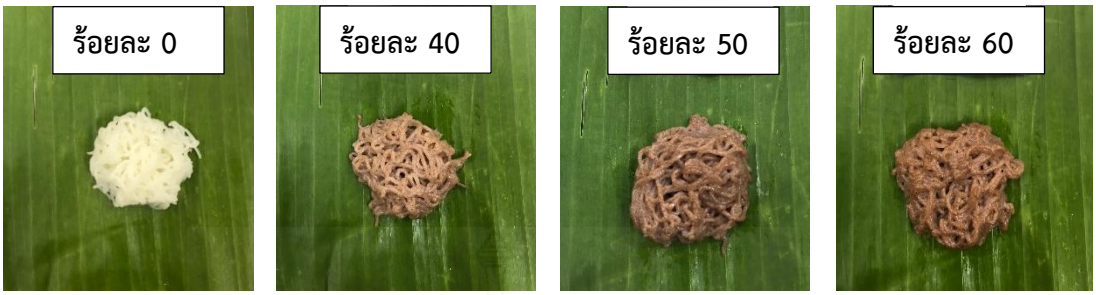
ตารางที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ลักษณะทางกายภาพของขนมเรไร			
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	ร้อยละ 60
ลักษณะปรากฏ	รูปทรงกลมนูนเป็นเส้นชัดเจน	รูปทรงกลมนูนเป็นเส้นชัดเจน	รูปทรงค่อนข้างแบนเส้นเริ่มแฉะ	รูปทรงแบนเส้นแฉะเกาะตัวกัน
สี	สีขาวนวล	สีน้ำตาลอ่อนอมชมพู	สีน้ำตาลเข้มขึ้น	สีน้ำตาลเข้ม

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ลักษณะทางกายภาพของขนมเรไร			
	ร้อยละ 0	**ร้อยละ 40**	**ร้อยละ 50**	**ร้อยละ 60**
กลิ่น	กลิ่นแป้งสุก	หอมกลิ่นแป้งข้าวกล้องเล็กน้อย	หอมกลิ่นแป้งข้าวกล้องเพิ่มขึ้น	หอมกลิ่นแป้งข้าวกล้องเพิ่มขึ้น
เนื้อสัมผัส	นุ่มเหนียว	นุ่มเหนียว	นุ่มมากขึ้น	นุ่มเปื่อย
ความชอบโดยรวม	ชอบมาก	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบปานกลาง

จากตารางที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่เพิ่มขึ้น พบว่าลักษณะปรากฏของขนมจะเปลี่ยนจากรูปทรงกลมนูนเป็นค่อนข้างแบน และลักษณะของเส้นเริ่มแฉะ ความนุ่มเหนียวของเนื้อสัมผัสของขนมจะลดลง สีของตัวขนมจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลอ่อน และสีน้ำตาลเข้มขึ้น มีกลิ่นหอมของแป้งข้าวกล้องเพิ่มขึ้น จากการศึกษาขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้า ที่ระดับร้อยละ 40 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า พบว่าขนมเรไรยังคงมีรูปทรงกลมนูน เป็นเส้นสวย สีน้ำตาลอ่อนอมชมพู มีกลิ่นหอมของข้าวกล้องเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนุ่มเหนียวตามลักษณะที่ดีของขนมเรไร แต่เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพมากขึ้นทำให้ขนมลดความอยู่ตัวลง ความนุ่มเหนียวลดลง เนื้อสัมผัสเหลวและไม่เป็นเส้นชัดเจน มีผลต่อความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบชิมลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากแป้งข้าวกล้องผลิตได้จากการบดเมล็ดข้าวเจ้าที่ผ่านการขัดสีเพียงครั้งเดียว ยังคงมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่มาก (อบเชย และขนิษฐา, 2559) เมื่อนำใช้มาทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรจึงมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของขนมมีความนุ่มเหนียวลดลงเนื่องจากเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) จะดูดน้ำไว้ทำให้การเกิดเจลของแป้งข้าวเจ้าลดลง นอกจากนี้ ข้าวกล้องทับทิมชุมแพยังมีปริมาณอะไมโลสต่ำ เมื่อหุงสุกจะนุ่มมาก (อุไรวรรณ และวัฒนา, 2562) เมื่อนำข้าวกล้องทับทิมชุมแพมาบดเป็นแป้งจึงมีผลต่อความนุ่มเหนียวและการจับตัวเป็นเส้นของขนมเรไร ดังนั้น จึงเลือกสูตรขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้า ที่ระดับร้อยละ 40 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับในการศึกษาทดลองในครั้งนี้ ขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ แสดงดังภาพที่ 4.2 ดังนี้



ภาพที่ 4.2 ขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร จำนวน 3 สูตร พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับสูตรพื้นฐานขนมเรไรสูตรที่ 3 ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 7.80, 7.40, 7.27, 7.67 และ 7.93 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง และพบว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นด้านสี และกลิ่น มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.1.2 ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร ในปริมาณที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 40, 50 และ 60 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพที่ระดับร้อยละ 40 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้าในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 8.60, 8.20, 8.40, 8.33 และ 8.67 ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบมากถึงมากที่สุด และพบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกด้านขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่แตกต่างกันจำนวน 4 ระดับมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่แตกต่างกัน

5.2.2 ศึกษาอัตราส่วนของเหลวต่อแป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรเพื่อใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพในปริมาณที่เพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์. (2563). **ขนมไทยจากไข่**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). ขอนแก่น, ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซีดี คอนแทคท์.

กรมการข้าว. (2559). [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2564, จาก http://www.ricethailand.go.th/

กรมการค้าต่างประเทศ. (2560). **มันสำปะหลังคืออะไร**. ค้นเมื่อ 21 กุมภาพันธ์ 2565, จาก https://www.tapiocathai.org/C.html

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2547). **อาหารจากมะพร้าว**. กรุงเทพฯ, สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี.

กองโภชนาการ. (2544). **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. นนทบุรี, โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2543). **เทคโนโลยีของแป้ง.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. (2546). **เทคโนโลยีของแป้ง.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขนมเรไร รังไร ขนมไทยในพระราชนิพนธ์. (2564). ค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2565, จาก https://bit.ly/368zjW1

เครือวัลย์ ศิริพงษ์. (2554). **ขนมไทยเลิศรส.** กรุงเทพฯ, คลื่นอักษร.

จริยา เดชกุญชร. (2554). **ขนมไทยเล่ม 1**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ, เพชรการเรือน.

จันทร ทศานนท์. (2525). **อาหารไทย ขนมไทย.** กรุงเทพฯ, ม.ป.ท.

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์. (2560). **เบเกอรี.** กรุงเทพฯ, โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ดรุณี อุ่นศิวิไลย์. (2546). **เอกสารประกอบการเรียนวิชาขนมไทย.** สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น, ขอนแก่น. (อัดสำเนา).

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2557). **เคมีอาหาร.** (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ, โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

นิทัศน์ สิทธิวงศ์ และคณะ. (2559). ข้าวเจ้าพันธุ์ กข65. **วารสารวิชาการข้าว,** 7(2), 11-29.

ปรียานุช พวงทอง และสมิทธ์ รักษ์สมิทธ์สันติ. (2560). **การศึกษาปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร.** โครงงานพิเศษปริญญาตรี. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

พนัชกร สุทธไชย. (2561). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเรไรโดยทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งแก่นตะวัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (ม.ป.ป.) **บทบาทของน้ำในอาหาร.** ค้นเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2564, จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1794/บทบาทของน้ำในอาหาร-roles-of-water-in-food

พัชรินทร์ รักถาวร. (2542). **การผลิตและปรับปรุงคุณภาพไอศกรีมกะทิสดลดไขมัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มาลินี เก่งงาน. (2562). **เอกสารประกอบการเรียนวิชาขนมไทย.** สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ. วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี, ปทุมธานี.

รณชัย ช่างศรี และคณะ. (2559). ข้าวเจ้าพันธุ์ กข69 (ทับทิมชุมแพ). **วารสารวิชาการข้าว,** 7(2), 31- 46.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2557). **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ, นานมีบุ๊คส์.

ฤทธิพันธ์ รุ่งเรือง และคณะ. (2561). ผลของพีเอชต่อการสกัดแอนโธไซยานิน และสารต้านอนุมูลอิสระของข้าวทับทิมชุมแพ. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร,** 49(2), (พิเศษ) (มกราคม-เมษายน), 225-228.

วรรณา ตั้งเจริญชัย. (2542). **กะทิและผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ, ม.ป.ท.

ศรีสมร คงพันธุ์. (2547). **อาหารคาวหวาน 1.** กรุงเทพฯ, แสงแดด.

สิริมนต์ ชายเกตุ และพรเพ็ญ มรกตจินดา. (2558). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเรไรเสริมแคลเซียม. **วารสารวิทยาศาสตร์**, 34(2), 87-96**.**

สุภสิทธิ กระทุ่มเขต และณัฐดนัย สมมีทรัพย์. (2560). **การใช้แป้งทับทิมชุมแพทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในเส้นพาสต้า.** โครงงานพิเศษปริญญาตรี สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. (2544). **หลักการประกอบอาหาร.** กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

_____. (2556). **หลักการประกอบอาหาร.** (พิมพ์ครั้งที่ 10). (ปรับปรุง). กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

_____. (2558). **หลักการประกอบอาหาร.** (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. (2559). **หลักการประกอบอาหาร.** (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อุไรวรรณ วัฒนกุล และวัฒนา วัฒนกุล. (2562). **ระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวเปลือกต่อปริมาณไขมัน โปรตีน และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวเก่าทับทิมชุมแพ.** รายงานการวิจัย ทุนสนับสนุนงบประมาณการวิจัยเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

อังคณา ลมพัด และอภิชญา โตพิบูลย์พงศ์. (2560). **ขนมทองม้วนสดเสริมข้าวทับทิมชุมแพ.** โครงงานพิเศษปริญญาตรี สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

Hui, Y. L., C. I. Ong, N. A. Aziz, F. S. Taip and N. Muda. (2009). Preliminary Work on CoConut Milk Fouling Deposits Study. **IJET.** 6(10), 8-13.

ภาคผนวก

\

ภาคผนวก ก

สูตรพื้นฐานขนมเรไร สูตรที่ 1-3

สูตรขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้า (ที่ระดับร้อยละ 40)

สูตรพื้นฐานขนมเรไร (สูตรที่ 1)

ส่วนผสม (ตัวแป้ง)

แป้งข้าวเจ้า	2	ถ้วยตวง	200	กรัม
แป้งท้าวยายม่อม	¼	ถ้วยตวง	24	กรัม
กะทิ	1	ถ้วยตวง	240	กรัม
น้ำเปล่า	1 ¼	ถ้วยตวง	300	กรัม
กลิ่นมะลิ	½	ช้อนชา	4	กรัม

ส่วนผสม (หน้าขนม)

หัวกะทิ	240	กรัม
มะพร้าวทึนทึก	100	กรัม
เกลือ	2	กรัม
น้ำตาลทราย	50	กรัม
งาขาว	25	กรัม

วิธีทำ

1. นวดแป้งทั้ง 2 ชนิดกับน้ำกะทิ 1 ถ้วยตวง จนแป้งนุ่มแล้วคลายแป้งด้วยน้ำ (ลักษณะแป้งไม่เป็นเม็ด ข้นขลุกขลิก)
2. เทแป้งใส่กระทะทอง ตั้งไฟค่อนข้างแรง กวนจนแป้งแห้งจับก้อนกลิ้งได้ ยกลงเทใส่ชามทิ้งไว้จนแป้งอุ่นมือ
3. แล้วปั้นเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว จนหมดแป้ง
4. ฉีกใบตองหยาบ ๆ วางบนลังถึงทากะทิให้ทั่ว
5. เตรียมพิมพ์เรไรให้สะอาด ใช้แป้งนวลทาในพิมพ์จนทั่วหยิบแป้ง
6. ใส่พิมพ์กดเบา ๆ ระหว่างกดใช้ส้อมคอยตะล่อมแป้งให้เข้ากัน
7. ตักแป้งที่กดแล้วหยิบออกจากพิมพ์วางบนลังถึงให้ระยะห่างกันเล็กน้อยจนเต็มลังถึง
8. ปิดฝาตั้งบนน้ำเดือดนึ่งนาน 5 นาที ยกลงทิ้งไว้ให้เย็นตัว

ที่มา : ดัดแปลงจาก จันทร (2525)

สูตรพื้นฐานขนมเรไร (สูตรที่ 2)

ส่วนผสม (ตัวแป้ง)

แป้งข้าวเจ้า	200	กรัม
แป้งท้าวยายม่อม	30	กรัม
กะทิ	240	กรัม
น้ำเปล่า	260	กรัม
กลิ่นมะลิ	½	ช้อนชา

ส่วนผสม (หน้าขนม)

หัวกะทิ	480	กรัม
มะพร้าวทึนทึก	200	กรัม
เกลือ	4	กรัม
น้ำตาลทราย	50	กรัม
งาขาว	25	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งท้าวยายม่อมทั้งหมดเข้าด้วยกัน
2. ใส่กะทินวดให้เข้ากันจนแป้งเนียน เติมน้ำผสมกลิ่นมะลิคนให้เข้ากัน
3. ตั้งไฟปานกลาง กวนจนแป้งสุกประมาณ 70%
4. แบ่งแป้งเป็นก้อนกลมขนาดเท่า ๆกัน
5. วางแป้งที่ปั้นบนพิมพ์เรไร ค่อย ๆ กดจนหมดก้อนแป้งขณะที่กดใช้ส้อมตะล่อมให้แป้งเป็นวงกลมใช้ส้อมหรือปลายมีดแซะออกจากพิมพ์
6. วางในลังถึงที่ปูใบตอง หรือผ้าขาวบางเตรียมไว้แล้ว
7. ตั้งน้ำเดือดไฟแรง 5 นาที จากนั้นยกลงจัดใส่จาน

ที่มา : ดัดแปลงจาก มาลินี (2562)

สูตรพื้นฐานขนมเรไร (สูตรที่ 3)

ส่วนผสม (ตัวแป้ง)

แป้งข้าวเจ้า	2	ถ้วยตวง	200	กรัม
แป้งท้าวยายม่อม	1 ½	ช้อนชา	12	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	1 ½	ช้อนชา	12	กรัม
น้ำเปล่า	2	ถ้วยตวง	480	กรัม
น้ำมันถั่วเหลือง	2	ช้อนโต๊ะ	30	กรัม

ส่วนผสม (หน้าขนม)

หัวกะทิ	300	กรัม
มะพร้าวทึนทึก	100	กรัม
เกลือ	5	กรัม
น้ำตาลทราย	60	กรัม
งาขาว	40	กรัม

วิธีทำ

1. นำแป้งทั้ง 3 ชนิด ผสมเข้าด้วยกันค่อย ๆ
2. ใส่น้ำนวด 15 นาที จึงใส่น้ำจนหมด
3. นำไปตั้งไฟกลาง คนจนแป้งแห้งจับตัวเป็นก้อนใส่น้ำมันกวนต่อจนร่อนกับกระทะ
4. พออุ่นนวดให้เข้ากัน ใช้ผ้าขาวบางคลุมไว้ (แบ่งแป้งใส่สีตามต้องการ นวดจนแป้งนุ่มเบา ๆ มือ) พักไว้
5. ปั้นแป้งเป็นก้อนกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว นำไปใส่พิมพ์ขนมเรไร
6. กดให้เป็นเส้นแล้วเอียงพิมพ์ไปมาเพื่อให้แป้งเกาะตัวกันเป็นก้อน
7. ใช้ส้อมตักออกวางเรียงบนรังถึงบนใบตองหรือผ้าขาวบาง (ทาน้ำมันบาง ๆ บนใบตอง)
8. นึ่งในน้ำเดือด 5 นาที ยกลงพรมด้วยหัวกะทิ

ที่มา : ดัดแปลงจาก ดรุณี (2546)

สูตรขนมเรไรโดยใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้า (ที่ระดับร้อยละ 40)

ส่วนผสม (ตัวแป้ง)

แป้งข้าวเจ้า	120	กรัม
แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพ	80	กรัม
แป้งท้าวยายม่อม	12	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	12	กรัม
น้ำเปล่า	480	กรัม
น้ำมันถั่วเหลือง	30	กรัม

ส่วนผสม (หน้าขนม)

หัวกะทิ	300	กรัม
มะพร้าวทึนทึก	100	กรัม
เกลือ	5	กรัม
น้ำตาลทราย	60	กรัม
งาขาว	40	กรัม

วิธีทำ

1. ชั่งน้ำหนักส่วนผสมตามสูตร
2. ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพ เข้าด้วยกัน
3. ใส่แป้งท้าวยายม่อม และแป้งมันสำปะหลัง ผสมเข้าด้วยกัน
4. ใส่น้ำเปล่า 120 กรัม นวดให้เข้ากันจนแป้งเนียนนาน 15 นาที เติมน้ำที่เหลือคนให้เข้ากัน
5. เทส่วนผสมแป้งใส่กระทะทอง ตั้งไฟปานกลาง กวนจนแป้งแห้งจับกันเป็นก้อน
6. เติมน้ำมันพืช กวนต่อจนแป้งร่อนจากกระทะ ยกลง พักไว้
7. ชั่งน้ำหนักก้อนแป้ง 20 กรัม ปั้นเป็นก้อนกลม พักไว้
8. วางก้อนแป้งบนพิมพ์เรไร กดเบา ๆ ใช้ส้อมตะล่อมให้แป้งรวมกันเป็นก้อน
9. ตักก้อนแป้งที่กดแล้ว วางเรียงในลังถึง เว้นระยะห่างกัน 1 นิ้ว
10. นึ่งในน้ำเดือด ไฟแรง นาน 5 นาที ยกลงพักขนมให้เย็นตัว

ภาคผนวก ข

แบบประเมินผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมเรไรสูตรพื้นฐาน

วันที่...../...../.....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**		
	รหัส.....	**รหัส.....**	**รหัส.....**
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบประเมิน

คณะผู้ศึกษา

แบบประเมินผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ การใช้แป้งข้าวกล้องทับทิมชุมแพทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร

วันที่...../...../.....

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**			
	รหัส.....	**รหัส.....**	**รหัส.....**	**รหัส.....**
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบประเมิน

คณะผู้ศึกษา

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวกันยามาส อบรม
วัน เดือน ปีเกิด	2 กันยายน 2542
ที่อยู่ปัจจุบัน	8 ซอยทรายทอง 14 ตำบลท่าทราย อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี 11000
Email	Kanyamas-A@rmutp.ac.th
วุฒิการศึกษา	ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2564 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี พ.ศ. 2562 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี พ.ศ. 2560
ทุนการศึกษา/ทุนวิจัย	โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ (สสน.) โดย สถาบันวิจัยและพัฒนา (สวพ.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
รางวัลและผลงานดีเด่น	ไม่มี

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ - นามสกุล	นายธนินทร นาราษฎร์
วัน เดือน ปีเกิด	14 มีนาคม 2543
ที่อยู่ปัจจุบัน	276 ถนนเสริมสวาสดิ์ ตำบลเมืองพล อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น 40120
Email	Thanintorn-N@rmutp.ac.th
วุฒิการศึกษา	ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2564 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น พ.ศ. 2562 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น พ.ศ. 2560
ทุนการศึกษา/ทุนวิจัย	โครงการส่งเสริมส่งประดิษฐ์และนวัตกรรม เพื่อคนรุ่นใหม่ (สสน.) โดย สถาบันวิจัยและ พัฒนา (สวพ.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
รางวัลและผลงานดีเด่น	ไม่มี