บริจาค

664.75
ส241ก

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษากระบวนการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

(Study on Production of Dried Par Krim Khai Tao)

29 ส.ค. 2553

โดย

นายสมชาย สุริยะศิริบุตร

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ
ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เงินรายได้เงินรายได้มหาวิทยาลัย ประจำปี 2548
โครงการ ทุนวิจัยไม่กำหนดทิศทาง

S 365158

การศึกษากระบวนการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

(Study on Production of Dried Par Krim Khai Tao)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการหาสูตรของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป โดยศึกษาผลของอุณหภูมิในการทำแห้ง อัตราส่วนของแป้งสุก การเติมแป้งมันสำปะหลังดัดแปรต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพ และการยอมรับของผู้ทดสอบชิม พบว่า สูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปคือ แป้งข้าวเจ้า 37.66%, แป้งข้าวเหนียว 8.79%, แป้งท้าวยายม่อม 3.35% และน้ำ 50.20% สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้ง คือ อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และอัตราส่วนของแป้งสุก 50% ในส่วนผสมแป้งดิบทั้งหมด ทำให้ก้อนโดมีการเกาะตัวดี และเมื่อนำไปทำแห้งจะเกิดการแตกหักน้อย นอกจากนี้ การปรับปรุงคุณภาพของปลากริมไข่เต่าโดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปร 2 ชนิด ได้แก่ FA 805 และFA 4205 พบว่า สูตรที่เหมาะสมคือ แป้งข้าวเจ้า : FA 805 : FA 4205 เท่ากับ 30 : 3 : 7 ซึ่งเมื่อนำไปผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความชื้น 12.04% ปริมาณน้ำอิสระ 0.705 และใช้เวลาคืนตัว 15 นาที ขณะที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในระดับชอบเล็กน้อย และเมื่อนำไปบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน และถุงโพลีเอทธิลีนที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C) เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และค่าสี ($\triangle E$) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$) แต่เมื่ออายุการเก็บการรักษามากกว่า 1 เดือน ผลิตภัณฑ์เริ่มแตกหักมากขึ้น

ABSTRACT

This research was to determine of the formula Dried Par Kim Khai Tao by studying of drying process, the proportion of gelatinized starch and adding modified tapioca starch on quality of chemical, physical properties and sensory acceptance. The result showed that the basic formula of dried Par Kim Khai Tao were 37.66% rice flour, 8.79% glutinous rice flour, 3.35% arrow root flour and 50.20% water and optimum drying process were at 60°C for 5 hours. For proportion of 50% gelatinized starch of total raw flour affected on the cohesiveness of dough well and after drying process, the breakage of product decreased. Besides, the improving of quality Par Kim Khai Tao by using the two types of tapioca modified starch namely FA 805 and FA 4205. The result showed that the optimum formula was rice flour : FA 805 : FA 4205 equal 30 : 3 : 7 which the processing of dried Par Kim Khai Tao showed the value of moisture content, water activity and rehydration were 12.04%, 0.705 and 15 min. respectively. For the panelist accepted the final product at Like – slightly. The product packed in polypropylene (PP) and polyethylene bag at room temperature (30 ± 2 °C) for 3 months. It was found that the moisture content, water activity and total color difference ($\triangle$E) were not significantly different ($p > 0.05$) but the breakage of product increase which was stored over than 1 month.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัย (เงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์) ประจำปี 2548 ขอขอบคุณ ดร. อรัญญา มิ่งเมือง และ ดร. พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์ ที่ให้คำปรึกษา และแนะนำในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงเจ้าหน้าที่ที่ช่วยจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทำวิจัย และนิสิตสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการที่ให้ความร่วมมือเป็นผู้ช่วยวิจัยและการร่วมทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่ท่านได้ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจมาโดยตลอด คุณค่าและประโยชน์อันมีจากงานวิจัยฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สมชาย สุริยะศิริบุตร

มกราคม 2551

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		**ก**
บทคัดย่อภาษอังกฤษ		**ข**
กิตติกรรมประกาศ		**ค**
สารบัญ		**ง**
สารบัญตาราง		**ช**
สารบัญรูปประกอบ		**ซ**
บทที่ 1 บทนำ		**1**
1.1	ที่มาของโครงการวิจัย	1
1.2	วัตถุประสงค์ของโครงการการวิจัย	2
1.3	ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		**3**
2.1	ขนมไทย	3
2.2	ประวัติของขนมปลากริมไข่เต่า	4
2.3	ส่วนประกอบหลักในการผลิตของขนมปลากริมไข่เต่า	5
	2.3.1 แป้ง	5
	2.3.2 น้ำตาลทราย	9
	2.3.3 กะทิ	9
	2.3.4 เกลือ	10
2.4	การทำแห้ง	11
2.5	ขนมไทยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
2.6	การศึกษาอายุการเก็บรักษา	16

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	**18**
3.1	วัตถุดิบ และอุปกรณ์	18
3.2	การวางแผนทดลอง	19
3.2.1	ศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	19
3.2.2	ศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	19
3.2.3	เปรียบเทียบปริมาณแป้งสุกที่มีผลต่อการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	20
3.2.4	การพัฒนาสูตรในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	20
3.2.5	ศึกษาอายุการเก็บรักษาของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	21
บทที่ 4	**ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง**	**22**
4.1	ศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	22
4.2	ศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	22
4.3	เปรียบเทียบปริมาณแป้งสุกที่มีผลต่อการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	24
4.4	พัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	25
4.5	ศึกษาอายุการเก็บรักษาของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	28

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 5	**สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ**	31
	5.1 สรุปผลการทดลอง	31
	5.2 ข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม		33
ภาคผนวก		35
	ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบในการผลิต ผลิตภัณฑ์	37
	ภาคผนวก ข แบบทดสอบการยอมรับประสาทสัมผัส	40
	ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ	42
ประวัติผู้วิจัย		45

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำกะทิที่สกัดโดยใช้เนื้อมะพร้าวขูดต่อน้ำ เท่ากับ 1 : 1	10
2.2	อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ระบุปัจจัยการเปลี่ยนแปลงต่ออายุการเก็บ	16
3.1	แสดงสูตรเบื้องต้นของปลากริมไข่เต่า 4 สูตร	19
3.2	แสดงส่วนผสมของปลากริมไข่เต่าที่เติมแป้งดัดแปร 4 สูตร	21
4.1	ลำดับความชอบของปลากริมไข่เต่าด้วยวิธี Ranking test	22
4.2	แสดงสภาวะการทำแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ ต่อคุณลักษณะของปลากริมไข่เต่า	23
4.3	แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของปลากริมไข่เต่าที่ปริมาณแป้งสุกต่าง ๆ	24
4.4	ผลการวิเคราะห์ความชื้นอิสระ(A_w) ของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปทำแห้งที่อุณหภูมิ 60°C ซึ่งใช้ชนิดแป้งดัดแปร และระดับต่าง ๆ	26
4.5	ผลของการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปซึ่งใช้ชนิดแป้งดัดแปร และระดับต่าง ๆ	27
4.6	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่ใช้ชนิดและระดับของแป้งดัดแปรต่าง ๆ กัน	28
4.7	ลักษณะของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก 2 ชนิดที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน	28
4.8	ความชื้นเฉลี่ยของตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก 2 ชนิด ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน	29
4.9	ค่าสี L a และ b ของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิ 60°C เก็บรักษาในถุงพลาสติก 2 ชนิด เป็นระยะเวลา 3 เดือน	30

สารบัญรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
3.1	แสดงวิธีการผลิตตัวปลากริมไข่เต่า	19
4.1	การเปลี่ยนแปลงของความชื้นระหว่างการทำแห้งปลากริมไข่เต่าแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 60°C	23
ก1	นำแป้งดิบทั้ง 3 ชนิด มาผสมรวมกัน	36
ก2	การผสมแป้งดิบกับน้ำอุ่น	36
ก3	นวดพอให้แป้งโดเนียน ไม่ติดมือ	37
ก4	ปั้นหรือขึ้นรูปเป็นตัวปลากริมไข่เต่า ที่มีลักษณะแหลมหัวแหลมท้าย	37
ก5	ลักษณะของปลากริมไข่เต่าสดในการนำมาทดลองวิจัย	38
ก6	แสดงเครื่องมืออบแห้งแบบลมร้อนที่ใช้สำหรับการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	38
ก7	แสดงลักษณะของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านกระบวนการทำแห้ง	39
ก8	แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์ปลากริมไข่เต่าพร้อมบริโภคแบบเค็มและหวาน	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของวิจัย

ขนมปลากริมไข่เต่าเป็นขนมไทยที่นิยมรับประทานตั้งแต่สมัยโบราณ มีส่วนผสมหลักประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และแป้งมันสำปะหลัง และกะทิ แต่เนื่องจากวิถีการใช้ชีวิตคนไทยในปัจจุบันเปลี่ยนไปเป็นภาวะที่เร่งรีบ และสมาชิกทุกคนต้องออกไปทำงานนอกบ้าน ทำให้ไม่มีเวลาในการเตรียมอาหาร ประกอบกับกรรมวิธีในการปลากริมไข่เต่าค่อนข้างยุ่งยาก ใช้เวลามาก และปริมาณส่วนผสมในการทำขนมก็ไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ผลิต อีกทั้งขนมไทยประเภทนี้มักถูกมองข้ามไปและไม่ค่อยนิยมบริโภคกัน เนื่องจากในยุคของโลกาภิวัฒน์ กระแสวัฒนธรรมการบริโภคตะวันตกได้เข้ามามีอิทธิพลสูง ทำให้ให้คนไทยสนใจบริโภค แต่ขนมทางตะวันตกมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น การวิจัยจึงศึกษาชนิดของแป้งต่างๆ และสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการทำแห้งรวมทั้งศึกษากรรมวิธีการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่ทำได้ง่าย สะดวก ประหยัดเวลา และเป็นการอนุรักษ์ขนมไทยอีกทางหนึ่งด้วย

เนื่องจากแป้งธรรมชาติ(Native starch) โดยทั่วไปมีคุณสมบัติบางประการไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมหรือยังไม่เหมาะสมกับสภาวะบางอย่าง ได้แก่ มีช่วงความหนืดที่แคบมีความคงทนต่อแรงเฉือนในกระบวนการผลิตหรือความคงทนต่อสภาวะต่างๆ ต่ำ ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ จึงมีการนำแป้งมาปรับเปลี่ยนคุณสมบัติ

การดัดแปรแป้ง (Modification of starch) เป็นวิธีการนำเอาแป้ง (starch) มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมี และ/หรือทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อน และ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่างๆซึ่งจะทำให้แป้งดัดแปรที่ได้มีคุณสมบัติ และการนำไปใช้ประโยชน์ตามที่ต้องการ เช่น มีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) เพิ่มขึ้น มีคุณสมบัติความเป็นกาวเพิ่มขึ้น หรือมีความสามารถในการผสมกับตัวทำละลายอื่นๆเพิ่มขึ้น เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐาน และวิธีการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่า

1.2.2 เพื่อศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

1.2.3 เพื่อศึกษาชนิดของแป้งดัดแปรในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

1.2.4 เพื่อประเมินคุณสมบัติทางด้านกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

1.2.5 เพื่อหาศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป โดยทำการศึกษาเรื่องชนิดของแป้งดัดแปร และสภาวะการทำแห้ง ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นของผลิตภัณฑ์ในระหว่างกระบวนการทำแห้ง เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปโดยใช้ตู้อบแห้งลมร้อน รวมถึงประเมินคุณสมบัติทางด้านทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสในการยอมรับของผลิตภัณฑ์

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขนมไทย

ขนมไทยเป็นขนมที่มีมาตั้งแต่โบราณ เป็นขนมที่มีลักษณะที่บ่งบอกถึงเอกลักษณ์ความเป็นไทยซึ่งถือได้ว่าเป็นมรดกที่มีคุณค่าอันยั่งยืนของชาติอย่างหนึ่ง ในการสะท้อนภาพความละเอียดก่อนนุ่มนวลที่ล้วนแต่ต้องใช้ความชำนาญในการปรุงแต่งจากฝีมือคนไทยมาทุกทุกสมัย มีความประณีตสวยงาม ให้รสชาติหวาน หอมและกร่อย ยากจะหาชาติใดมาเทียบได้ ขนมไทยจึงมีเอกลักษณ์ที่ไม่เหมือนประเทศใด ๆ และเป็นสิ่งที่เชิดหน้าชูตาของคนไทยต่อชาวต่างประเทศ ดังนั้น ขนมไทยศึกษานับได้ว่าเป็นความภาคภูมิใจของคนไทย สิ่งที่สำคัญก่อนที่จะลงมือทำขนมไทย คือ การเตรียมส่วนประกอบต่าง ๆ เช่นการเตรียมแป้ง การเตรียมกลิ่น การอบแป้งด้วยดอกไม้หอม การเตรียมสีจากธรรมชาติ ซึ่งความทประณีตในแต่ละสิ่งจะทำให้ขนมที่ได้มีลักษณะเฉพาะที่เป็นเอกลักษณ์ ส่วนประกอบของขนมไทยจะประกอบด้วยแป้ง กะทิ และน้ำตาล ซึ่งแป้งที่นิยมใช้ทำขนมส่วนใหญ่มีเพียง 2 อย่าง เท่านั้น คือ แป้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ส่วนน้ำตาลที่นิยมใช้จะเป็นน้ำตาลปี๊บ และน้ำตาลทรายแดงเท่านั้น (มณเฑียร, 2541)

ประเภทของขนมไทย

การแบ่งขนมไทยตามลักษณะวิธีการผลิต สามารถแบ่งได้เป็น 7 ประเภท คือ

1. ประเภทต้ม เป็นขนมไทยที่ใช้น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ขนมบวชชี ฟักทองแกงบวด ถั่วดำแกงบวด ถั่วเขียวต้มน้ำตาล วุ้นกะทิ วุ้น ครองแครงแก้ว ทับทิมกรอบ ไข่หวาน มะพร้าวอ่อน เต้าส่วน ข้าวเหนียวดำเปียก กล้วยเชื่อม ขนมปลากริมไข่เต่า และขนมโค
2. ประเภทนึ่ง ได้แก่ ขนมไทยประเภทนึ่งอาศัยการทำให้สุกโดยใช้ไอน้ำ ได้แก่ ขนมปุยฝ้าย ขนมสอดไส้ สังขยาถาด สังขยาฟักทอง ขนมชั้น ขนมกล้วย ขนมน้ำดอกไม้ แป้งข้าวหมาก และขนมมันสำปะหลัง
3. ประเภทกวน ขนมไทยที่ใช้วิธีทำโดยนำส่วนประกอบของขนมทั้งหมดกวนในกระทะใช้ความร้อนอ่อน ๆ กวนจนแห้ง ซึ่งจะมีความมันเกาะตัวใช้เวลาการทำมากกว่าการทำประเภทอื่น ๆ ขนมไทยที่ใช้วิธีกวน ได้แก่ ขนมลืมกลืน ถั่วกวน กล้วยกวน ขนมเปียกปูน อาลัว ตะโก้แห้ว และลอดช่องไทย

4. ประเภทอบ ขนมประเภทอบจะใช้ความร้อนแห้งในอุณหภูมิที่กำหนดไว้แน่นอน ได้แก่ ขนมบ้าบิ่น ขนมกลีบลำดวน ขนมหม้อแกง ขนมผิง และขนมไข่
5. ประเภททอด ขนมประเภทนี้จะทำให้สุกโดยใช้น้ำมันในการประกอบ ได้แก่ ขนมไข่หงส์ ขนมไข่นกกระทา ครองแครงกรอบ และกรอบเค็ม
6. ประเภทปิ้ง ย่าง จี่ ขนมประเภทนี้จะใช้ไฟอ่อน ๆ จากกถ่านไม้ในการปิ้ง ย่างหรือจี่ให้สุก ได้แก่ ขนมจาก ข้าวเหนียวปิ้ง ขนมแป้งจี่ และขนมทองม้วน
7. ประเภทที่ใช้เทคนิคพิเศษ เป็นขนมที่ต้องใช้ศิลปะและความประณีตในการทำ ซึ่งขนมบางชนิดต้องใช้วิธีการหลาย ๆ อย่างในการทำ เช่น ใช้การกวน การต้ม การทอด อาอยู่ในขนมเดียวกัน ได้แก่ลูกชุบ ทองหยิบ ทองหยอด เม็ดขนุน ปั้นขลิบ ขนมเรไร และขนมจ่ามงกุฎ เป็นต้น (อบเชย, 2543)

2.2 ประวัติของขนมปลากริมไข่เต่า

ขนมปลากริมไข่เต่าสมัยโบราณจริง ๆ นั้น เข้าใจว่าจะทำแป้งให้มีรูปร่างต่างกัน กล่าวคือ ขนมปลากริมน่าจะทำให้มีรูปร่างแบน ๆ เป็นเส้นยาว (มีลักษณะคล้ายปลากริม) ในขณะที่ขนมไข่เต่าน่าจะมีการปั้นแป้งให้มีลักษณะเป็นก้อนกลม ๆ (คล้ายไข่เต่า - กลมรี) แต่เมื่อตกมาถึงสมัยนี้ ขนมปลากริมไข่เต่าที่เห็นล้วนแต่มีลักษณะเหมือน ๆ กัน (ทั้งตัวขาวและตัวแดง) กล่าวคือจะทำเป็นเส้นแป้งกลมยาว และมีลักษณะเรียวหัวเรียวท้าย (คล้ายตัวลอดช่องไทยแต่ยาวกว่า) โดยแยกให้ "ตัวขาว" ใช้น้ำกะทิรสเค็ม กับอีกอย่างหนึ่งเป็น "ตัวแดง" ใช้น้ำกะทิรสหวาน เมื่อนำมาผสมกันก็จะได้ขนมปลากริมไข่เต่าที่มีรสหวานนำและรสเค็มตาม คล้ายกับรสชาติของครองแครงกะทิ คงต่างกันตรงที่ขนมปลากริมไข่เต่าใช้น้ำตาลโตนด (น้ำตาลปี๊บ) ทำให้มีกลิ่นหอม ต่างไปจากน้ำตาลทราย

แป้งที่ใช้ทำขนมปลากริมไข่เต่าแต่เดิม ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งเท้ายายม่อม หรือหากหาแป้งเท้ายายม่อมไม่ได้ก็ใช้แป้งมันสำปะหลังแทน วิธีทำแป้งก็คงจะแตกต่างกันไปในแต่ละถิ่นแต่ละฐาน บางตำรับก็ใช้วิธีต้มแป้งให้สุกก่อนแล้วจึงนำมานวดผสมกับแป้งเท้ายายม่อม หรือแป้งมันสำปะหลัง เมื่อนวดแป้งก็ต้องเติมด้วยน้ำร้อนจนเนื้อแป้งเนียนดีแล้วจึงนำมากดเป็นเส้นแต่ตำรับที่น่าจะได้รับความนิยมกันมากก็คือ การใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งเท้ายายม่อมผสมน้ำลงไปตามอัตราส่วนที่เหมาะสมจนเป็นน้ำแป้ง แล้วจึงนำเอาน้ำแป้งไปเคี่ยวหรือกวนในกระทะทองเหลือง คะเนว่าไม่เหลวเกินไป (คล้าย ๆ กับการกวนลอดช่องไทย) แล้วจึงนำไปกดหรืออัดผ่านตะแกรงที่มีลักษณะรูกลม ๆ ให้ตัวแป้งสุกตกลงไปในถังน้ำเย็นกลายเป็นตัวแป้งปลากริมไข่เต่า ซึ่งเนื้อสัมผัสของตัวปลากริมจะมีลักษณะเหนียว นุ่ม เนียน

ในปัจจุบันนี้ เขาจะทำเครื่องมืออัดขนมปลากริมไข่เต่าด้วยสแตนเลส หรือสังกะสีอย่างหนา โดยทำเป็นกระป๋องชั้นนอกทรงกระบอกที่เจาะรูกลม ๆ ไว้ด้านล่าง แล้วก็ทำกระป๋องทึบอีกใบหนึ่งเป็นทรงกระบอกขนาดพอดีที่จะใส่ลงไปในกระป๋องชั้นนอกได้พอดี ๆ เข้าใจว่าเครื่องมือชนิดนี้จะมีขายอยู่แถวๆเวิ้งนาครเขษมหรือตามจังหวัดใหญ่ๆ

การอัดขนมปลากริมไข่เต่าก็คงจะทำเช่นเดียวกับการบีบขนมจีน หรือ การทำลอดช่องไทยนั่นแหละ ต่างกันที่ขนมจีนเป็นการบีบแป้งดิบลงในกระทะน้ำเดือด ขนมลอดช่องไทยเป็นการบีบแป้งสุกลงในภาชนะน้ำเย็น ขณะที่ขนมปลากริมน่าจะเหมือนลอดช่องไทยมากกว่า

2.3 ส่วนประกอบหลักในการผลิตขนมปลากริมไข่เต่า

2.3.1 แป้ง

แป้ง เป็นแหล่งอาหารคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ ได้มาจากพืชหลายชนิด ทั้งจากพืชหัว ราก หรือจากธัญพืชต่าง ๆ ซึ่งมีแหล่งปลูกกระจายทั่วไปตามลักษณะของพืชแต่ละชนิด กระบวนการผลิตแป้งมีหลักการคล้ายคลึงกันคือ ทำความสะอาด ลดขนาดชิ้นส่วนของพืชให้เล็กลง แยกโปรตีน เกลือแร่ออกไปโดยใช้น้ำ เหวี่ยงแยกแป้งออกจากสิ่งแปลกปลอมโดยใช้การเหวี่ยงความเร็วสูงด้วยตัวกลางต่าง ๆ กัน ทำแห้ง ร่อนขนาด และบรรจุ โดยที่กระบวนการผลิตของแป้งแต่ละชนิดจะมีรายละเอียดปลีกย่อยแตกต่างกันไป

คำว่า " แป้ง " ในการผลิตนั้น หมายถึง คาร์โบไฮเดรตที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ มีสิ่งเจือปน เช่น โปรตีน เกลือแร่ น้อยมาก ซึ่งแป้งที่ผลิตโดยทั่วไปที่ยังมีส่วนประกอบอื่น ๆ อยู่มาก จะเรียกว่า ฟลาวร์ (Flour) เช่น Corn flour, Wheat flour, Rice flour เป็นต้น แต่เมื่อสิ่งเจือปนอันหมายถึง โปรตีน ไขมัน เกลือแร่อื่น ๆ ถูกสกัดออกไปจนเหลือแป้งบริสุทธิ์เป็นส่วนใหญ่ จึงเรียกว่าเป็นแป้งสตาร์ช (Starch) เช่น Corn starch, Wheat starch, Rice starch เป็นต้น ภายในแป้งสตาร์ชประกอบด้วยโพลีเมอร์ 2 ชนิด คือ อะมิโลส (amylose) และอะมิโลเพกติน (amylopectin)

2.3.1.1 แป้งข้าวเจ้า

ลักษณะทั่วไป เป็นผงละเอียด สีขาว มีลักษณะกึ่งร่วนกึ่งเกาะกัน ส่วนใหญ่มีกลิ่นหมัก ลื่นมือเล็กน้อย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดแป้ง 2 – 6 ไมครอน ลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งมีหลายเหลี่ยม ไม่เห็นวงแหวนและไฮลัม มักพบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะขุ่นร่วน ถ้าทิ้งให้เย็นจะอยู่ตัวเป็นก้อน ร่วนไม่เหนียว จึงเหมาะที่จะประกอบอาหารที่ต้องการความอยู่ตัว ร่วนไม่เหนียวหนืด เช่น ขนมขี้หนู ขนมกล้วย เส้นขนมจีน ฯลฯ

2.3.1.2 **แป้งข้าวเหนียว**

ลักษณะทั่วไป มีลักษณะเป็นผงสีขาว จับแล้วสากมือเล็กน้อย เมื่อนำไปทำให้สุกจะมีลักษณะขุ่นข้น เหนอะหนะ แป้งข้าวเหนียวนั้นประกอบด้วยสารที่เรียกว่าอะมิโลเพกตินทั้งหมดหรือเกือบหมด พบว่า แป้งข้าวเหนียวมีการพองตัวได้มากและเร็ว เมื่อพองตัวเต็มที่แล้วมีการแตกตัวมากและไม่คงทนต่อการกวนที่อุณหภูมิหุงต้ม ขณะที่แป้งข้าวเหนียวถูกความร้อนจะให้ลักษณะน้ำแป้งสุกเมื่อเย็นที่ใส จับตัวเป็นก้อนค่อนข้างเหนียวเหนอะหนะ จึงเหมาะในการนำมาประกอบอาหารที่ต้องการความเหนียวเกาะตัว เช่น ขนมเทียน ขนมถั่วแปบ ขนมต้ม ฯลฯ

2.3.1.3 **แป้งมันสำปะหลัง**

ลักษณะทั่วไป เป็นผงละเอียด สีขาว ลักษณะเกาะตัวกันเล็กน้อย ไม่ร่วน มีความแวววาว ไม่มีกลิ่นหมัก ลื่นมือมาก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 – 25 ไมครอน ลักษณะรูปร่างเม็ดแป้ง กลมและรูปไข่ที่มีด้านหนึ่งและหลายด้านเว้าแหว่ง เห็นไฮลัมไม่ชัด

แป้งมันสำปะหลังจัดเป็นแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสค่อนข้างต่ำคือ 18 – 23% ทำมาจากหัวมันสำปะหลัง มีลักษณะเป็นผงสีขาว จับผิวสัมผัสของแป้งจะเนียน ลื่นมือ เมื่อทำให้สุกจะเหลวเหนียวหนืดและใส เมื่อพักให้เย็นจะมีลักษณะเหนียวเหนอะหนะคงตัว นิยมนำมาผสมกับอาหารที่ต้องการความเหนียวหนืดและใส เช่น ทับทิมกรอบ เต้าส่วน ฯลฯ ในการทำขนมหวานไทยนิยมนำแป้งมันสำปะหลังมาผสมกับแป้งชนิดอื่น ๆ เพื่อให้ขนมมีความเหนียวนุ่มกว่าการใช้แป้งชนิดเดียว เช่น ขนมชั้น ขนมฟักทอง ขนมกล้วย

2.3.1.4 **แป้งท้าวยายม่อม**

สกัดมาจากหัวมันท้าวยายม่อม ลักษณะทั่วไป มีลักษณะเป็นเม็ดขรุขระ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 – 5 มม. ปนกับลักษณะเป็นผงหยาบ สีขาว บางชนิดสีขาวเทา มีกลิ่นหมัก ลักษณะเม็ดขรุขระมือ บี้ต้องออกแรงมากและนานจึงละเอียดและลื่นมือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเม็ดแป้ง 15 – 40 ไมครอน เมื่อนำไปประกอบอาหารจะให้ความข้นเหนียวหนืดและใส เมื่อทำให้เย็นจะเหนียวตัวกว่าแป้งมันสำปะหลัง นิยมนำมาใช้ร่วมกับแป้งชนิดอื่น ๆ เพื่อให้ได้อาหารที่มีความข้นเหนียว เป็นมันวาว เช่น ขนมชั้น ขนมน้ำดอกไม้ ฯลฯ

2.3.1.4 **แป้งดัดแปร**

หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง (Starch) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งสาลี เป็นต้น มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและ / หรือทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อน และ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะกับการนำไปใช้ในอุตสหกรรมอาหารต่าง ๆ

การดัดแปรแป้ง (Modification of starch) สามารถกระทำได้ 3 วิธีใหญ่ๆ คือ

1. การดัดแปรแป้งทางเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnological modification)

เป็นการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของแป้งโดยการใช้การเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม เช่น การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้พืชมีปริมาณอะมิโลส และอะมิโลเพกตินอย่างใดอย่างหนึ่งสูงกว่าพันธุ์พืชที่มีอยู่ในธรรมชาติ อะมิโลสและอะมิโลเพกตินมีคุณสมบัติในการใช้งานต่างกัน สัดส่วนของพอลิเมอร์ทั้งสองชนิดที่ต่างกันจะมีผลต่อคุณสมบัติของแป้ง แป้งที่มีอะมิโลสสูงมีคุณสมบัติที่จะเกิดเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ได้ดี ซึ่งมีความสำคัญในการนำแป้งไปใช้ เพื่อเคลือบผิวหรือเป็นกาวติดวัสดุต่าง ๆ รวมถึงการทำวัสดุเพื่อบรรจุอาหารที่บริโภคได้ ส่วนแป้งที่มีอะมิโลเพกตินสูงเมื่ออยู่ในสภาพแป้งสุกจะมีความอยู่ตัวภายในสภาวะการแช่แข็งและการคืนตัว

2. การดัดแปรโดยวิธีทางกายภาพ (Physical modification)

การแปรรูปแป้งโดยวิธีนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างน้ำหนักโมเลกุลของแป้ง หรือมีการแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลของแป้งโดยสารเคมีใด ๆ เป็นการดัดแปรแป้งธรรมชาติโดยใช้ความร้อน ความดัน หรือแรงเฉือนแก่แป้ง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการดังกล่าว ได้แก่ แป้งพรีเจลาติไนซ์ (pregelatinized starch) เป็นแป้งดัดแปรทางกายภาพที่ทำโดยให้ความร้อนแก่แป้งทำให้แป้งสุกหรือเกิดเจลาติไนซ์ แล้วทำให้แห้งโดยเครื่องทำแห้ง และบดให้ละเอียด คุณสมบัติที่สำคัญของพรีเจลาติไนซ์สตาร์ช คือ จะเป็นเจลในน้ำที่อุณหภูมิห้องหรือต่ำกว่า สามารถดูดซับน้ำได้มากกว่าแป้งดิบ ให้ความหนืดได้ทันทีจึงช่วยให้ความสะดวกและรวดเร็วเมื่อใช้ในระบบอาหารที่ไม่ต้องใช้ความร้อน

3. การดัดแปรโดยวิธีทางเคมี (Chemical modification)

เป็นการนำแป้งธรรมชาติไปทำปฏิกิริยากับสารเคมี แล้วทำสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งธรรมชาตินั้นเปลี่ยนไป สมบัติของแป้งดัดแปรโดยใช้สารเคมีนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมี ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและสภาวะของปฏิกิริยาที่ใช้ ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเฉพาะสามารถเลือกได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ การดัดแปรโดยวิธีทางเคมีแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

3.1 การดัดแปรทางเคมีที่ทำให้โมเลกุลของแป้งแตกตัว (Controlled degradation)

เป็นกระบวนการดัดแปรแป้งที่มีผลทำลายโมเลกุลแป้งให้มีขนาดเล็กลง ความแข็งแรงของเม็ดแป้งลดลง ความสามารถในการพองตัวและความข้นหนืดจะน้อยลง ทำให้แป้งละลายได้ในความเข้มข้นที่สูงกว่าแป้งธรรมชาติ วัตถุประสงค์หลักของการดัดแปรวิธีนี้ก็เพื่อทำให้สามารถใช้แป้งได้มากขึ้น เพิ่มความสามารถในการละลายน้ำ ควบคุมความแข็งแรงของเจล และดัดแปรความคงตัวของแป้ง แบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ

3.1.1 การดัดแปรด้วยกรด (Acid modification)

3.1.2 การดัดแปรด้วยวิธีออกซิเดชั่น (Oxidized modification)

3.1.3 การดัดแปรด้วยวิธีเดกซ์ทริไนเซชั่น(Dextrinization)

3.2 การดัดแปรทางเคมีที่ไม่ทำให้โมเลกุลของแป้งแตกตัว (Derivatives)

การดัดแปรแป้งแบบนี้เป็นการปรับปรุงสมบัติของแป้งโดยไม่ทำให้โครงสร้างของโมเลกุลแป้งเกิดการเปลี่ยนแปลง แป้งดัดแปรที่ได้เรียกว่า อนุพันธ์ของแป้ง (starch derivatives) แบ่งชนิดของปฏิกิริยาของการดัดแปรโดยวิธีนี้ได้ 3 แบบ ได้แก่

3.2.1 ปฏิกิริยาแทนที่ (Substitution) เป็นการปรับปรุงสมบัติของแป้งโดยใช้สารเคมีที่มีหมู่สำหรับเกิดปฏิกิริยาเพียงหมู่เดียวเข้าทำปฏิกิริยาการแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลแป้ง สารเหล่านี้ได้แก่ กรดซัลฟุริก เอทธิลีนออกไซด์ โพรพิลีนออกไซด์ อะซีติกแอนไฮไดร์ด และไวนิลอะซีเตต เป็นต้น ปฏิกิริยาแทนที่ที่เกิดขึ้นอาจเป็นปฏิกิริยาอีเทอร์ริฟิเคชั่น (Etherification) หรือ เอสเทอร์ริฟิเคชั่น (Esterification) คุณสมบัติของแป้งดัดแปรโดยปฏิกิริยาการแทนที่ อุณหภูมิการเกิดเจลลดลง แป้งเปียกหลังการทำให้สุกมีลักษณะใสและเหนียวยืดมากขึ้น เกิดการคืนตัวและแยกตัวของน้ำจากแป้งเปียกช้าลง จับกับไขมันได้ดีขึ้น คงตัวต่อสภาพการละลายหลังการแช่เยือกแข็ง

3.2.2 การครอสลิงกิง (Cross – linking) เป็นการปรับปรุงสมบัติของแป้งโดยใช้สารเคมีที่มีหมู่สำหรับเกิดปฏิกิริยาตั้งแต่ 2 หมู่ขึ้นไป เข้าไปทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิลบนโมเลกุลแป้งตั้งแต่ 2 โมเลกุลขึ้นไป ทำให้เกิดพันธะเชื่อมข้ามระหว่างโมเลกุลของแป้งซึ่งเป็นพันธะโควาเลนท์ ช่วยส่งเสริมพันธะไฮโดรเจนที่ยึดโครงสร้างของเม็ดแป้งไว้ให้แข็งแรงมากขึ้น สารเคมีที่ใช้ได้แก่ โซเดียมไตรเมตาฟอสเฟต ฟอสฟอรัสออกซีคลอไรด์ อิพิคลอโรไฮดริน เป็นต้น คุณสมบัติของแป้งดัดแปรโดยทำปฏิกิริยาครอสลิงที่ได้จะแตกต่างจากแป้งธรรมชาติดังนี้ อุณหภูมิการเกิดเจลสูงขึ้น การพองตัวและการละลายลดลง ทนต่อความร้อนแรงเฉือน และสภาวะความเป็นกรดมากขึ้น จึงเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านภาวะต่าง ๆ ดังกล่าว ได้แก่ แป้งเปียกที่ได้จะข้นแต่ไม่เหนียวยืดติด และขุ่นทึบ

2.3.2 น้ำตาล

น้ำตาลมีกลุ่ม OH ที่เป็นอิสระอยู่มาก ซึ่งสามารถจับกับโมโลกุลของน้ำได้ดีกว่าแป้งและโปรตีน น้ำตาลจึงสามารถดึงน้ำไปรวมได้ดีกว่าแป้ง ทำให้แป้งไม่สามารถใช้น้ำได้ การพองตัวของเม็ดแป้งจึงช้าลง แป้งเปียกที่มีน้ำตาลอยู่มากกเกินไป เม็ดแป้งจะไม่สุกและไม่แตกตัว ด้วยเหตุนี้ การต้มอาหารจำพวกแป้งจึงไม่ควรใส่น้ำตาลลงไปพร้อมกัน แต่ควรใส่หลังจากที่แป้งสุกแล้ว หรือใส่เพียงเล็กน้อยก่อน แล้วจึงใส่ส่วนที่เหลือเมื่อแป้งสุกแล้ว การใส่น้ำตาลลงในแป้งจะเกิดผลดังนี้

1. การสุกของแป้งช้าลง
2. อุณหภูมิแป้งสูงขึ้น
3. แป้งเปียกมีความหนืดเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเป็นความหนืดรวมของแป้งกับน้ำตาล ถ้าเป็นความหนืดของแป้งเปียกอย่างเดียวจะมีค่าต่ำ
4. ความหนืดของเจลจะลดลง ถ้าแป้งเปียกมีน้ำตาลมากเกินร้อยละ 10 จะไม่เกิดเจลเลย แต่ถ้าต้องการให้เกิดเจลขึ้นอีก จะต้องใช้อุณหภูมิสูงขึ้น
5. เม็ดแป้งแตกตัวน้อยลง
6. การแยกตัวของน้ำจะมีมากขึ้น
7. แป้งเปียกจะมีลักษณะใสมากขึ้น

น้ำตาล เป็นสารให้ความวานซึ่งเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้ว การนำไปทำเป็นอาหาร หรือใส่ลงในอาหาร จึงเป็นที่นิยมกันมากและใช้กันอย่างกว้างขวาง การใช้น้ำตาลเป็นสารให้ความหวานนั้น มีปัจจัยหลายประการที่ต้องคำนึงถึง เช่น ความเข้มข้น ความเป็นกรด อุณหภูมิ เกลือ และส่วนประกอบอื่น ๆ

2.3.3 กะทิ

น้ำกะทิเป็นของเหลวที่ได้จากการคั้นเนื้อมะพร้าวสดขูด อาจเติมน้ำหรือไม่เติมก็ได้ และมีลักษณะเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil – in water emulsion) ซึ่งหมายถึงลักษณะของน้ำมันกระจายอยู่ในสารละลายน้ำ และถูกล้อมรอบหรือห่อหุ้มด้วยโปรตีน สภาพดังกล่าวเกิดจากระบบที่มีแรงตึงผิว (interfacial tension) ระหว่างโมเลกุลของน้ำและไขมันที่ต่ำลงเพราะมีโปรตีนเป็นตัวลดแรงตึงผิว

น้ำกะทิมีอิมัลซิไฟเออร์โดยธรรมชาติอยู่แล้ว ได้แก่ เลซิติน (Lecithin) และเซพาลิน (cephalin) อยู่ในน้ำกะทิ เลซิตินเป็นอิมัลซิไฟเออร์ชนิดหนึ่ง สามารถทำให้อิมัลชั่นมีความคงตัวได้ แต่ถึงแม้ว่าจะมีเลซิตินในน้ำกะทิ ก็ยังไม่สามารถทำให้น้ำกะทิคงตัวอยู่ได้ เนื่องจากมีปริมาณของไขมันอยู่มากเมื่อเทียบกับปริมาณโปรตีน

องค์ประกอบของน้ำกะทิขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ในการสกัด เมื่อสกัดน้ำกะทิโดยไม่มีการเติมน้ำ จะให้น้ำกะทิที่มีปริมาณไขมันสูง มีรายงานองค์ประกอบถึงอค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำกะทิ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำกะทิที่สกัดโดยใช้เนื้อมะพร้าวขูดต่อน้ำ เท่ากับ 1 : 1

Physical Properties	Range
Specific gravity	1.0029 – 1.0080
Surface tension, dynes/cm^2	97.76 – 125.43
Viscosity, centipoises	1.61 – 2.02
Refractive index	1.3412 – 1.3446
pH	5.95 – 6.30
Chemical Properties	**Range**
Moisture content	73.47 – 76.84
Oil, %	18.83 – 21.09
Protein, %	2.14 – 2.97
Ash, %	0.63 – 0.96
Total sugars, %	0.82 – 1.62

2.3.4 เกลือ

เกลือบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นสีขาว มีสูตรทางเคมีคือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกลือเป็นตัวที่ทำให้เกิดรสเค็มในอาหาร ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติกลมกล่อม สามารถลดความเป็นอิสระของน้ำ (Water activity) ในอาหารได้ มีคุณสมบัติดูดความชื้น และมีคุณสมบัติมากขึ้นถ้าเกลือไม่บริสุทธิ์ นอกจากนั้น เมื่อใส่เกลือลงไปในแป้งจะทำให้ความข้นหนืด และเจลของแป้งลดลง อย่างไรก็ตาม ถ้าใส่เกลือมาก การดูดซึมน้ำมันจะลดลงด้วย

2.4 การทำแห้ง

การทำแห้ง (Drying) เป็นการขจัดน้ำออกจากชิ้นอาหาร ซึ่งน้ำส่วนใหญ่ในอาหารจะระเหยออกจากอาหารด้วยความร้อนแฝง

ในการทำแห้งจะต้องมีการให้พลังงานกับอาหารทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้วเคลื่อนย้าย ออกจากอาหาร แสงอาทิตย์ เป็นพลังงานความร้อนจากธรรมชาติและกระแสลมที่พัดผ่านอาหารทำให้เกิด การเคลื่อนย้ายของไอน้ำ เนื่องจากพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ให้อุณหภูมิไม่สูงมากนัก และกระแสลมธรรมชาติก็ไม่สูงพอทำให้การตากแห้งใช้เวลานาน ดังนั้น จึงมีการพัฒนาเครื่องอบที่มีการให้พลังงานความร้อนในปริมาณที่ควบคุมได้และมีอุปกรณ์ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากผิวอาหาร การถ่ายเทความร้อนและมวลสารเกิดได้เร็วอาหารจึงแห้งได้เร็วขึ้นการถ่ายเทความร้อนและ มวลสารระหว่างการอบแห้งทำได้หลายวิธี อันได้แก่ การถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน, การถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน การแผ่รังสีร่วมกับการดูดอากาศไอน้ำ และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying)

2.4.1 วิธีการการทำแห้ง

1. การทำแห้งโดยอาศัยลมร้อน อาหารจะสัมผัสกับลมร้อน ความร้อนจะถ่ายเทให้อาหารโดยการพาความร้อน
2. การทำแห้งโดยอาศัยผิวหน้าที่ร้อน อาหารจะสัมผัสกับผิวหน้าที่ร้อน ความร้อนจะถ่ายเทให้อาหารโดยการนำความร้อน
3. การทำแห้งโดยอาศัยพลังงานจากรังสีความร้อนหรือคลื่นไมโครเวฟ
4. การทำแห้งโดยอาศัย Freeze – drying น้ำในอาหารจะถูกทำให้เป็นน้ำแข็งและระเหิดออกไปภายใต้อุณหภูมิและความดันต่ำมาก ๆ

2.4.2 กลไกของการทำแห้งอาหารโดยอาศัยลมร้อน

เมื่อลมร้อนผ่านอาหารที่เปียก ความร้อนจะถ่ายเทให้กับผิวหน้าของอาหาร ทำให้น้ำที่ผิวหน้าอาหารระเหยเป็นไอและถูกลมร้อนพาออกไป ขณะเดียวกันนั้น น้ำจากภายในอาหารจะเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้าโดยกลไกต่อไปนี้

1. การเคลื่อนที่ของน้ำโดยอาศัยแรงแคบปิลารี่ (Capillary force)
2. การซึมของน้ำเนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของสารถูกละลายภายในอาหาร
3. การซึมของน้ำโดยการดูดซับของชั้นของแข็งที่ผิวหน้า
4. การซึมของไอน้ำภายในอาหาร เนื่องจากความแตกต่างของความดันไอ

2.4.3 ระยะของการทำแห้ง (Period of Drying)

โดยทั่วไปของการทำแห้งของอาหาร จะแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะปรับตัว (Setting period) เป็นระยะที่ผิวหน้าของอาหารปรับตัวให้สมดุลกับสภาวะของลมร้อนภายในตู้อบแห้ง ระยะนี้จะสั้นมากและไม่มีความสำคัญต่อการทำแห้ง
2. ระยะอัตราการทำแห้งคงที่ (Constant rate period) ในระยะนี้ผิวหน้าของอาหารจะอิ่มตัวด้วยน้ำ เนื่องจากอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำภายในมาที่ผิวของอาหารเท่ากับอัตราการระเหยของน้ำออกไปที่ผิวของอาหาร จนกว่าความชื้นของอาหารจะลดลงถึงจุดความชื้นวิกฤต ซึ่งสภาวะของอากาศที่จำเป็นในการทำแห้งในระยะอัตราการทำแห้งคงที่คือ

อุณหภูมิกระเปาะแห้งค่อนข้างสูง
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศค่อนข้างต่ำ
ความเร็วลมสูง

3. ระยะอัตราการทำแห้งลดลง (Fallling rate period) เมื่อความชื้นของอาหารลดลงต่ำกว่าความชื้นวิกฤต อัตราการทำแห้งจะลดลงอย่างช้า ๆ จนกระทั่งเกือบเป็นศูนย์ที่ความชื้นสมดุล เนื่องจากอัตราการคเลื่อนที่ของน้ำจากภายในมาที่ผิวของอาหารช้ากว่าอัตราการระเหยของน้ำออกไปที่ผิวหน้า ดังนั้น ผิวหน้าของอาหารจะเริ่มแห้ง ระยะนี้จะเป็นระยะที่นานที่สุดในการทำแห้งอาหาร

อาหารบางชนิดมีความชื้นเริ่มต้นต่ำกว่าความชื้นวิกฤต ระยะของการทำแห้งจะปรากฏเพียงระยะอัตราการทำแห้งลดลงเพียงระยะเดียว อัตราการทำแห้งในระยะนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศและความหนาของอาหารเป็นส่วนใหญ่ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและความเร็วลมไม่มีผลต่ออัตราการทำแห้งในระยะนี้

2.4.4 อัตราการทำแห้ง (Rate of Drying)

ในทางปฏิบัติเราต้องการให้อัตราการทำแห้งสูง เพราะเวลาการทำแห้งจะได้สั้น การเพิ่มอัตราการทำแห้งทำได้ง่ายในระยะอัตราการทำแห้งคงที่ โดยการเพิ่มอุณหภูมิของอากาศ หรือการลดความชื้นในอากาศหรือการเพิ่มความเร็วลม การเพิ่มอัตราการทำแห้งในระยะอัตราการทำแห้งลดลงทำได้ยากมาก เนื่องจากการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารถูกควบคุมโดยความแตกต่างของความดันไอภายในอาหารและคุณลักษณะทางกายภาพของอาหารเองก็เป็นข้อจำกัด ดังนั้นการลดขนาดของอาหารจึงมีบทบาทสำคัญในระยะอัตราการทำแห้งลดลง

2.4.5 ขั้นตอนการทำแห้งอาหาร

2.4.5.1 การเตรียมวัตถุดิบ

อาหารแห้งก็เหมือนกับอาหารแปรรูปอื่น ๆ ที่วัตถุดิบมีอิทธิพลอย่างมากต่อผลิตภัณฑ์สุดท้าย ถ้าวัตถุดิบมีคุณภาพไม่ดี ไม่สะอาดหรือมีการปนเปื้อนสูง ผลิตภัณฑ์สุดท้ายก็จะมีคุณภาพไม่ดีด้วย การทำแห้งไม่ได้มีจุดประสงค์เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ ดังนั้น วัตถุดิบที่มีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นสูงมาก สามารถนำไปสู่การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ระหว่างการทำแห้งและการเก็บรักษา

2.4.5.2 การอบแห้ง

อุณหภูมิในการอบแห้งจะอยู่ในช่วง 60 – 80°C ซึ่งอุณหภูมิในช่วงนี้สามารถทำลายเซลล์ของแบคทีเรียที่ไม่ใช่สปอร์ รา และยีสต์ ได้ การลดจำนวนจุลินทรีย์จะขึ้นอยู่กับเวลาที่อุณหภูมินี้ และความสม่ำเสมอในการกระจายความร้อนภายในตู้อบแห้ง ปัญหาที่พบบ่อย ๆ คือชั้นของอาหารที่หนาเกินไป ทำให้ลมร้อนไม่สามารถแทรกเข้าไปได้อย่างทั่วถึง เป็นเหตุให้อาหารบางส่วนได้รับความร้อนไม่เพียงพอ ทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ นอกจากความร้อนจะเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการจำกัดการเจริญเติบโตได้ นอกจากความร้อนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการจำกัดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์คือ ประสิทธิภาพในการพาเอาความชื้นออกไป ถ้าปริมาณความชื้นถูกพาออกไปอย่างเพียงพอในทุกระยะของการทำแห้งจะสามารถจำกัดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้

วิธีการทำแห้ง

การเลือกใช้วิธีการทำแห้งให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต คือ ปัจจัยสำคัญที่จะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การเลือกใช้วิธีการทำแห้งที่เหมาะสมนั้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ ประการแรกที่ต้องพิจารณาคือ ชนิดและคุณสมบัติของวัตถุดิบที่นำมาอบแห้งมีความไวต่อการได้รับความเสียหายเนื่องจากความร้อน หรือปฏิกิริยาต่าง ๆ มากน้อยเพียงไร ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ภายหลังการทำแห้งที่ต้องการ และที่สำคัญคือต้นทุนการผลิต นอกจากนี้ สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ ลักษณะในการทำงานของเครื่องอบแห้งแต่ละชนิด กลไกการถ่ายเทความร้อน เช่น การพาความร้อน การนำความร้อน หรือการแผ่รังสี ซึ่งเป็นลักษณะของวิธีการทำแห้ง และปัจจัยแหล่านี้จะมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้ง

เครื่องอบแห้งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะการให้ความร้อน คือ

1. Adiabatic Dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้ความร้อนโดยใช้กระแสลมร้อนเคลื่อนที่สัมผัสกับอาหารโดยอาหารอยู่กับที่หรือเคลื่อนที่ด้วย ได้แก่ Tray dryer, cabinet dryer, tunnel dryer, kiln dryer เป็นต้น

2. Solid Surface Transfer Dryer เป็นเตาอบแห้งที่ให้อาหารสัมผัสกับแผ่นโลหะร้อน น้ำที่ระเหยกระจายออกไปที่บรรยากาศตามธรรมชาติหรือใช้ลมหมุนเวียนหรือใช้ระบบสุญญากาศ ได้แก่ vacuum shelf dryer, continuous vacuum dryer เป็นต้น

2.4.5.3 การจัดการหลังการทำแห้ง

การผลิตอาหารที่มีความชื้นต่ำหรืออาหารแห้งนั้น มีวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อต้องการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้นานที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์จะต้องมีความคงตัวในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งทางด้านจุลินทรีย์ เคมี และกายภาพ เพราะการเปลี่ยนแปลงลักษณะดังกล่าวจะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปัจจัยที่จะช่วยควบคุมและมีผลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร โดยทั่วไป มี 3 หลัก คือ ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ สภาวะแวดล้อมในระหว่างการเก็บรักษาหรือการรอจำหน่าย และคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ หากมีการควบคุมปัจจัยทั้ง 3 ดังกล่าวให้มีความเหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาแล้ว จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวและมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้นได้

2.5 ขนมไทยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีการวิจัยเพื่อพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตขนมไทย เพื่อปรับปรุงคุณภาพ แต่ยังไว้ซึ่งเอกลักษณ์ของขนมไทย ขนมไทยกึ่งสำเร็จรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเก็บไว้ได้นาน และยังมีความสะดวกรวดเร็วในการแปรรูป กมลวรรณ และคณะ (2542) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์สังขยาฟักทองกึ่งสำเร็จรูป โดยศึกษาอิทธิพลอัตราส่วนผสมแห้งต่อน้ำ 3 ระดับ (1:1.5, 1:2 และ 1:2.5) ของผสมแห้งประกอบด้วยฟักทองผง กะทิผง ไข่ขาวผง น้ำตาลทราย และเวลาที่ใช้ในการอบด้วยไมโครเวฟจำนวน 2 ระดับ (4 และ 6 นาที) ต่อคุณภาพของสังขยาฟักทอง พบว่า เมื่ออัตราส่วนแห้งต่อน้ำมากเกินไป และที่อัตราส่วนต่อน้ำต่ำที่สุด (1:1.5) ขนมจะมีค่าความคงตัวน้อย ซึ่งแสดงว่าขนมมีลักษณะจับตัวกันได้มากและความคงตัวสูง โดยสูตรเหมาะสมของสังขยาฟักทองปรกอบด้วยอัตราส่วนแห้งต่อน้ำเท่ากับ 1:2 และใช้เวลาในการอบด้วยไมโครเวฟ 6 นาที ให้ขนมที่จับตัวกันเป็นก้อนและมีความคงตัว ศศิธร (2544) ศึกษาผลของปริมาณน้ำ 2 ระดับ (70 และ 90 กรัม) ปริมาณกล้วยผง 3 ระดับ (ร้อยละ 20, 29 และ 38) และอัตราส่วนของแป้งข้าวหอมมะลิต่อแป้งข้าวเหลือง 11 จำนวน 3 ระดับ (50:50, 75:25 และ 100:0) ต่อคุณภาพของกล้วย ในการพัฒนาขนมกล้วยผงกึ่งสำเร็จรูป พบว่า เมื่อปริมาณกล้วยผง และน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความแข็งและการคืนตัวกลับ (springiness) ลดลง แต่การเกาะตัวกัน (cohesiveness) ของขนมเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิหรือการลดลงของแป้งเหลือง 11 ทำให้ค่าความแข็งของขนมกล้วยลดลง กมลวรรณ และคณะ (2546) ทำการพัฒนาขนมหม้อแกงถั่วกึ่งสำเร็จรูป โดยศึกษาอิทธิพลของปริมาณถั่วทองบด และกะทิผง ต่อคุณภาพขนมหม้อแกงถั่ว ซึ่งมีส่วนผสมของถั่วทองบด กะทิผง น้ำตาลปี๊บ ไข่ไก่ เกลือและน้ำ พบว่าปริมาณถั่วทองบด และลดกะทิผล มีผลทำให้ค่าความแข็ง (hardness) และค่าความเกาะติด (adhesive force) ของขนมเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มปริมาณถั่วทองบดเป็นการเพิ่มปริมาณโปรตีน และแป้ง ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมหม้อแกงมีความแน่นแข็งมากขึ้น แต่ค่าการเกาะตัวกัน มีแนวโน้มลดลง และพบว่าชนิดของส่วนผสมมีผลต่อคุณภาพที่เป็นเอกลักษณ์ของขนมหม้อแกง โดยเฉพาะไข่ และน้ำตาล ซึ่งมีผลต่อกลิ่น และสีของขนมหม้อแกง ขนมหม้อแกงที่ใช้น้ำตาลทรายเป็นส่วนผสมจะมีกลิ่นหอมน้อยกว่าการใช้น้ำตาลมะพร้าวหรือน้ำตาลโตนด

2.6 การศึกษาอายุการเก็บรักษา

การที่ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาไว้ได้เป็นระยะเวลาหนึ่งโดยไม่เสื่อมคุณภาพเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมเสียได้ง่ายกว่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ควรมีการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ หรือเวลาในการเก็บรักษาจนกระทั่งผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดและไม่เป็นที่ยอมรับ ปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอาหารระหว่างการแปรรูปและการเก็บจะเกิดขึ้นด้วยอัตราที่แตกต่างกัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ อาจเป็นปฏิกิริยาที่สำคัญในการประเมินอายุการเก็บ ดังนั้น วิธีที่นิยมใช้ในการประเมินอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์หนึ่ง ๆ คือ การหาการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อคุณภาพใดคุณภาพหนึ่ง เพื่อเป็นดัชนีนี้วัดการเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นในอาหาร ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ของปฏิกิริยานั้น ๆ การควบคุมให้ปฏิกิริยาทั้งหมดเกิดขึ้นด้วยอัตราที่เหมาะสมนั้นกระทำได้ยาก ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเลือกปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่สำคัญที่สุดซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ผู้บริโภคต้องการ หรือยอมรับ ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงสีของผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง การเหม็นหืนของหนังหมูพร้อมบริโภค การสูญเสียวิตามินซีของอาหารในระหว่างการเก็บ เป็นต้น

ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา

การศึกษาอายุการเก็บมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อคงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมในช่วงเวลาที่ต้องการภายใต้สภาวะการเก็บและการขนส่งหนึ่ง ๆ โดยอายุการเก็บของอาหารต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.2 และขึ้นอยู่กับอุณหภูมิการเก็บด้วย

ตารางที่ 2.2 อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ระบุปัจจัยการเปลี่ยนแปลงต่ออายุการเก็บ

ผลิตภัณฑ์อาหาร	อายุการเก็บ	ปัจจัยหลักที่มีผลต่อคุณภาพ
ขนมปัง	ประมาณ 1 สัปดาห์ ณ อุณหภูมิห้อง	กลิ่นรสเหม็นอับ (stale flavor) การเปลี่ยนแปลงเหม็นอับ / เหม็นหืน การเปลี่ยนแปลงสี
ซอส , เดรสซิ่ง	1 – 2 ณ อุณหภูมิห้อง	กลิ่นรสเหม็นอับ / เหม็นหืน การเปลี่ยนแปลงสี
ผลิตภัณฑ์อาหารหมักดอง	2 – 3 ปี ณ อุณหภูมิห้อง	กลิ่นรสเหม็นอับ การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส
อาหาแช่เย็น	สูงถึง 4 เดือน ณ อุณหภูมิ 0 – 8 °C	การเสื่อมเสียจากเชื้อจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส
อาหารแช่แข็ง	1 – 1.5 ปี ในห้องแช่แข็ง	การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส และสี

ความสำคัญของการศึกษาอายุการเก็บ คือ การกำหนดวันหมดอายุของอาหารเพื่อให้ผู้บริโภคทราบ และประกันว่าผลิตภัณฑ์ในช่วงระยะเวลานี้มีคุณภาพตามที่กำหนด ผลิตภัณฑ์จะสามารถเก็บรักษาได้นานมากน้อยเพียงใด ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นต้องทราบปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บ และกลไกการเสื่อมเสียที่มักมีความสัมพันธ์กันอย่างมากมาย ความรู้ทางกลไกการเสื่อมเสียดังกล่าวมาแล้ว นำไปสู่การระบุปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บที่ถูกต้อง โดยทั่วไป ปัจจัยทีมีผลต่ออายุการเก็บ ได้แก่

2.6.1 ปัจจัยภายใน (Instrinsic factors)

ปัจจัยภายใน เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องผลิตภัณฑ์ดังนี้คือ ชนิดและคุณภาพของวัตถุดิบ องค์ประกอบ สูตร และโครงสร้างผลิตภัณฑ์ (ปริมาณสารอาหาร) วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) (ปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์นำไปใช้ได้หรือที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางเคมี) ค่าความเป็นกรดเบสทั้งหมด ชนิดของกรด ค่า รีดอกพอเทนเชียล (redox potential : Eh) รวมทั้งจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และจำนวนจุลินทรีย์ที่หลงเหลือ

2.6.2 ปัจจัยภายนอก (Extrinsic factors)

ปัจจัยภายนอกเป็นปัจจัยที่ผลิตภัณฑ์สุดท้ายต้องพบในขณะที่เคลื่อนผ่านห่วงโซ่อาหาร ได้แก่

- การแปรรูป มักมีผลอย่างมากต่อสมบัติทางด้านจุลินทรีย์ กายภาพ เคมี คุณค่าทางโภชนาการ และทางด้านประสาทสัมผัส โดยเกี่ยวข้องกับการเตรียมวัตถุดิบ / การลดขนาด รวมทั้งอุณหภูมิและเวลาที่ผลิตภัณฑ์ได้รับระหว่างการแปรรูป ความดันในช่องว่างเหนืออาหารหรือผลิตภัณฑ์
- สุขลักษณะ จำนวนจุลินทรีย์ในบรรยากาศระหว่างการแปรรูป การเก็บและการกระจายสินค้า
- ภาชนะบรรจุ และระบบการบรรจุ
- การเก็บ การขนส่ง และการวางจำหน่าย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบ และอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

- แป้งมันสำปะหลัง ของบริษัท ไทยวา จำกัด
- แป้งข้าวเจ้า ของบริษัท ไทยวา จำกัด
- แป้งข้าวเหนียว ของบริษัท ไทยวา จำกัด
- แป้งท้าวยายม่อม ของบริษัท เอส ที ซี
- แป้งมันสำปะหลังดัดแปร ชนิดพิเศษสำหรับการประยุกต์ใช้กับขนมไทยคือ FA 4205 และ FA 805 ของบริษัท สยามโมดิฟายด์สตาร์ช จำกัด
- กะทิกล่อง ยู เอช ที ตรา ชาวเกาะ
- น้ำตาลมะพร้าว
- น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล

3.1.2 อุปกรณ์

- เครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray drier ; ห้างหุ้นส่วนจำกัด บี ดับบลิว เอส เทรดดิ้ง, ประเทศไทย)
- เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler รุ่น BB120, Switzerland)
- เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟราเรด ยี่ห้อ Mettler รุ่น LP16, Switzerland)
- เครื่องวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (A_w – box ยี่ห้อ Decagon รุ่น Pa_w kit, Switzerland)
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven, ยี่ห้อ Memmert รุ่น ULM – 400, USA)

3.1.3 เครื่องประมวลผลทางสถิติ

- เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC Computer)
- โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 15

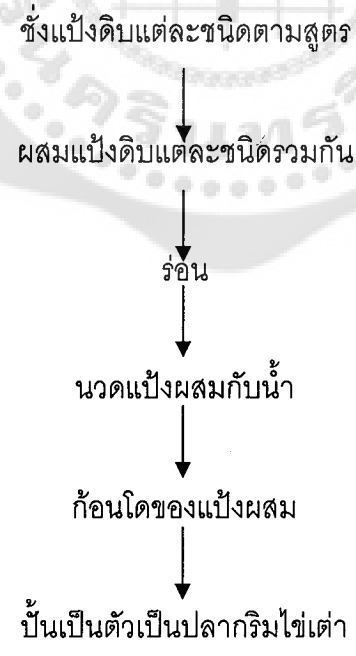
3.2 การวางแผนทดลอง

3.2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

นำสูตรเบื้องต้นของปลากริมไข่เต่าจากแหล่งที่คัดเลือกมาทั้งหมด 4 สูตร แล้วทำการผลิตเป็นขนมปลากริมไข่เต่าพร้อมบริโภค ตามวิธีการของสูตรที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 จากนั้น ทำการประเมินคุณภาพขนมปลากริมไข่เต่าทั้ง 4 สูตรดังกล่าวทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการเรียงลำดับความชอบ (Ranking for Preference) ตามแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสดังภาคผนวก ข.1 จำนวนผู้ทดสอบ 20 คน

ตารางที่ 3.1 แสดงสูตรเบื้องต้นของปลากริมไข่เต่า 4 สูตร

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (กรัม)	สูตรที่ 2 (กรัม)	สูตรที่ 3 (กรัม)	สูตรที่ 4 (กรัม)
แป้งข้าวเจ้า	90	90	90	90
แป้งข้าวเหนียว	82	21	-	-
แป้งมันสำปะหลัง	42	-	45	30
แป้งท้าวยายม่อม	-	8	20	-
น้ำ	165	120	145	125



(ปั้นเป็นเส้นยาวขนาด 3 – 4 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.3 ซม.)

รูปที่ 3.1 แสดงวิธีการผลิตตัวปลากริมไข่เต่า

วิธีการเตรียมส่วนผสมของกะทิตัวหวาน (ปลากริม) และตัวเค็ม (ไข่เต่า) ดังนี้คือ

ตัวหวาน (ปลากริม)

เตรียมน้ำกะทิ 400 กรัม (หัวกะทิ 180 กรัม ต่อน้ำ 120 กรัม) ผสมกับน้ำตาลปี๊บ 200 กรัม และแป้งข้าวเจ้า 12 กรัม ลงในหม้อสแตนเลส นำไปตั้งไฟปานกลาง คนจนน้ำตาลปี๊บละลาย จึงใส่ตัวปลากริม เมื่อเดือดยกลง

ตัวเค็ม (ไข่เต่า)

เตรียมน้ำกะทิ 400 กรัม (หัวกะทิ 250 กรัม น้ำ 150 กรัม) น้ำตาลทราย 65 กรัม เกลือป่น 8 กรัม และแป้งมันสำปะหลัง 8 กรัม ลงในหม้อสแตนเลส นำไปตั้งไฟให้เดือด ใส่ตัวไข่เต่าลงไป เมื่อเดือดยกลง

3.2.2 ศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมในการผลิตตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

นำสูตรขนมปลากริมไข่เต่าที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 3.2.1 นำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 11 – 12 % โดยจะทำการวัดค่าเปอร์เซนต์ความชื้นทุก ๆ 1 ชั่วโมง และวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ เป็นต้น

3.2.3 เปรียบเทียบปริมาณแป้งสุกที่มีผลต่อการผลิตของตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

เลือกสภาวะการทำแห้งที่คัดเลือกจากข้อ 3.2.2 แบ่งแป้งดิบผสมออกเป็น 2 ส่วนในอัตราส่วน 25, 50, 75 และ 100% ของน้ำหนักแป้ง โดยนำส่วนที่ 1 มาผสมกับน้ำลงในหม้อตุ๋นแล้วนำไปกวนให้สุก จากนั้น นำแป้งสุกมาผสมกับแป้งดิบผสม ส่วนที่ 2 นวดจนส่วนผสมทั้งหมดรวมตัวกันเป็นก้อนโดเนียนไม่ติดมือ

นำก้อนโดปลากริมไข่เต่าทั้ง 2 วิธี มาปั้นเป็นตัวปลากริมไข่เต่า แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง สังเกตการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการคืนตัวของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

3.2.4 พัฒนาสูตรปลากริมไข่เต่าที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

เลือกวิธีการที่เหมาะสมจากการทดลองในข้อ 3.2.3 มาปรับปรุงด้านเนื้อสัมผัส โดยใช้แป้งดัดแปรชนิดพิเศษสำหรับขนมไทย 2 ชนิด คือ FA 805 และ FA 4205 ดังแสดงในตารางที่ 3.2 เพื่อผลิตเป็นตัวปลากริมไข่เต่าพร้อมบริโภค จากนั้น นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.2 แสดงส่วนผสมของปลากริมไข่เต่าที่ใช้แป้งดัดแปร 4 สูตร

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (กรัม)	สูตรที่ 2 (กรัม)	สูตรที่ 3 (กรัม)	สูตรที่ 4 (กรัม)
แป้งข้าวเจ้า	90	90	90	90
FA 805	30	-	21	9
FA 4205	-	30	9	21
น้ำ	120	120	120	120

นำตัวแป้งปลากริมไข่เต่าแต่ละสูตรมาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพทางเคมี ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี ความชื้น ระยะเวลาคืนรูป รวมถึงประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (7 – point hedonic scale) ตามแบบการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสภาคผนวก ข2 จำนวนผู้ทดสอบ 20 คน

3.2.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวปลากริมไข่เต่าระหว่างการเก็บรักษา

นำตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่เหมาะสมจากข้อ 3.2.4 มาเก็บในบรรจุภัณฑ์แบบ Polypropylene (PP) และ Polyethylene (PE) ปิดผนึกให้สนิทแน่น แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทำการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติในด้านกายภาพ และเคมี ได้แก่ ค่าสี ค่าความชื้น ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ในทุก ๆ 1 เดือน เป็นระยะเวลา 3 เดือน

ส 365158

บทที่ 4

ผลการทดลอง และอภิปรายผลการทดลอง

4.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

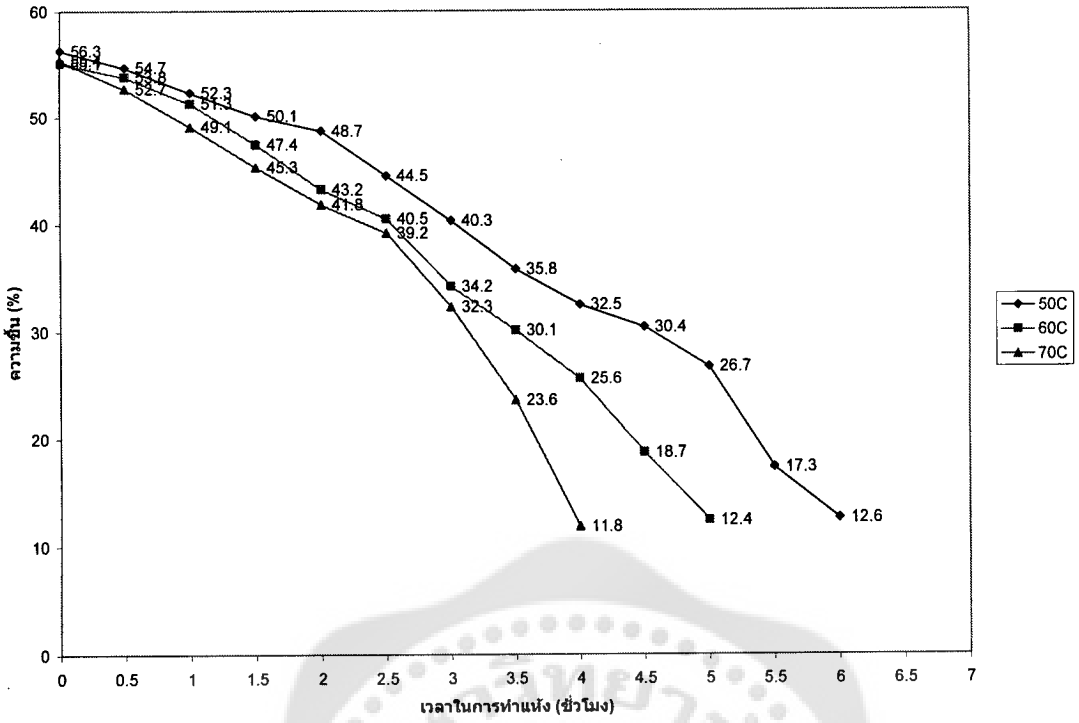
จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลากริมไข่เต่าพร้อมบริโภคทั้ง 4 สูตร ด้วยวิธีของ Ranking Test (ตารางที่ 4.1) พบว่า สูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด รองลงมาคือ สูตร 3 สูตร 1 และสูตร 4 ตามลำดับ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกสูตรที่ 2 ไปพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตในขั้นต่อไป เนื่องจากสูตรที่ 2 มีคุณลักษณะด้านความนุ่มและความเหนียวของปลากริมไข่เต่าพร้อมบริโภคดีที่สุด

ตารางที่ 4.1 ลำดับความชอบของปลากริมไข่เต่าด้วยวิธี Ranking Test

สูตร	จำนวนผู้ทดสอบ (คน)			
	อันดับ 1	อันดับ 2	อันดับ 3	อันดับ 4
1	2	2	9	7
2	11	6	3	-
3	5	11	4	-
4	2	1	4	13

4.2 ศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมในการผลิตตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

การทำแห้งปลากริมไข่เต่าสดโดยใช้อุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับคือ 50, 60 และ 70°C จนเหลือความชื้นประมาณ 11 – 12% นั้น มีการเปลี่ยนแปลงของความชื้นของปลากริมไข่เต่าในระหว่างการทำแห้ง (รูปที่ 4.1) พบว่า ต้องใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 6 , 5 และ 4 ชั่วโมง ตามลำดับ นอกจากนี้การสังเกตลักษณะปรากฏของปลากริมไข่เต่าหลังการทำแห้ง ณ ทุกระดับอุณหภูมิที่ใช้ พบว่า ผิวหน้าของปลากริมไข่เต่าจะแตก บางส่วนแตกถึงภายใน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณแป้งสุกอาจน้อยเกินไป ทำให้การเกาะตัวของแป้งมีน้อย เมื่ออบแห้งแล้ว ปลากริมไข่เต่าที่ได้จะแตกหัก (ตารางที่ 4.2) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้อุณหภูมิ 60°C เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตในขั้นต่อไป เนื่องจากปลากริมไข่เต่าหลังทำแห้งที่อุณหภูมินี้มีการแตกหักน้อย



รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงของความชื้นระหว่างการทำแห้งปลากริมไข่เต่าแบบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 °C

ตารางที่ 4.2 แสดงสภาวะการทำแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ ต่อคุณลักษณะของปลากริมไข่เต่า

ระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง (°C)	ระยะเวลาในการอบแห้ง (ชั่วโมง)	ลักษณะของตัวปลากริมไข่เต่าหลังการอบแห้ง
50	6	แตกหัก ไม่เกาะตัว
60	5	แตกหัก ไม่เกาะตัว
70	4	แตกหักมาก ไม่เกาะตัว

4.3 เปรียบเทียบปริมาณแป้งสุกที่มีผลต่อการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

จากผลการทดลองเพื่อหาปริมาณแป้งสุกที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป (ตารางที่ 4.3) พบว่า ปริมาณแป้งสุกในอัตราส่วน 50% สามารถเกาะตัวได้ง่าย และเป็นก้อนโดที่มีลักษณะนุ่มและเนียนดี เมื่อนำไปทำแห้งที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปจะเกิดรอยร้าวและแตกหักน้อย ต้มในน้ำเดือดจนกระทั่งปลากริมไข่เต่าสุก จะให้ลักษณะที่ผิวนอกใส ตรงกลางเป็นเส้นไตขาว และค่อนข้างแข็งน้อยกว่า อาจเป็นเพราะว่ามีปริมาณแป้งดิบผสมอยู่ ดังนั้น ผู้วิจัย จึงเลือกปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปสูตรที่ใช้แป้งสุกอัตราส่วน 50% ไปพัฒนาในขั้นต่อไป

ตารางที่ 4.3 แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของปลากริมไข่เต่าที่ปริมาณแป้งสุกต่าง ๆ

ปริมาณแป้งสุกที่อัตราต่าง ๆ	การผสมแป้งสุกกับแป้งดิบ	ลักษณะของปลากริมไข่เต่าก่อนอบแห้ง	ลักษณะของปลากริมไข่เต่าหลังอบแห้ง	ลักษณะของปลากริมไข่เต่าเมื่อต้มสุก
25%	ผสมค่อนข้างยาก ส่วนผสมทั้งหมดค่อนข้างแห้ง	มีลักษณะค่อนข้างแห้ง	แตกหักง่าย และมีรอยร้าวบนปลากริมไข่เต่า	แข็ง
50%	ผสมง่าย ส่วนผสมทั้งหมด มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว	มีลักษณะนุ่มเนียน	แตกหัก และมีรอยร้าวบนปลากริมไข่เต่า	ค่อนข้างแข็ง
75%	ผสมค่อนข้างยาก ส่วนผสมทั้งหมดมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว	มีลักษณะนุ่มเนียนและค่อนข้างแฉะ	แตกหัก และมีรอยร้าวบนปลากริมไข่เต่า	ค่อนข้างแข็ง
100%	_	ชื้นมาก	แห้งยาก	-

4.4 พัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

จากผลการทดลองในข้อ 4.3 ผู้วิจัยเลือกปลากริมไข่เต่าที่ระดับแป้งสุกที่อัตราส่วนเท่ากับ 50% มาปรับปรุงด้านเนื้อสัมผัสโดยใช้แป้งดัดแปร 2 ชนิด คือ FA 805 และ FA 4205 ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 สูตร ได้แก่

สูตรที่ 1 คือ แป้งข้าวเจ้า : FA 805 เท่ากับ 30 : 10

สูตรที่ 2 คือ แป้งข้าวเจ้า : FA 4205 เท่ากับ 30 : 10

สูตรที่ 3 คือ แป้งข้าวเจ้า : FA 805 : FA 4205 เท่ากับ 30 : 7 : 3

สูตรที่ 4 คือ แป้งข้าวเจ้า : FA 805 : FA 4205 เท่ากับ 30 : 3 : 7

เมื่อนำปลากริมไข่เต่ามาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C พบว่า ระยะเวลาการอบที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าปริมาณความชื้นอิสระ (A_w) ลดลงด้วย (ตารางที่ 4.4) จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ พบว่า สูตร 4 มีปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ(A_w) ต่ำสุด รวมถึงระยะเวลาในการคืนรูปน้อยที่สุดคือ 15 นาที ($p<0.05$) นอกจากนี้ จากการสังเกตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปทุกสูตรมีความเปราะใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความชื้นอิสระ(A_w) ของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป ทำแห้งที่อุณหภูมิ 60°C ซึ่งใช้ชนิดแป้งดัดแปร และระดับต่าง ๆ

สูตร	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	A_w
แป้งข้าวเจ้า : FA 805	0	0.905
เท่ากับ 30 : 10	1	0.888
	2	0.863
	3	0.829
	4	0.794
	5	0.757[c]
แป้งข้าวเจ้า : FA 4205	0	0.901
เท่ากับ 30 : 10	1	0.876
	2	0.859
	3	0.817
	4	0.783
	5	0.745[bc]
แป้งข้าวเจ้า : FA 805 : FA 4205	0	0.907
เท่ากับ 30 : 7 : 3	1	0.880
	2	0.849
	3	0.805
	4	0.773
	5	0.720[b]
แป้งข้าวเจ้า : FA 805 : FA 4205	0	0.903
เท่ากับ 30 : 3 : 7	1	0.871
	2	0.840
	3	0.798
	4	0.769
	5	0.705[a]

ตารางที่ 4.5 ผลของการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปซึ่งใช้ชนิดแป้งดัดแปร และระดับต่าง ๆ

ค่าคุณภาพ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ปริมาณความชื้น (%)	12.63^{c}	12.51^{bc}	12.22^{ab}	12.04^{a}
ปริมาณน้ำอิสระ (A_W)	0.757^{c}	0.745^{bc}	0.720^{b}	0.705^{a}
ระยะเวลาในการคืนตัว (นาที)	18^{b}	18^{b}	17^{b}	15^{a}
ลักษณะก่อนการคืนรูป	ปลากริมไข่เต่ามีสีเหลืองอ่อนและเปราะ	ปลากริมไข่เต่ามีสีเหลืองอ่อนและเปราะ	ปลากริมไข่เต่ามีสีเหลืองอ่อนและเปราะ	ปลากริมไข่เต่ามีสีเหลืองอ่อนและเปราะ
ลักษณะหลังการคืนรูป	ใกล้เคียงตัวปลากริมไข่เต่าสด	ใกล้เคียงตัวปลากริมไข่เต่าสด	ใกล้เคียงตัวปลากริมไข่เต่าสด	ใกล้เคียงตัวปลากริมไข่เต่าสด

จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (7 – point hedonic scale) ด้านลักษณะปรากฏ ความนุ่ม ความเหนียว และการยอมรับโดยรวมของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร (ตารางที่ 4.6) พบว่า คะแนนด้านลักษณะปรากฏทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ส่วนคะแนนด้านความนุ่ม และความชอบโดยรวมของสูตรที่ 3 และ 4 จะมากกว่าสูตรที่ 1 และ 2 ($p < 0.05$) สำหรับคะแนนด้านความเหนียวของสูตรที่ 1, 3 และ 4 จะมีมากกว่าสูตรที่ 2 ($p < 0.05$) แต่เมื่อพิจารณาเกณฑ์ในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์จากคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเคมี รวมถึงคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะด้านปรากฏ ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม จึงสรุปว่า สูตร 4 มีความเหมาะสมที่จะนำไปศึกษาอายุการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.6 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่ใช้ชนิดและระดับของแป้งดัดแปรต่าง ๆ กัน

ลักษณะคุณภาพทางประสาทสัมผัส	สูตรที่			
	1	2	3	4
ความนุ่ม	4.20[b]	4.70[b]	5.30[a]	5.60[a]
ความเหนียว	5.15[a]	4.35[b]	5.20[a]	5.35[a]
ความชอบโดยรวม	4.35[b]	4.50[b]	5.15[a]	5.40[a]

4.5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

เมื่อนำปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่ได้จากข้อ 4.4 มาเก็บรักษาในถุงพลาสติก 2 ชนิด ตามระยะเวลาที่กำหนด (ตารางที่ 4.7) พบว่า ปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่เก็บในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิด ที่ 0 และ 1 เดือน มีลักษณะปกติ คือ เป็นลักษณะเส้นยาว รี ๆ แหลมหัวแหลมท้าย และมีสีขาว ที่ 2 เดือน ปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่เก็บในถุงพลาสติก ทั้ง 2 ชนิด เริ่มมีการหักบ้างเล็กน้อย ที่ 3 เดือน ตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่เก็บในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิด มีการหักเพิ่มขึ้นจากเดิม

ตารางที่ 4.7 ลักษณะของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก 2 ชนิด ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน

ตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	ลักษณะหลังการเก็บ (เดือน)			
	0	1	2	3
ถุง PP	ปกติ	ปกติ	หักเล็กน้อย	หักเพิ่มขึ้น
ถุง PE	ปกติ	ปกติ	หักเล็กน้อย	หักเพิ่มขึ้น

หมายเหตุ PP = Polypropylene , PE = Polyethylene

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป (ตารางที่ 4.8) พบว่า ปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่เก็บในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิด มีความชื้นเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย ซึ่งถุงโพลีโพรพิลีนสามารถป้องกันความชื้น มีความเหนียว และความแข็งแรงกว่าถุงโพลีเอทธิลีน สำหรับปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงนั้นยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม เนื่องจากความชื้นสูงสุดที่มีได้ในอาหารแห้งจำพวกแป้งจะไม่เกิน 15% ซึ่งไม่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.8 ความชื้นเฉลี่ยของตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก 2 ชนิด ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 เดือน

ตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป	ปริมาณความชื้น (%)			
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน
ถุง PP	12.04	12.17	12.25	12.38
ถุง PE	12.04	12.29	12.43	12.62

การวัดค่าสีของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป พบว่า มีความสว่างค่อนข้างมาก เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าสีของปลากริมไข่เต่าที่เก็บในถุงโพลีโพรพิลีน (PP) และถุงโพลีเอทธิลีน (PE) เป็นระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 เดือน (ตารางที่ 4.9) จากสมการถดถอย (regression equation) เมื่อหาความชันของเส้นกราฟแต่ละชนิดของถุงพลาสติกเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างและการเปลี่ยนแปลงของสีในแต่ละเดือนเทียบกับ เดือนที่ 0 ($\triangle$E) พบว่า ตัวปลากริมไข่เต่าที่เก็บในถุงโพลีโพรพิลีน และถุงโพลีเอทธิลีนมีความชันเท่ากับ 0.595 และ 0.715 แสดงว่า ตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่เก็บในถุงโพลีเอทธิลีน มีอัตราการเปลี่ยนแปลง ค่า $\triangle$E มากกว่าที่เก็บในถุงโพลีโพรพิลีน โดยระยะเวลาการเก็บและอัตราการเปลี่ยนแปลง ค่า $\triangle$E มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้น เมื่อเก็บปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่เก็บในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิดเป็นระยะเวลา 3 เดือน จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี

ตารางที่ 4.9 ค่าสี L a และ b ของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิ 60°C เก็บรักษาในถุงพลาสติก 2 ชนิด เป็นระยะเวลา 3 เดือน

ผลิตภัณฑ์	เวลา (เดือน)	ถุงโพลีโพรพิลีน (PP)				ถุงโพลีเอทิลีน (PE)			
		L	a	b	△E	L	a	b	△E
ปลากริม	0	89.13	1.64	5.56	-	89.13	1.64	5.56	-
ไข่เต่ากึ่ง	1	88.07	1.82	6.58	1.48	88.59	1.96	6.83	1.43
สำเร็จรูป	2	87.64	1.39	6.72	1.90	87.91	1.50	7.08	1.95
	3	86.98	1.45	7.13	2.67	86.80	1.71	7.22	2.86

หมายเหตุ △E หมายถึง ค่าความแตกต่างของสีในเดือนที่ 1, 2 และ 3 เปรียบเทียบกับเดือนที่ 0

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษากระบวนการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลากริมไข่เต่าพร้อมบริโภคด้วยวิธีของ Ranking Test พบว่า สูตร 2 ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด เหมาะสมสำหรับการผลิตตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป เพื่อให้เนื้อสัมผัสด้านความเหนียว และความนุ่มที่ต้องการ

2. สภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปคือ 60°C ซึ่งมีความชื้นสุดท้ายเท่ากับ 12.4% โดยใช้ระยะเวลา 5 ชั่วโมง

3. ปริมาณแป้งสุกที่เหมาะสมในการผลิตตัวปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป พบว่าปริมาณแป้งสุกในอัตราส่วน 50% มีการเกาะตัวเป็นก้อนโดที่ให้ลักษณะนุ่มและเนียนดี และหลังสภาวะการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60°C ปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปมีรอยร้าวและแตกหักน้อย รวมถึงการต้มให้สุกจะให้เนื้อสัมผัสที่แข็งน้อยกว่า

4. ผลการศึกษาการใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปร 2 ชนิด คือ FA 805 และ FA 4205 พบว่า สูตร 4 (แป้งข้าวเจ้า : FA 805 : FA 4205 เท่ากับ 30 : 3 : 7) มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 12.04% ปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.705 และระยะเวลาในการคืนรูปเท่ากับ 15 นาที ($p < 0.05$) นอกจากนี้ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (7 – point hedonic scale) พบว่า สูตร 4 ได้รับคะแนนคุณลักษณะทุกด้านมากที่สุดซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

5. จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่บรรจุไว้ในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิด คือ ถุงโพลีโพรพิลีน และโพลีเอทธิลีน เก็บรักษาไว้ภายใต้บรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C) นาน 3 เดือน พบว่า การเปลี่ยนแปลงความชื้น ค่าสี ในแต่ละเดือนเล็กน้อย แต่เมื่ออายุการเก็บมากกว่า 1 เดือน ผลิตภัณฑ์เริ่มแตกหักมากขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษากระบวนการผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปขั้นพื้นฐานเท่านั้น เนื่องจาก การผลิตตัวปลากริมไข่เต่าเป็นลักษณะปั้นด้วยมือ (Handmade) ดังนั้น หากต้องการใช้จริงในระดับอุตสาหกรรมขนาดย่อมหรือกลาง ควรจะต้องใช้เครื่องมือ หรือเครื่องจักรเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตทั้งในแง่ปริมาณ และลดระยะเวลา เป็นต้น
2. กระบวนการผลิตนี้.หัวใจสำคัญคือ เครื่องอบแห้ง ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มความเร็วลม อุปกรณ์เพิ่มหรือลดอุณหภูมิหรืออุปกรณ์ระบายไอน้ำออก ทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งเร็วขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้ ควรมีการเปรียบเทียบวิธีการทำแห้งแบบอื่น ๆ เช่น การทำแห้งแบบสุญญากาศ และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เป็นต้น
3. เทคนิควิธีการต่าง ๆ เช่น การทำให้แป้งสุกควรให้ความร้อนจนน้ำแป้ง (Paste) มีลักษณะใสก่อนจึงใส่แป้งดิบส่วนที่เหลือ แล้วปั้นเป็นปลากริมไข่เต่าสด หรืออาจใช้วิธีอื่น ๆ เช่น การลวก (Blanching) มาใช้ เพื่อทำให้ตัวปลากริมไข่เต่าสดมีการสุกบางส่วน ร่วมกับการนำไปแช่เย็นก่อนนำไปอบแห้ง เป็นต้น
4. การเลือกใช้ชนิดของแป้งดัดแปรต้องเลือกให้มีความเหมาะสม โดยจะเน้นเรื่องความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของแป้ง และกรรมวิธีการแปรรูปที่ใช้
5. ควรมีการศึกษาพฤติกรรมของแป้งผสมที่นำมาใช้ผลิตปลากริมไข่เต่า เพื่อสามารถที่จะทำนายการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของแป้งในระหว่างการแปรรูป
6. การพัฒนาปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป จะเป็นแนวทางเพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นได้ เช่น ครองแครงแก้ว บัวลอยกึ่งสำเร็จรูป เป็นต้น

บรรณานุกรม

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2535. เอกสารประกอบการสอนกระบวนการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารฯ ลาดกระบัง. กรุงเทพ ฯ.

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2535. มาตรฐานผลิตภัณฑ์แป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร. เอกสาร มอก. ที่ 1073 – 2535. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ 11 หน้า

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ 2544. **เทคโนโลยีแป้ง**. (พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กมลวรรณ แจ้งชัด, วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ม, เกศรินทร์ มงคลวรรณ และนภสร จุ้ยเจริญ.2546. การพัฒนาขนมหม้อแกงถั่วกึ่งสำเร็จรูป, น.175 – 184 ในเอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน วันที่ 3 – 7 กุมภาพันธ์ 2546.

กฤษณา พงษ์ศรีเจริญสุข, 2546, เทคนิคการยืดอายุการเก็บรักษาขนมไทยและอาหารพื้นบ้าน วารสารสถาบันอาหาร, ปีที่ 5 ฉบับที่ 29 พฤษภาคม – มิถุนายน. หน้า 16 – 28.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2546. วิทยาศาสตร์การและเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีรนุช ฉายศิริโชติ. 2548. กรรมวิธีการผลิตขนมทับทิมกึ่งสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาคหกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ โรจนไพบูลย์. 2532. **ตำรับขนมไทย**. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์.

บุณยกฤต รัตนพันธุ์. 2545. การศึกษากระบวนการผลิตแป้งขนมตาลสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. **การวางแผนและการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส**. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รุ่งนภา วิสิฐอุดรการ. 2540. **การประเมินอายุการเก็บอาหาร**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ, 169 น.

รัตนันท์ พรรณนารุโณทัย. 2543. บทบาทของ water activity (a_w) ต่อผลิตภัณฑ์อาหาร. วารสารจาร์พา 56 : 57 – 59.

วิไล รังสาดทอง. 2546. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร**. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร. คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. พิมพ์ครั้งที่ 3 บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ. 500 หน้า.

วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล และคณะ. 2548. **เทคโนโลยีอบแห้งในอุตสาหกรรมอาหาร**. สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2543. กระบวนการทำแห้ง. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 164 – 172.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ 2532. **การอบแห้งอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อบเชย วงศ์ทอง. 2543. **เอกสารประกอบการสอนการผลิตขนมไทย**. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

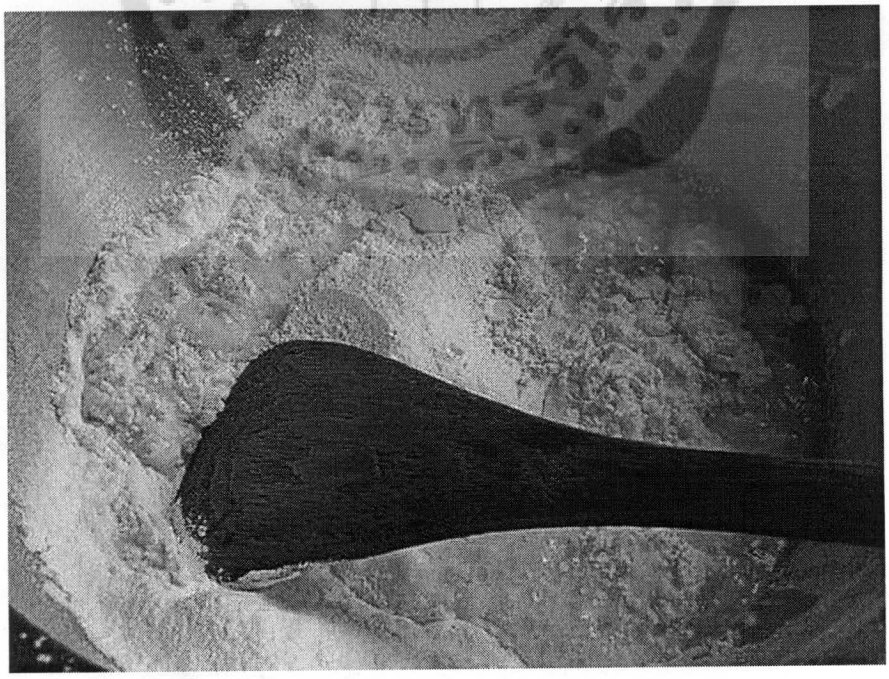
Gaonkar, A.G. 1995. **Ingredient Ingredients effects on food quality**. Marcel Dekker, Inc., New York.

Stollman, U., F. Johnson and Leufven. 1994 Packaging and Food quality, pp. 52 – 71. In C.M.D. Man and A.A. Jones (eds.). Shelf Life Evaluation of Foods. Blackie Academic & Professional, Glasgow.

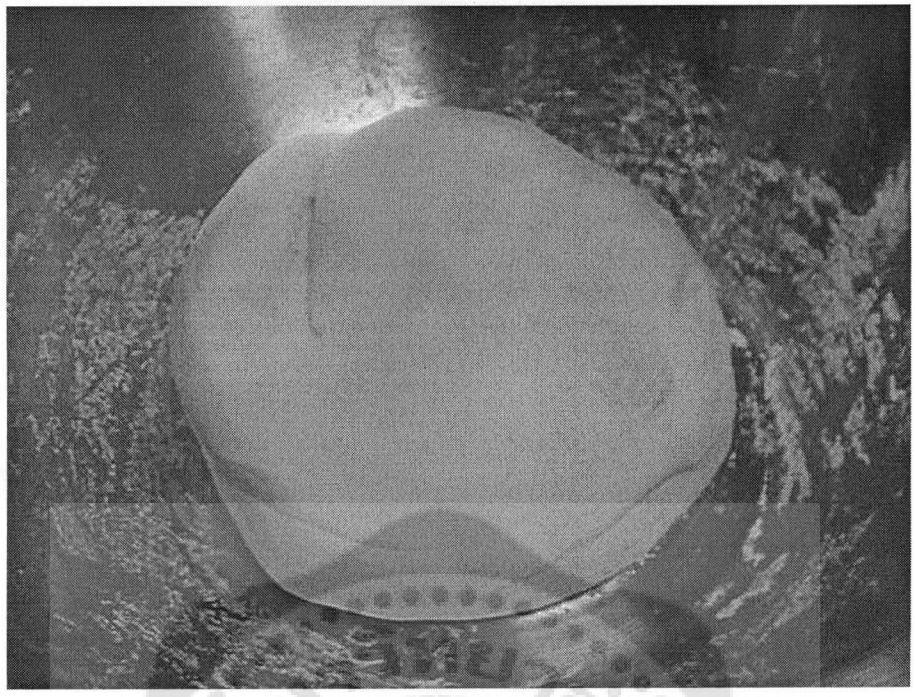
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบในการผลิต ผลิตภัณฑ์

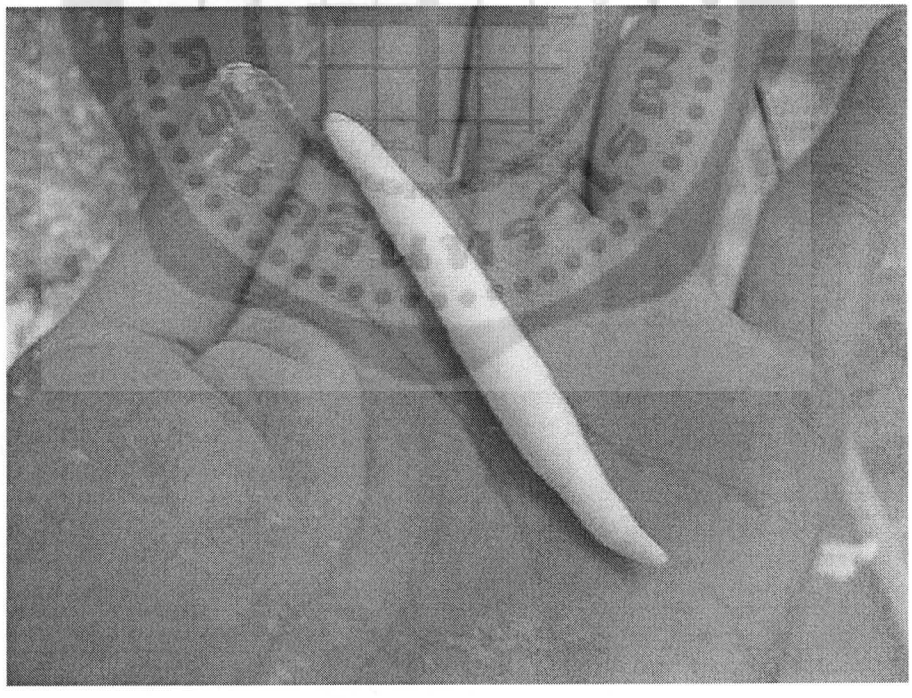
<u>รูปที่ ก1</u> นำแป้งดิบทั้ง 3 ชนิด มาผสมรวมกัน



<u>รูปที่ ก2</u> การผสมแป้งดิบกับน้ำอุ่น

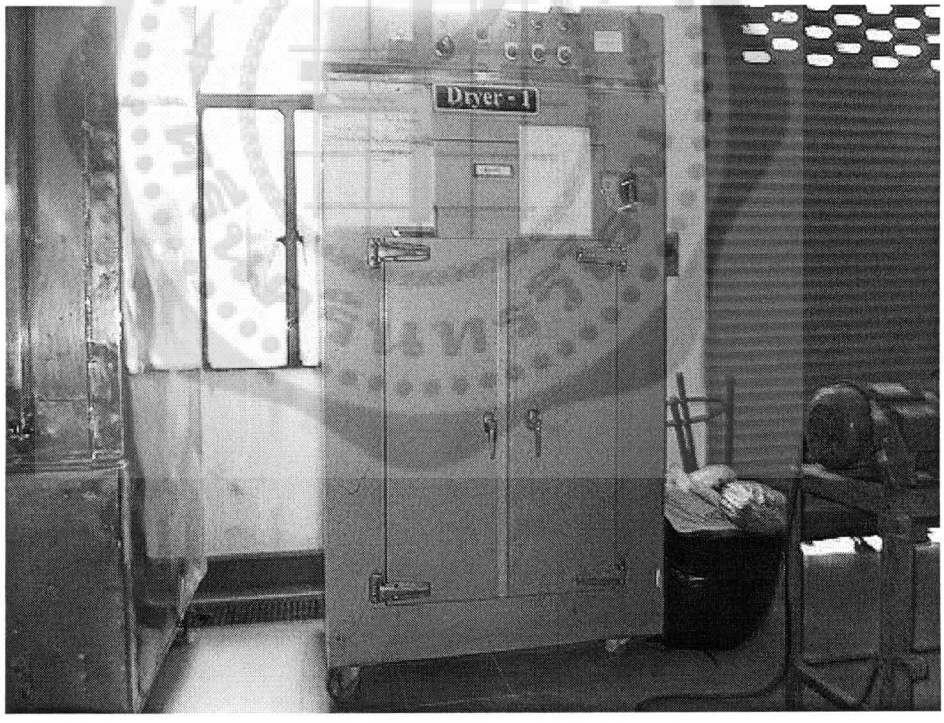


รูปที่ ก3 นวดพอให้แป้งโดเนียน ไม่ติดมือ

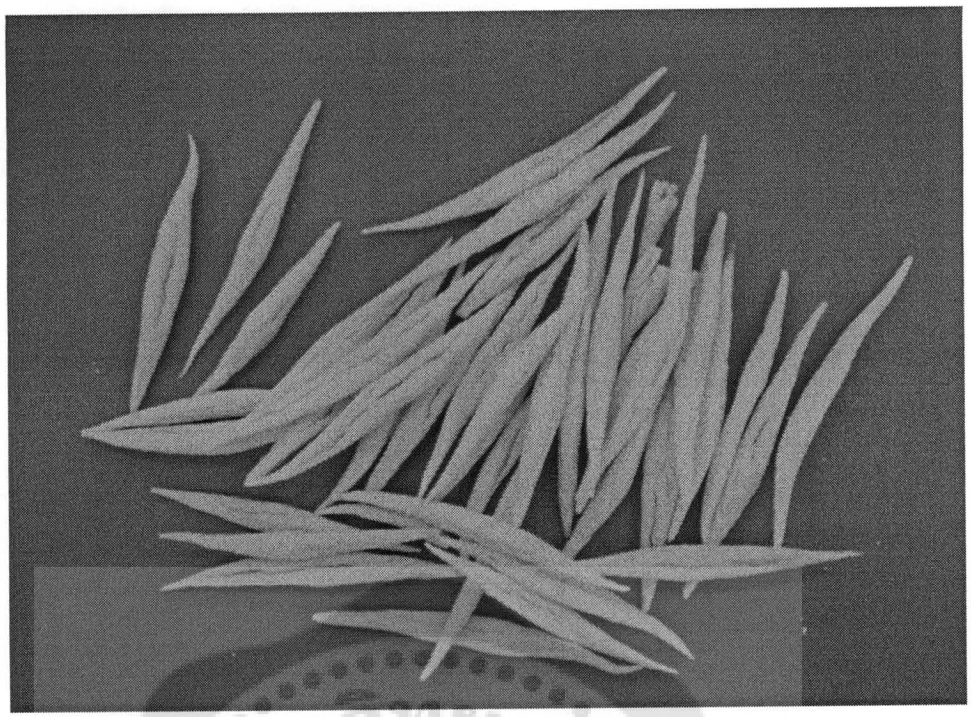


รูปที่ ก4 ปั้นหรือขึ้นรูปเป็นตัวปลากริมไข่เต่า ที่มีลักษณะแหลมหัวแหลมท้าย

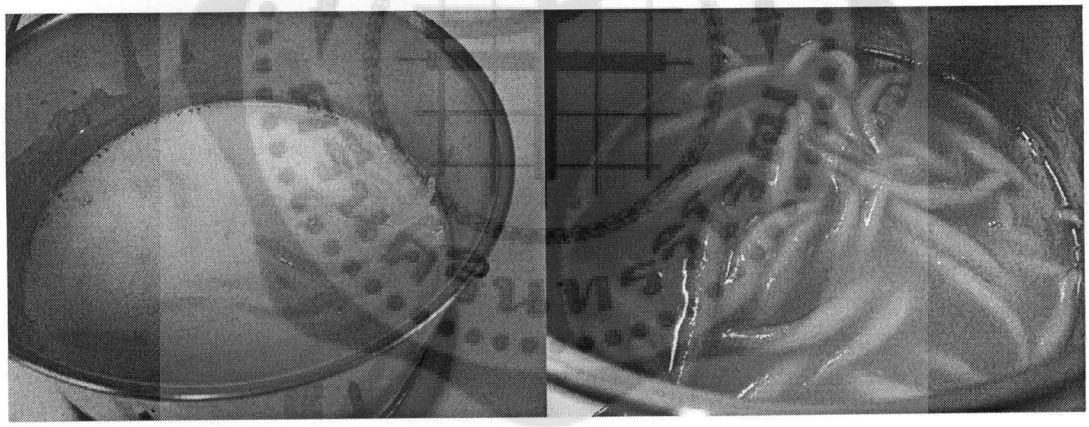
รูปที่ ก5 ลักษณะของปลากริมไข่เต่าสดในการนำมาทดลองวิจัย



รูปที่ ก6 แสดงเครื่องมืออบแห้งแบบลมร้อนที่ใช้สำหรับผลิตปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป



รูปที่ ก7 แสดงลักษณะของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านกระบวนการทำแห้ง



รูปที่ ก8 แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์ปลากริมไข่เต่าพร้อมบริโภคแบบเค็มและหวาน

ภาคผนวก ข แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ข. 1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Ranking test

โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลากริมไข่เต่าสดพร้อมบริโภค 4 สูตร คือ 946 182 574 และ 713 โดยเรียงลำดับจากชอบมากที่สุดจนถึงชอบน้อยที่สุด

ผู้ทดสอบชิม..... วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ .....

คำชี้แจง โปรดทำการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างต่อไปนี้ และให้ระดับความชอบต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว โดยตัวอย่างที่ท่านชอบมากที่สุดให้ระดับความชอบลำดับแรก และตัวอย่างที่ท่านชอบน้อยที่สุดให้ระดับความชอบเป็นลำดับสุดท้าย

กรุณาเรียงลำดับตามความชอบโดยเรียงลำดับจากอันดับ 1 (ชอบมากที่สุด) จนถึงอันดับ 4 (ชอบน้อยที่สุด)

	946	182	574	713
ความนุ่ม	.....	.....	.....	.....
ความเหนียว	.....	.....	.....	.....
การยอมรับโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ข. 2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scale scoring test

โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป ที่เปรียบเทียบการใช้แป้งดัดแปรชนิดและปริมาณต่างๆ กัน ณ สภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C

ผู้ทดสอบชิม..... วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ : ปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป (Dried Par Kim Khai Tao)

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างแต่ละรหัสแล้วให้คะแนนตามลักษณะต่าง ๆ ที่กำหนดให้ แล้วให้คะแนนความชอบตรงความรู้สึก โดยให้คะแนนระดับความชอบมีดังนี้
กรุณาให้คะแนนตามลำดับความชอบดังนี้

ระดับของความชอบ	ระดับคะแนน	ระดับความชอบ	ระดับคะแนน
ชอบมากที่สุด	7	ไม่ชอบเล็กน้อย	3
ชอบปานกลาง	6	ไม่ชอบปานกลาง	2
ชอบเล็กน้อย	5	ไม่ชอบมากที่สุด	1
เฉย ๆ	4		

รหัสตัวอย่าง	946	182	574	713
ความนุ่ม	.....	.....	.....	.....
ความเหนียว	.....	.....	.....	.....
การยอมรับโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางผนวก ค.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในด้านความชื้นของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

Source of variance (SOV)	df	Sum of Squares (SS)	Mean Squares (MS)	F	Sig
สูตร	3	0.905	0.302	11.183	0.001
ความคลาดเคลื่อน	12	0.325	0.027		
รวม	15	1.230			

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวก ค.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในด้านปริมาณน้ำอิสระของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

Source of variance (SOV)	df	Sum of Squares (SS)	Mean Squares (MS)	F	Sig
สูตร	3	0.007	0.002	8.267	0.003
ความคลาดเคลื่อน	12	0.003	0.000		
รวม	15	0.010			

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวก ค.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในระยะเวลาคืนรูปของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

Source of variance (SOV)	df	Sum of Squares (SS)	Mean Squares (MS)	F	Sig
สูตร	3	39.188	13.063	48.231	0.000
ความคลาดเคลื่อน	12	3.250	0.271		
รวม	15	42.438			

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวก ค.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในด้านความนุ่มของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

Source of variance (SOV)	df	Sum of Squares (SS)	Mean Squares (MS)	F	Sig
สูตร	3	23.400	7.800	21.583	0.000
ผู้ชิม	19	5.800	0.305		
ความคลาดเคลื่อน	57	20.600	0.361		
รวม	80	2010.000			

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวก ค.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในด้านความเหนียวของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

Source of variance (SOV)	df	Sum of Squares (SS)	Mean Squares (MS)	F	Sig
สูตร	3	12.138	4.046	14.313	0.000
ผู้ชิม	19	4.737	0.249		
ความคลาดเคลื่อน	57	16.112	0.283		
รวม	80	2043.000			

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวก ค.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนในด้านการยอมรับโดยรวม ของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป

Source of variance (SOV)	df	Sum of Squares (SS)	Mean Squares (MS)	F	Sig
สูตร	3	15.300	5.100	12.530	0.000
ผู้ชิม	19	5.700	0.300		
ความคลาดเคลื่อน	57	23.200	0.407		
รวม	80	2010.000			

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางผนวก ค.7 การวิเคราะห์การถดถอยของปลากริมไข่เต่ากึ่งสำเร็จรูป
ที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนและโพลีเอทธิลีน

ประเภทของพลาสติก	ค่าความชัน	ค่า t	Sig
ถุงโพลีโพรพิลีน	0.595	0.107	0.000
ถุงโพลีเอทธิลีน	0.715	0.099	0.000

ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ – สกุล นายสมชาย สุริยะศิริบุตร
   Mr. Somchai Suriyasiributr

2. ตำแหน่ง อาจารย์ (ข้าราชการ)

3. หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
   โทรศัพท์ 0 – 2664 – 1000 ต่อ 8304
   โทรสาร 0 – 2258 – 4000
   E – mail ssomchai@swu.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2525	วทบ. (วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร) สาขาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พ.ศ. 2544	วทม. (วิทยาศาสตร์การอาหาร) สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
พ.ศ. 2545 – 2546	นักวินิจฉัยให้คำปรึกษาแนะนำสถานประกอบการ ระดับวิชาชีพ รุ่นที่ 4 สถาบันส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น)

5. ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2525	ตำแหน่ง Process control chemist บ. ยูไนเต็ดฟลาวมิลล์ จำกัด
พ.ศ. 2528	ตำแหน่ง Food Specialist บ. ไทยอกริฟู้ดส์ จำกัด
พ.ศ. 2531	ตำแหน่ง Senior Assistant Production Manager บ. ซี.พี.ผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด

พ.ศ. 2534 อาจารย์
ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ วิทยาลัยอาชีวศึกษาแพร่ จ. แพร่

พ.ศ. 2537 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำหลักสูตร วทบ. (วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ)
ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2546 – 2548 ที่ปรึกษาโครงการ " กิจกรรมการบ่มเพาะธุรกิจ (Incubation)
สาขาอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารแปรรูป " และโครงการ
" เสริมสร้างผู้ประกอบการใหม่ "

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
   - เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้
   - ผลิตภัณฑ์ไอศกรีม
   - ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรส
   - การวินิจฉัยระบบสุขลักษณะการผลิตอาหาร (GMP) และ
     ระบบการวิเคราะห์อันตรายและควบคุมจุดวิกฤตในกระบวนการผลิตอาหาร (HACCP)