การพัฒนาศักยภาพเมล็ดทุเรียนในผลิตผลิตภัณฑ์ขนมไทย

Developing the Potential of Durian seeds in Thai dessert products

จักราวุธ ภู่เสม

Chakkrawut Bhoosem

พจนีย์ บุญนา

Photchanee Bunna

อภิญญา มานะโรจน์

Apinya Manarote

ปรัศนีย์ ทับใบแย้ม

Prassanee Tubbiyam

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนาศักยภาพเมล็ดทุเรียนในผลิตผลิตภัณฑ์ขนมไทย

โดย : จักราวุธ ภู่เสม พจนีย์ บุญนา อภิญญา มานะโรจน์ และ ปรัศนีย์ ทับใบแย้ม

สาขาวิชา : อาหารและโภชนาการ

คณะ : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ปีงบประมาณ : 2559

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเมล็ดทุเรียน ได้แก่ แกงบวดเมล็ดทุเรียน ขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน เมี่ยงเมล็ดทุเรียน ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน และขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน และเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียนสู่ชุมชน การทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการโดยทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบที่มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ขนมไทยจำนวน 30 คน ด้วยวิธีให้คะแนนแบบ 9- point hedonic scale ผลิตภัณฑ์ขนมไทยที่ใช้ในการทดลองได้แก่ แกงบวดเมล็ดทุเรียน ขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน ขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน และเมี่ยงเมล็ดทุเรียน การทดแทนวัตถุดิบหลักด้วยเมล็ดทุเรียนในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียนทำการทดแทนที่ระดับร้อยละ 0 ร้อยละ 25 ร้อยละ 50 และร้อยละ 75 ผู้ชิมให้การยอมรับที่ระดับร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 50 อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยเมล็ดทุเรียนเพิ่มมากขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสของตัวอย่างมีความแข็งขึ้น ซึ่งผู้ชิมให้การยอมรับน้อยที่สุดอย่างเด่นชัด และไม่เป็นไปตามลักษณะที่ควรจะเป็น อย่างไรก็ตามการทดแทนด้วยเมล็ดทุเรียนมีผลทำให้มีปริมาณของโปรตีนเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการสุ่มโดยบังเอิญ พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 80 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน

สำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เบเกอรีจากแปลือกทุเรียนผง ณ คณะเทคโนโลยี-คหกรรมศาสตร์ ผู้เข้ารับการอบรม มีความพึงพอใจในทุกด้านของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

คำสำคัญ: เมล็ดทุเรียน, ขนมไทย

ABSTRACT

Research Title	:	Developing the potential of durian peel in bakery products
Author	:	Chakkrawut Bhoosem Photchanee Bunna Apinya Manarote and Prassanee Tubbiyam
Department	:	Food and Nutrition
Faculty	:	Home Economics Technology
Academic year	:	2016

The objective of this research to study the process of durian seed including of Durian seed in syrup, Look Choup Durian Seed, Chinese Mochi Cake Durian seed filling, Durian Seed Custard and Meung Durian Seed. To determine the quality of processed food products from Durian seed. To study consumer acceptance (Consumer test) on food products from durian seed. Processed food products from durian seed used in the trial, including of Durian seed in syrup, Look Choup Durian Seed, Chinese Mochi Cake Durian seed filling, Durian Seed Custard and Meung Durian Seed. The substitution of main ingredients with durian seed products, the sample substitute at 0 percent to 75 percent panelists recognized that the 0 percent to 50 percent except sample to recognize. However, the replacement of 75 percent on the amount of compensation increases. Make an example of a more solid texture. The panelists acknowledged the least clear. And not according to the way that it should be. However, durian seed supplementation resulted in increased amount of protein, which is beneficial to the health of consumers.

Acceptance testing of consumer substitution of wheat flour with durian peel powder products in bakeries, 100 by means of random chance that the test of more than 80 percent of the product acceptance bakeries are replacement of wheat flour with durian rind powder.

For bakery products, technology transfer from Japan selected durian powder at the Faculty of Economics of Technology. Trainee There is satisfaction in all aspects of technology transfer.

Keywords: durian seed, Thai dessert

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จด้ได้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วย-ศาสตราจารย์ ดร. ชญาภัทร์ กี่อาริโย คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ซึ่งให้โอกาส และอนุมัติโครงการวิจัยนี้

ผู้วิจัยรู้สึกสำนึกในพระคุณของท่านคณาจารย์ทั้งในอดีต และปัจจุบันที่ได้ถ่ายทอดความรู้ และเป็นแบบอย่างในการทำงานให้กับผู้วิจัย

ยิ่งไปกว่านั้น ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้บังคับบัญชา เพื่อน พี่ น้องคณาจารย์ที่ให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ และอีกทั้งหลายท่านที่มิอาจเอ่ยนามได้ครบถ้วน ณ ที่นี้ ที่สละเวลาให้ความร่วมมือ และข้อมูลเพื่องานวิจัยเป็นอย่างดี

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่ถูกอ้างนามถึงในการวิจัยครั้งนี่ทุกท่าน และที่ขาดเสียมิได้คือผู้ที่คอยให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนอยู่เบื้องหลังคนสำคัญได้แก่ ผู้ที่เป็นบิดา มารดาของคณะผู้วิจัย

ด้วยความสนับสนุนของท่านทั้งหลาย ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณด้วยความสำนึกยิ่ง

คณะผู้วิจัย

2559

สารบัญ

			หน้า
บทคัดย่อ			(1)
Abstract			(2)
กิตติกรรมประกาศ			(3)
สารบัญ			(4)
สารบัญตาราง			(6)
สารบัญภาพ			(9)
บทที่	1	**บทนำ**	1
		1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
		1.2 วัตถุประสงค์	2
		1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
		1.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
บทที่	2	**ตรวจเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
		2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
		2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
บทที่	3	**วิธีดำเนินการทดลอง**	37
		3.1 วัตถุดิบ และอุปกรณ์	37
		3.2 วิธีการทดลอง	39
บทที่	4	**ผลการทดลอง**	56
		4.1 ผลการเตรียมเมล็ดทุเรียน	56
		4.2 การศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากเมล็ดทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งเพื่อบริโภค	57
		4.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน	72
		4.4 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์	75
บทที่	5	**สรุปและข้อเสนอแนะ**	88
		5.1 สรุป	88
		5.2 ข้อเสนอแนะ	88

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
เอกสารและสิ่งอ้างอิง		89
ภาคผนวก		100
ภาคผนวก ก	สูตรขนมไทย	100
ภาคผนวก ข	แบบประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร	107
ภาคผนวก ค	แบบประเมินการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	111
ภาคผนวก ง	วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและทางกายภาพ	114
ภาคผนวก จ	ประวัติคณะผู้วิจัย	123

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว 100 กรัม	15
2.2	องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของน้ำกะทิ	18
2.3	องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียวเราะเปลือก	21
2.4	ความแตกต่างระหว่างอะมิโลสและอะมิโลเพกติน	24
2.5	องค์ประกอบที่สำคัญของแป้งข้าวเจ้า	24
3.1	ส่วนประกอบของแกงบวดเมล็ดทุเรียน	41
3.2	ส่วนประกอบของขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน	43
3.3	ส่วนประกอบของขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน	45
3.4	ส่วนประกอบของขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน	48
3.5	ส่วนประกอบของเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meang Durian Seed)	50
3.6	ลักษณะของข้อมูลการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน ต่อการยอมรับโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในแผนการทดลอง RCBD	52
4.1	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพของเมล็ดทุเรียน	56
4.2	ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยปรับปรุงรสชาติเพื่อทดสอบความพอดีด้วยการปรับอัตราส่วนของน้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย (Palm sugar : Granulate sugar) ให้ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดด้วยวิธี 5-Point just about right	57
4.3	ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแกงบวดเมล็ดทุเรียนด้วยวิธี 9 ระดับ 9-point hedonic scale	58
4.4	องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างแกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup) โดยการปรับอัตราส่วนของ น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย (Palm sugar : Granulate sugar) ร้อยละ 75 (P:G-75)	59
4.5	องค์ประกอบทางเคมีของขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.6	ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	61
4.7	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่างของขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	62
4.8	องค์ประกอบทางเคมีของขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	63
4.9	ลักษณะเนื้อสัมผัสของของขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	64
4.10	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่างของขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	65
1.44	องค์ประกอบทางเคมีของขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	66
4.12	ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	67
4.13	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่างของขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	68
4.14	องค์ประกอบทางเคมีของเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	69
4.15	ลักษณะเนื้อสัมผัสของเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.16	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่างของเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน	71
4.17	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์	72
4.18	การยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน	74
4.19	จำนวนผู้ตอบแบบประเมินจำแนกตามสถานภาพ	76
4.20	ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำแนกตามเพศ	77
4.21	ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำแนกตามอายุ	78
4.22	ค่าคะแนนความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	79
4.23	ค่าคะแนนความพึงพอใจของด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	81
4.24	ค่าคะแนนกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	82
4.25	ค่าคะแนนสิ่งอำนวยความสะดวก ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	84
4.26	ค่าคะแนนความพึงพอใจของด้านประโยชน์จากการรับบริการ	85

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะของใบ ช่อดอก และผลของทุเรียน	6
2.2	องค์ประกอบทางเคมีของแป้งเมล็ดทุเรียน	8
2.3	สูตรโครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลซูโครส	12
2.4	โครงสร้างของ อะมิโลเพคติน (Amylopectin) ในเมล็ดข้าว	22
2.5	โครงสร้างของอะมิโลส (Amylose) เมล็ดข้าว	23
2.6	กรรมวิธีการผลิตแป้งจากข้าวเจ้า	25
2.7	การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งในช่วงการเกิดเจลาทิไนเซชัน	27
2.8	โครงสร้างของไข่	28
3.1	ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดทุเรียน	39
3.2	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup)	42
3.3	ขั้นตอนการเตรียมขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed)	44
3.4	ขั้นตอนการเตรียมไส้ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling)	46
3.5	ขั้นตอนการเตรียมขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling)	47
3.6	ขั้นตอนการเตรียมขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard)	49
3.7	ขั้นตอนการเตรียมเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed)	51
4.1	จำนวนกลุ่มอายุของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามสถานภาพ	76
4.2	จำนวนกลุ่มอายุของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามเพศ	77
4.3	จำนวนกลุ่มอายุของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามอายุ	78
4.4	แผนภูมิความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	80
4.5	แผนภูมิความพึงพอใจด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	81
4.6	แผนภูมิความพึงพอใจต่อกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	83
4.7	แผนภูมิความพึงพอใจด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.8	แผนภูมิความพึงพอใจต่อประโยชน์จากการรับบริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี	86
4.9	แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของการถ่ายทอดเทคโนโลยี	87

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปในปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทต่อสภาพการใช้ชีวิตของผู้คนที่อาศัยอยู่ในชุมชนเมือง โดยผลิตภัณฑ์แปรรูปดังกล่าวมีทั้งอาหารกึ่งสำเร็จรูป และสำเร็จรูปอาทิ เช่น อาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง อาหารแช่เย็น ต่างๆ ตลอดจนผักผลไม้ตัดแต่งแช่เย็น หรือบรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ เพื่อรองรับกับการใช้ชีวิตที่เร่งด่วนในปัจจุบัน ในการแปรรูวัตถุดิบทางการเกษตรเพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปพร้อมรับประทานจะมีกระบวนการแปรรูปหลายขั้นตอน ตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบ ล้างทำความสะอาด ตัดแต่ง จนถึงขั้นแบ่งบรรจุลงภาชนะที่พร้อมจะส่งออกจำหน่ายสู่ร้านค้าต่างๆ การแปรรูปดังกล่าวข้างต้นซึ่งในขั้นตอนการตัดแต่งจะมีส่วนเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่วนเหลือทิ้งนั้นบางส่วนก็ยังคงเหลือคุณประโยชน์ที่สามารถจะนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นได้อีก เช่น จากแนวคิดของสุวรรณา และคณะ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2551) ได้การการศึกษาการแปรรูปขนุนแช่อิ่มอบแห้ง โดยมีขั้นตอนการเตรียมเนื้อขนุน นำผลขนุนมาล้างทำความสะอาดแล้วผ่าครึ่งแกะเอาเฉพาะยวงขนุนมาแกะเอาเมล็ดออก ตัดส่วนที่แข็งเป็นสีน้ำตาลออก จากนั้นผ่าครึ่งตามยาวอีกครั้งให้ เป็น 2 ส่วนหรือ ตัดเป็นชิ้นตามต้องการ ล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วสะเด็ดน้ำ เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป จะเห็นได้ว่าจากการแปรรูปมีส่วนที่เหลือทิ้ง คือ ส่วนของเมล็ด เมล็ดของผลไม้ที่มีขนาดใหญ่ เช่น ขนุน และทุเรียนนั้นจากภูมิปัญญาของคนไทยได้มีการนำมาบริโภคกันโดยทำให้สุกก่อนรับประทานอาจใช้วิธีการต้มหรือการย่าง เป็นต้น

เมล็ดทุเรียน คือ ส่วนของเมล็ดของผลทุเรียน เป็นส่วนเหลือทิ้งหลังจากบริโภคเนื้อทุเรียนสุก โดยทุเรียนสามารถบริโภคสุกได้ทุกสายพันธุ์ เช่น หมอนทอง ชะนี กระดุม ก้านยา หลง-หลินลับแล เป็นต้นการบริโภคเมล็ดทุเรียนพบว่าบางพื้นที่นิมยมเผาไฟก่อนรับประทาน สำหรับเมล็ดทุเรียนสายพันธุ์ต่างๆ โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีสตาร์ชร้อยละ 3.00 (Oates and Powell, 1995)

ปริมาณสตาร์ชดังกล่าวที่พบ คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเมล็ดของทุเรียนมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปในขนมไทย โดยร่วมกับสวนทุเรียนคุณจันทนา จันทเลิศ ตำบลพลวง อำเภอคิชกูฏ จังหวัดจันทบุรี เพื่อใช้ส่วนที่เหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์สูงสุดในอาหารแปรรูป ได้แก่ แกงบวดเมล็ดทุเรียน ขนมลูกชุมเมล็ดทุเรียน เมี่ยงเมล็ดทุเรียน เมล็ดทุเรียนทอดสุญญากาศ และขนมเปี๊ยะไส้เมล็ดทุเรียน ทั้งหมดจะบรรจุภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิทพร้อมบริโภคเพิ่มความทันสมัยแก่ผู้บริโภควัยรุ่น วัยทำงาน และบุคคลทั่วไปที่มีวิถีชีวิตที่เร่งรีบ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเมล็ดทุเรียน ได้แก่ แกงบวดเมล็ดทุเรียน ขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน เมี่ยงเมล็ดทุเรียน ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน และขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน โดยปรับปรุงรสชาติ

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน

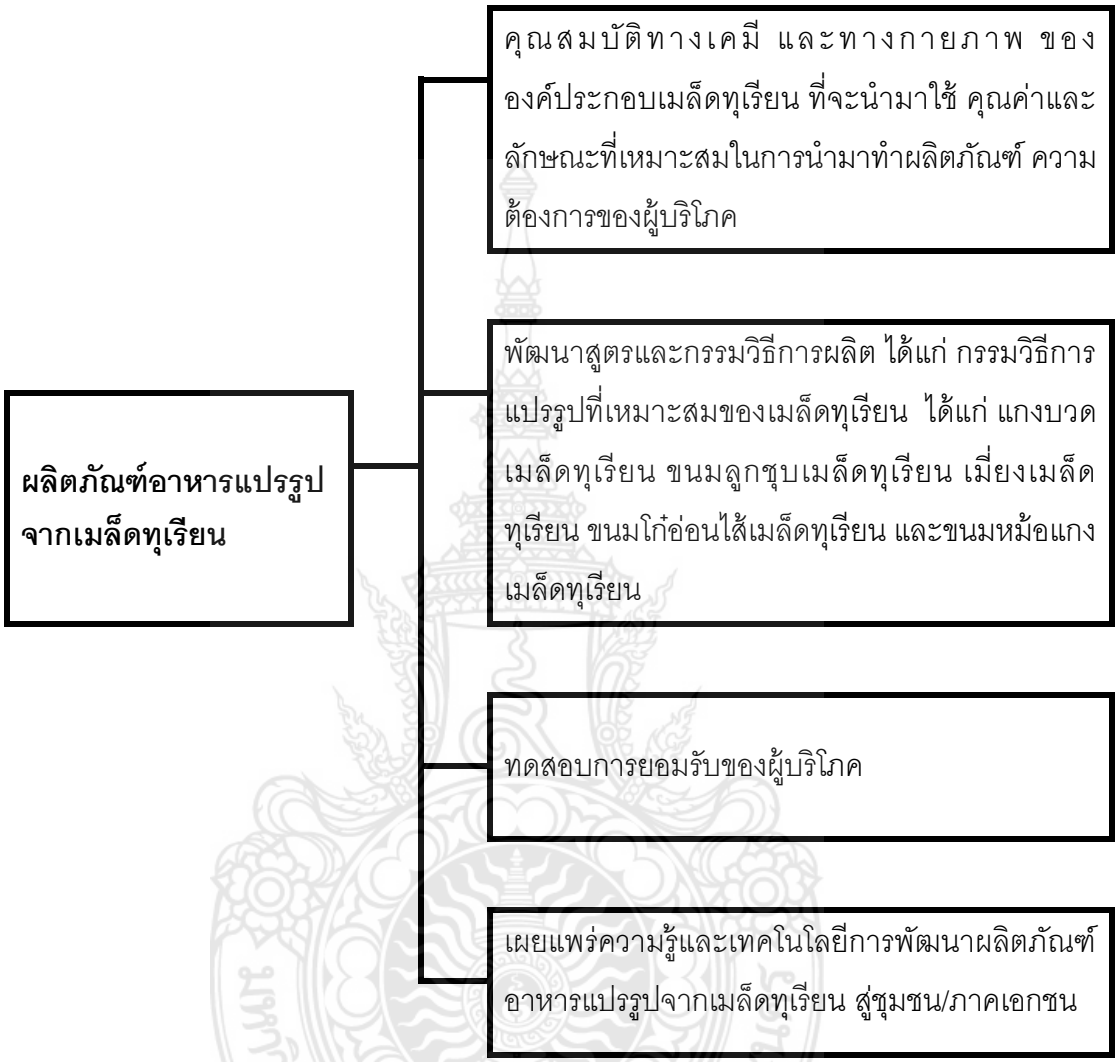
1.2.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน

1.2.4 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียนสู่ชุมชน

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ใช้เมล็ดทุเรียน ที่เหลือจากการตัดแต่งเพื่อบริโภคมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าของเมล็ดทุเรียน และพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเมล็ดทุเรียน ให้เป็นที่น่าสนใจ และมีวางจำหน่ายให้หลากหลาย ศึกษาหลักการ และกรรมวิธีของการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน และศึกษาส่วนผสมและวิธีการผลิตที่ส่งผลต่อลักษณะชนิดของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน รวมถึงการพัฒนารสชาติและเนื้อสัมผัส จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมีจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส

1.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



บทที่ 2

ตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

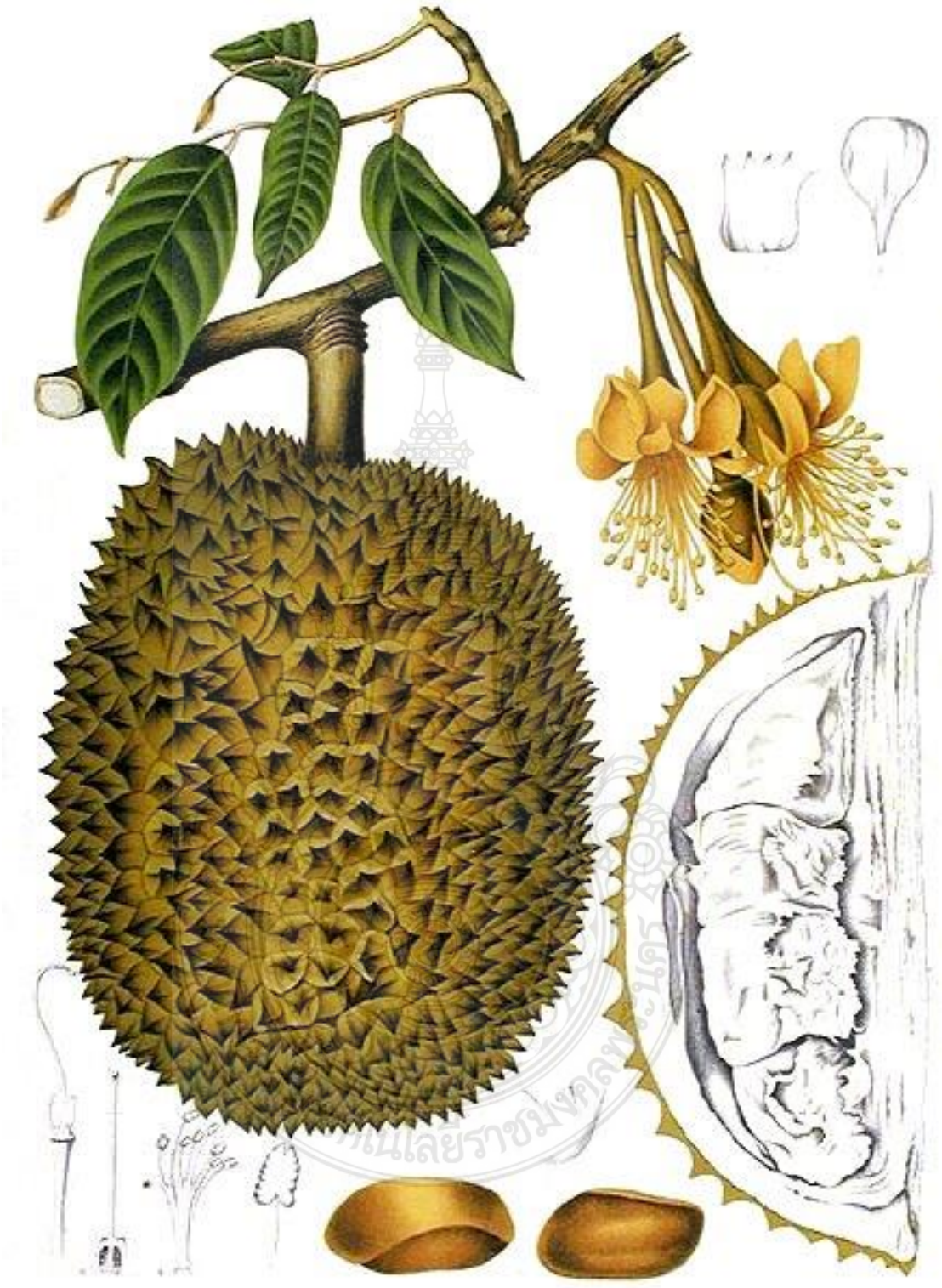
2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ทุเรียน

ทุเรียน (durian) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Durio zibethinus Murr.*วงศ์ *Bombaceaceae* ชื่อท้องถิ่นภาคเหนือเรียก มะทุเรียน ภาคใต้เรียก เรียน มาเลเซีย-ใต้เรียก ดูรียัน (กัวลาลัมเปอร์-เคดาห์) ดือแย (กลันตัน-ตรังกานู) คำว่าทุเรียนมาจากภาษามาเลย์ ดูริแปลว่าหนาม และเสียงเอียน ทำให้คำดังกล่าวเป็นคำนาม ส่วนชื่อสปีชี่ส์มาจากชื่อวิทยาศาสตร์ของชะมดชนิดหนึ่ง Large Indian Civet (Viverra zibetha) ทุเรียนมีถิ่นกำเนิดบริเวณหมู่เกาะอินโดนีเซีย และแถบประเทศบรูไนและมาเลเซีย เป็นไม้ผลที่มีขนาด ผลใหญ่ มีหนามแหลม รสชาติหวานมัน ได้ชื่อว่าเป็นราชาของผลไม้ (King of the fruits) เป็นไม้ผลยืนต้น สูง 5-15 เมตร ทุเรียนมีใบเขียวตลอดปีเป็นใบเดี่ยว ขนาดใหญ่เป็นคู่อยู่ตรงกันข้ามระนาบเดียวกัน ก้านใบกลมยาว 2-4 เซนติเมตร แผ่นใบรูปไข่แกมขอบขนานเรียบปลายใบ ใบเรียวแหลมยาว 10-18 เซนติเมตร ผิวใบเรียบลื่น มีไขนวล ใบด้านบนมีสีเขียว ท้องใบสีน้ำตาล เส้นใบด้านล่างนูนเด่นดอก เป็นดอกช่อ 3-30 ดอก เกิดตามลำต้นและกิ่ง เป็นดอกสมบูรณ์เพศทรงระฆังยาว 1-2 เซนติเมตร ดอกมีกลีบดอกห้ากลีบ มีสีขาวและมีกลิ่นหอม ผลเป็นผลสดเดี่ยว เปลือกผลสีเขียวมีหนามแหลม แตกตามแต่ละส่วนของผลเรียกเป็นพู เมื่อสุกจะมีสีน้ำตาลอ่อน ผลยาวได้ถึง 3 เซนติเมตร หนัก 1-3 กิโลกรัม เนื้อในจะนิ่มกึ่งอ่อนกึ่งแข็งมีสีขาวเมื่อสุกสีเหลืองมีรสหวาน เมล็ดกลมรีมีเยื่อหุ้มเปลือกสีน้ำตาลผิวเรียบ เนื้อในเมล็ดสีขาวมีรสฝาด ดอกทุเรียนมีขนาดใหญ่ มีน้ำหวานมาก ส่งกลิ่นหนักหอมเอียน เป็นลักษณะเฉพาะของดอกไม้ที่ถูกผสมเกสรโดยค้างคาวบางชนิดที่กินน้ำหวานและเกสรดอกไม้ งานวิจัยในประเทศมาเลเซียและประเทศไทยพบว่าทุเรียนส่วนใหญ่รับการผสมเกสรจากค้างคาวเล็บกุด (Eonycteris spelaea) ซึ่งเป็นค้างคาวถ้ำกินผลไม้ ปัจจุบันนี้ค้างคาวดังกล่าวมีจำนวนประชากรลดลงมากเนื่องจาก ถูกล่าและมีการระเบิดภูเขาหิน ทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยของค้างคาวดังกล่าวลดลง การลดจำนวนประชากรค้างคาวอาจมีผลต่อปริมาณผลทุเรียนที่เก็บเกี่ยวได้ในอนาคต ทุเรียนพันธุ์ต่างๆ มีชื่อเรียกและมีรหัสหมายเลขกำกับ เช่น กบ (D99) ชะนี (D123) ก้านยาว (D158) และหมอนทอง (D159) แต่ละสายพันธุ์มีรสและกลิ่นที่แตกต่างกัน ในประเทศไทยมีทุเรียนมากกว่า 200 สายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่ได้รับ

ความนิยมใช้เป็นต้นตอมากที่สุดคือพันธุ์ชะนี เพราะทนต่อโรครากเน่าโคนเน่า พันธุ์ที่ปลูกในเชิงพาณิชย์มากที่สุดในประเทศไทยคือพันธุ์ชะนี กระดุมทอง หมอนทอง และก้านยาว ประเทศไทยส่งออกทุเรียนเกินกว่าร้อยละ 50 ของทุเรียนที่มีจำหน่ายในตลาดโลก ปริมาณการกินทุเรียนในตลาดโลกเมื่อ 10 ปีที่แล้วคือ 1.4 ล้านตัน ตลาดขยายไกลไปจนถึงญี่ปุ่น ออสเตรเลีย สหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา บางส่วนในรูปของผลิตภัณฑ์แช่แข็ง ทุเรียนมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันปี พ.ศ.2551 นักวิจัยของประเทศชิลีทำการทดสอบทุเรียน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ หมอนทอง ชะนี ก้านยาว พวงมณี และกระดุม ที่สุกเท่าๆ กัน เพื่อเลือกใช้เป็นอาหารเสริม พบว่าทุเรียนหมอนทอง ชะนี และพวงมณี มีปริมาณโพลีฟีนอลรวม ฟลาโวนอยรวม แอนไซยานิน และฟลาวานอล มากกว่าที่พบในพันธุ์กระดุมและก้านยาวอย่างมีนัยสำคัญ การตรวจสอบด้วยเครื่องมือพบว่าพันธุ์หมอนทอง ชะนี และพวงมณีมีกรดคาเฟอิกและสารเควอเซติน เป็นสารหลัก การตรวจสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันพบว่าหมอนทอง ชะนี และพวงมณี มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันสูงกว่าพันธุ์กระดุมและก้านยาว โดยการทดสอบด้วยวิธี FRAP, CUPRAC และ TEAC ผู้วิจัยจึงแนะนำให้พิจารณาใช้ทุเรียน 3 สายพันธุ์ดังกล่าวเป็นอาหารเสริมได้ ปีเดียวกันนี้นักวิจัยชาวโปแลนด์พบว่า ทุเรียนหมอนทองมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันดีกว่าพันธุ์ชะนีและก้านยาว และพบว่าทุเรียนหมอนทองมีฤทธิ์ลดไลพิดในพลาสม่าและคงปริมาณสารต้านออกซิเดชันในหนูไขมันสูงได้

ผลทุเรียนเป็นผลเดี่ยว (simple) จัดเป็นชนิดผลแบบแคบซูล (capsule) มีเปลือก (rind) หนาและแข็งสีน้ำตาลอ่อนมีหนาม (spine) แหลมทรงปิรามิดรอบผล ทรงผลมีหลายแบบเช่น กลม (rounded) กลมรี (oval) กลมแป้น (oblate) ทรงกระบอก (cylindroidal) รูปรี (elliptic) รูปไข่ (ovate) รูปไข่กลับ (obovate) และทรงขอบขนาน (oblong) ดังภาพที่ 1 ผลเจริญมาจาก 1 รังไข่ แต่แบ่งเป็น 3-5 ช่อง (compartment) ซึ่งผนังภายในช่องจะเป็นมันเรียบ แต่ละช่องจะมี 1-6 เมล็ด เนื้อ (aril) ที่รับประทานได้มีประมาณ 20-35% ของน้ำหนักผล สีเนื้อขึ้นอยู่กับพันธุ์ ส่วนมากมีสีเหลืองอ่อนถึงเหลืองเข้มและมีกลิ่นแรง กลิ่นส่วนใหญ่มาจากส่วนประกอบของ thiols, esters, hydrogen sulphide และ diethyl sulphide การไว้ผลต่อต้นจะขึ้นอยู่กับขนาดต้นซึ่งจะไว้ผลประมาณ 50-150 ผล/ต้น การเจริญเติบโตของผลเป็นแบบ simple sigmoid curve การพัฒนาของผลใช้เวลาประมาณ 90-150 วันหลังดอกบาน โดยจะสะสมน้ำหนักมากที่สุดในช่วง 50-80 วันหลังดอกบาน ลักษณะของใบ ช่อดอก และผลของทุเรียนแสดงไว้ในภาพที่ 1



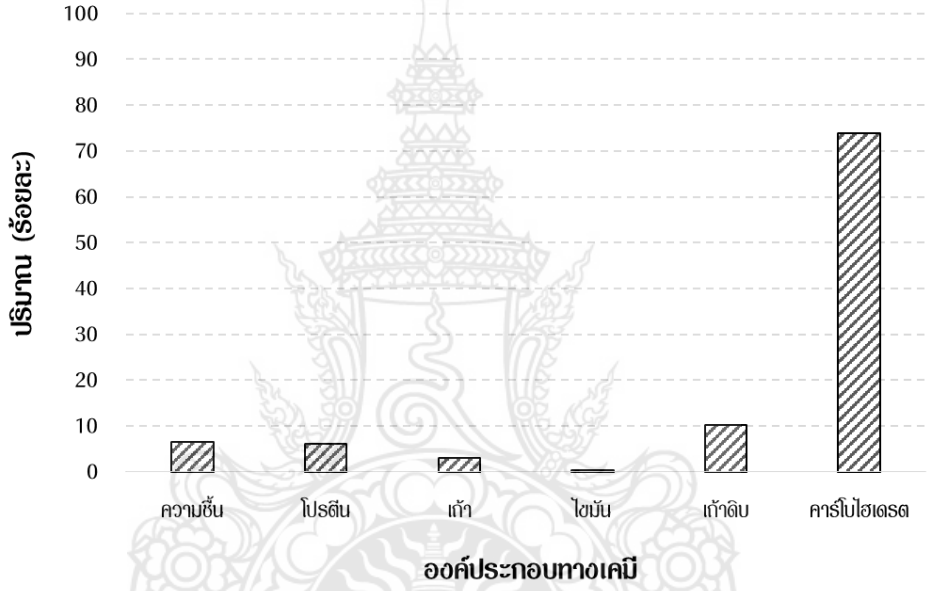
ภาพที่ 2.1 ลักษณะของใบ ช่อดอก และผลของทุเรียน

ที่มา : คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, 2556

ทุเรียน (*Durio zibethinus Murr.*) เป็นผลไม้เขตร้อนที่มีลักษณะแตกต่างจากไม้ผลชนิดอื่นๆ ผลปกคลุมเต็มไปด้วยหนามทรงพิรามิด ผลประกอบด้วย 5 พู ภายในผลมีเนื้อและเมล็ดที่เจริญมาจากเยื่อหุ้มเมล็ดและเป็นส่วนที่ใช้รับประทาน รสชาติหวานมันมีคุณค่าทางอาหารสูง และมีกลิ่นเฉพาะตัวเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทุเรียนเป็นผลไม้ที่เจริญได้ดีในเขตร้อนชื้น อุณหภูมิ 24 – 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ประมาณ 70 – 80 เปอร์เซ็นต์ ฝนตกสม่ำเสมอ แหล่งปลูกทุเรียนในประเทศไทย ส่วนใหญ่อยู่แถบตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ตราด ระยอง ชุมพร และสุราษฎร์ธานี (ทรงพล, 2531) ทุเรียนที่พบในประเทศไทย มีมากกว่า 100 พันธุ์ ซึ่งมีพันธุ์สำคัญที่นิยมปลูกสำหรับการบริโภคหรือการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศคือ พันธุ์หมอนทอง พันธุ์ชะนี พันธุ์ กระดุม พันธุ์กระดุมทอง และพันธุ์ก้านยาว

ปัจจุบันประเทศไทยมี พื้นที่ปลูกทุเรียนในประเทศไทยมากถึง 611,206 ไร่ ผลผลิตที่ได้ทั้งประเทศ 569,313 ตัน โดยส่งออกไปยังต่างประเทศมีปริมาณการส่งออก 381,414 ตัน มูลค่าการส่งออก 8}528.99 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2557) Tongdang (2008) ทำการสกัดสตาร์ชจากเมล็ดผลไม้ได้ แก่ เมล็ดขนุน เมล็ดทุเรียน โดยนำเมล็ดเหล่านี้ ปอกเปลือกสีน้ำตาล นำเมล็ดผลไม้ต่างๆ ปั่นผสมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 2 นาที กรองสารละลายด้วยผ้าไนลอนและล้างตะกอนด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1 อีก 3 ครั้ง กรองและนำตะกอนที่เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ นำมาหมุนเหวี่ยงแยก ทำซ้ำจนส่วนบนของสารละลายใส ปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายไฮดรอคลอริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ กรองสารละลายสตาร์ชด้วยผ้าไนลอนและนำสตาร์ช อบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส วิธีการสกัดนี้ให้ปริมาณผลผลิตของสตาร์ชเมล็ดขนุนเท่ากับร้อยละ 18.20 (น้ำหนักแห้ง) และสตาร์ชจากเมล็ดจากเมล็ดทุเรียนได้ร้อยละ 10.20 (น้ำหนักแห้ง) และนอกจากนี้ Mirhosseini et al. (2015) ได้ทำการศึกษาการทดแทนแป้งข้าวโพดบางส่วนด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนและแป้งฟักทองต่อคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส และคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าปราศจากกลูเต็นปรุงสุก โดยการทดลองได้ทำการทดแทนแป้งข้าวโพดด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในอัตรส่วนร้อย 25 และร้อยละ 50 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งเมล็ดทุเรียนประกอบด้วยความชื้นร้อยละ 6.5±0.8 โปรตีนร้อยละ 6.0±0.3 เถ้าร้อยละ 3.1±0.2 ไขมันร้อยละ 0.4±0.08 เถ้าดิบร้อยละ 10.1±1.3 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 73.9±2.6 แสดงในภาพที่ 1.2 จากการทดลองพบว่า เมื่อปริมาณแป้งเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้นส่งผลให้เส้นพาสต้ามีค่าความสว่าง (L*) ลดลงเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม สำหรับค่าสีแดง-เขียว (a*) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม อย่างไรก็ตาม

ค่า b* แสดงถึงค่า เหลือง-น้ำเงิน มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ในด้านองค์ประกอบทางเคมี พบว่า ที่ระดับการทดแทนแป้งข้าวโพดด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนร้อยละ 25 และ 50 มีผลทำให้มีปริมาณความชื้น และปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้น และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ที่ระดับร้อยละ 50 ทำให้มีปริมาณผลผลิตที่ได้สูงที่สุด สำหรับคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสและการยอมรับ พบว่า การทดแทนแป้งข้าวโพดด้วยแป้งเมล็ดทุเรียนในเส้นพาสต้า มีผลให้การยอมรับในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสลดลง และลดลงอย่างเด่นชัดที่ระดับร้อยละ 50



ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งเมล็ดทุเรียน

ที่มา : ดัดแปลงจาก Mirhosseini et al., 2015

2.1.2 **ขนมไทย**

ขนมไทย ตามความหมายของพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ให้ความหมายไว้ว่า “น. ของกินที่ไม่ใช่กับข้าว มักปรุงด้วยแป้งหรือข้าวกับกะทิหรือน้ำตาล ของหวาน ทางภาคเหนือเรียกว่า ข้าวหนม.” ความหมายของขนมนัยที่ 2 นั้น “ขนม” จะหมายถึงของหวาน ซึ่งตรงกับความเข้าใจของคนทั่วๆไป ส่วนความหมายแรกนั้นน่าจะเป็นคำจำกัดความของ “ขนมไทย” เนื่องจากขนมไทยตั้งแต่สมัยโบราณนั้นจะมีแป้ง น้ำตาล และมะพร้าว เป็นส่วนผสมหลักซึ่งส่วนผสมทั้งสามนี้เป็นวัตถุดิบที่มีอยู่แล้ว และหาได้ง่ายในทุกๆ ภาคของประเทศไทย (ราชบัณฑิตยสถาน, 2556)

ดังนั้น “ขนมไทย” จัดเป็นอาหารชนิดหวานที่มีส่วนประกอบหลัก คือ แป้ง น้ำตาล และกะทิ เป็นส่วนผสมหลัก ส่วนวัตถุดิบที่รองลงมาคือ ผลไม้ พืชหัว ของไทย ใช้หลักการปรุงแบบต่างๆ เช่น การกวน การต้ม การนึ่ง และการอบ ในการทำสามารถจัดเสิร์ฟเป็นอาหารระหว่างมื้อ หรือหลังจากการรับประทานอาหารหลักในแต่ละมื้อได้

2.1.2.1 ประเภทของขนมไทย

2.1.2.1.1 ประเภทต้มเป็นขนมไทยที่ใช้น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำ คัญ ได้แก่ กล้วยบวชชี ฟักทองแกงบวด ถั่วดำ แกงบวด ถั่วเขียวต้มน้ำตาล วุ้นกะทิ วุ้น ครองแครงแก้ว ทับทิมกรอบ ไข่หวาน มะพร้าวอ่อนเต้าส่วน ข้าวเหนียวดำ เปียก กล้วยเชื่อม ขนมปลากริม และขนม-โค

2.1.2.1.2 ประเภทนึ่ง ขนมไทยประเภทนึ่งอาศัย การทำ ให้สุกโดยใช้ไอน้ำ ได้แก่ ขนมปุยฝ้าย ขนมสอดไส้ สังขยาถาด สังขยาฟักทอง ขนมชั้น ขนมกล้วย ขนมน้ำดอกไม้ แป้งข้าวหมาก และขนมมันสำปะหลัง

2.1.2.1.3 ประเภทกวน ขนมไทยที่ใช้วิธีทำ โดยนำ ส่วนประกอบของขนมทั้งหมดกวนในกระทะ ใช้ความร้อนอ่อนๆ กวนจนแห้ง ซึ่งจะมีความมันหรือเกาะตัวใช้เวลาในการทำ มากกว่าประเภทอื่นๆ ขนมไทยที่ใช้วิธีการกวน ได้แก่ ขนมลืมกลืน ถั่วกวน กล้วยกวน ขนมเปียกปูน อาลัว ตะโก้แห้ว และลอดช่องไทย ประเภทอบ

2.1.2.1.4 ขนมประเภทอบจะใช้ความร้อนแห้งในอุณหภูมิที่กำ หนดไว้แน่นอน ได้แก่ ขนมบ้าบิ่น ขนมกลีบลำดวน ขนมหม้อแกง ขนมผิง และขนมไข่

2.1.2.1.5 ประเภททอด ขนมประเภทนี้จะทำให้สุกโดยใช้น้ำมันในการประกอบ ได้แก่ ขนมไข่หงส์ ขนมไข่นกกระทา กล้วยแขกทอด ครองแครงกรอบ และกรอบเค็ม

2.1.2.1.6 ประเภทปิ้ง ย่าง หรือจี่ ขนมประเภทนี้จะใช้ไฟอ่อนๆ จากถ่านไม้ในการปิ้ง ย่างหรือจี่ ให้สุก ได้แก่ ขนมจาก ข้าวเหนียวปิ้ง ขนมแป้งจี่ และขนมทองม้วน

2.1.2.1.7 ประเภทที่ใช้เทคนิคพิเศษ เป็นขนมที่ต้องใช้ศิลปะและความประณีตในการทำ ซึ่งขนมบางชนิดต้องใช้วิธีการหลายๆ อย่างในการทำ เช่น ใช้การกวน การต้ม การทอด อยู่ในขนมชนิดเดียวกัน ได้แก่ ลูกชุบ ทองหยิบ ทองหยอด เม็ดขนุน ปั้นขลิบ ขนมเรไร และขนมจ่ามงกุฎ เป็นต้น (อบเชย, 2543)

2.1.2.2 ส่วนประกอบของขนมไทย

ในงานวิจัยเรื่องนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาส่วนประกอบที่สำคัญของการทำขนมไทย องค์ประกอบทางเคมี และสมบัติทางกายภาพ ดังต่อไปนี้

2.1.2.2.1 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน มีลักษณะเป็นผลึก สามารถละลายน้ำได้ดี โดยทั่วไปหมายถึง ซูโครส (sucrose) ดังภาพที่ 7 ที่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งสีขาว น้ำตาลเป็นสารเพิ่มความหวานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขนมหวาน และเครื่องดื่ม ในทางการค้าน้ำตาลผลิตจาก อ้อย(Sugar cane) ต้นตาล (Sugar Palm) ต้นมะพร้าว (Coconut Palm) ต้นเมเปิ้ลน้ำตาล (Sugar Maple) และหัวบีท (Sugar Beet) น้ำตาลที่มีองค์ประกอบทางเคมีแบบง่ายที่สุด หรือ โมโนแซคคาไรด์ เช่น กลูโคส มีสูตรโครงสร้างอย่างง่าย คือ $C_6H_{12}O_6$ ดังภาพที่ 1.2 เป็นที่เก็บพลังงาน ที่จะต้องใช้ในกิจกรรม ทางชีววิทยา ของเซลล์ น้ำตาลเป็นอาหารที่ให้พลังงานที่สำคัญที่สุดของร่างกาย อย่างไรก็ตามน้ำตาลมีทั้งคุณและโทษ การบริโภคน้ำตาลต้องระวังให้พอเหมาะ ไม่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป ขึ้นกับปัจจัยหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน (Brown, 2011)

1) ประเภทของน้ำตาล

น้ำตาลสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1.1) น้ำตาลที่ตกผลึก

น้ำตาลที่ตกผลึก ได้แก่ น้ำตาลทราย ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ผลิตจากอ้อย ส่วนในประเทศแถบเมืองหนาวนั้นจะใช้หัวบีทแทนอ้อย ในการผลิตน้ำตาลทรายที่เห็นกันอยู่ในตลาดนั้น จะมีอยู่ด้วยกัน 2 สี คือ สีขาวนั่นก็เพราะได้เพิ่มกระบวนการฟอกสีเข้าไปในขั้นตอนการผลิต น้ำตาลมีสีขาวเป็นเกล็ดใส และจะมีลักษณะที่ค่อนข้างแข็ง ละลายน้ำยาก อีกชนิดหนึ่งที่พบได้ก็คือ น้ำตาลที่มีออกแดงปนน้ำตาล หรือที่เรียก “น้ำตาลทรายแดง” เป็นน้ำตาลที่ไม่ได้ฟอกสีทำให้มีสีธรรมชาติของน้ำตาล มีสิ่งเจือปนค่อนข้างมาก คนไม่นิยมใช้ เพราะสีไม่สวยแต่ยังใช้ทำขนมบางชนิดอยู่ นอกจากนี้ยังสามารถนำน้ำตาลทรายมาแปรรูปจนกลายเป็นน้ำตาลชนิดต่างๆ เพื่อเหมาะกับวัตถุประสงค์ในการประกอบอาหารแต่ละชนิดต่อไปอีก ดังนี้

1.1.1) น้ำตาลผง หรือที่รู้จักในนามของน้ำตาลไอซิ่ง เกิดจากการนำเอาน้ำตาลทรายขาวมาบดละเอียด จากนั้นเติมแป้งลงไปร้อยละ 3

1.1.2) น้ำตาลทรายป่น จะมีลักษณะที่หยาบกว่าน้ำตาลทรายผง และจะไม่ผสมแป้งลงไปเหมือนกับน้ำตาลทรายผง

1.1.3) น้ำตาลก้อน เกิดจากการนำเอาน้ำตาลทรายขาวมาอัดให้เป็นก้อนสี่เหลี่ยมลูกบาศก์แล้วทำให้แห้งโดยการไล่ความชื้นออกไป

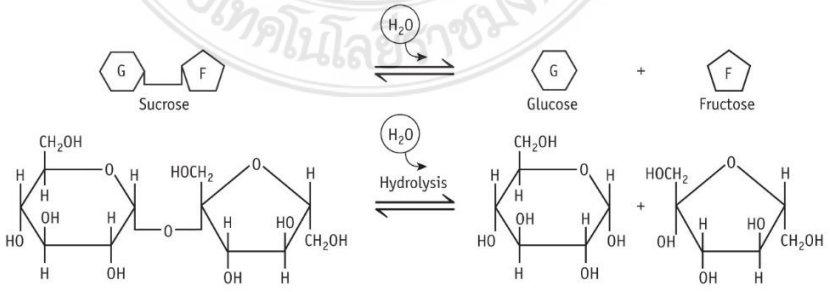
1.2) น้ำตาลไม่ตกผลึก

น้ำตาลไม่ตกผลึก ได้แก่ น้ำตาลสด น้ำตาลโตนด น้ำตาลมะพร้าว ซึ่งนิยมนำมาทำขนมไทย ประเภท เชื่อม แกงบวด น้ำเชื่อมข้นเคลือบขนม

1.2.1) น้ำตาลสด เมื่อเคี่ยวน้ำตาลจนเดือดแล้ว ใส่สารเบนโทไนต์ เพื่อให้น้ำตาลสดตกตะกอนใส (สารเบนโทไนต์ 1 ช้อนโต๊ะ : น้ำตาลสด 20 กิโลกรัม) ต้มน้ำตาลให้เดือด อีก 10 นาที เคี่ยวจนให้ได้ความหวาน 12 องศาบริกซ์ ยกลงทิ้งไว้ให้เย็น นำมากรอง และบรรจุในขวดที่ฆ่าเชื้อ

1.2.2) น้ำตาลหม้อ หรือน้ำตาลปี๊บ ทำได้โดยเคี่ยวน้ำผึ้งที่ได้ต่อไปอีก โดยลดไฟอ่อนลง ใช้พายกวน เวลาในการเคี่ยวประมาณ 45 – 60 นาที น้ำตาลที่ได้จะข้นเหนียว ยกลงและใช้เครื่องตีตีน้ำตาลเพื่อให้เย็นลงและเปลี่ยนลักษณะจากใสเป็นขาวขุ่น จากนั้นใช้ไม้ตีน้ำตาลอีกรอบก่อนเทลงปี๊บ เมื่อน้ำตาลเย็นตัวลงจึงเทใส่ปี๊บ หรือภาชนะที่ต้องการ (น้ำตาลใส 7 ปี๊บ กวนได้น้ำตาลปี๊บประมาณ 1 ปี๊บ หรือน้ำตาล สด 5 ลิตร กวนได้น้ำตาลปี๊บหนัก 1 กิโลกรัม)

1.2.3) น้ำตาลปึก ทำได้โดยเคี่ยวน้ำตาลให้ข้นลงอีกเหลือประมาณ 1 ใน 8 และต้องใช้ไม้กลมขนาดเท่าข้อมือ ยาวประมาณ 50 เซนติเมตร กวนน้ำตาลปี๊บ เพื่อให้แข็งเร็วขึ้น เมื่อได้ที่แล้วตักน้ำตาลขณะร้อน ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องที่เตรียมไว้ โดยมีผ้าขาวบางรองไว้ข้างใน เมื่อน้ำตาลในถ้วยเย็นลงจึงเอาออกจากถ้วย เก็บไว้เป็นงบๆ (2 ปึกประกบกันเรียกน้ำตาล 1 งบ น้ำตาล 1 ปึกจะหนัก 1 กิโลกรัม)



ภาพที่ 2.3 สูตรโครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลซูโครส

ที่มา : Brown, 2011

2) หน้าที่ของน้ำตาล

2.1) ความหวานของน้ำตาล น้ำตาลเป็นสารที่ให้ความหวาน และมีคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive Sweetener) รสหวานของน้ำตาลเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากรสอื่นเจือปน การที่เรารู้รสหวานนั้นเกิดจากต่อมลิ้นบริเวณปลายลิ้นด้านบน วัตถุประสงค์หลักของการใส่น้ำตาลในอาหารคือการให้ความหวาน โดยทั่วไปนิยมน้ำตาลทรายเพราะความหวานสูง ราคาถูก เมื่อเทียบกับน้ำตาลอื่นๆ (Figoni, 2008)

2.2) การละลาย น้ำตาลทั่วไปที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมักจะละลายน้ำได้ดี ตามปกติจะละลายได้ร้อยละ 30 – 80 ปริมาณที่ละลายได้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ซึ่งการละลายได้จะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

2.3) การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหาร ในการเตรียมอาหารแปรรูป และการเก็บรักษาอาหารบางชนิดจะพบว่ามีสารสีน้ำตาลเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ตามปกติจะพบว่าอาหารเหล่านี้มีน้ำตาลซึ่งเป็นตัวการสำคัญในปฏิกิริยาเคมีนี้เป็นส่วนประกอบ สารเคมีที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีดำ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นสีน้ำตาล กลิ่นรสของอาหารจะเปลี่ยนไป (Figoni, 2008) การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหารจะเร็วขึ้น หากอาหารมีไนโตรเจน โดยเฉพาะสารประเภทเอมีน ปฏิกิริยาเริ่มต้นเป็นปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มคาร์บอนนิลของน้ำตาล (-CO) และกลุ่มอะมีน (-NH_2) เกิดอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงกว่า 112 °C หรือ

ที่ pH สูงกว่า 7 ของกรดอะมิโนมักจะเกิดขึ้นในอาหารแห้ง หรือเข้มข้นมีปริมาณน้ำน้อย

2.4) การดูดและการเก็บรักษาความชื้นโดยน้ำตาล สมบัติของน้ำตาลด้านการดูด และเก็บรักษาความชื้น มีความสำคัญต่อเนื้อสัมผัส และความคงทนในการเก็บรักษาลักษณะของอาหารบางชนิด การดูดความชื้นน้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันด้านความสามารถในการดูดความชื้นจากบรรยากาศ ฟรุคโตสเป็นน้ำตาลดูดความชื้น ได้ดีมาก รองลงมา เด็กซ์โตส ซูโครส มอลโตส และแล็กโตส คุณสมบัติด้านนี้ของน้ำตาลมีส่วนช่วยให้อาหารที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบนุ่ม และชื้นในด้านการเก็บรักษาความชื้น ความสามารถในการเก็บรักษาความชื้นของน้ำตาลเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดูดความชื้น โดยทั่วไปการเก็บรักษาความชื้นของน้ำตาล หมายถึง การที่น้ำตาลนั้นสามารถยึดความชื้นไว้โดยไม่ออกสู่บรรยากาศ คุณสมบัติอันนี้เป็นประโยชน์ต่อการที่จะช่วยให้ขนมเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่แห้ง หรือแข็ง เสียลักษณะที่ต้องการเร็วเกินไป (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

3) การเลือกซื้อน้ำตาลทราย

การเลือกซื้อน้ำตาลทราย พิจารณาดูความสะอาด เช่น ไม่มีเศษผง หรือแป้งเจือปนมากับน้ำตาล เลือกซื้อน้ำตาลทรายที่สีไม่ขาวจัดมาใช้ ถ้าหากว่าสีของน้ำตาลไม่มีผลทำให้สีขนมเปลี่ยนไป เพราะน้ำตาลที่มีสีขาวไม่จัดจะราคาถูกกว่าชนิดที่ขาวจัด และเลือกซื้อน้ำตาลชนิดต่างๆ ให้ตรงกับที่จะใช้ประกอบอาหาร (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
พลังงาน (Kcal.)	387
โปรตีน (gm)	0
ไขมัน (gm)	0
คาร์โบไฮเดรต (gm)	100
แคลเซียม (mg)	0
ฟอสฟอรัส (mg)	0
เหล็ก (mg)	0
ไนอะซิน (mg)	0

ที่มา : Gebhardt and Robin, 2002

2.1.2.2.2 เกลือ

เกลือที่ใช้ปรุงอาหารมีชื่อทางเคมีว่า โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride) มีสูตร NaCl ในเกลือที่ไม่มีความชื้นอยู่เลยจะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 95.5 - 98.5 และมีสารอื่นเจือปนในปริมาณน้อย เช่น แมกนีเซียม(Mg) แคลเซียม(Ca) และ ซัลเฟต(SO4) เกลือโซเดียมคลอไรด์มีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากราคาถูกและใช้ได้หลากหลายทั้งในการปรุงอาหารและถนอมอาหาร ในอดีตมีการใช้เกลือในด้านอื่นด้วย เช่น รักษาแผลและผสมปรุงยา เกลือจึงเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิต หลายประเทศเคยมีการเก็บส่วยเกลือสำหรับในด้านการแพทย์ เกลือแยกออกเป็นโซเดียมกับคลอไรด์ โซเดียมเป็นอิเลคโตรไลท์ที่สำคัญในการควบคุมความเข้มข้นของของเหลวภายนอกเซลล์และการกระจายของน้ำในร่างกายให้เกิดความสมดุล และมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ควบคุมการเต้นของหัวใจและชีพจร การส่งสัญญาณของระบบประสาทควบคุมสมดุลของกรดและด่างในเลือด สำหรับคลอไรด์เป็นส่วนสำคัญของกรดเกลือที่ใช้ย่อยอาหาร เกลือโซเดียมคลอไรด์มีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากราคาถูกและใช้ได้หลากหลายเพื่อเป็นเครื่องปรุงรส หรือใช้เพื่อการถนอมอาหาร เช่น การหมักเกลือ (salt curing) ช่วยลดแอคทิวิตี้ของน้ำ (water activity) ทำให้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen)

อาหารที่มีปริมาณเกลือสูง ได้แก่ กะปิ กุ้งแห้ง น้ำปลา ปลาร้า ปลาจ่อม กุ้งจ่อม ปลาส้ม ไตปลา ปูเค็ม เครื่องพริกแกง ผักดอง ปลาเค็ม ปลาแห้ง ไข่เค็ม เต้าเจี้ยว ซีอิ้วขาว (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2558) คุณสมบัติของเกลือในทางเคมีเกลือเป็นสารประกอบไอออนิก (ionic compound) ประกอบด้วยแคตไอออน (cation : ไอออนที่มีประจุบวก) และแอนไอออน (anion : ไอออนที่มีประจุลบ) ทำให้ผลผลิตที่ได้เป็นกลาง (ประจุสิทธิเป็นศูนย์) ไอออนเหล่านี้อาจเป็นอนินทรีย์ กับอินทรีย์ และไอออนอะตอมเดี่ยว กับไอออนหลายอะตอม เกลือจะเกิดขึ้นได้เมื่อกรดและเบสทำปฏิกิริยาด้วยกัน โดยมีคุณสมบัติ เป็นสารประกอบ สถานะปกติเป็นของแข็ง ไม่นำไฟฟ้า เป็นสารละลาย (อิเล็กโทรไลต์) เพราะเมื่อละลายน้ำบริสุทธิ์ ทำให้น้ำบริสุทธิ์นั้นนำไฟฟ้าได้ และสารละลายเกลืออาจเป็นกรด กลาง หรือเบสก็ได้เกลือที่เรารู้จักโดยทั่วไปคือ เกลือแกง มีสภาพเป็นกลาง เกลือแกงมีรสเค็ม ใช้ในการปรุงรส เกลือแกงมีคุณสมบัติในการดูดน้ำออกจากเนื้อสัตว์ ผัก ทำให้สามารถช่วยชะลอระยะเวลาอาหารเสียช้าลง

1) ชนิดของเกลือ

เกลือสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด

1.1) เกลือธรรมดา (Normal Salt) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมซัลเฟต

1.2) เกลือกรด (Acid Salt) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต หรือเบคกิ้งโซดา แคลเซียมแอซิก ไฟโรฟอสเฟต ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟู หรือเบคิงพาวเดอร์ และครีมอ๊อฟทาร์ทาร์

1.3) เกลือเบส (Basic Salt) ซึ่งเป็นเกลือที่ไม่สำคัญในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1.4) เกลือผสม (Duble Salt) ได้แก่ อะลัม เกลือที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้แก่ เกลือธรรมดา และเกลือกรด

2) หน้าที่ของเกลือ

2.1) ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีรสชาติดีขึ้น

2.2) ช่วยเน้นรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์ เช่น รสหวาน และเด่นขึ้นด้วยความเค็มของเกลือ

2.3) ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมัก และควบคุมอัตราการหมัก

2.4) ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในก้อนแป้งที่หมักด้วยยีสต์

2.1.2.2.3 กะทิ

กะทิ นับว่าเป็นส่วนผสมสำคัญในการประกอบอาหารทั้งคาวและหวานของคนไทย กะทิมีรสที่หอมหวาน เป็นของเหลวที่ได้จากการบีบหรือคั้น จากเนื้อมะพร้าวสดขูด หรือมะพร้าวบด อาจเติมน้ำ หรือไม่เติมน้ำก็ได้ กะทิมีลักษณะเป็นอิมัลชั่นชนิดน้ำมันในน้ำ (oil-in-water emulsion) ซึ่งส่วนที่เป็นน้ำมันจะกระจายตัวอยู่ในสารละลายน้ำและถูกล้อมรอบหรือห่อหุ้มด้วยโปรตีน สภาพดังกล่าวเกิดจากระบบมีแรงตึงผิว (กนกพร, 2545) เมื่อคั้นกะทิโดยโดยใช้อัตราส่วนเนื้อมะพร้าวขูดต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 และ 1:0.5 จะมีปริมาณ ไขมันประมาณร้อยละ 12.20 และ 17.70 ตามลำดับ (เอกสิทธิ์, 2540) ซึ่งกรดไขมันในมะพร้าวจะประกอบไปด้วย กรดลอริค (กรดไขมันอิ่มตัวที่มีสายคาร์บอน 12 ตัว) ในปริมาณที่สูง และประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวอื่น ๆ อีกทั้งนี้คุณภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของกะทิยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน ได้แก่ พันธุ์ สถานที่ปลูก ความแก – อ่อน ของมะพร้าว และกรรมวิธีในการเตรียมและคั้นกะทิ เช่น วิธีลดขนาดของเนื้อมะพร้าว ปริมาณน้ำที่ใช้ อุณหภูมิในการคั้น และวิธีคั้นกะทิ (พัชรินทร์, 2542)

1) ลักษณะทั่วไปของกะทิ

กะทิ จะได้จากการคั้นเนื้อมะพร้าวที่ขูดออกมาและอาจจะเติมน้ำหรือไม่เติมก็ได้เพราะมีลักษณะอิมัลชั่นชนิดน้ำมันในน้ำ ซึ่งหมายถึงลักษณะของน้ำมันจะกระจายอยู่ในสารละลายน้ำและถูกล้อมรอบหรือห่อหุ้มด้วยโปรตีน สภาพดังกล่าวจะเกิดจากระบบที่มีแรงดึงระหว่างผิวระหว่างโมเลกุลของน้ำและไขมันที่ต่ำลงเพราะมีโปรตีนเป็นตัวลดแรงดึงระหว่างผิว กะทิมีอิมัลซิฟายเออร์โดยธรรมชาติ ได้แก่ Phospholipid ได้แก่ Lecithin และ Cephalin โดย Lecithin เป็นอิมัลซิฟายเออร์ชนิดหนึ่งสามารถทำให้ไขมันในกะทิมีสมบัติกระจายตัวไหล และละลายได้ แต่ถึงแม้ว่ามีเลซิตินในกะทิ ก็ไม่สามารถทำให้กะทิอยู่ตัวได้

เนื่องจากกะทิมีปริมาณไขมันอยู่มาก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีน ความเข้มข้นของโปรตีนที่ระหว่างของผิวเม็ดไขมันกับน้ำมีไม่มากพอ ที่จะป้องกันการรวมตัวกันโดยมีการเริ่ม แยกตัวของชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ 5 – 10 ชั่วโมง จนกระทั่งแยกชั้นสมบูรณ์ในเวลา 24 ชั่วโมง

2) องค์ประกอบของกะทิ

องค์ประกอบของกะทิขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ สภาพภูมิศาสตร์ ในการเพาะปลูก สภาวะการดูแลรักษา ความแก่อ่อนของผลมะพร้าว และปริมาณน้ำที่ใช้ในการคั้นกะทิ ระดับความเจือจางเนื่องจากการเติมน้ำ เมื่อคั้นกะทิโดยไม่มีการเติมน้ำจะทำให้ปริมาณของไขมันสูง ประกอบด้วย น้ำร้อยละ 41.86 ไขมันร้อยละ 44.60 โปรตีนร้อยละ 4.13 น้ำตาลร้อยละ 5.40 และเกลือแร่ร้อยละ 1.03 กะทิคั้นใหม่จะมีค่าเป็นกรดด่างเท่ากับ 6 ซึ่งถือเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ค่าความเป็นกรดด่างของกะทิอยู่ระหว่าง 5.80–6.39 โดยวัดที่อุณหภูมิ 10 – 60 องศาเซลเซียส และนอกจากนี้องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของกะทิ แสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของน้ำกะทิ

องค์ประกอบทางเคมี	**ปริมาณ (ร้อยละ)**
ความชื้น	73.47 – 76.84
ไขมัน	48.84 – 21.09
โปรตีน	2.14 – 29
เถ้า	0.63 – 0.96
น้ำตาลทั้งหมด	0.82 – 1.62
ทางกายภาพ	
แรงตึงผิว ดายน์ต่อตารางเซนติเมตร	97.76 – 125.43
ค่าดัชนีความหนืด ที่ 10 – 60 องศาเซลเซียส	0.0161 – 0.0202
ค่าการหักเหของแสง	1.3414 – 1.3446
ค่าความเป็นกรด-เบส	5.95 – 6.30

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hui et al., 2009

3) บทบาทของกะทิในขนมไทย

เนื่องจากในน้ำกะทิมีส่วนผสมที่เป็นไขมันสูง และเป็นส่วนประกอบสำคัญสำหรับกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากไขมันมีผลต่อคุณลักษณะทางด้านความนุ่มเนื้อ(tenderness) และความฉ่ำน้ำ (juiciness) (Abiola and Adegbaju, 2001) รวมทั้ง กลิ่นรส (Tokusoglu and Kemal, 2003) ให้ขนมมีรสชาติดี การลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารทั้งคาวและหวานลงจะมีผลทำให้คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสดังกล่าวลดลง ฤทัย และคณะ (2558) ได้ทำการทดลองผลของการใช้กะทิที่แตกต่างกันต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองม้วน พบว่า พบว่าขนมทองม้วนที่ผลิตจากกะทิทั้ง 5 ชนิดมีค่าปริมาณน้ำอิสระอยู่ระว่าง 0.19 - 0.28 ค่าความแข็งและความกรอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) โดยขนมทองม้วนที่ผลิตจากกะทิ ธัญพืชมีค่าความแข็งและความกรอบสูงกว่าตัวอย่างอื่น และขนมทองม้วนที่ผลิตจากกะทิสดให้ค่าความเป็นสี แดงต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า ขนมทองม้วนที่ผลิตจากกะทิแบบพาสเจอร์ไรซ์มีการยอมรับทางประสาทสัมผัส ไม่แตกต่างจากกะทิสด ($p>0.05$) และยังมีค่าสูงกว่าขนมทองม้วนที่ผลิตจากกะทิธัญพืช ซึ่งการใช้กะทิธัญพืชใน การผลิตขนมทองม้วนจะมีข้อด้อยในด้านของกลิ่นรสและรสชาติที่ยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่มีข้อดีใน ด้านคุณค่าทางโภชนาการ คือ ให้พลังงานและไขมันต่ำกว่ากะทิสดถึงร้อยละ 17 และร้อยละ 45-51 ตามลำดับ สอดคล้องกับ Colmenero et al. (2010) รายงานว่าการทดแทนปริมาณไขมันแข็งจากหมูในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟงเฟอร์เตอร์ด้วยน้ำมันมะกอกมีผลทำให้คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส และความฉ่ำน้ำ ลดลง

2.1.2.2.4 ถั่วเขียว

ถั่วเขียวเมล็ดแห้งหรือ legume เป็นแหล่งอาหารที่ สำคัญของมนุษย์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีปริมาณโปรตีนและเส้นใยอาหารสูง รวมทั้งมี คาร์โบไฮเดรต แร่ธาตุ และวิตามินที่มีประโยชน์ในการ ช่วยควบคุมและป้องกันโรค เช่น เบาหวาน หลอดเลือด หัวใจ มะเร็งลำไส้ และช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อบริโภคได้หลากหลายชนิด และเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่ สามารถเพาะปลูก และหาซื้อได้ง่ายในประเทศไทย ถั่วเมล็ดแห้งที่นิยมรับประทานในประเทศไทยมีหลายชนิด เช่น ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วเหลือง ถั่วดำ ถั่วเขียว หรือ mung bean (Vigna radiate L.) อยู่ในวงศ์ Leguminosae มีถิ่นกาเนิดอยู่ที่ประเทศอินเดีย จัดเป็นพืช

เศรษฐกิจที่สำคัญและนิยมปลูกกัน แพร่หลายในประเทศไทย เกษตรกรนิยมปลูกถั่วเขียว เป็นพืชหมุนเวียนกับข้าวและพืชไร่ต่าง ๆ (เพิ่มพูน, 2531) ถั่วเขียว เป็นพืชล้มลุก ลำต้นยาว ใบมีขนอ่อนปกคลุมเช่น เดียวกับลำต้น ฝักถั่วเขียวมีรูปร่างกลมยาว ส่วนปลายอาจโค้งออกเล็กน้อย เมื่อฝักแก่จะมีสีน้ำตาลอ่อนจนถึง น้ำตาลเข้ม และดำหรือขาวนวลแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ฝักหนึ่ง ๆ จะมีเมล็ดประมาณ 10-15 เมล็ด เมล็ดของถั่วเขียวมีสีต่าง ๆ กัน เช่น เขียว ดำ เหลือง แดง และน้ำตาล (ไชยา, 2539)เมล็ดถั่วเขียว 100 กรัม ประกอบไปด้วย ปริมาณโปรตีนร้อยละ 10.60 ปริมาณเส้นใยร้อยละ 25.60 ปริมาณไขมันร้อยละ 0.60 และแป้งร้อยละ 60.20 นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยแร่ธาตุหลายชนิด ได้แก่ฟอสฟอรัส แคลเซียม และเหล็ก ซึ่งมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 17 (Adsule et al., 1989) จะเห็นได้ว่าถั่วเขียวมีปริมาณแป้งเป็นองค์ประกอบสูงจึงเหมาะที่จะนำไปทำแป้งและนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร หรือใช้ทำ ขนม เช่น ซ่าหริ่ม แป้งสดสามารถนาไปทำวุ้นเส้น ซึ่งจะได้เส้นที่มีเนื้อใส สม่ำเสมอ และไม่เปื่อยยุ่ยง่าย หรือนำไปใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น เพาะเป็นถั่วงอก หรือต้มกับน้ำตาล เป็นถั่วเขียวต้มน้ำตาล หรือนำมากะเทาะเปลือกออกจนได้เมล็ดสีเหลืองที่สามารถนำไปทำอาหารได้หลายชนิด เช่น เต้าส่วน ถั่วกวน ถั่วกวนเป็นขนมหวานของไทยที่นิยมบริโภค เป็นอาหารว่าง เนื่องจากมีรสชาติดี รับประทานง่าย นิยมใช้ถั่วเขียวเราะเปลือก หรือใช้เมล็ดถั่วแห้งอื่นๆ ได้แก่ ถั่วดำ ถั่วแดงหลวง เป็นต้น ถั่วกวนที่ดีควรมีเนื้อ เนียนละเอียดเป็นมัน แต่ไม่ถึงกับมันเยิ้ม รสออกหวาน มัน แต่ไม่หวานจัดจนเกินไป (ทัศนีย์, 2532) ถั่วกวนสามารถนำ ไปทำขนมอื่น ๆ ต่อได้อีก เช่น ขนมโก๋ โมจิ เม็ดขนุน ลูกชุบ นอกจากนี้ยังนำไปใช้เป็นไส้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด ซึ่งใช้ชนิดของถั่ว และอัตราส่วนระหว่างปริมาณถั่วกับน้ำตาลทรายแตกต่างกัน บางสูตรมีกะทิเป็นองค์ประกอบ บางสูตรมีน้ำมันพืชเป็นองค์ประกอบ ทั้งนี้ขึ้นกับสมบัติของเปลือกขนม และคุณลักษณะเฉพาะของอาหารชนิดนั้นๆ เช่น ขนมโก๋ ขนมเปี๊ยะ โมจิญี่ปุ่น ซาลาเปา เนื่องจากมีการนำไส้ถั่วกวนมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด ซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสของไส้ถั่วกวนแตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์อาหาร

ถั่วเขียวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยประกอบด้วยถั่วเขียวผิวมันและผิวดำ ถั่วเขียวผิวมันเป็นพืชอายุสั้น ปลูกเป็นพืชหมุนเวียนสลับกับการปลูกข้าวและพืชไร่ต่าง ๆ มีพื้นที่ปลูกประมาณ 2.2 ล้านไร่ผลผลิตประมาณ 2 แสนตัน ใช้ ภายในประเทศประมาณร้อยละ 67 และส่งออกต่างประเทศประมาณร้อยละ 33 (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2540) ถั่วเขียวผิว ดำเป็นพืชที่มีการปลูกอย่างแพร่หลายเพื่อบริโภคเมล็ดหรือสำหรับการเพาะถั่วงอก ในปีพ.ศ. 2505 มีพ่อค้าญี่ปุ่นเป็นผู้นำเมล็ด ถั่วเขียวผิวดำมาจากประเทศพม่าจ้างให้เกษตรกรปลูกในอำเภอพระพุทธบาท จังหวัด

สระบุรี เมล็ดถั่วเขียวผิวดำมีลักษณะ ใกล้เคียงกับเมล็ดถั่วเขียวผิวมันแต่มีเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นสีดำ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2537) เมล็ดถั่วเขียวมีคุณค่าทางอาหารสูง ประกอบด้วยไขมันร้อยละ 1.2 เส้นใยร้อยละ 2.0 โปรตีนร้อยละ 21.7 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 62.5 และเถ้าร้อยละ 4.2 เมื่อนำไปเพาะเป็นถั่วงอกพบว่ามีองค์ประกอบของไขมันร้อยละ 0.7 เส้นใยร้อยละ 2.6 โปรตีนร้อยละ 20.2 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 40.5 และเถ้าร้อยละ 3.1 (อรอนงค์,2534) ถั่วงอกเป็นพืชผักที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นที่สุดและมีคุณค่าทางอาหารสูง (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2544)

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเขียวเราะเปลือก

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	12.05
โปรตีน	25.63
ไขมัน	1.58
เยื่อใย	3.24
เถ้า	0.11
คาร์โบไฮเดรต	69.44

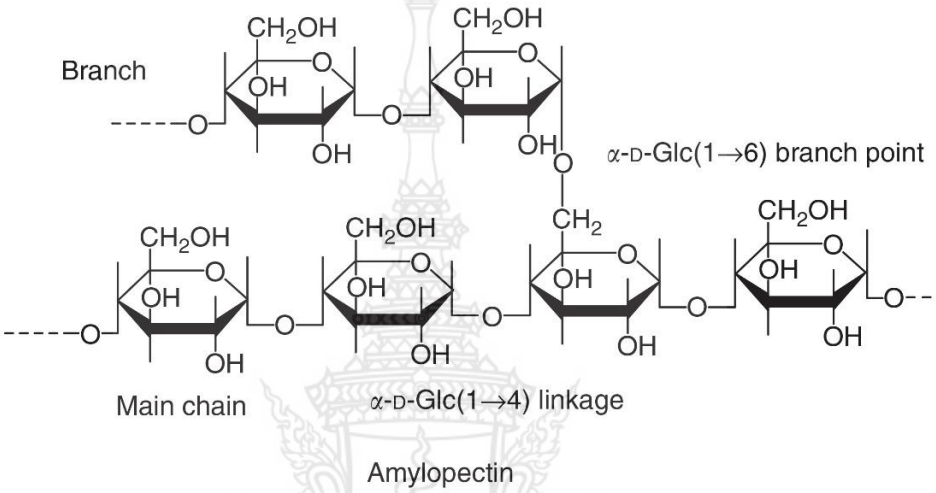
ที่มา : สิริการ และบุศราภา, 2559

2.1.2.2.5 แป้งข้าวเหนียว

ข้าวเหนียว (Glutinous rice หรือ Waxy rice) เป็นข้าวที่แป้งในเนื้อเมล็ดจะประกอบด้วยแป้งชนิดอะมิโลเพคติน (Amylopectin) ในแป้งข้าวเหนียวมีปริมาณอะมิโลเพคตินอยู่ร้อยละ 91.91 (Mohamed and Hamid, 1994) เป็นส่วนใหญ่ มีโครงสร้างแบบแยกเป็นกิ่งก้าน (branch chain) ภาพที่ 1.3 (Gropper et al., 2009) และมีแป้งอะมิโลส (Amylose) อยู่เพียงเล็กน้อย ข้าวเหนียวจะมีเมล็ดข้าวสารสีขุ่น เมื่อนึ่งแล้วจะได้เมล็ดข้าวสุกที่จับตัวกันเหนียวและมีลักษณะใส

แป้งข้าวเหนียว (Glutinous Rice Flour) เป็นแป้งที่ทำมาจากเมล็ดข้าวเหนียว ที่มีลักษณะเป็นผงสีขาว จับแล้วสากมือเล็กน้อย เมื่อนำไปทำให้สุกจะมีลักษณะขุ่นข้นเหนอะหนะ พอแป้งถูก

ความร้อนจะจับตัวเป็นก้อนค่อนข้างเหนียว แป้งข้าวเหนียวเป็นแป้งที่ใช้ทำขนมไทยอยู่หลายชนิด (ชนิษฎา และกมลวรรณ, 2555) ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เป็นแป้งแห้ง แต่ถ้าจะใช้แป้งสดก็นำข้าวสารเหนียวล้างแล้วแช่น้ำค้างคืน จึงนำไปโม่ให้ละเอียด แล้วนำมาทับน้ำออกก่อนนำไปทำขนมต่างๆ (รุ่งทิวา, 2553)



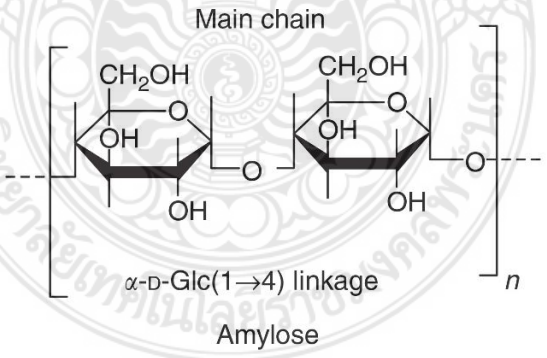
ภาพที่ 2.4 โครงสร้างของ อะมิโลเพคติน (Amylopectin) ในเมล็ดข้าว

ที่มา : ดัดแปลงจาก Gropper et al., 2009

แป้งข้าวเหนียวมี 2 ชนิดที่ขายตามท้องตลาดจะมีทั้งแป้งสดและแป้งแห้ง สำหรับแป้งข้าวเหนียวสดคือ แป้งที่ทำจากข้าวเหนียวโม่ทับน้ำเหมาะที่จะทำขนมจำพวกที่ดูดซึมน้ำ เช่น บัวลอย ขนมเทียน ปลากริมไข่เต่า เพราะถ้าเป็นขนมปลากริมไข่เต่า ถ้าใช้แป้งข้าวเหนียวแห้งเมื่อทำเสร็จจะดูดซึมน้ำทำให้น้ำกะทิแห้ง ถ้าใช้แป้งสดจะมีคุณสมบัติอิ่มตัวแล้วจึงไม่ดูดซึมน้ำได้ง่าย ในแป้งข้าวเหนียวมีปริมาณอะมิโลเพคตินอยู่ร้อยละ 91.91 (Mohamed and Hamid, 1994) เม็ดแป้งจะไม่ละลายในน้ำเย็น เมื่อผสมแป้งกับน้ำเย็น แป้งจะกระจายทั่วไปในน้ำหากทิ้งไว้จะนอนก้นเมื่อโดนความร้อนแป้งที่กระจายอยู่ในน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลงการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อนแห้ง เมื่อแป้งได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิประมาณ 160 องศาเซลเซียสจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและมีความสามารถในการละลายน้ำได้มากขึ้น “Dextrinization” การเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อนเปียกเมื่อน้ำแป้งละลายน้ำและให้ความร้อนโมเลกุลของแป้งจะอมน้ำเม็ดแป้งจะพองขึ้นเมื่ออุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส น้ำแป้งจะเปลี่ยนสภาพจากของเหลวเป็นครึ่งแข็งครึ่งเหลว (Gel) และเหนียวใสขึ้น “Gelatinization” (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

2.1.2.2.6 แป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้าเป็นแป้งที่ทำจากเมล็ดข้าวเจ้า มีสีขาว จับแล้วสากมือเล็กน้อย เมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะขุ่น เมื่อทิ้งให้เย็นจะอยู่ตัวเป็นก้อน ร่วน ไม่เหนียวหนืด เช่น ขนมกล้วย ขนมขี้หนู เส้นขนมจีน ในแป้งข้าวเจ้ามีปริมาณอะมิโลสอยู่ร้อยละ 13.78 (Mohamed and Hamid, 1994) ถึงแม้ว่าจะเป็นข้าวพันธุ์เดียวกัน ความแตกต่างของปริมาณอะมิโลสอาจอยู่ในช่วงร้อยละ 4 – 5 ตามแหล่งที่ปลูก ข้าวไทยมีปริมาณอะมิโลสตั้งแต่ต่ำจนถึงสูง อัตราส่วนขององค์ประกอบอะมิโลสและอะมิโลเพ็กตินแตกต่างตามชนิดของพันธุ์ข้าว แป้งข้าวเจ้ามีลักษณะเป็นเกล็ดเล็กๆ เหลี่ยมบ้าง กลมบ้าง ซึ่งองค์ประกอบของเมล็ดข้าวประกอบด้วยส่วนประกอบย่อยๆ 2 ชนิดคือ อะมิโลสและอะมิโลเพ็กติน อะมิโลสคือ โมเลกุลที่ประกอบขึ้นจากหน่วยกลูโคสที่มีโครงสร้างแบบเส้นตรง (linear chain) ภาพที่ 1.4 ในขณะที่อะมิโลเพ็กตินประกอบด้วยกลูโคสเช่นกัน แต่มีโครงสร้างแบบแยกเป็นกิ่งก้าน (branch chain) ภาพที่ 1.3 (Gropper et al., 2009) เม็ดแป้งจะไม่ละลายในน้ำเย็นเมื่อผสมแป้งกับน้ำเย็นแป้งจะกระจายทั่วไปในน้ำหากทิ้งไว้จะนอนก้นเมื่อโดนความร้อนแป้งที่กระจายอยู่ในน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลงการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อนแห้งเมื่อแป้งได้รับความร้อนถึงอุณหภูมิประมาณ 160 องศาเซลเซียสจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และมีความสามารถในการละลายน้ำได้มากขึ้น “Dextrinization”



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของอะมิโลส (Amylose) เมล็ดข้าว

ที่มา : ดัดแปลงจาก Gropper et al., 2009

ตารางที่ 2.4 ความแตกต่างระหว่างอะมิโลสและอะมิโลเพกติน

อะมิโลส	อะมิโลเพกติน
1. ละลายน้ำได้ดีกว่า	1. ละลายน้ำได้น้อยกว่า
2. เมื่อต้มในน้ำหนืดข้นน้อยกว่า แต่ขุ่นกว่า	2. หนืดข้นมากกว่า และใส
3. ให้สีน้ำเงินแก่กับไอโอดีน	3. ให้สีแดงม่วงหรือสีน้ำตาล
4. ประกอบด้วยโมเลกุลที่ต่อกันเป็นเส้นยาว	4. โมเลกุลต่อกันคล้ายกิ่งไม้
5. ประกอบด้วยกลูโคส 200 – 2,100 หน่วย	5. แต่ละกิ่งมีกลูโคส 20 – 25 หน่วย
6. ต้มแล้วทิ้งไว้จับเป็นวุ้นได้	6. ไม่จับตัวเป็นวุ้น

ที่มา : ศิริลักษณ์, 2525

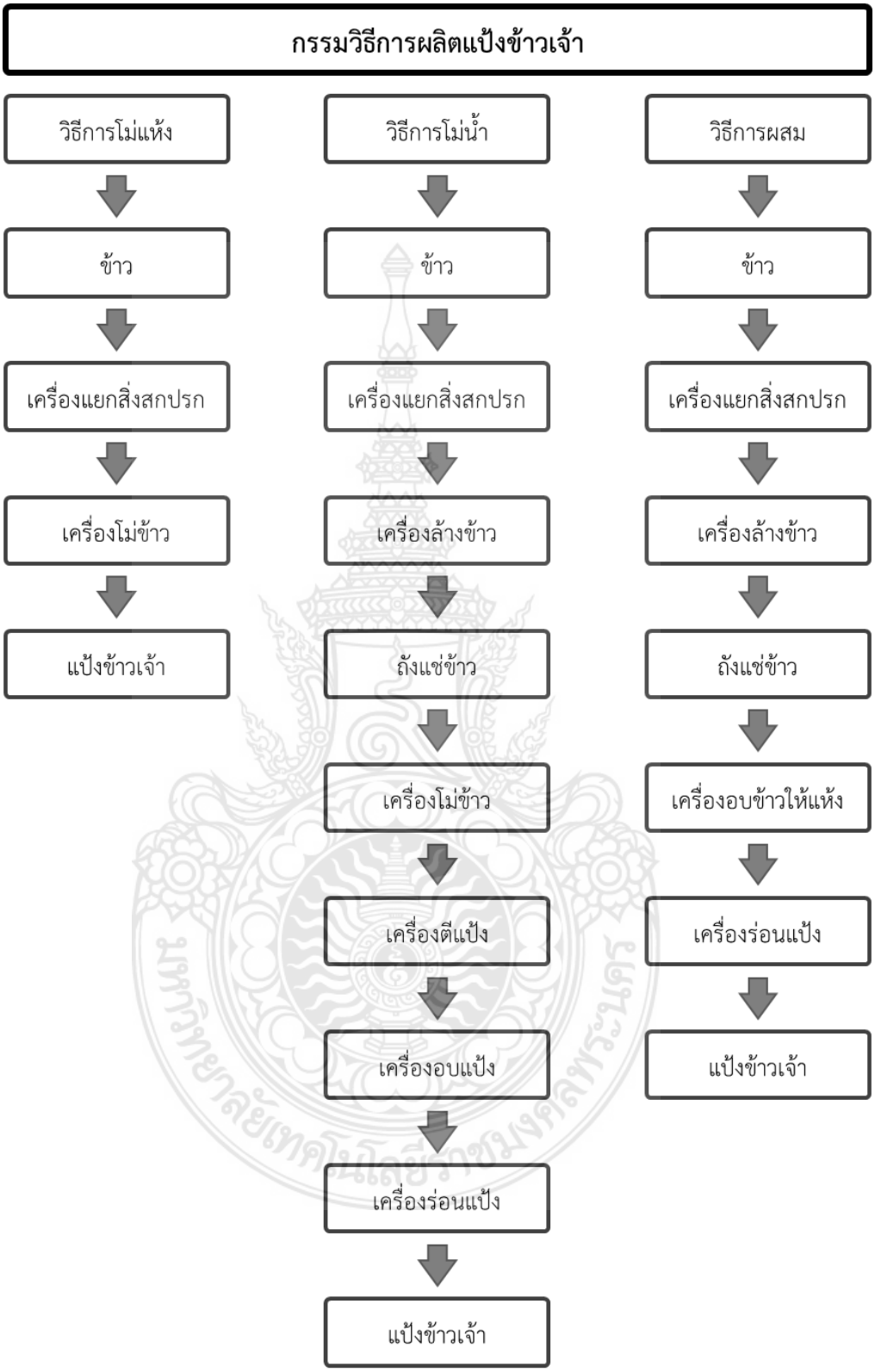
ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบที่สำคัญของแป้งข้าวเจ้า

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	11.77
โปรตีน	6.83
ไขมัน	0.21
เยื่อใย	0.61
เถ้า	0.22
คาร์โบไฮเดรต	80.35

ที่มา : Wanyo et al., 2009

1) กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวเจ้า

การผลิตแป้งข้าวเจ้าได้จากการนำข้าวสาร หรือปลายข้าวเข้าเครื่องแยกสิ่งสกปรก แล้วนำข้าวเข้าเครื่องล้างข้าว จากนั้นนำใส่ถังแช่ข้าว แช่น้ำ 2-3 ชั่วโมง ระหว่างที่แช่เปลี่ยนน้ำบ้างเพื่อให้แป้งขาวสะอาดขึ้น และนำไปโม่ให้ละเอียดอาจต้องบดหลายๆ ครั้ง จึงเข้าเครื่องแยกน้ำแป้ง แล้วทิ้งให้แป้งนอนก้น เข้าเครื่องตีแป้งแล้วนำไปอบ ขั้นตอนสุดท้ายจึงนำแป้งไปร่อน



ภาพที่ 2.6 กรรมวิธีการผลิตแป้งจากข้าวเจ้า

ที่มา : กรมการข้าว, 2546

2) การเปลี่ยนแปลงของแป้งเมื่อถูกความร้อน

2.1) ความร้อนแห้ง (Dextrinization)เมื่อแป้งได้รับความร้อนแห้ง เช่น การคั่ว การอบ หรือทอด ลักษณะและคุณสมบัติจะเปลี่ยนไป ได้แก่ แป้งจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ถ้าให้ความร้อนนานและสูงขึ้นจะให้สีดำและสามารถละลายน้ำได้มากขึ้น ขบวนการนี้ เรียกว่า เดกซ์ตริไนส์เซชั่น (Dextrinization) ตัวอย่าง ได้แก่ ขนมปังปิ้ง เค้ก ทองม้วน เป็นต้น

2.2) ความร้อนชื้นเมื่อแป้งได้รับความร้อนแห้ง เช่น การต้ม การนึ่ง เป็นต้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า การเกิดเจลาทิไนเซชัน (Gelatinization) โดยโมเลกุลของแป้งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl groups) จำนวนมากยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน มีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) แต่เนื่องจากเม็ดแป้งอยู่ในรูปของร่างแห (micelles) ดังนั้นการเรียงตัวลักษณะนี้จะทำให้เม็ดแป้งละลายน้ำเย็นได้ยาก ดังนั้นในขณะที่แป้งอยู่ในน้ำเย็น เม็ดแป้งจะดูดน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย แต่เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายแป้ง พันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำและพองตัว (ดังภาพที่ 1.6) ส่วนผสมแป้งจะมีความหนืดมากขึ้น และใสขึ้นเนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลืออยู่รอบๆ เม็ดแป้งเหลือน้อยลง เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยากขึ้นทำให้เกิดความหนืด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การเกิดเจลาทิไนเซชัน (Gelatinization) อุณหภูมิที่สารละลายเกิดความหนืดเรียกว่า อุณหภูมิเริ่มเจลาทิไนซ์ (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546)

2.3) เมื่อละลายแป้งแล้วนำไปตั้งไฟ แป้งจะพองตัวมากขึ้น มีความหนืดข้นแล้วค่อย ๆ เปลี่ยนสีเป็นใสคล้ายวุ้น ขบวนการนี้เรียกว่า เจลาติไนส์เซชั่น (gelatinization) ตัวอย่าง ได้แก่ การทำแป้งเปียก เต้าส่วน ตะโก้

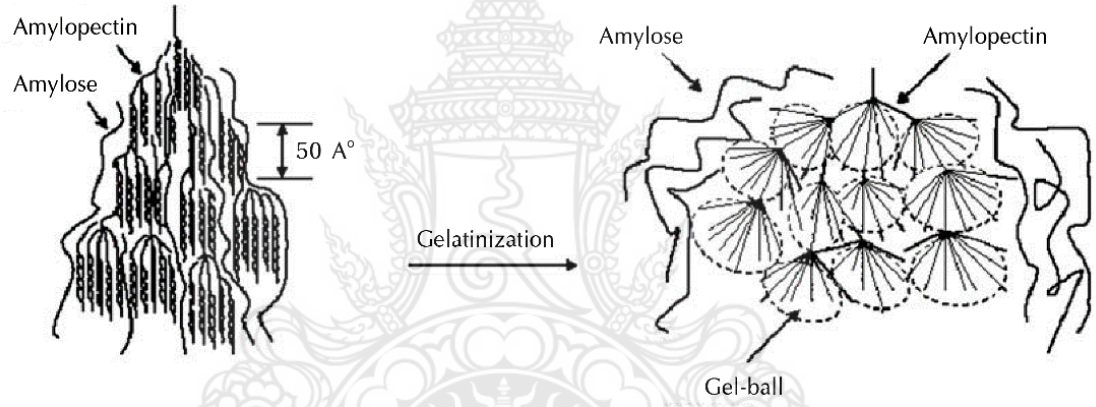
2.4) ความเข้มข้นของแป้ง ความเหนียวของแป้งเปียกขึ้นอยู่กับปริมาณแป้งที่เติมลงไปหากเติมมากก็เหนียวมาก นอกจากนั้นส่วนผสมที่เข้มข้นมากจะเริ่มเป็นวุ้นได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าส่วนผสมที่เจือจางกว่า ในอาหารบางอย่างที่ใส่แป้งมากเกินไป หรือน้อยเกินไป เช่น ในขนมเค้ก หรือขนมปัง จะเกิดการเป็นวุ้นของแป้งขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น คือเท่ากับปริมาณน้ำที่มีอยู่

2.5) ชนิดของแป้ง แป้งแต่ละชนิด เกิดการเป็นวุ้นได้ดีไม่เท่ากัน แป้งชนิดที่มีอะมิโลเพกตินมากอุ้มน้ำได้มากกว่า แป้งมันทำแป้งเปียกได้ดีที่สุดได้แป้งเปียกชนิดนุ่ม และใส แต่ค่อนข้างเหลว รองลงมาคือ แป้งข้าวโพด และแป้งสาลี

2.6) อุณหภูมิ และเวลาที่ให้ความร้อน เม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่ จะพองตัว และใสขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าเม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กกว่า อุณหภูมิที่แป้งชนิดต่าง ๆ เกิดเป็นวุ้นใสที่สุด

2.7) การคน เมื่อแรกให้ความร้อน ควรจะคนเพื่อให้แป้งกระจายไปทั่วจะช่วยเร่งการเกิดเป็นวุ้น แต่ถ้าคนแรงเกินไปหรือนานเกินไปจะทำให้โมเลกุลของอะมิโลเพกตินขาดได้เช่นกัน จึงทำให้แป้งเปียกที่ได้เหลว

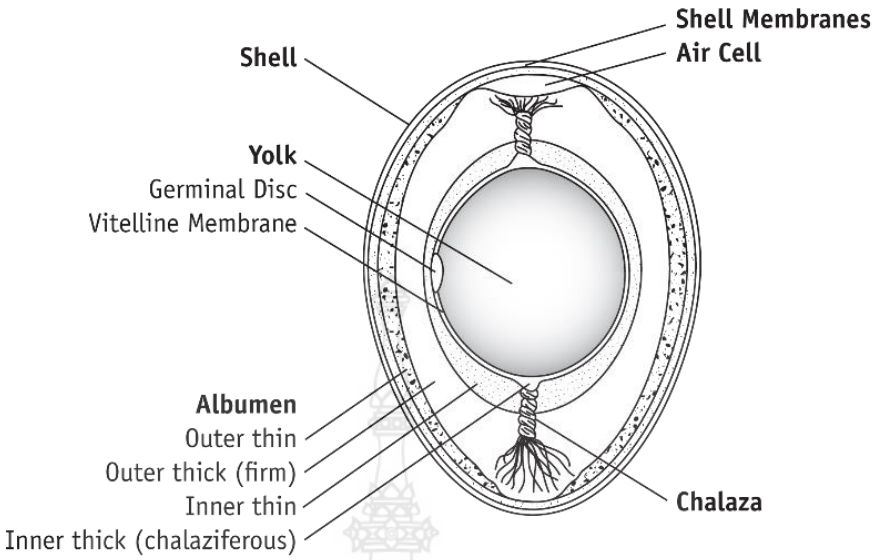
2.8) สารอื่นๆ เช่น การเติมน้ำตาลทำให้วุ้นที่ได้ใสและนุ่มขึ้น แต่การเติมมากเกินไปน้ำตาลไปรวมตัวกับน้ำแทนแป้ง วุ้นไม่แข็งเท่าที่ควร การเติมกรดจะทำให้วุ้นที่ได้เหนียวลดลง เพราะกรดจะย่อยสลายโมเลกุลของอะมิโลเพกติน (เข็มทอง, 2538)



ภาพที่ 2.7 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งในช่วงการเกิดเจลาทิไนเซชัน
ที่มา : Xie et al., 2009

2.1.2.2.7 ไข่

ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ส่วนมากใช้ไข่ไก่ เป็นวัตถุดิบ ที่มีความสำคัญมากในการทำผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะพวกขนมเค้กและขนมปังหวานที่มีสูตรเข้มข้น ในการทำเค้กประมาณ 50 เปอร์เซนต์ จะเป็นส่วนของไข่ ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เค้กมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ ไข่สด (fresh egg) หมายถึง ไข่ที่ยังอยู่ในเปลือก ไข่เหลว (liquid egg) หมายถึง ไข่ที่ตอกออกจากเปลือกแล้วบรรจุกระป๋อง ซึ่งจากไข่เหลวนี้ก็นำไปแช่แข็ง หรือ นำไปทำไข่ผงซึ่งเป็นการถนอมอาหารไว้ให้ใช้ได้นานๆ และไข่ผง (dried eggs) อาจจะเป็นไข่ทั้งฟองทำให้เป็นผง หรือแยกเป็นไข่แดงผงและไข่ขาวผงก็ได้ส่วนใหญ่ไข่ผงใช้ผสมทำเป็นแป้งสำเร็จรูป



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างของไข่

ที่มา : ดัดแปลงจาก Brown. (2011)

1) หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1.1) การขึ้นฟู เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟองประกอบด้วยฟองอากาศเล็กๆ เป็นจำนวนมากซึ่งแต่ละฟองก็ถูกล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนบางๆ กับอากาศจะทำโปรตีนบางส่วนแข็งตัวและทำให้ฟองนั้นคงตัว ในการอบฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนและแผ่นโปรตีนจะยืดหยุ่นเพียงพอที่จะยืดได้ เมื่อส่วนผสม หรือไข่ขาวที่ตีแข็งได้รับอุณหภูมิสูงถึงจุดโปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึง จะสูญเสียความยืดตัว และจะจับตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งของผลิตภัณฑ์

1.2) สี ไข่แดงจะช่วยให้เค้กมีสีเหลือง

1.3) ความเข้มข้น เนื่องจากไข่มีไขมันและของแข็งอื่นๆ ผลิตภัณฑ์จะมีไขมันและรสหวานขึ้น นอกจากนั้นไข่ยังช่วยให้ส่วนผสมมีความมันสามารถผสมง่ายขึ้น

1.4) ความสมดุล และคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากไข่มีความชื้นร้อยละ 75 สำหรับไข่ทั้งฟอง) และมีความสามารถตามธรรมชาติในการที่จะรวมและเก็บความชื้นไว้จึงทำให้การแห้งของผลิตภัณฑ์เกิดช้าลง ไข่มีคุณค่าทางอาหารสูงและทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เป็นอาหารที่มีคุณค่า

2) ส่วนประกอบของไข่

2.1) ไข่แดง มีส่วนประกอบทางเคมีซึ่งซับซ้อนกว่าส่วนอื่นๆ ของไข่ ส่วนประกอบของไข่แดงส่วนใหญ่จะเป็นไขมัน รองลงมาจะเป็นโปรตีน และเกลือแร่ ตามลำดับส่วนคาร์โบไฮเดรตนั้นมีน้อยมาก นอกจากนี้ยังมีรงควัตถุต่างๆรวมทั้งวิตามินอยู่ด้วย

2.1.1) โปรตีนที่สำคัญในไข่แดง ได้แก่ ไวเทลลิน (Vitellin) ซึ่งเป็นไลโพโปรตีนเชิงซ้อนจึงมักเรียกว่า ไลโพไวเทลลิน แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ แอลฟาไวเทลลิน และเบต้าไวเทลลิน โปรตีนอื่นที่พบ และสำคัญ ได้แก่ ฟอสไวติน (Phosvitin) ซึ่งมีฟอสฟอรัสประกอบอยู่ด้วยมาก กับไลเวตีน (Livetin) ซึ่งมีกำมะถันประกอบอยู่ด้วยมากเช่นกัน และเป็นประโยชน์ต่อร่างกายอย่างยิ่ง

2.1.2) ไขมันในไข่แดง ประกอบด้วย ไตรกรีเซอร์ไรด์ ฟอสโฟไลปิด และไลโพโปรตีน ซึ่งเป็นสารเชิงซ้อนระหว่างฟอสฟอไลปิดกับฟอสโฟไลปิด และฟอสฟอไลปิดที่สำคัญในไข่แดง ได้แก่ เลซิติน หรือฟอสฟาติดิล โคลินซึ่งเป็นสารสำคัญที่ทำให้ไข่มีคุณสมบัติในการเกิดอิมัลชั่นได้ มีฟอสฟาทิดิลเอทาโนลามิน และฟอสฟาททีดิลลามีนอยู่บ้าง ไขมันที่สำคัญอีกตัวหนึ่งคือโคเลสเตอรอลพบในชั้นของไข่แดงสีเข้มมากกว่าในชั้นของไข่แดงสีอ่อนเป็นสารที่มีความสำคัญทางโภชนาการอย่างยิ่ง กรดไขมันที่ได้พบมีไนไตรกรีเซอร์ไรด์ของไข่แดงได้แก่ กรดโอลิอิค กรดปาล์มิติก กรด สเตียริก และกรดไลโนเลอิก

ปริมาณ และสัดส่วนของไขมันในไข่แดงอาจเปลี่ยนแปลงไปได้บ้างจากอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่

2.1.3) คาร์โบไฮเดรตในไข่แดงมีน้อย และรวมตัวอยู่กับโปรตีนเป็นไกลโคโปรตีนซึ่งขณะนี้ยังไม่ทราบบทบาท และความสำคัญต่อไข่แดงอย่างแน่ชัดอาจเป็นไปได้ว่าคาร์โบไฮเดรตที่มีในไข่รวมตัวเป็นสารเชิงซ้อนกับโปรตีนในไข่ชนิดต่างๆ นั้นอาจทำให้ไข่จากสัตว์บางชนิดแข็งตัวได้มากน้อยต่างกันเมื่อได้รับความร้อน

2.1.4) สารประกอบอนินทรีย์ในไข่แดงที่พบมีเพียงร้อยละ 0.2 เท่านั้น นอกจากนี้ไข่แดงยังมีแร่ธาตุประกอบอยู่ด้วย เช่น อลูมิเนียม ทองแดง ไอโอดีน ตะกั่ว สังกะสี เป็นต้น

2.2) ไข่ขาว ส่วนประกอบโดยทั่วไปของไข่ขาวได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเกลือแร่ ในชั้นต่างๆ ของไขมันมีองค์ประกอบของน้ำ และโปรตีนต่างกัน ไข่ขาวใสชั้นนอกมีน้ำประกอบอยู่เป็นปริมาณสูงสุด และค่อยๆ ลดลงในไข่ขาวข้นชั้นกลาง ไข่ขาวใสชั้นใน และในไข่ขาวชั้นขั้วไข่ ตามลำดับ ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณโปรตีนในชั้นต่างๆ ของไข่ขาวซึ่งจะมีโปรตีนเพิ่มมากขึ้น ตั้งแต่ไข่ขาวใสชั้นนอกไปจนถึงขาวชั้นขั้วไข่ซึ่งจะมีโปรตีนสูงฆ

2.2.1) โปรตีนในไข่ขาว ประกอบด้วย

2.2.1.1) โอวอลบูมิน (Ovalbumin) มีปริมาณร้อยละ 75 ของไข่ขาวทั้งหมด ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่สำคัญ คือ กรดกลูตามิค ลูซีน อะลานีน และกรดแอสปาติคจะแปรสภาพตามธรรมชาติเมื่อได้รับความร้อน

2.2.1.2) โอโวโคนาลบูมิน (Ovoconalbumin) มีประมาณร้อยละ 3 ของ

โปรตีนไข่ขาวทั้งหมด มีความคงทนต่อความร้อนน้อย

2.2.1.3) โอโวโกลบูมิน (Ovoglobumin) มีประมาณร้อยละ 2 ของไข่ขาวทั้งหมด

2.2.1.4) โอโวมิลคอยด์ (Ovomucoid) มีประมาณร้อยละ 13 ของไข่ขาวทั้งหมด เป็นไกลโคโปรตีนเชิงซ้อน ประกอบด้วย กลูโคส กาแลกโตส และแมนโนส รวมอยู่กับโปรตีนที่อยู่ในภาวะที่เป็นกรดโอโวมิลคอยด์ มีคุณสมบัติด้านการแปรสภาพธรรมชาติด้วยความร้อนได้ แต่ในภาวะด่างจะเสื่อมสลายได้อย่างรวดเร็วด้วยความร้อนเพียง 80 องศาเซลลเซียส นอกจากนี้ยังมีคุณสบัติยับยั้งฤทธิ์ของทริปซินได้ด้วย

2.2.1.5) โอโวมิลซิน (Ovomimcin) เป็นไกลโคโปรตีน ซึ่งทำให้เกิดลักษณะเป็นวุ้นๆของไข่ขาวข้น โดยการทำให้เกิดเป็นตาข่าย โครงสร้างที่รวมแอลบูมินเหลวไว้ภายใน มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในน้ำเกลือเจือจางที่พีเอช 7 หรือมากกว่า

2.2.1.6) ไลโซไซม์ (Lysozyme) เป็นกลอบูลินชนิดหนึ่งที่คล้ายคลึงกับโอโวกลอบูลินโปรตีนชนิดนี้เป็นเอนไซม์

ที่ช่วยรักษาคุณภาพของไข่โดยการป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์รบกวนเนื้อไข่ เนื่องจากมีคุณสมบัติละลายเซลล์แบคทีเรีย (Bacteria Dissolving Agent) ได้นั่นเอง แปรสภาพธรรมชาติได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน

2.2.1.7) อะวิดิน (Avidin) เป็นโปรตีนอีกชนิดหนึ่งซึ่งสามารถรวมตัวกับไบโอติน (Biotin Binding Protin) ทำให้ไบโอตินซึ่งเป็นวิตามินชนิดหนึ่งไม่ละลาย และร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ แต่เมื่ออะวิดินถูกแปรสภาพโดยความร้อนจะไม่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวขึ้น

2.2.2) คาร์โบไฮเดรตในไข่ขาว มีอยู่มากกว่าไข่แดง โดยไข่ไก่ 1 ฟองจะมีคาร์โบไฮเดรตอยู่ประมาณ 0.5 กรัม ซึ่งร้อยละ 75 ของปริมาณนี้อยู่ในไข่ขาว โดยรวมตัวกับโปรตีนชนิดต่างๆ เช่น ดี-แมนโนส รวมกับโอโวลบูมิน และโอโวโกลบูมิน หรือกลูโคสแมนโนสและกาแลกโตส รวมกับโอโวมอลคอยด์ เป็นต้น

2.2.3) รงควัตถุในไข่ขาว มีอยู่เพียงชนิดเดียว คือ โอโวเฟลวิน มีคุณสมบัติละลายน้ำ

2.2.4) สารประกอบอนินทรีย์ในไข่ขาว สารประกอบอนินทรีย์ในไข่ขาว ประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ คล้ายๆ กับในไข่แดง ซึ่งนอกจากนี้ยังพบแร่ธาตุที่พบในปริมาณน้อยอีกมากมาย เช่น

อลูมิเนียม ทองแดง ฟลูออรีน ตะกั่ว แมงกานีส สังกะสี และไอโอดีน เป็นต้น

ลักษณะเหลวข้นของไข่ขาวช่วยทำให้ไข่ขาวจับเอาฟองอากาศไว้ได้เมื่อเอาไข่ขาวมาตีหรือปั่นจะเกิดเป็นฟองฟูขึ้น การตีทำให้ฟองอากาศจับตัวอยู่ในเส้นใยโปรตีนของไข่ขาว ซึ่งประกอบด้วยโอโวมิลซิน โอโวโกลบูลิน และคอนแอลบูมิน ทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวของอากาศ และน้ำลง พร้อมทั้งมีการคลายตัวของโมเลกุลของโพลีเปปไทน์ขนานไปกับพื้นผิวหน้าของฟองอากาศ นอกจากนี้ โอโวมิลซิน และคอนแอลบูมินที่มีอยู่ในไข่ช่วยเพิ่มความหนืดซึ่งช่วยให้ฟองคงตัว การตีจะช่วยดึงชั้นของโอโวมิลซินให้แผ่ขยายออกฟองฟูที่เกิดขึ้นจะมีขนาดพอเหมาะและคงทนถ้าชั้นของโอโวมิลซินแผ่ออกประมาณ 300-400 ไมครอน และขณะที่เกิดฟองฟูจะมีการแปรสภาพธรรมชาติของโปรตีนเกิดขึ้นซึ่งจะช่วยทำให้ฟองฟูคงทนยิ่งขึ้น มีประโยชน์ในการทำขนมที่ใช้ไข่เป็นตัวทำให้โป่งฟู เช่น ขนมไข่ แต่ถ้าตีมากเกินจะทำให้ฟองอากาศที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กเกินไปเมื่อผิวหน้าของฟองอากาศเพิ่มมากขึ้นชั้นของโอโวมิลซิน ก็จะถูกดึงยืดออกมาเพื่อเคลือบผิวหน้าฟองอากาศไว้ทำให้ความแข็งแรงของโปรตีนที่ยึดฟองอากาศไว้ลดน้อยลง เมื่อได้รับความร้อนโปรตีนชนิดนี้จะหดตัว ในขณะที่ฟองอากาศภายในขยายตัวดันทะลุชั้นของโปรตีนออกมา ปริมาณของฟองฟูที่เกิดขึ้นจะลดลง สังเกตเห็นได้ในขนมที่ตีมากเกินไปเวลานำไปอบให้สุกจะยุบตัวลง ฟองอากาศที่เกิดจากไข่ขาวจะเป็นรูปสามเหลี่ยม (Polyhedron) ไม่ใช่ทรงกลม ขนาดของฟองอากาศอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการตีไข่ ยิ่งตีนานฟองที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กลง

2.2 **งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

สิริการ และบุศราภา (2559) ได้ทำการศึกษาสมบัติทางรีโอโลยีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเขียว (Vigna radiate L.) กวน โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางรีโอโลยีและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของถั่วเขียวกวน โดยแปรอัตราส่วนของปริมาณถั่วเขียว น้ำตาลทราย และกะทิ ตามการจัดสิ่งทดลองแบบ mixture design ช่วงการศึกษาปัจจัยประกอบด้วยถั่วเขียว (X1) ร้อยละ 24-33 น้ำตาลทราย (X2) ร้อยละ 24-40 กะทิ (X3) ร้อยละ 33-48 จากการศึกษาสมบัติทางรีโอโลยีของถั่วกวนด้วยวิธี lubricated squeezing flow พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด (KB) ของถั่วเขียวกวนมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อปริมาณถั่วเขียวและกะทิลดลง ส่วนปริมาณน้ำตาลทรายเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาค่าดรรชนีการไหล (n) ของถั่วเขียวกวน พบว่าถั่ว

เขียวกวนทุกอัตราส่วนมีพฤติกรรมการไหลแบบ extensional thinning fluid โดยค่า n มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อปริมาณน้ำตาลทรายและกะทิเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณถั่วเขียวลดลง เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยและสร้างสมการถดถอย พบว่าสมการ quadratic model อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า KB กับส่วนผสมของถั่วเขียวกวนได้ดีที่สุด และสมการ linear model อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับส่วนผสมของถั่วเขียวกวนได้ดีที่สุด การศึกษาอิทธิพลของส่วนผสมต่อค่าสีถั่วเขียวกวนพบว่าปริมาณกะทิที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความเป็นสีแดง (a*) ของถั่วเขียวกวนลดลง และปริมาณน้ำตาลทรายที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าความเป็นสีเหลืองของถั่วเขียวกวนเพิ่มขึ้น การทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ อัตราส่วนของถั่วเขียว น้ำตาลทราย และกะทิ เท่ากับ 33.00 : 34.00 : 33.00 โดยน้ำหนัก

ศศิธร และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการยอมรับถั่วกวนที่ผลิตจากอัตราส่วนของถั่วเขียวและถั่วขาว แตกต่างกัน ซึ่งถั่วเขียวและถั่วขาวมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันเล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณโปรตีนและ ใยอาหาร ถั่วกวนที่ผลิตจากอัตราส่วนของถั่วเขียวและถั่วขาวแตกต่างกันมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน ($p<0.05$) เมื่ออัตราส่วนของถั่วขาวเพิ่มขึ้นมีผลต่อปริมาณเถ้าและใยอาหารของถั่วกวน การเพิ่มขึ้นของ L* a* และ b* ของถั่วกวนเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนของถั่วขาว จากการตรวจวัดค่าความแข็ง การเกาะติด ความ ยืดหยุ่น การยึดเกาะ และการคืนตัวของถั่วกวน พบว่า ค่าความแข็งของถั่วกวนเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนของถั่วขาว เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ไม่มีความแตกต่างของคะแนนความชอบรวมของถั่วกวนที่ผลิตจากอัตราส่วนของถั่วเขียวต่อ ถั่วขาว เท่ากับ 100:0 (MN-1) 75:25 (MN-2) และ 50:50 (MN-3) จากผลการทดลอง อัตราส่วนที่แตกต่างกันของถั่วเขียวและถั่วขาวมีผลต่อค่าสีเนื้อสัมผัสและการยอมรับของถั่วกวน

มัชชลี และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มอายุการเก็บรักษาขนมลูกชุบโดยใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดิล ลูกชุบเป็นขนมไทยประเภทขนมสดที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากลูกชุบมีส่วนผสมที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ และจากวุ้นที่ใช้เคลือบซึ่งมีปริมาณน้ำอิสระ (aw) สูง (0.99) ดังนั้น จึงได้นำเทคโนโลยีเฮอร์เดิลมาใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลูกชุบโดยการลดค่า aw และการยับยั้งจุลินทรีย์ โดยทาการศึกษาผลของน้ำตาลไซลิทอลและแมนนิทอลที่เติมลงในวุ้นต่อปริมาณน้ำอิสระของวุ้นที่ใช้เคลือบลูกชุบที่ระดับ 20, 25 และ 30% (w/w) พบว่าน้ำตาลไซลิทอล 30%(w/w) สามารถลดค่า aw ได้ดีที่สุด คือ 0.963 และเมื่อนำลูกชุบที่เคลือบ

ด้วยวุ้นที่เติมน้ำตาลไซลิทอลและแมนนิทอลไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) จากนั้นศึกษาประสิทธิภาพของการใช้น้ำตาลไซลิทอล 30% (w/w)ร่วมกับการใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยที่เติมในวุ้นที่ใช้เคลือบลูกชุบที่ระดับความเข้มข้น 0.025, 0.05,0.075 และ 0.1% (v/w) โดยใช้เกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.1/2552) ซึ่งระบุว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×106 cfu/g (6 log cfu/g) พบว่าลูกชุบเคลือบด้วยวุ้นที่เติมน้ำตาลไซลิทอลที่ระดับความเข้มข้น 30% (w/w) และน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยที่ระดับความเข้มข้น 0.1% (v/w) ลงในวุ้น สามารถเก็บรักษาได้นานที่สุดเท่ากับ 4 วัน(จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ย 5.69 log cfu/g) เปรียบเทียบกับลูกชุบเคลือบด้วยวุ้นที่เติมน้ำตาลไซลิทอลที่ระดับความเข้มข้น 30% (w/w) แต่ไม่เติมน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาเพียง 2 วัน (จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ย 5.46 log cfu/g) ที่อุณหภูมิ 8°C

อรัญญา (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศต่อคุณภาพของขนมไทย งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลของการบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศต่อคุณภาพของขนมไทย 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วกวน ฝอยทอง ทองเอก และปุยฝ้าย โดยบรรจุขนมใน 3 สภาวะ คือ A สภาวะบรรยากาศปกติ B สภาวะปรับสภาพบรรยากาศโดยใช้แก๊สผสมคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 20 และไนโตรเจนร้อยละ 80 และ C สภาวะปรับภาพบรรยากาศ โดยใช้แก๊สผสมคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 60 และไนโตรเจนร้อยละ 40 วัดคุณภาพระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 28 วัน พบว่า ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และความเป็นกรดด่างของขนมทั้ง 4 ชนิด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บในทุกสภาวะ ($p>0.05$) คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมส่วนใหญ่อยู่ในระดับยอมรับได้จนกระทั่งขนมเกิดเชื้อราที่มองเห็นได้ ในสภาวะ A ถั่วกวน ทองเอก และปุยฝ้าย มีอายุการเก็บเพียง 3 วัน ส่วนฝอยทองมีอายุการเก็บเป็น 10 วัน อายุการเก็บสิ้นสุดเนื่องจากเกิดเชื้อราที่มองเห็นได้ สภาวะ C ซึ่งใช้แก๊สที่มีปริมาณ CO2 สูงมีประสิทธิภาพดีในการยืดอายุการเก็บขนมทุกชนิดที่ใช้ในการทดลอง โดยยืดอายุการเก็บของถั่วกวน ทองเอก และปุยฝ้ายเป็น 10 วัน และยืดอายุการเก็บของฝอยทองเป็นมากกว่า 28 วัน

วีรชัย และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษา การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการทำขนมโก๋ กรณีศึกษา : กลุ่มแม่บ้านตำบลชุมพล อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา โดยงานชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการ ทำขนมโก๋โดยได้นำเสนอด้วยวิธีการออกแบบและสร้างเครื่องอัด บล๊อกขนมโก๋ต้นแบบ จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มแม่บ้านตำบลชุมพล อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ที่มีการ รวมกลุ่มกันเพื่อผลิตขนมโก๋ขายซึ่งพบว่าเครื่องมือ/อุปกรณ์ยังไม่ เอื้ออำนวยในการทำงาน วิธีการทำงานยังไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน และบางครั้งความต้องการของลูกค้าก็มีสูงกว่ากำลังการผลิตที่ทาง กลุ่มสามารถตอบสนองได้ทำให้เกิดการสูญเสียโอกาสทาง การตลาด ซึ่งในกระบวนการทำขนมต้องใช้เวลาโดยเฉพาะใน ขั้นตอนของการอัดขนมโก๋ให้เป็นชิ้นซึ่งทางกลุ่มสามารถอัดขนมได้ เฉลี่ยครั้งละ 1 ชิ้น/14.46 วินาที/1 คน โดยใช้ไม้แกะสลักซึ่งมี ลักษณะคล้ายไม้พาย ส่งผลให้ต้องใช้คนหลายคนเพื่อการเพิ่ม ปริมาณการผลิต จากปัญหาดังกล่าวทีมงานผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการ ปรับปรุงงานเพื่อการเพิ่มผลผลิตโดยหลักการสำคัญอย่างหนึ่งและ เข้ามามีบทบาทมากในปัจจุบันคือการใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์เข้ามา ช่วย ทั้งนี้ทางทีมงานจึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องอัดบล๊อกขนม โก๋ต้นแบบ โดยโครงสร้างของเครื่องประกอบด้วยชุดแม่พิมพ์ซึ่ง รองรับด้วยแผ่นไม้โดยมีเบ้าใส่แป้งซึ่งเป็นวัตถุดิบและมีถาดสำหรับ รองรับขนมโดยตัวเครื่องโดยรวมทำด้วยสแตนเลส จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ประเมินผลิตภัณฑ์ต้นแบบ(Prototype) พบว่า ด้านการออกแบบโครงสร้างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 คะแนน (ระดับ ดี) และด้านคุณภาพการใช้งานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 คะแนน (ระดับดีมาก) หลังจากผ่านการประเมินทางทีมงานผู้วิจัยได้นำไป ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเดิม พบว่าสามารถอัดได้เฉลี่ยครั้งละ 8 ชิ้น/64.46 วินาที/1 คน หรือ 1 ชิ้น/8.06 วินาที/1 คน ผลโดยสรุป สามารถลดเวลาในการอัดขนมลงได้ 1 ชิ้น/6.40 วินาที/1 คน ในแง่ ของการเพิ่มผลผลิตซึ่งวิธีการเดิมสามารถอัดขนมโก๋ได้ 249 ชิ้น/1 ชั่วโมงทำงาน/1 คน ซึ่งวิธีการที่เสนอคือใช้เครื่องอัดบล๊อกขนมที่ ออกแบบสร้างสามารถเพิ่มผลผลิตได้เป็น 446 ชิ้น/1 ชั่วโมง ทำงาน/1 คน คิดเป็นผลผลิตที่เพิ่มขึ้น 197 ชิ้น/1 ชั่วโมงทำงาน/1 คน หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็น 45%

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1. วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1. วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1.1. เมล็ดทุเรียน

3.1.1.2. ถั่วเขียวเลาะเปลือก ตราไร่ทิพย์

3.1.1.3. ถั่วแดง ตราไร่ทิพย์

3.1.1.4. กะทิกล่องสำเร็จรูป ตราอร่อยดี

3.1.1.5. น้ำตาลทราย ตรามิตรผล

3.1.1.6. น้ำตาลปี๊บ ตรามิตรผล

3.1.1.7. เกลือไทย

3.1.1.8. แป้งข้าวเจ้า ตราใบหยก

3.1.1.9. แป้งข้าวเหนียว ตราใบหยก

3.1.1.10. ผงวุ้น ตรานางเงือก

3.1.1.11. ไข่ไก่ เบอร์ 0

3.1.1.12. ไข่เป็ด

3.1.2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย

3.1.2.1. อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น มีด เขียง อ่างผสม ตะกร้อมือ ฯลฯ

3.1.2.2. เครื่องปั่นอาหาร (Harmiton beach, England)

3.1.2.3. เครื่องสับผสม (mnx-DFB3, Moulinex, France)

3.1.2.4. เครื่องผสมอาหาร (Premier, Kenwood, England)

3.1.2.5. ชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Nagata รุ่น Fath-12

3.1.2.6. ถาดอลูมิเนียมขนาด 8×13×1.5 นิ้ว

3.1.3. อุปกรณ์สำหรับการทดลองทางประสาทสัมผัส

3.1.3.1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

3.1.3.2. กล่องพลาสติกใส่ตัวอย่างพร้อมฝาปิด

3.1.3.3. ช้อนพลาสติก

3.1.3.4. ถาดใส่อาหาร

3.1.3.5. แก้วน้ำ

3.1.3.6. กระดาษทิชชู่

3.1.3.7. ปากกา

3.1.3.8. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 9-Point Hedonic Scale

3.1.3.9. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 5-Point just about right

3.1.4. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ทางกายภาพ

3.1.4.1 เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น TA.XT plus ยี่ห้อ Stable Micro Systems Texture analyzer ประเทศอังกฤษ

3.1.5. อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

3.1.5.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) รุ่น FD 115 ยี่ห้อ Binder ประเทศเยอรมัน

3.1.5.2 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง รุ่น GT 4100 ยี่ห้อ OHAUS ประเทศสวิสเซอร์แลนด์

3.1.5.3 เครื่องแก้ว (ได้แก่ บีกเกอร์ แท่งแก้ว ปิเปต บิวเรตพร้อมขาตั้ง ฟลาสก์ ขวดปรับปริมาตร หลอดทดลอง กระบอกตวง กรวยกรอง เป็นต้น)

3.1.5.4 กระดาษกรอง Whatman No.1 และ No.4 ของบริษัท Whatman Internationalประเทศอังกฤษ

3.1.5.5 ถ้วยอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Moisture cans)

3.1.5.6 โถดูดความชื้น (Desiccator)

3.1.5.7 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนแบบ Kjeldahl รุ่น Vapodest 20 ยี่ห้อ Gerhardt ประเทศเยอรมัน

3.1.5.8 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณไขมัน รุ่น SER 148 ยี่ห้อ VELP SCIENTIFICA ประเทศอิตาลี

3.1.5.9 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร ยี่ห้อ VELP SCIENTIFICA ประเทศอิตาลี

3.1.5.10 เตาเผา ยี่ห้อ Lenton ประเทศอังกฤษ

3.2. วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมเมล็ดทุเรียน

นำเมล็ดทุเรียนในเขตตลาดเทเวศร์ที่ได้จากการตัดแต่งเพื่อจำหน่ายเนื้อทุเรียน จากนั้นทำการตัดแต่งส่วนที่เป็นเปลือกแข็งสีน้ำตาลออก ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา สะเด็ดน้ำและผึ่งบนตะแกรง จากนั้นเทเมล็ดทุเรียนลงในถาดขนาด 15.75×23.5 นิ้ว เกลี่ยให้สม่ำเสมอแล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 95-97 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที จากนั้นทิ้งไว้จนอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง นำเมล็ดทุเรียนบรรจุลงในถุงขนาด 500 กรัม แล้วบรรจุแบบสุญญากาศ และนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมเมล็ดทุเรียน

3.2.2 การศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากเมล็ดทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งเพื่อบริโภค

ศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากเมล็ดทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งเพื่อบริโภคในผลิตภัณฑ์ขนมไทย 5 ชนิด ได้แก่ แกงบวดเมล็ดทุเรียน ขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน ขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน และเมี่ยงเมล็ดทุเรียน โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ทำการทดสอบการยอมรับโดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสระดับห้องปฏิบัติการที่มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ จำนวน 30 คน (อายุระหว่าง 20 ถึง 45 ปี) ซึ่งเป็นอาจารย์สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ และสาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร ทำการเสิร์ฟตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารจากเมล็ดทุเรียนแต่ละชนิด ลงในถ้วยพลาสติกสีขาว ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอล์ย และติดรหัสหมายเลข 3 ตัว ที่ได้จากการสุ่ม ระหว่างการทดสอบแต่ละตัวอย่างมีการล้างปากด้วยน้ำสะอาด คุณลักษณะที่ทำการทดสอบการยอมรับ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการทดสอบการยอมรับแบบ 9-point hedonic scale (Nicolas et al., 2010) และ 5-Point just about right (Rothman and Merry, 2012)

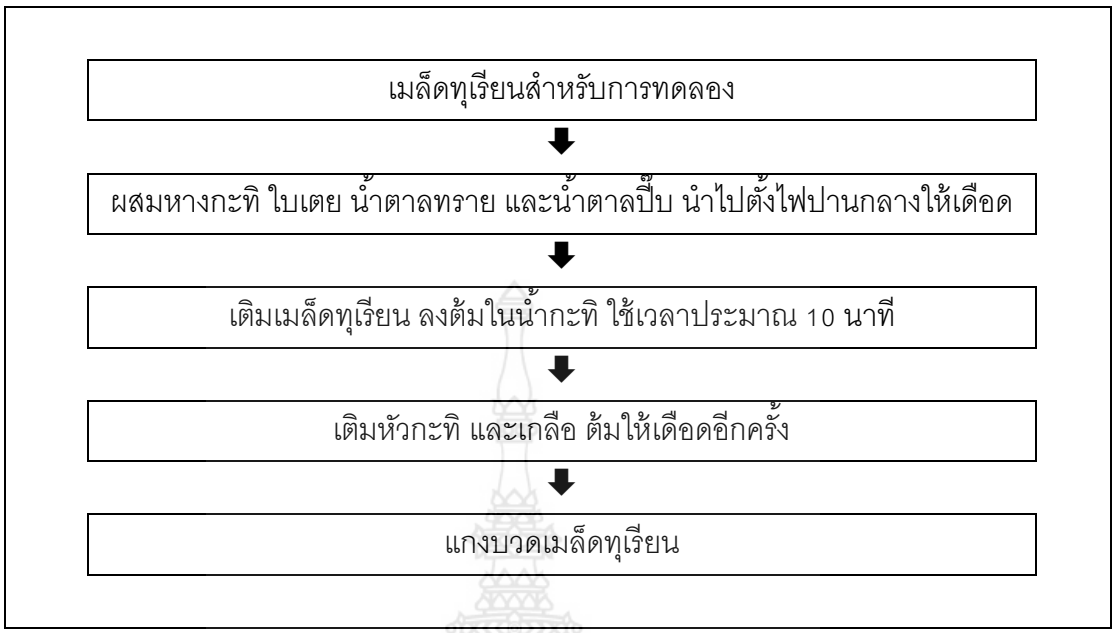
แกงบวดเมล็ดทุเรียน

สำหรับแกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยปรับปรุงรสชาติเพื่อทดสอบความพอดีด้วยการปรับอัตราส่วนของน้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย (Palm sugar : Granulate sugar) ให้ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดด้วยวิธี 5-Point just about right (Rothman and Merry, 2012) นำไปประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale (Nicolas et al., 2010)

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของแกงบวดเมล็ดทุเรียน

ส่วนประกอบ	ตัวอย่าง*				
	P:G-0	P:G-25	P:G-50	P:G-75	P:G-100
1) เมล็ดทุเรียนสำหรับการทดลอง	250	250	250	250	250
2) น้ำเปล่า	600	600	600	600	600
3) หัวกะทิ	250	250	250	250	250
4) หางกะทิ	290	290	290	290	290
5) ใบเตยหั่นท่อน	15	15	15	15	15
6) น้ำตาลปี๊บ	**0**	**20**	**40**	**60**	**80**
7) น้ำตาลทราย	**80**	**60**	**40**	**20**	**0**
8) เกลือป่น	1	1	1	1	1
9) น้ำปูนใส	400	400	400	400	400

* ตัวอย่างแกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup) ทำการปรับรสชาติโดยการปรับอัตราส่วนของน้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย (Palm sugar : Granulate sugar) 5 ระดับ คือ น้ำตาลทรายชนิดเดียว ร้อยละ 0 (P:G-0) น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย ร้อยละ 25 (P:G-25) น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย ร้อยละ 50 (P:G-50) น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย ร้อยละ 75 (P:G-75) และน้ำตาลปี๊บชนิดเดียว ร้อยละ 100 (P:G-100) ของน้ำหนักน้ำตาลทั้งหมดในส่วนผสม



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Openrice, 2016

ขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน

สำหรับขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (LC-DS-0) ร้อยละ 25 (LC-DS-0) ร้อยละ 50 (LC-DS-0) และร้อยละ 75 (LC-DS-0) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม นำไปประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale (Nicolas et al., 2010)

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบของขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน

ส่วนประกอบ	ตัวอย่าง*			
	LC-DS-0	LC-DS-25	LC-DS-50	LC-DS-75
1) **ถั่วเขียวเลาะเปลือกนึ่งสุก**	1,300	975	650	325
2) **เมล็ดทุเรียน**	0	325	650	975
3) น้ำตาลทราย (1)	350	350	350	350
4) น้ำกะทิ	450	450	450	450
5) วุ้นผง	35	35	35	35
6) น้ำสะอาด	750	750	750	750
7) น้ำตาลทราย (2)	80	80	80	80

* ตัวอย่างขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (LC-DS-0) ร้อยละ 25 (LC-DS-25) ร้อยละ 50 (LC-DS-50) และร้อยละ 75 (LC-DS-75) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม

ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการเตรียมขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed)

ที่มา : ดัดแปลงจาก มัชชลี และคณะ, 2555

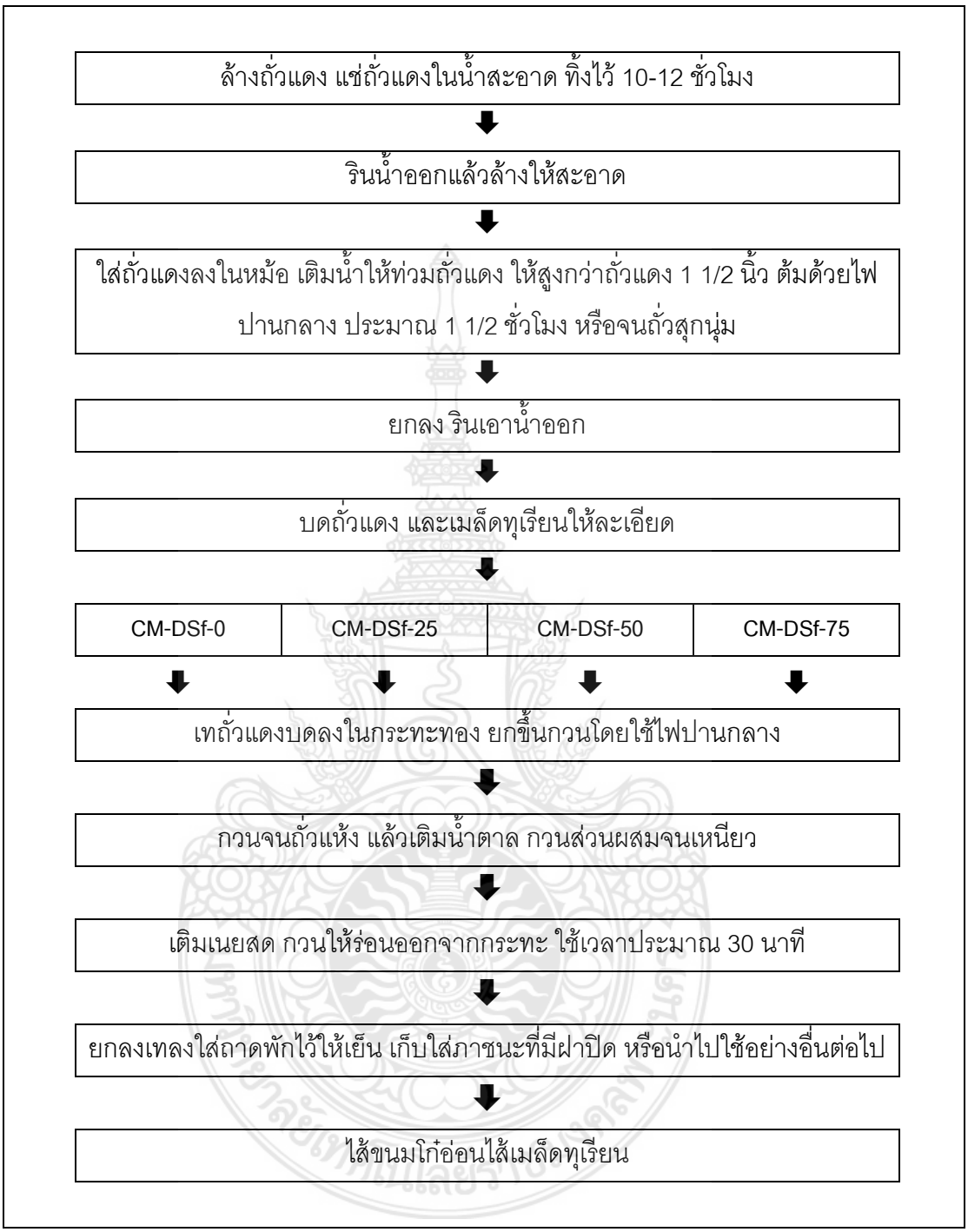
ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน

สำหรับขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงในส่วนผสม 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CM-DSf-0) ร้อยละ 25 (CM-DSf-25) ร้อยละ 50 (CM-DSf-50) และร้อยละ 75 (CM-DSf-75) ของน้ำหนักถั่วแดงในส่วนผสม นำไปประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale (Nicolas et al., 2010)

ตารางที่ 3.3 ส่วนประกอบของขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน

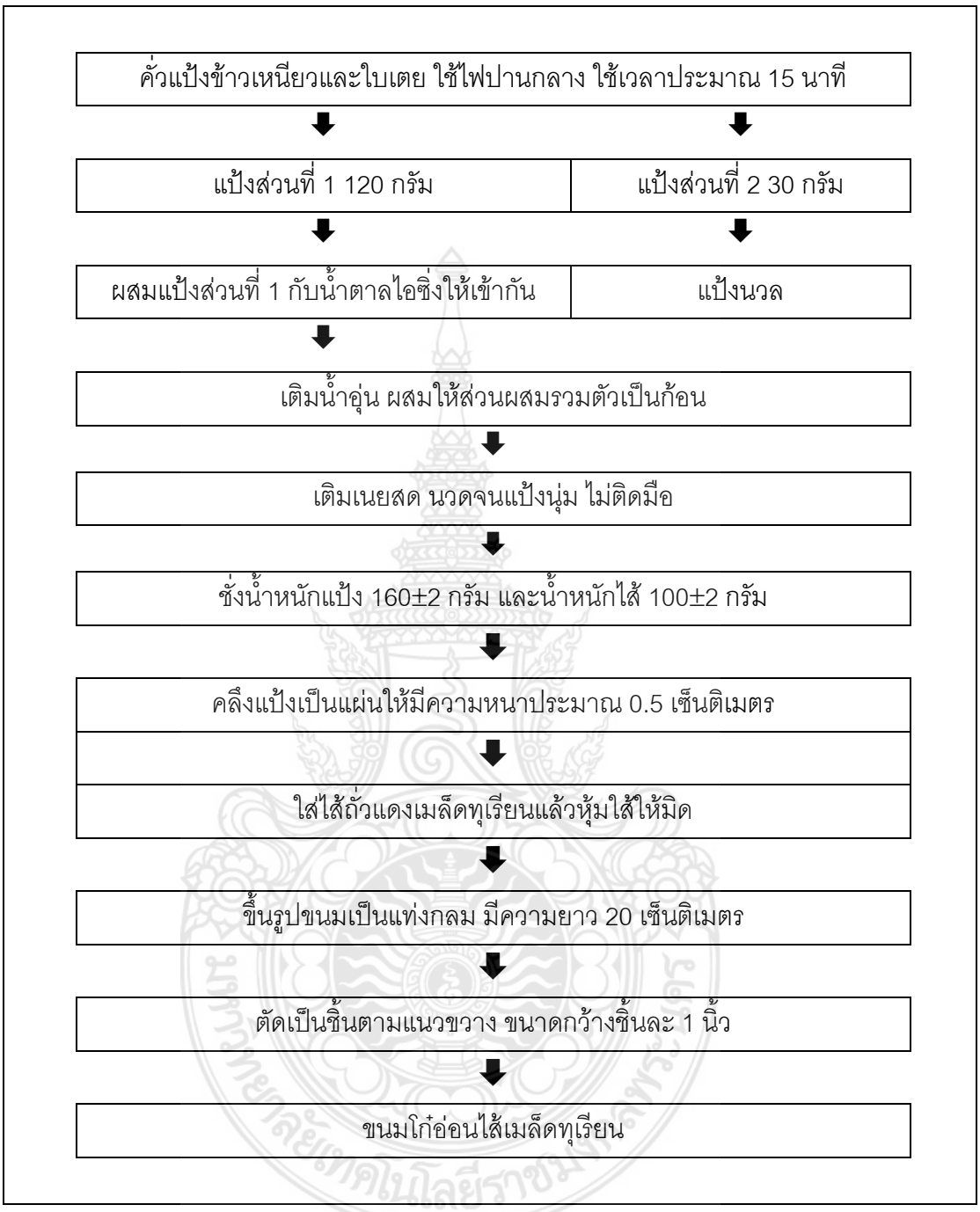
ส่วนประกอบ	ตัวอย่าง*			
	CM-DSf-0	CM-DSf-25	CM-DSf-50	CM-DSf-75
1) แป้งข้าวเหนียว	300	150	150	150
2) น้ำตาลไอซิ่ง	150	75	75	75
3) น้ำสะอาด	240	120	120	120
4) เนยสด	120	60	60	60
5) ถั่วแดงนึ่งสุก	**250**	**187.5**	**125**	**62.5**
6) เมล็ดทุเรียน	**0**	**62.5**	**125**	**187.5**
7) น้ำตาลทราย	200	100	100	100
8) เนยสด	60	30	30	30

* ตัวอย่างขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงในส่วนผสม 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CM-DSf-0) ร้อยละ 25 (CM-DSf-25) ร้อยละ 50 (CM-DSf-50) และร้อยละ 75 (CM-DSf-75) ของน้ำหนักถั่วแดงในส่วนผสม



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการเตรียมไส้ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Aroiho, 2016



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการเตรียมขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Rueanthai2 Forum, 2017

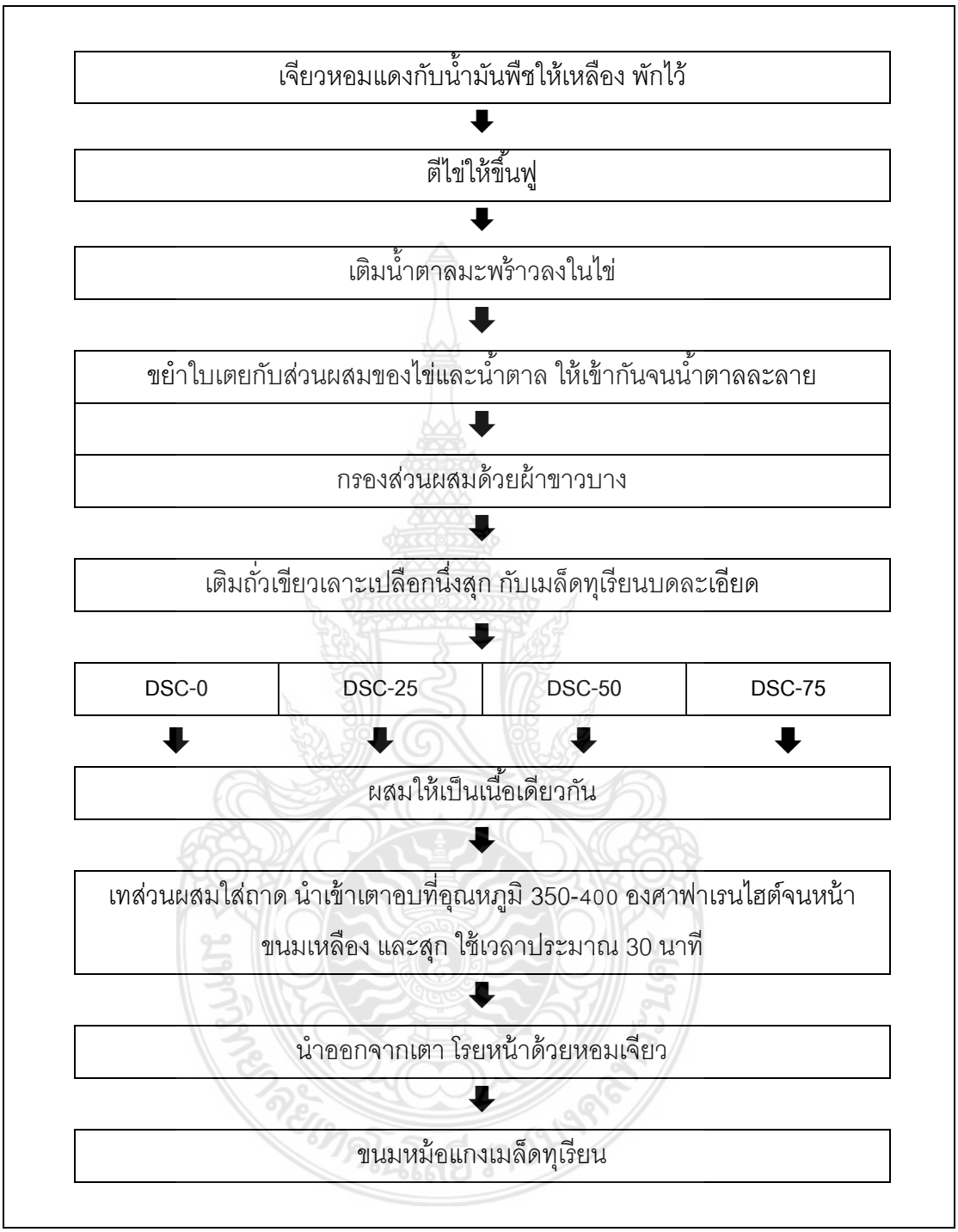
ขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน

สำหรับขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (DSC-0) ร้อยละ 25 (DSC-25) ร้อยละ 50 (DSC-50) และร้อยละ 75 (DSC-75) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม นำไปประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale (Nicolas et al., 2010)

ตารางที่ 3.4 ส่วนประกอบของขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน

ส่วนประกอบ	ตัวอย่าง*			
	DSC-0	DSC-25	DSC-50	DSC-75
1) หอมแดงซอย	70	70	70	70
2) น้ำมันพืช	120	120	120	120
3) ถั่วเขียวเลาะเปลือกนึ่งสุก	**400**	**300**	**200**	**100**
4) เมล็ดทุเรียน	**0**	**100**	**200**	**300**
5) ไข่เป็ด	70	70	70	70
6) หัวกะทิ	120	120	120	120
7) น้ำตาลมะพร้าว	70	70	70	70
8) ใบเตย	120	120	120	120

* ตัวอย่างขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (DSC-0) ร้อยละ 25 (DSC-25) ร้อยละ 50 (DSC-50) และร้อยละ 75 (DSC-75) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการเตรียมขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard)

ที่มา : ดัดแปลงจาก พิพัฒน์กมล, 2554

เมี่ยงเมล็ดทุเรียน

สำหรับเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (MDS-0) ร้อยละ 25 (MDS-25) ร้อยละ 50 (MDS-50) และร้อยละ 75 (MDS-75) ของน้ำหนักเผือกในส่วนผสม นำไปประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale (Nicolas et al., 2010)

ตารางที่ 3.5 ส่วนประกอบของเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meang Durian Seed)

ส่วนประกอบ	ตัวอย่าง*			
	MDS-0	MDS-25	MDS-50	MDS-75
1) **เผือกหั่นชิ้นเล็กยาวทอดสุก**	300	225	150	75
2) **เมล็ดทุเรียนหั่นชิ้นเล็กยาวทอดสุก**	0	75	150	225
3) ถั่วลิสงคั่วสับหยาบ	120	120	120	120
4) กุ้งแห้งป่นหยาบ	20	20	20	20
5) มะพร้าวคั่ว	20	20	20	20
6) พริกขี้หนูแห้งป่น	5	5	5	5
7) น้ำกะปี (ส่วน)	1	1	1	1

* ตัวอย่างเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (MDS-0) ร้อยละ 25 (MDS-25) ร้อยละ 50 (MDS-50) และ ร้อยละ 75 (MDS-75) ของน้ำหนักเผือกในส่วนผสม

ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการเตรียมเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed)

ที่มา : ดัดแปลงจาก จุฑามาศ และคณะ, 2557

ตารางที่ 3.6 ลักษณะของข้อมูลการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียนต่อการยอมรับโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในแผนการทดลอง RCBD

ผู้ทดสอบ (Block)	Treatment			
	สูตรที่ 1	**สูตรที่** 2	**สูตรที่** 3	**สูตรที่** 4
1	X_{11}	X_{21}	X_{31}	X_{41}
2	X_{12}	X_{22}	X_{32}	X_{42}
3	X_{13}	X_{23}	X_{33}	X_{43}
4	X_{14}	X_{24}	X_{34}	X_{44}
5	X_{15}	X_{25}	X_{35}	X_{45}
6	X_{16}	X_{26}	X_{36}	X_{46}
7	X_{17}	X_{27}	X_{37}	X_{47}
8	X_{18}	X_{28}	X_{38}	X_{48}
9	X_{19}	X_{29}	X_{39}	X_{49}
10	X_{110}	X_{210}	X_{310}	X_{410}
20	X_{120}	X_{220}	X_{320}	X_{420}
30	X_{130}	X_{230}	X_{330}	X_{430}

3.2.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่มีเมล็ดทุเรียนเป็นส่วนประกอบ

3.2.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างผลิตภัณฑ์เบเกอรีแต่ละชนิดตามวิธีการของ AOAC (2000) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กากใยและคาร์โบไฮเดรต (ภาคผนวก ง) จากนั้นรายงานปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหารหยาบและคาร์โบไฮเดรตในรูปของร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง

3.2.3.2 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

ทำการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขนมไทยแต่ละชนิด และวิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA.XT plus, Stable Micro Systems Texture analyzer, Surrey, ประเทศอังกฤษ)

แกงบวดเมล็ดทุเรียน

สำหรับแกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน นำไปประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรสเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale (Nicolas et al., 2010) และปรับปรุงรสชาติให้ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดด้วยวิธี 5-Point just about right (Rothman and Merry, 2012) สำหรับแกงบวดเมล็ดทุเรียนดัดแปลงวิธีการทำจากสูตรแกงบวดเผือกตามวิธีของ (Openrice, 2016) วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร (P/3) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 ของความสูงเริ่มต้นของตัวอย่าง ทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ

ขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน

สำหรับตัวอย่างขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (LC-DS-0) ร้อยละ 25 (LC-DS-0) ร้อยละ 50 (LC-DS-0) และร้อยละ 75 (LC-DS-0) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างชิ้นละ 6 กรัม ทำลูกชุบตามวิธีของ (มัชชลี และคณะ, 2555) วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร (P/3) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 ของความสูงเริ่มต้นของตัวอย่าง ทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ

ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน

สำหรับขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงในส่วนผสม 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CM-DSf-0) ร้อยละ 25 (CM-DSf-25) ร้อยละ 50 (CM-DSf-50) และร้อยละ 75 (CM-DSf-75) ของน้ำหนักถั่วแดงในส่วนผสม ทำขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียนตามวิธีของ (Aroiho, 2016) โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างชิ้นละ 30 กรัม

วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร (P/3) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 ของความสูงเริ่มต้นของตัวอย่าง ทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ

ขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน

สำหรับขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (DSC-0) ร้อยละ 25 (DSC-25) ร้อยละ 50 (DSC-50) และร้อยละ 75 (DSC-75) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม ทำขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียนตามวิธีของ (พิพัฒน์กมล, 2554) ตัดตัวอย่างขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียนขนาด 1.5×1.5×1.5 นิ้ว วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร (P/3) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 ของความสูงเริ่มต้นของตัวอย่าง ทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ

เมี่ยงเมล็ดทุเรียน

สำหรับเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (MDS-0) ร้อยละ 25 (MDS-25) ร้อยละ 50 (MDS-50) และร้อยละ 75 (MDS-75) ของน้ำหนักเผือกในส่วนผสม ทำเมี่ยงเมล็ดทุเรียนตามวิธีของ (จุฑามาศ และคณะ, 2557) เตรียมตัวอย่างเมี่ยงเมล็ดทุเรียนขนาดน้ำหนัก 20±2 กรัม วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 ของความสูงเริ่มต้นของตัวอย่าง ทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ

3.2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย One-way ANOVA และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย LSD (Least Significant Difference) (Williams and Abdi, 2010) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS (IBM SPSS version 19.0)

3.2.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยี

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพเมล็ดทุเรียนในผลิตภัณฑ์ขนมไทย คัดเลือกกลุ่มเป้าหมายคณะผู้วิจัยได้พิจารณาผู้ที่สนใจ และบุคคลทั่วไปเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพและเสริมรายได้ให้

3.3. สถานที่ทำการศึกษาทดลอง

3.2.6.1 ห้องปฏิบัติการอาหาร 515 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย-เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.6.2 ประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.6.3 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย-เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.6.4 ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ที่สนใจ และบุคคลทั่วไป ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรม-ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.4. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินการวิจัยตั้งแต่ ตุลาคม 2558 – กันยายน 2559

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์

4.1 ผลการเตรียมเมล็ดทุเรียน

องค์ประกอบทางเคมีและและคุณภาพทางกายภาพของเมล็ดทุเรียนแสดงในตารางที่ 4.1 โดยทั่วไปในเมล็ดทุเรียน ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยความชื้นร้อยละ 51.1-77.0 โปรตีนร้อยละ 1.57-2.60 ไขมันร้อยละ 0.2-0.5 เยื่อใยร้อยละ 0.67-0.71 เถ้าร้อยละ 0.9-1.7 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 43.6-46.2 (Brown, 1997) จากการวิเคราะห์พบว่าองค์ประกอบทางเคมีมีค่าสอดคล้องกันกับเอกสารอ้างอิงดังกล่าวข้างต้น

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพของเมล็ดทุเรียน

คุณภาพทางเคมี /กายภาพ	ปริมาณ
คุณภาพทางเคมี	
ความชื้น	51.12±0.27
โปรตีน	2.57±0.31
ไขมัน	0.30±0.16
เยื่อใย	0.70±0.22
เถ้า	1.20±0.43
คาร์โบไฮเดรต	43.11±0.73
คุณภาพทางกายภาพ	
ค่าสี	
L*	71.59±0.17
a*	3.63±0.21
b*	21.72±0.15

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพของเมล็ดทุเรียนผง พบว่า คุณภาพทางเคมีประกอบด้วย ความชื้นร้อยละ 51.12±0.27 โปรตีนร้อยละ 2.57±0.31 ไขมันร้อยละ 0.30±0.16 เยื่อใยร้อยละ 0.70±0.22 เถ้าร้อยละ 1.20±0.43 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 43.11±0.73 สำหรับคุณภาพทางกายภาพ พบว่าค่าสีมีค่า L* ซึ่งแสดงถึงความสว่างมีค่า 71.59±0.17 โดยเมล็ดทุเรียนมีสีขาวอมเหลืองจึงทำให้มีค่าความสว่างอยู่ในช่วงดังกล่าว สำหรับค่า a* แสดงถึงค่าสีแดง-เขียว มีค่า 3.63±0.21 และค่า b* แสดงถึงค่า เหลือง-น้ำเงิน มีค่า 21.72±0.15 โดยทั้งค่า a* และ b* นั้นเป็นผลมาจากปฏิกิริยาการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไม่อาศัยเอนไซม์ คือ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่อาศัยสารโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตเป็นสารตั้งต้นที่มีหมูรีดิวซ์ หมู่เอมีน และหมู่คาร์บอนิล (นิธิยา, 2553)

4.2 การศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากเมล็ดทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งเพื่อบริโภค

4.2.1 แกงบวดเมล็ดทุเรียน

สำหรับแกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยปรับปรุงรสชาติเพื่อทดสอบความพอดีและประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale

ตารางที่ 4.2 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยปรับปรุงรสชาติเพื่อทดสอบความพอดีด้วยการปรับอัตราส่วนของน้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย (Palm sugar : Granulate sugar) ให้ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดด้วยวิธี 5-Point just about right

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง*				
	P:G-0	P:G-25	P:G-50	P:G-75	P:G-100
สี	7.43±1.20	7.76±1.20	8.10±0.45	**8.43±0.74**	8.07±0.85
ความหวาน	7.37±1.02	7.67±1.02	8.17±0.22	**8.73±0.91**	8.13±0.82
ความเค็ม	7.23±1.04	7.53±1.04	8.08±0.35	**8.77±0.98**	8.06±0.85

* ตัวอย่างแกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup) โดยการปรับอัตราส่วนของ น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย (Palm sugar : Granulate sugar) 5 ระดับ คือ น้ำตาลทรายชนิดเดียว ร้อยละ 0 (P:G-0) น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย ร้อยละ 25 (P:G-25) น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย ร้อยละ 50 (P:G-50) น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย ร้อยละ 75 (P:G-75) และน้ำตาลปี๊บชนิดเดียว ร้อยละ 100 (P:G-100) ของน้ำหนักน้ำตาลทั้งหมดในส่วนผสม

จากการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบพบว่า คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วงชอบมาก โดยอัตราส่วนของ น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย (Palm sugar : Granulate sugar) เท่ากับร้อยละ 75 คือใช้น้ำตาลปี๊บร้อยละ 75 ต่อน้ำตาลทรายร้อยละ 25 อย่างไรก็ตามที่ระดับร้อยละ 0 ของน้ำตาลปี๊บ คะแนนความชอบน้อยที่สุดเนื่องจากแกงบวดเมล็ดทุเรียนมีรสชาติที่หวานแหลมเกินไป ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่างผลิตภัณฑ์แกงบวดเมล็ดทุเรียนที่มีการใช้น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทรายอัตราส่วนร้อยละ 75 : 25 มาทำการยืนยันสูตรด้วยวิธี 9 ระดับ 9-point hedonic scale

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแกงบวดเมล็ดทุเรียนด้วยวิธี 9 ระดับ 9-point hedonic scale

คุณลักษณะ	**ตัวอย่าง***
	P:G-75
ลักษณะปรากฏ	8.03±0.24
สี	8.02±0.31
กลิ่น	8.07±0.18
รสชาติ	8.17±0.19
กลิ่นรส	8.05±0.12
เนื้อสัมผัส	7.87±0.18
ความชอบรวม	8.27±0.21

* ตัวอย่างแกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup) โดยการปรับอัตราส่วนของ น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาล-ทราย (Palm sugar : Granulate sugar) ร้อยละ 75 (P:G-75) ของน้ำหนักน้ำตาลทั้งหมดในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 30 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการยืนยันสูตรผลตภัณฑ์แกงบวดเมล็ดทุเรียน พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วงชอบมาก ทั้งนี้เป็นผลมาจากอัตราส่วนของน้ำตาลปี๊บที่มีมากกว่าน้ำตาลทรายซึ่งให้ความหอม โดยน้ำตาลมะพร้าวมีกลิ่นหอมที่ผสมกันหลายกลิ่นได้แก่ กลิ่นครีมนมที่เป็นกลิ่นมีอยู่ในมะพร้าว กลิ่นคาราเมล และกลิ่นควันที่อาจเกิดจากขึ้นในกระบวนการผลิต (Kabir and Yaowapa, 2015) และมีรสชาติที่กล่อม

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างแกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup) โดยการปรับอัตราส่วนของ น้ำตาลปี๊บ : น้ำตาลทราย (Palm sugar : Granulate sugar) ร้อยละ 75 (P:G-75)

คุณภาพทางเคมี /กายภาพ	ปริมาณ
คุณภาพทางเคมี	
ความชื้น	57.24±0.17
โปรตีน	2.48±0.41
ไขมัน	9.74±0.17
เยื่อใย	0.67±0.32
เถ้า	1.38±0.47
คาร์โบไฮเดรต	43.11±0.73
คุณภาพทางกายภาพ	
ค่าสี	
L*	36.58±0.37
a*	-7.67±0.27
b*	-27.69±0.36
ค่าเนื้อสัมผัส	
Hardness (g)	746.57±0.68
Adhesiveness (g.sec)	48.76±0.84

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า แกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup) มีความชื้นร้อยละ 57.24±0.17 โปรตีนร้อยละ 2.48±0.41 ไขมันร้อยละ 9.74±0.17 เยื่อใยร้อยละ 0.67±0.32 เถ้าร้อยละ 1.38±0.47 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 43.11±0.73 โดยองค์ประกอบทางเคมีมาจากส่วนผสม และองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดทุเรียน สำรับค่าความสว่าง (L*) มีค่า 36.58±0.37 ค่า a* แสดงถึงค่าสีแดง-เขียว มีค่า -7.67±0.27 และค่า b* แสดงถึงค่า เหลือง-น้ำเงิน มีค่า -27.69±0.36 โดยทั้งค่า a* และ b* นั้นเป็นผลมาจากปฏิกิริยาการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไม่อาศัยเอนไซม์ คือ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่อาศัยสารโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตเป็นสารตั้งต้นที่มีหมูรีดิวซ์ หมู่เอมีน และหมู่คาร์บอนิล (นิธิยา, 2553) สำหรับค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็งมีค่า 746.57±0.68 และค่าการยึดเกาะมีค่า 48.76±0.84

4.2.2 ขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน

สำหรับขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (LC-DS-0) ร้อยละ 25 (LC-DS-0) ร้อยละ 50 (LC-DS-0) และร้อยละ 75 (LC-DS-0) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม นำไปประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale (Nicolas et al., 2010)

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบทางเคมีของขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมี	ตัวอย่าง*			
	LC-DS-0	LC-DS-25	LC-DS-50	LC-DS-75
ความชื้น	33.76±0.19**[a***]	31.67±0.21[b]	30.61±0.32[c]	28.52±0.36[d]
โปรตีน	6.71±0.23[a]	5.45±0.31[b]	4.92±0.20[c]	4.15±0.11[d]
ไขมัน	12.59±0.22[ab]	12.89±0.26[a]	12.60±0.32[ab]	12.54±0.42[ab]
เถ้า	1.05±0.21[d]	1.37±0.26[c]	1.41±0.38[b]	1.88±0.42[a]
เยื่อใย	1.42±0.43[d]	3.08±0.51[c]	3.86±0.21[b]	4.87±0.31[a]
คาร์โบไฮเดรต	44.47±0.13[d]	45.54±0.26[c]	46.61±0.44[b]	48.04±0.34[a]

* ตัวอย่างขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (LC-DS-0) ร้อยละ 25 (LC-DS-0) ร้อยละ 50 (LC-DS-0) และร้อยละ 75 (LC-DS-0) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

องค์ประกอบทางเคมีของขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณความชื้น และโปรตีนลดลง ($p<0.05$) ส่งผลให้ปริมาณเถ้า เยื่อใย และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น($p<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณของไขมัน เนื่องจากในเมล็ดทุเรียนมีปริมาณไขมันในระดับ

ที่น้อย (ตารางที่ 4.1) จากผลการทดลองความแตกต่างของอัตราส่วนของถั่วเขียวต่อเมล็ดทุเรียนมีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีความชื้น โปรตีน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.6 ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

ลักษณะเนื้อสัมผัส	ตัวอย่าง*			
	LC-DS-0	LC-DS-25	LC-DS-50	LC-DS-75
Hardness (g)	1,472.66±0.20**[d***]	1,656.82±0.17[c]	1,877.65±0.13[b]	2,045.78±0.43[a]
Adhesiveness (g.sec)	89.24±0.23[a]	109.71±0.19[b]	122.36±0.20[c]	156.47±0.11[d]
Springiness	0.20±0.12[ab]	0.19±0.22[a]	0.21±0.32[ab]	0.20±0.42[ab]
Cohesiveness	1.05±0.21[d]	1.37±0.26[c]	1.41±0.38[b]	1.88±0.42[a]

* ตัวอย่างขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (LC-DS-0) ร้อยละ 25 (LC-DS-0) ร้อยละ 50 (LC-DS-0) และร้อยละ 75 (LC-DS-0) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 10 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ขนมลูกชุบที่มีอัตราส่วนของเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้น มีค่าความแข็ง ค่าการเกาะติด และการยึดเกาะภายในเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นผลมาจากในเมล็ดทุเรียนมีปริมาณของอะไมโลสร้อยละ 22.34 และอะไมโลเพคตินร้อยละ 54.32 (Ginting et al., 2016) ซึ่งคุณสมบัติของอะไมเพคตินเมื่อรวมตัวกับน้ำแล้วจะทำให้อาหารมีความเหนียวนุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่ายึดเกาะภายในของถั่วกวนขนมลูกชุบ ถั่วกวนขนมลูกชุบที่ผลิตจากอัตราส่วนถั่วเขียวต่อเมล็ดทุเรียนเท่ากับ 25:75 มีค่าความแข็งสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างทั้งหมด ($p<0.05$) ค่าความยืดหยุ่นของขนมลูกชุบมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p\geq0.05$)

ตารางที่ 4.7 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่างของขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง*			
	T-DRP-0	T-DRP-5	T-DRP-10	T-DRP-15
ลักษณะปรากฏ	8.00±0.11**[a***]	**8.10±0.11**[a]	7.47±0.16[b]	6.83±0.15[c]
สี	**8.20±0.15**[a]	8.13±0.13[a]	7.37±0.13[b]	6.83±0.15[c]
กลิ่น	8.07±0.17[a]	**8.13±0.16**[a]	7.43±0.19[b]	6.03±0.11[b]
รสชาติ	8.13±0.16[a]	**8.23±0.13**[a]	7.57±0.16[b]	7.10±0.18[c]
กลิ่นรส	**8.17±0.15**[a]	8.00±0.13[a]	7.37±0.11[b]	6.23±0.14[c]
เนื้อสัมผัส	8.07±0.14[a]	**8.20±0.16**[a]	7.63±0.13[b]	6.71±0.11[c]
ความชอบรวม	8.13±0.12[a]	**8.17±0.17**[a]	7.47±0.14[b]	6.91±0.15[c]

* ตัวอย่างขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (LC-DS-0) ร้อยละ 25 (LC-DS-0) ร้อยละ 50 (LC-DS-0) และร้อยละ 75 (LC-DS-0) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 30 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.7 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับในตัวอย่างถั่วกวนขนมลูกชุบที่ระดับการทดแทนถั่วเขียวด้วยเมล็ดทุเรียนร้อยละ 25 และสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) การเพิ่มอัตราส่วนของเมล็ดทุเรียนต่อเมล็ดถั่วเขียวที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะลดลง ($p\leq0.05$) และเมื่อทำการเพิ่มอัตราส่วนเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้นตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ทุกคุณลักษณะได้รับคะแนนความชอบลดลงอย่างเด่นชัด ทั้งนี้เป็นผลมาจากกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของทุเรียนมีความเข้มของกลิ่น และกลิ่นรสเพิ่มขึ้น จึงสอดคล้องกับคะแนนการยอบรับในตัวผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากในทุเรียนมีสารประกอบในกลุ่มของกำมะถัน สารประกอบซัลเฟอร์ และเอสเทอร์ ได้แก่ diethyl disulfide, ethyl 2-methylbutanoate, ethanethiol, 3,5-dimethyl-1,2,4-trithiolane, และ butyl 2-methylbutanoate (Hongku et al., 2011) ซึ่งส่งผลต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์

4.2.3 ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน

สำหรับขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงในส่วนผสม 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CM-DSf-0) ร้อยละ 25 (CM-DSf-25) ร้อยละ 50 (CM-DSf-50) และร้อยละ 75 (CM-DSf-75) ของน้ำหนักถั่วแดงในส่วนผสม นำไปประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale

ตารางที่ 4.8 องค์ประกอบทางเคมีของขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมี	ตัวอย่าง*			
	CM-DSf-0	CM-DSf-25	CM-DSf-50	CM-DSf-75
ความชื้น	35.24±0.71**[a***]	33.82±0.41[b]	31.07±0.74[c]	28.87±0.54[d]
โปรตีน	9.86±0.23[a]	8.36±0.31[b]	6.97±0.20[c]	5.22±0.61[d]
ไขมัน	10.06±0.22[a]	9.11±0.26[b]	8.26±0.32[c]	7.14±0.72[d]
เถ้า	0.52±0.21[d]	0.97±0.26[c]	1.84±0.31[b]	2.21±0.42[a]
เยื่อใย	4.67±0.43[a]	3.56±0.51[b]	2.62±0.28[c]	1.78±0.31[d]
คาร์โบไฮเดรต	39.65±0.13[d]	44.18±0.26[c]	49.24±0.34[b]	54.78±0.74[a]

* ตัวอย่างขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงในส่วนผสม 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CM-DSf-0) ร้อยละ 25 (CM-DSf-25) ร้อยละ 50 (CM-DSf-50) และร้อยละ 75 (CM-DSf-75) ของน้ำหนักถั่วแดงในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

องค์ประกอบทางเคมีของถั่วแดงกวนที่ใช้เป็นไส้ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงในส่วนผสม พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทนถั่วแดงด้วยเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเยื่อใยลดลง ($p<0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากในถั่วแดงเป็นจัดเป็นธัญพืชที่มีโปรตีนสูงโดยมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 26.0 มีเยื่อใยร้อยละ 5.5 (Wani et al., 2017) อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณเมล็ดทุเรียนที่

ใช้ทดแทนถั่วแดงผลให้ปริมาณเถ้า และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) เนื่องจากในเมล็ดทุเรียนมีสตาร์ชในปริมาณที่สูง โดยเฉพาะอะไมโลเพคติน (Ginting et al., 2016)

ตารางที่ 4.9 ลักษณะเนื้อสัมผัสของของขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

ลักษณะเนื้อสัมผัส	ตัวอย่าง*			
	CM-DSf-0	CM-DSf-25	CM-DSf-50	CM-DSf-75
Hardness (g)	1,074.57±0.31**[d***]	1,257.72±0.21[c]	1,407.46±0.13[b]	1,645.76±0.41[a]
Adhesiveness (g.sec)	101.46±0.21[ก]	112.47±0.19[แ]	124.67±0.52	136.81±0.51[ฟ]
Springiness	0.61±0.22[ab]	0. 72±0.21[a]	0.64±0.13[ab]	0.67±0.42[ab]
Cohesiveness	1.17±0.72[d]	1.29±0.29[c]	1.49±0.73[b]	1.77±0.42[a]

* ตัวอย่างขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงในส่วนผสม 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CM-DSf-0) ร้อยละ 25 (CM-DSf-25) ร้อยละ 50 (CM-DSf-50) และร้อยละ 75 (CM-DSf-75) ของน้ำหนักถั่วแดงในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 10 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ขนมโก๋อ่อนไส้ถั่วแดงกวนที่มีอัตราส่วนของเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้น มีค่าความแข็ง ค่าการเกาะติด และการยึดเกาะภายในเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นผลมาจากในเมล็ดทุเรียนมีปริมาณของอะไมโลสร้อยละ 22.34 และอะไมโลเพคตินร้อยละ 54.32 (Ginting et al., 2016) ซึ่งคุณสมบัติของอะไมเพคตินเมื่อรวมตัวกับน้ำแล้วจะทำให้อาหารมีความเหนียวนุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่ายึดเกาะภายในของไส้ถั่วแดงกวนของขนมโก๋อ่อน ถั่วแดงกวนไส้ของขนมโก๋อ่อนที่ผลิตจากอัตราส่วนถั่วแดงต่อเมล็ดทุเรียนเท่ากับ 25:75 มีค่าความแข็งสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างทั้งหมด ($p<0.05$) ค่าความยืดหยุ่นของขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p\geq0.05$)

ตารางที่ 4.10 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่างของขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง*			
	CM-DSf-0	CM-DSf-25	CM-DSf-50	CM-DSf-75
ลักษณะปรากฏ	7.97±0.11**^{bc***}	8.01±0.11^{b}	**8.22±0.31^{a}**	7.89±0.15^{bc}
สี	7.89±0.15^{bc}	8.03±0.13^{b}	**8.34±0.13^{a}**	7.91±0.15^{bc}
กลิ่น	7.11±0.17^{bc}	7.96±0.16^{b}	**8.01±0.16^{a}**	7.21±0.11^{bc}
รสชาติ	7.74±0.16^{bc}	8.02±0.13^{b}	**8.17±0.16^{a}**	7.67±0.18^{bc}
กลิ่นรส	7.75±0.15^{bc}	8.07±0.13^{b}	**8.29±0.19^{a}**	7.82±0.14^{bc}
เนื้อสัมผัส	7.7 5±0.14^{bc}	8.20±0.16^{b}	**8.58±0.12^{b}**	7.31±0.11^{c}
ความชอบรวม	7.67±0.12^{bc}	8.16±0.17^{b}	**8.47±0.17^{a}**	7.74±0.15^{bc}

* ตัวอย่างขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงในส่วนผสม 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CM-DSf-0) ร้อยละ 25 (CM-DSf-25) ร้อยละ 50 (CM-DSf-50) และร้อยละ 75 (CM-DSf-75) ของน้ำหนักถั่วแดงในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 30 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.10 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับในตัวอย่างขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียนที่ระดับการทดแทนถั่วแดงด้วยเมล็ดทุเรียนร้อยละ 50 ($p\leq0.05$) การเพิ่มอัตราส่วนของเมล็ดทุเรียนต่อเมล็ดถั่วแดงที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะลดลง ($p\leq0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของทุเรียนมีความเข้มของกลิ่น และกลิ่นรสเพิ่มขึ้น จึงสอดคล้องกับคะแนนการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากในทุเรียนมีสารประกอบในกลุ่มของกำมะถัน สารประกอบซัลเฟอร์ และเอสเทอร์ ได้แก่ diethyl disulfide, ethyl 2-methylbutanoate, ethanethiol, 3,5-dimethyl-1,2,4-trithiolane, และ butyl 2-methylbutanoate (Hongku et al., 2011) ซึ่งส่งผลต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์ และนอกจากนี้เมื่อพิจารณาคะแนนด้านเนื้อสัมผัสพบว่า ลดลงอย่างเด่นชัด ซึ่งสอดคล้องกับค่าการยึดเกาะ เนื่องจากในเมล็ดทุเรียนมีปริมาณของอะไมโลเพคตินร้อยละ 54.32 (Ginting et al., 2016) ซึ่งคุณสมบัติของอะไมเพคตินเมื่อรวมตัวกับน้ำแล้วจะทำให้อาหารมีความเหนียว

4.2.4 ขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน

ขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (DSC-0) ร้อยละ 25 (DSC-25) ร้อยละ 50 (DSC-50) และร้อยละ 75 (DSC-75) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม นำไปประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale

ตารางที่ 4.11 องค์ประกอบทางเคมีของขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมี	ตัวอย่าง*			
	DSC-0	DSC-25	DSC-50	DSC-75
ความชื้น	50.34±0.47**[a***]	49.33±0.24[b]	47.87±0.57[c]	46.78±0.75[d]
โปรตีน	8.87±0.32[a]	8.64±0.83[b]	8.41±0.62[c]	8.07±0.76[d]
ไขมัน	9.09±0.22[a]	8.84±0.25[b]	8.57±0.83[c]	8.48±0.72[d]
เถ้า	0.52±0.21[c]	0.67±0.27[c]	0.86±0.73[b]	0.97±0.42[a]
เยื่อใย	1.76±0.84[a]	1.47±0.45[b]	1.18±0.38[c]	0.87±0.71[d]
คาร์โบไฮเดรต	29.42±0.43[d]	31.05±0.76[c]	33.11±0.64[b]	34.83±0.64[a]

* ตัวอย่างขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (DSC-0) ร้อยละ 25 (DSC-25) ร้อยละ 50 (DSC-50) และร้อยละ 75 (DSC-75) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

องค์ประกอบทางเคมีของขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทนถั่วเขียวด้วยเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเยื่อใยลดลง ($p<0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากในถั่วเขียวเป็นจัดเป็นธัญพืชที่มีโปรตีนสูงโดยมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 18.00 มีเยื่อใยร้อยละ 1.17 (ศศิธร และคณะ, 2556) อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณเมล็ดทุเรียนที่ใช้ทดแทนถั่วเขียวเลาะ-

เปลือกมีผลให้ปริมาณเถ้า และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) เนื่องจากในเมล็ดทุเรียนมีสตาร์ชในปริมาณที่สูง ทั้งอะไมโลส และอะไมโลเพคติน (Ginting et al., 2016)

ตารางที่ 4.12 ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

ลักษณะเนื้อสัมผัส	ตัวอย่าง*			
	DSC-0	DSC-25	DSC-50	DSC-75
Firmness (g)	56.59±0.31**[d***]	71.87±0.21[c]	87.92±0.13[b]	113.37±0.41[a]
Cohesiveness	-28.76±0.72[d]	-30.09±0.29[c]	-33.81±0.73[b]	-35.04±0.42[a]

* ตัวอย่างขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (DSC-0) ร้อยละ 25 (DSC-25) ร้อยละ 50 (DSC-50) และร้อยละ 75 (DSC-75) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 10 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ที่มีอัตราส่วนของเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้นมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น และการยึดเกาะภายในเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากในเมล็ดทุเรียนมีปริมาณของอะไมโลสร้อยละ 22.34 และอะไมโลเพคตินร้อยละ 54.32 (Ginting et al., 2016) ซึ่งคุณสมบัติของอะไมโลเพคตินเมื่อรวมตัวกับน้ำแล้วจะทำให้อาหารมีความเหนียวนุ่ม เมื่อปริมาณเมล็ดทุเรียนในส่วนผสมเพิ่มขึ้น ทำให้มีปริมาณอะไมโลเพคตินเพิ่มสูงขึ้นจึงส่งผลให้ค่าการยึดเกาะภายในชิ้นอาหารมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.13 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่างของขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง*			
	DSC-0	DSC-25	DSC-50	DSC-75
ลักษณะปรากฏ	7.97±0.11**[bc***]	7.32±0.11[b]	**7.64±0.31[a]**	7.89±0.15[bc]
สี	7.14±0.15[bc]	7.31±0.13[b]	**7.57±0.13[a]**	7.17±0.15[bc]
กลิ่น	7.11±0.17[c]	7.29±0.16[b]	**7.72±0.16[a]**	6.67±0.11[bc]
รสชาติ	7.17±0.16[bc]	7.40±0.13[b]	**7.76±0.16[a]**	7.21±0.18[bc]
กลิ่นรส	6.87±0.15[c]	7.04±0.13[b]	**7.46±0.19[a]**	6.37±0.14[d]
เนื้อสัมผัส	7.23±0.14[c]	**7.65±0.16[a]**	7.41±0.12[b]	6.87±0.17[d]
ความชอบรวม	6.94±0.12[bc]	7.29±0.17[b]	**7.47±0.17[a]**	6.97±0.15[bc]

* ตัวอย่างขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (DSC-0) ร้อยละ 25 (DSC-25) ร้อยละ 50 (DSC-50) และร้อยละ 75 (DSC-75) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 30 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.13 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับในตัวอย่างขนมหม้อแกงที่ระดับการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือกด้วยเมล็ดทุเรียนร้อยละ 50 ($p<0.05$) การเพิ่มอัตราส่วนของเมล็ดทุเรียนต่อถั่วเขียวเลาะเปลือก ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คะแนนการยอมรับในตัวอย่าง DSC-75 ลดลง ($p<0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของทุเรียนมีความเข้มของกลิ่น และกลิ่นรสเพิ่มขึ้น จึงสอดคล้องกับคะแนนการยอบรับในตัวผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากในทุเรียนมีสารประกอบในกลุ่มของกำมะถัน สารประกอบซัลเฟอร์ และเอสเทอร์ ได้แก่ diethyl disulfide, ethyl 2-methylbutanoate, ethanethiol, 3,5-dimethyl-1,2,4-trithiolane, และ butyl 2-methylbutanoate (Hongku et al., 2011) ซึ่งส่งผลต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์ และนอกจากนี้เมื่อพิจารณาคะแนนด้านเนื้อสัมผัสพบว่า ลดลงอย่างเด่นชัด ซึ่งสอดคล้องกับค่าการยึดเกาะ เนื่องจากในเมล็ดทุเรียนมีปริมาณของอะไมโลเพคตินร้อยละ 54.32 (Ginting et al., 2016) ซึ่งคุณสมบัติของอะไมเพคตินเมื่อรวมตัวกับน้ำแล้วจะทำให้อาหารมีความเหนียว

4.2.5 เมี่ยงเมล็ดทุเรียน

สำหรับเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (MDS-0) ร้อยละ 25 (MDS-25) ร้อยละ 50 (MDS-50) และ ร้อยละ 75 (MDS-75) ของน้ำหนักเผือกในส่วนผสม นำไปประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale

ตารางที่ 4.14 องค์ประกอบทางเคมีของเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมี	ตัวอย่าง*			
	MDS-0	MDS-25	MDS-50	MDS-75
ความชื้น	6.74±0.14**[a***]	6.69±0.21[a]	6.56±0.27[a]	6.61±0.87[a]
โปรตีน	8.69±0.31[d]	8.77±0.89[c]	8.89±0.42[b]	9.02±0.74[a]
ไขมัน	24.13±0.23[a]	23.86±0.27[a]	23.97±0.63[a]	24.08±0.76[a]
เถ้า	2.58±0.24[a]	1.87±0.25[b]	1.09±0.83[c]	0.78±0.44[d]
เยื่อใย	3.37±0.85[a]	3.08±0.43[b]	2.77±0.78[c]	2.48±0.73[d]
คาร์โบไฮเดรต	54.49±0.46[d]	55.73±0.71[c]	56.72±0.34[b]	57.02±0.61[a]

* ตัวอย่างเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (MDS-0) ร้อยละ 25 (MDS-25) ร้อยละ 50 (MDS-50) และร้อยละ 75 (MDS-75) ของน้ำหนักเผือกในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

องค์ประกอบทางเคมีของเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกในส่วนผสม พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณเถ้า และเยื่อใยลดลง ($p<0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากเผือกมีปริมาณใยอาหารหยาบร้อยละ 3.03 มีปริมาณเถ้าร้อยละ 2.67 (Alcantara et al., 2013) การลดลงของปริมาณเผือกจึงส่งผลต่อการลดลงของปริมาณเยื่อใย และเถ้า ในเผือกมีธาตุสังกะสี 1.67 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม ธาตุเหล็ก 2.95 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม และแคลเซียม 55.00 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม (Alcantara et al., 2013) ในขณะที่ปริมาณเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เมี่ยงมีปริมาณของโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น โดยเมล็ดทุเรียนมี

ปริมาณโปรตีนร้อยละ 11.61 มีปริมาณสตาร์ชสูงถึงร้อยละ 76.65 (Ginting et al., 2016) อย่างไรก็ตามปริมาณความชื้น และปริมาณของไขมันไม่มีความแตกต่างกัน (p>0.05)

ตารางที่ 4.15 ลักษณะเนื้อสัมผัสของเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

ลักษณะเนื้อสัมผัส	ตัวอย่าง*			
	MDS-0	MDS-25	MDS-50	MDS-75
Hardness (g)	1.43±0.32**[d***]	1.76±0.71[c]	2.62±0.11[b]	3.68±0.34[a]
Crispness	3.32±0.22[d]	4.24±0.39[c]	5.03±0.53[b]	5.98±0.24[a]
Stickiness	-251.46±0.12[d]	-247.73±0.19[c]	-254.34±0.23[b]	-178.34±0.44[a]

* ตัวอย่างเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (MDS-0) ร้อยละ 25 (MDS-25) ร้อยละ 50 (MDS-50) และร้อยละ 75 (MDS-75) ของน้ำหนักเผือกในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 10 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

เมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ที่มีอัตราส่วนของเมล็ดทุเรียนเพิ่มขึ้น มีค่าความแข็ง ความกรอบเพิ่มขึ้น (p<0.05) ทั้งนี้เป็นผลมาจากในเมล็ดทุเรียนมีปริมาณสตาร์ชสูงถึงร้อยละ 76.55 (Ginting et al., 2016) ความแข็งที่เกิดขึ้นเกิดจากการทอด เนื่องจากการทอดเป็นกระบวนการที่ช่วยลดประมาณความชื้นในอาหาร จุดเด่นของการทอดคือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเฉพาะของเนื้อสัมผัส และสี ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับ แต่ผลิตภัณฑ์ทอดมักพบปัญหาการดูซับน้ำมัน (พรรจิรา และคณะ, 2554) ที่เป็นเช่นนี้เพราะระหว่างการทอดความชื้นที่อยู่ในเผือก และเมล็ดทุเรียนจะถูกกำจัดออกไป ทำให้เกิดโครงสร้างที่แน่นและแข็งขึ้น

ด้านค่าความเหนียวเหนอะ ตัวอย่าง MDS-0 MDS-25 และMDS-50 มีความเหนียวเหนอะไม่แตกต่างกัน (p>0.05) อย่างไรก็ตามตัวอย่างเมี่ยงเมล็ดทุเรียน MDS-75 มีความเหนียวเหนอะต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่าง MDS-0 MDS-25 และMDS-50 (p<0.05)

ตารางที่ 4.16 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสและค่าความแตกต่างของเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมี	ตัวอย่าง*			
	MDS-0	MDS-25	MDS-50	MDS-75
ลักษณะปรากฏ	7.90±0.09**[a***]	8.13±0.04[a]	7.20±0.03[b]	7.00±0.07[b]
สี	7.60±0.08[b]	8.23±0.07[a]	7.50±0.04[b]	7.13±0.03[c]
กลิ่น	7.60±0.08[a]	7.83±0.04[a]	7.53±0.07[b]	7.13±0.06[b]
รสชาติ	7.90±0.10[a]	8.00±0.03[a]	7.70±0.07[ab]	7.37±0.05[b]
กลิ่นรส	7.70±0.09[a]	7.77±0.05[a]	7.63±0.03[b]	7.07±0.04[b]
เนื้อสัมผัส	7.90±0.06[a]	8.07±0.04[a]	7.33±0.07[b]	6.96±0.05[c]
ความชอบรวม	7.85±0.09[a]	7.97±0.05[a]	7.67±0.03[b]	7.37±0.04[b]

* ตัวอย่างเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (MDS-0) ร้อยละ 25 (MDS-25) ร้อยละ 50 (MDS-50) และร้อยละ 75 (MDS-75) ของน้ำหนักเผือกในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 30 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.16 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียนในระดับแตกต่างกัน พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับในตัวอย่างเมี่ยงเมล็ดทุเรียนที่ระดับการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียนร้อยละ 25 ($p<0.05$) การเพิ่มอัตราส่วนของเมล็ดทุเรียนต่อเผือกที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คะแนนการยอมรับในตัวอย่าง MDS-50 และMDS-75 ลดลง ($p<0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของทุเรียนมีความเข้มของกลิ่น และกลิ่นรสเพิ่มขึ้น จึงสอดคล้องกับคะแนนการยอบรับในตัวผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากในทุเรียนมีสารประกอบในกลุ่มของกำมะถัน สารประกอบซัลเฟอร์และเอสเทอร์ ได้แก่ diethyl disulfide, ethyl 2-methylbutanoate, ethanethiol, 3,5-dimethyl-1,2,4-trithiolane, และ butyl 2-methylbutanoate (Hongku et al., 2011) ซึ่งส่งผลต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์ และนอกจากนี้เมื่อพิจารณาคะแนนด้านเนื้อสัมผัสพบว่า ลดลงอย่างเด่นชัด ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ทอดมักพบปัญหาการดูซับน้ำมัน (พรรจิรา และคณะ, 2554) ที่เป็นเช่นนี้เพราะระหว่างการทอดความชื้นที่อยู่ในเผือก และเมล็ดทุเรียนจะถูกกำจัดออกไป ทำให้เกิดโครงสร้างที่แน่นและแข็งขึ้น

4.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสระดับห้องปฏิบัติการ ได้ทำตัวอย่างที่ผู้ชิมให้การยอมรับสูงสุดนำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการสุ่มโดยบังเอิญ

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์

(n=100)

		จำนวนคน	ร้อยละ
1.	**เพศ**		
	ชาย	35	35.00
	หญิง	65	65.00
2.	**อายุ**		
	15-20 ปี	8	8.00
	21-25 ปี	24	24.00
	26-30 ปี	6	6.00
	31-35 ปี	14	14.00
	36-40 ปี	12	12.00
	มากกว่า 40 ปี	36	36.00
3.	**ระดับการศึกษา**		
	ต่ำกว่ามัธยม	15	15.00
	มัธยมต้น	15	15.00
	มัธยมปลาย	20	20.00
	อนุปริญญา	16	16.00
	ปริญญาตรี	22	22.00
	สูงกว่าปริญญาตรี	12	12.00

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์(ต่อ)

(n=100)

4.	**อาชีพ**		
	นักเรียน	50	50.00
	นักศึกษา	16	16.00
	พนักงานบริษัท	7	7.00
	รับราชการ	15	15.00
	ธุรกิจส่วนตัว	6	6.00
	อื่นๆ (ระบุ) แม่บ้าน	6	6.00
5.	**รายได้ต่อเดือน**		
	น้อยกว่า 7,000 บาท	66	66.00
	7,001-9,000 บาท	3	3.00
	9,001-11,000 บาท	5	5.00
	11,001-13,000 บาท	6	6.00
	13,001-15,000 บาท	5	5.00
	มากกว่า 15,0001 บาท	15	15.00

ตารางที่ 4.18 การยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน

(n=100)

คุณลักษณะ	จำนวนคน	ร้อยละ
1. **ลักษณะปรากฏ**		
ยอมรับ	81	81.00
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	14	14.00
ไม่ยอมรับ	5	5.00
2. **สี**		
ยอมรับ	82	82.00
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	11	11.00
ไม่ยอมรับ	7	7.00
3. **กลิ่น**		
ยอมรับ	88	88.00
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	9	9.00
ไม่ยอมรับ	3	3.00
4. **รสชาติ**		
ยอมรับ	86	86.00
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	12	12.00
ไม่ยอมรับ	2	2.00
5. **กลิ่นรส**		
ยอมรับ	86	86.00
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	9	9.00
ไม่ยอมรับ	5	5.00
6. **เนื้อสัมผัส**		
ยอมรับ	84	84.00
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	10	10.00
ไม่ยอมรับ	6	6.00

ตารางที่ 4.18 การยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน (ต่อ)

(n=100)

คุณลักษณะ	จำนวนคน	ร้อยละ
7. **ความชอบรวม**		
ยอมรับ	80	85.00
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	15	15.00
ไม่ยอมรับ	5	5.00

จากตารางที่ 4.18 การยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการสุ่มโดยบังเอิญ พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 80 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน

4.4 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์

4.4.1 ข้อมูลพื้นฐานในการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย คณะผู้วิจัยได้พิจารณาบุคคลที่สนใจการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน

4.4.2 ถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้ในการประกอบอาชีพและเสริมรายได้ให้กับครอบครัว

4.4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจจากถ่ายทอดเทคโนโลยี

4.4.3.1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบประเมิน

4.4.3.1.1 สถานภาพ

ผู้ตอบแบบประเมิน จำนวน 40 คน ส่วนใหญ่เป็นผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 จำนวนผู้ตอบแบบประเมินจำแนกตามสถานภาพ

(n=40)

สถานภาพ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ผู้เข้าร่วมโครงการ	40	100.00
วิทยากร	0	0.00
ผู้ช่วยวิทยากร	0	0.00
คณะทำงาน/กรรมการโครงการ	0	0.00
รวม	**40**	**100.00**

ภาพที่ 4.1 จำนวนกลุ่มอายุของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามสถานภาพ

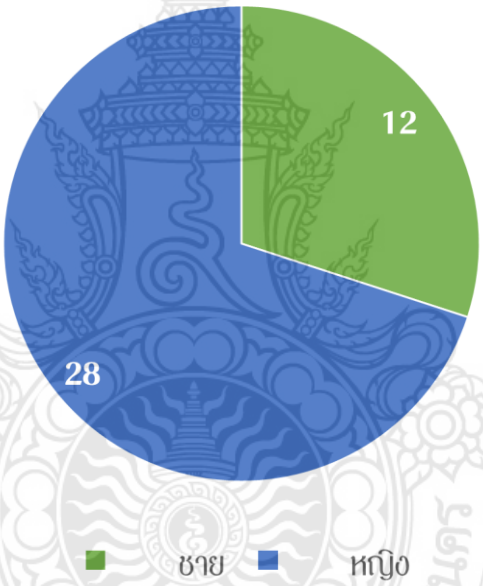
4.4.3.1.2 เพศ

ผู้ตอบแบบประเมิน จำนวน 40 คน เป็นเพศชาย จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 และเพศหญิง จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 70.00 ดังตารางที่ 11 ภาพที่ 8

ตารางที่ 4.20 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำแนกตามเพศ

(N=40)

เพศ	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
ชาย	12	30.00
หญิง	28	70.00
รวม	40	100.00



ภาพที่ 4.2 จำนวนกลุ่มอายุของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามเพศ

4.4.3.1.3 อายุ

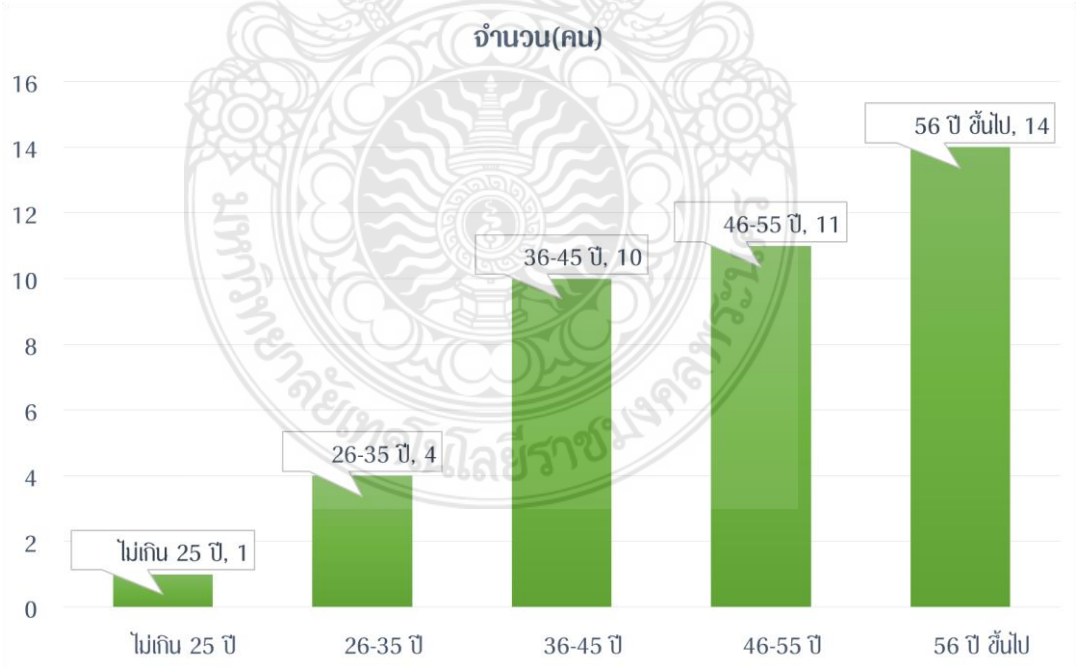
ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำแนกตามอายุ พบว่า ส่วนใหญ่มีอายุ 46-55 ปี คิดเป็น 42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาอายุ 36-45 ปี คิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาอายุ ไม่เกิน 25 ปี คิดเป็น 18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาอายุ 56 ปีขึ้นไป

คิดเป็น 16 เปอร์เซ็นต์ และผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีช่วงอายุ 26-35 ปี คิดเป็น 4 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4.21 ภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.21 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำแนกตามอายุ

(N=40)

เพศ	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
ไม่เกิน 25 ปี	1	2.5
26-35 ปี	4	10
36-45 ปี	10	25
46-55 ปี	11	27.5
56 ปี ขึ้นไป	14	35
รวม	40	100.00



ภาพที่ 4.3 จำนวนกลุ่มอายุของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามอายุ

4.4.3.2 ค่าความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่

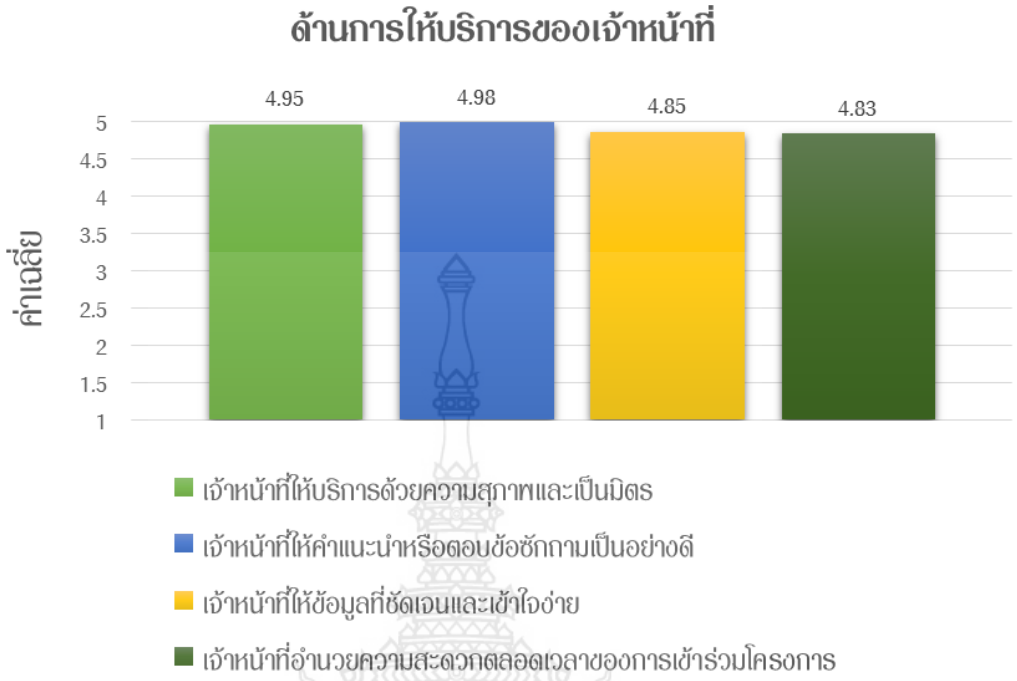
ค่าความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจต่อการให้บริการของเจ้าหน้าที่อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็น 90.63 เปอร์เซ็นต์ และระดับมาก คิดเป็น 8.75 เปอร์เซ็นต์ และปานกลาง คิดเป็น 0.63 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมจะพบว่า ผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจต่อการให้บริการของเจ้าหน้าที่อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.90

ตารางที่ 4.22 ค่าคะแนนความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

(N=40)

ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
	%	%	%	%	%			
1. เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความสุภาพและเป็นมิตร	95	5	-	-	-	4.95	0.22	มากที่สุด
2. เจ้าหน้าให้คำแนะนำหรือตอบข้อซักถามเป็นอย่างดี	97.5	2.5	-	-	-	4.98	0.16	มากที่สุด
3. เจ้าหน้าที่ให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย	87.5	10	2.5	-	-	4.85	0.43	มากที่สุด
4. เจ้าหน้าที่อำนวยความสะดวกตลอดเวลาของการเข้าร่วมโครงการ	82.5	17.5	-	-	-	4.83	0.38	มากที่สุด
ผลรวม	362.5	35	2.5	-	-	19.61	1.19	
ค่าเฉลี่ย	90.63	8.75	0.63	-	-	4.90	0.29	**มากที่สุด**



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

4.4.3.3 ค่าความพึงพอใจของด้านวิทยากร

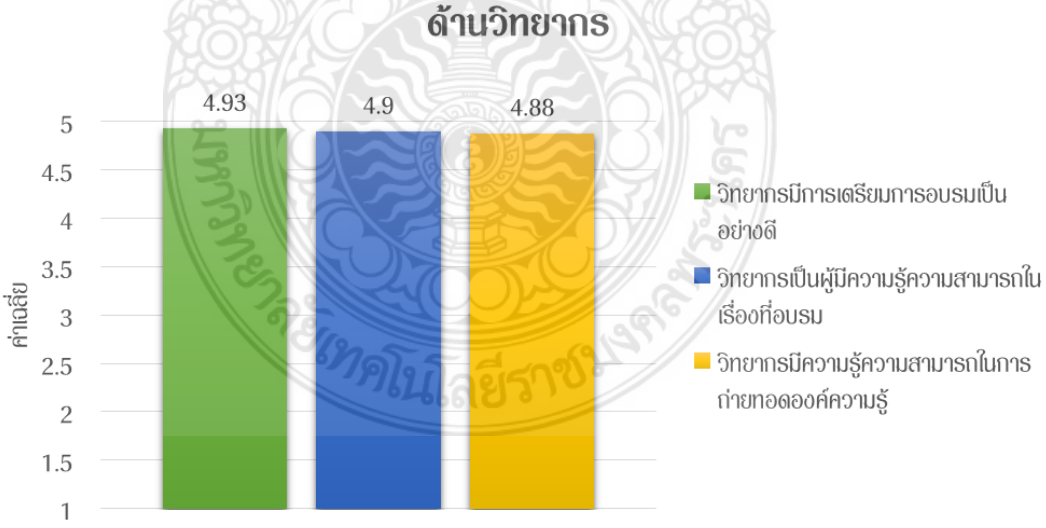
ค่าความพึงพอใจของด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านวิทยากรอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็น 90.00 เปอร์เซ็นต์ และระดับมาก คิดเป็น 10.00 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมจะพบว่า ผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านวิทยากรอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.90

ตารางที่ 4.23 ค่าคะแนนความพึงพอใจของด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

(N=40)

ด้านวิทยากร	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
	%	%	%	%	%			
1. วิทยากรมีการเตรียมการอบรมเป็นอย่างดี	92.5	7.5	-	-	-	4.93	0.27	มากที่สุด
2. วิทยากรเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องที่อบรม	90	10	-	-	-	4.90	0.30	มากที่สุด
3. วิทยากรมีความสามารถในการถ่ายทอดองค์ความรู้	87.5	12.5	-	-	-	4.88	0.33	มากที่สุด
ผลรวม	270	30	-	-	-	14.71	0.9	
ค่าเฉลี่ย	**90**	**10**	-	-	-	**4.90**	**0.3**	**มากที่สุด**



ภาพที่ 4.5 แผนภูมิความพึงพอใจด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

4.4.3.4 ค่าความพึงพอใจของด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ

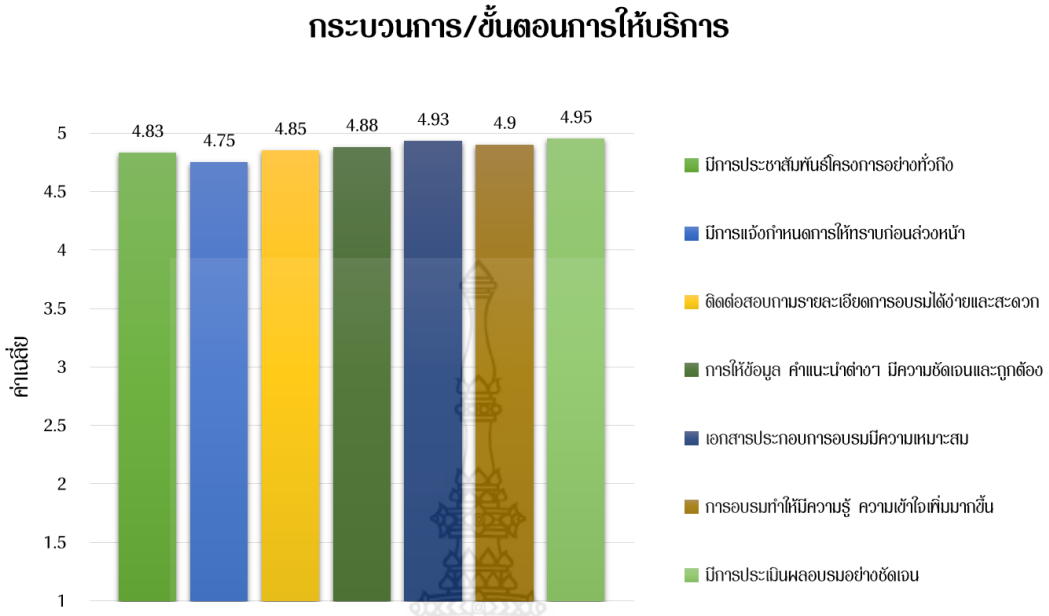
ค่าความพึงพอใจของด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็น 88.57 เปอร์เซ็นต์ ระดับมาก คิดเป็น 9.64 เปอร์เซ็นต์ และ ปานกลาง คิดเป็น 1.79 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมจะพบว่า ผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.87

ตารางที่ 4.24 ค่าคะแนนกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

(N=40)

กระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
	%	%	%	%	%			
1. มีการประชาสัมพันธ์โครงการอย่างทั่วถึง	85	12.5	2.5	-	-	4.83	0.45	มากที่สุด
2. มีการแจ้งกำหนดการให้ทราบก่อนล่วงหน้า	77.5	20	2.5	-	-	4.75	0.49	มากที่สุด
3. ติดต่อสอบถามรายละเอียดการอบรมได้ง่ายและสะดวก	87.5	10	2.5	-	-	4.85	0.43	มากที่สุด
4. การให้ข้อมูล คำแนะนำต่างๆ มีความชัดเจนและถูกต้อง	90	7.5	2.5	-	-	4.88	0.40	มากที่สุด
5. เอกสารประกอบการอบรมมีความเหมาะสม	95	2.5	2.5	-	-	4.93	0.35	มากที่สุด
6. การอบรมทำให้มีความรู้ ความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น	90	10	-	-	-	4.90	0.30	มากที่สุด
7. มีการประเมินผลอบรมอย่างชัดเจน	95	5	-	-	-	4.95	0.22	มากที่สุด
ผลรวม	620	67.5	12.5	-		34.09	2.64	
ค่าเฉลี่ย	**88.57**	**9.64**	**1.79**	-		**4.87**	**0.38**	**มากที่สุด**



ภาพที่ 4.6 แผนภูมิความพึงพอใจต่อกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

4.4.3.5 ค่าความพึงพอใจของด้านสิ่งอำนวยความสะดวก

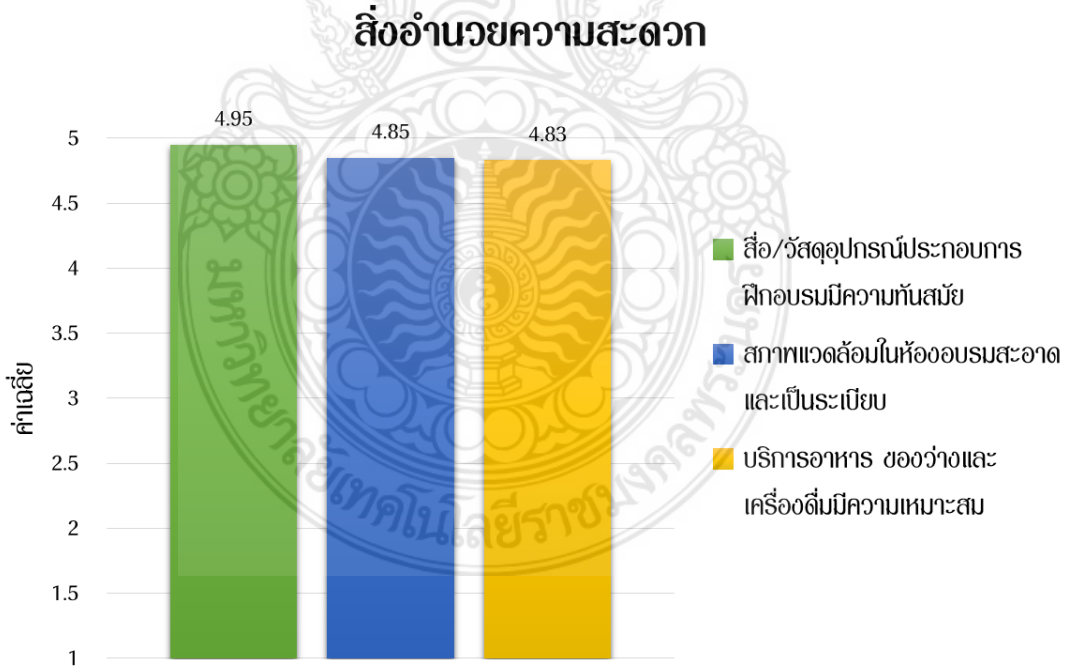
ค่าความพึงพอใจของด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็น 88.33 เปอร์เซ็นต์ ระดับมาก คิดเป็น 10.83 เปอร์เซ็นต์ ปานกลาง คิดเป็น 0.83 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมจะพบว่า ผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.88

ตารางที่ 4.25 ค่าคะแนนสิ่งอำนวยความสะดวก ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

(N=40)

สิ่งอำนวยความสะดวก	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
	%	%	%	%	%			
1. สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ประกอบการฝึกอบรมมีความทันสมัย	95	5	-	-	-	4.95	0.22	มากที่สุด
2. สภาพแวดล้อมในห้องอบรมสะอาดและเป็นระเบียบ	87.5	10	2.5	-	-	4.85	0.43	มากที่สุด
3. บริการอาหาร ของว่างและเครื่องดื่มมีความเหมาะสม	82.5	17.5	-	-	-	4.83	0.38	มากที่สุด
ผลรวม	265	32.49	2.5	-	-	14.63	1.03	
ค่าเฉลี่ย	88.33	10.83	0.83	-	-	4.88	0.34	**มากที่สุด**



ภาพที่ 4.7 แผนภูมิความพึงพอใจด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

4.4.3.6 ค่าความพึงพอใจของด้านประโยชน์จากการรับบริการ

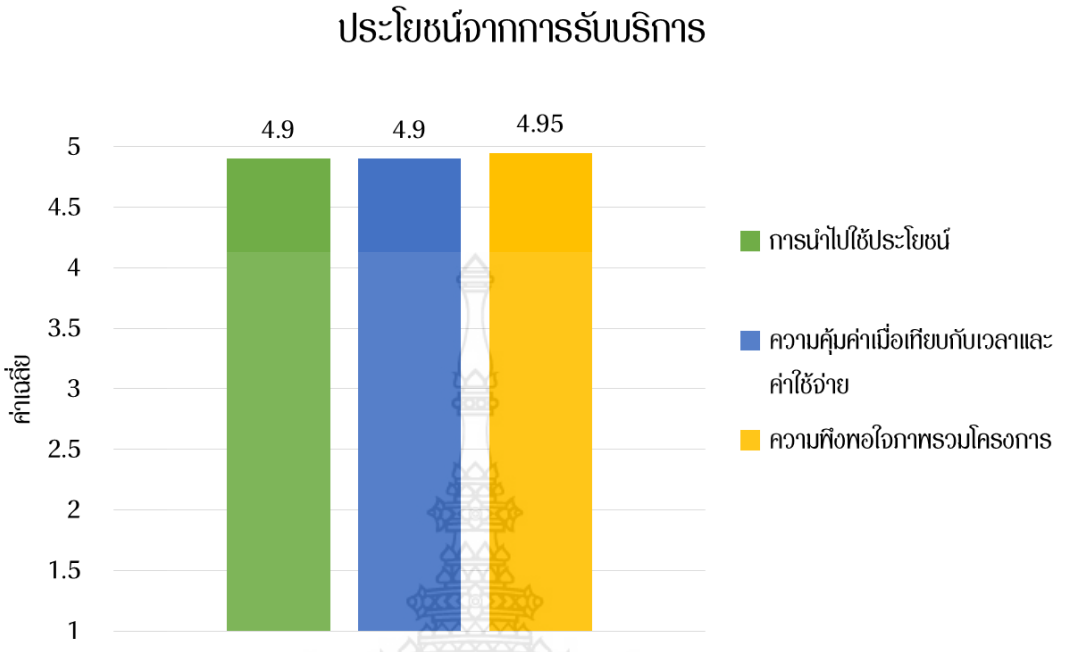
ค่าความพึงพอใจของด้านประโยชน์จากการรับบริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านประโยชน์จากการรับบริการ อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็น 91.67 เปอร์เซ็นต์ และ ระดับมาก คิดเป็น 8.33 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมจะพบว่า ผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านประโยชน์จากการรับบริการอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.67

ตารางที่ 4.26 ค่าคะแนนความพึงพอใจของด้านประโยชน์จากการรับบริการ

(N=40)

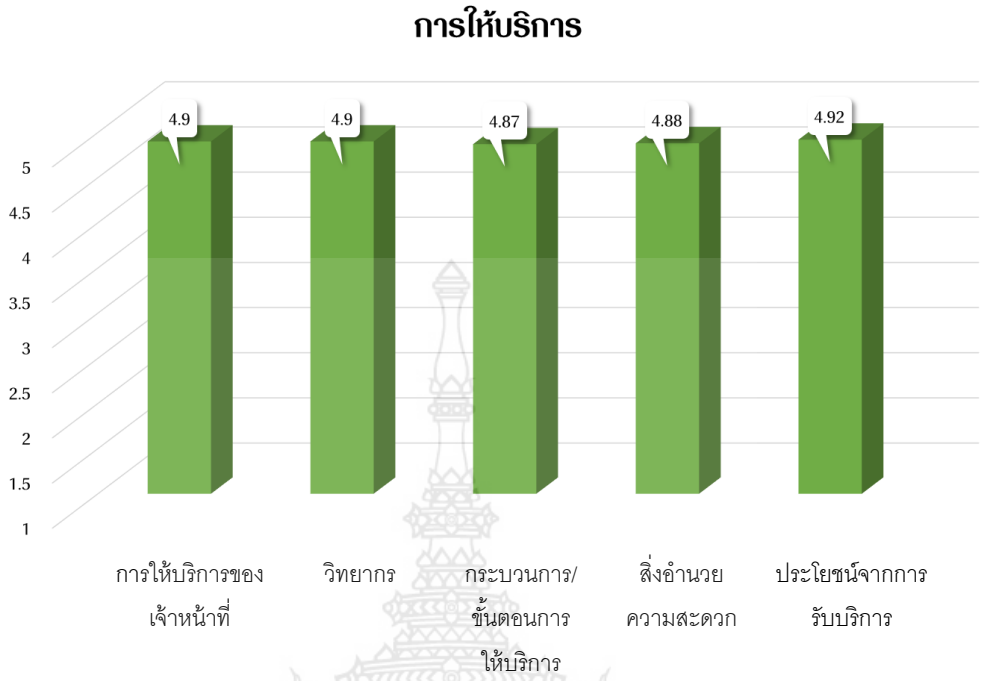
ประโยชน์จากการรับบริการ	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
	%	%	%	%	%			
1. การนำไปใช้ประโยชน์	90	10	-	-	-	4.90	0.30	มากที่สุด
2. ความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับเวลาและค่าใช้จ่าย	90	10	-	-	-	4.90	0.30	มากที่สุด
3. ความพึงพอใจภาพรวมโครงการ	95	5	-	-	-	4.95	0.22	มากที่สุด
ผลรวม	275	25	-	-	-	14.75	0.82	
ค่าเฉลี่ย	91.67	8.33	-	-	-	4.92	0.27	มากที่สุด



ภาพที่ 4.8 แผนภูมิความพึงพอใจต่อประโยชน์จากการรับบริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

หมายเหตุ : เกณฑ์การพิจารณาค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง	4.50-5.00	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง	3.50-4.49	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง	2.50-3.49	พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง	1.50-2.49	พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง	1.00-1.49	พึงพอใจน้อยที่สุด



ภาพที่ 4.9 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียนที่ใช้ในการทดลองได้แก่ แกงบวดเมล็ดทุเรียน ขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน เมี่ยงเมล็ดทุเรียน ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน และขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน การทดแทนวัตถุดิบหลักด้วยเมล็ดทุเรียนในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียนทำการทดแทนที่ระดับร้อยละ 0 ร้อยละ 25 ร้อยละ 50 และร้อยละ 75 ผู้ชิมให้การยอมรับที่ระดับร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 50 อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยเมล็ดทุเรียนเพิ่มมากขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสของตัวอย่างมีความแข็งขึ้น ซึ่งผู้ชิมให้การยอมรับน้อยที่สุดอย่างเด่นชัด และไม่เป็นไปตามลักษณะที่ควรจะเป็น อย่างไรก็ตามการทดแทนด้วยเมล็ดทุเรียนมีผลทำให้มีปริมาณของโปรตีนเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการสุ่มโดยบังเอิญ พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 80 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน

สำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน ณ คณะ-เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจมากที่สุดในทุกด้านของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยงสามารถทดแทนได้สูงสุดที่ร้อยละ 50 แต่หากมีการปรับเปลี่ยนกรรมวิธีการผลิต อาจสารมารถทดแทนได้ถึงร้อยละ 100 เนื่องจากหากมีการเพิ่มปริมาณการทดแทนมากกว่านี้จะมีผลกระทบต่อค่าลักษณะปรากฏ และคุณลักษณะด้านสี โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส รวมทั้งความพึงพอใจคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังนั้น ควรศึกษาเพิ่มเติมด้านกรรมวิธีการผลิตในวิธีต่างๆ เพื่อช่วยปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้มีผลกระทบต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

กนกพร ลีลาวิโรจน์สกุล.2545. **ผลของกะทิที่ผ่านความร้อนต่อคุณสมบัติของไอศกรีมกะทิ**. วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กระยาทิพย์ เรือนใจ. 2537. **ผลไม้คุณค่านานาเพื่อสุขภาพ**. สำนักพิมพ์ต้นธรรม, กรุงเทพฯ.

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี. 2556. **ทุเรียน : ผลไม้วัฒนธรรมอาเซียน**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, จันทบุรี.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2546. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จุฑามาศ พีระพัชระ อภิญญา มานะโรจน์ อินท์ธีมา หิรัญอัตรวงศ์ ชนิดา ประจักษ์จิตร และ เจนจิรา บ.ป.สูงเนิน. 2557. **โครงการ บูรณาการการมีส่วนร่วมของชุมชน เรื่อง หมู่บ้านเผือกหอมและข้าวเจ้า หลักสูตรผลิตภัณฑ์อาหารจากเผือกหอม**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2553. **เบเกอรี่และเทคโนโลยีเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชนิษฎา วงศ์บาสก์ และกมลวรรณ แจ้งชัด. 2555. **อิทธิพลของส่วนผสมต่อคุณภาพขนมไดฟูกุจากแป้งข้าวเหนียวกล้องงอก**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2555/KC4906020.pdf. 20 กันยายน 2558.

ไชยา เพ็งอุ่น. 2539. **ถั่วและพืชคลุมดิน**. ศูนย์เทคโนโลยีเพื่อสังคม, สุพรรณบุรี

ทรงพล สมศรี. 2531. **พันธุ์และการดูแลรักษาทุเรียน**. เอกสารประกอบการ สัมนาทางวิชาการ 25-26 กุมภาพันธ์ 2531. สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ โรจนไพบูลย์. 2532. **ตำรับขนมของไทย**. บริษัท เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์จำกัด, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนปานนท์. 2553. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

พรรจิรา วงสวัสดิ์, มณฑิรา นพรัตน์, นิพร เดชสุข, พรทิพย์ ยศยิ่ง, ภณิดา เอี่ยมรัชนี และภัทร ไตรปัญญาศาสตร์. 2554. ผลของการเตรียมวัตถุดิบก่อนการทอดต่อการดูดซับน้ำมันของเห็ดนางฟ้าชุบทอด. **ว.วิทย์. กษ**. 42: 513-516.

พัชรินทร์ รักถาวร. 2542. **การผลิตและปรับปรุงคุณภาพไอศกรีมกะทิลดไขมัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิพัฒน์กมล ชนะสิทธิ์. 2554. **เอกสารประกอบการสอนวิชาอาหารและขนมไทย**. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพมหานคร. (อัดสำเนา)

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2555. **เกลือแคลเซียม**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1868/calcium-salt-เกลือแคลเซียม. 20 กันยายน 2558.

เพิ่มพูน ศักดิ์เกษม. 2531. **ถั่วเขียว**. ศูนย์ส่งเสริม และพัฒนาอาชีพการเกษตร, กรุงเทพฯ.

มัชชลี คณโทเงิน วราภรณ์ ปั๋งลิขิต อรสา สุริยาพันธ์ และจุฬารัตน์ หงส์วลีรัตน์. 2555. การเพิ่มอายุการเก็บรักษาขนมลูกชุบโดยใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดิล. **Agricultural Sci. J.** 43(2): 189-192.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2556. **พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 เฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคล เฉลิมพระชนมพรรษา 7 รอบ 5 ธันวาคม 2554**. ศิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นท์, กรุงเทพฯ.

รุ่งทิวา วงศ์ไพศาลฤทธิ์. 2553. **ขนมไทยชาววัง**. พิมพ์ดีการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ฤทัย เรืองธรรมสิงห์, ศุภิสรา ธนาพงษ์ภิชาติ และน้องนุช ศิริวงศ์. 2558. **ผลของการใช้กะทิที่แตกต่างกันต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองม้วน**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2558/KC5212004.pdf. 20 กันยายน 2559.

วัฒนา ปทุมสิทธุ์. 2534. **การค้นคว้าทดลอง**. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลา-นครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. โรงพิมพ์หาดใหญ่, สงขลา.

ศศิธร เรืองโรจน์, ศิริพร เรียบร้อย, น้องนุช ศิริวงศ์, ฤทัย เรืองธรรมสิงห์ และสุนิสา ด้วงนุ่ม. 2556. **สมบัติทางกายภาพและการยอมรับของถั่วกวนจากอัตราส่วนผสมถั่วเขียวและถั่วขาวแตกต่างกัน**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2556/KC5012003.pdf. 20 กันยายน 2559.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. **ทฤษฎีอาหารเล่ม 1 หลักการประกอบอาหาร**. บำรุงนุกูลกิจ, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2537. **เอกสารวิชาการการปลูกพืชไร่**. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2540. **เอกสารวิชาการพันธุ์พืชไร่**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2558**. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สิริการ หนูสิงห์ และบุศราภา ลีละวัฒน์. 2559. สมบัติทางรีโอโลยีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเขียว (Vigna radiate L.) กวน. **ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 24 (2) : 277-287.

สุวรรณา สุภิมารส. 2543. **เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

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

อบเชย วงศ์ทอง. 2544. **การผลิตขนมไทย**. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2534. **การแปรรูปและคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์จากเมล็ดถั่วเขียว**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการใช้เทคโนโลยี เพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเขียว. ศูนย์วิจัยพืชไร่ ชัยนาท สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, ชัยนาท.

อรัญญา มิ่งเมือง. 2550. ผลของการบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศต่อคุณภาพของขนมไทย. **ว. วิทยาศาสตร์ มศว**. 23 (2) : 28-38.

เอกสิทธิ์ อ่อนสอาด. 2540. **การผลิตและการศึกษาอายุการเก็บน้ำกะทิแปลงไขมันบรรจุกระป๋อง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Abiola, S.S. and W.S. Adegbaju. 2001. Effect of substituting pork back fat with rind on quality characteristics of pork sausage. **Meat. Sci**. 58: 409 – 412.

Adsule, R.N., Kadam, S.S. and Salunkhe, D.K., 1989, Green Gram, In Salunkhe, D.K., and Kadam, S.S., **Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization**, Vol. II, CRC Press, Inc., Florida.

Aroi ho. 2016. **วิธีทำถั่วแดงกวนแบบเนื้อละเอียด โคชิอัน (Koshi an) เนื้อเนียนอร่อย**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.aroiho.com/วิธีทำถั่วแดงกวนแบบเนื้อละเอียด-โคชิอัน-koshi-an-เนื้อเนียนอร่อย/. 17 กุมภาพันธ์ 2559.

Bates, J. and B., Becker. 2014. **The Book of Eggs a life-size guide to the eggs of six hundred of the world's bird species**. University of Chicago Press, the United States of America.

Brown, A. 2011. **Understanding Food Principles and Preparation**. 4th Ed. Wadsworth, the United States of America.

Buchholz, W. G., W. Teng, D. Wallace, J. R. Ambler and T. C. Hall. 1998. Production of Transgenic Rice (Oryza sativa subspecies japonica cv. Taipei 309). **Plant Virology Protocols**. 81: 383-396.

Bylund, G. 1955. **Dairy processing handbook**. Tetra pak processing systems AB, Sweden.

Chaiyakul, S., K. Jangchud, A. Jangchud, P. Wuttijumnong and R.Winger. 2009. Effect of extrusion conditions on physical and chemical properties of high protein glutinous rice-based snack. **LWT - Food Science and Technology**. 42: 781–787.

Chang, T.T. and E.A. Bardenas. 1965. **The Morphology and Varietal Characteristics of the Rice Plant**. Technical Bulletin 4. IRRI, Philippines.

Chuang, G. C-C. and A-I. Yeh. 2006. Rheological characteristics and texture attributes of glutinous rice cake (mochi). **Journal of Food Engineering**. 74: 314-323.

Colmenero, F., Herrero, A., Pintado, T., Solas, M. T., & Ruiz- Capillas, D. 2010. Influence of emulsified olive oil stabilizing system used for pork backfat replacement in frankfurters. **Food Research International**, 43(8): 2068-2076.

Corn Refiners Association. 2006. **Nutritive sweeteners from corn**. 8th Ed. Washington, D.C., the United States of America.

Farnsworth, N. R. and Bunyapraphatsara, N. 1992. **Thai Medicinal plant**s. Medicinal plant and information center. Mahidal university, Thailand.

Figoni, P. 2008. **How baking works: exploring the fundamentals of baking science**. 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, the United States of America.

Gebhardt, S. E. and R. G. Thomas. 2002. **Nutritive Value of Foods**. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, the United States of America.

Ghotra, B. S., S. D. Dyal and S. S. Narine. 2002. Lipid shortenings: a review. **Food Research International**. 35: 1015–1048.

Gropper, S. S., J. L. Smith and J. L. Groff. 2009. **Advanced Nutrition and Human Metabolism**. 5th Ed. Wadsworth, Canada.

Ginting, M. H. S., M. Kristiani, Y. Amelia and R. Hasibuan. 2016. The Effect of Chitosan, Sorbitol, and Heating Temperature Bioplastic Solution on Mechanical Properties of Bioplastic from Durian Seed Starch (*Durio zibehinus*). **Int. Journal of Engineering Research and Applications**. 6(1): 33-38.

Harry T. Lawless and Hildegarde Heymann. 2010. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. 2nd ed. Springer, New York, United states of America.

Hongku, K., N. Laohakunjit and O. Kerdchoechuen. 2011. Durian Flavor Extracts and its Volatile Characteristics. **Agricultural Sci. J**. 42(2)(Suppl.): 241-244.

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.

Jongen, W. 2002. **Fruit and vegetable processing**. Woodhead publishing limited, England.

Kabir, A. and Y. Lorjaroenphon. 2015. **Identification of Aroma Compounds in Coconut Sugar**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2558/KC520-6031.pdf, 17 กุมภาพันธ์ 2559.

Kaewmanee, T., S. Benjakul and W. Visessanguan. 2011. Effect of NaCl on thermal aggregation of egg white proteins from duck egg. **Food Chem**. 125: 706–712.

Kitprathaung, N., N. Ngamrojanavanich, P. Chansiripornchai, S. Pongsamart and N. Chansiripornchai. 2013. Effect of Polysaccharide Gel Extracted from Durio zibethinus Rind on Immune Responses, Bacteria Counts and Cholesterol Quantities in Chickens. **Thai J Vet Med**. 43(2): 251-258.

Kuhnen, S., P. M. M. Lemos, L. H. Campestrini, J. B. Ogliari, P. F. Dias and M. Maraschin. 2009. Antiangiogenic properties of carotenoids: A potential role of maize as functional food. **J. fun. Foods**. 1: 284– 290.

Mirhosseinia, H., N. F. A. Rashida, B. T. Amid, K. W. Cheong, M. Kazemi and M. Zulkurnain. 2015. Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta. **LTW**. 63(1), 184-190.

Mohamed, S. and N. A. Hamid. 1994. Effect of various food components on the expansion, oil absorption, and crispiness of fried rice dough. **Pertanika J. Trop. Agric. Sci.** 17(1): 7-12.

Murdia, L. K. and R. Wadhwani. 2010. Effect of processing parameters on texture and yield of tofu. **As. J. Food Ag-Ind**. 3(2), 232-241.

Nathakaranakul, A., P. Jaiboon and Soponronnarit S. 2010. Far-infrared radiation assisted drying of longan fruit. **Journal of Food Engineering**. 100(4): 662-668.

Nicolas, L., C. Marquilly and M. O'Mahony. 2010. The 9-point hedonic scale: Are words and numbers compatible. **Food Quality and Preference**. 21: 1008–1015.

O'Brien, R.D. 2009. **Fat and oils: formulating and processing for applications**. 3rd Ed. CRC Press, the United States of America.

Okamoto, K., K. Kobayashi, H. Hirasawa and T. Umemoto. 2002. Structural differences in amylopectin affect waxy rice processing. **Plant Production Science**. 5(1): 45-50.

Penjumras, P., R. B. A. Rahman, R. A. Talib and K. Abdan. 2014. Extraction and characterrization of cellulose from durian rind. Agriculture and Agricultural Science Procedia. 2: 237-243.

Rachel, T., W. Nadiah, W. A. and R. Bhat. 2013. Physiochemical properties, proximate composition, and cooking qualities of locally grown and imported rice varieties marketed in Penang, Malaysia. **IFRJ.** 20(3):1345-1351.

Ramesh, M. and A. K. Gupta. 2005. Transient expression of β-glucuronidase gene in indica and japonica rice (*Oryza sativa* L.) callus cultures after different stages of co-bombardment. **Afr. J. Biotechnol**. 4 (7): 596-600.

Rothman, L. and M. J. Parker. 2012. **Just-About-Right (JAR) Scales: Design, Usage, Benefits, and Risks.** ASTM International, the United States of America.

Ruotolo, R., L. Calani, F. Brighenti, A. Crozier, S. Ottonello and D. D. Rio. 2014. Glucuronidation does not suppress the estrogenic activity of quercetin in yeast and human breast cancer cell model systems. **Archives of Biochemistry and Biophysics**. 559 : 62–67.

Schenck, F.W. 1992. **Corn and corn products.** Pp.482-490 in Y.H. Hui (Ed.). **Encyclopedia of Food Science and Technology.** Vol.1, John Willey & Sons, Inc. New York.

The Culinary Institute of America. 2009. **Baking and Pastry: Mastering the Art and Craft.** 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, the United States of America.

Tokusoglu, Ö. and M. Ü. Kemal. 2003. Fat replacers in meat products. **J. Nutr**. 3: 196-203.

Tongdang, T. 2008. Some Properties of Starch Extracted from ThreeThai Aromatic Fruit Seeds. **Starch/Stärke**, 60 : 199–207.

Tracy, W.F. 2001. **Sweet corn**. In A.R. Hallauer (ed.), Specialty Corns. 2nd ed. CRC Press LLC., Washington, D.C.

Unhasirikul, M., W. Narkrugsa and N. Naranong. 2013. Sugar production from durian (Durio zibethinus Murray) peel by acid hydrolysis. AJB. 12(33): 5244-5251.

Vaughan, J. G. and C. A. Geissler. 2009. **The New Oxford book of food plants**. Oxford University Press, Italy.

Wanyo, P., C. Chomnawang and S. Siriamornpun. 2009. Substitution of Wheat Flour with Rice Flour and Rice Bran in Flake Products: Effects on Chemical, Physical and Antioxidant Properties. **World Applied Sciences Journal**. 7(1): 49-56.

Williams, L. J. and H. Abdi. 2010. Fisher's Least Significant Difference (LSD) Test. In Neil Salkind (Ed.). **Encyclopedia of Research Design**. Thousand Oaks, CA: Sage.

Wrigley, C., Harold. C. and Charles E. W. 2004. **Encyclopedia of Grain Science**. Elsevier Ltd., United Kingdom.

Xie, F., L. Yu, B. Su, P. Liu, J. Wang, H. Liu and L.Chen. 2009. Rheological properties of starches with different amylose/amylopectin ratios. **Journal of Cereal Science**. 49: 371–377.

Yahya, F., P. J. Fryer and S. Bakalis. 2011. The absorption of 2-acetyl-1-pyrroline during cooking of rice (*Oryza sativa* L.) with Pandan (*Pandanus amaryllifolius Roxb.) leaves*). **Procedia Food Science**. 1: 722 – 728.

Zobel, H.F. and A.M. Stephen. 1995. Starch: Structure, analysis, and application. *In* Stephen, A.M., Ed. **Food Polysaccharides and their Applications**. Marcel Dekker, Inc., New York.

ภาคผนวก ก

สูตรขนมไทย

สูตรแกงบวดเผือก

ส่วนประกอบ

1.	เผือกหั่นเป็นชิ้นพอดีคำ	250	กรัม
2.	น้ำเปล่า	650	กรัม
3.	หัวกะทิ	240	กรัม
4.	หางกะทิ	250	กรัม
5.	ใบเตยหั่นท่อน	15	กรัม
6.	น้ำตาลทราย	40	กรัม
7.	น้ำตาลปี๊บ	40	กรัม
8.	เกลือป่น	1	กรัม
9.	น้ำปูนใส		

วิธีทำ

1. ทำความสะอาดและหั่นเผือกเป็นชิ้นพอดีคำ จากนั้นนำไปแช่น้ำปูนใสประมาณ 15 นาที แล้วนำไปล้างทำความสะอาดอีกครั้ง และผึ่งให้แห้ง
2. นำหางกะทิ ใบเตย น้ำตาลทราย และน้ำตาลปี๊บใส่ลงในหม้อ และนำไปตั้งไฟปานกลางจนเดือด
3. ใส่เผือกที่หั่นไว้แล้วลงไป ต้มต่อไปจนเผือกสุกและนุ่ม (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)
4. ใส่หัวกะทิและเกลือลงไป ต้มต่อจนเดือดอีกครั้งจึงปิดไฟ
5. ตักใส่ถ้วย สามารถเสริฟทันทีขณะร้อน หรือปล่อยไว้ให้เย็นแล้วค่อยเสริฟ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Openrice, 2016

ขนมลูกชุบ

สูตรถั่วกวน

ส่วนประกอบ

1.	ถั่วเขียวเราะเปลือกนึ่งสุก	1,300	กรัม
2.	น้ำตาลทราย	350	กรัม
3.	กะทิ	450	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมส่วนประกอบทั้งหมด แล้วบดด้วยเครื่องปั่นจนละเอียด
2. เทส่วนผสมลงในกระทะทอง ใช้ไฟอ่อน
3. กวนจนส่วนผสมเหนียว ถั่วรวมตัวเป็นก้อน ร่อนออกจากกระทะ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที
4. ยกลงเทลงใส่ถาดพักไว้ให้เย็น เก็บใส่ภาชนะที่มีฝาปิด หรือนำไปใช้อย่างอื่นต่อไป

สูตรวุ้นเคลือบ

ส่วนประกอบ

1.	ผงวุ้น	35	กรัม
2.	น้ำสะอาด	750	กรัม
3.	น้ำตาลทราย	80	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมผงวุ้นกับน้ำสะอาดเข้าด้วยกัน พักไว้ 10 นาที
2. เคี่ยววุ้นด้วยไฟปานกลางจนวุ้นละลาย และส่วนผสมเริ่มข้น
3. เติมน้ำตาลทราย ผสมให้เข้ากัน และน้ำตาลทรายละลาย
4. ยกลงใช้สำหรับเคลือบถั่วกวนลูกชุบ ที่ทำเป็นรูปทรงผลไม้แบบต่างๆ

ที่มา : ดัดแปลงจาก ทัศนีย์, 2532

สูตรขนมโก๋อ่อน

ส่วนประกอบ

1.	แป้งข้าวเหนียว	150	กรัม
2.	น้ำตาลไอซิ่ง	75	กรัม
3.	น้ำสะอาด	120	กรัม
4.	เนยสด	60	กรัม

วิธีทำ

1. คั่วแป้งข้าวเหนียวและใบเตยในกระทะทอง ใช้ไฟปานกลาง จนแป้งเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีนวล ใช้เวลาประมาณ 15 นาที
2. ต้มน้ำให้อุ่นเตรียมไว้
3. แบ่งแป้งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 120 กรัม ส่วนที่ 2 30 กรัม
4. ผสมแป้งส่วนที่ 1 กับน้ำตาลไอซิ่งให้เข้ากัน
5. เติมน้ำสะอาดที่อุ่นไว้ลงในส่วนผสมของแป้งกับน้ำตาลไอซิ่ง ผสมให้ส่วนผสมรวมตัวเป็นก้อน
6. เติมเนยสด นวดจนแป้งนุ่ม ไม่ติดมือ
7. คลึงแป้งเป็นแผ่นให้มีความหนาประมาณ 0.5 เซ็นติเมตร ใส่ไส้ถั่วแดงแล้วหุ้มไส้ให้มิด คลึงเป็นแท่งกลม ให้มีความสม่ำเมสอเท่ากันทั้งแท่ง
8. ตัดเป็นชิ้นตามแนวขวาง ขนาดกว้างชิ้นละ 2 นิ้ว พร้อมเสิร์ฟ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Rueanthai2 Forum, 2017

สูตรถั่วแดงกวน

ส่วนประกอบ

1.	ถั่วแดง	250	กรัม
2.	น้ำตาลทราย	200	กรัม
3.	เนยสด	60	กรัม

วิธีทำ

1. ล้างถั่วแดง แช่ถั่วแดงในน้ำสะอาด ทิ้งไว้ 10-12 ชั่วโมง หรือข้ามคืน
2. รินน้ำออกแล้วล้างให้สะอาด
3. นำถั่วแดงใส่ลงในหม้อ เติมน้ำให้ท่วมถั่วแดง ให้สูงกว่าถั่วแดง 1 1/2 นิ้ว ต้มด้วยไฟปานกลาง ประมาณ 1 1/2 ชั่วโมง หรือจนถั่วสุกนุ่ม
4. ยกลง กรองเอาน้ำออก
5. บดถั่วแดงให้ละเอียด
6. เทถั่วแดงบดลงในกระทะทอง ยกขึ้นกวยโดยใช้ไฟปานกลาง
7. กวนจนถั่วแห้ง แล้วเติมน้ำตาล กวนส่วนผสมจนเหนียว เติมเนยสด
8. กวนถั่วรวมตัวเป็นก้อน ร่อนออกจากกระทะ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที
9. ยกลงเทลงใส่ถาดพักไว้ให้เย็น เก็บใส่ภาชนะที่มีฝาปิด หรือนำไปใช้อย่างอื่นต่อไป

ที่มา : ดัดแปลงจาก Aroiho, 2016

สูตรขนมหม้อแกงถั่ว

ส่วนประกอบ

1.	หอมแดงซอย	70	กรัม
2.	น้ำมันพืช	120	กรัม
3.	ถั่วเขียวเลาะเปลือกนึ่งสุก บดละเอียด	400	กรัม
4.	ไข่เป็ด	440	กรัม
5.	หัวกะทิ	500	กรัม
6.	น้ำตาลมะพร้าว	525	กรัม
7.	ใบเตย	20	กรัม

วิธีทำ

1. เจียวหอมแดงกับน้ำมันพืชให้เหลือง พักไว้
2. ตีไข่ให้ขึ้นฟู
3. เติมน้ำตาลมะพร้าวลงในไข่
4. นำใบเตยขยำกับส่วนผสมของไข่และน้ำตาล ให้เข้ากันจนน้ำตาลละลาย
5. กรองส่วนผสมด้วยผ้าขาวบาง
6. เติมถั่วเขียวเลาะเปลือกนึ่งสุก บดละเอียด ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน
7. เทส่วนผสมใส่ถาด นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 350-400 องศาฟาเรนไฮต์จนหน้าขนมเหลือง และสุก ใช้เวลาประมาณ 30 นาที
8. นำออกจากเตา โรยหน้าด้วยหอมเจียว

ที่มา : ดัดแปลงจาก พิพัฒน์กมล, 2554

สูตรเมี่ยงเมล็ดทุเรียน

ส่วนประกอบ

1.	เผือกหั่นชิ้นเล็กยาวทอดสุก	300	กรัม
2.	ถั่วลิสงคั่วสับหยาบ	120	กรัม
3.	กุ้งแห้งป่นหยาบ	20	กรัม
4.	มะพร้าวคั่ว	20	กรัม
5.	พริกขี้หนูแห้งป่น	5	กรัม

ส่วนประกอบน้ำกะปิ

1.	หอมแดงเผาหั่นหยาบ	25	กรัม
2.	ขิงแก่หั่นฝอยคั่ว	5	กรัม
3.	ข่าหั่นฝอยคั่ว	3	กรัม
4.	กะปิเผา	10	กรัม
5.	น้ำมันพืช	15	กรัม
6.	น้ำตาลปี๊บ	200	กรัม
7.	น้ำตาลทราย	30	กรัม
8.	เกลือสมุทร	3	กรัม
9.	น้ำมะขามเปียก	40	กรัม
10.	แบะแซ	30	กรัม
11.	น้ำสะอาด	80	กรัม

วิธีทำ

1. โขลกหอมแดงเผาหั่นหยาบ ขิงแก่หั่นฝอยคั่ว ข่าหั่นฝอยคั่วให้ละเอียด
2. เติมกะปิโขลกให้เป็นเนื้อเดียวกัน
3. ตั้งกระทะใส่น้ำมันพอร้อน ผัดเครื่องที่โขลกไว้ให้หอม
4. เติมน้ำตาลปี๊บ น้ำตาลทราย เกลือ น้ำมะขามเปียก แบะแซ และน้ำสะอาด เคี่ยวต่อให้ส่วนผสมข้นเหนียว ใช้เวลา 20 นาที
5. ปิดไฟ ใส่เผือกทอด ถั่วลิสง มะพร้าวคั่ว กุ้งแห้งป่น และพริกขี้หนูป่น คลุกเคล้าให้เข้ากัน

ที่มา : ดัดแปลงจาก จุฑามาศ และคณะ, 2557

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป
ที่มีเมล็ดทุเรียนเป็นส่วนประกอบ

ชุดที่_____

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ : _____

วันที่ทำการทดสอบ : _____

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามรหัสแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดคะแนน ดังนี้

คะแนนความชอบ

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

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**			
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
กลิ่นรส				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ _____

_____

_____

_____

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือจากการตอบแบบทดสอบ

คณะผู้ทดลอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สวพ. - บว. 06

งานคณะเทคโลยีคหกรรกรรมศาสตร์

แบบประเมินความพึงพอใจของโครงการ

โครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยี

เรื่องการพัฒนาศักยภาพเมล็ดทุเรียนในผลิตผลิตภัณฑ์ขนมไทย

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบประเมิน

สถานภาพ

☐ ผู้เข้าร่วมโครงการ ☐ วิทยากร ☐ ผู้ช่วยวิทยากร ☐ คณะทำงาน / กรรมการโครงการ

เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

อายุ

☐ ไม่เกิน 25 ปี ☐ 26-35 ปี ☐ 36-45 ปี ☐ 46-55 ปี ☐ 56 ปีขึ้นไป

2. ความพึงพอใจ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีความหมายดังนี้ 5 = พึงพอใจมากที่สุด 4 = พึงพอใจมาก 3 = พึงพอใจปานกลาง 2 = พึงพอใจน้อย 1 =พึงพอใจน้อยที่สุด

การให้บริการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
• **ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่**					
1. เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความสุภาพและเป็นมิตร					
2. เจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำ หรือตอบข้อซักถามเป็นอย่างดี					
3. เจ้าหน้าที่ให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย					
4. เจ้าหน้าที่อำนวยความสะดวกตลอดเวลาของการเข้าร่วมโครงการ					
• **ด้านวิทยากร**					
5. วิทยากรมีการเตรียมการอบรมเป็นอย่างดี					
6. วิทยากรเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องที่อบรม					
7. วิทยากรมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้					
• **ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ**					
8. มีการประชาสัมพันธ์โครงการอย่างทั่วถึง					
9. มีการแจ้งกำหนดการโครงการให้ทราบล่วงหน้าก่อน					

10. ติดต่อสอบถามรายละเอียดการอบรมได้ง่ายและสะดวก					
11. การให้ข้อมูล คำแนะนำต่าง ๆ มีความชัดเจนและถูกต้อง					
12. เอกสารประกอบการอบรมมีความเหมาะสม					
13. การอบรม ทำให้มีความรู้ ความเข้าใจเรื่อง.....เพิ่มมากขึ้น					
14. มีการประเมินผลการอบรมอย่างชัดเจน					
• **ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก**					
15. สื่อ / วัสดุอุปกรณ์ประกอบการอบรมมีความทันสมัย / พร้อมใช้งาน					
16. สภาพแวดล้อมในห้องอบรมสะอาดและเป็นระเบียบ					
17. บริการอาหาร ของว่างและเครื่องดื่มมีความเหมาะสม					
• **ด้านประโยชน์จากการรับบริการ**					
18. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์					
19. ความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับเวลาและค่าใช้จ่าย					
ความพึงพอใจในภาพรวมของโครงการ					

3. ข้อควรปรับปรุง/พัฒนา

1. ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่

   ---

2. ด้านวิทยากร

   ---

3. ด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ

   ---

4. ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก

   ---

5. ด้านประโยชน์จากการรับบริการ

ภาคผนวก ค

แบบประเมินการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย ในโครงการวิจัยเรื่อง ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ และตอบแบบสอบถาม คณะผู้วิจัยขอรับรองว่าผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียนที่ท่านได้ทำการทดสอบนั้น ได้ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ถูกสุขลักษณะและมีความปลอดภัยในการบริโภค ข้อมูลที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ
   - ❒ ชาย
   - ❒ หญิง
2. อายุ
   - ❒ 15-20 ปี
   - ❒ 21-25 ปี
   - ❒ 26-30 ปี
   - ❒ 31-35 ปี
   - ❒ 36-40 ปี
   - ❒ มากกว่า 40 ปี
3. ระดับการศึกษา
   - ❒ ต่ำกว่ามัธยม
   - ❒ มัธยมต้น
   - ❒ มัธยมปลาย
   - ❒ อนุปริญญา
   - ❒ ปริญญาตรี
   - ❒ สูงกว่าปริญญาตรี
4. อาชีพ
   - ❒ นักเรียน
   - ❒ นักศึกษา
   - ❒ พนักงานบริษัท
   - ❒ รับราชการ
   - ❒ ธุรกิจส่วนตัว
   - ❒ อื่นๆ (ระบุ).....
5. รายได้ต่อเดือน
   - ❒ น้อยกว่า 7,000 บาท
   - ❒ 7,001-9,000 บาท
   - ❒ 9,001-11,000 บาท
   - ❒ 11,001-13,000 บาท
   - ❒ 13,001-15,000 บาท
   - ❒ มากกว่า 15,0001 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไป

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์	**ระดับการยอมรับ**		
	ยอมรับ	**บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ**	**ไม่ยอมรับ**
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
กลิ่นรส			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

คณะผู้วิจัย

ภาคผนวก ง

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและทางกายภาพ

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

การหาปริมาณความชื้น (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ทิ้งไว้ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ทำเหมือนข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียดประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว

4. นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง

5. นำออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้น หลังจากนั้นชั่งหาน้ำหนัก

6. อบซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

7. คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

การหาปริมาณโปรตีน (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

การเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน 1-2 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน ใส่ Antibumping beads ลงไป 4-5 เม็ด ขณะเดียวกันให้ทำ Blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง

2. เติมคะตะลิสต์ ประมาณ 5 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้นจำนวน 10 มิลลิลิตร

ขั้นตอนการย่อย

1. เปิดเครื่องย่อย แล้วตั้งหลอดย่อยในเครื่อง สวมเครื่องดักจับไอกรดลงบนส่วนบนของหลอดย่อย และเปิด Power ของเครื่องดักจับไอกรด โดยทำการย่อยในตู้ดูดควัน

2. กดปุ่ม Start ที่เครื่องย่อย เมื่ออุณหภูมิได้ 420 องศาเซลเซียส แล้ว เครื่องจะทำการย่อยต่อไปอีก 1 ชั่วโมง จนตัวอย่างเป็นสารละลายสีเขียวใส (หากครบ 1 ชั่วโมงแล้วยังไม่เป็นสีเขียวใสให้ทำการย่อยต่อ)

3. ยกหลอดย่อยออกมาจากเครื่อง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

4. ปิด Power เครื่องย่อย แต่ยังคงเปิดเครื่องดักจับไอกรดไว้เพื่อดักจับไอกรดที่ยังคงเหลืออยู่

การกลั่น

1. เปิด Power เครื่องหล่อเย็น แล้วเปิดเครื่องกลั่นทำการล้างระบบด้วยการล้างน้ำกลั่น

2. เติมสารละลายกรดบอริก (เข้มข้นร้อยละ4) ปริมาณ 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร พร้อมหยดมิกซ์อินดิเคเตอร์ 2-3 หยด นำไปรองรับของเหลวที่จะกลั่น โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลาย

3. นำหลอดย่อยโปรตีนที่บรรจุตัวอย่างที่ผ่านการย่อยมาแล้วประกอบเข้ากับเครื่องกลั่นโปรตีน ตรวจเช็คสายยางขวดน้ำกลั่น ขวดด่าง (สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 40) และเปิดก๊อกน้ำ สำหรับหล่อเย็น (Cooling)

4. ปิด Safety door ลง เครื่องกลั่นจะทำการกลั่นเป็นเวลาประมาณ 4 นาที

5. เมื่อกลั่นเสร็จแล้ว เอาขวดรูปชมพู่ และหลอดย่อยออกจากเครื่อง

6. นำสารละลายในขวดรูปชมพู่ไปไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น0.1นอร์มอล สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

7. คำนวณผลการวิเคราะห์ดังนี้

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(A-B) \times (N) \times (14.007) \times (F)}{W}$$

A = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
B = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับ Blank (มิลลิลิตร)
N = ความเข้มข้นของกรด (นอร์มอล)
F = แฟคเตอร์ เท่ากับ 6.25
W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

การหาปริมาณไขมัน (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

1. อบ Extraction cup ในตู้อบไฟฟ้า แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่บนกระดาษกรองเบอร์ 1 ที่ทราบน้ำหนัก ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง

3. นำหลอดตัวอย่างใส่ลงใน Extraction cup

4. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในขวดสำหรับสกัดไขมัน 70 มิลลิลิตร จากนั้นนำหลอดใส่ตัวอย่างใส่ลงไป

5. ประกอบอุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่น และเปิดสวิทซ์ให้ความร้อน

6. กดปุ่ม Set และกดลูกศรขึ้นหรือลงเพื่อเลือกอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด (105 องศาเซลเซียส) เวลาที่ใช้ในการสกัด (Extraction time) (45 นาที) เวลาสำหรับการล้าง (Washing time) (30 นาที) และเวลาสำหรับการระเหยตัวทำละลาย (30 นาที)

7. นำ Extraction cup ออกจากเครื่องสกัด ทิ้งให้ตัวทำละลายระเหยออกให้หมดในตู้ควัน

8. นำ Extraction cup อบในตู้ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส จนแห้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

9. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

10. คำนวณหาปริมาณไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ X100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

การหาปริมาณเถ้า (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. เผาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และทำซ้ำเหมือนข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผา ตั้งอุณหภูมิเตาเผาไว้ที่ 550 องศาเซลเซียส และทำซ้ำเหมือนข้อ 1

4. คำนวณหาปริมาณเถ้าจากสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

การหาปริมาณใยอาหาร (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

1. ทำการเผา Fritted glass crucible ด้วยเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง รอจนกระทั่งเย็นลง และเก็บไว้ในโถดูดความชื้น ทำการชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) และจดบันทึก

2. ชั่งตัวอย่างซึ่งผ่านการสกัดเอาไขมันออกแล้ว (ประมาณ 1 กรัม) ลงในFritted glass crucible ที่ทราบน้ำหนักแล้ว จดบันทึกน้ำหนักตัวอย่างโดยละเอียด (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

3. วาง Fritted glass crucible บนอุปกรณ์ให้ความร้อนซึ่งต่อเข้ากับอุปกรณ์ควบแน่น แล้วเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่น

4. เติมกรดซัลฟูริก ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาณ 150 มิลลิลิตร และเปิดสวิตซ์ไฟตั้งโปรแกรมให้ความร้อน

5. ต้มให้เดือดนาน 30 นาที

6. ปล่อยกรดออกจากบีกเกอร์ โดยปรับวาล์วไปที่ Vacuum

7. ล้างด้วยน้ำร้อนประมาณ 40-50 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง (จนกระทั่งน้ำล้างหมดความเป็นกรด)

8. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาณ 150 มิลลิลิตร และต้มต่ออีก 30 นาที

9. ล้างด้วยน้ำร้อนประมาณ 40-50 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง (จนกระทั่งน้ำล้างหมดความเป็นด่าง)

10. ล้างด้วยอะซิโตนปริมาณ 30 มิลลิลิตร

11. นำ Fritted glass crucible ที่มีตัวอย่างอบให้แห้งในตู้อบอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

12. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

13. นำ Fritted glass crucible พร้อมกากที่อบแห้งแล้วไปเผาเช่นเดียวกับวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง)

14. คำนวณหาปริมาณใยอาหาร จากสูตร

$$\text{ปริมาณใยอาหาร (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างหลังอบและหลังเผา X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพ

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน ทำการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ตามวิธีของ Murdia and Ranjeeta (2010) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA.XT plus, Stable Micro Systems Texture analyzer, Surrey, ประเทศอังกฤษ) ดังนี้

แกงบวดเมล็ดทุเรียน

สำหรับแกงบวดเมล็ดทุเรียน (Durian seed in syrup) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน นำไปประเมินคุณภาพในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ 9-point hedonic scale (Nicolas et al., 2010) และปรับปรุงรสชาติให้ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดด้วยวิธี 5-Point just about right (Rothman and Merry, 2012) สำหรับแกงบวดเมล็ดทุเรียนดัดแปลงวิธีการทำจากสูตรแกงบวดเผือกตามวิธีของ (Openrice, 2016) วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร (P/3) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 ของความสูงเริ่มต้นของตัวอย่าง ทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ

ขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน

สำหรับตัวอย่างขนมลูกชุบเมล็ดทุเรียน (Look Choup Durian Seed) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (LC-DS-0) ร้อยละ 25 (LC-DS-0) ร้อยละ 50 (LC-DS-0) และร้อยละ 75 (LC-DS-0) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างชิ้นละ 6 กรัม ทำลูกชุบตามวิธีของ (มัชชลี และคณะ, 2555) วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร (P/3) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 ของความสูงเริ่มต้นของตัวอย่าง ทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ

ขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน

สำหรับขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียน (Chinese Mochi Cake Durian seed filling) ทำการทดแทนถั่วแดงในส่วนผสม 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CM-DSf-0) ร้อยละ 25 (CM-DSf-25) ร้อยละ 50 (CM-DSf-50) และร้อยละ 75 (CM-DSf-75) ของน้ำหนักถั่วแดงในส่วนผสม ทำขนมโก๋อ่อนไส้เมล็ดทุเรียนตามวิธีของ (Aroiho, 2016) โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างชิ้นละ 30 กรัม วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร (P/3) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 ของความสูงเริ่มต้นของตัวอย่าง ทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ

ขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน

สำหรับขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียน (Durian Seed Custard) ทำการทดแทนถั่วเขียวเลาะเปลือก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (DSC-0) ร้อยละ 25 (DSC-25) ร้อยละ 50 (DSC-50) และร้อยละ 75 (DSC-75) ของน้ำหนักถั่วเขียวเลาะเปลือกในส่วนผสม ทำขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียนตามวิธีของ (พิพัฒน์กมล, 2554) ตัดตัวอย่างขนมหม้อแกงเมล็ดทุเรียนขนาด 1.5×1.5×1.5 นิ้ว วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร (P/3) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 ของความสูงเริ่มต้นของตัวอย่าง ทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ

เมี่ยงเมล็ดทุเรียน

สำหรับเมี่ยงเมล็ดทุเรียน (Meung Durian Seed) ทำการทดแทนเผือกด้วยเมล็ดทุเรียน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (MDS-0) ร้อยละ 25 (MDS-25) ร้อยละ 50 (MDS-50) และร้อยละ 75 (MDS-75) ของน้ำหนักเผือกในส่วนผสม ทำเมี่ยงเมล็ดทุเรียนตามวิธีของ (จุฑามาศ และคณะ, 2557) เตรียมตัวอย่างเมี่ยงเมล็ดทุเรียนขนาดน้ำหนัก 20±2 กรัม วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 ของความสูงเริ่มต้นของตัวอย่าง ทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ

ภาคผนวก จ

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ว่าที่ร้อยตรีจักราวุธ ภู่เสม
   (ภาษาอังกฤษ) Acting Sub Lt. Chakkrawut Bhoosem
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1 6001 90000 07 7
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
   ตำแหน่งบริหาร หัวหน้างานกีฬา
   เงินเดือน 21,010 บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
   โทรศัพท์ 02-665-3888 ต่อ 5523 โทรสาร 02-665-3800
   E-mail: chakkrawut.b@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คหกรรมศาสตรบัณฑิต คศ.บ. (อาหารและโภชนาการ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2550
ปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วท.ม. (คหกรรมศาสาตร์)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2555

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

   -

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

   -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

   7.2.1 การเพิ่มมูลค่ากากบีทรูทในผลิตภัณฑ์มัฟฟิ่น

   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

   7.3.1 ขนมขี้หนูพลังงานต่ำ (Kanom Kee-Noo (Rice Flour Meal Streamed) Low Calorie)

   7.3.2 การพัฒนาและแปรรูปข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว

   7.3.3 ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น

   7.3.4 การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

   7.3.5 การพัฒนาตำรับและกรรมวิธีการผลิตขนมไทยทำยากเพื่อการอนุรักษ์

   7.3.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกประเภทผัดจากเปลือกแตงโมเหลือทิ้ง

   7.3.7 การพัฒนาศักยภาพเปลือกทุเรียนในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

   7.4 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

   วารสารระดับนานาชาติ

   -

   วารสารระดับชาติ

   -

   การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

   -

ประวัติคณะผู้วิจัย

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวอภิญญา มานะโรจน์
   (ภาษาอังกฤษ) Miss.Apinya Manarote
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3 1009 02287 39 1
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระดับ 8
   ตำแหน่งบริหาร หัวหน้างานศิลปวัฒธรรม
   เงินเดือน 34,260 บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
   โทรศัพท์ 0-2281-9756-8 ต่อ 5203 โทรสาร 0-2281-9759
   E-mail: apiyya.m@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คหกรรมศาสตรบัณฑิต คศ.บ. (อาหารและโภชนาการ)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช	2529
ปริญญาโท	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คศ.ม. (อุดมศึกษา)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2539

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   อาหารไทย

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

- ขนมขี้หนูพลังงานต่ำ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

7.3.1 คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ ประจำปีงบประมาณ 2554

7.3.2 โครงการวิจัย การใช้ประโยชน์จากบัวหลวงเป็นส่วนประกอบในอาหารเพื่อเพิ่มมูลค่า

7.3.3 ขนมขี้หนูพลังงานต่ำ

7.3.4 ผู้ร่วมวิจัยโครงการ เอกลักษณ์และรูปแบบของธุรกิจอาหารไทยประเภทร้านข้าวแกงในเขตจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

7.4.1 -

7.5 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ

-

วารสารระดับชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

-

ประวัติคณะผู้วิจัย

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวพจนีย์ บุญนา
   (ภาษาอังกฤษ) Miss.Photchanee Bunna
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3 9099 00380 49 1
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
   ตำแหน่งบริหาร -
   เงินเดือน 38,010 บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
   โทรศัพท์ 0-2281-9756-8 ต่อ 5203 โทรสาร 0-2281-9759
   E-mail: potchanee.b@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คศ.บ. คหกรรมศาสตรบัณฑิต (อาหารและโภชนาการ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	2528
ปริญญาโท	คศ.ม. คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(อาหารและโภชนาการ)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2537

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   สาขาการศึกษา กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น จากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ ประจำปีงบประมาณ 2553

7.2.2 โครงการวิจัย ผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมใยอาหาร ประจำปีงบประมาณ 2555

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

7.3.1 โครงการวิจัยเรื่อง ยุทธศาสตร์การสร้างผู้ประกอบการอาหารไทยในญี่ปุ่น งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2550 – 2551

7.3.2 โครงการวิจัยเรื่อง เกณฑ์มาตรฐานอาหารไทยเพื่ออนุรักษ์และต่อยอดธุรกิจอาหาร ปีงบประมาณ พ.ศ. 2549 – 2550

7.3.3 โครงการวิจัยเรื่อง คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

7.3.4 โครงการวิจัยเรื่อง เอกลักษณ์และรูปแบบของธุรกิจของอาหารไทยประเภทร้านข้าวแกงในเขตจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย ปีงบประมาณ พ.ศ. 2549 – 2550

7.3.5 โครงการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการลาออกกลางคันของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มทร.พระนคร ปีงบประมาณ 2555

7.3.6 โครงการวิจัยเรื่องวิถีชีวิตและความมั่นคงทางอาหารของท้องถิ่นได้ ปีงบประมาณ 2555

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

-

7.5 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ

-

วารสารระดับชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

-

ประวัติคณะผู้วิจัย

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวปรัศนีย์ ทับใบแย้ม
   (ภาษาอังกฤษ) Miss.Prassanee Tubbiyam
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3 1201 000 87519
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
   ตำแหน่งบริหาร -
   เงินเดือน 27,510 บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
   โทรศัพท์ 0-2281-9756-8 ต่อ 5203 โทรสาร 0-2281-9759
   E-mail: Prassanee.t@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คศ.บ. (คหกรรมศาสตร์)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช	2543
ปริญญาโท	คศ.ม. (สาขาอาหารและโภชนาการ)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2549

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมเกษตร
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

-

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

7.3.1 ผู้ร่วมวิจัยโครงการการใช้ประโยชน์จากบัวหลวงเป็นส่วนประกอบในอาหารเพื่อเพิ่มมูลค่า ประจำปีงบประมาณ 2552

7.3.2 ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัย คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ของสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ

7.3.3 ผู้ร่วมวิจัยโครงการวิจัย การใช้หล่อฮั้งก๊วยแทนน้ำตาลมะพร้าวในผลิตภัณฑ์วุ้นน้ำนมข้าวยาคู ประจำปีงบประมาณ 2556

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

-

7.5 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ

-

วารสารระดับชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

-