การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

The Product Development of Auspicious Thai Dessert: Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Lotus Stamen

อภิชาต โคเวียง

APICHAT KOWEANG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2562

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

The Product Development of Auspicious Thai Dessert: Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Lotus Stamen

อภิชาต โคเวียง

APICHAT KOWEANG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง
ชื่อ นามสกุล	อภิชาต โคเวียง
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา	คหกรรมศาสตร์
คณะ	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สุนีย์ สหัสโพธิ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนี คงคาฉุยฉาย)

.....กรรมการ
(ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุนีย์ สหัสโพธิ์)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(นางปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล)

วันที่ 10 เดือน เมษายน พ.ศ. 2563

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง
ชื่อ นามสกุล อภิชาต โคเวียง
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา และคณะ คหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาสูตรของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว (2) ศึกษาสูตรของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง (3) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ สารต้านอนุมูลอิสระ และตรวจเชื้อจุลินทรีย์ ของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง ผลการศึกษาพบว่าผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวมีคะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย) มากที่สุดของสูตรที่ 2 ในคุณลักษณะด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 8.52 8.48 8.52 8.60 8.54 และ 8.60 ตามลำดับ และผลวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, DMRT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) ทั้ง 3 สูตร และผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงมีคะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย) มากที่สุดของสูตรที่ 2 ในคุณลักษณะด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 8.46 8.52 8.48 8.56 8.62 และ 8.68 ตามลำดับ และผลวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, DMRT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) ทั้ง 3 สูตร ส่วนผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม พบว่าปริมาณพลังงานและไขมันลดลง ส่วนโปรตีน ใยอาหาร และเถ้าเพิ่มขึ้น ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงมีสารต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์แบบ FRAP (umoles TE) และแบบ DPPH (mg AA) รวมทั้ง Polyphenol (mg eq GA) มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง พบเชื้อ *E.Coli* น้อยกว่า 3 และตรวจไม่พบเชื้อ *Samonella SPP*

คำสำคัญ: ขนมทองเอก แป้งเม็ดบัว เกสรบัวหลวง

Thesis Title The Product Development of Auspicious Thai Dessert : Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Lotus Stamen
Author Apichat Koweang
Degree Master of Home Economics (Home Economics)
Major Program Home Economics
Academic Year 2019

ABSTRACT

The purposes of this project were 1) to study the formula of Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour, 2) to study the formula of Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Lotus Stamen, and 3) to study the nutrition facts, the antioxidant, and the detection of microorganisms test in Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Lotus Stamen. The study found that the highest score of sensory evaluation results from the Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour was the formulation number 2. The highest average of appearance, color, smell, taste, texture, and over all of the participants' satisfaction were 8.52, 8.48, 8.52, 8.60, 8.54, and 8.60 respectively. The result of Duncan's New Multiple Range Test, DMRT showed differences with statistical significance at the 0.05 level ($p \leq 0.05$) in all 3 formula. The highest score of sensory evaluation results from the Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Lotus Stamen was the formulation number 2 as well. The highest average of appearance, color, smell, taste, texture, and over all of the participants' satisfaction were 8.46, 8.52, 8.48, 8.56, 8.62, and 8.68 respectively. The result of Duncan's New Multiple Range Test, DMRT showed differences with statistical significance at the 0.05 level ($p \leq 0.05$) in all 3 formulations. In addition, the nutrition fact test result in Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Lotus Stamen - 100 g. in dry weight found that the amount of energy, and fat decreased. In contrary, the amount of protein, fiber and carbon increased. When analyzed by the FRAP (umoles TE), and DPPH (mg AA), the antioxidant and Polyphenol (mg eq GA) in the Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Lotus Stamen increased with statistical significance at the 0.05 level ($p \leq 0.05$). Finally, the detection of microorganisms in Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Thong Ek (Gold Foil-Decoration) from Lotus Seed Flour and Lotus Stamen test result found the *E.Coli* less than 3 and none *Samonella SPP*.

Keywords: Thong Ek (Gold Foil-Decoration), lotus seed flour, Lotus Stamen

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์สุนีย์ สหัสโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.รัชนี คงคาฉุยฉาย ผู้อำนวยการสถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ประธานกรรมการสอบ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร กรรมการสอบ และอาจารย์อุทัย ภูริพัฒน์ ที่ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำแนะนำในงานวิจัย พร้อมทั้งชี้แนะหลักการและทฤษฎี แนวคิด และให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ตลอดจนช่วยแก้ไขข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องต่าง ๆ จนงานวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้และคำแนะนำทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา ที่ดูแล ให้โอกาสทางการศึกษา และยังเป็นกำลังใจเสมอมา ขอขอบคุณวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทดลอง ขอขอบคุณอาจารย์มาลินี เก่งงาน หัวหน้าแผนกวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี และอาจารย์กรุณา สิทธิพันธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ในการทดลอง ตลอดทั้งให้คำแนะนำในการใช้งานเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดลที่ช่วยตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายประสานงานคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การช่วยเหลือในการจัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ ขอขอบคุณผู้ร่วมตอบแบบสอบถามทุกท่านที่มีส่วนร่วมในครั้งนี้ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามทั้งหลาย ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจเป็นอย่างดียิ่ง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

อภิชาต โคเวียง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 กรอบแนวความคิด	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	32
3.1 เครื่องมือที่ใช้	32
3.2 วิธีการ	34
3.3 การวิเคราะห์ผล	40
3.4 สถานที่ดำเนินการ	40
3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการ	40
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	41
4.1 ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว	41
4.2 ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	42
4.3 ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการ สารต้านอนุมูลอิสระ และตรวจเชื้อจุลินทรีย์	44
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	48
5.1 สรุปผล	48
5.2 ข้อเสนอแนะ	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	51
ภาคผนวก ก สูตรและวิธีการผลิตขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว สูตรและวิธีการผลิตขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	52
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	55
ภาคผนวก ค รายงานผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการและสารพฤกษเคมีของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	58
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	64

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบหลักในอาหาร	27
3.1	ส่วนผสมขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว	34
3.2	ส่วนผสมขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	37
4.1	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว	42
4.2	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	43
4.3	ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	44
4.4	ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม	44
4.5	ผลการทดสอบสารต้านอนุมูลอิสระของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	45
4.6	ผลการทดสอบสารต้านอนุมูลอิสระของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม	45
4.7	ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	46
4.8	คุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงน้ำหนัก 15 กรัม ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (3 ชิ้น)	46

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ขนมไทย	4
2.2	แป้งชนิดต่าง ๆ	5
2.3	หัวท้าวยายม่อม	6
2.4	ขนมไทยที่ใช้ไข่เป็นส่วนประกอบ	8
2.5	ขนมทองเอก	9
2.6	ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว	9
2.7	ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	9
2.8	ภาพวาดดอกบัวในสระโบกขรณี นิทรรศการจิตรกรรมบัวหลวง	10
2.9	ประเพณีรับบัว	11
2.10	นาบัว	12
2.11	เหง้าของบัวหลวง	12
2.13	ใบบัวหลวง	13
2.14	ส่วนประกอบของดอกบัวหลวง	16
2.15	ส่วนประกอบของผลบัวหลวง	17
2.16	ส่วนประกอบของเกสรบัวหลวง	18
2.17	สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติและสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์	19
2.18	สารฟลาโวนอยด์ที่พบในพืช	25
2.19	โครงสร้างของกรดอะมิโน	29
3.1	แผนภูมิการทำทองเอกแป้งเม็ดบัว	35
3.2	ขั้นตอนการทำทองเอกแป้งเม็ดบัว	36
3.3	แผนภูมิการทำทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	38
3.4	ขั้นตอนการทำทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	39

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมไทยเป็นมรดกทางวัฒนธรรมของไทย ที่สืบทอดจากอดีตมาจนถึงปัจจุบัน จริยา (2554) กล่าวว่าตามหลักฐานจากหนังสือไตรภูมิพระร่วงในสมัยสุโขทัยได้กล่าวถึง ขนมต้ม และในหนังสือจดหมายเหตุคำให้การขุนหลวงหาวัดในสมัยอยุธยา ซึ่งได้กล่าวไว้ตอนหนึ่งว่า “บ้านหม้อปั้นหม้อข้าว หม้อแกงใหญ่เล็ก และกระทะ เตาขนมครก ขนมเบื้อง”และอีกฉบับหนึ่งกล่าวว่าถึง “ย่านป่าขนมขาย ขนมชะมด กงเกวียน ต้มถั่ว สำปันนี” นอกจากนี้ในหนังสือประชุมพงศาวดารภาค 40 ฉบับหอสมุดแห่งชาติ เรื่อง จดหมายเหตุของคณะพ่อค้าฝรั่งเศส ซึ่งเป็นสำเนาจดหมายเหตุของซิเออร์เดลานด์ มีไปถึงมองซิเออร์บารอง ผู้อำนวยการใหญ่ในประเทศสยาม ลงวันที่ 26 ธันวาคม ค.ศ. 1682 (พ.ศ. 2225) กล่าวถึงภรรยาของคอนสตันตินฟอลคอล (เจ้าพระยาวิชาเยนท์) ในนามท้าวทองกีบม้า ซึ่งเป็นหัวหน้าเครื่องในโรงครัวหลวงสมัยสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวท้ายสระ เมื่อปี พ.ศ. 2251-2275 ท้าวทองกีบม้ามีชื่อจริงว่า มารี กีมาร์ (Marie Guimar) เป็นผู้ริเริ่มสอนให้ชาวสยามทำขนมหวาน คือ ขนมทองหยิบ ขนมทองหยอด ขนมทองโปร่ง ขนมทองพลุ ขนมผิง ขนมฝรั่ง ขนมไข่เต่า ขนมทองม้วน โดยมีการนำไข่เข้ามาเป็นส่วนประกอบหลัก และใช้น้ำตาลทรายหรือน้ำตาลทรายละเอียดมาเป็นส่วนประกอบรองอีกด้วย ซึ่งนอกเหนือจากแป้งและน้ำตาลมะพร้าวที่มีอยู่ขนมไทยยุคแรกเป็นส่วนประกอบหลัก นอกจากนั้นยังมีวัตถุดิบที่หาได้ในท้องถิ่น มาทำให้มีกลิ่นหอม มีสีสันสวยงาม เช่น สีจากใบไม้ ดอกไม้ ผลไม้ นำมาต้ม เผา คั้น ใช้เนื้อ น้ำ เช่น ใบเตยหอม ดอกอัญชัน ดอกดิน ลูกปลัง ลูกตาลสุก ฟักทอง เป็นต้น ประเภทของขนมไทย วิไลลักษณ์ (2550) กล่าวว่าได้มีการแบ่งเป็นหลากหลายชนิด ตามลักษณะของขนมไทย เช่น แบ่งตามลักษณะขนมเป็นแบบแห้ง เช่น ขนมกลีบลำดวน ขนมผิง ขนมแบบกึ่งเปียก เช่น ขนมต้มขาว ขนมแบบเปียก เช่น กล้วยเชื่อม ขนมแบบน้ำเช่น แกงบวดต่าง ๆ ขนมแบบฉาบ เช่น กล้วยฉาบ มันฉาบ ขนมเชื่อม เช่นมันเชื่อม ขนมแบบต้ม เช่น ขนมต้มแดง ขนมต้มขาว ถั่วแปบ ขนมแบบนึ่ง เช่น ขนมขี้หนู ขนมถ้วยตะไล ขนมแบบอบ เช่น ขนมหม้อแกง ขนมกลีบลำดวน ขนมแบบลอยแก้ว เช่น กระท้อนลอยแก้ว เป็นต้น

รัมภา (2561) กล่าวว่าปัจจุบันวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการประกอบขนมไทย ได้แก่ แป้ง น้ำตาล มะพร้าว ไข่ ผลไม้ และส่วนประกอบของต้นไม้ เช่น ใบเตย ส่วนต่าง ๆ ของไม้ที่รับประทานได้เป็นส่วนผสมในการทำขนมไทยจากอดีตถึงปัจจุบัน เช่น ดอกอัญชัน ดอกกุหลาบมอญ ดอกบัว ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญและประโยชน์ของบัวหลวง การใช้ประโยชน์จากบัวหลวง พบว่ามีการนำส่วนต่าง ๆ ของบัวหลวงมาใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น นำใบมาใช้ห่ออาหาร ใบอ่อนนำมารับประทานกับน้ำพริก นำไหลและสายบัวมาประกอบอาหาร ส่วนเม็ดบัวพบทั้งรับประทานสดหรือนำไปอบแห้ง รากบัวนำไปเชื่อม เกสรบัวนำไปใช้ร่วมกับวัตถุดิบอื่นเพื่อใช้ทำยา นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากส่วนต่าง ๆ ของบัวหลวง สารพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพจากบัวหลวงพบสารพฤกษเคมี

คือ ซาโปนิน แทนนิน เทอร์ปีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ คูมารินคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ และสเตียรอยด์ สารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และมีสารต้านอนุมูลอิสระ เห็นได้ว่าบัวหลวงมีประโยชน์มากมาย อีกทั้งจังหวัดปทุมธานีปลูกดอกบัวหลวงมาก มีพิพิธภัณฑ์บัว มีการทำนาบัวโดยได้รับการส่งเสริมให้เป็นพืชเศรษฐกิจ แต่มีผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากบัวตามท้องตลาดและขนมไทยจากบัวหลวงยังมีน้อย เพียงแต่เกษตรกรผู้ปลูกบัวตัดดอกจำหน่ายและขายฝักบัวเพื่อรับประทานเมล็ดเท่านั้น ผู้วิจัยจึงนำผลผลิตจากบัวหลวงและเกสรบัวหลวงมาแปรรูป เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยโดยดัดแปลงจากขนมทองเอก สร้างผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ที่เรียกว่า ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง เพื่อสร้างเอกลักษณ์ของขนมไทยซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

1.2.2 เพื่อศึกษาสูตรของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ สารต้านอนุมูลอิสระ และตรวจเชื้อจุลินทรีย์ของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

1.3 กรอบแนวความคิด

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง ผู้วิจัยทำการศึกษาสูตรของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงโดยพัฒนามาจากขนม “ทองเอก” เพื่อศึกษาสูตรมาตรฐานคุณค่าทางโภชนาการ สารต้านอนุมูลอิสระ และการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ ของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้สูตรของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

1.4.2 ได้สูตรของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

1.4.3 ได้ทราบคุณค่าทางโภชนาการ สารต้านอนุมูลอิสระ และตรวจเชื้อจุลินทรีย์ของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้วิจัยผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานเขียนและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย ดังนี้

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ขนมไทยและขนมทองเอก

2.1.1.1 ขนมไทย

จริยา (2554) กล่าวว่า ขนมไทยเป็นมรดกทางวัฒนธรรมของไทย ที่สืบทอดจากอดีตจนถึงปัจจุบัน จะเห็นได้ว่าขนมไทยมีประวัติความเป็นมาอันยาวนาน ตามหลักฐานที่ค้นคว้าได้จากหนังสือไตรภูมิพระร่วงในสมัยสุโขทัยได้กล่าวถึงชื่อ ขนมต้ม และในหนังสือจดหมายเหตุคำให้การขุนหลวงหาวัดในสมัยอยุธยา ซึ่งได้กล่าวไว้ตอนหนึ่งว่า “บ้านหม้อปั้นหม้อข้าวหม้อแกงใหญ่เล็ก และกระทะ เตาขนมครก ขนมเบื้อง”และอีกฉบับหนึ่งกล่าวว่าถึง “ย่านป่าขนมขายขนมชะมดกงเกวียน ต้มถั่ว สำปันนี” มีไว้เพียงเท่านี้ มิได้บอกแน่ชัดว่ามีขึ้นครั้งแรกเมื่อใด และเพื่อวัตถุประสงค์ใด เพื่อการใดแน่ ซึ่งนอกเหนือจากแป้งและน้ำตาลมะพร้าวที่มีอยู่แต่เดิมจะเห็นได้ว่าขนมไทยมีข้อสังเกตว่าเป็นของที่เกิดจากข้าวที่นำมาตำหรือบดจนป่นละเอียดเรียกว่าแป้งแล้วผสมกับน้ำตาลเพียงสองอย่างเท่านั้นก่อน ต่อมานำมะพร้าวไปผสม ขนมไทยยุคแรกจึงมีส่วนประกอบหลักคือ แป้ง น้ำตาล และมะพร้าว ซึ่งของสามสิ่งนี้เป็นของพื้นบ้านที่มีอยู่โดยทั่วไปขนมประเภทที่ใช้ข้าว (แป้ง) น้ำตาล และมะพร้าว คงมีมาตั้งแต่สมัยสุโขทัย ส่วนขนมที่มีส่วนผสมของไข่ปนนั้นตามหลักฐานพบว่ามีมาแต่สมัยอยุธยาในแผ่นดินสมเด็จพระนารายณ์มหาราช และในสมัยอยุธยานั้นมีตลาดขายขนมเรียกว่า ป่าหนม ขนมไทยที่นิยมโดยทั่วไปนั้น จะมีส่วนประกอบที่สำคัญหลายอย่าง เช่น มีรสหวาน มีกลิ่นหอม มีสีสันสวยงาม ตามลักษณะชื่อของขนมนั้นๆ ขนมโบราณส่วนมากมีสีตามธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่น หรือที่หาได้ง่ายๆ เช่น สีจากใบไม้ ดอกไม้ ผลไม้ โดยนำมาต้ม เผา โขลก คั้นใช้เนื้อน้ำ เช่น ใบเตยหอม ดอกอัญชัน ดอกดิน ลูกปลัง ลูกตาลสุก ฟักทอง เป็นต้น

เจณิภา (2561) กล่าวว่า ในสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้มีการพิมพ์ตำราอาหารออกเผยแพร่ การทำขนมไทยก็เป็นหนึ่งในตำราอาหารไทยนั้น จึงนับได้ว่าการทำขนมไทยและวัฒนธรรมขนมไทย เริ่มมีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างมีระบบระเบียบในสมัยรัชกาลที่ 5 แม่ครัวหัวป่าก็เป็น ตำราอาหารไทยเล่มแรก ประพันธ์โดยท่านผู้หญิงเปลี่ยน ภาสกรวงศ์ ในตำราอาหารไทยเล่มนี้ปรากฏ รายการสำรับของหวานเลี้ยงพระอันประกอบด้วย ขนมทองหยิบ

ขนมฝอยทอง ขนมหม้อแกง ขนม หันตรา ขนมถ้วยฟู ข้าวเหนียวแก้ว ขนมลืมกลืน วุ้นผลมะปราง ฯลฯ แสดงให้เห็นว่าคนไทยนิยมทำขนมใช้ในงานบุญ ซึ่งก็เป็นแบบแผนต่อเนื่องกันมาตั้งแต่สมัยอยุธยา ขนมไทยถูกนำไปใช้ในงานบุญ ตามประเพณีและงานพิธีกรรม ที่เกี่ยวข้องในวิถีชีวิตชาวไทย โดยนิยมทำขนมชื่อมีมงคล ได้แก่ ขนม ตระกูลทองทั้งหลาย เพราะคนไทยถือว่า "ทอง" เป็น ของดีมีมงคลทำแล้วได้มีบุญกุศล มีเงินมีทอง มี ลาภยศ สรรเสริญ สมชื่อขนมนั่นเอง

ภาพที่ 2.1 ขนมไทย

รัมภา (2556) กล่าวว่าวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบขนมไทยหลัก ๆ ได้แก่ แป้ง น้ำตาลมะพร้าว ไข่ และผลไม้ต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็นประเภท ดังนี้

1) วัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบขนมไทยประเภทแป้ง

1.1) แป้งข้าวเจ้า เป็นแป้งใช้ทำขนมไทยมากที่สุด ลักษณะของแป้งมีสีขาวนวล มีลักษณะสากมือเล็กน้อย การเลือกซื้อแป้งข้าวเจ้า ควรเลือกชนิดที่เนื้อแป้งละเอียดเพราะในปัจจุบันแป้งข้าวเจ้ามีหลายเกรด หากใช้แป้งหยาบ เมื่อรับประทานจะมีความรู้สึกว่าแป้งไม่สุก ควรเลือกที่ไม่มีกลิ่นอับ ไม่มีตัวมอด สีต้องมีสีขาว สำหรับแป้งข้าวเจ้าสด เมื่อดมจะต้องไม่มีกลิ่นเปรี้ยว แป้งข้าวเจ้าแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

ภาพที่ 2.2 แป้งชนิดต่าง ๆ
ที่มา: สุนัดดา (2562)

- แป้งข้าวเจ้าสด เป็นแป้งที่นำข้าวสารมาแช่ค้างคืนแล้วนำไปโม่ด้วยเครื่องโม่แล้วทับน้ำให้แห้ง สามารถดูดซึมน้ำได้ดี เมื่อใช้แป้งสด ทำให้ขนมไม่แห้ง

- แป้งข้าวเจ้าเก่าเป็นแป้งที่ทำจากข้าวเจ้าค้างปี ลักษณะแป้งมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำได้ดีเหมาะที่จะทำขนมที่มีน้ำเป็นส่วนผสม เช่น ขนมน้ำดอกไม้ ขนมเปียกปูน ขนมลอดช่อง ฯลฯ

- แป้งข้าวเจ้าใหม่ เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าวใหม่ คุณสมบัติดูดซึมน้ำได้น้อย เพราะมีความชื้นในตัว เหมาะที่จะทำขนมได้หลายประเภท

1.2) แป้งข้าวเหนียว เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าวเหนียว แป้งมีสีขาวนวล มีลักษณะสากมือเล็กน้อยกว่าแป้งข้าวเจ้า การเลือกซื้อแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวเหนียวดำ ถ้าเป็นแป้งสดควรดมดูกลิ่นต้องไม่เหม็นเปรี้ยว ข้อเสียของแป้งสด เมื่อซื้อมาต้องรีบทำหากทิ้งไว้นานจะเสียหรือเป็นแป้งแห้ง ควรเลือกแป้งที่เนื้อละเอียดไม่มีกลิ่นอับ ไม่มีตัวมอด แป้งข้าวเหนียวมี 2 ชนิด คือ

- แป้งข้าวเหนียวขาว มีทั้งแป้งสดและแป้งแห้ง แป้งข้าวเหนียวสดจะใช้ทำขนมที่ดูดซึมน้ำ เช่น บัวลอย ขนมเทียน ขนมปลากริมไข่เต่า ถ้าใช้แป้งแห้ง เมื่อทำเสร็จตัวขนมจะดูดน้ำกะทิ ทำให้กะทิแห้ง ถ้าใช้แป้งสดก็จะทำให้น้ำกะทิไม่แห้ง

- แป้งข้าวเหนียวดำ ทำจากข้าวเหนียวดำ มีลักษณะออกสีเทา ถ้าหากนำมาทำขนมควรผสมแป้งข้าวเหนียวขาวลงไป 2 ส่วน ผสมแป้งข้าวเหนียวดำ 1 ส่วน เพื่อไม่ให้แป้งมีลักษณะแข็งกระด้าง ส่วนมากจะใช้ทำขนมสอดไส้ ขนมต้ม ขนมเทียน ขนมถั่วแปบ

1.3) แป้งมัน มีลักษณะเป็นสีขาว เมื่อใช้มือจับจะลื่น ส่วนมากใช้ผสมกับแป้งชนิดอื่น ในการทำขนมประเภทที่ต้องการให้มีความเหนียวใสได้แก่ ขนมสำปันนี ขนมมันสำปะหลัง ทับทิมกรอบ ลักษณะของแป้งเป็นสีขาวเมื่อจับดูจะลื่นมือ การเลือกซื้อแป้งมันควรเลือกแป้งที่มีสีขาว ลักษณะถุงที่บรรจุไม่ฉีกขาด ไม่มีกลิ่นอับ ไม่มีตัวมอด

1.4) แป้งท้าวยายม่อม เป็นแป้งที่ใสในขนมแล้วจะทำให้ใสคล้ายแป้งถั่ว เป็นแป้งที่ทำมาจากหัวเท้ายายม่อม ซึ่งจะเก็บได้ปีละครั้ง โดยนำหัวเท้ายายม่อมมาขูดกับกระต่ายจีน

แล้วนำไปแช่น้ำไว้จนใส แป้งนอนก้นจึงเทน้ำทิ้ง ทำเช่นนี้ประมาณ 4-5 ครั้ง นำแป้งที่ได้ไปตากแดดจนแห้ง ได้แป้งที่มีลักษณะเป็นเม็ดหยาบๆการเลือกซื้อแป้งเท้ายายม่อม ควรเลือกแป้งที่มีลักษณะเป็นเม็ดหยาบๆ สีขาวนวล ไม่มีกลิ่นอับ

ภาพที่ 2.3 หัวท้าวยายม่อม
ที่มา: สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจาก พระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (2562)

1.5) แป้งถั่ว ทำจากถั่วเขียว ลักษณะของแป้งมีสีขาวเป็นเงา เนียนลื่น การเลือกซื้อแป้งถั่วควรเลือกแป้งที่มีสีขาว ไม่จับตัวเป็นก้อน ไม่มีกลิ่นอับ ขนมที่ใส่แป้งถั่วเขียวจะมีลักษณะใสนิยมนำมาทำซ่าหริ่ม ขนมเทียนแก้ว ตะโก้เสวย

1.6) แป้งข้าวโพด มีลักษณะคล้ายแป้งมัน สีขาวลื่น นำมาทำขนมที่ต้องการให้ขึ้นมันเงา เช่น หน้าตะโก้ ขนมสอดไส้ การเลือกซื้อแป้งข้าวโพด ควรเลือกซื้อแป้งที่มีสีขาว เนื้อละเอียด ไม่มีกลิ่นอับ

1.7) แป้งสาลีมี 3 ชนิด ดังนี้

- แป้งขนมปัง ได้จากการโม่ข้าวสาลีชนิดที่มีโปรตีนสูง ชนิดเปลือกแข็งและมีสีเข้ม ปริมาณโปรตีนประมาณ 13% มีความเหนียวสูง แป้งขนมปังจะมีสีนวลใช้ในการทำขนมปังหวาน พิซซ่า เดนนิสเพสตรี ปาท่องโก๋

- แป้งเค้ก โม่จากข้าวสาลีที่มีโปรตีนต่ำและมีเปลือกสีอ่อน เพื่อให้ได้เนื้อแป้งที่ขาวละเอียด มีความเบา มีโปรตีนประมาณ 7-8% แป้งเค้กแบ่งตามการใช้งาน 2 ชนิด คือ แป้งเค้กที่มีคุณสมบัติดูดซึมน้ำสูง และ แป้งเค้กที่ใช้ทำขนมที่มีน้ำตาลในสูตรน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์แป้งเช่น ขนมปุยฝ้าย ขนมสาลี่

- แป้งอเนกประสงค์ มีโปรตีนปานกลางคือประมาณ 12% มักจะเป็นข้าวสาลีผสมมากกว่าใช้ข้าวชนิดเดียวโดดๆ เพราะคุณสมบัติแป้งที่ใช้ทำขนมได้หลายอย่าง เช่น ทำพาย ปาท่องโก๋ โดนัท โรตี ขนมเปี๊ยะ บะหมี่ เป็นต้น การเลือกซื้อแป้งสาลีควรเลือกซื้อแป้งที่ไม่มีความชื้น ไม่มีกลิ่นอับ ไม่มีตัวมอด

2) น้ำตาล

รัมภา (2556) กล่าวว่า น้ำตาล หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก เช่น น้ำตาลทราย ซึ่งละลายได้ดีในน้ำ และมีรสหวาน น้ำตาลที่ไม่เป็นผลึก ได้แก่ น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลโตนด น้ำตาลเป็นสารที่ให้รสหวาน และให้พลังงานสูง น้ำตาลที่ใช้ประกอบอาหารแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1) น้ำตาลที่เป็นผลึก ได้แก่ น้ำตาลทรายมีชื่อทางเคมีว่า ซูโครส มีรสหวานแหลม ทำจากอ้อย ในทวีปยุโรปและอเมริกาทำจากหัวบีท ซึ่งในประเทศไทยน้ำตาลทรายจะทำมาจากอ้อยเป็นหลัก มีกรรมวิธีทำน้ำตาลจากอ้อยทั้งหมด 5 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 บีบต้นอ้อยเพื่อเอาน้ำอ้อย ขั้นที่ 2 ต้มน้ำอ้อยกับปูนขาวเพื่อให้บริสุทธิ์ ขั้นที่ 3 ทำให้อ้อยที่บริสุทธิ์แล้วเข้มข้นด้วยการทำให้ระเหย ขั้นที่ 4 ทำให้น้ำอ้อยเข้มข้นมากจนตกผลึก ขั้นที่ 5 แยกผลึกน้ำตาลออกโดยวิธีการปั่น ผลึกที่ได้เป็นน้ำตาลดิบ ส่วนที่เหลือเรียกว่ากากน้ำตาล หรือโมลาส ซึ่งทำให้น้ำตาลตกผลึกอีกครั้ง น้ำตาลที่ใช้ในการประกอบอาหารและขนมที่ผลิตออกมาจำหน่ายตามท้องตลาดมีหลายรูปแบบเช่น

- น้ำตาลทรายแดง คือ น้ำตาลก่อนที่จะฟอกสีของน้ำตาลให้เป็นน้ำตาลทราย มีกลิ่นหอม มีเกลือแร่ และวิตามิน มีสีน้ำตาลค่อนข้างแดง นำมาทำขนมต่างๆ เช่น เต้าฮวยน้ำขิง น้ำลำไย เป็นต้น

- น้ำตาลผง คือ น้ำตาลทรายขาวที่นำมาบดให้ละเอียดร่อนตะแกรงให้ได้ขนาดเล็กตามต้องการแล้วผสมแป้งข้าวโพดประมาณร้อยละ 3 เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน หรือป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลใช้ ในการทำขนมกลีบลำดวน คุกกี้ ทำครีมแต่งหน้าเค้ก ทำหน้าขนม เช่น ขนมปัง โดนัทต่างๆ เป็นต้น

- น้ำตาลก้อนหรือน้ำตาลปอนด์ ทำจากน้ำตาลทรายบดอัดให้แน่นขณะที่ยังไม่ตกผลึกเป็นก้อนใหญ่ แล้วตัดออกเป็นแท่งเล็ก ๆ ตามต้องการ ใช้เติมเครื่องดื่มประเภทน้ำชา กาแฟ โอวัลติน

2.2) น้ำตาลที่ไม่เป็นผลึก ได้แก่ น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลโตนดหรือพืชตระกูลปาล์มที่ให้น้ำตาล โดยใช้น้ำหวานจากจั่นและงวงตาลที่ยังไม่บานนำมาเคี่ยวจนงวด แล้วบรรจุลงภาชนะต่างๆนิยมเรียกชื่อตามภาชนะนั้นๆ เช่น บรรจุลงในปีบก็จะเรียกว่า น้ำตาลปีบ น้ำตาลปีบมี 2 ชนิด คือ น้ำตาลปีบสีแดง และน้ำตาลปีบสีขาว น้ำตาลปีบสีขาวจะใส่สารฟอกสีและสารกันบูดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงไปในขณะเคี่ยว น้ำตาลที่ทำมาจากมะพร้าวจะเรียกว่า น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลที่ทำมาจากต้นตาลเรียกว่า น้ำตาลโตนด มักนิยมทำเป็นก้อนโดยการตักหยอดลงในหลุมแกลบหรือหลุมปูนที่ทำเป็นแบบพิมพ์ ปูด้วยผ้าขาวบางโดยนำไม้ไผ่ทำเป็นตอก ทำเป็นวงกลมแล้วหยอดน้ำตาลที่เคี่ยวลงไป พักให้เย็นจึงแคะออกมาเป็นก้อน

2.1.1.2 ขนมทองเอก

จริยา (2554) กล่าวว่าในหนังสือประชุมพงศาวดารภาค 40 ฉบับหอสมุดแห่งชาติ เรื่อง จดหมายเหตุของคณะพ่อค้าฝรั่งเศส ซึ่งเป็นสำเนาจดหมายตุของซิเออร์เดลานด์มีไปถึงมองซิเออร์บารอง ผู้อำนวยการใหญ่ในประเทศสยามลงวันที่ 26 ธันวาคม ค.ศ. 1682 (พ.ศ.2225) มีความว่า “ยังมีข้าราชการอยู่คนหนึ่ง ซึ่งพระเจ้ากรุงสยามได้ยกย่องตั้งให้เป็นพระ ซึ่งเป็นตำแหน่งชั้นที่ 2 ของเมืองนี้ ขุนนางผู้นี้ชื่อ คอนสตันตินฟอลคอลเป็นคนเกิดเมืองโซฟาโลนี และเคยเป็นนักเรียนเมืองอังกฤษแล้ว และได้แต่งงาน ภรรยาในเมืองนี้เอง ขุนนางผู้นี้เป็นคนฉลาด ไหวพริบตรึกตรองการลึกซึ้ง

จึงได้ทำงานจนเป็นคนโปรดปรานมา 2 ปีแล้ว และคนทั้งหลายเรียกล้อเล่นว่าเป็นเจ้าพระยาพระคลังหนที่ 2 ขุนนางผู้นี้ค้าขายมากกว่าพ่อค้าทั้งปวงภรรยาของคอลสตันตินฟอลคอน รู้จักกันในนามท้าวทองกีบม้า ซึ่งรับราชการเป็นหัวหน้าเครื่องในโรงครัวหลวงแผ่นดินสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวท้ายสระ เมื่อคราวประมาณปี พ.ศ. 2251-2275 ท้าวทองกีบม้ามีชื่อจริงว่า มารี กีมาร์ (Marie Guimar) เกิดในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ราวปีพ.ศ. 2201 หรือ พ.ศ. 2202 บิดาชื่อ ฟานิก (Fanik) เป็นลูกครึ่งญี่ปุ่นผสมแขกเบงกอล แต่ในบางแห่งสันนิษฐานว่าบิดาของมารี กีมาร์ มีเชื้อสายโปรตุเกสจากย่าของเธอ มารดาของท้าวทองกีบม้าเป็นชาวญี่ปุ่นชื่อ อุรชูลา ยามาดา (Ursula Yamada) ท้าวทองกีบม้าผู้นี้เป็นผู้เริ่มต้นสอนให้ชาวสยามทำขนมหวาน คือ ขนมทองหยิบ ขนมทองหยอด ขนมทองโปร่ง ขนมทองพลุ ขนมผิง ขนมฝรั่ง ขนมไข่เต่า ขนมทองม้วน โดยมีการนำไข่เข้ามาเป็นส่วนประกอบหลัก และการใช้น้ำตาลทรายหรือน้ำตาลทรายละเอียดมาเป็นส่วนประกอบรองอีกด้วย

ภาพที่ 2.4 ขนมไทยที่ใช้ไข่เป็นส่วนประกอบ

รัมภา (2552) กล่าวว่า ขนมประเภทขนมไทยโบราณเป็นขนมที่ใช้ในการบวงสรวง ใช้ในงานประเพณี พิธีกรรม งานทำบุญเลี้ยงพระตามวิถีชีวิต วัดเกิด ปีใหม่ มีความสวยงาน มีความอร่อย มีความหมายที่ดี เช่น ทองเอก มีความเป็นหนึ่ง จ่ามงกุฎ หัวหน้าสูงสุด ขนมทั้ง 2 ชนิด นี้นิยมมอบเป็นของขวัญในโอกาสสำคัญที่เคารพนับถือ สำหรับเสน่ห์จันทน์ ผลจันทน์ที่ทั้งสวย ทั้งหอมชวนให้หลงไหลใช้ในงานมงคลสมรส

จริยา (2554) กล่าวว่าขนมทองเอกเป็นขนมที่ดัดแปลงมาจากขนมของชาวตะวันตก มีส่วนผสมของไข่แดง กะทิ แป้งสาลีและน้ำตาลทราย ทองเอกจัดเป็นขนมที่ใช้ในงานมงคลต่างๆ เนื่องจากเนื้อขนมมีสีเหลืองทองและมีชื่อเป็นมงคลเป็นขนมในตระกูลทองอีกชนิดหนึ่งที่ต้องใช้ความพิถีพิถันเป็นอย่างยิ่งในทุกขั้นตอนการทำมีลักษณะที่สง่างาม โดดเด่นกว่าขนมตระกูลทองชนิดอื่นๆ ตรงที่มีทองคำเปลวติดไว้ที่ด้านบนของขนม คำว่า "เอก" หมายความถึง การเป็นที่หนึ่ง การใช้ขนมทองเอกประกอบพิธีมงคลสำคัญต่างๆ หรือใช้มอบเป็นของขวัญใน งานฉลอง การเลื่อนยศ เลื่อนตำแหน่ง จึง เปรียบเสมือน คำอวยพร ให้ เป็นที่หนึ่งด้วย

ภาพที่ 2.5 ขนมทองเอก
ที่มา: จริยา (2554)

ภาพที่ 2.6 ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

ภาพที่ 2.7 ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

2.1.2 บัว

วีระประวัติ และภวพล (2561) กล่าวว่าบัวถือเป็นพืชโบราณที่มีการกระจายพันธุ์อยู่ตามแหล่งน้ำเขตร้อนและเขตอบอุ่นทั่วโลก แทบทุกทวีป ซึ่งจากหลักฐานซากฟอสซิลของบัวหลวงที่ขุดค้นพบในทวีปอเมริกาและยุโรป ทำให้สันนิษฐานบัวนั้นเกิดขึ้นราว 70-135 ล้านปีก่อน นอกจากนี้ยังมีการขุดพบเมล็ดบัวหลวงโบราณอายุนับพันปีในหลายประเทศ เช่น แมนจูเรีย จีน และญี่ปุ่น จากการตรวจสอบทางรังสีวิทยาพบว่า เมล็ดจากทั้งสองแหล่งนี้มีอายุหลายพันปี ต่อมามีผู้ทดลองนำเมล็ดเหล่านี้มาเพาะ ทำให้รู้ว่าเมล็ดที่ถูกเก็บรักษาผ่านกาลเวลามานานสามารถเจริญเติบโตได้ดี จากการเปรียบเทียบทางสัณฐานวิทยาดอกบัวหลวงจากเมล็ดเก่าแก่เหล่านี้ มีความแตกต่างจากบัวหลวงในยุคปัจจุบันหลายประการด้วยกัน เช่น รูปทรงของกลีบและผลเป็นต้น

ภาพที่ 2.8 ภาพวาดดอกบัวในสระโบกขรณี นิทรรศการจิตรกรรมบัวหลวง
ที่มา: ณรงชัย (2562)

หลายประเทศมีตำนานและความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับดอกบัว ในประเทศอียิปต์บัวถือเป็นดอกไม้ที่ใช้สักการะสิ่งศักดิ์สิทธิ์ ดังปรากฏในภาพเขียนและรูปจำลองอยู่ในซากโบราณสถานและวิหารเทพเจ้า ถือเป็นสัญลักษณ์ของการเกิดใหม่ ชาวอินเดียมีความเชื่อว่า ดอกบัวคือต้นกำเนิดของจักรวาล ในพุทธประวัติพบว่าดอกบัว มีส่วนเกี่ยวข้องกับพระพุทธศาสนาตั้งแต่พระพุทธเจ้าประสูติ ตรัสรู้ และปรินิพพาน ดังนั้นหลายชนชาติทั้งในทวีปแอฟริกาและเอเชียจึงนำดอกไม้ชนิดนี้มาบูชาเทพเจ้าเพื่อความเป็นสิริมงคล

ภาพที่ 2.9 ประเพณีรับบัว
ที่มา: พชรพร (2562)

บัวหลวงจัดเป็นพันธุ์ไม้น้ำสกุลนีลัมโบ (Nelumbo) ชื่อสกุลมีรากศัพท์มาจากภาษาสิงหลของชนพื้นเมืองในประเทศศรีลังกา แปลว่า ดอกบัว อยู่ในวงศ์ Nelumbonaceaeมีเพียงสกุลเดียวคือสกุล Nelumbo กระจายพันธุ์อยู่ในทวีปเอเชียและอเมริกาเหนือ มี 2 ชนิด ได้แก่ Nelumbolutea และ N. nucifera มีหลากหลายไปตามแหล่งที่พบ ลักษณะเด่น คือ ใบกลม ก้านแข็งชูสูงขึ้นเหนือน้ำ ก้านมีหนามเล็กกระจายอยู่ทั่ว ผิวใบดูเหมือนเรียบแต่ที่จริง ประกอบด้วยหนามขนาดเล็กจิ๋วไม่สามารถ ยึดเกาะได้ แตกไหล ดอกชูขึ้นสูงเหนือน้ำ บานกลางวันได้ 4-6 วัน เริ่มบานตั้งแต่เช้ามืดประมาณตีสามถึงตีสี่ และหุบสนิทหลังบานวันแรกเท่านั้น เกสรเพศผู้จำนวนมาก ก้านชูอับเรณูสั้น เกสรเพศเมียอยู่บนฐานรองดอกซึ่งพร้อมผสมเมื่อบานวันที่ 1 และ 2 ต่างจากวงศ์นิมเฟียซีอี (Nymphaeacaea) พร้อมผสมแค่วันแรก บัวสกุลนี้นิยมปลูกเชิงพาณิชย์ เพราะชาวพุทธนิยมตัดดอกมาถวายเป็นพุทธบูชา

2.1.2.1 การปลูกบัวในประเทศไทย

วีระประวัติ และภาวพล (2561) กล่าวว่าบัวเป็นไม้ประดับที่มีการปลูกเลี้ยงในเมืองไทยมาเป็นเวลานานนับร้อยปี จากหลักฐานที่เก่าแก่ที่สุดปรากฏในวรรณกรรมเรื่อง ไตรภูมิพระร่วง ที่เขียนขึ้นเมื่อ 600 กว่าปีก่อน เดิมนิยมปลูกบัวในสระหรือบ่อ ส่วนใหญ่เป็นบัวพื้นเมือง เช่น บัวผัน-บัวเผื่อน จงกลนี และบัวหลวง แต่บัวในความเข้าใจของคนส่วนใหญ่นั้นหมายถึงพรรณไม้ในสกุลนิมเฟีย (Nymphaea) และนีลัมโบ (Nelumbo) เป็นหลักโดยมีคำขยายความต่อท้ายเพื่อให้เข้าใจว่าหมายถึงบัวกลุ่มใด เช่น บัวหลวง (Lotus) หรือบัวสาย (Waterlily) เป็นต้น พระยาวินิจวนันดรได้กล่าวไว้ในหนังสือ ไม้ประดับที่เป็นของไทย ที่ตีพิมพ์ตั้งแต่พ.ศ.2483 ว่าในเวลานั้นมีผู้นำเข้าบัวสายพันธุ์ต่างประเทศมาปลูกในเมืองไทยอย่างน้อย 3 ชนิด ได้แก่ สุธาสิโนบล (Nymphaeacapensis var. zanzibariensis) นิมเฟียเม็กซิกานา (N. maxicana) และบัวกระด้ง (Victoria amazonica) ทำให้บัวเหล่านี้ขยายพันธุ์ในไทยไม่น้อยกว่า 80 ปี บัวหลายชนิดที่เห็นอยู่ในปัจจุบันไม่ใช่ของไทย แต่เป็นบัวที่มีผู้เข้ามาปลูกเลี้ยงและปรับปรุงสายพันธุ์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อม

ภาพที่ 2.10 นาบัว

2.1.2.2 ลักษณะทางพฤษศาสตร์

บัว ในเมืองไทยเป็นสมาชิกของพืช 2 วงศ์ คือ วงศ์นิมเฟียซีอี (Nymphaeaceae) ซึ่งมีสมาชิกทั้งหมด 8 สกุล คือ สกุลบาร์คลายา (Barclaya) ยูริอาเล (Euryale) หรือที่เรียกว่าบัวถาด สกุลไฮโดรสเต็มมา(Hydrostemma) นูฟาร์ (Nuphar) นิมเฟีย (Nymphaea) นิมโฟแซนทัส (Nymphozanthus) โรพาลอน(Ropalon) และสกุลวิกตอเรีย (Victoria) รวมทั้งหมดประมาณ 70 ชนิด และวงศ์นีลัมโบนาซีอี (Nelumbonaceae) ซึ่งมีสมาชิกเพียงสกุลเดียวคือ สกุลนีลัมโบ (Nelumbo) มี 2 ชนิด ทั้ง 2 วงศ์นี้มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดังนี้

1) ลำต้น เป็นพืชล้มลุกอายุหลายปี มีลำต้นใต้ดินเป็นหัว (tuber) เจริญเติบโตในแนวดิ่งอยู่ใต้ดิน ภายในพรุนคล้ายฟองน้ำ หรือเป็นเหง้า (rhizome)ทอดเลื้อยใต้ผิวดินหรือบนผิวดิน มีลักษณะเป็นข้อปล้องอวบ ผิวนอกเรียบ ภายในเป็นโพรงอากาศขนาดใหญ่ 9-12 โพรง เช่น เหง้าบัวหลวง นอกจากนี้ บัวหลวง บัวสาย และบัวฝรั่งบางชนิดยังมีไหล (stolon) แตกจากลำต้นและทอดเลื้อยไปเพื่อสร้างต้นใหม่ ก่อนเติบโตเป็นเหง้า เช่น Nymphaea Mexicana

ภาพที่ 2.11 เหง้าของบัวหลวง
ที่มา: วีระประวัติ และภวพล (2561)

2) ใบในส่วนของใบเดี่ยวออกจากข้อ เรียงเวียนสลับรอบต้น ส่งก้านใบยาว เพื่อกางแผ่นใบแผ่กว้างเหนือผิวน้ำรับแสงแดดอย่างเต็มที่ เมื่อใบยังอ่อน ขอบใบม้วนเข้าหากัน พอโตเต็มที่แผ่กางออก ใบแก่ของบัวผัน บัวเผื่อน และบัวสายรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปกลม รูปไข่ รูปหัวใจ อาจมีขอบใบเรียบเช่นบัวฝรั่ง ขอบใบหยักเป็นระเบียบในบัวสาย ในขณะที่บัวผันส่วนใหญ่ขอบหยักไม่เป็นระเบียบ แต่บางพันธุ์มีขอบใบเรียบ บริเวณขั้วใบซึ่งเป็นรอยต่อระหว่างแผ่นใบและก้านใบแยกออก เรียกว่า โคนใบ หรือ หูใบ บางชนิดสามารถเกิดต้นอ่อนที่ขั้วใบ (viviparous) ส่วนบัวหลวงใบเป็นรูปก้นปิด แผ่นใบกลมลอยเหนือผิวน้ำและชูขึ้นเหนือน้ำ ก้านใบติดอยู่กึ่งกลางแผ่นใบ สำหรับบัวหลวงซึ่งอยู่ในวงศ์นีลัมโบนาซีอี ด้านหลังใบและท้องใบเรียบ และมีคุณสมบัติพิเศษกว่าบัวชนิดอื่นคือ เมื่อมองด้วยตาเปล่าผิวใบเรียบเนียน แต่แท้จริงแล้วมีหนามละเอียดเล็ก ๆ จำนวนมากที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าเรียงตัวกันอย่างมีระเบียบ หนามเล็ก ๆ เหล่านี้เมื่ออยู่รวมกันมีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง ทำให้น้ำและฝุ่นผงไม่สามารถซึมหรือยึดเกาะบนใบได้ บัวในวงศ์นิมเฟียซีอี เช่น บัวผัน บัวเผื่อน มีหลังใบและท้องใบเรียบ หรือมีขนปกคลุม บางชนิดอาจมีจุดหรือแต้มสีม่วงแดงกระจายทั่วใบ ยกเว้นบัวสายและบัววิกตอเรีย (Victoria spp.) ด้านท้องใบเส้นใบนูนเด่นเห็นชัดเจน และบัววิกตอเรียยังมีหนามแหลมปกคลุมด้วย นอกจากนี้บัวในสกุลยูริอาเล (Euryale) หลังใบและท้องใบย่นมีหนามแหลมปกคลุมสีของใบบัวมีความหลากหลายสูงทั้งสีเดียว เช่น สีเขียวล้วน สีน้ำตาลอมแดงล้วน หรือมีลวดลายหรือแต้มจุด จุดประบนใบ หรือเป็นลายด่าง บัวลูกผสมบางพันธุ์สามารถเปลี่ยนสีใบไปตามอายุส่วนใหญ่ขนาดใบนั้นก็มีหลากหลายตั้งแต่เล็กเท่าเหรียญบาทไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 2.50 เมตร

ภาพที่ 2.13 ใบบัวหลวง

3) ดอก เป็นดอกเดี่ยวออกจากเหง้าใต้ดินบนซอกใบบริเวณส่วนยอดในบัวฝรั่ง สำหรับบัวผันแทงดอกออกจากส่วนบนสุดของหัว ส่วนดอกบัวหลวงออกจากไหล ดอกบานที่ผิวน้ำหรือชูขึ้นเหนือน้ำ แต่ละดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (sepal) ที่มีตั้งแต่ 4-5กลีบเพื่อห่อหุ้มกลีบดอก (petal) ที่มีตั้งแต่ 10-40 กลีบ รูปทรงหลายแบบ เช่น รูปขอบขนาด รูปแถบ หรือรูปไข่ในบัวผัน บัวเผื่อน ผัวสาย และบัวฝรั่ง หรือรูปรีถึงรูปไข่ป้อมในบัวหลวง มีหลายสี เช่น ชมพูแดง ส้ม ส้มอ่อน เหลืองอ่อน ครีมขาว ฟ้าอมม่วง สีเหลือบต่าง ๆ และสีเขียวในบัวหลวงลูกผสมบางชนิด นอกจากนั้นยังพบลวดลายของกลีบดอกที่หลากหลายในลูกผสมใหม่ ๆ เช่น ลายกระ หรือลายซีก เป็นต้น สำหรับ

ความเข้มของสีกลีบดอกแปรผันได้ตามฤดูกาลและระยะดอกบานในแต่ละวัน อาจเข้มขึ้นหรือจางลง ส่วนจำนวนของกลีบดอกแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสกุลและชนิด บัวชนิดแท้หรือพันธุ์พื้นเมืองส่วนใหญ่มีจำนวนกลีบซ้อนน้อย รูปทรงดอกบานมี 3 แบบ คือ ทรงถ้วย ทรงครึ่งวงกลม ทรงค่อนวงกลม ขนาดของดอกขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพแวดล้อมในการปลูกเลี้ยง

บัวเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีเกสรตัวผู้ (stamen) อยู่ถัดจากกลีบดอกเข้าไปล้อมรอบฐานรังไข่ที่อยู่เหนือชั้นกลีบดอก มีอับเรณูสีเหลืองหรือสีเดียวกับกลีบดอกติดกับส่วนปลายก้านชูอับเรณู ยกเว้นลูกผสมบางชนิดที่เกสรเพศผู้พัฒนาไปเป็นกลีบดอกเรียกว่า petaloid ส่วนเกสรเพศเมีย (pistil) ประกอบด้วยยอดเกสรเพศเมีย (stigma) และรังไข่ (ovary) อาจอยู่เหนือวงศ์กลีบ (superior ovary) อาจอยู่เหนือวงศ์กลีบ (superior ovary) อยู่กึ่งใต้วงกลีบ (half-inferior ovary) หรืออยู่ใต้วงกลีบ (inferior ovary) ภายในรังไข่แบ่งเป็นช่อง (carpel) มีตั้งแต่ 5-45 ช่อง ภายในมีช่องไข่จำนวนมากแต่ละช่องอาจแยกกัน (apocarpous) หรือเชื่อมติดกัน (syncarpous) เมื่อดอกบัวบานวันแรกเกสรเพศผู้เรียงตัวเป็นระเบียบเผยให้เห็นยอดเกสรเพศเมียและมีน้ำต้อย (nectar) อยู่บนฐานรองดอกที่กึ่งกลางดอก ถ้าเกิดการผสมเกสร ในวันถัดมาเกสรเพศผู้จะโน้มเข้าหากัน สำหรับบัวหลวงรังไข่ชูเหนือวงกลีบ มีไข่อ่อนติดอยู่บนส่วนบนสุด ส่วนใหญ่ดอกบาน 3 วัน ยกเว้นบัวฝรั่งและบัวยักษ์ออสเตรเรียบางต้นบานได้นาน 4-7 วัน อาจบานตอนกลางวัน หุบตอนกลางคืน บานกลางคืน หุบกลางวัน และบานตลอดวัน ส่วนใหญ่มีกลิ่นหอม โดยเฉพาะในบัวผันและบัวหลวง เพื่อใช้ล่อแมลงให้เข้ามาผสมเกสร

4) ผลและเมล็ด หลังผสมเกสรจะติดผล ในบัวผัน บัวเผื่อน บัวสาย และบัวฝรั่งเป็นผลมีเนื้อ (berry) ภายในมีเมล็ดเล็ก ๆ จำนวนมากมีวุ้นหุ้มเมล็ด ส่วนบัวฝรั่งเมล็ดขนาดใหญ่ประมาณเมล็ดถั่วเขียวหรือเล็กกว่า เมื่อติดผลก้านดอกจะโค้งบิดตัวลงสู่ใต้ผิวน้ำ มีระยะเวลาการสุกของผลแตกต่างกันไป โดยทั่วไปประมาณ 3-4 สัปดาห์ เมื่อผลสุกแตกออกเมล็ดจะลอยไปตามน้ำแล้วจมลงสู่ผิวดินใต้น้ำเพื่องอกเป็นต้นอ่อนต่อไป สำหรับบัวหลวง รังไข่ฝังอยู่ในฐานรองดอกเป็นผลกลุ่มเรียกว่าฝักบัว เมื่อเกิดการผสมเกสร ฐานรังไข่เปลี่ยนจากสีเหลืองหรือเขียวอ่อนมาเป็นสีเขียวเข้ม และมีผลย่อย 10-15 ผล เป็นผลเปลือกแข็งเมล็ดเดียวสีเขียว ภายในมีเนื้อนำมารับประทานได้เมื่อแก่ เมล็ดไม่แตก แต่จะค่อย ๆ ร่วงหลังจากฝักแห้งและโรยลงสู่น้ำ

1.2.2.3 ประโยชน์ของบัว

บัว นอกจากจะใช้ปลูกประดับเพื่อความสวยงามแล้วยังตอบโจทย์ด้วนปัจจัยพื้นฐานของมนุษย์ได้ถึง 3 ด้าน ได้แก่ อาหาร ยา และเครื่องนุ่งห่ม มนุษย์เรียนรู้ว่า ทุกส่วนของบัวนั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาก ทั้ง ใบ ก้าน รอก ดอก เกสร เมล็ด ซึ่งบัวแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ทำให้ใช้งานได้หลากหลายตามไปด้วย จากการวิจัยพบว่าส่วนต่าง ๆ ของบัวมีสารจำพวกอัลคาลอยด์และอื่น ๆ มีผลต่อการไหลเวียนของโลหิตและความดันโลหิต ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดไปสู่งานวิจัยหรือการคิดค้นตัวยาใหม่ ๆ ที่สำคัญได้อีกด้วย ส่วนต่าง ๆ ของบัวมีประโยชน์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

1) รากและไหล บัวเป็นอาหารท้องถิ่นของเอเชีย ทั้งไทย ลาว จีน ประกอบอาหารได้ทั้งคาวและหวาน ส่วนใหญ่นำมาต้มหรือผัด นอกจากจะทำให้อิ่มท้องแล้ว ยังมีสรรพคุณทางยาหลายขนาน เช่น บรรเทาอาการร้อนใน ลดไข้ ทำให้ชุ่มคอ บำรุงกำลังและสายตา

2) ใบ ส่วนของใบบัวหลวง ใบอ่อนนำมาจิ้มแนมกับน้ำพริก หั่นฝอยชงดื่มแทนน้ำชา แก้กระหายน้ำและบรรเทาอาการร้อนใน บางตำรากล่าวว่าใช้ลดความดันโลหิต ใบแก่นิยมนำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มอาหาร เช่น ข้าวห่อใบบัว เพื่อเพิ่มกลิ่นหอมอันเป็นเอกลักษณ์ลงไป หรือนำมาโขลกให้ละเอียดผสมกับแอลกอฮอล์เพื่อใช้ทาบนผิวหนังลดอาการอักเสบ ส่วนใบแห้งใช้มวนบุหรี่ไทยหรือต้มน้ำดื่ม บำรุงโรคตับและแก้ไข้ บ้างก็ใช้เป็นส่วนผสมของยากันยุง ส่วนในด้านพิธีกรรมใช้รองเส้นผมในพิธีปลงผมบวชและรองเสาเอกในการปลูกบ้าน เป็นต้น

3) ก้าน ในอดีตนำ ใยบัวที่อยู่ในก้านบัวหลวงมาทำเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งชาวอินทา (Intha) ชนพื้นเมืองของพม่าแห่งทะเลสาบอินเล (Inle Lake) คิดค้นวิธีหักก้านบัวหลวงและดึงเอาใยที่อยู่ข้างในออกมาปั่นเป็นด้าย ว่ากันว่าต้องใช้ก้านบัวหลวงกว่าสามหมื่นก้านจึงจะได้ผ้าที่มีความยาวเพียงหนึ่งหลา นับเป็นกรรมวิธีที่ใช้เวลาและแรงงานมาก โดยมักให้สาวบริสุทธิ์ทอเพื่อถวายเป็นจีวรของสงฆ์ในเดือนพฤศจิกายน แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาเป็นสินค้าชนิดอื่น เช่น ผ้าพันคอ กระเป๋า ปลอกหุ้มวัสดุ และส่งออกไปยังต่างประเทศ สร้างรายได้ให้ชาวบ้านและผู้ส่งออก ส่วนในเมืองไทยมีผู้คิดค้นกรรมวิธีการผลิตเส้นใยบัวเชิงอุตสาหกรรม โดยก้านบัวหลวงที่เหลือใช้จากการทำนาบัวมาหมักและแยกเส้นใยด้วยเครื่องจักร ก่อนนำไปผสมกับฝ้ายเพื่อให้กระบวนการผลิตเป็นไปอย่างราบรื่นและเพิ่มความแข็งแรงทนทาน นอกจากนี้ก้านบัวหลวงยังสามารถนำมาตากแห้งแล้วใช้สูบแทนบุหรี่เพื่อรักษาอาการไซนัสอักเสบเช่นเดียวกันกับกลีบดอก

4) ดอก ส่วนดอกบัวหลวง เป็นสัญลักษณ์แห่งพระพุทธศาสนา พุทธศาสนิกชนชาวไทยใช้ถวายพระ เชื่อกันว่าการถวายดอกบัวสีขาวจะได้บุญมากกว่าการถวายดอกไม้ชนิดอื่น นอกจากนี้ยังนิยมปลูกประดับในบ่อ สระ หรืออ่างเพื่อชมความงาม สามารถนำมาสกัดทำน้ำมันหอมช่วยให้มีสมาธิและผ่อนคลาย ดอกแห้งใช้ชงกับน้ำดื่ม กลีบดอกนำมาตัดปลายออกให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมใช้มวนบุหรี่ไทย กลีบสดใช้ห่อเมี่ยง มีสรรพคุณในการบำรุงหัวใจและบำรุงครรภ์ ส่วนเกสรบัวหลวงเป็นหนึ่งในเกสรทั้งห้าตามตำรายาไทย บำรุงสายตาและทำให้สดชื่น ปัจจุบันยังมีการนำดอกบัวมาทำเป็นดอกไม้แห้ง โดยนำมาอบในทรายซิลิกาเพื่อให้ดอกบัวแห้งคงรูปเดิม นำมาปักแจกันได้นานหลายปี

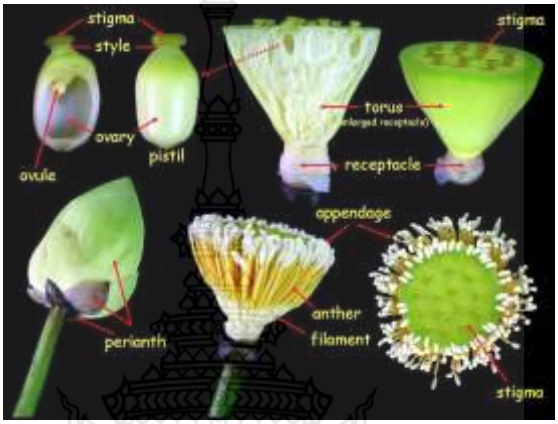
5) เมล็ด ส่วนของเมล็ดบัวหลวง หรือที่เรียกว่าเม็ดบัว ซึ่งคนไทยบริโภคกันมานานทั้งเมล็ดสดและเมล็ดแห้ง เมล็ดสดนิยมรับประทานเป็นอาหารว่าง ช่วยบำรุงเลือด ส่วนเมล็ดแห้งนำมาประกอบอาหารได้ทั้งคาวหวาน เช่น ข้าวผัด เม็ดบัวฉาบ หรือโรยหน้าขนมไทย เป็นส่วนผสมที่ดีต่อสุขภาพ เพราะอุดมไปด้วยวิตามินมากมาย นอกจากนี้ยังนำไปแปรรูปเป็นแป้งเพื่อเก็บรักษาได้นาน ส่วนดีบัวหรือต้นอ่อนสีเขียวรสขมที่อยู่ในเมล็ดบัวหลวงนั้นมีผู้นำมาสกัดทำยาโดยเฉพาะมีสรรพคุณช่วยลดความดันโลหิต แก้อาการนอนไม่หลับ และติดเชื้อในช่องปาก

2.1.3 ส่วนประกอบของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

2.1.3.1 ดอกบัวหลวง

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2558) กล่าวว่า บัวหลวงมีกลีบรวม (perianth) จำนวนมากหรือนักพฤกษศาสตร์บางท่านหรือตำราบางเล่มอาจแยกกลีบขนาดเล็ก 4 กลีบ ที่อยู่วงนอกสุดซึ่งมักร่วงหลุดง่ายตั้งแต่ระยะแรก ๆ ก่อนดอกบาน ให้เป็นกลีบเลี้ยง และเรียกกลีบที่เหลือที่มีขนาดใหญ่กว่าว่าเป็นกลีบดอก เกสรเพศผู้ (stamen) จำนวนมากเรียงเป็นวงซ้อนกันหลายวง ก้านชูอับเรณู (filament) สีขาว อับเรณู (anther) รูปยาวสีเหลือง

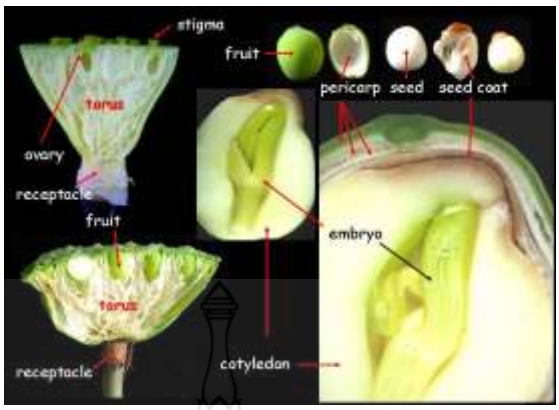
ปลายสุดของอับเรณูมีรยางค์ (appendage) รูปค่อนข้างรี สีขาวติดอยู่ เกสรเพศเมีย (pistil) จำนวนหลายอันเกิดอยู่บนฐานดอกที่นูนขึ้นมา เรียกฐานดอกนูน หรือ ทอรัส (torus) ที่ล้อมรอบชั้นเกสรเพศเมียเอาไว้ (โครงสร้างนี้คือส่วนที่เราเรียกว่าเป็นฝักบัว) แต่ไม่มีฐานดอกนูนไม่เชื่อมติดกับรังไข่ (ovary) รังไข่เหนือกลีบวง ก้านยอดเกสรเพศเมียสั้นมากหรือไม่มี ยอดเกสรเพศเมียลักษณะคล้ายแป้น เหนียว ยื่นโผล่พ้นฐานดอกนูนขึ้นมา



ภาพที่ 2.14 ส่วนประกอบของดอกบัวหลวง
ที่มา: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2558)

2.1.3.2 ผลบัวหลวง (เม็ดบัว)

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2558) กล่าวว่า ผลของบัวหลวงเป็นผลกลุ่ม ผลย่อยแต่ละผลอยู่ในโครงสร้างที่คนไทยเรียก “ฝักบัว” ซึ่งฝักบัวคือส่วนของฐานดอก (receptacle) บริเวณชั้นเกสรเพศเมียของดอกบัวหลวงที่เจริญแผ่กว้างออกและล้อมรอบรังไข่ (ovary) ของเกสรเพศเมีย (pistil) แต่ละอันไว้ เรียกฐานดอกที่ขยายขนาดลักษณะแบบในบัวหลวงนี้ว่า ฐานดอกนูน (torus) หลังการปฏิสนธิรังไข่แต่ละอันเจริญไปเป็นผลย่อย แต่ละผล ผลย่อยจึงติดอยู่ในฐานดอกนูนซึ่งขยายขนาดใหญ่ขึ้นมากกว่าปกติ ดังนั้นส่วนสีเขียวที่คนไทยชอบเรียก เม็ดบัว เป็นส่วนของผล (fruit) เปลือกหนานุ่มสีเขียวพัฒนามาจากผนังรังไข่ (ovary wall)ผลอ่อนเห็นแยกเป็น 3ชั้น เมื่อผลแก่ผนังผลจะแข็งมาก ส่วนเมล็ดที่แท้จริงคือส่วนเนื้อที่เราแกะออกมากิน โดยมีเยื่อสีขาวนุ่ม ๆ หุ้มอยู่ภายนอก ส่วนนี้เป็นเปลือกเมล็ด (seed coat) เมล็ดของบัวหลวงมีใบเลี้ยง 2 ใบที่มีลักษณะอวบหนา เป็นส่วนเนื้อที่เรารับประทาน ส่วนที่คนไทยเรียกดีบัวคือส่วนเอ็มบริโอที่มีสีเขียว



ภาพที่ 2.15 ส่วนประกอบของผลบัวหลวง
ที่มา: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2558)

2.1.3.3 แป้งเม็ดบัว

ปริญดา (2552) กล่าวว่า เม็ดบัวเป็นส่วนประกอบที่ใช้ในขนมไทยหลายชนิด ทั้งมีคุณค่าทางโภชนาการ แต่เม็ดบัวที่มีขายอยู่ในท้องตลาดมักเป็นเม็ดบัวแห้งจากจีนที่มีขนาดใหญ่กว่า จึงอยากจะเพิ่มมูลค่าให้กับเม็ดบัวไทย เมล็ดบัวไทยมีขนาดเล็ก ทั้งยังหาได้ยาก ทำให้ราคาเท่ากับเมล็ดบัวจากจีนที่มีขนาดใหญ่ ทำให้คนเลือกซื้อของจีนมากกว่า จึงศึกษาเชิงลึกเพื่อดูประโยชน์ของเมล็ดบัวไทย โดยศึกษาจากบัว 4 สายพันธุ์คือ บัวราชินีพันธุ์ปทุม บัวสีขาว พันธุ์บุญทริก บัวสัตตบุษต์และบัวสัตบงกช ในช่วงแรกยังหาตัวอย่างเมล็ดบัวสัตตบุษต์และบัวสัตบงกชไม่เพียงพอ เนื่องจากเป็นสายพันธุ์หายาก จึงทดสอบกับเม็ดบัวราชินีพันธุ์ปทุม, บัวสีขาว พันธุ์บุญฑริกเทียบกับเม็ดบัวจีนก่อนตัวอย่างเม็ดบัวถูกนำมาทำแห้งแล้วเข้าเครื่องบดให้เป็นผง จากนั้นนำมาทดสอบคุณค่าทางโภชนาการโดยเปรียบเทียบกับเม็ดบัวจากจีนผลที่ได้พบว่า บัวราชินีพันธุ์ปทุมมีไขมันสูงกว่าสายพันธุ์อื่น เหมาะกับนำไปทำขนม ในขณะที่ ใยอาหาร โปรตีนและอะไมเลส ใกล้เคียงกัน โดยเมื่อวิเคราะห์ผงแป้งจากเม็ดบัว 3 ชนิด พบว่า บัวไทยทั้ง 2 สายพันธุ์มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเม็ดบัวจากจีน 5-6 เท่า หลังจากพบคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ จึงศึกษาต่อในแง่ของการประยุกต์ใช้ โดยดูพฤติกรรมความหนืด ลักษณะการเกิดเจล การทนความร้อน รวมถึงการแข็งตัวของแป้งเม็ดบัว ซึ่งจะส่งผลต่อการนำไปใช้ในเชิงอาหารผลการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่า แป้งจากเม็ดบัวไทยมีความหนืด น้อยกว่า ทนความร้อนมากกว่า เมื่อเม็ดแป้งแตกตัว ความหนืดก็ไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้ช่วยย่นระยะเวลาในการประยุกต์ทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

2.1.3.4 เกสรบัวหลวง

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2555) กล่าวว่า ดอกบัวหลวงเมื่อบานเต็มที่ เก็บแยกเอาเฉพาะเกสรตัวผู้นำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม เมื่อแห้ง เป็นเส้น มีสีเหลือง มีกลิ่นหอม รสฝาด ลักษณะภายนอกคือ เกสรมีลักษณะเป็นเส้นบาง ๆ ตรงกลางเห็นเป็นร่องลึกลงไปขนาดความยาว 0.6-2 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 เซนติเมตร สีเหลืองอ่อน หรือสีน้ำตาลเหลือง ส่วนก้านชูเกสรตัวผู้รูปทรงกระบอกยาว 1.5-1.8 เซนติเมตร สีม่วงอ่อน มีกลิ่นหอมเฉพาะ รสฝาด

ตำรายาไทยเกสรบัวหลวงใช้บำรุงหัวใจ ทำให้ชุ่มชื่น บำรุงปอด บำรุงตับ บำรุงกำลัง คุมธาตุ แก้ลม รวมทั้งแก้ไข้ องค์ประกอบทางเคมีพบว่า เกสรบัวหลวง มีฟลาโวนอยด์หลายชนิด เช่น quercetin, luteolin, isoquercitrin, luteolinglucoside. รายงานพบว่ามีแอลคาลอยด์ด้วย จากการศึกษาทางเภสัชวิทยา สารกลุ่มฟลาโวนอยด์มีฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยเกสรตัวผู้เมื่อทดสอบด้วยวิธีทางเคมี มีฤทธิ์จับอนุมูลอิสระ DPPH โดยมีค่า EC50 เท่ากับ 42.05 ug/ml

ภาพที่ 2.16 ส่วนประกอบของเกสรบัวหลวง

2.1.3.5 น้ำตาล (Sugar)

อบเชย และ ขนิษฐา (2560) กล่าวว่าน้ำตาลโดยทั่วไป หมายถึง สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวาน และให้พลังงานแก่ร่างกาย ในทางเคมีเราสามารถแบ่งน้ำตาลออกเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำตาลชั้นเดียว (Monosaccharide) เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุคโตส เป็นต้น และน้ำตาลหลายชั้น (Oligosaccharide) ที่รู้จักกันดี คือ น้ำตาลทรายหรือน้ำตาลซูโครส (Sucrose) น้ำตาลทรายขาวผลิตได้โดยการเพิ่มเติมกระบวนการฟอกใสของน้ำอ้อยดิบ (Defecation)

2.1.3.6 กะทิ

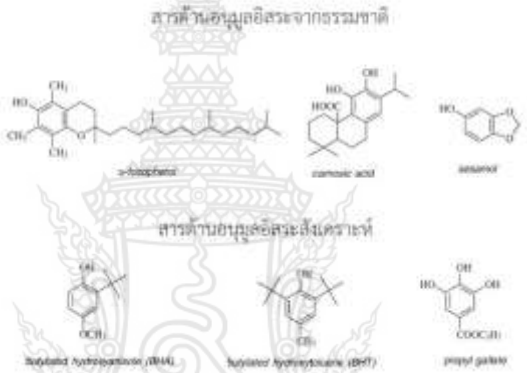
อบเชย และ ขนิษฐา (2560) กล่าวว่ากะทิเป็นส่วนที่สำคัญในการประกอบอาหารของคนไทยทั้งอาหารคาวและหวาน กะทิเป็นของเหลวที่ได้จากการบีบหรือคั้นจากเนื้อมะพร้าวสดที่ขูด มะพร้าวที่ใช้เตรียมกะทิมักต้องแก่จัด เพื่อให้ได้กะทิที่มีความเข้มข้นมาก กะทิมีไขมันร้อยละ 27-40 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่นำมาคั้นด้วย กะทิสดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างรวดเร็ว ทำให้บูดเสียได้ง่าย แต่ปัจจุบันมีอุตสาหกรรมที่ผลิตกะทิสำเร็จรูป แล้วผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อโรคโดยใช้ความร้อนเพื่อให้เก็บรักษาไว้ได้

2.1.3.7 ทองคำเปลว

ทองคำเปลวทำมาจากการตีทองจนเป็นแผ่นบางใช้สำหรับการปิดทองบนประพุทธรูปและนำมาใช้สำหรับตกแต่งขนมเพื่อให้เกิดความสวยงาม

2.1.4 อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร

อนุชิตา (2555) กล่าวว่าแอนติออกซิแดนซ์ บางครั้งเรียกสารต้านอนุมูลอิสระ หรือสารต้านออกซิเดชัน ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า “Antioxidant” หรือ “Antiradical” หมายถึงสารที่ทำหน้าที่ยับยั้งหรือต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือขจัดอนุมูลอิสระ เป็นสารที่มีสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ ในกรณีที่อยู่ในร่างกายสารแอนติออกซิแดนซ์จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่มีในร่างกาย โดยใช้ความเข้มข้นที่ค่อนข้างต่ำ ก็มีผลในการยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้แอนติออกซิแดนซ์ยังถูกประยุกต์ใช้เพื่อเป็นสารยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่าง ๆ หลายชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์อาหาร ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์ยา



ภาพที่ 2.16 สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติและสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์
ที่มา: พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2562)

ศิริธร (2557) กล่าวว่าสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) หมายถึง โมเลกุลของสารที่สามารถป้องกันหรือชะลอกระบวนการเกิดออกซิเดชัน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปยังสารออกซิไดส์ ปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถที่ให้เกิดอนุมูลอิสระ ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้จะเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติในอาหาร เกิดสารที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และยังสามารถทำลายคุณค่าทางโภชนาการด้วย นอกจากนั้นอนุมูลอิสระยังสามารถทำลายเซลล์ของร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระจึงจะเข้าไปยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่เหล่านี้ด้วยการเข้าจับกับอนุมูลอิสระและสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้

สารต้านอนุมูลอิสระมีบทบาทในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันทั้งในระบบของอาหาร (food system) และร่างกายมนุษย์ (human body) ในระบบของอาหารนั้นสารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยชะลอการเกิดออกซิเดชันของไขมันในอาหารและลดหรือกำจัดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในขั้นทุติยภูมิ ช่วยรักษาคุณภาพของอาหารด้านต่าง ๆ เช่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ และสีของอาหารในระหว่างการแปรรูปและการเก็บรักษา นอกจากนี้สารต้านอนุมูลอิสระยังช่วยลดการเกิดออกซิเดชันของโปรตีนและอันตรกิริยา (interaction) ระหว่างหมู่คาร์บอนิล

ของอนุพันธ์ลิพิดกับโปรตีน สำหรับในร่างกายมนุษย์นั้นสารต้านอนุมูลอิสระทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายของเซลล์ จากการเกิดออกซิเดชันโดยอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคต่าง ๆ และความแก่ชรา อนุมูลอิสระ (free radical) เป็นสารที่มีอิเล็กตรอนซึ่งไม่มีคู่ (unpaired electron) อยู่ในวงรอบของอะตอมหรือโมเลกุลทำให้ไม่เสถียรและสามารถไปจับกับอะตอมหรือโมเลกุลอื่นเกิดปฏิกิริยาเป็นลูกโซ่ เช่น อนุมูลไฮดรอกซี (hydroxyl radical) อนุมูลซุเพอร์ออกไซด์ (superoxide radical) อนุมูลเพอร์ออกซี (peroxyradical) อนุมูลแอลคอกซี (alkoxyradical) อนุมูลไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide radical) เป็นต้น ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้เกิดได้จากปัจจัยทั้งภายในภายนอกร่างกาย ปัจจัยภายในร่างกาย เช่น การเผาผลาญอาหาร การหายใจ การออกกำลังกาย การติดเชื้อ และความเครียด ส่วนปัจจัยภายนอกร่างกาย ได้แก่ อาหารที่เกิดการออกซิไดส์ในระหว่างกระบวนการแปรรูป การเก็บรักษา สารกันบูด ยาฆ่าแมลง แสงอัลตราไวโอเลต และมลพิษต่าง ๆ เป็นต้น โดยปกติหากเกิดอนุมูลอิสระในร่างกายหรือร่างกายได้รับสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้จากภายนอกร่างกายจะมีกลไกในการกำจัดอนุมูลอิสระเหล่านี้ได้ 2 วิธี คือ ใช้เอนไซม์ในร่างกายที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น เอนไซม์ซุเพอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (superoxide dismultase) เอนไซม์กลูตาไทโอนเพอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) เอนไซม์คาตาเลส (catalase) เป็นต้น และสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ใช่เอนไซม์ ได้แก่ วิตามินอี (tocopherol) บีตา-แคโรทีน (beta-carotene) และวิตามินซี แต่เนื่องจากกลไกของร่างกายมีข้อจำกัดในการกำจัดอนุมูลอิสระเหล่านี้ให้หมดไปได้ จึงมีความจำเป็นต้องได้รับสารต้านอนุมูลอิสระจากแหล่งภายนอกโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากอาหาร เพื่อให้เพียงพอต่อความจำเป็นของร่างกาย อีกหนึ่งปัจจัยที่ควรพิจารณาคือ การหลีกเลี่ยงการรับอนุมูลอิสระจากภายนอกเข้าไป โดยเฉพาะจากอาหารที่เราจำเป็นต้องบริโภคทุกวัน ดังนั้นการป้องกันการเกิดออกซิเดชันในอาหารจึงจำเป็นอย่างยิ่ง นอกจากนี้การแสวงหาแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพปลอดภัยต่อผู้บริโภคจึงมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารและวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ศิริธร (2557) กล่าวว่าสารต้านอนุมูลอิสระมีการนำมาใช้ครั้งแรกตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ใช้เป็นวัตถุกันเสีย ปัจจุบันได้รับความนิยมและมีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เหตุผลที่สำคัญ 5 ประการ คือ

1) เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชันทั้งในระหว่างกระบวนการผลิตและการเก็บรักษา จึงมีการนำมาใช้ทั้งสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ เช่น บิวทิเลเทตไฮดรอกซีโทลูอีนหรือบีเอชที (butylatedhydroxytoluene; BHT) และการใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ เช่น สารพอลิฟีนอล (polyphenol) วิตามินอี ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เป็นต้น

2) ร่างกายมนุษย์สามารถดูดซึมสารต้านอนุมูลอิสระในอาหารมาใช้ประโยชน์ได้

3) สามารถใช้ประโยชน์จากอนุพันธ์ของสารต้านอนุมูลอิสระได้

4) ใช้ประโยชน์ในการรักษาโรค เช่น ใช้เป็นสารต้านมะเร็ง (anti-cancer agent) สารต้านการอักเสบ (anti-inflammatory agent) เป็นต้น

5) ใช้ประโยชน์ในด้านเวชสำอางมากขึ้น

2.1.4.1 ชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระ

ศิริธร (2557) กล่าวว่าการเกิดออกซิเดชันในอาหารเป็นปัญหาที่ต้องให้ความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากมีความยุ่งยากในการควบคุมและการจัดการ ทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ มีผลกระทบต่ออายุการเก็บรักษา และคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์จากการสลายตัวของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในระหว่างการเกิดออกซิเดชัน การยับยั้งการเกิดออกซิเดชันสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ป้องกันการสัมผัสกับอากาศ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การยับยั้งเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน การกำจัดออกซิเจนออกจากระบบ การลดระดับความดันของออกซิเจนภายในระบบ การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม และการกำจัดตัวเร่งปฏิกิริยาต่าง ๆ ออกจากระบบ เป็นต้น สารต้านอนุมูลอิสระสามารถจำแนกออกได้ตามโครงสร้างและกลไกการต้านการเกิดออกซิเดชันที่แตกต่างกันดังนี้

1) สารต้านอนุมูลอิสระทั่วไป (general antioxidant) สารต้านอนุมูลอิสระทั่วไปจะมีบทบาทสำคัญในการทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระแล้วกลายเป็นสารประกอบที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยา โดยทั่วไปกลไกการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระจะทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระเพอร์ออกซีและแอลคอกซี ที่เกิดจากการสลายตัวของสารประกอบเพอร์ออกไซด์

2) สารช่วยให้สารประกอบเพอร์ออกไซด์ความคงตัว (peroxide stabilizer) สารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มนี้มีบทบาทในการป้องกันหรือยับยั้งการสลายตัวสารประกอบเพอร์ออกไซด์ไปเป็นอนุมูลอิสระ

3) สารเสริมฤทธิ์ (synergists) สารเสริมฤทธิ์เป็นสารที่ไม่มีกิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระ แต่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้สารต้านอนุมูลอิสระสามารถทำงานได้ดีในลักษณะการรวมพลังให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีขึ้นกว่าเดิม

4) สารคีเลต (chelating agent) สารคีเลตหรือสารจับโลหะเป็นสารที่ทำหน้าที่ในการจับโลหะที่เป็นตัวกระตุ้นให้สารประกอบเพอร์ออกไซด์สลายตัวไปเป็นอนุมูลอิสระ เมื่อสารคีเลตจับโลหะเกิดเป็นสารประกอบที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยา ส่งผลให้โลหะไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาต่อได้

5) สารจับออกซิเจนซิงเกลต (singlet oxygen quencher) สารจับออกซิเจนซิงเกลตหนือสารจับออกซิเจนเดี่ยว มีบทบาทในการเปลี่ยนซิงเกลตออกซิเจนหรือออกซิเจนที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยว (singlet oxygen) มีอยู่ในสถานะถูกกระตุ้น ไปเป็นทริพเลตออกซิเจนหรือออกซิเจนที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยว 2 ตัว (triplet oxygen) ที่อยู่ในสถานะพื้น (ground state) ซึ่งมีความเสถียร

2.1.4.2 ความสัมพันธ์สารต้านอนุมูลอิสระต่อการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในอาหาร

1) การเกิดออกซิเดชันในอาหาร การเกิดออกซิเดชันในอาหารมีความสัมพันธ์ต่อผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นสาเหตุของการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ เกิดกลิ่นรสที่ไม้พึงประสงค์ มีสีผิดปกติ และเกิดสารประกอบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

การเกิดออทอกซิเดชั่นหรือการเกิดออกซิเดชันด้วยตนเอง การเกิดออทอกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นเองหรือปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยตนเอง เป็นการเกิดออกซิเดชันของน้ำมันและไขมันในอาหารที่เกิดขึ้นตรงตำแหน่งพันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว

โดยเฉพาะกรดไขมันที่มีพันธะคู่จำนวนมากปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดออทอกซิเดชันของไขมันในอาหาร ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนภายในระบบระดับความไม่อิ่มตัวของกรดไขมัน ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ การสัมผัสกับแสง อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา และการมีสารโปรออกซิแดนซ์ (prooxidant) โดยเฉพาะอย่างยิ่งทองแดงและสารประกอบอินทรีย์บางชนิด เช่น โมเลกุลของฮีม (heme) และเอนไซม์ลิพอกซิเดส (lipoxidase) ปฏิกิริยาการเกิดออทอกซิเดชันจะเป็นปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นเริ่มต้น (initiation) ขั้นต่อเนื่อง (propagation) และขั้นสิ้นสุด (termination)

2) ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดออกซิเดชันในอาหาร

อัตราเร็วในการในการเกิดออกซิเดชันของไขมันในอาหารแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างทั้งทางด้านกายภาพและเคมี ดังนี้

2.1) กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในอาหาร เนื่องจากในอาหารแต่ละชนิดจะมีกรดไขมันเป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน กรดไขมันเหล่านั้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนคาร์บอนอะตอม ตำแหน่งและการจัดเรียงตัวของพันธะคู่ กรดไขมันที่มีพันธะคู่มากจะเกิดได้เร็วกว่า ส่วนกรดไขมันที่มีการจัดเรียงตัวแบบซิส จะเกิดออกซิเดชันได้เร็วกว่าแบบทรานส์

2.2) ออกซิเจน การที่มีปริมาณออกซิเจนในระบบสูงจะส่งผลให้อัตราเร็วในการเกิดออกซิเดชันเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับความดันไอภายในของออกซิเจน อย่างไรก็ตามปริมาณของออกซิเจนภายในระบบยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ด้วย เช่น อุณหภูมิ พื้นที่ผิวสัมผัส และการจัดเรียงตังของอิเล็กตรอน

2.3) กรดไขมันอิสระ ปริมาณของกรดไขมันอิสระจะแปรผันตรงกับการเกิดออกซิเดชันภายในอาหารโดยกรดไขมันอิสระถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่าเอสเทอร์หรือกลีเซอรอล

2.4) พื้นที่ผิวสัมผัส พื้นที่ผิวสัมผัสมีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เมื่ออาหารมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากอัตราการเกิดออกซิเดชันก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย สำหรับในอาหารที่เป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water) อัตราการเกิดออกซิเดชันจะขึ้นอยู่กับอัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนเข้าไปยังเฟสของน้ำมัน

2.5) อุณหภูมิ อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อความดันย่อยของออกซิเจน โดยเมื่ออุณหภูมิลดลงจะส่งผลให้การละลายของออกซิเจนในไขมันและน้ำมันลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความดันย่อยของออกซิเจนจะส่งผลต่ออัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนั้นการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิยังส่งผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

2.6) ความชื้น ความชื้นมีผลต่ออัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำอิสระ (water activity) ที่มีอยู่ในอาหาร โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นได้สูงที่ปริมาณน้ำอิสระต่ำ และ ลดลงจนถึงต่ำสุดที่ปริมาณน้ำอิสระ 0.3-0.5 แต่เมื่อปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้นสูงกว่า 0.55 อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากมีปริมาณน้ำมากพอทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) และออกซิเจนภายในอาหาร

2.7) โปรออกซิแดนท์ โลหะบางชนิดที่ปนเปื้อนหรือสัมผัสกับอาหารในระหว่างกระบวนการแปรรูปหรือเก็บรักษามีสมบัติในการเป็นโปรออกซิแดนท์ได้ เช่น เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และนิกเกิล เป็นต้น ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นหรือส่งเสริมให้เกิดอนุมูลอิสระในอาหาร

2.8) สารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยในการยับยั้งหรือชะลออัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระนั้นมีทั้งชนิดที่เป็นสารสังเคราะห์ เช่น บีเอชเอ บีเอชที โปรพิลแกลเลต และทีบีเอชคิว เป็นต้น และสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ เช่น วิตามินและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ เป็นต้น

2.9) การเกิดอิมัลชัน (emulsification) อาหารที่เป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water) หยดน้ำมันจะกระจายตัวอยู่ในตัวกลางที่เป็นน้ำ ออกซิเจนจะต้องแพร่กระจายผ่านตัวกลางที่เป็นน้ำเข้าไปยังหยดน้ำมันผ่านชั้นระหว่างผิวของน้ำกับน้ำมัน ดังนั้นอัตราการเกิดออกซิเดชันจึงขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ชนิดและความเข้มข้นของอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ (emulsifying agent) ขนาดของอนุภาคหยดน้ำมัน พื้นที่แรงตึงระหว่างเฟส ความหนืดของตัวกลางที่เป็นน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และส่วนประกอบของตัวกลาง เป็นต้น

2.1.4.3 การยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในอาหาร

การยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในอาหารสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งการยับยั้งทางกายภาพ เช่น การควบคุมปัจจัยภายนอกไม่ว่าจะเป็น อุณหภูมิ แสง หรือความร้อน เป็นต้น และการยับยั้งทางเคมี เป็นการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในกลไกการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของกระบวนการ ในที่นี้จะกล่าวถึงการยับยั้งทางเคมีเป็นหลัก โดยการใช้สารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่าง ๆ เข้าไปช่วยในกระบวนการดังกล่าว สำหรับการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในอาหารมี 4 วิธี คือ การลดปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการเกิดออกซิเดชันในอาหาร การยับยั้งการเกิดออทอกซิเดชัน การยับยั้งการเกิดออกซิเดชันโดยแสง และการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันจากเอนไซม์

2.1.4.4 บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระต่อสุขภาพ

อนุมูลอิสระสามารถเกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์ได้จากปัจจัยทั้งภายในร่างกาย เช่น การเผาผลาญของร่างกาย การออกกำลังกาย และความเครียด และปัจจัยภายนอกร่างกาย เช่น การอักเสบ การติดเชื้อ รังสีจากอัลตราไวโอเลตและแสงแดด เป็นต้น ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้เป็นสารไม่เสถียรมีพลังงานสูง เป็นผลทำให้เกิดการทำงานของเซลล์ผิดปกติ ร่างกายจึงเกิดโรคและพยาธิสภาพต่าง ๆ เช่น เกิดการอักเสบ ผนังหลอดเลือดแข็งตัว การทำลายเนื้อเยื่อ เกิดความชราและความเสื่อมของเซลล์ เป็นต้น ร่างกายจำเป็นต้องมีระบบต้านอนุมูลอิสระเพื่อรักษาและป้องกันตนเอง เพื่อให้โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ภายในร่างกายทำงานได้อย่างปกติ สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่สามารถป้องกันไม่ให้เกิดโรคที่เกิดจากความเสียหายของเซลล์ เกิดจากกระบวนการทางร่างกายตามธรรมชาติและจากการสัมผัสกับสารเคมีบางชนิด หลักฐานทางระบาดวิทยายังคงความรู้พื้นฐานว่าสารต้านอนุมูลอิสระสามารถช่วยป้องกันหรือมีผลต่อการพัฒนากลไกของโรค นอกจากนี้ยังพบว่าสารต้านอนุมูลอิสระอาจมีบทบาทในการควบคุมโรคเบาหวานระยะที่ 2 ได้ด้วย สารต้านอนุมูลอิสระเป็นเป้าหมายหลักในการโจมตีของอนุมูลอิสระ ดังนั้นสารต้านอนุมูลอิสระจำเป็นต้องมีการสร้างขึ้นมาทดแทนหรือได้รับจากสารอาหาร ซึ่งมีบทบาทต่อสุขภาพ ดังนี้

2.1.4.5 บทบาทต่อการต้านอนุมูลอิสระและภาวะเครียด

โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตจะมีกระบวนการรักษาสมดุลระหว่างการสร้างและทำลายอนุมูลอิสระที่ร่างกายสร้างขึ้น เช่น อนุมูลอิสระกลุ่มไนโตรเจน (reactive nitrogen species; RNS) และอนุมูลอิสระกลุ่มออกซิเจน (reactive oxygen species; ROS) เป็นต้น เมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะเครียดจะมีการสร้างอนุมูลอิสระเกิดขึ้น โดยไมโทคอนเดรียจะเป็นแหล่งของอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น ซุปเปอร์ออกไซด์ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ และอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ภายใต้สภาวะปกติของการกำจัดอนุมูลอิสระจะถูกควบคุมโดยเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ เป็นสารที่สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระได้โดยตรงเพื่อหยุดปฏิกิริยาหรือกำจัดอนุมูลอิสระให้หมดไป การได้รับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์หรือจากอาหาร เช่น ผัก ผลไม้ และสมุนไพร ซึ่งมีสารพอลิฟีนอลฟลาโวนอยด์ วิตามินซีและวิตามินอี เป็นองค์ประกอบในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจะช่วยลด หรือป้องกันการทำลายสารชีวโมเลกุลจากอนุมูลอิสระดังกล่าว

Kumin และคณะ (2006) ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานต่อการเกิดออกซิเดชันและผลของสารต้านอนุมูลอิสระต่อการป้องกันการเกิดออกซิเดชันในม้า พบว่าการให้สารต้านอนุมูลอิสระกับม้าจะช่วยป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระและภาวะเครียดในระหว่างการออกกำลังกายได้เป็นอย่างดี

2.1.4.6 บทบาทต่อการเกิดออกซิเดชันไลโพโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (LDL)

การเกิดภาวะเครียดส่งผลต่อการเกิดออกซิเดชันของโมเลกุลของไขมันได้โดยเฉพาะไลโพโปรตีนความหนาแน่นต่ำ สามารถเกิดขึ้นได้กับหลายส่วนของเซลล์ โดยตำแหน่งแรกที่เกิดออกซิเดชัน คือ บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะดังกล่าวมาจากอนุมูลอิสระที่ร่างกายสร้างขึ้นมาหรือรับจากภายนอก การเกิดออกซิเดชันของ LDL ส่งผลต่อการทำลาย endothelialcellโดยเม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ (monocyte) และลิมโฟไซต์ (lymphocyte) ทำปฏิกิริยากับ LDL ที่ถูกออกซิไดส์ เกิดเป็น foam cell ส่งผลให้เซลล์เกิดการทำงานผิดปกติและเป็นสาเหตุต่อการเกิดหลอดเลือดหัวใจตีบตัน (atherosclerosis) ได้

2.1.4.7 บทบาทต่อการป้องกันหัวใจหลอดเลือดตีบตัน(cardiovasculardisease)

โรคหัวใจและโรคหลอดเลือด เป็นกลุ่มโรคที่เป็นปัญหาสำคัญด้านสาธาณสุขของทั่วโลก หลอดเลือดหัวใจตีบตัน

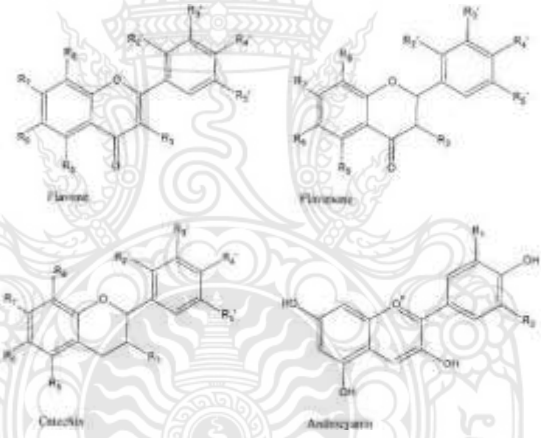
2.1.5 สารพฤกษเคมี

ชยันต์ และคณะ (2547) กล่าวว่าจากการศึกษาพบว่าสารสกัดจากเกสรดอกบัวหลวง (Lotus Stamen Extract) ช่วยในการต่อต้านอนุมูลอิสระ ลดริ้วรอยก่อนวัย ลดรอยแดงของสิว ทำให้ผิวเปล่งปลั่ง โดยพบว่าสารสกัดในเกสรดอกบัวหลวงประกอบไปด้วยสารพฤษเคมีที่สำคัญคือ kaempferol , kaempferol 3- D- glucopyranoside. ส่วนใหญ่เป็นสารที่ให้ค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาเริ่มต้นได้ดี เท่ากับวิตามินอี โดยมีคุณสมบัติในการกำจัดอนุมูลอิสระ กระตุ้นการสร้างเซลล์ใหม่ และช่วยการผลัดเซลล์ผิว ช่วยในการยับยั้งเอนไซน์ไทโรซิเนสที่เป็นสาเหตุของผิวหมองคล้ำ

2.1.5.1 ฟลาโวนอยด์

พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา (2562) กล่าวว่า ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เป็นสารประกอบฟินอล (phenolic compounds) ประเภทพอลิฟีนอล (polyphenol) มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนแอโรมาติก (aromatic ring) ที่มีจำนวนหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) รวมอยู่ในโมเลกุล ตั้งแต่ 2 วงขึ้นไป สามารถละลายในน้ำได้ ส่วนใหญ่มักพบอยู่รวมกับน้ำตาล ในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycoside) สารประกอบ flavonoids ได้แก่ flavonol, flavonone, flavone, isoflavone, flavonolcatechinและ anthocyanins

Naringin เป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ให้รสขมในเปลือกของผลไม้พืชตระกูลส้ม (citrus fruit) catechin พบในใบชาพบมากในชาเขียว สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ จัดเป็น nutraceutical มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) โดยทำหน้าที่ในการหน่วงเหนี่ยวหรือเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) จึงช่วยหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระได้ แหล่งของอาหารที่พบฟลาโวนอยด์มาก ได้แก่ พืช ผักและผลไม้ เช่น ยอ ถั่วเหลือง กระชายดำ สารสกัดจากเมล็ดองุ่น รวมทั้งเครื่องดื่มต่าง ๆ เช่น ชา และไวน์ เป็นต้น



ภาพที่ 2.17 สารฟลาโวนอยด์ที่พบในพืช
ที่มา: พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2562)

2.1.5.2 แคโรทีนอยด์

พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา (2562) กล่าวว่า แคโรทีนอยด์ (carotenoid) เป็นรงควัตถุ (pigment) สีเหลือง ส้ม แดง และส้ม-แดง พบทั่วไปในพืช และสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ทำงานร่วมกับคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสีเขียว ทำหน้าที่ ดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์ เพื่อการสังเคราะห์แสงและช่วยการเจริญเติบโตของพืช และป้องกันอันตรายจากแสง (photoprotective agents) ในอุตสาหกรรมอาหาร ใช้เป็นสีผสมอาหาร (food color) จากธรรมชาติ เป็นกลุ่มสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย ช่วยต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) โครงสร้างหลักของรงควัตถุกลุ่มนี้คือ การเป็นสายไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 40 อะตอม เป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง แคโรทีนอยด์ จำแนกได้เป็น

2 กลุ่มย่อย ดังนี้ แคโรทีน (Carotene) เป็นรงควัตถุที่มีสีส้ม หรือส้ม-แดง เป็นสายยาวของไฮโดรคาร์บอน และ แซโทฟิวส์ (xanthophyll) มีสีเหลือง หรือส้ม-เหลือง เป็นสายยาวของ ไฮโดรคาร์บอน ที่มีออกซิเจน O เป็นองค์ประกอบ ซึ่งแซนโทฟิวส์ มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับระดับ oxidation ของโมเลกุล แคโรทีนอยด์ในอาหารธรรมชาติมีประมาณ 600 ชนิด ที่พบมากมี 6 ชนิด คือ แอลฟา-แคโรทีน (alpha-carotene) บีตา-แคโรทีน (beta-carotene) บีตา-คริพโตแซนทิน (beta-cryptoxanthin) ไลโคพีน (lycopene) ลูทีน (lutein) ซีแซนทีน (zeaxanthin)

2.1.5.3 สารประกอบฟีนอล

พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา (2562) กล่าวว่า สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) หรือสารประกอบฟีนอล เป็นสารที่พบตามธรรมชาติในพืชหลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เครื่องเทศ สมุนไพรถั่วเมล็ดแห้ง เมล็ดธัญพืช ซึ่งถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเจริญเติบโต สารประกอบฟีนอลมีโภชนเภสัช ซึ่งสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพคือ มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) สามารถละลายได้ในน้ำ สารประกอบฟีนอลที่พบในพืชมักจะรวมอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycoside) น้ำตาลชนิดที่พบมากที่สุดในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล คือ น้ำตาลกลูโคส (glucose) และพบว่าอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือสารประกอบ ฟีนอลกับสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดอินทรีย์ (organic acid) รวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีน แอลคาลอยด์ (alkaloid) และเทอร์พีนอยด์ (terpenoid) เป็นต้น สารประกอบฟีนอลหลายชนิดมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและเป็นสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagrns) มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ สามารถการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอล จะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ (free radical) และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่น ๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระ (free radical) ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ ที่มีอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุ แต่สารต้านอนุมูลอิสระจะถูกทำลายไปด้วย

2.1.5.4 ใยอาหาร

พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา (2562) กล่าวว่า เส้นใยอาหาร (dietary fiber) หมายถึง ส่วนผนังเซลล์ของพืช เช่น ผัก ผลไม้ เมล็ดธัญพืช ที่ไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหาร จึงไม่ให้พลังงาน ประเภทของเส้นใยอาหารแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ (insoluble dietary fiber) หมายถึงเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ แต่จะพองตัวในน้ำเหมือนฟองน้ำ ไม่ให้ความหนืด ทำให้เพิ่มปริมาตรน้ำในกระเพาะอาหาร จึงรู้สึกอิ่ม เส้นใยอาหารเหล่านี้ แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ไม่สามารถย่อยได้ ช่วยเพิ่มเนื้ออุจจาระ ลดปัญหาท้องผูกได้ และลดความเสี่ยงของมะเร็งลำไส้ใหญ่ ได้แก่ เซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ลิกนิน (Lignin) และเส้นใยอาหารที่ละลายได้ในน้ำ (soluble dietary fiber) หมายถึงเส้นใยอาหารที่เมื่อละลายในน้ำแล้วดูดซับน้ำไว้กับตัว ทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น สารเหล่านี้ร่างกายย่อยไม่ได้ แต่แบคทีเรียที่อาศัยในสำไส้ใหญ่สามารถย่อยได้ ตัวอย่างของเส้นใยอาหารที่ละลายได้ในน้ำ เช่น resistant starch เช่น maltodextrin- inulin , Oligosaccharide เช่น fructo-oligosaccharide , unabsorb sugar เช่น sugar alcohol , heteropolysaccharide เช่น pectin ผักและเมล็ดธัญพืชทั้งเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการขัดขาว เป็นแหล่งสำคัญของเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำ ส่วนผลไม้และถั่วเมล็ดแห้งเป็นแหล่ง

ของเส้นใยอาหารที่ละลายได้ในน้ำ การได้รับเส้นใยอาหารทั้ง 2 กลุ่ม ในปริมาณที่เหมาะสม จะทำให้เกิดความสมดุลของระบบทางเดินอาหาร เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

2.1.6 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา (2562) กล่าวว่า การวิเคราะห์อาหารเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร หรือผลิตภัณฑ์อาหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อจะได้ทราบว่าอาหารนั้นมีคุณค่าทางโภชนาการเป็นอย่างไร และมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นที่ยอมรับว่าได้มาตรฐานหรือไม่ซึ่งชนิดของตัวอย่างอาหารที่นำมาวิเคราะห์จะแตกต่างกัน ดังนั้น ชนิดของตัวอย่างอาหารและวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ จะเป็นตัวกำหนดวิธีการวิเคราะห์ที่จะเลือกใช้ โดยเฉพาะความรวดเร็ว ความแม่นยำ และความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ที่ได้ เป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสม นอกจากนี้การวิเคราะห์จะประสบความสำเร็จได้ ยังขึ้นอยู่กับวิธีการสุ่มเลือกตัวอย่างอาหาร และและวิธีการเตรียมตัวอย่างอาหารที่จะนำมาวิเคราะห์ รวมทั้งการคำนวณและผลการทดลองที่วิเคราะห์ได้ การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบหลักในอาหารมีกลุ่มใหญ่ ๆ 6 กลุ่ม ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่

ตารางที่ 2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบหลักในอาหาร

กลุ่มสาร	วิธีการวิเคราะห์
ความชื้น (moisture cotent)	การวิเคราะห์ความชื้นด้วยการอบแห้ง
เถ้า (ash)	เผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส
โปรตีนรวม (crude protein ,CP)	Kjeldahl method
ไขมัน (ether extract ,EE)	สกัดตัวอย่างด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์
ใยอาหาร (fiber)	
คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (nitrogen free extract, NFE)	

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2562)

2.1.6.1 ความชื้น (moisture content)

ความชื้นเป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งของอาหาร เนื่องจากความชื้นมีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหาร (food spoilage) โดยเฉพาะการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ (microbial spoilage) ซึ่งกระทบต่ออายุการวางจำหน่าย (shelf life) อาหารที่มีความชื้นหรือปริมาณน้ำสูงจะเป็นอาหารที่เสื่อมเสียง่าย (perishable food) เนื่องจากมีสภาวะเหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และรา ความชื้นมีผลต่อความปลอดภัยทางอาหาร (food safety) อาหารที่มีน้ำสูงเหมาะกับการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) และการสร้างสารพิษ (toxin) ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ รวมถึงการสร้างสารพิษของรา (mycotoxin) เช่น aflatoxinและ patulinซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

ความชื้นมีผลต่อสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงความร้อนของอาหารด้านต่าง ๆ เช่น จุดหลอมเหลว จุดเดือด การนำความร้อน (thermal conductivity) ความร้อนจำเพาะ (specific heat) ความชื้นมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของอาหาร ได้แก่ เนื้อสัมผัส (texture) เช่น ความกรอบ ความหนืด (viscosity) การเกาะติดกันเป็นก้อน (caking) ความชื้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ที่มีผลกระทบทางลบต่ออาหารระหว่างการเก็บรักษา เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) ปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) ความชื้นมีผลต่อการกำหนดราคาสินค้า เช่น ข้าว เมล็ดธัญพืช กำหนดราคารับซื้อผันแปรตามปริมาณความชื้นปริมาณความชื้น นิยมบอกเป็นเปอร์เซ็นต์มี 2 รูปแบบคือ

1) ความชื้นฐานเปียก (wet basis) เป็นค่าความชื้นที่มักใช้ในทางการค้า เป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ความชื้นโดยทั่วไปในชีวิตประจำวัน มักบอกเป็นเปอร์เซ็นต์

2) ความชื้นฐานแห้ง (dry basis) เป็นค่าที่นิยมใช้กันในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้ง (dehydration) ช่วยให้คำนวณได้สะดวก เนื่องจากน้ำหนักแห้งของอาหารจะคงที่ อาจบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือ จำนวนกรัมของน้ำต่อจำนวนกรัมของของแข็ง (g H_2O/ g solid)

การวัดความชื้นของอาหารน้ำที่มีอยู่ในอาหารแต่ละชนิดมีการยึดติดอยู่ในโครงสร้าง หรือโมเลกุลของสารอื่น ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของอาหารในรูปแบบ และความแข็งแรงต่างกัน ทำให้เทคนิคที่ใช้สำหรับการหาความชื้นของอาหารแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ทั้งความยากง่าย ความซับซ้อนของอุปกรณ์ และความถูกต้องแม่นยำของค่าที่ได้ วัตถุประสงค์หลักของบทนี้จึงเป็นการแนะนำให้รู้จักวิธีการหาความชื้นในอาหารแบบต่าง ๆ ข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธี เพื่อสามารถเลือกนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม

- การวัดความชื้นโดยตรง (direct method) เป็นการวัดปริมาณที่มีอยู่ในอาหารโดยตรง สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การแยกเอาน้ำออกด้วยวิธีทางกายภาพ เช่น การอบแห้ง ทำให้น้ำระเหยออกไป การกลั่นแยกเอาน้ำออกจากอาหาร หรือการใช้วิธีการทางเคมี โดยการใช้สารเคมีทำปฏิกิริยากับน้ำ เป็นต้น วิธีการวัดโดยตรงเป็นการวัดที่ทำลายตัวอย่าง แต่ละวิธีจะมีความถูกต้องแตกต่างกัน วิธีที่มีการยอมรับกันทั่วไปว่ามีความถูกต้องแม่นยำสูง จะนิยมใช้เป็นค่าความชื้นมาตรฐานเพื่อใช้ปรับเทียบค่าที่ได้จากการวัดด้วยวิธีการอื่นๆ ก่อนนำค่าที่ได้ไปใช้ประโยชน์

- การวัดโดยอ้อม (indirect methods) เป็นการวัดสมบัติทางไฟฟ้าของเมล็ดพืชด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น วัดค่าความจุไฟฟ้า การวัดความชื้นโดยทางอ้อมมีจุดเด่นตรงรู้ผลเร็ว สะดวก และทำได้บ่อย จุดด้อยคือ ค่าที่ได้จากการวัดเป็นค่าโดยประมาณการ การวัดโดยอ้อมวัดได้หลายวิธีเช่นกันคือ

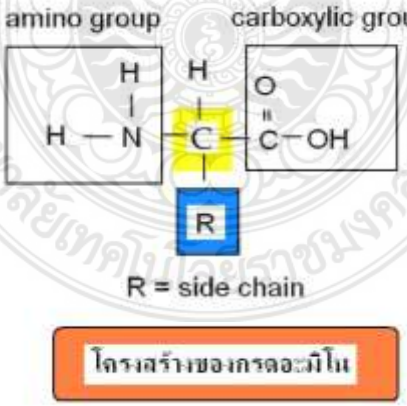
(1) การวัดความต้านทานไฟฟ้า (resistance) อุปกรณ์วัดความต้านทานไฟฟ้าของเมล็ดพืช ทำได้โดยบรรจุเมล็ดพืชตัวอย่างลงช่องว่างระหว่างขั้วไฟฟ้าในภาชนะปิดแน่น ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่วัดได้จะแปรเป็นค่าปริมาณความชื้น

(2) ความจุไฟฟ้า (capacitance) ตัวอย่างจะถูกบรรจุในภาชนะปิด โดยผนังภาชนะทำหน้าที่ปล่อยกระแสไฟฟ้าความถี่สูงออกมา การวัดวิธีนี้จำเป็นต้องใช้ตารางคาลิเบรชัน (calibration) ประกอบด้วยค่าความชื้นที่ได้จากการวัดด้วยวิธีนี้จะมีความแม่นยำมากกว่าการวัดจากค่าความต้านทานไฟฟ้า

(3) ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) เป็นวิธีหาค่าความชื้นในเมล็ดพืช จากการวัดความชื้นสัมพัทธ์ในช่องอากาศระหว่างเมล็ด เนื่องจากปริมาณความชื้นในเมล็ดจะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในช่องอากาศระหว่างเมล็ดเปลี่ยนแปลง ซึ่งความถูกต้องของค่าความชื้นที่วัดได้จากวิธีนี้ขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของความชื้น ดังนั้นการวัดด้วยวิธีนี้ต้องรอเวลานานประมาณ 1-2 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นสัมพัทธ์ในช่องอากาศต่าง ๆ เกิดสมดุลก่อนวัดเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

2.1.6.2 เถ้า (ash) เป็นส่วนของสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งเหลืออยู่ภายหลังจากการเผาไหม้ หรือเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างสมบูรณ์ของสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ ในอาหารกับออกซิเจนได้เป็นสารประกอบออกไซด์ที่ระเหยได้ เถ้าที่เหลืออยู่เป็นออกไซด์ของแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ระเหยไม่ได้การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าหยาบทำได้โดยการนำตัวอย่างอาหารไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 500-550 องศาเซลเซียส ของแข็งที่เหลืออยู่ภายหลังการเผาจะเป็นออกไซด์ของโลหะ (metal oxides) ปริมาณเถ้าเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของส่วนประกอบที่เป็นอนินทรีย์ (inorganic constituents) ตัวอย่างออกไซด์ที่พบในเถ้า เช่น Na_2O, K_2O, CaO, MgO, MnO, Al_2O_3, Fe_2O_3, SiO_2, P_2O_5 เมื่อนำเถ้าไปละลายในน้ำจะได้สารละลายที่เป็นด่าง หรืออยู่ในรูปไฮดรอกไซด์ ซึ่งนำไปวิเคราะห์หา alkalinity of ash ได้

2.1.6.3 โปรตีนรวม (crude protein ,CP) วิธีคเจลดาห์ล (Kjeldahl method) เป็นการวิเคราะห์โปรตีนในอาหาร โดยการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่าง วิธีนี้พัฒนาโดย Dane Johan Kjeldahlเป็นชาวเดนมาร์ก ในช่วงปี ค.ศ.1800 เป็นวิธีที่ใช้วัดปริมาณโปรตีน อย่างแพร่หลาย ได้รับการยอมรับว่ามีความแม่นยำ สามารถใช้ได้กับอาหารหลากหลายชนิด รวมทั้งอาหารสัตว์ การย่อยสลายโปรตีน ซึ่งประกอบด้วยกรดแอมิโน (amino acid) ที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบใน amino group การย่อยสลายโปรตีน จะปลดปล่อยไนโตรเจนออกมา และถูกเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนีย



ภาพที่ 2.18 โครงสร้างของกรดอะมิโน
ที่มา: พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2562)

การวิเคราะห์หาโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahlประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การย่อยตัวอย่าง (digestion) ด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น ไนโตรเจนในตัวอย่างจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต (NH4)2SO4 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงโดยมีสารเร่งปฏิกิริยา เช่น CuSO4, Se, HgSO4, HgOหรือ FeSO4

2. การกลั่นแอมโมเนีย (distillation) โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ มาทำปฏิกิริยากับเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ได้จากการย่อยตัวอย่างแล้ว จะได้ก๊าซแอมโมเนีย ซึ่งจับก๊าซนี้ได้ด้วยสารละลายบอริก

3. การไทเทรตเพื่อหาปริมาณไนโตรเจน (titration) เป็นการนำสารละลายกรดบอริก ซึ่งจับก๊าซแอมโมเนียไว้ มาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก

4. การคำนวณ นำปริมาณสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริค ที่ใช้ในการไทเทรตไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน แล้วคูณกับ Kjeldahl factor ซึ่งค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนในโปรตีนอยู่ที่ร้อยละ 16 ได้เป็นค่าปริมาณโปรตีนหยาบ (crude protein)

2.1.7 การวิเคราะห์การปนเปื้อน

การวิเคราะห์การปนเปื้อนโดยการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เช่น *Escherichia coli*. *Salmonellae ssp.*

2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กาญจนา และคณะ (2560) กล่าวว่าการสกัดสารประกอบฟีนอลิกรวมจากกลีบดอกบัวหลวงโดยใช้เทคนิคสกัดด้วยไมโครเวฟและศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่ได้ปัจจัยที่ใช้ในการหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารประกอบฟีนอลิกรวมโดยใช้เทคนิคสกัดด้วยไมโครเวฟ คือ ความเข้มข้นของเอทานอล (ร้อยละ 10-50, ร้อยละโดยปริมาตร) ระยะเวลาในการสกัด (10-20 นาที) และกำลังของคลื่นไมโครเวฟ (200-400 วัตต์) นอกจากนี้สภาวะที่เหมาะสมของผลร่วมของปัจจัยเหล่านี้ถูกกำหนดโดยใช้วิธีพื้นที่ผิวตอบสนองออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken ผลการทดลองพบว่าปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่สกัดได้นอกจากนี้การวิเคราะห์ทางสถิติบ่งชี้ว่าสารประกอบฟีนอลิกรวมจากกลีบดอกบัวหลวงโดยใช้เทคนิคสกัดด้วยไมโครเวฟ ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุด คือ ความเข้มข้นของเอทานอลร้อยละ 34 (ร้อยละโดยปริมาตร) ระยะเวลาในการสกัด 15 นาทีและกำลังของคลื่นไมโครเวฟ 300 วัตต์ ภายใต้สภาวะการสกัดสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงสุดที่ได้นี้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมที่ได้จากการทดลองสูงสุดเท่ากับ 134.58±0.20 mgGAE/gDW และจากการคำนวณ เท่ากับ 134.56 mgGAE/gDW และมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวัดเป็นค่าร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับร้อยละ 24.02

สุรัตน์วดี และคณะ (2559) กล่าวว่ามนุษย์รู้จักนำส่วนของบัวหลวง มาใช้ในเป็นสมุนไพรรักษาอาการท้องเดิน ขับปัสสาวะ แก้ไข้ ป้องกันเชื้อรา บัวหลวงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในตำรับยาแพทย์แผนไทยใช้บัวหลวงรักษาโรคหัวใจและโรคเบาหวาน โดยได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากส่วนต่าง ๆ ของบัวหลวง 10 ตัวอย่างคือ กลีบดอก เกสร เมล็ด ดี รังไข่ ใบอ่อน ใบแก่ ก้าน ดอก ไหล ราก นำมาทำสารสกัดและวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ผลการศึกษา

พบว่า กลีบบัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดโดยมีค่า EC50 ต่ำสุดคือ 16.32 μg/ml รองลงมา คือ ก้าน ดอก เท่ากับ 17.98 μg/ml รองลงมา คือ รังไข่เท่ากับ 38.23 μg/ml การทดลองสรุปได้ว่ากลีบบัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาคือก้าน ดอก และรังไข่

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของบัวหลวง

1. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่พบในเกสรและดอกบัวมีฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยเกสรตัวผู้มีฤทธิ์จับอนุมูลอิสระ DPPH โดยมีค่า EC50 42.05 g/ml

2. ฤทธิ์ต้านเบาหวาน เกสรตัวผู้ยังมีฤทธิ์ยับยั้ง rat lens aldose reductase (RLAR) และadvanceglycation end products (AGE) โดยมีค่า IC50 48.30 และ 125.48 g/ml ตามลำดับซึ่งการยับยั้ง RLAR และ AGEมีผลต่อการลดการเกิดภาวะเบาหวาน

3. ฤทธิ์ทำให้นอนหลับสารแอลคาลอยด์ที่พบในบัวมีผลทำให้หนูนอนหลับสารสกัดเมทานอลจากเหง้าบัวทำให้ลดพฤติกรรมและกิจกรรมต่างๆในสัตว์โดยเพิ่มการเกิดpentobarbitone-induced sleeping time ในหนู

4. ฤทธิ์ลดปวดและต้านการอักเสบ สารแอลคาลอยด์ที่พบในบัวมีฤทธิ์ลดอาการปวด และแก้อักเสบสารสกัดเมทานอลจากเหง้าในขนาด 200 มก./กก. และ 400 มก./กก. ลดการอักเสบในหนูโดยมีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับphenylbutazoneและdexamethasoneทั้งการทดสอบในหลอดทดลองและสัตว์ทดลอง

ผลการศึกษางานวิจัยดังกล่าวสรุปว่ากลีบบัวและก้านดอกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ทำการศึกษาจึงควรจะมีการส่งเสริมให้มีการบริโภคทั้งกลีบบัวและส่วนที่มีประโยชน์ทางสมุนไพรที่มีฤทธิ์ทางยาเพิ่มมากขึ้นทั้งในเมนูอาหารขนมหรืออาหารว่างหรือพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพและผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อใช้ในกลุ่มคนที่รักสุขภาพเพื่อป้องกันการเกิดโรคต่อไป

Ming-QuanGuo et al แปลโดย วัชระ (2015) รายงานว่า “ดอกบัว เป็นสมุนไพรน้ำยืนต้นที่ได้รับการปลูกอย่างกว้างขวางในเอเชียตะวันออกโดยเฉพาะในประเทศจีน ซึ่งทุกส่วนของบัว รวมถึงใบไม้ เกสรดอกไม้ เมล็ดและเหง้า จะถูกนำมาใช้เป็นยาของจีนนับแต่โบราณหลายพันปี อย่างใบบัวนิยมใช้ในการรักษาอาการตกเลือด, ปัสสาวะ, ภาวะเลือดออกผิดปกติจากโพรงมดลูก, ไขมันในเลือดสูง,อาการไข้และผิวหนังอักเสบ เป็นต้น”

Su-Yeon Kim และ Gap-Soon Moon แปลโดย วัชระ (2015) รายงานว่า “เมล็ดบัว ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อเป็นยาแผนโบราณในประเทศแถบเอเชีย ท่ามกลางคุณประโยชน์มากมายของมัน ยังมีสิ่งที่น่าสนใจอย่างหนึ่งคือเมล็ดบัวมีคุณสมบัติในการปกป้องผิวจากแสงแดดและรอยแผลเป็น”

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 แป้งเม็ดบัว (พันธุ์พื้นเมือง พื้นที่เก็บ จ.ปทุมธานี)

3.1.1.2 เกสรดอกบัวหลวง (พื้นที่เก็บ จ.ปทุมธานี)

3.1.1.3 แป้งเค้ก (ตราพัดโบก)

3.1.1.4 กะทิ (ตราอร่อยดี)

3.1.1.5 น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล)

3.1.1.6 ทองคำแผ่น 100% (ขนาด 1x1.5 เซนติเมตร)

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 กระทะทอง

3.1.2.2 พายไม้

3.1.2.3 พิมพ์กดขนม

3.1.2.4 เตาแก๊ส (ลักกี้เฟรมหัวเตาไซโคลนรุ่น AT-112)

3.1.2.5 เครื่องอบลมร้อน (Torsom Food Dehydrator)

3.1.2.6 เครื่องวัดอุณหภูมิ (แบบอินฟราเรด)

3.1.2.7 เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.1.2.8 ถ้วยตวงของแห้ง

3.1.2.9 ถ้วยตวงของเหลว

3.1.2.10 ช้อนตวง

3.1.3 อุปกรณ์ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1.3.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในการประเมินคุณภพทางประสาทสัมผัส

3.1.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเกี่ยวกับ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (นุ่ม) และความชอบโดยรวม โดยผู้ตอบแบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส การประเมินใช้ 9-point Hedonic scales ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนความชอบของตัวอย่าง ดังนี้

ระดับการยอมรับ	ระดับคะแนน
ไม่ยอมรับมากที่สุด	1
ไม่ยอมรับมาก	2
ไม่ยอมรับปานกลาง	3
ไม่ยอมรับเล็กน้อย	4
เฉย ๆ	5
ยอมรับเล็กน้อย	6
ยอมรับปานกลาง	7
ยอมรับมาก	8
ยอมรับมากที่สุด	9

ระดับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ประเมินที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง ผู้ประเมินได้ให้คะแนนความชอบโดยยอมรับมากที่สุดคือสูตรที่ 2 (จินตนา, 2555)

3.1.4 อุปกรณ์เครื่องมือในการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ สารแอนติออกซแดนท์และจุลชีววิทยา

3.1.4.2 พลังงาน Energy (kcal) วิเคราะห์ตามวิธีการ By calculation

3.1.4.3 ความชื้น Moisture (g) วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2016) 952.08

3.1.4.3 โปรตีน Protein (g) วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2016) 991.20

3.1.4.4 ไขมันรวม Total Fat (g) วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2016) 948.15,945.16

3.1.4.5 คาร์โบไฮเดรตรวม Total Cabohydrate (g) วิเคราะห์ตามวิธีการ By calculation

3.1.4.6 ใยอาหาร Dietary fiber (g) วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2016) 985.29

3.1.4.7 ปริมาณเถ้า Ash วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2016) 930.30,945.46

3.1.4.8 สารต้านอนุมูลอิสระ Total antioxidant activity (FRAP) (umoles TE) วิเคราะห์ตามวิธีการ Benzie IF and Strain JJ., Anal Biochem 1996 ; 239(1): 70-6.

3.1.4.9 สารต้านอนุมูลอิสระ Total antioxidant activity (DPPH) (mg TE) วิเคราะห์ตามวิธีการ Katsuke T. J Agric Food Chem 2004, 52: 2391-2396.

3.1.4.10 โพลิฟีนอลรวม Total polyphenol (mg eq GA) วิเคราะห์ตามวิธีการ Lu J, et al. J Agric Food Chem 2007, 55: 10994-11001.

3.1.4.11 MPN Escherichia coli วิเคราะห์ตามวิธีการ FDA BAM online, 2002 (chapter 4)

3.1.4.12 Salmonella spp. วิเคราะห์ตามวิธีการ ISO 6579-2002

3.2 วิธีการ

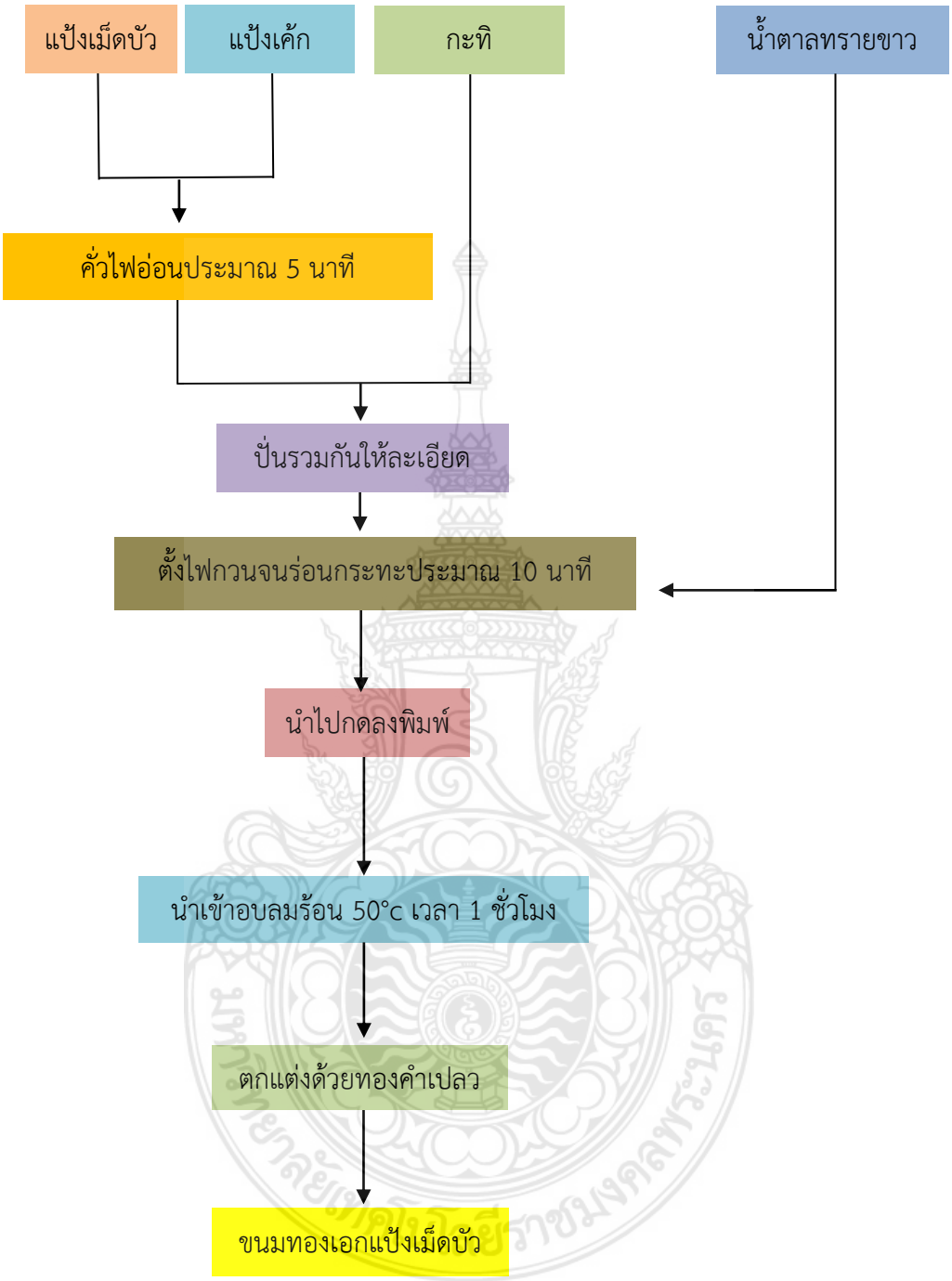
3.2.1 ศึกษาสูตรของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

ศึกษาจากส่วนผสมที่แตกต่างกัน จำนวน 3 สูตร แสดงดังตาราง 3.1 โดยมีขั้นตอนการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวซึ่งเตรียมจากแป้งเม็ดบัวที่ได้จากการอบแห้ง นำไปปั่นให้ละเอียดแล้วนำไปร่อนผ่านกระชอนและนำไปดำเนินการตามกระบวนการทำขนมทองเอก และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนตามความรู้สึกชอบ 9 ระดับ จากผู้ประเมินจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นครูและบุคลากรจำนวน 5 คน นักศึกษาแผนกวิชาอาหารและโภชนาการจำนวน 45 คน วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

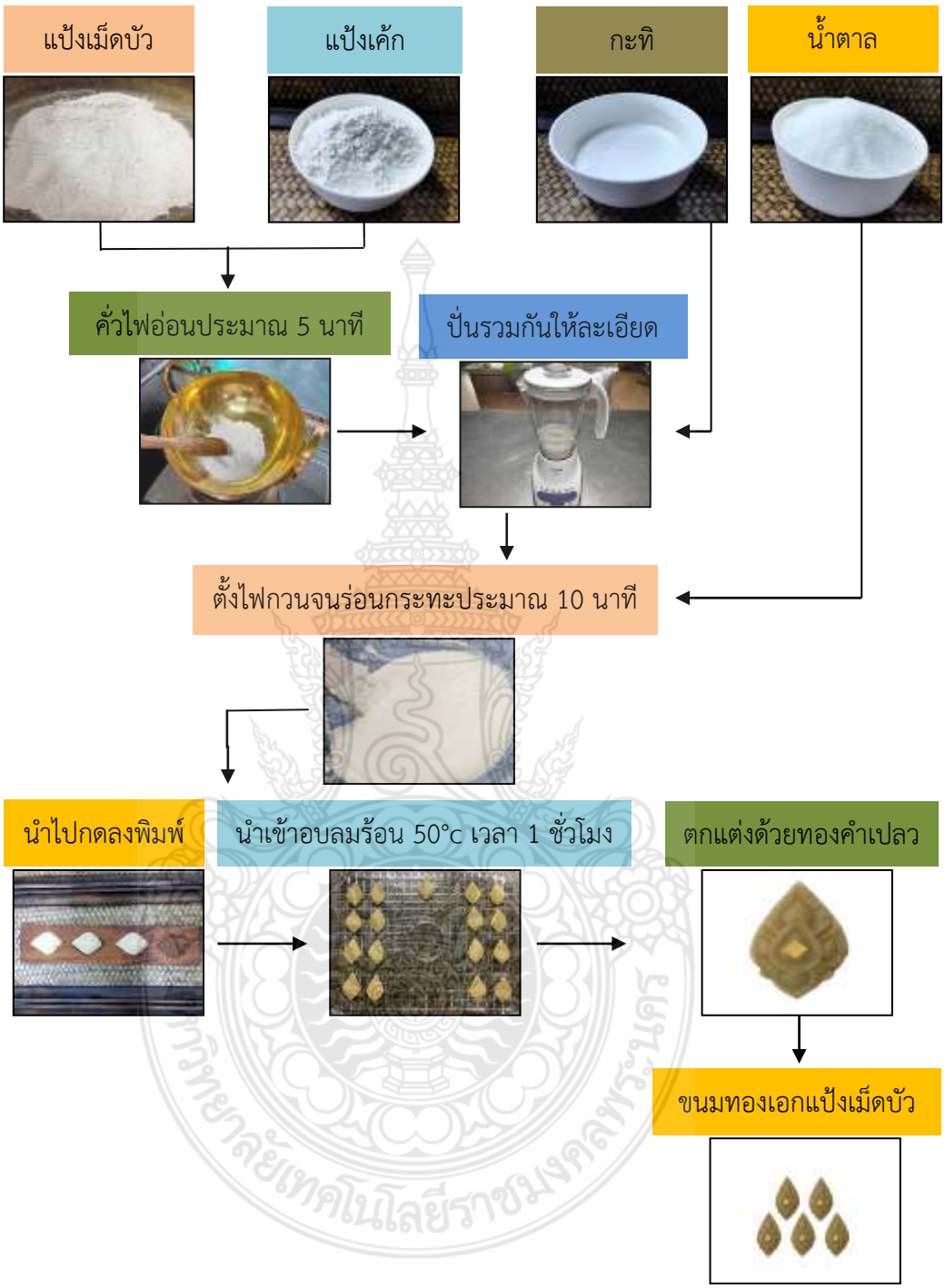
ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

ส่วนผสม	น้ำหนักส่วนผสมในแต่ละสูตร (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งเม็ดบัว	100	200	300
แป้งเค้ก(ตราพัดโบก)	10	20	30
กะทิ(ตราอร่อยดี)	450	500	550
น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล)	200	220	240

ที่มา: สูตรที่ 1 ฉันทนา (2557)
สูตรที่ 2 จินตนา (2555)
สูตรที่ 3 วนิดา (2553)



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

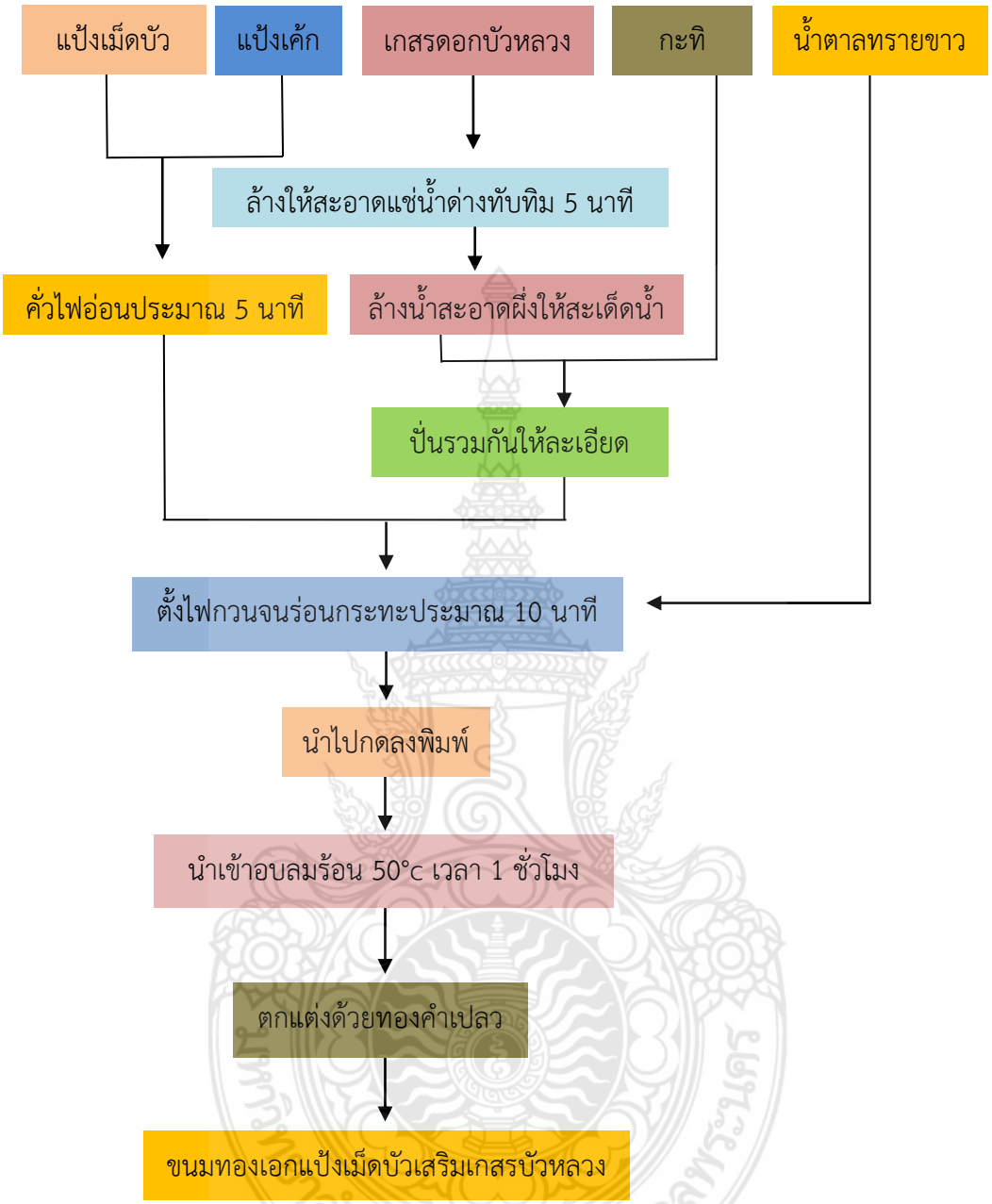
3.2.2 ศึกษาสูตรของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

จากการศึกษาสูตรขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวได้สูตรที่ 2 และนำมาเสริมเกสรบัวหลวงในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 40, 50 และ 60 ของปริมาณแป้ง (แป้งเม็ดบัวและแป้งเค้กปริมาณ 220 กรัม) แสดงดังตาราง 3.2 โดยมีขั้นตอนการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง เตรียมจากแป้งเม็ดบัว นำไปปั่นให้ละเอียด แล้วนำไปร่อนผ่านกระชอนและเตรียมเกสรบัวหลวงโดยนำไปล้างน้ำให้สะอาดแล้วนำไปแช่ในน้ำด่างทับทิมอัตราส่วน 1 กรัม ต่อ น้ำสะอาด 5 ลิตร นาน 5 นาที นำมาล้างน้ำสะอาดอีกครั้งแล้วผึ่งให้แห้ง ดำเนินการตามกระบวนการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง แล้วนำไปประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนตามความรู้สึกชอบ 9 ระดับ จากผู้ประเมินจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นครูและบุคลากรจำนวน 5 คน นักศึกษาแผนกวิชาอาหารและโภชนาการจำนวน 45 คน วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

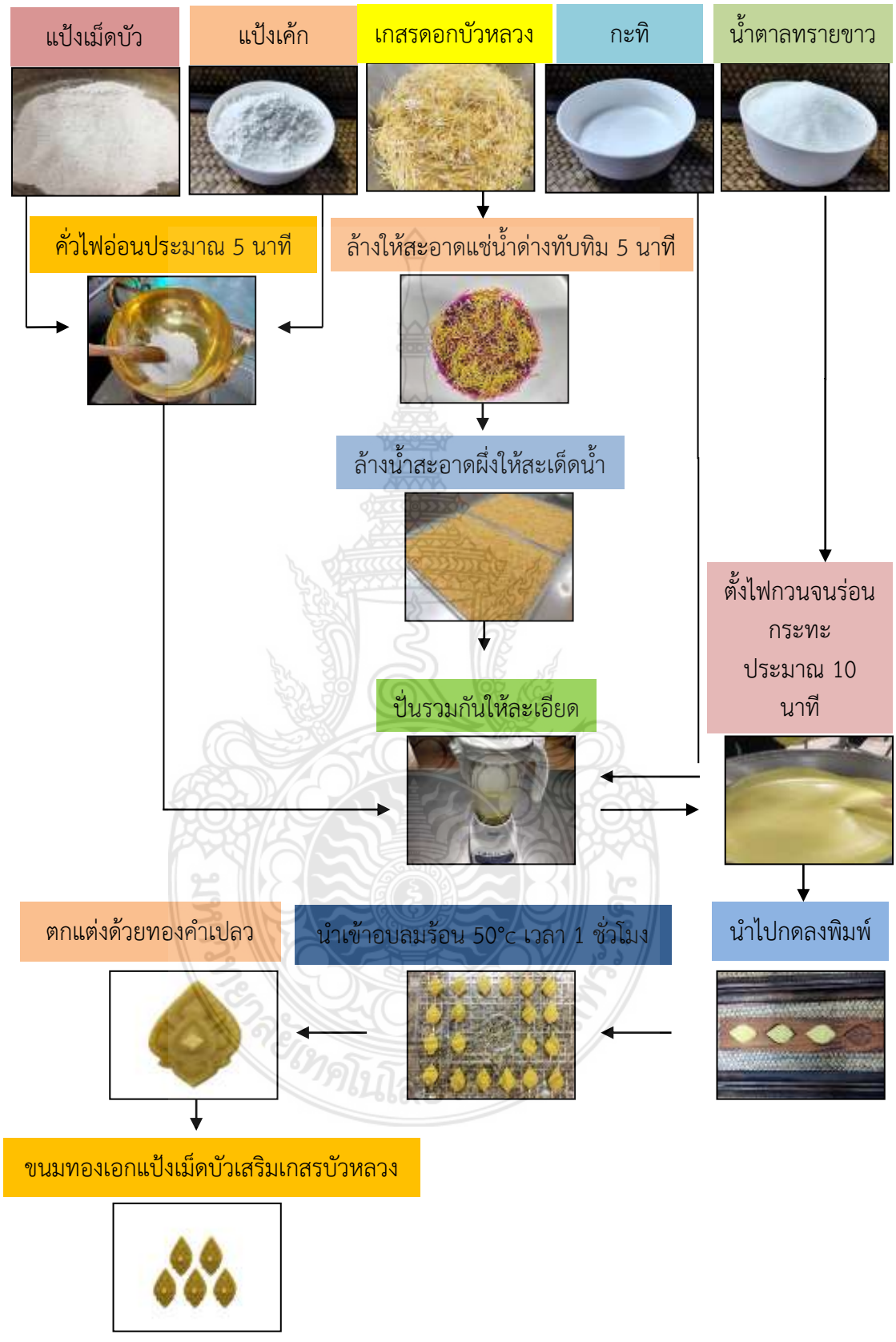
ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

ส่วนผสม	ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง		
	สูตรที่ 1 (40%)	สูตรที่ 2 (50%)	สูตรที่ 3 (60%)
แป้งเม็ดบัว	200	200	200
เกสรดอกบัวหลวง	88	110	132
แป้งเค้ก(ตราพัดโบก)	20	20	20
กะทิ(ตราอร่อยดี)	500	500	500
น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล)	220	220	220

ที่มา: สูตรที่ 1 ฉันทนา (2557)
สูตรที่ 2 จินตนา (2555)
สูตรที่ 3 วนิดา (2553)



ภาพที่ 3.3 แผนภูมิการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

3.3 การวิเคราะห์ผล

3.3.1 วิเคราะห์ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำข้อมูลจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป(SPSS) เพื่อคัดเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม ในการหาคุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระ ดังนี้

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean)
2. คำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D)
3. คำนวณหาความแตกต่างโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA)
4. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test, DMRT
5. วิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่ T-test

3.3.2 ศึกษาวิเคราะห์

ศึกษาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและต้านอนุมูลอิสระรวมทั้งใยอาหารของผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง จากสถาบันโภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดล

3.4 สถานที่ดำเนินงาน

3.4.1 ห้องปฏิบัติการแผนกวิชาอาหารและโภชนาการ ณ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

3.4.2 ห้องปฏิบัติการ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อศึกษาคุณภาพเกี่ยวกับ Food Analysis And Microbiology Examination

3.4.3 ห้องปฏิบัติการแผนกวิชาคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี เพื่อวิเคราะห์การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ระหว่างเดือนมิถุนายน 2562 – เดือนพฤศจิกายน 2562

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.1.1 ผลการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

ผลการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวโดยดำเนินการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว จำนวน 3 สูตร (ดังตารางที่ 3.1 ภาพที่ 3.1 และภาพที่ 3.2) ได้ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว ลักษณะสีเหลืองนวล เหนียวนุ่ม เนื้อสัมผัสเนียน รสชาติหวานมัน

4.1.2 ผลการคัดเลือกสูตรจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส มีรายละเอียดดังนี้

ในการคัดเลือกสูตรขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวจำนวน 3 สูตร เพื่อหาความชอบของผู้ประเมินโดยดำเนินการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เกี่ยวกับคุณลักษณะ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ จากผู้ประเมินจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นครูจำนวน 5 คน นักศึกษาแผนกวิชาอาหารและโภชนาการจำนวน 45 คน ของวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี โดยคำนวณค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน(Analysis of variances-ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan’s New Multiple Range Test, DMRT ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบของแต่ละสูตร		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะที่ปรากฏ	7.36^{b}±0.49	8.52^{a}±0.51	6.54^{c}±0.54
สี	7.48^{b}±0.51	8.48^{a}±0.51	6.38^{c}±0.49
กลิ่น	7.48^{b}±0.51	8.52^{a}±0.51	6.38^{c}±0.49
รสชาติ	7.48^{b}±0.51	8.60^{a}±0.50	6.58^{c}±0.50
เนื้อสัมผัส	7.46^{b}±0.50	8.54^{a}±0.50	6.46^{c}±0.50
ความชอบโดยรวม	7.50^{b}±0.51	8.60^{a}±0.50	6.51^{c}±0.51

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$)

ที่มา: สูตรที่ 1 ฉันทนา (2557)
สูตรที่ 2 จินตนา (2555)
สูตรที่ 3 วนิดา (2553)

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผู้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย) ของสูตรการทำขนมทองเอกสูตรที่ 2 ในคุณลักษณะด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 8.52 8.48 8.52 8.60 8.54 และ 8.60 ตามลำดับ และผลวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, DMRT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) ทั้ง 3 สูตรของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$)

4.2 ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

4.2.1 ผลการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

ผลการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงโดยดำเนินการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง จำนวน 3 สูตร (ดังตารางที่ 3.2 ภาพที่ 3.3 และ 3.4) ได้ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว ลักษณะสีเหลืองนวล เหนียวนุ่ม เนื้อสัมผัสเนียน รสชาติหวานมัน

4.2.2 ผลการคัดเลือกสูตรจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส มีรายละเอียด ดังนี้

ในการคัดเลือกสูตรขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงจำนวน 3 สูตร เพื่อหาความชอบของผู้ประเมินโดยดำเนินการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เกี่ยวกับคุณลักษณะลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ จากผู้ประเมินจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นครูจำนวน 5 คน นักศึกษาแผนกวิชาอาหารและ

โภชนาการจำนวน 45 คน ของวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี โดยคำนวณค่าเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variances-ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยวิธี (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบของแต่ละสูตร		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะที่ปรากฏ	6.52^{c}±0.51	8.46^{a}±0.50	7.50^{b}±0.51
สี	6.36^{c}±0.49	8.52^{a}±0.51	7.38^{b}±0.49
กลิ่น	6.70^{c}±0.47	8.48^{a}±0.51	7.48^{b}±0.51
รสชาติ	6.56^{c}±0.51	8.56^{a}±0.51	7.52^{b}±0.51
เนื้อสัมผัส	6.50^{c}±0.51	8.62^{a}±0.49	7.50^{b}±0.51
ความชอบโดยรวม	6.58^{c}±0.50	8.68^{a}±0.47	7.56^{b}±0.54

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผู้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย) ของสูตรการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงสูตรที่ 2 ในคุณลักษณะด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ย 8.46 8.52 8.48 8.56 8.62 และ8.68 และผลวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, DMRT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) ทั้ง 3 สูตรของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$)

4.3 ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการ สารต้านอนุมูลอิสระ และตรวจเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

สารอาหาร (g/100g)	ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว	ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	P-value Sig. (2-tailed)
พลังงาน(Kcal/100g)	381.87±1.10	335.65±2.74	0.016
ความชื้น	20.05±0.28	29.15±0.64	0.018
โปรตีน	8.25±0.06	7.77±0.03	0.079
ไขมัน	13.73±0.01	11.65±0.03	0.008
คาร์โบไฮเดรต	56.34±0.35	49.93±0.59	0.017
ใยอาหาร	4.67±0.14	5.12±0.04	0.0174
เถ้า	1.64±0.00	1.51±0.01	0.024

จากตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง พบว่า ปริมาณพลังงาน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) ส่วนโปรตีนมีปริมาณลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p > 0.05$) ปริมาณความชื้นและใยอาหาร เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม

สารอาหาร (g/100g)	ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว	ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	P-value Sig. (2-tailed)
พลังงาน(Kcal/100g)	477.63	473.74	0.02
โปรตีน	10.31	10.96	0.09
ไขมัน	17.17	16.44	0.01
คาร์โบไฮเดรต	70.46	70.47	0.02
ใยอาหาร	5.84	7.22	0.02
เถ้า	2.05	2.13	0.03

จากตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม พบว่าขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงมีพลังงาน และไขมันลดลงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) ส่วนโปรตีน ใยอาหาร และเถ้ามีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบสารต้านอนุมูลอิสระของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

อาหาร	FRAP (umoles TE)	P-Value	DPPH (mg AA)	P-Value	Polyphenol (mg eq GA)	P-Value
ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว	39.44±2.38	0.012	39.49±1.77	0.021	39.91±0.16	0.018
ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	718.49±15.98		327.32±11.96		187.30±5.87	

จากตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบสารต้านอนุมูลอิสระของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง พบว่า ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงมีสารต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์แบบ FRAP (umoles TE) และแบบ DPPH (mg AA) รวมทั้ง Polyphenol (mg eq GA) มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบสารต้านอนุมูลอิสระของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม

อาหาร	FRAP/100g (umoles TE)	DPPH/100g (mg AA)	Polyphenol/100g (mg eq GA)
ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว	49.33	49.39	49.91
ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	1014.10	461.99	264.36

จากตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบสารต้านอนุมูลอิสระของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม พบว่าขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงมีสารต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์แบบ FRAP (umoles TE) และแบบ DPPH (mg AA) รวมทั้ง Polyphenol (mg eq GA) มีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรัตน์วดี และคณะ (2559) ว่าส่วนประกอบของดอกบัวมีสารต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดและในเกสรบัวมีฤทธิ์ต้านเบาหวาน ซึ่งกาญจนา และคณะ (2560) ได้สกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากกลีบดอกบัว ที่พบว่ามีปริมาณมากขึ้นเมื่อผสมด้วยส่วนประกอบของดอกบัว นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของธัญลักษณ์ (2556) พบว่าเกสรบัวหลวงนอกจากมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระยังนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์เซรั่มที่ไม่เป็นพิษต่อเซลล์สัตว์

ตารางที่ 4.7 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

อาหาร	Eseheriehia Coli/g	Samonell SPP/25g
ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว	< 3	Not detected
ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง	< 3	Not detected

จากตารางที่ 4.7 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง พบเชื้อ *E.Coli* น้อยกว่า 3 และตรวจไม่พบเชื้อ *Samonella SPP*

ตารางที่ 4.8 คุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอก แป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงน้ำหนัก 15 กรัม ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (3 ชิ้น)

สารอาหาร (g/15g)	ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว	ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง
พลังงาน(Kcal/100g)	57.28	50.34
ความชื้น	3.00	4.37
โปรตีน	1.23	1.16
ไขมัน	2.05	1.74
คาร์โบไฮเดรต	8.45	7.48
ใยอาหาร	0.70	0.76
เถ้า	0.24	0.22

จากตารางที่ 4.8 คุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวน้ำหนัก 15 กรัม ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (3 ชิ้น) พบว่าให้พลังงาน 57.28 กิโลแคลอรี่ ความชื้น 3.00 กรัม โปรตีน 1.23 กรัม ไขมัน 2.05 กรัม คาร์โบไฮเดรต 8.45 กรัม ใยอาหาร 0.70 กรัม และเถ้า 0.24 กรัม ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงพบว่าให้พลังงาน 50.34 กิโลแคลอรี่ ความชื้น 4.37 กรัม โปรตีน 1.16 กรัม ไขมัน 1.74 กรัม คาร์โบไฮเดรต 7.48 กรัม ใยอาหาร 0.76 กรัม และเถ้า 0.22 กรัม

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวมีคะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย) มากที่สุดของสูตรที่ 2 (จินตนา.2555) ในคุณลักษณะด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 8.52 8.48 8.52 8.60 8.54 และ 8.60 ตามลำดับ และผลวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, DMRT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) ทั้ง 3 สูตร

5.1.2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรการทำขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงมีคะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย) มากที่สุดของสูตรที่ 2 ในคุณลักษณะด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 8.46 8.52 8.48 8.56 8.62 และ 8.68 ตามลำดับ และผลวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, DMRT มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) ทั้ง 3 สูตร

5.1.3 ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการ สารต้านอนุมูลอิสระ และการตรวจเชื้อจุลินทรีย์

ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม พบว่าปริมาณพลังงานและไขมันลดลง ส่วนโปรตีน ใยอาหาร และเถ้าเพิ่มขึ้น ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงมีสารต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์แบบ FRAP (umoles TE) และแบบ DPPH (mg AA) รวมทั้ง Polyphenol (mg eq GA) มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p \leq 0.05$) ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง พบเชื้อ *E.Coli* น้อยกว่า 3 และตรวจไม่พบเชื้อ *Samonella SPP*

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาขนมไทยชนิดอื่น ๆ ร่วมกับเกสรบัวหลวงต่อไป

5.2.2 ควรมีการศึกษาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวงหรือขนมไทยที่มีส่วนผสมของเกสรบัวหลวง

เอกสารอ้างอิง

จริยา เดชกุญชร. 2554. **ขนมไทยเล่ม 1.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์สถาพรบุ๊คส์จำกัด, กรุงเทพฯ.

จินตนา เกษมสุข. 2555. **เอกสารประกอบการสอนวิชาขนมไทย.** วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุบลราชธานี, อุบลราชธานี

เจณิภา คงอิ่ม. 2561. **งานวิจัยการบริโภคขนมไทยของเยาวชนในเขตจังหวัดนนทบุรี.** มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์. นนทบุรี

ณรงชัย ประทุมมาตย์. 2552. **จิตรกรรมบัวหลวงครั้งที่40.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: www.queengallery.org/th, 9 สิงหาคม 2562.

พชรพร สรัสยะนันทน์. **ประเพณีไทย 4 ภาค.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://sites.google.com/site/photcharapon44499/, 15 สิงหาคม 2562.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. **การวิเคราะห์อาหาร.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://1th.me/Jsje, 20 สิงหาคม 2562.

รัมภา ศิริวงศ์. 2556. **ขนมไทยเล่ม 1.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ดวงกมลพับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

รัมภา ศิริวงศ์. 2552. **ขนมไทยเล่ม 2.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ดวงกมลพับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

วันดี ณ สงขลา. 2555. **ตำนานอาหารสามแผ่นดิน.** สำนักพิมพ์สวนอักษร, กรุงเทพฯ.

วิไลลักษณ์ อิสระมงคลพันธ์. 2550. **ขนมไทยรสอร่อย.** สำนักพิมพ์แม่บ้านจำกัด, กรุงเทพฯ.

วีระประวัติ ตรีสุวรรณ และ ภวพล ศุภนันทนานนท์. 2561. **บัว Waterlilies & Lotuses.** สำนักพิมพ์บ้านและสวน อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

ศิริธร ศิริอมรพรรณ. 2557. **สารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://1th.me/Jsje, 10 สิงหาคม 2562.

สุรัตน์วดี วงค์คลัง. 2559. **“ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของบัวหลวงเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ธัญพืชชนิดแท่ง.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. **ท้าวยายม่อม.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก www.rspg.or.th/plants_data/herbs/, 25 สิงหาคม 2562

อนุชิต มุ่งงาม. 2555. **แอนติออกซิแดนท์ในธัญพืช.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐาพูนผลกุล. 2560. **หลักการประกอบอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 14. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Bhuvana S, Mahesh R, Begum VH. **Effect of Nelumbo nucifera flowers on plasma lipids and glucose in young, middle-aged and aged rats.** Pharmacologyonline 2008; 2: 863-74.

Civille, G.V. and Szczesniak, S. 1973. **Guidelines to training a texture profile panel.** J. Texture Stud. 4: 204-223.

Jung H. A, Kim J. E, Chung H. Y, Choi J. S. **Antioxidant Principles of Nelumbo nucifera Stamens.** Pharm Res 2003;26(4):279-85.

Jung HA, Jung JY, HYUN SK, MIN BS, KIM DW, Jung JH, Choi JS. **Selective cholinesterase inhibitory activities of a new monoterpene diglycoside and other constituents from Nelumbo nucifera stamens.** Biol Pharm Bull 2010; 33(2): 267-72.

Kunanusorn P, Panthong A, Pittayanurak P, Wanauppathamkul S , Nathasaend N, Reutrakul V. **Acute and subchronic oral toxicity studies of Nelumbo nucifera stamens extract in rats.** JEthnopharmacology 2011;134: 789–95.

Meilguard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. 1987. **Sensory Evaluation Techniques.** CRC Press, Inc., Florida. 387 p.

Mukherjee PK, Saha K, Das J, Pal M, Saha BP. **Studies on the anti-inflammatory activity of rhizomes of *Nelumbo nucifera*.** Planta Med 1997; 63: 367-9.

Szczesniak, A.S. 1963a. **Classification of textural characteristics.** J of Food Sci. 28: 385-389

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สูตรและวิธีการผลิตขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวสูตรและวิธีการผลิตขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

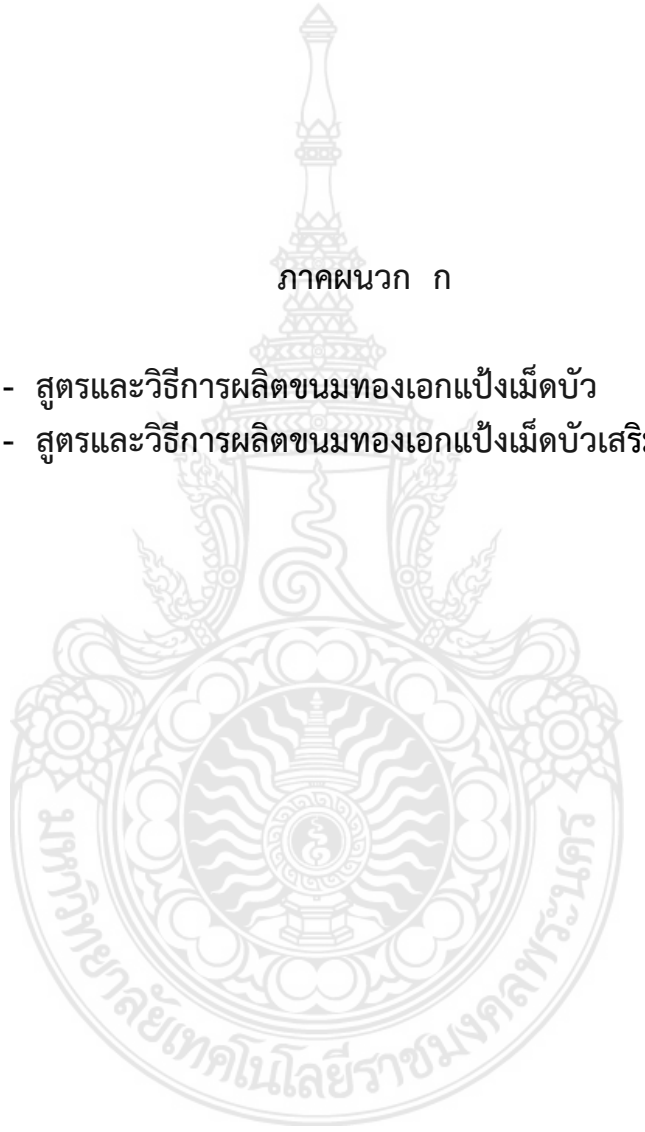
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ค รายงานผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการและสารพฤกษเคมีของขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ภาคผนวก ก

- สูตรและวิธีการผลิตขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว
- สูตรและวิธีการผลิตขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง



สูตรขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

ส่วนผสม

แป้งเม็ดบัว(พันธุ์พื้นเมือง พื้นที่เก็บ จ.ปทุมธานี)	200	กรัม
แป้งเค้ก(ตราพัดโบก)	20	กรัม
กะทิ(ตราอร่อยดี)	500	กรัม
น้ำตาลทรายขาว(ตรามิตรผล)	220	กรัม
ทองคำแผ่น 100% (ขนาด 1x1.5 เซนติเมตร)		

ที่มา: จินตนา (2555)

วิธีทำ

1. ทำแป้งเม็ดบัวหลวง จากเม็ดบัวสด โดยนำมาล้างให้สะอาด แกะเปลือก และนำดีบัวออก อบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน จากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียดร่อนด้วยกระชอน ชั่งน้ำหนักตามที่ต้องการ
2. นำแป้งบัวหลวง แป้งเค้กมาผสมกันและคั่วไฟอ่อน 5 นาที นำไปผสมกับกะทิปั่นให้ละเอียด
3. นำส่วนผสมที่ได้ใส่กระทะตั้งไฟ กวน 10 นาที จนแป้งร่อนจากกระทะ
4. นำไปกดลงพิมพ์ขนมทองเอก ตกแต่งด้วยทองคำเปลว เข้าอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50°c เวลา 1 ชั่วโมง

สูตรขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

ส่วนผสม

แป้งเม็ดบัว(พันธุ์พื้นเมือง พื้นที่เก็บ จ.ปทุมธานี)	200	กรัม
เกสรดอกบัวหลวง	110	กรัม
แป้งเค้ก(ตราพัดโบก)	20	กรัม
กะทิ(ตราอร่อยดี)	500	กรัม
น้ำตาลทรายขาว(ตรามิตรผล)	220	กรัม
ทองคำแผ่น 100% (ขนาด 1x1.5 เซนติเมตร)		

วิธีทำ

1. ทำแป้งเม็ดบัวหลวง จากเม็ดบัวสด โดยนำมาล้างให้สะอาด แกะเปลือก และนำดีบัวออก อบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน จากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียดร่อนด้วยกระชอน ชั่งน้ำหนักตามที่ต้องการ
2. เตรียมเกสรบัวหลวงจากดอกบัวหลวงโดยแกะกลีบบัวออกจนเหลือเกสร เกสรที่ได้นำไปแช่น้ำด่างทับทิมในอัตราส่วนด่างทับทิม 1 กรัม ต่อ น้ำสะอาด 5 ลิตร ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ 5 นาที ตักขึ้นให้สะเด็ดน้ำ นำไปล้างผ่านน้ำสะอาด 5 ครั้ง นำใส่กระชอนพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปชั่งในปริมาณที่ต้องการ
3. นำแป้งบัวหลวง แป้งเค้กมาผสมกันและคั่วไฟอ่อน 5 นาที พักไว้
4. นำเกสรบัวหลวงผสมกับกะทิปั่นให้ละเอียด นำส่วนผสมที่ได้จากข้อ 3 เติมลงไปจนหมด ปั่นรวมกันให้ละเอียดจนเนื้อเนียน
5. นำส่วนผสมที่ได้ใส่กระทะตั้งไฟ กวน 10 นาที จนแป้งร่อนจากกระทะ
6. นำไปกดลงพิมพ์ขนมทองเอก ตกแต่งด้วยทองคำเปลว เข้าอบลมร้อนอุณหภูมิ 50°c เวลา 1 ชั่วโมง

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ค

รายงานผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการและสารพฤกษเคมีของขนมทองเอก แป้งเม็ดบัวและขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล
999 พุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา
อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170
หน่วยบริการวิเคราะห์ฯ โทร 02-800-2380 ต่อ 406, 418
โทรสาร 02-441-9344
www: inmu.mahidol.ac.th

ที่ อว 78.21/0059
วันที่ 9 มกราคม 2563
เรื่อง แจ้งผลการทดสอบ

เรียน นายอภิชาต โคเวียง
สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานผลการทดสอบ

ตามที่ท่านได้ส่งตัวอย่างมาให้สถาบันทดสอบ เมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2562 ขณะนี้สถาบันได้ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว สถาบันขอแจ้งผลฯเพื่อทราบ ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

ขอขอบคุณที่ท่านใช้บริการฯของสถาบัน หากท่านต้องการสอบถามหรือปรึกษาเกี่ยวกับผลการทดสอบ โปรดติดต่อโดยตรงที่งานบริการวิชาการ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.ชลัท ศานติวรางคณา)
ผู้อำนวยการสถาบันโภชนาการ

Food and Nutrition Laboratory
Institute of Nutrition, Mahidol University
Salaya, Phuttamonthon, Nakhon Pathom 73170, THAILAND
ห้องปฏิบัติการ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล
999ถนนพุทธมณฑล สาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

รายงานผลการทดสอบ

ตัวอย่างอาหาร: ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

เลขที่บริการ: SFC, SFM 0345/2563

รายละเอียดของตัวอย่างอาหาร: เป็นก้อนนิ่มสีเหลืองอมสีเขียว บรรจุกระปุก จำนวน 14 กระปุก (ไม่มีฉลาก)

ผู้ขอรับบริการ: นายอภิชาต โคเวียง
79 หมู่ 5 ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

วันที่รับตัวอย่าง: 18 ธันวาคม 2562

วันที่ทดสอบตัวอย่าง: 18 ธันวาคม 2562

วิธีทดสอบ: ตามเอกสารแนบ

ผลการทดสอบ: (ต่อ 100 กรัม)

	A	B	Average
Energy (kcal)	333.71	337.59	335.61
Moisture (g)	29.60	28.69	29.15
Protein(Nx6.25) (g)	7.75	7.79	7.77
Total Fat (g)	11.63	11.67	11.65
Total Carbohydrate (g)	49.51	50.35	49.92
Dietary fiber (g)	5.09	5.14	5.11
Ash (g)	1.51	1.50	1.51
Total antioxidant activity (FRAP) (umoles TE)	707.19	729.79	716.49
Total antioxidant activity (DPPH) (mg TE)	335.78	318.86	327.32
Total polyphenol (mg eq GA)	183.15	191.45	187.30
Microbiological Examination:			
MPN *Escherichia coli*/g	Less than 3		
Salmonella spp./25 g	Not detected		

(อาจารย์ ดร.ชลัท ศานติวรางคณา)
ผู้อำนวยการสถาบันโภชนาการ

รายงานผลการทดสอบ ตามหนังสือเลขที่ อว 78.21/ดดชน ลงวันที่ ๑๗ มกราคม 2563

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission
ผลการทดสอบใช้ได้กับตัวอย่างนี้เท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาก่อนได้รับอนุญาต

งานบริการวิชาการ Tel. 02 441 9346, 02 800 2380 ext. 406, 418; Fax. 02 441 9344

Food and Nutrition Laboratory
Institute of Nutrition, Mahidol University
Salaya, Phuttamonthon, Nakhon Pathom 73170, THAILAND
ห้องปฏิบัติการ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล
999ถนนพุทธมณฑล สาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

เอกสารแนบ (เลขที่บริการ SFC, SFM 0345/2563)

วิธีทดสอบ:

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ
Energy (kcal)	By calculation
Moisture (g)	AOAC (2016) 952.08
Protein (g)	AOAC (2016) 991.20
Total Fat (g)	AOAC (2016) 948.15, 945.16
Total Carbohydrate (g)	By calculation
Dietary fiber (g)	AOAC (2016) 985.29
Ash (g)	AOAC (2016) 930.30, 945.46
Total antioxidant activity (FRAP) (umoles TE)	Benzie IF and Strain JJ., Anal Biochem 1996; 239(1): 70-6.
Total antioxidant activity (DPPH) (mg TE)	Katsuke T. J Agric Food Chem 2004, 52: 2391-2396.
Total polyphenol (mg eq GA)	Lu J, et al. J Agric Food Chem 2007, 55: 10994-11001.
MPN Escherichia coli	FDA BAM online, 2002 (chapter 4)
Salmonella spp.	ISO 6579-2002

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.
ผลการทดสอบใช้ได้กับตัวอย่างนี้เท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาก่อนได้รับอนุญาต

งานบริการวิชาการ Tel. 02 441 9346, 02 800 2380 ext. 406, 418; Fax. 02 441 9344

Food and Nutrition Laboratory
Institute of Nutrition, Mahidol University
Salaya, Phuttamonthon, Nakhon Pathom 73170, THAILAND
ห้องปฏิบัติการ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล
999ถนนพุทธมณฑล สาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

รายงานผลการทดสอบ

ตัวอย่างอาหาร: ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

เลขที่บริการ: SFC, SFM 0346/2563

รายละเอียดของตัวอย่างอาหาร: เป็นก้อนนิ่มสีเหลืองอ่อน บรรจุกระปุก จำนวน 14 กระปุก (ไม่มีฉลาก)

ผู้ขอรับบริการ: นายอภิชาต โคเวียง
79 หมู่ 5 ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

วันที่รับตัวอย่าง: 18 ธันวาคม 2562

วันที่ทดสอบตัวอย่าง: 18 ธันวาคม 2562

วิธีทดสอบ: ตามเอกสารแนบ

ผลการทดสอบ: (ต่อ 100 กรัม)

	A	B	Average
Energy (kcal)	381.09	382.64	381.84
Moisture (g)	20.25	19.85	20.05
Protein(Nx6.25) (g)	8.29	8.21	8.25
Total Fat (g)	13.73	13.72	13.72
Total Carbohydrate (g)	56.09	56.58	56.34
Dietary fiber (g)	4.77	4.57	4.67
Ash (g)	1.64	1.64	1.64
Total antioxidant activity (FRAP) (umoles TE)	41.12	37.76	39.44
Total antioxidant activity (DPPH) (mg TE)	38.66	40.31	39.49
Total polyphenol (mg eq GA)	39.02	38.80	38.91
Microbiological Examination:			
MPN *Escherichia coli*/g	Less than 3		
Salmonella spp./25 g	Not detected		

(อาจารย์ ดร.ชลัท ศานติวรางคณา)
ผู้อำนวยการสถาบันโภชนาการ

รายงานผลการทดสอบ ตามหนังสือเลขที่ อว 78.21/ฉบับ 59 ลงวันที่ 9 มกราคม 2563

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.
ผลการทดสอบใช้ได้กับตัวอย่างนี้เท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาก่อนได้รับอนุญาต
สแกนด้วย CamScanner

งานบริการวิชาการ Tel. 02 441 9346, 02 800 2380 ext. 406, 418; Fax. 02 441 9344

Food and Nutrition Laboratory
Institute of Nutrition, Mahidol University
Salaya, Phuttamonthon, Nakhon Pathom 73170, THAILAND
ห้องปฏิบัติการ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล
999ถนนพุทธมณฑล สาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

เอกสารแนบ (เลขที่บริการ SFC, SFM 0346/2563)

วิธีทดสอบ:

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ
Energy (kcal)	By calculation
Moisture (g)	AOAC (2016) 952.08
Protein (g)	AOAC (2016) 991.20
Total Fat (g)	AOAC (2016) 948.15, 945.16
Total Carbohydrate (g)	By calculation
Dietary fiber (g)	AOAC (2016) 985.29
Ash (g)	AOAC (2016) 930.30, 945.46
Total antioxidant activity (FRAP) (umoles TE)	Benzie IF and Strain JJ., Anal Biochem 1996; 239(1): 70-6.
Total antioxidant activity (DPPH) (mg TE)	Katsuke T. J Agric Food Chem 2004, 52: 2391-2396.
Total polyphenol (mg eq GA)	Lu J, et al. J Agric Food Chem 2007, 55: 10994-11001.
MPN Escherichia coli	FDA BAM online, 2002 (chapter 4)
Salmonella spp.	ISO 6579-2002

The analytical results reported in this document are valid for the submitted sample only.
This document is prohibited for use in any type of advertising without written permission.
ผลการทดสอบใช้ได้กับตัวอย่างนี้เท่านั้น ห้ามนำเอกสารนี้ไปประกาศโฆษณาก่อนได้รับอนุญาต

งานบริการวิชาการ Tel. 02 441 9346, 02 800 2580 ext. 406, 418; Fax. 02 441 9344

ชุดที่.....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัว

วันที่ ...../...../.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของสูตรในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด **โดยกำหนดให้**

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**		
	สูตร 1	**สูตร 2**	**สูตร 3**
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (นุ่ม)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

นายอภิชาต โคเวียง

ชุดที่.....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมทองเอกแป้งเม็ดบัวเสริมเกสรบัวหลวง

วันที่ ...../...../.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของสูตรในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**		
	สูตร 1	**สูตร 2**	**สูตร 3**
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (นุ่ม)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

นายอภิชาต โคเวียง

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นายอภิชาต โคเวียง
วัน เดือน ปีเกิด 16 มกราคม 2529
ที่อยู่ปัจจุบัน 79 หมู่ 5 ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สาขาอาหารและโภชนาการ	2551

สถานที่ทำงานปัจจุบัน
2560 : วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี
ที่อยู่ : วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี 79 หมู่ 5 ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000