การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพ

The Development of Khanom Saneh Chan Product for Health

ชลัดดา ยิ้มเยื้อน

CHALADDA YIMYENE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2566

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพ

The Development of Khanom Saneh Chan Product for Health

ชลัดดา ยิ้มเยื้อน

CHALADDA YIMYENE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพ
ชื่อ นามสกุล	ชลัดดา ยิ้มเยื้อน
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา	คหกรรมศาสตร์
คณะ	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัศนีย์ ทับใบแย้ม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม)

วันที่ 22 เดือน เมษายน พ.ศ. 2567

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพ
ชื่อ นามสกุล ชลัดดา ยิ้มเยื้อน
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา และคณะ คหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเสน่ห์จันทน์ 2) ศึกษาผลของการใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิในสูตรขนมเสน่ห์จันทน์ และ 3) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนและกะทิธัญพืชทดแทนกะทิ โดยประเมินคุณภาพของขนมเสน่ห์จันทน์ทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ผลการวิจัยที่มีการวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า 1) ขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐานที่ได้รับการคัดเลือกมีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้า 110 กรัม แป้งข้าวเหนียว 15 กรัม กะทิ 250 กรัม น้ำตาลทราย 185 กรัม ไข่แดง 420 กรัม ผงลูกจันทน์ป่น 0.5 กรัม และสีผสมอาหารสีเหลืองและสีน้ำตาล 2) ขนมเสน่ห์จันทน์สูตรที่พัฒนาได้เป็นสูตรที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายร้อยละ 50 และใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิร้อยละ 100 และ 3) คุณค่าทางโภชนาการขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายร้อยละ 50 และใช้กะทิธัญพืชมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐาน โดยปริมาณขนม 100 กรัม มีค่าพลังงาน 359.66 กิโลแคลอรี่ โปรตีน 7.29 กรัม ไขมัน 16.38 กรัม ความชื้น 29.66 กรัม คาร์โบไฮเดรต 45.77 กรัม และน้ำตาล 11.09 กรัม

คำสำคัญ: ขนมเสน่ห์จันทน์, น้ำตาลหญ้าหวาน, กะทิธัญพืช

Thesis Title The Development of Khanom Saneh Chan Product for Health
Author Chaladda Yimyene
Degree Master of Home Economics (Home Economics)
Major Program Home Economics Faculty of Home Economics Technology
Academic Year 2023

ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) study the basic recipe of Khanom Saneh Chan, 2) study the effect of using stevia sugar to replace granulated sugar and using coconut cream alternative to replace coconut milk, and 3) study the nutritional value of Khanom Saneh Chan using stevia sugar and cereal coconut milk by evaluating the quality of Khanom Saneh Chan through the senses in terms of appearance, color, aroma, taste, texture, and overall preference using a tasting method, rating 9 levels of preferences (9-Point Hedonic Scale). The results from the experiment and statistical analysis found that 1) the selected basic recipe of Saneh Chan contained rice flour 110 grams, 15 grams of glutinous rice flour, coconut milk 250 grams, 185 grams of granulated sugar, 420 grams of egg yolk and 0.5 gram of nutmeg powder including food coloring (yellow and brown). 2) Khanom Saneh Chan, a recipe that has been developed, was a recipe that used stevia sugar to replace granulated sugar of 50 % and used 100 % of cereal coconut milk instead of coconut milk. 3) The nutritional value of Khanom Saneh Chan that used stevia sugar instead of 50 percent of granulated sugar and used cereal coconut milk, which had the nutritional value similar to the basic recipe of Khanom Sanae Chan. By the amount of 100 grams of Khanom Saneh Chan, there had an energy value of 359.66 kilocalories, protein 7.29 grams, fat 16.38 grams, moisture 29.66 grams, carbohydrates 45.77 grams, and sugar 11.09 grams.

Keywords: Khanom Saneh Chan, Stevia Sugar, Cereal Coconut Milk

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้กับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ อีกทั้งท่านยังให้ความกรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำพร้อมทั้งให้กำลังใจ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสิ้นมีความสมบูรณ์ และทรงคุณค่ามากยิ่งขึ้น ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัศนีย์ ทับใบแย้ม ที่ให้เกียรติเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วไลภรณ์ สุทธา กรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้ให้ความรู้เพิ่มเติมรวมถึงคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงานวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ ครู อาจารย์ที่ประสิทธ์ประสาทวิชาให้ทั้งในอดีตจนถึงปัจจุบัน เพื่อนร่วมงานและตลอดจนผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่านและขอขอบพระคุณอย่างที่สุด บิดา มารดาและครอบครัวที่ให้และส่งกำลังใจช่วยเหลือ สนับสนุนในทุก ๆ ด้าน

คุณประโยชน์อันใดที่พึงจะมีในงานฉบับนี้ จงบังเกิดผลอันดีให้กับบิดา มารดา ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านตลอดจน เจ้าของต้นตำรับขนมเสน่ห์จันทน์ทุก ๆ ท่าน วิทยานิพนธ์เล่มนี้หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้ทุกประการ

ผู้วิจัยขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ชลัดดา ยิ้มเยื้อน

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 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ขนมเสน่ห์จันทน์	4
2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในขนมเสน่ห์จันทน์	5
2.3 สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล	20
2.4 การประเมินคุณภาพอาหาร	24
2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
3.1 วัสดุและเครื่องมืออุปกรณ์	29
3.2 วิธีการทดลอง	30
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	36
4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเสน่ห์จันทน์	36
4.2 ผลการศึกษาผลของการใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิในสูตรขนมเสน่ห์จันทน์	38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและกะทิธัญพืชทดแทนกะทิ 42
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 44
5.1 สรุป 44
5.2 ข้อเสนอแนะ 44
เอกสารอ้างอิง 45
ภาคผนวก 48
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการทำขนมเสน่จันทน์เพื่อสุขภาพ 49
ภาคผนวก ข แบบประเมินผลทางกายภาพ 53
ภาคผนวก ค แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส 58
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี 61
ภาคผนวก จ รายงานผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการ 69
ประวัติการศึกษาและการทำงาน 72

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการแป้งชนิดต่าง ๆ ปริมาณ 100 กรัม	8
2.2	องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพของกะทิ	11
2.3	ปริมาณกรดไขมันในกะทิมะพร้าวและกะทิธัญพืช	13
2.4	องค์ประกอบโดยประมาณในน้ำมันรำข้าว 100 กรัม	14
2.5	คุณค่าทางโภชนาการกะทิธัญพืชปริมาณ 100 กรัม	15
2.6	ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว ปริมาณ 100 กรัม	17
2.7	ส่วนประกอบทางเคมีของไข่	19
2.8	ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของไข่ไก่ทั้งฟอง ปริมาณ 100 กรัม	20
2.9	องค์ประกอบของอาหารในหญ้าหวาน 100 กรัม (โดยน้ำหนักแห้ง)	23
3.1	สูตรพื้นฐานขนมเสน่ห์จันทน์ 3 สูตร	31
4.1	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร	37
4.2	ระดับการใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทราย และใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิร้อยละ 50 และ ร้อยละ 100 ในสูตรขนมเสน่ห์จันทน์	38
4.3	สูตรขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและกะทิธัญพืชทดแทนกะทิ ร้อยละ 50 และ ร้อยละ 100	39
4.4	คุณภาพทางด้านกายภาพของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและกะทิธัญพืชทดแทนกะทิ ร้อยละ 50 และ ร้อยละ 100	40
4.5	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและกะทิธัญพืชทดแทนกะทิ ร้อยละ 50 และ ร้อยละ 100	41
4.6	คุณค่าทางโภชนาการขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพ	43

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ขนมเสน่ห์จันทน์	5
2.2	ส่วนประกอบของไข่	18
2.3	หญ้าหวาน	22
3.1	ขั้นตอนการทำขนมเสน่ห์จันทน์สูตรที่ 1	32
3.2	ขั้นตอนการทำขนมเสน่ห์จันทน์สูตรที่ 2	33
3.3	ขั้นตอนการทำขนมเสน่ห์จันทน์สูตรที่ 3	34
4.1	ลักษณะของขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร	36
4.2	ลักษณะของขนมเสน่ห์จันทน์ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายร้อยละ 50 และ 100 และใช้กะทิธัญพืชทดแทนร้อยละ 50 และ 100	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมไทย เป็นสิ่งที่มีอยู่ในวัฒนธรรมการกินของคนไทยมาอย่างช้านาน บ่งบอกถึงเอกลักษณ์ความเป็นไทยและความผูกพันกับวิถีชีวิตของคนไทยตลอดชีวิตตั้งแต่วัยเด็กไปจนถึงวัยสูงอายุ ในปัจจุบันขนมไทยยังมีความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจมาเป็นพิเศษ ซึ่งสามารถเห็นได้จากธุรกิจขนมไทยที่มีมากมายทั้งในระดับครัวเรือนไปจนถึงระดับอุตสาหกรรม และยังทำให้เกิดการเชื่อมโยงเข้ากับอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวนิยมซื้อไปรับประทานและให้เป็นของฝากถึงแม้จะมีขนมต่างชาติที่มีแพร่หลายแต่ขนมไทยก็ยังคงเป็นที่นิยมมาโดยตลอด อย่างไรก็ตามขนมไทยหลายชนิดก็ยังมีปัญหาทางโภชนาการที่เป็นอุปสรรคสำคัญคือ การมีส่วนประกอบของน้ำตาล และไขมันในปริมาณที่สูงซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคเมื่อรับประทานในปริมาณที่มากเกินความจำเป็น ซึ่งส่งผลทำให้เกิดโรคตามมามากมาย เช่น ทำให้เกิดไขมันสะสมตามอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดโรคเบาหวานและนำไปสู่การเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ทำให้เกิดอารมณ์แปรปรวน ผิวพรรณเหี่ยวย่น อาทิเช่น ขนมเสน่ห์จันทน์ ซึ่งเป็นขนมไทยที่มีมาแต่โบราณนิยมใช้ในงานพิธีมงคล มีลักษณะคล้ายผลต้นจัน ซึ่งเป็นต้นไม้ชนิดหนึ่งที่มีผลสุกเหลืองและมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว คนโบราณจึงนิยมนำลูกจันนี้มาประยุกต์ใช้ทำเป็นขนมและได้นำ “ผลจันทน์ป่น” มาเป็นส่วนผสม ทำให้มีกลิ่นหอมเหมือนผลจันและให้ชื่อว่า “ขนมเสน่ห์จันทน์” ซึ่งโบราณมีความเชื่อว่าคำว่าเสน่ห์จันทน์เป็นคำที่มีความเป็นสิริมงคลจะทำให้มีเสน่ห์คนรักคนหลงดังเสน่ห์ของผลจัน ดังนั้นขนมเสน่ห์จันทน์จึงถูกนำมาใช้ประกอบในพิธีมงคลสมรส ลักษณะเด่นของขนมเสน่ห์จันทน์นั้นคือมีกลิ่นหอมของลูกจันป่น รสหวานและมัน ขนาดพอดีคำรับประทานได้สะดวกให้พลังงานสูง และยังมีส่วนผสมของไข่แดง กะทิ น้ำตาลและแป้งเป็นส่วนผสมหลัก ขนมเสน่ห์จันทน์นั้นจัดเป็นขนมไทยโบราณชนิดหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในเรื่องของความสวยงามและรสชาติจากชาวต่างชาติเป็นจำนวนมาก และขั้นตอนการผลิตที่ต้องใช้ความละเอียดอ่อนและประณีต แต่ในปัจจุบันขนมชนิดนี้เริ่มหารับประทานได้ยากและกำลังจะสูญหาย เพราะขั้นตอนการผลิตที่ต้องใช้เวลาและการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัยจึงทำให้ไม่ค่อยเป็นที่รู้จักแพร่หลายมากนักเหมือนขนมไทยประเภทอื่น ๆ

ในปัจจุบันนี้กระแสรักสุขภาพได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ผู้บริโภคหันมาใส่ใจเรื่องการกินมากขึ้น โดยเฉพาะการหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีรสหวาน มัน เค็มในปริมาณที่มากซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงในเรื่องของปัญหาสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่มีรสชาติหวานและอาหารที่มีปริมาณไขมันสูง เพราะความหวานที่ได้จากน้ำตาลและไขมันที่ได้จากกะทินั้นมีผลร้ายต่อสุขภาพ ดังนั้นผู้บริโภคจึงให้ความสำคัญในการเลือกรับประทานอาหารที่ดีต่อสุขภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะหันมาเลือกรับประทานสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลเป็นทางเลือกหนึ่งในการบริโภคและใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภท โดยมีการสกัดสารให้ความหวานได้ทั้งทางเคมีและทางธรรมชาติ ทำให้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น Aspartame (แอสปาแตม) Sucralose (ซูคราโลส) น้ำตาลแอลกอฮอล์ (Sugar-alcohol) และหญ้าหวาน (Stevia) เป็นต้น ซึ่งสารสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่กล่าวมาทั้งหมดนี้มีเพียงหญ้าหวานเท่านั้นที่สกัดมาจากธรรมชาติ จึงมีความปลอดภัยต่อการบริโภค นอกจากการเลือกใช้สารทดแทนความหวานดังกล่าวแล้วนั้น ผู้บริโภคก็ยังให้ความสนใจเลือกใช้กะทิที่ทำจากธัญพืชทดแทนกะทิจากมะพร้าวมายิ่งขึ้น เนื่องจากกะทิจากมะพร้าวให้ปริมาณไขมันสูงและมีปริมาณไขมันอิ่มตัวสูงมาก ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มคอลเลสเตอรอลในเลือดได้ ดังนั้นจึงมีการแนะนำให้หลีกเลี่ยงและรับประทานในปริมาณที่เหมาะสม ในปัจจุบันผู้ประกอบการได้ทำการศึกษาหาวัตถุดิบและมีคุณประโยชน์มาทดแทนกะทิที่ทำมาจากมะพร้าว อย่างเช่น การนำน้ำมันรำข้าว น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวันและโปรตีนจากกากถั่วเหลืองมาผลิตเป็นกะทิธัญพืชเพื่อทดแทนของเดิม ขณะนี้การนำสารสกัดที่ได้จากหญ้าหวาน หรือ น้ำตาลหญ้าหวานและกะทิธัญพืชนั้นมาใช้ทดแทนในผลิตภัณฑ์ขนมไทยยังมีไม่มากนัก

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้แนวความคิดที่จะนำขนมไทยอย่างขนมเสน่ห์จันทน์ซึ่งเป็นขนมที่กำลังจะสูญหายไปนำมาพัฒนาเป็นขนมไทยเพื่อสุขภาพ และสร้างช่องทางเลือกผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพให้แก่ผู้บริโภค รวมทั้งเป็นการอนุรักษ์ขนมไทยโบราณให้คงอยู่และเป็นที่รู้จักของคนรุ่นต่อ ๆ ไปอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเสน่ห์จันทน์

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิในสูตรขนมเสน่ห์จันทน์

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและกะทิธัญพืชทดแทนกะทิ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ใช้น้ำตาลหญ้าหวาน (ยี่ห้อสมาท์ ชูการ์) ที่มีส่วนผสมของน้ำตาลไม่ฟอกสีร้อยละ 99.5 และส่วนประกอบที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ สตีวิออล ไกลโคไซด์สารสกัดจากหญ้าหวาน ร้อยละ 0.5 มีความหวานเท่าน้ำตาลทราย จึงใช้ในปริมาณเท่ากับน้ำตาลทรายที่ใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร

1.3.2 ใช้กะทิธัญพืช (ยี่ห้อ Care Tastifit) ที่มีส่วนผสมของน้ำมันรำข้าว ร้อยละ 18 อิมัลซิไฟเออร์ (INS471) สารทำให้ความคงตัว (INS466) แต่งกลิ่นเลียนแบบธรรมชาติและไม่เจือสี

1.3.3 กลุ่มตัวอย่างผู้ทดสอบชิมที่ใช้ในการประเมินทางประสาทสัมผัสเป็นนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 ขนมเสน่ห์จันทน์ เป็นขนมไทยโบราณชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเหมือนผลจัน มีส่วนผสมหลัก ได้แก่ แป้ง ไข่แดง กะทิ น้ำตาลทราย และผงจันทน์ เป็นต้น

1.4.2 กะทิธัญพืช หมายถึง กะทิที่ผลิตมาจากน้ำมันรำข้าว และโปรตีนจากถั่วเหลืองไม่มีส่วนผสมของกะทิมะพร้าว ไม่ผสมแป้ง สี และวัตถุกันเสีย

1.4.3 น้ำตาลหญ้าหวาน หมายถึง น้ำตาลหญ้าหวานสำเร็จรูปที่มีความหวานกว่าน้ำตาลทราย 2 เท่า มีส่วนผสมของงน้ำตาลไม่ฟอกสี และส่วนประกอบที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ สตีวิออล ไกลโคไซด์สารสกัดจากหญ้าหวาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเสน่ห์จันทน์ให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

1.5.2 เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยเพื่อสุขภาพด้วยสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนและกะทิธัญพืช

1.5.3 เพื่อส่งเสริมและอนุรักษ์ขนมไทยโบราณให้คงอยู่ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารตำรา ข้อมูลอินเตอร์เน็ตและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการวิจัย ดังนี้

2.1 ขนมเสน่ห์จันทน์

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในขนมเสน่ห์จันทน์

2.3 สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล

2.4 การประเมินคุณภาพอาหาร

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขนมเสน่ห์จันทน์

ขนมเสน่ห์จันทน์เป็นขนมไทยโบราณชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเหมือนผลจัน มีส่วนผสมหลักประกอบด้วย ไข่แดง กะทิ น้ำตาล และแป้ง ขนมชนิดนี้นิยมนำมาใช้ในงานพิธีมงคลสมรส เพราะเชื่อว่าเสน่ห์จันทน์เป็นคำที่มีความเป็นสิริมงคลทำให้คนรักคนหลงดังคำว่าเสน่ห์จันทน์

ขนมเสน่ห์จันทน์เป็นไทยที่มีมาแต่โบราณ ซึ่งมีเรื่องเล่า “ ชายหนุ่มผู้หนึ่งเก็บผลไม้สีเหลืองผุดผ่องไปฝากมารดา เมื่อมารดานำผลไม้นั้นไปเก็บไว้เพื่อรอจะรับประทานพร้อมกับบุตรชายหลังอาหารเย็น แต่ผลไม้นั้นกลับได้หายไปคงเหลือแต่กลิ่นที่ยังหอม อบอวล ชื่นใจ ตกดึกคืนนั้นพระจันทร์เต็มดวงชายหนุ่มรู้ว่าผลไม้กลิ่นหอมได้หายไป ด้วยความกตัญญูอยากให้มารดาได้ลิ้มรสจึงกลับมายังต้นไม้ ต้นเดิมเพื่อเก็บผลใหม่ไปให้มารดา เขาได้พบกับหญิงสาวสวยผู้หนึ่งนางกำลังค้นหาผลไม้กลิ่นหอมนี้เช่นกัน นางกล่าวว่าจะนำไปฝากบิดา และทั้งคู่ก็ได้ผลไม้กลับไปบ้านดังใจ ต่อมาในทุกคืนวันเพ็ญทั้งคู่จะมาหาผลไม้กลิ่นหอมนี้ด้วยกัน จนในที่สุดทั้งคู่ก็ได้รักกันและแต่งงานกันด้วยมนต์เสน่ห์ของผลไม้นี้ที่นำมาซึ่งความสุข สมหวัง และด้วยความกตัญญู ทั้งคู่จึงนำเมล็ดที่มีกลิ่นหอมของผลไม้ชนิดนี้มาบดใส่แป้งข้าว ใส่ไข่บ้าง กะทิ และน้ำตาล กวนรวมกันพอให้ปั้นก้อนได้นำมาปั้นเป็นผลลูกจันทน์ แจกจ่ายในงานสมรส จากตำนานของขนมเสน่ห์จันทน์จึงเป็นที่นิยมนำมาใช้ในพานขนมแต่งงานมาจนถึงปัจจุบัน”

ภาพที่ 2.1 ขนมเสน่ห์จันทน์
ที่มา: กิจติยา แคดี (2557)

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในขนมเสน่ห์จันทน์

2.2.1 แป้ง (Flour)

2.2.1.1 ชนิดของแป้ง แป้งที่นิยมนำมาเป็นส่วนผสมของขนมไทย มีดังนี้

1) แป้งข้าวเจ้า (Rice Flour) หรือบางทีเรียกว่า แป้งญวณ เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าวหักหรือปลายข้าว มีลักษณะเป็นผงสีขาวจับแล้วสากมือเล็กน้อย เมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะขุ่นร่วน ถ้าทิ้งไว้ให้เย็นสนิทจะอยู่ตัวเป็นก้อนร่วนไม่เหนียวจึงเหมาะที่จะนำมาประกอบอาหารที่ต้องการความคงตัว ร่วนไม่เหนียวหนืดเป็นแป้งที่นิยมใช้มากที่สุดในการทำขนมไทย ลักษณะของเนื้อแป้งข้าวเจ้ามีลักษณะสากมือ เป็นผงหยาบกว่าแป้งสาลี

ในปัจจุบันแป้งข้าวเจ้าที่ขายกันในท้องตลาดมี 2 ชนิดคือ แป้งข้าวเจ้าชนิดแห้ง ซึ่งเป็นแป้งป่นละเอียดมาก สีขาวสะอาดบรรจุในถุงพลาสติก ผลิตโดยโรงงานอุตสาหกรรม แป้งอีกชนิดหนึ่งคือแป้งข้าวเจ้าชนิดเปียก ซึ่งชนิดนี้จะทำขายวันต่อวันถ้าค้างคืนจะมีกลิ่นเหม็นบูด บางคนที่ทำขนมไทยขายเป็นประจำมักจะทำแป้งข้าวเจ้าไว้ใช้เอง โดยแช่ข้าวสารหรือปลายข้าว ซึ่งทำการเลือกและล้างสะอาดแล้วในน้ำพอท่วมประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วนำมาบดละเอียดด้วยโม่หินหรือเครื่องบด ถ้าแป้งที่ได้ออกมายังมีลักษณะหยาบจะโม่หรือบดซ้ำใหม่จนกว่าแป้งจะละเอียดแล้วนำมากรองเอาน้ำออกด้วยถุงผ้า มัดปากถุงให้แน่นแล้วนำของที่มีน้ำหนักมาก ๆ ทับไว้ให้สะเด็ดน้ำจะได้แป้งข้าวเจ้าชนิดเปียก เมื่อนำมาทำขนมจะต้องเติมน้ำลงในแป้งและนวดจนกว่าจะได้ลักษณะของแป้งตามที่ต้องการใช้ในการทำขนมชนิดนั้น ๆ (จำลองลักษณ์ หุ้นชิ้น และคณะ, 2552) ชนิดของแป้งข้าวเจ้าที่นำมาทำขนมไทย มี 3 ชนิด

1.1) แป้งเก่า เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าวเก่า มีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำได้ดี

เป็นข้าวที่ค้างปีนำมาขัดสีและโม่จนเนื้อแป้งละเอียด แป้งชนิดนี้เหมาะสำหรับทำขนมครก ขนมเรไร ขนมตาล เป็นต้น

1.2) แป้งใหม่ เป็นแป้งที่ผลิตจากข้าวใหม่ มีกลิ่นหอม แป้งชนิดนี้ดูดซึมน้ำได้น้อยเพราะในแป้งจะความชื้นสูงเหมาะสำหรับทำขนมเปียกปูน ขนมเปียกอ่อน ขนมกรวย ขนมต้มแดง ขนมต้มขาว ขนมอาลัว ฯลฯ

1.3) แป้งสด เป็นแป้งที่โม่กับน้ำ ลักษณะของแป้งจะมีความชื้นมากกว่าแป้งอื่น การนำไปใช้ต้องลดปริมาณน้ำจากตำรับปกติทั่วไป ในปัจจุบันจะมีเฉพาะร้านขนมที่ทำการโม่แป้งขึ้นมาใช้เอง สามารถใช้กับขนมไทยทุกชนิด เช่น ขนมต้มแดง ขนมต้มขาว ขนมถ้วย ลอดช่องไทย ฯลฯ (จริยา เดชกุญชร, 2549)

2) แป้งข้าวเหนียว (Glutinous Rice Flour) เป็นแป้งที่ได้จากข้าวเหนียว มีลักษณะเป็นผงสีขาวนวล สากมือน้อยกว่าแป้งข้าวเจ้า กรรมวิธีทำแป้งเช่นเดียวกับแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียวที่สุกจะข้นเหนียวแต่ไม่ใส แป้งข้าวเหนียวที่นำมาทำขนมไทย มี 2 ชนิด

2.1) แป้งข้าวเหนียวขาว เป็นแป้งที่ได้จากการนำข้าวเหนียวขาวมาโม่ละเอียดจะมี 2 ลักษณะ คือแป้งสดและแป้งแห้ง แป้งสดจะทำเช่นเดียวกับแป้งข้าวเจ้าสด นิยมนำมาใช้ทำขนมบัวลอย ขนมบ้าบิ่น ขนมไข่หงส์ ขนมถั่วแปบ เป็นต้น สำหรับแป้งแห้งเป็นแป้งที่สามารถเก็บไว้ใช้ได้นาน สะดวกในการเก็บและการนำมาใช้ สามารถใช้ทำขนมไทยทุกชนิด ควรเลือกซื้อแป้งที่มามีกลิ่นอับหรือตัวมอด

2.2) แป้งข้าวเหนียวดำ ทำจากข้าวเหนียวดำ โดยปกติจะมีการผสมแป้งข้าวเหนียวขาวลงไปด้วย เพราะแป้งจะมีสีดำมากและเนื้อแป้งเมื่อนำมาทำขนมจะมีความกระด้างไม่นุ่มนวล เมื่อเติมแป้งข้าวเหนียวขาวลงไปจะช่วยให้สีและเนื้อขนมมีความนุ่มนวล มีทั้งชนิดแป้งสดและแป้งแห้งเช่นเดียวกับแป้งข้าวเหนียวขาว นิยมนำมาทำขนมถั่วแปบ ขนมสอดไส้ (จริยา เดชกุญชร, 2554)

3) แป้งเท้ายายม่อม (Arrowroot starch) ได้จากหัวท้าวยายม่อม ลักษณะของแป้งจะมีสีขาวเป็นเงาเมื่อจับจะเป็นเม็ด เมื่อนำไปหุงต้มให้สุกจะมีความเหนียวหนืดและใสนุ่มเป็นเงาคล้ายแป้งถั่ว เมื่อทำให้เย็นจะเหนียวตัวแป้งเป็นมัน นิยมผสมกับแป้งชนิดอื่นเพื่อให้ได้แป้งที่ใสเป็นประกายเหนียวขึ้น

4) แป้งมันสำปะหลัง (Tapioca starch) ได้จากรากของต้นมันสำปะหลัง ขนมไทยใช้แป้งมันผสมกับแป้งข้าวเจ้ากันมาก ถ้าขนมใช้เฉพาะแป้งข้าวเจ้าเพียงอย่างเดียวแป้งจะแข็งกระด้าง เมื่อผสมแป้งมันไปด้วยแป้งจะมีลักษณะเหนียวและใส (อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล, 2559)

2.2.1.2 ส่วนประกอบของแป้ง

แป้งเกิดขึ้นในเนื้อเยื่อของพืชและอยู่ในลักษณะเม็ดแป้ง (Starch granule) เม็ดแป้งของพืชแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกันมีขนาดเล็กใหญ่ไม่เท่ากันเป็นรูปเหลี่ยมบ้างกลมบ้างแป้งเป็นโมเลกุลใหญ่จัดอยู่ในจำพวกน้ำตาลหลายชั้นประกอบด้วยกลูโคสหลายหน่วยมาเชื่อมต่อกันเป็นเส้นยาว แบ่งชนิดของโมเลกุลตามลักษณะการเชื่อมโยงของกลูโคสเป็น 2 ชนิด

1) อะมิโลส (amylose) ประกอบด้วยกลูโคสเกาะกันเป็นเส้นเดียวจะมีลักษณะเป็นวุ้น เมื่อแป้งสุก พบได้ในแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด เป็นต้น

2) อะมิโลเพคติน (amylopectin) ประกอบด้วยกลูโคสเกาะกันเป็นแขนง เมื่อแป้งสุกจะมีลักษณะเหนียวเกาะกันแน่นแต่ไม่เป็นวุ้น เม็ดแป้งส่วนใหญ่มีทั้งอะมิโลสและอะมิโลเพคตินโดยทั่วไปจะมีอะมิโลสประมาณร้อยละ 24-30 ส่วนที่เหลือจะเป็นอะมิโลเพคติน สามารถพบได้ในแป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี เป็นต้น

2.2.1.3 คุณสมบัติของแป้ง

เม็ดแป้งไม่ละลายในน้ำเย็นและเมื่อผสมแป้งกับน้ำเย็นแป้งจะกระจายทั่วไปในน้ำ หากทิ้งไว้สักครู่จะนอนก้น และเมื่อหุงต้มเม็ดแป้งที่กระจายตัวอยู่ในน้ำจะเปลี่ยนแปลง แป้งเปียกของแป้งบางชนิดจะเป็นวุ้นบางชนิดไม่เป็นวุ้นบางชนิดขุ่นบางชนิดใสและบางชนิดค่อนข้างเหลวบางชนิดข้นหนืด แป้งเปียกที่ได้จากแป้งพวกธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งสาลีจะมีลักษณะขุ่น แป้งเปียกที่ได้จากแป้งพวกราก เช่น แป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลังจะมีลักษณะใสกว่า เมื่อทำให้สุกแล้วทิ้งไว้ให้เย็นลักษณะของแป้งจะไม่แข็งและเป็นวุ้นเท่าแป้งข้าวโพด แป้งเปียกของมันสำปะหลังและแป้งมันฝรั่งจะมีลักษณะเหนียวและค่อนข้างเหลว และเมื่อให้แป้งได้รับความร้อนแห้งที่อุณหภูมิสูง ๆ สีจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและมีกลิ่นไหม้ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเป็นวุ้นของแป้ง คือ

1) ความเข้มข้นของแป้งความเหนียวของแป้งเปียกขึ้นกับปริมาณแป้งที่เติมลงไปถ้าเติมมากก็เหนียวมาก

2) ชนิดของแป้งซึ่งแป้งแต่ละชนิดเกิดการเป็นวุ้นได้ดีไม่เท่ากัน แป้งชนิดที่มีอะมิโลเพคตินสูงอุ้มน้ำได้ดีกว่า

3) อุณหภูมิและเวลาที่ให้ความร้อนเม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่จะพองตัวขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าเม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กกว่า

4) การคนเมื่อแรกให้ความร้อนควรจะคนเพื่อให้แป้งกระจายไปทั่วจะช่วยเร่การเกิดวุ้นแต่ถ้าคนแรงเกินไปหรือนานเกินไปจะทำให้โมเลกุลของอะมิโลเพคตินขาดจึงทำให้แป้งเปียกที่ได้เหลว

5) สารอื่น ๆ การเติมน้ำตาลทำให้วุ้นที่ได้ใสและนุ่มขึ้นแต่ถ้าเติมมากเกินไป

น้ำตาลจะรวมตัวกับน้ำแทนแป้งวุ้นจะไม่แข็งเท่าที่ควร (อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล, 2559)

2.2.1.4 การเลือกซื้อและการเก็บรักษาแป้ง

ควรเลือกแป้งที่มีเนื้อละเอียด เพราะจะทำให้เนื้อสัมผัสเนียนละเอียด มีสีขาว ไม่มีตัวมอด เมื่อดมต้องไม่มีกลิ่นอับหรือกลิ่นสาบ แป้งสดต้องไม่มีกลิ่นเปรี้ยว กลิ่นอับ แป้งแห้งเมื่อใช้แล้วควรปิดปากถุงให้สนิท หรือเก็บในภาชนะปิดมิดชิด ป้องกันมด แมลง หรือความชื้นจากอากาศ แป้งสดควรเก็บไว้ในภาชนะปิดมิดชิดและไว้ในตู้เย็น มิเช่นนั้นแป้งจะดูดกลิ่นจากตู้เย็นทำให้แป้งมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ แต่ถ้าหากมีกลิ่นเปรี้ยวก็ไม่ควรนำมาใช้ (จริยา เดชกุญชร, 2549)

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการแป้งชนิดต่าง ๆ ปริมาณ 100 กรัม

สารอาหาร	ชนิดของแป้ง (ปริมาณ)		
	แป้งข้าวเจ้า	แป้งข้าวเหนียว	แป้งมันสำปะหลัง
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	366	372	351
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	0.8	0.4	0.1
คลอเรสเตอรอล (มิลลิกรัม)	0	0	0
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	76	-	-
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	80.4	82.7	87.2
โปรตีน (กรัม)	6.4	6.6	0.3

ที่มา: สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (2549)

2.2.2 กะทิ (Coconut Milk)

กะทิ หรือ น้ำกะทิ เป็นผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ไม่มีเส้นใยที่ได้จากผลมะพร้าวด้วยการสกัดหรือการบีบอัดจากเนื้อมะพร้าว แต่อาจมีน้ำมะพร้าวปนอยู่ ซึ่งอาจใช้วิธีการเติมน้ำหรือไม่เติมก็ได้ และเมื่อนำมาตั้งทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้นซึ่งชั้นบนที่มีความเข้มข้นเรียกว่า หัวกะทิ และชั้นล่างหรือส่วนที่เจือจางเรียกว่า หางกะทิ นิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมหลักในการประกอบอาหารทั้งคาวและอาหารหวาน เนื่องจากกะทิช่วยให้อาหารหรือขนมมีรสชาติหวานมันและมีกลิ่นหอม เช่น แกงเขียวหวาน ห่อหมก แกงมัสมั่น ลอดช่องน้ำกะทิ กล้วยบวชชี เป็นต้น

2.2.2.1 ลักษณะของน้ำกะทิ

กะทิ ลักษณะทั่วไปมีสีขาวขุ่นทึบแสงคล้ายน้ำนม และมีกลิ่นเฉพาะตัว โดย

กะทิเป็นสารละลายที่อยู่ในรูปอิมัลชันที่ยึดเกาะระหว่างโปรตีน น้ำมัน และน้ำ ซึ่งหยดน้ำมันที่อยู่ในกะทิจะถูกล้อมรอบด้วยเมมเบรนของสารต่าง ๆ ได้แก่ โกลบูลิน (globulins) และอัลบูมิน (albumins) รวมทั้งสารประกอบฟอสโฟไลปิด (phospholipid) ได้แก่ เลซิทิน (lecithin) เซฟาลิน (cephalin) ซึ่งสารเหล่านี้มีหน้าที่สำคัญเป็นอิมัลซิไฟเออร์ทำให้น้ำในกะทิคงตัว ไม่มีการแยกชั้นของน้ำมัน โปรตีน และน้ำ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อตั้งทิ้งไว้นาน ๆ ก็จะมีการแยกชั้นเป็น 2 ชั้น คือชั้นน้ำด้านล่างและชั้นครีมด้านบน เนื่องจากปริมาณโปรตีนที่อยู่ระหว่างเม็ดไขมันและน้ำมีปริมาณที่มากพอ ซึ่งจะเริ่มแยกชั้นภายหลังทิ้งไว้ประมาณ 5-10 ชั่วโมง และจะแยกชั้นสมบูรณ์ไม่เกิน 24 ชั่วโมง แต่สามารถเขย่าให้เข้ากันได้ภายหลัง กะทิในระดับอุตสาหกรรม สามารถแบ่งได้ 5 แบบ คือ

1) น้ำกะทิสด ได้จากการคั้นน้ำกะทิด้วยเครื่อง แล้วเก็บรักษาด้วยความเย็นทันที ความเย็นสามารถรักษาน้ำกะทิจากการเน่าเสีย สามารถเก็บรักษาได้นาน 1-2 วัน แต่รสชาติจะเปลี่ยนไปเล็กน้อยจึงนิยมจำหน่ายวันต่อวัน อุตสาหกรรมที่ใช้น้ำกะทิสดคือ อุตสาหกรรมการทำไอศกรีม อุณหภูมิห้องเย็นในการเก็บรักษาต้องไม่ต่ำเกินไปจนเกิดผลึกน้ำแข็ง เพราะจะทำให้เนื้อสัมผัสของน้ำกะทิเปลี่ยนไป คือ ตะกอนโปรตีนแยกตัวและทำให้มีลักษณะเป็นเนื้อทราย การขนส่งจะต้องรักษาอุณหภูมิด้วยเช่นกัน เนื่องจากมีความเสี่ยงจากการเน่าเสียมาก และเนื่องจากกะทิเป็นสินค้าอุตสาหกรรมจึงบรรจุในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ เช่น 10 กิโลกรัม บรรจุถุงพลาสติกซ้อนกันในลังพลาสติกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงระหว่างการเก็บรักษาและขนส่ง (กองโภชนาการ, 2544) เมื่อนำน้ำกะทิมาตั้งทิ้งไว้หรือนำมาแยกสกัดสามารถทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ของกะทิได้อีก 2 ชนิด คือ

- หัวกะทิ หรือ ชั้นครีม เป็นส่วนที่ได้จากการแยกตัวของสารละลายน้ำกะทิหลังตั้งทิ้งไว้ ซึ่งหัวกะทิจะลอยตัวแยกชั้นในส่วนบนสุด มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวขุ่น และข้นหนืด ทั้งนี้ หัวกะทิที่ดีควรมีไขมันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 และโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5
- หางกะทิ หรือ ชั้นน้ำ เป็นส่วนที่ได้จากการแยกชั้นของน้ำกะทิเช่นกัน แต่จะเป็นส่วนที่แยกชั้นอยู่ด้านล่างสุด เป็นส่วนที่มีมากที่สุดในน้ำกะทิ มีลักษณะเป็นน้ำสีขาวขุ่น หางกะทินี้ ควรมีไขมันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 และโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3

2) น้ำกะทิพาสเจอไรซ์ เป็นน้ำกะทิสดที่นำมาให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แต่เชื้อที่เหลือยังสามารถเจริญได้จึงต้องเก็บในห้องเย็นเหมือนน้ำกะทิสด แต่ความเสี่ยงในการเน่าเสียน้อยกว่าจึงสามารถเก็บรักษาได้นาน 4-6 วัน การขนส่งและการวางจำหน่ายควรใช้อุณหภูมิต่ำ น้ำกะทิพาสเจอไรซ์นั้นมีบรรจุถุงพลาสติกขนาดต่าง ๆ คือ 250 กรัม 500 กรัม และ 1,000 กรัม เพื่อใช้ในครอบครัวและบรรจุขนาด 10 กิโลกรัม เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมแกงบรรจุกระป๋อง

3) น้ำกะทิบรรจุกระป๋อง เป็นน้ำกะทิที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋อง ปิดฝาแล้วฆ่าเชื้ออย่างสมบูรณ์ในระดับอุตสาหกรรม (Commercial sterilization) เพื่อทำลาย

เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาตามปกติ ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานโดยไม่ต้องเก็บในที่เย็น ส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศได้

4) น้ำกะทิกล่องยูเอชที เป็นน้ำกะทิที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยระบบความร้อนสูงระยะเวลาสั้น (140-145 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 วินาที) แล้วบรรจุในกล่องที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว ระยะเวลาให้ความร้อนสั้นทำให้คงสภาพคล้ายน้ำกะทิมาก แต่อายุการเก็บรักษาจะสั้นกว่าแบบบรรจุกระป๋อง และกล่องกระดาษไม่แข็งแรงเท่ากระป๋อง จึงอาจมีการเน่าเสียเกิดขึ้นจากกล่องกระดาษชำรุดได้

5) กะทิผง เป็นน้ำกะทิที่นำมาทำให้แห้งเป็นผงละเอียด โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spry dryer) น้ำกะทิโดยธรรมชาติมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบอยู่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำนมโคจึงไม่สามารถทำให้แห้งได้เหมือนนมผง ดังนั้นต้องเติมสารเพิ่มปริมาณของแข็งคือ สารมอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin) เครื่องทำแห้งมีอุปกรณ์ฉีดน้ำกะทิให้เป็นละอองของเหลวอย่างรวดเร็วให้เป็นอนุภาคผงที่มีขนาดเล็ก กะทิผงมีความชื้นต่ำจึงเก็บรักษาได้นานไม่เน่าเสียแต่ต้องเก็บในภาชนะป้องกันความชื้น เช่น ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ หรือกระป๋องมีฝาปิดสนิท เนื่องจากกะทิผงดูดความชื้นได้ดีทำให้เกาะตัวเป็นก้อน

จากลักษณะต่าง ๆ ข้างต้นจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันนั้นกะทิสำเร็จรูปจะเป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากความสะดวกสบายที่มาพร้อมกับสังคมในยุคนี้ อีกทั้งยังสามารถเก็บได้นาน ความสะอาดที่ได้มาตรฐาน อย่างไรก็ตามกะทิที่คั้นสด ๆ ก็ยังคงให้กลิ่น รสชาติที่หวานหอมกว่าการใช้กะทิสำเร็จรูป เมื่อนำมาปรุงอาหารหรือขนม (กองโภชนาการ, 2544)

2.2.2.2 หน้าที่ของกะทิ

กะทิช่วยเพิ่มรสชาติอาหารให้มีความนุ่ม หวาน มัน หอม และกะทิเป็นส่วนผสมสำคัญไม่ว่าจะเป็นขนมหม้อ เช่น แกงบวด บัวลอย กล้วยบวชชี กะล้วนใช้กะทิเป็นส่วนประกอบหลัก กล้วยเชื่อม เผือกเชื่อม ขนมฟักทอง ขนมตาลก็ใช้กะทิราดหน้า เพื่อตัดรสหวานแหลมของน้ำตาลหรือจะเป็นขนมประเภทกวนก็ใช้กะทิเพื่อไม่ให้ขนมติดกระทะเวลาที่กวน แถมยังทำให้แป้งมีความนุ่ม เพิ่มรสชาติหอม หวาน มันของขนมอีกด้วย (เครือวัลย์ ศิริพงษ์, 2554)

2.2.2.3 บทบาทของกะทิในขนมไทย

กะทิช่วยทำให้ขนมมีรสชาติดี ทำให้ขนมนั้นมีความน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น ขนมที่ใช้กะทิเป็นส่วนผสมจะมีความนุ่ม หอม และมีความมัน

2.2.2.4 องค์ประกอบของกะทิ

องค์ประกอบของกะทิจะขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่ใช้ในการคั้นกะทิ เมื่อคั้นกะทิโดยไม่เติมน้ำจะทำให้ปริมาณไขมันสูง คิดเป็นองค์ประกอบร้อยละคือ น้ำ 41.68 ไขมัน 44.60 โปรตีน 5.40 และเกลือแร่ 1.03 กะทิที่คั้นสดใหม่จะมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6 ซึ่งถือได้ว่าเป็น

อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ค่าความเป็นกรดด่างของกะทิอยู่ระหว่าง 5.80 – 6.39 โดยวัดอุณหภูมิ 10 - 60 องศาเซลเซียส (ศรอุษา สมพงษ์, 2553)

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพของกะทิ

คุณสมบัติ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ทางเคมี	
ความชื้น	73.47 – 76.84
ไขมัน	48.84 – 21.09
โปรตีน	2.14 – 29
เถ้า	0.63 – 0.96
น้ำตาลทั้งหมด	0.82 – 1.62
ทางกายภาพ	
แรงตึงผิว ดายน์ต่อตารางเซนติเมตร	97.76 – 125.43
ค่าดัชนีความหนืดที่ 10 – 60 องศาเซลเซียส	0.161 – 0.0202
ค่าการหักเหของแสง	1.3414 – 1.3446
ค่าความเป็นกรด - เบส	5.95 – 6.30

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hui et al. (2009)

2.2.2.5 การเลือกซื้อและการเก็บรักษา

ควรเลือกซื้อจากร้านที่ขายดี เพราะจะมีมะพร้าวเข้า-ออกอยู่ตลอดเวลา เลือกกะทิที่ไม่มีกลิ่นจากการค้างของมะพร้าวที่ปอกไว้เป็นเวลานาน มีสีขาวสะอาด ชนิดสำเร็จรูปควรศึกษาจากฉลากของบรรจุภัณฑ์เพื่อดูวันหมดอายุ และบรรจุภัณฑ์อยู่ในสภาพที่เรียบร้อย ควรเก็บไว้ในที่เย็น ปิดฝาให้สนิท (จริยา เดชกุญชร, 2549)

การนำน้ำกะทิตั้งไฟพอเดือดและใส่เกลือลงไปเล็กน้อย เกลือจะช่วยยืดอายุของน้ำกะทิให้นานขึ้น พักให้เย็นแล้วนำใส่ถุงนำเข้าช่องแช่เข็ง เมื่อต้องการนำออกมาประกอบอาหารให้ทำการอุ่นรสชาติของกะทิและยังคงมีความสดอยู่เสมอ

2.2.3 กะทิธัญพืช (Coconut Cream Alternative)

กะทิจัดได้ว่าเป็นวัตถุดิบหลักสำหรับใช้ปรุงอาหารคาวและหวาน ทั้งยังเป็นที่นิยมนำมาบริโภค กะทิในด้านโภชนาการมีสัดส่วนของปริมาณไขมันที่สูง และในกะทิมีกรดไขมันอิ่มตัวที่มี

ปริมาณมาก อาจมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของคอลเลสเตอรอลในเลือดได้ ดังนั้นจึงมีการแนะนำให้ผู้บริโภคหลีกเลี่ยง และรับประทานกะทิในปริมาณที่พอเหมาะ ในปัจจุบันผู้บริโภคได้หันมาใส่ใจและรักษาสุขภาพมากขึ้น อีกทั้งเทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าและมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยในเรื่องของอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น จึงมีการศึกษาค้นคว้าหาวัตถุดิบที่ดีและมีคุณประโยชน์มาทดแทนกะทิที่ทำมาจากมะพร้าว เพื่อลดปริมาณไขมันและการเพิ่มสารอาหารและคุณประโยชน์ชนิดอื่น ๆ อาจเทียบได้กับกะทิจากมะพร้าวด้านสี กลิ่น และรสชาติอีกด้วย ในการผลิตกะทิธัญพืชนั้นจะนำส่วนผสมผ่านกระบวนการที่เรียกว่า “โฮโมจิไนเซชัน” (Homogenization) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้ทั่วไปในการผลิตนมสด ทำให้ไขมันมีขนาดเล็กลงและสามารถรวมตัวกับน้ำได้ไม่แยกชั้นเป็นน้ำมัน ทั้งนี้ด้วยขนาดของไขมันที่เล็กลงนั้นจะสะท้อนแสงและทำให้ตาเห็นเป็นสีขาว กะทิธัญพืชมีสีขาวเหมือนกะทิมะพร้าว รสชาติใกล้เคียงกะทิจากมะพร้าว สามารถใช้แทนกะทิในการปรุงอาหารได้ (ศรอุษา สมพงษ์, 2553)

สมาพันธ์โรคหัวใจของสหรัฐอเมริกาแนะนำว่าควรรับประทานอาหารที่มีไขมันน้อยกว่าร้อยละ 30 ของพลังงานทั้งหมดที่ได้รับต่อวัน โดยที่สัดส่วนของกรดไขมันที่ดีควรประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวตำแหน่งเดียวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง ให้ใกล้เคียงกับสัดส่วน 1:1:1 จึงได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์กะทิให้มีสัดส่วนของกรดไขมันที่เหมาะสมกับสุขภาพมากขึ้น โดยการใช้โปรตีนจากถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าว และน้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน อาจมีส่วนผสมของกะทิมะพร้าว หรือไม่มส่วนผสมของกะทิมะพร้าวเลย โดยมีวัตถุประสงค์ในการผลิตกะทิธัญพืชขึ้นเพื่อให้สามารถนำมาปรุงอาหารทดแทนกะทิจากมะพร้าว เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการของไขมันให้ดีขึ้น (ศรอุษา สมพงษ์, 2553)

การบริโภคอาหารที่มีไขมันอิ่มตัวสูง ในปริมาณที่มากเกินความต้องการของร่างกายต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดการสะสมไว้ในร่างกายจำนวนมากจึงเกิดโรคอ้วน และระดับคอเลสเตอรอลในเลือดสูงขึ้น ทำให้เกิดการสะสมที่ผนังหลอดเลือดจนนำไปสู่การไหลเวียนของเลือดไม่สะดวกส่งผลให้เลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายลดลง เช่น หลอดเลือดหัวใจตีบทำให้กล้ามเนื้อหัวใจอ่อนแอและตาย หลอดเลือดไปเลี้ยงสมองตีบทำให้สมองตายเป็นโรคความจำเสื่อม อัมพาต เส้นเลือดไปเลี้ยงไตตีบ เกิดโรคไตพิการและความดันโลหิตสูง (วรารัตน์ สานนท์, 2552)

ตารางที่ 2.3 ปริมาณกรดไขมันในกะทิมะพร้าวและกะทิธัญพืช

กรดไขมัน	กะทิมะพร้าว	กะทิธัญพืช
กรดไขมันอิ่มตัว	91.5	33.2
C6:0	0.3	0.1
C8:0	0.6	1.6
C10:0	5.3	1.3
C12:0	46.4	11.1
C14:0	19.8	4.8
C16:0	10.3	11.2
C18:0	3.4	3.1
กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง	7.1	29.7
C18:1	7.1	29.7
กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง	1.3	37
C18:2	1.3	36.2
C18:3 n3	0	0.8

ที่มา: วันทนีย์ เกรียงสินยศ (2551)

2.2.3.1 วัตถุดิบของกะทิธัญพืช มีดังนี้

1) น้ำมันรำข้าว เป็นน้ำมันที่สกัดได้จากรำข้าวที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ ทำให้น้ำมันรำข้าวอุดมไปด้วยโปรตีน วิตามิน กรดไขมันและเกลือแร่โดยเฉพาะวิตามินอี จากที่รำข้าวมีส่วนประกอบที่เต็มไปด้วยวิตามินอีจึงทำให้มีบริษัทในต่างประเทศนำเอาน้ำมันรำข้าวไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตวิตามินอี (ธิดารัตน์, 2550) น้ำมันรำข้าวนั้นได้จากการสกัดรำข้าวสดหรือรำข้าวนึ่ง ซึ่งเป็นกากที่เหลือจากการสีข้าว ถ้าสกัดจากรำข้าวสดจะต้องทำทันทีหลังจากที่ได้จากการขัดสี เพราะถ้ารำข้าวถูกทิ้งไว้นานจะทำให้น้ำมันที่สกัดได้มีปริมาณกรดไขมันอิสระมากเกิดไม่เหมาะแก่การนำมาบริโภค น้ำมันรำข้าวมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวมากซึ่งจะช่วยลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดีและเพิ่มหรือคงระดับคอเลสเตอรอลที่ดีเอาไว้ นอกจากนี้น้ำมันรำข้าวยังมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระบางชนิดในปริมาณมาก ได้แก่ โอรีซานอล (oryzanol) ไฟโตสเตอรอล (phytosterol) และวิตามินอี ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยต้านโรคมะเร็ง ลดการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบน้ำมันรำข้าวใช้ปรุงอาหารทั่วไป (อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล, 2559)

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบโดยประมาณในน้ำมันรำข้าว 100 กรัม

สารประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
ไขมันชนิดไตรกลีเซอไรด์	92.0 – 97.0
สารประกอบที่ละลายในน้ำมัน	3 - 8
โทโคฟีรอล (Tocopherol)	0.06
โทโคไตรอีนอล (Tocotrienol)	0.07
โอรีซานอล (Oryzanol)	0.09
อื่น ๆ (Phytosterol, Triterpene, Polyphenol)	2.78 – 4.78

ที่มา: คมสันต์ หุตะแพทย์ (2550)

2) น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน เป็นน้ำมันที่มีกรดไลโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ในเมล็ดดอกทานตะวันนั้นอุดมไปด้วยน้ำมันและวิตามินอีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ น้ำมันที่ได้จากเมล็ดดอกทานตะวันมีกรดไลโนเลอิกสูงถึงร้อยละ 44-75 ซึ่งมีความจำเป็นต่อร่างกายสามารถป้องกันการแข็งตัวของเลือดในหลอดเลือด ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ ส่วนวิตามินอีจะทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันในเลือดป้องกันการสะสมของไขมันที่ผนังหลอดเลือด ลดความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจด้วยเช่นกัน นอกจากนี้กรดไลโนเลอิกยังสามารถป้องกันการเกิดมะเร็ง บำรุงสายตา และป้องกันเนื้อเยื่อปอดถูกทำลายจากอากาศ และยังมีกรดไขมัน CLA (Conjugated Acid) คือกรดไขมันที่ร่างกายไม่สามารถผลิตเองได้ มีประโยชน์ในการเร่งการเผาผลาญไขมันที่สะสมตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายโดยเพิ่มฮอร์โมนที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่ช่วยในการเผาผลาญไขมันสะสมมาใช้เป็นพลังงานอย่างเต็มที่ พร้อมทั้งลดปริมาณการเกิดไขมันสะสมที่จะเกิดขึ้นใหม่ด้วย (ศรอุษา สมพงษ์, 2553)

3) โปรตีนจากถั่วเหลือง ถั่วเหลืองจัดเป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่ให้คุณค่าทางโภชนาการและมีประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งในปัจจุบันนั้นอาหารและเครื่องดื่มที่ใช้ถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลักสามารถหาซื้อได้ง่าย เป็นแหล่งของสารอาหารโปรตีนที่เหมาะกับทุกคน ผู้ที่รักษาสุขภาพ ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ลดระดับคอเลสเตอรอล ป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดอุดตัน และหากรับประทานเป็นประจะจะช่วยให้ไตทำงานน้อยลง และกรองของเสียได้ง่ายขึ้น (Kennedy, 1995) โปรตีนในถั่วเหลืองมีสารไอโซฟลาโวน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ได้จากพืชมีประโยชน์ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง และนอกจากนี้ยังทำหน้าที่คล้ายกับฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งช่วยป้องกัน

การสูญเสียมวลกระดูก ปรับสมดุลของฮอร์โมนลดอาการต่าง ๆ ของคนวัยทอง และยังช่วยบำรุงผิวพรรณให้ชุ่มชื้น (คันธร สานแก้ว และคณะ, 2548)

2.2.3.2 คุณค่าทางโภชนาการของกะทิธัญพืช

กะทิธัญพืชผลิตมาจากการใช้ส่วนผสมน้ำมันพืชและส่วนผสมอื่น ๆ เพื่อให้ได้ลักษณะคล้ายกะทิจากมะพร้าว เช่น น้ำมันรำข้าว น้ำมันดอกทานตะวัน และโปรตีนที่สกัดจากถั่วเหลือง ดังนั้นคุณค่าทางโภชนาการของกะทิธัญพืชจะมีพลังงานต่ำกว่ากะทิมะพร้าวไม่มากนัก

ตารางที่ 2.5 คุณค่าทางโภชนาการกะทิธัญพืชปริมาณ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	160
โปรตีน (กรัม)	160 < 0.5
ไขมัน (กรัม)	180
คอเลสเตอรอล (กรัม)	0
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	0.1
วิตามินอี (มิลลิกรัม)	6.29

ที่มา: ดัดแปลงจาก วรารัตน์ สานนท์ (2552)

2.2.4 น้ำตาล (Sugar)

น้ำตาล คือสารประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรต ประเภทโมโนแซ็กคาไรด์และไดแซ็กคาไรด์ซึ่งมีรสหวาน โดยทั่วไปจะได้มาจาก อ้อย มะพร้าว แต่โดยทั่วไปแล้วจะเรียกอาหารที่มีรสหวานว่าน้ำตาลแทบทั้งสิ้น เช่น ถ้าทำมาจากตาลจะเรียกว่า น้ำตาลโตนด ทำมาจากมพะร้าวจะเรียกว่า น้ำตาลมะพร้าว ทำมาจากงวงจากจะเรียกว่า น้ำตาลจาก ทำมาจากอ้อยแต่ยังไม่ได้ทำเป็นน้ำตาลทรายจะเรียกว่า น้ำตาลดิบ แต่ถ้านำมาทำเป็นเม็ดก็จะเรียกว่า น้ำตาลทราย หรือถ้านำมาทำเป็นก้อนแข็งคล้ายกรวดจะเรียกว่าน้ำตาลกรวด (รุ่งทิวา วงค์ไพศาลฤทธิ์, 2553) แหล่งกำเนิดของน้ำตาลมาจากผลผลิตที่เป็นพืชทั้งสิ้น อาจจะอยู่ในส่วนราก ลำต้นของพืชจำพวกหญ้าบางชนิด และพืชหัวบางอย่าง รวมทั้งน้ำหล่อเลี้ยงลำต้นของต้นไม้หลายชนิด หรืออยู่ในส่วนที่เป็นน้ำในผลไม้ (สุวรรณา สุภิมารส, 2543) ในปัจจุบันรูปแบบของสารให้ความหวานมีหลากหลายประเภทด้วยกัน

น้ำตาลทรายขาว (White Sugar) เป็นน้ำตาลที่ได้มาจากการสกัดเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำตาลทรายดิบและเป็นน้ำตาลที่นิยมในการใช้บริโภค

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined Sugar) คือน้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตคล้ายกับน้ำตาลทรายขาว แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาวใส นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์มาก เช่น เครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลม เครื่องดื่มบำรุงกำลัง รวมถึงอุตสาหกรรมยา เป็นต้น

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ (Super Refined Sugar) คือ น้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตเหมือนน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์มาก ๆ เป็นส่วนประกอบ (เมดไทย, 2562)

2.2.4.1 การใช้น้ำตาลประกอบอาหาร

น้ำตาลทรายใช้เป็นส่วนผสมในขนมหวานของไทย ซึ่งจะเลือกใช้น้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลทรายดิบขึ้นอยู่กับชนิดของขนม เช่น ใช้น้ำตาลทรายดิบทำขนมถ้วยตะไล กวนไส้ขนมต้มขาว ขนมสอดไส้ ขนมเทียน ใช้น้ำตาลทรายขาวทำน้ำเชื่อม เป็นต้น ในปัจจุบันจะหันมาใช้น้ำตาลทรายดิบกันมาก เพราะถือว่าเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ ในเครื่องดื่ม ชา กาแฟ จะนิยมใช้น้ำตาลดิบเป็นส่วนผสม (อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล, 2547)

2.2.4.2 คุณสมบัติของน้ำตาล

1) ความหวานของน้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive Sweetener) รสหวานของน้ำตาลเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากรสอื่นเจือปน รสหวานที่เราสามารถรู้สึกเป็นความหวานเปรียบเทียบ โดยเปรียบเทียบกับความหวานซูโครส ซึ่งจะถือว่าเท่ากับ 100 ฟรุกโทสเป็นน้ำตาลที่หวานที่สุด และมีความหวานกว่าซูโครสน้ำตาลที่หวานรองลงมาจากซูโครส คือ กลูโคส มอลโตสและแล็กโทส วัตถุประสงค์หลักของการใส่น้ำตาลในอาหารคือการให้ความหวาน ซึ่งโดยทั่วไปนิยมซูโครสหรือน้ำตาลทรายเพราะมีความหวานสูงและราคาถูกกว่าน้ำตาลอื่น ๆ

2) การละลายน้ำตาล

น้ำตาลทั่วไปที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมักจะละลายน้ำได้ดี ปกติแล้วน้ำตาลจะละลายได้ร้อยละ 30 – 80 ปริมาณที่ละลายขึ้นกับอุณหภูมิซึ่งการละลายได้จะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน

3) การเกิดสีน้ำตาลในอาหาร

ในการเตรียมอาหารและเก็บรักษาอาหารบางชนิดพบว่าสารสีน้ำตาลเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ สารเคมีที่เกิดขึ้นจะมีตั้งแต่สีเหลืองจนมีสีดำ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นสีน้ำตาล กลิ่นรสของอาหารเปลี่ยนไป การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหารอาจมาจากสาเหตุดังนี้

- ปฏิกิริยาการเกิดสารน้ำตาลเคี่ยวไหม้ ระยะแรกของการเกิด

สารน้ำตาลเคี่ยวไหม้น้ำตาลจะสูญเสียน้ำไปหนึ่งโมเลกุล เกิดน้ำตาลที่เรียกว่า น้ำตาลแอนไฮโดร (anhydro sugar) เช่น กรณีของน้ำตาลซูโครสเมื่อถูกความร้อนประมาณ 200 องศาเซลเซียสผลึกของซูโครสจะละลาย เดือดเป็นฟองและจะหยุดเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 35 นาที สารเคมีที่เกิดขึ้นจะไม่หวานและเริ่มมีรสขม และเมื่อหลังจากเดือดเป็นฟองระยะสองประมาณ 55 นาทีจะเกิดสารคาราเมลาน (caramelan) ซึ่งจะมีรสขม

- ปฏิกิริยาเมลลาร์ด การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหารเร็วขึ้นหากอาหารนั้นมีไนโตรเจน โดยเฉพาะสารประเภทอะมีน (Amine) มักจะเกิดขึ้นในอาหารแห้งหรือเข้มข้นมีปริมาณน้ำน้อย

4) การดูดและการเก็บรักษาความชื้นโดยน้ำตาล คุณสมบัติของน้ำตาลด้านการดูดและเก็บรักษาความชื้นมีความสำคัญต่อเนื้อสัมผัส และความคงทนในการรักษาลักษณะของอาหารบางชนิด (อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล, 2559)

2.2.4.3 คุณค่าทางโภชนาการ

น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานเนื่องจากน้ำตาลทรายมีสีขาวบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.5 ซึ่งสามารถคำนวณพลังงานของน้ำตาลทรายได้โดยคิดน้ำตาลทราย 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี่ นอกเหนือจากพลังงานแล้วน้ำตาลทรายขาวไม่ให้สารอาหารอื่นเลย น้ำตาลสีรำจะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัสและเหล็กบ้าง สำหรับน้ำตาลมะพร้าวนอกจากจะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็กแล้วยังให้วิตามินเอและไนอะซิน อีกด้วย

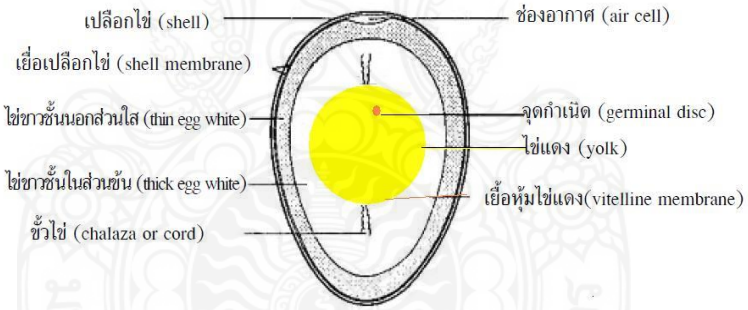
ตารางที่ 2.6 ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว ปริมาณ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	385
โปรตีน (กรัม)	0
ไขมัน (กรัม)	0
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	99.5
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	0
วิตามิน (มิลลิกรัม)	0

ที่มา: อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล (2547)

2.2.5 ไข่ (Egg)

ไข่ เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง หาซื้อได้ง่ายและเป็นวัตถุดิบที่สามารถนำนำมาปรุงอาหารได้หลากหลายทั้งคาวและหวาน อุดมไปด้วยสารอาหารโปรตีนคุณภาพสูงมาก ไข่มีวิตามินและแร่ธาตุสำคัญหลายอย่าง เช่น สังกะสี ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินเอ ดี อี บี 9 (โฟลิค) และบี 12 นอกจากนี้ไข่แดงยังมีเลซิทินที่ช่วยในการบำรุงสมอง ระบบประสาท และผนังเซลล์ของร่างกาย การรับประทานไข่เป็นประจำยังช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดจากที่ไข่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายและมีความหนาแน่นของสารอาหารต่าง ๆ สูงมาก ดังนั้นไข่จึงถูกใช้เป็นเครื่องปรุงในอาหารทั้งคาวและหวานอย่างเช่น การนำไข่มาเป็นส่วนผสมหลักในขนมไทยหลายชนิด เป็นต้น ไข่สดเป็นของเหลวเมื่อได้รับตวามร้อนขณะหุงต้ม ความสามารถในการละลายเป็นของเหลวของโปรตีนในไข่จะลดลง โปรตีนจะเป็นของเหลวข้น ถ้าได้รับความร้อนสูงขึ้นหรือระยะเวลานานขึ้นยิ่งจะทำให้โปรตีนแข็งตัวอย่างรวดเร็ว ดังนั้น ไข่จะจับตัวเป็นก้อน ๆ ไม่น่าดู เช่น การทำขนมหม้อแกง ขนมสังขยาไม่ควรใช้ไฟแรงมาก การอบหรือนึ่งนานเกินไปจะทำให้ขนมมีเนื้อสัมผัสกระด้างและเป็นรูพรุนกว้าง (อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล, 2560)



ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบของไข่

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ พระเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์ (2556)

2.2.5.1 ส่วนประกอบทางเคมีของไข่

ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของไข่ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งมีปริมาณและสัดส่วนแตกต่างกันในไข่ขาวและไข่แดง โปรตีนและไขมันส่วนใหญ่จะอยู่ในไข่แดงในไข่ขาวจะมีปริมาณไขมันอยู่น้อยมาก น้ำส่วนใหญ่จะอยู่ในไข่ขาว ส่วนคาร์โบไฮเดรตจะมีน้อยทั้งในไข่ขาวและไข่แดง (ประดิษฐ์ คำหนองไผ่, 2554)

ตารางที่ 2.7 ส่วนประกอบทางเคมีของไข่

ไข่ 1 ฟอง	% ของน้ำหนัก	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำ (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เถ้า (%)
ไข่ทั้งฟอง	100	60	65.5	0.3-2.0	11.8-13.4	10.5-11.8	10.8-11.7
ไข่แดง	31	18.7	48	0.2-2.0	15.7-17.5	31.8-35.5	1.0-2.0
ไข่ขาว	58	33	87.6	0.4-0.9	9.7-10.9	0.0-0.3	0.5-0.8
เปลือกไข่	11	6.6	2.6	0.07	3.2	0.03	95.1

ที่มา: อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล (2559)

2.2.5.2 คุณภาพของไข่

1) ขนาดของโพรงอากาศ ถ้าไข่ใหม่โพรงอากาศจะเล็ก เนื่องจากภายในไข่ยังไม่สูญเสียความชื้นมากนัก

2) ไข่แดงควรอยู่ตรงกลางและไม่เคลื่อนไปกับการหมุนไข่

3) ไข่ขาวจะเป็นเจล มีความคงตัวและยึดแน่นกับไข่แดง

4) ไม่มีกลิ่นเหม็น

5) เปลือกไข่ไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ (จิตธนา แจ่มเมฆ, 2549)

2.2.5.3 หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1) ตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูเมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟอง ซึ่งประกอบด้วยฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมาก ซึ่งแต่ละฟองจะถูกล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนของไข่ ฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนและแผ่นโปรตีนจะยืดหยุ่นเพียงพอที่จะยึดส่วนผสมหรือไข่ขาวที่ตีแข็งได้รับอุณหภูมิสูงถึงจุดที่โปรตีนแข็งตัวอย่างทั่วถึงนั้นจะสูญเสียความยืดตัวและจะจับตัวเป็นโครงสร้างที่แข็ง (จินตนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2553)

2) สีจากไข่แดง ช่วยให้ให้ผลิตภัณฑ์เกิดสี

3) ความเข้มข้น เนื่องจากไข่มีไขมันและของแข็งอื่น ๆ ผลิตภัณฑ์จะมีไขมันเพิ่มขึ้นและมีรสหวานขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยให้ส่วนผสมมีความมัน ผสมง่าย

4) กลิ่น รส เฉพาะของไข่ซึ่งบางคนชอบให้มีในผลิตภัณฑ์

5) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่ม เนื่องจากไข่มีความชื้นสูงถึงร้อยละ 75 และยังสามารถเก็บไว้ในเนื้อของผลิตภัณฑ์ได้ทำให้แห้งช้าลง

6) ให้คุณค่าทางอาหาร เพราะไข่มีโปรตีนและเกลือที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (อภิสิทธิ์ ประสงค์สุข, 2554)

2.2.5.4 คุณค่าทางโภชนาการของไข่

ไข่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะโปรตีนในไข่มีกรดอะมิโน (Amino acid) ประเภทชนิดที่จำเป็นต่อร่างกาย (Essential amino acid) ครบทุกชนิด ในไข่ทั้งฟองมีน้ำเป็นส่วนประกอบหลักประมาณร้อยละ 66 โปรตีนร้อยละ 12 ไขมันร้อยละ 10 คาร์โบไฮเดรตและเถ้าประมาณร้อยละ 1 นอกจากสารอาหารที่ให้พลังงานแล้วไข่แดงยังเป็นแหล่งของวิตามินเอ และบี 12 รวมทั้งเป็นแหล่งอาหารที่มีแร่ธาตุเหล็กด้วย ไข่แดงประกอบด้วยน้ำ โปรตีน ไขมัน ธาตุเหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอ และวิตามินบี 1 ไข่ขาวมีโปรตีนมากกว่าไข่แดง (พิมพ์เพ็ญ พระเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2556)

ตารางที่ 2.8 ข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของไข่ไก่ทั้งฟอง ปริมาณ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	155
โปรตีน (กรัม)	12.8
ไขมัน (กรัม)	10.8
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	1.6
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	38
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	230
เหล็ก (มิลลิกรัม)	3.1
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	0.4
วิตามิน เอ (มิลลิกรัม)	368

ที่มา: สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (2549)

2.3 สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล

สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล (Non-nutritive sweeteners : NNS) หรือเรียกโดยย่อว่าน้ำตาลเทียมเป็นกลุ่มของวัตถุหรือสารที่มีรสหวานสามารถใช้ปรุงอาหารแทนน้ำตาลได้ ซึ่งจัดเป็นวัตถุเจือปนอาหารกลุ่มหนึ่งที่มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด

2.3.1 **ชนิดของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล**

สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ สารให้ความหวานที่ให้พลังงาน และสารให้ความหวานที่ให้พลังงานต่ำหรือไม่ให้พลังงาน ดังนี้

2.3.1.1 สารให้ความหวานที่ให้พลังงาน ซึ่งได้แก่

1) ฟรุกโทส เป็นสารที่พบในน้ำผลไม้ มีคุณสมบัติและให้พลังงานคล้ายกับน้ำตาลปกติ

2) แลกโทส เป็นสารให้ความหวานที่หวานน้อยกว่าน้ำตาล ให้พลังงานเท่ากับน้ำตาลปกติ เนื่องจากหวานน้อยกว่าน้ำตาล จึงมักใช้เพื่อเพิ่มปริมาตรหรือความข้นในอาหาร ไม่ใช้เพื่อให้ความหวานโดยตรง

3) ซอร์บิทอล และ ไซลิทอล มีความหวานและให้พลังงานประมาณร้อยละ 60 ของน้ำตาลปกติ ไม่ทำให้ฟันผุ แต่อาจทำให้ท้องเสียถ้าบริโภคเข้าไปในบริมาณมาก

2.3.1.2 สารให้ความหวานที่ให้พลังงานต่ำหรือไม่ให้พลังงาน ได้แก่

1) อีริทริทอล (Erythritol) เป็นสารให้ความหวานกลุ่มโพลิออล ที่ให้พลังงานต่ำที่สุด คือ น้อยกว่า 0.2 แคลอรี่/กรัม มีความหวานประมาณร้อยละ 70 - 80 ของน้ำตาลปกติ และไม่ทำให้ฟันผุ

2) ซูคราโลส (Sucralose) เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ซึ่งมีความหวานสูงเป็น 600 เท่าของน้ำตาลทราย ได้รับอนุญาตจากองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (FDA) ให้ใช้เป็นสารให้ความหวานทั่วไปได้ (general-purpose sweetener) ซูคราโลสมีข้อดีคือ รสชาติดี คล้ายน้ำตาล ไม่มีรสขม ใช้ได้หลากหลาย ทนความร้อนในการหุงต้มและอบ เป็นสารให้ความควานที่ค่อนข้างใหม่เมื่อเทียบกับสารให้ความหวานอื่น ปริมาณของซูคราโลส ที่สามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยในคน (ADI) เท่ากับ 15 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน เนื่องจากซูคราโลสมีความหวานสูงมาก ดังนั้นจึงใช้ในปริมาณน้อยมาก ทำให้จำเป็นต้องหาสารประกอบอื่นมาผสม ส่วนใหญ่ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้จะมีการใช้สารให้ความหวานที่อยาในกลุ่มที่เรียกว่า “น้ำตาลแอลกอฮอล์ (Sugar Alcohol) หรือโพลีออล (Polyols) ซึ่งโดยทั่วไปจะมีความหวานน้อยกว่าน้ำตาลทราย เช่น มอลติตอล (Maltitol) มีความหวานเท่ากับร้อยละ 90 – 95 ของน้ำตาลทรายและให้พลังงานเท่ากับ 2.1 กิโลแคลลอรี่ต่อกรัม ซอร์บิทอล (Sorbitol) มีความหวานเท่ากับ 60% ของน้ำตาลทรายและให้พลังงานเท่ากับ 2.6 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม และอิริทริทอล (Erythritol) ,มีความหวานเท่ากับร้อยละ 70 ของน้ำตาลทรายและให้พลังงานเท่ากับ 0.2 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม ซึ่งสารให้ความหวานกลุ่มนี้สามารถดูดได้ช้าและไม่สมบูรณ์จึงทำให้มีการหลั่งอินซูลินรวดเร็วเหมือนน้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลทราย จึงใช้ได้ดีในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน

3) สตีวิออลไกลโคไซด์ (Steviol glycoside) สารสกัดจากหญ้าหวานที่ได้จากน้ำตาลธรรมชาติ ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาล 300 – 450 เท่า แต่ไม่ให้พลังงาน ไม่ทำให้ฟันผุ เป็นสารที่ไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการ จึงเหมาะที่จะใช้เป็นสารให้ความหวานกับอาหารสำหรับคนเป็นโรคเบาหวาน โรคอ้วน และโรคหัวใจ

5) แอสปาแตม เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาลแบบสังเคราะห์ มีรสหวาน ให้พลังงานต่ำ ไม่ทำให้ฟันผุ แต่คุณสมบัติและโครงสร้างจะถูกทำลายถ้าโดนความร้อนสูง ดังนั้นจึงไม่นิยมนำมาใช้ปรุงอาหารบนเตาไม่ได้ และห้ามผู้ป่วยโรคฟีนิลคีโตนูเรียรับประทาน (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย, ม.ป.ป)

2.3.2 หญ้าหวาน (Stevia)

หญ้าหวานมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Stevia rebaudiana bertoni* หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า Stevia เป็นพืชอยู่ในวงศ์ Asteraceae (Compositae) หญ้าหวานเป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็กประมาณ 30 - 90 เซนติเมตร ใบเดี่ยว รูปใบหอกกลับ ขอบใบหยัก มีดอกช่อสีขาว ลักษณะคล้ายต้นโหระพา หรือต้นแมงลัก ลำต้นกลมและแข็ง ชอบสภาพอากาศที่ค่อนข้างเย็น อุณหภูมิประมาณ 20 – 26 องศาเซลเซียส และขึ้นได้ดีเมื่อปลูกในพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเล 600 -700 เมตร มีการนำมาเพาะปลูกในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2518 โดยพื้นที่ปลูกที่เหมาะสมของไทยคือภาคเหนือ ใบหญ้าหวานแห้ง สกัดด้วยน้ำได้สารหวานประมาณร้อยละ 1 ซึ่งสารหวานดังกล่าวนี่มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 150 – 300 เท่า มีความคงตัวสูงทั้งในตัวทำละลาย กรดอ่อน เบสอ่อน และทนความร้อนถึง 200 องศาเซลเซียส จึงไม่สลายตัวหรือเปลี่ยนสภาพจากความร้อนในการปรุงอาหาร ใช้ในปริมาณน้อย ไม่เป็นพิษและมีความปลอดภัยในการบริโภค (พิสมัย กุลกาญจนาธร, 2555) รสหวานในใบหญ้าหวานนั้นเป็นสารปะกอบไกลโคไซด์ของสารกลุ่มไดเทอฟีน คือ สตีวิออลไกลโคไซด์ (Steviol glycoside) มีลักษณะเป็นผงสีขาวถึงสีเหลืองอ่อน ให้พลังงานเพียงเล็กน้อยหรือไม่ใช้พลังงานเลยหากใช้ในปริมาณน้อย

ภาพที่ 2.3 หญ้าหวาน
ที่มา: Bannathong (2019)

ปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตสารสตีวิออลไกลโคไซด์ในระดับอุตสาหกรรมเพื่อนำมาใช้ทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งกระบวนการผลิตได้จากการวิจัยอย่างครบวงจร ตั้งแต่การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์และมีโครงการส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปเพาะปลูกเป็นพืชไร่หญ้าหวานให้มากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณเขาใหญ่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยทำการรับซื้อหญ้าหวานสดหรือแห้งนำมาเป็นวัตถุดิบในการสกัดสารหวานบริสุทธิ์ในระดับอุตสาหกรรม จำหน่ายให้แก่ผู้ผลิตอาหารและเครื่องดื่มทั้งในและต่างประเทศ และผู้บริโภคโดยตรงเพื่อนำมาใช้ประกอบอาหารและเครื่องดื่มในครัวเรือน ช่วยลดการนำเข้าและผลักดันให้หญ้าหวานเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศ (พิสมัย กุลกาญจนาธร, 2555) นอกเหนือจากเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่มีความหวานแล้ว หญ้าหวานยังอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารอันได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นจึงมีการนำหญ้าหวานไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตซีเรียลในประเทศอินเดีย (หทัยชนก กันตรง, 2558)

ตารางที่ 2.9 องค์ประกอบของอาหารในหญ้าหวาน 100 กรัม (โดยน้ำหนักแห้ง)

องค์ประกอบ	ปริมาณ
ความชื้น (กรัม)	7
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	270
โปรตีน (กรัม)	10
ไขมัน (กรัม)	3
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (กรัม)	52
เถ้า (กรัม)	11
ใยอาหาร (กรัม)	18
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	464.4
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	11.4
เหล็ก (มิลลิกรัม)	55.3
โซเดียม (มิลลิกรัม)	190.0
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	1800.0
กรดออกซาลิก (มิลลิกรัม)	2295.0
แทนนิน (มิลลิกรัม)	0.010

ที่มา: Savita et al. (2004)

จากองค์ประกอบของอาหารข้างต้นนี้จะพบว่าหญ้าหวานเป็นแหล่งของสารอาหารที่ดี เมื่อพิจารณาสารอาหารจาก 100 กรัม น้ำหนักแห้งพบว่า หญ้าหวานประกอบไปด้วยโปรตีน 10 กรัม คาร์โบไฮเดรต 52 กรัม ใยอาหาร 18 กรัม และยังมีแร่ธาตุ ๆ นอกจากนี้หญ้าหวานยังให้พลังงานเพียง 2.7 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม ซึ่งกล่าวได้ว่าสารสกัดจากหญ้าหวานสามารถเป็นสารให้ความหวานจากธรรมชาติที่ให้พลังงานต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสารให้ความหวานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น แอสปาร์แตม ซึ่งให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์แปรรูปจากหญ้าหวานนั้นมีหลากหลายรูปแบบ เช่น ใบอบแห้ง ใบอบแห้งบดเป็นชาหญ้าหวาน สกัดสารให้ความหวานแล้วนำมาชงดื่มหรือนำไปผสมกับเครื่องดื่มและอาหาร เนื่องจากสารให้ความหวานนี้มีความทนทานต่อกรดและความร้อน รวมถึงไม่ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ ดังนั้นเมื่อนำไปเป็นส่วนผสมในอาหารและเครื่องดื่มจึงไม่ทำให้เกิดการเน่าเสียและไม่เกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลเมื่อผ่านความร้อนสูง นอกจากคุณสมบัติในเรื่องของรสหวานแล้วหญ้าหวานยังมีสรระคุณทางยาอีกมากมาน เช่น ต้านการเกิดเชื้อราและแบคทีเรีย ช่วยลดน้ำตาลในเลือด ซึ่งเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยบำรุงตับอ่อน ลดไขมันในเส้นเลือดและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูงและโรคอ้วนได้ รวมทั้งทำให้เลือดไปเลี้ยงสมองมากขึ้น ช่วยลดการเกิดโรคหวัดและไข้หวัดใหญ่ ทั้งยังช่วยในการสมานแผลทั้งภายนอกและภายในทำให้แผลหายเร็วยิ่งขึ้น (หทัยชนก กันตรง, 2558)

2.4 การประเมินคุณภาพอาหาร

วิธีทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับตรวจวิเคราะห์ คุณภาพอาหารและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ แล้วดำเนินการประมวลผลด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อสรุปผลถึงระดับคุณภาพของอาหารหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้อย่างเป็นระบบ (ปพนวีณ์ สุทธิประสิทธิ์, 2560) คุณภาพอาหารสามารถแบ่งได้ดังนี้ (พิมพ์เพ็ญ พระเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2560)

2.4.1 คุณภาพทางกายภาพ (Physical quality) ขนาด รูปร่าง ตำหนิ ปริมาตร น้ำหนักสุทธิ น้ำหนักเนื้อ

2.4.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory quality) เป็นคุณภาพสามารถรับรู้ได้ด้วยมนุษย์ โดยใช้การประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค เช่น

- ลักษณะปรากฏที่ประเมินด้วยสายตา (Appearance) เช่น สี ความสม่ำเสมอของสี และความผิดปกติของสี
- กลิ่นรส ได้แก่ รสหวาน รสเปรี้ยว รสขม กลิ่นหอม กลิ่นรสที่ผิดปกติ เช่น กลิ่นไหม้ กลิ่นหมัก กลิ่นหืน

- เนื้อสัมผัส เช่น ความแข็ง ความเหนียว ความกรอบ ความนุ่ม

2.4.3 คุณค่าทางโภชนาการ (Nutrition value) หมายถึง ชนิดและปริมาณของส่วนประกอบทางเคมี มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการและการเก็บรักษา

1) ปริมาณน้ำ (Moisture content)

2) สารอาหารหลักที่ให้พลังงาน ได้แก่ น้ำ คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร ไขมัน และโปรตีน กรดอะมิโนที่จำเป็น และกรดไขมันที่จำเป็น

3) สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ เกลือแร่ วิตามิน รงควัตถุ และสารให้กลิ่นรส

2.4.4 คุณภาพทางจุลินทรีย์ หมายถึง ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ รา จุลินทรีย์ที่ก่อเกิดโรค (pathogen) ที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งมีผลต่อการเสื่อมเสีย (microbial spoilage) บ่งชี้ถึงสุขลักษณะของการผลิตอาหารและอาจนำไปสู่เป็นอันตรายในอาหาร (biological hazard)

2.4.5 ความปลอดภัยต่อผู้บริโภค (Safety) หมายถึง อันตรายทางเคมี (chemical hazard) ได้แก่ สารพิษตามธรรมชาติ โลหะหนัก วัตถุอันตรายทางการเกษตร สารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) อันตรายทางชีวภาพ (biological hazard) การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อเกิดโรค (pathogen) และอันตรายทางกายภาพ

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยเกี่ยวกับขนมเสน่ห์จันทน์และขนมไทยตระกูลทอง

พิเชษฐ เนตรสว่าง และ ฉัตรชัย นิยะบุญ (2565) ศึกษาการสืบทอดภูมิปัญญาในการทำขนมไทย (ทองหยอด ฝอยทอง และเม็ดขนุน) เพื่อพัฒนาเป็นธุรกิจของกลุ่มแม่บ้านชุมชนบ้านจีน ตำบล วัดยม อำเภอบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าวิถีชีวิตในการทำขนมไทยโบราณ ที่มีการสืบทอดมายังกลุ่มแม่บ้าน ชุมชนบ้านจีนจากอดีตมาถึงปัจจุบันนั้น มีการสืบทอดต่อรุ่นสู่รุ่นตลอดระยะเวลามากกว่า 80 ปีที่ผ่านมา โดยมีนางเลื่อน ไกรธรรม เป็นต้นตำรับ สืบทอดมายังนางสาวเยื่อ ขาวมณี นางสาวบาง ขาวมณี นางสาลี่ สุพินศรี และส่งต่อมาถึงรุ่นปัจจุบัน ที่มีการถ่ายทอดองค์ความรู้ตั้งแต่วิธีการเลือกสรรวัตถุดิบ แปรรูปวัตถุดิบ กรรมวิธีการผลิต ผสมผสานกับวิธีการประยุกต์ใช้ขั้นตอนใหม่ๆ ในการผลิต แต่ยังคงคุณภาพความอร่อยเหมือนเดิมแต่โบราณ และกระบวนการผลิตขนมไทยโบราณทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ มีเทคนิคการผลิตที่มีความหวานพอดี ไม่เกิดอาการตกทราย ขนมไทยโบราณ (ทองหยอด ฝอยทอง และเม็ดขนุน) ไม่มีกลิ่นคาวของส่วนผสมหลัก คือ ไข่เป็ด ซึ่งถือว่าเป็นตัวชี้วัดด้านผลผลิตเชิงคุณภาพของการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าในตัวของผลิตภัณฑ์ ผลลัพธ์ (outcomes) และตัวชี้วัดที่วัดที่ได้เชิงปริมาณ คือ ได้องค์ความรู้ภูมิปัญญาในการทำขนมไทย 3

ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ทองหยอด ฝอยทอง และเม็ดขนุน ซึ่งชุมชนบ้านจีน สามารถนำองค์ความรู้ไปสร้างอาชีพให้คนในหมู่บ้าน และสามารถนำไปพัฒนาเป็นธุรกิจในชุมชนต่อไป

นฤนาท ลิ้มอุทัยรัตน์ (2560) ได้พัฒนาขนมเสน่ห์จันทน์เสริมแป้งฟักทองมีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาตำรับขนมเสน่ห์จันทน์ 2) ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของแป้งฟักทองในขนมเสน่ห์จันทน์ 3) ศึกษาการยอมรับของขนมเสน่ห์จันทน์เสริมแป้งฟักทอง 4) ศึกษาปริมาณวิตามินเอในขนมเสน่ห์จันทน์เสริมแป้งฟักทองจากตำรับมาตรฐาน โดยวางแผนการทดสอบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม มีผู้ทดสอบจำนวน 40 คน ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า ขนมเสน่ห์จันทน์ที่มีอัตราส่วนผสมของแป้งข้าวเหนียว 75 กรัม แป้งข้าวเจ้า 150 กรัม ไข่แดง 100 กรัม หัวกะทิ 960 กรัม น้ำตาลทราย 500 กรัม น้ำตาลมะพร้าว 10 กรัมและผงจันทน์ป่น 0.5 กรัม ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากนั้นนำมาศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของแป้งฟักทองทดแทนแป้งในสูตร 3 ระดับ คือ ร้อยละ 50 60 และ 70 ซึ่งพบว่าปริมาณแป้งฟักกทองที่ร้อยละ 60 ได้รับความชอบสูงสุด และผู้บริโภคให้การยอมในระดับชอบมากและชอบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 75.0 เมื่อทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ (วิตามินเอ) ของขนมเสน่ห์จันทน์ตำรับพื้นฐานไม่พบวิตามินเอ และขนมเสน่ห์จันทน์เสริมแป้งฟักทองมีวิตามินเออยู่ 20.12 ไมโครกรัม ปริมาณสีเหลืองในตำรับพื้นฐานไม่พบ และขนมเสน่ห์จันทน์เสริมแป้งฟักทองมีสีเหลืองอยู่ 1.0 มิลลิกรัม

สิริมนต์ ชายเกตุ และคณะ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาขนมไทยเพื่อสุขภาพ: กรณีขนมทองเอก มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองเอกเพื่อสุขภาพ โดยการปรับลดไขมัน ปริมาณน้ำตาล และเสริมธัญพืชในผลิตภัณฑ์ขนมทองเอก 2) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมทองเอกเพื่อสุขภาพ และ3) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองเอกเพื่อสุขภาพโดยการวิเคราะห์ทางเคมีอาหาร ผลการเปรียบเทียบขนมทองเอก 3 สูตรพื้นฐานโดยการยอมรับทางประสาทสัมผัส (9 – Point Hedonic Scale) พบว่า คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูตรที่ 1 มากกว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ($p<0.05$) ผู้วิจัยเลือกสูตรที่ 1 มาพัฒนาโดยการทดแทนกะทิด้วยกะทิธัญพืช พบว่า สูตรที่ทดแทนด้วยกะทิธัญพืชมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากกว่าสูตรพื้นฐาน ($p<0.05$) จากนั้นเลือกสูตรที่ทดแทนด้วยกะทิธัญพืชมาพัฒนาโดยการทดแทนไข่แดงจากไข่ไก่ด้วยถั่วเขียวเลาะเปลือกร้อยละ 50 และร้อยละ 100 พบว่า สูตรที่ทดแทนไข่แดงจากไข่ไก่ด้วยถั่วเขียวเลาะเปลือกร้อยละ 100 มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากกว่าสูตรพื้นฐานและสูตรที่ทดแทนไข่แดงจากไข่ไก่ด้วยถั่วเขียวเลาะเปลือกร้อยละ 50 ($p<0.05$) ผู้วิจัยจึงเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับมาพัฒนาโดยการลดปริมาณน้ำตาลลงร้อยละ 30 35 และ 40 ตามลำดับ พบว่าสูตรที่ลดปริมาณน้ำตาลลดลงร้อยละ 35 มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากกว่าสูตรพื้นฐานและสูตรที่ลดปริมาณ

น้ำตาลร้อยละ 30 และ 40 ($p<0.05$) ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ลดปริมาณน้ำตาลลงร้อยละ 35 มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยการวิเคราะห์ทางเคมีอาหาร พบว่าสูตรที่ลดปริมาณน้ำตาลลงร้อยละ 35 มีพลังงานรวม ปริมาณของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำตาลน้อยกว่าสูตรพื้นฐาน

2.5.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการลดพลังงานในขนม

อภิชชญา มัยตรีเดช และคณะ (2563) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบสตรอเบอร์รี ลดพลังงานด้วยหญ้าหวานมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบสตรอเบอร์รีพลังงานต่ำ โดยใช้น้ำเชื่อมสตรอเบอร์รีเข้มข้นที่เป็นเศษเหลือจากโรงงานสตรอเบอร์รีแช่เยือกแข็ง โดยทำการศึกษาความเข้มข้นของน้ำเชื่อมสตรอเบอร์รีเข้มข้นร้อยละ 40-100 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) และการใช้หญ้าหวานทดแทนการใช้น้ำตาลทรายร้อยละ 25–100 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ต่อสูตรพื้นฐานของวุ้นกรอบสตรอเบอร์รี พบว่าการใช้น้ำเชื่อมสตรอเบอร์รีเข้มข้นร้อยละ 80 และหญ้าหวานแทนน้ำตาลทรายปริมาณร้อยละ 25 ในการผลิตวุ้นกรอบตรอเบอร์รีพลังงานต่ำได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงที่สุด โดยได้คะแนนความชอบรวมเท่ากับ 7.22 ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับแก่ผลิตภัณฑ์ในเกณฑ์ที่ดี

วิชชุดา สังข์แก้ว และ สุกฤษฎ์ ประดิษฐวัฒนะกุล (2557) ได้ทำศึกษาวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลดพลังงานโดยใช้สารสกัดจากหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานกลุ่มรีเบาดิโอไซด์ เอ (rebaudioside A : Reb A) มาทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม 3 ชนิด คือ ไอศกรีมนมรสชาเขียว ไอศกรีมโยเกิร์ตสตรอเบอร์รีและไอศกรีมเชอร์เบทเชอร์รีเบอร์รี ทดลองโดยผลิตไอศกรีมแต่ละชนิด 3 สูตร ดังนี้ คือ สูตร 1 คือสูตรควบคุม สูตร 2 ใช้ Reb A ทดแทนน้ำตาลทรายในสูตร และสูตร 3 ใช้ Reb A ทดแทนน้ำตาลทรายในสูตรและมีการเพิ่มปริมาณสารให้ความหนืดมากขึ้น ผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้ Reb A ทดแทนน้ำตาลทรายในไอศกรีมทั้ง 3 ชนิด ไอศกรีมทุกชนิดมีความหนืดและร้อยละการขึ้นฟูลดลง ($p<0.05$) ไอศกรีมสูตร 3 ของไอศกรีมทั้ง 3 ชนิดมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ 9–point hedonic scale ในด้านต่าง ๆ ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p>0.05$)

เอกพันธ์ แก้วมณีชัย (2556) ได้วิจัยเรื่องการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในขนมวุ้นไทย พบว่าการใช้ซอร์บิทอลร่วมกับซูคราโลสทดแทนน้ำตาลทรายในวุ้นกะทิที่ระดับการทดแทนร้อยละ 25 50 75 และ 100 ของปริมาณน้ำตาลทรายที่มีในสูตรต้นแบบปกติ พบว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตีของวุ้นกะทิที่ทดแทนน้ำตาลด้วยสารให้ความหวานมีแนวโน้มลดลงจากสูตรต้นแบบปกติเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของวุ้นกะทิที่ทดแทนน้ำตาลด้วยสารให้ความหวานมีค่าลดลงจากวุ้นกะทิสูตรต้นแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปริมาณของความชื้นพบว่าเพิ่มขึ้นจากสูตรต้นแบบเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดสอบทางประสามสัมผัสพบว่าคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสนั้นจะลดลงที่ระดับการทดแทน

ร้อยละ 100 แต่ไม่ทำให้คะแนนความชอบด้านลักษณะภายนอก สี รสชาติ กลิ่น และความชอบรวมแตกต่างจากวุ้นกะทิสูตรต้นแบบด้วยสารให้ความหวานได้สูงสุดถึงร้อยละ 100

วรารัตน์ สานนท์ (2552) ได้ทำการพัฒนาขนมหม้อแกงไข่ลดพลังงานและปรับปรุงสัดส่วนกรดไขมันด้วยซูคราโลสและกะทิธัญพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาขนมหม้อแกงไข่ลดพลังงานด้วยการใช้สารให้ความหวานซูคราโลสและการปรับปรุงสัดส่วนของกรดไขมันด้วยการใช้กะทิธัญพืช ผลการทดลองพบว่าการใช้ซูคราโลสที่ระดับ ร้อยละ 30 40 และ 50 และการใช้กะทิธัญพืชที่ร้อยละ 75 และ 100 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p น้อยกว่า 0.05) ของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด คือ ซูคราโลสร้อยละ 40 และกะทิธัญพืชร้อยละ 75 ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อขนมหม้อแกงไข่ดังกล่าวในเกณฑ์ชอบมากถึงชอบปานกลาง (7.56-8.14) และร้อยละ 100 ให้การยอมรับขนมหม้อแกงไข่ที่ใช้ซูคราโลสและกะทิธัญพืช โดยร้อยละ 93 ระบุว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์ ในด้านคุณค่าทางโภชนาการพบว่าขนมหม้อแกงไข่ที่ใช้ซูคราโลสร้อยละ 40 และกะทิธัญพืชร้อยละ 75 มีพลังงาน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาลทั้งหมด และไขมันอิ่มตัวลดลงร้อยละ 27.52, 34.27, 24.99 ,35.51 และ 57.73 ตามลำดับ ส่วนไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง ไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง และโปรตีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 27.76, 271.70 และ 11.13 ตามลำดับ จากสูตรพื้นฐาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและเครื่องมืออุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้สำหรับการผลิตขนมเสน่ห์จันทน์

3.1.1.1 แป้งข้าวเจ้า (ตราช้างสามเศียร)

3.1.1.2 แป้งข้าวเหนียว (ตราช้างสามเศียร)

3.1.1.3 น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล)

3.1.1.4 ไข่แดงของไข่ไก่ เบอร์ 0

3.1.1.5 กะทิธัญพืชสำเร็จรูปบรรจุกล่องยูเอชที (ตราฟอร์แคร์ เทสตี้ฟิต)

3.1.1.6 น้ำตาลผสมหญ้าหวาน (ตราสมาร์ทชูการ์)

3.1.1.7 สีผสมอาหารสีน้ำตาลและสีเหลือง (ตราวินเนอร์)

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำขนมเสน่ห์จันทน์

3.1.2.1 ชุดเครื่องตวงมาตรฐาน ประกอบด้วย ถ้วยตวงและช้อนตวง

3.1.2.2 เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Digital kitchen Scale)

3.1.2.3 กระทะเทฟล่อน (Tefal)

3.1.2.4 อ่างผสมแสตนเลส

3.1.2.5 ถาดแสตนเลส

3.1.2.6 ไม้พาย

3.1.2.7 ผ้าขาวบาง

3.1.2.8 เตาแม่เหล็กไฟฟ้า (Lucky Flam รุ่น TS - T202P(H)

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.3.1 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Infrared moisture Content รุ่น FD-620)

3.1.3.2 เครื่องวิเคราะห์ค่าสี (L*a*b KONICA MINOLTA รุ่น cm - 3500)

3.1.3.3 เครื่องวิเคราะห์วอเตอร์แอคติวิตี (Aqua Lab)

3.1.3.4 เครื่องวิเคาระห์เนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i

3.1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.1.4.1 ชุดวิเคราะห์ปริมาณพลังงาน วิเคราะห์ ตามวิธีการ NFI T 126 on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)

3.1.4.2 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Furnace Naberthem รุ่น L 40//11 B170) วิเคราะห์ตามวิธีการ (AOAC, 2012)

3.1.4.3 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล (High Performance Liquid Chromatograph HPLC (PDA2414,FLR 2475 Waters รุ่น Alliance e 2695XE)วิเคราะห์ตามวิธีการ NFI T 943 on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)

3.1.4.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Oven (hot air) Binder รุ่น FP115)

3.1.4.5 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Digestion unit Foss รุ่น DS2520, รุ่น 8420) วิเคราะห์ตามวิธีการ NFI T 966 based on AOAC (2012)

3.1.4.6 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Oven (hot air) Memmert รุ่น MEMM-1 UF55 และ Water bath Memmert รุ่น WNB 29)

3.1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1.5.1 ถ้วยพลาสติก ขนาด 2 ออนซ์

3.1.5.2 สติกเกอร์ติดรหัสตัวอย่าง

3.1.5.3 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1.5.4 ปากกา

3.1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล

3.1.6.1 คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค

3.1.6.2 โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเสน่ห์จันทน์

ทดลองสูตรพื้นฐานขนมเสน่ห์จันทน์จำนวน 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 3.1 นำมาผลิตเป็นขนมเสน่จันทน์โดยใช้ขั้นตอนวิธีการของแต่ละสูตรดังแผนภาพที่ 3.1 3.2 และ 3.3 จากนั้นนำขนมเสน่จันทน์ที่ได้ทั้ง 3 สูตรมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสูตรพื้นฐานมาหาค่าเฉลี่ยในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) โดยให้ผู้ชิมซึ่งเป็นนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชา

อาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม จำนวน 50 คน โดยคัดเลือกสูตรที่ผู้ประเมินชอบมากที่สุด นำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานขนมเสน่ห์จันทน์ 3 สูตร

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสมในแต่ละสูตร					
	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
แป้งข้าวเจ้า	220	17.52	110	11.22	110	10.28
แป้งข้าวเหนียว	-	-	15	1.53	-	-
กะทิเข้มข้นปานกลาง	500	39.82	250	25.50	250	23.35
น้ำตาลทราย	185	14.74	185	18.87	150	14.01
ไข่แดงของไข่ไก่ (เบอร์ 0)	350	27.88	420	42.84	560	52.31
ผงลูกจันทน์ป่น	0.5	0.04	0.5	0.05	0.5	0.05
ปริมาณรวม	1,255.5	100.00	980.5	100.00	1,070.5	100.00

ที่มา: สูตรที่ 1 ดัดแปลงจาก สุปราณี แพรศิริ (2537)
สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก เศรษฐสิริ วัจนพรพิศาล และคณะ (2558)
สูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก นิดดา หงษ์วิวัฒน์ (2557)

หมายเหตุ: 1) ทุกสูตรใช้สีผสมอาหารสีเหลืองไข่และสีน้ำตาลปริมาณเล็กน้อย
2) ทุกสูตรใช้กะทิสำเร็จรูป ½ ส่วน ต่อ น้ำ ½ ส่วน

ผสมน้ำกะทิและน้ำตาลทรายในกระทะทองเหลือง

⇓

เคี่ยวด้วยความร้อน ไฟปานกลาง จนเป็นยางมะตูมพักไว้ให้เย็น

⇓

ใส่ไข่แดง คนให้เข้ากัน นำไปกวนต่อให้ไข่สุก

⇓

ใส่แป้งข้าวเจ้า และผงลูกจันทน์ป่น กวนจนแป้งสุกล่อนจากกระทะ

ยกลงพักไว้ให้เย็น

⇓

แบ่งแป้งออกเล็กน้อย ใส่สีน้ำตาล นวดให้เข้ากัน

แล้วนำมาปั้นเป็นก้อนกลมก้อนละ 5 กรัม ปั้นเป้นผลจันทน์ พักไว้

⇓

ผสมสีเหลืองไข่เล็กน้อยในแป้งที่เหลือ นวดให้เข้ากัน ใช้สำหรับทำขั้วผลจันทน์

⇓

ตกแต่งด้วยแป้งที่ผสมสีน้ำตาลวางบนผลจันทน์

ใช้ก้นตะเกียบกดกลางก้อนลูกจันทน์ให้แบนเล็กน้อย

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำขนมเสน่ห์จันทน์สูตรที่ 1

ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว น้ำตาลทราย ผงลูกจันทน์ป่น และกะทิ

⇓

คนให้น้ำตาลละลายและส่วนผสมเข้าด้วยกัน กรองด้วยกะชอน

⇓

ใส่ไข่แดงลงคนต่อให้เข้ากัน ใส่กระทะทองเหลือง

⇓

กวนด้วยความร้อน ไฟปานกลางจนขนมล่อนไม่ติดกระทะ พอปั้นได้

⇓

ยกลงจากเตา พักไว้ให้คลายร้อน

⇓

แบ่งขนมส่วนหนึ่งผสมกับผงโกโก้ให้เข้ากัน สำหรับทำขั้ว

⇓

นวดแป้งที่เหลืออีกครั้งให้เนียนปั้นเป็นก้อนกลม

ใช้นิ้วกดตรงกลางให้บุ๋มเล็กน้อยคล้ายผลลูกจันทน์

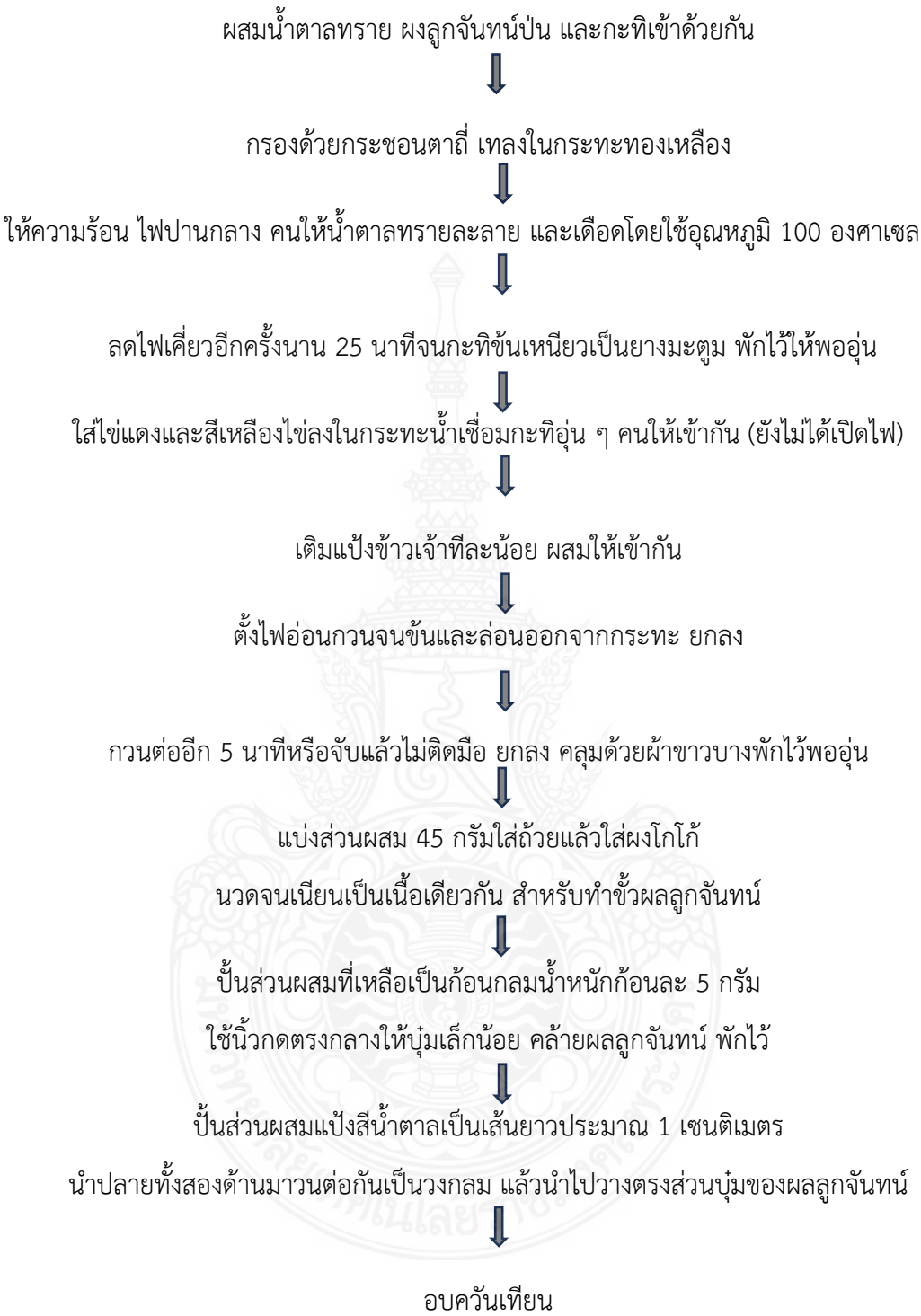
⇓

ปั้นส่วนผสมที่ให้เป็นเส้นเล็ก ๆ ขดให้เป็นวงกลม วางตรงส่วนที่กดให้บุ๋มแล้วกดเบาๆ

⇓

นำขนมที่เสร็จแล้วไปอบควันเทียน

ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำขนมเสน่ห์จันทน์สูตรที่ 2



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทำขนมเสน่ห์จันทน์สูตรที่ 3

3.2.2 ศึกษาผลของการใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิในสูตรขนมเสน่ห์จันทน์

นำสูตรขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐานที่ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุดมาศึกษาผลของการใช้หญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชในสูตรขนมเสน่ห์จันทน์ โดยใช้หญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทราย 2 ระดับ คือ ร้อยละ 50 และร้อยละ 100 และทดแทนกะทิด้วยกะทิธัญพืช 2 ระดับ คือ ร้อยละ 50 และ 100 ของน้ำหนักกะทิ วางแผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial design in CRD ทำ 3 ซ้ำการทดลอง ทำการทดสอบคุณภาพได้แก่

- คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่า aw และ เนื้อสัมผัส
- คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทำการชิมโดยโดยนักเรียน นักศึกษา และบุคลากรวิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม จำนวน 120 คน ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบ Factorial 2x2 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อหาระดับที่เหมาะสมของน้ำตาลหญ้าหวานและกะทิธัญพืชในสูตรขนมเสน่จันทน์

3.2.3 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและกะทิธัญพืชทดแทนกะทิ

นำขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐานและสูตรที่ได้พัฒนามาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยการหาความชื้น ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล และคำนวณค่าพลังงาน

3.2.4 สถานที่ทำการศึกษาทดลอง

3.2.4.1 ห้องปฏิบัติการอาหาร สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม

3.2.4.2 ประเมินคุณภาพทางกายภาพ ณ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.4.3 ประเมินภาพทางประสาทสัมผัส วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม

3.2.4.4 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและกะทิธัญพืชทดแทนกะทิ ณ Asia Medical And Agricultural Laboratory And Research Center

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเสน่ห์จันทน์

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเสน่ห์จันทน์ จำนวน 3 สูตร มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่มีส่วนผสมและขั้นตอนการทำที่เหมาะสม เพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) โดยให้ผู้ชิมเป็นนักเรียน นักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการวิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม จำนวน 50 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น($p \leq .05$) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ผลการทดสอบชิมสูตรพื้นฐานของขนมเสน่ห์จันทน์จำนวน 3 สูตร ดังตารางที่ 4.1

สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3

ภาพที่ 4.1 ลักษณะของขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

ตารางที่ 4.1 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสขนมเสน่ห์จันท์สูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร

คุณลักษณะของขนม	คะแนนทดสอบ		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ลักษณะที่ปรากฏ	4.68±1.85^{c}	**7.80±1.21^{a}**	6.86±1.14^{b}
สี	4.74±1.88^{c}	**7.48±1.29^{a}**	6.52±1.12^{b}
กลิ่น	4.78 ±1.82^{c}	**7.54±1.31^{a}**	6.84±1.43^{b}
รสชาติ	4.60±2.04^{c}	**7.72±1.55^{a}**	6.82±1.42^{b}
เนื้อสัมผัส	5.10±2.14^{c}	**7.44±1.52^{a}**	6.70±1.44^{b}
ความชอบโดยรวม	5.64±1.62^{c}	**8.20±1.26^{a}**	6.98±1.15^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษร$^{(a,b,c,)}$ ในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$)
รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.1 ด้วยขนมเสน่ห์จันทน์ทั้ง 3 สูตร มีการใช้แป้งข้าวเจ้าเหมือนกันทั้ง 3 สูตร แต่ใช้ในปริมาณต่างกัน แต่ในสูตรที่ 2 ใช้แป้งสองชนิด คือแป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวเหนียว ซึ่งใช้ปริมาณแป้งทั้งหมด กะทิ น้ำตาลทราย ไข่ไก่ ปริมาณที่ต่างกัน ในส่วนขั้นตอนการทำแตกต่างกัน ในสูตรที่ 1 ผสมกะทิและน้ำตาลทรายเคี่ยวเป็นยางมะตูม ใส่ไข่แดงกวนจนสุกแล้วใส่แป้งข้าวเจ้า ผงลูกจันท์ป่นปริมาณตามสูตรทั้งหมดกวนไฟปานกลาง สูตรที่ 2 ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว น้ำตาลทราย ผงลูกจันทน์ กะทิตามปริมาณสูตรกรองใส่ไข่แดงกวนไฟอ่อน แต่ในสูตรที่ 3 ผสมกะทิ ผลลูกจันทน์ป่น น้ำตาลกรองแล้วเคี่ยวไฟปานกลางจนข้นเหนียวพักพออุ่น ใส่ไข่แดงและแป้งข้าวเจ้าที่ละน้อยกวนไฟอ่อน จึงทำให้ขนมเสน่ห์จันทน์ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันในด้านลักษณะที่ปรากฏ(ภาพที่ 4.1) และคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส สูตรที่ 1 สูตรของสุปราณี แพรศิริ (2537) จะมีเนื้อสัมผัสที่ละเอียดนุ่ม สีเหลืองอ่อน รสชาติพอเหมาะ ส่วนสูตรที่ 2 สูตรของเศรษฐสิริ วัจนพรพิศาล (2558) จะมีเนื้อสัมผัสที่พอดี มีความเหนียวนุ่มกว่าสูตรอื่นเพราะมีส่วนผสมของแป้งข้าวเหนียว และมีสีเหลืองพอเหมาะ รสชาติพอเหมาะ ส่วนสูตรที่ 3 สูตรของนิดดา หงษ์วิวัฒน์ (2557) จะมีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม มีสีเหลืองเข้มเพราะมีปริมาณไข่แดงมาก รสชาติหวานน้อย

จากตารางที่ 4.1 เมื่อนำขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 ของสุปราณี (2537) สูตรที่ 2 ของชมรมวิชาชีพครูอาหาร (2558) และสูตรที่ 3 ของนิดดา หงษ์วิวัฒน์ (2557) นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ

โดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนสูตรที่ 2 คือสูตรของเศรษฐสิริ วัจนพรพิศาล (2558) มากกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ในด้านคุณลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คือ 7.80 7.48 7.54 7.72 7.44 และ 8.20 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p<.05$) ซึ่งสูตรนี้มีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้า 110 กรัม แป้งข้าวเหนียว 15 กรัม กะทิเข้มข้นปานกลาง 250 กรัม น้ำตาลทราย 185 กรัม ไข่แดงของไข่ไก่ 420 กรัม และผงลูกจันทน์ป่น 0.5 กรัม ขนมเสน่ห์จันทน์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวนุ่มละเอียด ผิวมันวาว หอม รสหวานกำลังดี มีกลิ่นของผงลูกจันทน์เล็กน้อย ดังนั้นผู้ชิมให้คะแนนความชอบมากกว่าสูตรที่ 1 และ 3 จึงเลือกสูตรที่ 2 ทำการทดลองในขั้นต่อไป

4.2 ผลการศึกษาการใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิในสูตรขนมเสน่ห์จันทน์

การทดลองครั้งนี้ได้นำสูตรขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 ที่ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุดจากข้อ 4.1 มาศึกษาผลของการใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิในสูตรขนมเสน่ห์จันทน์ โดยใช้หญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทราย 2 ระดับ คือ ร้อยละ 50 และร้อยละ 100 และทดแทนกะทิด้วยกะทิธัญพืช 2 ระดับ คือ ร้อยละ 50 และ 100 ของน้ำหนักกะทิ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ระดับการใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทราย และใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิร้อยละ 50 และ ร้อยละ 100 ในสูตรขนมเสน่ห์จันทน์

ส่วนผสม (ร้อยละ)	น้ำตาลหญ้าหวานที่ทดแทนน้ำตาล : กะทิธัญพืชที่ทดแทนกะทิ				
	สูตรที่ 1 (พื้นฐาน)	สูตรที่ 2 (50:50)	สูตรที่ 3 (50:100)	สูตรที่ 4 (100:50)	สูตรที่ 5 (100:100)
น้ำตาลทราย	100	50	50	-	-
น้ำตาลหญ้าหวาน	-	50	50	100	100
กะทิ	100	50	-	50	-
กะทิธัญพืช	-	50	100	50	100

ตารางที่ 4.3 สูตรขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลผสมหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน และใช้กะทิธัญพืชแทนกะทิ ร้อยละ 50 และ ร้อยละ 100

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสมในแต่ละสูตร (กรัม)				
	สูตรที่ 1 (พื้นฐาน)	สูตรที่ 2 (50:50)	สูตรที่ 3 (50:100)	สูตรที่ 4 (100:50)	สูตรที่ 5 (100:100)
แป้งข้าวเจ้า	110	110	110	110	110
แป้งข้าวเหนียว	15	15	15	15	15
น้ำตาลทราย	185	138.75	138.75	-	-
น้ำตาลหญ้าหวาน	-	46.25	46.25	92.50	92.50
กะทิเข้มข้นปานกลาง	250	125	-	125	-
กะทิธัญพืช	-	125	250	125	250
ไข่แดงของไข่ไก่ (เบอร์ 0)	420	420	420	420	420
ผงลูกจันทน์ป่น	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
สีผสมอาหารสีเหลืองไข่และสีน้ำตาล					

หมายเหตุ: สูตรที่ 1 สูตรพื้นฐาน
สูตรที่ 2 น้ำตาลหญ้าหวานร้อยละ 50 : กะทิธัญพืชร้อยละ 50
สูตรที่ 3 น้ำตาลหญ้าหวานร้อยละ 50 : กะทิธัญพืชร้อยละ 100
สูตรที่ 4 น้ำตาลหญ้าหวานร้อยละ 100 : กะทิธัญพืชร้อยละ 50
สูตรที่ 5 นำตาลหญ้าหวานร้อยละ 100 : กะทิธัญพืชร้อยละ100

จากตารางที่ 4.3 นำขนมเสน่จันทน์ไปทดสอบคุณภาพด้ายกายภาพ ด้านสี เนื้อสัมผัส ค่าวอเตอร์แอคติวิตี มีผลดังตารางที่ 4.4 และนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสความชอบ 9 ระดับของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิทั้ง 4 ระดับ จากนักเรียน นักศึกษา และบุคลากร วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม จำนวน 120 คน มีผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 4.5

ภาพที่ 4.2 ลักษณะของขนมเสน่ห์จันทน์ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทราย ร้อยละ 50 และ 100 และกะทิธัญพืชทดแทนกะทิร้อยละ 50 และ 100

ตารางที่ 4.4 คุณภาพด้านกายภาพของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทราย และกะทิธัญพืชทดแทนกะทิ ร้อยละ 50 และ ร้อยละ 100

คุณลักษณะ	**ขนมเสน่ห์จันทน์ (ทดแทนน้ำตาลทราย : ทดแทนกะทิ)**				
	(สูตรพื้นฐาน)	**50:50**	**50:100**	**100:50**	**100:100**
ค่าสี L*	**61.55±0.37^{a}**	56.93±0.31^{c}	53.76±0.29^{d}	57.65±0.08^{b}	57.93±0.29^{b}
a*	13.10±0.41^{d}	13.84±0.21^{c}	**18.02±0.34^{a}**	14.14±0.17^{c}	15.38±0.27^{b}
b*	46.63±1.44^{c}	49.33±0.75^{b}	**53.07±0.39^{a}**	47.89±1.35^{bc}	44.97±0.74^{d}
a_w	**0.92±0.00^{a}**	0.87±0.01^{b}	0.83±0.01^{c}	**0.93±0.00^{a}**	**0.93±0.01^{a}**
เนื้อสัมผัส					
Hardness (g)	**7.73±0.186^{a}**	7.17±0.10^{b}	**7.49±0.29^{ab}**	**7.59±0.24^{ab}**	**7.58±0.03^{ab}**
Adhesiveness (g.s)	5.33±0.79^{c}	**10.8±14.01^{a}**	56.87±23.01^{b}	62.08±9.40^{b}	11.12±1.90^{c}
Springiness	**0.39±0.01^{a}**	0.24±0.02^{b}	**0.34±0.04^{a}**	0.27±0.00^{b}	**0.39±0.04^{a}**
Cohesiveness	0.27±0.01^{b}	0.19±0.01^{b}	**0.42±0.09^{a}**	0.22±0.00^{b}	0.27±0.01^{b}
Gumminess	2.09±0.04^{b}	1.37±0.03^{c}	**3.07±0.29^{a}**	1.64±0.08^{c}	2.06±0.09^{b}
Chewiness	0.81±0.04^{b}	0.34±0.06^{c}	**2.45±0.23^{a}**	0.44±0.02^{c}	0.81±0.04^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษร$^{(a,b,c,...)}$ ในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

L* แสดงค่า สีดำ – ขาว มีค่าตั้งแต่ 0-100

a* แสดงค่า สีแดง เมื่อ a* มีค่าเป็น + , สีเขียว เมื่อ a* มีค่าเป็น –

b* แสดงค่า สีเหลือง เมื่อ b* มีค่าเป็น + , สีน้ำเงิน เมื่อ b* มีค่าเป็น –

ผลประเมินคุณภาพ ดังภาพที่ 4.2 ลักษณะของขนมเสน่ห์จันทน์ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายร้อยละ 50 และ 100 มีผลให้ขนมมีสีเข้มขึ้น พิจารณาจากค่า L* ที่มีแนวโน้มลดลง ค่า a* และ b* ที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนขนมเสน่จันทน์ที่มีการใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิในปริมาณที่สูงขึ้น มีผลให้ขนมมีแนวโน้มสีอ่อนลง พิจารณาจากค่า L* ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่า a* และ b* ที่มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่า aw ของขนมเสน่จันทน์ที่มีการใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิร้อยละ 100 ไม่แตกต่างกับสูตรพื้นฐาน แต่การใช้กะธัญพืชทดแทนกะทิร้อยละ 50 ส่งผลให้มีค่า aw ลดลงทั้งในสูตรที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลร้อยละ 50 และร้อยละ 100 ในส่วนของลักษณะเนื้อสัมผัส สูตรที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลร้อยละ 100 และใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิ ร้อยละ 50 มีผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเสน่จันทน์มีความยืดหยุ่น เกาะตัวดีและแน่น จากค่าSpringiness Cohesiveness Gumminess และ Chewiness สูงกว่าตัวอย่างอื่น ส่วนขนมเสน่จันทน์สูตรที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลร้อยละ 50 และใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิ ร้อยละ 50 มีค่าความแข็ง (Hardness) น้อยกว่าสูตรอื่นแต่มีการยึดติด (Adhesiveness) สูงกว่าสูตรอื่น

ตารางที่ 4.5 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทราย และใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิ ร้อยละ 50 และ ร้อยละ 100

คุณลักษณะของขนม	ขนมเสน่ห์จันทน์ (ทดแทนน้ำตาลทราย : ทดแทนกะทิ)				
	สูตรที่ 1 (สูตรพื้นฐาน)	สูตรที่ 2 (50:50)	สูตรที่ 3 (50:100)	สูตรที่ 4 (100:50)	สูตรที่ 5 (100:100)
ลักษณะปรากฏ	6.48±1.04^{e}	6.56±1.00^{d}	**7.48±0.92^{a}**	6.67±1.32^{c}	6.83±0.78^{b}
สี	6.44±1.08^{e}	6.52±1.11^{d}	**7.60±0.91^{a}**	6.82±1.33^{c}	7.16±0.73^{b}
กลิ่น	6.61±1.35^{e}	6.62±1.11^{d}	**7.67±1.05^{a}**	6.73±1.34^{c}	6.83±1.29^{b}
รสชาติ	6.63±1.66^{c}	6.63±1.45^{c}	**7.53±0.88^{a}**	6.11±1.45^{d}	6.92±1.22^{b}
เนื้อสัมผัส	6.30±1.69^{d}	6.32±1.69^{c}	**8.09±0.85^{a}**	6.07±1.24^{e}	6.86±1.29^{b}
ความชอบโดยรวม	6.60±1.28^{e}	6.65±1.26^{d}	**7.97±0.82^{a}**	6.72±0.92^{c}	7.10±1.22^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษร$^{(a,b,c,...)}$ ในแนวนอนต่างกัน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq .05$)

รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 4.5 ผลการศึกษาการใช้น้ำตาลผสมหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายร้อยละ 50 มีผลให้ได้คะแนนความชอบมากกว่าการใช้แทนน้ำตาลร้อยละ 100 และการใช้กะทิธัญพืชร้อยละ 100 มีผลให้ขนมเสน่จันทน์มีสี เนื้อสัมผัสที่นุ่มหนืบ มีรสชาติดี ผิวมันวาว ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้อัตราส่วนของน้ำตาลผสมหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายร้อยละ 50 และใช้กะทิธัญพืชร้อยละ 100 (สูตรที่ 3) มีคะแนนความชอบสูงสุดใน ทุก ๆ ด้าน ทั้งด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีงานวิจัยที่ได้ศึกษาการใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายในอาหารหลายชนิดที่พบว่า ไม่สามารถทดแทนน้ำตาลทรายได้ทั้งร้อยละ 100 (วิชชุดา สังข์แก้ว และ สุกฤษฎ์ ประดิษฐวัฒนะกุล, 2557; อภิชชญา มัยตรีเดช และคณะ, 2563) ผลงานวิจัยของสิริมนต์ ชายเกตุ และคณะ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาขนมไทยขนมทองเอก พบว่าสูตรที่ทดแทนด้วยกะทิธัญพืชมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากกว่าสูตรพื้นฐาน และงานวิจัยของ วรารัตน์ สานนท์ (2552) ได้พัฒนาขนมหม้อแกงไข่ลดพลังงานและปรับปรุงสัดส่วนกรดไขมันด้วยซูคราโลสและกะทิธัญพืช พบว่าสูตรที่คัดลือกได้ใช้ซูคราโลสแทนน้ำตาลร้อยละ 40 และกะทิธัญพืชร้อยละ 75 และมีงานวิจัยที่รายงานว่ามีการพัฒนาตำรับขนม ได้แก่ขนมครก ขนมถ้วย กล้วยบวชชี โดยใช้กะทิปกติ สูตรที่ใช้กะทิปกติกับกะทิธัญพืชอัตราส่วน 50:50 และสูตรที่ใช้กะทิธัญพืช ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนความชอบขนมไทยในแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นด้านกลิ่นขณะเคี้ยวของขนมครกและกล้วยบวชชีที่สูตรกะทิธัญพืชน้อยกว่าสูตรปกติ (อลงกต สิงห์โต และคณะ, 2562)

4.3 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและกะทิธัญพืชทดแทนกะทิ

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐาน และขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายร้อยละ 50 และกะทิธัญพืชทดแทนกะทิร้อยละ 100 นำมาวิเคราะห์ปริมาณ ความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน น้ำตาล และคำนวณค่าพลังงาน (AOAC, 2000) ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คุณค่าทางโภชนาการขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพ

คุณค่าทางโภชนาการ (ต่อ 100 กรัม)	ขนมเสน่ห์จันทน์		
	สูตรพื้นฐาน	สูตรใช้น้ำตาลหญ้าหวานและกะทิธัญพืช	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง
ความชื้น (กรัม)	29.83	29.66	0.17
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	57.88	45.77	12.11
โปรตีน (กรัม)	5.74	7.29	1.55
ไขมัน (กรัม)	5.90	16.38	10.46
น้ำตาล (กรัม)	17.75	11.09	6.66
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	307.58	359.66	52.08

จากตารางที่ 4.6 พบว่า คุณค่าทางโภชนาการของขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐานให้พลังงาน 307.58 กิโลแคลอรี่ ความชื้น 29.83 กรัม คาร์โบไฮเดรต 57.88 กรัม โปรตีน 5.74 กรัม ไขมัน 5.90 กรัม และ น้ำตาล 17.75 กรัมต่อน้ำหนักขนมเสน่ห์จันทน์ 100 กรัม ซึ่งแตกต่างจากขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนและกะทิธัญพืช พลังงานที่ให้ 359.66กิโลแคลอรี่ ความชื้น 29.66 กรัม คาร์โบไฮเดรต 45.77 กรัม โปรตีน 7.29 กรัม ไขมัน 16.38 กรัม และ น้ำตาล 11.09 กรัม ต่อน้ำหนักขนมเสน่ห์จันทน์ 100 กรัม มีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐาน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเสน่ห์จันทน์

ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของขนมเสน่ห์จันทน์ 3 สูตร สูตรที่ได้รับคะแนนสูงสุดคือสูตรที่ 2 ซึ่งมีส่วนผสมของแป้งข้ากลุ่มของไขมันวเจ้า 110 กรัม แป้งข้าวเหนียว 15 กรัม กะทิเข้มข้นปานกลาง 250 กรัม น้ำตาลทราย 185 กรัม ไข่แดงของไข่ไก่ (เบอร์ 0) 420 กรัม และผงลูกจันทน์ป่น 0.5 กรัม

5.1.2 การศึกษาผลของการใช้หญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิในสูตรขนมเสน่ห์จันทน์

ผลการศึกษาการใช้น้ำตาลผสมหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชในสูตรขนมเสน่ห์จันทน์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 2 ระดับ คือ ร้อยละ 50 และร้อยละ 100 จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำตาลผสมหญ้าหวานร้อยละ 50 และใช้กะทิธัญพืชร้อยละ 100 เหมาะสมมากที่สุด

5.1.3 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลผสมหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนและกะทิธัญพืช

คุณค่าทางโภชนาการของขนมเสน่ห์จันทน์สูตรพื้นฐานมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใช้น้ำตาลหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทรายและใช้กะทิธัญพืชทดแทนกะทิ ซึ่งให้พลังงาน 359.66กิโลแคลอรี่ ความชื้น 29.66 กรัม คาร์โบไฮเดรต 45.77 กรัม โปรตีน 7.29 กรัม ไขมัน 16.38 กรัม และ น้ำตาล 11.09 กรัม

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาชนิดของสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล มาใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมไทยชนิดอื่น ๆ ได้ เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค

5.2.2 ควรศึกษาการใช้กะทิธัญพืชที่มีส่วนผสมของไขมันชนิดอื่น มาใช้ในทดแทนกะทิจากมะพร้าวในผลิตภัณฑ์ขนมไทยชนิดอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณะสุข. (2544). ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. องค์การทหารผ่านศึก.

กิจติยา แคดี. (2557). *ขนมไทย.* พิมพ์ครั้งที่ 2. แม่บ้าน.

คมสันต์ หุตะแพทย์. (2550). น้ำมันรำข้าวคุณค่าดั่งทอง. *เกษตรกรรมธรรมชาติ.* 10, 28-36.

คันธร สานแก้ว, เสาวนีย์ เลิศวรสิริกุล และ วิชัย หฤทัยธนาสันติ์. (2548). การสำรวจผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากถั่วเหลืองและการศึกษาองค์ประกอบของถั่วเหลือง, น. 18-19. รายงานการประชุมสัมนาวิชาการอุตสาหกรรมการเกษตร ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เครือวัลย์ ศิริพงษ์. (2554). ขนมไทยเลิศรส. คลื่นอักษร.

จริยา เดชกุญชร. (2554). *ขนมไทย* เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. เพชรการเรือน.

จริยา เดชกุญชร. (2549). *ขนมไทย* เล่ม 2. เพชรการเรือน.

จิตธนา แจ่มเมฆ. (2549). *เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น.* พิมพ์ครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. (2553). *เทคโนโลยีเบเกอรี่เบื้องต้น.* พิมพ์ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

จำลองลักษณ์ หุ้นชิ้น, รุ่งทิพย์ พรหมทรัพย์ และ อภิสิทธิ์ ปะสงค์สุข. (2552). *ขนมไทยรวมเล่ม 1*. แม่บ้านจำกัด.

นฤนาท ลิ้มอุทันรัตน์. (2560). การพัฒนาขนมเสน่ห์จันทน์เสริมแป้งฟักทอง. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

นิดดา หงษ์วิวัฒน์. (2557). *ขนมไทย.* สำนักพิมพ์แสงแดด.

ธิดารัตน์ หน่อสุวรรณ. (2550). *สมบัติของวิตามินซีที่สกัดดิสทิลเลตของน้ำมันรำข้าวโดยใช้เฮกเซนที่อุณหภูมิต่ำ.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปพนวีณ์ สุทธิประสิทธิ์. (2560). การทดสอบคุณภาพอาหารด้วยวิธีการทางประสาทสัมผัส. https://humaneco.stou.ac.th/UploadedFile/7 1 4 1 4-8.pdf

ประดิษฐ์ คำหนองไผ่. (2554). *ผลของชนิดไข่แดงและวิธีการผลิตต่อคุณภาพของไข่แดงเค็ม* (รายงานการวิจัย). คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

พิเชษฐ เนตรสว่าง และ ฉัตรชัย นิยะบุญ. (2565). การสืบทอดภูมิปัญญาในการทำขนมไทย (ทองหยอด ฝอยทอง และเม็ดขนุน) เพื่อพัฒนาเป็นธุรกิจของกลุ่มแม่บ้านชุมชนบ้านจีน ตำบลวัดยม อำเภอบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *วารสารวิชาการอยุธยาศึกษา.* 14 87-101.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

พิมพ์เพ็ญ พระเฉลิมพงค์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2556). ไข่. http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1145/egg-ไข่

พิมพ์เพ็ญ พระเฉลิมพงค์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2560). คุณภาพอาหาร. http://www.foodnetworksolution.com

พิสมัย กุลกาญจนาธร. (2555). หญ้าหวาน. https://www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/article/

เมดไทย. (2562). น้ำตาล. https://meethai.com/น้ำตาล/, 15 ตุลาคม 2563.

รุ่งทิวา วงค์ไพศาลฤทธิ์. (2553). *ขนมไทยในงานพิธี.* ไทยควอลิตี้บุ๊คส์.

วรารัตน์ สานนท์. (2552). *การพัฒนาขนมหม้อแกงไข่ลดพลังงานและการปรับปรุงสัดส่วนกรดไขมันด้วยสารให้ความหวานซูคาโรสและกะทิธัญพืช.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชชุดา สังข์แก้ว และสุกฤษฎ์ ประดิษฐวัฒนะกุล. (2557). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลดพลังงานโดยใช้สารสกัดหญ้าหวานทดแทน. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.* 45(2)(พิเศษ), 717-720.

วันทนีย์ เกรียงสินยศ. (2551). การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อป้องกันและการจัดการโรคอ้วนและโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง. ใน *การประชุมวิชาการโภชนาการแห่งชาติ ครั้งที่ 3*, (หน้า 64-68). สมาคมโภชนาการแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

เศรษฐสิริ วัจนพรพิศาล, ปิยะเมธ ทองเมธา, ลินจง สุวรรณรัตน์ และ ทัศนันท์ จวงสาง. (2558). เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรขนมไทยโบราณสร้างสรรค์สู่ครัวโลก [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. วิทยาลัยอาชีวศึกษาฉะเชิงเทรา, ฉะเชิงเทรา.

ศรอุษา สมพงษ์. (2553). ข้าวเหนียวมูลลดพลังงาน. [การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2549). *Food Composition Database ND 3.3 for INMUCAL PROGRAM*. สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.

สุปราณี แพรศิริ. (2537). *ขนมไทย.* เอ็มไอเอส.

สุวรรณา สุภิมารส. (2543). *เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต.* จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สิริมนต์ ชายเกตุ, พรเพ็ญ มรกตจินดา และ วีณา ทองรอด. (2560). การพัฒนาขนมไทยเพื่อสุขภาพ: กรณีศึกษาขนมทองเอก. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้,* 8(2), 261-269.

หทัยชนก กันตรง. (2558). หญ้าหวาน. *วารสารอาหาร.,* 45(3), 41-43.

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล (2547). *หลักการประกอบอาหาร.* พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล (2559). *หลักการประกอบอาหาร.* พิมพ์ครั้งที่ 13. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล. (2560). *หลักการประกอบอาหาร.* พิมพ์ครั้งที่ 14. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อลงกต สิงห์โต, อุไรภรณ์ บูรณสุขสกุล, รังสิมา ดรุณพันธ์ และ นริศา เรืองศรี. (2562). การยอมรับและความพึงพอใจต่อตำรับขนมไทยสูตรลดไขมัน. *บูรพาเวชสาร.* 6(2), 17-27.

อภิสิทธิ์ ประสงค์สุข. (2554). *เบเกอรี่พื้นฐานเบื้องต้น.* แม่บ้าน.

อภิชชญา มัยตรีเดช, ปานจิต ป้อมอาสา, วิสันต์ บุญสาร และ สิริมา เถกิงวงศ์ตระกูล. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบสตรอเบอร์รีลดพลังงานด้วยหญ้าหวาน. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.* 25(1), 141-149.

เอกพันธ์ แก้วมณีชัย. (2556). *การใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในขนมวุ้นไทย.* (รายงานการวิจัย). คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลันศิลปากร.

Bannathong. (2019). หญ้าหวานสมุนไพรหวานเจี๊ยบเปี่ยมคุณค่า. https://www.baannathong.com/หญ้าหวาน_สมุนไพรหวานเจี๊ยบ_เปี่ยมคุณค่า/, 6 มกราคม 2564.

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

Kennedy. AR. (1995). The evidence for soybean products as cancer preventive agents. J. Nutr. 125, 733-743.

Savita, S.M., Sheela, K., Sharan, S., Shankar, A.G. & Parama, R. (2004). Stevia rebaudiana – A functional component for food industry. *Journal of Human Ecology*. 15(4), 261-264.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ขั้นตอนการทำขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพ

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ภาคผนวก ค แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ภาคผนวก จ รายงานผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการ

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการทำขนมเสน่จันทน์เพื่อสุขภาพ

วัตถุดิบที่ใช้

1. แป้งข้าวเจ้า 2. แป้งข้าวเหนียว 3.น้ำตาลทราย
4. ไข่แดงของไข่ไก่ 5. กะทิธัญพืช 6. น้ำตาลหญ้าหวาน
7. ผงลูกจันทน์ป่น 8. สีผสมอาหารสีเหลืองไข่และสีน้ำตาล

ขั้นตอนการทำขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพ

1. ผสมแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว น้ำตาลทราย ผงลูกจันทน์ป่น และกะทิเข้าด้วยกัน

2. คนให้ส่วนผสมทั้งหมดละลายเข้าด้วยกัน แล้วกรองด้วยกระชอน

3. ใส่ไข่แดงลงไป คนให้เข้ากัน แล้วใส่กระทะตั้งไฟที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส กวนจนส่วนผสมทั้งหมดเหนียวเป็นเนื้อเดียวกัน ล่อนออกจากกระทะ และปั้นได้

4. นวดแป้งให้เนียน แล้วแบ่งแป้งออกเล็กน้อยเพื่อผสมสีกับสีผสมอาหารสีน้ำตาล

5. แบ่งแป้งที่เตรียมไว้ ก้อนละ 10 กรัม ปั้นเป็นก้อนกลม

6. ปั้นเป็นก้อนกลม ใช้นิ้วกดตรงกลางให้บุ๋มเล็กน้อยคล้ายผลลูกจันทน์

7. ปั้นแป้งสีน้ำตาลให้เป็นเส้นเล็ก ๆ ขดให้เป็นวงกลม วางตรงส่วนที่กดไว้ แล้วกดเบาๆ ให้ติดกัน

ภาคผนวก ข

แบบประเมินผลทางกายภาพ

การวัดค่าสี

เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA

1.เปิดสวิตซ์เครื่องคอมพิวเตอร์แลเครื่องวัดค่าสี

2.เข้าโปรแกรม spectra Magic ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

3.คลิกที่ปุม Connect (ที่แถบด้านบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องวัดค่าสี

4.สังเกตที่แถบล่างขวาจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว

5.ทำการคาริเบตเครื่อง (Calibration) โดยกดปุม Calibration (ที่แถบด้านบน) ใส่แผ่นกระจกใส่ไว้ที่ช่องด้านบนภายใน Target Mask

6.เมื่อคาริเบตเสร็จแล้วให้คลิกนุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่ พร้อมใส่ตัวอย่างชนิดแห้งหรือชนิดเหลวลงใน Target Mask

7.จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีการสะท้อนของวัตถุ ด้านบน) ปิดด้วยตลับสีขาวด้านบน (กรณีวัดการส่งผ่านวัตถุ ด้านบน)

8.จากนั้นเข้าไปที่ปุ่ม Measure Sample ตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างเดิม (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง)

9.จากนั้นทำตามข้อ 6 บันทึกผลการทดลองจากตารางในคอมพิวเตอร์ ค่า L" a" b*

****กรณีวัดค่าการสะท้อนของวัตถุ (Reflectance Calibration) ตัวอย่างทึบแสง**

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง คลิก OK

While Calibration plate คือ ตลับสีขาว จะใช้หลังจากที่ Zero Calibration เสร็จแล้ว

****กรณีที่วัดค่าการสะท้อนของวัตถุ**

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง จากนั้นนำแผ่นสีดำมาเสียบไว้ในเครื่อง คลิก OK

While Calibration plate คือ ตลับสีขาว จะใช้หลังจากที่ Zero Calibration เสร็จแล้ว (ต้องนำแผ่นสีดำออกจากตัวเครื่องด้วย)

การวิเคราะห์หาค่า Water Activity (a_w)

วิธีการวิเคราะห์

1. สภาพแวดล้อมที่จะทำการวิเคราะห์

1.1 ควรตั้งเครื่องวิเคราะห์ค่า Water Activity (a_w) ไว้บนพื้นที่ที่เรียบ ให้ขนานกับพื้นและแข็งแรงมั่นคง

1.2 อุณหภูมิภายในห้องวิเคราะห์ต้องไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส มิฉะนั้นเครื่องจะไม่สามารถวิเคราะห์ได้ และเตือนว่าตัวอย่างนั้นร้อนเกินไป (Sample too hot)

2. การเปิดเครื่อง

2.1 เสียบปลั๊กที่อยู่ด้านหลังเครื่อง จากนั้นทำการเสียบเข้าเต้ารับ กดปุ่มเปิดเครื่องที่อยู่ด้านหลังเครื่อง

2.2 วอร์มเครื่องก่อนการทำการวิเคราะห์เป็นระยะเวลา 15 นาที

3. การเตรียมตัวอย่าง

3.1 ปริมาณของตัวอย่างที่ได้ไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของภาชนะบรรจุ แต่ต้องเต็มก้นภาชนะ (ของเหลวประมาณ 7 มิลลิลิตร)

3.2 ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าบริเวณริมและด้านนอกถ้วยวิเคราะห์สะอาด ก่อนนำเข้าเครื่อง

3.3 ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์มีอุณหภูมิสูงกว่า Chamber ไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส (ตัวอย่างควรมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง)

4. การวิเคราะห์ค่า Water Activity (a_w)

4.1 ใส่ตัวอย่างในถ้วยวิเคราะห์ แล้วนำไปวางลงในช่องใส่ตัวอย่าง ปิดฝาลงโดยโยกคันโยกไปทาง Open เพื่อให้ฝาปิดลงล็อก

4.2 จากนั้นโยกคนโยกกลับไปทาง Read ฝาด้านบนจะปิดสนิทและเครื่องจะเริ่มทำการวัดค่า

4.3 เมื่อเครื่องเริ่มทำการวัดค่า a_w จะมีสัญญาณเตือน 1 ครั้ง

4.4 เครื่องจะแสดงผลของค่า a_w ที่อ่านครั้งแรก เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 40 วินาที

4.5 เมื่อเครื่องทำการวัดค่า a_w เสร็จเรียบร้อย จะมีสัญญาณเตือน (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการตั้งโปรแกรมสัญญาณเตือน) ที่หน้าจอ LCD ของเครื่องจะแสดงค่า Aw ที่อ่านได้ค่าสุดท้าย พร้อมอุณหภูมิของตัวอย่าง

การวิเคราะห์หาค่าความชื้นด้วยเครื่องแบบอินฟาเรด (Infrared Moisture Determination Balance;) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น MA35

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดฝาครอบเครื่องขึ้น โดยหงายตัวเครื่องไปด้านหลัง วางจานสแตนเลส ลงบนแผ่น (Sample dish stand)

2. เสียบปลั๊ก เปิดเครื่องด้วยสวิทซ์ด้านข้างของเครื่อง

3. วอร์มเครื่องไว้ระมาณ 30 นาที ก่อนใช้งาน

4. กดปุ่ม Tare เพื่อทำการเคลียร์น้ำหนัก

5. ใส่ตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์ลงบนจานแสตนเลส ประมาณ 3 – 5 กรัม เกลี่ยตัวอย่างให้กระจายเต็มทั่วถาด

6. ปิดฝาเครื่องลง กดปุ่ม Start และรอจนกว่าเครื่องจะหยุดทำงาน โดยจะมีความชื้นคงที่หรือเมื่อเครื่องมีสัญญาณเตือนดังโดยต่อเนื่อง

7. อ่านค่าความชื้นที่ได้ (% ฐานเปียก)

8. เปิดฝาครอบเครื่องขึ้นนำจานสแตนเลสออก ทำความสะอาดจานและบริเวณเครื่องให้เรียบร้อย ถ้าต้องการวิเคราะห์ตัวอย่างต่อไป ให้ปฏิบัติตามข้อ 4 ถึง 6

9. เมื่อไม่ต้องการใช้งานให้ปิดเครื่องด้วยปุ่ม เปิด/ปิด ด้านข้างตัวเครื่อง

การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส
ด้วยเครื่องวิเคราะห์ Texture Analyzer รุ่น TA-XT2i

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ และเปิดเครื่อง Texture Analyzer
2. เข้าโปรแกรม Exponent Connect
3. เปิด Graph Texture โดยเลือก File Menu และเลือก New ตามด้วย Graph
4. ทำการ Calibrate Force เลือกเมนู TA แล้วกด Calibrate ตามด้วย Calibrate Force
   4.1 ให้สังเกตค่า Capacity ว่าถูกต้องหรือไม่ แล้วกดที่คำว่า Next
   4.2 ให้พิมพ์น้ำหนักลูกตุ้มที่ใช้ แล้วทำการวางตุ้มน้ำหนักบน Calibration Platform ตามด้วย Next และ Finish
5. ทำการ Calibrate Height เลือกเมนู TA แล้วกด Calibrate ตามด้วย Calibrate Height
   5.1 ควรตั้ง Return Distance ให้มากกว่าความสูงของชิ้นตัวอย่าง เช่น Return to speed 10 mm/sec. Contact force 10 – 20 g.
6. ตั้งค่า T.A. Setting เลือกเมนู T.A. แล้วกด T.A. Settings เพื่อทำการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (TA-XT2i, Stable Micro Systems)
7. วัดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธีทดสอบแบบ TPA ใช้หัววัดรหัส P/50 วัดแรงกด (Compression) TPA คือ การที่หัววัดกดตัวอย่างลง 2 ครั้ง (เป็นการทดสอบเพื่อเลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์) เพื่อศึกษาคุณสมบัติของตัวอย่างคือ

- Adhesiveness คือ การยึดติด เป็นเนื้อสัมผัสของอาหาร แสดงการยึดติดของอาหารกับวัตถุอื่นเช่น อาหารติดเหงือก ฟัน เพดาน ริมฝีปากระหว่างการรับประทาน หรือ อาหารติดกับเครื่องจักรและอุปกรณ์แปรรูปอาหาร
- Springiness คือ ความยืดหยุ่นของอาหารที่เมื่อออกแรงกดแล้วกลับคืนรูปได้ ไม่ยุบตัวเสียรูปทรง เช่น ลูกชิ้น ไส้กรอก
- Cohesiveness คือ การเกาะติด เป็นคำที่ใช้อธิบายลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ที่บ่งบอกถึงการเกาะตัวกันเองของเนื้ออาหารหรือเชื่อมแน่นภายในของโครงสร้างเนื้ออาหาร
- Gumminess คือ ลักษณะที่อาหารกึ่งแข็งที่แตกตัวออกจนพร้อมที่จะกลืนได้ เป็นสมบัติเชิงเนื้อสัมผัส (texture properties) ของอาหารที่มีค่าความแข็ง (hardness) ต่ำและ cohesiveness สูง
- Chewiness คือ ความเคี้ยวได้ ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ของอาหารที่บ่งบอกถึงความต้านทานการเคี้ยว ทำให้เคี้ยวได้ยาก อาหารที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสประเภทนี้ ได้แก่ เนื้อสัตว์โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ลูกกวาดแบบเคี้ยว ผักผลไม้ เนยแข็ง

ภาคผนวก ค

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชุดที่.....

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ขนมเสน่ห์จันทน์ (สูตรพื้นฐาน)

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างขนมเสน่ห์จันทน์ตามลำดับของรหัสในตารางจากทางซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**		
	รหัส.....	**รหัส**.....	**รหัส**.....
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือ

ชุดที่.....

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ขนมเสน่ห์จันทน์เพื่อสุขภาพ

<u>คำแนะนำ</u> กรุณาชิมตัวอย่างขนมเสน่ห์จันทน์ตามลำดับของรหัสในตารางจากทางซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของขนมเสน่ห์จันทน์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**				
	รหัส.....	**รหัส**.....	**รหัส**.....	**รหัส**.....	**รหัส**.....
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน
(Determination of crude fat)

การวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี Acid Hydrolysis method (AOAC,2019)

1. นำตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้น และทราบน้ำหนักที่แน่นอนชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

2. เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 2 มิลลิลิตร และกรดไฮโดรคลอริก (25 + 11) 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันปิดขวดรูปชมพู่ด้วยกระจกนาฬิกา

3. นำไปให้ความร้อนบนอ่างควบคุมอุณหภูมิ 70 - 80 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 - 40 นาที คนสารเป็นระยะทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

4. ถ่ายสารละลายใส่ในกรวยแยกขนาด 100 มิลลิลิตร

5. ล้างขวดรูปชมพู่ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตรแล้วเทผสมในกรวยแยก

6. ล้างอีกรอบด้วยเอทิลอีเทอร์ 25 มิลลิลิตรแล้วเทผสมใรกรวยแยก

7. ปิดจุกกรวยแยกแล้วเขย่า 1 นาทีและลดความดันในกรวยแยก

8. ล้างขวดรูปชมพู่ด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตรปิดจุกและเขย่าอีก 1 นาที

9. ตั้งสารละลายให้แยกชั้น

10. ไขสารละลายชั้นล่างลงขวดรูปชมพู่ และเทสารชั้นบนผ่านสำลีปราศจากไขมันลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

11. ทำการสกัดซ้ำอีก 2 ครั้งโดยใช้อีเทอร์และปิโตรเลียมอย่างละ 15 มิลลิลิตร ในการสกัดแต่ละครั้งตามลำดับ

12. เมื่อทำการสกัดครบ 3 ครั้งแล้วนำกเกอร์ที่ได้ไประเหยบนอ่างน้ำเดือด

13. นำกเกอร์ที่ได้ไปอบในตู้อบความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

14. ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที และชั่งน้ำหนักอบซ้ำ และชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่หรือผลต่างของน้ำหนักต่างกัน ≤0.05 กรัม

15. เมื่อได้น้ำหนักคงที่แล้วนำบีกเกอร์มาล้างไขมันออกด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์และลดความดัน

16. นำไปอบในตู้ความร้อนแห้งนาน 1 ชั่วโมง

17. ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาทีและชั่งน้ำหนัก

สูตร

ปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์)

ไขมัน (เปอร์เซ็นต์) = $\frac{W_I - W_B - B}{W_S} \times 100$

เมื่อ W_B = น้ำหนักบีกเกอร์เปล่าหลังอบ (กรัม)

W_T = น้ำหนักบีกเกอร์และไขมันที่ได้หลังจากอบ (กรัม)

B = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตะกอนของแบลงค์ (กรัม)

W_S = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน
(Determination protein)

วิธีการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตามวิธี In-house method TM-CH-039 based on. AOAC (2019)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5 - 2 กรัม ถ้าตัวอย่างเป็นของแข็งให้ชั่งใส่ลงในกระดาษกรองปราศจากไนโตรเจนห่อ และนำตัวอย่างใส่ลงในหลอดกลั่น

2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียม-ซีลีเนียม) จำนวน 2 เม็ดและเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร

3. สวม suction tube เข้ากับหลอดกลั่นและยึดหลอดกลั่นกับ suction tube ให้แน่นด้วยยางยึด

4. วางหลอดกลั่นลงในเครื่องย่อยสารที่ปรับปุ่ม power control ไว้แล้วที่หมายเลข 5 ซึ่งความร้อนที่ตั้งไว้จะไม่ทำให้ตัวอย่างเดือดแรงขึ้นไปจนถึงคอของหลอด

5. ย่อยตัวอย่างไปอย่างน้อย 20 นาที หรือจนกระทั่งควันสีขาวเกิดขึ้นในหลอดแล้วปรับปุ่ม power control ไปที่หมายเลข 10 ย่อยตัวอย่างจนกระทั่งได้สารละลายใสและย่อยต่อไปอีกประมาณ 15 นาที

6. เมื่อย่อยตัวอย่างเสร็จตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจนไอแก๊สหายไป

7. กลั่นโดยเครื่องกลั่น Buchi 323 หรือ Buchi 324 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตรและเติมเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 1 หยด

8. ใส่กรดบอริกเข้มข้น ร้อยละ 4 จำนวน 25มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม 4 หยดเขย่าให้เข้ากัน และวางขวดไว้บนตำแหน่งรับสารละลายที่กลั่นได้ของเครื่องกลั่น

9. นำหลอดกลั่นใส่ในเครื่องกลั่นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น ร้อยละ 40 จนมีความเป็นด่างเกินพอ (สารละลายเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง)

10. ทำการกลั่น และเก็บของเหลวที่กลั่นได้ในขวดรูปชมพู่ที่มีกรดบอริกอยู่ให้ได้ปริมาตร 200 มิลลิลิตร

11. ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ โดยใช้สารละลายมาตรฐาน กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอลที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนจนถึงจุดยุติ

12. ทำแบลงค์โดนใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง และทำการทดสอบเหมือนตัวอย่าง

สูตร

ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง

A (เปอร์เซ็นต์) = $\frac{(V_A - V_B) \times 1.4007 \times N}{W}$

เมื่อ A = ปริมาณของไนโตรเจนที่ได้จากการทดสอบ (เปอร์เซ็นต์)

V_A และV_B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง(มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มอล)

1.4007 = มิลลิกรัมสมมูล (Milliequivalent weight) ของไนโตรเจน x 100

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง

Protein (เปอร์เซ็นต์) = A x F

เมื่อ A = ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง (เปอร์เซ็นต์)

B = factor ที่ใช้คำนวณโปรตีน (F = 6.25)

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต
(Determination of Carbohydrates)

วิธีการวิเคราะห์

คำนวณโดยใช้ความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างแห้งและปริมาณองค์ประกอบอื่นๆ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) - 100 - (ร้อยละของโปรตีน + ร้อยละของเถ้า + ร้อยละของความชื้น + ร้อยละเส้นใย)

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า
(Determination Ash)

วิธีวิเคราะห์

1. อบ Crucible ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ ทำให้เย็นใน dessicater นำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. นำตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ชั่งใส่ Crucible ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำไปเผาด้วยไฟอ่อนๆ จนหมดควัน

3. นำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสจนกระทั่งได้เป็นเถ้าสีขาว

4. นำออกมาใส่ใน desiccator ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

การคำนวณหาร้อยละเถ้าจากสูตร

$$\text{ร้อยละเถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)} \times 100 \text{ น้ำหนัก}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

การวิเคราะห์หาความชื้น

(Moisture content)

การวิเคราะห์หาความชื้นด้วยเครื่องวิเคราะห์ความชื้นแบบอินฟาเรด (Moisture etermination Balance รุ่น FD - 620)

วิธีการวิเคราะห์

อบจานหาความชื้นอะลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อ้อบลมร้อน(Hot air oven) ที่อุณหภูมิ100-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที ทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง

ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิด ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใส่ในจานอะลูมิเนียม ประมาณ 2 กรัม นำกลับไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 ชั่วโมง โดยเปิดฝาอะลูมิเนียมเล็กน้อย จากนั้นปิดฝาแล้วนำไปทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนทำการอบซ้ำครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักที่แตกต่างกันไม่ควรเกิน 2 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณของความชื้น (ร้อยละ) ของตัวอย่างอาหาร (เติมพงษ์, 2563)

สูตรคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100\times (w1 - w2)}{w1 - w2}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

หมายเหตุ : สำหรับตัวอย่างที่เก็บรักษาในตู้เย็นต้องนำมาทำการละลายให้อยู่ในอุณหภูมิห้องเสียก่อนจึงนำมาทำการวิเคราะห์

ภาคผนวก จ

รายงานผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการ

AMARC | ASIA MEDICAL AND AGRICULTURAL LABORATORY AND RESEARCH CENTER

ilac-MRA QUALITY ASSURANCE Q DMSc Accreditation No. 1124/50

ใบรายงานผลการทดสอบ

หน้า : 1 / 1
เลขที่ใบรายงานผล : 23-147957
เลขที่ใบขอบริการ : 23-55869

ชื่อลูกค้า : วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม
ที่อยู่ : เลขที่ 90 ถนนเทศา ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000
รหัสตัวอย่าง : 23-55869-001
ชื่อตัวอย่าง : ขนมเสน่ห์จันทน์ (สูตรพื้นฐาน)
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุกล่องพลาสติก
วันที่รับตัวอย่าง : 19/12/2023

วันที่ทดสอบ : 19/12/2023

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	LOQ
Sugars	In-house method TM-CH-088 based on AOAC (2019) 982.14				
- Total sugars		17.75	g/100g	0.3	1
Ash	AOAC (2019) 923.03	0.65	g/100g	-	-
Total fat	AOAC (2019) 922.06	5.90	g/100g	-	-
Moisture	AOAC (2019) 925.10	29.83	g/100g	-	-
Protein (N x 6.25)	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.23	5.74	g/100g	-	-
Total Carbohydrate (Include fiber)	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Methoc of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	57.88	g/100g	-	-
Total Energy	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Methoc of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	307.58	kilocalories/100g	-	-

Remarks : 1. The laboratory has been accepted as an accredited laboratory complying with the ISO/IEC 17025.
2. LOD = Limit of Detection.
3. LOQ = Limit of Quantitation.

(นางสาวนภาวรรณ ตุ้มสังข์ทอง)
ลงนามแทนผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 26/12/2023

- End of Report -

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 26/12/2023

Reporting the result refers to the sample as received. This report shall not be reproduced except in full, without written approval of the company.

361 Soi Ladprao 122, Ladprao Road,
Phlabphla, Wang Thonglang, Bangkok 10310
TEL 02-516-2422
FAX 02-516-6949
CONTACT@AMARC.CO.TH
WWW.AMARC.CO.TH

AMARC | ASIA MEDICAL AND AGRICULTURAL LABORATORY AND RESEARCH CENTER

ilac-MRA QUALITY ASSURANCE DMSc Accreditation No. 1124/56

ใบรายงานผลการทดสอบ

เลขที่ใบรายงานผล : 23-147958
เลขที่ใบขอบริการ : 23-55869

ชื่อลูกค้า : วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม
ที่อยู่ : เลขที่ 90 ถนนเทศา ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000
รหัสตัวอย่าง : 23-55869-002
ชื่อตัวอย่าง : ขนมเสน่ห์จันทน์ (สูตรดัดแปลง)
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุกล่องพลาสติก
วันที่รับตัวอย่าง : 19/12/2023
วันที่ทดสอบ : 19/12/2023

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	LOQ
Sugars	In-house method TM-CH-088 based on AOAC (2019) 982.14				
- Total sugars		11.09	g/100g	0.3	1
Ash	AOAC (2019) 923.03	0.90	g/100g	-	-
Total fat	AOAC (2019) 922.06	16.38	g/100g	-	-
Moisture	AOAC (2019) 925.10	29.66	g/100g	-	-
Protein (N x 6.25)	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.23	7.29	g/100g	-	-
Total Carbohydrate (Include fiber)	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Methoc of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	45.77	g/100g	-	-
Total Energy	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Methoc of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	359.66	kilocalories/100g	-	-

Remarks : 1. The laboratory has been accepted as an accredited laboratory complying with the ISO/IEC 17025.
2. LOD = Limit of Detection.
3. LOQ = Limit of Quantitation.

(นางสาววนภาวรรณ ตุ้มสังข์ทอง)
ลงนามแทนผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 26/12/2023

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 26/12/2023

- End of Report -

Reporting the result refers to the sample as received. This report shall not be reproduced except in full, without written approval of the company.

361 Soi Ladprao 122, Ladprao Road,
Phlabphla, Wang Thonglang, Bangkok 10310
TEL 02-516-2422
FAX 02-516-6949
CONTACT@AMARC.CO.TH
WWW.AMARC.CO.TH

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นางสาวชลัดดา ยิ้มเยื้อน

วัน เดือน ปีเกิด 11 พฤศจิกายน พ.ศ.2527

ภูมิลำเนา 61/7 หมู่ 14 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางพลีใหญ่ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
คหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตโชติเวช	2550
ปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	2552

ประวัติการทำงานปัจจุบัน

ข้าราชการครู วิทยะฐานะชำนาญการ ประจำภาควิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษานครปฐม