



รายงานการวิจัย

ผลการใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งมันลำปะหลัง
ต่อคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ขนมผิง

**Effect of sago flour as tapioca flour on
characteristics of Khanom phing product**

นำฝน	ชูพูล	Namfon Chupool
รุ่งทิพย์	วัฒนวรกิต	Rungtip Wuttanaworakit
จินตนา	เจริญเนตรกุล	Jintana Charoennatkul

คณะศิลปศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2566

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การวิจัย เรื่อง ผลการใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งมันสำปะหลังต่อคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ขนมปัง สามารถดำเนินการจนกระทั่งประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดีจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และขอขอบคุณนักศึกษา นักวิทยาศาสตร์ รวมถึงคณาจารย์หลักสูตร สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาเกษตรศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ข้อเสนอแนะและอำนวยความสะดวกด้านการวิเคราะห์และใช้เครื่องวิทยาศาสตร์ จนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2566 เพื่อสนับสนุนการวิจัย

ท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการ และผู้ที่สนใจในการทำขนมปังจากแป้งสาकु

น้ำฝน ชูพลและคณะ

กรกฎาคม 2567

ผลการใช้แป้งสาकुทดแทนแป้งมันสำปะหลังต่อคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ขนมผิง

น้ำฝน ชูพูล¹ รุ่งทิพย์ รัตนพล¹ และจินตนา เจริญเนตรกุล¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुในการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมผิงแป้งสาकु โดยศึกษาสูตรมาตรฐาน การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ขนมผิง การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมผิง รวมถึงการยอมรับของผู้บริโภค จากผลการศึกษา พบว่า สูตรพื้นฐานของ พล (2553) มีคะแนนความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวมสูงสุด จึงนำมาเป็นสูตรมาตรฐานโดยการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु ในปริมาณร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 75:25 และ 0:100 ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณแป้งสาकुที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมผิงมีปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าความสว่าง (L^*) และค่าความแข็งลดลง ในขณะที่ค่าสี a^* และ b^* ค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ปริมาณแป้งสาकुที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทำให้มีปริมาณโปรตีน ไขมันและเส้นใยเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีแนวโน้มลดลง ซึ่งจะเห็นการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुในผลิตภัณฑ์ขนมผิง ร้อยละ 75:25 เป็นปริมาณที่เหมาะสมและได้รับคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงสุดอยู่ในเกณฑ์ระดับชอบมาก นอกจากนี้ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาขนมผิงที่บรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน เป็นเวลา 30 วัน พบว่า ค่าความชื้นและค่าปริมาณน้ำอิสระมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ค่าความแข็งและค่าความสว่างลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาขนมผิง มีค่าไม่เกิน 1×10^5 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณยีสต์และรามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแล้วไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของขนมผิง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 28 วัน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง (มผช.745/2548) ผลการทดสอบการยอมรับผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้ความสนใจในการนำแป้งสาकुมาทำเป็นขนมไทยและให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु

คำสำคัญ: แป้งสาकु แป้งมันสำปะหลัง ขนมผิง

¹หลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Effect of sago flour as tapioca flour on characteristics of Khanom phing product

Namfon Chupool¹, Rungtip Rattanapon¹ and Jintana Charoennatkul¹

Abstract

This research was objected to investigate the effect tapioca flour substitution with sago flour in the development of Khanom phing products. By studying the standard formula Substituting cassava flour with sago flour that is suitable for Khanom Ping products. Quality changes during storage of Khanom Ping products including consumer acceptance. From the results of the study, it was found that Phon's (2010) basic formula had the highest taste and overall liking scores. Therefore, it is used as a standard formula. Therefore, it is used as a standard formula. By substituting cassava starch with sago starch in amounts of 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 percent, respectively. From the experimental results it was found that the increased amount of sago flour will result in the moisture content of Khanom Ping products. The free water content, brightness (L*) and hardness values decreased while the a* and b* color values increased. However, an increase in the amount of sago flour will affect the chemical composition of the Khanom Ping product, resulting in protein content. Increased fat and fiber but the amount of carbohydrates tends to decrease. The replacement of cassava flour with sago flour in Khanom Ping products at 75:25 percent is the appropriate amount and receives the highest taste rating. It is at the level of liking very much. In addition, the results of the storage time of the baking snacks containing the products in polypropylene plastic bags for 30 days found that the moisture and free water values tended to increase. The hardness and brightness values decreased with longer storage periods with statistical significance ($p < 0.05$). Total plate count was increased within 1×10^5 CFU/g throughout the storage time (28 days), yeast and mold were slightly increased after comparing with the average. Thus, throughout the storage time (28 days), the amounts of total plate count, yeast and mold remained within criterion product quality conform the standards of local product (Khanom Ping) (No.745/2005). The results of the consumer acceptance test found that consumers are interested in using sago flour to make Thai desserts and accept the Khanom Ping product, replacing cassava flour with sago flour.

Keywords: sago flour tapioca flour Khanom phing product

¹Major of Food and Nutrition, Department of Home Economics, Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Srivijaya

สารบัญเรื่อง (Table of Contents)

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญเรื่อง (Table of Contents)	ง
สารบัญตาราง (List of Tables)	ฉ
สารบัญภาพ (List of Illustrations)	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	2
2.1 สาเหตุ	2
2.2 แป้งสาเหตุ (Arrowroot powder)	7
2.3 ขนมหึง	9
2.4 บรรจุภัณฑ์ขนมไทย	15
2.5 การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์	18
2.6 การประเมินคุณภาพอาหาร	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	22
3.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาเหตุและแป้ง มันสำปะหลัง	22
3.2 การศึกษาสูตรมาตรฐานขนมหึงและศึกษาการทดแทนแป้งมัน สำปะหลังด้วยแป้งสาเหตุในผลิตภัณฑ์ขนมหึง	22
3.3 การศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลง คุณภาพของขนมหึง	24
3.4 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมหึงแป้งสาเหตุ ทดแทนแป้งมันสำปะหลัง	24

สารบัญเรื่อง (Table of Contents)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	25
4.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งมันสำปะหลัง และแป้งสาเก	25
4.2 การศึกษาสูตรมาตรฐานขนมผิงและการศึกษาการทดแทนแป้ง มันสำปะหลังด้วยแป้งสาเกในผลิตภัณฑ์ขนมผิง	27
4.3 การศึกษาผลของการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของ ขนมผิง	33
4.4 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมผิง ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาเก	39
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	45
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	52

สารบัญตาราง (List of Tables)

ตารางที่		หน้า
1.1	คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ (ต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม)	14
3.1	ร้อยละของส่วนผสมสูตรขนมปังพื้นฐาน	23
4.1	ปริมาณความชื้นของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาเก	25
4.2	องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาเก	26
4.3	กำลังการพองตัวและการละลายของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาเก	26
4.4	คะแนนความชอบเฉลี่ยของขนมปังสูตรมาตรฐาน	27
4.5	ผลการวิเคราะห์การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาเกในผลิตภัณฑ์ขนมปัง	28
4.6	องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาเกที่ระดับต่าง ๆ	30
4.7	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาเกที่ระดับต่าง ๆ	32
4.9	การแจกแจงความถี่และร้อยละของลักษณะทั่วไปทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม	40
4.10	ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนำแป้งสาเกมาประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ขนมปัง	41

สารบัญภาพ (List of Illustrations)

ภาพที่		หน้า
2.1	ต้นสาकु	2
4.1	ผลิตภัณฑ์ขนมฝิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु	30
4.2	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนมฝิง ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน	33
4.3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์ขนมฝิง ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน	34
4.4	การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์ขนมฝิง ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน	35
4.5	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของผลิตภัณฑ์ขนมฝิง ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน	36
4.6	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ขนม ฝิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु ระหว่างการเก็บ รักษา เป็นเวลา 28 วัน	37
4.7	การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมฝิงทดแทน แป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน	38
4.8	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมฝิง ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน	39

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย (List of Abbreviations)

a_w

Water activity

CFU/g

Colony Forming Unit per gram

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

สาคุ เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในตระกูลปาล์ม อยู่ในที่ชุ่มชื้นและมีน้ำขังตลอดปีหรือป่าพรุ พบได้ในจังหวัดชุมพรไปจนถึงจังหวัดนราธิวาส สาคุนับว่าเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของคนในพื้นที่ภาคใต้ เนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งต้น เช่น ใบ ใช้ทำจากมุงหลังคาบ้าน ทาง ใช้ทำรั้วหรือคอกเลี้ยงสัตว์ และเปลือกใช้ทำเชื้อเพลิง สำหรับลำต้นของสาคุเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ นำมาผลิตเป็นแป้งสาคุ สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ (หมู ไก่ และเป็ด) ใช้ประกอบอาหารหรือทำขนมได้หลายชนิด เช่น ขนมครก ขนมจีน ขนมปากหม้อ เส้นหมี ขนมรังผึ้ง กูกี้ และขนมจาก เป็นต้น

แป้งสาคุ (Sago Flour) เป็นแป้งที่ผลิตได้จากต้นสาคุมีลักษณะเป็นผงละเอียด มีสีน้ำตาลหรือสีชมพูอมขาวขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตและสายพันธุ์ของต้นสาคุ โดยเม็ดแป้งสาคุมีลักษณะเย็ดสูง มีความสามารถในการคงตัวได้ดีเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงและเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นเนื้อแป้งสุก มีเนื้อสัมผัสที่เหนียว นุ่ม มีรสหวานที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว นอกจากนี้ แป้งสาคุ จัดเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดดีที่แตกตัวยาก จึงทำให้กระบวนการย่อยสลายเป็นน้ำตาลของคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนเกิดขึ้นช้า ซึ่งจะส่งผลดีต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด อีกทั้งยังมีเส้นใยอาหารที่ช่วยส่งเสริมระบบการย่อยอาหารและเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ที่ดี ทั้งนี้ยังมีรายงานการวิจัย พบว่า แป้งสาคุเป็นแป้งที่ทนต่อการย่อยและมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ (GI=40.7) (Wahjuningsih, 2016) ขนมผิงได้จากการนำน้ำตาลและกะทิมาเคี่ยวจนข้นเป็นยางมะตูม ทำให้เย็น ใส่ไข่และแป้ง อาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น งา ลี วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส นำไปหมัก นวดจนเนียนนุ่ม ทำให้เป็นรูปทรงต่าง ๆ เช่น กลมรี อาจตกแต่งหน้าด้วยงา เม็ดมะม่วงหิมพานต์หรืออื่น ๆ นำไปอบที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม อาจอบควันเทียนให้มีกลิ่นหอม การผลิตขนมผิงจะใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมหลักในการทำซึ่งแป้งมันสำปะหลังจัดอยู่ในแป้งที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจในการประยุกต์ใช้แป้งสาคุซึ่งเป็นผลผลิตจากพื้นที่ในภาคใต้มาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ขนมผิง ซึ่งนอกจากจะเป็นการใช้ประโยชน์จากแป้งสาคุ ยังช่วยอนุรักษ์ขนมไทย โบราณให้เป็นที่รู้จักมากขึ้น โดยศึกษาปริมาณแป้งสาคุทดแทนแป้งมันสำปะหลังที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ขนมผิง ศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมผิง ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมผิง ศึกษาอายุการเก็บและรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตแก่ผู้ประกอบการสำหรับการผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 สาгу

สาгу (ชื่อวิทยาศาสตร์ (*Metroxylon Sagu* Rottb.) ชื่อวงศ์ : PALMAE เป็นพืชตระกูลปาล์มที่พบอยู่ในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแถบอินโดนีเซีย ตั้งแต่ตอนใต้ของฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย ปาปัวนิวกินี มาเลเซีย และประเทศไทย ซึ่งในประเทศไทย จะพบตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงมาถึงจังหวัดนราธิวาส สาгуเป็นพืชที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในระบบนิเวศโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งมีฝนตกชุกและมีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น เนื่องจากโดยลักษณะทางภูมิประเทศ ทางภาคใต้จะมีลักษณะแนวเทือกเขาอยู่ตรงกลางทำให้ในช่วงฤดูฝนหรือช่วงเวลาที่ฝนตกน้ำฝนจะไหลลงสู่ด้านล่าง ทั้งสองด้านของเทือกเขาซึ่งการไหลบ่าของน้ำจะมีความเร็วและแรง หากไม่มีป่าไม้หรือพืชที่ช่วยชะลอการไหลของน้ำย่อมจะทำให้เกิดอันตรายและความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้ที่อยู่อาศัยในอาณาบริเวณนั้นๆ ได้



ภาพที่ 2.1 ต้นสาгу

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2564)

พื้นที่ของป่าสาгуที่กระจายอยู่ทั่วทั้งภาคใต้ จึงเป็นความสำคัญเนื่องจากพื้นที่ชุ่มน้ำจืดจะเป็นแหล่งซบน้ำชะลอการไหลบ่า และยังเป็นแหล่งที่บ่มสร้าง ความหลากหลายทางชีวภาพให้แก่ระบบนิเวศด้วย สาгуจะกระจายตัวขึ้นอยู่ในพื้นที่ชื้นแฉะ (wetland) หรือที่มีน้ำจืดไหลผ่าน เช่น ห้วย หนอง คลอง และแม่น้ำ ทางด้านกายภาพหรือภูมิศาสตร์ป่าสาгуจะเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำจืดที่ช่วยลดการไหลบ่า

ของน้ำในฤดูน้ำหลาก ในหน้าแล้งจะเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่ชาวบ้านจะได้มีน้ำใช้ในภาคเกษตรและด้านอื่นๆ นอกจากนี้ป่าสาकुยังมีคุณสมบัติประโยชน์อีกมากมาย ตั้งแต่ต้นสาकुที่ชาวบ้านนำมาทำเป็นแป้งใช้บริโภค เลี้ยงด้วงสาकुสร้างรายได้และเป็นอาชีพเสริม, ใบ นำมาเย็บจากใช้มุงหลังคาอาศัย, ทางใช้ทำราวตากผ้าและเครื่องสานราคาแพง ป่าสาकुยังเป็นแหล่งบ่มเพาะสัตว์น้ำหลากหลายชนิดก่อนจะขยายไปอยู่อาศัยในแหล่งอื่นๆ ต่อไป รวมถึงพันธุ์ไม้ที่หลากหลายที่รวมอยู่ภายในป่าสาकुต่างก็ให้สรรพคุณต่อผู้ใช้ประโยชน์อย่างมากมายและยาวนาน

2.1.1 พื้นที่สาकुในประเทศไทย

ในประเทศไทยพบสาकुตั้งแต่จังหวัดชุมพรถึงนราธิวาสและบางจังหวัดในภาคตะวันออก รวมพื้นที่จากการสำรวจในปี พ.ศ.2526 มีประมาณ 3,000 เฮกตาร์ (18,750 ไร่) แต่ในปัจจุบันคงเหลือพื้นที่สาकुน้อยมากเนื่องจากการทำลาย โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์และผลจากการที่คนไทยปัจจุบันรู้จักคุณค่าและการใช้ประโยชน์น้อยสำหรับพื้นที่ภาคใต้มีลักษณะ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาकु จึงพบสาकुขึ้นกระจายอยู่ทั่วไปทั้ง 14 จังหวัดพบจำนวนมาก คือ จังหวัด นครศรีธรรมราช สตูล กระบี่ ปัตตานี นราธิวาส พัทลุงและตรัง สำหรับพื้นที่ป่าสาकुส่วนใหญ่จะขึ้นบริเวณที่มีแม่น้ำ หรือคลองไหลผ่าน โดยสาकुจะขึ้นตามสองข้างทางน้ำ ชาวบ้านในอดีตได้ใช้ประโยชน์จากป่าสาकुหลากหลายรูปแบบ ทั้งในด้านเกษตรกรรม การจัดการน้ำ โดยมองว่าป่าสาकुมีความสำคัญในฐานะเป็นปาริมน้ำที่ช่วยชะลอการไหลของน้ำ และการที่ชาวบ้านได้นำน้ำจากคลองป่าสาकुมาใช้ในการทำนาและการใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น ป่าสาकुบริเวณแนวลำคลองสามารถเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำจำพวก ปลา กุ้ง หอย เต่า รวมทั้งเป็นแหล่งที่จะมีพืชชนิดอื่นขึ้นอยู่ด้วยทำให้บริเวณไหนที่มีสาकुขึ้นจึงเป็นแหล่งอาหารชั้นดีของชาวบ้านนอกจากนี้ชาวบ้านยังนำส่วนต่างๆ ของสาकुทั้งลำต้น ใบ มาใช้ประโยชน์ทั้งในแง่ของการนำลำต้นมาทำแป้ง (สาकु) ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นแป้งชนิดแรกๆ ที่คนนำมาทำเป็นอาหาร การนำใบสาकुมาทำจากเพื่อกมุงหลังคา การนำทางสาकुมาทำเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ในครัวเรือน หรือการที่ชาวบ้านนำต้นสาकुมาทำเป็นอาหารของสัตว์เลี้ยง หรือนำมาเพื่อเลี้ยงด้วงสาकु ทำให้สาकुได้รับการดูแลรักษาเป็นอย่างดีเพราะมีคุณค่าในด้านการใช้ประโยชน์มากมายตามที่กล่าวมาข้างต้น

นอกจากนี้ในช่วงฤดูแล้งป่าสาकुยังเป็นระบบนิเวศที่ช่วยเก็บกักรักษาน้ำไว้เพื่อให้ชาวบ้านมีน้ำใช้สำหรับการอุปโภคและบริโภคได้ตลอดทั้งปี ดังนั้นการขุดบ่อน้ำเพื่อใช้น้ำของชาวบ้านจะมี

การเลือกพื้นที่ในการขุดเจาะโดยพิจารณาจากการปรากฏอยู่ของต้นสาकु เพราะถ้าพบต้นสาकु เจริญเติบโตอยู่ ก็จะแสดงถึงบริเวณนั้นต้องมีแหล่งน้ำอยู่ใต้ดินหรือที่เรียกว่า ดาน้ำ

ภายในระบบนิเวศป่าสาकुจะมีความอุดมสมบูรณ์ด้วยความหลากหลายทางชีวภาพและได้เอื้อประโยชน์ให้ชุมชนที่อาศัยอยู่ใกล้ป่าสาकुและบริเวณใกล้เคียง ได้รับประโยชน์นานัปการทั้งประโยชน์ ทางตรงและทางอ้อม จึงทำให้ชาวบ้านไม่ได้อมองป่าสาकुในเชิงมูลค่าจากการใช้สอยเพียงอย่างเดียว แต่มองในเชิงคุณค่าควบคู่ไปด้วย เพราะสาकुเป็นพืชที่บ่งบอกวิถีชีวิตของชุมชนในเชิงนิเวศ วัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและทุนในการดำรงชีวิตหลาย ๆ ด้าน

2.1.2 ความหมายของสาकु

สาकु (sagopalm) เป็นพืชในตระกูลปาล์ม (Genus Metroxylon) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Metroxylon sagu* Rot. แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ชนิดยอดแดง (*Metroxylon sagu* Rottb.) มีลักษณะขอบใบเรียบไม่มีหนามและชนิดยอดสีขาว (*Metroxylon rumphii* Mart.) มีลักษณะขอบใบมีหนาม สาकुชนิดนี้มีใบสั้นเปราะและต้นเล็กกว่ายอดสีแดง

2.1.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสาकु

สาकुหรือปาล์มสาकु (Sago palm) เป็นพืชในวงศ์ปาล์ม (Palmae) เป็นไม้ยืนต้นชนิดหนึ่ง เมื่อต้นโตเต็มที่จะมีลักษณะคล้ายต้นมะพร้าวหรือต้นปาล์ม สาकुจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวขอบขึ้นในที่ชุ่มชื้นและมีน้ำขังตลอดปีเรียกว่า ปาพร ซึ่งมีการทับถมของอินทรีย์วัตถุเป็น เวลานาน และพื้นที่ที่มีน้ำจืดไหลผ่าน เช่น แม่น้ำ ห้วย หนอง คลองและบึง สาकुเป็นพืชที่ต้องการน้ำปริมาณสูง มีฝนตกสม่ำเสมอหรือค่อนข้างตกชุก ประมาณ 1,000 - 2,500 มิลลิเมตรต่อปี ชอบอากาศร้อนชื้นที่อุณหภูมิประมาณ 29-30 องศาเซลเซียส สาकुสามารถทนต่อสภาพน้ำท่วมขังหรือน้ำ แห้งเป็นระยะเวลานาน ได้เป็นอย่างดีสาकुขยายพันธุ์ด้วยการแตกหน่อหรือ เมล็ด ทั้งวิธีตามธรรมชาติและการเพาะขยายพันธุ์ ลำต้นสาकुมีลักษณะของลำต้นคล้ายกับต้นตาล โตนด ต้นลาน ต้น ปาล์ม และต้นมะพร้าว ลำต้นตรงไม่มีหนามตามลำต้น เมื่อโตเต็มที่จะมี ความสูงประมาณ 10 - 12 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นประมาณ 35 - 60 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่และความอุดมสมบูรณ์ของดิน สาकुเป็นพืชที่แตกหน่อออกจากรากเหง้าของต้นเดิม รากเหง้านี้จะค่อย ๆ โตและ ทอดยาวอยู่เหนือผิวดินทาง ด้านข้างของต้นเดิม แขนงรุ่นหลังต่อมาจึงค่อย ๆ อยู่ห่างจากแขนงรุ่นแรก ๆ ในด้านที่อยู่คนละทางกับต้นเดิมทั้ง 3 ด้าน เรียก รากเหง้านี้ตามภาษาถิ่นภาคใต้ว่า หัวหมก

สำหรับการเจริญเติบโตหรือแตกกอของต้นสาकुจะมีลักษณะคล้ายกับต้นหมากแดงหรือต้นไผ่ มีกาบใบ ห่อ ลำต้นและทางใบตั้งเกือบตรง กาบทาง และใบสีเขียวคล้ายใบมะพร้าว แต่มีความยาวใหญ่และหนากว่า ตรงส่วน ก้านใบมีปม เป็นเส้นเรียงเป็นระยะ ๆ อยู่ตลอดก้าน เมื่อต้นสาकुแก่เต็มที่จะ มีจั่นดอกและออกตรงส่วนยอดหรือที่ เรียกว่า แดงเขากวาง

ดอกและใบ สาकुจะออกดอกเป็นช่อบริเวณปลายยอดเหนือลำต้น มีลักษณะคล้ายเขากวาง สูงประมาณ 3 - 4 เมตร และแผ่กว้างประมาณ 4 - 5 เมตร จะมีแขนงและก้านดอกย่อยรวมอยู่ ดอกออกเป็นเกลียวเรียงตัวกันมีลักษณะเป็นตุ่มหรือตา ดอกตัวผู้และดอกสมบูรณ์เพศ (ดอกกะเทย) อยู่บน ฐานดอกเดียวกัน ในช่วงการเจริญเติบโตของดอก จะมีดอกที่ไม่แข็งแรงตายไปจำนวนหนึ่ง เหลือเพียงดอกที่สมบูรณ์ในฐานดอกหนึ่งฐานดอกตัวผู้และ ดอกตัวเมียจะบานไม่พร้อมกัน โดยดอกตัวผู้จะบานก่อนดอกตัวเมีย ประมาณ 2-4 สัปดาห์ การผสมพันธุ์ของเกสรตัวผู้และตัวเมีย จึงเกิดความ คลาดเคลื่อนกัน ทำให้การผสมพันธุ์ติดเป็นผลน้อยลงและในแต่ละคู่จะมี ดอกตัวผู้และ ดอกที่เป็นหมันผสมสลักกันไปกับดอกตัวเมียที่สมบูรณ์ การ ผสมพันธุ์ของสาकुจะผสมข้าม เช่นเดียวกับปาล์มน้ำมันจำนวน โครโมโซมของ สาकुมีอยู่ 13 คู่ เมื่อต้นโตเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ส่วนก้านใบจะมีความยาว 5 - 8 เมตร แต่ละก้านใบจะมีใบย่อยประมาณ 100 - 190 ใบ แยกออกจาก ก้านใบเป็นคู่ ๆ ประมาณ 50 - 80 คู่ และแต่ละใบย่อยมีความยาวประมาณ 60 - 80 เซนติเมตร ความ กว้าง ของแผ่นใบประมาณ 5 เซนติเมตร ในระยะกระจุกใบของการเจริญเติบโต ของสาकुจะออกใบ ใหม่ 2 ใบต่อเดือน ระยะเป็นต้นจะออกใบใหม่ 1 ใบต่อ เดือน ระยะออกดอกจะออกใบใหม่ 2 ใบต่อ เดือน เมื่อเข้าสู่ระยะติดผลต้น สาकुจะไม่ออกใบใหม่อีกแล้ว รวมระยะเวลาทั้งหมดตั้งแต่อกจนถึง ออกผล แล้วตายประมาณ 10-12 ปี ในช่วงเริ่มออกดอกนี้สาकुจะสะสมแป้งไว้ในลำต้นได้มากที่สุด ประมาณร้อยละ 10 - 20 ที่เดียว

ผล ผลสาकुมีลักษณะกลมด้านบนแบน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 3.5-5 เซนติเมตร ผิวของผลมีลักษณะเป็นเกล็ดหุ้มประมาณ 18 แถว เปลือกด้านในลักษณะอ่อนคล้ายฟองน้ำหนาหุ้ม เมล็ดเอาไว้ บางต้น อาจมีผลมากถึง 7,500-8,000 ผล หนึ่งผลมีน้ำหนักประมาณ 42 กรัม สามารถ ทะยอยเลือกเก็บผลได้ตลอดปี ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มออกดอกจนถึง ผลสุกใช้เวลาประมาณ 4-5 ปี เมื่อ ผลร่วงหมดแล้ว ต้นแม่สาकुก็จะตายในที่สุด

ราก สาकुมีรากเป็นฝอยเช่นเดียวกับรากพืชตระกูลปาล์มทั่วไป สาकुเป็นพืชรากค้ำยันอยู่

บริเวณผิวดิน และหยั่งลึกลงไปดินไม่เกิน 1 เมตร มี รากย่อยจำนวนมาก ส่วนหนึ่งจะเป็นรากอากาศอยู่เหนือน้ำหรือผิวดินเพื่อ ช่วยในการหายใจ โดยระบบรากจะเป็นตัวช่วยในการกรองตะกอน อินทรีย์วัตถุต่างๆ เพื่อใช้เป็นอาหารในการเจริญเติบโตของต้นสาकुต่อไป

ได้มีการศึกษาวงจรชีวิตของปาล์มสาकुเพื่อประโยชน์หลายประการ เช่น การดูแลรักษา และการเก็บเกี่ยวพืชนี้ในธรรมชาติ รวมทั้งยังมีความสำคัญต่อการอนุกรมวิธานและการผสมพันธุ์พืชชนิดนี้ การเจริญเติบโต ของปาล์มสาकुมีรูปแบบตายตัวเหมือนกับพืชตระกูลปาล์มอื่น ๆ กล่าวคือ ใบจะกำเนิดตรงจุดกำเนิดใบที่ตรงส่วน ยอด จะเจริญในลักษณะห่อเป็นลำขึ้นก่อนแล้วค่อยคลี่บาน ภายหลัง ในภาวะปกติจำนวนใบที่เกิดจะคงที่ตลอด ระยะการเจริญเติบโต และเริ่มออกดอกเมื่อมีใบไปแล้วจำนวนคงที่ และเมื่อผลสุกแล้วต้นนั้นจะตายไปตาม 231 ธรรมชาติ เช่นเดียวกับพืชพวกข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และกล้วย เป็นต้น โดยไม่เกี่ยวกับขนาดของต้นว่าเล็กใหญ่ ขนาดไหน สำหรับการกำเนิดใบในระยะกระจุก ปาล์มสาकुจะออกใบ 2 ใบต่อเดือน ซึ่งในช่วงนี้สามารถนำใบมาใช้ประโยชน์ได้แล้ว แต่เมื่อมันโตขึ้นอยู่ในระยะเป็นต้นจะออกใบ 1 ใบต่อเดือน เมื่อเข้าสู่ระยะออกดอก ปาล์มสาकुก็ ยังออกใบแต่ขนาดของใบจะสั้นลง โดยออกใบ 2 ใบต่อเดือน ปาล์มสาकुจะไม่ออกใบอีกต่อไปเมื่อมันติดผลแล้ว กว่าต้นสาकुต้นหนึ่งจะออกผลหากนับอายุตั้งแต่อกด้วยเมล็ดรวมเวลาประมาณ 11 ปี แล้วติดผลและตายไปรวม อายุประมาณ 12 ปี แต่ต้นสาकुที่เกิดจากหน่อจะโต ออกดอกและติดผลเร็วกว่าต้นที่เกิดจากเมล็ด

2.1.4 ประโยชน์ของต้นสาकु

สาकुเป็นพืชที่ได้รับการบันทึกว่าเป็นต้นไม้อาหารที่เก่าแก่และยังเป็นพืชอาหารหลักของชาวพื้นเมืองที่อาศัยในเขตแถบเส้นศูนย์สูตร การประกอบอาหารจากต้นสาकुนั้น มักใช้แบ่งที่สะสมในลำต้นของสาकुมาดัดแปลงเป็นอาหารประเภทต่างๆ ซึ่งแตกต่างจากพืชชนิดอื่นๆ ที่มักจะสะสมแบ่งอยู่ในหัวใต้ดิน เช่น มันฝรั่ง มันสำปะหลัง มันเทศ เป็นต้น แบ่งจากเมล็ดธัญพืช เช่น แบ่งข้าวสาลี แบ่งข้าวเจ้า แบ่งข้าวเหนียว เป็นต้น แบ่งจากถั่ว เช่น แบ่งถั่วเขียว แบ่งถั่วเหลือง เป็นต้น ในส่วนของแบ่งสาकुนั้นนอกจากจะนำมาเป็นอาหารโดยตรงแล้ว สาకుยังใช้ ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ได้อีกหลายประการ ได้แก่

1. ใบ นำมาเย็บเป็นตับเพื่อใช้มุงหลังคาบ้านหรือกั้นฝาบ้าน ห่อขนม สานเป็นตะกร้า กระจาดหรือเสื่อ เป็นต้น

2. ก้านใบย่อย ลอกเอาส่วนใบออกใช้ทำไม้กวาด

3. ลำต้น ซึ่งมีความแข็งแรง สามารถใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้เพื่องานก่อสร้างหรืออุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวเรือน และส่วนที่เหลือของลำต้นยังสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ แต่โดยส่วนใหญ่เมื่อกว่าถึงสาकुแล้วเรามักจะนึกถึงต้นสาकुที่นำมาผลิตเป็นแป้ง (วัฒนณรงค์ และคณะ, 2559)

2.2 แป้งสาकु (Arrowroot powder)

หมายถึง แป้งที่ผลิตได้จากปาล์มสาकु มีลักษณะเป็นผงแป้งละเอียดหรือเป็นเม็ด เนื้อแป้งอาจมีสีน้ำตาลหรือสีชมพูอมขาว ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตและสายพันธุ์ของต้นสาकु ซึ่งแป้งชนิดนี้นิยมใช้ประโยชน์สำหรับประกอบอาหารเป็นหลัก โดยเฉพาะใช้ทำขนมหวาน อาทิ ขนมปากหม้อ และลอดช่อง เป็นต้น โดยเนื้อขนมจะมีความเหนียวนุ่ม และหวานการนำต้นสาकुมาใช้ในการสกัดแป้งจะเลือกต้นสาकुที่มีอายุในช่วง 7-15 ปี หรือต้องเลือกใช้ต้นที่ยังไม่ออกดอกหรือเลือกไม่ได้จริงจะใช้ต้นที่กำลังออกดอกหรือติดผลก็ได้ แต่จะไม่เลือกต้นที่กำลังเหี่ยวตาย เพราะแป้งจะมีน้อยโดยปกติ แป้งสาकुที่สกัดได้จะมีแป้งเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 40 กล่าวคือ ต้นสาकुที่มีน้ำหนัก 100 กิโลกรัมจะสามารถผลิตแป้งสาकुได้ 40 กิโลกรัม ซึ่งสามารถผลิตแป้งต่อต้นได้สูงถึง 150-300 กิโลกรัม/ต้น

2.2.1 ลักษณะแป้งสาकु

ลักษณะของแป้งสาकुที่ได้จะมีลักษณะทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยการสกัด หลายปัจจัย ได้แก่

1. สายพันธุ์ของต้นสาकु ได้แก่ ปาล์มสาकुที่มียอดสีขาว และมีหนาม (*Metroxylon rumphii* Mart.) จะให้น้ำแป้งและเนื้อแป้งสีขาวอมชมพู ส่วนปาล์มสาकुที่มียอดสีแดงและไม่มีหนาม (*Metroxylon sagu* Rottb.) จะให้น้ำแป้งและเนื้อแป้งสีน้ำตาลอ่อน

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัด ได้แก่ การใช้โลหะขูดหรือบดเนื้อต้นสาकुจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิไดซ์ เปลี่ยนสีเนื้อแป้งโดยเฉพาะสาकुที่มียอดสีขาวจะให้เนื้อแป้งเป็นสีน้ำตาล แป้งสาकुที่ใช้วิธีการสกัดแบบภูมิปัญญาชาวบ้านจะมีลักษณะเป็นผงละเอียดและมีสีน้ำตาลอ่อน เนื่องจากลำต้นสาकुที่นำมาสกัดแป้งจะมีองค์ประกอบของสารฟีนอล เมื่อสารนี้ สัมผัสกับโลหะและอากาศจะทำให้เกิดสีน้ำตาลอ่อน นอกจากนั้น กระบวนการเกิดสีของ แป้งหรือน้ำสาคักยังเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการย่อยสลายของเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส

2.2.2 คุณค่าทางโภชนาการแป้งสาคุ

คุณค่าทางอาหารของแป้งสาคุ จะพบมากในด้านการให้พลังงาน โดยพบปริมาณแห้งหรือคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบเกือบทั้งหมด และพบได้กว่า 92.5 กรัม จากแป้งทั้งหมด 100 กรัม ซึ่งมีปริมาณมากกว่าแป้งสาลี ส่วนที่เหลือประมาณ 7.5 กรัม จะเป็นโปรตีน ไขมัน โยอาหาร และองค์ประกอบอื่น ๆ

2.2.3 คุณสมบัติแป้งสาคุ

- มีปริมาณไขมันต่ำ
- มีเส้นใยสูง
- เม็ดแป้งมีความละเอียดสูง หรือขนาดประมาณ 18 - 48 ไมครอน
- แป้งมีคุณสมบัติคงตัวได้ดีแม้ได้รับอุณหภูมิสูง
- เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นเนื้อแป้งสุก มีเนื้อสัมผัสที่เหนียว และนุ่ม และมีรส

หวาน

2.2.4 การใช้ประโยชน์จากแป้งสาคุ

แป้งสาคุที่แยกได้จากลำต้นนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ แปรรูปเป็นอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมหรือของขบเคี้ยวชนิดต่าง ๆ อาทิ ขนมสาคุ เค้ก ลูกก๊ี้ เป็นต้น โดยรสชาติขนมที่ทำจากแป้งสาคุจะมีเนื้อเหนียวนุ่ม นอกจากนี้ยังสามารถแปรรูปเป็นเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยว ใช้เป็นแป้งสำหรับประกอบอาหารโดยใช้เติมในอาหารเพื่อเพิ่มความหนืดเหนียวแก่อาหาร ใช้เป็นส่วนผสมหรือใช้ทำเป็นอาหารของเด็กอ่อนหรือผู้ป่วย เนื่องจากแป้งสาคุมีเส้นใยสูง ร่างกายสามารถย่อยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย และแป้งสาคุยังเป็นอาหารที่ปลอดจากสารเคมีอย่างแท้จริง ทำให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค เมื่อนำแป้งสาคุไปแปรรูปเป็นอาหารดังกล่าวแล้วทำให้แป้งสาคุมีมูลค่าเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัว

ในต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่นและไต้หวัน มีการใช้ประโยชน์จากแป้งสาคุมากมาย หลายประการมากกว่าที่ใช้ในประเทศไทยซึ่งส่วนใหญ่ใช้เป็นอาหาร โดยนอกจากใช้แป้งสาคุทำอาหารและขนมต่าง ๆ แล้ว ยังใช้แป้งสาคุในอุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมไม้อัด อุตสาหกรรมกาว อุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลเดกซ์โทรส (dextrose) อุตสาหกรรมแป้งคัดแปรที่พร้อมจะนำไปใช้กับอุตสาหกรรมอื่นที่ต่อเนื่องจากแป้งคัดแปรต่อไป อุตสาหกรรม

ผงขุรส สารเคลือบที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ในอนาคตหากมีแป้งสาธูมากพอก็สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเอทานอล และอุตสาหกรรมพลาสติกย่อยสลายได้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2564)

ประเทศญี่ปุ่นนั้นมีความสนใจเรื่องสาธูอย่างจริงจังเห็นได้จากการที่ญี่ปุ่นตั้งองค์กรชื่อ The Society of Sago Palm Studies ในมหาวิทยาลัยโตเกียวเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี (Tokyo University of Agriculture and Technology-NOGODIA) โดยท าน้าที่ศึกษาวิจัยอย่างจริงจัง เพื่อใช้ประโยชน์จากสาธูให้มากที่สุด (นิพนธ์, 2549)

สำหรับประเทศไทย การวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับแป้งสาธู ยังมีอยู่น้อยส่วนใหญ่เป็นเรื่องของภูมิปัญญาท้องถิ่นนั้น ๆ ที่จะนำแป้งสาธูไปใช้ประโยชน์ เช่น ในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ใช้แป้งสาธูทำขนมได้หลายอย่าง นิยมใช้มากในช่วงเดือนรอมมาดอนที่ชาวมุสลิมถือศีลอด โดยใช้ทำขนมลอดช่อง ขนมกอ ขนมเปียกปูน กะละแม และขนมอื่น ๆ ในจังหวัดอื่น ๆ เช่น นครศรีธรรมราช พัทลุง ตรัง ยังมีขนมพื้นบ้านที่ทำจากแป้งสาธูได้อีกหลากหลายชนิด เช่น ขนมจาก ขนมกวนหน้าจีมน์ ขนมลอดช่อง เส้นหมี่แป้งสาธู ทำให้ปัจจุบันแป้งสาธูเป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้นเรื่อย ๆ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เหล่านี้ยังมีการผลิตเพื่อบริโภคและซื้อขายเฉพาะภายในชุมชนเท่านั้น (สุวิจักขณ์, 2564)

2.3 ขนมผิง

ขนมผิงมีต้นกำเนิดมาจากประเทศโปรตุเกส โดยหญิงสาวที่มีชื่อว่า มารี กีมาร์ หรือท้าวทองกีบม้า ลูกครึ่ง โปรตุเกส-ญี่ปุ่น และเบงกอลที่เกิดในอาณาจักรอยุธยา หลังจากที่ทหารญี่ปุ่นชุดแรกได้เข้ามาเป็นทหารอาสาในแผ่นดินของสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ไม่นานนักนางมารี กีมาร์ ก็ได้เข้ารับราชการในตำแหน่งหัวหน้าห้องเครื่องต้น และได้สอนการทำขนมหวาน อาทิ ทองหยอด ฝอยทองและขนมผิง ให้กับผู้ที่ทำงานอยู่ใกล้ชิดกับเธอและสาว ๆ เหล่านั้นก็ได้นำสูตรขนมออกมาถ่ายทอดต่อไป ขนมผิงในสมัยก่อนจะมีรสหวาน กลิ่นหอมที่ขั้ววนใจ สีน้ำตาล และเมื่อรับประทานจะละลายในปากทันที ซึ่งต่างกับในสมัยปัจจุบันที่ทำสีส้มเพิ่มเติม อาทิ สีชมพู สีเขียวและสีเหลือง นอกจากนั้นเนื้อแป้งยังแข็งขึ้นกว่าแต่ก่อน ทั้งนี้ก็เพราะว่าป้องกันไม่ให้ขนมผิงที่บรรจุห่อขายนั้นแตกหักได้ง่าย แต่เดิมนั้นขนมผิงจะถูกบรรจุอยู่ในโหลแก้วเล็ก ๆ

ขนมผิง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำตาลและกะทิ มาเคี่ยวจนข้นเป็นยางมะตูม ทำให้เย็นใส่ไข่และแป้งมันสำปะหลังหรือแป้งมันสำปะหลังผสมแป้งชนิดอื่น อาจเติม ส่วนประกอบอื่น เช่น งามี วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส นำไปหมัก นวดจนเนียนนุ่ม ทำเป็นรูปทรงต่าง ๆ เช่น กลม รี อาจตกแต่งหน้าด้วยงา เมล็ดมะม่วงหิมพานต์หรืออื่น ๆ นำไปอบที่อุณหภูมิและ ระยะเวลาที่เหมาะสม อาจอบควันเทียนด้วยก็ได้

ลักษณะทั่วไป

ต้องมีรูปทรงและขนาดใกล้เคียงกันอาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อยต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติ ของขนมผิง ไม่ไหม้เกรียม มีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของขนมผิง ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึง ประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขมลักษณะเนื้อสัมผัสต้องกรอบและละลายในปากไม่แข็ง กระด้าง (มพข.745/2548)

2.3.1 ส่วนผสมของขนมผิง

2.3.1.1 แป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลังจัดเป็นแป้งอันดับรองจากแป้งข้าวเจ้าในการทำขนมไทย เพราะขนมไทยส่วนใหญ่นิยมทำแป้งมันสำปะหลังใช้เป็นส่วนผสมควบคู่ไปกับแป้งข้าวเจ้า ลักษณะเป็นผงละเอียด เกาะกันเล็กน้อย ร่วน มีความแวววาว ลื่นมือเมื่อสัมผัส สีขาวไม่มีกลิ่นหมัก คุณสมบัติ เป็นแป้งมันสำปะหลัง เมื่อหุงสุกจะมีลักษณะเหลวข้นแต่ใส ยึดเกาะกันเหนียวยึดเป็น สาย จึงเหมาะแก่การนำมาประกอบขนมไทยประเภทต่าง ๆ ดังนี้

- ประเภทวน ได้แก่ ขนมสัมปันนี
- ประเภทน้ำ ได้แก่ ครองแครงแก้ว ลอดช่องสิงคโปร์ รวมมิตร บัวลอย
- ประเภทอบ ได้แก่ ขนมผิง

2.3.1.1.1 ลักษณะของแป้งมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังยังมีลักษณะเด่นอื่น ๆ อีกหลายประการ เช่น เมื่อแปรรูป เป็นแป้งมันสำปะหลัง จะมีลักษณะเด่น ดังนี้

- มีสีขาว (white in color)
- ไม่มีรส (no after tests)
- ไม่มีกลิ่น (odorless)
- มีความคงตัวสูง (High freeze-thaw stability)
- ใส ไม่มีสี เมื่อผสมในอาหาร (Provides a clear paste when cooked)

2.3.1.1.2 คุณภาพของแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลัง มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว ลักษณะเด่นของแป้ง

มันสำปะหลัง คือ มีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งปนเปื้อนต่ำโดยจะมีสารซอร์บิโตน้อยกว่าร้อยละ 95 มีปริมาณโปรตีนและไขมันค่อนข้างต่ำ มีฟอสฟอรัสน้อยกว่าร้อยละ 0.04 ลักษณะของเม็ดแป้งมีรูปร่างเป็นเม็ดกลมหรือรูปไข่ และอาจมีรอยบุ๋มที่ปลายด้านหนึ่งของเม็ด เม็ดแป้งส่วนใหญ่จะมีขนาดปานกลาง คือ อยู่ในช่วง 3-40 ไมครอน และมีขนาดเฉลี่ยโดยประมาณ 12-15 ไมครอน ซึ่งมีความเล็กกว่าแป้งมันฝรั่ง แต่ใหญ่กว่าแป้งข้าวเจ้า โดยจัดเป็นแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสค่อนข้างต่ำ ร้อยละ 18-23 ซึ่งแป้งที่มีอะมิโลสสูงมีกำลังการพองตัวต่ำกว่าแป้งที่มีอะมิโลสต่ำ เนื่องจากลักษณะโครงสร้างของอะมิโลสที่เป็นเส้นตรงทำให้เกิดพันธะระหว่างโมเลกุลได้ดี และอะมิโลสอาจจะจับตัวกับไขมันทำให้ขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้งได้ แป้งมันสำปะหลังจัดเป็นแป้งที่มีอะมิโลสต่ำ จึงมีอัตรากำลังการพองตัวที่ดี และมีความสามารถในการละลายได้ซึ่งสัมพันธ์กับกำลังการพองตัวสูง (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546)

2.3.1.1.3 การเก็บรักษา

ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในคุณภาพและคุณสมบัติทางเคมีเชิงฟิสิกส์ที่เปลี่ยนแปลงของแป้งมันสำปะหลังเมื่อเก็บในอายุต่าง ๆ มีปัจจัยด้วยกัน ทั้งอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ รวมระยะเวลาในการเก็บ เมื่อเก็บแป้งไว้ในที่ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นแป้งจะมีการดูดซึมน้ำไว้มากขึ้นทำให้ความชื้นสูงและเมื่อความชื้นสัมพัทธ์จะทำให้กำลังการพองตัวลดลงในทางตรงกันข้ามการเก็บแป้งในที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ทำให้แป้งมีความชื้นต่ำทำให้มีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้เร็วและมากกว่าแป้งที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง จึงมีค่าดูดซึมน้ำ (water uptake) สูงกว่าและมีการพองตัว (bulk swelling power) สูงกว่าด้วย อีกทั้งการเก็บที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงและเก็บนานจะทำให้เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางชีวเคมีได้ และพบว่าแป้งมันสำปะหลังจะมีค่ากำลังการพองตัวและร้อยละการละลายลดลงเมื่อมีการประเมินเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546)

2.3.1.2 กะทิ

กะทิ คือ ของเหลว ที่ได้จากการใช้น้ำ คั้น หรือสกัด (extraction) ส่วนเนื้อแก่ของมะพร้าว มีส่วนประกอบหลัก คือ ไขมัน ซึ่งอยู่ในรูปอิมัลชัน (emulsion) และของแข็งต่าง ๆ เช่น โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ เป็นของเหลวสีขาวขุ่น ที่ได้จากการบีบคั้นเนื้อมะพร้าวขูด โดยการเติมน้ำหรือไม่เติมน้ำ ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำกะทิ คือ น้ำมัน น้ำโปรตีนและน้ำตาล อยู่รวมกันเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ โดยมีโปรตีนทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ความเข้มข้นของน้ำกะทิขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำกะทิเมื่อตั้งทิ้งไว้จะแยกเป็นชั้นหัวกะทิและชั้นหางกะทิ โดยความหนาของชั้นหัวกะทิแสดงถึงความเข้มข้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำกะทิมีปริมาณน้ำมันมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีน ไม่เพียงพอที่จะคั่งน้ำมันให้กระจายแขวนลอยอยู่ทั่วไป (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2560)

2.3.1.2.1 กะทิในอุตสาหกรรม แบ่งได้เป็น 5 แบบ คือ

1) น้ำกะทิสด ได้จากการคั้นน้ำกะทิด้วยเครื่อง แล้วเก็บรักษาด้วยความเย็นทันที ความเย็นสามารถรักษาน้ำกะทิจากการเน่าเสีย สามารถเก็บรักษาได้นาน 1-2 วัน แต่รสชาติจะเปลี่ยนไปเล็กน้อยจึงนิยมจำหน่ายวันต่อวัน อุตสาหกรรมที่ใช้น้ำกะทิสด คือ อุตสาหกรรมไอศกรีม อุณหภูมิห้องเย็นในการเก็บรักษาต้องไม่ต่ำเกินไปจนเกิดผลึกน้ำแข็ง เพราะจะทำให้เนื้อสัมผัสของน้ำกะทิเปลี่ยนไป คือ มีตะกอนโปรตีนแยกตัวและให้ลักษณะเป็นเนื้อทราย การขนส่งจะต้องรักษาอุณหภูมิด้วยเช่นกันเนื่องจากมีความเสี่ยงจากการเน่าเสียมาก และเนื่องจากเป็นสินค้าสำหรับอุตสาหกรรม (กองโภชนาการ, 2544) เมื่อตั้งทิ้งไว้หรือนำมาแยกสกัดสามารถทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ของกะทิได้อีก 2 ชนิด คือ

1. หัวกะทิ หรือ ชั้นครีม เป็นส่วนที่ได้จากการแยกตัวของสารละลายน้ำกะทิล้างตั้งทิ้งไว้ ซึ่งหัวกะทิจะลอยตัวแยกชั้นในส่วนบนสุด มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวขุ่นและชั้นหนืด ทั้งนี้ หัวกะทิที่ดีมีไขมันไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 50 และมีโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 5

2. หางกะทิ หรือ ชั้นน้ำ เป็นส่วนที่ได้จากการแยกชั้นของน้ำกะทิเช่นกัน แต่จะเป็นส่วนที่แยกชั้นอยู่ด้านล่างสุด เป็นส่วนที่มีมากที่สุดคือน้ำกะทิ มีลักษณะเป็นน้ำสีขาวขุ่น หางกะทินี้ ควรมีไขมันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 และโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3

2) น้ำกะทิพาสเจอร์ไรซ์ เป็นน้ำกะทิสดที่นำมาให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แต่เชื้อที่เหลือยังสามารถเจริญได้ จึงต้องเก็บในห้องเย็นเหมือนน้ำกะทิสด แต่ความเสี่ยงในการเน่าเสียน้อยกว่าจึงสามารถเก็บรักษาได้นาน 4-6 วัน การขนส่งและการวางจำหน่ายควรใช้อุณหภูมิต่ำ

3) น้ำกะทิบรรจุกระป๋อง เป็นน้ำกะทิที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋องปิดฝา แล้วฆ่าเชื้ออย่างสมบูรณ์ในระดับอุตสาหกรรม (Commercial sterilization) เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิเก็บรักษาตามปกติ ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานโดยไม่ต้องเก็บในที่เย็น

4) น้ำกะทิกล่อง ยู เอช ที เป็นน้ำกะทิผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยระบบความร้อนสูงระยะเวลาสั้น (140-145 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที) แล้วบรรจุในกล่องที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว ระยะเวลาให้ความร้อนสั้นทำให้คงสภาพคล้ายน้ำกะทิสดมาก แต่อายุการเก็บรักษาจะสั้นกว่าแบบบรรจุกระป๋อง และกล่องกระดาษไม่แข็งแรงเท่ากระป๋อง

5) กะทิผง เป็นน้ำกะทิที่นำมาทำให้แห้งเป็นผงละเอียด โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer) น้ำกะทิโดยธรรมชาติมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบอยู่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำนมโค จึงไม่สามารถทำแห้งได้เหมือนนมผง ดังนั้น ต้องเติมสารเพิ่มปริมาณของแข็ง คือ

สารมอลโทเดกซ์ทริน (malt dextrin) เครื่องทำแห้งมีอุปกรณ์ให้น้ำกะทิให้เป็นละอองฝอยเข้ามาในห้องอบและสัมผัสกับลมร้อนที่มีอุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส ทำให้ระเหยจากละอองของเหลวอย่างรวดเร็วได้เป็นอนุภาคผงที่มีขนาดเล็ก กะทิผงมีความชื้นต่ำ จึงเก็บรักษาได้นานไม่เน่าเสียแต่ต้องเก็บในภาชนะป้องกันความชื้น เช่น ในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ หรือกระป๋องที่มีฝาปิดสนิท เนื่องจากกะทิผงดูดความชื้นได้ดีทำให้เกาะตัวเป็นก้อน

2.3.1.3 น้ำตาลทราย

น้ำตาล (Sugar) คือ สารที่ประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรต ประเภท โมโนแซ็กคาไรด์และไดแซ็กคาไรด์ซึ่งมีรสหวาน โดยทั่วไปจะได้มาจากอ้อย มะพร้าว แต่โดยทั่วไปแล้วจะเรียกอาหารที่มีรสหวานว่าน้ำตาลแทบทั้งสิ้น เช่น ทำมาจาก เรียกว่า น้ำตาลโตนด ทำมาจากมะพร้าว เรียกว่า น้ำตาลมะพร้าว ทำจากงวงจาก เรียกว่า น้ำตาลจาก ทำมาจากอ้อยแต่ยังไม่ได้เป็นทำเป็นน้ำตาลทรายจะเรียกว่า น้ำตาลทรายดิบ ถ้านำมาทำเป็นเม็ด จะเรียกว่า น้ำตาลทราย หรือถ้านำมาทำเป็นก้อนแข็งคล้ายกวาดจะเรียกว่าน้ำตาลกวาด (รุ่งทิวา, 2553) ซึ่งแหล่งกำเนิดของน้ำตาลมาจากผลผลิตที่เป็นพืชทั้งสิ้น อาจอยู่ในส่วนราก ลำต้นของพืชพวกหญ้าบางชนิด และเป็นพืชที่เป็นหัวบางอย่าง รวมทั้งน้ำหล่อเลี้ยงลำต้นของไม้หลายชนิด หรืออยู่ในส่วนที่เป็นน้ำในผลไม้ (สุวรรณ, 2543) ถึงแม้ว่าในปัจจุบันรูปแบบของสารให้ความหวานจะเปลี่ยนไป ทั้งรูปลักษณะ และวัตถุดิบ ซึ่งทำมาจากอ้อย แต่ชื่อน้ำตาลก็ยังคงถูกใช้อยู่ ซึ่งน้ำตาลก็จะมีอยู่หลายประเภทด้วยกัน

2.3.1.3.1 ชนิดของน้ำตาล

แบ่งออกตามลักษณะได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) น้ำตาลที่เป็นผลึก ได้แก่ น้ำตาลซึ่งเป็น 2 สี คือ

1. น้ำตาลทรายผลึกสีขาว คือ น้ำตาลที่ถูกฟอกจนมีลักษณะสีขาวและแข็ง ละลายน้ำได้มาก

2. น้ำตาลทรายสีแสด คือ น้ำตาลทรายที่ไม่ได้ฟอกสีขาว จะมีกลิ่นหอม มีเกลือแร่และวิตามินเหลืออยู่บ้าง

2) น้ำตาลทรายที่ไม่ผลึก ได้แก่ น้ำตาลโตนดและน้ำตาลมะพร้าว

2.3.1.3.2 หน้าที่ของน้ำตาล

น้ำตาลเป็นเครื่องปรุงหลักที่สำคัญของขนมไทย หน้าที่สำคัญของน้ำตาล คือ การให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ น้ำตาลยังช่วยให้เนื้อขนมดี ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มชื้นได้นาน ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์

2.3.1.3.3 คุณสมบัติของน้ำตาลทราย

เป็นสารให้ความหวานที่มีรสหวานธรรมชาติปราศจากสิ่งอื่นเจือปน การละลายน้ำตาลทั่วไป มักจะละลายน้ำได้ดีปกติจะละลายได้ร้อยละ 30-80 ปริมาณที่ละลายได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ รสหวานของน้ำตาลทรายโดยเปรียบเทียบความหวานของกลูโคส มอลโทส แล็กโทส วัตถุประสงค์หลักของการใส่น้ำตาลในอาหาร คือ การให้ความหวาน โดยทั่วไปนิยมซูโครส คือน้ำตาลทรายเพราะให้ความหวานสูงและมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลอื่น ๆ ซึ่งชนิดของน้ำตาลที่ใช้ในการประกอบอาหารมีหลายลักษณะ ความสำคัญของน้ำตาลกับขนมหวาน คือ ทำให้อาหารมีรสชาติหวาน เช่น เพิ่มความอร่อย ทำให้แป้งนุ่ม อาหารใสขึ้น ตกแต่งให้อาหารสวยงาม เคลือบไม่ให้อาหารแห้ง ทำให้อาหารมีสีสวย มีกลิ่นหอม (อบเชย และขนุนฐา, 2551)

2.3.1.3.4 การใช้น้ำตาลประกอบอาหาร

น้ำตาลทรายใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร ขนมอบต่าง ๆ และของหวานของไทยจะเลือกใช้น้ำตาลทราย หรือน้ำตาลทรายสีรำ ขึ้นอยู่กับชนิดของขนม เช่น ใช้น้ำตาลทรายสีรำ ทำขนมถ้วยตะไล กวนไส้ขนมต้มขาวต้มแดง ขนมสอไส้ขนมเทียน ใช้น้ำตาลทรายขาวทำน้ำเชื่อม เป็นต้น ในปัจจุบันหันมาใช้น้ำตาลทรายสีรำกันมาก เพราะถือว่าเป็นอาหารเพื่อสุขภาพในเครื่องดื่มชากาแฟ จะนิยมใช้น้ำตาลทรายสีรำเป็นส่วนผสม

2.3.1.3.5 คุณค่าทางโภชนาการ

น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานเนื่องจากน้ำตาลทรายสีขาวบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.5 ซึ่งสามารถคำนวณพลังงานของน้ำตาลทรายได้โดยคิดว่าน้ำตาลทราย 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี น้ำตาลสีรำจะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัสและเหล็ก สำหรับน้ำตาลมะพร้าวนอกจากจะให้แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัสและเหล็กแล้ว ยังให้วิตามินเอและไนอาซิน

ตารางที่ 1.1 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ (ต่อส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม)

ชนิดของน้ำตาล	น้ำตาลทรายขาว	น้ำตาลสีรำ	น้ำตาลมะพร้าว
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	385	370	383
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	99.5	99.5	95
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	-	76	80
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	-	37	40
เหล็ก (มิลลิกรัม)	-	2.6	11.4
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	0	0	1.00
วิตามิน (มิลลิกรัม)	0	0	280

ที่มา : อบเชย และ ขนุนฐา (2551)

2.4 บรรจุกัณฑ์ขนมไทย

ปัจจุบันบรรจุกัณฑ์ (Package) มีบทบาทเพิ่มขึ้นในการส่งเสริมการจำหน่ายสินค้าเพราะบรรจุกัณฑ์ที่ดีสามารถช่วยให้สินค้าชนิดเดียวกันดูแล้วสวยงามน่าซื้อมากยิ่งขึ้น รูปแบบของบรรจุกัณฑ์ที่ดีจะช่วยให้ผู้ซื้อสินค้ารู้สึกว่าการสินค้านั้นมีความพิเศษกว่าสินค้าของกลุ่มแข่งขัน ขนมไทยก็เช่นเดียวกัน ถ้าอยู่ในบรรจุกัณฑ์ที่ดีก็จะช่วยส่งเสริมมูลค่าของขนมที่บรรจุภายในสูงขึ้น ชักจูงใจผู้ซื้อให้มากขึ้น รูปแบบของบรรจุกัณฑ์จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้ซื้อตัดสินใจซื้อขนม นั้น ๆ ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุในการ ทำบรรจุกัณฑ์ที่ดี การออกแบบบรรจุกัณฑ์ การเลือกบรรจุกัณฑ์ที่ดีและถูกต้องจึงจะสามารถทำให้ขนมไทยประสบความสำเร็จในการขาย

2.4.1 ความหมายและความเป็นมาของบรรจุกัณฑ์

บรรจุกัณฑ์ หมายถึง ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อ การทำธุรกิจการขายสินค้าในปัจจุบันนั้นมีความสวยงาม นับว่ามีบทบาทเป็นอย่างมาก ในอดีตที่ผ่านมา บรรจุกัณฑ์นับเป็นปัจจัยที่ให้ความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในด้าน ประโยชน์ใช้สอยเป็นหลัก คือ อาหารมักได้รับการหีบห่อหรือใส่ภาชนะสำหรับการนำติดตัวไปยังที่ต่าง ใบบัวและต้นไม้อูกนำมาแปรรูปเป็นภาชนะใส่ของ เช่น ใบบัว ใบตอง ชะลอมหรือเข่งที่ทำมาจากไม้ไผ่ สิ่งเหล่านี้ถือว่าเป็นบรรจุกัณฑ์ขึ้นต้นที่คนไทยรู้จักกันดี

ต่อมาเมื่ออุตสาหกรรมต่าง ๆ มีความก้าวหน้าขึ้น มีการประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ มากขึ้น ขณะเดียวกันวัตถุดิบที่ใช้ทำบรรจุกัณฑ์แบบเดิมเริ่มร่อยหรอลงไป จึงมีการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้แทนกันมากขึ้นตามลำดับ เช่น การนำเรซินมาถลุงเพื่อเคลือบโลหะ ทำกระป๋อง เมื่อความเจริญมีมากขึ้น มีการใช้ตู้เย็นเพื่อเก็บรักษาอาหารแทน การแช่น้ำแข็งแบบเดิม มีการใช้อุปกรณ์ที่มีความทันสมัยต่าง ๆ มากขึ้น ในช่วงนี้เองมีการบรรจุกัณฑ์เริ่มเปลี่ยนแปลงและมีการพัฒนาขึ้นมาก บรรจุกัณฑ์เดิมมีไว้ใช้เพื่อความสะดวกในการขนย้ายก็ได้เปลี่ยนมาเป็นบรรจุกัณฑ์เพื่อดึงดูดความสนใจต่อผู้บริโภคขึ้นด้วย การแข่งขันในการขายสินค้าแต่ละชนิดจึงเข้มข้นและใช้วิวัฒนาการไปตามสมัยอย่างรวดเร็ว สินค้าแต่ละชนิดอาจจะมีคุณภาพใกล้เคียงกันแตกต่างกันที่สี สัน รูปแบบของการบรรจุกัณฑ์ที่ทำให้ดูสวยงามสะดุดตายิ่งขึ้น บางครั้งยังมีบทบาทในการช่วยให้สินค้านั้นมีคุณภาพไม่ด้อยกว่าหลักวิชาการ กลับขายได้ดีและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง สิ่งเหล่านี้ได้แสดงถึงอิทธิพลของบรรจุกัณฑ์ต่อสินค้าไม่น้อย

2.4.2 หน้าที่ของบรรจุกัณฑ์

บรรจุกัณฑ์มีหน้าที่สำคัญ 4 ประการ

1. เพื่อป้องกันและรักษาสินค้าหรือคุณภาพของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์
2. เพื่อความสะดวกในการขนส่งและในการนำผลิตภัณฑ์ออกใช้

3. เพื่อเป็นตัวกลางในการสื่อสารรายละเอียดของผลิตภัณฑ์

4. เพื่อผลทางด้านการส่งเสริมการขาย

2.4.3 รูปแบบของบรรจุภัณฑ์

โดยทั่วไปแล้วบรรจุภัณฑ์จะมีรูปแบบที่แตกต่างกันตามลักษณะของสินค้าซึ่งส่วนใหญ่ มักจะทำการเป็นทรงเรขาคณิต เช่น กระป๋องและขวดทรงกระบอก กล่องกระดาษมักจะเป็นสี่เหลี่ยม ส่วนพลาสติกหรือโฟมมักจะเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้ตามความพอใจ แต่ในทางปฏิบัติแล้วรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ ได้แบ่งเป็น 3 อย่างด้วยกันคือ

1) บรรจุภัณฑ์เบื้องต้น เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ติดอยู่กับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์และเป็นสิ่งที่ทำหน้าที่ป้องกันตัวสินค้าโดยตรง บรรจุภัณฑ์เหล่านี้ได้แก่ ขวดน้ำ ถุงบรรจุอาหาร กระดาษห่อขนม หลอดยาสีฟัน และกระป๋องอาหาร เป็นต้น

2) บรรจุภัณฑ์ชั้นที่สอง เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ห่อหุ้มบรรจุภัณฑ์เบื้องต้น ซึ่งเป็นประโยชน์ในการรวบรวมบรรจุภัณฑ์ที่มีจำนวนมากเข้าด้วยกัน เพื่อความสะดวกในการวางขายสินค้าหรือสะดวกต่อการนับหน่วยในการจัดจำหน่าย ตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ชั้นที่สอง ได้แก่ ลังน้ำอัดลม กล่องกระดาษแข็งบรรจุนมเป็นโหล ฟิล์มหดรัดที่ใช้รวมสบู่หลาย ๆ ก้อนเข้าด้วยกัน เป็นต้น

3) บรรจุภัณฑ์เพื่อใช้ในการขนส่ง (Shipping Package) เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีความทนทานพอสมควร บรรจุภัณฑ์นี้ผู้บริโภคไม่ค่อยได้เห็น เนื่องจากพ่อค้าจะใช้เวลาขนส่งเท่านั้น และเมื่อถึงจุดหมายปลายทางก็จะแกะออก บรรจุภัณฑ์ชนิดนี้พบเห็นกันมากที่สุด ได้แก่ ลังไม้ กระดาษลูกฟูกที่ทำเป็นกล่อง ลังพลาสติกขนาดใหญ่ หรือโฟม ในบางครั้งบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งอาจจะใช้เป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อการวางขายสินค้า (Display Package) อย่างเช่น กล่องโทรทัศน์ ตู้เย็นและกล่องใส่วิทยุ เป็นต้น

2.4.4 วัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ขนมไทย

สำหรับวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์เพื่อบรรจุขนมไทยนั้น ได้แก่

1) ใบไม้ นิยมใช้กันมานาน และถึงแม้ปัจจุบันวิวัฒนาการของบรรจุภัณฑ์จะพัฒนาขึ้นมากก็ตาม แต่ก็ยังคงได้รับความนิยมอยู่ เพราะเหมาะกับขนมไทยบางอย่าง ได้แก่ ใบตอง ใบไผ่ ใบจาก ใบบัว ที่นำมาห่อขนมต่าง ๆ

2) กระดาษ เป็นผลผลิตจากเยื่อ โดยอาจอยู่ในรูปของกระดาษเหนียว กระดาษแก้ว หรือกระดาษแข็ง สามารถนำมาแปรรูปเป็นถุง กล่องกระดาษแข็ง ฯลฯ ตัวกระดาษเองไม่สามารถปกป้องขนมได้มากนัก แต่มีคุณสมบัติแปรรูปได้ง่ายและมีประโยชน์หลายอย่างด้วยกัน เช่น ใช้พิมพ์โฆษณาดึงดูดความสนใจของลูกค้าได้ ฯลฯ และราคาถูก

3) แก้ว เป็นวัสดุที่ให้ความใสมาก หรือจะทำให้เป็นชนิดกึ่งทึบก็ได้ แก้วมีคุณสมบัติ

ทางด้านความแข็งแรงและทนต่อกรด ด่าง และสารละลายได้ดี แต่มีข้อเสียที่เปราะและแตกง่าย แก้ว
เหมาะกับขนมประเภทน้ำ หรือขนมที่กรอบ หรือขนมที่ต้องการให้เห็นความสวยงาม เป็นต้น

4) พลาสติก เป็นวัสดุที่ประกอบขึ้นจากธาตุออกซิเจน ไฮโดรเจน สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ในสัดส่วนต่าง ๆ ขึ้นกับชนิดและประเภทของพลาสติก พลาสติกสามารถนำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์ได้ทั้งชนิดคงรูป (Rigid Container) เช่น ขวด กล่อง ถาด โฟม เป็นต้น และชนิดยืดตัว (Flexible packaging) เช่น ซอง ถุง เป็นต้น พลาสติกเป็นวัสดุที่มีแนวโน้มจะได้รับความนิยมใช้มากที่สุดในอนาคตสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมไทย เพราะราคาถูก สามารถพิมพ์ ตกแต่งสอดีได้สวยงามพอสมควร

2.4.5 หลักการเลือกบรรจุภัณฑ์ขนมไทย

บรรจุภัณฑ์ที่จะใช้ทำขนมไทยนั้นต้องเลือกให้สอดคล้องกันและเหมาะสมกับชนิดของขนม การเลือกบรรจุภัณฑ์จึงขึ้นอยู่กับประเภทของขนมเป็นสำคัญ ได้แก่

1) ขนมไทยประเภทน้ำ เช่น ชาหริ่ม บัวลอย ผลไม้ลอยแก้ว ฯลฯ ควรบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ที่สำเร็จรูปอยู่แล้ว เช่น ถุงพลาสติก กล่องพลาสติกหรือขวดแก้ว

2) ขนมไทยประเภทกรอบร่วน เปราะบาง เช่น ขนมกลีบลำดวน ขนมหน้าवल ขนมฝิง ฯลฯ ควรอยู่ในบรรจุภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น ขวดแก้ว กล่องพลาสติก ถุงพลาสติก

3) ขนมไทยประเภทห่อด้วยใบตองสด แล้วนำไปนึ่งหรือต้ม เช่น ขนมใส่ไส้ ขนมตาล ข้าวต้มน้ำอุ่น ข้าวต้มจิ้ม ฯลฯ ควรบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่สำเร็จรูป เช่น ถุงพลาสติกเป็นส่วนใหญ่ หรือกล่องกระดาษ ขนมประเภทห่อด้วยใบตองแห้ง เช่น ขนมกาละแมเสวยใช้ใบตองอ่อนมาก ตากแห้งแล้วสามารถรีดจนเรียบตัดเป็นรูปต่าง ๆ บรรจุในบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องหรือถุงพลาสติก

4) ขนมไทยประเภทชิ้น เช่น วุ้นกรอบ ขนมสับปันนี ขนมทองเอก ข้าวตู ข้าวตอก ควรเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทขวดโหล แก้วชนิดใส สวยงาม มองเห็นขนมที่บรรจุอยู่ในขวดได้ชัดเจน ขวดโหลนี้ผู้ใช้อาจจะวางบนโต๊ะใช้ในการรับรองแขกได้เลยหรือจะใช้เป็นของขวัญในโอกาสพิเศษ เช่น วันเกิด วันขึ้นปีใหม่และโอกาสพิเศษต่าง ๆ

5) ขนมประเภทเปียก เช่น ตะโก้ ขนมลิ่มกลืน วุ้นชนิดต่าง ๆ ขนมเปียกปูน ขนมถั่วแปบ ฯลฯ ขนมประเภทนี้เหมาะจะบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เป็นกล่องกระดาษ มีลักษณะดังนี้

1. เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เจาะตรงกลางฝา ปิดด้วยกระดาษแก้ว ทำให้มองเห็นขนมได้ชัดเจน ที่กล่องจะมีรอยพับ เมื่อพับแล้วจะปิดสนิท ป้องกันความชื้นจากอากาศ ปลอดภัยจากแมลงวัน ฝุ่นละอองและยังสะดวกในการหยิบยกหรือการขนส่งเพื่อจำหน่ายอีกด้วย

2. ชนิดกล่องกลมตัดวงกลมต่างหาก ใช้ขอบสูง กะประมาณตามต้องการ เพื่อริมสำหรับ

ติดกาว ด้านบนใช้กระดาษใสติด อาจตกแต่งด้วยริบบิ้น ใช้กระดาษคอยล์รองก่อนจะบรรจุขนมที่ใช้เป็นของขวัญในโอกาสพิเศษได้ (สนิวัน, 2549)

2.5 การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ คือ ช่วงเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มตั้งแต่เป็นผลิตภัณฑ์จนถึงสภาวะที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์นั้น อายุการเก็บรักษามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกัน การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารเนื่องจากค่าปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ สามารถใช้ค่าปริมาณน้ำอิสระในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใด เป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสียตลอดจนใช้ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ ปริมาณน้ำอิสระที่จำกัด โดยจะทำให้อาหารที่มีปริมาณน้ำอิสระ กว่าที่เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ (รุ่งนภา และไพศาล, 2545)

2.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร (ธวัช และพิริยะ, 2557)

2.5.1.1 ผลิตภัณฑ์อาหาร ตัวผลิตภัณฑ์อาหารวัตถุดิบแต่ละประเภทมีสมบัติและองค์ประกอบแตกต่างกันทั้งองค์ประกอบทางชีวเคมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นปริมาณน้ำในอาหารหรือค่าวอเตอร์แอคทีวี่ ค่าความเป็นกรด ต่าง เป็นต้น โดยทั่วไปการยืดอายุการเก็บจึงต้องการควบคุมองค์ประกอบข้างต้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

2.5.1.2 บรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ที่ใช้บรรจุทำหน้าที่ในการป้องกันสินค้าจากการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม ลดความเสียหายและรักษาคุณภาพอาหารให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้ยาวนานตามอายุการเก็บ

2.5.1.3 สิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่ออายุการเก็บของอาหารระหว่างกระบวนการผลิตบรรจุและเก็บรักษา ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณความชื้น แสงและแก๊สออกซิเจน ด้วยตัวแปรเหล่านี้ทำให้อาหารและบรรจุภัณฑ์เกิดการเสื่อมสภาพก่อนเวลาอันสมควร

2.6 การประเมินคุณภาพอาหาร

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับตรวจวิเคราะห์ คุณภาพอาหาร และผลิตภัณฑ์ ๆ แล้วดำเนินการประมวลผลด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อสรุปผลถึงระดับคุณภาพของอาหารหรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้อย่างเป็นระบบ (ปพนวิทย์, 2560)

2.6.1 คุณภาพทางอาหารแบ่งได้ดังนี้ (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2560)

2.6.1.1 คุณภาพทางกายภาพ (physical quality) ขนาด รูปร่าง ตำหนิ ปริมาตร น้ำหนักสุทธิ น้ำหนักเนื้อ

2.6.1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส (sensory quality) เป็นคุณภาพสามารถรับรู้ได้ด้วยมนุษย์ โดยใช้การประเมินทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค เช่น

1) ลักษณะปรากฏที่ประเมินด้วยสายตา (appearance) เช่น สี ความสม่ำเสมอของสี และความผิดปกติของสี

2) กลิ่นรส ได้แก่ รสหวาน รสเปรี้ยว รสขม กลิ่นหอม กลิ่นรสที่ผิดปกติ (off-flavor) เช่น กลิ่นไหม้ กลิ่นหมัก กลิ่นหืน

3) เนื้อสัมผัส เช่น ความแข็ง ความเหนียว กรอบ

2.6.1.3 คุณค่าทางโภชนาการ (nutrition value) หมายถึง ชนิดและปริมาณของส่วนประกอบทางเคมี ซึ่งมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการและการเก็บรักษา

1) ปริมาณน้ำ (moisture content)

2) สารอาหารที่ให้พลังงานหลัก ได้แก่ น้ำ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน กรดอะมิโนที่จำเป็นและกรดไขมันที่จำเป็น

3) สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน ได้แก่ เกลือแร่ วิตามิน รงควัตถุ และสารให้กลิ่นรส

2.6.1.4 คุณภาพทางจุลินทรีย์ หมายถึง ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ รา จุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) ที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งมีผลต่อการเสื่อมเสีย (microbial spoilage) ป่งชี้ถึงคุณลักษณะของการผลิตอาหารและอาจนำไปสู่อันตราย (biological hazard)

2.6.1.5 ความปลอดภัยต่อการบริโภค (safety) หมายถึง อันตรายทางเคมี (chemical hazard) ได้แก่ สารพิษตามธรรมชาติ โลหะหนักวัตถุอันตรายทางการเกษตร สารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) อันตรายชีวภาพ (biological hazard) การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) และอันตรายทางกายภาพ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หทัยรัตน์ (2542) ศึกษาการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในกระบวนการผลิตขนมปัง พบว่า แป้งสาเกและแป้งมันสำปะหลังสามารถทดแทนแป้งสาลีได้สูงสุดเท่ากับร้อยละ 30 ของปริมาณแป้งทั้งหมด เมื่อมีปริมาณการทดแทนแป้งสาลีเพิ่มขึ้นที่ระดับการทดแทนแป้งสาลีเท่ากับร้อยละ 10 การใช้แป้ง crosslinked type A ของแป้งสาเกและแป้งมันสำปะหลังสามารถปรับปรุงคุณภาพทางกายภาพ (tensile strength) และการยอมรับทางประสาทสัมผัสซึ่งการยอมรับในผลิตภัณฑ์ ทั้งสอง

ชนิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากผลิตภัณฑ์บะหมี่จากแป้งสาลีที่การเติมแป้ง pregelatinized starch ที่ทำหน้าที่เป็น binder สามารถเพิ่มปริมาณการทดแทน แป้งสาลีได้เท่ากับร้อยละ 50 ของปริมาณแป้งทั้งหมด โดยพบว่าการใช้แป้ง pregelatinized starch ขนาด 80 mesh ที่ระดับร้อยละ 10 มีความเหมาะสมต่อการผลิตบะหมี่ที่มีระดับการแทนที่แป้งสาลีเท่ากับร้อยละ 50 แต่บะหมี่ที่ได้มีลักษณะและคุณภาพที่แตกต่างจากบะหมี่จากแป้งสาลีจึงได้มีการเติมแป้ง crosslinked type A ลงไป ทดแทนแป้งสาและแป้งมันสำปะหลังปกติโดยพบว่าคุณสมบัติทางกายภาพ บะหมี่ (tensile strength) ที่ได้ยังคงมีความแตกต่างจากบะหมี่จากแป้งสาลี เมื่อทำการศึกษาคูณสมบัติของแป้งผสมระหว่างแป้งสาลีกับแป้งสาทั้งทางกายภาพและทางเคมี พบว่า ปริมาณโปรตีน, สีของผลิตภัณฑ์, degree of breakdown, peak viscosity และ swelling power ของแป้งผสมมีผลต่อการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์และระดับคะแนนความชอบทางเนื้อสัมผัสที่ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ศศิวิมล (2552) ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาที่ได้จากแหล่งผลิตต่างกัน คือ แป้งสาจากแหล่งผลิตในจังหวัดตรัง 1 ตัวอย่าง (แป้งสาตรัง) และจังหวัดปัตตานี 2 ตัวอย่าง (แป้งสาปัตตานี 1 และ 2) เปรียบเทียบกับแป้งสาลีอเนกประสงค์ พบว่า แป้งสา มีองค์ประกอบทางเคมี ความสามารถในการพองตัว และสมบัติด้านความหนืด (pasting properties) ที่แตกต่างจากแป้งสาลีอเนกประสงค์โดยเฉพาะอย่างยิ่งแป้งสาลีมีปริมาณโปรตีนที่ต่ำกว่า แต่สามารถพองตัวได้ดีกว่า นอกจากนี้แป้งสาจากแหล่งผลิตต่างก็ยังมีลักษณะบางประการที่แตกต่างกัน จากนั้นศึกษาผลของการใช้แป้งสาปัตตานี 2 เพื่อทดแทนแป้งสาลีอเนกประสงค์ที่ระดับต่าง ๆ คือ ร้อยละ 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 ต่อคุณภาพของคุกกี้ชนิดตกหยอด (dropped cookies) พบว่า เมื่อระดับการทดแทนเพิ่มขึ้นคุกกี้จะมีการแผ่ขยายตัวมากขึ้น เนื้อคุกกี้มีลักษณะโปร่งมากขึ้นความหนาแน่นลดลง ความแข็งลดลง ความเปราะเพิ่มขึ้น และการยอมรับในด้านต่าง ๆ ลดลง โดยระดับการทดแทนสูงสุดที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับคือร้อยละ 40

จริยา (2559) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบแช่แข็ง โดยการใช้วัตถุดิบจากท้องถิ่นเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันให้กับผลิตภัณฑ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้แป้งสาทดแทนแป้งมันสำปะหลังในการผลิตหัวข้าวเกรียบแช่แข็ง และการใช้สารโซเดียมไตรโพลิฟอสเฟตเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แช่แข็งพบว่าหัวข้าวเกรียบ ที่ผลิตโดยใช้แป้งสา ทดแทนแป้งมันสำปะหลังในปริมาณสูงขึ้นไปทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลง ค่าเนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความแข็ง และค่าความเปราะ มีแนวโน้มลดลง แต่ไม่ส่งผลต่อค่าการสูญเสีย น้ำหลังการละลายน้ำแข็ง และพบว่า อัตราส่วนของแป้งสาและแป้งมันสำปะหลังที่มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส สูงที่สุดคือ อัตราส่วน 40:60

ฐิติมาพร และคณะ (2563) ศึกษาปริมาณแป้งสาकुทดแทนแป้งสาลีในแป้งปั้นขลิบ และเพื่อศึกษาชนิดของเห็ดที่เหมาะสมต่อการทำให้แป้งปั้นขลิบพบว่าปริมาณแป้งสาकुที่ร้อยละ 40 ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับสูงสุด ซึ่งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง จากการศึกษาชนิดเห็ดที่เหมาะสมต่อการทำให้เห็ดซึ่งมีไส้เห็ดทั้งหมด ได้แก่ ไส้เห็ดออริโนจิ ไส้เห็ดนางฟ้าและไส้เห็ดหอม พบว่า ไส้เห็ดออริโนจิได้รับคะแนนการยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรสรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

นรินทร์ (2563) ศึกษาผลของแป้งจากปลายข้าวต่างชนิดกันต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมฝิงทอดลองใช้แป้งจากปลายข้าวที่แตกต่างกันในการศึกษา 10 สูตร ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ พบว่า สูตรแป้งปลายข้าวเหนียวมีค่าการสูญเสีย น้ำหนักต่ำและมีค่าความแข็งสูงกว่าสูตรแป้งจากปลายข้าวเจ้า สูตรที่เหมาะสมในการผลิตขนมฝิง คือ สูตรที่ใช้แป้งจากปลายข้าวหอมมะลิ มีคะแนนความชอบสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะ การทดลองเสริมสมุนไพร 7 ชนิด ในผลิตภัณฑ์ขนมฝิง ประกอบด้วยหน่อกระเทียม ต้นหอม ตะไคร้ ใบมะกรูด ขิง ผักชี ใบชะพลูและสมุนไพรทั้ง 7 ชนิด รวมกัน พบว่า ขนมฝิง สูตรต้นหอม มีค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบรวมสูงที่สุด การใช้ประโยชน์จากปลายข้าวและพืชสมุนไพรในการผลิตขนมฝิงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยอนุรักษ์ขนมฝิงซึ่งเป็นขนมไทยโบราณให้คงอยู่ และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบในท้องถิ่น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาธูและแป้งมันสำปะหลัง

นำแป้งสาธูที่ได้จาก ตำบลโคกสะอาด อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง และแป้งมันสำปะหลังตราแมวแดง นำมาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

3.1.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- 1) วิเคราะห์ค่าการละลายและกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ตามวิธีการของกล้าณรงค์ และเกื้อกูล (2546)

3.1.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- 1) วิเคราะห์ปริมาณ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าและเส้นใย ตามวิธีการของ AOAC (2000)
- 2) วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยใช้วิธีการคำนวณ
- 3) วิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส ตามวิธีการของ Juliano (1971)

3.2 การศึกษาสูตรมาตรฐานขนมฝังบึงและศึกษาการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาธูในผลิตภัณฑ์ขนมฝังบึง

3.2.1 การเตรียมสูตรมาตรฐานขนมฝังบึง โดยใช้สูตรขนมฝังบึงจากสูตรการทำขนมฝังบึงพื้นฐานของ พล (2553), นิสารักษ์ (2564), และ ปานิตตา (2564) ซึ่งมีส่วนผสมดังแสดงในตารางที่ 3.1 จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale คุณลักษณะในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยผู้ทดสอบชิมที่เป็นนักศึกษาและอาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ จำนวน 40 คน วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design)

ตารางที่ 3.1 ร้อยละของส่วนผสมสูตรขนมปังพื้นฐาน

ส่วนผสม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
แป้งมันสำปะหลัง	48.07	48.78	84.74
กะทิ	24.03	24.39	42.37
น้ำตาลทรายขาว	24.03	17.07	42.37
ไข่แดง	3.84	9.75	6.77

ที่มา : สูตร 1 พล ดัชนีเสถียร (2553)

สูตร 2 นิสาร์รัฐ เหล่าก้อนคำ (2564)

สูตร 3 ปานิตตา (2564)

3.2.2 เมื่อเลือกสูตรมาตรฐานแล้ว จึงคำนวณหาสัดส่วนของของแป้งสาธุ ในตำรับมาตรฐาน โดยให้มีส่วนผสมของการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาธุ ร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ค่อน้ำหนักแป้งทั้งหมด ตามลำดับ จากนั้นนำมาทำขนมปัง แล้ววิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

1) คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- วิเคราะห์ปริมาณ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าและเส้นใย ตามวิธีการของ A.O.A.C. (2000)

2) คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- ค่าสี ด้วยเครื่อง Hunter Lab color meter (Color Flex, Hunter Associate Laboratory Inc., VA, USA) โดยค่า L* แสดง ความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่า a* แสดง สีแดง เมื่อมีค่าเป็นบวก และสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ ค่า b* แสดง สีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวก และสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นลบ

- ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง (Texture analyze) รุ่น TA. XT & plus ประเทศอังกฤษ ตามวิธีของ จักรกฤษณ์ และคณะ (2558)

3) คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- นำขนมปังมาทดสอบประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม ให้คะแนนความชอบแบบ 9 - Point Hedonic Scale โดยมีนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จำนวน 40 คน

3.3 การศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมผิง

3.3.1 เก็บรักษาขนมผิงที่ได้จากผลการคัดเลือกในข้อ 3.2.2 ไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สุ่มเก็บตัวอย่างทุก ๆ 7 วัน การติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมผิง โดยการสังเกตลักษณะปรากฏ ได้แก่ กลิ่น เนื้อสัมผัส การเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติและการขึ้น รา ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคเปรียบเทียบกับ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์ขนมผิง (มผช. 745/2548) แล้วนำตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

1) คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- ความชื้น ตามวิธี A.O.A.C. (1999)
- ปริมาณน้ำอิสระ ด้วยวิธีการ drying method ตามวิธี A.O.A.C. (1999)

2) คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- ค่าสี ด้วยเครื่อง Hunter Lab color meter (Color Flex, Hunter Associate Laboratory Inc., VA, USA) โดยค่า L* แสดง ความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่า a* แสดง สีแดง เมื่อมีค่าเป็นบวก และสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ ค่า b* แสดง สีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวก และสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นลบ

- ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง (Texture analyze) รุ่น TA. XT & plus ประเทศอังกฤษ ตามวิธีของ จักรกฤษณ์ และคณะ (2558)

3) คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา ตามวิธี A.O.A.C. (1990)

3.4 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมผิงแป้งสาตุทดแทนแป้งมันสำปะหลัง

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยตัวอย่างขนมผิงที่ใช้ทดสอบการยอมรับเป็นขนมผิงที่ได้ผลการศึกษาจาก ข้อ 3.2.2 ผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 80 คน โดยให้ผู้ทดสอบประเมินความชอบในด้านต่าง ๆ คือ ความชอบในลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสในด้านความแข็ง ความแน่นเนื้อ ความสามารถในการละลายในปาก และความชอบโดยรวม

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकु

4.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकु

จากการนำแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकुมาวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเคมี ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้าและเส้นใย และปริมาณอะไมโลส คุณสมบัติด้านกายภาพ ประกอบด้วย ค่าการละลายและกำลังการพองตัว

1) ปริมาณความชื้น

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น พบว่า แป้งมันสำปะหลังมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 12.27 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Pongsawatmanit et al. (2002) ที่พบว่า แป้งมันสำปะหลังมีปริมาณความชื้นอยู่เท่ากับร้อยละ 12.27 โดยน้ำหนักแห้ง สำหรับแป้งสาकु พบว่า มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 12.67 โดยน้ำหนักแห้ง ขณะที่ Ahmad et al. (1999) รายงานว่าแป้งสาकुมีปริมาณความชื้นระหว่างร้อยละ 10.6-20.0 ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานของ Waraporn (2001) ที่พบว่า องค์ประกอบทางเคมีในแป้งสาकु มีความชื้น เท่ากับร้อยละ 10.95 โดยน้ำหนักแห้ง อย่างไรก็ตามทั้งแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकुที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมตามกำหนดของมาตรฐาน โดยปริมาณความชื้นในแป้งสาकुไม่เกินร้อยละ 13 โดยน้ำหนักแห้ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ทั้งนี้องค์ประกอบทางเคมีของแป้งแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวิธีการสกัด กระบวนการผลิต อายุของวัตถุดิบ สภาพแวดล้อมของการปลูก และสายพันธุ์ของวัตถุดิบ (Abera, 2003) ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น แสดงดังตารางที่ 4.1

ชนิดของแป้ง	ปริมาณความชื้น
แป้งมันสำปะหลัง	11.47
แป้งสาकु	12.67

2) องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकु

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकु โดยเปรียบเทียบองค์ประกอบของแป้ง ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต

เถา เส้นใย และปริมาณอะมิโลส ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.2 ซึ่งผลการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า แป้งมันสำปะหลัง มีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถา และเส้นใย เท่ากับ 0.00, 0.03, 88.41, 0.09 และ 1.01 กรัม ต่อปริมาณแป้งใน 100 กรัม และมีปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 30.55 ส่วนแป้งสาकु มีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถา และเส้นใย เท่ากับ 0.08, 0.03, 85.77, 0.03 และ 2.44 กรัม ต่อปริมาณแป้งใน 100 กรัม และมีปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 27.09 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकु

ชนิดของแป้ง	องค์ประกอบทางเคมี					
	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	เถา (กรัม)	เส้นใย (กรัม)	อะมิโลส
แป้งมันสำปะหลัง	0.00	0.03	88.41	0.09	1.01	27
แป้งสาकु	0.08	0.03	85.77	0.03	2.44	17

3) กำลังการพองตัวและการละลาย

จากการวิเคราะห์กำลังการพองตัวและการละลายของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकु โดยกำลังการพองตัวของแป้งจะแสดงเป็นน้ำหนักของเม็ดแป้งที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเม็ดแป้งพองตัวได้สูงสุดต่อน้ำหนักของตัวอย่าง สำหรับความสามารถในการละลายจะแสดงเป็นน้ำหนักของแข็ง ทั้งหมดในสารละลายที่สามารถละลายได้ ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ แสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่า กำลังการพองตัวของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकु เท่ากับ 3.38 และ 1.38 ส่วนการละลายของแป้งมันสำปะหลัง และแป้งสาकु เท่ากับ 0.10 และ 0.05 สรุปได้ว่า แป้งสาकुมีกำลังการพองตัวน้อยกว่าแป้งมันสำปะหลัง รวมทั้งแป้งสาकुมีความสามารถในการละลายน้อยกว่าแป้งมันสำปะหลัง เนื่องจากแป้งจากส่วนรากหรือกลางลำต้น เช่น แป้งมันสำปะหลัง จะมีอุณหภูมิที่เกิดกระบวนการเจลาติไนซ์ต่ำกว่าแป้งจากธัญพืช ทำให้มีการพองตัวและการละลายที่ดีกว่า (สุทธิณี, 2563)

ตารางที่ 4.3 กำลังการพองตัวและการละลายของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकु

ชนิดของแป้ง	กำลังการพองตัว	การละลาย
แป้งมันสำปะหลัง	3.38	0.10
แป้งสาकु	1.38	0.05

4.2 การศึกษาสูตรมาตรฐานขนมผิงและการศึกษาการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुในผลิตภัณฑ์ขนมผิง

4.2.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสสูตรมาตรฐานขนมผิง

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานขนมผิง ทั้ง 3 สูตร ประกอบด้วย สูตรที่ 1 ของพล (2553) สูตรที่ 2 ของนิสาร์รัชฎ์ (2564) และสูตรที่ 3 ของปานิตตา (2564) เมื่อนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลแสดงดังตารางที่ 4.4 พบว่า ผู้ชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 1 ของพล (2553) ในด้านรสชาติและความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบมาก มีค่าเฉลี่ย 8.28 และ 8.38 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และ ความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านกลิ่น และเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจาก ผู้ชิมให้คะแนนความชอบ สูตรที่ 1 มากที่สุด เนื่องจากลักษณะของขนมผิงคงรูปได้ดี มีเนื้อสัมผัส ที่กรอบร่วนและมีกลิ่นหอมดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรมาตรฐานขนมผิงต่อไป ตารางที่ 4.4 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อขนมผิงสูตรมาตรฐาน 3 สูตร

สูตร	คะแนนความชอบ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบโดยรวม
1	7.98±0.73 ^b	8.20±0.65 ^{ab}	8.15±0.86	8.28±0.88 ^a	8.13±0.88	8.38±0.77 ^a
2	8.55±0.77 ^a	8.33±0.69 ^a	7.93±0.88	7.73±0.99 ^b	7.68±0.98	7.88±0.88 ^b
3	7.48±0.93 ^c	7.88±0.88 ^b	7.80±1.0	7.83±1.06 ^b	7.78±1.19	7.78±1.00 ^b

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

^{a, b, c, d} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4.2.2 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुในผลิตภัณฑ์ขนมผิง

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูตรมาตรฐานของขนมผิงและคัดเลือกสูตรที่ 1 ตามผลการทดลองข้อ 4.2.1 แล้วนำมาทำขนมผิงที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुในผลิตภัณฑ์ขนมผิง 5 อัตราส่วน คือ อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาकु ร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมผิงที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु ทั้ง 5 อัตราส่วน แสดงดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาอุในผลิตภัณฑ์ขนมผิง

คุณภาพ	ปริมาณการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาอุ (ร้อยละ)				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
ความชื้น	1.25±0.27 ^a	1.20±0.05 ^b	1.21±0.06 ^b	1.19±0.13 ^c	1.19±0.07 ^c
ปริมาณน้ำอิสระ(a _w)	0.44±0.00 ^a	0.22±0.00 ^b	0.22±0.00 ^b	0.16±0.00 ^c	0.22±0.00 ^b
ค่าสี L*	81.88±0.59 ^a	74.27±0.52 ^b	68.00±0.38 ^c	64.64±3.04 ^d	59.75±0.32 ^e
a*	3.10±0.46 ^c	5.26±0.12 ^d	7.36±0.07 ^c	8.21±0.08 ^b	9.26±0.02 ^a
b*	13.94±0.66 ^c	17.53±0.20 ^d	20.67±0.77 ^c	21.39±0.24 ^b	22.79±0.08 ^a
ค่าความแข็ง	16.23±0.69 ^a	15.99±1.35 ^b	11.29±0.61 ^c	8.66±0.54 ^d	4.13±0.49 ^e

หมายเหตุ L* แสดงค่าความสว่าง มีค่า ตั้งแต่ 0-100

a* แสดงค่าความเป็นสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวก และสีเขียวเมื่อมีค่าเป็นลบ

b* แสดงค่าความเป็นสีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวก และสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นลบ

^{a-d} ที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

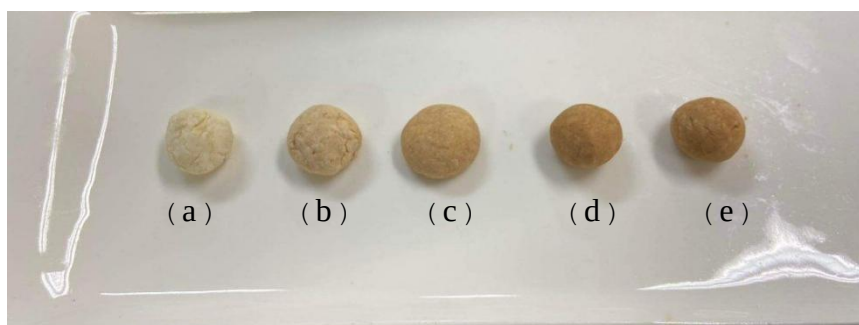
1) ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

จากตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาอุ พบว่า ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ในการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาอุในแต่ละอัตราส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่ออัตราส่วนการใช้แป้งสาอุในการทำผลิตภัณฑ์ขนมผิงเพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีแนวโน้มลดลง โดยอัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาอุที่ 100:0 มีปริมาณความชื้นสูงสุด ร้อยละ 1.25 รองลงมา อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาอุที่ 75:25 มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 1.20 อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาอุที่ 50:50 มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 1.21 อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาอุที่ 25:75 มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 1.19 และ อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาอุที่ 0:100 มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 1.19 ผลการวิเคราะห์ค่า a_w การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาอุในผลิตภัณฑ์ขนมผิง ทั้ง 5 อัตราส่วน พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมผิงที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาอุ มีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) อยู่ในช่วง 0.22-0.44 ซึ่งงานวิจัยของ Dhaka และ Khatkar (2015) Handa และคณะ (2012) และ Sitachitta (2007) รายงานว่า ปริมาณแป้งสาลีที่ลดลงทำให้กลูเตน ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของไกลอะดินและกลูเตนินในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณลดลง ทำให้ความสามารถในการสร้างโครง

ขายของโคแป้งลดลงและมีผลทำให้ปริมาณความชื้นลดลงและความสามารถในการเก็บกักก๊าซต่ำลง

2) ค่าสี

ค่าสี (L^* a^* b^*) ของผลิตภัณฑ์ขนมฝิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาธู 5 อัตราส่วน ได้แก่ อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาธูร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 แสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่า ค่า L^* แสดงความสว่างของผลิตภัณฑ์ขนมฝิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาธู โดยทั้ง 5 อัตราส่วน มีค่า L^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากทั้ง 5 อัตราส่วน มีค่า L^* สูงที่สุด คือ อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาธูที่ 100:0 เท่ากับ 81.88 รองลงมา อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาธูที่ 75: 25 เท่ากับ 74.24 อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาธูที่ 50:50 เท่ากับ 68.00 อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาธูที่ 25:75 เท่ากับ 64.64 และอัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาธูที่ 0:100 เท่ากับ 59.75 ซึ่งค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาธูมีอัตราส่วนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ค่า a^* แสดงความเป็นสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวก พบว่า ค่า a^* ของทั้ง 5 อัตราส่วน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยทั้ง 5 อัตราส่วน มีค่า a^* เป็นบวก แสดงว่าขนมฝิงที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาธู มีความเป็นสีแดง โดยทั้ง 5 อัตราส่วน มีค่า a^* สูงที่สุด อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาธูที่ 0:100 เท่ากับ 9.26 รองลงมา อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาธูที่ 25:75 เท่ากับ 8.21 อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาธูที่ 50:50 เท่ากับ 7.36 อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาธูที่ 75:25 เท่ากับ 5.26 และอัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาธูที่ 100:0 เท่ากับ 3.10 สำหรับ ค่า b^* แสดงความเป็นสีเหลือง เมื่อมีค่าเป็นบวก พบว่า ขนมฝิงที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาธูที่มีอัตราส่วนแป้งสาธูเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาธูในผลิตภัณฑ์ขนมฝิงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมฝิงมีแนวโน้มมีความสว่างลดลงและผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น แสดงดังภาพที่ 4.1 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ของ ประเสริฐและคณะ (2563) ที่พบว่า เมื่อปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดในการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสังข์หยดเพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้ในขณะที่ยาค่าสี a^* และค่าสี b^* เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าลูกค้าที่ใช้แป้งข้าวสังข์หยดมีแนวโน้มทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น มีเฉดสีแดงและเฉดสีเหลืองที่ชัดเจนมากขึ้น ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้แป้งและปริมาณของแป้งที่แตกต่างกันจะมีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ (Sukboonyasatit และคณะ, 2017)



ภาพที่ 4.1 ผลัดกันชนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ ร้อยละ 100:0 (a), 75:25 (b), 50:50 (c), 25:75 (d) และ 0:100 (e)

3) เนื้อสัมผัส

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสผลัดกันชนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ 5 อัตราส่วน ได้แก่ อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาคุที่ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 แสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่า ค่าความแข็งของผลัดกันชนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการใช้แป้งมันสำปะหลังในการทำขนมผิงที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งสาคุ จะทำให้เนื้อสัมผัสมีความแข็งสูงที่สุด เท่ากับ 16.23 kg. Force รองลงมาคือ อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาคุที่ 75:25 เท่ากับ 15.99 kg. Force อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาคุที่ 50:50 เท่ากับ 11.29 kg. Force อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาคุที่ 25:75 เท่ากับ 8.66 kg. Force และอัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาคุที่ 0:100 เท่ากับ 4.13 kg. Force ซึ่งอัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาคุที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ผลัดกันชนมผิงมีค่าความแข็งลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของศศิวิมล และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาคุและผลของการใช้แป้งสาคุทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของคุกกี้ พบว่า เมื่อทดลองใช้แป้งสาคุทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้ที่ระดับสูงขึ้น พบว่า คุกกี้มีการแผ่ขยายตัวมากขึ้น เนื้อคุกกี้มีลักษณะ โปร่งมากขึ้น ความหนาแน่นลดลง ความแข็งลดลง ความเปราะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้ง
สาเกในระดับต่าง ๆ

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาเก (ร้อยละ)				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
โปรตีน (กรัม)	0.53±0.07 ^c	1.12±0.13 ^d	1.79±0.06 ^c	2.05±0.05 ^b	5.25±0.27 ^a
ไขมัน (กรัม)	0.16±0.01 ^c	0.22±0.01 ^b	0.22±0.00 ^b	0.22±0.01 ^b	0.44±0.00 ^a
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	37.25±0.03 ^a	32.19±0.07 ^b	30.38±0.12 ^c	27.73±0.04 ^d	23.46±0.18 ^e
เถ้า (กรัม)	3.47±0.05 ^c	4.07±0.10 ^d	4.47±0.12 ^c	4.74±0.11 ^b	5.46±0.10 ^a
เส้นใย (กรัม)	9.52±0.14 ^d	9.72±0.11 ^c	9.72±0.11 ^c	10.35±0.10 ^a	9.90±0.08 ^b

หมายเหตุ ^{a-b} ที่แตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4) องค์ประกอบทางเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาเกในผลิตภัณฑ์ขนมปัง 5 อัตราส่วน ได้แก่ อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาเก ร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 แสดงดังตารางที่ 4.6 พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาเก ทั้ง 5 อัตราส่วน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาเกในขนมปัง ร้อยละ 100:0 มีโปรตีน 0.53 กรัม ไขมัน 0.16 กรัม คาร์โบไฮเดรต 37.25 กรัม เถ้า 3.47 กรัม และ เส้นใย 9.52 กรัม การใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาเกในขนมปัง ร้อยละ 75:25 มีโปรตีน 1.12 กรัม ไขมัน 0.22 กรัม คาร์โบไฮเดรต 32.19 กรัม เถ้า 4.07 กรัม และ เส้นใย 9.72 กรัม การใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาเกในขนมปัง ร้อยละ 50:50 มีโปรตีน 1.79 กรัม ไขมัน 0.22 กรัม คาร์โบไฮเดรต 30.38 กรัม เถ้า 4.47 กรัม และ เส้นใย 9.72 กรัม การใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาเกในขนมปัง ร้อยละ 25:75 มีโปรตีน 2.05 กรัม ไขมัน 0.22 กรัม คาร์โบไฮเดรต 27.73 กรัม เถ้า 4.74 กรัม และ เส้นใย 10.35 กรัม และการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาเกในขนมปัง ร้อยละ 0:100 มีโปรตีน 5.25 กรัม ไขมัน 0.44 กรัม คาร์โบไฮเดรต 23.46 กรัม เถ้า 5.46 กรัม และเส้นใย 9.90 กรัม เมื่อการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาเกในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีพบว่า ปริมาณโปรตีน ไขมันและเส้นใยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ในทางกลับกันปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง

5) คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมฝังบึงที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาอุ 5 อัตราส่วน ได้แก่ อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อแป้งสาอุที่ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 แสดงดังตารางที่ 4.7 พบว่า คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของขนมฝังบึงในทุกระดับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบโดยรวมมีคะแนนความชอบที่ใกล้เคียงกันแต่ในคุณลักษณะด้านรสชาติ พบว่าการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาอุร้อยละ 25 : 75 มีคะแนนความชอบสูงสุด เท่ากับ 8.05 ซึ่งมีความแตกต่างกับการทดแทนในระดับอื่น ๆ เนื่องจากการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาอุ ร้อยละ 25 : 75 เมื่อนำมาทำเป็นขนมฝังบึงจะมีเนื้อสัมผัสที่กรอบ ร่วน มีเนื้อโปรงและปริมาณของแป้งสาอุทำให้ขนมฝังบึงมีรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์และมีความหวานและมีรสชาติต่างจากการทดแทนแป้งในระดับอื่นและทำให้ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด ดังนั้น จึงเลือกขนมฝังบึงที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาอุ ร้อยละ 25:75 ในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.7 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมฝังบึงที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาอุที่ระดับต่าง ๆ

ปริมาณการ ทดแทน แป้งมัน สำปะหลัง ด้วยแป้งสาอุ (ร้อยละ)	คะแนนความชอบ					
	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบ รวม
100:0	7.88±0.85 ^a	7.88±0.97 ^a	8.00±0.85 ^a	7.88±0.85 ^{ab}	7.75±0.93	7.85±0.66 ^{ab}
75:25	7.95±0.81 ^a	7.90±0.71 ^a	7.85±0.95 ^{ab}	7.95±0.90 ^{ab}	7.85±0.86	7.93±0.86 ^a
50:50	8.50±0.96 ^a	7.95±1.01 ^a	7.88±1.40 ^{ab}	7.65±0.89 ^{ab}	7.83±1.06	7.83±0.96 ^{ab}
25:75	7.93±0.92 ^a	7.83±1.01 ^a	7.85±1.05 ^{ab}	8.05±1.04 ^a	7.98±1.05	7.85±1.10 ^{ab}
0:100	7.40±1.01 ^b	7.23±0.89 ^b	7.53±0.91 ^b	7.53±1.06 ^b	7.60±1.15	7.48±0.93 ^b

หมายเหตุ ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$)

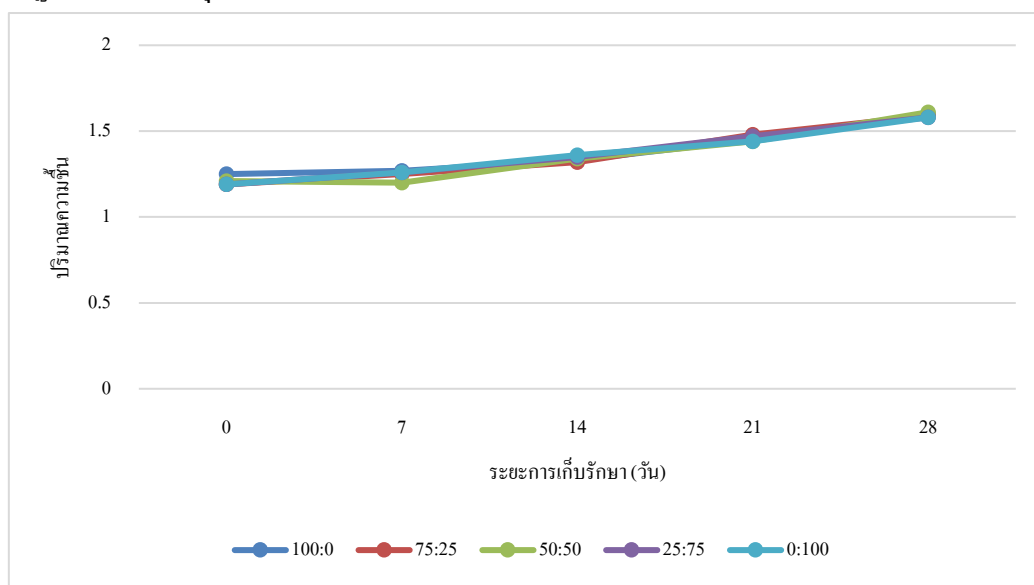
^{a-b} ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p\leq 0.05$)

4.3 การศึกษาผลของการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมผิง

4.3.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

1) ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

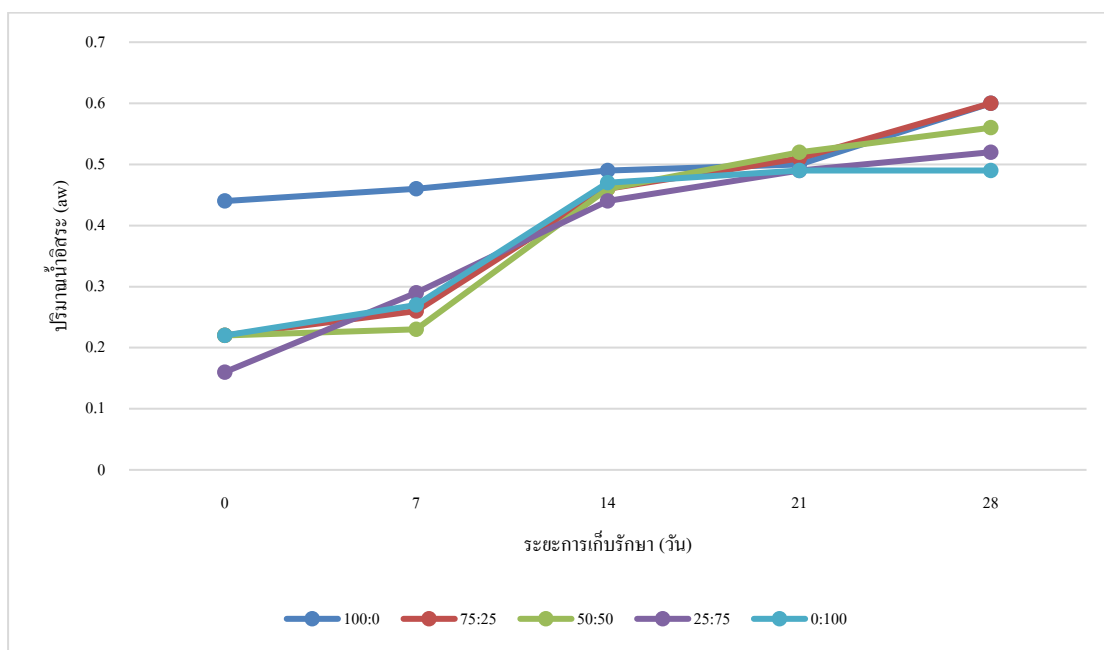
การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาชู ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่บรรจุในถุงพลาสติกพอลิโพรไพลีน (Polypropylene: PP) และปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน เป็นเวลา 28 วัน แสดงดังภาพที่ 4.2 พบว่า ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาชูทั้ง 5 อัตราส่วน มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ ในชั้นอาหาร ค่าปริมาณน้ำอิสระทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของไอน้ำในบรรยากาศสู่ชั้นอาหาร (อาภัสรา และคณะ, 2554) ถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีนมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดีแต่อย่างไรก็ตามอาจจะมีไอน้ำในบรรยากาศบางส่วนสามารถซึมผ่านไปยังชั้นของอาหารได้ ทั้งนี้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง (มผช.745/2548



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาชู ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาชู ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่บรรจุในถุงพลาสติกพอลิโพรไพลีน (Polypropylene: PP) และปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน เป็นเวลา 28 วัน แสดงดังภาพที่ 4.3 พบว่า ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาชูทั้ง

5 อัตราส่วน มีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้กระบวนการดูดซับความชื้นของอาหารนั้นจะรับความชื้นในบรรยากาศเข้าไปอยู่เฉพาะบริเวณผิวนอกของอาหาร โดยน้ำที่เพิ่มเข้าไปจะไม่เกิดการสร้างพันธะกับสารในอาหารหรือเกิดขึ้นเล็กน้อยจึงจัดเป็นน้ำอิสระในชิ้นอาหาร (Free water) ซึ่งส่งผลให้ค่าปริมาณน้ำอิสระของอาหารเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับ的增加ของปริมาณความชื้นในอาหาร ซึ่งเป็นไปตามไอโซเทอมของอาหาร (Isotherm of food) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ขนมผิงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า ไม่เพียงพอดัอัตราการผลิตของจุลินทรีย์ได้ ($a_w < 0.6$) ซึ่งปริมาณดังกล่าว สอดคล้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิงกำหนดไว้ (มผช.745/2548) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2548) และยังสอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันคือคุกกี้ (มผช.118/2555) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2555) ที่มีองค์ประกอบและลักษณะคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ขนมผิงที่กำหนดค่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ไม่เกินร้อยละ 5 และผลการทดลองยังสอดคล้องกับการวิจัยขนมไทยประเภทแห้งของ จิราญ และ พนรัตน์ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนสีธรรมชาติเพื่อเป็นเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระในอาหารในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนสีธรรมชาติเพิ่มขึ้นจาก 0.32 เป็น 0.40 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ดังนั้นเมื่อผลิตภัณฑ์ขนมผิงมีค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่ต่ำทำให้มีระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานยิ่งขึ้น



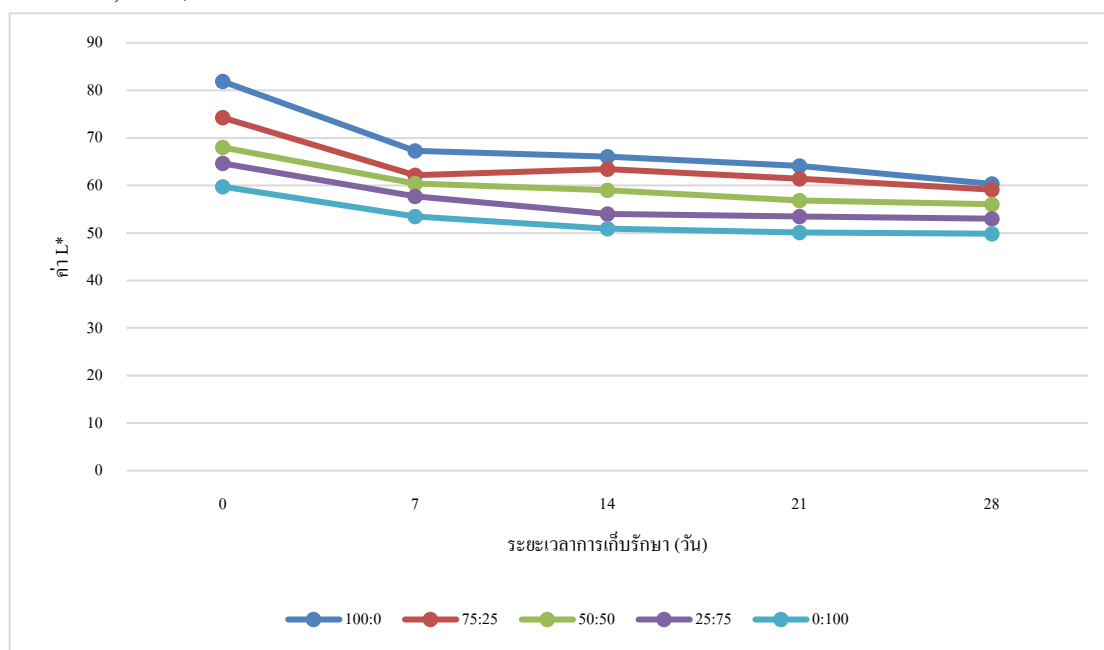
ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาลี ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

1) ค่าสี

จากการศึกษาผลของการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมฝัງ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ สีของผลิตภัณฑ์ขนมฝัງทดแทนแป้งมันสำปะหลัง ด้วยแป้งสาคุ ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 28 วัน ในรูปแบบค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) แสดงดังภาพที่ 4.4-4.6

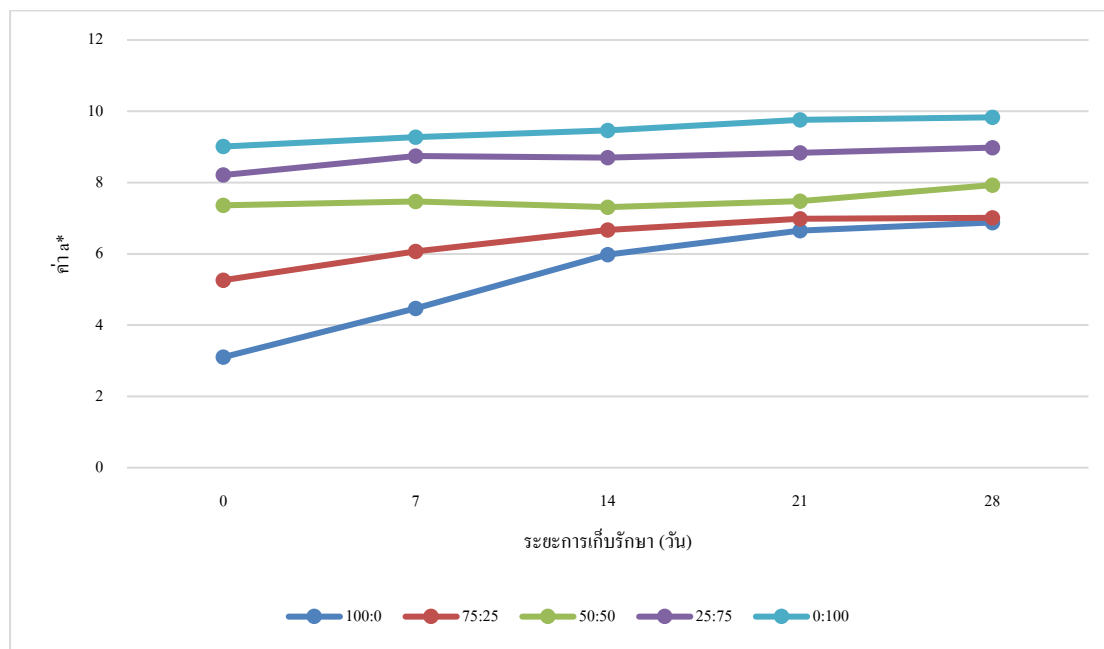
จากการวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L^*) ของขนมฝัງ พบว่า ความสว่างมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ขนมฝัງทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุมีลักษณะสีที่คล้ำมากยิ่งขึ้น เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน ทั้งนี้พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ คือ ความชื้น และระยะเวลาในการเก็บรักษา (อาภัสรา และคณะ, 2562)



ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์ขนมฝัງทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน

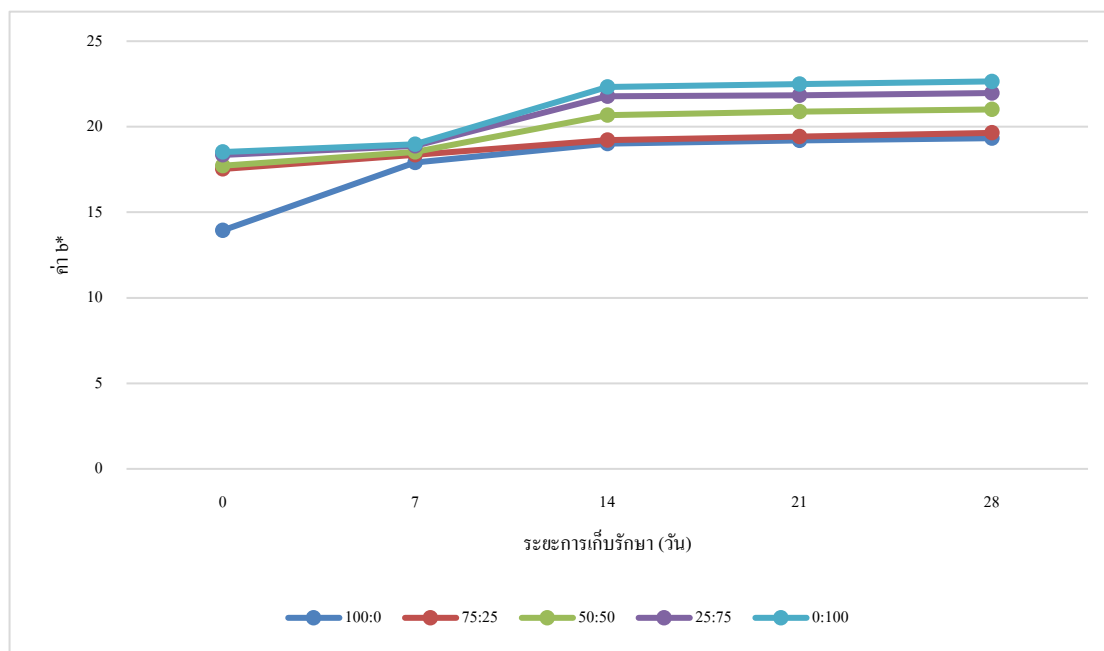
ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของผลิตภัณฑ์ขนมฝัງทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่บรรจุในถุงพลาสติกพอลิโพรไพลีน (Polypropylene: PP) และปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน เป็นเวลา 28 วัน แสดงดังภาพที่ 4.5 พบว่า ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์ขนมฝัງทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุทั้ง 5 อัตราส่วน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ทั้งนี้แป้งสาคุที่ใช้ในการศึกษามีสีน้ำตาลอ่อนซึ่งส่งผลต่อความ

เข้มของค่าสีแดงและด้วยปัจจัยจากความชื้นและปฏิกิริยาเมลลาร์ดในระหว่างการเก็บรักษาส่งผลให้ขนมปังมีความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของผลิตภัณฑ์ขนมปังทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน

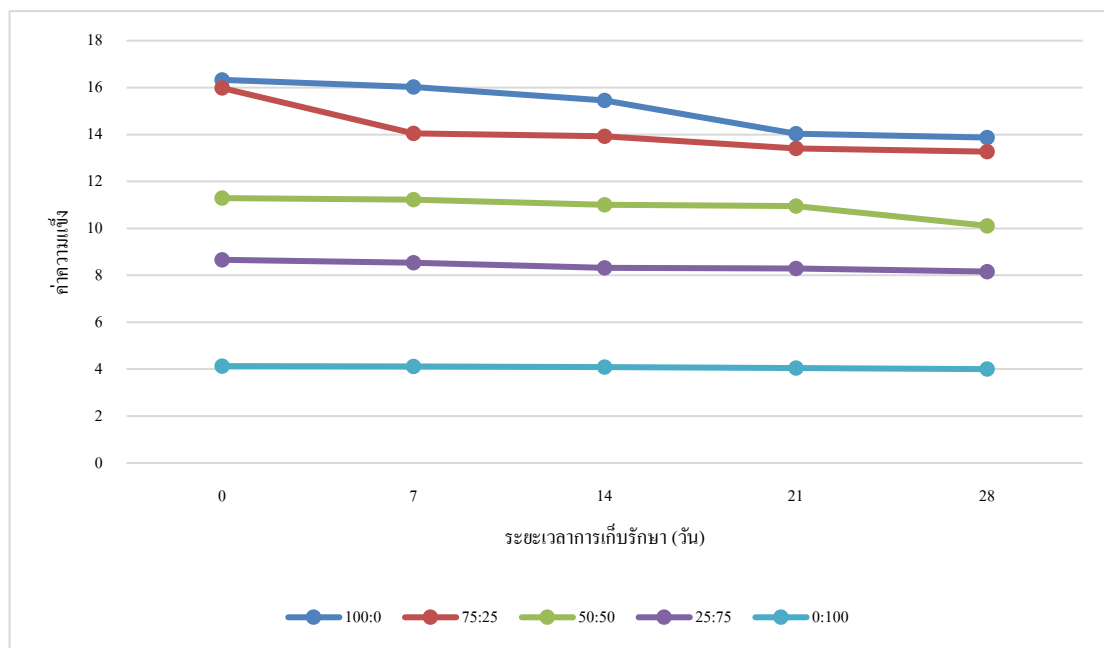
ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ขนมปังทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่บรรจุในถุงพลาสติกพอลิโพรไพลีน (Polypropylene: PP) และปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน เป็นเวลา 28 วัน แสดงดังภาพที่ 4.6 พบว่า ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์ขนมปังทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุทั้ง 5 อัตราส่วน มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงจากสีครีมของขนมปังเป็นสีที่เข้มขึ้น เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดในระหว่างการเก็บรักษา (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, 2566) ทำให้ขนมปังมีสีเข้มขึ้นและอาจเกิดจากปริมาณความชื้นที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้การหักเหของแสงที่ส่องกระทบชิ้นอาหารเปลี่ยนแปลงไป



ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ขนมฝัगतดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน

2) เนื้อสัมผัส

ผลการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมฝัगतดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุทั้ง 5 อัตราส่วน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่บรรจุในถุงพลาสติกพอลิโพรไพลีน (Polypropylene: PP) และปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน เป็นเวลา 28 วัน แสดงดังภาพที่ 4.7 พบว่า ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมฝัगतด มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยค่าความแข็งมีค่าแปรผกผันกับค่าปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นในอาหาร ทั้งนี้ น้ำมีคุณสมบัติเป็นสารที่สามารถลดค่าอุณหภูมิทรานซิชันของอาหารได้ (อาภัสรา และคณะ, 2554) เมื่อปริมาณความชื้นในขนมฝัगतดเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิทรานซิชันของอาหารต่ำลง ทำให้อาหารมีลักษณะนิ่มขึ้น ทำให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ลดลง ซึ่งถ้าเก็บระยะเวลานานมากขึ้นและอาหารมีความชื้นสูงมากขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะนิ่มจนอาจจะส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค

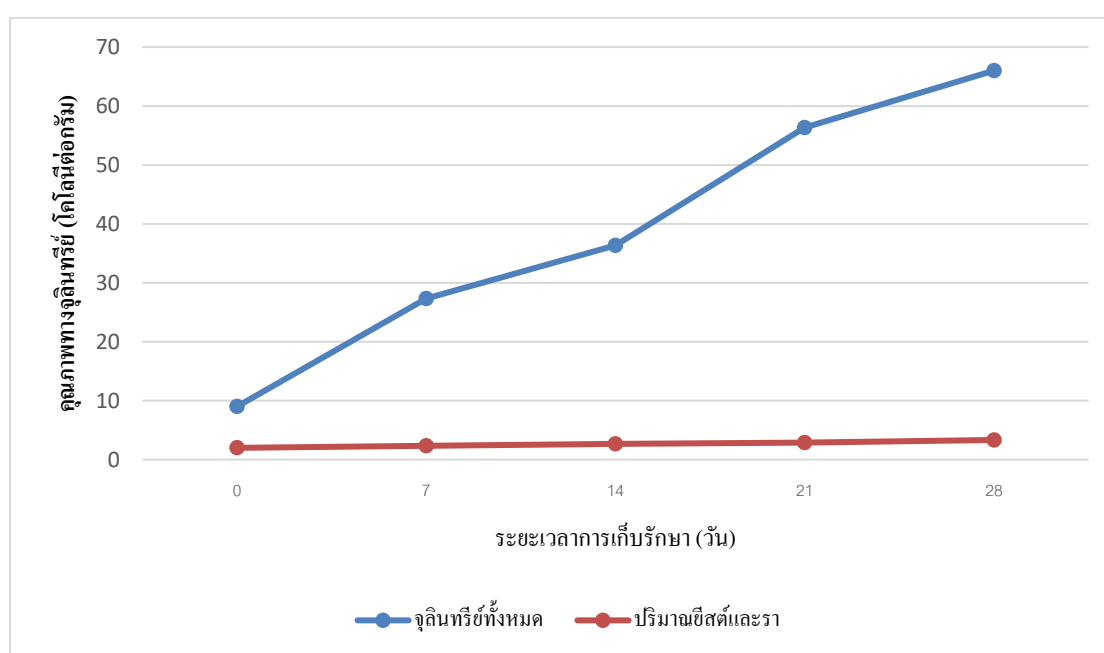


ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ขนมอบทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน

4.3.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์

การติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมอบทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุในอัตราส่วน 25:75 เนื่องจากอัตราส่วนการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุเมื่อนำมาทำขนมปังเป็นอัตราส่วนการทดแทนที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ แสดงดังภาพที่ 4.8 พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในขนมปังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยเริ่มต้นวันที่ 1 จำนวนน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ในวันที่ 7 เพิ่มจำนวนขึ้นเป็น 27.33 โคโลนีต่อกรัมและเพิ่มจำนวน เท่ากับ 36.33 โคโลนีต่อกรัมในวันที่ 14 และเมื่อเก็บรักษาที่เวลา 28 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 66.00 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาขนมปัง ตั้งแต่วันที่ 1-28 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณยีสต์และรา มีค่าเริ่มต้นในวันที่ 1 จำนวน 2.00 โคโลนีต่อกรัมในวันที่ 7 เพิ่มจำนวนขึ้นเป็น 2.33 โคโลนีต่อกรัม และเพิ่มจำนวนเป็น 2.67 โคโลนีต่อกรัมในวันที่ 14 และเมื่อเก็บรักษาที่เวลา 28 วัน ปริมาณยีสต์และรา เท่ากับ 3.33 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยแล้วไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในการตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ไม่เกินค่ามาตรฐานด้านคุณลักษณะที่ต้องการของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปัง (มพช. 745/2548) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม, 2548) กำหนดว่า “จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^5 โคโลนีต่อกรัม และต้องไม่มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน”

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากส่วนผสมในการผลิตขนมผิงมีน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณน้อยมาก อีกทั้งกระบวนการผลิตมีกระบวนการให้ความร้อนด้วยการอบทำให้น้ำในขนมผิงระเหยออกไปรวมไปถึงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษามีค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระต่ำจนทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ อัตราการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์จึงลดลงทำให้ใช้ระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมผิงได้นานยิ่งขึ้นจึงสรุปได้ว่า ขนมผิงที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกพอลิโพรไพลีน มีปริมาณยีสต์และราและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด เมื่อเก็บรักษาได้ 28 วัน



ภาพที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ ระหว่างการเก็บรักษา เป็นเวลา 28 วัน

4.4 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยนำผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ ร้อยละ 75:25 ซึ่งเป็นอัตราส่วนการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุในผลิตภัณฑ์ขนมผิงที่ดีคะแนนความชอบสูงสุดในข้อ 4.2.2 มาใช้ในการทดสอบผู้บริโภค ซึ่งแบบสอบถามจะแบ่งเป็น ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามและส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านพฤติกรรมและความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ

ตารางที่ 4.9 การแจกแจงความถี่และร้อยละของลักษณะทั่วไปทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลักษณะทั่วไปทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม		ความถี่	ร้อยละ
เพศ	ชาย	38	47.5
	หญิง	42	52.5
อายุ	15 - 20 ปี	10	12.70
	21 - 30 ปี	53	66.80
	31 - 40 ปี	12	15.20
	41 - 50 ปี	5	6.30
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย	1	1.30
	มัธยมศึกษาตอนปลาย	10	12.50
	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	2	2.50
	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	12	15
	ปริญญาตรี	56	70
รายได้ต่อเดือน	น้อยกว่า 5,000 บาท	31	38.80
	5,000 - 10,000 บาท	12	15
	10,000 - 15,000 บาท	15	18.8
	15,000 - 20,000 บาท	13	16.3
	20,000 - 30,000 บาท	6	7.5
	สูงกว่า 30,000 บาท	4	5
อาชีพ	นักเรียน นักศึกษา	43	53.80
	ข้าราชการ	8	10.00
	พนักงานบริษัท	10	12.50
	ธุรกิจส่วนตัว	14	17.50
	พนักงานของรัฐ	1	1.30
	แม่บ้าน	1	1.30
	ค้าขาย	1	1.30
	รับจ้างทั่วไป	1	1.30
	อื่น ๆ	1	1.30

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นเพศหญิง จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 52.5 และเพศชาย จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 47.5

ด้านอายุ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีช่วงอายุ 21- 30 ปี มากที่สุด จำนวน 53 คน คิดเป็นร้อยละ 66.80 รองลงมาคือ อายุ 31 - 40 ปี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 15.20 อายุ 15 - 20 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 12.70 และอายุ 41 - 50 ปี จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 6.30 ตามลำดับ

ด้านระดับการศึกษา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีการศึกษาระดับปริญญาตรี มากที่สุด จำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมาคือ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 15 มัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2.50 และ ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.30 ตามลำดับ

ด้านอาชีพ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีอาชีพ นักเรียนหรือนักศึกษามากที่สุด จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 53.80 รองลงมาคือ ธุรกิจส่วนตัว จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 พนักงานบริษัท จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 ข้าราชการ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00 และ พนักงานของรัฐ แม่บ้าน ค้าขาย รับจ้างทั่วไป จำนวนอาชีพละ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.30 ตามลำดับ

ด้านรายได้ต่อเดือน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือน น้อยกว่า 5,000 บาทจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 38.8 รองลงมาคือ 10,000 – 15,000 บาท จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 18.8 รายได้ 15,000 – 20,000 บาทจำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 16.3 รายได้ 5,000 – 10,000 บาท จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 15 รายได้ 20,000 – 30,000 บาท จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 รายได้ สูงกว่า 30,000 บาท จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.10 ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนำแป้งสาकुมาประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ขนมผิง

ข้อมูลด้านพฤติกรรมผู้บริโภคของผู้ตอบแบบสอบถาม		ความถี่	ร้อยละ
ท่านเคยรับประทานขนมผิง	เคย	74	92.50
	ไม่เคย	6	7.50
เหตุผลที่ท่านเลือกรับประทานขนมผิง	รับประทานเป็นอาหารว่าง	18	24.00
	มีรูปทรงที่น่ารับประทาน	8	10.70
	เป็นขนมขบเคี้ยว	26	34.70
	สะดวกในการรับประทาน	7	9.30
	มีกลิ่นหอมของควันเทียน	11	14.70
	หาซื้อได้ง่าย	13	17.30

ตารางที่ 4.10 ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนำแป้งสาธูมาประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ขนมปัง (ต่อ)

ข้อมูลด้านพฤติกรรมผู้บริโภคของผู้ตอบแบบสอบถาม		ความถี่	ร้อยละ
	รสชาติหวาน กรอบ และหอมกลิ่นกะทิ	27	36
	อื่น ๆ	2	2.70
ความถี่ในการรับประทานขนมปัง	เดือนละครั้ง	54	72.00
	มากกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์	8	10.70
	1 ครั้ง/สัปดาห์	10	13.30
	ประจำทุกวัน	3	4.00
ท่านเคยรับประทานหรือขนมที่ทำจากแป้งสาธูหรือไม่	เคยรับประทาน	52	68.40
	ไม่เคยรับประทาน	24	31.60
เหตุใดท่านจึงเลือกรับประทานขนมปังหรืออาหารที่ทำจากแป้งสาธู	มีคุณค่าทางโภชนาการ	20	33.90
	เป็นวัตถุดิบทางเลือก	14	23.70
	อยากทดลองรับประทาน	14	23.70
	แหล่งให้พลังงาน	8	13.60
	ความหลากหลายของรสชาติ	13	22.00
	เพื่อสุขภาพ	12	20.30
	อื่น ๆ	1	1.70
สถานที่ในการซื้อขนมปัง	ห้างสรรพสินค้า	13	22.00
	ซูเปอร์มาร์เก็ต	14	23.70
	ร้านของฝาก	38	64.40
	ร้านเบเกอรี่ หรือ ร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขน	20	33.90
	อื่น ๆ	1	1.70
ความคิดเห็นที่นำแป้งสาธูมาประยุกต์เป็นขนมปังแบบไทยท่านรู้สึกอย่างไร	เห็นด้วย และน่าสนใจ	58	96.70
	เฉย ๆ	3	5.00
	ไม่เห็นด้วย	1	1.70

ตารางที่ 4.10 ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อการนำแป้งสาकुมาประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ขนมผิง (ต่อ)

ข้อมูลด้านพฤติกรรมผู้บริโภคของผู้ตอบแบบสอบถาม		ความถี่	ร้อยละ
ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์แป้งสาकुหรือไม่	ยอมรับ	77	96.30
	ไม่ยอมรับ	3	3.80
ปัจจัยใดที่ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมผิงแป้งสาकु	ความแปลกใหม่	34	43.6
	รสชาติ	21	26.9
	เนื้อสัมผัส	14	17.9
	ความเข้ากันของผลิตภัณฑ์	6	7.7
	กลิ่นรส	3	3.8

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม เคยรับประทานขนมผิงมาก่อน จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 92.50 และไม่เคยรับประทาน จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 7.50 ตามลำดับ

ด้านเหตุผลในการเลือกรับประทานขนมผิง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกรับประทาน เพราะมีรสชาติหวาน กรอบ และหอมกลิ่นกะทิ มากที่สุด จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 36.00 รองลงมาคือ รับประทานเพราะเป็นขนมขบเคี้ยว จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 34.70 รับประทานเพราะเป็นอาหารว่าง จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 24.00 รับประทานเพราะหาซื้อง่าย จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 17.30 รับประทานเพราะมีกลิ่นหอมควั่นเทียน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 14.70 รับประทานเพราะขนมมีรูปทรงที่รับประทานง่าย จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 10.70 รับประทานเพราะความสะดวกในการรับประทาน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 9.30 รับประทานเพราะเหตุผลอื่น ๆ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2.70 ตามลำดับ

ด้านความถี่ในการรับประทาน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รับประทานขนมผิง เดือนละครั้ง จำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 72.00 รองลงมาคือ รับประทานขนมผิง 1 ครั้ง/สัปดาห์ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 13.30 รับประทานขนมผิงมากกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 10.70 และ รับประทานขนมผิงเป็นประจำทุกวัน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 4.00 ตามลำดับ

ด้านการรับประทานขนมหรืออาหารที่ทำจากแป้งสาकु พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เคยรับประทานขนมหรืออาหารที่ทำจากแป้งสาकु จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 68.40 รองลงมาคือ ไม่เคยรับประทานขนมหรืออาหารที่ทำจากแป้งสาकु จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 31.60 ตามลำดับ

ด้านเหตุผลในการเลือกรับประทานขนมหรืออาหารที่ทำจากแป้งสาธุ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม เลือกรับประทานเพราะมีคุณค่าทางโภชนาการมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็น ร้อยละ 33.90 รองลงมาคือ เลือกรับประทานเพราะเป็นวัตถุดิบทางเลือกและอยากทดลอง รับประทานมีจำนวนเท่ากันอย่างละ จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 23.70 รับประทานเพราะความ หลากหลายของรสชาติ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 22.00 เลือกรับประทานเพราะเพื่อสุขภาพ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 20.30 เลือกรับประทานเพราะเป็นแหล่งให้พลังงาน จำนวน 8 คน คิด เป็นร้อยละ 13.60 และเลือกรับประทานเพราะเหตุผลอื่น ๆ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.70 ตามลำดับ

ด้านสถานที่ในการเลือกซื้อขนมผิง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกซื้อขนมผิงจากร้านของ ฝากมากที่สุด จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 64.40 รองลงมาคือ เลือกซื้อขนมผิงจากร้านเบเกอรี่หรือ ร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนม จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 33.90 เลือกซื้อขนมผิงจากซูเปอร์มาร์เก็ต จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 23.70 เลือกซื้อขนมผิงจากห้างสรรพสินค้า จำนวน 13 คน คิดเป็น ร้อยละ 22.00 และเลือกซื้อจากแหล่งอื่น ๆ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.70 ตามลำดับ

ด้านความคิดเห็นที่มีต่อการนำแป้งสาธุมาประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ขนมผิงในรูปแบบขนม ไทย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยและสนใจมากที่สุด จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 96.70 รองลงมาคือ เฉย ๆ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00 ไม่เห็นด้วย จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.70

ด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมผิงแป้งสาธุ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับผลิตภัณฑ์ มากที่สุด จำนวน 77 คน คิดเป็นร้อยละ 96.30 รองลง ไม่ยอมรับ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3.80 ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकु

ผลการศึกษาคูณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकु พบว่า แป้งมันสำปะหลังมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 12.27 และแป้งสาकुมีความชื้น ร้อยละ 12.67 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 100 กรัม จะมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และเส้นใย เท่ากับ 0.00, 0.03, 88.41, 0.09 และ 1.01 กรัม และแป้งสาकुมีปริมาณ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า และเส้นใย เท่ากับ 0.08, 0.03, 85.77, 0.03 และ 2.44 กรัม ส่วนปริมาณอะมิโลส พบว่า แป้งมันสำปะหลังปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 30.55 และแป้งสาकुมีปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 27.09 ซึ่งเป็นผลทำให้แป้งมันสำปะหลังมีกำลังการพองตัวได้ดีกว่าแป้งสาकु โดยมีกำลังในการพองตัวได้มากกว่า 2 เท่า

5.1.2 การศึกษาสูตรมาตรฐานขนมผิงและการศึกษาการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुในผลิตภัณฑ์ขนมผิง

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาสูตรมาตรฐานขนมผิง พบว่า สูตรพื้นฐานขนมผิงสูตรที่ 1 ของ พล (2553) ได้คะแนนความชอบในด้านรสชาติและความชอบสูงสุด อยู่ในระดับชอบมาก มีค่าเฉลี่ย 8.28 และ 8.38 เนื่องจากขนมผิงคงรูปได้ดี มีเนื้อสัมผัสที่กรอบร่วน และมีกลิ่นหอม จึงเลือกเป็นสูตรมาตรฐานเพื่อนำมาศึกษาการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुในผลิตภัณฑ์ขนมผิง โดยการศึกษาการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुในผลิตภัณฑ์ขนมผิง 5 อัตราส่วน ได้แก่ ร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติ พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมผิงมีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) อยู่ในช่วง 0.22-0.44 และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนมผิงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณแป้งสาकुในผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณความชื้นลดลง ส่วนด้านค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकु พบว่า การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुในผลิตภัณฑ์ขนมผิงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมผิงมีความสว่างลดลงและผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมผิงที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुทั้ง 5 อัตราส่วนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งอัตราส่วนการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาकुที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมผิงมีค่าความแข็งลดลง และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ทางเคมี พบว่า เมื่ออัตราส่วนการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาเกที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีปริมาณโปรตีน ไขมันและเส้นใย ในผลิตภัณฑ์ขนมผิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ในทางกลับกันปริมาณคาร์โบไฮเดรตจะมีแนวโน้มลดลง และผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาเก ร้อยละ 25:75 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด เท่ากับ 8.05 เนื่องจากเมื่อนำมาทำเป็นขนมผิงจะมีเนื้อสัมผัสที่กรอบ ร่วน มีเนื้อโปร่งและปริมาณของแป้งสาเกในอัตราส่วนนี้ทำให้ขนมผิง มีรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์และมีรสชาติ ซึ่งมีความแตกต่างกับการทดแทนในระดับอื่น ๆ

5.1.3 การศึกษาผลของการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมผิง

การศึกษาระยะเวลาเก็บรักษาต่อของขนมผิงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น องค์ประกอบทางเคมีของขนมผิงมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในขณะที่ค่าความชื้นและค่าปริมาณน้ำอิสระมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ขนมผิงมีค่าความแข็งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงของขนมผิงมีการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่ปริมาณค่าจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นปริมาณยีสต์และรา ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแล้วไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราในระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมผิง (มพช.745/2548)

5.1.4 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาเก

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาเก ในด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็น เพศหญิง มีอายุอยู่ระหว่าง 21-30 ปี ระดับการศึกษาปริญญาตรีเป็นนักเรียน นักศึกษาและมีรายได้ต่อเดือน น้อยกว่า 5,000 บาท ด้านพฤติกรรมการบริโภคและความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้บริโภคเคยรับประทานขนมผิง โดยเหตุผลในการเลือกรับประทานเนื่องจากมีรสชาติหวาน กรอบและมีกลิ่นหอมของกะทิ และจะรับประทานขนมผิงเดือนละ 1 ครั้ง และได้เลือกซื้อขนมผิงจากร้านของฝาก ผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยรับประทานขนมหรืออาหารที่ทำจากแป้งสาเก ซึ่งเลือกรับประทานเพราะมีคุณค่าทางโภชนาการ หลังจากที่ได้ทดลองชิมขนมผิงแป้งสาเกแล้ว พบว่า ผู้บริโภคให้ความสนใจในการนำแป้งสาเกมาทำประยุกต์เป็นขนมไทยและให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาเก

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาธูในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น เพื่อสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการคาดการณ์อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

5.2.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมไทยชนิดอื่น ๆ ในระหว่างการเก็บรักษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการผลิตและจำหน่าย สำหรับ ชุมชนและกลุ่มผู้ประกอบการด้านขนมไทย

เอกสารอ้างอิง

- Abera Birhanu Demeke. 2003. **Factors Influencing the Adoption of Soil Conservation Practices in Northwestern Ethiopia**. Inst. of Rural Development. 73 pages.
- AOAC. 1990. **Official methods of analysis of AOAC**. Washing DC: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. 1999. **Official methods of analysis of AOAC**. Washing DC: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. 2000. **Official Method of Analysis**. 18th ed. Washington: The Association of Official Agricultural Chemists.
- Ahmed, P. K. (1999). **“Cultures for Continuous Improvement and Learning”**. Total Quality Management 10(4): 426-434.
- Dhaka, V., & Khatkar, B. S. 2015. **Effects of gliadin/glutenin and HMW-GS/LMW-GS ratio on dough rheological properties and bread-making potential of wheat varieties**. Journal of Food Quality. 38(2), 71- 82.
- Juliano, B.O. (1971). **“A Simplified Assay for Milled-Rice Amylose”**, Cereal Science Today, Minnesote, United states of America. 16 (11): 333 - 340.
- Pongsawatmanit, R., P. Thanasukarn and S. Ikeda. 2002. **Effect of sucrose on RVA viscosity parameters, water activity and freezable water fraction of cassava starch suspensions**. Science Asia. 28 (2): 129-134
- Sitachitta, N. 2007. **Chemical, physical and physicochemical properties of Kluai Hom Tong'green bananas flour and their products**. In Proceedings of the 45th Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart, 30-January-2 February 2007. Subject: Agricultural Extension and Home Economics (pp. 135-142). Bangkok, Thailand: Kasetsart University.
- Schoch, T. J. 1964. **Swelling power and solubility of granular starches**. In Whistler, R.L., Smith, R. J., Bemiller, J. N. and Wolform, M. L. (eds.). Methods in Carboydrate Chemistry Vol. IV Starch. pp. 106-108. NewYork : Academic Press.

- Sukboonyasatit, D., Ruangsak, B., Srithong, W. and Cheungkuntot, S. 2017. **Effect of sweet potato flour as wheat flour substitution on the characteristics of cookies**. Khon Kaen Agri. J. 45(Suppl 1): 1060-1065.
- Waraporn Kumkanokrat. 2001. **Utilization of Sago Starch Modifications in Transparent Noodle Production**. Mahidol University. 276 pages.
- Wahjuningsih, S.B., Marsono, Y., Praseptianga, D., & Haryanto. 2016. **Resistant starch contented Glycemic index of sago (Metroxylon spp. starch and red bean) (Phaseolus vulgaris) based rice**. Pakistan journal of nutrition. 15(7): 667-672.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2564. **77 ภูมิปัญญาท้องถิ่นทั่วไทย**. กองวิจัยและพัฒนางานส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. 331 หน้า
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2564. **ไขความลับสาธู ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตร**. กลุ่มภูมิปัญญาท้องถิ่นและนวัตกรรมด้านการเกษตร กองวิจัยและพัฒนางานส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. 42 หน้า
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กองโภชนาการ. 2544. **กะทิและวิธีทำน้ำกะทิ**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://puechkaset.com>.
- จิรายุ มุสิกกา และพนารัตน์ สังข์อินทร์. 2562. **การพัฒนาขนมกลีบลำดวลสี่ธรรมชาติดีเพื่อเป็นเอกลักษณ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ** (รายงานการวิจัย), มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.
- จิริยา สุขจันทร์ และชูไบตะ หนะวาเงะ. 2559. **การพัฒนาอาหารท้องถิ่นจากแป้งสาธู: หัวข้าวเกรียบแช่แข็ง**. เอกสารวิจัยส่วนบุคคล สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- จิตติมาพร ศรีรักษ์, ชามีญา เล้าะยิดา, มัลลิกา ตาปราบ และวีรภรณ์ พรหมน้ำ. 2563. **การประยุกต์ใช้แป้งสาธูทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว**. งานประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 6 “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับชีวิตใหม่ เพื่อความยั่งยืน” หน้า 838 – 843
- จักรกฤษณ์ เพียรทอง, อรพินธ์ ทันเที่ยง, จิราพัทธ์ แก้วศรีทอง และอารี ธนวัฒน์ชัย. 2558. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมผิงเสริมใยบัวบก**. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร 22 ธันวาคม 2558. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. กำแพงเพชร. 808-815.

- ธวัช นุสนธรา และพิริยะ ศรีเจ้า. 2557. การยืดอายุการเก็บสินค้าอาหารประเภททอดหรืออบกรอบด้วยบรรจุภัณฑ์. วารสารวิทยาศาสตร์บริการ. 62(159): 14-17.
- นิสภัทร ฤกษ์ เหล่าก้อนคำ. 2564. ขนมหึง. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก ห้องขนมครูนิด <https://www.instagram.com/khrunid>.
- นรินทร์ เจริญพันธ์. 2563. การใช้ประโยชน์จากแป้งปลายข้าวในการผลิตขนมผิงสูตรสมุนไพร. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 28(9): 1595-1607.
- นิพนธ์ ใจปลื้ม. 2549. การจัดการป่าปาล์มสาธุโดยการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน. การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ทางสังคมวิทยาครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สภาวิจัยแห่งชาติ.
- ปพนวิทย์ สุทธิประสิทธิ์. 2560. การควบคุมคุณภาพและการประเมินคุณภาพอาหาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปานิตตา. 2564. เมนูขนมหึง. (ออนไลน์). [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://www.wongnai.com>.
- พล ตันตเสถียร. 2553. ขนมหึง. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://www.pholfoodmafia.com>.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. 2560. ศูนย์เครือข่ายอาหารครบวงจร. น้ำกะทิ/coconut milk. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://www.foodnetworksolution.com>.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. 2560. ศูนย์เครือข่ายอาหารครบวงจร. คุณภาพอาหาร/food quality. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <https://www.foodnetworksolution.com>.
- รุ่งทิพา วงศ์ไพศาลฤทธิ์. 2553. ขนมไทยในงานพิธี. กรุงเทพฯ: ควอลิตี้บุ๊กส์.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และไพศาล วุฒิจำนงค์. 2545. การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, (อัดสำเนา)
- วัฒนธรงค์ มากพันธ์ สุริยะ จันทรแก้ว และอุดม ทิพย์รักษ์. 2559. ประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของการใช้ประโยชน์ทางตรงของต้นสาธุ ในพื้นที่จังหวัดพัทลุงและจังหวัดตรัง. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, 19(2), 99-108.
- ศนิवार ชยะสฤษดิ์. 2549. การศึกษาและออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมไทยเพื่อเยาวชน. วิทยานิพนธ์ศิลปประยุกต์มหาบัณฑิต สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปประยุกต์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ศศิวิมล บุญยิ่ง. 2552. สมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งสาธุและผลของการใช้แป้งสาธุทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิจักขณ์ ห่านศรีวิจิตร. 2564. การวิจัยและพัฒนาเพื่อยกระดับแป้งสาธุและผลิตภัณฑ์ในชุมชนโลกสะบ้า อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 114 หน้า.

- สุวรรณา สุภิมารศ. 2543. เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. แป้งสาธู. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://library.tisi.go.th>.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2555 .มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ขนมหึง มผช.745/2548.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2555 .มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ลูกก๊ี้ มผช.118/2555.
- หทัยรัตน์ ภูงควาริน . 2542. การดัดแปรแป้งสาธูและแป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในการผลิตขนม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล. 2551. หลักการประกอบอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อาภัสรา แสงนาค, อัญชลี เรืองเดช, กุลยา ลีมรุ่งเรืองรัตน์ ,วิษณีย์ ยืนยงพุทธกาล และอุบลรัตน์ สิริภักทวารวณ. 2554. โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวโดยกระบวนการเอกซ์ทรักชันจากข้าวหอมนิล. รายงานการวิจัยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ.สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา.
- อาภัสรา แสงนาค, กุลยา ลีมรุ่งเรืองรัตน์, วิษณีย์ ยืนยงพุทธกาล, อัญชลี เรืองเดช และอุบลรัตน์ สิริภักทวารวณ. 2562. ผลของภาชนะบรรจุต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวจากข้าวหอมนิล. วารสารวิจัยราชชมงคลกรุงเทพ. 13(2): 162-169.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรพื้นฐานขนมผิง

สูตรมาตรฐาน

วัตถุดิบ

แป้งมันสำปะหลัง	250	กรัม
กะทิ	125	กรัม
น้ำตาลทรายขาว	125	กรัม
ไข่แดง	20	กรัม

ขั้นตอนการผลิตขนมฝังบัตเตอร์มาตรฐาน

1. นำน้ำตาลทรายกับกะทิใส่ลงในหม้อตั้งไฟให้เดือด เคี่ยวต่อจนมีลักษณะเป็นยางมะตูมเป็นเวลา 5 นาที ยกออกจากความร้อน พักให้น้ำเชื่อมให้พออุ่นลง
2. นวดแป้งมันสำปะหลังไว้ กับไข่แดงให้เข้ากัน ใส่ น้ำเชื่อมที่อุ่นลงแล้วตามไปนวดให้เข้ากัน พักไว้ 1 คืน
3. เปิดเตาอบที่ 170 องศาเซลเซียส โปรแกรมไฟบน – ไฟล่าง
4. ปั่นขนมฝังบัตเตอร์เป็นชิ้นขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร จัดวางลงบนถาดอบที่รองด้วยกระดาษไข นำเข้าอบเป็นเวลา 25 นาที พักให้เย็นตัวดี

ภาคผนวก ข

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

โดยวิธี 9 Points hedonic scale

และแบบสอบถามการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ขนมผิงทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งสาคุ

ชื่อผู้ชิม

วันที่

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตาราง จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบของตัวอย่าง				
	รหัส 637	รหัส 248	รหัส 311	รหัส 962	รหัส 517
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ
ผู้วิจัย



เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมผิงแป้งสาคุ

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมผิงแป้งสาคุ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย เรื่องการปรับปรุงคุณภาพและการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมผิงแป้งสาคุ โดยแบบสอบถามจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรม และทัศนคติต่อขนมผิงแป้งสาคุ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์

ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ และตอบแบบสอบถามข้อมูลให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัย และจะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น ข้าพเจ้าในนามของผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณทุกท่าน

คณะผู้วิจัย

คำแนะนำ : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ใน ☐ หน้าข้อความที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม และตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย

☐ หญิง

2. อายุ

☐ 15-20 ปี

☐ 21-30 ปี

☐ 31-40 ปี

☐ 41-50 ปี

☐ 51 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

☐ ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย

☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย

☐ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

☐ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

(ปวส.)

☐ ปริญญาตรี

☐ สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

☐ นักเรียน / นักศึกษา / นิสิต

☐ ข้าราชการ

☐ รัฐวิสาหกิจ

☐ พนักงานบริษัท

☐ ธุรกิจส่วนตัว

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือนโดยประมาณ

☐ น้อยกว่า 5,000 บาท

☐ 5,000 – 10,000 บาท

☐ 10,000 – 15,000 บาท

☐ 15,000 – 20,000 บาท

☐ 20,000 – 30,000 บาท

☐ สูงกว่า 30,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรม และทัศนคติต่อการบริโภคขนมผิง

6. ท่านเคยรับประทานขนมผิงหรือไม่ (เคยทำต่อข้อ 7, ไม่เคยข้ามไปทำข้อ 13)

☐ เคย

☐ ไม่เคย

7. เหตุใดท่านจึงเลือกรับประทานขนมผิง

☐ เป็นอาหารว่าง

☐ ขนมมีรูปทรงที่รับประทานง่าย

☐ เป็นขนมขบเคี้ยว

☐ ความสะดวกในการรับประทาน

☐ มีกลิ่นหอมชวนกิน

☐ หาซื้อง่าย

☐ มีรสชาติหวาน กรอบ และหอมกลิ่นกะทิ

☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

8. ท่านรับประทานขนมฝังบ่อยแค่ไหน

☐ ประจำวัน

☐ 1 ครั้ง / สัปดาห์

☐ มากกว่า 1 ครั้ง / สัปดาห์

☐ เดือนละครั้ง

9. ท่านเคยรับประทานขนมหรืออาหารที่ทำจากแป้งสาหร่ายหรือไม่ (เคยทำต่อข้อ 10, ไม่เคยข้ามทำข้อ 13)

☐ เคย

☐ ไม่เคย

10. เหตุใดท่านจึงเลือกรับประทานขนมหรืออาหารที่ทำจากแป้งสาหร่าย

☐ คุณค่าทางโภชนาการ

☐ เป็นวัตถุดิบทางเลือก

☐ แหล่งให้พลังงาน

☐ ความหลากหลายของรสชาติ

☐ เพื่อสุขภาพ

☐ อยากทดลองรับประทาน

☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)

11. ท่านเลือกซื้อขนมฝังบ้างจากที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ห้างสรรพสินค้า

☐ ซูเปอร์มาร์เก็ต

☐ ร้านของฝาก

☐ ร้านเบเกอรี่หรือร้านจำหน่าย

ผลิตภัณฑ์ขนม ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ)

12. การนำแป้งสาหร่ายมาประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ขนมรูปแบบขนมไทย ท่านคิดเห็นอย่างไร

☐ เห็นด้วย / น่าลอง เนื่องจาก.....

☐ เฉย ๆ เนื่องจาก

☐ ไม่เห็นด้วย เนื่องจาก.....

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์ขนมปังไส้สาหร่าย

13. กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง □ ที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด หลังจากท่านชิมขนมปังไส้สาหร่าย

คุณลักษณะ	ความรู้สึก				
	ไม่ชอบ มาก (1)	ไม่ชอบเล็กน้อย (2)	เฉย ๆ (3)	ชอบ เล็กน้อย (4)	ชอบมาก (5)
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบ / ความพึงพอใจ รวม					

ข้อคิดเห็น.....

ข้อเสนอแนะ.....

14. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังไส้สาหร่ายหรือไม่ (ยอมรับทำต่อข้อ 15, ไม่ยอมรับข้ามไปทำข้อ 16)

☐ ยอมรับ

☐ ไม่ยอมรับ

15. ปัจจัยใดที่ท่านคิดว่ามีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังไส้สาหร่าย

☐ รสชาติ

☐ ความเข้ากันของผลิตภัณฑ์

☐ เนื้อสัมผัส

☐ กลิ่นรส

☐ ความแปลกใหม่

☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

16. ปัจจัยใดที่ท่านคิดว่าทำให้ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังไส้สาหร่าย

☐ รสชาติ

☐ ความไม่เข้ากันของผลิตภัณฑ์

☐ เนื้อสัมผัส

☐ กลิ่นรส

☐ ความไม่แปลกใหม่

☐ ความหืนของผลิตภัณฑ์

☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

ขอขอบคุณผู้ประเมินทุกท่าน

คณะผู้วิจัย

ภาคผนวก ค

ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติ

```
ONEWAY ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง BY ตัวอย่าง
/POLYNOMIAL=1
/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).
```

Oneway

Notes		
Output Created		05-MAY-2024 12:53:24
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	15
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง BY ตัวอย่าง /POLYNOMIAL=1 /STATISTICS DESCRIPTIVES /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00.11
	Elapsed Time	00:00:00.20

[DataSet0]

						95% Confidence Interval for Mean	
			Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
		N					
ความชื้น	1.00	3	1.8033	.36019	.20795	.9086	2.6981
	2.00	3	3.0200	.93209	.53814	.7045	5.3355
	3.00	3	3.0467	.10263	.05925	2.7917	3.3016
	4.00	3	3.0367	.20817	.12019	2.5196	3.5538
	5.00	3	3.0600	.31193	.18009	2.2851	3.8349
	Total	15	2.7933	.65342	.16871	2.4315	3.1552
ปริมาณน้ำอิสระ	1.00	3	.2533	.01528	.00882	.2154	.2913
	2.00	3	.3333	.01528	.00882	.2954	.3713
	3.00	3	.3300	.01000	.00577	.3052	.3548
	4.00	3	.2900	.00000	.00000	.2900	.2900
	5.00	3	.2767	.00577	.00333	.2623	.2910
	Total	15	.2967	.03331	.00860	.2782	.3151
ค่าความสว่าง	1.00	3	66.0500	.20809	.12014	65.5331	66.5669
	2.00	3	63.4100	.11533	.06658	63.1235	63.6965
	3.00	3	58.9700	.10440	.06028	58.7106	59.2294
	4.00	3	54.0400	.03464	.02000	53.9539	54.1261
	5.00	3	50.9333	.77410	.44693	49.0104	52.8563
	Total	15	58.6807	5.83266	1.50599	55.4506	61.9107
ค่าสีแดง	1.00	3	5.9867	.05686	.03283	5.8454	6.1279
	2.00	3	6.6700	.04583	.02646	6.5562	6.7838
	3.00	3	7.3133	.03512	.02028	7.2261	7.4006
	4.00	3	8.6967	.04041	.02333	8.5963	8.7971
	5.00	3	9.2500	.06000	.03464	9.1010	9.3990
	Total	15	7.5833	1.26617	.32692	6.8821	8.2845
ค่าสีเหลือง	1.00	3	18.7767	.36910	.21310	17.8598	19.6936
	2.00	3	17.4400	.12530	.07234	17.1287	17.7513
	3.00	3	17.4333	.14978	.08647	17.0613	17.8054
	4.00	3	18.8867	.09074	.05239	18.6613	19.1121
	5.00	3	19.2100	.08000	.04619	19.0113	19.4087
	Total	15	18.3493	.80232	.20716	17.9050	18.7936

				Sum of Squares	df
ความชื้น	Between	(Combined)		3.678	4
	Groups	Linear	Contras	1.920	1
		Term	t		
			Deviati	1.758	3
			on		
	Within Groups			2.299	10
	Total			5.977	14
ปริมาณน้ำอิสระ	Between	(Combined)		.014	4
	Groups	Linear	Contras	.000	1
		Term	t		
			Deviati	.014	3
			on		
	Within Groups			.001	10
	Total			.016	14
ค่าความสว่าง	Between	(Combined)		474.943	4
	Groups	Linear	Contras	470.527	1
		Term	t		
			Deviati	4.416	3
			on		
	Within Groups			1.336	10
	Total			476.279	14
ค่าสีแดง	Between	(Combined)		22.421	4
	Groups	Linear	Contras	21.948	1
		Term	t		
			Deviati	.473	3
			on		
	Within Groups			.024	10
	Total			22.445	14
ค่าสีเหลือง	Between	(Combined)		8.634	4
	Groups	Linear	Contras	1.605	1
		Term	t		
			Deviati	7.029	3
			on		
	Within Groups			.378	10
	Total			9.012	14

Post Hoc Tests

		Multiple Comparisons						
				Mean			95% Confidence Interval	
				Difference (I-	Std.		Lower	Upper
Dependent Variable		(I) ตัวอย่าง	(J) ตัวอย่าง	J)	Error	Sig.	Bound	Bound
ความชื้น	LSD	1.00	2.00	-1.21667*	.39153	.011	-2.0890	-.3443
			3.00	-1.24333*	.39153	.010	-2.1157	-.3710
			4.00	-1.23333*	.39153	.010	-2.1057	-.3611
			5.00	-1.25667*	.39153	.009	-2.1290	-.3843
		2.00	1.00	1.21667*	.39153	.011	.3443	2.0890
			3.00	-.02667	.39153	.947	-.8990	.8457
			4.00	-.01667	.39153	.967	-.8890	.8557
			5.00	-.04000	.39153	.921	-.9124	.8324
		3.00	1.00	1.24333*	.39153	.010	.3710	2.1157
			2.00	.02667	.39153	.947	-.8457	.8990
			4.00	.01000	.39153	.980	-.8624	.8824
			5.00	-.01333	.39153	.974	-.8857	.8590
		4.00	1.00	1.23333*	.39153	.010	.3610	2.1057
			2.00	.01667	.39153	.967	-.8557	.8890
			3.00	-.01000	.39153	.980	-.8824	.8624
			5.00	-.02333	.39153	.954	-.8957	.8490
		5.00	1.00	1.25667*	.39153	.009	.3843	2.1290
			2.00	.04000	.39153	.921	-.8324	.9124
			3.00	.01333	.39153	.974	-.8590	.8857
			4.00	.02333	.39153	.954	-.8490	.8957
ปริมาณน้ำอิสระ	LSD	1.00	2.00	-.08000*	.00894	.000	-.0999	-.0601
			3.00	-.07667*	.00894	.000	-.0966	-.0567
			4.00	-.03667*	.00894	.002	-.0566	-.0167
			5.00	-.02333*	.00894	.026	-.0433	-.0034
		2.00	1.00	.08000*	.00894	.000	.0601	.0999
			3.00	.00333	.00894	.717	-.0166	.0233
			4.00	.04333*	.00894	.001	.0234	.0633
			5.00	.05667*	.00894	.000	.0367	.0766
		3.00	1.00	.07667*	.00894	.000	.0567	.0966
			2.00	-.00333	.00894	.717	-.0233	.0166
			4.00	.04000*	.00894	.001	.0201	.0599
			5.00	.05333*	.00894	.000	.0334	.0733
		4.00	1.00	.03667*	.00894	.002	.0167	.0566

			2.00	-.04333*	.00894	.001	-.0633	-.0234
			3.00	-.04000*	.00894	.001	-.0599	-.0201
			5.00	.01333	.00894	.167	-.0066	.0333
		5.00	1.00	.02333*	.00894	.026	.0034	.0433
			2.00	-.05667*	.00894	.000	-.0766	-.0367
			3.00	-.05333*	.00894	.000	-.0733	-.0334
			4.00	-.01333	.00894	.167	-.0333	.0066
		1.00	2.00	2.64000*	.29843	.000	1.9751	3.3049
			3.00	7.08000*	.29843	.000	6.4151	7.7449
			4.00	12.01000*	.29843	.000	11.3451	12.6749
			5.00	15.11667*	.29843	.000	14.4517	15.7816
ค่าความสว่าง	LSD	2.00	1.00	-2.64000*	.29843	.000	-3.3049	-1.9751
			3.00	4.44000*	.29843	.000	3.7751	5.1049
			4.00	9.37000*	.29843	.000	8.7051	10.0349
			5.00	12.47667*	.29843	.000	11.8117	13.1416
		3.00	1.00	-7.08000*	.29843	.000	-7.7449	-6.4151
			2.00	-4.44000*	.29843	.000	-5.1049	-3.7751
			4.00	4.93000*	.29843	.000	4.2651	5.5949
			5.00	8.03667*	.29843	.000	7.3717	8.7016
		4.00	1.00	-12.01000*	.29843	.000	-12.6749	-11.3451
			2.00	-9.37000*	.29843	.000	-10.0349	-8.7051
			3.00	-4.93000*	.29843	.000	-5.5949	-4.2651
			5.00	3.10667*	.29843	.000	2.4417	3.7716
		5.00	1.00	-15.11667*	.29843	.000	-15.7816	-14.4517
			2.00	-12.47667*	.29843	.000	-13.1416	-11.8117
			3.00	-8.03667*	.29843	.000	-8.7016	-7.3717
			4.00	-3.10667*	.29843	.000	-3.7716	-2.4417
ค่าสีแดง	LSD	1.00	2.00	-.68333*	.03967	.000	-.7717	-.5950
			3.00	-1.32667*	.03967	.000	-1.4150	-1.2383
			4.00	-2.71000*	.03967	.000	-2.7984	-2.6216
			5.00	-3.26333*	.03967	.000	-3.3517	-3.1750
		2.00	1.00	.68333*	.03967	.000	.5950	.7717
			3.00	-.64333*	.03967	.000	-.7317	-.5550
			4.00	-2.02667*	.03967	.000	-2.1150	-1.9383
			5.00	-2.58000*	.03967	.000	-2.6684	-2.4916
		3.00	1.00	1.32667*	.03967	.000	1.2383	1.4150
			2.00	.64333*	.03967	.000	.5550	.7317
			4.00	-1.38333*	.03967	.000	-1.4717	-1.2950

ค่าเฉลี่ย	LSD	4.00	5.00	-1.93667*	.03967	.000	-2.0250	-1.8483
			1.00	2.71000*	.03967	.000	2.6216	2.7984
			2.00	2.02667*	.03967	.000	1.9383	2.1150
			3.00	1.38333*	.03967	.000	1.2950	1.4717
			5.00	-.55333*	.03967	.000	-.6417	-.4650
		5.00	1.00	3.26333*	.03967	.000	3.1750	3.3517
			2.00	2.58000*	.03967	.000	2.4916	2.6684
			3.00	1.93667*	.03967	.000	1.8483	2.0250
			4.00	.55333*	.03967	.000	.4650	.6417
		1.00	2.00	1.33667*	.15875	.000	.9830	1.6904
			3.00	1.34333*	.15875	.000	.9896	1.6970
			4.00	-.11000	.15875	.504	-.4637	.2437
			5.00	-.43333*	.15875	.021	-.7870	-.0796
		2.00	1.00	-1.33667*	.15875	.000	-1.6904	-.9830
			3.00	.00667	.15875	.967	-.3470	.3604
			4.00	-1.44667*	.15875	.000	-1.8004	-1.0930
			5.00	-1.77000*	.15875	.000	-2.1237	-1.4163
		3.00	1.00	-1.34333*	.15875	.000	-1.6970	-.9896
			2.00	-.00667	.15875	.967	-.3604	.3470
			4.00	-1.45333*	.15875	.000	-1.8070	-1.0996
			5.00	-1.77667*	.15875	.000	-2.1304	-1.4230
		4.00	1.00	.11000	.15875	.504	-.2437	.4637
			2.00	1.44667*	.15875	.000	1.0930	1.8004
			3.00	1.45333*	.15875	.000	1.0996	1.8070
			5.00	-.32333	.15875	.069	-.6770	.0304
		5.00	1.00	.43333*	.15875	.021	.0796	.7870
			2.00	1.77000*	.15875	.000	1.4163	2.1237
			3.00	1.77667*	.15875	.000	1.4230	2.1304
			4.00	.32333	.15875	.069	-.0304	.6770

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

		ความชื้น ^๕		
		N	Subset for alpha = 0.05	
ตัวอย่าง			1	2
Duncan ^a	1.00	3	1.8033	
	2.00	3		3.0200
	4.00	3		3.0367
	3.00	3		3.0467
	5.00	3		3.0600
	Sig.		1.000	.926

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ปริมาณน้ำอิสระ					
		Subset for alpha = 0.05			
	ตัวอย่าง	N	1	2	3
Duncan ^a	1.00	3	.2533		
	5.00	3		.2767	
	4.00	3		.2900	
	3.00	3			.3300
	2.00	3			.3333
	Sig.		1.000	.167	.717

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

		ค่าความสว่าง					
		Subset for alpha = 0.05					
	ตัวอย่าง	N	1	2	3	4	5
Duncan ^a	5.00	3	50.9333				
	4.00	3		54.0400			
	3.00	3			58.9700		
	2.00	3				63.4100	
	1.00	3					66.0500
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

		ค่าสีแดง					
		Subset for alpha = 0.05					
	ตัวอย่าง	N	1	2	3	4	5
Duncan ^a	1.00	3	5.9867				
	2.00	3		6.6700			
	3.00	3			7.3133		
	4.00	3				8.6967	
	5.00	3					9.2500
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

		ค่าสีเหลือง			
		Subset for alpha = 0.05			
	ตัวอย่าง	N	1	2	3
Duncan ^a	3.00	3	17.4333		
	2.00	3	17.4400		
	1.00	3		18.7767	
	4.00	3		18.8867	18.8867
	5.00	3			19.2100
	Sig.		.967	.504	.069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.