การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี

Development of Sandwich bread using Green banana flour substituted Wheat flour

ชนิกานต์ ศรีสุวรรณ

อินทุอร โนน้อย

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี

Development of Sandwich bread using Green banana flour substituted Wheat flour

จัดทำโดย

ชนิกานต์ ศรีสุวรรณ รหัสนักศึกษา 59080012

อินทุอร โนน้อย รหัสนักศึกษา 59080058

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

สวามินี นวลแขกุล

.....22...../.....ก.ค...../.2563...

(ดร. สวามินี นวลแขกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชนิกานต์ ศรีสุวรรณ รหัสนักศึกษา 59080012
	นางสาวอินทุอร โนน้อย รหัสนักศึกษา 59080058
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. สวามินี นวลแขกุล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี เริ่มจากการเตรียมแป้งกล้วยหอมเขียว โดยนำมาหั่นให้มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร อบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำกล้วยหอมเขียวอบแห้งมาบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh โดยทำการบรรจุลงถุงซิปล็อค ชนิด PE (Polyethylene) และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เบื้องต้นมีการนำแป้งกล้วยหอมเขียวมาทำการวิเคราะห์ proximate analysis มีค่าความชื้น 8.26%, โปรตีน 2.32%, ไขมัน 0.45%, เถ้า 3.01%, ใยอาหาร 0.75% และ คาร์โบไฮเดรต 85.22% จากนั้นนำแป้งกล้วยหอมเขียวมาทดแทนในแป้งสาลีปริมาณ 20% 30% 40% และ 50% ของน้ำหนักแป้ง ในสูตรแป้งสาลี 500 กรัม, น้ำ 275 กรัม, ยีสต์ 10 กรัม, น้ำตาลทราย 60 กรัม, เกลือ 8 กรัม, นมผง 30 กรัม, น้ำเย็น 300 กรัม และ เนยขาว 60 กรัม เป็นสูตรพื้นฐานขนมปังแซนด์วิชแล้วนำแป้งกล้วยหอมเขียวมาทดแทนตามปริมาณที่ตั้งไว้ ได้แก่ 20% 30% 40% และ 50% ของปริมาณแป้งสาลี พบว่าแป้งกล้วยหอมเขียวมาทดแทน 20% ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 7.62 (ชอบปานกลาง - ชอบมาก) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29.8 – 37.8 องศาเซลเซียส) ขนมปังเริ่มเกิดการเสื่อมเสียวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยพบว่าขนมปังมีการแข็งตัวและมีเชื้อราเกิดขึ้น นำขนมปังสูตรที่ได้รับการคัดเลือกมาวิเคราะห์ค่าสี เนื้อสัมผัส และคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่าเมื่อเปรียบเทียบขนมปังแซนด์วิชสูตรพื้นฐาน และ 20% ค่าสีของขนมปัง 20% มีค่าลดความสว่างลดลงเนื่องสีของแป้งกล้วยหอมเขียวมีสีคล้ำเข้มกว่าสีของแป้งสาลี จึงทำให้ค่าความสว่างของสูตร 20% มีค่าลงลง ในส่วนเนื้อสัมผัส ขนมปังแซนด์วิช 20% มีค่าความแข็ง ค่าความสามารถเกาะตัวกัน และค่าความเหนียวมากกว่าสูตรพื้นฐาน เพราะในแป้งกล้วยหอมเขียวมีปริมาณใยอาหารและเถ้ามากกว่า จากการตรวจหายีสต์ และราในขนมปังที่นำมาวิเคราะห์ทั้งสองสูตรเมื่อสังเกตลักษณะทางกายภาพแล้วเริ่มยีสต์ และราขึ้นในวันที่ 4 และ 5 ตามลำดับ เมื่อนำมาขนมปังแซนด์วิชทั้งสองสูตรมาตรวจสอบโดยใช้วิธีทางจุลชีววิทยาด้วยผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้เป็นเวลาครบ 7 วันพบว่าปริมาณของยีสต์ และรา

คำสำคัญ: ขนมปังแซนด์วิช, แป้งกล้วยหอมเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title Development of Sandwich bread using Green banana flour substituted wheat flour
Student name Chanikan Srisuwan Student ID 59080012
Inthuaon Nonoi Student ID 59080058
Program Bachelor of Science in Food Science and Technology
Year 2019
Advisor Dr. Sawaminee Nualkaekul

ABSTRACT

The objective of this study is to develop a sandwich bread by using Green Banana flour instead of wheat flour. It started from the preparation of Green Banana flour. Green Cavendish Banana was sliced into a thickness of 2 millimeters. Then it was baked by hot air oven at 60 ℃ for 12 hours, Dried banana slices were dry milled and passed through 80 mesh sieve. The banana flour has been sifted packed in PE (Polyethylene) zip lock bag. Initially, Green Banana flour was analyzed for the proximate analysis. It was found moisture content 8.26%, protein 2.32%, fat 0.45%, ash 3.01%, dietary fiber 0.75%, and carbohydrate 85.22%. Next, the researcher used Green Cavendish Banana flour to replace wheat flour in the amount of 20%, 30%, 40%, and 50% of flour's weight. 500 grams of bread dough recipe, 275 grams of water, 10 grams of yeast, 60 grams of granulated sugar, 8 grams of salt, 30 grams of milk powder, 300 grams of cold water, and 60 grams of white butter were the basic recipes for sandwich bread in the amount of 20%, 30%, 40%, and 50% of flour's weight. Then Green Banana took a place with the specified quantity. It was discovered that 20% substitute Green Cavendish Banana flour gave the highest average score of 7.62 (moderately like, extremely like). Stored at room temperature (29.8 – 37.8 ℃), bread began to deteriorate in the fourth of storage day. It was found that the bread has hardened, and mold has occurred. The selected formula of bread was analyzed for color value, texture, and microbiological quality. It was revealed that when comparing the basic sandwich bread and 20% of the color value of 20% of bread, it was found that the brightness decreased because the color of the Green Banana flour is darker than the color of the wheat flour. Therefore, the brightness value of the formula 20% was down. As for the texture, it was found that 20% formula sandwich bread had more hardness, agglomeration, and toughness than the basic formula since in Green Banana flour had more dietary fiber and ash. From the detection of yeast and mold in both two formulas of bread

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

analyzed, it was discovered. When observing the physical characteristics, the yeast begins to rise on the 4th and 5th days, respectively. When two recipes of sandwich bread are examined using microbiological methods with the products stored for a full time. Seven days found that the amount of yeast and mold in sandwich bread from green banana flour used to instead of wheat flour more yeast and mold than a control bread.

Keywords: sandwich bread, Green Cavendish Banana flour

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์แซนด์วิชโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี ผู้จัดทำงานวิจัยได้รับความอนุเคราะห์ และความช่วยเหลือจากบุคคลหลากหลายฝ่าย ผู้จัดทำงานวิจัย ขอขอบพระคุณ ดร.สวามินี นวลแขกุล อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความกรุณามาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลักในการทำปัญหาพิเศษ เป็นอย่างยิ่งที่ท่านได้สละเวลา ให้คำแนะนำ อบรมสั่งสอน แสดงความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ของงานวิจัยชิ้นนี้ จนปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำวิธีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาคณะอุตสาหกรรมอาหาร ผู้ร่วมทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำปัญหาพิเศษ ที่ให้การช่วยเหลือและให้การสนับสนุนเป็นกำลังใจให้ตลอดมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ ที่ นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	IV
สารบัญ	V
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 กล้วย	3
2.2 กล้วยหอม (Cavendish Banana)	7
2.3 แป้งกล้วย (Banana flour)	8
2.4 ขนมปัง (Bread)	8
2.5 วิธีการผสม	12
2.6 ขั้นตอนการทำขนมปัง	13
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	16
3.2 อุปกรณ์	16
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	18
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	24
4.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณของแป้งกล้วยหอมเขียว	24
4.2 ผลการศึกษาปริมาณการใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช	25
4.3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี	27
4.5 ผลการเพื่อศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในวันที่ 7	30
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	31
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	34
ภาคผนวก ก แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	35
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS	37
ภาคผนวก ค วิธีการคำนวณค่าองค์ประกอบโดยประมาณ (proximate analysis)	45
ประวัติผู้เขียน	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงระยะการสุก 7 ระยะของกล้วยจำแนกจากสีผิวภายนอก	5
2.2	วิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (Proximate analysis) ของกล้วยหอมดิบ	7
3.1	อัตราส่วนรายละเอียดของสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ขนมปังโฮลวีต	19
3.2	ปริมาณที่เหมาะสมของแป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจำนวน 5 สูตร	19
4.1	วิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (Proximate analysis) ของแป้งกล้วยหอมเขียว	24
4.2	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช	25
4.3	วิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (Proximate analysis)	26
4.4	แสดงการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บของขนมปังแซนด์วิชสูตรพื้นฐานกับขนมปังแซนวิชที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีบางส่วน	27
4.5	การเปรียบเทียบค่าสีของขนมปังสูตรควบคุมพื้นฐานกับขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี	28
4.6	การเปรียบเทียบค่าเนื้อสัมผัสของขนมปังสูตรควบคุมพื้นฐานกับขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี	29
4.7	ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ยีสต์ และรา	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงการเปลี่ยนลักษณะสีตามระยะการสุก 7 ระยะของกล้วย	5
3.1	กระบวนการผลิตแป้งกล้วยหอมเขียว	18
3.2	ขั้นตอนในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังโฮลวีตสูตรพื้นฐาน	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมปัง (bread) เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่ง โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งสาลี น้ำ และยีสต์ หรือผงฟู นอกจากนี้ยังมีการใช้ส่วนประกอบอื่น ๆ เพื่อแต่งสี กลิ่น และรสชาติ ซึ่งแตกต่างกันไปตามประเภทของขนมปัง โดยนำส่วนประกอบมาตีให้เข้ากันและนำไปทำการอบ แป้งสาลีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เป็นแป้งสาลีชนิดโปรตีนสูง

ซึ่งในปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อการรับประทานอาหาร โดยเฉพาะอาหารเพื่อสุขภาพที่กำลังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น มีการนำผลผลิตทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ นำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีเพื่อเพิ่มประโยชน์ให้กับผลิตภัณฑ์ขนมปังเพิ่มมากขึ้น อาทิ เช่น แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ แป้งฟักทอง ฯลฯ และจากการศึกษางานวิจัยผลิตภัณฑ์ขนมอบอื่น ๆ ที่น่าสนใจได้มีการเลือกใช้แป้งกล้วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงได้ให้ความสนใจในการนำแป้งกล้วยหอมเขียวใช้ในงานวิจัย เนื่องจากแป้งกล้วยหอมเขียวมีลักษณะของกลิ่นที่เฉพาะตัว มีคุณสมบัติทางกายภาพที่รวมตัวกับน้ำได้ดี เมื่อได้รับอุณหภูมิที่สูงขึ้น จะเกิดการพองตัวใส เมื่อปล่อยให้เย็นแป้งกล้วยจะเกิดลักษณะคล้ายกับวุ้น เนื่องจากเป็นแป้งที่มีอะไมโลสสูง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ดี และมีคุณสมติเป็นแป้งที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ จะเกิดการย่อยภายหลังการบริโภค 5-7 ชั่วโมง ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดและอินซูลิน (insulin) หลังจากการบริโภคอาหารลดลง

กล้วยหอมเขียวเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต และแร่ธาตุหลากหลายชนิด เช่น แมกนีเซียม ไอโอดีน เหล็ก และโพแทสเซียส ซึ่งเป็นแหล่งของแร่ธาตุที่ช่วยลดความดันโลหิต (blood pressure) ช่วยรักษาความสมดุลของปริมาณน้ำในร่างกาย ควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อ มีหน้าที่ควบคุมอัตราจังหวะการเต้นของหัวใจ ช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดอาการเส้นเลือดในสมองตีบ นอกจากนี้กล้วยอุดมไปด้วย วิตามินซี วิตามินบีเกือบทุกชนิด แคโรทีน และกรดทริปโตเฟน กล้วยหอมเป็นผลไม้ที่ให้พลังงาน และวิตามินมากกว่าผลไม้ชนิดอื่น ๆ เพราะกล้วยหอมมีปริมาณน้ำในเนื้อที่ต่ำ สามารถนำมารับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก มีคุณค่าทางอาหารสูง แต่มีปริมาณไขมัน คอเลสเตอรอล และเกลือแร่ต่ำ เหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำอาหารของผู้บริโภคที่ต้องการลดน้ำหนัก (จิรนาถ, 2557)

คณะผู้วิจัย จึงมีความสนใจที่จะนำกระบวนการอบแห้งมาพัฒนาและปรับปรุงสูตรของผลิตภัณฑ์ขนมปังให้มีใยอาหารมากขึ้น โดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียวที่ได้จากการแปรรูปที่ผ่านกระบวนการอบแห้ง นำมาใช้ทดแทนแป้งสาลี สาเหตุในการใช้แป้งกล้วยหอมเขียวเนื่องจากกล้วยหอมเขียวเป็นแหล่งอาหารและมีแร่ธาตุที่ช่วยลดความดันโลหิต เป็นต้น ทางผู้วิจัยมีความสนใจที่จะใช้แป้งกล้วยหอมเขียวเพิ่มเข้าไปในขนมปัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบโดยประมาณของแป้งกล้วยหอมเขียว

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณการใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช

1.2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี

1.2.4 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี

1.2.5 เพื่อศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในวันที่ 7

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพื่อทราบถึงกระบวนการผลิตขนมปังแซนด์วิช

1.3.2 เพื่อทราบถึงความแตกต่างทางด้านองค์ประกอบโดยประมาณของขนมปังระหว่างขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีที่ได้รับการคัดเลือกกับขนมปังแซนด์วิชสูตรมาตรฐาน

1.3.3 เพื่อทราบถึงผลของการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชระหว่างการเก็บ

1.3.4 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อยอดสร้างเสริมเป็นอาชีพในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล้วย

กล้วย เป็นไม้ผลชนิดหนึ่งจัดให้อยู่ใน วงศ์ (family) Musasaceae, อันดับ (order) Zingiberales และสกุล (genus) Musa ซึ่งจะสามารถแบ่งออกมาได้ทั้งหมดเป็น 4 ชนิด (species) ได้แก่ *Australimusa*, *Callimusa*, *Eumusa* และ *Rhodochlamys* (ปิยวรรณ, 2544)

Australimusa เป็นกล้วยชนิดที่พบได้มากบริเวณแถบแปซิฟิค กล้วยชนิดนี้ต้องผ่านกระบวนการ การทำให้สุกก่อนนำมารับประทาน ลักษณะเป็นช่อดอกตั้ง เช่น กล้วยกล้วย, กล้วยหักมุก เป็นต้น

Callimusa เป็นกล้วยชนิดที่จัดให้อยู่ในจำพวกของไม้ประดับ มีลักษณะใบเป็นสีเขียว มีปื้นสีม่วง เมื่อเจริญเต็มที่สีของปื้นอาจมีการจางลง ช่อดอกตั้ง ผลของกล้วยมีขนาดเล็ก เช่น กล้วยทหารพราน, กล้วยเลือด และกล้วยกัทลี เป็นต้น

Eumusa เป็นกล้วยชนิดที่สามารถบริโภคได้พบได้ทั่วๆไป ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มาจากพันธุ์ป่า 2 สายพันธุ์ ได้แก่ กล้วยป่า (*Musa acuminate*) และ กล้วยตานี (*Musa balbisiana*) เช่น กล้วยหอม, กล้วยน้ำว้า และกล้วยเล็บมือนาง เป็นต้น

Rhodochlamys เป็นกล้วยชนิดที่จัดให้อยู่ในจำพวกของไม้ประดับ ช่อดอกมีลักษณะคล้ายดอกบัว ใบประดับมีสีสวยงาม เช่น กล้วยบัวสีชมพู, กล้วยบัวสีส้ม และกล้วยบัวสีม่วง เป็นต้น

กล้วยมีแหล่งกำเนิดมาจากในภูมิภาคทวีปเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และได้แพร่พันธุ์ไปยังภูมิภาคเขตอื่น ๆ ในช่วงระยะเวลาต่อมา

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกล้วย

เบญจมาศ (2548) ได้อธิบายว่าลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกล้วยแบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.1.1.1 ลำต้น

ลำต้นของกล้วยเรียกว่า หัว หรือ เหง้า (rhizome) ที่มีหัวตา (bud) ซึ่งจะเจริญขึ้นเป็นต้นเกิด หน่อ (sucker) ถ้าเกิดขึ้นหลายหน่อ เรียกว่า การแตกกอ ส่วนของหน่อหรือต้นที่พบบริเวณเหนือดินไม่ใช่ส่วนของลำต้น ซึ่งเรียกว่า ลำต้นเทียม (pseudostem) เกิดจากการอัดแน่นของกาบใบ ที่เกิดจากจุดเจริญของลำต้นใต้ดิน กาบใบจะชูก้านใบ และใบ จุดเจริญนี้จะมีการเจริญเป็นดอกขึ้นมาหลังจากสิ้นสุดการเจริญของใบ ใบสุดท้ายก่อนการเกิดดอก เรียกว่า ใบธง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 ดอก

ดอกของกล้วยมีลักษณะเป็นช่อ (inflorescence) ในช่อดอกจะมีกลุ่มของช่อดอกย่อยเป็นกลุ่ม ๆ ระหว่างกลุ่มของช่อดอกย่อยแต่ละช่อจะมีกลีบประดับ หรือเรียกว่า กาบปลี (bract) มีสีม่วงแดงกั้นแต่ละช่อ กลุ่มของดอกเพศเมียอยู่ที่บริเวณโคน และกลุ่มของดอกเพศผู้อยู่ที่บริเวณปลาย ซึ่งจะเรียกว่า หัวปลี (male bud) ระหว่างกลุ่มดอกเพศเมีย และกลุ่มดอกเพศผู้ ซึ่งบางสายพันธุ์จะมีจะมีดอกกะเทย แต่บางสายพันธุ์จะไม่มี ในช่อดอกย่อยแต่ละช่อจะมีดอกเรียงซ้อนกันอยู่ 2 แถว ถ้าเป็นดอกเพศเมียดอกเหล่านี้จะเจริญต่อไปเป็นผล

2.1.1.3 ผล

ผลของกล้วยเกิดมาจากดอกเพศเมีย ซึ่งอยู่ที่บริเวณโคน กลุ่มของดอกเพศเมีย 1 กลุ่ม เมื่อเจริญออกมาเป็นผล เรียกว่า 1 หวี ช่อดอกเจริญเป็น 1 เครือ ดังนั้นกล้วย 1 เครืออาจจะมีผลกล้วย 2 - 3 หวี หรือมากกว่า 10 หวี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของกล้วยแต่ละชนิดและการดูแล ผลของกล้วยมีการเจริญได้โดยไม่ต้องผสมพันธุ์ จึงทำให้ส่วนใหญ่กล้วยไม่มีเมล็ด

2.1.1.4 เมล็ด

เมล็ดของกล้วยที่นิยมนำมารับประทานเป็นจำพวกที่มีจำนวนของโครโมโซม 3 ชุด (triploids) ซึ่งเป็นกล้วยที่ไม่มีเมล็ด ส่วนกล้วยป่ามีจำนวนของโครโมโซม 2 ชุด (diploids) จะมีลักษณะกลมเล็ก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร เปลือกหุ้มเมล็ดหนา แข็ง มีสีดำ

2.1.1.5 ราก

รากของต้นกล้วย แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ซึ่งในระยะแรกของการเจริญเติบโตจะพบรากแก้วเจริญอยู่ มีลักษณะของรากเป็นสีขาวและมีรูปร่างอวบ ในระยะต่อมาจะเปลี่ยนเป็นรากฝอยเหมือนกับรากกล้วยที่เกิดจากหน่อเจริญแผ่ออกไปรอบ ๆ เหง้า (rhizome) มีลักษณะของรากเป็นสีน้ำตาล เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5-8 มิลลิเมตร มีความยาวประมาณ 20-40 เซนติเมตร

2.1.1.6 ใบ

ใบกล้วยมีลักษณะเป็นแผ่นใบขนาดใหญ่ ยาวรี มีความกว้างประมาณ 70-90 เซนติเมตร ความยาว 170–250 เซนติเมตร ซึ่งจะขึ้นอยู่กับอายุของกล้วย สายพันธุ์และสภาพแวดล้อมที่ต้นกล้วยเจริญเติบโต บริเวณปลายใบจะมีลักษณะมน รูปใบขอบขนาน โคนใบมน และแผ่นใบมีสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 สรีรวิทยาการสุกของกล้วย

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาการสุกของผลกล้วย

2.1.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ

ในแต่ละช่วงระยะการสุกของกล้วย จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ (สี) ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงระยะการสุก 7 ระยะของกล้วยจำแนกจากสีผิวภายนอก

ระยะที่/ชื่อระยะ	ลักษณะผลกล้วย
1.Green	เปลือกเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก
2.Green with a trace of yellow	เริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นเหลืองเล็กน้อยๆ
3.More green than yellow	เปลี่ยนจากเขียวเป็นเหลือง แต่มีสีเขียวมากกว่าเหลือง
4.More yellow than green	เปลือกมีสีเหลืองมากกว่าเขียว
5.Green tip	เปลือกเป็นสีเหลือง แต่ปลายยังเขียว
6.All yellow	มีสีเหลืองทั้งผล (ผลสุก)
7.Yellow flecked with brown	ผิวสีเหลืองมีจุดสีน้ำตาล (สุกเต็มที่มีกลิ่นหอม)

ที่มา: คณาจารย์ภาควิชาพืชสวน (2559)

รูปที่ 2.1 แสดงการเปลี่ยนลักษณะสีตามระยะการสุก 7 ระยะของกล้วย
ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาพืชสวน (2559)

2.1.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี

1. คาร์โบไฮเดรต ในกล้วยสามารถพบได้ทั้งแป้งและน้ำตาล กล้วยดิบจะมีปริมาณของแป้งที่สูง ปริมาณของแป้งในผลกล้วยจะค่อย ๆ มีปริมาณที่สูงขึ้นจนกล้วยเจริญเติบโตจนถึงประมาณ 100 วัน ซึ่งในกล้วยดิบพบว่ามีปริมาณของแป้งอยู่ที่ 20% และเมื่อผลกล้วยเริ่มเกิดการสุกปริมาณของแป้งจะค่อย ๆ ลดลงเหลือประมาณร้อยละ 6 (ปิยวรรณ, 2544) แป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) คือ น้ำตาลซูโครส และเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) คือ น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโตส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลในกล้วยมีประมาณ 1-2% เมื่อกล้วยเข้าสู่ระยะการสุกปริมาณของน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 15-20% การเพิ่มขึ้นของน้ำตาลจะเกิดขึ้นพร้อมกับการสลายตัวของแป้ง นอกจากนี้ยังพบน้ำตาลมอลโตสเล็กน้อย และน้ำตาลแรมโนสปริมาณน้อยมาก (ปิยวรรณ, 2544) ในกล้วยสุก

2. ไขมัน กล้วยมีปริมาณของไขมันที่ต่ำ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไขมันระหว่างการสุกแต่ละระยะ กล้วยจะมีปริมาณไขมันประมาณร้อยละ 1 ต่อน้ำหนักแห้งของเนื้อ และประมาณร้อยละ 6.5 ต่อน้ำหนักแห้งของเปลือก (ปิยวรรณ, 2544)

3. เพคตินและโปรโตเพคติน ระหว่างระยะการสุกของกล้วยแต่ละระยะ ปริมาณของเพคตินจะเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณของโปรโตเพคตินจะมีปริมาณลดลง ปริมาณของเพคตินในกล้วยมีประมาณร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักสด (ปิยวรรณ, 2544)

4. สารประกอบฟีนอล สารประกอบฟีนอลส่วนใหญ่นกล้วยจะเป็น Phenolic amines และสารที่พบมากที่สุดคือ สาร 3,4-Dihydroxy Phenylethylamine หรือ 3-hydroxy tyramine ซึ่งส่วนมากพบได้ในเปลือก แต่พบได้น้อยในส่วนของเนื้อกล้วย

สารประกอบฟีนอลอื่น ๆ ที่พบได้อีกในกล้วย ได้แก่ 5-hydroxytryptamine, Norepinephem และ Tyramine

สารประกอบฟีนอลเป็นสารที่ทำให้เกิดรสฝาด ในกล้วยดิบมีสารที่สำคัญคือ แทนนิน (Tannin) เป็นสารประกอบฟีนอลเชิงซ้อนมีขนาดโมเลกุลใหญ่ มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 500 สารแทนนินที่พบได้มากในกล้วย คือ Leucoanthocyanidins อยู่ในรูปของโมโนเมอร์ ต่อมาเมื่อกล้วยอยู่ในระยะที่สุกปริมาณของแทนนินจะลดลง นอกจากนั้นยังพบ Leucodelphenidin และ Leucocyanidin (ปิยวรรณ, 2544)

5. กรออินทรีย์ ในกล้วยดิบมีค่าความเป็นกรด-เบส ประมาณ 5.0-5.8 เมื่อกล้วยอยู่ในระยะที่สุกจะมีค่าความเป็นกรด-เบสลดลงเหลือประมาณ 4.2-4.8 (ปิยวรรณ, 2544) กล้วยสุกจะมีปริมาณกรดในเนื้อกล้วยเพิ่มขึ้นตลอดระยะการสุกและสดลงหลังจากผ่านระยะการสุกแล้ว และส่วนของเนื้อกล้วยจะมีปริมาณของกรดมากกว่าส่วนเปลือกอยู่เล็กน้อย

ในกล้วยดิบ กรดที่พบได้มากที่สุด ได้แก่ กรดออกซาลิค, กรดมาลิค และกรดซิตริค ซึ่งปริมาณของกรดจะลดลงเมื่อกล้วยเริ่มเกิดการสุก ส่วนกรดที่พบได้มากที่สุดในกล้วยสุก ได้แก่ กรดมาลิค นอกจากนั้นยังมีกรดกลีเซอริค, กรดไกลโคลิค, กรดซัคซินิค และกรดคีโต หรือออกโซ ส่วนกรดทีพบในปริมาณน้อยที่สุด ได้แก่ กรดควินิค และกรดซิคิมิค (ปิยวรรณ, 2544)

6. สารระเหยได้ กล้วยสุกจะมีกลิ่นหอม เนื่องจากในกล้วยสุกมีสารประกอบที่สามารถระเหยได้ ได้แก่ เอมิลอะซิเตต, เอมิลบิวทิเรต, อะซิทัลดีไฮด์ เอทธานอล และเมทธานอล เป็นต้น Crude oil ที่สกัดได้จะมีสารระเหยประมาณ 0.0013% (ปิยวรรณ, 2544)

7. สารประกอบไนโตรเจน ในระหว่างระยะการสุกของกล้วย พบว่าปริมาณของไนโตรเจนมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเล็กน้อย ปริมาณของโปรตีนในกล้วยมีประมาณ 0.5-1.6% หรือคิดเป็นปริมาณโปรตีน 60-65% ของไนโตรเจนทั้งหมด (ปิยวรรณ, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ปริมาณก๊าซเอทธิลีน ในช่วงระยะที่กล้วยสุกก๊าซเอทธิลีนจะปล่อยออกมาเพิ่มมากขึ้นที่ Pre-climacteric มีการปล่อยเอทธิลีนออกมาประมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม/1 วัน ที่อุณหภูมิ 11.667 องศาเซลเซียส และเพิ่มขึ้นที่ Climacteric Peak (ปิยวรรณ, 2544)

9. รงควัตถุ รงควัตถุที่สำคัญที่มักจะพบได้ในเปลือกของกล้วย คือ คลอโรฟิลล์, แคโรทีนอยด์ และเซนโธฟิลล์ เมื่อกล้วยเริ่มเกิดการสุกสีของเปลือกจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อถึงจุด Climacteric Peak ปริมาณของคลอโรฟิลล์จะค่อย ๆ ลดลง ปริมาณของแคโรทีนอยด์และเซนโธฟิลล์ที่มีอยู่ค่อย ๆ ปรากฏเด่นชัดเพิ่มขึ้น ทำให้เปลือกกล้วยมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น

กล้วยดิบมีปริมาณของคลอโรฟิลล์ประมาณ 50-100 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสดของเปลือก มีปริมาณของเซนโธฟิลล์ประมาณ 5-7 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสดของเปลือก และมีปริมาณของแคโรทีนอยด์ประมาณ 1.5-3.5 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสดของเปลือก (ปิยวรรณ, 2544)

2.2 กล้วยหอม (Cavendish Banana)

กล้วยหอม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Musa (AAA group) เป็นพืชตระกูลไม้ล้มลุก มีลักษณะของลำต้นเทียม (pseudostem) สูงประมาณ 2.5-3.5 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางขนาดมากกว่า 15 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกจะมีประดำอยู่เล็กน้อย ด้านในจะมีสีเขียวอ่อน และมีเส้นสีชมพู ส่วนของก้านใบมีร่องค่อนข้างกว้าง เส้นกลางใบจะมีสีเขียว ก้านช่อดอกจะมีขน กล้วยหอม 1 เครือจะมีกล้วยประมาณ 4-6 หวี ซึ่งในแต่ละหวีจะมีกล้วยอยู่ประมาณ 12-16 ผล และขนาดของกล้วยแต่ละผลจะมีความกว้างประมาณ 3-4 เซนติเมตร มีความยาวประมาณ 21-25 เซนติเมตร (ปิยวรรณ, 2544) ปลายผลมีจุกเห็นได้ชัดเจน เปลือกหุ้มผลกล้วยมีลักษณะที่บาง และเมื่อกล้วยสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่ส่วนของปลายจุกสีจะเปลี่ยนแปลงขึ้นในภายหลัง มีกลิ่นหอม รสชาติหวาน

2.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย

การศึกษาองค์ประกอบทางโดยรวมของกล้วยหอมดิบ พบว่าปริมาณความชื้นของกล้วยหอมมีปริมาณร้อยละมากที่สุดเมื่อเปรียบกับปริมาณของโปรตีน, ไขมัน, ใยอาหาร และเถ้า

ตารางที่ 2.2 วิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (Proximate analysis) ของกล้วยหอมดิบ

องค์ประกอบทางเคมี	(%)
ความชื้น	66.59
โปรตีน	0.87
ไขมัน	0.78
ใยอาหาร	0.30
เถ้า	1.11

ที่มา: ปิยวรรณ (2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แป้งกล้วย (Banana flour)

แป้งกล้วยหอมได้มาจากนำกล้วยดิบที่มีระยะความสุกระยะที่ 1 (Green) เปลือกมีสีเขียว ผลมีลักษณะที่แข็ง ไม่มีการสุกเกิดขึ้น มาผ่านกระบวนการการทำให้แห้ง เช่น การอบแห้ง เป็นต้น นำกล้วยที่ผ่านการทำให้แห้งมาบดให้ละเอียดให้มีลักษณะเป็นผง และนำมาร่อนให้ได้ขนาดที่ต้องการ แป้งกล้วยทำขึ้นเพื่อเป็นการถนอมอาหารและสามารถนำไปเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ขนมอบและผลิตภัณฑ์ขนมไทย เป็นต้น

แป้งกล้วยมีคุณค่าทางโภชนาการที่สูง มีปริมาณของคาร์โบไฮเดรต, เกลือแร่ และวิตามินสูงกว่าแป้งหลายชนิด เช่น แป้งสาลี, แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวโพด เป็นต้น

2.3.1 คุณสมบัติของแป้งกล้วย

แป้งกล้วยมีกลิ่นที่เฉพาะตัว มีคุณสมบัติทางกายภาพที่รวมตัวกับน้ำได้ดี คือ เมื่อได้รับอุณหภูมิที่สูงขึ้น แป้งกล้วยจะเกิดการพองตัวใส เมื่อปล่อยให้อุณหภูมิลดลงแป้งกล้วยจะเกิดลักษณะคล้ายกับวุ้น เนื่องจากแป้งกล้วยเป็นแป้งที่มีปริมาณของอะไมโลสสูง

2.3.2 กระบวนการผลิตแป้งกล้วย

นำกล้วยหอมดิบที่ระยะความสุก ระยะที่ 1 (Green) มาทำการปอกเปลือกและหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ หนา 2 มิลลิเมตร และวางบนถาดอะลูมิเนียมก่อนนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh และทำการเก็บแป้งที่ได้จากการร่อน ทำการบรรจุใส่ถุงซิปล็อค ชนิด PE (Polyethylene) และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.4 ขนมปัง (Bread)

ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่อาศัยยีสต์ทำให้เกิดการขึ้นฟู ซึ่งมีส่วนผสมหลัก คือ แป้งสาลี ยีสต์ เกลือ น้ำ และส่วนผสมอื่น ๆ เช่น น้ำตาล ไข่ นม เนย ฯลฯ เป็นต้น เมื่อนำส่วนผสมมานวดให้รวมตัวกันจนได้เป็น “โด” (Dough) ลักษณะของโดจะเป็นสีขาวนวลหรือมีสีเข้มตามชนิดของแป้งที่ใช้เป็นส่วนผสม

2.4.1 ชนิดของขนมปัง

โดยทั่วไปขนมปังสามารถแบ่งได้ตามปริมาณของไขมันเป็น 4 ชนิดดังนี้

2.4.1.1 ขนมปังที่มีปริมาณไขมันต่ำ 0-3% ได้แก่ ขนมปังที่มีลักษณะผิวค่อนข้างแข่ง เช่น ดินเนอร์โรล ขนมปังฝรั่งเศส เป็นต้น (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

2.4.1.2 ขนมปังที่มีปริมาณไขมันปานกลาง 3-6% ได้แก่ ขนมปังจืดทั่วไป ขนมปังแซนวิช ขนมปังหัวกะโหลกชนิดจืด เป็นต้น (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

2.4.1.3 ขนมปังที่มีปริมาณไขมันสูง 6-12% ได้แก่ ขนมปังหวานชนิดมีไส้และขนมปังที่มีเนื้อนุ่ม เช่น ซอฟต์บัน ขนมปังแฮมเบอร์เกอร์ ขนมปังลูกเกด เป็นต้น (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.4 ขนมปังที่มีปริมาณไขมันสูงมาก ๆ 12-24% ได้แก่ ขนมปังหวาน ขนมปังผลไม้ ขนมปังมะพร้าว เป็นต้น (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

2.4.2 ส่วนผสมพื้นฐานของขนมปัง

2.4.2.1 แป้งสาลี

ทำมาจากข้าวสาลีมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Triticum aestivum L.* ซึ่งสามารถแบ่งโครงสร้างของเมล็ดข้าวสาลีได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่

- เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) เป็นส่วนที่มีอยู่มากที่สุดขององค์ประกอบทั้งหมดของเมล็ดข้าวสาลี มีอยู่ประมาณ 83% เป็นอาหารที่หล่อเลี้ยงส่วนของจมูกข้าว มีทั้งโปรตีนและสตาร์ช โดยที่สตาร์ชจะอยู่ในรูปของเม็ดแป้ง และอยู่ในโครงสร้างร่างแหของโปรตีน (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

- รำข้าว (Bran) เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ประมาณ 14.5% (นภัสรพี และสวามินี, 2559) เป็นส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด

- จมูกข้าว (Germ) เป็นองค์ประกอบส่วนที่เหลือของเมล็ด มีอยู่ประมาณ 2.5% จมูกข้าวเป็นส่วนที่อุดมด้วยสารอาหาร เกลือแร่ และวิตามิน (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

1. องค์ประกอบของแป้งสาลี

- เถ้า (Ash) คือ สิ่งที่บ่งบอกปริมาณรำที่ปนมาในแป้งสาลีว่ามีปนมาปริมาณมากน้อยแค่ไหน หากโม่เอาส่วนของรำออกมาได้มาก เถ้าจะมีค่าที่ต่ำ

- ความชื้น (Moister) ควรมีปริมาณความชื้นไม่ต่ำกว่า 14%

- สตาร์ช (Starch) ควรมีปริมาณอยู่ที่ 63-77%

- เพนโตซาน (Pentosan) เป็นส่วนประกอบของเส้นใยอาหารที่ช่วยในการดูดน้ำของแป้งและช่วยเรื่องโครงสร้างความแข็งแรงในแป้ง มีอยู่ประมาณ 2-3%

- โปรตีน (Protein) มี 2 ชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ไกลอะดิน (Gliadin) และกลูเตนิน (Glutenin) เมื่อรวมกันแล้วจะได้เป็น “กลูเตน” (Gluten) ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดที่ไม่ละลายน้ำและทำให้เกิดความยืดหยุ่น นอกจากนี้ยังมีโปรตีนชนิดที่ละลายน้ำ คือ อัลบูมิน (albumin) และโกลบูลิน (Globulin) แต่โปรตีนชนิดนี้จะไม่มีผลต่อแป้งสาลีมากนัก (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

- เอนไซม์ (Enzyme) ส่วนใหญ่เป็นเอนไซม์อะไมเลส แต่ก็มีไลเปส และโปรตีเอสซึ่งช่วยให้โดมีการยืดตัว (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

2. การแบ่งชนิดของแป้งสาลี

ในประเทศไทยจะไม่มีการระบุปริมาณเถ้า ดังนั้นสิ่งที่บ่งบอกความแตกต่างของแป้งสาลีแต่ละชนิดได้ดีที่สุด คือ ปริมาณของโปรตีน ซึ่งจะแบ่งชนิดของแป้งสาลีตามเกณฑ์ได้ดังนี้

- แป้งขนมปัง คือ แป้งที่ทำมาจากข้าวสาลีชนิดแข็ง มีปริมาณของโปรตีนอยู่ที่ 12-14.5% ลักษณะของแป้งจะมีสีครีม เนื้อหยาบ สามารถนำไปทำเป็นขนมปังได้ทุกชนิด (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แป้งสาลีอเนกประสงค์ คือ แป้งที่ทำมาจากข้าวสาลีชนิดแข็งและอ่อนรวมกัน มีปริมาณของโปรตีนอยู่ที่ 10-12% ลักษณะของแป้งจะมีสีที่ขาวกว่าสีของแป้งขนมปัง เหมาะสำหรับการทำขนมปังบางชนิด ปาท่องโก๋ และคุกกี้ เป็นต้น (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

- แป้งเค้ก คือ แป้งที่ทำมาจากข้าวสาลีชนิดอ่อน มีปริมาณของโปรตีนอยู่ที่ 7-9% มีขนาดอนุภาคที่ละเอียดมาก ลักษณะของแป้งจะมีสีขาวมากกว่าสีของแป้งขนมปัง และแป้งอเนกประสงค์ ซึ่งแป้งเค้กสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ แป้งเค้กที่มีการเติมคลอรีน เป็นแป้งที่มีความขาวมากที่สุด เพราะเมื่อเติมคลอรีนจะทำให้แป้งขาวและกลูเตนแข็งแรงมากขึ้น เหมาะสำหรับทำเค้กที่มีองค์ประกอบของไขมันและน้ำตาลที่สูง และอีกชนิดคือแป้งที่ไม่มีการเติมคลอรีน เหมาะสำหรับการทำซาลาเปา ขนมปุยฝ้าย และแยมโรล เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งชนิดนี้จะมีความนุ่มและความขาว (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

2.4.2.2 ยีสต์ (Yeast)

เป็นวัตถุดิบสำคัญที่ช่วยทำให้ขนมปังขึ้นฟู อาหารที่จำเป็นของยีสต์คือน้ำตาล อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ที่ 27-35 องศาเซลเซียส สามารถแบ่งประเภทของยีสต์เป็น 3 ชนิด ดังนี้

- ยีสต์สด (Fresh Yeast) ประกอบด้วนน้ำ 70% โดยที่อีก 30% จะประกอบไปด้วยยีสต์และอาหารของยีสต์ ยีสต์ชนิดนี้มีลักษณะเป็นก้อน ก่อนนำมาใช้ให้ละลายในน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 38 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้ขนมปังมีกลิ่นรสที่ดี เนื้อสัมผัสนุ่ม สัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้คือประมาณ 3-5% ของน้ำหนักแป้ง (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

- ยีสต์แห้งชนิดเม็ด (Active Dry Yeast) ประกอบไปด้วยน้ำ 5-7% มีลักษณะเป็นเม็ดกลม แห้ง มีความชื้นต่ำ สามารถเก็บไว้ได้นานกว่ายีสต์สด ก่อนนำมาใช้ให้ละลายในน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 40-45 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำไปผสมเข้ากับแป้ง สัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้คือประมาณ 1.5-2% ของน้ำหนักแป้ง (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

- ยีสต์แห้งชนิดผงละเอียด (Instant Dry Yeast) ประกอบไปด้วยน้ำประมาณ 5% ยีสต์ชนิดนี้ไม่ต้องนำมาละลายน้ำก่อน สามารถผสมรวมกับแป้งและของแห้งอื่น ๆ ได้ทันที สัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้คือประมาณ 1-2% ของน้ำหนักแป้ง ยีสต์ชนิดนี้บางยี่ห้อจะมีการแบ่งเป็นยีสต์สำหรับขนมปังจืด (มีปริมาณของน้ำตาลน้อยกว่า 10% ของน้ำหนักแป้ง) และขนมปังหวาน (มีปริมาณของน้ำตาลน้อยกว่า 20% ของน้ำหนักแป้ง) (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

หน้าที่ของยีสต์ที่ต่อขนมปัง

1. สร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้โดเกิดการขยายตัว
2. ทำให้เกิดโครงสร้างและลักษณะของเนื้อโด
3. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสเฉพาะตัว
4. ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารในส่วนของโปรตีน

2.4.2.3 เกลือ (Salt)

เป็นวัตถุดิบที่ช่วยทั้งในเรื่องของรสชาติและช่วยเสริมให้กลิ่นต่าง ๆ เด่นชัดขึ้น (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.4 น้ำ (Water)

เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยทำให้โปรตีนที่อยู่ในแป้งรวมตัวเป็นกลูเตน เป็นตัวควบคุมความเหนียวและอุณหภูมิของโด เป็นตัวที่ช่วยทำละลายเกลือ ช่วยทำให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันได้ดี (นภัสรพี และสวามินี, 2559)

2.4.2.5 น้ำตาล (Sugar)

เป็นสารประกอบอินทรีย์ มีลักษณะเป็นผลึกละลายได้ดีในน้ำ ให้รสหวาน เป็นส่วนที่ช่วยทำให้ขนมมีความชุ่มชื้นและมีกลิ่นหอม (นภัสรพี และสวามินี, 2559) น้ำตาลถูกจัดให้อยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

1. ประเภทของน้ำตาล

- น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) มีขนาดโมเลกุลเล็ก สามารถดูดซึมได้โดยไม่ต้องทำการย่อย น้ำตาลชั้นเดียว ได้แก่ กลูโคส (Glucose), ฟรุกโตส (Fructose) และกาแลคโทส (Galactose)

- น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) ประกอบไปด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล ได้แก่ ซูโครส (Sucrose), แลกโทส (Lactose) และมอลโทส (Maltose) น้ำตาลโมเลกุลคู่จำเป็นต้องอาศัยเอนไซม์ย่อยสลายเพื่อทำให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว จึงจะดูดซึมได้

- น้ำตาลหลายชั้น (Polysaccharide) มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ประกอบด้วย น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายโมเลกุล ได้แก่ สตาร์ชในพืช ไกลโคเจนในสัตว์ และเซลลูโลสในกากใยพืช คุณสมบัติของน้ำตาลชนิดนี้คือไม่มีรสหวาน

2. ชนิดของน้ำตาล

- น้ำตาลทราย มี 2 แบบ คือ แบบขาวบริสุทธิ์ (Refined sugar) และแบบธรรมชาติ (Natural sugar) ซึ่งแต่ละยี่ห้อจะมีความละเอียดที่แตกต่างกัน ลักษณะของน้ำตาลที่นำมาทำเบเกอรี่ที่ดีควรมีสีขาว สะอาด และมีความละเอียด เพื่อให้ง่ายต่อการผสม

- น้ำตาลชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ตกผลึก ได้แก่ น้ำตาลที่อยู่ในสภาพเหลว

3. คุณสมบัติของน้ำตาล

- เป็นสารให้ความหวาน รสหวานของน้ำตาลเป็นรสที่ได้มาจากธรรมชาติ ฟรุกโตส (Fructose) เป็นน้ำตาลที่มีความหวานสูงที่สุด โดยทั่วไปน้ำตาลที่นิยมใช้มากที่สุดคือน้ำตาล ซูโครส (Sucrose) หรือน้ำตาลทราย

- น้ำตาลโดยทั่วไปมักละลายน้ำได้ดี โดยปกติจะละลายได้ประมาณร้อยละ 30-80 ปริมาณที่ละลายได้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการละลาย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความสามารถในการละลายจะเพิ่มสูงขึ้น

- การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในอาหาร (Browning Reaction) พบว่ามีสารสีน้ำตาลเกิดขึ้น เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาทางเคมีที่ไม่มีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง

- การดูดความชื้นของน้ำตาลแต่ละชนิด จะมีความแตกต่างกันด้านความสามารถในการดูดความชื้นจากบรรยากาศ ซึ่งช่วยให้อาหารมีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม และชุ่มฉ่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- น้ำตาลสามารถเก็บรักษาความชื้นไว้ได้โดยไม่เกิดการคายออกสู่บรรยากาศ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบ เก็บรักษาไว้ได้นานโดยที่ไม่เกิดลักษณะของขนมที่แห้งหรือแข็งเร็วเกินไป

2.5 วิธีการผสม

นภัสรพี และสวามินี (2559) ได้อธิบายไว้ว่าวิธีที่นิยมทำกันทั่วไปมีอยู่ 2 วิธีคือ

2.5.1 การผสมแบบขั้นตอนเดียว (Straight-dough Method)

เป็นวิธีการที่รวดเร็วและง่ายกว่าวิธีที่สอง สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

2.5.1.1 การผสมแบบทั่วไป (Standard Straight-dough Method)

1. ผสมยีสต์เข้ากับแป้งโดยตรง ถ้ามีนมผงให้ใส่ลงไปในขั้นตอนนี้
2. ใส่เกลือ และน้ำตาลลงในชามผสม คนให้ส่วนผสมเข้ากันดี พักไว้
3. เติมส่วนผสมในข้อ 2 ลงในข้อ 1 จากนั้นนวดด้วยความเร็วต่ำจนเข้ากัน
4. เติมไขมันลงไป แล้วทำการนวดต่อด้วยความเร็วปานกลางประมาณ 20-25 นาที จนโดมีลักษณะเรียบเนียน แห้ง และมีความยืดหยุ่น
5. นำโดมาหมักต่อประมาณ 90 นาทีแล้วจึงไล่อากาศออก จากนั้นหมักต่ออีก 15-30 นาที หรือจนกว่าโดจะขยายตัวให้มีขนาดเกือบสองเท่า แล้วจึงนำมาตัดแบ่งเป็นก้อนตามขนาดที่ต้องการ พักโดอีกครั้ง แล้วนำมาปั้นเป็นรูปทรงตามต้องการ ใส่ลงในพิมพ์หรือถาด นำโดไปหมักอีกครั้ง สุดท้ายจึงนำเข้าอบ

2.5.1.2 การผสมแบบทุ่นเวลา (No-time Dough Method)

ข้อดีของวิธีนี้คือ ไม่จำเป็นต้องพักนาน แต่ข้อเสียคือ ต้องใช้สารเสริมอื่น ๆ เพื่อช่วยให้โดมีลักษณะที่ดี ต้องใช้ปริมาณของยีสต์มากกว่าเดิม 2-3 เท่า และจำเป็นต้องใช้เครื่องมืออื่นช่วย เช่นเครื่องรีด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. นวดส่วนผสมทั้งหมด ยกเว้นไขมัน โดยใช้ความเร็วต่ำสุดประมาณ 2 นาที
2. ใส่ไขมันลงไป ใช้ความเร็วปานกลางประมาณ 2-3 นาที
3. นำโดที่ผสมแล้วไปเข้าเครื่องรีดจนเรียบ
4. ตัดแบ่งโดเป็นก้อนกลม พักไว้ 10 นาที
5. ปั้นโดเป็นรูปทรงที่ต้องการ แล้วนำไปใส่ลงในพิมพ์
6. หมักโดไว้ในพิมพ์ประมาณ 120 นาที แล้วจึงนำไปเข้าอบ

2.5.2 วิธีการผสมแบบสองขั้นตอน หรือสปันจ์โด (Sponge-dough Method)

เป็นวิธีที่ต้องแบ่งส่วนผสมออกเป็น 2 แล้วค่อยนำมารวมกัน มีวิธีทำดังนี้

1. ผสมส่วนผสมแรก ได้แก่ แป้งขนมปัง น้ำ และยีสต์ เข้าด้วยกัน คนผสมประมาณ 4-5 นาที จนส่วนผสมเข้ากัน ซึ่งโดที่ได้จะเรียกว่า สปันจ์ (Sponge) เสร็จแล้วจึงนำไปหมักต่อประมาณ 2-6 ชั่วโมง หรือนานมากกว่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อหมักสปันจ์จนได้ที่แล้ว จึงนำมาใส่ส่วนผสมส่วนที่เหลืออยู่ตามสูตร แล้วนวดให้เข้ากัน ก็จะได้ส่วนผสมที่เรียกว่าโด (Dough)

3. พักโดไว้ประมาณ 20-30 นาที หรือจนกว่าโดจะขยายตัวเกือบสองเท่า แล้วจึงตัดแบ่งก้อนโดตามขนาดที่ต้องการ จากนั้นจึงพักโด ทำรูปทรงตามต้องการ นำไปใส่พิมพ์ แล้วหมักโดอีกครั้งก่อนนำไปเข้าอบ

2.6 ขั้นตอนการทำขนมปัง

นภัสรพี และสวามินี (2559) ได้อธิบายไว้ว่าการทำขนมปังสามารถแบ่งได้เป็นขั้นตอนหลักดังนี้

2.6.1 การผสมแป้ง (Mixing)

เป็นขั้นตอนที่ช่วยทำให้ส่วนผสมเข้ากัน ช่วยทำให้กลูเตนในแป้งอยู่ในจุดที่จะใช้ได้ เมื่อผสมแป้งเสร็จแล้วส่วนผสมต่าง ๆ จะรวมตัวกันเป็นก้อนเรียกว่า “โด” (Dough) การนวดแป้งในแต่ละครั้งจะทำให้เกิดกลูเตน และเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับแป้ง

2.6.2 การหมักโด (Fermentation)

โดที่เหมาะสมจะมีลักษณะที่เรียบเนียน มีความเหนียว และมีความยืดหยุ่นดี ทำการหมักโดตามระยะเวลาที่สูตรแต่ละสูตรระบุให้ อุณหภูมิของก้อนแป้งที่เหมาะสมคือ 26-28 องศาเซลเซียส สถานที่ที่ใช้ในการหมักจะต้องสะอาด ปราศจากกลิ่น และมีอุณหภูมิตู้หมักที่ประมาณ 37-40 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70-78% หากไม่มีห้องสำหรับหมักให้ใช้พลาสติกใสคลุมอ่างผสม โดที่หมักได้ที่จะมีขนาดเพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัว และมีลักษณะเป็นก้อนกลมเนียน

2.6.3 การลดปริมาณของก้อนโดหรือการไล่อากาศ (Punching)

การไล่อากาศในก้อนโดเพื่อลดปริมาตร ซึ่งอากาศที่ไล่คือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ วิธีการคือค่อย ๆ ต่อยก้อนโดเบา ๆ ให้ทั่วทั้งก้อน ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำให้อุณหภูมิของก้อนโดเท่ากันทั้งก้อน ช่วยให้ยีสต์ทำงานได้ดีขึ้น ช่วยให้กลูเตนที่ขยายตัวในตอนแรกได้พัก และพร้อมที่จะขยายตัวใหม่เพื่อให้โครงสร้างที่มีความแข็งแรงมากขึ้น

2.6.4 การตัดแบ่งก้อนโด (Dividing หรือ Rounding)

เป็นการตัดแบ่งก้อนโดให้มีน้ำหนักเท่า ๆ กัน แล้วจึงนำมาคลึงให้เป็นก้อนกลม ๆ

2.6.5 การพักโดหลังจากคลึงเป็นก้อนกลม (Bench Time)

เป็นการพักโด เพื่อทำให้เกิดการคลายตัวจากการถูกตัดแบ่งและการคลึง โดยจะพักโดเป็นเวลาประมาณ 10-15 นาที ขั้นตอนนี้กลูเตนจะยืดตัวอย่างช้า ๆ มีปริมาตรเพิ่มขึ้น และผิวนอกของโดเรียบเนียน

2.6.6 การทำรูปร่างโด (Shaping)

เมื่อพักจนครบเวลาแล้ว ให้นำก้อนโดมาปั้นหรือขึ้นรูปตามต้องการ เมื่อเสร็จแล้วจึงนำมาวางลงในพิมพ์ที่ทาเนยขาวเตรียมไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 การหมักโดก่อนเข้าอบ (Proofing)

ให้ทิ้งโดที่อยู่ในแม่พิมพ์ ไว้ที่อุณหภูมิห้องหรือในตู้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมคือประมาณ 37-40 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ที่ 80-83% ระยะเวลาในการพักครั้งสุดท้ายจะอยู่ที่เวลาประมาณ 45-60 นาที ซึ่งโดจะขึ้นประมาณ 70-80% ของพิมพ์

2.6.8 การอบ (Baking)

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอบคือตั้งแต่ 180-260 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาในการอบประมาณ 15-60 นาที ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิด ขนาด และรูปทรงของโด ยีสต์ที่ใส่ลงไปจะหยุดการทำงานเมื่ออุณหภูมิอยู่ที่ 43 องศาเซลเซียส และจะตายเมื่ออุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส ส่วนของกลูเตนในโดจะแข็งตัวเมื่ออุณหภูมิ 74 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้ได้ลักษณะและรูปร่างของขนมปังตามที่ต้องการ และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเปลือกด้านนอกจะแห้งแข็ง เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เกิดความมันเงา เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดไว้จะได้ขนมปังที่มีรูปทรง และมีสีน้ำตาลสวยตามที่ต้องการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปิยวรรณ (2544) ได้ทำการศึกษาการผลิตแป้งกล้วย องค์ประกอบทางเคมีของกล้วยหอม พบว่ามีปริมาณความชื้น ร้อยละ 0.22 ปริมาณโปรตีน ร้อยละ 0.87 ปริมาณไขมัน 0.78% ปริมาณใยอาหาร ร้อยละ 0.87 และปริมาณเถ้า 1.11% เมื่อทำการวัดค่าสี L* a* b* พบว่าค่า L* ของแป้งกล้วยหอมมีค่าสูงกว่าแป้งกล้วยน้ำว้า ค่า a* ของแป้งกล้วยหอมมีค่าต่ำกว่าแป้งกล้วยน้ำว้า แต่ค่า b* ไม่มีความแตกต่างกัน

อาคม และคณะ (2546) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโฮลวีตจากข้าวสาลีที่ปลูกในเขตภาคเหนือตอนบน โดยใช้แป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดทดแทนแป้งสาลีอเนกประสงค์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ปรากฏว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนคุณภาพทางกายภาพ พบว่าการวัดค่าสี L* a* b* มีค่าความสว่าง (L*) น้อยกว่าสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) และสีของขนมปังโฮลวีตที่ใช้แป้งสาลีโม่ทั้งเมล็ด ทั้ง 10 สายพันธุ์ จะออกไปในทิศทางสีแดงเหลืองมากกว่าสูตรพื้นฐาน ค่าความแข็งจากค่าเนื้อสัมผัสของขนมปังโฮลวีตสูตรพื้นฐานกับขนมปังโฮลวีตที่ใช้แป้งสาลีโม่ทั้งเมล็ด ทั้ง 10 สายพันธุ์ มีค่าความแข็งที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ยกเว้นแป้งข้าวสาลีโม่ทั้งเมล็ดฝาง 60 ส่วนปริมาตรจำเพาะ พบว่าขนมปังโฮลวีตที่ใช้แป้งสาลีโม่ทั้งเมล็ด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับสูตรพื้นฐาน

บุญญาพร (2559) ได้ทำการศึกษาสูตรขนมปังโฮลวีตทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ลดไขมันและน้ำตาล ปรากฏว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ได้จากการทดสอบจากผู้ทดสอบชิม ได้ผลว่าสูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับในทุกคุณลักษณะมากกว่าสูตรอื่น จึงได้นำมาพัฒนาต่อ โดยการทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ 0%, 15%, 30% และ 45% พบว่าค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรปริมาณ 15% ได้รับคะแนนสูงสุด

จิรนาถ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการใช้แป้งกล้วยหอมทองดิบที่มีสมบัติต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในผลิตภัณฑ์พาสต้า ปรากฏว่ากแป้งกล้วยดิบที่มีสมบัติต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ (Resistant starch; RS) แป้งกล้วยหอมทองดิบมีค่า RS สูงสุด มีปริมาณร้อยละการละลายและกำลังการพอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวต่ำ จากการคัดเลือกแป้งกล้วยหอมทองดิบมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์พาสต้า โดยการแปรผันแป้งกล้วยหอมทองดิบทดแทนเซโมลินา (0%, 15%, 30% และ 45% โดยน้ำหนักแป้งพบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยหอมทองดิบมากขึ้นพาสต้ามีสีเหลืองลดลง ซึ่งสอดคล้องกับค่า L* และค่า b* ของผลิตภัณฑ์ที่มีค่าลดลง โดยผลิตภัณฑ์มีสีส้มแดง-สีเหลือง เมื่อใช้ปริมาณแป้งกล้วยหอมทองดิบเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น ในขณะที่มีปริมาณโปรตีน ไขมันและความชื้นลดลงเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม

วรัชยา และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบโดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลี ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบสูตรที่ 3 ทุกคุณลักษณะมากที่สุด จึงนำมาพัฒนาต่อโดยการดัดแปลงจากสูตรพื้นฐาน จากนั้นใช้แป้งกล้วยน้าว้ามาทดแทนแป้งสาลี ในอัตราส่วนที่มีความแตกต่างกัน 4 ระดับ 25%, 50%, 75% และ100% (ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมด) เป็นจำนวน 4 ตัวอย่าง นำผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยดังกล่าว มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale พบว่า การใช้แป้งกล้วยน้ำว้า ที่ 100% มีคะแนนความชอบของผู้บริโภคมากที่สุด ค่าสี L* a* b* ของผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบสูตรพื้นฐาน และผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบโดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลี อัตราส่วน 25%, 50%, 75% และ 100% พบว่าเมื่อใช้ปริมาณแป้งกล้วยน้ำว้าที่เพิ่มขึ้นพบว่าค่าสีที่วัดได้จะมีค่าเพิ่มขึ้น อัตรส่วนที่เพิ่มขึ้นของแป้งกล้วยจะมีปริมาณเส้นใย และคาร์โบไฮเดรตลดลง ขณะที่ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้น

อภิญญา และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษาการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมสาลี่กรอบ พบว่า ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale พบว่าผลการคัดเลือกสาลี่กรอบที่ทดแทนแป้งกล้วยที่มีความแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0% 10% 20% และ 30% ผู้ทดสอบให้การยอมรับที่ระดับร้อยละ 10 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงที่สุด ค่าสี L* a* b* ของผลิตภัณฑ์ขนมสาลี่กรอบสูตรพื้นฐาน มีค่า L* a* b* ที่แตกต่างจากขนมสาลี่กรอบที่มีการทดแทนแป้งกล้วย ($p \leq 0.05$) ด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมสาลี่กรอบสูตรพื้นฐาน มีค่าความแข็งมากกว่าขนมสาลี่กรอบที่มีการทดแทนแป้งกล้วย ($p \leq 0.05$) และมีค่าความยืดหยุ่น ความสามารถเกาะรวมตัวกัน ค่าความเหนียว และค่าการทนต่อการเคี้ยวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ขนมสาลี่กรอบที่มีการทดแทนแป้งกล้วยให้พลังงานที่น้อยกว่าขนมสาลี่สูตรพื้นฐาน แต่มีปริมาณของใยอาหารที่มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

แป้งกล้วยหอมดิบ
แป้งขนมปัง ยี่ห้อ UFM (White swan)
น้ำตาลทรายขาว ยี่ห้อ มิตรผล
นมผง ยี่ห้อ Dairy farm
เนยขาว ยี่ห้อ เซสท์
เกลือ ยี่ห้อ ปรุงทิพย์
ยีสต์แห้ง (แบบจืด) ชนิดผง ยี่ห้อ Saf-Instant
น้ำเย็น

3.1.2 สารเคมี

กรดซัลฟูริกเข้มข้น 95-98% (H_2SO_4 conc., AR grade)
สารเร่งปฏิกิริยา [สารผสมระหว่าง copper sulfate (CuSO, SHO)
กับ potassium sulfate K_2SO_4 ในอัตราส่วน 1: 9
สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0. 1 นอร์มอล
สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0. 1 นอร์มอล
Potassium hydrogen phthalate
ฟีนอล์ฟธาลีน (Phenolphthalein)
สกรีนเมทธิลเรดอินดิเคเตอร์ (Screened methyl red indicator)
กรดบอริกความเข้มข้น 4% (w / v)
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 40% (w / v)
สารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 1.25% (0.255 ± 0.005 N)
สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 1.25% (0.313 ± 0.005 N)
Ethyl alcohol 95

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ทำขนมปังทดแทนแป้งกล้วย

เครื่องผสม (ยี่ห้อ KitchenAid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวตีแบบตะขอ
เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล 4 ตำแหน่ง
ถาดอบสแตนเลส
อ่างผสมสแตนเลส
ถ้วยเตรียมส่วนผสม
พายยาง
ตะแกรงพักขนม
ที่ร่อนแป้ง
เตาอบ (ยี่ห้อ OMG)
ถุงมือทนความร้อน
แปรงทาเนย
มีดฟันเลื่อย
ถ้วยตวงของเหลว
ถ้วยตวงของแห้ง
ฟิล์มยืดห่ออาหาร (Plastic food wrap)
ไม้คลึงแป้ง
พิมพ์ขนมปังพร้อมฝาปิด

3.2.2 อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ทางกายภาพและจุลชีวะ
ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
เครื่องปั่น/บดของแห้ง (ยี่ห้อ Philips)
เครื่อง sieve tester
ตะแกรงอะลูมิเนียมสำหรับใช้งานกับตู้อบลมร้อน
เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Stable Micro System Texture Analyzer, TA-X2i)
เครื่องวัดค่าสี (Minolta CR-400, Japan)
ช้อนตักสาร
แท่งแก้วงอ
ตู้บ่มเชื้อ
เครื่อง autoclave
ตะเกียงแอลกอฮอล์
ปิเปต ขนาด 1 ml
ปิเปต ขนาด 0.1 ml
เครื่องตีปั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถุงปลอดเชื้อ
จานอาหารเลี้ยงเชื้อ
น้ำยาฆ่าเชื้อ
เตาไฟฟ้า
เตาเผา
Moisture can
ถ้วยสำหรับเผาเถ้า (crucible)
โถดูดความชื้น (desiccator)
ที่คีบ
ที่คีบบีกเกอร์ไขมัน
ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 ml
ขวดปรับปริมาตรขนาด 500 ml
บิวเรตขนาด 50 ml
สแตนด์พร้อมที่หนีบบิวเรต
แว่นตากันสาร
ถุงมือกันกรด

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมแป้งกล้วยหอมเขียวดิบ

เลือกกล้วยหอมเขียวที่มีระดับความสุก
ในระดับที่ 1 (มีสีเขียว และดิบ)

↓

ปลอกเปลือกและหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ หนา 2 มิลลิเมตร

↓

วางบนถาดอะลูมิเนียมก่อนนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

↓

นำไปบดให้เป็นและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 mesh

↓

แป้งกล้วยหอมที่ผ่านกระบวนการร่อน บรรจุใส่ถุงซิปล็อค ชนิด PE (Polyethylene) และเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตแป้งกล้วยหอมเขียวดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การศึกษาทดแทนแป้งกล้วยหอมเขียวในสูตรผลิตภัณฑ์ขนมปังโฮลวีต

3.3.2.1 สูตรพื้นฐานของการทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง

สูตรพื้นฐานของการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังเลือกใช้ในงานวิจัยนี้ โดยเลือกใช้สูตรจาก (บุญญาพร, 2559) ที่ได้ทำการศึกษาไว้ว่าเป็นสูตรที่ได้รับคะแนนจากการทดลองคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มากที่สุด

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนรายละเอียดของสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ขนมปังโฮลวีต

วัตถุดิบ	อัตราส่วน (กรัม)
แป้งโฮลวีต	500
แป้งขนมปัง	500
น้ำ	275
ยีสต์	10
น้ำตาลทราย	60
เกลือ	8
นมผง	30
น้ำเย็น	300
เนยขาว	60

หมายเหตุ ในการทดลองจะไม่ใส่ส่วนประกอบของแป้งโฮลวีตลงในผลิตภัณฑ์

ที่มา: บุญญาพร (2559)

ตาราง 3.2 ปริมาณที่เหมาะสมของแป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช จำนวน 5 สูตร

	สูตรที่ (กรัม)				
วัตถุดิบ	**สูตรที่ 1 (0%)**	**สูตรที่ 2 (20%)**	**สูตรที่ 3 (30%)**	**สูตรที่ 4 (40%)**	**สูตรที่ 5 (50%)**
แป้งสาลี	500	400	350	300	250
น้ำ	275	275	275	275	275
ยีสต์	10	10	10	10	10
น้ำตาลทราย	60	60	60	60	60
เกลือ	8	8	8	8	8
นมผง	30	30	30	30	30
เนยขาว	60	60	60	60	60
แป้งกล้วย	0	100	150	200	250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแบ่งการทดลองโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียวดิบทดแทนแป้งสาลี ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง ตามสูตรซึ่งได้ทำการศึกษาไว้ว่าเป็นสูตรที่มีความเหมาะสม โดยมีอัตราส่วนดังนี้

- สูตรที่ 1 ทดแทนแป้งสาลี โดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียว 20%
- สูตรที่ 2 ทดแทนแป้งสาลี โดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียว 30%
- สูตรที่ 3 ทดแทนแป้งสาลี โดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียว 40%
- สูตรที่ 4 ทดแทนแป้งสาลี โดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียว 50%
- สูตรที่ 5 แป้งสาลีทั้งหมด (สูตรควบคุมพื้นฐาน)

ขั้นตอนในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช

ผสมส่วนของแห้งและของเหลวใส่ในส่วนผสมของโดว์ทั้งหมด

↓

เติมเนยขาวลงไป นวดจนเนียน

↓

แบ่งแป้งเป็นก้อน น้ำหนักก้อนละ 240 กรัม คลึงให้กลม พักไว้ 10 นาที

↓

ใช้ไม้คลึงออกให้เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมแล้วม้วนให้เป็นแท่งกลมยาวเท่าขนาดพิมพ์

ปิดตะเข็บให้แน่นวางบนพิมพ์ที่ทาด้วยเนยขาวแล้ว

พักไว้ รอให้ขึ้นตัวเป็น 2 เท่า ประมาณ 45 นาที

↓

อบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 – 30 นาที

↓

หั่นขนมปังแซนด์วิชเป็นแผ่นขนาดหนา 0.8 เซนติเมตร

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน

ที่มา: บุญญาพร (2559)

3.3.3 โดยนำผลิตภัณฑ์ขนมปังทั้ง 5 สูตร มาทำการทดสอบคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ให้คะแนนความชอบแบบ 9 – Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมดจำนวน 50 คน โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) และทำการคัดเลือกอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการคัดเลือก (อาคม และคณะ, 2546) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และหาความแตกต่างแบบ Duncan’s Multiple Range Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (proximate analysis)

โดยหาปริมาณของ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า และคาร์โบไฮเดรตของแป้งกล้วยหอมเขียวที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับแป้งสาลีที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการทำขนมปัง

1. การหาปริมาณโปรตีนโดยวิธีเจลดาห์ (kjeldahl method)

1) การย่อย ชั่งตัวอย่าง 0.5-1.0 กรัม ลงในหลอดย่อย เติม $CuSO_4$ และ $K2SO_4$ ในอัตราส่วน 1:8 ประมาน 10 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร ใส่ boiling chip 2-3 ลูก อุณหภูมิที่ใช้ย่อย 380-400 องศาเซลเซียส ประมาณ 60 นาทีหรือจนกว่าตัวอย่างในหลอดจะได้สารสะลายใสหรือฟ้าใส หลังจากนั้นปิดสวิทซ์ พร้อมยกแลคที่มีตัวอย่างขึ้นมาพักให้เย็น ในการทดลองต้องต่อเข้ากับชุดกำจัดไอกรด

2) การกลั่น นำตัวอย่างในหลอดย่อยต่อเข้ากับชุดกลั่นโปรตีนตรวจเช็คความเรียบร้อยของระบบการหล่อเย็น ถังน้ำกลั่น ถังโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40% โดยสายยางต้องจุ่มลงในถังทั้งสอง
เตรียมกรอบอริก 2% ปริมาณ 60 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู 500 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ Methyl red และ methyl blue อย่างละ 1 หยด ต่อเข้ากับชุดกลั่นโปรตีน

3) นำขวดรูปชมพูที่ได้จากการกลั่นซึ่งมีสีเขียว ไทเทรตด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N จนได้สารละสารเป็นสีชมพูม่วง บันทึกปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้
4.คำนวณหา%โปรตีน

2. การหาปริมาณไขมันโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย (Soxhlet apparatus)

ชั่งตัวอย่างที่อบไล่ความชื้นออกแล้ว 5.0-10.0 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรองใส่ลงในทิมเบิลตวงปิโตเลียมอีเทอร์ที่มีจุดเดือด 40-60° C ปริมาณ 160 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์ไขมันพร้อมกับ boiling chip 2-3 ลูก ที่ผ่านการอบไล่ความชื้นมาแล้ว ต่อเข้ากับชุด Soxhlet apparatus ใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง นำไปอบที่อุณหภูมิที่ 105° C เป็นเวลา 30 นาที ใส่บีกเกอร์ไขมันลงในโถดูดความชื้น นำไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน

3. การหาค่าความชื้นด้วยตู้อบลมร้อน

1) อบจานหาความชื้น (moisture can) พร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100-105 องศา หรือในตู้อบสุญญากาศอุณหภูมิ 60 องศา ประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน

2) ชั่งตัวอย่างอาหารให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 5 กรัม ใส่จานหาความชื้นพร้อมฝาปิดที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน

3) นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100-105 องศา หรือในตู้อบสุญญากาศอุณหภูมิ 60 องศา ประมาณ 4 ชม. ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน

4) ทำการอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักที่คงที่

5) คำนวณปริมาณร้อยละความชื้นของตัวอย่างอาหาร (% moisture content) และปริมาณร้อยละของของแข็งทั้งหมดของตัวอย่างอาหาร (% total solid)
6.การคำนวณหา % ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การหาเถ้าด้วยตู้เตาเผาไฟฟ้า

1) ชั่งน้ำหนักอย่างถูกต้อง 2-5 กรัมของอาหารที่เป็นจุดก่อนหน้านี้ระบายความร้อนและชั่งน้ำหนัก Crucibles (สำหรับอาหารที่มีความชื้นสูงหรือตัวอย่างของเหลวระเหยแห้งหรือนำไปอบในเตาอบที่ 100 องศาเซลเซียสสำหรับแป้งข้าวและธัญพืชอื่น ๆ เพิ่มไม่กี่หยดของกลีเซอรอลและผสมเบา ๆ

2) ให้ความร้อนโดยนำไปเผา ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส

3) นำ Crucibles ไปยังเตาเผาที่ประมาณ 550 องศาเซลเซียส และปล่อยจนกว่าจะมีสีขาวหรือเถ้าสีเทา (ถ้ามีสารตกค้างที่เป็นสีดำ. ทาด้วยจำนวนเล็ก ๆ ของน้ำที่จะละลายเกลือแห้งในเตาอบและทำซ้ำขั้นตอน ashing.

4) นำ Crucibles ที่ผ่านการอบแล้วไปใส่ไว้ใน Desiccator จาเย็น

5) เมื่อ Crucibles เย็นแล้วให้นำไปชั่งน้ำหนักและจดบันทึกน้ำหนักที่ได้

6) คำนวณ %เถ้า

5. การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยหยาบ

1) ตัวอย่าง 25 g ใส่ในบีกเกอร์หรือ flask

2) เติม 0.255N กรดซัลฟูริก 200 ml.

3) ต้มเดือดอ่อนๆ นานประมาณ 30 นาที ปิดฝา (ขณะต้มพยายามรักษาปริมาตรให้คงที่โดยการเติมน้ำร้อนให้เท่าเดิม และเขย่าเป็นครั้งคราว)

4) ทำให้เย็นใน 1 นาที

5) กรองด้วย Buchner funnel ผ่านผ้ากรอง ล้างด้วยน้ำร้อนจนกรดหมด test ด้วยpH-paper

6) ใส่บีกเกอร์ เติม 0.313N โซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 ml. และทำการย่อยด้วยการต้มเช่นข้อ 3

7) ทำให้เย็นใน 1 นาที กรองด้วย Buchner funnel ผ่านผ้ากรอง ล้างด้วยน้ำร้อนจนด่างหมด test ด้วย pH-paper

8) (ทำใน hood) ล้างด้วย Alcohol 10 ml. 2 ครั้ง และล้างด้วย Ether 10 ml. 3 ครั้ง

9) นำกากถ่ายใส่กระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก แล้วนำไปใส่ในจานแก้ว แล้วนำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ (Crude fiber + Mineral)

10) นำไปเผาที่ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (mineral)

11) คำนวณ %เส้นใยหยาบ

3.3.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพขนมปังโดยนำผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ได้รับการคัดเลือก มาทำการเก็บรักษาในถุงซิปล็อค ที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิห้องที่ใช้อยู่ในช่วง 29.8 – 37.8 องศาเซลเซียส) เป็นระยะ 7 วัน ตรวจสอบทุกวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 ทำการตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้นำผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีที่ได้รับการคัดเลือก

1. ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของขนมปังจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี

• ค่าสี ในระบบ L*a*b* โดยใช้เครื่องวัดค่าสี

• ค่าความแข็งโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส ใช้ตัวอย่างในการทดลองขนาด 25x25 cm โดยใช้หัวกดขนาด Cylinder prove P/35 (35 mm)

3.3.7 เพื่อศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในวันที่ 7โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ยีสต์ และรา ตามวิธีการของ AOAC (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2557)

1. วิธี spread plate นำตัวอย่างเริ่มต้นหรือที่เจือจางตามความเหมาะสม (1:10, 1:100 และ 1:1000) ปิเปตลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะชนิดแข็ง [Plate count agar (PCA)] ใช้แท่งแก้วงอเกลี่ยตัวอย่างที่เจือจางให้ทั่วจนกระทั่งผิวหน้าของวุ้นแห้ง นำไปบ่ม นับจำนวนโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะ

กรณีที่ตัวอย่างเป็นของแข็ง ให้ตัดตัวอย่างจากหลายๆ ตำแหน่งให้เป็นชิ้นเล็กๆ ผสมให้เข้ากัน สุ่มตัวอย่าง 25-50 กรัม ใส่ในถุงปราศจากเชื้อ เทสารละลายสำหรับเจือจางลงในตัวอย่างให้ได้ตัวอย่างที่เจือจางระดับ 1:10 แล้วทำการผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องตีปั่น 30-60 วินาที ปิเปตตัวอย่างที่เจือจาง 1:10 มา 10 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลายสำหรับเจือจาง 90 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างเจือจาง 1:100

การตรวจปริมาณ (enumeration) เท PCA ลงในจานเพาะเชื้อ หมุนให้อาหารเลี้ยงเชื้อกระจายทั่วตั้งทิ้งไว้ให้วุ้นแข็ง แล้วทำให้ผิวหน้า วุ้นแห้งปิเปตตัวอย่างเริ่มต้นหรือตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 1:10 หรืออื่น ๆ ตามความเหมาะสม 0.1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้า PCA ระดับความเจือจางละ 3 จานเพาะเชื้อ (triplicate) ใช้แท่งแก้วงอเกลี่ยให้ทั่วจนกระทั่งผิวหน้าของวุ้นแห้ง บ่มที่ 25 °C 5 วัน โดยไม่ต้องคว่ำจานเพาะเชื้อ และวางซ้อนกันไม่เกิน 3 จานเพาะเชื้อ เมื่อครบ 5 วัน ถ้าไม่มีการเจริญของเชื้อให้บ่มต่ออีก 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีเชื้อเจริญ 10-150 โคโลนี (ในกรณีที่มีปริมาณราจำนวนมาก จำนวนโคโลนีสูงสุดที่เหมาะสมในการนับอาจน้อยกว่า 150 โคโลนี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (Proximate analysis) ของแป้งกล้วยหอมเขียว

ตาราง 4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (Proximate analysis) ของแป้งกล้วยหอมเขียว

คุณลักษณะทางเคมี	ปริมาณ (%)
	แป้งกล้วยหอมเขียว
ความชื้น	8.28
เถ้า	3.01
โปรตีน	2.32
ไขมัน	0.45
ใยอาหาร	0.72
คาร์โบไฮเดรต	85.22

จากตารางที่ 4.1 พบว่าองค์ประกอบโดยประมาณ (Proximate analysis) ของแป้งกล้วยหอมเขียว พบว่าปริมาณขององค์ประกอบโดยประมาณที่มากที่สุดคือคาร์โบไฮเดรตมีค่าอยู่ที่ 85.22% ซึ่งมากกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของแป้งสาลีที่มีค่าอยู่ที่ 33.35% (ศิริวรรณ และคณะ, 2560) มีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 8.28% เถ้า 3.01% ซึ่งปริมาณของเถ้าจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณแร่ธาตุที่มาก แร่ธาตุที่มักพบมากในกล้วย ได้แก่ แคลเซียม โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม (อภิญญา และคณะ, 2561) โปรตีน 2.32% ไขมัน 0.45% และใยอาหาร 0.72% ปริมาณของใยอาหารจะมีผลทำให้ความเข้มข้นของกลูเตนที่ทำหน้าที่สร้าง gluten protein matrix เพื่อกักเก็บแก๊สลดลงและอาจเกิด interaction ระหว่างใยอาหารและกลูเตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาปริมาณการใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมปังแซนด์วิชจากงานวิจัย (บุญญาพร, 2559) ที่ได้ศึกษาว่าเป็นสูตรที่ได้รับคะแนนจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส นำมาศึกษาการใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชในปริมาณที่แตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 0% 20% 30% 40% และ 50% ของน้ำหนักแป้งสาลีทั้งหมด โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ 9 – Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวนทั้งหมด 50 คน ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไป นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และหาความแตกต่างแบบ Duncan's Multiple Range Test) คะแนนค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชแสดงดังตารางที่ 4.2

ตาราง 4.2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช			
	20%	30%	40%	50%
ลักษณะปรากฏ	7.66 ± 0.77^{a}	6.60 ± 0.76^{b}	5.04 ± 1.16^{c}	3.88 ± 1.45^{d}
สี	7.24 ± 0.87^{a}	6.46 ± 0.87^{b}	4.74 ± 1.18^{c}	4.12 ± 1.22^{d}
กลิ่น	7.30 ± 0.91^{a}	6.06 ± 1.00^{b}	4.48 ± 1.17^{c}	3.56 ± 1.47^{d}
รสชาติ	7.46 ± 0.76^{a}	5.96 ± 1.23^{b}	4.24 ± 1.21^{c}	3.28 ± 1.13^{d}
เนื้อสัมผัส	7.42 ± 0.81^{a}	5.78 ± 1.09^{b}	4.34 ± 1.71^{c}	3.08 ± 1.38^{d}
ความชอบโดยรวม	7.62 ± 0.67^{a}	6.06 ± 0.94^{b}	4.54 ± 1.05^{c}	3.40 ± 1.28^{d}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p\leq0.05$)

จากตารางที่ 4.2 จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจำนวน 4 ระดับ ได้แก่ 20% 30% 40% และ 50% พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับที่ระดับ 20% คุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีคะแนนมากที่สุด โดยมีคะแนนค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.66 7.24 7.30 7.46 7.42 และ 7.62 ตามลำดับ เมื่อนำมาทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p\leq0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี

ตาราง 4.3 วิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (Proximate analysis)

คุณลักษณะทางเคมี	ปริมาณ (%)	
	สูตรควบคุม	สูตรทดแทนแป้งสาลีโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียว 20%
ความชื้น	23.39±0.38[b]	31.50±1.15[a]
เถ้า	1.72±0.01[b]	1.84±0.04[a]
โปรตีน	12.67±0.07[a]	9.38±1.09[b]
ไขมัน	8.67±0.19[a]	8.39±0.01[b]
ใยอาหาร	1.92±0.09[b]	3.13±0.10[a]
คาร์โบไฮเดรต	51.64±0.67[a]	45.77±1.95[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 พบว่าสามารถนำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยประมาณ (Proximate analysis) มาอธิบายและทำการเปรียบเทียบขนมปังแซนวิชสูตรควบคุมพื้นฐานและขนมปังแซนด์วิชที่ทดแทนแป้งสาลีโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียว 20% พบว่า ขนมปังแซนด์วิชที่ทดแทนแป้งสาลีโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียว 20% มีปริมาณของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต น้อยกว่าขนมปังแซนด์วิชสูตรควบคุมพื้นฐาน เนื่องจากองค์ประกอบโดยประมาณของแป้งกล้วยหอมดิบมีปริมาณของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตที่ต่ำ ส่งผลให้ปริมาณขององค์ประกอบเหล่านี้มีค่าลดลง แต่มีปริมาณของใยอาหาร และเถ้ามากกว่าขนมปังแซนด์วิชสูตรควบคุม เนื่องจากองค์ประกอบโดยประมาณของแป้งกล้วยหอมเขียวมีปริมารณของใยอาหาร และเถ้าที่สูง เมื่อใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีในขนมปัง ส่งผลให้ปริมาณขององค์ประกอบเหล่านี้มีค่าสูงขึ้น ซึ่งปริมาณของเถ้าที่มากแสดงให้เห็นว่ามีปริมาณแร่ธาตุที่มาก ซึ่งแร่ธาตุที่มักพบได้มากในกล้วย ได้แก่ แคลเซียม โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม (อภิญญา และคณะ, 2561) และจากปริมาณใยอาหารที่สูงขึ้นส่งผลต่อการปริมาตรที่ลดลงของขนมปัง เนื่องจากใยอาหารมีผลทำให้ความเข้มข้นของกลูเตนที่ทำหน้าที่สร้างโครงตาข่าย (gluten protein matrix) เพื่อกักเก็บแก๊สลดลงและอาจเกิด interaction ระหว่างใยอาหารและกลูเตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี

จากการศึกษาคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บของขนมปังแซนวิชสูตรพื้นฐานกับขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีบางส่วนโดยนำผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ได้รับการคัดเลือก มาทำการเก็บรักษาในถุงซิปล็อค ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะ 7 วัน ตรวจสอบทุกวัน

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บของขนมปังแซนด์วิชสูตรพื้นฐานกับขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี

วันที่	สูตรควบคุมพื้นฐาน		ขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี	
1	ขนมปังมีเนื้อสัมผัสนุ่ม กลิ่นหอมและมีสีขาวปกติ ลักษณะเหมือนกับขนมปังแซนวิชทั่วไป		ขนมปังมีเนื้อสัมผัสนุ่ม กลิ่นหอมและมีสีเข้มเหมือนขนมปังแป้งกล้วย	
2	ขนมปังมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มเล็กน้อย มีกลิ่นหอมและมีสีขาวไม่ค่อยแตกต่างจากวันที่ 1		ขนมปังมีเนื้อสัมผัสนุ่มเล็กนอยกลิ่นหอมและมีสีเข้มเหมือนขนมปังแป้งกล้วยเหมือนวันที่ 1	
3	ขนมปังมีเนื้อสัมผัสแข็งเล็กน้อยมีกลิ่นหอมขนมปังเริ่มบางแต่ยังไม่พบเชื้อราหรือจุดบนขนมปัง		ขนมปังมีเนื้อสัมผัสแข็งเล็กน้อยกลิ่นขนมปังเริ่มบาง แต่ยังไม่พบเชื้อรา หรือจุดบนขนมปัง	
4	ขนมปังมีเนื้อสัมผัสแข็งกระด้างขึ้น ด้านบนหน้าขนมปังเริ่มสังเกตเห็นเป็นคราบสีขาวเกิดขึ้นมาให้เห็นเล็กน้อย		ขนมปังมีเนื้อสัมผัสแข็งมากขึ้นกลิ่นขนมปังอ่อนลง และยังไม่พบจุดของเชื้อราหรือคราบสีขาว	
5	ขนมปังมีเนื้อสัมผัสที่แข็งและจุดมีสีดำขนาดใหญ่ เกิดขึ้นชัดเจนส่วนรอบๆ		ขนมปังมีเนื้อสัมผัสแข็งและมีจุดสีดำ และราเกิดขึ้นเป็นจุดๆบนแผ่นขนมปัง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่	สูตรควบคุมพื้นฐาน		ขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี	
6	ขนมปังมีเนื้อสัมผัสแข็ง มีจุดสีดำ, จุดสีเหลือง และมีเชื้อราเกิดขึ้นเป็นจุดๆบนแผ่นขนมปัง		ขนมปังมีเนื้อสัมผัสแข็ง มีจุดสีดำชัดเจนและราเกิดขึ้นบนแผ่นขนมปัง	
7	ขนมปังมีเนื้อสัมผัสแข็งและมีจุดสีดำและสีเหลือง จำนวนมากและมีเชื้อราเกิดขึ้นบนแผ่นขนมปัง		ขนมปังมีเนื้อสัมผัสแข็งมีจุดสีดำ จุดสีเหลืองและมีเชื้อราเกิดขึ้นอย่างชัดเจนเป็นจุดๆบนแผ่นขนมปัง	

จากตารางที่ 4.4 จากการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บของขนมปังแซนด์วิชสูตรพื้นฐานกับขนมปังแซนวิชที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีเป็นเวลา 7 พบว่า ในวันที่ 1 และวันที่ 2 ขนมปังทั้งสองสูตรมีลักษณะที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม และยังไม่มีเชื้อราเกิดขึ้น ในวันที่ 3 ขนมปังทั้งสองสูตรมีเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้นเล็กน้อย และยังไม่พบเชื้อรา ในวันที่ 4 ขนมปังทั้งสองสูตรมีเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้างขึ้น แต่สูตรควบคุมมีคราบสีขาวเกิดขึ้นเล็กน้อย ส่วนขนมปังจากแป้งกล้วยหอมเขียวไม่พบเชื้อราหรือคราบสีขาว ในวันที่ 5 ขนมปังทั้งสองสูตรมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง เริ่มพบจุดสีดำของเชื้อราขึ้นมาเล็กน้อย ในวันที่ 6 ขนมปังสูตรควบคุมพบจุดสีดำและจุดสีเหลืองของเชื้อรา แต่ขนมปังจากแป้งกล้วยหอมเขียวพบแค่จุดสีดำ และในวันที่ 7 ขนมปังสูตรควบคุมพื้นฐานพบจุดสีดำหลายจุด และมีจุดสีเหลืองของเชื้อรา แต่ขนมปังจากแป้งกล้วยหอมเขียวมีจำนวนจุดของเชื้อราเกิดขึ้นน้อยกว่า

ตาราง 4.5 การเปรียบเทียบค่าสีของขนมปังแซนด์วิชสูตรควบคุมพื้นฐานกับขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี

คุณลักษณะทางกายภาพ	สูตรควบคุมพื้นฐาน	สูตรใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี
L*	76.37±1.89^{a}	64.46±1.74^{b}
a*	-0.26±0.11a^{a}	2.62±0.20^{b}
b*	14.28±0.62^{a}	13.08±0.48^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L^* คือ ค่าความสว่าง (0 = มืด, 100 = สว่าง)

a* คือ ค่าสีแดง/สีเขียว (+ = สีแดง, - = สีเขียว)

b* คือ ค่าสีเหลือง/น้ำเงิน (+ = สีเหลือง, - = สีน้ำเงิน)

จากตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชสูตรควบคุมพื้นฐานและสูตรใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี พบว่า ค่าสีของขนมปังแซนวิชสูตรควบคุมพื้นฐานมีค่าความสว่าง (L^*) อยู่ในช่วง 72.63 ถึง 79.50 ค่าสีแดง (a^*) อยู่ในช่วง -0.45 ถึง -0.02 และค่าสี (b^*) อยู่ในช่วง 13.20 ถึง 15.19 เมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยหอมเขียวมีผลให้ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าลดลง ซึ่งอยู่ในช่วง 65.58 ถึง 70.53 ค่าสีแดง (a^*) อยู่ในช่วง 2.29 ถึง 3.11 และค่าสี (b^*) อยู่ในช่วง 12.22 ถึง 14.04 ทำให้สามารถเปรียบเทียบได้ว่าขนมปังทั้งสองสูตรมีลักษณะทางกายภาพทางด้านสีที่แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ซึ่งความแตกต่างนี้อาจมีสาเหตุมาจากสีของแป้งกล้วยหอมที่มีสีเข้มไม่ได้ผ่านการฟอกสีหรือการเกิดปฏิกิริยา Enzymatic browning reaction ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตแป้งกล้วยหอม ทำให้ขนมปังแซนด์วิชสูตรที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีมีสีที่เข้มมากกว่า

ตาราง 4.6 การเปรียบเทียบค่าเนื้อสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชสูตรควบคุมพื้นฐานกับขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี

คุณลักษณะทางกายภาพ	**สูตรควบคุมพื้นฐาน**	**สูตรใช้แป้งกล้วยหอมทดเขียวแทนแป้งสาลี**
Hardness	3.36 ± 0.82^a	3.40 ± 0.63^a
Springiness	0.76 ± 0.07^a	0.63 ± 0.05^a
Cohesiveness	0.99 ± 0.25^a	1.03 ± 0.26^a
Gumminess	3.25 ± 0.74^a	3.45 ± 0.81^a
Chewiness	2.43 ± 0.45^a	2.17 ± 0.58^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.6 คุณลักษณะทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชสูตรควบคุม มีค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความสามารถเกาะตัวกัน (Cohesiveness) และค่าความเหนียว (Gumminess) น้อยกว่าสูตรที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 20 และมีค่าความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) มากกว่า ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในวันที่ 7

ตาราง 4.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ยีสต์ และรา

ตัวอย่าง	CFU/g
สูตรควบคุม	5.86×10^3
สูตรทดแทนแป้งสาลี โดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียว 20%	6.33×10^3

หมายเหตุ: เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค covid – 19 ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ได้เพียงตัวอย่างของวันที่ 7 เท่านั้น

จากตารางที่ 4.7 การศึกษาการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์เพื่อตรวจสอบหาปริมาณของยีสต์และราที่ปนเปื้อนในขนมปังแซนด์วิชสูตรควบคุมและขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี (โดยใช้ขนมปังแซนด์วิชที่เก็บรักษาในวันที่ 7) พบว่า ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีพบยีสต์และรามากกว่าขนมปังสูตรควบคุม โดยมีปริมาณยีสต์และราเท่ากับ 6.33×10^3 และ 5.86×10^3 CFU/g ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณของยีสต์ และราที่พบมีมากกว่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารฉบับปีพุทธศักราช 2560 ในหมวดของขนมอบที่มีไส้หรือไม่มีไส้ ซึ่งกำหนดให้พบจำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 100 CFU/g (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2557) ขนมปังแซนด์วิชทั้งสองสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาองค์ประกอบโดยประมาณ (proximate analysis) ของแป้งกล้วยหอมเขียว พบว่าปริมาณขององค์ประกอบโดยประมาณที่มากที่สุดคือคาร์โบไฮเดรตมีค่าอยู่ที่ 85.22% มีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 8.28% เถ้า 3.01% โปรตีน 2.32% ไขมัน 0.45% และใยอาหาร 0.72% ซึ่งปริมาณของเถ้าจะแสดงถึงปริมาณแร่ธาตุ แร่ธาตุที่มักพบมากในกล้วยหอมดิบ ได้แก่ แคลเซียม โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม

จากการศึกษาปริมาณการใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช ได้นำสูตรจาก (บุญญาพร, 2559) ที่ได้ทำการศึกษาไว้ว่าเป็นสูตรที่ได้รับคะแนนจากการทดลองคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มากที่สุด โดยแบ่งการทดลองโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี ในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 20% 30% 40% และ 50% พบว่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งกล้วยหอมเขียวทดแทนแป้งสาลี ที่ระดับ 20% ได้รับคะแนนสูงสุด โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั้งหมดจำนวน 50 คน มาทำการทดสอบคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวม ให้คะแนนความชอบแบบ 9 – Point Hedonic Scale ผู้วิจัยจึงได้ทำการคัดเลือกสูตรที่ทดแทนแป้งสาลี โดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียว 20% ที่ได้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ เท่ากับ 7.66±0.77 ด้านสี เท่ากับ 7.24±0.87 ด้านกลิ่น เท่ากับ 7.30±0.91 ด้านรสชาติ เท่ากับ 7.46±0.76 ด้านเนื้อสัมผัส เท่ากับ 7.42±0.81 และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.62±0.66 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง – ชอบมาก โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี พบว่าปริมาณขององค์ประกอบโดยประมาณของขนมปังแซนด์วิชที่ทดแทนแป้งสาลีโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียว 20% มีปริมาณของความชื้น เถ้า และใยอาหาร มากกว่าสูตรควบคุม ซึ่งปริมาณของเถ้าที่มากเป็นตัวบ่งบอกว่าขนมปังแซนด์วิชสูตรนี้มีแร่ธาตุอยู่มาก แร่ธาตุที่พบมากได้แก่ แคลเซียม โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ในแร่ธาตุแต่ละชนิดมีบทบาทต่อการทำหน้าที่ต่างๆ ของโครงสร้างร่างกาย ปริมาณของใยอาหารที่มากทำให้ความเข้มข้นของกลูเตนที่ทำหน้าที่สร้าง gluten protein matrix เพื่อกักเก็บแก๊สลดลงและอาจเกิด interaction ระหว่างใยอาหารและกลูเตน แต่ปริมาณของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตที่น้อยกว่า ทำให้พลังงานที่เราได้รับจากการรับประทานขนมปังแซนด์วิชที่ทดแทนแป้งสาลีโดยใช้แป้งกล้วยหอมเขียวมีปริมาณที่น้อยกว่า เนื่องจากสารอาหาร 3 ชนิดนี้เป็นสารอาหารชนิดที่ให้พลังงาน ซึ่งขนมปังแซนด์วิชทั้ง 2 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี พบว่าการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพสามารถเห็นได้ชัดเจนในวันที่ 4 ขนมปังทั้งสองสูตรมีเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้างขึ้น แต่สูตรควบคุมมีคราบคล้ายเชื้อรา ส่วนขนมปังจากแป้งกล้วยหอมเขียวไม่พบเชื้อรา และในวันที่ 5 ขนมปังทั้งสองสูตรมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง เริ่มพบจุดสีดำของเชื้อราขึ้นมาเล็กน้อย และในวันที่ 7 ขนมปังสูตรควบคุมพบจุดของเชื้อราเพิ่มขึ้นมาก แต่ขนมปังจากแป้งกล้วยหอมเขียวมีจำนวนจุดของเชื้อราเกิดขึ้นน้อยกว่า และคุณภาพทางกายภาพด้านสีของขนมปังสูตรพื้นฐานมีค่า L* (ค่าความสว่าง) a* (ค่าความเป็นสีเขียว) b* (ค่าความเป็นสีเหลือง) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ด้านเนื้อสัมผัสของขนมปังทั้งสองสูตร มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ถ้าอัตราการทดแทนแป้งกล้วยหอมเขียวเพิ่มขึ้น จะเริ่มมีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างอย่างชัดเจน เนื่องจากเมื่อใช้มีปริมาณแป้งกล้วยหอมเขียวมากขึ้นทำให้มีปริมาณใยอาหารที่มากทำให้ความเข้มข้นของกลูเตนที่ทำหน้าที่สร้าง gluten protein matrix ซึ่งผลต่อการขยายตัวของขนมปัง

จากการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในวันที่ 7 พบว่าปริมาณของยีสต์ และราของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีพบยีสต์ และรามากกว่าขนมปังสูตรควบคุม โดยมีปริมาณยีสต์และราเท่ากับ 6.33×10^3 และ 5.86×10^3 CFU/g ตามลำดับ เนื่องจากในขนมปังแซนด์วิชจากแป้งกล้วยหอมเขียวมีปริมาณของความชื้นที่มากกว่า ซึ่งความชื้นเป็นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ยีสต์ และราเจริญเติบโตได้ดี ขนมปังแซนด์วิชทั้งสองสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม สำหรับการบรรจุขนมปังแซนด์วิชโดยใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีเพื่อถนอมคุณภาพของผลิตภัณฑ์

5.2.2 ควรวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุที่พบในผลิตภัณฑ์ ที่ทำให้ทราบถึงคุณค่าทางโภชนาการของปังแซนวิชที่ใช้แป้งกล้วยทดแทนขนมปัง

5.2.3 ระหว่างกระบวนการการอบขนมปัง ควรต้องระมัดระวังในเรื่องของความสะอาดของผู้ผลิต และความสะอาดของภาชนะที่ใช้

5.2.4 การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในขนมปัง ควรต้องระมัดระวังในเรื่องของความสะอาดระหว่างการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2557. วิธีตรวจวิเคราะห์ยีสต์และราในอาหาร. หน้า 121-131. ในวิธีมาตรฐานสำหรับนักวิเคราะห์อาหาร. เล่มที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2560. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร. หน้า 5. ในเอกสารแนบท้ายประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์บริษัทพีทูดีไซน์ แอนด์ พริ้นท์ จำกัด.

คณาจารย์ภาควิชาพืชสวน. 2559. การปลูกเลี้ยงดูแลกล้วยน้ำว้าและกล้วยไข่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.hort.agr.ku.ac.th/photo/banana59_document.pdf. 21 ตุลาคม 2562.

จิรนาถ บุญคง, ทิพวรรณ บุญมี และ พัชราวรรณ เรือนแก้ว. 2557. การใช้แป้งกล้วยหอมทองดิบที่มีสมบัติต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในผลิตภัณฑ์พาสต้า. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม, ปีที่ 10.

จุฑามาศ พีรพัชระ. 2558. กล้วยครบวงจร : ผลงานวิจัยเพื่อสนองพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.chutamas.info/?p=1212. 16 ตุลาคม 2562.

นภัสรพี เหลืองสกุล และ สวามินีนวลแขกุล. 2559. Cooking Bible Bakery. พิมพ์ครั้งที่ 4.กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์.

บุญญาพร เชื่อมสมพงศ์. 2559. การพัฒนาตำรับขนมปังโฮลวีตทดแทนแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ลดไขมันและน้ำตาล. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.

ปิยวรรณ ศุภวิทิดพัฒนา. 2544. การผลิตแป้งจากกล้วย. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

วรัชยา คุ้มมี, อภิญญา อัครเอกฒาลิน, ชิษณุพงศ์ ลือราช และ ชนาธิป รุ่งเรือง. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบโดยใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลี.รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 4. สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

อาคม กาญจนประโชติ, สุภักตร์ ปัญญา, ประเทือง โชคประเสริฐ และ วัลยา โมราสุข. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโฮวีตจากข้าวสาลีที่ปลูกในเขตภาคเหนือตอนบน, รายงานการวิจัย การแปรรูปผลิตภัณฑ์แป้งข้าวสาลีที่ปลูกภายใต้สภาพแวดล้อมภาคเหนือตอนบน มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

อภิญญา มานะโรจน์, ปรัศนีย์ ทับใบแย้ม, วาสนา ขวยเขิน และ บุญยนุช ภู่ระหงษ์. 2561. การใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมสาลี่กรอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ดทดสอบชิม_____

วันที่_____

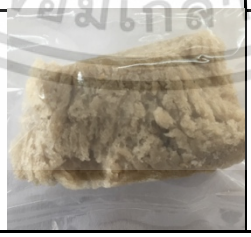
ชื่อผลิตภัณฑ์ ___ขนมปังแซนวิช____

คำชี้แจง : โปรดทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ และให้คะแนนระดับความชอบและไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง (โดยที่ 9 = ชอบมากที่สุด ... 1 = ไม่ชอบเลย)

ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

	control	212	336	471	649
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบโดยรวม					

ตัวอย่างรูปภาพประกอบ

control	212	336	471	649
				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS

Texture

Descriptive

		N	*Mean*	*Std. Deviation*	*Std. Error*	*95% Confidence Interval for Mean* *Lower Bound*	*Upper Bound*	*Minimum*	*Maximum*
Hardness	banana flour	6	3.4018	0.62909	0.25682	2.7416	4.062	2.92	4.6
	control	6	3.3648	0.82112	0.33522	2.5031	4.2265	2.58	4.82
	Total	12	3.3833	0.69766	0.2014	2.9401	3.8266	2.58	4.82
Springiness	banana flour	6	0.6288	0.05388	0.022	0.5723	0.6854	0.55	0.69
	control	6	0.7575	0.07163	0.02924	0.6823	0.8327	0.64	0.84
	Total	12	0.6932	0.09037	0.02609	0.6357	0.7506	0.55	0.84
Cohesiveness	banana flour	6	1.0268	0.26267	0.10723	0.7512	1.3025	0.76	1.51
	control	6	0.9943	0.24677	0.10074	0.7354	1.2533	0.68	1.23
	Total	12	1.0106	0.24358	0.07031	0.8558	1.1653	0.68	1.51
Gumminess	banana flour	6	3.4463	0.81498	0.33271	2.5911	4.3016	2.29	4.72
	control	6	3.2525	0.73613	0.30052	2.48	4.025	2.13	4.29
	Total	12	3.3494	0.7473	0.21573	2.8746	3.8242	2.13	4.72
Chewiness	banana flour	6	2.1672	0.57989	0.23674	1.5586	2.7757	1.49	3.24
	control	6	2.4328	0.4506	0.18396	1.96	2.9057	1.79	3.18
	Total	12	2.3	0.51419	0.14843	1.9733	2.6267	1.49	3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	*df*	*Mean Square*	*F*	*Sig.*
Hardness	Between Groups	0.004	1	0.004	0.008	0.932
	Within Groups	5.35	10	0.535		
	Total	5.354	11			
Springiness	Between Groups	0.05	1	0.05	12.364	0.006
	Within Groups	0.04	10	0.004		
	Total	0.09	11			
Cohesiveness	Between Groups	0.003	1	0.003	0.049	0.83
	Within Groups	0.649	10	0.065		
	Total	0.653	11			
Gumminess	Between Groups	0.113	1	0.113	0.187	0.675
	Within Groups	6.03	10	0.603		
	Total	6.143	11			
Chewiness	Between Groups	0.212	1	0.212	0.785	0.396
	Within Groups	2.697	10	0.27		
	Total	2.908	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Color

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
L*	18	1374.71	76.37278	3.582409
a*	18	-4.65	-0.25833	0.012144
b*	18	257.09	14.28278	0.388409

SUMMARY

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	59633.64	2	29816.82	22458.27	7.84E-76	3.178799
Within Groups	67.71037	51	1.327654			
Total	59701.35	53				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sensory

Descriptive

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence ... Lower Bound
appearance	F1	50	7.66	.772	.109	7.44
	F2	50	6.60	.756	.107	6.39
	F3	50	5.04	1.160	.164	4.71
	F4	50	3.88	1.452	.205	3.47
	Total	200	5.80	1.800	.127	5.54
color	F1	50	7.24	.870	.123	6.99
	F2	50	6.46	.885	.125	6.21
	F3	50	4.74	1.175	.166	4.41
	F4	50	4.12	1.223	.173	3.77
	Total	200	5.64	1.638	.116	5.41
aroma	F1	50	7.30	.909	.129	7.04
	F2	50	6.06	.998	.141	5.78
	F3	50	4.48	1.165	.165	4.15
	F4	50	3.56	1.473	.208	3.14
	Total	200	5.35	1.842	.130	5.09
taste	F1	50	7.46	.762	.108	7.24
	F2	50	5.96	1.228	.174	5.61
	F3	50	4.24	1.205	.170	3.90
	F4	50	3.28	1.126	.159	2.96
	Total	200	5.24	1.941	.137	4.96
texture	F1	50	7.42	.810	.115	7.19
	F2	50	5.78	1.093	.155	5.47
	F3	50	4.34	1.171	.166	4.01
	F4	50	3.08	1.383	.196	2.69
	Total	200	5.16	1.975	.140	4.88
overall	F1	50	7.62	.667	.094	7.43
	F2	50	6.06	.935	.132	5.79
	F3	50	4.54	1.054	.149	4.24
	F4	50	3.40	1.278	.181	3.04
	Total	200	5.41	1.881	.133	5.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
appearance	Between Groups	418.175	3	139.392	120.664	.000
	Within Groups	226.420	196	1.155		
	Total	644.595	199			
color	Between Groups	317.640	3	105.880	95.881	.000
	Within Groups	216.440	196	1.104		
	Total	534.080	199			
aroma	Between Groups	413.380	3	137.793	103.035	.000
	Within Groups	262.120	196	1.337		
	Total	675.500	199			
taste	Between Groups	514.415	3	171.472	142.687	.000
	Within Groups	235.540	196	1.202		
	Total	749.955	199			
texture	Between Groups	524.535	3	174.845	136.174	.000
	Within Groups	251.660	196	1.284		
	Total	776.195	199			
overall	Between Groups	505.175	3	168.392	165.836	.000
	Within Groups	199.020	196	1.015		
	Total	704.195	199			

Duncan

appearance

		Subset for alpha = 0.05			
formulation	N	1	2	3	4
F4	50	3.88			
F3	50		5.04		
F2	50			6.60	
F1	50				7.66
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

color

formulation	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
F4	50	4.12			
F3	50		4.74		
F2	50			6.46	
F1	50				7.24
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

aroma

formulation	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
F4	50	3.56			
F3	50		4.48		
F2	50			6.06	
F1	50				7.30
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

taste

formulation	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
F4	50	3.28			
F3	50		4.24		
F2	50			5.96	
F1	50				7.46
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

texture

formulation	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
F4	50	3.08			
F3	50		4.34		
F2	50			5.78	
F1	50				7.42
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

overall

formulation	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
F4	50	3.40			
F3	50		4.54		
F2	50			6.06	
F1	50				7.62
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 50.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Proximate analysis

Descriptive

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for ... Lower Bound
moisture	control	3	23.385500	.3785604	.2185619	22.445104
	20%	3	31.504167	1.1452882	.6612325	28.659113
	Total	6	27.444833	4.5117427	1.8419112	22.710050
ash	control	3	1.719733	.0113756	.0065677	1.691475
	20%	3	1.834967	.0449238	.0259367	1.723370
	Total	6	1.777350	.0695890	.0284096	1.704321
protein	control	3	12.672233	.0696026	.0401851	12.499331
	20%	3	9.383267	1.0894558	.6289976	6.676909
	Total	6	11.027750	1.9292211	.7876012	9.003157
fat	control	3	8.666800	.1865174	.1076859	8.203465
	20%	3	8.386000	.0112583	.0065000	8.358033
	Total	6	8.526400	.1939608	.0791842	8.322851
fiber	control	3	1.915200	.0870659	.0502675	1.698916
	20%	3	3.125233	.1016814	.0587058	2.872643
	Total	6	2.520217	.6681482	.2727704	1.819038
carbohydrate	control	3	51.640533	.5626482	.3248451	50.242838
	20%	3	45.766367	1.9543344	1.1283355	40.911531
	Total	6	48.703450	3.4649890	1.4145758	45.067167

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
moisture	Between Groups	98.869	1	98.869	135.903	.000
	Within Groups	2.910	4	.727		
	Total	101.779	5			
ash	Between Groups	.020	1	.020	18.550	.013
	Within Groups	.004	4	.001		
	Total	.024	5			
protein	Between Groups	16.226	1	16.226	27.230	.006
	Within Groups	2.384	4	.596		
	Total	18.609	5			
fat	Between Groups	.118	1	.118	6.775	.060
	Within Groups	.070	4	.017		
	Total	.188	5			
fiber	Between Groups	2.196	1	2.196	245.125	.000
	Within Groups	.036	4	.009		
	Total	2.232	5			
carbohydrate	Between Groups	51.759	1	51.759	25.028	.007
	Within Groups	8.272	4	2.068		
	Total	60.031	5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
วิธีการคำนวณค่าองค์ประกอบโดยประมาณ
(proximate analysis)

1. การคำนวณ %โปรตีน

1.1 หา %ไนโตรเจนในตัวอย่าง

$$\%\text{ไนโตรเจนในอาหาร} = \frac{(A-B) \times N \times 14 \times 100}{W \times 1000}$$

A=ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B=ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับblank

N=ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้(normal)

W=น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

1.2 คำนวณหา %โปรตีน

$$\%\text{โปรตีนในอาหาร} = \%\text{ไนโตรเจน} \times 6.25$$

2. การคำนวณหา %ไขมัน

$$\%\text{ไขมันในอาหาร} = \frac{W_2 - W_1 \times 100}{W}$$

W=น้ำหนักตัวอย่าง

W_1=น้ำหนักของบีกเกอร์ไขมันก่อนสกัด

W_2=น้ำหนักของบีกเกอร์ไขมันหลังสกัด

3. การคำนวณหา %ความชื้น

$$\%\text{ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักอาหารแห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักอาหารเริ่มต้น}}$$

4. การคำนวณ %เถ้า

$$\%\text{ความเถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

5. คำนวณ %เส้นใยหยาบ

$$\text{คำนวณ \%เส้นใยหยาบ} = 100 \times \frac{(\text{น้ำหนักของกากหลังอบแห้ง} - \text{น้ำหนักของเถ้า})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวชนิกานต์ ศรีสุวรรณ
วัน เดือน ปี เกิด	23 มกราคม 2541
ประวัติการศึกษา	ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี วท.บ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวอินทุอร โนน้อย
วัน เดือน ปี เกิด	23 กุมภาพันธ์ 2540
ประวัติการศึกษา	ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี วท.บ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้