สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาเนื้อสัมผัสและการเสริมเนื้อปลานิลในขนมปัง

(Development of textured bread and supplement with minced fish)

T096750

นลินี หาญสวชา รหัสนักศึกษา 46040146
พัชราพร ก้องภักดีสุข รหัสนักศึกษา 46040155

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2/วว.
ส387 ก
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96750
วัน,เดือน,ปี - 4 JUN 2009

b.11278921
i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวนลินี หาญสวธา และนางสาวพัชราพร ก้องภักดีสุข 2549 :
การพัฒนาเนื้อสัมผัสและการเสริมเนื้อปลานิลในขนมปัง ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.วริพัสย์ อารีกุล

การปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมปังให้มีความนุ่มเหนียว ยืดหยุ่นมากขึ้นโดยใช้แป้งดัดแปร
ทดแทนแป้งสาลีในระดับ 15 ถึง 50 % แล้วทดสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส
ด้วยวิธี Triangle test เปรียบเทียบกับการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ พบว่า ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่าน
การฝึกฝนสามารถแยกแยะความแตกต่างของเนื้อสัมผัสของขนมปังที่เติมแป้งดัดแปรทดแทนแป้งสาลี่
ในขนมปังกับขนมปังสูตรควบคุมตั้งแต่ 25 ถึง 50 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มปริมาณแป้ง
ดัดแปร จะแปรผันตามกับค่า Water Activity, ค่าความเหนียวหนืดและความยืดหยุ่น แต่แปรผกผันกับ
ปริมาตร และความชื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการทดสอบความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ด้วย
วิธีทางประสาทสัมผัสแบบ 7-point Hedonic scale พบว่า คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ที่ทดแทน
แป้งดัดแปรในขนมปังที่ระดับ 25 และ 35% มีค่าสูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ดังนั้นจึงคัดเลือกขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งดัดแปรที่ระดับ 25 % ในการทดลองขั้นต่อไป

การเพิ่มปริมาณโปรตีนในขนมปังด้วยการเติมเนื้อปลาและกุ้งที่ 10 % ผสมกับเครื่องเทศ 2
ชนิด ได้แก่ กระเทียมพริกไทย หรือใบกระวาน พบว่า ผู้บริโภคยอมรับการเติมปลาและกุ้ง โดยไม่ต้อง
เติมเครื่องเทศ และเมื่อหาอัตราส่วนของปลาและกุ้งในขนมปัง พบว่า ผู้บริโภคยอมรับการเติมปลาและ
กุ้งที่ 15 % อย่างไรก็ตามการเติมเนื้อปลาและกุ้งมีผลทำให้ปริมาตรลดลง 1.18 เท่าจากขนมปังควบคุม
และมีโปรตีน, ความชื้น, ค่า water activity และปริมาณใยเพิ่มขึ้น 1.04, 1.44 , 1.03 และ 1.02 เท่า
ตามลำดับ

นลินี หาญสวธา
พัชราพร ก้องภักดีสุข
ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

21 พฤษภาคม 2550
วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การพัฒนาเนื้อสัมผัสและการเสริมเนื้อปลานิลในขนมปัง เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร.วริพัสย์ อารีกุล ที่เป็นเกียรติมาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และสละเวลาอันมีค่ามาดูแล เอาใจใส่อย่างทุ่มเทมาโดยตลอดการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ รวมถึงการให้คำปรึกษา เสนอแนะแนวทางแก้ไขเพื่อให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าแนะนำ และเสนอแนะแนวทางปรับปรุงการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ ให้คำแนะนำและช่วยให้การเสนอปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ บริษัทชิโนไทยสตาร์ช ผู้อุปการคุณแป้งดัดแปร ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่เป็นกำลังใจ และให้โอกาสในการศึกษา จนได้มีโอกาสในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ขึ้น ขอขอบคุณ พี่ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และมีส่วนช่วยให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วยใจจริงและขอมอบคุณค่าและประโยชน์ในปัญหาพิเศษเล่มนี้ แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ผู้จัดทำ

นลินี หาญสวธา

พัชราพร ก้องภักดีสุข

19 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง การศึกษาผลของแหล่งคาร์บอนสำหรับการผลิตกรดแลกติกโดยเชื้อ *Lactobacillus casei* ATCC 10863

นักศึกษา นายเสกสรรค์ มณีคำ

นายอรรถพนธ์ ขันธจิตร์

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

สาขา เทคโนโลยีชีวภาพ

ปีการศึกษา 2549

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. สุขใจ ชูจันทร์

บทคัดย่อ

จากการศึกษาแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมในการผลิตกรดแลกติกโดย เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus casei* ATCC 10863 โดยแหล่งคาร์บอน 6 ชนิด คือ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแลคโตส น้ำตาลมอลโตส น้ำตาลฟรุกโตส และน้ำตาลทราย ทำการหมักที่สภาวะนิ่ง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่าน้ำตาลกลูโคสแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมที่สุด สามารถผลิตกรดแลกติกได้ในปริมาณสูงสุด คือ 22.247 กรัมต่อลิตร ผลได้ของกรดแลกติก คือ 0.698 กรัมต่อกรัมน้ำตาล และอัตราการผลิตกรดแลกติก คือ 0.309 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง ณ ชั่วโมงที่ 72 ของระยะเวลาการหมัก จากนั้นศึกษาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมของแหล่งคาร์บอนต่อการผลิตกรดแลกติก โดยใช้น้ำตาลกลูโคสความเข้มข้นที่แตกต่างกัน คือ 20, 30, 40 และ 50 กรัมต่อลิตร ผลการการทดลองพบว่าน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 40 กรัมต่อลิตร เป็นแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมที่สุด โดยสามารถผลิตกรดแลกติกได้ปริมาณสูงสุด คือ 25.322 กรัมต่อลิตร ผลได้ของกรดแลกติก คือ 0.984 กรัมต่อกรัมน้ำตาล และอัตราการผลิตกรดแลกติก คือ 0.352 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง ณ ชั่วโมงที่ 72 ของระยะเวลาการหมัก และได้ศึกษาศักยภาพในการผลิตกรดแลคติกโดยเชื้อ *L. casei* ATCC 10863 ในระดับฟลาสก์ขนาด 2 ลิตรทั้งที่เติม และไม่เติมแคลเซียมคาร์บอเนต เปรียบเทียบกับถังหมักชนิดใบพัดกวนขนาด 2 ลิตรที่มีการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต พบว่าการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อจะช่วยให้ผลผลิตกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่าในระดับถังหมัก ให้ผลผลิตกรดสูงสุดเมื่อเทียบกับระดับ ฟลาสก์ โดยผลิตกรดแลคติกได้ 15.28กรัมต่อลิตร ผลได้ของผลผลิตเท่ากับ 0.72 กรัมต่อกรัมสารตั้งต้น อัตราการผลิตเท่ากับ 0.16 กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง ณ ชั่วโมงที่ 96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title Study on Effect of Carbon Sources for Lactic Acid Production by *Lactobacillus casei* ATCC 10863

Name Mr. Seksan Maneekum

Mr. Atthapon Khandhajitra

Department Applied Biology

Program Biotechnology

Academic Year 2006

Special Project Advisor Assoc.Prof. Sukjai Choojun

ABSTACT

A study about suitable carbon sources for lactic acid, producing by *Lactobacillus casei* ATCC 10863 from six carbon sources that are glucose, lactose, maltose, fructose, sucrose and cane-sugar. It was fermented in stationary flask at temperature 30° C. This experiment found that glucose which is suitable carbon sources; because it could produce maximum lactic acid is 22.247 g/l. The yields of lactic acid are 0.698 g/g substrate and the productivity of lactic acid is 0.309 g/l/h, at the seventy-two hours of fermentation respectively. Suitable concentration of carbon sources for lactic acid producing by sources and glucose were studied. The different concentrations are 20, 30, 40 and 50 g/l. The result of the experiment found that glucose at 40 g/l concentration is the maximum lactic acid that is 25.322 g/l, the yield of lactic acid is 0.984 g/g substrate and the productivity of lactic acid is 0.352 g/l/h at the seventy-two hours of fermentation. The efficiency of lactic acid production in 2-liter-flask and fermentor were investigated and the supplement of calcium carbonate was also control out. The result present that the supplement of calcium carbonate improved the production of lactic acid by *L. casei* ATCC 10863. Cultivation in fermentor showed better yield of lactic acid than 2-liter-flask. The lactic acid, yield and productivity rate were 15.28 g/l, 0.72 g/g substrate and 0.16 g/l.hr, respectively for cultivation time ninety-six hours.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต และสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นั้นอันเนื่องจากได้รับความสนับสนุน ความช่วยเหลือ ความร่วมมือ ตลอดจนคำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อคณะผู้จัดทำ และคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.สุขใจ ชูจันทร์ ที่ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางการปฏิบัติงาน พร้อมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานนี้ ตลอดจนตรวจทานการแก้ไขข้อบกพร่องของโครงงานนี้ทำให้โครงงานชิ้นนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สมชาย ไกรรักษ์ ประธานกรรมการ และ ผศ.ลินจง สุขลำภู กรรมการ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจทานแก้ไขโครงงานพิเศษเล่มนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาคชีววิทยาประยุกต์ทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องและให้คำแนะนำปรึกษาที่ดีมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติ ๆ ที่คอยให้กำลังใจในการทำโครงงานพิเศษเสมอมา ขอขอบพระคุณพี่ ๆ เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการทำโครงงานพิเศษ รวมถึงพี่ปริญญาโท พี่แตงโม พี่เดียร์ พี่อิ๋ว พี่ผึ้ง พี่โจ้ พี่ยุ้ยรวมทั้งเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกท่าน ที่ได้มีส่วนช่วยให้โครงงานพิเศษชิ้นนี้เสร็จสมบูรณ์

ทางคณะผู้จัดทำ ใคร่ขอถือโอกาสนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวนาม และไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ด้วย หากโครงงานพิเศษชิ้นนี้มีสิ่งใดที่ขาดตกบกพร่อง ทางคณะผู้จัดทำขอน้อมรับไว้ทั้งหมด ส่วนคุณความดีที่ปรากฏในโครงงานพิเศษฉบับนี้ ขอยกให้เป็นคุณความดีของผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นายเสกสรรค์ มณีคำ

นายอรรถพนธ์ ขันธจิตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 ขนมปัง	2
2.1.1 ประเภทของขนมปัง	2
2.1.2 ส่วนผสมของขนมปัง	3
2.1.3 กรรมวิธีการผลิตขนมปัง	5
2.1.4 การเสื่อมเสียของขนมปัง	6
2.2 สตาร์ชดัดแปร (modified starch)	8
2.2.1 แป้งแปรรูปเป็นแป้งที่นำเอาแป้งธรรมชาติ มาผ่านกระบวนการทางเคมี และฟิสิกส์	8
2.2.2 ประเภทของสตาร์ชดัดแปลง	8
2.2.3 วัตถุดิบที่นิยมใช้	9
2.2.4 อุตสาหกรรมการผลิตแป้งแปรรูปในประเทศไทย	9
2.2.5 กรรมวิธีผลิตแป้งแปรรูปครอสลิงค์สตาร์ช	9
2.2.6 กรรมวิธีการผลิตพรีเจลลาติไนซ์สตาร์ช	9
2.3 ปลานิล	10
2.4 กุ้งแห้ง	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
3.1 วัตถุดิบ	12
3.2 อุปกรณ์ในการผลิต	12
3.3 อุปกรณ์การวิเคราะห์	13
3.4 สารเคมี	13
3.5 เครื่องมือวิเคราะห์	13
3.6 วิธีการดำเนินงาน	13
การเตรียมเนื้อปลานิล	17
ขั้นตอนการเตรียมกุ้งแห้ง	17
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	19
4.1 ผลการศึกษาหาอัตราส่วนของแป้งดัดแปรที่เหมาะสม ในการผลิตขนมปังเนื้อสัมผัสใหม่	19
4.1.1ผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อเนื้อสัมผัสของขนมปัง ทางด้านประสาทสัมผัส	19
4.1.2ผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อคุณลักษณะ ทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมปัง	19
4.1.3ผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปร ต่อการเปลี่ยนแปลงสี(ΔE)ของขนมปัง	21
4.1.4แสดงผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปร ต่อปริมาตร(volume)ขนมปัง	22
4.1.5แสดงผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปร ต่อความชื้น(moisture)ของขนมปัง	23
4.1.6แสดงผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปร ต่อค่า Water Activity ของขนมปัง	23
4.1.7แสดงผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปร ต่อปริมาณโปรตีน(protein)ของขนมปัง	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2 ผลการศึกษาหาปริมาณแป้งดัดแปร ที่ผู้ทดสอบยอมรับในการใช้ทดแทนแป้งสาลี	25
4.2.1คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส ของขนมปังที่เติมเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรที่ระดับต่างๆ	25
4.3 การศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบทางคุณลักษณะของขนมปัง ที่เติมเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา	26
4.3.1ผลทางคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมปัง ที่เติมเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา	26
4.3.2 ผลของเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา ต่อการเปลี่ยนแปลงสี (ΔE) และปริมาตร ของขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง	27
4.3.3 ผลของเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลาต่อเปอร์เซ็นต์ ความชื้นและ Water Activity ของขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง	28
4.3.4ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปัง ที่เติมเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา	29
4.4 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมเนื้อปลาและกุ้ง	31
4.4.1 ผลของเปอร์เซ็นต์เนื้อปลาและกุ้งต่อความแตกต่างของสี(ΔE) และปริมาตรของขนมปัง	31
4.4.2 ผลทางคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัส(Texture) ของขนมปัง ที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง	32
4.4.3 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์ปลาและกุ้งต่อความชื้น และ Water Activity ของขนมปัง	32
4.4.4ปริมาณโปรตีนในขนมปังที่เติมปลาและกุ้งในอัตราส่วนต่างๆ	33
4.5 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์ปลาและกุ้ง ต่อปริมาณใยอาหาร(Fibre)ของขนมปัง	34
4.6 คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัส ของขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	37
สรุปผลการทดลอง	37
ข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ทางเคมี	40
ก1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC , 1995)	40
ก2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1995)	40
ก.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยใช้วิธีเจลห์คาล (AOAC , 1995)	41
ก4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 1995)	43
ก.5 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร (Crude fiber)(AOAC, 1995)	44
ก.6 การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (Water activity : Aw)	45
ภาคผนวก ข.การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของขนมปัง	47
ภาคผนวก ค.แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	48
การประเมินความแตกต่างทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการ Triangle Test	48
การประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส(Hedonic Test)	49
ภาคผนวก ง.การวัดเนื้อสัมผัส	50
ภาคผนวก จ.การวัดปริมาตร	51
ภาคผนวก ฉ.ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของกรดแลกติก 4
2.2 สารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ของเชื้อ *Lactobacillus sp.* สายพันธุ์ต่าง 16
2.3 ลักษณะและความแตกต่างของ *Lactobacillus sp* 20
4.1 ผลของแหล่งคาร์บอนชนิดต่าง ๆที่มีผลต่อการผลิตกรดแลกติก..... 38
โดยเชื้อ *Lactobacillus casei* ATCC 10863
4.2 ผลของน้ำตาลกลูโคสที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการผลิตกรดแลกติก 44
โดยเชื้อ *L. casei* ATCC 10863
4.3 ผลของการผลิตกรดแลกติก โดยเชื้อ *L. casei* ATCC 10863.....52
ที่ทำการหมักภายในฟลากส์ขนาด 2 ลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับการหมัก
ในถังหมักขนาด 2 ลิตร ในสภาวะที่เหมาะสมของแหล่งอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างของ L (+) lactic acid และ D (-) lactic acid 4
2.2 กรดพอลิแลกติกแอซิด 5
2.3 ไซคลิกพอลิเมอร์ของกรดแลกติก 5
2.4 ไดอแกรมการใช้กรดแลกติกทางการค้าและการนำมาประยุกต์ในรูปแบบต่าง ๆ 9
2.5 โครงสร้างทางเคมีของสารไดอะซิทิล 13
2.6 วิถี Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) ในการผลิตกรดแลกติกของกลุ่ม 17
Obligately homofermentative lactobacilli
2.7 วิถี Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) ในการผลิตกรดแลกติก 18
ของกลุ่ม heterofermentative lactobacilli
2.8 วิถีฟอสโฟกลูโคเนตของกลุ่ม Obligately heterofermentativelactobacill 19
2.9 ตัวอย่างเครื่อง HPLC ของ Shimadzu 26
4.1 การศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อ *Lactobacillus casei* ATCC 10863 39
ในอาหารสังเคราะห์ที่มีแหล่งคาร์บอนต่างชนิดกัน
4.2 ปริมาณกรดแลกติกที่ผลิตโดยเชื้อ *L. casei* ATCC 10863 39
ในอาหารสังเคราะห์ที่มีแหล่งคาร์บอนต่างชนิดกัน
4.3 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ 40
ของการผลิตกรดแลกติกจากแหล่งคาร์บอนต่างชนิดกัน
4.4 ปริมาณน้ำตาลที่เปลี่ยนแปลง เมื่อเลี้ยงเชื้อ *L. casei* ATCC 10863 41
ในอาหารสังเคราะห์ที่มีแหล่งคาร์บอนต่างชนิดกัน
4.5 การเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอช เมื่อเลี้ยงเชื้อ *L. casei* ATCC 10863 42
ในอาหารสังเคราะห์ที่มีแหล่งคาร์บอนต่างชนิดกัน
4.6 การเจริญเติบโตของเชื้อ *L. casei* ATCC 10863 ในอาหารสังเคราะห์ 43
ที่ใช้น้ำตาลกลูโคสความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นแหล่งคาร์บอน
4.7 ปริมาณกรดแลกติกที่ผลิตโดยเชื้อ *L. casei* ATCC 10863 ในอาหารสังเคราะห์ 45
ที่ใช้น้ำตาลกลูโคสความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นแหล่งคาร์บอน
4.8 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ของการผลิตกรดแลกติก 45
จากความเข้มข้นกลูโคสที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.9 ปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลง 46
โดยการเลี้ยงเชื้อ *L. casei* ATCC 10863 ในอาหารสังเคราะห์ที่มีน้ำตาลกลูโคส
ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นแหล่งคาร์บอน
4.10 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เมื่อเลี้ยงเชื้อ *L. casei* ATCC 10863 47
ในอาหารสังเคราะห์ที่มีน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้นต่างๆ เป็นแหล่งคาร์บอน
4.11 การเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าการเจริญเติบโต 47
ปริมาณกรดแลกติก(กรัมต่อลิตร) ปริมาณน้ำตาลที่เหลือและค่าพีเอช
ที่เกิดจากการหมักกรดแลกติกที่ความเข้มข้นกลูโคส 40 กรัมต่อลิตร
ภายใต้สภาวะการหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส พีเอช 6.5-7.0 ที่สภาวะนิ่ง
4.12 การเจริญเติบโตของเชื้อ *L. casei* ATCC 10863 ในสภาวะที่เหมาะสม 50
ของแหล่งอาหาร ในรูปของค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร
และน้ำหนักแห้งของเซลล์ (กรัมต่อลิตร)
4.13 ปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยการเลี้ยงเชื้อ *L. casei* ATCC 10863 51
ในสภาวะที่เหมาะสมของแหล่งอาหาร
4.14 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช เมื่อเลี้ยงเชื้อ *L. casei* ATCC 10863 51
ในสภาวะที่เหมาะสมของแหล่งอาหาร
4.15 ปริมาณกรดแลกติกที่ผลิตโดยเชื้อ *Lactobacillus casei* ATCC 53
ในสภาวะที่เหมาะสมของแหล่งอาหาร
4.16 กราฟแสดงค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติของการเปรียบเทียบ 53
การผลิตกรดแลกติกจากอาหารและสภาวะที่เหมาะสม
ในระดับฟลาสก์และถังหมักขนาด 2 ลิตร
4.17 กราฟแสดงผลที่ได้ต่างๆ ในการหมักกรดแลกติก โดยเชื้อ 54
L. casei ATCC ใน ฟลาสก์ขนาด 2 ลิตร ชุดแรก
ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมของแหล่งอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.18 กราฟแสดงผลที่ได้ต่างๆ ในการหมักกรดแลกติก โดยเชื้อ *L. casei* ATCC 55
ในฟลาสก์ขนาด 2 ลิตร ชุดที่สอง ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมของแหล่งอาหาร
4.19 กราฟแสดงผลที่ได้ต่างๆ ในการหมักกรดแลกติก โดยเชื้อ *L. casei* ATCC..... 56
ในถังหมักขนาด 2 ลิตร ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมของแหล่งอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 คำนำ

ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายไม่เพียงแต่ประเทศในแถบตะวันตกเท่านั้น แต่ประเทศในแถบตะวันออกขนมปังก็เป็นที่รู้จักกันอย่างดี ขนมปังนิยมรับประทานเป็นอาหารเช้า อาหารว่างและในบางประเทศนิยมบริโภคขนมปังเป็นอาหารหลัก สำหรับในประเทศไทยนั้น ขนมปังมักนิยมรับประทานกันเป็นอาหารว่าง ที่พบกันทั่วไปได้แก่ ขนมปังแซนวิช ขนมปังโรล ขนมปังหวาน ซึ่งความแตกต่างของขนมปังแต่ละแห่งมักจะเน้นไปที่รสชาติของเนื้อขนมปัง หรือรสชาติของไส้ที่จะสอดแทรกเข้าไป

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จะมุ่งเน้นการค้นคว้าและพัฒนาขนมปังให้มีเนื้อสัมผัสแปลกใหม่และแตกต่างจากขนมปังที่จำหน่ายในท้องตลาด พร้อมทั้งศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ , คุณสมบัติทางเคมี โดยศึกษาสมบัติทางกายภาพ การประเมินทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังให้มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวนุ่มและมีความยืดหยุ่นมากขึ้นโดยการเติมแป้งดัดแปรทดแทนแป้งสาลีบางส่วน
2. เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเคมีกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของขนมปังเนื้อสัมผัสใหม่
3. เพื่อเสริมโปรตีนให้แก่ขนมปังเนื้อสัมผัสใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ขนมปัง

ขนมปังใช้แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลัก เนื่องจากแป้งสาลีมีคุณสมบัติเฉพาะที่แป้งอื่นไม่มี คือ แป้งสาลีจะประกอบไปด้วยโปรตีนที่สำคัญ 2 ชนิด คือ ไกลอะดิน (Gliadin) และ กลูเตนิน (Glutenin) ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้ว จะเกิดสารที่มีลักษณะหยุ่น เหนียว ยืดเป็นยาง เรียกว่า กลูเตน(Gluten) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นร่างแห สามารถเก็บกักก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักได้ ทำให้เกิดโครงร่างที่ยืดหยุ่น และผลิตภัณฑ์ที่อบได้จะมีลักษณะเหมือนฟองน้ำ ไกลอะดินเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีความยืดหยุ่นน้อย แต่มีสภาพยืดหยุ่นน้อย ละลายได้ในแอลกอฮอล์ ส่วนกลูเตนินเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีความยืดน้อย แต่มีสภาพยืดหยุ่นมาก ละลายได้ในกรดหรือเบส เมื่อรวมกันเป็นกลูเตนแล้วจะได้ลักษณะที่เหมาะสม มีความยืดหยุ่นพอดี (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540)

2.1.1 ประเภทของขนมปัง

โดยทั่วไปแล้วขนมปังสามารถแบ่งออกได้ 4 ประเภท คือ

1) ขนมปังฝรั่งเศส ขนมปังอิตาเลียน และขนมปังเวียนนา ขนมปังทั้ง 3 ประเภท ทำจากโดที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0-3 % โดของขนมปังประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีส่วนผสมเหมือนกัน แป้งที่ใช้ทำขนมปังชนิดนี้จะต้องเป็นแป้งที่มีปริมาณกลูเตนสูง เพื่อที่จะสามารถทนทานต่อการหมักได้นาน ทนต่อการพักตัว และการขึ้นฟูของโดในระยะแรกของการอบ

2) ขนมปังปอนด์หัวกะโหลกและแซนด์วิช เป็นขนมปังที่ชาวอเมริกันนิยมบริโภคกันมาก เพราะมีเนื้อขนมปังขาวนุ่ม ทำจากโดที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 3-6 ถ้าใช้พิมพ์ของขนมปังธรรมดาจะเป็นขนมปังหัวกะโหลก แต่ถ้าใช้พิมพ์ที่มีฝาปิดข้างบน จะมีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยม ซึ่งนิยมนำมาทำเป็นแซนด์วิช จึงเรียกว่า ขนมปังแซนด์วิช มีขั้นตอนการทำอย่างง่ายคือ นำส่วนผสมทั้งหมดนวดผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 15 นาที นำโดที่ได้ไปพักเป็นเวลา 30 – 45 นาที หลังจากนั้นนำมาคลึงไล่อากาศออก นำใส่พิมพ์ที่ทาเนยขาวไว้แล้วพักต่ออีก 30 นาที จึงนำไปอบ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540)

3) ขนมปังหวาน โดที่ทำขนมปังหวานจะต้องมีสูตรที่เข้มข้นกว่าโดที่ทำจากขนมปังจืด โดยมีปริมาณน้ำตาล นม ไขมัน และไข่สูงกว่าขนมปังจืด (ไขมัน 12 – 24%) ขนมปังหวานจากสูตรพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงสูตรเดียว สามารถดัดแปลงให้เกิดขนมปังหวานมากมายหลายชนิด โดยการปั้นให้มีรูปร่างและขนาดต่างๆกัน ใส่ไส้ชนิดต่างๆ แป้งที่ใช้อาจเป็นแป้งสาลีชนิดแข็ง และแป้งสาลีอเนกประสงค์เช่นเดียวกับไส้ต่างๆ (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2539)

4) ขนมปังเนื้อนุ่ม เป็นขนมปังที่ทำจากโคที่มีความเข้มข้นสูง ปกติจะทำจากโคที่มีน้ำตาลและไขมันมากกว่า 2 ชนิดแรก (ไขมัน 6-12 %) ปริมาณไข่อาจเพิ่มขึ้น หรืออาจไม่ใช้ไข่ก็ได้ แป้งสาลีที่มีความแข็งปานกลาง คือ กลูเตนที่ไม่แข็งแรงมาก ขนมปังอบที่ได้จะมีรสหวาน นุ่ม มีเนื้อละเอียด เช่น แฮมเบอร์เกอร์ ฮอทดอก

2.1.2 ส่วนผสมของขนมปัง

ส่วนผสมของขนมปังประกอบด้วยแป้งสาลีโปรตีนสูง (เรียกทั่วไปว่าแป้งสาลีชนิดทำขนมปัง) ผสมกับน้ำ ยีสต์ และเกลือ ทั้ง 4 อย่างนี้ จัดเป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งจำเป็นต้องมีในสูตรขนมปังทั่วไป นอกจากนั้น อาจใส่สารอื่นเพื่อปรับปรุงลักษณะของขนมปังให้แตกต่างออกไปตามความต้องการของผู้บริโภค ได้แก่ ไขมัน แป้งมอลต์ แป้งถั่วเหลือง ธัญชาติอื่นๆ อาหารยีสต์ สารที่ทำให้น้ำกับน้ำมันเข้ากันได้ (Emulsifiers) น้ำนมและผลิตภัณฑ์จากนม ผลไม้ และกลูเตน เป็นต้น

1) **แป้งสาลีชนิดทำขนมปัง** เป็นแป้งสาลีจากข้าวสาลีโม่ธรรมดาชนิดแข็งมีโปรตีนสูงร้อยละ (12-24%) ในประเทศ อาจใช้แป้งสาลีชนิดคูรัมโปรตีนสูง เพื่อทำเป็นขนมปังชนิดแบนแบบอาหรับ แต่โดยทั่วไปแล้วแป้งที่ใช้ จะมีสีขาวนวล มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 เป็นแป้งสาลีที่ดูดน้ำได้มาก (60 – 65%) มีเถ้า 0.40 – 0.50 และมีโปรตีนร้อยละ 10 – 16 มีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมวัดได้จากเครื่องฟาริโนกราฟ และเอกซ์เทนซิกราฟ ส่วนปริมาณเอนไซม์ในแป้งวัดได้จากเครื่องอะมิโลกราฟ โดยละเอียดลักษณะคุณภาพของแป้งที่เหมาะในการทำขนมปังแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปบ้าง หน้าที่ของแป้งสาลีในขนมปัง คือเป็นโครงร่างที่สำคัญ มีความยืดหยุ่นในขณะผสม ขึ้นฟูขณะหมัก และเมื่อสุกจะแข็งตัวเป็นโครงร่างของขนมปังเนื้อนุ่ม เหนียวต่อการเคี้ยวเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงเกิดจากองค์ประกอบทางเคมีในแป้งสาลีที่สำคัญคือ สตาร์ช และกลูเตน รวมทั้งองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ไขมัน เพนโตซาน น้ำตาล และอื่นๆ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงเมื่อผสมแป้งกับน้ำ ยีสต์ และเกลือเข้าด้วยกันจนเป็นโด

2) **น้ำ** เป็นส่วนผสมหลักที่สำคัญ และมีผลต่อลักษณะของโดโดยตรง กล่าวคือโด จะมีความนุ่มยืดหยุ่น ไม่ติดมือ ถ้าน้ำที่ใช้เป็นน้ำกระด้างปลานกลาง ซึ่งมีแร่ธาตุบางชนิดปนอยู่อย่างเหมาะสม จะช่วยให้โดมีความแข็งแรง และยืดหยุ่นตัวดี ถ้าน้ำกระด้างมากหรือถาวร จะทำให้โดแข็งเกินไป ส่วนน้ำอ่อนก็มีผลทำให้โดนุ่มเกินไปและอาจติดมือง่าย ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพของน้ำก่อนนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำขนมปังจึงจำเป็น เพื่อการปรับปรุงแก้ไขสภาพน้ำให้เหมาะสม โดยใช้กลือและอาหารยีสต์ ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบแร่ธาตุชนิดต่างๆเข้าด้วยกัน เช่น ถ้าน้ำอ่อนมากก็ควรเพิ่มเกลือและอาหารในสูตร แต่ถ้าน้ำกระด้างมาก ก็ลดเกลือ ลดอาหารยีสต์และเพิ่มปริมาณยีสต์ พร้อมทั้งใช้เวลาในการหมักนานขึ้น เป็นต้น โดยปริมาณน้ำที่เติมในสูตร จะมีอยู่ช่วง 55-56 % ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง

กล่าวได้ว่า น้ำมีผลต่อการทำขนมปังมาก เริ่มจากทำหน้าที่ละลายเกลือ ยีสต์ หรือส่วนผสมอื่นๆ ให้สามารถผสมเข้าไปในเนื้อโดอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนวดแป้งกับน้ำจนกลายเป็นโด จะมีกลูเตนเกิดขึ้น ให้มีความยืดหยุ่นดี มีอุณหภูมิของโดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเอนไซม์ ซึ่งทำงานได้เนื่องจากน้ำในส่วนผสม จนเกิดก๊าซ ทำให้โดพองฟูขึ้นขณะหมักเมื่อนำเข้าอบ น้ำจะมีส่วนให้สตาร์ชเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น กลูเตนขยายตัว และส่วนอื่นเปลี่ยนสภาพจากดิบเป็นสุก และคงรูปร่างของขนมปัง กล่าวคือ ถ้าเก็บขนมปังในภาชนะบรรจุที่ไม่เหมาะสม จะทำให้ขนมปังแห้ง จากการระเหยของน้ำออกจากภายในเนื้อขนมปัง หรือขนมปังแฉะจนขึ้นรา เพราะมีความชื้นในเนื้อขนมมากจนเกินไป ก็จะทำให้ขนมปังนั้นไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3) เกลือ เติมลงส่วนผสมของขนมปัง เพื่อทำให้ขนมปังมีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ช่วยทำให้กลูเตนแข็งแรงและคงทนเพิ่มขึ้น ทำให้โดไม่แฉะ มีส่วนในการควบคุมการทำงานของยีสต์ให้ช้าลง มีการหมักนานขึ้น ทำให้ขนมปังขึ้นฟูสม่ำเสมอและมีโครงร่างดี

4) ยีสต์ เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharomyces cerevisiae* หรือเรียกทั่วไปว่ายีสต์สำหรับช่างทำขนม(Baker' yeast) ซึ่งมีหน้าที่หลักในส่วนผสมภายในขนมปัง 3 อย่างคือ ช่วยทำให้เกิดก๊าซภายในโด ปรับสภาพโดให้เหมาะสม และให้กลิ่นรสแก่ขนมปังยีสต์ที่ผสมอยู่ในโด จะเริ่มเติบโตเนื่องจากมีน้ำ และอากาศจากการผสม และมีอาหารคือ น้ำตาล และสารอาหารอื่นจากโต ทำให้ยีสต์เพิ่มจำนวนมากขึ้น พร้อมกันนี้เอนไซม์ต่างๆในยีสต์จะแปรสภาพจากสารอาหารโดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ น้ำตาลให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอลกอฮอล์ และพลังงาน โดยกระบวนการที่เกิดขึ้นนี้ จะอยู่ในสภาพที่ไม่มีอากาศ เรียกว่า กระบวนการหมัก ซึ่งเป็นผลให้ภายในโดมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดันให้โดพองตัวขึ้นจากเดิมหลายเท่า ในขณะเดียวกันก็ปรับสภาพให้โดยืดตัว มีก๊าซแทรกอยู่พร้อมทั้งให้กลิ่นหมักของแอลกอฮอล์ร่วมกับกลิ่นอื่นๆเมื่อนำโดเข้าเตาอบ ขณะที่ความร้อนยังไม่แผ่กระจายเข้าสู่ก้อนโดมากนัก ยีสต์จะยังทำงานเป็นเหตุให้โดขึ้นฟูในเตาอบอีกระยะหนึ่ง จนในที่สุด ความร้อนกระจายทั่วก้อนโด ทำให้ยีสต์ตาย และขนมปังยังคงรูปร่างขึ้นฟูพร้อมกับมีกลิ่นหมัก กลิ่นยีสต์ และสารอื่นๆ เป็นกลิ่นของขนมปังที่ผู้บริโภคพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) น้ำตาล เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายน้ำได้ดี น้ำตาลมีหน้าที่ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นอยู่ได้นาน ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีที่ดี

6) ไขมัน เป็นส่วนผสมที่ช่วยในการหล่อลื่นกลูเตนให้ยืดหยุ่นได้ เก็บก๊าซได้เหมาะสม ทำให้เนื้อขนมปังนุ่ม มีเซลล์บาง มีปริมาตรมากขึ้นและให้กลิ่นรสที่ดีของขนมปัง ขนมปังที่นิยมใส่ในขนมปังได้แก่ เนยขาว(Shortening) เนยสด(Butter)และมาการีน(Margarine)(อรอนงค์ นัยวิกุล,2539)

2.1.3 กรรมวิธีการผลิตขนมปัง

การผสม

เพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดี แบะเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นของโดสำหรับวิธีผสมมี 2 แบบ คือ ผสมแบบครั้งเดียว และผสมแบบสองครั้ง โดยการผสมครั้งเดียวจะผสมส่วนผสมทั้งหมดรวมกันทีเดียว จนได้ลักษณะโดที่ดี ดังนั้นคำว่า "โด" จึงหมายถึง ส่วนผสมแป้งกับน้ำรวมกับส่วนผสมอื่นจนเข้ากันดี มีลักษณะยืดหยุ่นได้นั่นเอง และการผสมสองครั้งจะแบ่งการผสมเป็นสองครั้ง คือครั้งแรกจะผสมแป้งส่วนใหญ่กับน้ำและยีสต์เพื่อให้เข้ากันเท่านั้นแล้วหมักทิ้งไว้เรียกส่วนนี้ว่า ส่วนสปันจ์ ซึ่งใช้เวลาหมักประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วจึงทำการผสมครั้งที่สอง โดยส่วนผสมสปันจ์รวมกับแป้งที่เหลือและส่วนผสมอื่นจนได้โดที่เรียบเนียนเช่นเดียวกับการผสมครั้งเดียว

การหมัก

เพื่อให้ก้อนโดเกิดการพองตัวเนื่องจากเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น เพราะยีสต์ในส่วนผสมเกิดการเจริญเติบโต และเปลี่ยนองค์ประกอบของสารอาหารในแป้งบางส่วนข้างในเป็นก๊าซดังกล่าว มีผลให้ก้อนโดขยายตัวขึ้นเป็นสองเท่า จึงจำเป็นต้องไล่ลม หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากโด ก่อนที่ก้อนโดจะใหญ่เกินไปจนแตกออกเอง และการไล่ลมนี้เองอาจจะทำครั้งเดียวในช่วงการหมัก หรือสองครั้งก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง

การตัดแบ่งก้อนโด

เพื่อให้ก้อนโดที่มีขนาดเท่ากันตามลักษณะของชนิดขนมปัง เมื่อตัดแล้วต้องปั้นเป็นก้อนกลมอีกครั้ง เพื่อให้คลุมก๊าซอยู่ภายในได้

การพักโดระยะสั้น

ให้โดได้พักคลายตัว หลังจากตัดและปั้นกลม จะได้สามารถปั้นเป็นรูปต่างๆได้ง่ายตามความต้องการ เมื่อพักได้ประมาณ8-12นาทีแล้ว จึงทำการปั้นก้อนโดเพื่อนำลงพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใส่พิมพ์

เพื่อให้ขนมมีรูปร่างและขนาดเท่ากัน และสุกอย่างสม่ำเสมอ โดยนำก้อนโดที่ปั้นเป็นรูปร่างแล้วใส่ลงในพิมพ์ที่ทาเนยขาวเพื่อไม่ให้ขนมปังติดพิมพ์เมื่อสุก

การทำโดก่อนอบ

มีจุดประสงค์เพื่อให้ขนมปังได้หมักอีกจนขนมเกือบเต็มพิมพ์

การอบ

เพื่อให้ขนมปังสุก มีกลิ่นรสชวนรับประทาน ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง180-220องศาเซลเซียส

2.1.4 การเสื่อมเสียของขนมปัง

2.1.4.1 การเสื่อมเสียของขนมปังจากเชื้อรา

ลักษณะที่เห็นได้ชัดเจนคือเห็นมีเชื้อราอยู่บนขนมปัง โดยเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ถ้าหากสุขลักษณะในการผลิตขนมปังและการเก็บรักษาไม่ดีพอ โดยเชื้อราสามรถเจริญเติบโตในที่ที่มีความชื้นต่ำกว่าที่พวกแบคทีเรียและยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ แต่เชื้อราอาจไม่สามารถเจริญได้ในสภาพที่มีความเป็นกรด

ขนมปังมีลักษณะที่เชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ดี เมื่อใดก็ตามที่ขนมปังสัมผัสกับบรรยากาศและถ้าหากความชื้นภายในบรรยากาศมีสูง เชื้อราก็จะเจริญเติบโตเร็วยิ่งขึ้น แต่ถ้าหากความชื้นภายในบรรยากาศต่ำ เชื้อราก็จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ แต่สปอร์ก็อาจเกาะอยู่บนผิวก้อนของขนมปัง ดังนั้นขนมปังที่เก็บรักษาในสภาพที่แห้งและสะอาดก็จะสามารถป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อราได้

2.1.4.2 การเสื่อมเสียจากแบคทีเรีย

การเน่าเสียจะเห็นได้ชัดคือ ภายในเนื้อของขนมปังจะมีสักษณะเหนียวและสีจะเปลี่ยนไปจากเดิมนอกจากนั้นกลิ่นยังมีลักษณะคล้ายกับสับปะรดเน่า

การเน่าเสียดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากขนมปังมีเชื้อแบคทีเรียปะปนอยู่ และสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียดังที่สามารถทนต่อความร้อนในเตาอบได้ ดังนั้นเชื้อแบคทีเรียจะเจริญเติบโตภายในขนมปังและจะทำงายสารพวกโปรตีนและสตาร์ชภายในขนมปัง ทำให้เนื้อของขนมปังเปลี่ยนสีและมีกลิ่นเน่า ระยะเวลาหลังจากอบขนมปังออกจากเตาอบจนเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวประมาณ 12 – 36 ชั่วโมง ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณของสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียที่ปะปนอยู่

ลักษณะทางกายภาพ ที่แสดงให้ทราบว่าขนมปังนั้นเกิดการเน่าเสียมีลักษณะดังนี้

- มีกลิ่นและรสผิดปกติคล้ายๆกับสับปะรดที่สุกเกินไป
- เนื้อภายในขนมปังจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เนื้อภายในขนมปังจะมีลักษณะเหนียว
- สีของเปลือกนอกของขนมปังจะมีสีแดง

การแห้งของขนมปัง ขนมปังจะมีคุณภาพที่ดีที่สุดหลังจากที่นำออกจากเตาอบประมาณ 2-3 ชั่วโมง ซึ่งมีลักษณะสดและนิ่ม แต่เป็นไปไม่ได้ที่ทุกคนจะหาซื้อขนมปังใหม่ๆได้ นอกจากผู้ที่อยู่ใกล้กับร้านหรือโรงงานผลิตขนมปังเท่านั้น ดังนั้นผู้บริโภคขนมปังส่วนใหญ่จะต้องซื้อขนมปังที่มีอายุมากกว่า 1 วัน ดังนั้น สาเหตุที่ทำให้ขนมปังด้อยคุณภาพลงจึงมาจากการแห้งของขนมปัง

วิธีการทดสอบว่าขนมปังแห้งหรือไม่นั้นทำได้ง่าย โดยการหั่นขนมปังออก แล้วใช้นิ้วหัวแม่มือกดเบาๆ ถ้าหากขนมปังนิ่มแสดงว่า ขนมปังไม่แห้ง และถ้าหากกดลงไปได้เล็กน้อยแสดงว่าขนมปังแห้ง ส่วนการใช้เครื่องมือต่างๆ ทดสอบการแห้งของขนมปังนั้น ไม่ค่อยได้ใช้กันแต่การค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับการป้องกันการแห้งนั้นมีอยู่มากมาย สำหรับสาเหตุที่ทำให้ขนมปังแห้งมีอยู่ 2 ประการคือ - การสูญเสียความชื้น โดยทั่วไปแล้ว ขนมปังที่อยู่ในสภาพดีนั้น จะมีความชื้นอย่างต่ำ 30 % แต่ขนมปังออกจากโรงงานจะมีความชื้นประมาณ 40 – 45 % ขนมปังสามารถจะดูดซึมน้ำในบรรยากาศได้ ถ้าหากบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เกิน 70 % และขนมปังจะสูญเสียความชื้นได้ถ้าหากในบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 70 %

ดังนั้นขนมปังมีโอกาสที่จะสูญเสียความชื้นไปมากกว่า ผิดกับคุ้กกี้ซึ่งมีความชื้นประมาณ 2-3 % ซึ่งมีโอกาสที่จะดูดความชื้นในบรรยากาศได้มาก ขนมปังที่มีความชื้นสูงในตอนแรกโดยเฉพาะในเนื้อขนมปังนั้น สามารถจะเก็บได้หลายวัน แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าความชื้นในก้อนขนมปังสูงเพราะถ้าหากเป็นเช่นนั้นแล้วจะเกิดการเน่าเสียเร็วขึ้น โดยเฉพาะเกิดจากเชื้อรา

การป้องกันหรือยืดอายุของการแห้งนั้นมีองค์ประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ควรใส่น้ำให้มากที่สุดในขณะทำการผสมแป้ง และควรใช้แป้งชนิดโปรตีนสูง ทั้งนี้เพื่อให้การดูดซับน้ำดำเนินไปด้วยดี แต่การใส่น้ำจะต้องระวังไม่ควรจะให้มากเกินไปเพราะจะทำให้โดเหนียว ถ้าหากโดเหนียวก็สามารถแก้ไขได้เช่น

- ใช้ลมเป่าที่โดในขั้นการม้วนเพื่อให้ผิวนอกของโดแห้งเล็กน้อย
- ใช้สารเคมีบางอย่างเช่น ฟลูออน โดยใส่สารนี้บนลูกกลิ้ง ซึ่งการผสมเป็นไปอย่างทั่วถึง ทำให้คุณภาพของโดดีขึ้น

2) ระยะเวลาในการอบควรจะสั้น ทั้งนี้เพื่อให้แป้งภายในก้อนขนมปังเกิดการสุกแลทำให้ได้ผิวของขนมปังบางๆ พยายามรักษาความชื้นในเตาอบให้สูงเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นภายในขนมปัง โดยปกติแล้วเวลาที่ใช้ในการอบขนมปังจะใช้เวลาประมาณ 24 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การทำให้ขนมปังเย็นลงอย่างถูกต้อง ขนมปังที่ออกจากเตาอบใหม่ๆ จะมีอุณหภูมิสูง เมื่อกระทบกับอากาศที่เย็นกว่า ไอน้ำในขนมปังจะระเหยออกสู่บรรยากาศ การสูญเสียความชื้นจะมากหรือน้อยนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศในขณะนั้น ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูง การสูญเสียความชื้นก็จะน้อย แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ การสูญเสียก็จะมาก ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยควรจะมีห้องพิเศษสำหรับทำขนมปังให้เย็น โดยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องนั้นให้ดี ควรจะให้อากาศภายในห้องนั้นมีการหมุนเวียนอยู่เสมอ ปกติแล้วห้องที่ทำขนมปังเย็นจะมีอุณหภูมิประมาณ 70 องศาฟาเรนไฮต์ และมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์

- การแห้งเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี ในปัจจุบันยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด แต่เชื่อกันว่าการแห้งของขนมปังเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภายในขนมปังอย่างช้าๆ โดยเฉพาะส่วนประกอบของแป้งโดยในระหว่างการอบ แป้งทั้งหมดจะเกิดเป็นเจลและคุณสมบัติ ของเจลจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ถ้าหากการเก็บรักษาของขนมปังที่อุณหภูมิสูงกว่า 131 องศาฟาเรนไฮต์ (55 องศาเซลเซียส) แต่ถ้าหากเก็บขนมปังต่ำกว่าอุณหภูมิดังกล่าว เจลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติโดยจะแข็งขึ้น เมื่อเจลแข็งขึ้นจะขับน้ำออกจากเจล กระบวนการนี้จะเปลี่ยนไปรวดเร็วขึ้น ถ้าหากอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิดังกล่าวมากๆ นอกเสียจากว่าหลังจากขนมปังออกจากเตาแล้ว นำไปทำให้เย็นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำกว่า 23 องศาฟาเรนไฮต์ (- 5 องศาเซลเซียส) การเปลี่ยนแปลงนี้จะมีน้อยมากแม้ว่าจะนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสอีกครั้งหนึ่ง

ในการหมักแป้งหรือผสมโดไม่ถูกต้อง ในการทำขนมปังนั้นไม่ว่าจะด้วยวิธีใดก็ตาม และการหมักที่เร็วหรือนานเกินไป ก็จะมีผลให้เกิดการแห้งมากขึ้น

การแห้งเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี สามารถป้องกันได้โดยการใช้สารเคมีบางอย่าง เพื่อชะลอการแห้งที่จะเกิดขึ้นกับขนมปัง โดยใช้ GMS(กลีเซอรอลโมโนสเทียเรต) หรือ สเทียรีลทาเทรตประมาณ 100 กรัม ต่อ แป้ง 100 กิโลกรัม เป็นต้น

2.2 สตาร์ชดัดแปร (modified starch)

การผลิตสตาร์ชดัดแปร (modified starch)

2.2.1 แป้งแปรรูปเป็นแป้งที่นำเอาแป้งธรรมชาติมาผ่านกระบวนการทางเคมี และฟิสิกส์

เพื่อให้เกิดเจลที่มีความข้นหนืดระดับต่างๆกัน สามารถใช้กับอาหารที่เป็นกรด สามารถฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงได้ ทนต่อการแช่แข็งหรือละลายน้ำแข็งได้ดี

2.2.2 ประเภทของสตาร์ชดัดแปลง แบ่งได้ตามปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 แอซิดมอดิไฟด์สตาร์ช เป็นการย่อยสลาย สารละลายแป้งด้วยกรด เพื่อลดความข้นหนืดของแป้ง ทำให้เจลใสขึ้น

2.2 ออกซิไดซ์สตาร์ช คล้ายกับวิธี ข้อ 2.1 แต่ใช้แอลคาไลน์ ไฮโปคลอไรท์แทนกรด ได้แป้งที่ใสมากขึ้น แต่ความข้นหนืดน้อย

2.3 ครอสลิงค์สตาร์ช เป็นการใช้สารเคมี เช่น โซเดียมไตรเมตาฟอสเฟต ทำให้ปฏิกิริยากับโมเลกุลของแป้งสร้างพันธะโคเวเลนท์ ระหว่างโมเลกุลของแป้ง ทำให้แรงยึดภายในโครงสร้างแข็งแรงขึ้น น้ำแทรกเข้าไปได้ยาก เม็ดแป้งจึงทนต่อการแตก พองตัว ที่อุณหภูมิสูง ครอสลิงค์สตาร์ชบางชนิดจะสามารถทนต่อสภาพความเป็นกรดสูงได้

2.4 พรีเจลลาติไนซ์สตาร์ช เป็นการทำให้แป้งสุก แล้วอบแห้งเป็นผง เพื่อให้แป้งสามารถละลายได้ในน้ำเย็น หรือใช้เวลาในการทำให้แป้งสุกเร็วขึ้นใช้อุณหภูมิต่ำลง

2.2.3 วัตถุดิบที่นิยมใช้

ในการแปรรูปแป้ง เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด เป็นต้น

2.2.4 อุตสาหกรรมการผลิตแป้งแปรรูปในประเทศไทย

อุตสาหกรรมการผลิตแป้งแปรรูปในประเทศไทยปริมาณส่งออกต่อปี ประมาณ 50000 ตัน จากหัวสด 250000 ตัน โดยมีโรงงานแปรรูปประมาณ 10 โรงงาน ประมาณ 2-3 โรงงาน เป็นการร่วมมือกับบริษัทต่างชาติที่ผลิตแป้งแปรรูป จากความต้องการใช้แป้งในอุตสาหกรรมมากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมผลิตแป้งแปรรูปในประเทศไทยพัฒนาและขยายการผลิตเพิ่มขึ้น

2.2.5 กรรมวิธีผลิตแป้งแปรรูปครอสลิงค์สตาร์ช

ขั้นตอนแรกตั้งแต่หัวมันสดจนถึงการแยกโปรตีนออกได้น้ำแป้งทำเช่นเดียวกับกรรมวิธีการผลิตแป้งแล้วจึงนำน้ำแป้งไปทำแป้งแปรรูปในถังปฏิกิริยา ปรับความเป็นกรด-ด่างของน้ำแป้งให้เป็น 0.6 ด้วย กรดเกลือ โดยเติมกรดโปรปิโอนิคเป็นหยดใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา ประมาณ 1- 12 ชั่วโมง pH 7.5 จากนั้นกรองและทำแห้งตามวิธีเดิม

2.2.6 กรรมวิธีการผลิตพรีเจลลาติไนซ์สตาร์ช

เป็นวิธีการแปรสภาพแป้งโดยวิธีทางกายภาพเพื่อทำให้สุก และแห้ง การผลิตในระดับอุตสาหกรรมมี 3 วิธี คือ วิธี เคลือบแห้ง ,วิธีพ่นแห้ง และวิธีอัดพองด้วยความดัน แป้งที่ผลิตได้แต่ละวิธีจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน แต่วิธีที่นิยมผลิตกันมากคือ วิธีเคลือบแห้งเพราะมีต้นทุนต่ำเท่าวิธีอื่น การผลิตแป้งสุกโดยวิธีเคลือบแห้ง ทำโดยผ่านน้ำแป้งดิบ หรือสุกแล้ว บนผิวของโลหะร้อนทรงกลม ที่หมุนรอบแกน ด้วยความเร็วรอบที่พอดีกับแป้งเคลือบบนผิวแห้ง และเคลื่อนที่ไปถึงใบมีดซึ่งจะขูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกเป็นแผ่น นำไปอบไล่ความชื้นอีกครั้ง บดให้ละเอียด ร่อนแยกตามมาตรฐาน และบรรจุภาชนะปิดสนิท จะได้แป้งมีความข้นหนืดเพิ่มมากขึ้น ใช้เวลาในการหุงต้มสั้นลงและใช้ความร้อนต่ำลงด้วย การนำไปใช้ในอาหาร สตาร์ชดัดแปร ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆตามที่ต้องการในกระบวนการแปรรูป สามารถนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารได้หลากหลาย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ ลูกกวาดและขนมหวาน อาหารกระป๋อง อาหารแช่แข็ง อาหารนม อาหารผงสำเร็จรูปพร้อมบริโภค ผลิตภัณฑ์ขนมอบเป็นต้น

2.3 ปลานิล

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปลานิล

ปลานิล เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง ในวงศ์ปลาหมอสี (Cichlidae) มีชื่อภาษาอังกฤษว่า **Nile tilapia** ชื่อวิทยาศาสตร์ Oreochromis niloticus (ชื่อเดิมคือ Tilapia nilotica) เป็นปลาเศรษฐกิจ แพร่ขยายพันธุ์ง่าย และมีรสชาติ

ปลานิลสามารถอาศัยอยู่ได้ในน้ำจืดและน้ำกร่อย มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ที่ทวีปแอฟริกาพบทั่วไปตามหนอง บึง และทะเลสาบในประเทศซูดาน ยูกันดา แทนแกนยิกา ปลานิลเข้าสู่ประเทศไทยครั้งแรกโดยสมเด็จพระจักรพรรดิอะกิฮิโตะ เมื่อครั้งดำรงพระอิสริยยศมกุฎราชกุมารแห่งประเทศญี่ปุ่น ซึ่งทรงจัดส่งเข้ามาทูลเกล้าถวายพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2508 จำนวน 50 ตัว ครั้งนั้นได้ทรงโปรดเกล้า ให้ทดลองเลี้ยงปลานิลในบ่อสวนจิตรลดา เป็นหนึ่งโครงการในโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

ผลการทดลอง ปรากฏว่าปลานิลที่ทรงโปรดเกล้าให้ทดลองเลี้ยงได้เจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ได้เป็นอย่างดี ต่อมาจึงได้พระราชทานชื่อว่า "ปลานิล" (โดยมีที่มาจากชื่อแม่น้ำไนล์ (Nile) ที่เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยดั้งเดิม หรือชื่อวิทยาศาสตร์ Tilapia nilotica) และพระราชทานพันธุ์ปลาดังกล่าวให้กับกรมประมงจำนวนหนึ่ง เมื่อวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2509 เพื่อนำไปขยายพันธุ์ และแจกจ่ายแก่พสกนิกร และปล่อยลงไว้ตามแหล่งน้ำต่างๆตามที่เห็นว่าเหมาะสม เนื่องจากปลานิลมีคุณลักษณะพิเศษหลายข้อ เช่น กินอาหารได้ทุกชนิด เช่น ไรน้ำ ตะไกร่น้ำ ตัวอ่อนของแมลงและสัตว์น้ำเล็กๆ มีขนาดลำตัวใหญ่ ความยาวประมาณ 10–30 เซนติเมตร แพร่ขยายพันธุ์ง่าย และมีรสชาติดี

ในปัจจุบันพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวยังทรงโปรดเกล้าให้ทดลองเลี้ยง และแพร่ขยายพันธุ์ปลานิลในบ่อสวนจิตรลดา ต่อไป ในทางวิชาการเรียกสายพันธุปลานิลดังกล่าวว่า "ปลานิลสายพันธุ์จิตรลดา" ซึ่งยังคงเป็นปลานิลสายพันธุ์แท้ที่ประเทศไทยได้รับทูลเกล้าถวายพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จากพระจักรพรรดิอะกิฮิโตะ เป็นรูปร่างคล้ายปลาหมอเทศ แตกกันที่ปลานิลมีลายสีดำและจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีขาวสลับกันไป บริเวณครีบหลัง ครีบก้นและลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาล มีลายดำพาดขวางตามลำตัว มีความยาวประมาณ 10-30 เซนติเมตร

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของปลานิล (เพิ่มพูน, 2531) จะประกอบด้วย

โปรตีน	19.05 เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	0.95 เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	78.90 เปอร์เซ็นต์
เถ้า	1.10 เปอร์เซ็นต์
คาร์โบไฮเดรต	- เปอร์เซ็นต์
พลังงาน (แคลอรี่ / 100 กรัม)	91.00 เปอร์เซ็นต์

2.4 กุ้งแห้ง (http://www.si.mahidol.ac.th)

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของกุ้งแห้ง พบว่ากุ้งแห้งปริมาณ 100 กรัม ประกอบด้วย

โปรตีน	46.40 กรัม
ใยอาหาร	1.90 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 แป้งขนมปัง (ตราหงส์ ยูไนเต็ดฟลาวมิลล์)

3.1.2 แป้งเค้ก (ตราพัดโบก ยูไนเต็ดฟลาวมิลล์)

3.1.3 แป้งดัดแปร ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท ชิโนไทย สตาร์ช

3.1.4 น้ำตาลทรายตรามิตรผล

3.1.5 เนยขาว ตราโอลิมปิก

3.1.6 เกลือตรา ปรุงทิพย์

3.1.7 ไข่ไก่ เบอร์ 2

3.1.8 ยีสต์ (Fermipan สีแดง)

3.1.9 สารเสริมคุณภาพ

3.1.10 เนยสดตราออร์คิด

3.1.11 นมสดตราโฟร์โมสต์

3.2 อุปกรณ์การผลิต

3.2.1 เครื่องผสมแป้ง (mixer)

3.2.2 พายยาง

3.2.3 ถาดอบ

3.2.4 ที่ร่อนแป้ง

3.2.5 ถ้วยตวง

3.2.6 ช้อนตวง

3.2.7 เครื่องชั่งดิจิตอล

3.2.8 แปรงทาเนย

3.2.9 พิมพ์จีบ

3.2.10 เครื่องปั่นผสม (Blender)

3.2.11 เตาอบขนมปัง

3.2.12 ตู้บ่มขนมปัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อุปกรณ์การวิเคราะห์

3.3.1 เครื่องแก้ว

3.3.2 กระดาษกรอง

3.3.3 ถ้วยอะลูมิเนียม

3.3.4 อะลูมิเนียมฟอล์ย

3.3.5 ครูซิเบิล

3.4 สารเคมี

3.4.1 กรดซัลฟูริก

3.4.2 คอปเปอร์ซัลเฟต

3.4.3 โซเดียมซัลเฟต

3.4.4 กรดบอริค

3.4.5 ปิโตรเลียมอีเธอร์

3.4.6 เอธานอล

3.4.7 โซเดียมไฮดรอกไซด์

3.5 เครื่องมือวิเคราะห์

3.5.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก Mettler AJ 100

3.5.2 เครื่องวัดสี Minolta CR = 300 , Japan

3.5.3 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Measuring System, TA-XT2i

3.5.4 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน

3.5.5 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน

3.5.6 เครื่องวิเคราะห์Water activity

3.6 วิธีการดำเนินงาน

1. การศึกษาหาอัตราส่วนของแป้งดัดแปรที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังเนื้อสัมผัสใหม่

ในการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังที่มีความนุ่มเหนียว ยืดหยุ่น มากกว่าขนมปังสูตรควบคุม โดยการเติมแป้งดัดแปรเพื่อทดแทนแป้งสาลี 15, 25, 35 และ 50 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Triangle test เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน พร้อมทั้งวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง texture analyzer

ตารางที่ 1 ตารางแสดงสูตรขนมปังควบคุม

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งขนมปัง	200
แป้งเค้ก	100
น้ำตาล	60
เกลือ	0.5
ยีสต์ผง	10.5
เนยสด	30
สารเสริมคุณภาพ	4
ไข่	50
น้ำ	100
นมสด	100
เนยขาว	30

ตารางที่ 2 ตารางแสดงปริมาณแป้งดัดแปร แป้งสาลี และแป้งเค้กที่ใช้ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมปัง

สูตร	แป้งขนมปัง (กรัม)	แป้งเค้ก (กรัม)	แป้งดัดแปร (กรัม)	%แป้งดัดแปร
control	200	100	0	0
1	170	85	45	15
2	150	75	75	25
3	130	65	105	35
4	100	50	150	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการผลิตขนมปัง

ภาพที่ 1 วิธีการผลิตขนมปัง

ที่มา : อรอนงค์ นัยวิกุล. (2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ได้แก่

- เนื้อสัมผัส (Texture) (TA-XT2 Application study) ได้แก่ ความแข็ง ความยืดหยุ่น ความเหนียวหนืด และความนุ่มเหนียว
- สี (Color) ได้แก่ ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b)
- ปริมาตร (volume)
- ความชื้น (moisture)
- a_w (Water Activity)
- โปรตีน (protein)

2) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำขนมปังที่เติมแป้งคัดแปรเพื่อทดแทนแป้งสาลี 15, 25, 35 และ 50 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาทดสอบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Triangle test เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11.0 เพื่อใช้เลือกตัวอย่างที่จะทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

2. ศึกษาหาอัตราส่วนแป้งดัดแปรที่ผู้ทดสอบยอมรับในการใช้ทดแทนแป้งสาลี

การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังที่มีความนุ่มเหนียว ยืดหยุ่นในด้านความพึงพอใจสูงสุดของผู้ทดสอบ ด้วย 7-point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ในทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่เติมเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรที่ระดับต่างๆ

3. ศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบทางคุณลักษณะของขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง

การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังด้วยการเสริมโปรตีนจากปลาและกุ้ง โดยทดลองเติมปลาและกุ้งในอัตราส่วน 7 ต่อ 3 ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (685 กรัม) แล้วใช้เครื่องเทศในการกลบกลิ่นคาวของปลา ได้แก่ ไม่เติมเครื่องเทศ กระเทียมพริกไทย และใบกระวาน จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะทางด้านเคมีกายภาพ และ การทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบด้วยวิธี 7-point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ต่อการดับกลิ่นคาวปลาด้วยเครื่องเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าฉาดกระบัง

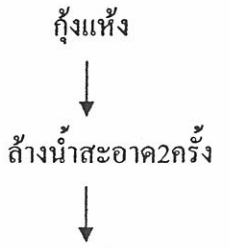
การเตรียมเนื้อปลานิล

นำปลานิลขนาดใกล้เคียงกันที่มีความสดมาล้างด้วยน้ำสะอาดจากนั้นนำมาล้างอีกทีด้วยน้ำมะนาว ควักไส้ ขอดเกล็ด ตัดครีบออก นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำอีกรอบ จากนั้นใช้มีดคมแล่เนื้อปลาออกเป็นแผ่น ถลกหนังปลาออก นำเนื้อปลามาบดละเอียดด้วยเครื่อง Blender โรยเกลือเล็กน้อยในระหว่างบดเพื่อให้เนื้อปลามีความเหนียว

นำเนื้อปลาบดที่ได้ใส่ถุงพลาสติกผูกปากให้แน่นเก็บไว้ที่ตู้แช่แข็งอุณหภูมิเท่ากับ -18 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมเนื้อปลานิลบดละเอียด

ขั้นตอนการเตรียมกุ้งแห้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96750

บดละเอียดด้วยเครื่องBlender

↓

นำเนื้อกุ้งที่บดละเอียดใส่ในถุงพลาสติก นำไปเก็บในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิเท่ากับ -18 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 3 ขั้นตอนการเตรียมกุ้งแห้งบดละเอียด

1) การวัดคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ได้แก่

- เนื้อสัมผัส (Texture) (TA-XT2 Application study) ได้แก่ ความแข็ง ความยืดหยุ่น ความเหนียวหนืด และความนุ่มเหนียว
- สี (Color) ได้แก่ ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b)
- ความชื้น (moisture)
- a_w (Water Activity)

4. การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมปลาและกุ้ง

การเพิ่มเปอร์เซ็นต์เนื้อปลาและกุ้งเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ โดยใช้เปอร์เซ็นต์ปลาและกุ้งเทากับ 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ แล้วศึกษาผลการทดสอบทางกายภาพและประสาทสัมผัสของขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง

1) คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ได้แก่

- ความแตกต่างของสี (ΔE) และปริมาตร (ml)
- เนื้อสัมผัส (Texture) ในลักษณะ ความเหนียวหนืด (chewiness) , ความติดเหนียว (gumminess) , ความแข็ง (hardness) และ ความยืดหยุ่น (springiness)
- ความชื้น (moisture)และ Water Activity ของขนมปัง
- ปริมาณโปรตีนในขนมปังที่เติมปลาและกุ้งในอัตราส่วนต่างๆ
- ใยอาหาร (Fibre)

2) คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง 10,15,20 เปอร์เซ็นต์

ตรวจสอบการยอมรับของผู้ทดสอบด้วย 7-point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาหาอัตราส่วนของแป้งดัดแปรที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังเนื้อสัมผัสใหม่

การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังที่มีความนุ่มเหนียว ยืดหยุ่น มากกว่าขนมปังสูตรควบคุม โดยการเติมแป้งดัดแปรเพื่อทดแทนแป้งสาลี 15, 25, 35 และ 50 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาทดสอบความแตกต่างทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Triangle test เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน พร้อมทั้งวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง texture analyzer ได้ผลดังนี้

4.1.1 ผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อเนื้อสัมผัสของขนมปังทางด้านประสาทสัมผัส

จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Triangle test พบว่า ผู้ทดสอบจำนวน 53.3 เปอร์เซ็นต์ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างขนมปังสูตรเติมแป้งดัดแปร 15 เปอร์เซ็นต์จากขนมปังสูตรควบคุมได้ และเมื่อทดสอบทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การเติมแป้งดัดแปร 25 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างได้ตั้งแต่ 80 ถึง 93.3 เปอร์เซ็นต์ และให้ผลการทดสอบทางสถิติที่แตกต่างจากตัวควบคุม ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการเติมแป้งดัดแปรทดแทนแป้งสาลีตั้งแต่ 25 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง ทำให้มีความนุ่มเหนียว ยืดหยุ่น มากกว่าปกติ

4.1.2 ผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมปัง

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมปังที่เติมแป้งดัดแปรด้วยเครื่อง texture analyzer ให้ผลดังตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมปัง

ปริมาณแป้งดัดแปร (เปอร์เซ็นต์)	ความเหนียวหนืด	ความติดเหนียว	ความแข็ง	ความยืดหยุ่น
0 (control)	1.07 ± 0.47^{a}	1.58 ± 0.08^{a}	4.45 ± 0.40^{a}	0.61 ± 0.04^{b}
15	1.29 ± 0.03^{a}	2.40 ± 0.05^{b}	4.27 ± 0.07^{a}	0.82 ± 0.06^{c}
25	1.99 ± 0.09^{b}	2.52 ± 0.98^{b}	4.24 ± 0.08^{a}	0.83 ± 0.03^{c}
35	2.57 ± 0.13^{b}	2.77 ± 0.04^{c}	4.69 ± 0.10^{a}	1.29 ± 0.02^{d}
50	3.27 ± 0.14^{c}	3.31 ± 0.01^{d}	7.26 ± 0.40^{b}	0.33 ± 0.03^{a}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการวัดเนื้อสัมผัสของขนมปัง (ตารางที่ 1) ในลักษณะ ความเหนียวหนืด (chewiness) , ความติดเหนียว (gumminess) , ความแข็ง (hardness) และ ความยืดหยุ่น (springiness) พบว่า เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรทดแทนแป้งสาลีจะทำให้คุณลักษณะของเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ยกเว้นความแข็งและความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ ในการเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรจะทำให้ความเหนียวหนืดของขนมปังมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกๆ ระดับและขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีความเหนียวหนืดและความติดเหนียวมากที่สุด เท่ากับ 3.27 ± 0.14 และ 3.31 ± 0.01 แต่การเติมแป้งดัดแปร 15 เปอร์เซ็นต์พบว่าไม่มีความเหนียวหนืดแตกต่างจากขนมปังตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเพิ่มความแข็งจะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรจาก 0 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรเป็น 50 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ขนมปังมีความแข็งเพิ่มขึ้น 1. 55 – 1.71 เท่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ ขนมปังมี ความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีการเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรจาก 0 ถึง 35 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$) แต่การเติมแป้งดัดแปร 50 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ความยืดหยุ่นลดลง 3.91 เท่าของขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 35 เปอร์เซ็นต์ หรือ 1.85 เท่าของขนมปังสูตรควบคุม(แป้งดัดแปร 0 เปอร์เซ็นต์) กล่าวได้ว่าขนมปังจะมีความเหนียวหนืด, ความติดเหนียวและความยืดหยุ่นแปรผันตามการเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปร ยกเว้นขนมปังที่เติมแป้งดัดแปรที่ 50 เปอร์เซ็นต์จะมีความยืดหยุ่นลดต่ำลง ส่วนความแข็งจะแปรผกผันกับเปอร์เซ็นต์การเติมแป้งดัดแปรจนถึงระดับความเข้มข้นที่ 35 เปอร์เซ็นต์ความแข็งจะเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรมีผลต่อเนื้อสัมผัสของขนมปังทางด้านประสาทสัมผัสและให้ผลเช่นเดียวกับการทดสอบคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องมือกล่าวคือ การเติมแป้งดัดแปรที่ 15 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างทั้งทางด้านประสาทสัมผัสและคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การเติมแป้งดัดแปรที่ 25-50 เปอร์เซ็นต์ให้ผลความแตกต่างทั้ง 2 วิธี ดังนั้นจึงเลือก การเติมแป้งดัดแปรที่ 25-50 เปอร์เซ็นต์เพื่อทดแทนแป้งสาลีในการทดสอบในขั้นตอนต่อไป

4.1.3 ผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อการเปลี่ยนแปลงสี(ΔE)ของขนมปัง

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีของขนมปังที่เติมแป้งดัดแปรระดับต่างๆ ด้วยเครื่อง minolta ให้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อการเปลี่ยนแปลงสี(ΔE)ของขนมปัง

เปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปร	ΔE	ΔL	Δa	Δb
0 (control)	0^a	0^a	0^a	0^a
15	3.00 ± 0.13^b	83.08 ± 0.43^b	-2.09 ± 0.03^b	19.74 ± 0.19^b
25	4.35 ± 0.97^c	83.82 ± 0.70^b	-1.61 ± 0.29^c	20.13 ± 0.36^b
35	6.64 ± 0.56^d	77.61 ± 0.61^c	-1.02 ± 0.04^d	21.19 ± 0.47^c
50	12.67 ± 0.23^e	70.09 ± 0.28^d	-0.41 ± 0.11^e	20.22 ± 0.41^b

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของขนมปังที่เติมแป้งดัดแปรเปรียบเทียบกับขนมปังตัวควบคุม (ตารางที่ 2) พบว่า เนื้อขนมปังที่เติมแป้งดัดแปรทุกระดับความเข้มข้น จะมีความแตกต่างสีเพิ่มขึ้นแตกต่างจากขนมปังตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) โดยการเติมแป้งดัดแปร 50 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สีเนื้อขนมปังแตกต่างจากขนมปังตัวควบคุมมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 12.67 ± 0.23 โดยพบว่าค่าความแตกต่างของความสว่างมีสูงขึ้น ในขณะที่ค่าความแตกต่างของ a และ b มีค่าน้อย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของความสว่างจึงส่งผลต่อค่าการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงสีของเนื้อขนมปังอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากแป้งดัดแปรทำให้เกิดเจลที่ขุ่น ส่ง ผลให้เนื้อขนมปังมีความขุ่น และไม่มันวาว

4.1.4 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อปริมาตร(volume)ขนมปัง

จากผลการทดลองวัดปริมาตร(ความจุ) ของก้อนขนมปังพบว่าการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของแป้งดัดแปรมีผลทำให้ขนมปังมีปริมาตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 15 เปอร์เซ็นต์ **(ตารางที่ 3)** ขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 50 เปอร์เซ็นต์มีปริมาตรก้อนขนมปังต่ำที่สุดเท่ากับ 29.74 ± 0.53 มิลลิลิตร หรือ 2.91 เท่าของขนมปังตัวควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องจาก แป้งที่ใช้ในการทดลองเป็นแป้งที่ดัดแปรมาจากแป้งมันสำปะหลัง ทำให้การเกิดโครงสร้างร่างแหในโดที่แตกต่างจากของกลูเตน และอาจรบกวนการสร้างโครงสร้างร่างแหของ กลูเตน ทำให้เกิดการเกิดโครงสร้างร่างแหที่ไม่สามารถกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเมตาบอลิซึมของยีสต์ในระหว่างการบ่มก้อนโดขนมปัง ดังนั้น ปริมาตรก้อนขนมปังจึงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเติมแป้งดัดแปรมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อปริมาตรก้อนขนมปัง

ปริมาณแป้งดัดแปร(เปอร์เซ็นต์)	ปริมาตร (ml)
0 (control)	86.50 ± 1.41^{a}
15	82.00 ± 0.71^{a}
25	60.75 ± 0.35^{b}
35	51.75 ± 6.01^{c}
50	29.74 ± 0.53^{d}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.1.5 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อความชื้น(moisture)ของขนมปัง

จากผลการวัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นของขนมปัง **(ตารางที่ 4)** พบว่า เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรพบว่าขนมปังมีปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 50 เปอร์เซ็นต์มีความชื้นต่ำที่สุดเท่ากับ 23.00 ± 0.86 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือความชื้นคือปริมาณน้ำทั้งหมดที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นถ้าปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์มาก แสดงว่า การระเหยน้ำออกจากโดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างขั้นตอนการอบของขนมปังตัวควบคุมมีค่าน้อยกว่าขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร ทั้งนี้กลูเตน ยังมีความสามารถในการตรึงน้ำในโมเลกุลได้ดี อีกทั้งโครงสร้างของกลูเตนยังเป็นโครงสร้างร่างแห โดจึงกักเก็บน้ำได้ดี และป้องกันการระเหยของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ อีกทั้ง แป้งดัดแปรที่ใช้ เป็นแป้งพรีเจลลาติไนเซชันไม่สามารถสร้างโครงสร้างร่างแห และกักเก็บน้ำได้น้อย ดังนั้นขนมปังที่เติมแป้งดัดแปรเพิ่มขึ้น จึงมีปริมาณความชื้นน้อยกว่า

ตารางที่ 4 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อความชื้นของขนมปัง

ปริมาณแป้งดัดแปร(เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณความชื้น(เปอร์เซ็นต์)
0 (control)	28.16 ± 0.66^{d}
15	26.34 ± 0.80^{c}
25	24.83 ± 0.34^{bc}
35	24.52 ± 0.19^{ab}
50	23.00 ± 0.86^{a}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.1.6 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อค่า Water Activity ของขนมปัง

จากผลการวัดค่า water activity ของขนมปัง (ตารางที่5) พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปร โดยการเติมแป้งดัดแปร 15 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีความแตกต่างจากขนมปังตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การเพิ่มเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรเป็น 25 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ค่า a_w เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากความ สามารถในการอุ้มน้ำ ซึ่งหมายถึงความสามารถในการตรึงน้ำ (bound water) ของแป้งดัดแปรจะต่ำกว่า ดังนั้นความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ภายในโครงสร้างขนมปังจะลดลง น้ำอิสระภายในขนมปังที่เติมแป้งดัดแปรมีค่ามาก ส่วนน้ำที่ถูกตรึงจะมีค่าน้อย หมายความถึงค่า water activity ที่มีค่าสูงขึ้น นอกจากนี้ค่า water activity ยังมีความสัมพันธ์กับการเสื่อมเสียของขนมปัง เนื่องจากค่า water activity จะแสดงถึงปริมาณน้ำอิสระ (free water) ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ เป็นเหตุให้ขนมปังเสื่อมเสียที่ง่ายและเร็วขึ้น ดังนั้นการเติมแป้งดัดแปรมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ อาจมีผลทำให้อายุการเก็บรักษาขนมปังลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อค่า Water Activity ของขนมปัง

ปริมาณแป้งดัดแปร(เปอร์เซ็นต์)	a_w
0 (control)	0.886 ± 0.002^{a}
15	0.888 ± 0.001^{a}
25	0.895 ± 0.002^{b}
35	0.902 ± 0.002^{c}
50	0.916 ± 0.001^{d}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.1.7 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์ แป้งดัดแปรต่อปริมาณโปรตีน(protein)ของขนมปัง

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีนของขนมปัง**(ตารางที่6)** พบว่า ขนมปังมีปริมาณโปรตีนลดลงเมื่อเพิ่มระดับการเติมแป้งดัดแปร โดยขนมปังที่ใส่แป้งดัดแปรที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณโปรตีนแตกต่างจากขนมปังตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) เนื่องจากแป้งที่ใช้ในการทดลองเป็นแป้งดัดแปรจากแป้งมันสำปะหลังซึ่งพบว่าไม่มีกลูเตนและมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าแป้งสาลีทำให้ขนมปังที่ทดแทนด้วยแป้งดัดแปรมีปริมาณโปรตีนลดลง

ตารางที่6 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์ แป้งดัดแปรต่อปริมาณโปรตีนของขนมปัง

ปริมาณแป้งดัดแปร(เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)
0 (control)	8.05 ± 0.49^{b}
15	7.93 ± 0.40^{ab}
25	7.62 ± 0.80^{ab}
35	7.12 ± 1.51^{ab}
50	5.74 ± 0.40^{a}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาหาปริมาณแป้งดัดแปรที่ผู้ทดสอบยอมรับในการใช้ทดแทนแป้งสาลี

การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังที่มีความนุ่มเหนียว ยืดหยุ่นในด้านความพึงพอใจสูงสุดของผู้ทดสอบ ด้วย 7-point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ในทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่เติมเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรที่ระดับต่างๆ

4.2.1 คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่เติมเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรที่ระดับต่างๆ

ผลการวิเคราะห์การยอมรับของผู้ทดสอบด้วย 7-point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลของเปอร์เซ็นต์แป้งดัดแปรต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมปัง

ปริมาณแป้งดัดแปร (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	รสชาติ	ความเหนียวหนืด	ความนุ่ม	การยอมรับโดยรวม
25	5.17±0.83[a]	5.30±1.06[a]	5.33±1.12[a]	5.80±0.76[a]	5.43±0.97[a]	5.37±0.93[a]	5.90±0.84[a]
35	5.30±0.92[a]	5.63±0.96[a]	5.63±0.96[a]	5.40±0.89[a]	5.17±087[a]	5.70±0.65[a]	5.77±0.94[a]
50	2.37±1.27[b]	3.20±1.54[b]	3.20±1.54[b]	3.57±1.77[b]	3.07±1.89[b]	2.77±1.38[b]	3.03±1.47[b]

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 7 พบว่า ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม พบว่าขนมปังเติมในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างจากขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 35 เปอร์เซ็นต์ในทางสถิติ ดังนั้น จึงเลือกใช้สูตรขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 25 เปอร์เซ็นต์ในการทดลองขั้นต่อไป

จากผลการทดลองเติมแป้งดัดแปรทดแทนแป้งสาลีในระดับ 15 ถึง 50 % แล้วทดสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Triangle test เปรียบเทียบกับการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ พบว่า ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนสามารถแยกแยะความแตกต่างของเนื้อสัมผัสของขนมปังที่เติมแป้งดัดแปรทดแทนแป้งสาลีในขนมปังกับขนมปังสูตรควบคุมตั้งแต่ 25 ถึง 50 % อย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มปริมาณแป้งดัดแปร จะแปรผันตามกับค่า Water Activity, ค่าความเหนียวหนืดและความยืดหยุ่น แต่แปรผกผันกับ ปริมาตร และความชื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการทดสอบความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีทางประสาทสัมผัสแบบ 7-point Hedonic scale พบว่า คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนแป้งดัดแปรในขนมปังที่ระดับ 25 และ 35% มีค่าสูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงคัดเลือกขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งดัดแปรที่ระดับ 25 % จึงในการทดลองขั้นต่อไป

4.3 การศึกษาการยอมรับของผู้ทดสอบทางคุณลักษณะของขนมปังที่เติมเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา

การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังด้วยการเสริมโปรตีนจากปลาและกุ้ง โดยทดลองเติมปลาและกุ้งในอัตราส่วน 7 ต่อ 3 ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (685 กรัม) แล้วใช้เครื่องเทศในการกลบกลิ่นคาวของปลา ได้แก่ ไม่เติมเครื่องเทศ กระเทียมพริกไทย และใบกระวาน จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะทางด้านเคมีกายภาพ และ การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ ที่มีต่อขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง

4.3.1 ผลทางคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมปังที่เติมเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา

ผลการวัดเนื้อสัมผัสของขนมปัง (ตารางที่ 8) พบว่า ในลักษณะ ความเหนียวหนืด (chewiness) , ความติดเหนียว (gumminess) , ความแข็ง (hardness) และ ความยืดหยุ่น (springiness) ของขนมปังที่เติมกระเทียมและพริกไทยในปริมาณ 0.66 และ0.36 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดตามลำดับ และใบกระวาน 0.36 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีความแตกต่างของความเหนียวหนืด ความแข็ง ความยืดหยุ่นไปจากขนมปังตัวควบคุม เนื่องจากการกลบกลิ่นคาวของปลาด้วยเครื่องเทศมีปริมาณน้อยมากจึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสของขนมปัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ผลของเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลาต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมปัง

สูตรขนมปัง*	ความเหนียวหนืด ns	ความติดเหนียว	ความแข็ง ns	ความยืดหยุ่น ns
ควบคุม**	2.42 ±0.20	2.67 ± 0.03[c]	4.35 ± 0.18	0.89 ± 0.01
ดับกลิ่นคาวปลาด้วยกระเทียมพริกไทย	2.38 ±0.78	2.49 ± 0.01[a]	4.35 ± 0.19	0.85 ± 0.03
ดับกลิ่นคาวปลาด้วยใบกระวาน	2.39 ±0.09	2.47 ± 0.00[a]	4.36 ± 0.05	0.84 ± 0.05

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* หมายถึงขนมปังที่เติมแป้งคัดแปร 25 เปอร์เซ็นต์และเติมเนื้อปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง ไม่เติมเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา

4.3.2 ผลของเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลาต่อการเปลี่ยนแปลงสี (ΔE) และปริมาตรของขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง

จากการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ของขนมปังและปริมาตร(ความจุ) ของก้อนขนมปัง (ตารางที่ 9) พบว่า การกลบกลิ่นคาวของปลาด้วยกระเทียมพริกไทย และใบกระวาน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีและปริมาตรของขนมปัง เมื่อเปรียบเทียบกับขนมปังตัวควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องจากการกลบกลิ่นคาวของปลาด้วยเครื่องเทศมีปริมาณน้อยมากจึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี (ΔE) และปริมาตรก้อนของขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ผลของเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลาต่อการเปลี่ยนแปลงสีและปริมาตรของขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง

สูตรขนมปัง*	ΔE^{ns}	ปริมาตร ^{ns} (ml)
ควบคุม**	7.11 ± 0.14	62.8 ± 0.4
ดับกลิ่นคาวปลาด้วยกระเทียมและพริกไทย	6.94 ± 0.10	62.0 ± 0.6
ดับกลิ่นคาวปลาด้วยใบกระวาน	6.88 ± 0.03	63.8 ± 0.0

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* หมายถึงขนมปังที่เติมแป้งคัดแปร 25 เปอร์เซ็นต์และเติมเนื้อปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง ไม่เติมเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา

4.3.3 ผลของเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลาต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น และ Water Activity ของขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง

เปอร์เซ็นต์ความชื้นและWater Activity ของขนมปัง (ตารางที่ 10) พบว่า ขนมปังที่กลบกลิ่นคาวปลาด้วยกระเทียมพริกไทยและใบกระวานมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากขนมปังตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ส่วนค่า a_w ของขนมปังทั้ง 3 ชนิดจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ผลของเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลาต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น และ a_w ของขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง

สูตรขนมปัง*	ปริมาณความชื้น(เปอร์เซ็นต์)	a_w ns
ควบคุม**	31.51 ± 0.61^a	0.902 ± 0.004
ดับกลิ่นคาวปลาด้วยกระเทียมและพริกไทย	34.45 ± 0.27^b	0.904 ± 0.001
ดับกลิ่นคาวปลาด้วยรสใบกระวาน	33.69 ± 0.21^b	0.904 ± 0.001

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* หมายถึงขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 25 เปอร์เซ็นต์และเติมเนื้อปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง ไม่เติมเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา

4.3.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่เติมเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา

การทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบด้วยวิธี 7-point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ต่อการดับกลิ่นคาวปลาด้วยเครื่องเทศ ได้ผลดังตารางที่11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่เติมเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา

สูตรขนมปัง*	ลักษณะปรากฏ	สี ns	กลิ่นรส	รสชาติ ns	ความเหนียวหนืด ns	ความนุ่ม	การยอมรับโดยรวม ns
ควบคุม **	4.30±1.34[a]	5.13±1.07	3.73±1.17[a]	4.33±1.24	5.23±1.25	5.67±1.45[a]	4.83±1.21
ดับกลิ่นคาวปลาด้วยกระเทียมและพริกไทย	4.57±0.14[a]	4.97±0.96	4.40±1.10[b]	4.50±1.20	4.83±1.26	5.20±1.40[b]	4.83±1.15
ดับกลิ่นคาวปลาด้วยใบกระวาน	5.10±1.32[b]	5.27±0.98	4.87±1.33[b]	4.53±1.36	4.97±0.10	5.13±1.07[b]	4.80±1.03

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* หมายถึงขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 25 เปอร์เซ็นต์และเติมเนื้อปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์

** หมายถึง ไม่เติมเครื่องเทศในการดับกลิ่นคาวปลา

จากตารางที่11 แสดงการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ พบว่าขนมปังที่กลบกลิ่นคาวปลาด้วยกระเทียมพริกไทยและใบกระวาน มีคะแนนการยอมรับโดยรวม ความเหนียวหนืด ความชอบในด้านสีและรสชาติไม่แตกต่างจากตัวควบคุมและผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความนุ่มของขนมปังตัวควบคุมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองการเติมเครื่องเทศเพื่อดับกลิ่นคาวปลาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมปังในลักษณะความเหนียวหนืด ความแข็ง ความยืดหยุ่น การเปลี่ยนแปลงสีปริมาตร และWater Activity ของขนมปัง ส่วนเปอร์เซ็นต์ความชื้นขนมปังที่กลบกลิ่นคาวปลาด้วยกระเทียมพริกไทยและใบกระวานพบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากขนมปังตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ไม่แตกต่างกัน อีกทั้งคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังที่ไม่เติมเครื่องเทศพบว่าไม่แตกต่างจากขนมปังที่เติมเครื่องเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงใช้สูตรขนมปังตัวควบคุม หรือขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์ที่ไม่เติมเครื่องเทศ มาทำการทดลองปรับเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์เนื้อปลาและกุ้งต่อน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด เพื่อหาระดับความเข้มข้นของเนื้อปลาและกุ้งที่ได้รับการยอมรับสูงสุด

4.4 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมเนื้อปลาและกุ้ง

การเพิ่มเปอร์เซ็นต์เนื้อปลาและกุ้งเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ โดยใช้เปอร์เซ็นต์ปลาและกุ้งเทากับ 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ แล้วศึกษาผลการทดสอบทางกายภาพและประสาทสัมผัสของขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง

4.4.1 ผลของเปอร์เซ็นต์เนื้อปลาและกุ้งต่อความแตกต่างของสี(ΔE) และปริมาตรของขนมปัง

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของสี (ΔE) และปริมาตร (ความจุ) ของก้อนขนมปังในผลิตภัณฑ์ที่เติมปลาและกุ้งเปอร์เซ็นต์ต่างๆ กับขนมปังสูตรควบคุม (ขนมปังที่ไม่ได้เติมเนื้อปลาและกุ้ง) สามารถแสดงดังตารางที่12 จากตารางพบว่า ค่าความแตกต่างสีจะแปรผันตามการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ปลาและกุ้งในขนมปังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเพิ่มเปอร์เซ็นต์เนื้อปลาและกุ้งทำให้เนื้อขนมปังมีความขุ่นและค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น และปริมาตรก้อนขนมปังที่ใส่ปลาและกุ้ง 10,15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 12 ผลของเปอร์เซ็นต์เนื้อปลาและกุ้งต่อความแตกต่างของสีและปริมาตรของขนมปัง

ปริมาณเนื้อปลาและกุ้ง(เปอร์เซ็นต์)	ΔE	ปริมาตร (ml)
0 (control)	0^{a}	60.8 ± 0.4^{b}
10	7.11 ± 0.14^{b}	62.8 ± 0.4^{a}
15	10.14 ± 0.18^{c}	61.8 ± 1.1^{a}
20	10.99 ± 0.32^{d}	64.5 ± 0.7^{a}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลทางคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัส(Texture) ของขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง

จากผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของขนมปังในลักษณะ ความเหนียวหนืด (chewiness) , ความติดเหนียว (gumminess) , ความแข็ง (hardness) และ ความยืดหยุ่น (springiness)(**ตารางที่ 13**) พบว่าขนมปังทุกสูตรมีความแข็งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีความเหนียวหนืดและความติดเหนียวไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่คุณลักษณะทั้ง 2 มีค่ามากกว่าขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ การเพิ่มเนื้อปลาและเนื้อกุ้งตั้งแต่ 15 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป มีผลให้ความเหนียวหนืดของขนมปังเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างจากการเติมปลาและกุ้งที่10 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือการเกิดเจลเลชั่น(geletion) ของเนื้อปลาและการฟอร์มโดของขนมปังมีผลให้ขนมปังมีความความเหนียวหนืดและความติดเหนียวเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 13 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์ปลาและกุ้งต่อคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมปัง

ปริมาณเนื้อปลาและกุ้ง (เปอร์เซ็นต์)	ความเหนียวหนืด	ความติดเหนียว	ความแข็ง^{ns}	ความยืดหยุ่น
0	2.00 ± 0.09^{c}	2.40 ± 0.05^{a}	4.24 ± 0.05	0.83 ± 0.07^{a}
10	2.42 ± 0.20^{a}	2.67 ± 0.03^{a}	4.35 ± 0.18	0.89 ± 0.01^{a}
15	2.77 ± 0.19^{b}	3.64 ± 0.04^{b}	4.50 ± 0.12	0.88 ± 0.02^{a}
20	2.78 ± 0.28^{b}	3.67 ± 0.10^{b}	4.64 ± 0.16	0.89 ± 0.07^{b}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

4.4.3 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์ปลาและกุ้งต่อความชื้นและ Water Activity ของขนมปัง

ปริมาณความชื้นและ Water Activity ของขนมปัง ที่ใส่ปลาและกุ้งที่ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีค่าสูงขึ้นจากขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร10 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (**ตารางที่ 14**) ทั้งนี้ โปรตีนในเนื้อปลาสามารถเกิดเจลที่อุ้มน้ำได้ดี จึงทำให้ขนมปังมีความชื้นเพิ่มสูงขึ้น ส่วนค่า water activity ของขนมปัง พบว่าการเติมปลาและกุ้งลงในขนมปังมีผลทำให้ค่า Water Activity ของขนมปังมีค่าสูงขึ้น โดยขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีค่าสูงกว่าขนมปังตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่าง 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ การอบขนมปังที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 – 12 นาที อาจมีผลให้เจลของเนื้อปลาอาจเสียสภาพการอุ้มน้ำ ดังนั้นค่า Water Activity จึงสูงขึ้น

ตารางที่ 14 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์ปลาและกุ้งต่อความชื้นและ Water Activity ของขนมปัง

ปริมาณเนื้อปลาและกุ้ง(เปอร์เซ็นต์)	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	a_w
0	24.83 ± 0.34^{a}	0.890 ± 0.009^{a}
10	31.51 ± 0.61^{b}	0.902 ± 0.004^{b}
15	35.67 ± 0.07^{c}	0.922 ± 0.000^{c}
20	36.22 ± 0.59^{c}	0.928 ± 0.001^{c}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.4.4 ปริมาณโปรตีนในขนมปังที่เติมปลาและกุ้งในอัตราส่วนต่างๆ

เปอร์เซ็นต์โปรตีนของขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง10เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างจากขนมปังที่ไม่ได้เติมเนื้อปลาและกุ้งอย่างมีนัยสำคัญ **(ตารางที่ 15)** โดยขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้งจะตั้งแต่15 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะมีความแตกต่างจากขนมปังที่ไม่เติมเนื้อปลาและกุ้ง

ตารางที่ 15 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์ ปลาและกุ้งต่อปริมาณโปรตีนของขนมปัง(เปอร์เซ็นต์)

ปริมาณปลาและกุ้ง(เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)
0	7.62 ± 0.80^{a}
10	8.38 ± 0.12^{ab}
15	8.64 ± 0.09^{b}
20	8.89 ± 0.04^{b}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์ปลาและกุ้งต่อปริมาณใยอาหาร(Fibre)ของขนมปัง

ปริมาณใยอาหารของขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 25 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งผสมเนื้อปลาและกุ้งที่ 0 ถึง15 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีความแตกต่างจากขนมปังสูตรควบคุมที่ไม่เติมแป้งดัดแปร แต่ขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 25 เปอร์เซ็นต์รวมทั้งผสมเนื้อปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณใยอาหารแตกต่างจากขนมปังสูตรควบคุมที่ไม่เติมแป้งดัดแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) **(ตารางที่ 16)**

ตารางที่ 16 แสดงผลของเปอร์เซ็นต์ปลาและกุ้งต่อปริมาณใยอาหารของขนมปัง(เปอร์เซ็นต์)

เปอร์เซ็นต์เนื้อปลาและกุ้ง	ปริมาณใยอาหาร(เปอร์เซ็นต์)
ควบคุม *	28.35 ± 0.47^{a}
0	28.51 ± 0.27^{ab}
10	28.96 ± 0.33^{ab}
15	29.09 ± 0.20^{ab}
20	29.28 ± 0.31^{b}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

* หมายถึงขนมปังไม่มีการเติมแป้งดัดแปร

4.6 คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง

ผลการวิเคราะห์การยอมรับของผู้ทดสอบด้วย 7-point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน **ได้ผลดังตารางที่ 17**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสในขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง

ปริมาณปลาและกุ้ง (เปอร์เซ็นต์)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นรส	รสชาติ ns	ความเหนียวหนืด	ความนุ่ม	การยอมรับโดยรวม
10	4.60±1.25[a]	4.93±1.14[a]	4.63±1.35[a]	4.93±1.31	5.17±1.18[a]	5.13±1.01[a]	5.20±1.19[a]
15	5.10±1.03[b]	5.23±1.07[a]	4.27±1.17[a]	4.70±1.32	5.07±1.20[a]	4.93±0.94[a]	4.93±1.17[a]
20	4.63±1.22[a]	4.67±1.37[b]	3.60±1.48[b]	4.77±1.25	4.93±1.11[b]	5.23±0.94[b]	4.57±1.14[b]

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบที่มีต่อขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง พบว่าผู้ทดสอบยอมรับรสชาติของขนมปังทุกความเข้มข้นของปลาและกุ้งแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนความชอบในกลิ่นรส สี รสชาติ ความเหนียวหนืด และ ความนุ่มไม่แตกต่างจากขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง10 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งคะแนนการยอมรับโดยรวมของขนมปังที่ใส่ปลาและกุ้งที่ระดับ 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ก็ให้ผลเช่นเดียวกันทั้งยังสูงกว่าการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองเพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนในขนมปังด้วยการเติมเนื้อปลาและกุ้งพบว่าค่าความแตกต่างสีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)ตามเปอร์เซ็นต์เนื้อปลาและกุ้งในขนมปัง ทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมปังพบว่า ขนมปังทุกสูตรมีความแข็งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีความเหนียวหนืดและความติดเหนียวไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่คุณลักษณะทั้ง 2 มีค่ามากกว่าขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ การเพิ่มเนื้อปลาและกุ้งตั้งแต่ 15 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป มีผลให้ความเหนียวหนืดของขนมปังเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างจากการเติมปลาและกุ้งที่10 เปอร์เซ็นต์ การเติมปลาและกุ้งลงในขนมปังมีผลทำให้ค่า Water Activity ของขนมปังมีค่าสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้ง 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าสูงกว่าขนมปังตัวควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและใยอาหารของขนมปังพบว่า ขนมปังที่เติมเนื้อปลาและกุ้งตั้งแต่15 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปจะมีความแตกต่างของปริมาณโปรตีนจากขนมปังที่ไม่เติมเนื้อปลาและกุ้ง ปริมาณใยอาหารของขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 25 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งผสมเนื้อปลาและกุ้งที่ 0 ถึง15 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีความแตกต่างจากขนมปังสูตรควบคุมที่ไม่เติมแป้งดัดแปร แต่ขนมปังที่เติมแป้งดัดแปร 25 เปอร์เซ็นต์รวมทั้งผสมเนื้อปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณใยอาหารแตกต่างจากขนมปังสูตรควบคุมที่ไม่เติมแป้งดัดแปรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อีกทั้งขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนความชอบในกลิ่นรส สี รสชาติ ความเหนียวหนืด และ ความนุ่มไม่แตกต่างจากขนมปังที่เติมปลาและกุ้ง10 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งคะแนนการยอมรับโดยรวมของขนมปังที่ใส่ปลาและกุ้งที่ระดับ 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ก็ให้ผลเช่นเดียวกันทั้งยังสูงกว่าการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงใช้สูตรขนมปัง ที่เติมปลาและกุ้งที่ 15 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

การปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมปังให้มีความนุ่มเหนียว ยืดหยุ่นมากขึ้น โดยใช้แป้งดัดแปรทดแทนแป้งสาลีในระดับ 15 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ แล้วทดสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Triangle test เปรียบเทียบกับการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ พบว่า ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนสามารถแยกแยะความแตกต่างของเนื้อสัมผัสของขนมปังที่เติมแป้งดัดแปรทดแทนแป้งสาลีในขนมปังกับขนมปังสูตรควบคุมตั้งแต่ 25 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มปริมาณแป้งดัดแปร จะแปรผันตามกับค่า Water Activity, ค่าความเหนียวหนืดและความยืดหยุ่น แต่แปรผกผันกับ ปริมาตร และความชื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการทดสอบความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีทางประสาทสัมผัสแบบ 7-point Hedonic scale พบว่า คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนแป้งดัดแปรในขนมปังที่ระดับ 25 และ 35เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงคัดเลือกขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งดัดแปรที่ระดับ 25เปอร์เซ็นต์ จึงในการทดลองขั้นต่อไป

การเพิ่มปริมาณโปรตีนในขนมปังด้วยการเติมเนื้อปลาและเนื้อกุ้งที่ 10 เปอร์เซ็นต์ผสมกับเครื่องเทศ 2 ชนิด ได้แก่ กระเทียมพริกไทย ใบกระวาน พบว่าผู้ทดสอบยอมรับสูตรขนมปังที่เติมปลาและกุ้งโดยไม่ใส่เครื่องเทศ และเมื่อหาอัตราส่วนของปลาและกุ้งในขนมปังพบว่า ผู้ทดสอบยอมรับการเติมปลาและกุ้งที่ 15 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามกรเติมปลาและกุ้งมีผลทำให้ปริมาตรลดลง 1.18 เท่าจากขนมปังควบคุม และมีปริมาณโปรตีน,ความชื้น, ค่า water activity และปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น 1.04 , 1.44 , 1.03 และ 1.02 เท่าตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากในการพัฒนาเนื้อสัมผัสของขนมปังด้วยการเติมแป้งดัดแปรทดแทนแป้งสาลีและเสริมโปรตีนจากเนื้อปลานิลและกุ้งแห้งลงในขนมปัง มีผลทำให้ขนมปังมีค่าWater activity เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาขนมปังสั้นลง ดั้งนั้นควรทราบถึงวิธีในการเก็บรักษาที่ถูกต้องเพื่อช่วยยืดอายุความสดของขนมปังให้นานที่สุดและมีความปลอดภัยในการบริโภค ดังนี้

1. การบรรจุขนมปังใส่ในภาชนะบรรจุควรทำหลังจากที่ปล่อยให้ขนมปังเย็นตัวลงสักระยะเพื่อป้องกันการเกิดไอน้ำในภาชนะบรรจุ อันจะส่งผลให้ขนมปังเสื่อมเสียจากเชื้อแบคทีเรีย

2. ไม่ควรวางขนมปังทิ้งไว้โดยปราศจากการห่อหุ้มนานเกิดไป เนื่องจากจะทำให้ขนมปังเกิดการแข็งบริเวณเปลือกนอก ซึ่งนับว่าเป็นการเสื่อมเสียทางกายภาพเนื่องจากผู้บริโภคไม่ยอมรับ

3. ควรเก็บรักษาขนมปังไว้ในภาชนะที่แห้งและสะอาดจะสามารถป้องกันการเสื่อมเสียของขนมปังเนื่องจากเชื้อราได้เนื่องจากเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ดี เมื่อใดก็ตามที่ขนมปังสัมผัสกับบรรยากาศและถ้าหากความชื้นภายในบรรยากาศมีสูง เชื้อราก็จะเจริญเติบโตเร็วยิ่งขึ้น แต่ถ้าหากความชื้นภายในบรรยากาศต่ำ เชื้อราก็จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ แต่สปอร์ก็อาจเกาะอยู่บนผิวก้อนของขนมปัง

4. การเก็บรักษาขนมปังที่บริโภคไม่หมดไว้ในตู้เย็นก็เป็นอีกวิธีที่จะช่วยยืดอายุขนมปังให้นานขึ้นเนื่องจากความเย็นจะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

"กุ้งแห้ง". 15 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.si.mahidol.ac.th

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร : คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 223น.

ณัฐพร ธนวัฒน์ และ รพีพร ศรีวิชญขจร. 2546. การผลิตเจลาตินจากหนังปลานิล. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ธีรยุทธ์ อารักษ์วาณิช และ ธาวิน ชุมพลกาญจนา. 2548. การเติมผงเปลือกมะม่วงดองลงในคุกกี้และขนมปัง. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

" แป้งดัดแปร " 2 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.doa.go.th/fieldcrops/

"แป้งดัดแปร " 14 มีนาคม 2550. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://rde.biotec.or.th/Newstarch/

เพิ่มพูน. 2531. การเลี้ยงปลานิลด้วยสาหร่ายสีแดง. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2532ก. ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สถาบันอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 15th ed. The Association of Official Analytical Chemists. Arligton, Virginia.

Stone, H. and Sidel, J.L. 1993. Sensory Evaluation Practices. 2nd ed., Academic Press Inc., California, U.S.A.338p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์ทางเคมี

ก1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC , 1995)

อุปกรณ์

1.ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซลเซียส

2.โถดูดความชื้น

3.เครื่องชั่งไฟฟ้า

วิธีการ

1.1 อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบ ใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้ จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

1.2 กระทำเช่นเดียวกับข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิลิตร

1.3 ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะที่ชั่งสองครั้งติดกันไม่เกิน 1-3 มิลลิลิตร

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังการอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

ก2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1.อุปกรณ์สกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) ประกอบด้วยบีกเกอร์สำหรับใส่ตัวทำละลาย เครื่องควบแน่น (condenser) และเตาให้ความร้อน (heating mantle)

2.หลอดใส่ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.สำลี

4.ตู้อบไฟฟ้า

5.เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

6.โถดูดความชื้น

วิธีการ

2.1 อบบีกเกอร์สำหรับหาไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 150 มิลลิลิตรในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีให้สารละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

2.3 นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในซอคเลต

2.4 เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงในบีกเกอร์หาไขมันปริมาณ 150 มิลลิลิตร แล้ววางบนเตาให้ความร้อน

2.5 ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 45 นาที โดยปรับความร้อนให้หยดของสารละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

2.6 ระเหยจนเหลือสารละลายในบีกเกอร์เพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลาย

2.7 นำบีกเกอร์ไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียสจนแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2.8 ชั่งน้ำหนัก แล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

ก.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยใช้วิธีเจลห์ดาล (AOAC , 1995)

1. ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มิลลิลิตร
2. ชุดกลั่นโปรตีน (semi – microdistillation apparatus)
3. ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร (volumetric flask)
4. ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร (Erlenmeyer flask)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปีเปต ขนาด 5, 10 มิลลิลิตร (volumetric pipette)

6. บิวเรต ขนาด 25 มิลลิลิตร (burett)

7. ลูกแก้ว

8. กระดาษกรอง

สารเคมี

1.กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

2.สารเร่งปฏิกิริยา ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต($CuSO_4$) 1 ส่วนต่อโปแตสเซียมซัลเฟต (K_4SO_4) 9 ส่วน

3.สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์กรัม

4.สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.02 นอร์มัล

5.อินดิเคเตอร์ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution ชั่งเมธิลลีนบลู (methelene blue) 0.2 กรัม ละลายในเอธานอล 200 มิลลิลิตร และชั่งเมทิลเรด (methyl red) 0.05 ละลายในเอธานอล 50 มิลลิลิตร นำมาผสมในอัตราส่วน stock solution 1 ส่วน : น้ำกลั่น 2 ส่วน

วิธีการ

1.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างบนกระดาษกรอง ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1-2 กรัม ใส่ลงไปในขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl)

1.2 เติมสารเร่งปฏิกิริยา 1 กรัม และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร

1.3 นำไปย่อยบนเตาไฟในตู้ควันจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งให้เย็น

1.4 นำไปกลั่นโดยเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์กรัม ปริมาตร 80 มิลลิลิตร

1.5 รองรับสิ่งที่กลั่นได้ด้วย ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ที่บรรจุกรดบอริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์

1.6 เติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด

1.7 กลั่นจนได้สารละลายในขวดจับก๊าซประมาณ 250 มิลลิลิตร

1.8 กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ

1.9 ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือ ที่มีความเข้มข้น 0.02 นอร์มัล จะได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน

1.10ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกับข้อ 3.2 – 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน(ร้อยละ)} = \frac{(a-b) \times N \times 14 \times factor}{W}$$

a = ปริมาณสารละลายกรดเกลือที่ใช้เป็นมิลลิลิตร

b = ปริมาณสารละลายกรดเกลือที่ใช้เป็น blank เป็นมิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ เป็นนอร์มัล

W = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

Factor = 6.25

(น้ำหนักสมมูลย์ของไนโตรเจน = 14.007)

ก4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1.เตาเผา

2.ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Muffle Furnace)

3.โถดูดความชื้น

4.เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

วิธีการ

1.1 เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิตช์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30 – 45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่โถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก

1.2 เผาซ้ำอีก ครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 4.2.1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

1.3 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนอยู่แล้ว นำไปเผาในตู้ดูดความชื้นจนหมดควัน แล้วจึงเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 4.2.1 – 4.2.2

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า(ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังการเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.5 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร (Crude fiber)(AOAC, 1995)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1.เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.บีกเกอร์สำหรับย่อย 600 มิลลิลิตร

3.เครื่องย่อยที่มีคอนเดนเซอร์สำหรับควบคุมปริมาตรให้คงที่ตลอดระยะเวลาการย่อย

4.กรวยกรองแผ่นโลหะ

5.ถ้วยกระเบื้อง (crucible)

6.เตาเผาไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้

7.โถดูดความชื้น (desiccator)

8.ที่คีบ (tong)

สารเคมี

1.กรดซัลฟูริก 1.25 เปอร์เซ็นต์

2.โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 เปอร์เซ็นต์

3.ไฮโดรคลอริก 1 เปอร์เซ็นต์

4.เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์

วิธีการ

5.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม (ในกรณีตัวอย่างมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูง ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันแล้ว) ใส่ในบีกเกอร์ 600 มิลลิลิตร

5.2 เติมสารละลายกรดซัลฟูริก เข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ 200 มิลลิลิตร

5.3 นำไปต่อเข้ากับเครื่องย่อยต้มให้เดือดนาน 30 นาที (ในระหว่างการต้มให้เปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องย่อยด้วย)

5.4 นำตัวอย่างที่ผ่านการต้มด้วยกรด มากรองด้วยกรวยกรองแผ่นโลหะของชุดอุปกรณ์ crude fiber

5.5 ล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อน จนน้ำที่กรองได้หมดกรด (ทดสอบด้วยลิตมัส)

5.6 ถ่ายตัวอย่างที่เหลือใส่บีกเกอร์ใบเดิม และเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ 200 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มต่อในเครื่องย่อยนาน 30 นาที

5.7 กรองตัวอย่างด้วยกรวยกรองอันเดิม ล้างด้วยน้ำร้อนเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8 ล้างตัวอย่างด้วยกรดไฮโดรคลอริก 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10 มิลลิลิตร จากนั้นล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อนต่อจนกระทั่งหมดกรด

5.9 ล้างตัวอย่างครั้งสุดท้ายด้วย เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10 มิลลิลิตร

5.10 ถ่ายตัวอย่างใส่ crucible (ที่ผ่านการอบแห้งแล้ว) จากนั้นนำตัวอย่างไประเหยเอธานอลออกบน water bath

5.11 นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ข้ามคืน (หรือที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง)

5.12 นำตัวอย่างไปทำให้เย็นใน desiccator และชั่งน้ำหนัก (W_1)

5.13 นำตัวอย่างที่เหลือไปเผาหาเถ้าอีกครั้งหนึ่งที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง

5.14 ทำให้เย็นใน desiccator และชั่งน้ำหนัก (W_2)

5.15 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ crude fiber จากสูตร

การคำนวณ

$$\text{ร้อยละ crude fiber} = \frac{W1 - W2}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ก.6 การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (Water activity : Aw)

วิธีการ Set-up Calibration

6.1 ในการ calibration ให้ปรับ 1 ครั้งในการเริ่มต้นวัด หรือถ้าเครื่องทิ้งไว้นานโดยไม่ได้ใช้ให้ปรับทุกครั้งก่อนที่จะนำมาใช้

6.2 นำตลับ salt standard (ความชื้นมาตรฐาน) มาใส่ใน measuring chamber ให้เริ่มต้นด้วย salt standard SAL-95% (95% ERH)

6.3 ปิดฝาครอบให้เรียบร้อย

6.4 ให้หมุนปุ่มสีเหลือง ตรงด้านหน้าซ้ายมือของเครื่องไปยังหมายเลข 2

6.5 รอประมาณ 1 – 2 นาที แล้วจึงค่อยกดปุ่มสีฟ้า Enter ด้านขวามือ กดจนกระทั่งบนจอแสดงค่า No (LCD) กระพริบ ให้รอจนกว่า CAL บนจอจะแสดงข้อความว่า $^{90}{}_{cal}$ พร้อมๆกับกระพริบด้วย

6.6 ให้กดปุ่มสีฟ้า Enter อีกครั้งหนึ่งจนกระทั่งข้อความบนจอหยุดกระพริบ

6.7 เครื่องจะทำการ calibrate จนเสร็จสิ้นกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.8 หลังจากเสร็จสิ้นการ Calibrate แล้ว เครื่องจะคืนสู่สภาพปรกติ คือพร้อมที่จะวัดและแสดงค่าอุณหภูมิ และ %ERH (Aw = ERH/100)

6.9 สำหรับค่าอื่นๆ ให้ทำการ calibrate ในทำนองเดียวกับค่า 95 ดังกล่าวข้างต้น วิธีการใช้เครื่องเพื่อทำการวัดสารตัวอย่าง

6.10 หมุนปุ่มสีเหลืองของเครื่อง Thermoconstanter ในตำแหน่งที่ (1)

6.11 พลาสติก (sample cup) มาใส่สารตัวอย่างให้ได้ปริมาตรประมาณ 80-90 %

6.12 นำตลับตัวอย่างมาใส่ไว้ใน easuring chamber

6.13 ปิดฝาให้เรียบร้อย

6.14 Set อุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ เช่น ถ้าต้องการควบคุมตัวอย่างให้ได้ 25 องศาเซลเซียส ก็ให้ตั้งปุ่มสีดำตรงขวามือให้ได้หมายเลข 190 เป็นต้น

6.15 จากนั้นรอจนกระทั่งอ่านอุณหภูมิได้ตามที่ตั้งไว้ และ Relative Humidity ของอากาศที่วัดได้อยู่ในสภาวะที่สมดุลย์ (Equilibrium) กับสารตัวอย่าง สภาวะนี้เราเรียกว่า Equilibrium Relative Humidity (ERH) เมื่อหารด้วย 100 ก็จะได้ค่า Aw (Water Activity) ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของขนมปัง

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของขนมปัง

1. เนื้อสัมผัส (Texture)

1.1นำตัวอย่างขนมปังมาวัดค่าความแข็ง, ความยืดหยุ่น, ความนุ่มเหนียว และความเหนียวหนืด

1.2ตั้งค่าสภาวะการใช้งานและใส่หัววัด ดังภาคผนวก .....

1.3ทำการวัด 10 ตัวอย่าง

2. สี(Color)

2.1ทำการวัดสีโดยใช้เครื่องวัดสีรุ่น Minolta CR-300 , Japan โดยค่าที่ออกมาจะเป็น ค่าความสว่าง(L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b)

2.2โดยเลือกตัวอย่างที่ทำการตรวจมา 10 ตัวอย่าง

3. ปริมาตร(Volumn)

ด้วยวิธี Rape Seed Replacement เป็นการวัดปริมาตร โดยการแทนที่ด้วยเมล็ดพืชที่มีน้ำมัน (ในการทดลองนี้จะใช้เมล็ดงาดำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

การประเมินความแตกต่างทางประสาทสัมผัส

ด้วยวิธีการ Triangle Test

ชุดที่ ..... วันที่ .....

ชื่อผู้ทดสอบ ....

ข้อปฏิบัติในการทดลอง

1. ชิมตัวอย่างขนมปัง 3 ตัวอย่างที่เสนอตามลำดับจากซ้ายไปขวา
2. ให้เขียนวงกลมล้อมรอบตัวอย่างที่นุ่มเหนียวกว่า
3. กรุณาบ้วนปากระหว่างชิม

ตัวอย่าง

....

....

....

....

....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส

(Hedonic Test)

ชุดที่ ..... วันที่ .....

ข้อปฏิบัติในการทดลอง

1. ชิมตัวอย่างขนมปังที่วางเรียงตามตำแหน่งตามลำดับ
2. ให้คะแนนความชอบของแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบ

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบ 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 4 = เฉยๆ

5 = ชอบเล็กน้อย 6 = ชอบ 7 = ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง .....

ลักษณะปรากฏของขนมปัง	1	2	3	4	5	6	7
สีของเนื้อขนมปัง	1	2	3	4	5	6	7
กลิ่นของขนมปัง	1	2	3	4	5	6	7
รสชาติของขนมปัง	1	2	3	4	5	6	7
เนื้อสัมผัส chewiness	1	2	3	4	5	6	7
ความนิ่ม	1	2	3	4	5	6	7
ความชอบโดยรวม	1	2	3	4	5	6	7

รหัสตัวอย่าง .....

ลักษณะปรากฏของขนมปัง	1	2	3	4	5	6	7
สีของเนื้อขนมปัง	1	2	3	4	5	6	7
กลิ่นของขนมปัง	1	2	3	4	5	6	7
รสชาติของขนมปัง	1	2	3	4	5	6	7
เนื้อสัมผัส chewiness	1	2	3	4	5	6	7
ความนิ่ม	1	2	3	4	5	6	7
ความชอบโดยรวม	1	2	3	4	5	6	7

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การวัดเนื้อสัมผัส

การวัดเนื้อสัมผัสของขนมปัง

1. ใช้หัววัด SMS P/75 ประกอบเข้ากับเครื่อง
2. ทำการ calibrate เครื่อง โดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 5 กิโลกรัม
3. ตั้งสภาวะการวัดดังนี้

TA-XT2 Settings	Mode :	TPA
	Option :	Return To Start
	Pre-Test Speed :	1.0 mm/s
	Test Speed :	1.0 mm/s
	Post-Test Speed :	10.0 mm/s
	Distance :	30 %
	Trigger Type :	Auto- 5 g
	Data Acquisition Rate :	400 pps

4. นำตัวอย่างขนมปังวางลงบนแท่น แล้วทำการวัด
5. วิเคราะห์ผลโดยคำสั่งสำเร็จรูป Facture TPA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
การวัดปริมาตร

การวัดปริมาตรของขนมปัง

1. นำบีกเกอร์ขนาด100 ml มาอัดเมล็ดงาจนเต็ม จากนั้นเทเมล็ดงาออกจะได้จำนวนงาที่มีปริมาตร 100 ml
2. เทเมล็ดงาในข้อ1 บางส่วนลงในบีกเกอร์ ตามด้วยก้อนขนมปังที่ต้องการทราบปริมาตร จากนั้นเทเมล็ดงากลบขนมปังจนเต็มปริมาตรบีกเกอร์
3. นำเมล็ดงาที่เหลือจากการใช้ในข้อ 2 มาวัดปริมาตรด้วยกระบอกตวง
4. นำปริมาตรของเมล็ดงาที่วัดได้จากข้อ 3 มาหักออกจาก 100 ml ปริมาตรที่ได้คือปริมาตรก้อนขนมปัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของการเติมแป้งดัดแปรต่อความเหนียวหนืด

ANOVA

CHEW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.598	4	1.650	30.652	.001
Within Groups	.269	5	.054		
Total	6.867	9			

ตารางภาคผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของการเติมแป้งดัดแปรต่อความติดเหนียว

ANOVA

GUM

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.876	4	.469	227.696	.000
Within Groups	.010	5	.002		
Total	1.887	9			

ตารางภาคผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของการเติมแป้งดัดแปรต่อความแข็ง

ANOVA

HARD

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13.233	4	3.308	48.980	.000
Within Groups	.338	5	.068		
Total	13.571	9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของการเติมแป้งดัดแปรต่อความเหนียวนุ่ม

ANOVA

SPRING

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.979	4	.245	190.830	.000
Within Groups	.006	5	.001		
Total	.986	9			

ตารางภาคผนวกที่ 5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของการเติมแป้งดัดแปรต่อสีของเนื้อขนมปัง

ANOVA

E

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	180.803	4	45.201	572.162	.000
Within Groups	.395	5	.079		
Total	181.198	9			

ตารางภาคผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของการเติมแป้งดัดแปรต่อปริมาตรของขนมปัง

ANOVA

VOLUME

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4342.475	4	1085.619	139.070	.000
Within Groups	39.031	5	7.806		
Total	4381.506	9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของการเติมแป้งดัดแปรต่อค่า Water activity ของขนมปัง

ANOVA

AW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	4	.000	113.005	.000
Within Groups	.000	5	.000		
Total	.001	9			

ตารางภาคผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของการเติมแป้งดัดแปรต่อค่าความชื้น

ANOVA

MOISTURE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	30.701	4	7.675	19.604	.003
Within Groups	1.958	5	.392		
Total	32.659	9			

ตารางภาคผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนผลของการเติมแป้งดัดแปรต่อปริมาณโปรตีนของขนมปัง

ANOVA

PROTEIN

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.090	4	1.772	2.544	.167
Within Groups	3.484	5	.697		
Total	10.573	9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับต่างๆ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: APPEAR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	196.678[a]	31	6.344	6.197	.000
Intercept	1646.944	1	1646.944	1608.729	.000
BREAD	164.622	2	82.311	80.401	.000
PANEL	32.056	29	1.105	1.080	.392
Error	59.378	58	1.024		
Total	1903.000	90			
Corrected Total	256.056	89			

a. R Squared = .768 (Adjusted R Squared = .644)

ตารางภาคผนวกที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบสีของเนื้อของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับต่างๆ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: CLUMB

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	142.244[a]	31	4.589	2.949	.000
Intercept	1997.511	1	1997.511	1283.798	.000
BREAD	104.422	2	52.211	33.556	.000
PANEL	37.822	29	1.304	.838	.693
Error	90.244	58	1.556		
Total	2230.000	90			
Corrected Total	232.489	89			

a. R Squared = .612 (Adjusted R Squared = .404)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับต่างๆ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ADOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	165.144[a]	31	5.327	3.935	.000
Intercept	1969.344	1	1969.344	1454.851	.000
BREAD	108.156	2	54.078	39.950	.000
PANEL	56.989	29	1.965	1.452	.113
Error	78.511	58	1.354		
Total	2213.000	90			
Corrected Total	243.656	89			

a. R Squared = .678 (Adjusted R Squared = .506)

ตารางภาคผนวกที่ 13 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสชาติของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับต่างๆ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TASTE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	139.544[a]	31	4.501	3.395	.000
Intercept	2180.544	1	2180.544	1644.386	.000
BREAD	85.089	2	42.544	32.084	.000
PANEL	54.456	29	1.878	1.416	.129
Error	76.911	58	1.326		
Total	2397.000	90			
Corrected Total	216.456	89			

a. R Squared = .645 (Adjusted R Squared = .455)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านความเหนียวหนืดของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับต่างๆ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: CHEWINES

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	143.044[a]	31	4.614	2.407	.002
Intercept	1867.778	1	1867.778	974.395	.000
BREAD	100.822	2	50.411	26.299	.000
PANEL	42.222	29	1.456	.760	.788
Error	111.178	58	1.917		
Total	2122.000	90			
Corrected Total	254.222	89			

a. R Squared = .563 (Adjusted R Squared = .329)

ตารางภาคผนวกที่ 15 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านความนุ่มเหนียวของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับต่างๆ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: SOFTNESS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	186.811[a]	31	6.026	5.770	.000
Intercept	1913.611	1	1913.611	1832.181	.000
BREAD	154.756	2	77.378	74.085	.000
PANEL	32.056	29	1.105	1.058	.416
Error	60.578	58	1.044		
Total	2161.000	90			
Corrected Total	247.389	89			

a. R Squared = .755 (Adjusted R Squared = .624)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีการเติมเครื่องเทศคือ กระเทียมพริกไทย และสูตรที่มีการเติมใบกระวาน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: APPEAR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	104.944[a]	31	3.385	4.327	.000
Intercept	1950.678	1	1950.678	2493.276	.000
BREAD	9.956	2	4.978	6.362	.003
PANEL	94.989	29	3.275	4.187	.000
Error	45.378	58	.782		
Total	2101.000	90			
Corrected Total	150.322	89			

a. R Squared = .698 (Adjusted R Squared = .537)

ตารางภาคผนวกที่ 17 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของเนื้อในของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีการเติมเครื่องเทศคือ กระเทียมพริกไทย และสูตรที่มีการเติมใบกระวาน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COLOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	41.678[a]	31	1.344	1.625	.055
Intercept	2361.344	1	2361.344	2854.613	.000
BREAD	1.356	2	.678	.819	.446
PANEL	40.322	29	1.390	1.681	.047
Error	47.978	58	.827		
Total	2451.000	90			
Corrected Total	89.656	89			

a. R Squared = .465 (Adjusted R Squared = .179)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 18 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีการเติมเครื่องเทศคือ กระเทียมพริกไทย และสูตรที่มีการเติมใบกระวาน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ODOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	83.467[a]	31	2.692	2.497	.001
Intercept	1690.000	1	1690.000	1567.484	.000
BREAD	19.467	2	9.733	9.028	.000
PANEL	64.000	29	2.207	2.047	.010
Error	62.533	58	1.078		
Total	1836.000	90			
Corrected Total	146.000	89			

a. R Squared = .572 (Adjusted R Squared = .343)

ตารางภาคผนวกที่ 19 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสชาติของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีการเติมเครื่องเทศคือ กระเทียมพริกไทย และสูตรที่มีการเติมใบกระวาน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TASTE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	93.011[a]	31	3.000	3.678	.000
Intercept	1786.678	1	1786.678	2190.338	.000
BREAD	.689	2	.344	.422	.658
PANEL	92.322	29	3.184	3.903	.000
Error	47.311	58	.816		
Total	1927.000	90			
Corrected Total	140.322	89			

a. R Squared = .663 (Adjusted R Squared = .483)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านความเหนียวหนืดของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีการเติมเครื่องเทศคือ กระเทียม พริกไทย และสูตรที่มีการเติมใบกระวาน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: CHEW

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	85.478[a]	31	2.757	4.263	.000
Intercept	2260.011	1	2260.011	3494.448	.000
BREAD	2.489	2	1.244	1.924	.155
PANEL	82.989	29	2.862	4.425	.000
Error	37.511	58	.647		
Total	2383.000	90			
Corrected Total	122.989	89			

a. R Squared = .695 (Adjusted R Squared = .532)

ตารางภาคผนวกที่ 21 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านความนุ่มเหนียวของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีการเติมเครื่องเทศคือ กระเทียม พริกไทย และสูตรที่มีการเติมใบกระวาน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: SOFT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	111.067[a]	31	3.583	4.625	.000
Intercept	2560.000	1	2560.000	3304.451	.000
BREAD	5.067	2	2.533	3.270	.045
PANEL	106.000	29	3.655	4.718	.000
Error	44.933	58	.775		
Total	2716.000	90			
Corrected Total	156.000	89			

a. R Squared = .712 (Adjusted R Squared = .558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 22 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีการเติมเครื่องเทศคือ กระเทียมพริกไทย และสูตรที่มีการเติมใบกระวาน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: OVERALL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	70.511[a]	31	2.275	3.246	.000
Intercept	2092.844	1	2092.844	2986.508	.000
BREAD	2.222E-02	2	1.111E-02	.016	.984
PANEL	70.489	29	2.431	3.469	.000
Error	40.644	58	.701		
Total	2204.000	90			
Corrected Total	111.156	89			

a. R Squared = .634 (Adjusted R Squared = .439)

ตารางภาคผนวกที่ 23 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านสีของเนื้อในของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีการเติมเครื่องเทศคือ กระเทียมพริกไทย และสูตรที่มีการเติมใบกระวาน

ANOVA

COLOUR

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.421	2	3.211	.	.
Within Groups	.000	0	.		
Total	6.421	2			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 24 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า Water activity ของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีการเติมเครื่องเทศคือ กระเทียมพริกไทย และสูตรที่มีการเติมใบกระวาน

ANOVA

AW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	2	.000	.	.
Within Groups	.000	0	.		
Total	.000	2			

ตารางภาคผนวกที่ 25 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านปริมาตรของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีการเติมเครื่องเทศคือ กระเทียมพริกไทย และสูตรที่มีการเติมใบกระวาน

ANOVA

VOLUME

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	40.167	2	20.083	.	.
Within Groups	.000	0	.		
Total	40.167	2			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 26 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านปริมาตรของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

ANOVA

VOLUME

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.188	3	3.396	.	.
Within Groups	.000	0	.		
Total	10.188	3			

ตารางภาคผนวกที่ 27 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความชื้นของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

ANOVA

MOISTURE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	82.973	3	27.658	.	.
Within Groups	.000	0	.		
Total	82.973	3			

ตารางภาคผนวกที่ 28 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านค่า Water activity ของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

ANOVA

AW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	3	.000	.	.
Within Groups	.000	0	.		
Total	.001	3			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 29 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านปริมาณโปรตีนของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

ANOVA

PROTEIN

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.905	3	.302	.	.
Within Groups	.000	0	.		
Total	.905	3			

ตารางภาคผนวกที่ 30 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความเหนียวหนืดของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

ANOVA

CHEW

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.410	3	.137	.	.
Within Groups	.000	0	.		
Total	.410	3			

ตารางภาคผนวกที่ 31 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความติดเหนียวของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

ANOVA

GUM

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.002	3	.334	.	.
Within Groups	.000	0	.		
Total	1.002	3			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 32 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความแข็งของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

ANOVA

HARD

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.952	3	.651	.	.
Within Groups	.000	0	.		
Total	1.952	3			

ตารางภาคผนวกที่ 33 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนด้านความนุ่มเหนียวของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

ANOVA

SPRING

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.201	3	.067	.	.
Within Groups	.000	0	.		
Total	.201	3			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 34 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: APPEAR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	76.467[a]	31	2.467	2.755	.000
Intercept	2073.600	1	2073.600	2315.831	.000
BREAD	6.067	2	3.033	3.388	.041
PANEL	70.400	29	2.428	2.711	.001
Error	51.933	58	.895		
Total	2202.000	90			
Corrected Total	128.400	89			

a. R Squared = .596 (Adjusted R Squared = .379)

ตารางภาคผนวกที่ 35 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านสีของเนื้อขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COLOUR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	58.711[a]	31	1.894	1.586	.064
Intercept	2230.044	1	2230.044	1867.913	.000
BREAD	6.756	2	3.378	2.829	.067
PANEL	51.956	29	1.792	1.501	.094
Error	69.244	58	1.194		
Total	2358.000	90			
Corrected Total	127.956	89			

a. R Squared = .459 (Adjusted R Squared = .170)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 36 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านกลิ่นของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ODOR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	81.633[a]	31	2.633	1.681	.044
Intercept	1562.500	1	1562.500	997.340	.000
BREAD	16.467	2	8.233	5.255	.008
PANEL	65.167	29	2.247	1.434	.121
Error	90.867	58	1.567		
Total	1735.000	90			
Corrected Total	172.500	89			

a. R Squared = .473 (Adjusted R Squared = .192)

ตารางภาคผนวกที่ 37 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านรสชาติของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TASTE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	84.600[a]	31	2.729	2.561	.001
Intercept	2073.600	1	2073.600	1946.097	.000
BREAD	.867	2	.433	.407	.668
PANEL	83.733	29	2.887	2.710	.001
Error	61.800	58	1.066		
Total	2220.000	90			
Corrected Total	146.400	89			

a. R Squared = .578 (Adjusted R Squared = .352)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 38 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านความเหนียวหนืดของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: CHEW

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	64.644[a]	31	2.085	2.192	.005
Intercept	2290.178	1	2290.178	2407.315	.000
BREAD	.822	2	.411	.432	.651
PANEL	63.822	29	2.201	2.313	.003
Error	55.178	58	.951		
Total	2410.000	90			
Corrected Total	119.822	89			

a. R Squared = .540 (Adjusted R Squared = .293)

ตารางภาคผนวกที่ 39 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบด้านความนุ่มเหนียวของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ , ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: SOFT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	39.500[a]	31	1.274	1.735	.035
Intercept	2340.900	1	2340.900	3187.141	.000
BREAD	1.400	2	.700	.953	.392
PANEL	38.100	29	1.314	1.789	.030
Error	42.600	58	.734		
Total	2423.000	90			
Corrected Total	82.100	89			

a. R Squared = .481 (Adjusted R Squared = .204)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 40 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความชอบโดยรวมของขนมปังที่มีการเติมแป้งดัดแปรในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่การเติมปลาและกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์, ขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ และขนมปังที่มีการเติมปลาและกุ้ง 20 เปอร์เซ็นต์

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: OVERALL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	60.833[a]	31	1.962	1.799	.027
Intercept	2160.900	1	2160.900	1981.015	.000
BREAD	6.067	2	3.033	2.781	.070
PANEL	54.767	29	1.889	1.731	.038
Error	63.267	58	1.091		
Total	2285.000	90			
Corrected Total	124.100	89			

a. R Squared = .490 (Adjusted R Squared = .218)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนลินี หาญสวธา เกิดเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน พ.ศ.2528 บ้านเลขที่ 80/31 ถ.สุขเกษม ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ 53000 ปี พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนอุตรดิตถ์ดรุณี ปีพ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวพัชราพร ก้องภักดีสุข เกิดเมื่อวันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ.2528 บ้านเลขที่ 38/8 ถ.ปทุม-กรุงเทพ ต.บางปรอก อ.เมือง จ.ปทุมธานี 12000 ปี พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี ปีพ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้