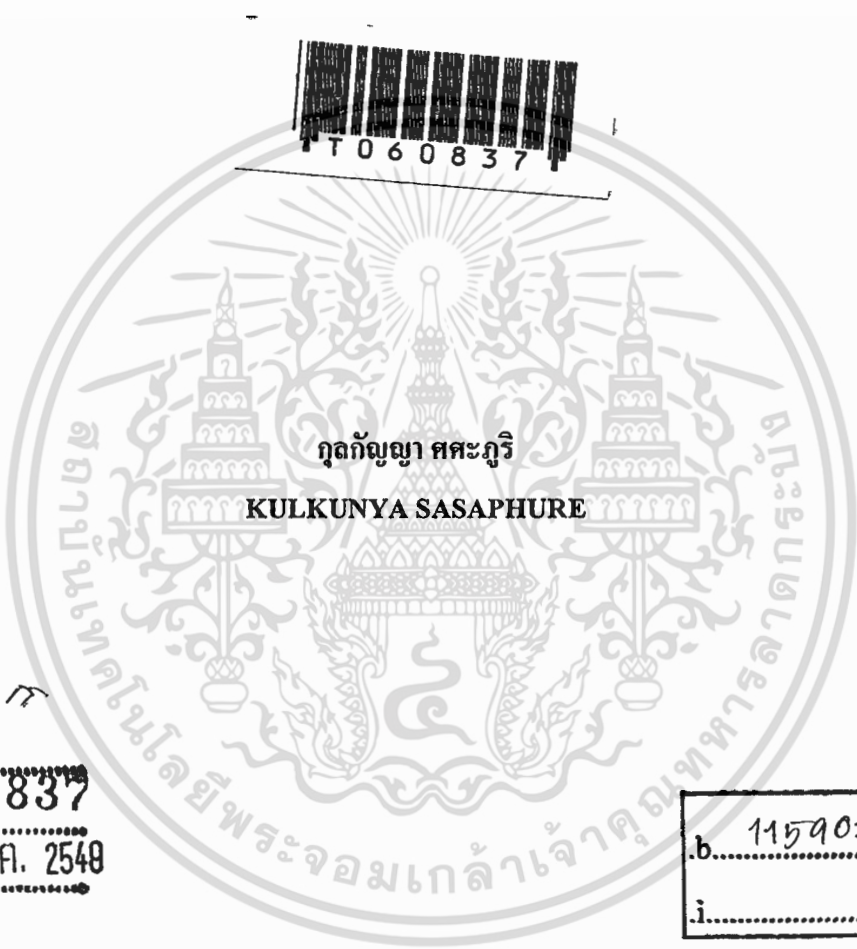


สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปเพื่อการอบด้วยไมโครเวฟ

PRODUCTION OF MICROWAVABLE DURIAN FLOUR CAKE DRYMIX



๘๗
๗๗๒๔๗
๒๕๔๘

เลขหมู่.....**60837**
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี..... 6 ก.ค. 2548

b..... 11590774
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

ISBN 974-1455-7 974-15-1455-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCTION OF MICROWAVABLE DURIAN FLOUR CAKE DRYMIX



KULKUNYA SASAPHURE

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SFIENCE IN FOD SCIENCE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2005

ISBN 974-1455-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2005

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปเพื่อการอบด้วยไมโครเวฟ
นักศึกษา	นางสาวกุลกัญญา ศตะภูริ
รหัสประจำตัว	45067003
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การอาหาร
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. วุฒิชัย นาครัถยา

บทคัดย่อ

จากการศึกษาปริมาณแป้งทุเรียนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กที่อบด้วยไมโครเวฟที่ระดับ 20, 30, 40 และ 50 % โดยน้ำหนักแป้ง พบว่า สูตรแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปที่เหมาะสม คือ สูตรที่สามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการร่อนที่ระดับ 20 % และนำมาผสมกับน้ำตาลทรายที่ไม่ได้ผ่านการร่อน ผงฟู นมผงปราศจากไขมัน และเกลือ เท่ากับ 100 7 3.5 และ 1.5 % โดยน้ำหนักแป้ง นำแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปมาผลิตเค้กด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 2.5 นาที ที่ความถี่ 2,450 เมกะเฮิร์ตส โดยผสมกับน้ำมันรำข้าวที่ระดับ 40 % และไข่แดงที่ระดับ 60 % ผลิตภัณฑ์แป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปมีปริมาณความชื้น 5.49 % ปริมาณไขมัน 0.38 % และค่า water activity 0.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Production of Microwavable Durian Flour Cake Drymix
Student	Miss Kulkunya Sasaphure
Student ID.	45067003
Degree	Master of Science
Programme	Food Science
Year	2005
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Woatthichai Narkrugsa

ABSTRACT

Replacing durian flour (non-sieved and 40 mesh sieved) to wheat flour for durian flour cake drymix at level 20, 30, 40 and 50 % (by flour weight) for microwavable cooking was studied. It was found that using the non-sieved durian flour to replace of wheat flour at level 20 % and mix with the non-sieved sugar, baking powder, nonfat dry milk and salt at a level 100, 7, 3.5 and 1.5 % (by flour weight), respectively was suitable. The production of durian flour cake drymix can baked in microwave oven at 2,450 MHz for 2.5 minutes, it had to be mixed with 40 % (by flour weight) rice bran oil and 60 % (by flour weight) egg yolk.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รวมทั้งกรุณาให้ความรู้ ข้อคิดเห็นรวมทั้งคำแนะนำและคำปรึกษาต่างอันเป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าในการทำงานวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. วรรณมา ตั้งเจริญชัย และ ดร. กิตติชัย บรรจง ที่ให้เกียรติเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์และกรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมแก่ข้าพเจ้าทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ช่วยประสิทธิประสาทศรีความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาในการศึกษาจนกระทั่งข้าพเจ้ามีโอกาสประสบความสำเร็จรวมทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่คอยอำนวยความสะดวกให้แก่ข้าพเจ้าในงานปฏิบัติการ และเจ้าหน้าที่ธุรการในงานเอกสารต่างๆ

ขอขอบพระคุณพ่อ แม่ที่เคารพรักที่คอยเป็นกำลังใจ และสนับสนุนข้าพเจ้าตลอดมา ขอขอบคุณที่ร่วมสถาบันทุกท่าน และทุกกำลังใจที่ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่คณาจารย์ และผู้มีพระคุณ หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

กุลกัญญา ศศะภุรี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ทูเรียน.....	3
2.2 แป้ง.....	4
2.3 แป้งทูเรียน.....	7
2.4 แป้งสตาลี.....	9
2.5 เค้ก.....	10
2.6 แป้งผสมสำเร็จรูป.....	15
2.7 การให้ความร้อน โดยใช้อไมโครเวฟ.....	16
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	20
3.1 วัสดุดิบ.....	20
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	20
3.3 สถานที่ดำเนินการทดลอง.....	21
3.4 วิธีการทดลอง.....	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	27
4.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของแป้งทุเรียน	27
4.2 กระบวนการผลิตแป้งสาลีผสมแป้งทุเรียนเพื่อผลิตเค้ก.....	28
4.2.1 ศึกษาปริมาณแป้งทุเรียนที่เหมาะสมเพื่อทดแทน แป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก.....	28
4.2.2 ศึกษาขนาดของแป้งทุเรียนที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้ก.....	30
4.2.3 ศึกษาขนาดของน้ำตาลที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้ก.....	32
4.3 การพัฒนาสูตรเค้กจากแป้งสาลีผสมกับแป้งทุเรียนเพื่อใช้ในไมโครเวฟ.....	33
4.3.1 ศึกษาการใช้น้ำมันรำข้าวในการผลิตเค้ก.....	33
4.3.2 ศึกษาชนิดของน้ำมันที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์เค้ก.....	36
4.3.3 ศึกษาปริมาณไข่แดงที่มีผลต่อคุณภาพของเค้ก.....	38
4.4 ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเค้กสุรควบคุมที่ 1 กับเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟ	40
4.5 ศึกษาคุณภาพของแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูป.....	41
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	43
ข้อเสนอแนะ.....	45
บรรณานุกรม.....	46
ภาคผนวก	
ก. วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี.....	50
ข. แบบทดสอบประสาทสัมผัส.....	56
ค. ภาพผลิตภัณฑ์เค้ก.....	59
ง. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ.....	61
ประวัติผู้เขียน.....	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 เค้กสูตรควบคุมที่ 1.....	23
3.2 เค้กสูตรควบคุมที่ 2.....	25
4.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของแป้งทุเรียน.....	27
4.2 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียน.....	30
4.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียน.....	30
4.4 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนขนาดต่างๆ.....	31
4.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนขนาดต่างๆ.....	32
4.6 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ใช้น้ำตาลขนาดต่างๆ.....	32
4.7 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กที่ใช้น้ำตาลขนาดต่างๆ.....	33
4.8 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ.....	36
4.9 สีของเนื้อเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ.....	36
4.10 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ใช้น้ำมันแต่ละชนิด.....	37
4.11 สีของเนื้อเค้กที่ใช้น้ำมันแต่ละชนิด.....	38
4.12 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ.....	40
4.13 สีของเนื้อเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ.....	40
4.14 คุณภาพของแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูป เค้กสูตรควบคุม และเค้กที่ผลิตด้วย ไมโครเวฟ	42
ก1 ค่ามาตรฐานการดูดกลืนแสงในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส.....	53
ก2 ค่ามาตรฐานการดูดกลืนแสงในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด.....	55
ง1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรจำเพาะของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับต่างๆ.....	61
ง2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับต่างๆ.....	61
ง3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรจำเพาะของเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนขนาดต่างๆ	62
ง4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนขนาดต่างๆ.....	62
ง5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรจำเพาะของเค้กที่ใช้น้ำตาลทรายขนาดต่างๆ	63
ง6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเค้กที่ใช้น้ำตาลทรายขนาดต่างๆ.....	63
ง7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรจำเพาะของเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ	64
ง8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ.....	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ง9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีเนื้อเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ.....	64
ง10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจำเพาะของเค้กที่ใช้ไขมันแต่ละชนิด.....	65
ง11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเค้กที่ใช้ไขมันแต่ละชนิด.....	65
ง12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีเนื้อเค้กที่ใช้ไขมันแต่ละชนิด.....	65
ง13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจำเพาะของเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ.....	66
ง14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ.....	66
ง15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีเนื้อเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ.....	66



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 กรรมวิธีการผลิตเค้กด้วยเตาอบไฟฟ้า.....	23
3.2 กรรมวิธีการผลิตเค้กด้วยเตาอบไมโครเวฟ.....	25
4.1 ปริมาตรจำเพาะของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1.....	28
4.2 ความนุ่มของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1.....	29
4.3 ปริมาตรจำเพาะของเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1.....	34
4.4 ความนุ่มของเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1.....	35
4.5 สีเนื้อเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1.....	35
4.6 สีเนื้อเค้กที่ใช้ไขมันแต่ละชนิด โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1.....	37
4.7 ปริมาตรจำเพาะของเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1.....	38
4.8 ความนุ่มของเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1.....	39
4.9 สีเนื้อเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1.....	39
4.10 เค้กสูตรควบคุมที่1เปรียบเทียบกับเค้กที่ผลิตด้วย ไมโครเวฟ.....	41
4.11 แป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปสำหรับการผลิตเค้กด้วยไมโครเวฟ.....	41
ก1 แสดงกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส.....	53
ก2 แสดงกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด.....	55
ค1 เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม	59
ค2 เค้กที่ใช้แป้งทุเรียนขนาดต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม.....	59
ค3 เค้กที่ใช้น้ำตาลทรายขนาดต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม.....	59
ค4 เค้กที่ใช้ไขมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม.....	60
ค5 เค้กที่ใช้ไขมันแต่ละชนิด โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม.....	60
ค6 เค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม.....	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากมีรสชาติที่อร่อยเป็นที่นิยมของผู้บริโภค นอกจากนี้ ปัจจุบันพบว่า ตลาดต่างประเทศมีความต้องการทุเรียนสดเพิ่มขึ้นจึงทำให้ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากขึ้น ทุเรียนสามารถผลิตได้เกือบทุกภาคของประเทศไทย จังหวัดที่มีการปลูกทุเรียนมากที่สุดได้แก่ จันทบุรี รองลงมาได้แก่ ระยอง ตราด และปราจีนบุรี ตามลำดับ (เพ็ญศิริ อนันต์รักสกุล และคณะ, 2531) ทุเรียนเป็นผลไม้ที่ออกตามฤดูกาล ในฤดูที่ผลผลิตทุเรียนมีมาก ราคาจะตกต่ำและทุเรียนยังเป็นผลไม้ที่เน่าเสียได้ง่าย หรือสูญเสียคุณภาพได้เร็ว ดังนั้น ทางเลือกใหม่ในการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากทุเรียน คือ การนำมาแปรรูปเป็นแป้งทุเรียน ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่จะเก็บทุเรียนไว้ใช้ได้นานขึ้นและสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น ขนมขบเคี้ยว ทุเรียนแผ่นกรอบ ทองม้วน ชูป ไล้ครีม เค้กขนมปัง และชาลาเปา เป็นต้น

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีผู้นิยมบริโภคกันมากขึ้น โดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์ประเภทขนมอบนั้นทำจากแป้งสาลี เนื่องจากแป้งสาลีมีโปรตีน โกลลาดีนและกลูเตนิน ทำให้แป้งสาลีมีความยืดหยุ่นและเหมาะสมในการทำขนมอบได้เป็นอย่างดี ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะสามารถผลิตแป้งสาลีได้แต่ยังให้ผลผลิตที่ตกต่ำและคุณภาพของแป้งสาลีที่ผลิตได้ยังมีคุณภาพไม่เหมาะสม จึงทำให้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2542) ดังนั้นการนำแป้งทุเรียนมาทดแทนแป้งสาลีในการผลิตเค้กจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการนำแป้งทุเรียนมาใช้ประโยชน์ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับทุเรียน นอกจากนี้ยังเป็นการลดปริมาณการใช้แป้งสาลีได้อีกด้วย สำหรับผลิตภัณฑ์เค้กนั้นเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่สูงโดยใช้ความร้อนจากเตาอบเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งใช้เวลาในการอบนาน จึงทำให้ผู้ศึกษามีความสนใจในการนำแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูป (Drymix) มาผลิตเค้กโดยใช้ไมโครเวฟ ทำให้ผู้บริโภคเกิดความสะดวก รวดเร็วในการผลิตเค้ก และเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ต้องการใช้แป้งทุเรียนทดแทนแป้งสาลีต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาการผลิตแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปที่เหมาะสมเพื่อการผลิตเค้กด้วยไมโครเวฟ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษากระบวนการผลิตแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการผลิตเค้กด้วยไมโครเวฟ โดยศึกษาปริมาณแป้งทุเรียนทดแทนแป้งสาลี รวมทั้งศึกษาขนาดของแป้งทุเรียนและขนาดของน้ำตาลทรายที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้ก จากนั้นนำแป้งทุเรียนสำเร็จรูปมาพัฒนาเป็นสูตรเค้กเพื่อใช้ในไมโครเวฟ โดยศึกษาการใช้น้ำมันแทนส่วนที่เป็นไขมันในผลิตภัณฑ์เค้ก และศึกษาชนิดของน้ำมันที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้ก และนำมาเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เค้กกับเค้กจากสูตรควบคุม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยนี้ศึกษากระบวนการผลิตแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการผลิตเค้ก และศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการอบเค้กด้วยไมโครเวฟ ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคเกิดความสะดวก รวดเร็วในการผลิตเค้ก และยังใช้เป็นแนวทางในการผลิตเค้กจากไมโครเวฟในชั้นอุตสาหกรรมต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทูเรียน

ทูเรียน ชื่อสามัญ Durian ชื่อวิทยาศาสตร์ *Durio zibethinus Murray* เป็นพืชที่ปลูกในเขตร้อนชื้น ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการปลูกทูเรียนเป็นจำนวนมาก ผลทูเรียนเป็นผลเดี่ยว (Simple fruit) เกิดจากดอกที่มีรังไข่เดี่ยว อาจมีพวงรังไข่ (Carpel) ตั้งแต่หนึ่งพวงขึ้นไป พันธุ์ทูเรียนที่นิยมปลูกมากในประเทศไทยมีอยู่หลายพันธุ์ คือ หมอนทอง ชะนี กระดุม และก้านยาว ทูเรียนพันธุ์หมอนทองเป็นที่นิยมบริโภคเพราะมีรสชาติที่อร่อย ทูเรียนเป็นผลไม้ประเภท Pulpy fruit คือ มีเนื้อมาก น้ำน้อย และมีความหนืดสูง องค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่พบว่า ทูเรียนมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในปริมาณสูง และคาร์โบไฮเดรตที่พบนั้นมีแป้งและน้ำตาลเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่เท่ากันอย่างละ 1 ใน 3 ส่วน ของปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด นอกจากแป้งและน้ำตาลแล้ว ยังพบเฮมิเซลลูโลส สารประกอบเพคติน และกำมะถัน ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดเนื้อสัมผัสเหนียวในเนื้อทูเรียน คาร์โบไฮเดรตที่เป็น โพลีแซคคาไรด์เหล่านี้พบในบริเวณ โครงสร้างของเนื้อเยื่อผลไม้ โดยเฉพาะสารประกอบเพคตินพบมากใน middle lamella และสารประกอบเพคตินมักจะรวมกับเซลลูโลสที่บริเวณ primary cell wall ส่วนแป้งจะเป็นคาร์โบไฮเดรตที่พืชสะสมไว้ในส่วนของ cytoplasm (หิรัญ หิรัญประดิษฐ์ และคณะ, 2541)

2.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของทูเรียน

2.1.1.1 คาร์โบไฮเดรต ทูเรียนมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบมากที่สุด คือประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบทั้งหมด โดยแบ่งเป็นแป้ง 12 % และน้ำตาล 12-18 % (Franklin, 1980) เมื่อทูเรียนเริ่มสุกแป้งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลซูโครสแล้วแตกตัวไปเป็นฟรุกโทสและกลูโคส (Eskin et.al., 1971) ทูเรียนที่เริ่มสุกจะมีรสหวานขึ้นเพราะมีการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ซึ่งการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาลนี้ขึ้นอยู่กับ สภาพแวดล้อมของการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ ระยะเวลาการเก็บรักษา ความแก่อ่อนของผล เป็นต้น

2.1.1.2 โปรตีน ทูเรียนเป็นผลไม้ที่มีโปรตีนสูงสุด โดยทูเรียนมีโปรตีน 3 % (กนกมณฑล ศรศรีวิชัย, 2522) ในทางอ้อม โปรตีนมีส่วนเกี่ยวข้องกับรสชาติของผลไม้ ดังจะเห็นได้จากทูเรียนภายหลังจากการเก็บเกี่ยวในเวลาไม่นานแป้งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลทำให้รสชาติหวานขึ้นอันเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์ซึ่งเป็นโปรตีน

2.1.1.3 ไขมัน ผลทูเรียนมีไขมันเป็นองค์ประกอบประมาณ 3.9 % กรดไขมันที่มีมากที่สุด คือ กรดสเตียริก (Stanton, 1965) ส่วน Moser และคณะ (1980) พบว่า ไขมันที่เป็น

องค์ประกอบในทุเรียนของจังหวัดจันทบุรี ซึ่งเกี่ยวข้องกับในฤดูฝนและจากจังหวัดปราจีนบุรี ซึ่งเกี่ยวข้องกับในฤดูร้อน ประกอบด้วยกรดปาล์มมิดิกมากที่สุด รองลงมาคือ กรดโอเลอิก กรดไขมันอื่นๆที่พบได้แก่ กรดปาล์มมิโตเลอิก ไลโนเลอิก และไลโนเลนิก

2.1.1.4 แคลโรทีน แคลโรทีนเป็นรงควัตถุที่ละลายได้ในไขมัน ไม่คงตัวในสภาพที่มีแสงและออกซิเจน ถูกออกซิไดซ์ได้โดยเอนไซม์ Lipooxidase (Eskin et.al., 1971) เนื้อทุเรียนมีแคลโรทีนเป็นองค์ประกอบ 20-30 I.U. (Franklin, 1980) โดยปกติแคลโรทีนมีอยู่แล้วในเนื้อเยื่อของผลไม้ แต่ถูกคบบังไว้ด้วยสีของคลอโรฟิลล์ เมื่อผลไม้เริ่มสุกคลอโรฟิลล์จะสูญเสียไปทำให้แคลโรทีนที่มีอยู่ปรากฏให้เห็น แต่อาจพบว่ามีสารสร้างเบต้า-แคลโรทีน หรือไลโคพีนในระหว่างการสุกได้ โดยไลโคพีนจะเปลี่ยนเป็นสารเริ่มต้นของเบต้า-แคลโรทีน (Tucker and Grierson, 1987)

2.1.1.5 สารระเหย กลิ่นทุเรียนเกิดจากสารระเหยพวก ไธโอเอเทอร์ (Thioethers) และเอสเทอร์ (Esters) (Winterhalter, 1991) เมื่อทุเรียนสุกหอม สารให้กลิ่นจะเป็นพวกไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulphide) และไดเอทิลไดซัลไฟด์ (Diethyl disulphide) (Franklin, 1980)

2.1.1.6 กรดอินทรีย์ โดยทั่วไปกรดจะมีปริมาณสูงสุดในระหว่างการเจริญเติบโต และการพัฒนาของผลขณะที่อยู่บนต้นและลดลงระหว่างการสุก ในทุเรียนปริมาณกรดลดลงเมื่อผลสุก (Stanton, 1965) กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆในพืชส่วนใหญ่เป็นกรดที่อยู่ใน Krebs' cycle ถูกสร้างขึ้นระหว่างกระบวนการหายใจภายในเซลล์ โดยการสลายตัวของคาร์โบไฮเดรตแล้วสะสมอยู่ในแวคิวโอล ซึ่งพบว่าปริมาณกรดในผลไม้จะผันแปรขึ้นอยู่กับความแก่ของผลและอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษา พบว่าผลที่อ่อนกว่ามีปริมาณกรดมากกว่าผลที่แก่และจะลดลงมากเมื่อเก็บรักษาในสภาพที่อุณหภูมิที่สูง (สุรพงษ์ โกสียะจินดา, 2531)

2.1.1.7 น้ำ เป็นองค์ประกอบที่มีมากในเซลล์พืช น้ำที่หลักของน้ำ คือ เป็นตัวทำละลายช่วยให้โปรโตพลาสเคลื่อนที่ได้ และช่วยรักษาโครงสร้างของเซลล์ เนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองประกอบด้วยน้ำ 65.9 % พันธุ์ชะนี 71.2 % ปริมาณน้ำในผลไม้ภายหลังเก็บเกี่ยวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในช่วงการเก็บเกี่ยวและระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว (เพ็ญศิริ และคณะ, 2531)

2.2 แป้ง

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในพืชชั้นสูง พบในคลอโรพลาสต์ (ในใบ) และในส่วนที่พืชใช้เป็นแหล่งเก็บอาหาร เช่น เมล็ดและหัว มนุษย์ได้รับแป้งจากพืชแตกต่างกันตามภูมิประเทศในโลก ทางด้านทวีปอเมริกาเหนือ/กลางจะมีข้าวโพด ข้าวสาลีเป็นแหล่งให้แป้งที่สำคัญทางยุโรปมีมันฝรั่ง และแถบเอเชีย แอฟริกา มีข้าวและมันสำปะหลัง เป็นต้น แต่ที่สำคัญที่มีการใช้กันทั่วโลกคือ แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวสาลี และแป้งมันสำปะหลัง แป้งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในโภชนาการของมนุษย์ อาหารทั้งหมดส่วนใหญ่จะมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลักของทุกชนชาติ เช่น ข้าว ขนมปัง ก๋วยเตี๋ยว และพาสต้า

คำว่า “แป้ง” ที่คนไทยเรียกกันทั่วไปนั้น ได้รวมความหมายเกี่ยวกับการเรียกแป้งในภาษาอังกฤษ 2 ประเภทด้วยกัน คือ แป้งฟลาว (Flour) และแป้งสตาร์ช (Starch) ซึ่งแป้งฟลาวและแป้งสตาร์ชนั้น มีส่วนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ส่งผลให้คุณสมบัติแตกต่างกันด้วย

แป้งฟลาว (Flour) หมายถึง ผลิตภัณฑ์แป้งที่ผลิตจากวัตถุดิบทางการเกษตรชนิดต่างๆ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ข้าวโพด มันฝรั่ง มันสำปะหลัง มันเทศ เป็นต้น โดยการนำวัตถุดิบมาโม่ บด หรือตีจนละเอียดมาก ดังนั้นส่วนประกอบของแป้งฟลาว จึงประกอบด้วยสารอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในวัตถุดิบดั้งเดิมทั้งหมด คือคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย แร่ธาตุต่างๆ เป็นต้น

แป้งสตาร์ช (Starch) หมายถึง ผลิตภัณฑ์แป้งที่ผลิตจากวัตถุดิบทางการเกษตรชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตแป้งฟลาว แต่กรรมวิธีจะแยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โดยมีสารอื่นปะปนมาน้อยที่สุด ดังนั้นแป้งสตาร์ชจึงประกอบด้วยสารอาหารคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่ (อรพิน ภูมิภมร, 2533)

2.2.1 องค์ประกอบภายในแป้ง

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ในอัตราส่วน 6:10:5 มีสูตรเคมีโดยทั่วไปคือ $(C_6H_{10}O_5)_n$ แป้งเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคส ซึ่งประกอบด้วย anhydroglucose unit เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ glucosidic linkage ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ทางด้านตอนปลายของสายพอลิเมอร์มีหน่วยกลูโคสที่มีหมู่แอลดีไฮด์ (aldehyde group) เรียกว่า reducing end group แป้งประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิด คือ พอลิเมอร์เชิงเส้น (อะไมโลส) และพอลิเมอร์เชิงกิ่ง (อะไมโลเพกทิน) แป้งจากแหล่งที่ต่างกันจะมีอัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกทินแตกต่างกัน ทำให้คุณสมบัติของแป้งแต่ละชนิดแตกต่างกัน (กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2542)

2.2.1.1 อะไมโลส เป็นพอลิเมอร์เชิงเส้นที่ประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 2,000 หน่วย เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ glucosidic linkage แป้งจากธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งสาลี แป้งข้าวฟ่าง มีปริมาณอะไมโลสสูงประมาณ 28 % แป้งจากรากและหัว เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง แป้งสาหร่ายมีปริมาณอะไมโลสต่ำประมาณ 20 % และข้าวเจ้าบางสายพันธุ์ไม่มีอะไมโลสเลย เรียกว่า waxy starch อะไมโลสไม่ละลายน้ำ แต่เมื่อเติมน้ำลงไป อะไมโลสจะเกาะตัวกันเป็นตะกอนที่ไม่ละลาย และเนื่องจากโมเลกุลของอะไมโลสเป็นสายยาว จึงมีโอกาที่จะจับคู่กับอะไมโลสอีกโมเลกุลหนึ่งได้

2.2.1.2 อะไมโลเพกทิน เป็นพอลิเมอร์เชิงกิ่งของกลูโคส ส่วนที่เป็นเส้นตรงของกลูโคส เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ glucosidic linkage และส่วนที่เป็นกิ่งสาขาที่เป็นพอลิเมอร์กลูโคสสายสั้น หน่วยกลูโคสที่มีพันธะ glucosidic linkage มีอยู่ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณหน่วยกลูโคสอะไมโลเพกทินมีน้ำหนักโมเลกุลทั้งหมด 1,000 เท่าของอะไมโลส คือ ประมาณ 10^7 ถึง 10^9 ดาลตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนักเรียนนำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีอัตราในการคืนตัวต่ำ เนื่องจากอะไมโลเพกทินมีลักษณะโครงสร้างเป็นกึ่ง (กึ่งแอมรงค์ ศรี รอด, 2542) อะไมโลเพกทินถือว่ามีค่าความสำคัญมากกว่าอะไมโลส ทั้งด้านโครงสร้าง หน้าที่และการนำไปใช้ ดังนั้นเมื่อมีอะไมโลเพกทินเพียงอย่างเดียว สามารถรวมตัวเพื่อสร้างเม็ดแป้งได้ ปริมาณของอะไมโลสและอะไมโลเพกทินที่แตกต่างกันทำให้สมบัติของแป้งแตกต่างกัน (Oates, 1997)

2.2.1.3 ไขมัน โดยส่วนใหญ่แป้งจะมีองค์ประกอบของไขมันต่ำกว่า 1 % ชนิดของไขมันที่มีอยู่ในแป้งมีผลต่อคุณสมบัติของแป้ง เช่น มีผลต่อความหนืดของแป้ง ดังนั้นในการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งจะต้องกำจัดไขมันออกจากแป้งโดยสกัดด้วยตัวทำละลายหรือย่อยสลายโดยใช้ น้ำย่อย ไขมันภายในแป้งมีทั้งที่อยู่บริเวณพื้นผิวของเม็ดแป้ง ซึ่งประกอบด้วย ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) กรดไขมันอิสระ (free fatty acid) กลูโคไลปิด (glucolipids) ฟอสโฟลิปิด (phospholipids) และไขมันที่อยู่กระจายทั่วไปภายในเม็ดแป้ง โดยเชื่อมพันธะกับคาร์โบไฮเดรตอย่างหลวมๆ ซึ่งแป้งจากพืชหัวและถั่วจะไม่มีไขมันภายในเม็ดแป้ง สำหรับแป้งจากธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี มีไขมันภายในเม็ดแป้งทำให้มีคุณสมบัติและปริมาณของไขมันแตกต่างกัน ในแป้งข้าวโพดมีไขมัน 0.6 ถึง 0.8 % ประกอบด้วย กรดไขมันอิสระ 62 % และไลโซฟอสโฟลิปิด (lysophospholipid) 38 % และสำหรับแป้งสาลีมีไขมัน 0.8 ถึง 1.2 % น้ำหนักแห้งประกอบด้วย โมโนเอซิล/ไลโซฟอสโฟลิปิด (monoacyl/lysophospholipids) 86 ถึง 94 % กรดไขมันที่สำคัญของไลโซฟอสโฟลิปิด คือ กรดไขมันอิ่มตัวคาร์บอน 16 อะดอม (palmitic acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัวคาร์บอน 18 อะดอม (linoleic acid) โมโนเอซิลลิปิดเหล่านี้สามารถจับตัวเชิงซ้อนกับอะไมโลสได้ ในขณะที่ไดเอซิลและไตรเอซิลลิปิด (diacyl and triacyl lipid) ไม่สามารถจับตัวเช่นนี้ได้ ความสัมพันธ์ของปริมาณอะไมโลสกับปริมาณไขมันในข้าวโพดชนิดต่างๆ พบว่า ข้าวโพดข้าวเหนียว ซึ่งมีปริมาณอะไมโลสต่ำจะมีไขมันต่ำ สำหรับข้าวโพดที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะมีไขมันสูงกว่าปกติเช่นกัน (Galliard and Bowler, 1987) ไขมันที่รวมอยู่ในเม็ดแป้งจะส่งผลกระทบต่อลักษณะและคุณสมบัติของแป้ง โดยจะลดความสามารถในการพองตัว การละลาย และการจับตัวกับน้ำของแป้ง เมื่อเกิดฟิล์มและแป้งเปียก (paste) ไขมันจะรวมตัวกับอะไมโลสเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (inert complex) ทำให้ฟิล์มและแป้งเปียกมีลักษณะทึบแสงหรือขุ่น นอกจากนี้กรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งอยู่บริเวณพื้นผิวเม็ดแป้งจะทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เนื่องมาจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่สำหรับไขมันที่รวมตัวเชิงซ้อนกับอะไมโลสจะไม่ก่อให้เกิดกลิ่น เนื่องจากสามารถต้านทานการเกิดออกซิเดชันได้ แป้งจากธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งสาลี มีกลิ่นแรงกว่าแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง เนื่องจากมีองค์ประกอบของไขมันสูง

2.2.1.4 โปรตีน ภายในแป้งมีส่วนประกอบของโปรตีนต่ำกว่า 1 % โดยโปรตีนจะเกาะอยู่บริเวณพื้นผิวของเม็ดแป้ง ทำให้เกิดผลกระทบต่อลักษณะของแป้ง คือ ทำให้เกิดประจุบนผิวเม็ดแป้ง มีผลต่อการกระจายของเม็ดแป้ง ทำให้แป้งมีอัตราการดูดซับน้ำ อัตราการพองตัว และอัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดเจลาตินไนซ์เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ระหว่างการทำปฏิกิริยาของกรดอะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่ง สีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงไป (โดยส่วนใหญ่ปฏิกิริยาเช่นนี้เกิดขึ้นกับแป้งจากธัญพืช เนื่องจากมีปริมาณ โปรตีนสูง)

2.2.1.5 เถ้า แป้ง โดยทั่วไปมีองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ เช่น โซเดียม โปแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม สามารถวิเคราะห์หาปริมาณ ได้จากส่วนที่เหลือหรือเถ้าจากการเผาไหม้ โดยสมบูรณ (Swinkels, 1985)

2.2.1.6 เยื่อใย ปริมาณเปลือก ความหนาของเปลือก ถึงแม้ว่าจะเป็นประโยชน์ในการขนส่งทนทานต่อการสูญเสียระหว่างการเก็บเกี่ยว แต่เมื่อผ่านกระบวนการผลิตตั้งแต่การชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณแป้ง เมื่อผ่านการล้างและยังมีเปลือกและเยื่อใยในเนื้อของตัวมันเองติดอยู่ จะเป็นการเพิ่มปริมาณเยื่อใยหรือกากมัน (pulp) ซึ่งจะทำให้การหาปริมาณแป้งยุ่งยากขึ้น

2.3 แป้งทุเรียน

แป้งทุเรียน คือ ทุเรียนดิบที่ผ่านกระบวนการอบแห้งแล้วนำมาบดให้เป็นผงที่มีขนาด 60 เมช (mesh) (สุวรรณ ศรีสวัสดิ์ และคณะ, 2540)

2.3.1 ขั้นตอนการผลิตแป้งทุเรียน

นำผลทุเรียนดิบมาล้างทำความสะอาดและผึ่งให้แห้ง นำทุเรียนเปลือกและเมล็ดออก หั่นเป็นแผ่นบางๆ อบในตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 เซนติเมตร นำทุเรียนที่อบแล้วมาบดด้วยเครื่อง Hammer mill และร่อนผ่านตะแกรงที่มีรูเปิดขนาด 60 เมช

ขั้นตอนของการทำจะต้องคำนึงถึง อัตราการระเหยน้ำในระหว่างการอบเนื้อทุเรียน สีของแป้งทุเรียนควรมีสีอ่อนเพื่อสะดวกในการปรุงเป็นอาหารชนิดต่างๆ ความละเอียดของเนื้อซึ่งต้องเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อาหารที่จะพัฒนาขึ้น การเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ และทางจุลินทรีย์ของแป้งทุเรียนในการเก็บ (สุวรรณ ศรีสวัสดิ์ และคณะ, 2540)

2.3.2 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งทุเรียน

จากศึกษาของสุวรรณ ศรีสวัสดิ์ และคณะ (2540) พบว่า แป้งทุเรียนที่เตรียมได้มีองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

2.3.2.1 องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของแป้งทุเรียนประกอบด้วย ความชื้น 6.5 % โปรตีน 4.6 % ไขมัน 2.51 % เถ้า 2.9 % และคาร์โบไฮเดรต 83.12 %

2.3.2.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

1.) ความหนืดของแป้งทุเรียน เป็นสิ่งหนึ่งที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์แป้งทุเรียน ซึ่งทำให้สามารถคาดคะเนความคงตัวของผลิตภัณฑ์ และทำให้ทราบระยะเวลา และปริมาณความร้อนที่ให้กับผลิตภัณฑ์ได้ ทั้งนี้ความหนืด (viscosity) แปรผันโดยตรงกับปริมาณความร้อน (heat penetration) ด้วย โดยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความหนืด ได้แก่ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของตัวถูกละลาย น้ำหนัก โมเลกุลของตัวถูกละลาย และสารแขวนลอย ในการวิเคราะห์หาความหนืดของแป้งทุเรียนพบว่า เมื่อทุเรียนสุกมากขึ้น ความหนืดของแป้งทุเรียนเมื่อผสมกับน้ำจะลดลง โดยเฉพาะแป้งทุเรียนที่เตรียมจากทุเรียนดิบที่คัดมาจากต้นมานานกว่า 2 วัน ระดับการสุกจะมีผลต่อการลดลงของความหนืดเป็นอย่างมาก เนื่องจากว่าเมื่อทุเรียนเริ่มสุกจะเกิดการเปลี่ยนแปลง คือ แป้งจะเริ่มเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล เมื่อความสุกเพิ่มขึ้นปริมาณแป้งจะลดลงในขณะที่ปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ความหนืดที่วัดได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณแป้งที่วัดได้ คือ ถ้ามีปริมาณแป้งมากจะมีความหนืดสูงที่สุดตามไปด้วย และความหนืดสูงที่สุดจะลดลงเมื่อปริมาณแป้งลดลง

2.) ค่าสีของแป้งทุเรียน พบว่าแป้งทุเรียนที่บดด้วยเครื่องบดชนิด Hammer mill จะมีค่าสี $L^* a^* b^*$ คือ 88.25 -3.81 และ 14.81 ตามลำดับ แสดงว่า สีของแป้งทุเรียนที่ได้มีลักษณะสีขาวปนสีเขียว และสีเหลืองเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีลักษณะเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปอาหาร เนื่องจากสีของแป้งทุเรียนจะไม่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์นั้นๆ สีของแป้งทุเรียนที่ทำจากทุเรียนดิบสดและทุเรียนดิบแช่แข็ง ไม่แตกต่างกันมาก หากทำการอบด้วยวิธีเดียวกัน และยังพบว่าทุเรียนดิบแก่จัดหรือทุเรียนดิบอ่อนจะไม่มีผลต่อสีของแป้งทุเรียน แต่ลักษณะการอบที่มีการระบายความร้อนที่แตกต่างกันจะมีผลต่อสีของแป้งทุเรียน คือ ถ้าถ่ายเทอากาศออกจากตู้อบไม่ดีพอทำให้เกิดการสุกของเนื้อทุเรียน ซึ่งทำให้สีของแป้งทุเรียนมีสีเหลืองมากขึ้น

2.3.3 การเก็บรักษาแป้งทุเรียน

แป้งทุเรียน สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27-30 องศาเซลเซียส) ในที่โล่งมีอากาศถ่ายเทและไม่มีแสงแดดส่องถึง อยู่ห่างจากที่ซึ่งมีความชื้นสูง (สุวรรณฯ ศรีสวัสดิ์ และคณะ, 2540)

ภาชนะบรรจุที่ใช้เก็บแป้งทุเรียนมี 2 ชนิด คือ

1.) ถุงกระสอบพลาสติกบุภายในด้วยพลาสติกขนาดกว้าง×ยาว เท่ากับ 15×17 นิ้ว ลักษณะถุงภายนอก เป็นพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (PP) ส่วนเป็นกระสอบ มีความถี่ของเส้นพลาสติก คือ 11×12 เส้นต่อตารางนิ้ว ส่วนลักษณะถุงภายใน เป็นพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (PP) ความหนาของแผ่นเดียวเท่ากับ 20 ไมครอนหรือ 0.02 มิลลิเมตร

2.) ถุงพลาสติกชนิด โพลีโพรพิลีนสำหรับบรรจุของร้อนขนาด 8x12 นิ้ว ความหนา แผ่นเดียวเท่ากับ 0.028 มิลลิเมตร ขนาด 6x9 ความหนาแผ่นเดียวเท่ากับ 0.032 มิลลิเมตรแล้วใส่ใน กระป๋องดีบุกที่มีฝาปิดเป็นพลาสติก หรือ ใส่ถังเหล็กหรือถังพลาสติกขนาดใหญ่ที่สามารถป้องกัน ความชื้น ได้ดี

สำหรับการเก็บรักษาแป้งทุเรียนในภาชนะบรรจุทั้ง 2 แบบ สามารถเก็บได้นาน 1 ปี โดย กลิ่นยังใช้ได้อยู่ สิ่งที่สำคัญคือ ในระหว่างการเก็บรักษาต้องรักษาสภาวะแวดล้อมในสถานที่เก็บให้ อุณหภูมิและความชื้น ไม่สูงเกินกว่าที่กำหนด หากเป็นสถานที่ที่ความชื้นค่อนข้างสูงควรเก็บใน ลักษณะที่ 2 คือ เก็บใส่ถังอีกทีหนึ่ง เพราะถังจะป้องกันความชื้น ได้ดีกว่าภาชนะบรรจุแบบที่ 1 สำหรับการเปลี่ยนแปลงของสีและความหนืดในระหว่างการเก็บไม่มี (สุวรรณฯ ศรีสวัสดิ์ และคณะ, 2540)

2.4 แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิดเพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่ รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนินและไกลอะดีน (Glutenin & Gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสม กับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้เกิด “กลูเตน” (gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียวยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิด โครงร่างที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์เมื่อได้รับความร้อนจากการอบ จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล (2539) ได้แบ่งชนิดของข้าวสาลีตามความแข็งแรงและสี ของเมล็ด เป็น 2 ชนิด คือ

ข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard wheat) เมื่อนำมาโม้จะได้แป้งสาลีชนิดแข็ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูง เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง แป้งชนิดนี้มีโปรตีนที่มีคุณภาพดี สามารถนวด ผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นสูง ทนต่อสภาพการผสม การหมัก มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณและเนื้อสัมผัสที่ดี ก้อนโดที่ทำจากส่วนผสมของแป้ง สาลีชนิดแข็งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูง

ข้าวสาลีชนิดอ่อน (soft wheat) เมื่อนำมาโม้ก็จะ ได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำ แป้งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ต่ำกว่าแป้งชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักที่ต่ำ ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ทำขนมปังเพราะ ไม่สามารถจะนวดผสมให้เป็นก้อนโดได้ แต่จะเหมาะ สำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้กและคุกกี้

แป้งสาลีที่ผลิตออกมาขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นมี 3 ชนิดที่สำคัญคือ แป้งขนมปัง แป้งเค้ก และแป้งอเนกประสงค์ ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและคุณลักษณะรวมถึงการใช้ประโยชน์ ต่างกัน คือ

1.) แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูง 12-14 % โม้จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter ซึ่งเป็นแป้งสาลีที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์อันเป็นการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้ คือ เมื่อถูกด้วยมือจะรู้สึกคายมือคล้ายมีกรวด หรือทราย มีสีครีม ไม่ขาว เมื่อคั้นนี้ลงไปบนแป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้ก้อน โดฟองตัวได้

2.) แป้งอเนกประสงค์ มีโปรตีนสูงปานกลาง 10-11 % เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกัน ในสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์หลายๆชนิด ใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ขนมปังจืดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตรี ใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู

3.) แป้งเค้ก มีโปรตีนต่ำประมาณ 7-9 % ไม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อน พวก Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้ก ลูกก็ ลักษณะของแป้งเมื่อถูกด้วยนิ้วมือ จะรู้สึกอ่อนนุ่มเนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก เมื่อคั้นนี้ลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ไม่ใช้ยีสต์ สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ ผงฟู และเบคกิ้งโซดา เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยนั้น ปัจจุบันได้สั่งข้าวสาลีจากต่างประเทศมาทำการโมเป็นแป้งโดยโรงโมที่มีอยู่จะทำการ โมแป้งหลัก 3 ชนิดดังกล่าวมาแล้ว และจากแป้งหลักเหล่านี้ โรงโมแต่ละแห่งจะทำการ โมแป้งสำหรับทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่างขึ้น โดยจะบ่งบอกไว้ที่ถุงบรรจุแป้งว่า ใช้ทำผลิตภัณฑ์อะไรบ้าง ซึ่งผู้ซื้อจะต้องรู้ว่าแป้งที่จะใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนั้นเป็นแป้งชนิดใด มีโปรตีนเท่าใด แล้วจึงเลือกซื้อให้เหมาะสม (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2539)

2.5 เค้ก

เค้ก เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่เนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่วไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลที่แตกต่างกันไปตามชนิดของเค้กที่จะทำ คุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีผสมที่ถูกต้อง สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้กนั้นแบ่งเป็น 2 พวกด้วยกัน คือ พวกที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเค้กได้แก่ แป้ง ไข่ และนม ส่วนพวกที่ทำให้เค้กมีความนุ่มได้แก่ น้ำตาล ไขมัน และผงฟู (จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2541)

2.5.1 ประเภทของเค้ก แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

2.5.1.1 เค้กเนย (Butter-type cakes) เป็นเค้กที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูง การขึ้นฟูของเค้กประเภทนี้ได้จากการตีเนย โดยเมื่อดไขมันจะเก็บเอาอากาศไว้ ซึ่งจะขยายตัวในระหว่างการอบ เค้กประเภทนี้ได้แก่ เฮลโลเค้ก ไวท์เค้ก ช็อกโกแลตเค้ก หรือควิคฟูลเค้ก และฟรุตเค้กหรือเค้กผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.2 เค้กไข่ (Foam-type cakes) เป็นเค้กที่ไม่มีไขมันเป็นส่วนผสม เนื้อเค้กและปริมาณของเค้กขึ้นอยู่กับ การขยายตัวของไข่ขาวที่นำมาตีจนเป็นฟอง ซึ่งจะเก็บอากาศเข้าไปในระหว่างการตีไข่และทำให้เค้กขยายตัวหรือขึ้นฟูในระหว่างการอบ การทำเค้กประเภทนี้ควรทำด้วยความระมัดระวังเพราะฟองที่เกิดจากการตีไข่ขาวอ่อนตัวไม่เหมือนประเภทแรก เค้กประเภทนี้ได้แก่ แองเจิลฟูคเค้ก สปันจ์เค้ก แคมโรล เป็นต้น

2.5.1.3 ชิฟฟอนเค้ก (Chiffon-type cakes) เป็นเค้กที่มีลักษณะรวมของเค้กเนยและเค้กไข่ คือ มีโครงสร้างที่ละเอียดของเค้กไข่ และมีเนื้อเค้กที่มันเงาของเค้กเนย ต่างจากเค้กเนยตรงที่ชิฟฟอนเค้กใช้น้ำมันพืชผสมแทนเนยหรือมาร์การีนและวิธีการผสม

2.5.2 กรรมวิธีการผลิตเค้กเนย

ขั้นตอนการทำเค้ก ประกอบด้วย การผสมใส่พิมพ์ และเข้าอบ ซึ่งการผสมนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีการเก็บอากาศไว้ภายในส่วนผสมให้ได้มากที่สุด และให้เนื้อแป้งกลายเป็นกลูเตนน้อยที่สุดเพื่อไม่ให้ส่วนผสมเหนียวและเนื้อแน่นหลังการอบ ดังนั้น วิธีการผสมจึงสัมพันธ์กับชนิดของเค้กซึ่งมีส่วนผสมต่าง ๆ กัน เวลาที่ใช้ในการผสม ความเร็วของเครื่องผสม อุณหภูมิของส่วนผสม รวมทั้งลำดับการใส่ส่วนผสมแต่ละชนิดในขณะผสม การผสมเค้กเนยมี 3 วิธี (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2541) คือ

1.) การตีครีม (creaming method) ทำได้โดยการตีเนยกับน้ำตาล ให้เป็นครีมด้วยการใช้พายที่ความเร็วปานกลาง แล้วจึงเติมไข่ในขณะตีครีมต่อไป ในที่สุดเติมน้ำมันและแป้งสลับกันจนหมด ใช้เวลาในการผสมประมาณ 15-20 นาที

2.) การคนส่วนผสม (blending method) นำเนยขาวและแป้ง มาผสมรวมกันให้เป็นครีมขึ้นฟู แยกไว้เป็นส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งนั้น ตีไข่กับน้ำตาลให้เป็นฟองกึ่งแข็ง แต่ละส่วนนี้จะใช้เวลาตีประมาณ 10 นาที แล้วนำส่วนไข่กับน้ำตาลที่เป็นฟอง ไปผสมรวมกับส่วนเนยขาวและแป้ง แล้วจึงเติมน้ำมันลงไปเล็กน้อย จะได้เนื้อเค้กที่ละเอียดมากเหมาะที่จะใช้กับสูตรเค้กชนิดไฮ-เรโซ ซึ่งมีส่วนน้ำตาลและน้ำมันมากกว่าแป้ง

3.) การผสมครั้งเดียว (single-stage method) ใส่ส่วนผสมหลักทั้งหมดลงไปพร้อมกัน และผสมด้วยความเร็วต่ำ 1-2 นาที เพิ่มความเร็วปานกลาง 3-5 นาที และในที่สุดใช้ความเร็วต่ำอีก 2 นาที พร้อมกับใส่ผงฟูในช่วงนี้ รวมเวลาในการผสมประมาณ 8-10 นาที หลังจากที่ทำการผสมเรียบร้อยแล้วนำแป้งที่ได้มาใส่ในพิมพ์ที่ทาไขมันไว้ แล้วจึงนำเข้าคอบที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-30 นาที

การอบเค้ก ควรอบทันทีหลังผสม เพราะผงฟูเมื่ออยู่ในส่วนผสมจะอยู่ในรูปสารละลายที่พร้อมจะสูญหายตลอดเวลา ปกติฟองอากาศใน batter จะกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เมื่อตั้งทิ้งไว้ ฟองอากาศเล็กๆจะรวมเป็นฟองอากาศใหญ่ ลอยขึ้นสู่ผิว และหลุดออกไปเป็นก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อนำไปอบเนื้อเค้กที่ได้หยาบ อุณหภูมิในการอบจะต้องมีความเหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับสูตร โดยเฉพาะความเข้มข้น (rich) สูตร ขนาดของพิมพ์ ความชื้นของของผสม และปริมาณน้ำตาลในสูตร

2.5.3 ส่วนผสมของเค้ก

2.5.3.1 แป้งสาลี เป็น โครงสร้างของเด็กและเป็นตัวช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆ ให้เข้ากัน แป้งสาลีที่ใช้ในการทำเค้กส่วนใหญ่ไม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อน และมีปริมาณ โปรตีนต่ำประมาณ 7-9 % จะให้ลักษณะกลูเตนนุ่ม เมื่อผสมแล้วจะไม่ให้ความเหนียวและแข็งแก่เนื้อเค้ก แต่ก็ควรจะมี ความคงตัว เป็น โครงร่างชั้นฟู มีรูพรุนและเนื้อนุ่ม ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของแป้ง และควรเป็นแป้งที่ผ่านการฟอกสีอย่างดี เหมาะที่จะใช้สำหรับเป็นแป้งเค้ก แป้งที่ได้รับการฟอกสีแล้วสามารถดูดน้ำตาล น้ำและไขมัน ได้มากกว่าแป้งที่ไม่ได้รับการฟอก ความเป็นกรดของแป้งเค้กควรเป็น 5.2 นอกจากนั้น เนื้อแป้งที่ใช้ทำเค้ก ควรจะมีขนาดเล็ก (0-80 ไมครอน) สม่ำเสมอ จึงจะทำให้ได้เค้กมีเนื้อสัมผัสดี (อรอนงค์ นัชวิกุล, 2539)

2.5.3.2 เกลือ นอกจากจะช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่นๆ ให้เด่นชัดแล้ว เกลือยังมี ส่วนช่วยให้เค้กมีความแข็งขึ้น เพราะเกลือมีผลต่อกลูเตนของแป้ง จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นตัวช่วย สร้าง โครงสร้างของเด็กอีกด้วย

2.5.3.3 ไข่ ส่วนมากเป็นไข่ไก่ และนิยมใช้ไข่ไก่สดในผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเป็นตัวทำให้ ผลิตภัณฑ์ชั้นฟู ช่วยในการให้ โครงร่าง สี กลิ่นรส และคุณค่าทางอาหารแก่ขนมอบ ไข่ทั้งฟองจะ ประกอบด้วย เปลือก 11 % ไข่แดง 31 % ในไข่แดงจะมีไขมันเลซิดินซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ไขมันมี คุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟด์ ใช้ในการทำครีมและช่วยทำให้ปริมาตรของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น และมีไข่ขาว 58 % มีลักษณะเป็นเจลซึ่งเป็นคุณลักษณะของ โปรตีนมิวซิน ในไข่ขาว

2.5.3.4 น้ำตาล เป็นตัวช่วยให้เค้กมีความนุ่มและหวาน เพราะน้ำตาลมีผลทำให้โปรตีน ในแป้งอ่อนตัว ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของเด็ก และช่วยให้มีคุณภาพในการเก็บดีขึ้น เนื่องจาก น้ำตาลมีคุณสมบัติในการเก็บความชื้นที่ดี ในการทำเค้กควรใช้น้ำตาลชนิดละเอียด เพื่อที่จะละลาย ได้อย่างสมบูรณ์ ในการผสม ปัจจัยที่ทำให้น้ำตาลละลาย คือ เวลาที่ใช้ในการผสม อุณหภูมิใน ระหว่างการผสม ขนาดของเมล็ดน้ำตาล ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสม

2.5.3.5 สารที่ทำให้ขึ้นฟู ลักษณะของขนมอบที่พองฟูขึ้นได้นั้น โดยทั่วไปเกิดจาก ขึ้นฟู โดยอากาศ โดยการใส่สารเคมี เช่น ผงฟูหรือผงโซดา และโดยความดันไอน้ำที่เกิดขึ้นเมื่ออยู่ใน ตู้อบ สารเคมีที่สำคัญในผงฟู คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งมีในส่วนผสมของผงฟูประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับกรดของเกลือชนิดต่างๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน และมีสตาร์ชข้าวโพดเป็นสาร ช่วยให้ผงฟูไม่เกาะตัวจับกันเป็นก้อน เนื่องจากโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นเกลือที่เกิดจากต่างแก่ (โซเดียมไฮดรอกไซด์) ทำปฏิกิริยากับกรดอ่อน (คาร์บอนิก) จึงมีสภาพเป็นค้างจะทำปฏิกิริยากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนวัสดุสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดของเกลือในส่วนผสมของผงฟู ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำได้ ซึ่งปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับกรดของเกลือที่เป็นส่วนผสม (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2541)

2.5.3.6 นม เป็นส่วนหนึ่งของโครงร่างเค้กเนื่องจากมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังใช้แทนส่วนของน้ำในสูตรได้ เพราะมีน้ำอยู่มากถึง 87.0 % ช่วยเสริมคุณค่าอาหารและกลิ่นรสแก่เค้กอีกด้วย ปัจจุบันได้พัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์จากนํ้านมหลายลักษณะ ได้แก่ นมข้นหวาน เป็นการนำนํ้านมระเหยน้ำออกจนเหลือ 1/3 ของนํ้าในนม และเติมนํ้าตาลซูโครสลงไปประมาณ 40 % ทำให้รสหวานและเก็บไว้ได้นาน ส่วนนมระเหย หมายถึง นํ้านมสดที่ระเหยน้ำออกไปจนเหลือ 1/3 ของนํ้าในนม จะมีทั้งแบบยังมีไขมันเต็ม หรือไม่มีไขมันอยู่ในนํ้ามนั้น อาจมีการเติมนํ้าตาลหรือไม่เติมลงไปก็ได้ สำหรับนมผง คือ นมที่ระเหยน้ำออกจนแห้งเป็นผง มีทั้งแบบไขมันเต็มหรือไม่มีไขมันเช่นกัน ดังนั้นการเลือกใช้นมชนิดใดจึงควรคำนึงถึงปริมาณของแข็งและของเหลวที่มีอยู่ในนมนั้นๆ ด้วย

2.5.3.7 ไขมัน เป็นตัวที่เก็บอากาศในส่วนผสมเค้กที่ผสมแล้ว อากาศที่ไขมันเก็บไว้ในระหว่างการตีครีมนั้นมีหน้าที่ทำให้เค้กอ่อนนุ่ม และถ้าไขมันที่ใช้มีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ก็จะช่วยให้ส่วนผสมที่เป็นของเหลวเข้ากับส่วนผสมอื่นได้ดี จึงทำให้เนื้อเค้กมีความชุ่มฉ่ำและอ่อนนุ่มตัวดี เนื่องจากมีฟองอากาศในเนื้อเค้กขนาดเล็กและสม่ำเสมอ ชนิดของไขมันที่นิยมใช้ในส่วนผสมของเค้ก คือ เนยสด เพราะให้กลิ่นรสดีที่สุด แต่มีคุณสมบัติในการเป็นครีมค่อนข้างต่ำ เค้กที่ทำด้วยเนยสดล้วนๆ จึงมักมีปริมาตร ไม่ดีและมีเนื้อเค้กหยาบกว่าเค้กที่ทำด้วยเนยขาวที่มีคุณภาพสูง โดยเฉพาะเนยขาวชนิดพิเศษที่มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ด้วย ซึ่งจะช่วยให้เก็บอากาศและให้เนื้อเค้กนุ่มกว่า แต่จะ ไม่มีกลิ่นรสที่ดีเหมือนเนยสด ปัจจุบันจึงนิยมใช้นเนยสดร่วมกับเนยขาว

2.5.3.8 ของเหลว ที่ใช้ในสูตรเค้ก อาจอยู่ในรูปของนํ้า นํ้านมหรือไข่ นอกจากนั้นก็มียอยู่ในรูปของส่วนผสมอื่นๆที่มีความชื้นอยู่ ความชื้นทำหน้าที่หลายอย่างในการทำเค้ก เช่น ละลายนํ้าตาล ทำให้เกลือเกิดขึ้น ทำให้ผงฟูเกิดปฏิกิริยาที่ควรเป็น และช่วยควบคุมความหนืด และอุณหภูมิของส่วนผสม นอกจากนั้นยังช่วยสร้าง โครงสร้างและความอ่อนนุ่มให้กับเค้กอีกด้วย ส่วนของนํ้าในสูตรควรจะต้องปรับให้พอดีกับความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสมอื่นๆ ด้วย

2.5.4 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบ

การอบเค้กที่มีสูตรที่สมดุลและมีวิธีการผสมที่ถูกต้องนั้น เค้กที่ได้ควรจะมีคุณลักษณะที่ดี การขึ้นฟูของเค้กนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ไขมัน ไข่และผงฟู เมื่อตีไขมันอากาศจะเข้าไปรวมในไขมันและจะเก็บไว้ในนั้น โดยมีไข่คอยช่วย เมื่อนำเค้กเข้าอบอากาศจะขยายตัวฟูขึ้น น้ำที่มีอยู่ในส่วนผสมจะกลายเป็นไอน้ำช่วยให้ขึ้นฟู สำหรับผงฟูเมื่อได้รับความร้อนและความชื้นจากนํ้าจะทำปฏิกิริยาให้ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์และทำให้เค้กฟูขึ้น ในตู้อบควรมีความชื้นพอเพียง เพราะถ้าแห้งเกินไปจะดึงความชื้นจากผิวหน้าเค้กออกไป ผิวนอกที่เกิดขึ้นจะแห้งแข็งและเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด คือ 90:10:0.5 ตามลำดับ โดยกั้วร็กัมจะทำหน้าที่เป็นสารยึดเกาะทำให้โคของขนมปังเกาะตัวกันได้ดีขึ้นส่งผลให้ปริมาณจำเพาะของขนมปังมีค่าเพิ่มขึ้น แป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูปสามารถนำไปผลิตขนมปัง โดยมีอัตราส่วนของส่วนผสมในการผลิตที่เหมาะสม คือ แป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูป น้ำตาล เกลือ นมผงพร่องมันเนย ยีสต์ผงสำเร็จรูป น้ำมันข้าวโพด และน้ำเท่ากับ 100, 6.5, 1.5, 6, 2, 5 และ 105 กรัม ตามลำดับ ผลผลิตภัณฑ์แป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูปมีโปรตีน 6.55 % และความชื้น 10.53 % ในแป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูปนี้มีส่วนผสม คือ โปรตีนถั่วเหลืองสกัดทำให้เกิดกลิ่นหืนได้ง่ายจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (autooxidation) ดังนั้น จึงควรเก็บรักษาในสภาวะที่ปราศจากออกซิเจนและมีความชื้นต่ำ

พรวิรัตน์ ปันทยา (2544) ได้ศึกษา การใช้แป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิผลิตขนมปัง พบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิเพิ่มขึ้น ขนมปังจะมีปริมาณจำเพาะลดลงและมีค่าความแข็งของเนื้อในเพิ่มขึ้น สูตรที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย แป้งสาลีชนิดทำขนมปัง 32.83 % แป้งข้าวหอมมะลิ 14.07 % หางนมผง 1.88 % ยีสต์แห้งผง 0.59 % น้ำตาลทราย 8.44 % เกลือป่น 0.47 % ไข่ไก่ 4.69 % น้ำ 26.73% เนยขาว 9.38 % และ Distilled monoglyceride 0.94 % ผลผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ 3 วัน ส่วนแป้งผสมสำเร็จรูปจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิสำหรับทำขนมปังสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ได้นาน 6 เดือน หากเก็บรักษาแป้งผสมสำเร็จรูปที่อุณหภูมิสูง เมื่อนำมาผลิตขนมปัง อาจทำให้ขนมปังมีปริมาณจำเพาะต่ำลง

Clinton และคณะ (1997) ได้ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กที่ทำผลิตจากแป้งสำเร็จรูป ซึ่งมี encapsulated aspartame (APM) เป็นส่วนผสมแทนการใช้น้ำตาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างเค้กที่ใช้ น้ำตาลกับเค้กที่ไม่ใช้น้ำตาล แสดงว่าการใช้ APM เป็นส่วนผสมในแป้งสำเร็จรูปสามารถนำมาใช้แทนน้ำตาลในการผลิตเค้กได้

2.7 การให้ความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟ

พลังงานจากไมโครเวฟเป็นพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ความถี่ 915 MHz หรือ 2,450 MHz การให้ความร้อนด้วยตู้อบไมโครเวฟแตกต่างจากการให้ความร้อนด้วยเครื่องอบธรรมดา คือ เครื่องอบธรรมดาให้พลังงานความร้อน โดยเปลวไฟแบบเตาแก๊สหรือความร้อนจากขดลวดไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้อาหารสุกโดยการถ่ายเทความร้อน 3 วิธี คือ การนำ การพา และการแผ่รังสี แต่ตู้อบไมโครเวฟทำให้อาหารสุก โดยคลื่นไมโครเวฟที่มีความถี่สูงถึง 2,450 ล้านรอบ/วินาที ทำให้โมเลกุลของน้ำในอาหารสั่นสะเทือนและชน โมเลกุลอื่นๆ ค่อยไป จนเกิดเป็นพลังงานจลน์และพลังงานจลน์นี้เองจะกลายสภาพเป็นพลังงานความร้อน จึงทำให้อาหารสุกอย่างรวดเร็วกว่าการประกอบอาหารด้วยระบบอื่นๆ

การใช้พลังงานจากไมโครเวฟในอุตสาหกรรมอาหารนั้นมีข้อได้เปรียบหลายอย่าง เช่น ช่วยลดระยะเวลาในการผลิต (Kalafat and Kroger, 1973) และสามารถนำมาใช้ในการอบผลิตภัณฑ์ขนมอบ การละลายน้ำแข็ง และการพลาสเจอร์ไรส์ได้ด้วย (Decareau, 1967) สำหรับการอบโดยใช้ไมโครเวฟจะรวดเร็วกว่าการอบโดยวิธีธรรมดา แต่คุณภาพของเค้กที่ได้จะเป็นที่ยอมรับน้อยกว่า เช่น ในด้านสีเปลือกนอก, ลักษณะเนื้อสัมผัส, ความชื้น และรูปร่าง โดยคุณภาพในด้านสีเปลือกนอกจะเป็นที่ยอมรับน้อยที่สุด (Hill and Reagan, 1982; Lorenz et al., 1973; Martin and Tsen, 1981; Neuzil and Baldwin, 1962) อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้การอบโดยไมโครเวฟร่วมกับการอบโดยวิธีธรรมดา นอกจากจะทำให้ได้ผลรวดเร็วแล้ว ยังสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นเกิดสีน้ำตาลได้ (Stinson, 1986)

Roudebush และ Palumbo (1983) พบว่า ขนาดอนุภาคของแป้งและน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตเค้กด้วยไมโครเวฟ ต้องมีการลดขนาดให้เล็กลง โดยนำมาบดให้ละเอียด เพื่อให้การผสมเกิดได้ดีขึ้น ขนาดอนุภาคของแป้งและน้ำตาลที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 1-150 ไมครอน ปริมาณสารขึ้นฟูก็เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการผลิตเค้กด้วยไมโครเวฟ เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการอบน้อยมากอาจทำให้เค้กที่ได้ไม่ขึ้นฟูหรือมีปริมาณน้อย การเพิ่มปริมาณน้ำหรือน้ำมันลงในส่วนผสมจะช่วยแก้ปัญหาเค้กแห้งแข็งได้ ดังนั้น ในส่วนผสมที่เป็นไขมันจึงใช้น้ำมันพืชเป็นตัวทำให้เค้กนุ่ม เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันปาล์ม เป็นต้น การใช้แป้งเค้กสำเร็จรูปจะทำให้ผู้บริโภคมองเกิดความสะดวกรวดเร็วในการผลิตเค้กและทำให้ได้เค้กที่มีคุณภาพและปริมาณตามที่ต้องการ แป้งเค้กสำเร็จรูปประกอบด้วย อัตราส่วนของแป้งและน้ำตาล 1.4:1-2:1 สารขึ้นฟู 1-5 % ไขมัน 0-16 % และอิมัลซิไฟเออร์ 2-10 % นำแป้งเค้กสำเร็จรูปผสมกับน้ำ ไข่ไก่ และน้ำมันพืช นำมาอบด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อนต่ำ 7 นาที หรือที่ระดับความร้อนสูง 3.5 นาที เค้กที่ได้จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่ม ชุ่มฉ่ำ

Martin และคณะ (1981) ศึกษาการใช้ไมโครเวฟในการผลิตเค้กเนย ซึ่งต้องคำนึงถึงกระบวนการผลิตและส่วนผสมที่ใช้ ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาชนิดของสารขึ้นฟูและปริมาณน้ำที่ใช้ โดยใช้ระดับความร้อนของไมโครเวฟ 2 ระดับ คือ 70 และ 100 % เป็นเวลา 5.5 และ 8 นาที ตามลำดับ ส่วนผสมที่ใช้ประกอบด้วย แป้ง 200 กรัม น้ำตาล 280 กรัม ไขมัน 100 กรัม นมผง 24 กรัม ไข่ผง 18 กรัม และเกลือ 6 กรัม พบว่า ปริมาณน้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมในเค้ก ไม่มีผลต่อการยุบตัวของเค้กเช่นเดียวกับเค้กที่ใช้เตาอบ การเพิ่มปริมาณของแคลเซียมฟอสเฟต โมโนไฮดรต (calcium phosphate monohydrate) ในผงฟู ทำให้ปริมาณลดลง และเค้กมีความแน่นเนื้อ (firmness) เพิ่มขึ้น การใช้ SME เพื่อคุณลักษณะเซลล์ของเค้ก พบว่า เค้กที่อบด้วยไมโครเวฟมีลักษณะเซลล์ที่ไม่สม่ำเสมอและมีความหนาแน่นมากกว่าเค้กที่อบด้วยเตาอบ

Seyhun และคณะ (2003) ศึกษาการใช้ อิมัลซิไฟเออร์, กัม และไขมันในการผลิตเค้กด้วยไมโครเวฟ เพื่อทำให้เกิดสเกลลิ่งช้าลง โดยใช้อิมัลซิไฟเออร์ 3 ชนิด คือ DATEM, Lecigran และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Purawave และไขมัน 3 ระดับ คือ 50 25 และ 0 % เมื่อได้สูตรที่เหมาะสมแล้วนำมาศึกษากันแต่ละชนิด คือ กัวร์กัม, แชนแทนกัม และเมทิลเซลลูโลส โดยสูตรควบคุมจะไม่มีอิมัลซิไฟเออร์หรือกัมและอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที ค่าการสูญเสียน้ำหนัก (weight loss) ค่าความแน่นเนื้อ (firmness) ค่าความสามารถในการละลาย (soluble starch) และอะไมโลสจะเป็นตัวกำหนดการเกิดสเตลิง เค้กจะถูกรอบในไมโครเวฟที่ระดับความร้อน 100 % เป็นเวลา 1.5 นาที พบว่า การใช้อิมัลซิไฟเออร์และกัม จะช่วยให้เกิดสเตลิงช้าลง ไขมันเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าความแน่นเนื้อ และค่าการสูญเสียน้ำหนักของเด็กในระหว่างการเก็บรักษา DATEM และ Purawave เป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่ให้ผลดีที่สุด การใช้กัมร่วมกับอิมัลซิไฟเออร์จะช่วยรักษาความชุ่มชื้นและความนุ่มของเด็กมากกว่าการใช้กัมอย่างเดียว

MacPherson (2002) ได้ศึกษากระบวนการผลิตสปันจ์เค้กด้วยไมโครเวฟ โดยแบ่งเป็นส่วนที่เป็นแป้งสำเร็จรูป (drymix) ประกอบด้วยมอลโตเดรีกซ์ตริน (maltodextrin) 10-30 % แป้งเค้ก 10-30 % แป้งข้าวโพด 1-5 % น้ำตาล 5-20 % เกลือ 0.5-2 % และส่วนที่เป็นเจล (mesophase gel) 5-15 % ประกอบด้วยมอลโตเดรีกซ์ตริน (maltodextrin) และ/หรือน้ำตาล 20-40 % ผสมกับน้ำ 20-40 % ส่วนที่เป็นแป้งสำเร็จรูปและส่วนที่เป็นเจลผสมรวมกับน้ำ 25-45 % ไข่ขาว 0.5-5.0 % สำหรับเค้กที่ใช้เวลาอบในไมโครเวฟ 45-60 วินาที เค้กที่ได้จะมีลักษณะฟู เบา และน่ารับประทาน คล้ายเค้กที่อบในเตาอบ เนื่องจากเจลจะช่วยเก็บกักอากาศไว้ทำให้เกิดการขึ้นฟูระหว่างที่อบในไมโครเวฟ

Baker และคณะ (1990) ได้ศึกษาชนิดของน้ำตาลและอิมัลซิไฟเออร์เพื่อใช้ในการผลิตเค้กโดยใช้ไมโครเวฟและเตาอบ น้ำตาลที่นำมาศึกษา คือ น้ำตาลทราย และน้ำเชื่อม ส่วนอิมัลซิไฟเออร์ที่ศึกษา คือ โมโนกลีเซอไรด์อิ่มตัว (Saturated monoglyceride, SMG) และ โมโนกลีเซอไรด์ไม่อิ่มตัว (Unsaturated monoglyceride, USMG) พบว่า อุณหภูมิภายในเค้กที่ผลิตจากไมโครเวฟและเตาอบจะมีความแตกต่างกัน คือ ที่เวลาเท่ากันเค้กที่อบในไมโครเวฟจะมีอุณหภูมิสูงกว่าเค้กที่อบในเตาอบ เนื่องจากความร้อนจากไมโครเวฟสามารถกระจายตัวได้ดีกว่า ซึ่งจะส่งผลต่อค่าการสูญเสีย น้ำหนัก (weight loss) และค่าพื้นที่หน้าตัดขวางของเค้กด้วย โดยเค้กที่อบในไมโครเวฟ จะมีค่าการสูญเสีย น้ำหนักน้อยกว่าเค้กที่อบในเตาอบ การใช้ USMG จะช่วยเพิ่มการรวมตัวของอากาศในของผสมดีกว่าเค้กที่ใช้ SMG ส่วนเค้กที่ใช้น้ำตาลทรายจะมีค่าพื้นที่หน้าตัดขวางมากกว่าเค้กที่ใช้น้ำเชื่อมเป็นส่วนผสม

Jackson และ Roufs (1989) ได้ศึกษาการผลิต เค้กเนยจากแป้งผสมสำเร็จรูปโดยใช้ไมโครเวฟ ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองใช้สารที่ทำให้เกิดฟองอากาศ (nucleating agent) เป็นส่วนผสมในแป้งสำเร็จรูป จะช่วยให้เกิดเซลล์อากาศอย่างสม่ำเสมอ ทำให้เค้กมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี ขนาดอนุภาคของสารที่ทำให้เกิดฟองอากาศที่ใช้จะอยู่ในช่วง 20-200 ไมครอน คือ ไมโครคริสตรอลลิน เซลลูโลส (microcrystalline cellulose) ผงเซลลูโลส (cellulose flour) ซิลิคอน ไดออกไซด์ (silicon dioxide) และแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) จากการทดลองพบว่า การใช้ไมโคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คริสตรอลลินเซลดลูโอสในผลิตภัณฑ์เค้กจะได้ผลดีที่สุด แป้งผสมสำเร็จรูปประกอบด้วย แป้งสาลี 20-50 % น้ำตาล 30-55 % ไขมัน 5-20 % ผงฟู 0.1-4 % และสารที่ทำให้เกิดฟองอากาศ 0.1-5 % นำแป้งผสมสำเร็จรูปมาผสมกับน้ำ น้ำมันพืช และไข่ไก่ ทำการอบในไมโครเวฟที่ระดับความร้อนสูง 5-8 นาที พบว่า เค้กที่ได้จะมีปริมาณและเนื้อสัมผัสดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 วัตถุดิบในการผลิตเค้ก

- 3.1.1.1 แป้งทูลี่เรียนจากกลุ่มแม่บ้านจังหวัดจันทบุรี
- 3.1.1.2 แป้งสาลีชนิดทำเค้ก คราฟต์ โบก
- 3.1.1.3 น้ำตาลทราย ตรามิตรผล
- 3.1.1.4 ผงฟู คราเบลล์ฟู๊ด
- 3.1.1.5 เกลือ คราปรุงทิพย์
- 3.1.1.6 นมผงปราศจากไขมัน
- 3.1.1.7 เนยสดชนิดเค็ม คราออร์คิด
- 3.1.1.8 เนยขาว คราโอลิมเปีย
- 3.1.1.9 ไข่ไก่
- 3.1.1.10 น้ำมันรำข้าว ครากิง
- 3.1.1.11 น้ำมันถั่วเหลือง ครามรกค
- 3.1.1.12 น้ำมันเมล็ดทานตะวัน ครากู้ก

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพแป้ง

- 3.1.2.1 Ice-cold orcinol
- 3.1.2.2 Petroleum ether
- 3.1.2.3 Alcohol 95 %
- 3.1.2.4 Acetic acid
- 3.1.2.5 Sodium hydroxide
- 3.1.2.6 Iodine

3.2 อุปกรณ์เครื่องมือ

3.2.1 อุปกรณ์ในการผลิตเค้ก

- | | | |
|-----------------------|----------|--------------|
| 3.2.1.1 เครื่องนวดผสม | Phillip | เนเธอร์แลนด์ |
| 3.2.1.2 เตาอบไฟฟ้า | Goldstar | เกาหลี |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3 เครื่องชั่ง Mettler AJ 100

3.2.1.4 ตะแกรงร่อนแป้งขนาด 40 เมช

3.2.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ

3.2.2.1 เครื่องวัดสี Minolta CR/300 ญี่ปุ่น

3.2.2.2 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง Shimadzu-UV 1601 ญี่ปุ่น

3.2.2.3 โพลาริมิเตอร์ (Polarimeter) ATAGO POLAX-L ญี่ปุ่น

3.2.2.4 เครื่องหมุนเหวี่ยง Centrikon T-42K อิตาลี

3.2.2.5 ตู้อบลมร้อน Memmert เยอรมัน

3.2.2.6 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA-XT2

3.2.4 โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.2.4.1 โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (version 11.0)

3.3 สถานที่ดำเนินการทดลอง

3.3.1 ห้องปฏิบัติการ โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3.2 อาคารปฏิบัติการแปรรูปอาหาร 1 โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของแป้งทุเรียน

3.4.1.1 ปริมาณอะไมโลส (Joliano *et.al.*, 1981) (ในภาคผนวก ก.)

3.4.1.2 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Dubois *et.al.*, 1956) (ในภาคผนวก ก.)

3.4.1.3 ปริมาณสตาร์ช (AOAC, 1995) (ในภาคผนวก ก.)

3.4.1.4 ค่าสี $L^*a^*b^*$ ในระบบ โดยใช้เครื่องวัดสี (Minolta CR, 300)

3.4.1.5 การกระจายตัวของขนาดอนุภาค (Particle size) แป้งทุเรียนเมื่อร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช

3.4.2 ศึกษากระบวนการผลิตแป้งทุเรียนผสมแป้งสาลีเพื่อผลิตเค้ก

3.4.2.1 ศึกษาปริมาณแป้งทุเรียนที่เหมาะสมเพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก

โดยนำแป้งทุเรียนทดแทนแป้งสาลี 4 ระดับ คือ 20, 30, 40 และ 50 % โดยน้ำหนัก แป้ง ใช้แป้งทุเรียนทดแทนแป้งสาลีในสูตรควบคุมที่ 1 (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2541) ดังตารางที่ 3.1 และมีกรรมวิธีการผลิตคังภาพที่ 3.1 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และประเมินคุณภาพของเค้กดังนี้

1. ปริมาตรจำเพาะของเค้ก โดยใช้เมล็ดงาแทนที่ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2524)

2. ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความนุ่มของเค้ก โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-XT2) ตัดตัวอย่างเค้กให้มีความสูง 25 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ใช้หัววัดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร ความเร็วของหัววัด (test speed) 20 มิลลิเมตรต่อ นาที กดลงไปเป็นระยะทาง 12.5 มิลลิเมตร (50%ของความสูงของตัวอย่าง) ทำการวัดค่าตัวอย่างละ 6 ซ้ำ และทำการทดลอง 3 ซ้ำ

นำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3. ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีเปรียบเทียบความแตกต่าง (Difference from Control Test) ของเค้กที่มีส่วนผสมของแป้งทุเรียนกับเค้กจากแป้งสาลีล้วนหรือสูตรควบคุม เพื่อคัดเลือกสูตรที่ใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน ผู้ทดสอบจะประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความนุ่ม และลักษณะเซลล์อากาศ โดยใช้ช่วงสเกล -1 ถึง +1

สเกล-1= คุณลักษณะของเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียน เมื่อเปรียบเทียบกับเค้กจากแป้งสาลีแล้วมีคุณลักษณะด้อยกว่าสูตรควบคุม

สเกล 0 = คุณลักษณะของเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียน เมื่อเปรียบเทียบกับเค้กจากแป้งสาลีแล้วมีคุณลักษณะไม่ความแตกต่างจากสูตรควบคุม

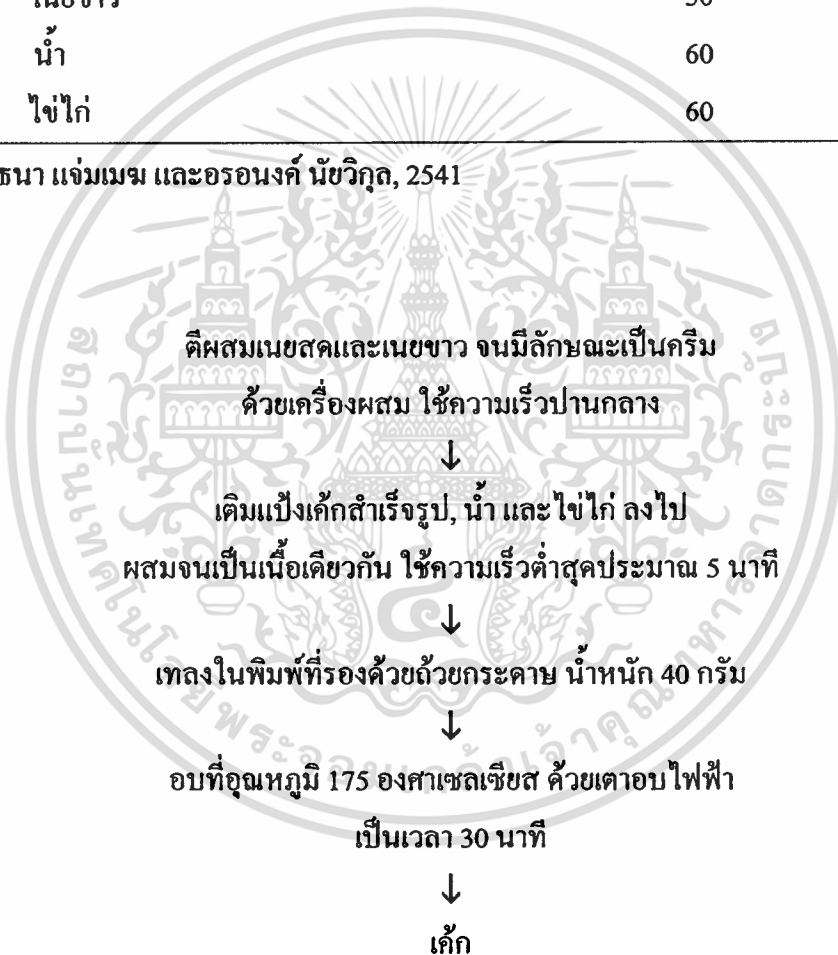
สเกล+1= คุณลักษณะของเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียน เมื่อเปรียบเทียบกับเค้กจากแป้งสาลีแล้วมีคุณลักษณะดีกว่าสูตรควบคุม

นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Dunnett' s test

ตารางที่ 3.1 เก็ดสูตรควบคุมที่ 1

ส่วนผสม	ส่วน(โดยน้ำหนัก)
แป้งสาลีชนิดทำเค้ก	100
ผงฟู	5
น้ำตาลทราย	100
นมผง	6.5
เกลือป่น	1.5
เนยสด	30
เนยขาว	30
น้ำ	60
ไข่ไก่	60

ที่มา : จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2541



ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตเค้กด้วยเตาอบ ไฟฟ้า

ที่มา : จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2541

3.4.2.2 ศึกษาขนาดของแป้งทุเรียนที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้ก

นำปริมาณแป้งทุเรียนที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.2.1 มาผลิตเค้ก และศึกษาขนาดของแป้งทุเรียน 2 ขนาด คือ แป้งทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการร่อน และแป้งทุเรียนที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช ทำการผลิตเค้กตามกรรมวิธีการผลิต ดังภาพที่ 3.1 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และประเมินคุณภาพของเค้กตามข้อ 1-3

3.4.2.3 ศึกษาขนาดของน้ำตาลที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้ก

นำสูตรที่คัดเลือกได้จากการทดลองข้อ 3.4.2.2 มาผลิตเค้ก และศึกษาขนาดของน้ำตาลทราย 2 ขนาด คือ น้ำตาลทรายที่ไม่ได้ผ่านการร่อน และน้ำตาลทรายบดละเอียดที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช ทำการผลิตเค้กตามกรรมวิธีการผลิต ดังภาพที่ 3.1 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และประเมินคุณภาพของเค้ก ตามข้อ 1-3

3.4.3 ศึกษาการพัฒนาสูตรเค้กจากแป้งทุเรียนผสมแป้งสาลีเพื่อใช้ในไมโครเวฟ

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้างต้นมาพัฒนาเป็นสูตรเค้กเพื่อใช้ใน ไมโครเวฟ ดังนี้

3.4.3.1 ศึกษาการใช้น้ำมันรำข้าวในการผลิตเค้ก

โดยนำน้ำมันรำข้าวมาผลิตเค้ก ปริมาณน้ำมันที่ใช้ คือ 40, 60 และ 80 % โดยน้ำหนักแป้ง นำแป้งทุเรียนทดแทนแป้งสาลีในสูตรควบคุมที่ 2 (U.S. Patent 4,396,635 : 1983) ดังตารางที่ 3.2 และมีกรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 3.2 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และประเมินคุณภาพของเค้ก ดังนี้

1. ปริมาตรจำเพาะของเค้ก โดยใช้เมล็ดงาแทนที่ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2524)

2. ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความนุ่มของเค้ก โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-XT2) คัดตัวอย่างเค้กให้มีความสูง 25 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ใช้หัววัดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร ความเร็วของหัววัด (test speed) 20 มิลลิเมตรต่อ นาที กดลงไปเป็นระยะทาง 12.5 มิลลิเมตร (50%ของความสูงของตัวอย่าง) ทำการวัดค่าตัวอย่างละ 6 ซ้ำ และทำการทดลอง 3 ซ้ำ

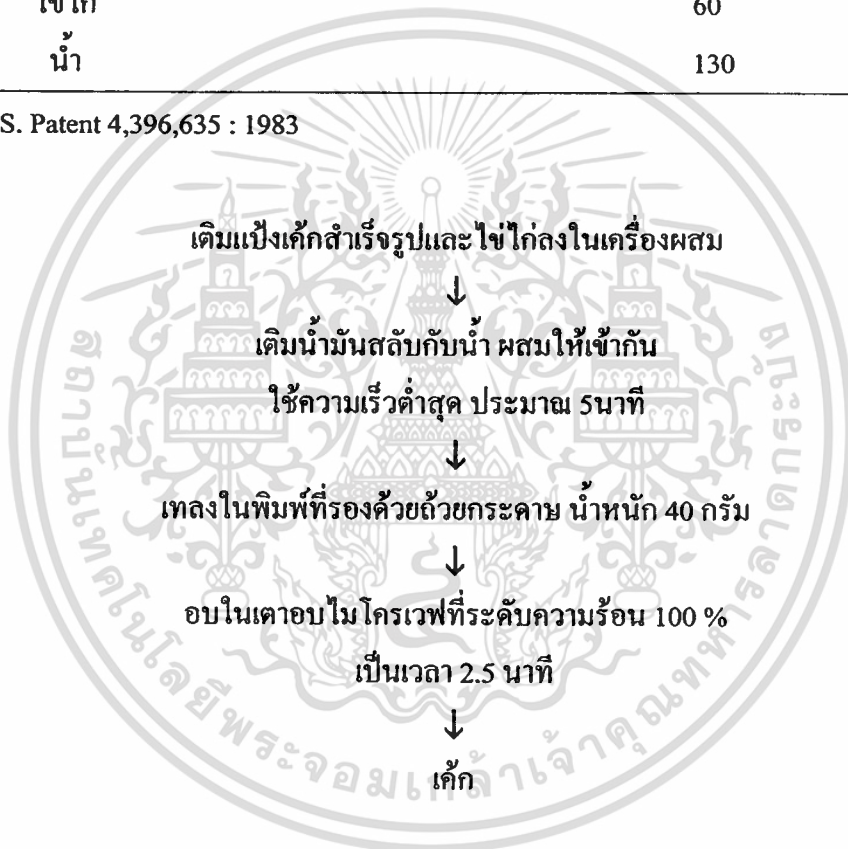
3. วัดสีเนื้อเค้กในระบบ L*a*b* โดยใช้เครื่องวัดสี (Minolta, CR-300)

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 3.2 เค้กสูตรควบคุมที่ 2

ส่วนผสม	ส่วน(โดยน้ำหนัก)
แป้งสาลีชนิดทำเค้ก	100
ผงฟู	7
น้ำตาลทราย	100
นมผง	3.5
เกลือป่น	1.5
น้ำมัน	60
ไข่ไก่	60
น้ำ	130

ที่มา : U.S. Patent 4,396,635 : 1983



ภาพที่ 3.2 กรรมวิธีการผลิตเค้กด้วยเตาอบไมโครเวฟ

ที่มา : U.S. Patent 4,396,635 : 1983

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.2 ศึกษาชนิดของน้ำมันพืชที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์เค้ก

นำปริมาณน้ำมันที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.3.1 มาผลิตเค้ก และศึกษาน้ำมันพืช 3 ชนิด คือ น้ำมันรำข้าว, น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันเมล็ดทานตะวัน ทำการผลิตเค้กตามกรรมวิธีการผลิต ดังภาพที่ 3.2 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ประเมินคุณภาพของเค้กตามข้อ 1-3

3.4.3.3 ศึกษาปริมาณไข่แดงที่มีผลต่อคุณภาพของเค้ก

นำสูตรที่คัดเลือกได้จากการทดลองข้อ 3.4.3.2 มาใช้ในการผลิตเค้ก และศึกษาปริมาณไข่แดงที่มีผลต่อคุณภาพของเค้ก โดยใช้ไข่แดงแทนไข่ทั้งฟองในการผลิตเค้กเพื่อช่วยปรับปรุงในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและปริมาณจำเพาะ ปริมาณไข่แดงที่ใช้ คือ 40, 60 และ 80 % โดยน้ำหนักแป้ง ทำการผลิตเค้กตามกรรมวิธีการผลิต ดังภาพที่ 3.2 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ประเมินคุณภาพของเค้กตามข้อ 1-3

3.4.4 ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเค้กสูตรควบคุมกับเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟ

3.4.4.1 ปริมาณไขมัน (AOAC, 1995) (ในภาคผนวก ก.)

3.4.4.2 ปริมาณความชื้น (AOAC, 1995) (ในภาคผนวก ก.)

3.4.4.3 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการเลือกตัวอย่างที่จากสามตัวอย่าง (Triangle test) ของเค้กที่ผลิตด้วย ไมโครเวฟกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1 เพื่อทดสอบว่าผลิตภัณฑ์เค้กที่ได้มีความแตกต่างกันหรือไม่ ใช้ผู้ทดสอบ 18 คน

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อ 3.4.4.1-3.4.4.2 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อ 3.4.4.3 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ด้วยโปรแกรม SPSS version 11.0

3.4.5 ศึกษาคุณภาพของแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูป

3.4.5.1 ปริมาณไขมัน (AOAC, 1995) (ในภาคผนวก ก.)

3.4.5.2 ปริมาณความชื้น (AOAC, 1995) (ในภาคผนวก ก.)

3.4.5.3 ค่า Water Activity

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของแป้งทุเรียน

จากการทดลองหาปริมาณอะไมโลส พบว่า แป้งทุเรียนมีปริมาณอะไมโลส 1.8 % ซึ่งมีปริมาณต่ำมากจึงทำให้แป้งทุเรียนมีความเหนียว เช่นเดียวกับแป้งข้าวเหนียวที่มีอะไมโลสต่ำประมาณ 2 % หรือไม่มีเลย เมื่อหุงสุกจะเหนียวติดมือ (กุลยา จันทอรุณ, 2533) ส่วนปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณสตาร์ชนั้น พบว่า มีปริมาณ 20.46 และ 44.12 % ตามลำดับ จะเห็นว่า ปริมาณน้ำตาลที่มีในแป้งทุเรียนนั้นมีปริมาณ ไม่สูงมากนักเนื่องจากเป็นแป้งทุเรียนที่เตรียมจากทุเรียนดิบ จึงยังไม่เกิดกลไกการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาล (สุวรรณ ศรีสวัสดิ์ และคณะ, 2540) ส่วนค่าสีของแป้งทุเรียน พบว่า มีค่าสี $L^*a^*b^*$ เท่ากับ 92.49 +0.30 และ 13.46 ตามลำดับ จากค่าสีดังกล่าว จะเห็นว่า แป้งทุเรียนมีลักษณะเป็นสีขาวปนเหลืองเล็กน้อย สำหรับขนาดของแป้งทุเรียนนั้น พบว่า แป้งทุเรียนที่ผลิตได้ส่วนใหญ่จะมีขนาดผ่านตะแกรง 40 เมช ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของแป้งทุเรียน

จากการนำแป้งทุเรียนมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพบางประการ

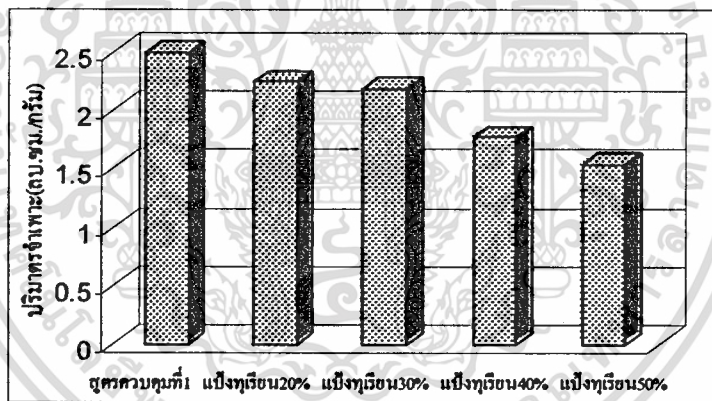
องค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพ	แป้งทุเรียน 100 กรัม
ปริมาณอะไมโลส	1.8
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	20.46
ปริมาณสตาร์ช	44.21
ค่าสี L^*	92.49
ค่าสี a^*	+0.30
ค่าสี b^*	13.46
ขนาดอนุภาคของแป้ง	
> 40 mesh	33.95
< 40 mesh	66.05

4.2 กระบวนการผลิตแป้งสาลีผสมแป้งทุเรียนเพื่อผลิตเค้ก

4.2.1 ศึกษาปริมาณแป้งทุเรียนที่เหมาะสมเพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก

4.2.1.1 ปริมาตรจำเพาะ

จากการใช้แป้งทุเรียนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กที่ระดับ 20, 30, 40 และ 50 % โดยน้ำหนักแป้ง พบว่า ปริมาตรจำเพาะของเค้กมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปอร์เซ็นต์แป้งทุเรียนสูงขึ้น และมีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4.2 ส่วนเค้กสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 20 และ 30 % พบว่า มีปริมาตรจำเพาะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่มีความแตกต่างจากเค้กสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 40 และ 50 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเค้กสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 50 % จะมีปริมาตรจำเพาะลดลงมากที่สุด (ภาพที่ 4.1) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณแป้งสาลีที่ใช้ลดลง ทำให้ปริมาณกลูเตนลดลง ปริมาตรจึงลดลงตามไปด้วย เนื่องจากกลูเตนจะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิด โครงร่างที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์ เมื่อได้รับความร้อนจากการอบ (อรอนงค์ นัชวิกุล, 2539)

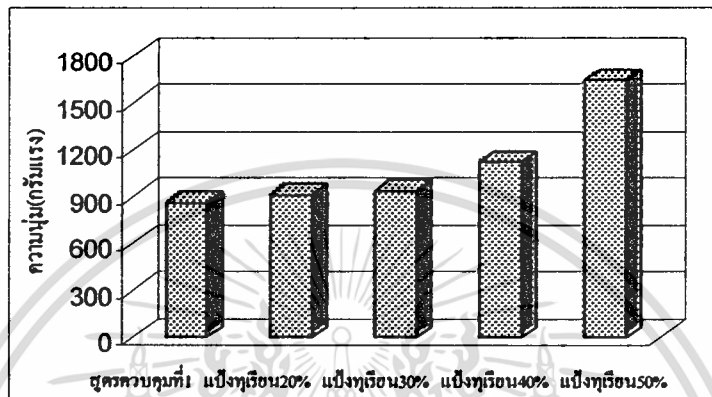


ภาพที่ 4.1 ปริมาตรจำเพาะของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1

4.2.1.2 ความนุ่ม

จากการวัดความนุ่มด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส โดยรายงานผลเป็นค่าของแรงที่ใช้ในการกดตัวอย่างเค้ก (compression test) พบว่า ค่าแรงที่ใช้ในการกดเค้กมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปอร์เซ็นต์แป้งทุเรียนสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้ความนุ่มลดลง โดยเค้กสูตรควบคุมที่ 1 จะมีความนุ่มสูงสุด เนื่องจากมีค่าแรงที่ใช้ในการกดน้อยที่สุด ส่วนเค้กสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 20 % พบว่า มีความนุ่มไม่แตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

แต่เด็กสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 30, 40 และ 50 % จะมีความนุ่มแตกต่างจากเด็กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 4.2) จากการทดลองพบว่า เด็กสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนจะมีความนุ่มลดลง เนื้อเค้กจะแน่นและเหนียว เนื่องจากแป้งทุเรียนมีปริมาณอะไมโลสต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Bean และคณะ (1991) พบว่า เด็กที่ผลิตจากข้าวอะไมโลสต่ำจะให้ปริมาตรจำเพาะต่ำ เนื้อแน่น เหนียว และแห้งซ้ากว่า



ภาพที่ 4.2 ความนุ่มของเด็กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเด็กสูตรควบคุมที่ 1

4.2.1.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีเปรียบเทียบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุม (Difference from Control Test) โดยจะทดสอบทางด้านลักษณะเซลล์อากาศและความนุ่ม พบว่า เด็กสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 20 และ 30 % มีลักษณะเซลล์อากาศไม่แตกต่างจากเด็กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของเด็กสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 40 และ 50 % ได้ ดังตารางที่ 4.3 แสดงว่า เมื่อใช้ปริมาณแป้งทุเรียนทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 40 และ 50 % จะมีผลต่อลักษณะเซลล์อากาศของเด็ก ส่วนด้านความนุ่มพบว่า เด็กสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 20% ไม่มีความแตกต่างจากเด็กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งให้เช่นเดียวกับการวัดความนุ่มของเด็กด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส ส่วนเด็กสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 30, 40 และ 50 % มีความแตกต่างจากเด็กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดลองจะเห็นว่า เด็กสูตรที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 20 % มีความแตกต่างจากเด็กสูตรควบคุมที่ 1 น้อยที่สุด ทั้งด้านปริมาตร เนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนั้นจึงเลือกสูตรเด็กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 20 % มาทำการพัฒนาสูตรต่อไป

ตารางที่ 4.2 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียน

ปริมาณแป้งทุเรียนที่ทดแทน (%) โดยน้ำหนัก	ปริมาตรจำเพาะ (ลบ.ซม./กรัม)	ความนุ่ม (กรัมแรง)
สูตรควบคุมที่ 1	2.50 ± 0.02 ^a	863.65 ± 21.63 ^a
20	2.25 ± 0.06 ^b	912.11 ± 34.68 ^{ab}
30	2.19 ± 0.02 ^b	938.12 ± 43.16 ^b
40	1.77 ± 0.05 ^c	1120.36 ± 41.53 ^c
50	1.54 ± 0.04 ^d	1645.75 ± 35.07 ^d

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียน

ปริมาณแป้งทุเรียนที่ทดแทน (%) โดยน้ำหนัก	ลักษณะเซลล์อากาศ	ความนุ่ม
20	0.20 ^{ns}	0.25 ^{ns}
30	0.05 ^{ns}	-0.45 [*]
40	-0.75 [*]	-0.60 [*]
50	-0.90 [*]	-1.00 [*]

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียนกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียนกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1

4.2.2 ศึกษาขนาดของแป้งทุเรียนที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้ก

4.2.2.1 ปริมาตรจำเพาะ

จากการผลิตเค้ก โดยใช้แป้งทุเรียน 2 ขนาด คือ แป้งทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการร่อนและแป้งทุเรียนที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช พบว่า เค้กที่ใช้แป้งทุเรียนทั้ง 2 ขนาด มีปริมาตรจำเพาะแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 โดยจะมีปริมาตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ระหว่างตัวอย่างเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนทั้ง 2 ขนาด ดังตารางที่ 4.4

4.2.2.2 ความนุ่ม

จากการวัดความนุ่มโดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่า เค้กสูตรที่ใช้แป้งทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการร่อนและเค้กสูตรที่ใช้แป้งทุเรียนที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช มีความนุ่มไม่แตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จากตารางที่ 4.4 จะเห็นว่าเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช จะมีความนุ่มมากกว่าเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการร่อนเพียงเล็กน้อย และเมื่อนำเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนทั้ง 2 ขนาดมาเปรียบเทียบกัน พบว่า มีความนุ่มไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.4 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนขนาดต่างๆ

ขนาดของแป้งทุเรียน	ปริมาตรจำเพาะ (ลบ.ซม./กรัม)	ความนุ่ม (กรัมแรง)
สูตรควบคุมที่ 1	2.46 ± 0.05^a	837.69 ± 21.88^a
แป้งทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการร่อน	2.29 ± 0.03^b	866.63 ± 30.21^a
แป้งทุเรียนที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช	2.33 ± 0.06^b	854.05 ± 38.33^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.2.2.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีเปรียบเทียบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุม (Difference from Control Test) โดยจะทดสอบทางด้านลักษณะเซลล์อากาศและความนุ่ม ดังตารางที่ 4.5 จากการทดสอบพบว่า ลักษณะเซลล์อากาศและความนุ่มของเค้กสูตรที่ใช้แป้งทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการร่อนและเค้กสูตรที่ใช้แป้งทุเรียนที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช ไม่มีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการวัดความนุ่มของเค้กด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

ดังนั้นจึงเลือกสูตรเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการร่อนมาทำการพัฒนาสูตรต่อไป เนื่องจากสามารถใช้แป้งทุเรียนที่ผลิตได้ทั้งหมด โดยไม่มีการสูญเสียวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนขนาดต่างๆ

ขนาดของแป้งทุเรียน	ลักษณะเซลล์อากาศ	ความนุ่ม
แป้งทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการร่อน	-0.35 ^{ns}	-0.10 ^{ns}
แป้งทุเรียนที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช	-0.20 ^{ns}	-0.05 ^{ns}

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียนกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียนกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1

4.2.3 ศึกษาขนาดของน้ำตาลที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้ก

4.2.3.1 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่ม

จากการวัดปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้ก พบว่า เค้กสูตรที่ใช้น้ำตาลทรายที่ไม่ได้ผ่านการร่อน และเค้กสูตรที่ใช้น้ำตาลทรายบดละเอียดที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช มีปริมาตรจำเพาะแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 โดยจะมีปริมาตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ระหว่างตัวอย่างเค้กที่ใช้น้ำตาลทั้ง 2 ขนาด ดังตารางที่ 4.6 ส่วนความนุ่มของเค้กที่ใช้น้ำตาลทั้ง 2 ขนาด พบว่า มีความนุ่มไม่แตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ใช้น้ำตาลขนาดต่างๆ

ขนาดของน้ำตาล	ปริมาตรจำเพาะ (ลบ.ซม./กรัม)	ความนุ่ม (กรัมแรง)
สูตรควบคุมที่ 1	2.49 ± 0.03 ^a	815.72 ± 20.25 ^a
น้ำตาลทรายที่ไม่ได้ผ่านการร่อน	2.34 ± 0.02 ^b	833.13 ± 36.51 ^a
น้ำตาลทรายบดละเอียดที่ร่อนผ่าน ตะแกรงขนาด 40 เมช	2.27 ± 0.05 ^b	826.29 ± 35.67 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.2.3.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีเปรียบเทียบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุม (Difference from Control Test) โดยจะทดสอบทางด้านลักษณะเซลล์อากาศและความนุ่ม พบว่า ลักษณะเซลล์อากาศและความนุ่มของเค้กสูตรที่ใช้น้ำตาลทรายที่ไม่ได้ผ่านการร่อนและเค้กสูตรที่ใช้น้ำตาลทรายบดละเอียดที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช ไม่มีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4.7

ดังนั้นจึงเลือกสูตรเค้กที่ใช้น้ำตาลทรายที่ไม่ได้ผ่านการร่อนมาทำการพัฒนาสูตรต่อไป เนื่องจากสามารถนำมาใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านการบด

ตารางที่ 4.7 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กที่ใช้น้ำตาลขนาดต่างๆ

ขนาดของน้ำตาล	ลักษณะเซลล์อากาศ	ความนุ่ม
น้ำตาลทรายที่ไม่ได้ผ่านการร่อน	-0.15 ^{ns}	-0.10 ^{ns}
น้ำตาลทรายบดละเอียดที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช	-0.25 ^{ns}	-0.15 ^{ns}

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียนกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียนกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1

4.3 การพัฒนาสูตรเค้กจากแป้งสาลีผสมกับแป้งทุเรียนเพื่อใช้ในไมโครเวฟ

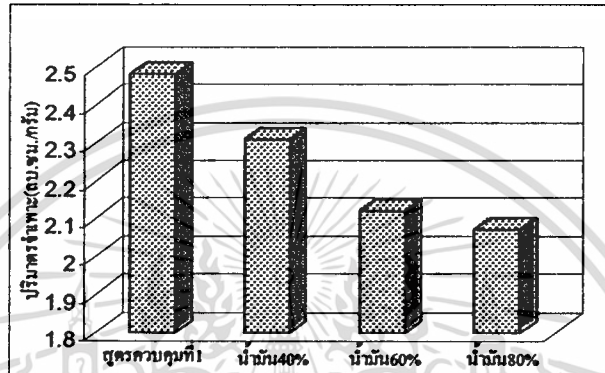
นำสูตรของแป้งสาลีผสมแป้งทุเรียนที่คัดเลือกได้จากข้อ 4.2 คือ สูตรที่สามารถใช้แป้งทุเรียนทดแทนแป้งสาลีได้ 20 % โดยน้ำหนักแป้ง ซึ่งแป้งทุเรียนที่ใช้จะเป็นแป้งทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการร่อน และใช้น้ำตาลทรายที่ไม่ได้ผ่านการร่อน มาทำการพัฒนาเป็นสูตรเค้กเพื่อใช้ในไมโครเวฟดังนี้

4.3.1 ศึกษาการใช้น้ำมันรำข้าวในการผลิตเค้ก

4.3.1.1 ปริมาตรจำเพาะ

จากการใช้น้ำมันรำข้าวในผลิตภัณฑ์เค้กที่ระดับ 40, 60 และ 80 % โดยน้ำหนักแป้ง พบว่า ปริมาตรจำเพาะของเค้กมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.3) เนื่องจากปริมาณน้ำมันที่เพิ่มขึ้นจะทำให้โครงสร้างของเค้กอ่อนตัวลง (ปริศนา สุวรรณภรณ์, 2540) จึงทำให้ปริมาตรของเค้กลดลงตามไปด้วย จากตารางที่ 4.8 พบว่า เค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวทั้ง 3 ระดับ

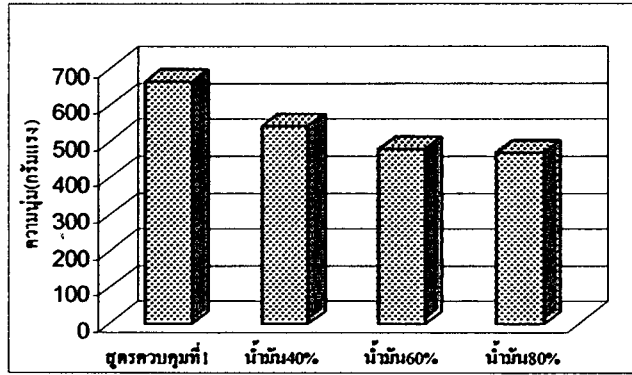
มีปริมาณจำเพาะแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่1อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเค้กสูตรควบคุมที่1จะมีปริมาณจำเพาะมากที่สุด เนื่องจากในเค้กสูตรควบคุมที่1มีการใช้เนยสดและเนยขาวร่วมกันทำให้สามารถเก็บกักอากาศได้ดี ซึ่งจะขยายตัวในระหว่างการอบทำให้เค้กมีปริมาณสูง (อรอนงค์ นัชวิกุล, 2541) แต่จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ระหว่างตัวอย่างเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวทั้ง 3 ระดับ อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าเค้กสูตรที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับ 40 % จะมีปริมาณจำเพาะแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่1น้อยที่สุด



ภาพที่ 4.3 ปริมาณจำเพาะของเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1

4.3.1.2 ความนุ่ม

จากการวัดความนุ่มด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส โดยรายงานผลเป็นค่าของแรงที่ใช้ในการกดตัวอย่างเค้ก (compression test) พบว่า ค่าแรงที่ใช้ในการกดเค้กมีแนวโน้มลดลง เมื่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.4) ซึ่งจะส่งผลทำให้เค้กมีความนุ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ Roudebush และ Palumbo (1983) พบว่า การเพิ่มปริมาณน้ำและน้ำมันลงในส่วนผสมของเค้กที่ผลิตจากไมโครเวฟจะช่วยทำให้เค้กมีเนื้อนุ่ม ชุ่มฉ่ำ จากตารางที่ 4.8 พบว่า เค้กสูตรที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับ 40, 60 และ 80 % จะมีความนุ่มแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่1อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนเค้กสูตรที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับ 60 และ 80 % นั้นพบว่า มีความนุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่มีความแตกต่างจากเค้กสูตรที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับ 40 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

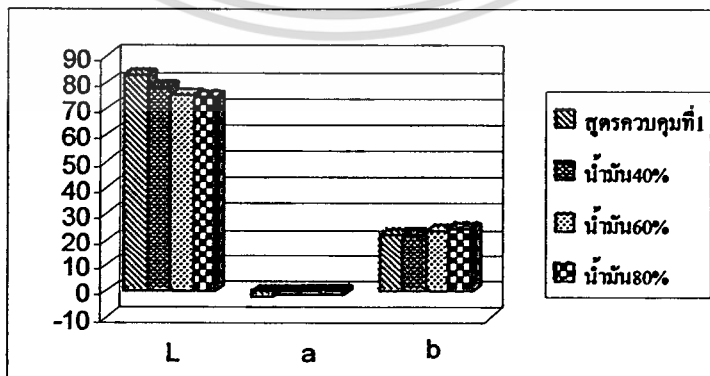


ภาพที่ 4.4 ความนุ่มของเค้กที่ใช้ไขมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1

4.3.1.3 สีเนื้อเค้ก

จากการวัดค่าสีของเนื้อเค้กโดยเครื่องวัดสี แสดงในรูปค่าความสว่าง (L), ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) พบว่า เค้กที่ใช้ไขมันรำข้าวทั้ง 3 ระดับ มีค่าความสว่าง (L) น้อยกว่าเค้กสูตรควบคุมที่1 ส่วนค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) มีค่ามากกว่าเค้กสูตรควบคุมที่1 (ภาพที่ 4.5) จึงส่งผลให้เค้กที่ได้มีสีเข้มกว่าเค้กสูตรควบคุมที่1 เค้กที่ใช้ไขมันทั้ง 3 ระดับ จะมีค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง (a) แตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่1อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนค่าสีเหลืองของเค้กสูตรที่ใช้ไขมัน 40 และ 60 % พบว่า ไม่มีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่1อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่พบความแตกต่างระหว่างเค้กสูตรที่ใช้ไขมัน 80 % กับเค้กสูตรควบคุมที่1 ดังตารางที่ 4.9

จากผลการทดลองจะเห็นว่า เค้กสูตรที่ใช้ไขมันที่ระดับ 40 % มีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่1น้อยที่สุด ทั้งด้านปริมาตร เนื้อสัมผัส และค่าสีเนื้อเค้ก ดังนั้นจึงเลือกสูตรเค้กที่ใช้ไขมัน 40 % มาทำการพัฒนาสูตรต่อไป



ภาพที่ 4.5 สีเนื้อเค้กที่ใช้ไขมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1

ตารางที่ 4.8 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ

ปริมาณน้ำมัน (%) โดยน้ำหนัก	ปริมาตรจำเพาะ (ลบ.ซม./กรัม)	ความนุ่ม (กรัมแรง)
สูตรควบคุมที่ 1	2.48 ± 0.07 ^a	662.02 ± 11.04 ^a
40	2.31 ± 0.06 ^b	540.83 ± 7.21 ^b
60	2.12 ± 0.17 ^b	478.86 ± 38.06 ^c
80	2.07 ± 0.12 ^b	467.70 ± 23.50 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.9 สีของเนื้อเค้กที่ใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ

ปริมาณน้ำมัน (%) โดยน้ำหนัก	ค่าสี		
	L [*]	a [*]	b [*]
สูตรควบคุมที่ 1	82.49 ± 0.07 ^a	-2.27 ± 0.26 ^a	22.20 ± 1.62 ^a
40	78.60 ± 0.27 ^b	-1.29 ± 0.09 ^b	22.36 ± 0.07 ^a
60	75.45 ± 0.80 ^c	-1.32 ± 0.09 ^b	23.37 ± 0.86 ^{ab}
80	74.24 ± 1.25 ^c	-1.50 ± 0.16 ^b	24.83 ± 0.64 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.3.2 ศึกษาชนิดของน้ำมันที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์เค้ก

4.3.2.1 ปริมาตรจำเพาะ

จากการใช้น้ำมันรำข้าว, น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันเมล็ดทานตะวันในผลิตภัณฑ์เค้ก พบว่า เค้กที่ใช้ไขมันทั้ง 3 ชนิด มีค่าปริมาตรจำเพาะแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 โดยจะมีปริมาตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ระหว่างตัวอย่างเค้กที่ใช้ไขมันทั้ง 3 ชนิด ดังตารางที่ 4.10

4.3.2.2 ความนุ่ม

จากการวัดความนุ่มด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่า เค้กที่ใช้ไขมันทั้ง 3 ชนิด มีความนุ่มแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยจะมีความนุ่มมากกว่าเค้กสูตรควบคุมที่ 1 เนื่องจากมีค่าแรงที่ใช้ในการกดคือน้อยกว่า ดังตารางที่ 4.10 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ระหว่างตัวอย่างเค้กที่ใช้ไขมันทั้ง 3 ชนิด

ตารางที่ 4.10 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ใช้ไขมันแต่ละชนิด

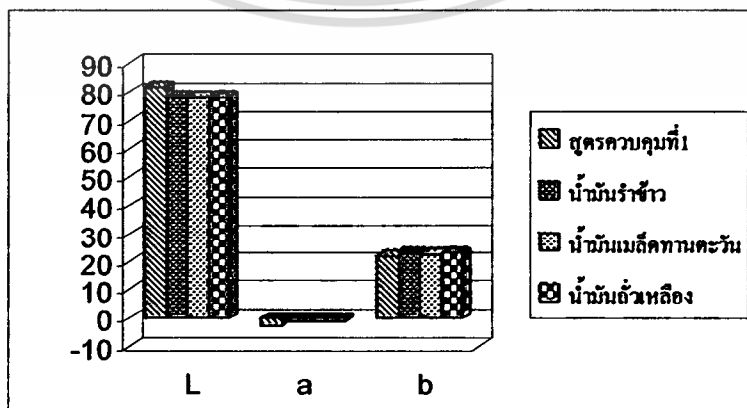
ชนิดน้ำมัน	ปริมาตรจำเพาะ (ลบ.ซม./กรัม)	ความนุ่ม (กรัมแรง)
สูตรควบคุมที่1	2.50 ± 0.11 ^a	676.10 ± 8.18 ^a
น้ำมันรำข้าว	2.23 ± 0.07 ^b	515.26 ± 24.62 ^b
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	2.20 ± 0.05 ^b	514.55 ± 22.61 ^b
น้ำมันถั่วเหลือง	2.19 ± 0.08 ^b	502.80 ± 30.38 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.3.2.3 สีเนื้อเค้ก

จากการวัดค่าสีของเนื้อเค้ก โดยเครื่องวัดสี แสดงในรูปค่าความสว่าง (L^{*}), ค่าสีแดง (a^{*}) และค่าสีเหลือง (b^{*}) พบว่า เค้กที่ใช้ไขมันทั้ง 3 ชนิด มีค่าความสว่าง (L^{*}) น้อยกว่าเค้กสูตรควบคุมที่1 ส่วนค่าสีแดง (a^{*}) และค่าสีเหลือง (b^{*}) มีค่ามากกว่าเค้กสูตรควบคุมที่1 ดังตารางที่ 4.11 โดยเค้กที่ใช้ไขมันทั้ง 3 ชนิด จะมีค่าความสว่าง (L^{*}) และค่าสีแดง (a^{*}) แตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่1อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนค่าสีเหลือง (b^{*}) พบว่า ไม่มีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่1อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากการทดลองจะเห็นว่า คุณภาพด้านปริมาตร เนื้อสัมผัส และค่าสีของเค้กที่ใช้ไขมันทั้ง 3 ชนิด มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้น จึงเลือกสูตรที่ใช้ไขมันรำข้าว เนื่องจากน้ำมันรำข้าวมีวิตามินอีและสารอาหารธรรมชาติที่สำคัญต่อร่างกายหลายชนิด โดยเฉพาะวิตามินอี และโอรีซานอล ซึ่งต่างมีคุณสมบัติเป็นสารธรรมชาติต้านอนุมูลอิสระและช่วยลดคอเลสเตอรอลในร่างกาย (Masic et.al., 1992)



ภาพที่ 4.6 สีเนื้อเค้กที่ใช้ไขมันแต่ละชนิด โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้จัดทำเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 สีเนื้อเค้กที่ใช้ไขมันแต่ละชนิด

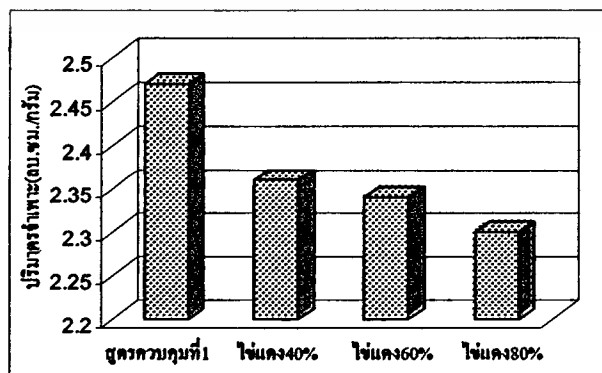
ชนิดน้ำมัน	ค่าสี		
	L [*]	a [*]	b [*]
สูตรควบคุมที่1	81.91 ± 0.37 ^a	-2.39 ± 0.17 ^a	22.16 ± 0.43 ^a
น้ำมันรำข้าว	78.32 ± 0.32 ^b	-1.13 ± 0.07 ^b	23.14 ± 0.38 ^a
น้ำมันเมล็ดทานตะวัน	78.11 ± 0.52 ^b	-1.06 ± 0.19 ^b	22.58 ± 1.22 ^a
น้ำมันถั่วเหลือง	78.37 ± 0.36 ^b	-1.02 ± 0.11 ^b	23.19 ± 0.64 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

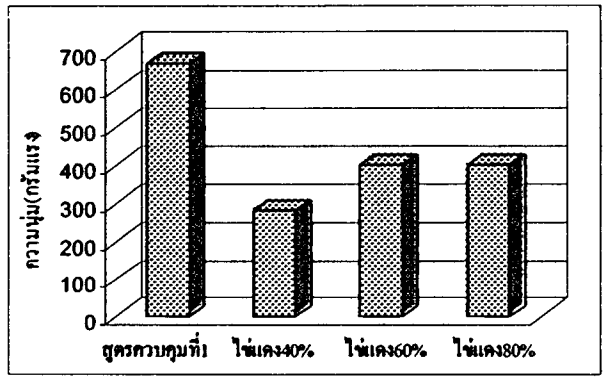
4.3.3 ศึกษาปริมาณไข่แดงที่มีผลต่อคุณภาพของเค้ก

4.3.3.1 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่ม

จากการใช้ไข่แดงแทนไข่ทั้งฟองในผลิตภัณฑ์เค้กที่ระดับ 40, 60 และ 80 % โดยน้ำหนักแป้ง เพื่อช่วยปรับปรุงในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและปริมาตรจำเพาะ พบว่า เมื่อเปอร์เซ็นต์ของไข่แดงเพิ่มขึ้น ปริมาตรจำเพาะของเค้กมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 4.5) ส่วนความนุ่มของเค้กพบว่า ค่าแรงที่ใช้ในการกดเค้กมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้เค้กมีความนุ่มลดลง (ภาพที่ 4.6) โดยเค้กที่ใช้ไข่แดงทั้ง 3 ระดับ จะมีปริมาตรจำเพาะและความนุ่มแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนเค้กสูตรที่ใช้ไข่แดงที่ระดับ 60 และ 80 % มีความนุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่จะมีความแตกต่างจากเค้กสูตรที่ใช้ไข่แดงที่ระดับ 40 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยเค้กสูตรที่ใช้ไข่แดงที่ระดับ 40 % จะมีปริมาตรจำเพาะและความนุ่มมากที่สุด ดังตารางที่ 4.12 เนื่องจากในไข่แดงมีเลซิติน ซึ่งจะช่วยให้ไขมันกระจายออกไปได้ทั่วขณะทำการอบ ช่วยให้แป้งขึ้นดีมีปริมาตรสูง และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อที่นุ่มนวล (Szuhaj, 1983) แต่จากการทดลองพบว่า การใช้ไข่แดงในปริมาณมากเกินไปจะทำให้เค้กไม่ขึ้นฟู และมีเนื้อเค้กค่อนข้างแห้งและแข็ง



ภาพที่ 4.7 ปริมาตรจำเพาะของเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1

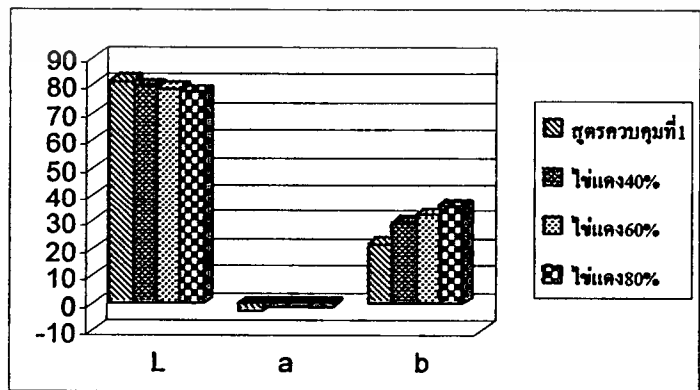


ภาพที่ 4.8 ความนุ่มของเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสุตรควบคุมที่1

4.3.3.2 สีเนื้อเค้ก

จากการวัดค่าสีของเนื้อเค้ก โดยเครื่องวัดสี แสดงในรูปค่าความสว่าง (L'), ค่าสีแดง (a') และค่าสีเหลือง (b') พบว่า เค้กที่ใช้ไข่แดงทั้ง 3 ระดับ มีค่าความสว่าง (L') น้อยกว่าเค้กสุตรควบคุมที่1 โดยเค้กสุตรที่ใช้ไข่แดงที่ระดับ 60 และ 80 % มีความสว่าง (L') แตกต่างจากเค้กสุตรควบคุมที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 4.8) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างเค้กสุตรที่ใช้ไข่แดงที่ระดับ 40 % กับเค้กสุตรควบคุมที่1 ดังตารางที่ 4.13 ส่วนค่าสีแดง (a') และค่าสีเหลือง (b') ของเค้กที่ใช้ไข่แดงทั้ง 3 ระดับ มีค่ามากกว่าเค้กสุตรควบคุมที่1 และมีความแตกต่างจากเค้กสุตรควบคุมที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยเค้กสุตรที่ใช้ไข่แดงที่ระดับ 80 % จะมีค่าสีแดง (a') และค่าสีเหลือง (b') มากที่สุด จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้ไข่แดงในปริมาณมากขึ้น จะทำให้เค้กที่ได้มีสีเหลืองส้ม

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าในเค้กสุตรที่ใช้ไข่แดงที่ระดับ 40 % จะมีปริมาณจำเพาะมากที่สุด แต่ในด้านความนุ่มจะเห็นว่ามีความแตกต่างจากเค้กสุตรควบคุมที่1 มาก ดังนั้นจึงเลือกเค้กสุตรที่ใช้ไข่แดงที่ระดับ 60 % เป็นสุตรที่เหมาะสมกับการผลิตเค้กด้วยไมโครเวฟ เนื่องจากมีความนุ่มและปริมาณจำเพาะแตกต่างจากเค้กสุตรควบคุมที่1 น้อยที่สุด



ภาพที่ 4.9 สีเนื้อเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสุตรควบคุมที่1

ตารางที่ 4.12 ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ

ปริมาณไข่แดง (%)โดยน้ำหนัก	ปริมาตรจำเพาะ (ลบ.ซม./กรัม)	ความนุ่ม (กรัมแรง)
สูตรควบคุมที่ 1	2.47 ± 0.04^a	666.73 ± 12.14^a
40	2.36 ± 0.06^b	280.57 ± 28.16^b
60	2.34 ± 0.07^b	399.91 ± 6.90^c
80	2.30 ± 0.13^b	400.32 ± 5.21^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.13 สีของเนื้อเค้กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ

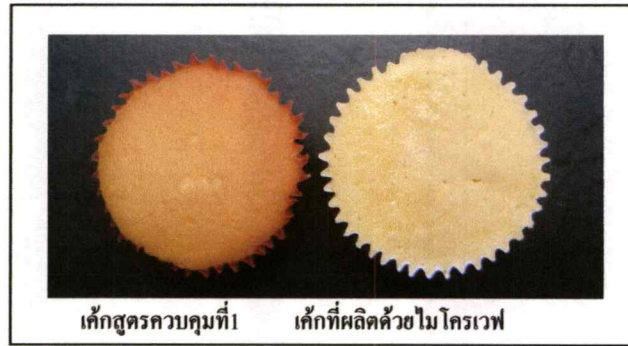
ปริมาณไข่แดง (%)โดยน้ำหนัก	ค่าสี		
	L [*]	a [*]	b [*]
สูตรควบคุมที่ 1	81.60 ± 0.31^a	-2.40 ± 0.22^a	22.05 ± 0.48^a
40	79.77 ± 0.21^{ab}	-1.27 ± 0.08^b	29.64 ± 0.63^b
60	78.72 ± 0.15^{bc}	-0.91 ± 0.39^{bc}	32.79 ± 1.45^c
80	77.71 ± 2.03^c	-0.78 ± 0.15^c	35.93 ± 0.27^d

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.4 ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของเค้กสูตรควบคุมที่ 1 กับเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟ

จากการศึกษาคุณภาพของเค้กสูตรควบคุมที่ 1 และเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟ ได้ผลดังนี้ คือ เค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟจะมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 24.11 % ซึ่งมีปริมาณมากกว่าเค้กสูตรควบคุมที่ 1 ดังตารางที่ 4.14 เนื่องจากในเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟจะใช้น้ำเป็นส่วนผสมมากกว่าเค้กสูตรควบคุมที่ 1 และยังมีการใช้น้ำมันพืชแทนเนยสดและเนยขาว จึงส่งผลให้เค้กที่ผลิตได้มีความชื้นสูง ส่วนปริมาณไขมันของเค้กสูตรควบคุมที่ 1 และเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟพบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 20.26 และ 20.53 % ตามลำดับ

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการเลือกตัวอย่างที่จากสามตัวอย่าง (Triangle test) ของเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1 พบว่า ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างระหว่างเค้กสูตรควบคุมที่ 1 กับเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟได้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 4.10 เค้กสูตรควบคุมที่1เปรียบเทียบกับเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟ

4.5 ศึกษาคุณภาพของแป้งเค้กที่เรียนสำเร็จรูป

จากการศึกษาคุณภาพของแป้งเค้กที่เรียนสำเร็จรูปดังตารางที่ 4.14 พบว่า แป้งเค้กที่เรียนสำเร็จรูปมีปริมาณความชื้น 5.49 % ซึ่งเป็นปริมาณความชื้นของอาหารแห้งโดยทั่วไป จึงสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้องในสภาวะปกติ (จิราภรณ์ สอดจิตร์, 2542) เช่นเดียวกับค่า water activity ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 0.60 คือ 0.49 ดังนั้นจึงสามารถเก็บรักษาแป้งเค้กที่เรียนสำเร็จรูปไว้ที่อุณหภูมิห้องได้เป็นเวลานาน โดยจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ส่วนปริมาณไขมันของแป้งเค้กที่เรียนสำเร็จรูปพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.38 %



ภาพที่ 4.11 แป้งเค้กที่เรียนสำเร็จรูปสำหรับการผลิตเค้กด้วยไมโครเวฟ

ตารางที่ 4.14 คุณภาพของแป้งเค้กที่เรียนสำเร็จรูป เค้กสูตรควบคุม และเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟ

	ปริมาณความชื้น (%)	ปริมาณไขมัน (%)	ค่า water activity
แป้งเค้กที่เรียนสำเร็จรูป	5.49	0.38	0.49
เค้กสูตรควบคุม	22.01	20.26	-
เค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟ	24.11	20.53	-



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาปริมาณแป้งทุเรียนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กที่ระดับ 20, 30, 40 และ 50 % พบว่า ปริมาตรจำเพาะและค่าความนุ่มของเค้กมีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณแป้งทุเรียนเพิ่มขึ้น โดยปริมาตรจำเพาะของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนทุกระดับจะมีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนความนุ่มของเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 20 % พบว่าไม่มีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียน พบว่า คุณลักษณะด้านเซลล์อากาศและความนุ่มของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับ 20 % ไม่มีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3. จากการศึกษาแป้งทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการร่อนกับแป้งทุเรียนที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช และศึกษาน้ำตาลทรายที่ไม่ได้ผ่านการร่อนกับน้ำตาลทรายที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช ในผลิตภัณฑ์เค้ก โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1 พบว่า ปริมาตรจำเพาะของเค้กที่ใช้แป้งทุเรียน และน้ำตาลทรายทั้ง 2 ชนิด มีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยจะมีปริมาตรจำเพาะต่ำกว่าเค้กสูตรควบคุมที่ 1 ส่วนความนุ่มของเค้กเมื่อเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนและน้ำตาลทรายทั้ง 2 ชนิด พบว่าไม่มีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

5. การศึกษาการใช้ไขมันในผลิตภัณฑ์เค้กที่ระดับ 40, 60 และ 80 % โดยน้ำหนักแป้ง ทำการผลิตเค้กด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 2.5 นาที พบว่า เมื่อปริมาณไขมันที่ใช้เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ปริมาตรจำเพาะของเค้กลดลง ส่วนค่าความนุ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุมที่ 1 และสีของเนื้อเค้กจะมีสีเข้มขึ้น คือ มีค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ส่วนค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

6. จากการศึกษาชนิดของไขมันที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เค้ก คือ ไขมันรำข้าว ไขมันถั่วเหลือง และ ไขมันเมล็ดทานตะวัน พบว่า เค้กที่ใช้ไขมันทั้ง 3 ชนิด มีปริมาตรจำเพาะและความนุ่มแตกต่างจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เค้กสูตรควบคุมที่1อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยจะมีปริมาณจำเพาะน้อยกว่าเค้กสูตรควบคุมที่1 และมีความนุ่มมากกว่าเค้กสูตรควบคุมที่1 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตัวอย่างเค้กที่ใช้ไขมันทั้ง 3 ชนิด สำหรับสีของเนื้อเค้ก พบว่า มีค่าความสว่าง (L^*) น้อยกว่าเค้กสูตรควบคุมที่1 ส่วนค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีค่ามากกว่าเค้กสูตรควบคุมที่1

7. จากการใช้ไข่แดงในผลิตภัณฑ์เค้กที่ระดับ 40, 60 และ 80 % โดยน้ำหนักแป้งพบว่า เมื่อเปอร์เซ็นต์ของไข่แดงเพิ่มขึ้น ปริมาตรจำเพาะและความนุ่มของเค้กมีแนวโน้มลดลง และมีความแตกต่างจากเค้กสูตรควบคุมที่1อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนค่าสีของเนื้อเค้กพบว่า เมื่อใช้ไข่แดงในปริมาณมากขึ้น จะทำให้เค้กที่ได้มีสีเหลืองส้ม คือ มีค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ส่วนค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

8. จากการศึกษาคูณภาพของเค้กสูตรควบคุมที่1เปรียบเทียบกับเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟพบว่า เค้กสูตรควบคุมมีปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันเท่ากับ 22.01 และ 20.06 % ส่วนเค้กที่ผลิตด้วยไมโครเวฟมีปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันเท่ากับ 24.11 และ 20.53 %

9. คุณภาพของแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูป ประกอบด้วย ปริมาณความชื้น 5.49 % ปริมาณไขมัน 0.38 % และค่า water activity 0.49

10. แป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูป ประกอบด้วย แป้งสาลี แป้งทุเรียน น้ำตาลทราย ผงฟู นมผง และเกลือ เท่ากับ 80, 20, 100, 5, 6.5 และ 1.5 % โดยน้ำหนักแป้ง น้ามาผสมรวมกับน้ำ น้ำมันรำข้าว และไข่แดง เป็นปริมาณเท่ากับ 130, 40 และ 60 % โดยน้ำหนักแป้ง ทำการผลิตเค้กด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 2.5 นาที

ข้อเสนอแนะ

1. แป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปที่ได้จากการทดลองนี้ ผู้บริโภคสามารถเลือกวิธีการอบเค้กได้ 2 แบบ คือ การอบด้วยเตาอบไฟฟ้า และการอบด้วยเตาไมโครเวฟที่ความถี่ 2,450 เมกะเฮิร์ตส
2. ในแป้งเค้กทุเรียนสำเร็จรูปที่ได้จากการทดลองนี้มีส่วนผสมบางอย่าง เช่น แป้งทุเรียน นมผง ซึ่งอาจมีผลทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ ดังนั้นจึงควรศึกษาอายุการเก็บรักษาและเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสมในการวิจัยในขั้นตอนต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กนกกานต์ วีระกุล, จิราภรณ์ สอดจิตร์ และธีรพร กงบังเกิด. 2546. “การพัฒนาสูตรแป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูปเพื่อผลิตขนมปังโดยใช้กั้วร็กัมเป็นสารยึดเกาะ.” วารสารอาหาร. 33(3): 222-232.
- กนกมณฑล ศรีศรีวิชัย. 2521. การเก็บรักษาผลผลิตการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว. เทคโนโลยีและสรีรวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. เทคโนโลยีของแป้ง. กรุงเทพฯ : บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัลส์ พับลิเคชัน จำกัด.
- กุลยา จันทร์อรุณ. 2533. เคมีอาหาร. ภาควิชาพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ กรมการฝึกหัดครู. กรุงเทพฯ. 315 หน้า.
- จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ.
- _____ . 2539. ผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งสาลี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารประกอบการฝึกอบรม.
- จิราภรณ์ สอดจิตร์. 2542. เอกสารประกอบการสอนวิชาการแปรรูปอาหาร 2. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร. 239 หน้า.
- ทัณฑิมา แซ่ลิว. 2545. “การใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีในเค้กกล้วยหอม” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทสาขาคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เทียมใจ ตูลยาทร. 2529. กายวิภาคของพฤษภ. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรวิñas ปั้นหยง. 2544. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทสาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เพ็ญศิริ อนันต์รักสกุล, วิบูลย์เกียรติ โมฬีรตานนท์, พรภัทรา ปฏิทัศน์, อัจฉริยา จาระพันธ์ และอินทราวุธ ฉัตรเกษ. 2531. “การวิจัยและพัฒนาวิธีการแช่เย็นทุเรียนสด.” เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องทุเรียน. วันที่ 25-26 กุมภาพันธ์ 2531. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- ปริศนา สุวรรณภรณ์. 2540. เอกสารประกอบการสอน วิชาเบเกอรี่เทคโนโลยีและวิชาเทคโนโลยีพืช. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2531. “การเก็บรักษาผักและผลไม้สด.” เอกสารการฝึกอบรมเรื่อง **Improvement of Postharvest Techniques to Reduce Loss of Perishable Commodities.** วันที่ 14-28 ตุลาคม 2531. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 264-282.
- สุวรรณ ศรีสวัสดิ์, สัมพันธ์ ศรีสุริยวงษ์ และศรีศักดิ์ ตรังวัชรกุล. 2540. การผลิตและใช้ประโยชน์ทุเรียนดิบสดแห้ง. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2524. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งสาลีชนิดทำขนมปัง.** มอก. 374-2524. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร. 2542. เอกสารสถิติการเกษตรเล่มที่ 12. กรุงเทพฯ : สำนักเศรษฐกิจเกษตร
- หิรัญ หิรัญประดิษฐ์, สุขวัฒน์ จันทรปรณิก และเสริมสุข สลักเพ็ชร์. 2541. “เทคโนโลยีการผลิตทุเรียน.” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : 190 หน้า.
- อรพิน ภูมิภมร. 2533. ระบบชีวภาพที่สำคัญต่อเทคโนโลยีชีวภาพ เล่มที่ 5. “เทคโนโลยีของแป้ง: เคมีของแป้งและเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์จากแป้งบางชนิดที่ผลิตในประเทศไทย.” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 213 หน้า.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. **ข้าวสาลี.** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 207-218.
- _____. 2541. เอกสารสอนชุดวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร หน่วยที่ 1-7 : ผลิตภัณฑ์ขนมอบ. สาขาคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ.
- อุสมา สุนทรนฤงิ. 2545. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์บัทเทอร์เค้กจากข้าวหอมมะลิ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทสาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- AOAC. 1995. **Official Method of Analysis.** 16th ed. Virginia: The Association of Analysis chemists. Arlington, Virginia.
- Baker, B.A., E.A. Davis and J. Gordon. 1990. “The Influence of Sugar and Emulsifier Type during Microwave and Conventional Heating of a Lean Formula Cake Better.” **Cereal Chem.** 67(5): 451-457.
- Bean, C.M., E.A. Elliston-Hoops and K.D. Nishita. 1991. “Rice Flour Treatment for Cake-Baking Application.” **Cereal Chem.** 60(6): 445-449.
- Clinton, R.W., O.W. Jean and N.B. Leonard. 1997. “Sensory Evaluation of No-Sugar-Added Cakes Containing Encapsulated Aspartame.” **Food Research International.** Volume 30, Issue 6. pp. 395-399.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Decareau, R.V. 1967. "Microwave Energy in Food Processing Applications." *Crit. Rev. Food Tech.* 1(2): 199.
- Dubois, M., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Robers and F. Smith. 1956. "Colorimetric Method for Determination of Sugar and Related Substances." *Anal. Chem.* 250-356.
- Eskin, N.A.M., H.M. Henderson and R.J. Townsend. 1971. *Biochemistry of Food*. Academic Press, New York.
- Franklin, W.M. 1980. "Tropical and Subtropical Fruits : Composition, Properties and Uses." AVI Publishing Inc., Westport, Connecticut. pp. 59-64.
- Galliard, T. and P. Bowler. 1987. "Morphology and Composition of Starch." *In* T.Galliard(ed.). *Starch : Properties and Potential Volume 13 Critical Reports on Applied Chemistry*. John Wiley and Son, New York. pp. 55-67.
- Hill, M. and S.P. Reagan. 1982. "Effect of Microwave and Conventional Baking on Yellow Cakes." *J.Am.Diet.Assoc.* 80: 52.
- Jackson, G.M. and J.G. Roufs. Drymix for Microwave Layer Cake. U.S patent no. 4857353, 15 August 1989.
- Juliano, B.O., C.M. Perez, A.B. Blankenny, T. Castillo, N. Kongseree, N., B. Laignelet., E.T. Lapis, V.V.S. Murt., C.M. Paule and B.D. Webb. 1981. "International cooperative Testing on the Amylose Content of Milled Rice." *Starch/Starke.* 33(5): 157-162.
- Kalafat, S.R. and M. Kroger. 1973. "Microwave Heating of Foods Use and Safety Considerations." *Crit. Rev. Food Technol.* 4(2): 141.
- Lorenz, K., E. Charman and W. Dilsaver. 1973. "Baking with Microwave Energy. *Food Technol.*" 27(12): 28.
- Martin, D.J. and C.C. Tsen. 1981. "Baking High-Ratio White Layer Cakes with Microwave Energy." *J.Food Sci.* 46: 1507-1513.
- Masic, V. and R. Yodice. 1992. The Dietary Role of Monounsaturates. *INFORM.* 3(6): 681-686.
- McPherson, T.C. Method for Making a Microwaveable Sponge Cake. U.S patent no. 6410074, 25 June 2002.
- Moser. R., D. Duvel and R. Greve. 1980. "Volatile Consituents and Fatty Acid Composition of Lipids in *Durio zibethinus*." *Phytochem.* 19: 79-81.

- Neuzil, M. and R.E. Baldwin. 1962. "The Effects of the Electronic Method of Cookery on the Quality of Shortened Cakes." **Food Technol.** 16(11): 110
- Oates, C.G. 1997. "Towards and Understanding of Starch Granule Structure and Hydrolysis. Trend." **Food Science and Technology.** 8: 375-382.
- Roudebush, R.M. and P.D. Palumbo. Microwave cake mix. U.S patent no. 4396635, 2 August 1983.
- Seyhun, N., G. Summu and S. Sahin. 2003. "Effects of Different Emulsifier Types, Fat Contents and Gum Types on Retardation of Staling of Microwave-Baked Cakes." **Nahrung.** Aug. 47(4): 248-251.
- Sriroth, K., V. Santisopasri, K. Piyachom and C.G. Oates. 1998. "Comparison of Varieties and Harvesting Time on Changes in Extracted Starch from Cassava Roots." *In* P.J. Larkin(ed.). **Agricultural Biotechnology : Laboratory, Field and Market Proceedings of the 4th Asia Pacific conference on Agricultural Biotechnology.** Darwin. 13-16 July 1998. Canberra, UTC Publishing. pp. 391-394.
- Stanton, W.R. 1965. "The Chemical Composition of some Tropical Food Plants: durian." **Trop. Sci.** 8: 6-13.
- Stinson, C.T. 1986. "Effects of Microwave/Convection Baking and Pan Characteristics on Cake Quality." **J. Food Sci.** 51: 1580-1582.
- Swinkel, J.J.M. 1985. "Sources of Starch, its Chemistry and Physics." *In* G.M.A. Van Beynum and J.A. Roels (eds.). **Starch Conversion Technology.** Marcel Dekker, Inc., New York. pp. 15-45.
- Szuhaj, B.F. 1983. "Lecithin Production and Utilization." **J. Am. Oil. Chem. Soc.** 60: 306-309.
- Tuckker, G.A. and D. Grierson. 1987. "Fruit ripening." D.D. Davies(ed.). **The Biochemistry of Plant.** Vol. 12. Academic Press, New York. pp. 265-318.
- Winterhalter, P. 1991. Fruit : Durian, H. Maarse(ed.). "Volatile Compounds in Foods and Beverages." Marcel Dekker, Inc., New York. pp. 281.

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC.1995)

วิธีวิเคราะห์

1. นำ aluminium can ออบใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 120 ± 3 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ด้วยตาชั่งละเอียด ใส่ใน aluminium can
3. นำไปอบใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 120 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่
4. ปิดฝาและทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น (dessicator)
5. ชั่งน้ำหนัก
6. คำนวณหาปริมาณความชื้นโดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละปริมาณความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC.1995)

สารเคมี

ปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างไปอบใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 120 ± 3 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หรือน้ำหนักคงที่
2. ออบบีกเกอร์ไขมันและ glass beads ใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 120 ± 3 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง หรือน้ำหนักคงที่ ชั่งและบันทึกน้ำหนักของบีกเกอร์รวม glass beads
3. ชั่งตัวอย่างจากข้อ 1 ประมาณ 3 กรัม (dry basis) จดน้ำหนักที่แน่นอน ห่อด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ใส่ลงในทิมเบล (thimble)
4. นำทิมเบลใส่ในเครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) เติมน้ำมันปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาณเพียงพอที่จะทำให้เกิดการสกัดอย่างสมบูรณ์ลงในบีกเกอร์ไขมัน ใช้เวลาสกัดประมาณ 3-4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แยกบีกเกอร์ไขมันออกจากชุดสกัด นำบีกเกอร์ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เพื่อระเหยอีเทอร์ ทิ้งให้เย็นในโถสุญญากาศ
6. ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ คำนวณหาปริมาณ ไขมันจากสูตร

$$\text{ร้อยละปริมาณไขมัน} = \frac{[(\text{น้ำหนักบีกเกอร์} + \text{น้ำหนักไขมัน}) - \text{น้ำหนักบีกเกอร์}] \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

3. การหาปริมาณสตาร์ช (Calcium chloride method, AOAC.1995)

สารเคมี

1. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เตรียมให้มีความเข้มข้นของ Ca 33 %
2. เอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 65 %
3. สารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 0.8 %
4. ปีโตเลียมอีเทอร์

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างแป้ง 2-2.5 กรัม ใส่ในหลอดเซนทริฟิวจ์ (centrifuge tube)
2. กำจัดไขมันออกโดยเติมปีโตเลียมอีเทอร์ 10 มิลลิลิตรและเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 65% 10 มิลลิลิตร
3. คนด้วยแท่งแก้ว นำไปเซนทริฟิวจ์ ประมาณ 15 นาที ที่ความเร็วรอบประมาณ 8000 รอบต่อนาที
4. เทส่วนใสทิ้งจากนั้น กำจัด ไขมันต่อจนใช้สารสกัดทั้งหมด 60 มิลลิลิตร
5. เติมน้ำกลั่นลงในกาก 10 มิลลิลิตร คนด้วยแท่งแก้ว เติลงใน Erlenmeyer flask 25 มิลลิลิตร
6. เติมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 60 มิลลิลิตร และสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 0.8% 2 มิลลิลิตร
7. ต้มส่วนผสม 15-17 นาที และคนอย่างต่อเนื่อง ระวังอย่าให้เป็นฟองและติดข้าง flask
8. ทำให้เย็นทันทีแลเทใส่ใน volumetric flask 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ หยดแอลกอฮอล์ 1 หยด ถ้าเกิดฟอง
9. กรองของผสมผ่านกระดาษกรองเบอร์ 42 ด้วยชุด bushner funnel และ suction
10. นำส่วนใสประมาณ 10 มิลลิลิตร ใส่ใน polarimetric tube ให้เต็ม ระวังไม่ให้เกิด ฟองอากาศ
11. นำสารละลายไปวัดค่ามุมการหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. กำหนดหาปริมาณสารจากสูตร

$$\text{ร้อยละปริมาณสาร} = \frac{49 \times \text{มุมของการหมุน}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

4. การหาปริมาณอะไมโลส (Juliano *et al.*, 1981)

สารเคมี

1. เอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 95 %
2. เมทานอลเข้มข้น 85 %
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล
4. สารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 1 นอร์มอล
5. Potato amylase (pure)
6. สารละลายไอโอดีน (ไอโอดีน 2 กรัม + โพแทสเซียมไอโอไดด์ 20 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลลิลิตร)

วิธีวิเคราะห์

การทำกราฟมาตรฐานอะไมโลส

1. ชั่ง Potato amylase (pure) 0.04 กรัม ใน 100 มิลลิลิตร volumetric flask
2. เติมเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 95 % 1 มิลลิลิตร และเขย่าผสมให้เข้ากัน
3. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล 9 มิลลิลิตร โดยไม่ต้องเขย่า
4. นำไปต้มใน water bath 10 นาที ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จากนั้น ตั้ง standard solution ที่ได้ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
5. ปิเปิด standard solution 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ลงใน volumetric flask 100 มิลลิลิตร
6. เติมสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 1 นอร์มอล 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ลงในแต่ละ volumetric flask ตามลำดับ เติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร
7. ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
8. วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร
9. วาดกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของอะไมโลส (0, 8, 16, 24, 32 และ 40 %) และค่าการดูดกลืนแสง

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

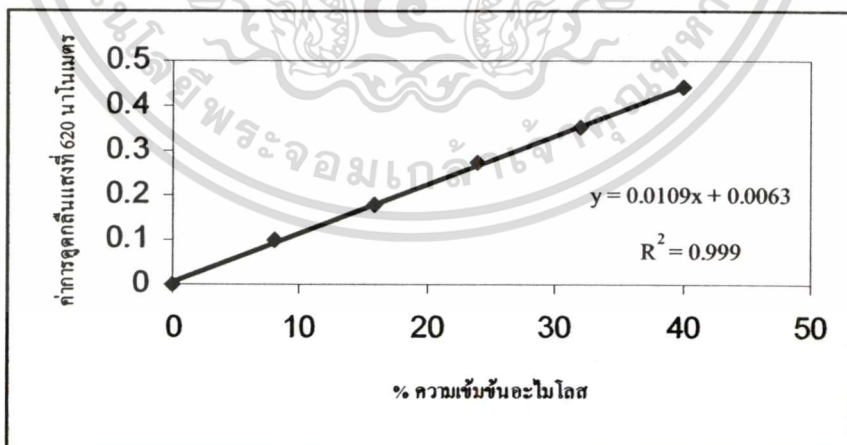
1. ชั่งตัวอย่างที่สกัดไขมันออกแล้ว 0.1 กรัม ลงใน volumetric flask 100 มิลลิลิตร
2. เติมเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 95 % 1 มิลลิลิตร แล้วเขย่าผสมให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล 9 มิลลิลิตร โดยไม่ต้องเขย่า
4. นำไปต้มใน water bath 10 นาที ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นตั้ง standard solution ที่ได้ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
5. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ลงใน volumetric flask 100 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
6. เติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร
7. ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
8. วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร
9. คิดเป็น % อะไมโลสโดยเทียบจากกราฟมาตรฐาน

ตารางที่ ก1 ค่ามาตรฐานการดูดกลืนแสงในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส

% อะไมโลส	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร
0	0
8	0.101
16	0.179
24	0.278
32	0.351
40	0.441



ภาพที่ ก1 แสดงกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Dubois *et.al.*, 1956)

โดยวิธี Orcinol – sulfuric assay

Sensitivity : 0-20 µg. carbohydrate in 200 µl.

Final volume : 1.0 ml.

สารเคมี

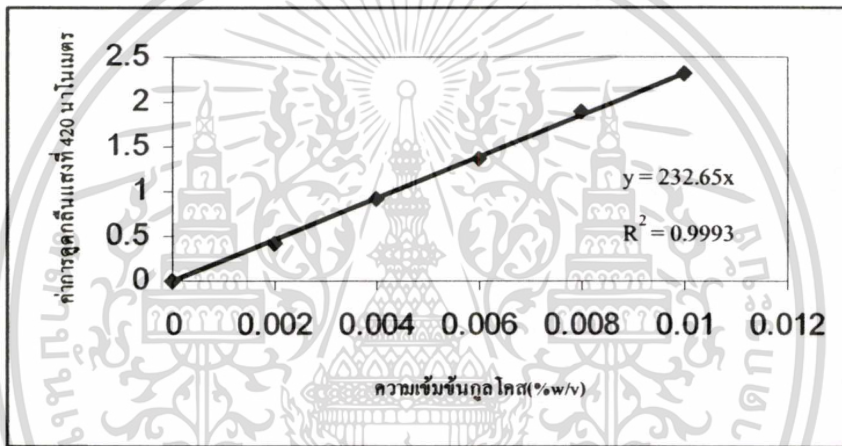
1. สารละลาย Orcinol (ละลาย Ice-cold orcinol ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2 กรัมต่อลิตร)
2. น้ำตาลกลูโคส

วิธีวิเคราะห์

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานของกลูโคสที่ความเข้มข้น 0.002, 0.004, 0.006, 0.008 และ 0.01% w/v
2. เตรียมสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.01 % w/v
3. นำสารละลายในข้อ 1 และ 2 มาผสมกับสารละลาย Orcinol ในอัตราส่วน 200 µl. : 800 µl. ในหลอดทดลอง
4. นำสารละลายไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิต่ำ
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร บันทึกผล
6. วาดกราฟมาตรฐานระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลายกลูโคสมาตรฐานกับค่าการดูดกลืนแสง จากนั้นคำนวณหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของตัวอย่างโดยเทียบจากกราฟมาตรฐาน

ตารางที่ ก2 ค่ามาตรฐานการดูดกลืนแสงในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

ความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคส (%w/v)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร
0	0
0.002	0.425
0.004	0.927
0.006	1.380
0.008	1.892
0.010	2.321



ภาพที่ ก2 แสดงกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบประสาทสัมผัส

1. ตัวอย่างแบบทดสอบประสาทสัมผัสโดยวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม (Difference from Control Test)

ชื่อ.....วันที่.....ชื่อผลิตภัณฑ์ เค้ก

คำแนะนำ

1. ให้ผู้ทดสอบประเมินคุณลักษณะตัวอย่างเค้กสูตรควบคุม “C” จนคุ้นเคยกับลักษณะต่างๆ ได้แก่ ลักษณะเซลด้าอากาศ และเนื้อสัมผัสด้านความนุ่ม แล้วปรับให้แต่ละคุณลักษณะที่กำหนดให้เป็น “0”

2. ให้ผู้ทดสอบประเมินตัวอย่างเค้กที่เสิร์ฟให้ตามลำดับ โดยให้ประเมินเพียงครั้งเดียว

3. ให้ผู้ทดสอบบอกความแตกต่างของคุณลักษณะของเค้กสูตรควบคุม “C” กับตัวอย่างเค้กที่เสิร์ฟให้แล้วทำการทดสอบโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) เพื่อให้คะแนนตามความรู้สึกของท่าน ซึ่งมีการกำหนดคะแนนไว้ดังนี้

คะแนน -1 หมายถึง เค้กที่เสิร์ฟให้มีคุณลักษณะที่ด้อยกว่าเค้กสูตรควบคุม “C”

คะแนน 0 หมายถึง เค้กที่เสิร์ฟให้มีคุณลักษณะไม่แตกต่างกับเค้กสูตรควบคุม “C”

คะแนน +1 หมายถึง เค้กที่เสิร์ฟให้มีคุณลักษณะที่ดีกว่าเค้กสูตรควบคุม “C”

1. ลักษณะเซลด้าอากาศ

รหัสตัวอย่าง _____ -1 0 +1

รหัสตัวอย่าง _____ -1 0 +1

รหัสตัวอย่าง _____ -1 0 +1

รหัสตัวอย่าง _____ -1 0 +1

2. ความนุ่ม

รหัสตัวอย่าง _____ -1 0 +1

รหัสตัวอย่าง _____ -1 0 +1

รหัสตัวอย่าง _____ -1 0 +1

รหัสตัวอย่าง _____ -1 0 +1

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

การแปรผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทุกตัวกับตัวเปรียบเทียบในการทดลองนี้เลือกใช้การเปรียบเทียบแบบ Dunnett test ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์กับตัวเปรียบเทียบโดยไม่ต้องผ่านการวิเคราะห์ความแปรปรวนมาก่อน วิธีนี้ Dunnett ได้กำหนดค่า t ไว้สำหรับการเปรียบเทียบโดยเฉพาะ โดยค่า t ดังกล่าวขึ้นอยู่กับ degree of freedom และจำนวนตัวอย่าง (Dunnett, 1955) สมการที่ใช้คำนวณมีดังนี้

$$A = ts(p/n)1/2 \quad (\text{เมื่อจำนวนผู้ชิมเท่ากัน})$$

เมื่อ A = ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ยอมรับให้เกิดขึ้นได้ โดยไม่ทำให้ค่าเฉลี่ยดังกล่าวแตกต่างกัน ถ้าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์เท่ากับหรือมากกว่านี้ จะแสดงว่าค่าเฉลี่ยทั้งสองแตกต่างกัน

t = ค่าจาก Dunnett table (เมื่อทราบค่า p และ df)

p = จำนวนตัวอย่างโดยไม่รวมตัวเปรียบเทียบ

N = จำนวนผู้ชิมทั้งหมด

S = รากที่สองของความแปรปรวนเฉลี่ยของตัวอย่างทั้งหมด

$(p + 1)$

2. ตัวอย่างแบบทดสอบการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการเลือกตัวอย่างที่จากสามตัวอย่าง (Triangle test)

ชื่อ.....วันที่.....ชื่อผลิตภัณฑ์ เค้ก

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา ซึ่งจะมีตัวอย่างที่เหมือนกัน 2 ตัวอย่าง จงวงกลมล้อมรอบ รหัสตัวอย่างที่แตกต่าง (ตัวอย่างคี่) กรุณาเว้นปากกระหว่างตัวอย่าง

รหัสตัวอย่าง

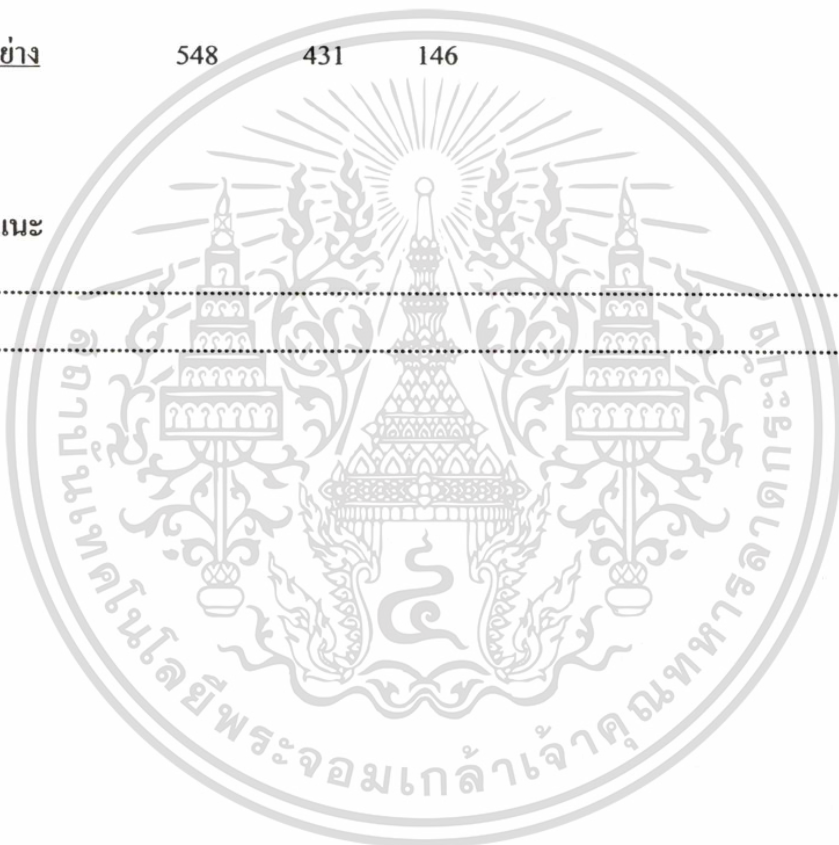
548

431

146

ข้อเสนอแนะ

.....

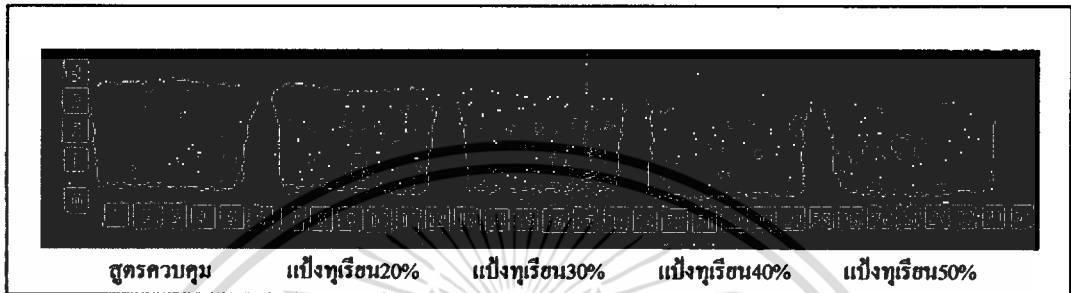


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ภาพผลิตภัณฑ์เค้ก

1. เค้กที่ผลิตจากเตาอบไฟฟ้า



ภาพที่ ค1 เค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม



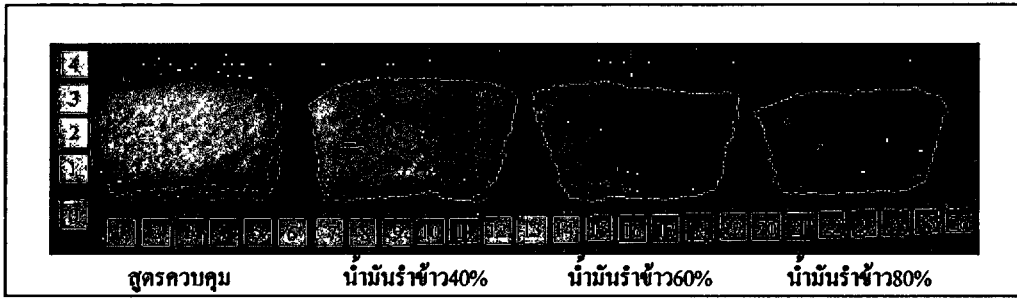
ภาพที่ ค2 เค้กที่ใช้แป้งทุเรียนขนาดต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม



ภาพที่ ค3 เค้กที่ใช้ น้ำตาลทรายขนาดต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เล็กที่ผลิตจากเตาอบไมโครเวฟ



ภาพที่ ค4 เล็กที่ใช้ น้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม



ภาพที่ ค5 เล็กที่ใช้ น้ำมันแต่ละชนิด โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม



ภาพที่ ค6 เล็กที่ใช้ ไข่แดงที่ระดับต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับเค้กสูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางที่ ง1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจำเพาะของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับต่างๆ

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	4	1.821	0.455	232.082	0.000*
Error	8	1.569E-02	1.962E-03		
Total	15	64.877			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ ง2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งทุเรียนที่ระดับต่างๆ

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	4	1208889.558	302222.390	200.689	0.000*
Error	8	12047.394	1505.924		
Total	15	19537153.899			

หมายเหตุ * หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจำเพาะของเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนขนาดต่างๆ

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	2	0.049	0.024	10.823	0.010*
Error	6	0.014	0.002		
Total	8	0.062			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเค้กที่ใช้แป้งทุเรียนขนาดต่างๆ

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	2	1268.444	634.222	0.665	0.548 ^{ns}
Error	6	5721.434	953.572		
Total	8	6989.878			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๖5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจำเพาะของเค้กที่ใช้น้ำตาลทรายขนาดต่างๆ

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	2	0.078	0.039	30.635	0.001 [*]
Error	6	0.008	0.001		
Total	8	0.086			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ ๖6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเค้กที่ใช้น้ำตาลทรายขนาดต่างๆ

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	2	461.830	230.915	0.230	0.801 ^{ns}
Error	6	6032.179	1005.363		
Total	8	6494.009			

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๗ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจำเพาะของเค้กที่ใช้ไขมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	3	0.330	0.110	8.070	0.008*
Error	8	0.109	0.014		
Total	11	0.440			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ ๘ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเค้กที่ใช้ไขมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	3	71480.766	23826.922	43.823	0.000*
Error	8	4349.639	543.705		
Total	11	75830.404			

หมายเหตุ * หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ ๙ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีเนื้อเค้กที่ใช้ไขมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ

	Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
L	Treatment	3	122.460	40.820	71.277	0.000*
	Error	8	4.582	0.573		
	Total	11	127.042			
a	Treatment	3	2.380	0.793	28.743	0.000*
	Error	8	0.221	0.028		
	Total	11	2.601			
b	Treatment	3	13.422	4.474	4.182	0.047*
	Error	8	8.558	1.070		
	Total	11	21.980			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจำเพาะของเค้กที่ใช้น้ำมันแต่ละชนิด

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	3	0.248	0.083	3.063	0.091 [*]
Error	8	0.216	0.027		
Total	11	0.463			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเค้กที่ใช้น้ำมันแต่ละชนิด

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	3	61721.701	20573.900	39.050	0.000 [*]
Error	8	4214.924	526.866		
Total	11	65936.625			

หมายเหตุ * หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีเนื้อเค้กที่ใช้ไขมันแต่ละชนิด

	Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
L	Treatment	3	29.947	9.982	62.608	0.000 [*]
	Error	8	1.276	0.159		
	Total	11	31.223			
a	Treatment	3	3.971	1.324	63.026	0.000 [*]
	Error	8	0.168	0.021		
	Total	11	4.139			
b	Treatment	3	6.272	2.091	5.258	0.027 [*]
	Error	8	3.181	0.398		
	Total	11	9.453			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณจำเพาะของเก็กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	3	0.340	0.113	7.617	0.010 [*]
Error	8	0.119	0.015		
Total	11	0.460			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความนุ่มของเก็กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ

Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
Treatment	3	239901.76	79967.253	312.902	0.000 [*]
Error	8	2044.530	255.566		
Total	11	241946.29			

หมายเหตุ * หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีเนื้อเก็กที่ใช้ไข่แดงที่ระดับต่างๆ

	Source of variance	df	SS	MS	F – value	Sig.
L	Treatment	3	24.897	8.299	7.756	0.009 [*]
	Error	8	8.560	1.070		
	Total	11	33.458			
a	Treatment	3	4.899	1.633	28.073	0.000 [*]
	Error	8	0.465	0.058		
	Total	11	5.365			
b	Treatment	3	318.834	106.278	151.250	0.000 [*]
	Error	8	5.621	0.703		
	Total	11	324.455			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวกุลกัญญา ศະกะบุรี
วัน เดือน ปีเกิด	14 พฤศจิกายน 2522
สถานที่เกิด	ยะลา
ที่อยู่ปัจจุบัน	119/340 ซอย 8 หมู่บ้านสุภาลัย ถนนรัตนาริเบศร์ แขวง บางกะสอ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี
ประวัติการศึกษา	2544 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี หลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเข้าศึกษาต่อปี 2545 ในระดับปริญญาโท หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้