การผลิตเทมเป้ถั่วขาวและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

PRODUCTION OF WHITE KIDNEY BEANS TEMPEH AND APPLICATION IN BEAKERY PRODUCTS

ชัชภัสส์ ซึ่งอมรเกียรติ

ประทานพร ปรางอยู่

ปาณิสรา ชอบสุข

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

การผลิตเทมเป้ถั่วขาวและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่
PRODUCTION OF WHITE KIDNEY BEANS TEMPEH AND APPLICATION IN BEAKERY PRODUCTS

ชัชภัสส์ ซึ่งอมรเกียรติ
ประทานพร ปรางอยู่
ปาณิสรา ชอบสุข

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCTION OF WHITE KIDNEY BEANS TEMPEH AND APPLICATION IN BEAKERY PRODUCTS

CHATCHAPAT SUENG-AMORNKIAT
PRATHANBHORN PRANGYOO
PANIDSARA CHOBSUK

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (MICROBIOLOGY PROGRAM)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การผลิตเทมเป้ถั่วขาวและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ Production of white kidney beans tempeh and application in beakery products			
นักศึกษา	นายชัชภัสส์	ซึ่งอมรเกียรติ	รหัสนักศึกษา	55051260
	นางสาวประทานพร	ปรางอยู่	รหัสนักศึกษา	55051326
	นางสาวปาณิสรา	ชอบสุข	รหัสนักศึกษา	55051334
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม			
ภาควิชา	ชีววิทยา			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลินจง สุขลำภู			

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	**ลายมือชื่อ**
รศ.สุขใจ ชูจันทร์ ประธานกรรมการ	
ดร.วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ กรรมการ	
ผศ.ลินจง สุขลำภู กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การผลิตเทมเป้ถั่วขาวและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่		
นักศึกษา	นายชัชภัสส์	ชื่องอมรเกียรติ	รหัสนักศึกษา 55051260
	นางสาวประทานพร	ปรางอยู่	รหัสนักศึกษา 55051326
	นางสาวปาณิสรา	ชอบสุข	รหัสนักศึกษา 55051334
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม		
ภาควิชา	ชีววิทยา		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ลินจง สุขลำภู		

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อผลิตเทมเป้จากถั่วขาว โดยศึกษาปริมาณหัวเชื้อผงของ *Rhizopus oligosporus* ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้เทมเป้ที่มีคุณภาพที่ดี และนำเอาเทมเป้ถั่วขาวที่ได้มาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์คัพเค้กและคุ้กกี้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ จากการศึกษาพบว่าปริมาณหัวเชื้อผงในการผลิตเทมเป้ถั่วขาวที่มีคุณภาพที่ดีเท่ากับ 0.3 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณลักษณะที่ดีของเส้นใยสีขาว มีการกระจายทั่วทั้งผิวหน้าของเมล็ดถั่ว รวมทั้งมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด จากนั้นนำเทมเป้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในคัพเค้กโดยใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กบางส่วนซึ่งผลการทดลองพบว่า การทดแทนแป้งเทมเป้ที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด (7.27) จากผู้บริโภค สำหรับการผสมเทมเป้ลงในส่วนผสมของคุ้กกี้ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า ค่าความแข็งของคุ้กกี้ที่ได้ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม และผลจากการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าคุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้ในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด (7.00) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์คัพเค้กและคุ้กกี้มาศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยการวัดคุณลักษณะเนื้อสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าคัพเค้กสามารถเก็บรักษาได้ 2 วัน และคุ้กกี้สามารถเก็บรักษาได้ 20 วัน

คำสำคัญ : คุ้กกี้ คัพเค้ก ถั่วขาว เทมเป้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Production of white kidney beans tempeh and application in Beakery products		
Students	Mr. Chatchapat	Sueng-Amornkiat	ID 55051260
	Miss. Prathanbhorn	Prangyoo	ID 55051326
	Miss. Panidsara	Chobsuk	ID 55051334
Degree	Bachelor of Science Industrial Microbiology		
Department	Biology		
Academic Year	2015		
Advisor	Assist.Prof. Linchong Suklampoo		

Abstract

The objective of this study was to produce tempeh from white kidney beans. The optimum level of *Rhizopus oligosporus* spore powder for a good quality tempeh was studied and white kidney beans tempeh was then applied to increase nutrients in cupcake and cookie. The results found that the level of spore powder for making a good quality tempeh was 0.3 % because the product had a good appearance from white mycelium of *Rhizopus oligosporus* that spreads on white kidney beans with the highest of total phenolic and percentage of DPPH inhibition. Then the tempeh was used in cupcakes by partial substitution of cake flour with tempeh flour and the results showed that the overall acceptability of cupcake made from tempeh powder of 15% by weight had the highest score (7.27 point) in consumer testing. For cookies supplemented with tempeh, texture analysis found that the hardness values that did not different from the control cookie. Results of sensory quality evaluation showed that cookie supplemented with tempeh at 10% get the highest score (7.00 point) of overall acceptance. Shelf-life of supplemented with tempeh cupcake and cookie during storage was studied by measuring texture properties. The obtained results found that the end-point of cupcake shelf–life was 2 days and the end-point of cookie shelf–life was 20 days.

Keywords : cookie , cupcake , white kidney beans , tempeh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้ได้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ลินจง สุขลำภู ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมโครงงานพิเศษ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้ความรู้ คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปัญหาในระหว่างการค้นคว้างานวิจัย รวมทั้งกรุณาตรวจทาน และแก้ไขโครงงานพิเศษฉบับนี้ ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.สุขใจ ชูจันทร์ ประธานกรรมการ และดร.วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ กรรมการ ที่ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ รวมทั้งกรุณาตรวจทาน และแก้ไขโครงงานพิเศษฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้อง ที่สนับสนุนส่งเสริมการศึกษา และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอขอบพระคุณพี่ๆ น้องๆ เพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาตรี และโททุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และคอยเป็นกำลังให้เสมอมา ตลอดจนผู้ที่มิได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ ที่ได้มีส่วนช่วยให้โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

หากโครงงานพิเศษฉบับนี้มีสิ่งใดขาดตกบกพร่อง คณะผู้จัดทำขออน้อมรับไว้ทั้งหมด ส่วนคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากโครงงานพิเศษฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชัชภัสส์ ซึ่งอมรเกียรติ
ประทานพร ปรางอยู่
ปาณิสรา ชอบสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	2
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เทมเป้	4
2.1.1 การทำเทมเป้	6
2.1.2 หัวเชื้อที่ใช้ทำเทมเป้	7
2.1.3 ประโยชน์ของเทมเป้	7
2.2 ถั่วขาว	8
2.2.1 การปลูกถั่วขาว	9
2.2.2 ประโยชน์ของถั่วขาว	9
2.3 สารประกอบฟีนอลิก	10
2.3.1 ลักษณะทั่วไปของสารประกอบฟีนอลิก	10
2.3.2 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบฟีนอลิก	10
2.3.3 ประโยชน์ของสารประกอบฟีนอลิก	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.4 วิธีที่ใช้ในการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก	12
2.4 สารอนุมูลอิสระ	13
2.4.1 แหล่งที่มาของอนุมูลอิสระ	15
2.4.2 ผลของสารอนุมูลอิสระในร่างกาย	15
2.5 สารต้านอนุมูลอิสระ	16
2.5.1 ความหมายของสารต้านอนุมูลอิสระ	16
2.5.2 ตัวอย่างของสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ	16
2.6 การประเมินความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นด้วยวิธี DPPH	17
2.7 คัพเค้ก	19
2.7.1 ประเภทของคัพเค้ก	20
2.7.2 วิธีตักส่วนผสมลงในถ้วยคัพเค้ก	21
2.7.3 การอบคัพเค้ก	21
2.7.4 การใช้เตาอบขนาดเล็กในการอบคัพเค้ก	21
2.7.5 วิธีทดสอบว่าเค้กสุก	22
2.7.6 การพักให้เย็น	22
2.7.7 การแต่งหน้าคัพเค้ก	22
2.7.8 ลักษณะของเค้กที่ดี	22
2.7.9 สิ่งที่ต้องระมัดระวังในการทำเค้ก	23
2.7.10 วิธีเก็บคัพเค้ก	24
2.8 คุ้กกี้	25
2.8.1 หลักของการของการทำเค้กและคุ้กกี้	25
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	35
3.1 เชื้อจุลินทรีย์	35
3.2 สารเคมี	35
3.3 วัตถุดิบ	35
3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์	36
3.5 วิธีการทดลอง	37
3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของถั่วขาว	37
3.5.2 การศึกษาการผลิตเทมเป้ถั่วขาวในระดับห้องปฏิบัติการ	38
3.6 การประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์เทมเป้ถั่วขาวในผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่	40
3.6.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์คัพเค้กจากแป้งเทมเป้ถั่วขาว	40
3.6.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุ้กกี้จากเทมเป้ถั่วขาว	41
3.7 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์คัพเค้กและคุ้กกี้	42
3.7.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีเบื้องต้น	42
3.7.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ	42
3.7.3 การตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์	42
3.7.4 การตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส	43
3.7.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา	43
3.7.6 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	44
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	45
4.1 คุณภาพทางเคมีเบื้องต้นของถั่วขาว	45
4.2 การศึกษาการผลิตเทมเป้ถั่วขาวในระดับห้องปฏิบัติการ	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.1 การตรวจสอบคุณลักษณะของเทมเป้	46
4.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของเทมเป้ถั่วขาว	46
4.2.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของเทมเป้ถั่วขาว	48
4.2.4 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของเทมเป้ถั่วขาว	49
4.3 การประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์เทมเป้ถั่วขาวในผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่	50
4.3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์คัพเค้กจากแป้งเทมเป้ถั่วขาว	50
4.3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุ้กกี้จากเทมเป้ถั่วขาว	57
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก ก.	70
ภาคผนวก ข.	73
ภาคผนวก ค.	81
ภาคผนวก ง.	82
ภาคผนวก จ.	84
ภาคผนวก ฉ.	122
ภาคผนวก ช.	141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงตัวอย่างอนุมูลอิสระที่สำคัญและสัญลักษณ์	14
2.2 แสดงสาเหตุที่ทำให้เค้กเสียและวิธีแก้ไขในการทำเค้ก	23
3.1 แสดงส่วนผสมในการทำคัพเค้กจากแป้งเค้กและแป้งเทมเป้	40
3.2 แสดงส่วนผสมในการทำคุ้กกี้จากเทมเป้ถั่วขาว	41
4.1 องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของถั่วขาว	45
4.2 คุณภาพทางเคมีเบื้องต้นของเทมเป้ถั่วขาวที่แปรปริมาณหัวเชื้อในระดับต่างๆ	47
4.3 องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของคัพเค้กสูตรต่างๆ ที่ทดแทนแป้งเทมเป้ในปริมาณต่างๆ	52
4.4 คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของคัพเค้กสูตรต่างๆ	55
4.5 คุณภาพทางเคมีเบื้องต้นของคุ้กกี้	59
4.6 การตรวจสอบการขยายตัวของคุ้กกี้	60
4.7 คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของคุ้กกี้สูตรต่างๆ	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะของเทมเป้จากถั่วเหลือง	4
2.2 ขั้นตอนพื้นฐานในการผลิตเทมเป้แบบดั้งเดิม	6
2.3 ขั้นตอนพื้นฐานในการผลิตเทมเป้แบบสมัยใหม่	6
2.4 ถั่วขาว (White kidney's beans)	8
2.5 โครงสร้างทางเคมีพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิก	11
2.6 แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดักชันของสารประกอบจำพวกฟีนอล	13
2.7 แสดงการเกิดปฏิกิริยาของสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	18
2.8 ลักษณะของคัพเค้ก	19
2.9 ลักษณะของคุ้กกี้	25
4.1 เทมเป้ที่แปรปริมาณหัวเชื้อ 0.3 0.5 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์	46
4.2 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของเทมเป้ที่แปรปริมาณหัวเชื้อ ระดับต่างๆ และถั่วขาว	49
4.3 เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของเทมเป้ที่แปรปริมาณหัวเชื้อระดับต่างๆและสารมาตรฐาน BHT	50
4.4 แป้งจากเทมเป้ถั่วขาว	51
4.5 คัพเค้กสูตรต่างๆ	53
4.6 ค่าความแน่นเนื้อของคัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในระดับต่างๆ	54
4.7 ค่าแสดงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้กสูตรควบคุมและคัพเค้กที่เติม แป้งเทมเป้ 15 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการเก็บรักษา	57
4.8 คุ้กกี้สูตรต่างๆ	60
4.9 ค่าความกรอบของคุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้บดหยาบและคุ้กกี้สูตรควบคุม	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 ค่าแสดงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้สูตรควบคุมและคุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้ 10 เปอร์เซ็นต์ในระหว่างการเก็บรักษา	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ถั่วขาว (white kidneys beans) เป็นพืชตระกูลเดียวกับถั่วเหลือง ถั่วปากอ้า และถั่วพู จึงมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus vulgalis* L. ถั่วขาวมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์เหมือนถั่วแดงหลวงและถั่วแขก กล่าวคือเป็นพืชล้มลุกฤดูเดียว ทรงต้นมีลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย มีระบบรากแก้วหยั่งลึกลงดิน ฝักอาจกลมหรือแบนประกอบด้วยเมล็ดหลายเมล็ด เมล็ดมีสีขาวและมีขนาดเล็กกว่าเมล็ดถั่วแดงหลวง ความเหมาะสมของพื้นที่ที่ใช้ปลูกอยู่ในเขตที่สูงที่มีอากาศเย็นที่ระดับความสูงประมาณ 800 ถึง 1,500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล โดยอุณหภูมิในช่วงการเจริญเติบโตควรอยู่ระหว่าง 18.3 ถึง 23.9 องศาเซลเซียส (ลักขณา, 2552)

ถั่วขาวได้ถูกนำมาแปรรูปทางด้านอุตสาหกรรมและอาหารพร้อมบริโภคต่างๆหลากหลาย เช่น ถั่วขาวในกาแฟและโกโก้ ซุปครีมถั่วขาว ถั่วขาวในซอสมะเขือเทศ เมื่อนำถั่วขาวมาสกัดด้วยน้ำจะได้สารสำคัญคือสารฟาซิโอลามิน ที่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส ซึ่งมีหน้าที่ทำให้อาหารประเภทแป้งที่บริโภคเข้าไปไม่เปลี่ยนสภาพเป็นน้ำตาลทั้งหมด การสะสมของไขมันที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปของน้ำตาลจึงลดลง เมื่อร่างกายได้รับพลังงานลดลง จึงดึงเอาไขมันเก่าที่สะสมไว้มาเผาผลาญ ทำให้ไขมันในร่างกายลดลง อย่างไรก็ตาม ยังมีอีกหลายข้อมูลที่ระบุว่าสารฟาซิโอลามินซึ่งเป็นสารประเภทโปรตีนอาจสลายไปตั้งแต่เข้าสู่กระเพาะอาหารเพราะถูกย่อยจากเอนไซม์โปรติเอส (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2558) อย่างไรก็ตามปัจจุบันนี้ ถั่วขาวได้รับความสนใจในกลุ่มผู้บริโภคอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพ เนื่องจากมีคุณประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพมากมาย เช่น ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ลดระดับไตรกลีเซอไรด์ (ธีรโชติ, 2557) มีปริมาณใยอาหารสูง ช่วยบำรุงสมอง มีแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของเอนไซม์ที่ช่วยล้างพิษในร่างกาย และมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

เทมเป้เป็นอาหารหมักที่นิยมกันมากในประเทศอินโดนีเซีย ในหมู่เกาะนิวกินีและสุมาตรา เทมเป้มีลักษณะเป็นก้อนถั่วที่ถูกหุ้มด้วยสปอร์เชื้อราของ *Rhizopus oligosporus* โดยถั่วที่นำมาใช้ในการหมักบางส่วนจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ของเชื้อรา ซึ่งจะทำให้มีกลิ่นหอมคล้ายเนื้อสัตว์ มีรสของถั่ว และมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างเหนียว ประโยชน์ของเทมเป้คือใช้ทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ในหมู่คนที่บริโภคมังสวิรัติ คนสูงอายุ หรือ ในหมู่คนที่รักสุขภาพ (Haizhen และคณะ, 2013) ซึ่งนอกจากจะมีประโยชน์จากโปรตีนแล้ว ยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามิน และใยอาหารอีกด้วย เทมเป้จะมีโปรตีนประมาณ 41.8 เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน 24.7 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 23.9 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 3.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งวิตามินต่างๆ จะเพิ่มขึ้นจากการหมัก รวมทั้งกรดอะมิโนอิสระด้วย (จันทร์นวล, 2557) เทมเป้มีปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นเมื่อเทียบกับถั่วที่ยังไม่ผ่านกระบวนการหมัก ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยต้านมะเร็งเต้านม และมะเร็งต่อมลูกหมาก ควบคุมโรคที่เกี่ยวกับฮอร์โมน และช่วยป้องกันโรคอ้วนได้ (Lu และคณะ, 2014) ในการบริโภคเทมเป้เป็นอาหาร สามารถบริโภคได้โดยตรงหรืออาจนำไปแปรรูปเพื่อประกอบอาหารอื่นๆ โดยอาจนำไปใช้แทนเนื้อสัตว์ นำไปผัด หรือนำไปแปรรูป เช่น ผลิตภัณฑ์คุ้กกี้มะพร้าวจากแป้งเทมเป้ (Rodrigo และคณะ, 2013) โดนัทจากแป้งเทมเป้ (นัสรินทร์ และคณะ, 2543) ผลิตภัณฑ์ข้าวตังหน้าตั้งจากเทมเป้ (สุชาดา และคณะ, 2542) น้ำพริกเผาเสริมโปรตีนจากเทมเป้ (พัชณี, 2545) ผลิตภัณฑ์อาหารมังสวิรัติปลาทูเค็มเจจากเทมเป้ (วิจาริณี, 2551) เป็นต้น

จากคุณประโยชน์จากถั่วขาวดังที่ได้กล่าวข้างต้น โครงงานพิเศษนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตเทมเป้จากถั่วขาว โดยใช้เชื้อ *Rhizopus oligosporus* จากนั้นทดลองนำเทมเป้ที่ได้มาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเป็นการพัฒนาเพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์และเพื่อเป็นทางเลือกของผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1) ศึกษาการผลิตเทมเป้จากถั่วขาว โดยศึกษาปริมาณหัวเชื้อผงของ *Rhizopus oligosporus* ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้เทมเป้ที่มีคุณภาพที่ดี

2) ศึกษาการผลิตแป้งจากเทมเป้ถั่วขาวเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทดแทนแป้งสาลีในส่วนผสมของคัพเค้ก และใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตคุ้กกี้เพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

ในโครงงานพิเศษนี้จะทำการศึกษาการผลิต เทมเป้จากถั่วขาว *(Phaseolus vulgalis* L.) โดยทำการศึกษาปริมาณหัวเชื้อผง *Rhizopus oligosporus* ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้เทมเป้ถั่วขาวที่มีคุณภาพที่ดี จากนั้นจะนำเทมเป้ถั่วขาวที่มีคุณภาพที่ดีมาผลิตแป้งจากเทมเป้ถั่วขาวเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทดแทนแป้งสาลีในส่วนผสมของคัพเค้ก และนำเทมเป้ถั่วขาวที่มีคุณภาพที่ดีมาผสมในคุ้กกี้เพื่อสุขภาพ และทดลองนำผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ที่พัฒนาจากเทมเป้ถั่วขาวไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อไป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ผลิตภัณฑ์เทมเป้ถั่วขาว ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ใช้รับประทานเพื่อทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ มีปริมาณไขมันต่ำ และมีปริมาณเยื่อใยสูง

2) ผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่จากเทมเป้ถั่วขาว สามารถเป็นอาหารทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

3) ผลิตภัณฑ์เทมเป้ถั่วขาวที่ได้ สามารถนำไปพัฒนาเป็นอาหารคาวหรือหวาน อื่นๆ ได้หลากหลาย เช่น ผลิตภัณฑ์คุ้กกี้มะพร้าวจากแป้งเทมเป้ โดนัทจากแป้งเทมเป้ ผลิตภัณฑ์ข้าวตังหน้าตั้งจากเทมเป้ น้ำพริกเผาเสริมโปรตีนจากเทมเป้ และผลิตภัณฑ์อาหารมังสวิรัติปลาทูเค็มเจจากเทมเป้ เป็นต้น

4) เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับถั่วขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทมเป้ (จันทร์นวล, 2557)

เทมเป้เป็นอาหารหมักที่เป็นที่นิยมในอินโดนีเซีย หมู่เกาะนิวกินีและสุมาตรา มีลักษณะเป็นก้อนหุ้มด้วยราไรโซปัส (*Rhizopus*) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 มีรสของถั่ว กลิ่นหอมคล้ายเนื้อสัตว์ เทมเป้มีหลายชนิด โดยมีทั้งที่ทำจากถั่วเหลือง (tempeh kedelai) ทำจาก กากถั่วเหลือง (tempeh gembus) ทำจากถั่วลิสง (tempeh bungkil) ทำจากมะพร้าว (tempeh bongkrek) แต่ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือเทมเป้จากถั่วเหลือง ส่วนประกอบของเทมเป้คือมีโปรตีนประมาณ 48.1 เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน 24.7 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 23.9 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 3.3 เปอร์เซ็นต์ วิตามินต่างๆจะเพิ่มขึ้นจากการหมัก รวมทั้งไนอะซิน ไรโบฟลาโวน กรดแพนโทเทียนิก วิตามินบี6 และบี12 กรรมวิธีในการผลิตมีทั้งแบบดั้งเดิมและแบบสมัยใหม่

รูปที่ 2.1 ลักษณะของเทมเป้จากถั่วเหลือง
ที่มา : foodnetworksolution.com/wiki/word/2559/tempeh-เทมเป้
(สืบค้นวันที่ 17 ตุลาคม 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 การทำเทมเป้

2.1.1.1 กรรมวิธีการผลิตเทมเป้แบบดั้งเดิม

เทมเป้เป็นอาหารที่ผลิตกันในครัวเรือนของประเทศอินโดนีเซีย การทำมีหลายขั้นตอน ดังนี้

รูปที่ 2.2 ขั้นตอนพื้นฐานในการผลิตเทมเป้แบบดั้งเดิม
ที่มา : จันทร์นวล (2557)

2.1.1.2 กรรมวิธีการผลิตเทมเป้แบบสมัยใหม่

รูปที่ 2.3 ขั้นตอนพื้นฐานในการผลิตเทมเป้แบบสมัยใหม่
ที่มา : จันทร์นวล (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 หัวเชื้อที่ใช้ทำเทมเป้

หัวเชื้อที่ใช้ในการทำเทมเป้ปัจจุบันมี 2 ชนิดที่ได้รับความนิยม โดยเทมเป้ที่ทำการหมักโดยวิธีแบบดั้งเดิมจะใช้หัวเชื้อเชิงพาณิชย์คือ อูซาร์ (Usar) และสำหรับการทำเทมเป้โดยวิธีสมัยใหม่ นิยมใช้หัวเชื้อบริสุทธิ์ คือ *Rhizopus oligosporus*

2.1.3 ประโยชน์ของเทมเป้

สารอาหารที่มีในเทมเป้ ได้แก่ โปรตีน เทมเป้เป็นอาหารที่มีปริมาณและคุณภาพของโปรตีนสูงกว่าเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์นม และโปรตีนในเทมเป้จะถูกย่อยเป็น free amino acid ทำให้มี free amino acid จะเพิ่มขึ้น และเพิ่มสูงสุดในชั่วโมงที่ 24 ของการหมัก แต่ถ้าหมักนานเกินไปจะเกิดการสูญเสีย lysine ซึ่งจะสูญเสียไปถึง 25 เปอร์เซ็นต์ หากหมักเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

ไขมัน ในเทมเป้สุกมีปริมาณไตรกลีเซอไรด์ต่ำ เพราะถูก hydrolyzed เป็น free fatty acid เทมเป้จัดเป็นอาหารลดความอ้วนได้ดีเพราะให้พลังงานต่ำ นอกจากนี้ยังมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวน้อย อุดมไปด้วย lecithin และกรดไขมันจำเป็นชนิดไม่อิ่มตัว เช่น กรด linoleic ในปริมาณสูง ซึ่งทำหน้าที่เป็น emulsifier และช่วยกำจัด cholesterol และกรดไขมันชนิดอื่นๆ ตามกระแสโลหิตได้อีกด้วย โดยเมื่อทำการทดลองในหนูที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีเทมเป้เป็นส่วนผสม 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีการลดลงของ serum cholesterol 60-70 เปอร์เซ็นต์

วิตามินและเกลือแร่ เทมเป้เป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่รับประทานอาหารมังสวิรัติ เพราะมีวิตามินสูง ซึ่งมีงานวิจัยมากมายที่รายงานว่ามีการเพิ่มขึ้นของวิตามินภายหลังการหมัก พบว่า riboflavin, panthothenic acid, niacin, vitamin B6 และ vitamin B12 จะเพิ่มขึ้นในขณะที่ thiamine จะลดลงเล็กน้อยในกระบวนการหมัก (Steinkraus และคณะ, 1983) โดยเฉพาะ vitamin B12 ที่มีในปริมาณที่สูงมาก ในเทมเป้มีแบคทีเรียที่สร้าง vitaminB12 ได้คือ พวก *Klebsiella spp., Enterococcus spp.* และแบคทีเรียรูปแท่งแกรมบวก-แกรมลบที่ยังพิสูจน์ไม่ได้จำนวนหนึ่ง ส่วนเกลือแร่ที่พบในเทมเป้นั้น ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก แมงกานีส เป็นต้น

ไฟเบอร์ ในเทมเป้มีกากใยสูง (เทมเป้ถั่วเหลืองจะมีปริมาณ fiber มากกว่าถั่วเหลืองซีกสุก) เพราะ fiber ที่เพิ่มขึ้นมานั้นมาจากเส้นใยเชื้อรา ซึ่งจะช่วยทำให้ระบบการย่อยอาหาร ดำเนินได้อย่างปกติซึ่งพบว่า เทมเป้สดที่ยังไม่ได้ทอดมีกากใยในปริมาณ 1.4 กรัม ต่อ 100 กรัม ของเทมเป้สด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ถั่วขาว (ลักขณา, 2552)

ถั่วขาว (White kidneys beans, Navy bean) เป็นชื่อที่ ม.จ. ภีศเดช รัชนี องค์ประธานมูลนิธิโครงการหลวงทรงอนุมัติให้ใช้ และทรงสนับสนุนให้มีการส่งเสริมควบคู่ไปกับถั่วแดงหลวงถั่วปากอ้า ถั่วแขก และถั่วพู จึงเรียกชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus vulgalis L.* มีชื่อเดิมว่า ถั่วแฮริคอต (Haricot bean) เป็นถั่วที่ชาว แอซแทกส์ (Aztecs) นำเข้ามาปลูกในอเมริกากลางลักษณะคล้ายกับถั่วฝักยาว และถั่วบอร์ลอตติ (Borlotti bean) มีต้นกำเนิดในพื้นที่สูง ในแถบประเทศเม็กซิโก กัวเตมาลา หลังการค้นพบทวีปอเมริกาได้กระจายเข้าสู่ทวีปยุโรปและทวีปอื่นๆ

ถั่วขาวมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์เหมือนถั่วแดงหลวง และถั่วแขก กล่าวคือ เป็นพืชล้มลุกฤดูเดียว ทรงต้นเป็นพุ่มเตี้ย ใบเป็นชุดประกอบด้วยใบย่อย 3 ใบ ลักษณะของใบย่อยอาจกว้างหรือแคบขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ มีระบบรากแก้วหยั่งลึกลงดิน ดอกออกเป็นช่อ มีลักษณะเช่นเดียวกับดอกถั่วทั่วๆไป โดยธรรมชาติเป็นพืชผสมตัวเอง ภายหลังการผสมพันธุ์ฝักจะเจริญออกมายาว ฝักอาจกลมหรือแบน ประกอบไปด้วยเมล็ดหลายเมล็ด เมล็ดมีลักษณะสีขาว กลมและมีขนาดเล็กกว่าถั่วแดงหลวง ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ถั่วขาวมีจำนวนโครโมโซม 22 โครโมโซม ($2n = 2x = 22$) เท่ากันกับถั่วแดงหลวงและถั่วแขก ถั่วขาวในประเทศไทยจัดเป็นพืชที่นำเข้าจากต่างประเทศตามถิ่นกำเนิดของพืช ความเหมาะสมของพื้นที่ที่ใช้ปลูกในประเทศไทยจึงอยู่ในเขตบนที่สูงที่มีอากาศเย็นที่ระดับความสูงประมาณ 800 - 1,500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล อุณหภูมิในช่วงการเจริญเติบโตควรอยู่ระหว่าง 18.3 – 23.9 องศาเซลเซียส อากาศร้อนกว่า 24 องศาเซลเซียส อาจทำให้การผสมเกสรไม่ดี ดอกร่วง อากาศเย็นและชื้น ฝนชุกก็จะทำให้การเติบโตไม่ดี และไม่ทนต่อการเกิดน้ำค้างแข็ง

รูปที่ 2.4 ถั่วขาว (White kidney's beans)
ที่มา : http://www.mamaexpert.com/topic/9213 (สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การปลูกถั่วขาว

การปลูกถั่วขาว ดินที่ปลูกควรมีความอุดมสมบูรณ์และมีการระบายน้ำได้ดี ไม่เป็นกรดจัด ดินที่ใช้ปลูกได้ผลผลิตดีควรมีระดับความเป็นกรด (pH) 6.5 ถึง 6.8 ระยะปลูกระหว่างหลุมและระหว่างแถวควรจะอยู่ประมาณ 25 คูณ 50 เซนติเมตร ใช้เมล็ดพันธุ์ดีประมาณ 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยหยอดหลุมละ 4 ถึง 5 เมล็ด

2.2.2 ประโยชน์ของถั่วขาว

การใช้ประโยชน์ของถั่วขาว ได้ถูกนำมาแปรรูปทางด้านอุตสาหกรรมและอาหารพร้อมบริโภคต่างๆ หลากหลาย เช่น ถั่วขาวในกาแฟและโกโก้ ซุปครีมถั่วขาว ถั่วขาวผสมคอลลาเจน ถั่วขาวในซอสมะเขือเทศ หรือจะเป็นเมล็ดแห้งก็พบเช่นกัน จากการวิเคราะห์ ถั่วสุกในประเทศกัวเตมาลา พบว่า มีโปรตีน 24.9 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.7 เปอร์เซ็นต์ และเส้นใย 2.8 เปอร์เซ็นต์

การนำเมล็ดถั่วขาวมาสกัดด้วยน้ำ จะพบสาร ฟาซิโอลามิน (Phaseolamin) ในส่วนของโปรตีน ที่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส ซึ่งทำหน้าที่ย่อยคาร์โบไฮเดรต ทำให้อาหารประเภทแป้งที่เราบริโภคเข้าไปไม่เปลี่ยนสภาพเป็นน้ำตาลทั้งหมด โดยสารฟาซิโอลามินในถั่วขาวมีฤทธิ์ในกระบวนการย่อยแป้งเป็นน้ำตาลถึง 66 เปอร์เซ็นต์ แล้วขับถ่ายแป้งออกมาทั้งหมดที่เหลืออีก 34 เปอร์เซ็นต์ นั้นเอนไซม์จะย่อยน้ำตาลอย่างอิสระเช่นเดิม แป้งที่บริโภคเข้าไปจึง ไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทั้งหมด การสะสมของไขมันที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปของน้ำตาลจึงลดลงด้วย เมื่อร่างกายได้รับพลังงานลดลงจึงดึงเอาไขมันเก่าที่สะสมไว้มาเผาผลาญ ทำให้ไขมันในร่างกายลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติที่นิยมและโดดเด่นที่สุดสำหรับถั่วขาวสกัด คือการเป็นอาหารเสริมลดน้ำหนักที่มีประสิทธิภาพ ถั่วขาวมีจุดเด่นดังนี้

1. ช่วยให้ร่างกายลดการดูดซึมสารอาหารประเภทแป้งได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้แป้งถูกปลี่ยนเป็นน้ำตาลและถูกเก็บเป็นไขมันน้อยลง จึงขึ้นชื่อว่าเป็น ตัวบล็อคแป้ง (Starch Blocker)
2. มีส่วนช่วยในการยับยั้งการย่อยของคาร์โบไฮเดรต
3. ป้องกันไม่ให้เกิดอาการหิวบ่อย
4. มีส่วนช่วยในการลดน้ำหนัก
5. ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ฟื้นฟูในผู้ป่วยโรคเบาหวาน
6. ลดระดับไตรกลีเซอไรด์
7. ช่วยระบบขับถ่าย แก้ปัญหาท้องผูก เนื่องจากในถั่วขาวมีใยอาหารในปริมาณมาก

2.3 สารประกอบฟีนอลิก (อนุชิตา, 2555)

2.3.1 ลักษณะทั่วไปของสารประกอบฟีนอลิก

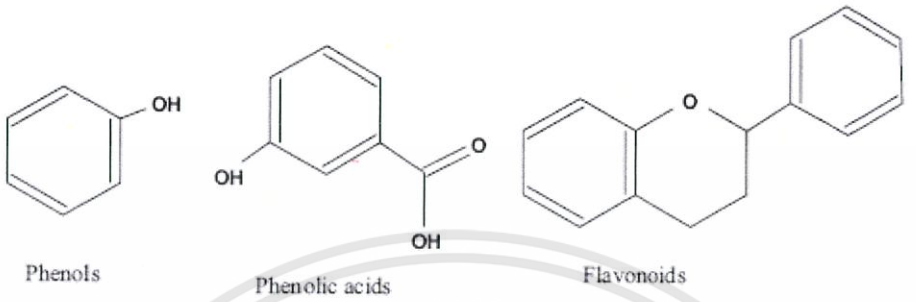
สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารทุติภูมิ (secondary metabolites) ที่พบได้ทั่วไปในพืช ถูกผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและช่วยป้องกันเชื้อโรค หรือแมลงศัตรูที่เข้าไปทำลายเซลล์ต่างๆ ของพืชรวมถึงการให้สีสันกับพืชด้วย นอกเหนือจากบทบาทในต้นพืชเองแล้ว หากนำพืชนั้นมาเป็นอาหาร สารประกอบฟีนอลิก มีบทบาทที่สำคัญในร่างกาย โดยเฉพาะการลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังหลายชนิด และเกี่ยวข้องกับคุณภาพของอาหาร เช่น การให้คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผัก ผลไม้ และธัญพืช ให้สี กลิ่น และรสชาติ (ซึ่งประกอบด้วยรสฝาด (Astringency) และรสขม (bitter)

2.3.2 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิกที่พบในธรรมชาติมีหลายประเภท มีลักษณะและสูตรโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันไป แต่มีโครงสร้างทางเคมีพื้นฐาน ดังรูป 2.5 กล่าวคือ สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารที่มีโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนอะโรมาติก (aromatic ring) อาจมีจำนวนหนึ่งวงหรือมากกว่า และมีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group; OH) อย่างน้อยหนึ่งหมู่ หรือมากกว่านั้น จึงจัดเป็นอนุพันธุ์ของฟีนอล และเรียกรวมๆ ว่า “สารประกอบฟีนอล” หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"สารประกอบฟีนอลิก" หรือ"สารโพลีฟีนอล" ในปัจจุบันเท่าที่ทราบโครงสร้างทางเคมีแล้วมีมากกว่า 4,000 ชนิด คุณสมบัติทั่วไปของสารประกอบฟีนอลิก คือละลายในน้ำได้เล็กน้อยและสามารถละลายได้ดีในสารละลายอินทรีย์ พืชแต่ละชนิดจะมีสารประกอบฟีนอลที่แตกต่างกันไป



รูปที่ 2.5 โครงสร้างทางเคมีพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิก
ที่มาของภาพ : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/phenolic-compound
(สืบค้นวันที่ : 16 ธันวาคม 2558)

โดยทั่วไปสารประกอบฟีนอลิกถูกแบ่งกว้างๆได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่ กรดฟีนอลิก (phenolic acids) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) สติลบีนส์ (stillbenes) คูมารินส์ (coumarins) และแทนนินส์ (tannins) ซึ่งแต่ละประเภทยังแบ่งย่อยเป็นกลุ่มต่างๆอีกมากมาย ซึ่งกลุ่มใหญ่ที่สุดพบในธัญพืช คือกลุ่ม กรดฟีนอลิก และกลุ่มฟลาโวนอยด์

2.3.3 ประโยชน์ของสารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิกมีสมบัติเป็นแอนติออกซิแดนท์ เช่น ฟลาโวนอยด์ กรดฟิโนลิก และแทนนิน เป็นต้น ทำหน้าที่เป็นตัวกำจัดอนุมูลอิสระที่สำคัญ โดยเฉพาะอนุมูลเปอร์ออกซิล จึงสามารถป้องกันการเกิดขั้นตอน propagation ของปฏิกิริยาลูกโซ่ และสามารถหยุดปฏิกิริยาได้ สารประกอบฟีนอลิกบางชนิด เช่น เคอร์ซิทิน (quercetin) สามารถทำหน้าที่เป็นสารคีเลต ทำหน้าที่ดักจับไอออนของโลหะ เช่น เหล็ก และทองแดง ไว้ในโมเลกุล สารประกอบฟีนอลิกทำหน้าที่เป็นทั้งสารให้อิเล็กตรอนและเป็นตัวให้ไฮโดรเจนอะตอมกับอนุมูลอิสระ ทำให้สามารถกำจัดอนุมูลที่มีออกซิเจนที่อยู่ในรูปแอคทีฟ (ROS) ได้ จึงทำให้สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารต้านออกซิเดชัน หรือแอนติออกซิแดนท์ที่สำคัญ

นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกยังเกี่ยวข้องกับการป้องกัน และลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆได้มากมาย ถึงแม้ว่าบางบทบาทหน้าที่ อาจจะยังไม่มีผลการศึกษามากนัก ซึ่งต่างจากคุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเป็นแอนติออกซิแดนท์ ที่ได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวาง โดยบทบาทสำคัญของสารประกอบฟีนอลิกไว้ดังนี้

1. ป้องกันการเกิดเนื้องอก ที่อาจพัฒนาเป็นมะเร็ง ด้วยคุณสมบัติต่อต้านออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิก

2. ป้องกันโรคหัวใจและเส้นโลหิตแตกในสมอง เนื่องจากสารฟีนอลิกช่วยลดระดับแอลดีแอลคอเรสตอรอล (low density lipoprotein ; LDL cholesterol) และไตรกลีเซอไรด์ แต่ช่วยเพิ่มระดับเอชดีแอลคอเลตอรอล (high density lipoprotein ; HDL cholesterol) ซึ่งเป็นคอเลสเตอรอลที่ช่วยกำจัดเกล็ดเลือด (platelet) ที่เกาะตามผนังเส้นเลือดใหญ่ออกไป

3. ลดความดันโลหิต สาเหตุที่เกิดความดันโลหิตสูงเพราะไตหลั่งเอนไซม์ angiotension conveting enzyme (ACE) โดยสารประกอบฟีนอลิกจะไปช่วยยับยั้งการหลั่งเอนไซม์ดังกล่าว

4. ลดระดับน้ำตาลในเลือด สารประกอบฟีนอลิกสามารถช่วยยับยั้งการทำงานของ เอนไซม์อะไมเลส (amylase) ที่ทำหน้าที่เร่งการย่อยโมเลกุลแป้งไปเป็นน้ำตาล

5. ต่อต้านออกซิเดชันที่เกิดขึ้นในสมอง โดยโพลีฟีนอลอาจช่วยป้องกันโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease) โดยรวมกับโลหะที่กระตุ้นให้เกิดสะสม amyloid beta peptide

6. ช่วยต่อต้านเชื้อแบคทีเรียและไวรัส

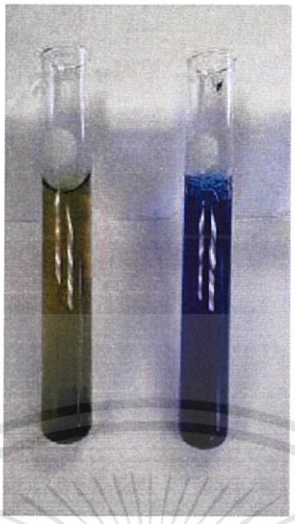
7. ช่วยลดอาการอักเสบต่างๆ

8. ช่วยชะลอความเสื่อมตามอายุของเซลล์ในร่างกาย เพราะมีคุณสมบัติต่อต้านออกซิเดชัน

2.3.4 วิธีที่ใช้ในการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

วิธีที่นิยมนำมาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก คือวิธี Folin-Ciocalteu ซึ่งสารละลาย Folin-Ciocalteu นั้น ประกอบไปด้วยฟอสโฟโมลิบเดต และ ฟอสโฟทังสเตท จะเป็นตัววัดปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก โดยหลักการอาศัยการเกิดปฏิกิริยารีดักชันของสารประกอบจำพวกฟีนอล โดยสารละลาย Folin-Ciocalteu ในสภาวะที่เป็นด่างให้สารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน ดังรูปที่ 2.6 โดยหลอดขวาเป็นหลอดของตัวอย่างหลังจากเติมสาร Folin-Ciocalteu และตั้งทิ้งไว้ 60 นาที ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาปริมาณได้โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโมเมตร ค่าที่ได้นั้นนิยมนำมาเทียบกับค่ามาตรฐานที่ได้จากกราฟมาตรฐาน โดยกราฟมาตรฐานส่วนมากที่ใช้จะเป็นกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงการเกิดปฏิกิริยารีดักชันของสารประกอบจำพวกฟีนอล
ที่มา : http://www.biochempages.com/2015/08/different-ways-of-protein-concentration-estimation.html (สืบค้นวันที่ : 16 ธันวาคม 2558)

2.4 สารอนุมูลอิสระ (อนุชิตา, 2555)

อนุมูลอิสระ คือ อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนไม่เป็นคู่ (unpaired eletron) อยู่วงอิเล็กตรอนวงนอกสุด (outer orbital) อนุมูลอิสระสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อพันธะระหว่างอะตอมแตกออกและมีอิเล็กตรอนเดี่ยวคงเหลือบนอนุมูล ความสามารถของอนุมูลอิสระในการเข้าทำปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง และความชื้น เป็นต้น อนุมูลอิสระมีทั้งที่อยู่ในสภาวะเป็นกลางทางไฟฟ้า และอนุมูลอิสระที่มีประจุไฟฟ้า โดยมีทั้งประจุบวกและลบ สัญลักษณ์ทางเคมีของอนุมูลอิสระ คือ อิเล็กตรอนเดี่ยวของอนุมูลอิสระจะแสดงในจุดของตำแหน่งข้างบนของสัญลักษณ์ทางเคมี เช่น อนุมูล R· แทนอะตอมหรือโมเลกุลของอนุมูลอิสระที่ไม่จำเพาะเจาะจง ซึ่งอนุมูลอิสระมีทั้งที่เป็นประจุบวก (radical cation ; $R\cdot^{+}$) เช่น pyridinyl radical ($NAD\cdot^{+}$) และประจุลบ (radical anion ; $R\cdot^{-}$) เช่น อนุมูล superoxide anion radical ($O_2^{-}\cdot$) หรืออนุมูลอิสระที่เป็นกลาง (neutral radical) เช่น peroxyl radical (ROO·) เป็นต้น โดยทั่วไปที่ทำการศึกษาอยู่ในปัจจุบันเป็นประเภทที่เป็นกลาง ตัวอย่าง อนุมูลอิสระที่มีความสำคัญในทางชีวภาพ แสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างอนุมูลอิสระที่สำคัญและสัญลักษณ์

อนุมูลอิสระ	สัญลักษณ์
Reactive oxygen species (ROS)	
Superoxide, superoxide anion	$O_2^{-}\cdot$
Hydroxyl radical	HO·
Hydroperoxyl radical	HOO·
Alkyl radical	R·
Alkoxyl radical	RO·
Peroxyl radical	ROO·
Reactive nitrogen species (RNS)	
Nitric oxide	NO·
Nitrogen dioxide	$NO_2\cdot$
อื่นๆ	
Glutathiyl radical	GS·
Methyl radical	$CH_3\cdot$
Thioyl radical	RS·
Hydrogen atom	H·

ที่มา : อนุชิตา (2555)

เนื่องจากมีอิเล็กตรอนที่โดดเดี่ยว (unpaired electron) อยู่ในวงโคจรของโมเลกุลทำให้อนุมูลอิสระมีความเสถียรต่ำและไวต่อการเกิดปฏิกิริยาสูง จึงทำปฏิกิริยากับโมเลกุลที่อยู่รอบๆ ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโมเลกุลต่างๆได้หลายแบบ เช่น ไปแย่งจับหรือไปเพิ่มอิเล็กตรอนหนึ่งตัวให้แก่อะตอมอื่นหรือไปดึงเอาอิเล็กตรอนหรือทำให้เกิดการสูญเสียอิเล็กตรอนกลายเป็นอนุมูลอิสระชนิดใหม่ และอนุมูลอิสระที่เกิดมาใหม่นี้จะไปทำปฏิกิริยากับสารโมเลกุลอื่นต่อไป เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) ต่อกันไปเรื่อยๆ ในร่างกายอนุมูลอิสระจะทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลแล้วเหนี่ยวนำให้เซลล์และอวัยวะต่างๆได้รับความเสียหาย ซึ่งอาจจะมีความรุนแรงถึงการก่อให้เกิดเป็นโรคต่างๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 แหล่งที่มาของอนุมูลอิสระ (อนุชิตา, 2555)

อนุมูลอิสระมีแหล่งที่มาทั้งจากภายนอกร่างกายและภายในร่างกาย แหล่งจากภายนอกได้แก่ สิ่งแวดล้อมที่มีมลพิษในอากาศพวกไนตรัสออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ สิ่งแวดล้อมที่มีฝุ่น ควันบุหรี่ อาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว หรือการบริโภคธาตุเหล็กในปริมาณที่สูงเกินไป แสงแดด คลื่นความร้อน และรังสีแกมม่า เป็นต้น ส่วนแหล่งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย เช่น เกิดจากเมตาบอลิซึมภายในเซลล์

2.4.2 ผลของสารอนุมูลอิสระในร่างกาย (นิทราพร, 2542)

ผลของการเกิดอนุมูลอิสระ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคมะเร็ง โรคของหลอดเลือด โรคต้อกระจก โรคจอตาเสื่อม โรคข้ออักเสบ โรคไต โรคปอด โรคของระบบย่อยอาหารและโรคของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย อนุมูลอิสระยังเกี่ยวข้องกับโรคที่เกี่ยวข้องกับความเสื่อมของร่างกาย ที่มีสาเหตุจากฤทธิ์ของแอลกอฮอล์ ความชราภาพ สารกัมมันตภาพรังสี การมีธาตุเหล็กมากเกินและ จากโรคที่มีผลกระทบต่อระบบหมุนเวียนเลือด เมื่อใดก็ตามที่กระบวนการออกซิเดชันเกิดขึ้น จะเกิดต่อเนื่องกันไปอย่างไม่หยุดยั้ง ดังนั้นจึงยากที่จะแก้ไขได้

อนุมูลอิสระเกิดขึ้นได้ โดยในธรรมชาติ ร่างกายจะมีการสร้างอนุมูลอิสระจากกระบวนการต่างๆ ที่มีการใช้ออกซิเจน เช่นเมื่อเรากินอาหารเข้าไป ร่างกายจะเปลี่ยนอาหารส่วนใหญ่ให้เป็นพวกน้ำตาล หลังจากนั้นโครงสร้างเล็กๆ ในเซลล์ที่เรียกว่าไมโตคอนเดรีย จะเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นพลังงานโดยอาศัยออกซิเจน ปฏิกิริยานี้จะทำให้เกิดอนุมุลอิสระขึ้น ซึ่งถ้าในร่างกายไม่มีสารต้านอนุมูลอิสระมาช่วยป้องกัน เซลล์ก็จะเกิดความเสียหาย

อนุมูลอิสระ ใช่ว่าจะมีแต่ผลเสียเพียงอย่างเดียว ร่างกายต้องใช้อนุมูลอิสระเพื่อเป็นตัวนำสารเคมีบางอย่างที่จำเป็นในการผลิตฮอร์โมนและกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่างๆในระบบภูมิต้านทานอนุมูลอิสระจะช่วยป้องกันร่างกายจากการรุกรานของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อไวรัส ดังนั้นปัญหาจากอนุมูลอิสระที่เราพบทุกวันนี้เกิดจากการมีอนุมูลอิสระล้นเกิน อันมีสาเหตุจาก สภาวะแวดล้อมที่เป็นพิษ และภาวะทุโภชนาการต่างๆ จนเกินขีดความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระจะกำจัดออกให้หมดได้ จึงทำให้เกิดโทษแก่ร่างกาย ดังนั้น ถ้าเรารักษาร่างกายให้แข็งแรง อาหารการกินถูกส่วนและอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ดีอนุมูลอิสระจะไม่สามารถทำอันตรายได้ การออกกำลังกายหนักๆ ก็มีผลทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้นได้ แต่ร่างกายจะสามารถกำจัดออกได้โดยที่ยังได้รับประโยชน์จากการออกกำลังกายนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 สารต้านอนุมูลอิสระ

2.5.1 ความหมายของสารต้านอนุมูลอิสระ (อนุชิตา, 2555)

สารต้านอนุมูลอิสระ หรือสารต้านออกซิเดชัน ตรงกับภาษาอังกฤษคำว่า Antioxidant หรือ Antiradical หมายถึงการทำหน้าที่ยับยั้งหรือต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือขจัดอนุมูลอิสระ เป็นสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ ในกรณีที่อยู่ในร่างกาย สารแอนติออกซิแดนท์จะมีฤทธิ์ทำลายอนุมูลอิสระในร่างกาย โดยใช้ในความเข้มข้นค่อนข้างต่ำ ก็มีผลในการยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้แอนติออกซิแดนท์ยังถูกใช้เพื่อเป็นสารยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมต่างๆหลายชนิด เช่น ผลิตภัณฑ์อาหาร ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์ยา

ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้นจะมีระบบป้องกันการถูกทำลายของเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระอยู่แล้ว ซึ่งประกอบไปด้วยแอนติออกซิแดนท์หลากหลายชนิดที่ทำหน้าที่แตกต่างกันไป เช่น บางชนิดเป็นเอนไซม์ หรือเป็นสารประกอบ แอนติออกซิแดนท์เหล่านี้ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระและกำจัดอนุมูลอิสระ นอกจากนี้แอนติออกซิแดนท์บางชนิดยังทำหน้าที่ซ่อมแซมเซลล์ต่างๆ ที่ถูกทำลายโดยอนุมูลอิสระด้วย โดยปกติร่างกายมนุษย์สามารถผลิตแอนติออกซิแดนท์ได้เอง ซึ่งส่วนหนึ่งคือเอนไซม์และโปรตีนที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น superoxide dismutase (SOD) catalase (CAT) glutathione peroxidase (GPX) และ glutathione (GSH) อย่างไรก็ตาม แอนติออกซิแดนท์ที่มีในร่างกายอาจจะไม่เพียงพอต่อความต้องการในบางครั้ง และในแต่ละคนก็มีความต้องการในปริมาณที่ต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องได้รับจากภายนอกร่างกาย ส่วนหนึ่งสามารถรับได้จากอาหาร โดยเฉพาะผักและผลไม้ เป็นแหล่งของแอนติออกซิแดนท์สำคัญ ได้แก่ วิตามินต่างๆ เช่น วิตามินซี (ascorbic acid) วิตามินเอ (retinoids) แคโรทีนอยด์ (caroteniods) และวิตามินอี (tocopherols และ tocotriemols) นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่มโพลีฟีนอล เช่น ไอโซฟลาโวน ฟลาโวนส์ ฟลาโวนอล และแอนโทไซยานิน ซึ่งสารเหล่านี้สามารถพบได้ในพืชทั่วไป

2.5.2 ตัวอย่างของสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ

แหล่งสำคัญที่สุดที่เราจะได้สารต้านอนุมูลอิสระและวิตามิน คือแหล่งอาหารจากธรรมชาติ โดยเฉพาะในพวกพืชผักและผลไม้สด ที่พบมากที่สุดได้แก่ บร็อกโคลีสดหรือแช่แข็ง กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี (แนะนำกินสดหรือลวก ไม่แนะนำให้ใช้วิธีต้ม เพราะจะสูญเสียสารที่เป็นประโยชน์ออกไปหมด)ผักที่มีสีเขียวเข้มๆ หรือผักใบเขียว เช่น ผักโขม หรือ ผักกาดเขียว หอมหัวใหญ่ หรือกระเทียม พืชผักที่มีสีเหลือง เช่น แครอท ฟักทอง มันเทศ ผลไม้สดหรือน้ำผลไม้ (นิทราพร, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้สารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติยังพบในพวก ธัญพืช ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะสารแอนติออกซิแดนท์ที่สำคัญ โดยพิจารณาจากปริมาณของสารที่พบ หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการออกฤทธ์ของสารแอนติออกซิแดนท์และการนำไปใช้ แอนติออกซิแดนท์ที่พบในธัญพืชเป็นไฟโตเคมิคอล (phytochemical) หรือ พฤกษเคมี หมายถึงสารเคมีที่ผลิตโดยพืช เมื่อบริโภคเป็นประจำ จะส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค แต่ไม่ใช่สารอาหารจำเป็น นักวิทยาศาสตร์พบว่าสารพฤกษเคมีสร้างประโยชน์ต่อร่างกายด้วยกลไกการออกฤทธิ์ในรูปแบบต่างๆ เช่น ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันและทำลายฤทธ์ของอนุมูลอิสระ จึงสามารถลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสารชีวโมเลกุล เช่น ดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้สารพฤกษเคมีลดการเกิดโรคมะเร็ง เพิ่มภูมิต้านทานโรค และควบคุมการออกฤทธ์ฮอร์โมน

แอนติออกซิแดนท์ที่สามารถพบได้ในธัญพืชแทบทุกชนิดส่วนใหญ่ เช่น สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) แคโรทีนอยด์ (carotenoid) โทโคเฟอรอล (tocopherol) และโทโคไตรอีนอล (tocotrienol) เป็นต้น แต่ไม่ได้จำกัดเฉพาะสารเหล่านี้เท่านั้น ยังมีพฤกษเคมีอื่นๆอีกที่พบในปริมาณที่แตกต่างกันไปตามชนิดและพันธุ์ของพืช เช่น แกมมาออริซานอล (-oryzanol) พบมากในข้าว ขณะที่ลิกแนน (lignan) พบมากในข้าวโอ๊ต เป็นต้น (อนุชิตา, 2555)

2.6 การประเมินความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นด้วยวิธี DPPH (พรรณี, 2550)

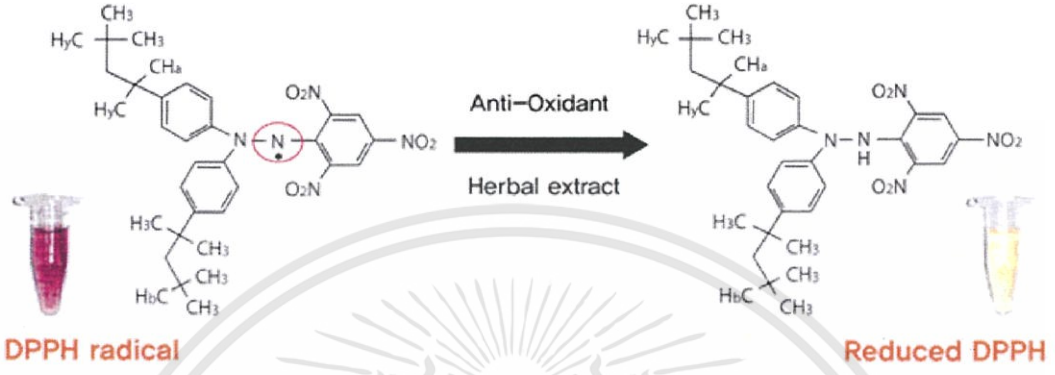
DPPH assay เป็นวิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ซึ่งใช้ reagent คือ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl เป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ง่ายต่อการวิเคราะห์ ให้ความถูกต้องและแม่นยำสูง หลักการ คือ DPPH เป็น stable radical ในตัวทำละลายเมทานอล (methanol) สารละลายนี้มีสีม่วง ซึ่งดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 515-517 นาโนเมตร (nm) โดย DPPH จะเกิดปฏิกิริยากับ antioxidant (AH) หรือกับ radical species (R)

$$DPPH + AH \longrightarrow DPPH\text{-}H + A$$

$$DPPH + R \longrightarrow DPPH\text{-}R$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคือ เมื่อ DPPH ทำปฏิกิริยากับสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สีของสารละลายสีม่วงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง โดยเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระที่ใช้เป็นมาตรฐาน BHT ถ้าตัวอย่างมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้สูง ความเข้มของสารละลายสีม่วงจะลดลง



รูปที่ 2.7 แสดงการเกิดปฏิกิริยาของสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
ที่มา : http://www.damocos.co.kr/damo/language/english/lab_paper3.php (สืบค้นวันที่ : 16 ธันวาคม 2558)

การแสดงผลการศึกษาความสามารถในการต้านออกซิเดชัน ในสารตัวอย่างนิยมรายงานเป็นค่า 50 เปอร์เซ็นต์ effective concentration (EC_{50}) ซึ่งหมายถึงปริมาณสารต้านออกซิเดชันที่ทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตัวอย่างกับค่าการดูดกลืนแสง แล้วหาค่า EC_{50} จากกราฟแสดงค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ แล้วใช้ค่า EC_{50} ในการเปรียบเทียบความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระระหว่างตัวอย่างที่ทดสอบกับสารมาตรฐาน BHT คำนวณ % Radical Scavenging (เปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ)

$$\%\text{Radical Scavenging} = [(AB - AA) / AB] \times 100$$

เมื่อ AA = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารตัวอย่างผสมกับ DPPH

AB = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารละลาย DPPH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 คัพเค้ก (ภัณฑิรา, 2556)

คัพเค้กเกิดขึ้นครั้งแรกที่ประเทศสหรัฐอเมริกา มีต้นกำเนิดมาจากมาจากแม่บ้านคนหนึ่งอยากทำขนมเค้กชิ้นเล็กให้สมาชิกในบ้านแต่แทนที่จะใช้พิมปอนด์เหมือนปกติทั่วไปกลับหันมาใช้ถ้วยใส่อาหารแทน หลังจากนั้นความนิยมของคัพเค้กก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื้อคัพเค้กที่นิยมทำมากที่สุดคือ บัตเตอร์เค้ก คัพเค้กที่ดีต้องมีกลิ่นหอมของเนย รสชาติเข้มข้น เนื้อแน่นแต่นุ่มลิ้นและไม่แห้งเกินไป ช่วงต้นศตวรรษที่ 19 คิดค้นขึ้นมาเพื่อต้องการประหยัดเวลาในการทำ จึงได้คิดทำเค้กเป็นถ้วยๆ ต้นกำเนิดของคำว่าคัพเค้กนั้น นักประวัติศาสตร์ด้านอาหารคิดว่าน่าจะมาจาก 2 ทฤษฎี คือ 1. มาจากการทำคัพเค้กในถ้วย จึงเรียกว่า คัพเค้ก (cupcake) 2. มาจากเวลาทำเค้กชนิดนี้มาตราส่วนในการตวงใช้เป็นถ้วย จึงเรียกว่า คัพเค้ก (cupcake) ดั้งเดิมของคัพเค้กชนิดนี้เรียกว่า number cake, 1234 cakes, quarter cakes เพราะง่ายในการจำสูตร วิธีทำโดยใช้เนย 1 ถ้วย น้ำตาล 2 ถ้วย แป้ง 3 ถ้วย ไข่ไก่ 4 ฟอง นม 1 ถ้วย ผงฟู 1 ช้อนโต๊ะ นำมาผสมให้เข้ากันใส่พิมพ์นำเข้าอบจึงกลายเป็นคัพเค้ก ต่อมาได้พัฒนาให้คัพเค้กมีส่วนผสม รูปร่าง การตกแต่งรสชาติ และขั้นตอนการทำที่หลากหลายทำให้คัพเค้กเป็นขนมที่นิยมอย่างแพร่หลาย

คัพเค้ก “Cupcake” เป็นชื่อขนมที่คนฝั่งอเมริกาเรียกกัน แต่สำหรับฝั่งอังกฤษและออสเตรเลีย เรียกเค้กชนิดนี้ว่า “Fairy Cake” อันเป็นชื่อที่ตั้งจากจินตนาการ เปรียบเทียบคัพเค้กเหมือนกับภูตตัวน้อยๆที่ช่วยประดับประดางานรื่นเริงให้สวยงามดั่งเทพนิยาย

คัพเค้กเป็นเค้กแห่งการเฉลิมฉลอง เป็นเค้กยอดนิยมของคนทุกวัย และกลายเป็นสัญลักษณ์อย่างหนึ่งของความทันสมัย เพราะนำเสนอได้หลายรูปแบบ คัพเค้กทำง่ายกว่าเค้กก้อนใหญ่ เพราะสุกง่ายกว่า ใช้เวลาอบน้อยกว่าและเมื่ออบเสร็จแล้วพักให้เย็นได้เร็วกว่าเค้กก้อนใหญ่ รวมถึงการแต่งหน้าที่ทำง่ายกว่าเค้กก้อนใหญ่ แต่งให้สวยงามโดยใช้รูปแบบการตกแต่งได้หลากหลาย

รูปที่ 2.8 ลักษณะของคัพเค้ก
ที่มา : http://thesmartlocal.com/read/14-best-cupcake-stores
(สืบค้นวันที่ : 3 มีนาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 ประเภทของคัพเค้ก (ภัณฑิรา, 2556)

2.7.1.1 คัพเค้กเนื้อแน่นแต่นุ่มลิ้น หอมกลิ่นเนย (เค้กเนย)

คัพเค้กส่วนใหญ่เป็นคัพเค้กเนื้อหนัก เติมแต่งกลิ่นและรสชาติต่างๆ ครีมที่นิยมแต่งควรเป็นบัตเตอร์ครีมหรือครีมชนิดอื่นๆ เพราะคัพเค้กสามารถแต่งได้หลากหลายรูปแบบ เช่น คัพเค้กวานิลลา คัพเค้กกาแฟ คัพเค้กคุ้กกี้แอนด์ครีม คัพเค้กคาราเมลซีซอลต์ เนยสดต้องแช่ในตู้เย็น เมื่อจะใช้ควรวางให้อ่อนตัวเล็กน้อย การตีเนยสดขณะเย็นตัวจะทำให้เนยขึ้นฟูและเบา ควรหั่นเป็นชิ้นสีเหลี่ยมเล็กๆ เก็บใส่กล่องปิดฝากให้สนิทเพื่อสะดวกเมื่อนำมาใช้ส่วนผสมควรอยู่ในอุณหภูมิใกล้เคียงกัน การตีเนยกับน้ำตาลต้องตีให้เป็นเนื้อเดียวกันและน้ำตาลละลายเป็นครีม ถ้าส่วนผสมเหลวให้รองก้นด้วยอ่างน้ำแข็งหรือนำไปแช่เย็นเพื่อให้เนยอยู่ตัวก่อน แล้วนำมาตีต่อ ค่อยๆ ใส่ไข่ลงไปทีละฟองในเนยที่ตี หรือตีไข่ให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วตีต่อให้ส่วนผสมเข้ากัน ถ้าเกิดการแยกตัวหรือไม่เข้ากันแก้ไขด้วยการเติมแป้งบางส่วนลงไปเพื่อช่วยดูดของเหลวไว้ จากนั้นจึงเติมส่วนของแป้งสลับกับของเหลว โดยเริ่มต้นด้วยแป้งและควรจบด้วยแป้งทั้งนี้ เพื่อให้แป้งค่อยๆดูดซึมน้ำ การใส่แป้งสลับกับนมเป็นการใส่แป้งสลับกับของเหลวคือ แป้ง 3 ส่วน นม 2 ส่วน เริ่มด้วยแป้งแล้วจบด้วยแป้ง ขั้นตอนสุดท้ายระหว่างการผสมแป้งกับนม ให้ใช้พายยางหรือตะกร้อมือตะล่อมเบาๆ หากใช้เครื่องมือตีควรใช้ความเร็วต่ำ อย่าตีนานเพราะส่วนผสมแป้งจะเหนียว เมื่ออบสุกเนื้อเค้กจะแน่น

2.7.1.2 คัพเค้กเนื้อนุ่ม มีไข่เป็นส่วนผสมหลัก (เค้กสปันจ์)

ครีมที่เหมาะสมควรเป็นครีมที่ไม่หนักมาก เพราะถ้าเป็นครีมที่ค่อนข้างหนักจะทำให้เนื้อเค้กยุบตัวได้ ควรเป็นครีมเนื้อเบา เช่น วิปปิ้งครีม กานาชช็อคโกแลต ครีมคัสตาร์ด และครีมชีสฟรอสติ้ง เช่น คัพเค้กแครอท คัพเค้กบอสตัน ครีมพาย ไข่ไก่เป็นส่วนผสมหลักของสปันจ์เค้กไข่ไก่ควรมีขนาดใหญ่ สด ใหม่ และควรอยู่ในอุณหภูมิห้องปกติ การผสมแป้งควรแบ่งออกเป็นสองส่วน ใส่สลับกับนมสดหรือเนยละลาย ควรใส่แป้งลงในไข่โดยผสมแป้งกับไข่ให้เข้ากันจนหมดจึงใส่ของเหลว แล้วต้องผสมของเหลวให้เข้ากันเสียก่อนจึงใส่แป้ง ไม่เช่นนั้นจะเป็นเม็ด การนำเข้าอบควรอบทันที เพราะถ้าทิ้งไว้นานฟองอากาศที่เกิดขึ้นจะสูญเสียระหว่างการรอ อันมีผลต่อปริมาณเค้ก

2.7.1.3 คัพเค้กเนื้อเบานุ่ม (ชิฟฟอนเค้ก)

ครีมที่เหมาะควรเป็นครีมเนื้อเบา เช่น วิปปิ้งครีม กานาชช็อคโกแลต คาราเมล กาแฟ เช่น คัพเค้กมะพร้าว คัพเค้กนมเย็น คัพเค้กกาลัว คัพเค้กมาร์ชเมลโล คัพเค้กทอฟฟี่ การแยกไข่แดงไข่ขาวทำโดยเตรียมถ้วย 3 ใบ สำหรับใส่ไข่แดง 1 ใบ ไข่ขาว 1 ใบ และอีก 1 ใบ ใช้ขณะแยกไข่แดงออกจากไข่ขาว ตอกไข่ใส่ถ้วยใช้มือตักไข่แดงออกจากไข่ขาวโดยให้ไข่ขาวไหลผ่านมือใช้มือทั้งสองข้างสลับไปมาเพื่อให้เหลือแต่ไข่แดง หากเป็นไข่สด ไข่แดงจะมีลักษณะนูนตรงกลาง การแยกไข่แดงและไข่ขาวควรแยกด้วยความระมัดระวัง ในไข่ขาวไม่ควรมีไข่แดงเจือปน การผสมไข่แดง น้ำตาลทราย น้ำ น้ำมันพืช แป้ง คนด้วยตะกร้อมือให้เข้ากัน เนื้อจะมีลักษณะเงา ถ้าส่วนผสมเป็นเม็ดให้กรองด้วยกระชอน การตีไข่ขาว ภาชนะควรเป็นอ่างสแตนเลสและแห้งสนิท ไม่มีไขมันปะปนอยู่ เพราะไขมันเป็นสาเหตุทำให้ไข่ขาวตีไม่ขึ้น การตีไข่ขาวต้องตีด้วยความเร็วสูงและคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้ไข่ขาวขึ้นได้ดีที่สุด และควรเติมครีมออฟทาร์ทาร์เล็กน้อยเพื่อให้ไข่ขาวที่ตีคงรูป ลำดับแรกควรตีให้เกิดฟองละเอียดจึงค่อยๆ ใส่น้ำตาลทรายทีละน้อย ตีจนโฟมของไข่ขาวที่เหลวข้นขึ้น ได้เนื้อละเอียด และมีลักษณะมันเงาจนตั้งยอดระดับกลาง โดยทั่วไปการตีไข่ขาวให้ตั้งยอดมี 3 ระดับคือ ยอดอ่อน (soft peak) กลาง (medium peak) และแข็ง (stiff peak) ในการทำเค้กส่วนใหญ่จะตีไข่ขาวให้ได้ระดับกลางถึงตั้งยอดเกือบแข็ง จะไม่หยุดที่ระดับอ่อน เพราะฟองอากาศยังน้อยและเนื้อหยาบอยู่ เวลาอบคัพเค้ก เค้กจะไม่ขึ้นฟูเท่าที่ควรแต่ขณะเดียวกันหากตีไข่ขาวตั้งยอดแข็ง เวลานำมาตะล่อมกับส่วนผสมอื่นจะเข้ากันได้ยากละเนื้อหยาบไม่นุ่มนวล ในขั้นตอนการผสมครีมไข่แดงกับไข่ขาว แบ่งครีมไข่ขาวเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งใส่ลงในอ่างผสมไข่แดงที่ทำไว้ คนตะล่อมเบาๆ จนเข้ากันได้ดี การผสมส่วนผสมแรกกับไข่ขาวเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ควรผสมเบาๆ ด้วยพายยางหรือตะกร้อมือ

คัพเค้กแบบผสมผสาน คือ การนำคัพเค้กมาตกแต่งเป็นแฟนซี โดยเนื้อคัพเค้กที่ใช้เป็นเนื้อคัพเค้กเนย เช่น คัพเค้กบูเก้ คัพเค้กกีฬา คัพเค้กฟองดองท์ไอซิ่ง และคัพเค้กต้นไม้(Dirt Cake) เป็นคัพเค้กที่นำครีมช็อคโกแลตใส่ในถ้วยให้เป็นกระถางโรยผงคุ้กกี้ช็อคโกแลตให้มีลักษณะเหมือนดิน ตกแต่งด้วยดอกไม้และใบไม้

2.7.2 วิธีตักส่วนผสมลงในถ้วยคัพเค้ก

ใช้สคูปตักไอศกรีมแบบมีสปริงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ตักใส่ถ้วย ถ้วยละ 1 ลูกจะได้ขนาดเค้กเท่ากัน หรือใส่ถุงบีบลงในพิมพ์ หรือใช้ช้อนตักใส่พิมพ์ ประมาณ 3/4 ของพิมพ์

2.7.3 การอบคัพเค้ก

ควรอุ่นเตาทุกครั้งก่อนทำขนมอย่างน้อย 10-15 นาที เพื่อให้เตาอบร้อนพอเหมาะ อุณหภูมิที่ใช้ส่วนใหญ่คือ 180 องศาเซลเซียส หรือ 350 องศาฟาเรนไฮต์ ใช้ไฟบนและไฟล่าง

2.7.4 การใช้เตาอบขนาดเล็กในการอบคัพเค้ก

ก่อนลงมือทำคัพเค้กควรศึกษาและทำความเข้าใจกับอุณภูมิของเตาอบ เพราะเตาอบขนาดเล็กบางรุ่นมีความร้อนสูงกว่าเตาอบขนาดใหญ่ หากเพิ่งซื้อและใช้ครั้งแรก ต้องใช้วิธีการสังเกตตลอดเวลาเพื่อไม่ให้ไหม้เร็ว เพราะเตาอบขนาดเล็กความร้อนสูงและไหม้เร็ว การอบคัพเค้กหากความร้อนของเตาอบสูงหรือร้อนเกิน ให้แง้มฝาเตาอบเล็กน้อย หรือใช้ไม้ปลายแหลมเสียบค้างไว้เพื่อระบายความร้อนออก แต่ไม่ควรทำในขณะที่เพิ่งเริ่มอบคัพเค้ก ควรให้เวลาผ่านไปประมาณ 10 ถึง 15 นาทีก่อน เพราะช่วงนั้นเป็นเวลาที่คัพเค้กเซตตัว แล้วจึงแง้มฝาอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากใช้เตาอบขนาดเล็กทำคัพเค้ก แล้วเตาอบไม่สามารถอบได้ทั้งหมด ให้นำส่วนผสมเค้กที่ตีเสร็จแล้วใส่ภาชนะแล้วปิดฝาให้สนิท นำเข้าแช่ตู้เย็นช่องธรรมดา แต่เนื้อเค้กที่อบทีหลังจะไม่ดีเท่ากับการอบครั้งแรก เพราะขณะที่รออบ ความเย็นจะหยุดปฏิกิริยาของผงฟูและเบกกิ้งโซดา

2.7.5 วิธีทดสอบว่าเค้กสุก

ให้ใช้ไม้ปลายแหลมจิ้มตรงกลางเนื้อเค้กหรือส่วนที่หนาที่สุด ดึงไม้ขึ้น ถ้าไม่มีเศษเนื้อเค้กติดมาแสดงว่าเค้กสุกแล้ว เวลาที่ใช้อบคัพเค้กส่วนใหญ่จะใช้เวลา 15-25 นาที ขึ้นอยู่กับขนาดของถ้วยคัพเค้ก

2.7.6 การพักให้เย็น

เมื่อคัพเค้กสุกแล้วนำออกจากเตาอบ แล้วพักไว้ในพิมพ์นาน 5 นาที นำออกจากพิมพ์วางพักบนตะแกรงให้เย็น

2.7.7 การแต่งหน้าคัพเค้ก

ก่อนนำคัพเค้กมาแต่งหน้าทุกครั้งต้องพักให้เค้กเย็นสนิท เพราะถ้าคัพเค้กยังอุ่นหรือร้อนอยู่ครีมที่บีบลงไปจะละลาย สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้ การปาดด้วยสเปตูล่า การบีบเป็นรูปแบบต่างๆ โดยการใช้ถุงบีบและหัวบีบ การบีบด้วยถ้วยกรวยกระดาษ

2.7.8 ลักษณะของเค้กที่ดี

เค้กที่ดีควรมีลักษณะดังนี้ สีของผิวรอบนอกควรเป็นสีเหลืองหรือน้ำตาลอ่อนสีของเนื้อใน เป็นไปตามเครื่องปรุงหรือส่วนผสม เช่น ใช้ไข่ไก่ควรมีสีเหลือง ใช้ช็อกโกแลตก็ควรเป็นสีน้ำตาล เป็นต้น ลักษณะของขอบรอบนอก ควรเรียบสม่ำเสมอกัน การขึ้นฟูเป็นไปตามปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตได้ น้ำหนักเบา เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของขนม ลักษณะของหน้าขนม มันเรียบ ไม่นูน กลิ่นหอมชวนรับประทาน เป็นไปตามเครื่องปรุงและส่วนผสมที่ใช้ แต่ต้องไม่มีกลิ่นหืน ลักษณะของเนื้อใน ละเอียด ไม่แน่น หนัก มีความชื้น ไม่ร่วน หรือ แฉะ มีความนุ่มนวล นิ่ม เมื่อเอามือแตะเบา ๆ จะสปริงหรือหยุ่นกลับที่เดิม เนื้อจะมีรสชาติกลมกล่อม เป็นไปตามเครื่องปรุงและส่วนผสม ไม่ควรมีรสชาติผิดแปลกไป คือรสเฝื่อน เป็นต้น

สาเหตุที่ทำให้เค้กเสียและวิธีแก้ไขในการทำเค้กนอกจากจะต้องอาศัยเทคนิคดังกล่าวแล้วยังต้องมีประสบการณ์ สัดส่วนและสิ่งที่ทำอย่างถูกต้อง เหมาะสมทุกขั้นตอน จึงจะทำให้เค้กมีลักษณะและรสชาติดี ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นเสมอ และวิธีแก้ไขมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงสาเหตุที่ทำให้เค้กเสียและวิธีแก้ไขในการทำเค้ก

สาเหตุที่ทำให้เค้กเสีย	วิธีแก้ไขในการทำเค้ก
เค้กหน้าไม่เรียบ ฟูและแตก	ใช้สปาตูล่าแตะน้ำมันพืชทาบนเนื้อขนมก่อนเข้าเตาอบ
เค้กยุบตรงกลาง	เป็นเพราะอุณหภูมิในการอบไม่ถูกต้อง ใช้ไฟอ่อนหรือแรงเกินไป ควรปรับอุณหภูมิให้ถูกต้อง อาจมีสาเหตุมาจากการใส่ผงฟูหรือน้ำตาลมากเกินไป หรืออาจเป็นเพราะเคลื่อนย้ายเค้กหรือเปิดเตาอบขณะเค้กกำลังขึ้น
ผิวหน้าเค้กแฉะเป็นเพราะอบยังไม่สุกดี	ควรอบให้สุก ตรวจทดสอบอุณหภูมิของเตาอบ
เค้กที่มีรูใหญ่ ๆ	เป็นเพราะส่วนผสมแห้งเกินไป ผสมกันทั่วเทเค้กลงในพิมพ์ไม่ต่อเนื่อง วิธีแก้ไข ควรผสมให้เข้ากันอย่างทั่งถึง เทเค้กลงในพิมพ์ให้ต่อเนื่องกัน ไล่อากาศอากาศก่อนเข้าอบโดยเคาะพิมพ์เบา ๆ หรือใช้พายลากไปมาในเนื้อขนมก่อนอบ
เนื้อเค้กแห้ง	เป็นเพราะตีไข่ขาวนานเกินไป หรืออบนานเกินไป วิธีแก้ ควรตีไข่ขาวถึงจุดที่ต้องการเท่านั้น ไม่ควรอบนานเกินไป ตรวจสอบอุณหภูมิอย่างถูกต้อง

ที่มา : ภัณฑิรา (2556)

2.7.9 สิ่งที่ต้องระมัดระวังในการทำเค้ก

1. แป้งที่ใช้ทำขนม ควรเลือกแป้งที่ใหม่ ไม่มีกลิ่น และก่อนจะใช้ควรร่อน 1 ครั้งก่อนจึงตวง

2. ผงฟู เบกกิ้งโซดา เป็นตัวช่วยให้ขนมมีขนาดใหญ่ขึ้น จึงต้องเลือกใช้ชนิดที่ใหม่ ซึ่งสังเกตได้ว่าสีจะเป็นสีขาวและไม่ติดกันเป็นก้อน ตวงให้พอดีกับตำรับบอก ร่อนรวมกับแป้งและเกลือ

3. การตวงเครื่องปรุงทุกชนิดควรตวงให้พอดี ใช้สันมีดปาด

4. ถ้าทำเค้กด้วยวิธีพื้นฐาน ควรคนให้เนยกับน้ำตาลเป็นครีมก่อนจึงใส่ไข่ คนพอเข้ากัน อย่าคนมาก ไข่จะแยกจากครีม ถ้าไข่แยกกับครีมต้องรีบใส่แป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ใส่แป้งสลับกับนม หมายความว่าใส่แป้งทีละน้อย ตะล่อมเบาๆ โดยคนพลิกจากข้างล่างมาข้างบน เพื่อให้อากาศเข้ามากๆ จะช่วยให้ขนมขึ้นแล้วจึงใส่นมทีละน้อย คนจนนมเข้ากับส่วนผสมจึงใส่แป้งต่อไป

6. ถ้าทำเค้กที่ต้องแยกไข่ ให้ตีไข่ขาวเมื่อผสมทุกอย่างเสร็จแล้ว ไข่ขาวที่ตีทิ้งไว้จะยุบตัว และถ้าตีนานเกินไปไข่จะแห้ง ทำให้เข้ากับส่วนผสมได้ยาก

7. การปูกระดาษลงในพิมพ์ ควรปูให้พอดีพิมพ์หรือถาด แล้วจึงทาไขมันบางๆ ให้ทั่ว ไขมันที่ใช้ทาควรเลือกไขมันที่ไม่เค็ม ถ้าใช้ไขมันชนิดเค็มจะทำให้ขนมไหม้

8. การเทขนมลงในพิมพ์ ควรใส่เพียงครึ่งพิมพ์ หรือสองส่วนสามของพิมพ์เป็นอย่างมาก แล้วจึงใช้ไม้หรือด้ามช้อนเขี่ยให้ถึงก้นพิมพ์หรือถาดเพื่อไล่อากาศ

9. จะเอาขนมเข้าเตาอบก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของเตาอบร้อนเท่ากับที่ตำรับกำหนด วางถาดขนมไว้ตรงกลางเตาแล้วตั้งเวลา

10. ขนมสุกจะเป็นสีเหลืองทอง ขอบหลุดจากพิมพ์ถ้าขนมชิ้นใหญ่ ใช้ไม้จิ้มดูตรงกลาง ถ้าจิ้มแล้วขนมไม่ติดไม้แสดงว่าขนมสุก จึงเอาออกจากเตาแล้วค่อยเอาขนมออกจากถาด

11. ถ้าจะแต่งหน้าขนมด้วยครีมหรือหน้าน้ำเชื่อม ควรกลับด้านล่างขึ้นก่อน และใช้แปรงปัดเศษขนมออกให้หมดก่อนจึงลงมือแต่ง

2.7.10 วิธีเก็บคัพเค้ก

เนื้อคัพเค้กที่อบเสร็จแล้ว นำใส่กล่องปิดฝาให้สนิท แช่ในตู้เย็นช่องแช่แข็งเพื่อให้เก็บไว้ได้นาน สามารถเก็บได้ 1 ถึง 2 เดือน ก่อนใช้ให้เปลี่ยนมาแช่ในตู้เย็นช่องธรรมดาล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วัน เพื่อให้เนื้อคัพเค้กค่อยๆนุ่ม จึงนำออกมาพักที่อุณหภูมิห้องนานประมาณ 2 ถึง 3 ชั่วโมง เพื่อให้เนื้อเค้กคลายตัว ก่อนนำมาแต่งหน้าด้วยครีมต่างๆ

คัพเค้กที่เพิ่งอบเสร็จรอให้เย็นสนิท บีบบัตเตอร์ครีม นำใส่กล่องที่มีฝาปิดสนิท แช่ในตู้เย็นช่องธรรมดา จะช่วยให้เก็บได้นาน 4 ถึง 5 วัน ก่อนรับประทานให้วางที่อุณหภูมิห้อง 1 ถึง 2 ชั่วโมง เพื่อให้เค้กนุ่มลงและครีมที่ใช้ตกแต่งไม่แข็งเกินจนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 คุ้กกี้ (ภัณฑิรา, 2556)

คุ้กกี้ คือขนมอบชิ้นเล็ก ๆ รูปร่างแบน ซึ่งทำจากแป้งสาลี ดังแสดงในรูปที่ 2.9 คำว่าคุ้กกี้มีที่มาจากคำในภาษาดัตช์ koekje ซึ่งหมายถึง "เค้กชิ้นเล็ก ๆ" แรกเริ่มเดิมทีนั้น คุ้กกี้ทำโดยการแบ่งแป้งขนมเค้กที่ผสมแล้วออกมาส่วนหนึ่ง จากนั้นแบ่งออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำเข้าเตาอบ เพื่อทดสอบอุณหภูมิที่จะใช้อบขนมเค้ก

รูปที่ 2.9 ลักษณะของคุ้กกี้
ที่มา : http://upic.me/i/iz/bkede.jpg (สืบค้นวันที่ : 16 ธันวาคม 2558)

2.8.1 หลักของการของการทำเค้กและคุ้กกี้

2.8.1.1 หลักการเลือกส่วนผสม

ส่วนผสมของการทำเค้ก และคุ้กกี้นั้น โดยทั่วไปส่วนผสมมักจะคล้ายกันคือ มี ไขมัน น้ำตาล ไข่ แป้ง และนม ในเค้กบางชนิดก็ไม่มีไขมันหรือนมอยู่ในส่วนผสมด้วย คุ้กกี้ก็เช่นกัน คุ้กกี้บางชนิดอาจจะไม่ต้องใช้นม สำหรับส่วนผสมอื่น ๆ ที่ทำให้เค้กและคุ้กกี้เปลี่ยนหน้าตาและรสชาติให้แตกต่างกันออกไปก็มี โกโก้ กาแฟ เครื่องเทศต่าง ๆ ผลไม้แห้งชนิดต่าง ๆ น้ำหอมกลิ่นต่าง ๆ น้ำผึ้ง น้ำตาลไหม้ สีต่าง ๆ เป็นต้น

1. ไขมัน เป็นตัวช่วยเพิ่มรสชาติให้กับเค้ก และคุ้กกี้ นอกจากนั้นไขมันยังช่วยทำให้คุ้กกี้มีเนื้อนุ่ม ช่วยให้เค้กมีเนื้อร่วน น่ารับประทาน ถ้าไม่ใส่ไขมัน เส้นใยกลูแตนซึ่งเกิดจากโปรตีนในแป้งกับน้ำจะเกาะกันแน่น และเหนียว แต่ถ้าใส่ไขมัน ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำเมื่อปนอยู่กับแป้งก็จะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างเส้นใยกลูแตน และบางส่วนจะทำให้เส้นใยกลูแตนขาด จึงไม่ทำให้เนื้อขนมเกาะกันแน่นและเหนียว ไขมันที่ใช้ทำเค้กและคุ้กกี้มีอยู่หลายชนิดดังนี้

1.) เนย เป็นไขมันที่ทำให้เค้กและคุ้กกี้มีรสชาติดีกว่าไขมันชนิดอื่น ๆ แต่ราคาแพงกว่าไขมันทุกชนิด เค้กและคุ้กกี้ที่ทำจากเนยแท้ ๆ จึงมักมีราคาสูงกว่า เค้กและคุ้กกี้ที่ทำมาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาการีนหรือเนยเทียม เนยได้จากการแยกไขมันหรือมันเนยออกจากนม การแยกใช้วิธีปั่นหรือคนแรง ๆ ทำให้ไขมันที่กระจายอยู่ในนมนั้นมารวมตัวกัน รสชาติของเนยเกิดจากกรดไขมันที่ระเหยได้บางชนิดที่อยู่ในมันเนย เนยที่ได้ต้องมีไม่น้อยกว่ากว่า 80 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

2.) มาการีน หรือ เนยเทียม คือไขมันที่ทำเลียนแบบเนย การทำมาการีนนั้นใช้ไขมันจากพืชหรือสัตว์แทนนม ผู้ผลิตในบางประเทศได้เติมวิตามินเอลงในเนยเทียม นอกจากนั้นยังมีการเติมกลิ่นเนย สารสีเหลือง และอีมัลซิไฟเออร์ คือเลซิติน หรือไดกลีเซอไรด์ลงไปด้วยเนยเทียมที่มีคุณสมบัติที่ดีดังกล่าวนั้นจึงมีคุณภาพที่ใกล้เคียงกับเนยแท้มาก ทั้งในด้านคุณค่าทางโภชนาการ สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสเนยเทียมมีไขมัน 80 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเหมือนเนย เนยเทียมยังมีข้อดีในเรื่องที่เก็บได้นานกว่าเนยแท้ เนื่องจากการทำเนยเทียมนั้นได้เติมสารกันบูดลงไปด้วย นอกจากนั้นเนยเทียมมีราคาถูกกว่าเนยแท้ และมีข้อดีของเนยเทียมอีกข้อหนึ่งก็คือ ถ้าเนยเทียมที่ทำจากไขมันพืชแล้วจะมีส่วนดีในการช่วยลดไขมันในเส้นเลือด ดังนั้น หากเลือกเนยเทียมแทนเนยแท้ ควรเลือกเนยเทียมที่มีคุณภาพดี เพื่อให้ได้รสชาติหอมอร่อยของเค้ก และคุ้กกี้เช่นเดียวกับการทำจากเนยแท้ แม้ว่าเนยเทียมที่ดีจะมีราคาสูงกว่าเนยเทียมไม่ดีอยู่มาก

3.) เนยขาว หรือ ช็อทเทนนิ่ง คือไขมันที่ทำจากน้ำมันสัตว์ หรือน้ำมันพืช บางชนิดก็ทำจากทั้งพืช และน้ำมันสัตว์ปนกัน ผ่านขบวนการเติมไฮโดรเจนเพื่อเปลี่ยนจากสภาพของเหลวให้เป็นของแข็งที่อุณหภูมิธรรมดา เนยขาว เป็นเนยที่ไม่มีกลิ่นเนื่องจากได้ผ่านการกำจัดกลิ่นในขบวนการทำเช่นเดียวกับน้ำมันพืชไม่มีกลิ่น การทำขนมเค้กหรือคุ้กกี้จึงไม่นิยมใช้ไขมันประเภทนี้ทั้งหมดเนื่องจากจะไม่มีรสชาติที่หอมอร่อยเหมือนเค้กและคุ้กกี้ที่ทำจากเนยแท้ แต่เนยขาวเป็นไขมันที่ผสมกับเครื่องปรุงอื่นได้ง่าย ช่วยให้เนื้อเค้กนุ่มและคุ้กกี้กรอบร่วน ซึ่งนับเป็นคุณสมบัติที่ดีของเค้กและคุ้กกี้ ในบางตำราจึงนิยมผสมเนยขาวเข้ากับเนยแท้ แทนที่จะใช้เนยทั้งหมด เช่นใช้เนยแท้ครึ่งส่วน ใช้เนยขาวครึ่งส่วน หรืออาจจะใช้เนยทั้งสามในสี่ส่วน และใช้เนยขาวเพียงสี่ส่วน

การเก็บเนยและมาการีนที่เหลือใช้แล้ว ควรเก็บเข้าตู้เย็น ส่วนเนยขาวนั้นไม่ต้องเก็บเข้าตู้เย็นได้แต่ถ้าทิ้งไว้นานควรเข้าดีกว่า และเพื่อยืดอายุการเก็บเนยทั้ง 3 ชนิดนี้ไว้ได้นานขึ้น ควรใช้อุปกรณ์ที่สะอาดและแห้งตักหรือตัดเนยที่นำไปใช้

การเลือกซื้อ ควรดูวันผลิต พยายามเลือกที่ใหม่ที่สุดถ้าเป็นเนยห่อดูว่าเนยห่อใหม่หรือไม่ กระดาษห่ออยู่ในสภาพที่เรียบร้อยดี ดมดูต้องไม่มีกลิ่นเหม็นบูด สำหรับเนยกระป๋องก็ควรดูสภาพของกระป๋อง ไม่ให้บูดเบี้ยวหรือมีสนิมตามขอบกระป๋อง นั่นแสดงว่าเป็นเนยเก่าเก็บไม่ควรซื้อ ส่วนเนยขาว และมาการีนที่มีแบ่งขายเป็นขีดนั้น ถ้าต้องการใช้น้อยก็อาจจะซื้อลักษณะนี้ได้ แต่ควรเลือกซื้อจากร้านที่มีขายใหม่ ๆ อยู่เสมอ ดูภาชนะที่ใส่ (ซึ่งส่วนใหญ่เป็นปี๊บ) และอุปกรณ์ที่ใช้ใส่ควรมีฝาปิดมิดชิดกันฝุ่นละอองตลอดจนแมลงต่าง ๆ ประการที่สำคัญอีกประการก็คือ อย่าเลือกมาการีนและเนยขาวแบ่งขายที่ไม่มียี่ห้อ โดยเฉพาะมาการีนที่ใส่สีจนเหลืองด้วย และไม่มีกลิ่นหอมของเนยเลย

4.) น้ำมันพืช เค้กและคุ้กกี้บางชนิดใช้น้ำมัน เช่น ชิฟฟ่อนเค้ก น้ำมันที่เลือกใช้ควรเป็นน้ำมันพืช เนื่องจากน้ำมันพืชไม่มีกลิ่น ได้ถูกกำจัดกลิ่นออกในกระบวนการทำและนอกจากนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านกระบวนการฟอกสี และกำจัดสิ่งเจือปนอื่น ๆ น้ำมันพืชมีวิตามินอี ซึ่งทำหน้าที่กันหืนอยู่ตามธรรมชาติ การเลือกจะเลือกใช้น้ำมันพืชจากเมล็ดฝ้าย เมล็ดดอกทานตะวัน น้ำมันจากถั่วเหลือง จากดอกคำฝอย หรือรำ ก็ได้ทั้งสิ้น แต่ควรเลือกที่ใหม่ ๆ

2. น้ำตาล นอกจากช่วยเพิ่มรสชาติแล้ว ยังทำให้ขนมโปร่งฟูเมื่อตีกับไขมัน ทำให้เส้นใยกลูเตนนุ่ม นอกจากนั้นยังทำให้เค้กและคุ้กกี้มีสีเหลืองสวย น้ำตาลที่ใช้ทำเค้กและคุ้กกี้มีด้วยกันหลายชนิด

1.) น้ำตาลทรายขาว ส่วนมากการทำเค้กและคุ้กกี้นิยมใช้น้ำตาลทรายชนิดเม็ดละเอียด เนื่องจากเวลาผสมนั้นน้ำตาลทรายเม็ดละเอียดจะเข้ากับส่วนผสมได้ดีกว่าน้ำตาลทรายเม็ดหยาบ เช่น การตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟู ถ้าใช้น้ำตาลทรายเม็ดหยาบเวลาตีก็จะขึ้นเป็นครีมได้ยากกว่า การใช้น้ำตาลทรายเม็ดละเอียด นอกจากนั้นถ้าน้ำตาลเม็ดใหญ่ละลายไม่หมดจะเป็นจุดขาวบนหน้าขนมเมื่อขนมสุก การเลือกซื้อควรดูให้สะอาดไม่มีฝุ่นผงปนอยู่ในน้ำตาล

2.) น้ำตาลผง หรือเรียกว่าน้ำตาลไอซิ่ง ได้จากการบดน้ำตาลทรายขาวให้ละเอียดจนเป็นผงแล้วร่อนผ่านตะแกรง น้ำตาลชนิดนี้ได้เติมแป้งมันหรือแป้งข้าวโพดลงไป 3 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันการเกาะกันเป็นก้อน น้ำตาลชนิดนี้ไม่เหมาะที่จะนำมาผสมทำเนื้อเค้กหรือคุ้กกี้นอกจากในตำราบางตำราระบุให้ใช้เท่านั้น น้ำตาลผงเหมาะสมสำหรับการทำหน้าเค้ก และทำไส้ครีมของเค้กชนิดต่าง ๆ เพราะว่าการตีหน้าเค้กนั้นจำเป็นต้องให้ส่วนผสมเข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวละเอียดขนาดใด ก็ไม่สามารถทำให้เนื้อครีมเป็นเนื้อเดียวกันได้ เมื่อใช้ทาหน้าเค้กจะเห็นหน้าเค้กเป็นจุดไม่เรียบ ก่อนใช้น้ำตาลผงควรร่อนผ่านตะแกรงสะอาด ๆ 1-2 ครั้ง

3.) น้ำตาลทรายแดง เป็นน้ำตาลดิบที่ยังไม่ได้ผ่านการล้าง ฟอกสี และละลายน้ำใหม่แล้วทำให้ตกผลึกอีกครั้งเหมือนน้ำตาลทรายขาว ดังนั้นน้ำตาลทรายแดงถ้ามีสารอื่นปนอยู่มากก็ยิ่งเข้มมาก โดยทั่ว ๆ ไปจึงนิยมนำมาทำเค้กหรือคุ้กกี้ แต่เนื่องจากน้ำตาลทรายแดงมีกลิ่นหอม มีเกลือแร่และวิตามินมากกว่าน้ำตาลทรายขาวประกอบกับสีสันที่ได้จากน้ำตาลทรายแดงซึ่งต่างออกไปจากน้ำตาลทรายขาว จึงยังนิยมนำน้ำตาลทรายแดงไปเป็นส่วนผสมในเค้กและคุ้กกี้บางชนิด เช่น ในเค้กผลไม้ในคุ้กกี้ขิง คุ้กกี้สีน้ำตาล เป็นต้น เพื่อให้สีและรสต่างกันออกไป การเลือกซื้อน้ำตาลทรายแดง ควรเลือกน้ำตาลทรายแดงที่ไม่ขึ้นไม่จับกันเป็นก้อนแข็ง ไม่เก่าเก็บจนมีกลิ่นเหม็นอับ นอกจากนั้นควรดูเรื่องฝุ่นผงและเชื้อราด้วย

4.) น้ำตาลไหม้ หรือคาราเมล ใช้เป็นส่วนผสมของเค้กบางชนิด วิธีทำใช้น้ำตาลทราย 1 ถ้วย ผสมกับน้ำครึ่งถ้วย ตั้งไฟเคี่ยวไปจนไหม้เหลืองเดือดเป็นควันทั่วกันหลังจากนั้นเติมน้ำลงไปอีกประมาณ ¼ ถ้วย ก็จะได้คาราเมล

3. แป้ง ซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในการทำเค้กและคุ้กกี้คือแป้งสาลี ซึ่งเป็นแป้งที่ทำจากข้าวสาลี ซึ่งมี 2 ประเภทด้วยกัน คือข้าวสาลีอย่างหนัก และข้าวสาลีอย่างเบา โดยข้าวสาลีอย่างหนักเป็นข้าวสาลีที่มีน้ำหนักมาก และมีโปรตีนสูง เมื่อนำไปสีและบดเป็นแป้งสาลี ก็จะได้แป้งสาลีที่มีน้ำหนักมากกว่าแป้งสาลีชนิดเบา ลักษณะของแป้งค่อนข้างหยาบ มีสีนวล ข้าวสาลีอย่างเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นข้าวสาลีที่มีโปรตีนต่ำกว่า จึงมีน้ำหนักน้อยกว่า เมื่อนำไปสีและบดเป็นแป้งสาลีแล้วจะได้แป้งสาลีทีมีน้ำหนักเบา ลักษณะเนื้อแป้งจะละเอียดกว่า และมีสีขาวสะอาด

แป้งที่ใช้ทำขนมเค้กเป็นแป้งชนิดเบา ชนิดที่ละเอียดที่สุด แป้งพวกนี้จะมีโปรตีนต่ำ มีน้ำหนักประมาณ 96 กรัมต่อแป้ง 1 ถ้วยตวง สำหรับแป้งที่ใช้ทำคุ้กกี้ เป็นแป้งสาลีชนิดเบา และชนิดหนักผสมกัน มีน้ำหนักประมาณ 110 กรัมต่อแป้ง 1 ถ้วยตวง แป้งชนิดนี้มีขายตามท้องตลาดให้ชื่อว่า แป้งเอนกประสงค์ หรือ แป้งออลเพอร์โพส ในขนมเค้กบางชนิด จะใช้แป้งข้าวโพดผสมลงแทนแป้งสาลีเล็กน้อย เพื่อให้เนื้อเค้กนุ่ม การผสมแป้งข้าวโพดนั้น สำหรับแป้งสาลี 1 ถ้วยตวง ให้ตักแป้งสาลีออก 2 ช้อนโต๊ะ แล้วเติมแป้งข้าวโพดลง 1 ช้อนโต๊ะแทน แป้งข้าวโพดที่มีขายกันอยู่จะเป็นประเภทบรรจุเป็นกล่องขนาดเล็ก เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้มีน้อย

การเลือกซื้อแป้ง ควรเลือกแป้งที่ใหม่ ไม่ชื้น ไม่มีกลิ่นสาบ และไม่มีตัวมอดในแป้ง แป้งที่บรรจุขายเป็นกล่อง หรือเป็นห่อ เป็นถุงนั้น ต้องพิจารณาดูให้ดีว่ามีรูเล็ก รูน้อย ตามก้นถุงข้างถุงหรือไม่ การซื้อแป้งไม่ควรซื้อมาทีละมากๆ ควรซื้อเฉพาะพอใช้เท่านั้น

การเก็บแป้ง แป้งที่เลือกใช้ควรนำไปตากแดดแล้วเก็บใส่ภาชนะที่มีฝาบิดสนิทจริงๆ พวกขวดแก้วฝาเกลียวควรหลีกเลี่ยงที่จะนำมาใส่แป้ง เนื่องจากมอดสามารถเข้าไปตามช่องว่างเล็กๆ ของเกลียวฝากนั้นได้ ถ้ายังไม่มีโอกาสได้ใช้แป้งเป็นเวลานาน ควรนำแป้งเทใส่ถาดออกตากแดดบ้าง เพื่อไม่ให้แป้งชื้น

4. ไข่ ให้ สี กลิ่น รสแก่เค้กและคุ้กกี้ ช่วยให้คุ้กกี้มีลักษณะร่วน ช่วยทำให้เค้กโปร่งฟู เค้กบางชนิดไม่ต้องใส่ผงฟูเลย อากาศที่ตีเข้าไปในไข่จะทำให้ขนมฟูขึ้นได้อย่างเพียงพอ ไข่ที่ใช้ในการทำเค้กและคุ้กกี้นิยมใช้ไข่ไก่ เนื่องจากไข่เป็ดเหม็นคาว และไข่เป็ดยังตีให้ขึ้นฟูได้น้อยกว่าไข่ไก่ เป็นเพราะไข่ขาวในไข่ไก่มีโปรตีนชนิดโอโวโกลบูมินมากกว่าไข่ขาวในไข่เป็ด โอโวโกลบูมินอยู่ในสภาพแขวนลอย ไข่ไก่จึงตีให้ขึ้นฟูได้มากกว่าไข่เป็ด โดยเฉพาะในไข่ขาวตีให้ฟูได้มากกว่าไข่แดงหลายเท่า ไข่ขาวใสตีได้ปริมาตรสูงกว่าไข่ขาวข้น การตีเป็นการเปลี่ยนสภาพธรรมชาติของโปรตีน โปรตีนบางส่วนจึงแข็งตัว ฟองอากาศแต่ละฟองที่ตีเข้าไปจะถูกโปรตีนหุ้มรอบๆ ให้คงตัว เมื่อเริ่มตีไข่ครั้งแรก จะสังเกตเห็นฟองอากาศขนาดไม่เท่ากันและไม่คงตัว ทั้งยังมีน้ำเหลืออยู่ เมื่อตีต่อไปสักพัก ทำให้ได้ฟองอากาศจำนวนมากขึ้น ปริมาตรเพิ่มขึ้น และจะสังเกตเห็นว่าฟองเปลี่ยนเป็นมีขนาดเล็กลงเท่าๆ กัน เป็นฟองที่คงตัวและเปลี่ยนเป็นสีขาว เมื่อนำส่วนผสมของเค้กไปอบ ความร้อนระหว่างอบทำให้อากาศที่ตีเข้าไปขยายตัวดันให้ส่วนผสมของเค้กนั้นฟู เค้กบางชนิดให้แยกไข่ขาวและไข่แดง ตีแยกจากกัน เพื่อให้ไข่ขึ้นฟูมากขึ้น การตีไข่ให้ขึ้นฟูขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ไข่ที่เก่ามากตีให้ขึ้นฟูได้ยาก

2. ไข่ที่แช่ในตู้เย็น ตีให้ขึ้นฟูได้ยาก ได้ฟองอากาศใหญ่กว่า และปริมาตรน้อยกว่าไข่ที่ไม่แช่เย็น ถ้าเป็นไข่ที่แช่เย็นต้องทิ้งไว้ให้หายเย็นก่อนจึงตี

3. ชามที่ใช้ตี ควรเลือกขนาดให้พอดีกับจำนวนไข่ที่จะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะการตีไข่ขาวปริมาตรจะเพิ่มขึ้นหลายเท่าแต่ก็ไม่ควรใช้ชามใหญ่จนเกินไปการเลือกชามใหญ่เกินไปจะกลายเป็นการตีอากาศมากกว่าตีไข่

4. อุปกรณ์ที่ใช้ตี ควรเลือกที่ตีที่เป็นซี่ลวดหรือขดลวดขนาดเล็กเพื่อให้ได้ฟองอากาศที่ละเอียดกว่า การตีจะใช้เครื่องตีไข่ไฟฟ้า หรือใช่ที่ตีด้วยมือก็ได้ แต่เครื่องตีไข่ไฟฟ้าช่วยให้ตีไข่ได้ฟูเร็วขึ้น

5. การตีไข่ขาว ต้องแยกให้มีเฉพาะไข่ขาวจริงๆ ถ้ามีไข่แดงปนอยู่ในชามไข่ขาวเพียงเล็กน้อย ไข่แดงจะไปขัดขวางการขึ้นฟูของไข่ขาว ทำให้ต้องตีนาน และได้ปริมาตรน้อย

6. ชามที่ใช้ตีไข่ขาวต้องไม่เปื้อนไขมัน แม้ไขมันเพียงนิดเดียวก็ทำให้การตีไข่ขาวขึ้นได้ยากมาก หรืออาจจะไม่ขึ้นเลย เพราะไขมันไปทำให้ฟองอากาศแตก จึงไม่นิยมใช้ชามพลาสติกตีไข่ เนื่องจากชามพลาสติกเมื่อเปื้อนน้ำมันแล้วล้างออกให้เกลี้ยงได้ยาก

7. การเติมเกลือ น้ำมะนาว หรือครีม ออฟทาร์ทาร์ เมื่อเริ่มตีไข่ขาวใหม่ๆก่อนไข่จะขึ้นฟู จะช่วยให้เมื่อไข่ขึ้นฟูแล้วฟองอากาศจะอยู่ตัวไม่ยุบ

การเลือกซื้อไข่ไก่ ไข่ไก่ที่จะนำมาทำเค้กและคุ้กกี้ ควรเลือกไข่ไก่ฟองโต สดใหม่ เพราะไข่ไก่ที่สดใหม่จะมีรสชาติที่ดีกว่าไข่เก่า เปลือกสะอาด ไม่มีมูลไก่หรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ติดเปลือกเพราะเปลือกไข่ที่สกปรกอาจจะมีเชื้อโรค ซึ่งแทรกซึมเข้าไปในไข่ไก่ ทำให้ไข่เสียเร็วขึ้น

5. นม ที่ใช้เป็นส่วนผสมของเค้กและคุ้กกี้นั้น จะใช้นมสดที่ผ่านขบวนการพาสเจอร์ไรส์ หรือนมสดสเตอริไลส์ ซึ่งมีทั้งที่ขายบรรจุเป็นขวดเป็นถุงหรือเป็นกระป๋องก็ใช้ได้ทั้งสิ้น ถ้าซื้อนมถุงหรือนมที่เป็นขวดพลาดสติกซึ่งเป็นนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ซื้อมาแล้วต้องรีบใช้ ถ้ายังไม่ใช้ก็ควรเก็บเข้าตู้เย็นไว้ แต่ไม่ควรเก็บไว้เกิน 48 ชั่วโมง นมที่บรรจุขวดพลาสติกไว้ จะมีวันหมดอายุควรดูก่อนซื้อ นมชนิดนี้ผ่านเพียงความร้อนขั้นต่ำฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายเพียงบางตัว นมจึงปลอดภัยสำหรับดื่ม แต่ยังต้องเก็บไว้ในตู้เย็น เพราะยังมีจุลินทรีย์ที่ทำให้นมบูดได้ ส่วนนมที่ผ่านการสเตอริไลส์เป็นนมที่บรรจุในกระป๋องหรือกล่องโดยไม่ต้องแช่เย็นไว้ เนื่องจากนมชนิดนี้ผ่านความร้อนขั้นสูงกว่าจุดน้ำเดือด เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ และสปอร์ของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในนมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นมที่ผ่านขบวนการสเตอริไลส์จึงเก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องแช่เย็น แต่เมื่อใดที่เปิดกระป๋องหรือกล่องใช้แล้ว จะต้องเก็บไว้ในตู้เย็นเหมือนนมพาสเจอไรส์ นอกจากนมสดทั้งสองประเภทนี้แล้ว ยังมีนมอีก 2 ประเภทที่ใช้แทนนมสดได้คือ นมผง และ นมข้นจืด

6. ผงฟู การเลือกซื้อผงฟูควรเลือกดูกระป๋องใหม่ๆ ใช้แล้วต้องรีบปิดฝาทันที ผงฟูเมื่อถูกอากาศจะทำให้เสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น การตรวจว่าผงฟูยังใช้ได้หรือไม่ ใช้วิธีตักผงฟูใส่ลงในน้ำร้อน ถ้าพบว่าฟองอากาศปุดขึ้นมาอย่างรวดเร็ว และค่อยๆ ช้าลงจนหมด แสดงว่าผงฟูยังใช้ได้ แต่ถ้าใส่ลงในน้ำร้อนแล้วเกิดฟองช้าๆ หรือไม่มีฟองเลย แสดงว่าผงฟูนั้นเก่าเสื่อมคุณภาพแล้ว และเวลาใช้ผงฟูต้องผสมกับแป้งเสมอ

7. โซดา หรือ เบคกิ้งโซดา หรือ โซดาไบคาร์บอเนต เป็นเครื่องช่วยให้ขนมฟูเช่นเดียวกับผงฟู แต่เมคกิ้งโซดามักใช้กับครีมออฟทาร์ทาร์ หรือไม่ในส่วนผสมนั้นก็ต้องมีเกลือ น้ำมะนาว ครีม น้ำเชื่อม น้ำผึ้งอยู่ด้วย การใช้โซดาไม่นิยมใช้มาก เนื่องจากจะเกิดสารตกค้างทำให้เค้กและคุ้กกี้นั้นมีรสเฝื่อนได้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธรรมชาติ และคณะ (2555) ทำการศึกษาผลของความชื้นต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วขาว (เมล็ดเล็ก) โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านต่างๆ ของเมล็ดถั่วขาว คือ การวัดผลโดยรวม ทั้งด้านความยาวเฉลี่ย ความกว้าง ความหนา ความเป็นทรงกลม ความหนาแน่นเนื้อ ความหนาแน่นรวม ความเร็วสุดท้าย และมวลรวม โดยพบว่าเมื่อมีความชื้นเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 8.00-20.00 เปอร์เซ็นต์ d.b. จะทำให้คุณภาพของเมล็ดถั่วขาวเปลี่ยนไป คือ มีค่าความยาวเฉลี่ย ความกว้าง ความหนา ความเป็นทรงกลม ความหนาแน่นเนื้อ ความเร็วสุดท้าย รวมถึงมวลเพิ่มขึ้น ส่วนความหนาแน่นโดยรวมจะมีค่าลดลง และเมื่อดูผลจากกราฟที่แสดง สามารถสรุปได้ว่าความชื้นมีความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบแปรผันตรงกับค่าต่างๆ เหล่านี้

นัสรินทร์ และคณะ (2543) ทำการศึกษาวิธีการผลิตแป้งเทมเป้ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตโดนัท จากผลการทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งเทมเป้ คือ ใช้ถั่วเหลืองกะเทาะเปลือกที่ผ่านการแช่น้ำเดือดนาน 1 ชั่วโมง แช่กรดแลคติกความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 60 นาที แล้วนำไปนึ่งเป็นเวลา 45 นาที นำมาหมักด้วยเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* NRRL 2710 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 ชั่วโมงให้ผลดีที่สุด คือมีเส้นใยสีขาวยึดเมล็ดถั่วเหลืองให้เป็นแผ่นเดียวกันและมีกลิ่นหอมของถั่วเหลืองหมัก จากนั้นนำเทมเป้ที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง นำมาบดด้วยเครื่อง Hammer Mill และร่อนผ่านตะแกรง U.S. No 100 mesh จากนั้นนำแป้งเทมเป้ที่ได้ไปใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตโดนัท พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้คือ แป้งสาลีต่อแป้งเทมเป้ที่ 90 : 10 ทำให้ได้โดนัทที่ได้มีลักษณะรูปร่าง เนื้อสัมผัส สี กลิ่น และรสชาติ ไม่แตกต่างจากโดนัททั่วไปที่ผลิตจากแป้งสาลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัชณี (2545) ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเสริมโปรตีนและวิตามินบี 12 จากถั่วเหลืองหมัก โดยทำการทดลองคัดเลือกสูตรของผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเพื่อเป็นสูตรพื้นฐานและพัฒนาสูตรดังกล่าวเป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผาเสริมโปรตีนและวิตามินบี12 โดยการใช้ถั่วเหลืองหรือเทมเป้ หรือ High Vitamin B12 Tempe (HVT) ทดแทนการใช้กุ้งแห้ง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนของกุ้งแห้งต่อถั่วเหลือง หรือ เทมเป้ หรือ High Vitamin B12 Tempe (HVT) ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด คืออัตราส่วน 75 : 25 ทั้ง 3 สูตร

วิจาริณี (2551) ทำการศึกษาการพัฒนาเทมเป้สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารมังสวิรัติ (ปลาเค็มเจ) โดย ใช้เทมเป้ถั่วเหลือง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากการหมักถั่วเหลืองด้วยเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* สายพันธุ์ NRRL 2710 โดยการเลี้ยงเชื้อราที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 ชั่วโมง จากการศึกษาการผลิตปลาเค็มเจสูตรมาตรฐานโดยใช้ส่วนผสมของเต้าหู้ยี้ 5.5 กรัม ในการผลิต พบว่าองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน เส้นใย โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต มีค่า 7.78 4.80 55.10 3.95 11.51 และ 16.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำเทมเป้มาทดแทนเต้าหู้ยี้ในอัตราส่วน 15 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเต้าหู้ยี้ 5.5 กรัม พบว่าปลาเค็มเจสูตรทดแทนด้วยเทมเป้ 25 เปอร์เซ็นต์ ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด จึงนำปลาเค็มเจสูตรทดแทนด้วยเทมเป้ 25 เปอร์เซ็นต์ มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน เส้นใย โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต มีค่า 13.78 6.89 5.46 57.33 4.15 และ 12.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สุชาดา และคณะ (2542) ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังหน้าตั้งสำเร็จรูปจากเทมเป้ที่ทำจาก ข้าว ถั่วลิสง และงา โดยกำหนดให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีค่าพลังงาน โปรตีน และกรดอะมิโนที่จำเป็นไม่ น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่แนะนำในแต่ละวัน 60 กรัม (น้ำหนักต่อมื้ออาหาร) พบว่าสูตรที่เหมาะสมในส่วนของหน้าตั้งประกอบด้วย เทมเป้ถั่วลิสง 28.6 เปอร์เซ็นต์ เทมเป้งาขาว 12.3 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 10.5 เปอร์เซ็นต์และน้ำปลา 6.5 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างข้าวตังทอดจาก เทมเป้ข้าวซ้อมมือ : หน้าตั้ง คือ 1 : 1 กรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมที่สุดในการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน คือที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีสีน้ำตาล ค่าแรงกดเท่ากับ 36.97 นิวตัน ค่า a_w 0.34 ความชื้น 4.08 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 12.42 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 26.33 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าพลังงาน ปริมาณโปรตีน และกรดอะมิโนที่จำเป็นมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่แนะนำในแต่ละวัน สำหรับปริมาณการบริโภค 60 กรัม ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยทางจุลินทรีย์ คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ได้ จากวิธี QDA ที่สำคัญได้แก่ สีน้ำตาลเข้มปานกลาง กลิ่นถั่วลิสงชัดเจนที่สุด มีรสหวานมากกว่ารสเค็มกลิ่นถั่วลิสงชัดเจนที่สุด เนื้อสัมผัสมีลักษณะแตกร่วน แข็งและกรอบเล็กน้อย ความรู้สึกตกค้างที่พบคือ ติดฟัน อายุการเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส ในถุงพลาสติก เท่ากับ 48 วัน และ 53 วันในถุงอะลูมิเนียมฟอยส์ ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองผู้บริโภคได้ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Santos และคณะ (2013) ทำการศึกษาการใช้แป้งเทมเป้แทนแป้งถั่วเหลืองในคุ้กกี้มะพร้าว โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเตรียมแป้งเทมเป้จากการคั่วและจากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เพื่อประยุกต์ใช้ในการทำคุ้กกี้มะพร้าว โดยทำการผลิต ผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ที่มีส่วนผสมของแป้งถั่วเหลืองทั้งหมด และคุ้กกี้ที่มีส่วนผสมของแป้งถั่วเหลืองกับแป้งเทมเป้ จากนั้นนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเบื้องต้น ปริมาณกรดไขมัน และปริมาณไอโซฟลาโวนในกลุ่มอะไกลโคน และการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น จากผลการศึกษาพบว่า คุ้กกี้ที่ใช้แป้งเทมเป้มีกรดลิโนเลนิกเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ยังมีปริมาณไอโซฟลาโวนในกลุ่มของอะไกลโคนเพิ่มขึ้นอีกด้วย ในด้านของการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส มีความพึงพอใจใน กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมในด้านอื่นๆ เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม ยังมีการพบว่าการทำแห้งเทมเป้จากการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งเป็นวิธีการอบแห้งที่ง่ายต่อการวิเคราะห์ ซึ่งผลที่ได้พบว่าแป้งเทมเป้อุดมไปด้วยโปรตีนและไอโซฟลาโวนในกลุ่มอะไกลโคนซึ่งสามารถใช้ทดแทนแป้งถั่วเหลืองบางส่วนสำหรับการทำคุ้กกี้และผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่อื่นๆ

Omosebi และ Otunola (2013) ทำการศึกษาการผลิตผงเทมเป้โดยใช้เชื้อ *Rhizopus* 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus stolonifer* และ *Rhizopus oligosporus* จากนั้นนำมาทำให้แห้งและบดให้เป็นผง จะได้เป็นผงเทมเป้ และนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ (ความเข้มข้นของกรด ความเป็นกรดด่าง ปริมาณการดูดซึมน้ำ) และการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ และยังมีการวิเคราะห์แร่ธาตุที่สำคัญ เช่น แคลเซียม โพแทสเซียม เหล็ก และสังกะสี ตรวจหาปริมาณวิตามิน และทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อประเมินการยอมรับได้ของตัวอย่าง จากการทดลองพบว่าความเป็นกรดด่างของผงเทมเป้อยู่ในช่วง 6.8 ถึง 7.0 และความเข้มข้นกรดอยู่ในช่วง 0.032 ถึง 0.077 กรัมต่อ 100 กรัม พบว่าความสามารถในการดูดซึมน้ำของตัวอย่างผงเทมเป้ที่ผลิตจากเชื้อทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกัน ปริมาณโปรตีนของผงเทมเป้ที่ผลิตจาก *R. oryzae* เท่ากับ 44.27 เปอร์เซ็นต์ ผงเทมเป้ที่ผลิตจาก *R. stolonifer* คือ 44.62 เปอร์เซ็นต์ และผงเทมเป้ที่ผลิตจาก *R. oligosporus* คือ 44.85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมันของผงเทมเป้ที่ผลิตจากเชื้อทั้ง 3 ชนิดอยู่ในช่วง 16.45 ถึง 17.12 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณเยื่อใยอยู่ในช่วง 0.38 ถึง 0.42 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณวิตามินบี 2 วิตามินซี และวิตามินดีไม่มีความแตกต่างกัน แต่ผงเทมเป้ที่ผลิตจากเชื้อ *Rhizopus* มีปริมาณวิตามินบี 1 และไนอะซินแตกต่างกัน ผลของการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุแสดงให้เห็นว่า โพแทสเซียมมีค่าในช่วง 0.14 ถึง 0.17 เปอร์เซ็นต์ เหล็กมีค่าในช่วง 0.011 ถึง 0.014 เปอร์เซ็นต์ สังกะสีมีค่าในช่วง 0.0046 ถึง 0.0050 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียมมีค่าในช่วง 0.19 ถึง 0.21 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์พบว่าตรวจไม่พบยีสต์และโคลิฟอร์ม ส่วนจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่าอยู่ในช่วง 0.5×10^5 ถึง 1.6×10^5 cfu/g แบคทีเรียที่สร้างกรดอยู่ในช่วง 18×10^5 ถึง 22.4×10^5 cfu/g ในขณะที่ราอยู่ในช่วง 0.8×10^5 ถึง 1.4×10^5 cfu/g และยังพบว่าผงเทมเป้ของตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างในเรื่องของกลิ่นและเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Angulo-Bajarano และคณะ (2008) ทำการศึกษาการผลิตผงเทมเป้จากถั่วเขียว โดยพบว่าคุณสมบัติทางเคมี กายภาพและคุณค่าทางอาหารของถั่วเขียว เมื่อหมักเป็นเทมเป้แล้วพบว่ามีขนาดเล็กลง ส่วนอุณหภูมิในการเกิดเจล ความคงตัวในการกระจายตัว ปริมาณแป้งที่มีความต้านทานสูง และความสามารถในการละลายน้ำ พบว่าอุณหภูมิในการเกิดเจลต่ำลง และมีความสามารถในการละลายน้ำต่ำกว่าผงถั่วเขียวที่ไม่ผ่านการหมัก สำหรับการหมักในสถานะของแข็งได้ผลดังนี้ กรดอะมิโนที่จำเป็น (EAA) เพิ่มขึ้น 37 กรัมต่อกิโลกรัมโปรตีน ซัลเฟอร์ทั้งหมด (Methionine + Cysteine) เพิ่มขึ้น 41 กรัมต่อกิโลกรัมโปรตีน อะโรมาติกทั้งหมด(Phenylalanine + Tyrosine) เพิ่มขึ้น 107 กรัมต่อกิโลกรัมโปรตีน Threonine เพิ่มขึ้น 39 กรัมต่อกิโลกรัมโปรตีน ปริมาณ Tryptophan ลดลง 8 กรัมต่อกิโลกรัมโปรตีน ซึ่งซัลเฟอร์ทั้งหมด (จำนวน EAA เป็น 0.87) ในผงถั่วเขียวที่ไม่ผ่านการหมัก และ Tryptophan (0.93) และการย่อยโปรตีนที่แท้จริงมีค่า 83.7 ถึง 88.8 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) 1.59 ถึง 2.31 cPER มีค่า 1.54 ถึง 2.21 และการย่อยโปรตีนเปลี่ยนเป็น 0.73 ถึง 0.89 ซึ่งผลจากการศึกษานี้คาดว่าผงเทมเป้ถั่วเขียวน่าจะเป็นทางเลือกสำหรับการทำไปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับคนที่บริโภคพืชตระกูลถั่ว

Srapinkornburee และคณะ (2009) ทำการศึกษาการพัฒนาเชิงพาณิชย์ของเทมเป้ถั่วแดง โดยมีจุดประสงค์คือการผลิตเทมเป้ที่ทำจากถั่วแดงและการหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ โดยงานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาเทมเป้ธรรมดาให้กลายเป็นขนมคบเคี้ยว ซึ่งเทมเป้ถั่วแดงมีลักษณะพิเศษทางกายภาพและมีสารประกอบทางเคมีเพิ่มขึ้นอีกด้วย เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ออกมาจะบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ nylon A nylon B และ อะลูมิเนียมฟอยล์ จากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 เดือน ต่อจากนั้นนำเทมเป้ถั่วแดงจาก 3 บรรจุภัณฑ์ มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสเป็นระยะเวลา 1 เดือน จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าเมล็ดถั่วแดงนั้นเป็นวัตถุดิบที่ดีในการทำเทมเป้เพราะลักษณะของมันเหมือนกับเทมเป้ธรรมดาแต่สีของมันเข้มกว่าเท่านั้น ส่วนเทมเป้ถั่วแดงที่ทอดแล้วเมื่อนำไปบรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทั้งทางกายภาพและเคมี อย่างไรก็ตามคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปของเทมเป้ที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ Nylon B จะเป็นไปอย่างช้าๆ โดยเฉพาะค่าความเป็นกรดและความกรอบ ซึ่งทำให้เห็นว่าบรรจุภัณฑ์ชนิด nylon B มีความเหมาะสมแก่การเก็บเทมเป้ถั่วแดงทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cuevas-Rodrigueza และคณะ (2006) ทำการศึกษาการผลิตแป้งเทมเป้จากข้าวโพด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีรวมถึงคุณค่าทางโภชนาการของแป้งเทมเป้จากข้าวโพด โดยทำการเปรียบเทียบระหว่าง แป้งเทมเป้จากโปรตีนข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ กับ แป้งเทมเป้จากโปรตีนข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพ พบว่าแป้งเทมเป้จากโปรตีนข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพ มีค่าการกลายเป็นเจลที่สูงกว่า โดยช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 81.7 และ 73.9 องศาเซลเซียส และมีปริมาณแป้งที่มีความต้านทานสูง 4.24 และ 1.9 กรัมต่อ100 กรัมน้ำหนักแห้ง ค่าเอนทาลปีของการกลายเป็นเจลอยู่ที่ 1.94 และ 2.74 เจล/กรัม และปริมาณรวมของแป้งทั้งหมดคือ 56.9 และ 62.6 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณกรดอะมิโนจำเป็น (EAAs) ของแป้งเทมเป้จากโปรตีนข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพ มีค่าอยู่ที่ 4.24 และ 1.9 กรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง (ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05) โดยพบว่ามีค่าที่เพิ่มขึ้นหลักจากการใช้กระบวนการหมักแบบ solid-state ปริมาณของกรดอะมิโนชนิด Histidine Isoleucine และ Leucine เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ คือมีค่าเท่ากับ 0.81 0.52 และ 1.46 กรัม/100 กรัมโปรตีน ตามลำดับ ปริมาณซัลเฟอร์และอะโรมาติก (EAAs) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า 0.55 และ3.45 กรัมต่อ 100 กรัมโปรตีน ตามลำดับ สำหรับแป้งเทมเป้จากโปรตีนข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ พบว่าในกระบวนการแรกมีปริมาณกรดอะมิโน Lysine และ Tryptophan อยู่ที่ 0.72 และกระบวนการที่สองมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ พบว่ามีปริมาณกรดอะมิโน Lysine และ Tryptophan อยู่ที่ 0.84 สำหรับการวิเคราะห์มีดังนี้ การตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรตีน (PER) พบว่ามีค่าอยู่ที่ 1.78 ถึง 2.10 และ 1.43 ถึง 1.74 การย่อยโปรตีนเพื่อได้เป็นกรดอะมิโนพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.55 ถึง 0.83 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเป็นไปตามหลักคุณค่าทางโภชนาการของแป้งหมัก โดยแป้งเทมเป้จากโปรตีนข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพ ที่ได้นี้อาจเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคในการรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากธัญพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 เชื้อจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองได้แก่ เชื้อราสายพันธุ์ *Rhizopus oligosporus*

3.2 สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น ยี่ห้อ Carlo Erba Reagent
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ ยี่ห้อ VWR Chemical Prolabo
3. กรดบอริก ยี่ห้อ MERCK
4. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม สำหรับการวิเคราะห์โปรตีน
5. กรดไฮโดรคลอริก ยี่ห้อ Carlo Erba Reagent
6. ปิโตรเลียมอีเทอร์ที่มีจุดเดือด 30-50 องศาเซลเซียส
7. DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ยี่ห้อ SIGMA Life Science
8. สารมาตรฐาน BHT ยี่ห้อ SIGMA-ALORICH
9. Folin-Ciocalteu's phenol reagent ยี่ห้อ MERCK
10. โซเดียมคาร์บอเนต ยี่ห้อ MERCK
11. สารมาตรฐานกรดแกลิก ยี่ห้อ SIGMA-ALORICH
12. tween80

3.3 วัตถุดิบ

1. ถั่วขาวที่นำมาใช้ในการทำเทมเป้นำมาจาก การบรรจุและจัดจำหน่ายโดยกลุ่มนิมิตดี คลองสามวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร
2. แป้งสาลีอเนกประสงค์ ตรา UFM
3. แป้งเค้ก ตรา UFM
4. น้ำตาลทราย ตรา Lin
5. เบกกิ้งโซดา ตรา Mcgarrett
6. ผงฟู ตรา best food
7. เนยสดชนิดเค็ม ตรา orchid
8. ไข่ไก่เบอร์ 2
9. กลิ่นวานิลลา
10. นมรสจืดชนิดพลาสเจอไรส์ ตราโฟร์โมสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ Olympus รุ่นCH30RF200
2. ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ WTC Binder รุ่น ED53
3. ตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ Super Clean 120 BS
4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ SCIENTIFIC รุ่น TE2245
5. อุปกรณ์ในการย่อยไนโตรเจน ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น KB8S
6. อุปกรณ์ในการกลั่นไนโตรเจน ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น Vapodest 30S
7. เครื่องสกัดไขมันแบบ soxhlet ยี่ห้อ MTOPS รุ่น MS-E
8. เครื่องวิเคราะห์เยื่อใยหยาบ ยี่ห้อ VELPSCIENTIFICA
9. เตาเผาอุณหภูมิสูง ยี่ห้อ GALLENKAMP รุ่น HOTSPOT
10. Hot plate ยี่ห้อ VELPSCIENTIFICA
11. โถดูดความชื้น ยี่ห้อ DURANT รุ่น DN300
12. เครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ genesis 10s UV-Vis
13. เครื่อง autoclave ยี่ห้อ TOMY รุ่น SX-500
14. เครื่องเซนติฟิวจ์ ยี่ห้อ HERMLE Z383K
15. เครื่อง Freez-dryer ยี่ห้อ Heto รุ่น Lyolab 3000
16. เครื่อง Shaker ยี่ห้อ GALLENKAMP
17. อุปกรณ์ในการไตเตรท
18. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
19. ครูซิเบิล
20. อุปกรณ์สำหรับทำผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่
21. เตาอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของถั่วขาว

3.5.1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของถั่วขาว (AOAC, 1995)

นำเมล็ดถั่วขาวมาแกะเปลือกออก และทำการบดให้ละเอียด จากนั้นนำถั่วขาวบดที่ได้มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น ได้แก่ วิเคราะห์ความชื้น (moisture content) ด้วยวิธี Hot air oven วิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน (crude protein) ด้วยวิธี Kjedahl method ปริมาณไขมัน (crude fat) โดยสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction method) ปริมาณเถ้าทั้งหมด (Total ash) ปริมาณเยื่อใยหยาบ (crude fiber) และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (crabohydrate) โดยหาได้จากการหาผลต่างของความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า

3.5.1.2 การเตรียมสารสกัดจากถั่วขาว (ดัดแปลงจาก Lu และคณะ, 2014)

นำถั่วขาวมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า จากนั้นนำไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำผงของตัวอย่างปริมาณ 0.5 กรัม ไปทำการสกัดกับตัวทำละลายผสมของอะซีโตนต่อน้ำ (50 : 50 โดยปริมาตร) ปริมาตร 15 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ที่ความเร็ว 150 rpm เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นกรองผ่านกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 เพื่อกรองตะกอนออก นำส่วนใสที่ได้ไปปั่นเหวี่ยง โดยใช้เครื่องเซนติฟิวจ์ ที่ความเร็วรอบ 3000 rpm เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นจึงนำส่วนใสที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระต่อไป

3.5.1.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (ธัญญรัตน์, 2550)

ทำการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในถั่วขาวด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยนำสารสกัดจากถั่วขาวปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติม Folin-Ciocalteu's phenol reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงไปผสมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 3 นาที เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร หาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก ดังรูปในภาคผนวก ค โดยมีสูตรสมการเส้นตรงคือ $y = 0.0056x$ โดย y = ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้ x = ปริมาณรวมสารประกอบฟีนอลิคเป็นไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร ของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1.4 การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH (ดัดแปลงจาก Luxu และคณะ, 2014)

ทำการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของถั่วขาวโดยนำสารสกัดจากถั่วขาวปริมาตร 10 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 3 มิลลิลิตร นำไปเก็บไว้ในที่มืดเพื่อให้ส่วนผสมทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 30 นาที นำส่วนผสมไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{Scavening capacity (SC)\%} = \left[\frac{(A_0 - A)}{A_0}\right] \times 100$$

กำหนดให้ $A_0 = A_{515}$ ของสารละลาย DPPH

$A = A_{515}$ ของตัวอย่างสารสกัดจากถั่วขาวผสมกับ DPPH

3.5.2 การศึกษาการผลิตเทมเป้ถั่วขาวในระดับห้องปฏิบัติการ

3.5.2.1 การเตรียมหัวเชื้อผงสำหรับการทำผลิตเทมเป้ ดัดแปลงจากพรดรัลและธนพล (2556)

ทำโดยการนำปลายข้าว 30 กรัม เติมน้ำกลั่นลงไปพอให้ชุ่ม (ประมาณ 10 มิลลิลิตร) จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อโดยใช้เครื่อง autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็น ทำการเติมสารละลายสปอร์ของ *Rhizopus oligosporus* ที่มีปริมาณสปอร์เริ่มต้น 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร ลงไป 5 มิลลิลิตร ทำการคลุกให้เข้ากัน และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จนกระทั่งข้าวที่ได้ปกคลุมด้วยสปอร์ของเชื้อรา (ประมาณ 4-5 วัน) ตักปลายข้าวที่ได้หลังจากการบ่มใส่ในกระทงฟอยด์ อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน และนำไปบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่น จะได้หัวเชื้อเทมเป้ผงสำหรับนำไปทำผลิตภัณฑ์เทมเป้

3.5.2.2 การศึกษาปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตเทมเป้จากถั่วขาว

ทำโดยนำถั่วขาวทั้งเมล็ดมาทำความสะอาด และแช่น้ำเป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นนำมานึ่งเป็นเวลา 45 นาที ผึ่งถั่วขาวนึ่งให้เย็น และทำการเติมหัวเชื้อผง *Rhizopus oligosporus* เพื่อศึกษาปริมาณของหัวเชื้อผงที่เหมาะสม โดยแปรปริมาณหัวเชื้อเป็น 0.3 0.5 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ทำการคลุกเคล้าให้ทั่ว บรรจุใส่ถุงพลาสติกและอัดให้แน่น ปิดปากถุงให้สนิทโดยใช้เครื่องซีลไฟฟ้า เจาะรูเพื่อให้มีอากาศเล็กน้อย บ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้เทมเป้ถั่วขาว ทำการทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำเทมเป้ถั่วขาวที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ เพื่อทำการคัดเลือกปริมาณของหัวเชื้อผงที่เหมาะสมที่ทำให้ได้เทมเป้ที่มีคุณภาพดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) การตรวจสอบคุณลักษณะของเทมเป้ที่ได้ โดยพิจารณาจาก ลักษณะปรากฏ ดูจากการสร้างเส้นใยสีขาวของเชื้อราว่ามีการกระจายทั่วทั้งผิวหน้าเมล็ดถั่ว การยึดเกาะตัวกันของเมล็ดถั่วและต้องสามารถหั่นเป็นชิ้นได้ โดยเมล็ดถั่วยังเกาะติดกัน (พรดรัลและธนพล, 2556)

2.) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของเทมเป้ถั่วขาว (AOAC, 1995) โดยนำเทมเป้ถั่วขาวที่แปรปริมาณหัวเชื้อที่ความเข้มข้นต่างๆมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น ได้แก่ วิเคราะห์ความชื้น (moisture content) ด้วยวิธี Hot air oven ปริมาณ โปรตีน (crude protein) ด้วยวิธี Kjedahl method ปริมาณไขมัน (crude fat) ด้วยวิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction methode) ปริมาณเถ้าทั้งหมด (Total ash) ปริมาณเยื่อใยหยาบ (crude fiber) และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (crabohydrate) โดยหาได้จากการหาผลต่างของความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า

3.) การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของเทมเป้ถั่วขาว

3.1) การเตรียมสารสกัดจากเทมเป้ถั่วขาว (Lu และคณะ, 2014)

นำเทมเป้ถั่วขาวมาทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งโดยใช้เครื่อง freez dryer เป็นเวลา 10 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า นำผงของตัวอย่างปริมาณ 0.5 กรัม ไปทำการสกัด กับตัวทำละลายผสมของอะซีโตนต่อน้ำ (50 ต่อ 50 โดยปริมาตร) ปริมาตร 15 มิลลิลิตร และนำไปเขย่าโดยใช้เครื่องเขย่าที่ความเร็ว 150 rpm เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นกรองผ่านกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 เพื่อกรองตะกอนออก นำส่วนใสที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงโดยใช้เครื่องเซนติฟิวจ์ ที่ความเร็วรอบ 3000 rpm เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นจึงนำส่วนใสที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดตามวิธีการของ ธัญรัตน์ (2550) ในหัวข้อที่ 3.5.1.3 และวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระตามวิธีการของ Lu และคณะ (2014) ในหัวข้อที่ 3.5.1.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์เทมเป้ถั่วขาวในผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่

3.6.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์คัพเค้กจากแป้งเทมเป้ถั่วขาว

3.6.1.1 การผลิตแป้งเทมเป้ถั่วขาว ดัดแปลงจาก Rodrigo และคณะ, (2013)

ทำโดยการนำเทมเป้ถั่วขาวมาหั่นเป็นชิ้นบางๆ และนำไปอบในตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนเทมเป้ที่ได้มีลักษณะแห้ง และนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้าจากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้ง จะได้แป้งจากเทมเป้ถั่วขาว

3.6.1.2 การผลิตคัพเค้กจากแป้งเทมเป้ถั่วขาว (ดัดแปลงจากภัณฑิรา, 2556)

โดยนำแป้งเทมเป้ถั่วขาวที่ได้มาทำผลิตภัณฑ์คัพเค้กที่มีการผสมระหว่างแป้งเค้กและแป้งเทมเป้ถั่วขาวสูตรต่างๆ ดังนี้ คือ คัพเค้กสูตรควบคุมไม่ใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งสาลี คัพเค้กสูตร 1 ใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งสาลีในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ คัพเค้กสูตร 2 ใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งสาลีในปริมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ และคัพเค้กสูตร 3 ใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งสาลีในปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสูตรในการทำดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมในการทำคัพเค้กจากแป้งเค้กและแป้งเทมเป้

ส่วนผสม	คัพเค้กสูตรควบคุม	คัพเค้กสูตร 1	คัพเค้กสูตร 2	คัพเค้กสูตร 3
แป้งเค้ก	180 กรัม	144 กรัม	153 กรัม	162 กรัม
แป้งเทมเป้ถั่วขาว	0 กรัม	36 กรัม	27 กรัม	18 กรัม
น้ำตาลทราย	125 กรัม	125 กรัม	125 กรัม	125 กรัม
เบกกิ้งโซดา	0.8 กรัม	0.8 กรัม	0.8 กรัม	0.8 กรัม
ผงฟู	2.6 กรัม	2.6 กรัม	2.6 กรัม	2.6 กรัม
เนยสดชนิดเค็ม	150 กรัม	150 กรัม	150 กรัม	150 กรัม
ไข่ไก่	62 กรัม	62 กรัม	62 กรัม	62 กรัม
นมรสจืด	160 กรัม	160 กรัม	160 กรัม	160 กรัม

วิธีการ

1. เตรียมส่วนผสมแห้งโดยทำการร่อนแป้งเค้ก แป้งเทมเป้ เบกกิ้งโซดา และผงฟูใส่ในชามผสมขนาดใหญ่ แล้วพักไว้

2. ตีเนยสดชนิดเค็มให้ขึ้นฟู จากนั้นใส่น้ำตาลทราย เติมไข่ไก่ทีละ 1 ฟองจนหมด ตีให้เข้ากันจนได้เนื้อที่มีลักษณะเนียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใส่ส่วนผสมแห้งลงในส่วนผสมของเนย สลับกับการใส่นมสดทีละน้อยจนหมด จากนั้นใส่กลิ่นวานิลลาลงไป

4. แบ่งส่วนผสมลงในถ้วยคัพเค้กปริมาณ 3/4 ของถ้วย

5. นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำมาพักให้เย็น

3.6.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุ้กกี้จากเทมเป้ถั่วขาว

นำเทมเป้ถั่วขาวมาสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อที่จะนำไปใส่ลงส่วนผสมคุ้กกี้ในอัตราส่วนต่างๆ โดย คุ้กกี้สูตรควบคุมเป็นสูตรที่ไม่ผสมเทมเป้บดหยาบ คุ้กกี้สูตร 1 ผสมเทมเป้บดหยาบปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมทั้งหมด คุ้กกี้สูตร 2 ผสมเทมเป้บดหยาบปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมทั้งหมด และคุ้กกี้สูตร 3 ผสมเทมเป้บดหยาบปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมทั้งหมด โดยมีส่วนผสมการทำดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงส่วนผสมในการทำคุ้กกี้จากเทมเป้ถั่วขาว

ส่วนผสม	คุ้กกี้สูตรควบคุม	คุ้กกี้สูตร 1	คุ้กกี้สูตร 2	คุ้กกี้สูตร 3
แป้งสาลีอเนกประสงค์	240 กรัม	240 กรัม	240 กรัม	240 กรัม
เทมเป้บดหยาบ	-	58.24 กรัม	116.48 กรัม	174.72 กรัม
น้ำตาลทราย	138.8 กรัม	138.8 กรัม	138.8 กรัม	138.8 กรัม
เนยสดชนิดเค็ม	200 กรัม	200 กรัม	200 กรัม	200 กรัม
ผงฟู	2.6 กรัม	2.6 กรัม	2.6 กรัม	2.6 กรัม
กลิ่นวานิลา	1 กรัม	1 กรัม	1 กรัม	1 กรัม
ไข่ไก่	62 กรัม	62 กรัม	62 กรัม	62 กรัม
นมสด	56.2 กรัม	56.2 กรัม	56.2 กรัม	56.2 กรัม

วิธีการ

1. นำเทมเป้มาทำการสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ

2. นำแป้งสาลี และ ผงฟูไปร่อนผ่านตะแกรง ใส่ลงในชามแล้วพักไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตีเนยสดชนิดเค็มให้ขึ้นฟู จากนั้นใส่น้ำตาลทรายเติมไข่ไก่ทีละ 1 ฟองจนหมด ตีให้เข้ากันจนกระทั่งเนื้อที่ได้มีลักษณะเนียน ไม่จับตัวเป็นก้อน

4. ค่อยๆเติมแป้งที่พักไว้ลงในส่วนผสมของเนย สลับกับใส่นมสดทีละน้อยจนหมด

5. นำเทมเป้บดหยาบผสมลงไป โดยใช้ไม้พายคลุกให้เข้ากัน

6. ใช้เนยจืดทาถาดให้ทั่ว และใช้ช้อนตวงขนาดครึ่งช้อนชาตักส่วนผสมวางลงบนถาดให้มีขนาดเท่ากัน แต่ละชิ้นควรว่างห่างกันประมาณ 1 นิ้ว และนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์คุ้กกี้โดยมีเทมเป้ถั่วขาว

3.7 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์คัพเค้กและคุ้กกี้

3.7.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีเบื้องต้น (AOAC, 1995)

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของคัพเค้กและคุ้กกี้ ได้แก่ วิเคราะห์ความชื้น (moisture content) ด้วยวิธี Hot air oven วิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน (crude protein) ด้วยวิธี Kjedahl method วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (crude fat) ด้วยวิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction method) วิเคราะห์ปริมาณเถ้าทั้งหมด (Total ash) และวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยหยาบ (crude fiber) และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (crabohydrate) โดยหาได้จากการหาผลต่างของความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า

3.7.2 การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

3.7.2.1 ตรวจสอบปริมาตรของก้อนเค้ก (volume index)

โดยใช้เวอร์เนียคาริปเปอร์วัดความสูงของชิ้นเค้กรูปสี่เหลี่ยมบริเวณกึ่งกลางด้านทั้งสี่และตรงจุดกึ่งกลางรวมทั้งหมด 5 ตำแหน่ง นำค่าทั้งหมดมาเฉลี่ยจำนวน 3 ซ้ำ จะได้ปริมาตรของก้อนเค้กที่มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

3.7.2.2 ตรวจสอบการขยายตัวของคุ้กกี้ (cookie spread)

โดยใช้เวอร์เนียคาริปเปอร์วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นคุ้กกี้ โดยวัดตัวอย่างคุ้กกี้ก่อนอบและหลังอบจำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาการขยายตัวของคุ้กกี้ โดยนำค่าการวัดหลังอบ ลบค่าก่อนอบ

3.7.3 การตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

3.7.3.1 การตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของคัพเค้ก

ทำการตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของคัพเค้กสูตรต่างๆ ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส โดยใช้หัววัดรูปทรงกระบอก (cylindrical probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร โดยตัดชิ้นเค้กให้มีความหนา 2 เซนติเมตร วัดแรงกระทำของหัววัดที่กด (compression force) ลง ณ จุดกึ่งกลางของชิ้นเค้กด้วยระยะทาง 50 เปอร์เซ็นต์ ของความหนาของชิ้นเค้ก ตรวจสอบตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.3.2 การตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้

ทำการตรวจสอบโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส เพื่อวัดความแข็ง (hardness) ณ จุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ โดยใช้หัวบอลกดลงที่จุดกึ่งกลางของคุ้กกี้ในทิศทางตั้งฉากกับผิวหน้าด้านกว้าง อ่านค่าแรงสูงสุดจากกราฟความสัมพันธ์ของแรง (กรัม) และเวลา (วินาที) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.7.4 การตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

3.7.4.1 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคัพเค้ก

ทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผู้บริโภค โดยเปรียบเทียบกับคัพเค้กสูตรควบคุมในด้านลักษณะปรากฏ สีของเนื้อเค้ก เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน ซึ่งเป็นนักศึกษาของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สจล. จำนวน 30 คน ให้คะแนนแบบ 9-Point hedonic scale มีคะแนนระหว่าง 1-9 โดย 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด

3.7.4.2 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุ้กกี้

ทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผู้บริโภค โดยเปรียบเทียบกับคุ้กกี้สูตรควบคุมในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ ความกรอบ กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน เป็นนักศึกษาของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สจล. จำนวน 30 คน ให้คะแนนแบบ 9-Point hedonic scale มีคะแนนระหว่าง 1-9 โดย 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด

3.7.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา

3.7.5.1 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของคัพเค้กในระหว่างการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ

ทำโดยการนำคัพเค้กสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด โดยเลือกจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นและจากการตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากหัวข้อ 3.7 บรรจุใส่กล่องพลาสติก และทดลองเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพของคัพเค้กในระหว่างการเก็บรักษาที่ 0 ถึง 3 วัน โดยการตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.5.2 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของคุ้กกี้ในระหว่างการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ

ทำโดยการนำคุ้กกี้สูตรที่มีคุณภาพเหมาะสมที่สุด โดยเลือกจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นและจากการตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากหัวข้อ 3.7 บรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิด Poly propyrene ถุงละ 200 กรัม ปิดปากถุงให้สนิทและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) ตรวจสอบคุณภาพของคุ้กกี้ในระหว่างการเก็บรักษาตั้งแต่ 0 วันจนถึง 24 วัน โดยการตรวจสอบเนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง) โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส

3.7.6 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยตาราง ANOVA โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 12.0 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับการวางแผนการทดลองในด้านการตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจะใช้การวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design โดยนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 20.0 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการวิเคราะห์ผลทางสถิติในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของคัพเค้กและคุ้กกี้ในระหว่างการเก็บรักษาด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 12.0 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 คุณภาพทางเคมีเบื้องต้นของถั่วขาว

จากการนำถั่วขาวมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นได้แก่ ปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใยหยาบ พบว่าได้ผลการทดลอง ดังนี้ ปริมาณความชื้น 14.03 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีน 15.39 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมัน 0.71 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 3.20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเยื่อใยหยาบ 1.81 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 66.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ศศิธรและคณะ (2555) โดยมีค่าดังนี้ ปริมาณความชื้น 10.86 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีน 17.20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมัน 0.83 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 3.95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเยื่อใยหยาบ 1.21 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 65.95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าถั่วขาวมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของถั่วขาว

องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น	ค่าที่ได้ (เปอร์เซ็นต์)
ความชื้น	14.03 ± 0.45
โปรตีน	15.39 ± 0.48
ไขมัน	0.71 ± 0.06
เถ้า	3.20 ± 0.33
เยื่อใยหยาบ	1.81 ± 0.68
คาร์โบไฮเดรต	66.67 ± 0.37

และเมื่อนำถั่วขาวมาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าตัวอย่างถั่วขาวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 40.1489 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร และมีเปอร์เซ็นต์ในการต้านอนุมูลอิสระ 58.5374 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับ ถั่วเหลือง 20 สายพันธุ์ (Djordje และคณะ, 2007) พบว่ามี เปอร์เซ็นต์ในการต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วง 22.87 ถึง 48.17 จะเห็นได้ว่าถั่วขาวมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH มากกว่าถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาการผลิตเทมเป้ถั่วขาวในระดับห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาการผลิตเทมเป้ถั่วขาวโดยศึกษาปริมาณหัวเชื้อเทมเป้ผงที่เหมาะสม โดยแปรปริมาณเป็น 0.3 0.5 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำเทมเป้ที่ได้มาตรวจสอบคุณลักษณะและนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น ดังนี้

4.2.1 การตรวจสอบคุณลักษณะของเทมเป้

จากการนำเทมเป้มาตรวจสอบคุณลักษณะพบว่าเทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.3 0.5 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการปกคลุมของเส้นใยสีขาว และเส้นใยมีการกระจายทั่วทั้งผิวหน้าของเมล็ดถั่ว สามารถหั่นเป็นชิ้นได้โดยที่เมล็ดถั่วยังเกาะติดกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.1 แต่สำหรับเทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.8 เปอร์เซ็นต์พบว่ามีการปกคุลมของเส้นใยหนาแน่นที่สุด

รูปที่ 4.1 เทมเป้ที่แปรปริมาณหัวเชื้อ 0.3 0.5 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ รูป ก คือ เทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.3 เปอร์เซ็นต์
รูป ข คือ เทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.5 เปอร์เซ็นต์
รูป ค คือ เทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.8 เปอร์เซ็นต์

4.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของเทมเป้ถั่วขาว

จากการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของเทมเป้ถั่วขาวที่แปรปริมาณหัวเชื้อในระดับต่างๆ ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางเคมีเบื้องต้นของเทมเป้ถั่วขาวที่แปรปริมาณหัวเชื้อในระดับต่างๆ

คุณภาพทางเคมี	ปริมาณหัวเชื้อ (เปอร์เซ็นต์)		
	0.3	0.5	0.8
ความชื้น	$33.46^{b} \pm 0.10$	$34.55^{ab} \pm 2.66$	$37.25^{a} \pm 0.28$
โปรตีน	$16.13^{a} \pm 0.14$	$16.31^{a} \pm 0.44$	$16.44^{a} \pm 0.68$
ไขมัน	$4.78^{b} \pm 0.01$	$3.86^{c} \pm 0.05$	$5.08^{a} \pm 0.11$
เถ้า	$1.23^{a} \pm 0.01$	$1.11^{b} \pm 0.01$	$1.13^{b} \pm 0.01$
เยื่อใยหยาบ	$11.37^{a} \pm 0.23$	$9.42^{b} \pm 0.30$	$10.85^{b} \pm 0.27$
คาร์โบไฮเดรต	$33.03^{a} \pm 1.02$	$34.75^{a} \pm 0.67$	$29.25^{a} \pm 2.40$

a-c อักษรต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำเทมเป้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นโดยมีการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณความชื้นของเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.3 0.5 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 33.46 34.55 และ 37.25 ตามลำดับ โดยพบว่าเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.8 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณโปรตีนของเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.3 0.5 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีค่า 16.13 16.31 และ 16.44 ตามลำดับ โดยพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยจะเห็นได้ว่าปริมาณโปรตีนของเทมเป้มีค่าแปรผกผันกับปริมาณคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากเชื้อจะมีการนำคาร์โบไฮเดรตไปใช้ก่อนเพราะโครงสร้างอยู่ในรูปที่สามารถนำไปใช้ได้ง่ายกว่า เมื่อคาร์โบไฮเดรตหมดลง เชื้อจึงจะนำโปรตีนไปใช้

สำหรับปริมาณไขมัน พบว่าเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.3 มีค่า 4.78 เทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.5 มีค่า 3.86 และเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.8 มีค่า 5.08 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณเถ้า พบว่าเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.3 มีค่า 1.23 เทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.5 มีค่า 1.11 และเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.8 มีค่า 1.13 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.5 และ 0.8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.3

ปริมาณเยื่อใยหยาบของเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.3 0.5 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีค่า 11.37 9.42 และ 10.85 ตามลำดับ โดยพบว่าเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.5 และ 0.8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.3 เนื่องจากในถั่วขาวมีปริมาณเยื่อใยหยาบสูง และเมื่อทำการใส่หัวเชื้อที่ปริมาณ 0.5 ขึ้นไป มีผลให้เชื้อนำคาร์โบไฮเดรตไปใช้มากขึ้น ซึ่งทำให้ปริมาณเยื่อใยหยาบลดลง

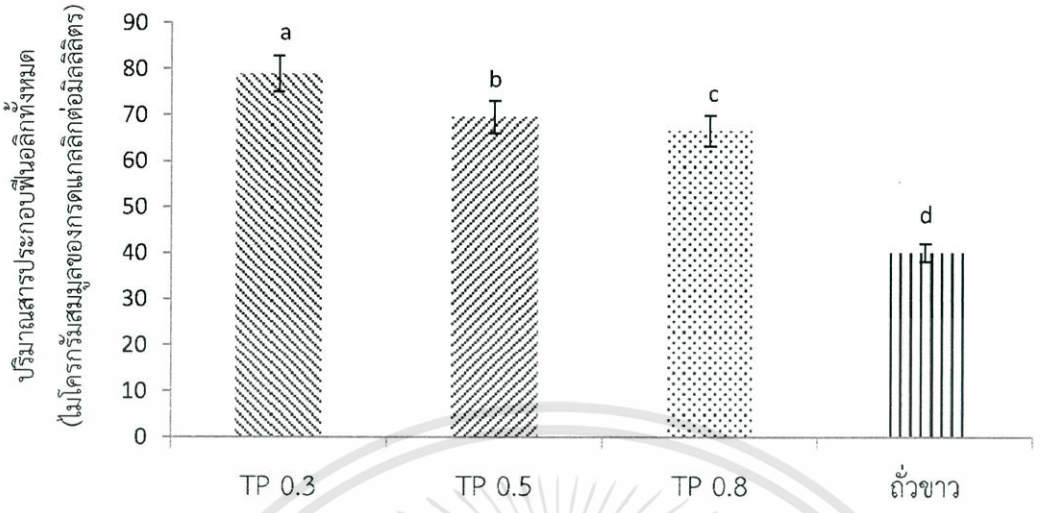
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเทมเป้ที่มีเปอร์เซ็นต์ปริมาณหัวเชื้อ 0.3 0.5 และ 0.8 มีค่าดังนี้ 33.03 34.75 และ 29.25 ตามลำดับ โดยพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จะเห็นได้ว่าเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อ 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตต่ำสุด เนื่องจากในถั่วขาวมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นในการใส่หัวเชื้อที่ปริมาณ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เชื้อมีการนำคาร์โบไฮเดรตไปใช้ในกิจกรรมของเซลล์มากกว่า ส่งผลให้ค่าคาร์โบไฮเดรตลดลง

4.2.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของเทมเป้ถั่วขาว

เมื่อนำเทมเป้ถั่วขาวมาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าเทมเป้ถั่วขาวที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.3 0.5 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 78.96 69.60 และ 66.52 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าการใช้ปริมาณหัวเชื้อที่มากกว่า 0.3 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในเทมเป้มีค่าลดลง อาจเป็นเพราะเนื่องจากการที่มีหัวเชื้อมากทำให้เกิดภาวะการแย่งอาหารสูง ส่งผลให้การผลิตสารประกอบฟีนอลิกมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณหัวเชื้อที่เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วขาวพบว่าเทมเป้ทั้ง 3 ทรีทเมนต์ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าถั่วขาวที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการหมัก ดังแสดงในรูปที่ 4.2 เนื่องจากในระหว่างกระบวนการหมักมีกิจกรรมของเอนไซม์เบต้า-กลูโคซิเดสและเอสเทอเรสสูงขึ้น ซึ่งกิจกรรมของเอนไซม์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟีนอลิกให้สูงขึ้น (Cho และคณะ, 2011) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee และคณะ (2008) ที่กล่าวว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของถั่วเหลืองที่หมักด้วย *A. awanori, R. azygosporus* หรือ *Rhizopus sp.* No. 2 มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของเทมเป้ที่แปรปริมาณหัวเชื้อระดับต่าง ๆ และถั่วขาว

หมายเหตุ หมายถึง เทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.3 เปอร์เซ็นต์

หมายถึง เทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.5 เปอร์เซ็นต์

หมายถึง เทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.8 เปอร์เซ็นต์

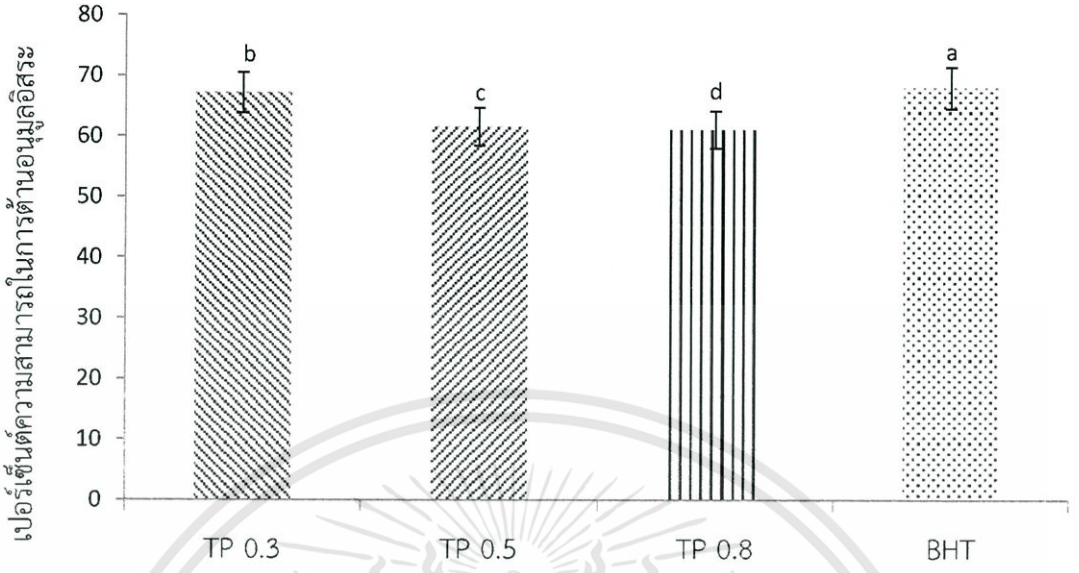
ถั่วขาว

4.2.4 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของเทมเป้ถั่วขาว

ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH พบว่า เทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.3 0.5 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ 67.16 61.56 และ 61.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีค่าลดลงเมื่อใช้ปริมาณหัวเชื้อเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.3 โดยพบว่าเทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.3 มีเปอร์เซ็นต์ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่ใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน BHT มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 68.00

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.3 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hussain และคณะ (1987) ; Rice-Evans และคณะ (1996) ที่กล่าวว่า การหมักถั่วเหลืองทำให้มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงขึ้น ซึ่งส่งเสริมให้ความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารสกัดถั่วเหลืองหมักสูงขึ้นด้วย เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และไอโซฟลาโวนเป็นสารประกอบในกลุ่มฟีนอล โครงสร้างมีหมู่ไฮดรอกซิลที่สามารถให้ไฮโดรเจนอะตอมแก่อนุมูลอิสระได้ จึงมีความสามารถในการต้านการเกิดออกซิเดชั่นหรืออนุมูลอิสระได้ นอกจากนี้งานวิจัยของ Chaia และคณะ (2012) ได้รายงานว่าปริมาณฟินอลิกทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPHของเทมเป้ที่แปรปริมาณหัวเชื้อระดับต่างๆและสารมาตรฐาน BHT

หมายเหตุ หมายถึง เทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.3 เปอร์เซ็นต์

หมายถึง เทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.5 เปอร์เซ็นต์

หมายถึง เทมเป้ที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อ 0.8 เปอร์เซ็นต์

หมายถึง สารมาตรฐาน BHT

ดังนั้นในการพิจารณาคัดเลือกปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตเทมเป้ถั่วขาว จึงพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพของเทมเป้ที่ได้ ที่มีการปกคลุมของเส้นใยสีขาว และเส้นใยมีการกระจายทั่วทั้งผิวหน้าของเมล็ดถั่ว สามารถหั่นเป็นชิ้นได้โดยที่เมล็ดถั่วยังเกาะติดกัน รวมทั้งมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด ซึ่งพบว่าการเติมหัวเชื้อที่ระดับ 0.3 เปอร์เซ็นต์ จะให้เทมเป้ที่มีคุณภาพดีที่สุดเพื่อนำมาศึกษาต่อไป

4.3 การประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์เทมเป้ถั่วขาวในผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่

4.3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์คัพเค้กจากแป้งเทมเป้ถั่วขาว

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ได้มีการนำเทมเป้ถั่วขาวมาทำเป็นผงแป้ง โดยพบว่าผงแป้งที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมของเทมเป้ เนื้อที่ได้มีลักษณะเนียนละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 แป้งจากเทมเป้ถั่วขาว

จากนั้นนำแป้งที่ได้มาทดลองผลิตภัณฑ์คัพเค้ก โดยใช้ทดแทนแป้งเค้กบางส่วนในปริมาณ 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยส่วนผสมอื่นๆใช้ในปริมาณเท่ากับสูตรควบคุม จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบคุณภาพดังนี้

4.3.1.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

นำผลิตภัณฑ์คัพเค้ก ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น ได้แก่ วิเคราะห์ปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใยหยาบ ของคัพเค้กทั้งสามสูตร เพื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณความชื้นของคัพเค้กสูตรควบคุม มีค่า 31.41 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 31.61 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 31.41 เปอร์เซ็นต์ และสูตร 3 มีค่า 32.15 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าปริมาณความชื้นของคัพเค้กสูตรควบคุมกับคัพเค้กสูตร 1 และสูตร 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับคัพเค้กสูตร 3 ซึ่งพบว่าการใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กบางส่วนมีผลให้ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

สำหรับปริมาณโปรตีนของคัพเค้กสูตรควบคุมพบว่า มีค่า 6.32 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 6.29 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 6.61 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 มีค่า 7.97 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าปริมาณโปรตีนของคัพเค้กสูตรควบคุม คัพเค้กสูตร 1 และสูตร 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสิติถิ ($p \leq 0.05$) กับสูตร 3 แสดงว่าการใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปมีผลให้ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น เนื่องจากใน เทมเป้มีปริมาณโปรตีนสูง เมื่อทำการใส่ผงแป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กจึงมีผลให้ค่าโปรตีนสูงขึ้น

เมื่อตรวจสอบวิเคราะห์ปริมาณไขมันในคัพเค้กสูตรควบคุม พบว่ามีค่า 19.84 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 19.39 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 19.83 เปอร์เซ็นต์ และสูตร 3 มีค่า 19.56 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าปริมาณไขมันของคัพเค้กสูตรควบคุมกับคัพเค้กสูตรอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กบางส่วนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเถ้าของคัพเค้กสูตรควบคุม พบว่ามีค่า 1.28 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 1.29 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 1.34 เปอร์เซ็นต์ และสูตร 3 มีค่า 1.33 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ปริมาณเยื่อใยหยาบของคัพเค้กสูตรควบคุม พบว่ามีค่า 7.17 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 7.24 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 7.42 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 มีค่า 7.53 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่า คัพเค้กสูตร 1 สูตร 2 และสูตร 3 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม พบว่าปริมาณเยื่อใยหยาบของคัพเค้กสูตร 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งเทมเป้ในปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทดแทนแป้งเค้กบางส่วนมีปริมาณเยื่อใยหยาบเพิ่มขึ้น

และสำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตของคัพเค้กสูตรควบคุมมีค่า 36.98 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 34.16 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 33.39 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 มีค่า 31.46 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของคัพเค้กทั้ง 3 สูตรกับคัพเค้กสูตรควบคุม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากการใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กบางส่วนไม่มีผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรต ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของคัพเค้กสูตรต่างๆ ที่ทดแทนแป้งเทมเป้ในปริมาณต่างๆ

คุณภาพทางเคมี	คัพเค้ก			
	สูตรควบคุม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ความชื้น	$31.41^{b} \pm 0.19$	$31.61^{b} \pm 0.46$	$31.41^{b} \pm 0.31$	$32.15^{a} \pm 0.17$
โปรตีน	$6.32^{b} \pm 0.07$	$6.29^{b} \pm 0.11$	$6.61^{b} \pm 0.20$	$7.97^{a} \pm 0.24$
ไขมัน	$19.84^{a} \pm 0.21$	$19.40^{a} \pm 0.43$	$19.83^{a} \pm 0.07$	$19.56^{a} \pm 0.26$
เถ้า	$1.28^{a} \pm 0.05$	$1.30^{a} \pm 0.06$	$1.34^{a} \pm 0.04$	$1.33^{a} \pm 0.02$
เยื่อใยหยาบ	$7.17^{b} \pm 0.12$	$7.24^{ab} \pm 0.03$	$7.42^{ab} \pm 0.24$	$7.53^{a} \pm 0.18$
คาร์โบไฮเดรต	$36.98^{a} \pm 0.08$	$34.16^{a} \pm 0.57$	$33.39^{a} \pm 0.36$	$31.46^{a} \pm 0.43$

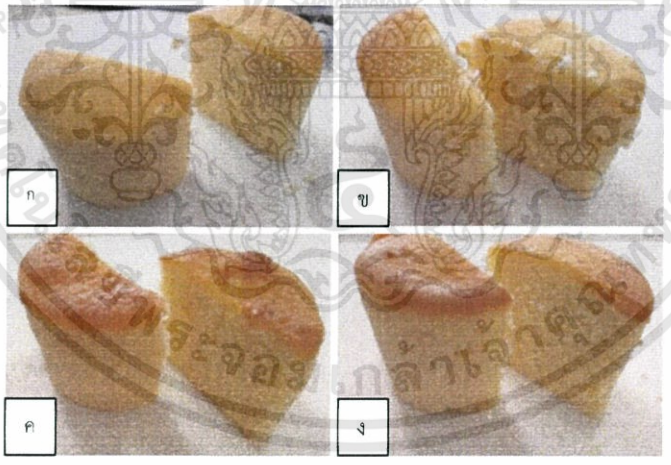
a-c อักษรต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ คัพเค้กสูตร 1 หมายถึง คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์
คัพเค้กสูตร 2 หมายถึง คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์
คัพเค้กสูตร 3 หมายถึง คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.2 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

จากการศึกษาการเติมปริมาณแป้งเทมเป้ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์คัพเค้ก โดยใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในปริมาณ 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยเปรียบเทียบลักษณะคัพเค้กที่ได้กับสูตรควบคุมพบว่า เนื้อเค้กของคัพเค้กทั้งสามสูตร ที่ได้มีลักษณะเนียนละเอียด มีฟองอากาศเล็กน้อย มีรูพรุน ลักษณะของสีคือมีสีเหลืองอ่อนซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งเทมเป้ไม่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าคัพเค้กสูตรที่มีการใช้แป้งเทมเป้ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับคัพเค้กสูตรควบคุมมากที่สุด ในขณะที่คัพเค้กสูตรที่มีการใช้แป้งเทมเป้ในระดับ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผสมเนื้อเค้กก่อนอบค่อนข้างหนืดมากกว่าสูตรควบคุม จึงทำให้ต้องใช้เวลาในการอบนานกว่าคัพเค้กสูตรควบคุม และสูตรที่เติม 10 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในรูป 4.5 จากนั้นนำคัพเค้กที่ได้มาตรวจวัดปริมาตรของก้อนเค้ก (volume index) โดยใช้เวอร์เนียคาริปเปอร์วัดความสูงของชิ้นเค้ก พบว่า คัพเค้กสูตรควบคุม มีค่าการฟูขึ้นเท่ากับ 0.0267 เซนติเมตร เมื่อเพิ่มปริมาณของแป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้ก พบว่ามีค่าลดลงเนื่องจากแป้งเทมเป้มีน้ำหนักมากกว่าแป้งเค้ก จึงมีผลให้ค่าการฟูน้อยกว่าคัพเค้กสูตรควบคุม โดย คัพเค้กสูตร 1 และสูตร 2 มีค่าการฟูขึ้นเป็น 0.0167 เซนติเมตร และสูตร 3 มีค่า 0.0133 เซนติเมตร แต่ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาตรของคัพเค้กสูตรควบคุม กับคัพเค้กสูตร 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่สำหรับสูตร 3 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กบางส่วน มีผลต่อการฟูขึ้นของเค้ก



รูปที่ 4.5 คัพเค้กที่ทดแทนแป้งเค้กด้วยแป้งเทมเป้ระดับต่างๆ

ก คือ คัพเค้กสูตรควบคุม

ข คือ คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์

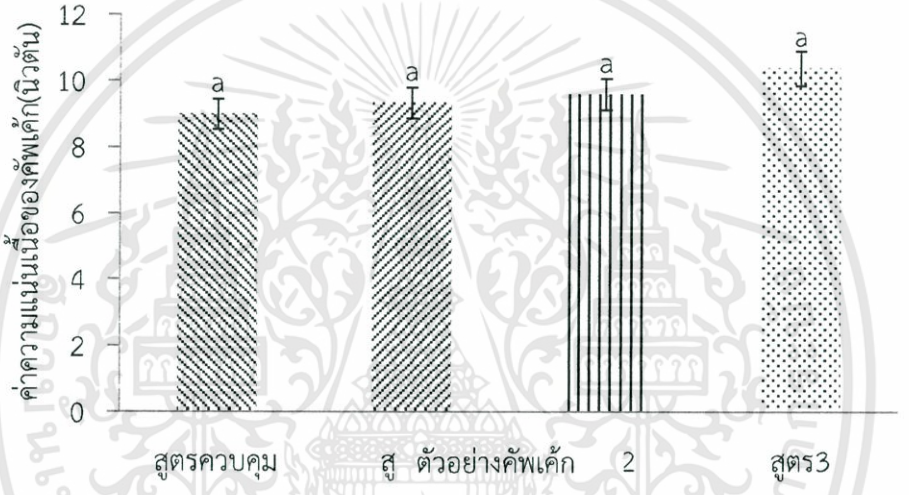
ค คือ คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์

ง คือ คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.3 การตรวจวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

จากการนำผลิตภัณฑ์คัพเค้กสูตรต่างๆ มาทดสอบเนื้อสัมผัสในรูปความแน่นเนื้อ พบว่า มีค่าดังนี้ คัพเค้กสูตรควบคุมมีค่า 8.99 นิวตัน คัพเค้กสูตร 1 มีค่า 9.59 นิวตัน สูตร 2 มีค่า 9.33 นิวตัน และสูตร 3 มีค่า 10.38 นิวตัน ซึ่งพบว่ามีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยแต่จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงว่าสามารถใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กได้ถึงระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาของชลิดาและคณะ (2546) ที่ทำการนำแป้งข้าวหอมมะลิมาทดแทนแป้งเค้กในการทำชิฟฟอนเค้กเพื่อเปรียบเทียบกับชิฟฟอนเค้กสูตรพื้นฐาน พบว่าค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความแน่นเนื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งที่ทำจากธัญพืชเพื่อทดแทนแป้งเค้กในการผลิตเค้กไม่มีผลต่อค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 4.6 ค่าความแน่นเนื้อของคัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในระดับต่างๆ

หมายเหตุ หมายถึง คัพเค้กที่ไม่มีการใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้ก

หมายถึง คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

หมายถึง คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กปริมาณ 15 เปอร์เซ็นต์

หมายถึง คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์

4.3.1.4 การตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ โดยทำการประเมินความชอบของคัพเค้กสูตรต่างๆ ในด้าน ลักษณะปรากฏ สีของเนื้อเค้ก เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยใช้แบบทดสอบแบบ 9-Point hedonic scale ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของคัพเค้กสูตรต่างๆ

ความชอบในด้านต่างๆ	ตัวอย่างคัพเค้ก			
	สูตรควบคุม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ลักษณะปรากฏ	$7.40^{a} \pm 1.50$	$6.80^{a} \pm 1.35$	$7.27^{a} \pm 1.31$	$7.00^{a} \pm 1.51$
สีของเนื้อเค้ก	$7.20^{a} \pm 1.35$	$6.47^{a} \pm 1.36$	$7.17^{a} \pm 1.40$	$6.73^{a} \pm 1.53$
เนื้อสัมผัส	$7.03^{b} \pm 1.35$	$6.80^{c} \pm 1.40$	$7.10^{a} \pm 1.50$	$6.50^{d} \pm 1.50$
กลิ่นรส	$7.53^{a} \pm 1.22$	$6.97^{a} \pm 1.10$	$7.00^{a} \pm 1.08$	$7.17^{a} \pm 1.26$
ความชอบโดยรวม	$7.40^{a} \pm 1.50$	$6.80^{a} \pm 1.35$	$7.27^{a} \pm 1.31$	$7.00^{a} \pm 1.51$

a-d อักษรต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ คัพเค้กสูตร 1 หมายถึง คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์

คัพเค้กสูตร 2 หมายถึง คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์

คัพเค้กสูตร 3 หมายถึง คัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์

จากการนำผลิตภัณฑ์คัพเค้กที่มีการใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กบางส่วนในระดับ 10 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเปรียบเทียบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสกับคัพเค้กสูตรควบคุม ในด้านลักษณะปรากฏ สีของเนื้อเค้ก เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ พบว่า ลักษณะปรากฏ สีของเนื้อเค้ก กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่สำหรับเนื้อสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลักษณะปรากฏของคัพเค้กสูตรควบคุมพบว่ามีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.40 และเมื่อมีการใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กบางส่วน พบว่า คัพเค้กสูตร 1มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.80 สูตร 2 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.27 และสูตร 3 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.00 โดยพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม คัพเค้กสูตร 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างกันแสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กบางส่วนไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแป้งเทมเป้มีลักษณะเนียนละเอียด ซึ่งใกล้เคียงกับแป้งเค้ก ทำให้สามารถใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กได้

สีของเนื้อเค้ก ในสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.20 สูตร 1 มีค่า 6.47 สูตร 2 มีค่า 7.17 และสูตร 3 มีค่า 6.73 โดยพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม คัพเค้กสูตร 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กบางส่วนไม่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์

การทดสอบความชอบด้านเนื้อสัมผัสของคัพเค้ก พบว่าการใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กบางส่วนในปริมาณร้อยละ 10 15 และ 20 มีผลทำให้คะแนนความชอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กล่าวคือมีคะแนนความชอบ 6.80 7.10 และ 6.50 ตามลำดับ เนื่องจากแป้งเทมเป้เมื่อนำไปอบแล้วมีรูพรุนภายในเนื้อเค้กน้อยกว่าการใช้แป้งเค้ก เมื่อใส่ในปริมาณที่มากส่งผลให้เนื้อเค้กมีเนื้อแน่นกว่าการใช้แป้งเค้ก ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแล้วปรากฏว่าผู้บริโภคมีความชอบสูตร 2 ใกล้เคียงกับสูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

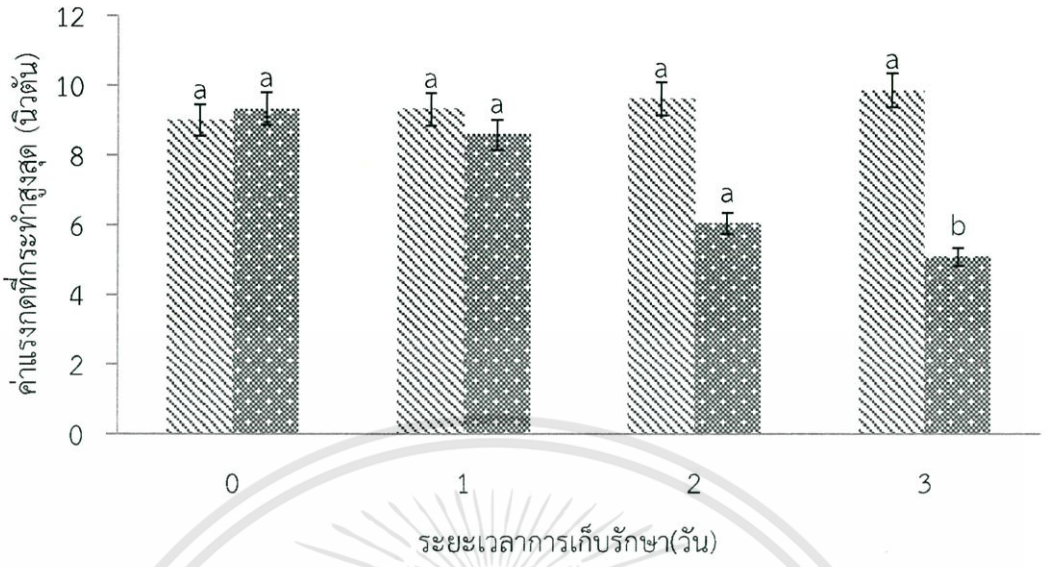
กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ คัพเค้กสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.53 คัพเค้กสูตร 1 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.97 คัพเค้กสูตร 2 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.00 และคัพเค้กสูตร 3 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.17 เมื่อพิจารณาจากคะแนนที่ได้ จะเห็นได้ว่าคัพเค้กสูตร 3 มีคะแนนความชอบสูงกว่าสูตร 1 และสูตร 2 ทั้งนี้เนื่องจากคัพเค้กสูตร 3 มีการใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กมากถึง 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้มีกลิ่นของเทมเป้ที่มีเอกลักษณ์โดดเด่นชัดเจนกว่าสูตร 1 และสูตร 2 ซึ่งเป็นกลิ่นรสที่แปลกใหม่สำหรับผู้บริโภค ทำให้ได้รับความสนใจและได้รับความชอบมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเมื่อเปรียบเทียบคัพเค้กสูตร 1 2 และ 3 กับคัพเค้กสูตรควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวมของคัพเค้กที่มีการใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กสูตร 1 สูตร 2 และสูตร 3 เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยเมื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบพบว่าคัพเค้กสูตร 2 มีคะแนนความชอบสูงสุดในผลิตภัณฑ์คัพเค้กที่มีการใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กบางส่วน โดยมีผลมาจากการที่คัพเค้กสูตร 2 มีคะแนนในด้าน ลักษณะปรากฏ สีของเนื้อเค้ก และเนื้อสัมผัสมากกว่าสูตร 1 และสูตร 3 โดยพบว่าคัพเค้กสูตร 2 มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เท่ากับ 7.27

4.3.1.5 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้กในระหว่างการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ

เนื่องจากเนื้อสัมผัสของเค้กเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค จึงต้องทำการวัดเนื้อสัมผัสของเค้กในระยะเวลาที่แตกต่างกันเพื่อทดสอบว่าที่ระยะเวลานานเท่าใดจึงจะไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค หลังจากทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสซึ่งพบว่าคัพเค้กสูตรที่เติมแป้งเทมเป้ 15 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบในทุกๆ ด้านสูงกว่าสูตรอื่นๆ จึงนำคัพเค้กสูตรที่ 2 นี้มาศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไปซึ่งพบว่า มีค่าแรงกดที่กระทำต่อผลิตภัณฑ์ดังนี้สูตรควบคุมมีค่า 8.99 นิวตัน และสูตร 2 มีค่า 9.33 นิวตัน โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อทำการเก็บรักษาและนำออกมาตรวจวัดวันที่ 1 และวันที่ 2 พบว่าค่าที่ได้ยังคงไม่มีความแตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่การเก็บรักษาที่ 3 วันพบว่า สูตรควบคุมมีค่าแรงสูงสุด 9.86 นิวตัน ส่วนคัพเค้กสูตร 2 มีค่าแรง 5.08 นิวตัน ค่าที่ได้มีความแตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาตั้งแต่ 3 วันขึ้นไป มีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ การที่ค่าแรงสูงสุดที่กระทำต่อผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเนื่องจากเนื้อคัพเค้กมีการเกาะตัวกันลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ค่าแสดงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้กสูตรควบคุมและคัพเค้กที่เติมแป้งเทมเป้ 15 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการเก็บรักษา

หมายเหตุ ▨ หมายถึง ตัวอย่างคัพเค้กที่ไม่มีการใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้ก

▩ หมายถึง ตัวอย่างคัพเค้กที่ใช้แป้งเทมเป้ทดแทนแป้งเค้กปริมาณ 15 เปอร์เซ็นต์

4.3.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุ้กกี้จากเทมเป้ถั่วขาว

จากการนำเทมเป้ถั่วขาวมาทำผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ โดยมีการแปรปริมาณของเทมเป้ถั่วขาวในอัตราส่วนต่างๆ ดังนี้ คุ้กกี้สูตร 1 มีปริมาณเทมเป้ถั่วขาว 10 เปอร์เซ็นต์ คุ้กกี้สูตร 2 มีปริมาณเทมเป้ถั่วขาว 20 เปอร์เซ็นต์ และคุ้กกี้สูตร 3 มีปริมาณเทมเป้ถั่วขาว 30 เปอร์เซ็นต์ ของส่วนผสมทั้งหมด จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบคุณภาพดังนี้

4.3.2.1 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

จากการนำผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นโดยมีการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใยหยาบ ของคุ้กกี้ทั้งสามสูตรเพื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ผลการทดลองพบว่า ปริมาณความชื้นของคัพเค้กสูตรควบคุมมีค่า 26.72 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 23.25 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 27.66 เปอร์เซ็นต์ และสูตร 3 มีค่า 24.15 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ามีความแตกต่างกับคุ้กกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณโปรตีนของคุ้กกี้สูตรควบคุมมีค่า 6.53 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 7.57 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 7.73 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 มีค่า 8.40 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าปริมาณโปรตีนของคุ้กกี้สูตร 1 สูตร 2 และสูตร 3 มีความแตกต่างกับคุ้กกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากในถั่วขาวมีโปรตีนสูง จึงส่งผลให้คุ้กกี้สูตร 1 2 และ 3 ที่มีการใส่ปริมาณเทมเป้บดหยาบลงในคุ้กกี้มีปริมาณโปรตีนที่สูงกว่าคุ้กกี้สูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณไขมันของคุ้กกี้สูตรควบคุมมีค่า 25.59 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 24.60 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 24.05 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 มีค่า 23.12 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าปริมาณไขมันของคุ้กกี้สูตร 1 สูตร 2 และสูตร 3 มีความแตกต่างกับคุ้กกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีผลมาจากคุ้กกี้ที่มีการใส่เทมเป้บดหยาบ มีปริมาณเนื้อคุ้กกี้ในแต่ละชิ้นลดลงเนื่องจากมีส่วนผสมของเทมเป้มาทดแทน

ปริมาณเถ้าของคุ้กกี้ สูตรควบคุมมีค่า 1.78 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 1.75 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 1.63 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 มีค่า 1.66 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าปริมาณเถ้าของคุ้กกี้สูตร 1 ไม่มีความแตกต่างกับคุ้กกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ปริมาณเถ้าของคุ้กกี้สูตร 2 และสูตร 3 มีความแตกต่างกับคุ้กกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากคุ้กกี้สูตร 1 มีปริมาณเทมเป้บดหยาบเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ทำให้ไม่มีผลต่อปริมาณเถ้า แต่คุ้กกี้สูตร 2 และ 3 มีการใส่เทมเป้บดหยาบ 15 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ทำปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากในเทมเป้มีส่วนผสมของใยอาหารสูง ดังนั้นการเติมผงแป้งเทมเป้เข้าไปในปริมาณที่มาก จะมีผลต่อการลดลงของเถ้า

ปริมาณเยื่อใยหยาบของคุ้กกี้สูตรควบคุมมีค่า 1.02 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 2.21 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 2.34 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 มีค่า 2.62 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าปริมาณเยื่อใยของคุ้กกี้สูตร 1 สูตร 2 และสูตร 3 มีความแตกต่างกับคุ้กกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากในถั่วขาวมีเยื่อใยค่อนข้างสูง จึงแสดงให้เห็นว่าการใส่เทมเป้บดหยาบลงในคุ้กกี้มีผลต่อปริมาณเยื่อใยหยาบของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในเทมเป้มีส่วนผสมของใยอาหารสูง ดังนั้นการเติมผงแป้งเทมเป้เข้าไปในปริมาณที่มาก จะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของเยื่อใยหยาบ

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของคุ้กกี้สูตรควบคุมมีค่า 38.36 เปอร์เซ็นต์ สูตร 1 มีค่า 40.62 เปอร์เซ็นต์ สูตร 2 มีค่า 36.59 เปอร์เซ็นต์ สูตร 3 มีค่า 40.05 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าคุ้กกี้ทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกับคุ้กกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางเคมีเบื้องต้นของคุ้กกี้

คุณภาพทางเคมี	คุ้กกี้			
	สูตรควบคุม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ความชื้น	$26.72^{b} \pm 0.37$	$23.25^{d} \pm 0.43$	$27.66^{a} \pm 0.38$	$24.15^{c} \pm 0.51$
โปรตีน	$6.53^{c} \pm 0.10$	$7.57^{b} \pm 0.12$	$7.73^{b} \pm 0.21$	$8.40^{a} \pm 0.02$
ไขมัน	$25.59^{a} \pm 0.07$	$24.60^{b} \pm 0.06$	$24.05^{c} \pm 0.18$	$23.12^{d} \pm 0.02$
เถ้า	$1.78^{a} \pm 0.02$	$1.75^{a} \pm 0.03$	$1.63^{b} \pm 0.03$	$1.66^{b} \pm 0.01$
เยื่อใยหยาบ	$1.02^{c} \pm 0.02$	$2.21^{b} \pm 0.08$	$2.34^{b} \pm 0.04$	$2.62^{a} \pm 0.27$
คาร์โบไฮเดรต	$38.36^{a} \pm 0.03$	$40.62^{a} \pm 0.01$	$36.59^{a} + 0.05$	$40.05^{a} + 0.28$

a-d อักษรต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ คุ้กกี้สูตร 1 หมายถึง คุ้กกี้ที่มีการใส่เทมเป้บดหยาบในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์
คุ้กกี้สูตร 2 หมายถึง คุ้กกี้ที่มีการใส่เทมเป้บดหยาบในปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์
คุ้กกี้สูตร 3 หมายถึง คุ้กกี้ที่มีการใส่เทมเป้บดหยาบในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

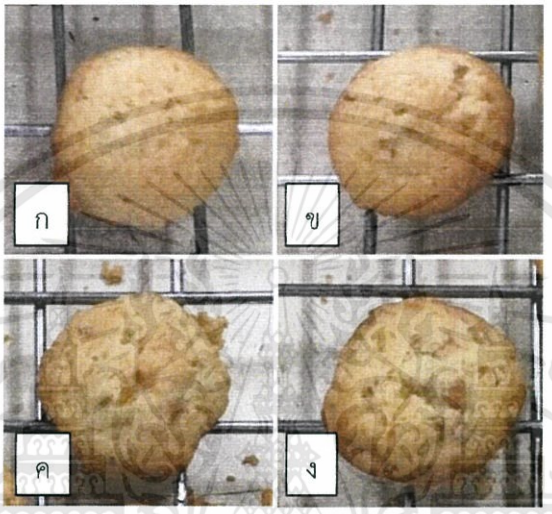
4.3.2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

ทำโดยการตรวจสอบการขยายตัวของคุ้กกี้ (cookie spread) โดยใช้เวอร์เนียคาริปเปอร์วัดความกว้างของชิ้นคุ้กกี้ก่อนอบและหลังอบ พบว่า คุ้กกี้สูตรควบคุม มีค่าการแผ่ตัว 1.10 เซนติเมตร และเมื่อมีการผสมเทมเป้บดหยาบลงไปในคุ้กกี้ในปริมาณต่างๆ พบว่ามีผลต่อการแผ่ตัวของคุ้กกี้ โดยทำให้การแผ่ตัวของคุ้กกี้มีค่าลดลง คุ้กกี้สูตร1 มีค่าการแผ่ตัว 1.00 เซนติเมตร คุ้กกี้สูตร 2 มีค่าการแผ่ตัว 0.90 เซนติเมตร และคุ้กกี้สูตร 3 มีค่าการแผ่ตัว 0.75 เซนติเมตร โดยพบว่าการแผ่ตัวของคุ้กกี้สูตรควบคุม กับคุ้กกี้สูตร 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่สำหรับสูตร 3 เมื่อเทียบกับสูตรควบคุมพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าเมื่อใส่เทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสมของคุ้กกี้มีผลทำให้ส่วนผสมของคุ้กกี้จับกันคงรูปเป็นก้อนมากขึ้นจึงส่งผลให้มีค่าการแผ่ตัวของชิ้นคุ้กกี้ที่ลดลง ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิรินาถ และสุภางค์ (2554) ที่ทำการศึกษาการผลิตคุ้กกี้ที่ทดแทนเนยสดด้วยถั่วลิสงโดยพบว่าการใส่ถั่วลิสงทำให้คุ้กกี้มีค่าการแผ่กระจายลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ถั่วลิสงในปริมาณที่สูงขึ้นยิ่งส่งผลให้คุ้กกี้มีค่าการแผ่กระจายที่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การตรวจสอบการขยายตัวของคุ้กกี้

ตัวอย่างคุ้กกี้	ค่าการขยายตัว (เซนติเมตร)
คุ้กกี้สูตรควบคุม	1.10 ± 0.15
คุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้บดหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์	1.00 ± 0.12
คุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้บดหยาบ 20 เปอร์เซ็นต์	0.90 ± 0.24
คุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้บดหยาบ 30 เปอร์เซ็นต์	0.75 ± 0.16

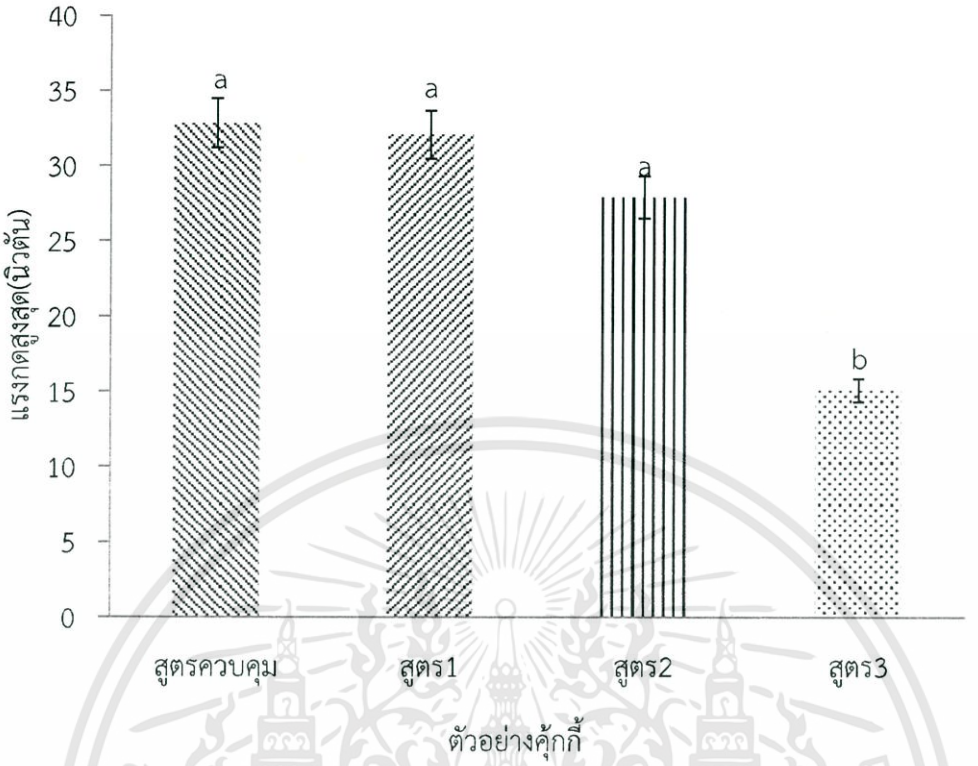


รูปที่ 4.8 คุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้ในปริมาณต่างๆ
ก คือ คุ้กกี้สูตรควบคุม
ข คือ คุ้กกี้ที่มีปริมาณเทมเป้บดหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์
ค คือ คุ้กกี้ที่มีปริมาณเทมเป้บดหยาบ 20 เปอร์เซ็นต์
ง คือ คุ้กกี้ที่มีปริมาณเทมเป้บดหยาบ 30 เปอร์เซ็นต์

4.3.2.3 การตรวจสอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

จากการนำผลิตภัณฑ์คุ้กกี้สูตรต่างๆ มาวัดค่าความแข็ง (ความกรอบ) พบว่า คุ้กกี้สูตรควบคุมมีค่าแรง 32.82 นิวตัน คุ้กกี้สูตร 1 มีค่าแรง 32.08 นิวตัน คุ้กกี้สูตร 2 มีค่าแรง 27.91 นิวตัน และคุ้กกี้สูตร 3 มีค่าแรง 15.09 นิวตัน ดังแสดงในรูปที่ 4.9 โดยเมื่อเทียบสูตรควบคุมกับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 แล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสมในปริมาณ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ ในขณะที่เมื่อเทียบสูตรควบคุมกับสูตรที่ 3 แล้วพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าเมื่อใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสมในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมทั้งหมด มีผลต่อค่าความกรอบของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ค่าความกรอบของคุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้บดหยาบและคุ้กกี้สูตรควบคุม

หมายเหตุ หมายถึง ตัวอย่างคุ้กกี้ที่ไม่ผสมเทมเป้บดหยาบ

หมายถึง ตัวอย่างคุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้บดหยาบปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

หมายถึง ตัวอย่างคุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้บดหยาบปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์

หมายถึง ตัวอย่างคุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้บดหยาบปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

4.3.2.4 การตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบ โดยทำการประเมินความชอบของคุ้กกี้สูตรต่างๆ ในด้าน ลักษณะปรากฏ รสชาติ ความกรอบ กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยใช้แบบทดสอบแบบ 9-Point hedonic scale ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของคุ้กกี้สูตรต่างๆ

ความชอบในด้านต่างๆ	ตัวอย่างคุ้กกี้			
	สูตรควบคุม	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ลักษณะปรากฏ	$7.83^{a} \pm 0.83$	$7.63^{a} \pm 1.00$	$7.53^{a} \pm 1.33$	$7.57^{a} \pm 1.10$
รสชาติ	$8.10^{a} \pm 1.35$	$7.73^{a} \pm 1.36$	$6.93^{b} \pm 1.39$	$6.50^{b} \pm 1.53$
ความกรอบ	$7.80^{a} \pm 1.10$	$7.33^{ab} \pm 1.32$	$6.87^{bc} \pm 1.50$	$6.47^{c} \pm 1.70$
กลิ่นรส	$8.03^{a} \pm 0.89$	$7.50^{ab} \pm 1.66$	$7.13^{b} \pm 1.54$	$6.73^{b} \pm 1.51$
ความชอบโดยรวม	$8.13^{a} \pm 0.73$	$7.70^{ab} \pm 0.95$	$7.07^{bc} \pm 1.64$	$6.67^{c} \pm 1.54$

a-c อักษรต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

หมายเหตุ คุ้กกี้สูตร 1 หมายถึง คุ้กกี้ที่มีการใส่เทมเป้บดหยาบในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์
คุ้กกี้สูตร 2 หมายถึง คุ้กกี้ที่มีการใส่เทมเป้บดหยาบในปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์
คุ้กกี้สูตร 3 หมายถึง คุ้กกี้ที่มีการใส่เทมเป้บดหยาบในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

จากการนำผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ที่มีการใส่เทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสม เพื่อเปรียบเทียบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสกับคุ้กกี้สูตรควบคุมในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ ความกรอบ กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ พบว่า เมื่อเปรียบเทียบคุ้กกี้สูตรควบคุมกับคุ้กกี้ทั้งสามสูตร คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่สำหรับคะแนนความชอบในด้าน รสชาติ ความกรอบ กลิ่นรส และความชอบโดยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมพบว่า มีเพียงคุ้กกี้สูตร 1 ที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ลักษณะปรากฏของคุ้กกี้สูตรควบคุมมีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.83 และเมื่อมีการใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสมพบว่า คุ้กกี้สูตร 1 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.63 สูตร 2 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.53 และสูตร 3 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.57 โดยเมื่อเปรียบเทียบสูตรควบคุมกับคุ้กกี้สูตรทั้ง 3 สูตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากการใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงไปในปริมาณ 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏภายนอกของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ ทำให้คะแนนความชอบไม่มีความแตกต่างกัน

รสชาติ คุ้กกี้สูตรควบคุมมีคะแนนความชอบเท่ากับ 8.10 และเมื่อมีการใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสมพบว่า คุ้กกี้สูตร 1 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.73 สูตร 2 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.93 และสูตร 3 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.50 โดยเมื่อเปรียบเทียบสูตรควบคุมกับคุ้กกี้สูตร 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่เมื่อเทียบสูตรควบคุมกับสูตร 2 และ 3 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบที่แตกต่างกันแสดงให้เห็นว่าการใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบในปริมาณที่มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปลงในส่วนผสมของคุ้กกี้มีผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเมื่อใส่เทมเป้บดหยาบแล้วทำให้รสชาติของคุ้กกี้มีความหวานลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกรอบ คุ้กกี้สูตรควบคุมมีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.80 และเมื่อมีการใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสม พบว่าคุ้กกี้สูตร 1 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.33 สูตร 2 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.87 และสูตร 3 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.47 โดยเมื่อเปรียบเทียบคุ้กกี้สูตรควบคุมกับคุ้กกี้สูตร 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบคุ้กกี้สูตรควบคุมกับสูตร 2 และ 3 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสมของคุ้กกี้ในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ ในขณะที่การใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสมของคุ้กกี้ตั้งแต่ 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ เนื่องจากเนื้อเทมเป้บดหยาบมีความชื้นสูง เมื่อใส่ลงในคุ้กกี้ปริมาณที่มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ส่งผลให้ความกรอบของคุ้กกี้ลดลงตามลำดับ

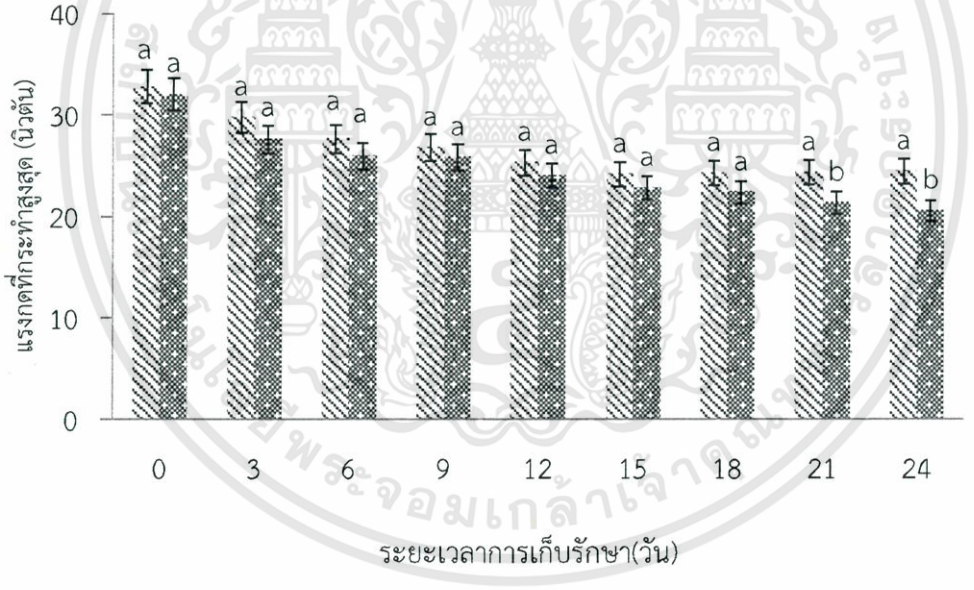
กลิ่นรส คุ้กกี้สูตรควบคุมมีคะแนนความชอบเท่ากับ 8.03 และเมื่อมีการใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสม พบว่าคุ้กกี้สูตร 1 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.50 สูตร 2 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.13 และสูตร 3 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.73 โดยเมื่อเปรียบเทียบสูตรควบคุมกับคุ้กกี้สูตร 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบสูตรควบคุมกับสูตร 2 และ 3 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสมของคุ้กกี้ในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ ในขณะที่การใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสมของคุ้กกี้ในปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้เนื่องจากมีปริมาณเทมเป้บดหยาบที่มากเกินไป ทำให้กลิ่นของเทมเป้ชัดเจนกว่ากลิ่นหอมของเนย

ความชอบโดยรวม คุ้กกี้สูตรควบคุมมีคะแนนความชอบเท่ากับ 8.13 และเมื่อมีการใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสม พบว่าคะแนนความชอบโดยรวมของคุ้กกี้มีแนวโน้มลดลงโดยคุ้กกี้สูตร 1 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.70 สูตร 2 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.07 และสูตร 3 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.67 โดยเมื่อเปรียบเทียบสูตรควบคุมกับคุ้กกี้สูตร 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบสูตรควบคุมกับสูตร 2 และ 3 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสมของคุ้กกี้ในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ ในขณะที่การใส่เนื้อเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสมของคุ้กกี้ตั้งแต่ 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้เนื่องจากเทมเป้บดหยาบที่ใส่ลงในส่วนผสมของคุ้กกี้มีความชื้นสูง เมื่อนำไปอบจึงไม่กรอบเท่าคุ้กกี้สูตรควบคุม และการใส่เทมเป้บดหยาบ 20 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปมีผลให้มีรสชาติหวานลดลง และกลิ่นของเทมเป้มีกลิ่นที่ชัดเจนเกินไป ทำให้ไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.5 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้ในระหว่างการเก็บรักษา

หลังจากทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคุ้กกี้สูตร 1 มีคะแนนความชอบในทุกๆด้านสูงกว่าสูตรอื่นๆ จึงนำผลิตภัณฑ์นี้มาศึกษาอายุการเก็บรักษาซึ่งพบว่าผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสจากการเก็บรักษาวันที่ 0 จนถึงวันที่ 24 ของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ มีค่าดังนี้ วันที่ 0 มีค่าเนื้อสัมผัสโดยวัดจากแรงกดสูงสุดที่สามารถกระทำต่อคุ้กกี้สูตรควบคุมเท่ากับ 32.82 นิวตัน และคุ้กกี้สูตร 1 มีค่าเท่ากับ 32.08 นิวตัน เมื่อทำการเก็บรักษาคุ้กกี้ตั้งแต่วันที่ 3 จนถึงวันที่ 18 พบว่าค่าแรงที่ได้ยังคงไม่มีความแตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าแรงสูงสุดอยู่ในช่วง 21.70 ถึง 31.67 นิวตัน แต่เมื่อเก็บรักษาที่ 21 และ 24 วัน พบว่าคุ้กกี้สูตร 1 มีค่าแรงแตกต่างจากคุ้กกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 20.54 ถึง 21.33 นิวตัน ในขณะที่สูตรควบคุมมีค่าแรงอยู่ระหว่าง 24.34 ถึง 24.44 นิวตัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าแรงของคุ้กกี้ที่เก็บรักษาเป็นเวลาต่างๆ พบว่ามีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.10 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิรินาถและสุภางค์ (2554) ที่กล่าวว่าการเก็บรักษาคุ้กกี้ในถุงโพลีเอททีลีนที่อุณหภูมิ (28 องศาเซลเซียส) ทำให้คุ้กกี้มีความชื้นสูงขึ้นและมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นิ่มลง ทำให้มีความแข็งลดลง



รูปที่ 4.10 ค่าแสดงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้สูตรควบคุมและคุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้ 10 เปอร์เซ็นต์ในระหว่างการเก็บรักษา

หมายเหตุ ▨ หมายถึง ตัวอย่างคุ้กกี้ที่ไม่ผสมเทมเป้บดหยาบ

▩ หมายถึง ตัวอย่างคุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้บดหยาบปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการผลิตเทมเป้ถั่วขาว โดยทำการศึกษาปริมาณหัวเชื้อผงของ *Rhizopus oligosporus* ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้เทมเป้ถั่วขาวที่มีคุณภาพที่ดี พบว่าการใช้หัวเชื้อผงปริมาณ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลดีที่สุด โดยมีคุณลักษณะที่ดี มีการปกคลุมของเส้นใยสีขาวกระจายทั่วทั้งผิวหน้าของเมล็ดถั่ว สามารถหั่นเป็นชิ้นได้โดยที่เมล็ดถั่วยังเกาะติดกัน รวมทั้งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 78.96 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร และมีปริมาณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 67.16 และเมื่อนำเทมเป้ถั่วขาวที่มีปริมาณหัวเชื้อผง 0.3 เปอร์เซ็นต์มาประยุกต์ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่พบว่า การใช้แป้งเทมเป้เพื่อทดแทนแป้งเค้กบางส่วนในผลิตภัณฑ์คัพเค้ก มีผลให้ปริมาณโปรตีนและเยื่อใยเพิ่มขึ้น จากนั้นได้นำผลิตภัณฑ์คัพเค้กไปวัดเนื้อสัมผัสและตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า คัพเค้กที่ทดแทนแป้งเค้กด้วยแป้งเทมเป้มีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยพบว่าคัพเค้กที่ทดแทนแป้งเทมเป้ในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.27) สำหรับผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ พบว่าการเติมเทมเป้บดหยาบลงในส่วนผสม มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนและเยื่อใยหยาบเพิ่มขึ้น จากนั้นเมื่อนำผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ไปวัดเนื้อสัมผัสในรูปความแข็ง(ความกรอบ) ของผลิตภัณฑ์และตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า คุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้มีค่าความแข็งไม่แตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยคุ้กกี้ที่ผสมเทมเป้บดหยาบลงไปปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.00) จากผลศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าคัพเค้กสามารถเก็บรักษาได้สูงสุด 2 วัน และคุ้กกี้สามารถเก็บรักษาได้สูงสุด 20 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชลิดา ยอดกันสี เพ็ญขวัญ ชมปรีดา และ วิชัย หฤทันธนาสันติ์. 2546. ศึกษาพัฒนาชิฟฟอนเค้กจากแป้งข้าวหอมมะลิ. สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เต็ตตราแพ้ค(ประเทศไทย). 2557. **คู่มือการผลิตนมถั่วเหลือง.** แปลโดย จันทร์นวล รัตนสาร. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นท์ติ้งพับลิชชิ่ง.

ธรรมชาติ วงศ์รัตนมนตรี ยุวภัทร์ ศักดาวัฒนกุล อรรฆพร ธนาวนิชกุล และวสันต์ อินทร์ตา. 2555. *"ผลของความชื้นต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วขาว."* สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธัญญรัตน์ ทวีนุต. 2550. "คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเครื่องดื่มบัวบกผงที่เตรียมโดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ธีรโชติ รุ่งรัตน์วัฒนเสรี. 2557. "ถั่ว 7 สีกินดีทุกวัน." *หมอชาวบ้าน.* 36(426) : 11-14

นัสรินทร์ หริรักษาพิทักษ์, สุวิดา แซ่เตียว และ อุบลรัตน์ อังกูรมหาสุข. 2543. "การผลิตแป้งเทมเป้เพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในการทำโดนัท." มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

นิทราพร รุจนวิศาล. 2542. **กันแก่ แก้ป่วย ด้วยสารต้านอนุมูลอิสระตัวเก่ง.** 2. กรุงเทพฯ : รวมทรรศน์.

พรดรัล จุลกัลป์ และธนพล กิจพจน์. 2556. "การผลิตเทมเป้ถั่วเหลืองด้วยผงกล้าเชื้อ *Rhizopus oligosporus* TISTR 3098 ในระดับห้องปฏิบัติการ." คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก. 14(1) : 32-41.

พรรณี เด่นรุ่งเรือง. 2550. "ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกต้นวงศ์อบเชย." มปม.: สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้ และผลิตผลป่าไม้กรมป่าไม้. 19-26

ภัณฑิรา รัตนดิลก ณ ภูเก็ต. 2556. "คัพเค้กแสนอร่อย cupcake passio." กรุงเทพฯ: แสงแดด.

ลักขณา ร่มเย็น. 2552, "ถั่วขาว พืชมหัศจรรย์บนที่สูง." *หนังสือพิมพ์กสิกร.* 82(4) : 32-34.

วิจาริณี ศรีนวล. 2551. "การพัฒนาเทมเป้สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารมังสวิรัต." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสยาม

ลักขณา ร่มเย็น. 2552. "ถั่วขาวพืชมหัศจรรย์บนที่สูง." *หนังสือพิมพ์กสิกร.* ปีที่ 82(ฉบับที่ 4) : 32 -34.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศศิธร เรืองโรจน์ ศิริพร เรียบร้อย น้องนุช ศิริวงศ์ ฤทัย เรืองธรรมสิงห์ และสุนิสา ด้วงนุ่ม. 2555. "สมบัติทางกายภาพและการยอมรับของถั่วกวนจากอัตราส่วนผสมถั่วเขียวและถั่วขาวแตกต่างกัน." ภาควิชาคหกรรมศาสตร์คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพมหานคร.

สิรินาถ ตัณฑเกษม และสุภางค์ เรืองฉาย. 2554. *"การทดแทนไขมันในคุกกี้โดยใช้ถั่วลิสงบด."* วารสารวิชาการ, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. 2558. **ประโยชน์ของสารสกัดจากถั่วขาว.** [online]. เข้าถึงได้จาก http://www.hiso.or.th/hiso/ghealth/newsx1849.php

สุชาดา สังขพันธุ์ วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ และเพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2542. *"การพัฒนาข้าวตังหน้าตั้งสำเร็จรูปจากเทมเป้ขาว ถั่วลิสง และงา."* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. : 74-80.

อนุชิตา มุ่งงาม. 2555. **แอนติออกซิแดนท์ในธัญพืช.** มหาสารคาม : ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

Angulo-Bejarano, P. I., Verdugo-Montoya, N. M., Cuevas-Rodriguez, E. O., Milan-Carrillo, J., Mora-Escobedo, R., Lopez-Valenzuela, J. A., Garzon-Tiznado, A. and Reyes-Moreno, C. 2008. "Tempeh flour from chickpea (Cicer arietinum L.) nutritionaland physicochemical properties." *Food Chemistry*. 106–112.

AOAC International 1995. Official Methods of Analysis 16th Ed AOAC International:Gaithersburg, MD.

Chaia, C., Jua, H. K., Kimc, S. C., Parka, J. H., Limd, J., Kwona, S. W. and Lee, J. 2012. "Determination of bioactive compounds in fermented soybean products using GC/MS and further investigation of correlation of their bioactivities." *Journal of Chromatography* B. 880 : 42-49.

Cho, K. M., Lee, J. H., Yun, H. D., Ahn, B. Y., Kime, H. and Seo, W. T. 2011. "Changes of phytochemical constituents (isoflavones, flavanols, and phenolicacids) during cheonggukjang soybeans fermentation using potential probiotics Bacillus subtilis CS90." *Journal of Food Composition and Analysis*. 24 : 402-410.

Chutrtong, J., and Bussabun,T. 2014. "Preparation of Tempeh Spore Powder by Freeze Drying." *Food and Biotechnological Engineering* 8(1) : 40-43.

Cuevas-Rodri´guez, E.O., Verdugo-Montoya, N.M., Angulo-Bejarano, P.I., Mila´n-Carrillo, J., Mora-Escobedo, R., Bello-Pe´rez, L.A., Garzo´n-Tiznado, J.A. and Reyes-Moreno, C. 2005. "Nutritional properties of tempeh flour from quality protein maize (Zea mays L.)." *LWT.* 39(1) : 1072-1079.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Djordje, M., Milan, P. and Jegor, M. 2007. "Phenolic Content and Antioxidant Properties of Soybean (Glycine max (L.) Merr.) Seeds." *Molecules.* 12 : 576-581.

Haizhen, M., Susanna, K., Vieno, P., Yang, Z., Mark, G., Jean-Paul, V., Judith, W. and Rob,N . 2013. "Effect of soybean processing on content and bioaccessibility of folate,vitamin B12 and isoflavones in tofu and tempe." *Food chemistry.* 141 : 2418–2425.

Hussain, S. R., Cillard, J. and Cillard, P. 1987. "Hydroxyl radical scavenging activity of flavonoids." *Phytochemistry.* 26 : 2489-2491.

Lee, I. H., Hung, Y. H., and Chou, C. 2008. "Solid-state fermentation with fungi to enhance the antioxidative activity, total phenolic and anthocyanin contents of black bean." *Journal of food microbiology.* 121(2) : 150-156.

Lu, x., Bin, D. and Baojun, X. 2015. "A systematic, comparative study on the beneficial health components and antioxidant activities of commercially fermented soy products marketed in China." *Food chemistry* 174 : 202-213.

Omosebi, M.O. and Otunola, E.T. 2013. "Preliminary studies on tempeh flour produced from three different *Rhizopus* species." *International Journal of Biotechnology and Food Science.* 1(5) : 90-96

Bersuder ,P. hole, M. and Smith, G. 1998. "Antioxidants from a Heated Histidine–Glucose Model System. I: Investigation of the Antioxidant Role of Histidine and Isolation of Antioxidants by High-Performance Liquid Chromatography." *JAOCS.* 75(2) : 181-187.

Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. and Paganga, G. 1996. "Structure antioxidant activity 79 relationship of flavonoid and phenolic acid." *Free Radical Biology and Medicine.* 20 : 953-956.

Santos, R., Concordia, M., Menck, J., Pereira, I. and Fatima, N. 2013. "Tempeh flour as a substitute for soybean flour in coconut cookies." *Food Science and Technology.* 33(4) : 796-800.

Srapinkornburee, W., Tassanaudom, U. and Nipornram, S. 2009. "Commercial development of red kidney bean tempeh." *Asian journal of Food and AgroIndustry.* 2(3) : 362-372.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

http://www.biochempages.com/2015/08/different-ways-of-protein-concentration-estimation.html (สืบค้นวันที่ 17 ตุลาคม 2558)

http://www.damocos.co.kr/damo/language/english/lab_paper3.php (สืบค้นวันที่ : 16 ธันวาคม 2558)

http://foodnetworksolution.com/wiki/word/2559/tempeh-เทมเป้ (สืบค้นวันที่ : 16 ธันวาคม 2558)

http://www.foodnetworksolution.com/wiki/phenolic-compound (สืบค้นวันที่ : 16 ธันวาคม 2558)

http://www.mamaexpert.com/topic/9213 (สืบค้นวันที่ : 16 ธันวาคม 2558)

http://thesmartlocal.com/read/14-best-cupcake-stores (สืบค้นวันที่ : 3 มีนาคม 2559)

http://upic.me/i/iz/bkede.jpg (สืบค้นวันที่ : 16 ธันวาคม 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การศึกษาการผลิตเทมเป้ถั่วขาวในระดับห้องปฏิบัติการ

1. การเลี้ยงเชื้อ

นำเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* เลี้ยงบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ในหลอดทดลอง บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน และนำไปทำเป็นสารละลายสปอร์ต่อไป

2. การเตรียมสารละลายของสปอร์

เติมน้ำกลั่นลงไปในหลอดที่มีเชื้อราพอท่วมสปอร์ ใช้ห่วงถ่ายเชื้อ (loop) ที่ลนไฟแล้วขูดสปอร์ออกมา หลังจากนั้นนำมานับเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นด้วยวิธี haemacytometer จำนวนเชื้อที่นำมาใช้ควรมีประมาณ 10^6 ถึง 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร

3. การนับจำนวนสปอร์ของเชื้อ *Rhizopus Oligosporus* โดยวิธี Haemacytometer

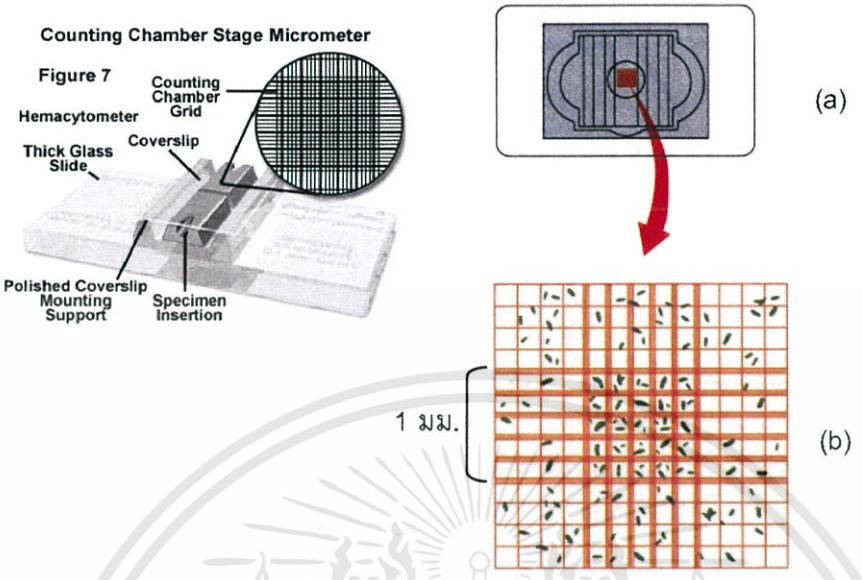
สไลด์ Haemacytometer จะมีแอ่ง (chamber) ซึ่งรู้ความลึกของ chamber และที่พื้นของ chamber จะมีตารางสี่เหลี่ยมซึ่งทราบความกว้างความยาวของตารางสี่เหลี่ยม ดังนั้นเมื่อหยดเชื้อจุลินทรีย์ลงไปใน chamber ที่มี cover glass ปิดอยู่ ตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400X ในสี่เหลี่ยมลูกบาศก์เล็ก ก็จะทำให้สามารถคำนวณหาจำนวนเซลล์ต่อมิลลิลิตรของตัวอย่างได้

รูปที่ 1 Petroff – Hausser counting chamber
ที่มา : http://www.fisheries.go.th/cf-chan/plankton/hema/hema.html
สืบค้นวันที่ 12 พฤษภาคม 2559

การนับเชื้อจุลินทรีย์ใช้กำลังขยาย objective lens 40X

- ถ้าเป็นเชื้อแบคทีเรียให้นับช่องที่มีความยาวด้านละ 0.05 มิลลิเมตร และควรเจือจางให้มีแบคทีเรีย 1-10 เซลในแต่ละช่องเล็ก และนับไม่ต่ำกว่า 10 ช่อง
- ถ้าเป็นยีสต์หรือจุลินทรีย์ขนาดใหญ่ให้ใช้ช่องใหญ่ที่มีความยาวด้านละ 0.2 มิลลิเมตร
- การนับให้นับเฉพาะเซลที่แตะหรือทับด้านบนหรือด้านขวาของสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่จะไม่นับเซลล์ใดก็ตามที่แตะหรือทับด้านล่างและทางซ้ายมือของสี่เหลี่ยมจัตุรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 (a) ภาพที่มองจากด้านบนของ chamber มีตารางอยู่กลางสไลด์ (b) ภาพขยายของตารางที่กำลังขยาย 10X ประกอบด้วยสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดใหญ่แต่ละด้านยาว 1 มิลลิเมตร ภายในมีสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็กบรรจุอยู่ 25 ช่อง แต่ละช่องมีเส้น 3 เส้นล้อมรอบ โดยแต่ละด้านยาว 0.2 มิลลิเมตร ภายในมีสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเล็กบรรจุอยู่อีก 16 ช่อง

ที่มา : http://www.fisheries.go.th/cf-chan/plankton/hema/hema.html

สืบค้นวันที่ 12 พฤษภาคม 2559

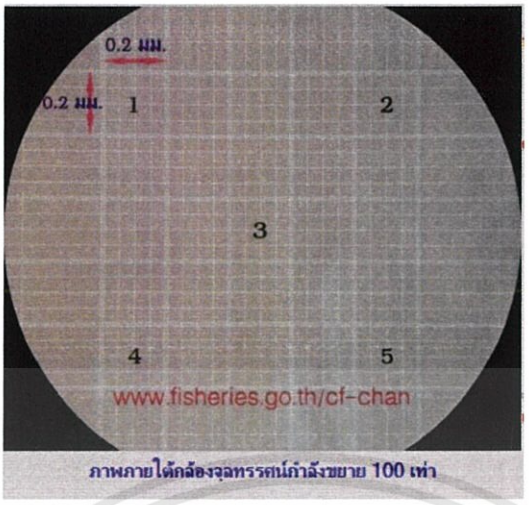
การคำนวณจำนวนสปอร์ของเชื้อ *Rhizopus Oligosporus* โดยวิธี Haemacytometer

ตารางบนผิว Haemacytometer ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า ที่ตำแหน่งตรงกลางจะประกอบด้วยช่องเล็กๆจำนวน 25 ช่อง แต่การนับจำนวนสปอร์นั้นจะเลือกนับเฉพาะช่องที่มีหมายเลข 1 2 3 4 และ 5 เท่านั้น (ดูจากรูปที่ 3) ดังนั้นปริมาตรน้ำของช่อง 1 2 3 4 หรือ 5 ช่องใดช่องหนึ่งเท่ากับ ความกว้าง x ความยาว x ความลึก ซึ่งมีค่าเป็น $4x10^{-6}$ มิลลิลิตร หากเลือกนับสปอร์ที่ช่อง 1 2 3 4 และ 5 ความหนาแน่นของสปอร์จะสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นของสปอร์} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยสปอร์ที่นับได้ 5 ช่อง}}{4x10^{-6}}$$

(หน่วยเป็นเซลล์ต่อมิลลิลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 แสดงภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 100 เท่า
ที่มา : http://www.fisheries.go.th/cf-chan/plankton/hema/hema.html
สืบค้นวันที่ 12 พฤษภาคม 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การหาความชื้น (Moisture content)

ความชื้น คือ สารที่สูญเสียไปจากอาหารเมื่อเพิ่มความร้อนให้แก่อาหารนั้น ความร้อนที่ให้ต้องมีอุณหภูมิไม่สูงกว่าจุดเดือดของน้ำ หรือปล่อยให้อาหารตั้งทิ้งไว้ในสารดูดความชื้น (dehydrating agent) หรือให้ความร้อนในสภาพสุญญากาศ น้ำหนักที่หายไปจากอาหาร ซึ่งเดิมเข้าใจว่าเป็นน้ำนั้น ความจริงคือสารที่ระเหยได้ทั้งหมด หรือ total volatile matter ที่หายไป ณ อุณหภูมินั้น ส่วนกากหรือของแข็งแห้งที่เหลืออยู่หลังจากน้ำระเหยออกไปหมดแล้วเรียกว่า "ของแข็งทั้งหมด" (Total solids)

วิธีการที่เลือกใช้คือ Hot air oven method โดยมีหลักการคือหาน้ำหนักตัวอย่างที่หายไปเนื่องจากการระเหยของน้ำที่มีอยู่ในอาหารเป็นไอน้ำ ที่อุณหภูมิใกล้จุดเดือดหรือที่จุดเดือดของน้ำ แต่ในกรณีนี้อาจมีพวกน้ำมันระเหยที่ประกอบอยู่ในตัวอย่างสูญเสียไปด้วย

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ภาชนะอลูมิเนียม (Moisture can) พร้อมฝาปิด
3. ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้
4. โถดูดความชื้นที่มีสารดูดความชื้น

วิธีการ

1. อบภาชนะอลูมิเนียม 1 ชั่วโมงและนำออกมาทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ทำการชั่งน้ำหนัก และนำไปอบซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2.0000 กรัมที่เหมาะสมให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
3. อบให้แห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 108 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง
4. จากนั้นนำภาชนะออกจากตู้อบไฟฟ้าพร้อมปิดฝาอลูมิเนียม
5. ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง
6. ชั่งน้ำหนัก นำไปอบซ้ำอีกครั้ง ครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่
7. นำผลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณความชื้นดังนี้

วิธีคำนวณ เปอร์เซ็นต์ความชื้น $= \dfrac{100(w_1 - w_2)}{w_1 - w}$

เมื่อ w = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

w_1 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

w_2 = น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การหาปริมาณโปรตีน

วิธีการหาปริมาณโปรตีน วิธีนี้รู้จักกัน คือ Kjeldahl method โดยใช้หลักว่าไนโตรเจนที่มีอยู่ในสารอินทรีย์ส่วนมากมาจากโปรตีน ดังนั้นการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ซึ่งเป็นหลักการของวิธีนี้จึงใช้ได้กับอาหารทุกชนิด เมื่อต้องการคำนวณปริมาณโปรตีน ก็เปลี่ยนค่าของไนโตรเจนอีกครั้งด้วยค่าคงที่คือ Conversion factor หลักการของวิธีนี้คือ ย่อยตัวอย่างด้วยกรดกำมะถันอย่างเข้มข้นที่อุณหภูมิสูงๆ เพื่อให้โปรตีนหรือไนโตรเจนในตัวอย่างเปลี่ยนแปลงมาอยู่ในรูปของเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต แล้ใช้สารละลายด่างเข้มข้น เป็นตัวทำปฏิกิริยากับเกลือดังกล่าวจะเกิดแก๊สแอมโมเนียขึ้น จับแก๊สที่เกิดขึ้นโดยใช้กรดบอริก นำไปไตเตรทกับกรดโดยมีอินดิเคเตอร์เป็นตัวชี้บอก แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณโปรตีน ปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์นี้เป็นค่าประเมินที่เรียกว่า Crude protein

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์การย่อย
2. อุปกรณ์การกลั่น
3. อุปกรณ์การไตเตรท

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารละลาย NaOH 40%
3. สารละลายบอริก 4%
4. Catalyst (ตัวเร่งปฏิกิริยา) ประกอบด้วย K_2SO_4 98% และ $CuSO_4$ 2%
5. สารละลายอินดิเคเตอร์ เมธิลเรด
6. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N

วิธีการ

<u>เตรียมตัวอย่าง</u>

1. ชั่งตัวอย่างมาประมาณ 0.5 – 1.0 กรัม อย่างละเอียดใส่ลงในหลอดย่อย
2. ใส่คะตะลิสต์ ประมาณ 10 กรัม
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น ลงไปประมาณ 10 – 15 มิลลิลิตร แล้วเขย่าเบาๆ

<u>การย่อย</u>

4. เปิดเครื่องย่อย แล้วตั้งหลอดย่อยในเครื่อง สวมเครื่องดักจับไอกรดลงบนส่วนบนของหลอดย่อย และเปิด Power ของเครื่องดักจับไอกรด โดยทำการย่อยในตู้ดูดควัน
5. กดปุ่ม Start ที่เครื่องย่อย เมื่ออุณหภูมิได้ 420 องศาเซลเซียสแล้ว เครื่องจะทำการย่อยต่อไปอีก 1 ชั่วโมง จนตัวอย่างเป็นสารละลายสีเขียวใส (หากเมื่อครบ 1 ชั่วโมงแล้วยังไม่เป็นสีเขียวใสให้ทำการย่อยต่อ)
6. ยกหลอดย่อยออกมาตั้งพักไว้ให้เย็น
7. ปิด Power เครื่องย่อย แต่ยังคงเปิดเครื่องดักจับไอกรดไว้เพื่อดักจับไอกรดที่ยังคงเหลืออยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกลั่น

8. เปิด Power เครื่องหล่อเย็น แล้วเปิดเครื่องกลั่นทำการล้างระบบด้วยการล้างน้ำกลั่น

9. ตวงกรดบอริค 4% 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร พร้อมหยดอินดิเคเตอร์ ซึ่งจะทำให้กลายเป็นสารละลายสีแดงออกชมพู

10. นำหลอดย่อยประกอบเข้ากับเครื่องกลั่น และวางไว้บริเวณ Plateform ให้แท่งแก้วจุ่มอยู่ใต้กรดบอริก

11. ปิด Safety door ลง เครื่องกลั่นจะทำการกลั่นเป็นเวลาประมาณ 4 นาที

12. เมื่อกลั่นเสร็จแล้ว เอาขวดรูปชมพู่ และหลอดย่อยออกจากเครื่อง

13. นำสารละลายในขวดรูปชมพู่ไปไทเทรตกับสารละลายไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N จะได้สารละลายเป็นสีชมพู่อ่อน

14. คำนวณผลการวิเคราะห์ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} = \frac{14 \times (v1 - v2) \times Normality\ of\ HCL\ (mol/L) \times 100}{Weight\ of\ Sample\ (g) \times 1000}$$

เมื่อ v1 = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรทตัวอย่าง

v2 = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรท blank

เปอร์เซ็นต์โปรตีน = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ×conversion factor

เมื่อ Conversion factor = 6.25

3. การวิเคราะห์หาไขมัน (crude fat)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันด้วยวิธีโดยตรง (direct extraction methods) เป็นวิธีการสกัดโดยตรงด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆ โดยทั่วไปส่วนประกอบที่เป็นไขมันในอาหารเป็นสารประกอบสกัดออกได้ด้วยตัวทำละลายต่างๆ เช่น อีเทอร์ ปิโตรเลียมอีเทอร์ และไดเอทธิลอีเทอร์ ซึ่งเป็นสารละลายที่ไม่มีขั้ว (non polar solvent) สารสกัดที่ได้เราเรียกว่า crude fat เป็นลิปิดอิสระ (free lipid) ที่พบในอาหารนั้น แต่ถ้าทำการสกัดด้วยเอลกอฮอล์ ส่วนที่สกัดได้จะมีส่วนประกอบอื่นที่ติดอยู่กับไขมันปนอยู่ด้วย

ถ้าต้องการสารสกัดให้ได้ลิปิดทั้งหมดในอาหาร ต้องทำการไฮโดรไลส์ตัวอย่างอาหารด้วยกรดหรือด่างอ่อน พวกลิปิดที่รวมอยู่กับสารอื่น เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต จะถูกไฮโดรไลส์ได้เป็นลิปิดอิสระ ทำให้สกัดออกได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. สามารถวิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยวิธีการสกัดโดยตรง
2. คำนวณไขมันได้ถูกต้อง

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตู้อบลมร้อน
2. เครื่องสกัดไขมันแบบ soxhlet
3. ปิโตรเลียมอีเทอร์
4. ตัวอย่างอาหาร

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักของฟลาสก์สกัดไขมัน แล้วจดน้ำหนักที่แน่นอนไว้ด้วย
2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 5 กรัม (จดนี้หนักที่แน่นอน) ใส่ทิมเบิล (thimble)
3. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในฟลาสก์สำหรับสกัดไขมัน 150 มล. จากนั้นนำทิมเบิลใส่ลงไป
4. วางฟลาสก์ลงในเครื่องสกัดไขมัน ทำการสกัดประมาณ 2 ชั่วโมง
5. แยกเอาฟลาสก์ออกจากเครื่องสกัดแล้วใช้คีมคีบทิมเบิลที่ใส่ตัวอย่างอาหารออกจากฟลาสก์
6. นำฟลาสก์ไประเหยเอาปิโตรเลียมอีเทอร์ออก แล้วอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนกว่าตัวทำละลายจะระเหยหมด จากนั้นทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก
7. คำนวณหาปริมาณไขมัน

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักไขมัน}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหาร}} \times 100$$

4. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าทั้งหมด

เถ้า คือส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลือหลังจากสารอินทรีย์ถูกเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงจนกระทั่งสลายตัวเป็นน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เถ้าที่ได้มีส่วนประกอบของแร่ธาตุ ได้แก่ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่มีปริมาณมาก นอกจากนี้ยังมี เหล็ก ทองแดง สังกะสี อลูมิเนียม ไอโอดีน และอื่นๆ เป็นส่วนประกอบในปริมาณน้อย โดยทั่วไปปริมาณเถ้าที่พบในอาหารแต่ละชนิดจะค่อนข้างคงที่ ดังนั้นถ้าผลการวิเคราะห์พบว่าเถ้าที่ได้มีปริมาณสูงกว่าปกติ แสดงว่าอาจมีการปลอมแปลงหรือเจือปนสารอื่นเข้ามาในอาหารนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์

1. ครูซิเบิล
2. เตาเผา (muffle furnace)
3. ช้อนตักสาร
4. โถดูดความชื้น
5. Hot plate
6. เครื่องชั่งชนิดทศนิยมสี่ตำแหน่ง

วิธีการ

1. เผาครูซิเบิลในเตาเผา (muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น นำไปชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอนของครูซิเบิล

2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างอาหารที่บดละเอียดแล้วประมาณ 1-2 กรัม ใส่ลงในครูซิเบิล (ถ้าตัวอย่างมีความชื้นสูงหรือเป็นของเหลวให้นำไปทำให้แห้งก่อนใน Water bath หรือตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส)

3. เผาตัวอย่างอาหารจนไม่มีควันด้วย Hot plate ในตู้ดูดควัน จากนั้นนำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว

4. นำครูซิเบิลไปใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้จนกระทั่งเย็น แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนัก คำนวณหาปริมาณเถ้าทั้งหมดในอาหารดังนี้

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักครูซิเบิลพร้อมตัวอย่างหลังเผา} - \text{น้ำหนักครูซิเบิล}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยหยาบ (crude fiber)

กากหรือเยื่อใย (crude fiber) หมายถึงอินทรียสารที่เหลือหลังจากการผ่านการสกัดเอาไขมันออกแล้วนำไปย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเจือจาง และย่อยต่อด้วยด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจาง จากนั้นนำมาล้างด้วยสารละลายไฮโดรคลอริกเจือจาง แอลกอฮอล์ ทำให้สารอื่นๆจะละลายหรือถูกย่อยด้วยกรดและด่างต่างๆดังกล่าว ส่วนที่เหลือก็คือ กากหรือเยื่อใยส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลลูโลส (เยื่อใย) นอกจากนี้ยังมีเฮมิเซลลูโลสและลิกนินบางส่วน ซึ่งกากที่ได้จะถูกนำไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เพื่อให้ส่วนที่เป็นกากหรือเยื่อใยไหม้ไปให้หมด ส่วนที่เหลือจะเป็นเถ้า (ash) ซึ่งมีพวกแร่ธาตุ inorganic matter ปนอยู่ แล้วนำส่วนนี้ไปหักออกจากน้ำหนักที่ชั่งกากได้ครั้งแรกก็จะได้น้ำหนักเยื่อใยที่แท้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งชนิดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. เครื่องวิเคราะห์เยื่อใยหยาบ (FIWE)
3. ถ้วยแก้ว (glass crucible) สำหรับวิเคราะห์เยื่อใย
4. โถดูดความชื้น (desiccators)
5. ปากคีบ (tong)
6. volumetric flask
7. บีกเกอร์
8. ครูซิเบิล
9. เตาเผา (muffle furnace)
10. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
11. ลูกแก้ว (glass bead) ใช้เป็น antifoam

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟูริก เข้มข้น 0.1 N (เตรียมได้โดยเจือจางกรดกำมะถันเข้มข้น 7.14 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำกลั่นให้ครบ 1000 มิลลิลิตร)
2. สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.23 N เตรียมได้โดยชั่งโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์มา 125 กรัม ละลายในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร
3. อะซิโตน
4. น้ำกลั่นต้มให้เดือดสำหรับล้างตัวอย่างหลังผ่านการย่อยด้วยกรดและด่าง

วิธีการ

1. ตัวอย่างที่นำมาหาเส้นใยควรเป็นตัวอย่างที่ผ่านการวิเคราะห์ความชื้นและสกัดไขมันแล้ว แต่ในกรณีที่ตัวอย่างมีไขมันน้อยอาจไม่จำเป็นต้องสกัดไขมันก็ได้
2. อบถ้วยแก้วสำหรับวิเคราะห์เยื่อใยในตู้อบลมร้อน ใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
3. บดตัวอย่างให้ละเอียด ชั่งให้ได้น้ำหนักประมาณ 1 กรัม สูงประมาณ 1 มิลลิเมตร (F_0) แล้วใส่ในถ้วยแก้ว
4. วางถ้วยแก้วลงในหลุมที่อยู่บนตัวเครื่องสกัดเยื่อใย เติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.01N ทำให้ร้อนไว้ก่อนแล้วลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์ไปประมาณ 150 มิลลิลิตร อาจเติมสารป้องกันการเกิดฟอง เช่น ลูกแก้วเล็กๆ (glass bead) ลงไป 2-3 เม็ด
5. กรองเอาสารละลายกรดออก (เปิดลิ้นไปที่ vacuum)
6. ล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร (ในการล้างแต่ละครั้งให้เปิดลิ้นไปที่ Pressure เพื่อดันให้อากาศผ่านฐานของถ้วยแก้วทำให้ส่วนผสมในถ้วยแก้วคลุกเคล้ากันโดยตลอด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เติมสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.23 N ที่ทำให้ร้อนลงไปประมาณ 150 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดนาน 30 นาที

8. กรองเอาสารละลายด่างออก แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง

9. ล้างด้วยน้ำกลั่นเย็นอีก 1 ครั้ง จากนั้นล้างด้วยอะซิโตนอีก 3 ครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร

10. ทำให้แห้งโดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะได้น้ำหนักที่คงที่ ซึ่งน้ำหนักที่ได้จะเป็นน้ำหนักของเยื่อใยหยาบรวมกับน้ำหนักของเถ้า (Ash) (F_1)

11. นำกากที่ได้ใส่ในครูซิเบิล แล้วนำไปเผาต่อที่อุณหภูมิ 500-550 องซาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักที่ได้จะเป็นน้ำหนักเถ้า (F_2)

<u>การคำนวณ</u>

$$\% \text{ เยื่อใยหยาบ (crude fiber)} = \frac{(F1-F2)}{F0} \times 100$$

6. ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. โมโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กที่สุด เมื่อกินแล้วจะดูดซึมจากลำไส้ได้เลย ไม่ต้องผ่านการย่อย ตัวอย่างของน้ำตาลประเภทนี้ได้แก่ กลูโคส (glucose) และฟรักโทส (fructose) ทั้งกลูโคสและฟรักโทสเป็นน้ำตาลที่พบได้ในผัก ผลไม้ และน้ำผึ้ง น้ำตาลส่วนใหญ่ที่พบในเลือด คือ กลูโคส ซึ่งเป็นตัวให้กำลังงานที่สำคัญ

2. ไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยโมโนแซ็กคาไรด์ 2 ตัวมารวมกันอยู่ เมื่อกินไดแซ็กคาไรด์เข้าไป น้ำย่อยในลำไส้เล็กจะย่อยออกเป็นโมโนแซ็กคาไรด์ก่อน ร่างกายจึงสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้ ไดแซ็กคาไรด์ที่สำคัญทางด้านอาหาร คือ แล็กโทส (lactose) และซูโครส (sucrose) แล็กโทสเป็นน้ำตาลที่พบในน้ำนม แต่ละโมเลกุลประกอบด้วย กลูโคส และกาแล็กโทส (galactose) ส่วนน้ำตาลทรายหรือซูโครสนั้น พบอยู่ในอ้อยและหัวบีต แต่ละโมเลกุล ประกอบด้วย กลูโคสและฟรักโทส

3. พอลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ และมีสูตรโครงสร้างซับซ้อนประกอบด้วยโมโนแซ็กคาไรด์จำนวนมากมารวมตัวกันอยู่ พอลีแซ็กคาไรด์ที่สำคัญทางอาหาร ได้แก่ ไกลโคเจน (glycogen) แป้ง (starch) และเซลลูโลส (cellulose) ไกลโคเจนพบในอาหารพวกเนื้อสัตว์และเครื่องในสัตว์ ส่วนแป้งและเซลลูโลสพบในพืช แม้ว่าไกลโคเจน แป้ง และเซลลูโลสประกอบด้วยกลูโคสเหมือนกัน แต่ลักษณะการเรียงตัวของกลูโคสต่างกันทำให้ลักษณะสูตรโครงสร้างต่างกันไป เฉพาะไกลโคเจนและแป้งเท่านั้นที่น้ำย่อยในลำไส้สามารถย่อยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลประเภทโมโนแซ็กคาไรด์และไดแซ็กคาไรด์เป็นน้ำตาลที่มีรสหวาน แต่มีรสหวานไม่เท่ากันน้ำตาลฟรักโทส กลูโคส และแล็กโทส ซึ่งการคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตสามารถคำนวณได้โดยวิธี by Difference ดังนี้

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = 100 – (น้ำ + โปรตีน + ไขมัน + เยื่อใยหยาบ + เถ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

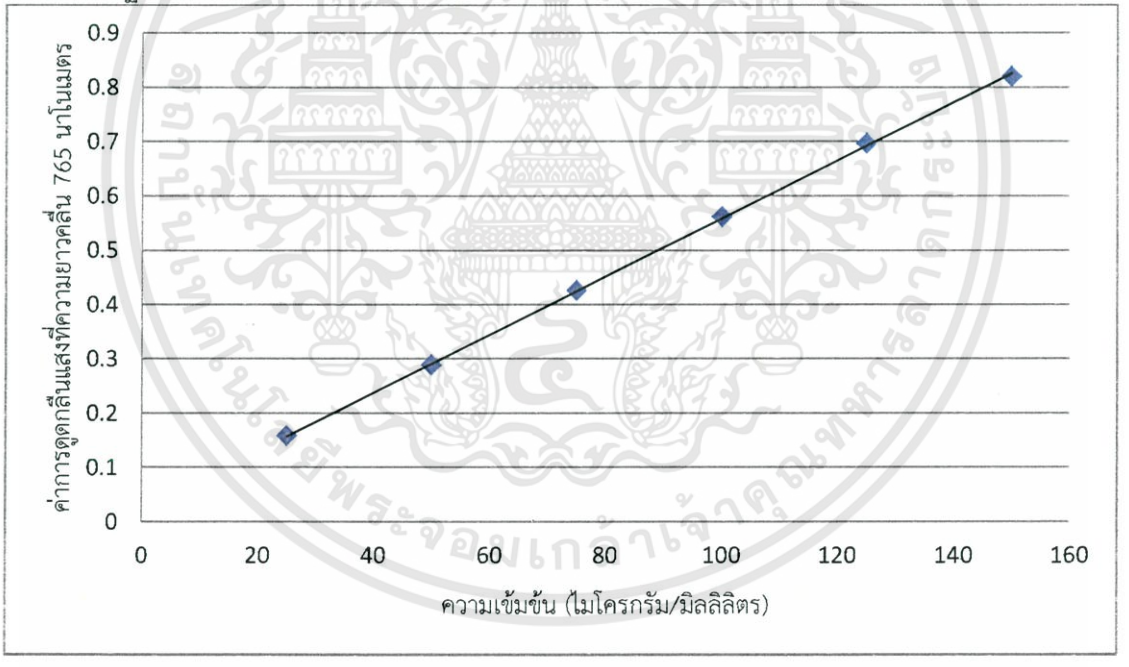
ภาคผนวก ค.

กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

ตารางแสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ของกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร
ความเข้มข้น 25 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร	0.158
ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร	0.289
ความเข้มข้น 75 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร	0.426
ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร	0.561
ความเข้มข้น 125 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร	0.697
ความเข้มข้น 150 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร	0.820

กราฟมาตรฐาน กรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 25 50 75 100 125 และ 150 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

ชื่อผู้ทดสอบ.....เพศ.....อายุ.....

ท่านชอบคัพเค้กหรือไม่.....ทานบ่อยแค่ไหน.....

ตัวอย่างที่ท่านได้รับนี้ เป็นคัพเค้กที่มีส่วนผสมของแป้งสาลีและแป้งเทมเป้ในปริมาณต่าง ๆ กัน กรุณาชิมคัพเค้กที่เสิร์ฟตามลำดับที่จัดไว้ แล้วให้คะแนนตามความชอบของคุณภาพในด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ โดยกำหนดคะแนนดังต่อไปนี้

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

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
03					
05					
07					
09					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์คุ้กกี้

ชื่อผู้ทดสอบ.....เพศ..... อายุ.....

ท่านชอบคุ้กกี้หรือไม่.....ทานบ่อยแค่ไหน.....

ตัวอย่างที่ท่านได้รับนี้ เป็นคุ้กกี้ที่มีส่วนผสมของเทมเป้ ในปริมาณต่างๆ กัน กรุณาชิมคุ้กกี้ที่เสิร์ฟตามลำดับที่จัดไว้ แล้วให้คะแนนตามความชอบของคุณภาพในด้านต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ โดยกำหนดคะแนนดังต่อไปนี้

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

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101					
104					
107					
110					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณความชื้นของถั่วขาว (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่าง	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	ถั่วขาวซ้ำ1	13.9604	13.23377
	ถั่วขาวซ้ำ2	12.6182	
	ถั่วขาวซ้ำ3	13.1227	
Batch2	ถั่วขาวซ้ำ1	14.7390	14.82877
	ถั่วขาวซ้ำ2	14.4193	
	ถั่วขาวซ้ำ3	15.3280	

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณโปรตีนของถั่วขาว (ถั่วขาว)

Batch	ตัวอย่าง	โปรตีน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	ถั่วขาวซ้ำ1	14.9573	15.88757
	ถั่วขาวซ้ำ2	17.3960	
	ถั่วขาวซ้ำ3	15.3094	
Batch2	ถั่วขาวซ้ำ1	14.8110	
	ถั่วขาวซ้ำ2	14.2609	14.8912
	ถั่วขาวซ้ำ3	15.6017	

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณไขมันของถั่วขาว (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่าง	ไขมัน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	ถั่วขาวซ้ำ1	0.6207	0.763733
	ถั่วขาวซ้ำ2	0.8167	
	ถั่วขาวซ้ำ3	0.8538	
Batch2	ถั่วขาวซ้ำ1	0.6517	0.656533
	ถั่วขาวซ้ำ2	0.6670	
	ถั่วขาวซ้ำ3	0.6509	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณเถ้าทั้งหมดของถั่วขาว (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่าง	เถ้า (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	ถั่วขาวซ้ำ1	3.2611	3.064767
	ถั่วขาวซ้ำ2	3.7445	
	ถั่วขาวซ้ำ3	2.1887	
Batch2	ถั่วขาวซ้ำ1	3.1955	3.330533
	ถั่วขาวซ้ำ2	3.2810	
	ถั่วขาวซ้ำ3	3.5151	

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณเยื่อใยหยาบของถั่วขาว (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่าง	เยื่อใยหยาบ (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	ถั่วขาวซ้ำ1	1.4008	1.6394
	ถั่วขาวซ้ำ2	1.0609	
	ถั่วขาวซ้ำ3	2.4565	
Batch2	ถั่วขาวซ้ำ1	2.3060	1.978933
	ถั่วขาวซ้ำ2	1.1540	
	ถั่วขาวซ้ำ3	2.4768	

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตของถั่วขาว (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่าง	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	ถั่วขาวซ้ำ1	67.2005	67.05017
	ถั่วขาวซ้ำ2	65.4246	
	ถั่วขาวซ้ำ3	68.5254	
Batch2	ถั่วขาวซ้ำ1	66.6028	66.29297
	ถั่วขาวซ้ำ2	67.3718	
	ถั่วขาวซ้ำ3	64.9043	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณความชื้นของเทมเป้ถั่วขาว (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่าง	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	เทมเป้1 ซ้ำ1	31.6727	32.9018
	เทมเป้1 ซ้ำ2	33.4582	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	33.5745	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	34.5787	33.97887
	เทมเป้2 ซ้ำ2	34.2015	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	33.1564	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	32.5742	33.99433
	เทมเป้3 ซ้ำ2	34.4984	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	34.9104	
Batch2	เทมเป้1 ซ้ำ1	34.5757	33.46147
	เทมเป้1 ซ้ำ2	32.6541	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	33.1546	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	31.5189	34.55187
	เทมเป้2 ซ้ำ2	35.6241	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	36.5126	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	37.5361	37.24567
	เทมเป้3 ซ้ำ2	36.9845	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	37.2164	

หมายเหตุ : เทมเป้1 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.3 , เทมเป้2 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.5 , เทมเป้3 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณโปรตีนของเทมเป้ถั่วขาว (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่าง	โปรตีน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	เทมเป้1 ซ้ำ1	16.5290	16.70263
	เทมเป้1 ซ้ำ2	16.6745	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	16.9044	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	16.7320	16.75053
	เทมเป้2 ซ้ำ2	16.8745	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	16.6451	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	16.7013	15.77177
	เทมเป้3 ซ้ำ2	15.9352	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	14.6788	
Batch2	เทมเป้1 ซ้ำ1	16.1714	16.1773
	เทมเป้1 ซ้ำ2	16.5154	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	15.8451	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	14.8745	15.8788
	เทมเป้2 ซ้ำ2	16.2134	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	16.5485	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	16.5640	16.47897
	เทมเป้3 ซ้ำ2	16.8571	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	16.0158	

หมายเหตุ : เทมเป้1 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.3 , เทมเป้2 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.5 , เทมเป้3 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณไขมันของเทมเป้ถั่วขาว (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่าง	ไขมัน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	เทมเป้1 ซ้ำ1	4.3128	4.406233
	เทมเป้1 ซ้ำ2	4.5233	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	4.3826	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	3.3242	3.428
	เทมเป้2 ซ้ำ2	3.4516	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	3.5082	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	3.9537	4.0284
	เทมเป้3 ซ้ำ2	4.0135	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	4.1180	
Batch2	เทมเป้1 ซ้ำ1	5.2657	5.155033
	เทมเป้1 ซ้ำ2	5.0168	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	5.1826	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	4.2801	4.282333
	เทมเป้2 ซ้ำ2	4.2593	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	4.3076	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	5.9803	6.1267
	เทมเป้3 ซ้ำ2	6.1642	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	6.2356	

หมายเหตุ : เทมเป้1 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.3 , เทมเป้2 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.5 , เทมเป้3 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณเถ้าทั้งหมดของเทมเป้ถั่วขาว (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่าง	เถ้า (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	เทมเป้1 ซ้ำ1	0.9214	0.934167
	เทมเป้1 ซ้ำ2	0.9385	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	0.9426	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	1.1805	1.172
	เทมเป้2 ซ้ำ2	1.1602	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	1.1753	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	0.8475	0.8044
	เทมเป้3 ซ้ำ2	0.8023	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	0.7634	
Batch2	เทมเป้1 ซ้ำ1	1.5731	1.534433
	เทมเป้1 ซ้ำ2	1.5215	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	1.5087	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	1.0344	1.055233
	เทมเป้2 ซ้ำ2	1.0681	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	1.0632	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	1.4331	1.4592
	เทมเป้3 ซ้ำ2	1.4680	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	1.4765	

หมายเหตุ : เทมเป้1 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.3 , เทมเป้2 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.5 , เทมเป้3 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ปริมาณเยื่อใยหยาบของเทมเป้ถั่วขาว (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่าง	เยื่อใยหยาบ (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	เทมเป้1 ซ้ำ1	13.2621	12.95667
	เทมเป้1 ซ้ำ2	12.4515	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	13.1564	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	8.0636	8.657167
	เทมเป้2 ซ้ำ2	9.0563	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	8.8516	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	10.5661	10.98013
	เทมเป้3 ซ้ำ2	11.2068	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	11.1675	
Batch2	เทมเป้1 ซ้ำ1	9.9645	9.783
	เทมเป้1 ซ้ำ2	9.8413	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	9.5432	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	10.1048	10.18253
	เทมเป้2 ซ้ำ2	10.1561	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	10.2867	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	10.5463	10.7182
	เทมเป้3 ซ้ำ2	10.6256	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	10.9827	

หมายเหตุ : เทมเป้1 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.3 , เทมเป้2 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.5 , เทมเป้3 คือเทมเป้ที่มีปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเทมเป้ถั่วขาว (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่าง	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch1	เทมเป้1 ซ้ำ1	46.5641	45.05517
	เทมเป้1 ซ้ำ2	44.4055	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	44.1959	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	44.1846	44.6706
	เทมเป้2 ซ้ำ2	44.3122	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	45.515	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	45.9233	45.4011
	เทมเป้3 ซ้ำ2	44.7506	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	45.5294	
Batch2	เทมเป้1 ซ้ำ1	42.4141	43.67177
	เทมเป้1 ซ้ำ2	44.2922	
	เทมเป้1 ซ้ำ3	44.309	
	เทมเป้2 ซ้ำ1	48.2921	44.23177
	เทมเป้2 ซ้ำ2	42.8351	
	เทมเป้2 ซ้ำ3	41.5681	
	เทมเป้3 ซ้ำ1	38.4865	38.68947
	เทมเป้3 ซ้ำ2	38.5262	
	เทมเป้3 ซ้ำ3	39.0557	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างคัพเค้ก (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคัพเค้ก	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	31.5978	31.3397
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	31.4361	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	30.9852	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	31.4583	31.48087
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	31.5647	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	31.4196	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	28.8238	30.0901
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	30.5612	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	30.8853	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	31.4179	31.12687
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	31.5271	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	30.4356	
Batch 1	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	32.4983	31.94517
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	31.8209	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	31.5163	
Batch 2	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	30.7421	30.86813
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	30.2869	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	31.5754	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	32.4388	31.92357
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	31.8796	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	31.4523	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	31.5178	32.38053
	สูตร 20เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	32.7691	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	32.8547	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงปริมาณโปรตีนของตัวอย่างคัพเค้ก (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคัพเค้ก	โปรตีน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	6.4419	6.378533
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	6.3528	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	6.3409	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	6.0622	6.2546
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	6.2607	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	6.4409	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	5.8656	6.181333
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	6.3469	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	6.3315	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	6.4682	6.397867
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	6.2783	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	6.4471	
Batch 1	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	6.5638	6.458667
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	6.0969	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	6.7153	
Batch 2	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	6.8582	6.751933
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	6.6424	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	6.7552	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	8.1793	7.794067
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	7.7206	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	7.4823	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	8.2924	8.152867
	สูตร 20เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	8.0819	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	8.0843	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงปริมาณไขมันของตัวอย่างคัพเค้ก (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคัพเค้ก	ไขมัน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	19.5043	19.6484
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	19.5698	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	19.8711	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	20.5832	20.04127
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	19.6974	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	19.8432	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	19.8469	19.28853
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	19.1664	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	18.8523	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	19.9144	19.49247
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	18.9987	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	19.5643	
Batch 1	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	19.6621	19.833
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	19.9457	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	19.8912	
Batch 2	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	19.9564	19.82823
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	19.8746	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	19.6537	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	20.7871	19.6207
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	19.2103	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	18.8647	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	18.9204	19.4914
	สูตร 20เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	19.6381	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	19.9157	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงปริมาณเถ้าทั้งหมดของตัวอย่างคัพเค้ก (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคัพเค้ก	เถ้า (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	1.2663	1.3097
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	1.2941	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	1.3687	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	1.2528	1.249167
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	1.1964	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	1.2983	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.3917	1.345733
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.3104	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.3351	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.2082	1.2428
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.1514	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.3688	
Batch 1	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.5146	1.4457
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.3907	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.4318	
Batch 2	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.2532	1.273867
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.3417	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.2267	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.2710	1.3713
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.4483	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.3946	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.3672	1.295467
	สูตร 20เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.2129	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.3063	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงปริมาณเยื่อใยหยาบของตัวอย่างคัพเค้ก (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคัพเค้ก	เยื่อใยหยาบ (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	7.0503	7.055667
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	7.0691	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	7.0476	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	7.1298	7.283433
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	7.1543	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	7.5662	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	7.5801	7.4402
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	7.6473	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	7.0932	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	7.4391	7.399267
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	7.5481	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	7.2106	
Batch 1	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	7.7109	7.5628
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	7.5613	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	7.4162	
Batch 2	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	7.6357	7.4913
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	7.6114	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	7.2268	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	7.4330	7.3257
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	7.3652	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	7.1789	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	7.0194	7.157633
	สูตร 20เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	7.1838	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	7.2697	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตของตัวอย่างคัพเค้ก (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคัพเค้ก	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	41.1897	41.32367
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	41.3472	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	41.4341	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	40.6435	40.9741
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	41.2808	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	40.9980	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	44.0720	43.0943
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	42.6151	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	42.5958	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	40.9913	41.74
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	42.0445	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	42.1842	
Batch 1	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	39.7612	40.31747
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	40.7458	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	40.4454	
Batch 2	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	41.1901	41.27783
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	41.8544	
	สูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	40.7890	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	37.3238	39.29037
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	39.7412	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	40.8061	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	39.9022	38.67973
	สูตร 20เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	38.2980	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	37.8390	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างคุ้กกี้ (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคุ้กกี้	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	26.2558	26.58637
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	26.3982	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	27.1051	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	27.1245	26.84517
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	26.5654	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	26.8456	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	23.5593	23.25427
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	23.6579	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	22.5456	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	23.2123	23.24817
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	22.9854	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	23.5468	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	27.4036	27.7412
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	27.5651	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	28.2549	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	27.6496	27.5694
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	27.1645	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	27.8941	
Batch 1	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	24.5588	24.5567
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	24.5626	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	24.5487	
Batch 2	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	24.1851	23.7398
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	23.4845	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	23.5498	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 แสดงปริมาณโปรตีนของตัวอย่างคุ้กกี้ (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคุ้กกี้	โปรตีน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	6.4631	6.551967
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	6.5415	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	6.6513	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	6.4356	6.514833
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	6.4638	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	6.6451	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	7.7494	7.595067
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	7.4713	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	7.5645	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	7.6312	7.542533
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	7.4486	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	7.5478	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	7.6631	7.719133
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	7.9294	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	7.5649	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	7.6544	7.733567
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	7.9842	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	7.5621	
Batch 1	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	8.1138	8.364233
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	8.3244	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	8.6545	
Batch 2	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	8.6513	8.433
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	8.5132	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	8.1345	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 แสดงปริมาณไขมันของตัวอย่างคุ้กกี้ (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคุ้กกี้	ไขมัน (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	25.9826	25.75337
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	25.4840	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	25.7935	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	25.1549	25.4171
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	25.8416	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	25.2548	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	24.6755	24.6271
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	24.5489	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	24.6569	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	24.4893	24.57263
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	24.5481	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	24.6805	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	23.9748	23.94233
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	23.9741	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	23.8781	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	24.4512	24.15937
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	24.1789	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	23.8480	
Batch 1	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	23.0384	23.09367
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	23.0549	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	23.1877	
Batch 2	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	23.1543	23.1498
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	23.2165	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	23.0786	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 แสดงปริมาณเถ้าทั้งหมดของตัวอย่างคุ้กกี้ (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคุ้กกี้	เถ้า (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	1.8312	1.817167
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	1.8985	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	1.7218	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	1.7223	1.7483
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	1.7008	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	1.8218	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.6145	1.625333
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.6456	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.6159	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.7125	1.644233
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.6078	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.6124	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.7285	1.7329
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.7156	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.7546	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.7102	1.768667
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.8006	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.7952	
Batch 1	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.6868	1.654333
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.6514	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.6248	
Batch 2	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	1.6247	1.663167
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	1.6854	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	1.6794	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 แสดงปริมาณเยื่อใยหยาบของตัวอย่างคุ้กกี้ (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคุ้กกี้	เยื่อใยหยาบ (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	0.9937	1.010533
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	0.9854	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	1.0525	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	1.0156	1.034433
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	1.0653	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	1.0224	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	2.8842	2.4998
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	2.0654	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	2.5498	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	2.8964	2.749367
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	2.6561	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	2.6956	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	2.1404	2.1439
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	2.1235	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	2.1678	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	2.4546	2.2767
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	2.1587	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	2.2168	
Batch 1	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	2.3144	2.3403
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	2.3567	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	2.3498	
Batch 2	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	2.2914	2.347767
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	2.3481	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	2.4038	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตของตัวอย่างคุ้กกี้ (ร้อยละ)

Batch	ตัวอย่างคุ้กกี้	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย
Batch 1	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	39.4673	39.29113
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	39.6778	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	38.7283	
Batch 2	สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	39.5627	39.4746
	สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	39.4284	
	สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	39.4327	
Batch 1	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	42.4013	42.89823
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	42.6763	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	43.6171	
Batch 2	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	42.9547	42.99243
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	43.4101	
	สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	42.6125	
Batch 1	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	39.2300	38.86443
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	38.8158	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	38.5475	
Batch 2	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	38.5346	38.769
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	38.8718	
	สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	38.9006	
Batch 1	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	42.6022	42.33107
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	42.4067	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	41.9843	
Batch 2	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	42.3846	43.01423
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	43.1004	
	สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	43.5577	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 การตรวจวัดค่าฟีนอลิก

Batch	ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง	เปอร์เซ็นต์ฟีนอลิก
Batch1	ถั่วขาว (ซ้ำ1)	0.222	39.6429
	ถั่วขาว (ซ้ำ2)	0.229	40.8929
	ถั่วขาว (ซ้ำ3)	0.221	39.4643
Batch2	ถั่วขาว (ซ้ำ1)	0.230	41.0714
	ถั่วขาว (ซ้ำ2)	0.224	40.0000
	ถั่วขาว (ซ้ำ3)	0.223	39.8214
Batch1	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ1)	0.438	78.2143
	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ2)	0.452	80.7143
	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ3)	0.441	78.7500
Batch2	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ1)	0.439	78.3929
	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ2)	0.443	79.1071
	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ3)	0.440	78.5714
Batch1	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ1)	0.389	71.7014
	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ2)	0.381	68.0357
	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ3)	0.385	68.7500
Batch2	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ1)	0.387	69.1071
	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ2)	0.391	69.8214
	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ3)	0.393	70.1786
Batch1	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ1)	0.371	66.2500
	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ2)	0.373	66.6071
	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ3)	0.371	66.2500
Batch2	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ1)	0.374	66.7857
	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ2)	0.373	66.6071
	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ3)	0.373	66.6071

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 การตรวจวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

Batch	ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง	เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ
Batch1	ถั่วขาว (ซ้ำ1)	0.284	59.0896
	ถั่วขาว (ซ้ำ2)	0.281	59.5218
	ถั่วขาว (ซ้ำ3)	0.285	58.9455
Batch2	ถั่วขาว (ซ้ำ1)	0.290	58.2253
	ถั่วขาว (ซ้ำ2)	0.294	57.6491
	ถั่วขาว (ซ้ำ3)	0.293	57.7931
Batch1	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ1)	0.230	66.8683
	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ2)	0.224	67.7326
	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ3)	0.223	67.8767
Batch2	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ1)	0.228	67.1564
	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ2)	0.231	66.7243
	เทมเป้ 0.3 (ซ้ำ3)	0.232	66.5802
Batch1	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ1)	0.260	62.5468
	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ2)	0.265	61.8266
	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ3)	0.260	62.5468
Batch2	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ1)	0.272	60.8182
	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ2)	0.272	60.8182
	เทมเป้ 0.5 (ซ้ำ3)	0.272	60.8182
Batch1	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ1)	0.269	61.2504
	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ2)	0.267	61.5385
	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ3)	0.267	61.5385
Batch2	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ1)	0.270	61.1063
	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ2)	0.274	60.5301
	เทมเป้ 0.8 (ซ้ำ3)	0.273	60.6654
Batch1	BHT 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	0.222	68.0207
	BHT 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	0.229	67.0124
	BHT 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	0.221	68.1648
Batch2	BHT 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	0.223	67.8767
	BHT 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	0.231	66.7243
	BHT 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	0.227	67.3005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของเค้ก

ตัวอย่าง	ก่อนอบ (เซนติเมตร)	หลังอบ (เซนติเมตร)	การฟู (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ย
คัพเค้กสูตรควบคุม (ซ้ำ1)	4.19	4.22	0.03	
คัพเค้กสูตรควบคุม (ซ้ำ2)	3.94	3.96	0.02	0.0267
คัพเค้กสูตรควบคุม (ซ้ำ3)	3.95	3.98	0.03	
คัพเค้กสูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	3.98	3.99	0.01	
คัพเค้กสูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	4.00	4.02	0.02	0.0167
คัพเค้กสูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	3.99	4.01	0.02	
คัพเค้กสูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	3.65	3.66	0.01	
คัพเค้กสูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	3.67	3.69	0.02	0.0167
คัพเค้กสูตร 15 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	3.68	3.70	0.02	
คัพเค้กสูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	3.98	4.01	0.01	
คัพเค้กสูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	3.96	3.98	0.01	0.0133
คัพเค้กสูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	3.97	3.99	0.02	

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของคุ้กกี้

ตัวอย่าง	ก่อนอบ (เซนติเมตร)	หลังอบ (เซนติเมตร)	การแผ่ (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ย
คุ้กกี้สูตรควบคุม (ซ้ำ1)	2.7040	3.9060	1.2020	
คุ้กกี้สูตรควบคุม (ซ้ำ2)	2.4950	3.6750	1.1800	1.1037
คุ้กกี้สูตรควบคุม (ซ้ำ3)	2.8700	3.7990	0.9290	
คุ้กกี้สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	2.4580	3.5820	1.1240	
คุ้กกี้สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	2.6020	3.4890	0.8870	0.9983
คุ้กกี้สูตร 10 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	2.5880	3.5720	0.9840	
คุ้กกี้สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	2.7530	3.5160	0.7630	
คุ้กกี้สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	2.4620	3.6420	1.1800	0.9040
คุ้กกี้สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	2.7670	3.5360	0.7690	
คุ้กกี้สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ1)	2.5490	3.4800	0.9310	
คุ้กกี้สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ2)	2.6470	3.2660	0.6190	0.7497
คุ้กกี้สูตร 30 เปอร์เซ็นต์ (ซ้ำ3)	2.6090	3.3080	0.6990	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

การตรวจวัดความแน่นเนื้อของคัพเค้ก วันที่ 0

สูตร	ซ้ำ	Hardness (N)
control	1	11.3785
	2	7.6754
	3	7.9070
10%	1	10.3804
	2	10.1617
	3	8.2161
15%	1	9.5355
	2	8.1007
	3	10.3558
20%	1	10.8203
	2	10.0666
	3	10.2550

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้กในระหว่างเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ

วันที่	Hardness Load(N)					
	control			15%		
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
0	11.3785	7.67541	7.9070	9.5355	8.1007	10.3558
1	7.3824	11.9413	9.5802	8.2187	6.1135	8.3042
2	9.5595	7.0639	9.6292	8.9395	6.5413	8.8321
3	10.9758	9.8289	10.3848	8.5785	5.4463	9.7916

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้
การตรวจสอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ วันที่ 0

สูตร	ซ้ำ	Maximum Load(N)
control	1	25.9618
	2	45.9476
	3	30.0965
	4	42.4066
10%	1	39.6982
	2	29.9875
	3	29.0668
	4	37.1833
20%	1	18.8358
	2	18.2719
	3	27.8672
	4	37.0251
30%	1	11.0365
	2	14.5811
	3	18.0887
	4	8.8342
	5	12.5970

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ในระหว่างเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ

วันที่	Maximum Load(N)					
	control			10%		
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
0	25.9618	45.9476	30.0965	29.9875	29.0668	37.1833
3	30.6118	28.3381	31.6667	26.6939	28.4132	27.1994
6	26.9058	28.5822	27.8872	25.9306	24.8293	25.5647
9	25.8404	27.3530	26.2398	24.2095	26.0154	28.8156
12	24.0284	26.9532	26.9348	26.9856	23.4540	23.4079
15	24.0187	24.4234	22.5666	21.7135	23.4164	23.8576
18	23.7175	24.2085	24.5392	21.7004	22.4542	22.2948
21	24.2495	25.0764	23.7805	23.4969	20.2785	19.8043
24	24.7396	26.8075	22.8613	18.9888	22.6184	19.8384

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	9	8	8	8
115	4	6	6	6	6
117	7	7	7	7	7
119	9	8	9	9	9

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	9	9	6	8
115	5	6	7	5	6
117	4	8	8	6	8
119	7	9	6	9	9

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	7	7	8	9
115	8	7	6	7	6
117	8	7	8	7	5
119	8	7	5	5	8

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	6	8	8	8	8
115	5	6	5	6	6
117	5	6	6	5	6
119	6	6	7	7	6

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	8	6	6	7
115	7	7	6	6	6
117	7	8	9	9	9
119	7	8	6	7	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	7	5	7	8	7
115	5	5	6	6	6
117	7	5	7	7	7
119	7	5	6	7	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	9	9	9	9	9
115	9	9	9	9	9
117	9	9	9	9	9
119	9	9	9	9	9

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	8	8	8	8
115	5	5	7	5	5
117	5	5	6	6	5
119	5	5	5	4	4

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	6	9	8	9
115	8	7	6	6	8
117	8	7	4	4	4
119	8	6	5	5	5

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	8	8	7	8
115	6	7	4	4	5
117	7	7	6	6	6
119	8	8	6	5	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	7	7	8	7	8
115	7	7	7	8	8
117	7	7	7	7	7
119	6	7	6	6	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	8	7	7	7
115	6	6	7	7	6
117	7	7	7	8	7
119	8	8	8	8	8

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	7	8	5	5	6
115	7	8	8	7	7
117	7	8	8	6	7
119	7	8	7	5	5

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	7	7	7	6	7
115	6	7	8	7	7
117	6	5	6	5	6
119	5	6	6	5	5

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	9	8	8	8	9
115	9	9	8	8	9
117	9	8	9	9	9
119	9	9	8	7	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	5	6	4	4	3
115	5	6	5	7	4
117	7	5	7	5	7
119	9	5	8	4	8

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	7	7	7	7
115	7	6	6	5	6
117	7	6	7	5	7
119	8	6	5	5	6

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	7	7	5	5	5
115	7	8	6	9	9
117	9	8	6	6	6
119	8	7	6	8	8

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	6	5	6	6	5
115	6	6	7	6	7
117	6	7	7	7	8
119	6	7	6	5	6

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	9	9	8	9	9
115	7	7	9	8	8
117	7	7	9	8	8
119	9	9	7	9	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	7	8	6	6	6
115	7	8	6	6	7
117	7	8	9	9	9
119	7	8	7	7	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	7	8	7	7	7
115	7	7	7	8	8
117	7	6	7	7	7
119	7	6	7	6	6

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	9	9	8	8	9
115	8	7	8	9	8
117	7	7	7	8	8
119	8	8	7	6	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	5	5	5	6	5
115	6	7	4	6	6
117	6	7	4	8	7
119	7	8	7	7	8

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	8	6	6	8
115	8	8	6	5	7
117	8	8	6	5	7
119	8	8	7	7	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	9	8	5	7
115	7	5	4	4	4
117	8	8	9	9	8
119	6	5	2	5	4

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	7	7	9	8	9
115	7	7	5	8	8
117	7	7	8	8	9
119	7	7	8	7	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	8	7	7	7	7
115	8	7	8	8	8
117	8	7	9	9	9
119	8	7	9	9	9

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	6	7	7	9	8
115	6	7	6	8	7
117	6	7	6	8	8
119	6	7	8	6	6

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
113	9	9	9	8	9
115	9	9	7	7	7
117	9	9	8	8	8
119	9	9	9	7	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	8	9	9	8
104	8	9	7	8	8
107	8	9	8	8	9
110	8	7	8	7	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	8	8	7	8
104	7	5	4	6	6
107	6	6	7	6	7
110	7	7	8	7	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	7	8	9	7	8
104	8	8	9	7	8
107	8	9	8	8	8
110	9	9	8	9	9

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	9	7	8	8	8
104	9	7	8	8	8
107	8	8	8	8	8
110	9	9	7	9	9

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	9	8	9	8
104	8	8	9	9	8
107	8	9	9	9	9
110	8	7	8	7	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	9	7	8	7	9
104	8	7	8	4	7
107	3	4	3	4	3
110	8	5	6	3	4

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	8	8	7	8
104	8	8	7	7	7
107	7	7	7	7	7
110	8	6	7	5	6

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	9	9	9	9	9
104	9	9	9	9	9
107	9	8	9	8	8
110	9	7	9	7	8

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	9	9	9	9	8
104	9	8	9	7	8
107	9	9	8	9	9
110	9	8	8	7	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	9	9	8	9
104	8	9	8	9	8
107	8	8	8	8	9
110	8	8	7	8	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	8	7	7	8
104	8	8	7	7	8
107	8	8	9	7	8
110	7	6	5	8	6

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	8	7	7	7
104	9	8	9	8	9
107	9	5	7	8	6
110	8	8	9	8	9

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	7	8	8	8	8
104	7	8	5	8	8
107	7	9	9	9	8
110	7	8	7	9	8

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	9	9	9	9	9
104	8	8	8	8	8
107	9	4	4	5	4
110	8	5	4	5	5

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	7	7	8	9	8
104	6	7	7	8	7
107	8	5	8	4	6
110	7	7	6	5	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	7	4	9	8	8
104	6	7	2	6	6
107	8	6	8	6	6
110	8	6	6	5	6

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	9	9	9	9
104	8	8	8	9	9
107	8	7	7	9	8
110	8	6	7	8	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	9	9	8	9
104	6	7	7	7	7
107	8	7	7	7	7
110	7	7	7	7	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	9	8	7	9
104	7	8	9	8	8
107	9	8	8	7	8
110	8	8	7	7	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	7	8	6	5	8
104	8	8	7	5	8
107	7	8	7	7	8
110	6	8	6	6	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	9	8	8	8
104	8	9	9	8	9
107	6	8	7	8	7
110	6	6	8	8	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	7	7	5	8
104	8	5	9	5	7
107	9	8	8	6	8
110	9	6	9	5	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	8	8	9	8
104	8	8	7	9	8
107	9	4	5	5	5
110	9	4	4	3	3

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	8	9	8	9
104	9	9	9	8	9
107	8	8	9	8	9
110	8	7	8	8	8

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	7	8	7	7	7
104	7	6	8	7	6
107	7	4	6	5	5
110	8	4	5	4	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ (ต่อ)

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	9	9	8	9	9
104	8	9	9	8	9
107	7	7	6	7	7
110	6	6	7	6	6

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	6	8	8	8	8
104	6	7	7	7	7
107	7	6	6	5	6
110	7	7	6	7	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	9	8	8	8
104	8	8	8	7	8
107	8	8	8	7	8
110	8	5	6	5	7

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	6	7	7	8	7
104	6	6	6	5	6
107	5	5	5	5	5
110	5	4	4	5	4

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101	8	8	9	9	8
104	8	9	7	8	8
107	8	9	8	8	9
110	8	7	8	7	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณความชื้นของเทมเป้

data

Duncan

Moisture	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1.00	3	33.461467	
2.00	3	34.551867	34.551867
3.00	3		37.245667
Sig.		.449	.092

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณโปรตีนของเทมเป้

Data

Duncan

Protein	N	Subset for alpha = 0.05
		1
3.00	3	16.125400
2.00	3	16.314600
1.00	3	16.440000
Sig.		.464

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณไขมันของเทมเป้

data

Duncan

fat	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2.00	3	3.855200		
1.00	3		4.780667	
3.00	3			5.077567
Sig.		1.000	1.000	1.000

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณเถ้าของเทมเป้

data

Duncan

ash	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2.00	3	1.113667	
3.00	3	1.131833	
1.00	3		1.234333
Sig.		.060	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณเยื่อใยหยาบของเทมเป้

data

Duncan

fiber	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2.00	3	9.419867	
3.00	3		10.849167
1.00	3		11.369833
Sig.		1.000	.053

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเทมเป้

data

Duncan

carbo	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2.00	3	45.05517
3.00	3	44.6706
1.00	3	45.4011
Sig.		.092

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

data

Duncan

moisturecake	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1.00	3	67.376400		
2.00	3		68.598617	
3.00	3		68.884383	
4.00	3			70.651167
Sig.		1.000	.409	1.000

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

data

Duncan

proteincake	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2.00	3	6.289600	
1.00	3	6.316567	
3.00	3	6.605300	
4.00	3		7.973467
Sig.		.060	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

data

Duncan

fatcake	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2.00	3	19.390500
4.00	3	19.556050
3.00	3	19.830617
1.00	3	19.844833
Sig.		.092

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

data

Duncan

ashcake	N	Subset for alpha = 0.05
		1
1.00	3	1.279433
2.00	3	1.294267
4.00	3	1.333383
3.00	3	1.336533
Sig.		.183

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณเยื่อใยของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

data

Duncan

fibercake	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1.00	3	7.169550	
2.00	3	7.241667	7.241667
3.00	3	7.419733	7.419733
4.00	3		7.527050
Sig.		.106	.072

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

data

Duncan

carbo cake	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2.00	3	43.0943
3.00	3	41.7400
4.00	3	40.31747
1.00	3	41.27783
Sig.		.108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้

data

Duncan

moisture	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
2.00	6	23.251217			
4.00	6		24.148250		
1.00	6			26.715767	
3.00	6				27.655300
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้

data

Duncan

Protein cookie	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1.00	3	6.533400		
2.00	3		7.568800	
3.00	3		7.726350	
4.00	3			8.398617
Sig.		1.000	.173	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้

data

Duncan

fatcookie	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
4.00	3	23.121733			
3.00	3		24.050850		
2.00	3			24.599867	
1.00	3				25.585233
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้

data

Duncan

ashcookie	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	3	1.634783	
4.00	3	1.658750	
2.00	3		1.750783
1.00	3		1.782733
Sig.		.200	.099

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณเยื่อใยของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้

data

Duncan

fibercookie	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1.00	3	1.022483		
2.00	3		2.210300	
3.00	3		2.344033	
4.00	3			2.624583
Sig.		1.000	.275	1.000

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้

data

Duncan

carbo cookie	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2.00	3	39.29113
3.00	3	39.4746
4.00	3	38.86443
1.00	3	38.769
Sig.		.098

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านปริมาณฟีนอลิก

data

Duncan

Phenolic	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1.00	3	40.148867			
4.00	3		66.517867		
3.00	3			69.599067	
2.00	3				78.958333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

data

Duncan

name	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
1.00	3	58.537417				
4.00	3		61.104900			
3.00	3			61.562467		
2.00	3				67.156467	
5.00	3					67.996733
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านการฟูของคัพเค้ก

data

Duncan

swell	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4.00	3	.013333	
2.00	3	.016667	.016667
3.00	3	.016667	.016667
1.00	3		.026667
Sig.		.517	.076

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านการแผ่ของคุ้กกี้

data

Duncan

expand	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4.00	3	.749667	
3.00	3	.904000	.904000
2.00	3	.998333	.998333
1.00	3		1.103667
Sig.		.131	.214

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คัพเค้กในระหว่างเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ

คัพเค้กสูตร 2 วันที่ 0

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร2	-.04315	1.85324	.92662	-2.99207	2.90577

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร2	-.047	3	.966

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คัพเค้กวันที่ 1

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร2	.47910	2.48051	1.24026	-3.46795	4.42615

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร2	.386	3	.725

คัพเค้กวันที่ 2

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร2	3.04866	2.71463	1.21402	-.32200	6.41932

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร2	2.511	4	.066

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คัพเค้กวันที่ 3

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร2	5.58461	3.05855	1.52927	.71777	10.45144

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร2	3.652	3	.035

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุ้กกี้ในระหว่างเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ
คุ้กกี้สูตร 1 วันที่ 0

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร1	2.11915	12.29894	6.14947	-17.45121	21.68951

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร1	.345	3	.753

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุ้กกี้วันที่ 3

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร1	-.07995	3.84479	1.92239	-6.19787	6.03796

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร1	-.042	3	.969

คุ้กกี้วันที่ 6

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร1	-.16668	3.54631	1.77316	-5.80966	5.47630

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร1	-.094	3	.931

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุ้กกี้วันที่ 9

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร1	.91548	2.57957	1.28979	-3.18920	5.02016

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร1	.710	3	.529

คุ้กกี้วันที่ 12

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร1	-3.96083	8.38914	4.19457	-17.30981	9.38816

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร1	-.944	3	.415

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุ้กกี้วันที่ 15

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร1	3.96314	7.83972	3.91986	-8.51160	16.43788

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร1	1.011	3	.386

คุ้กกี้วันที่ 18

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร1	5.57224	6.87795	3.43898	-5.37211	16.51660

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร1	1.620	3	.204

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุ้กกี้วันที่ 21

Paired Samples Test

		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร1	-2.90554	1.45552	.72776	-5.22160	-.58948

Paired Samples Test

		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร1	-3.992	3	.028

คุ้กกี้วันที่ 24

Paired Samples Test

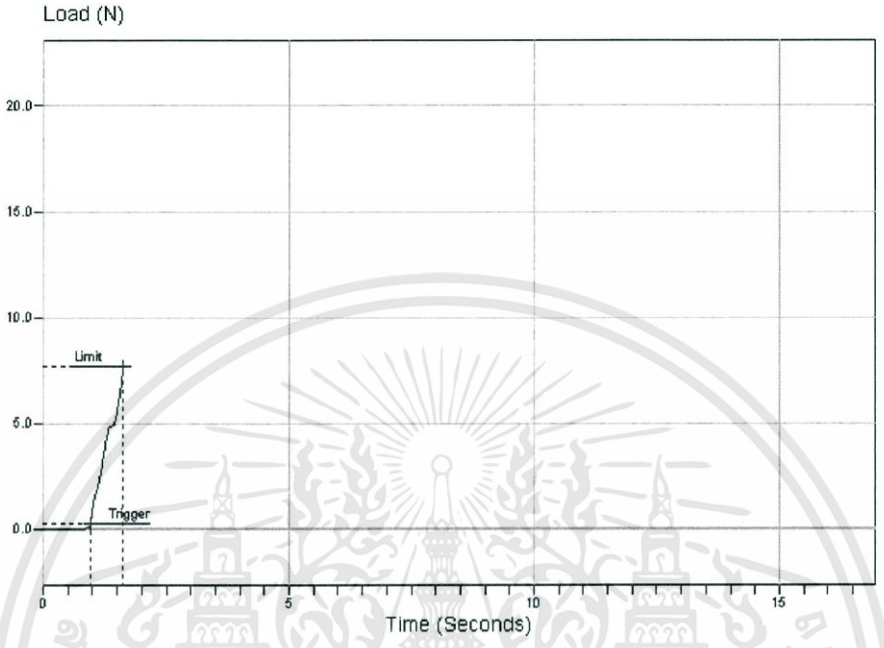
		Paired Differences				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pair 1	control - สูตร1	9.76120	3.27191	1.63595	4.55487	14.96754

Paired Samples Test

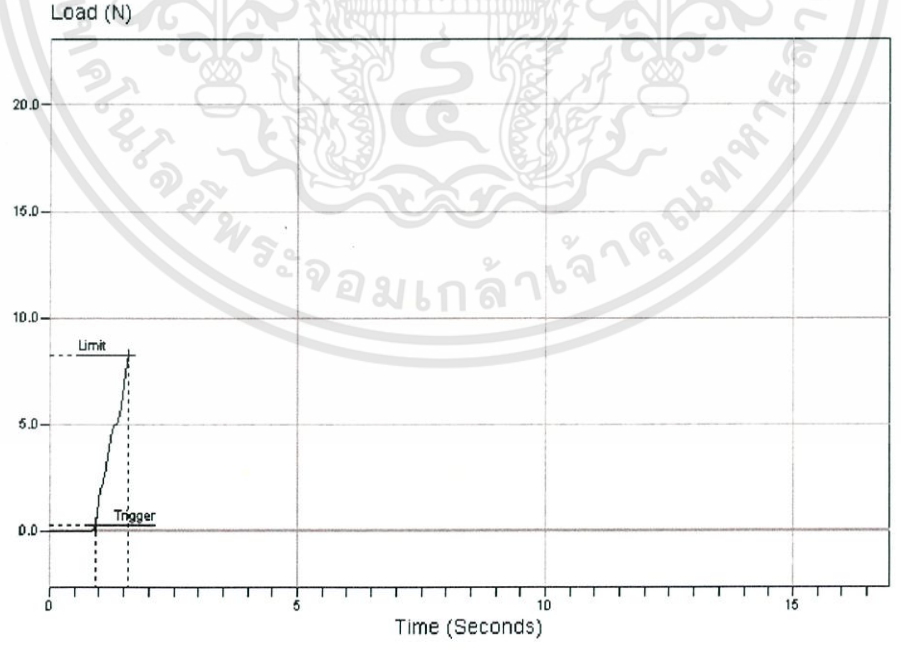
		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	control - สูตร1	5.967	3	.009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช.
กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัส

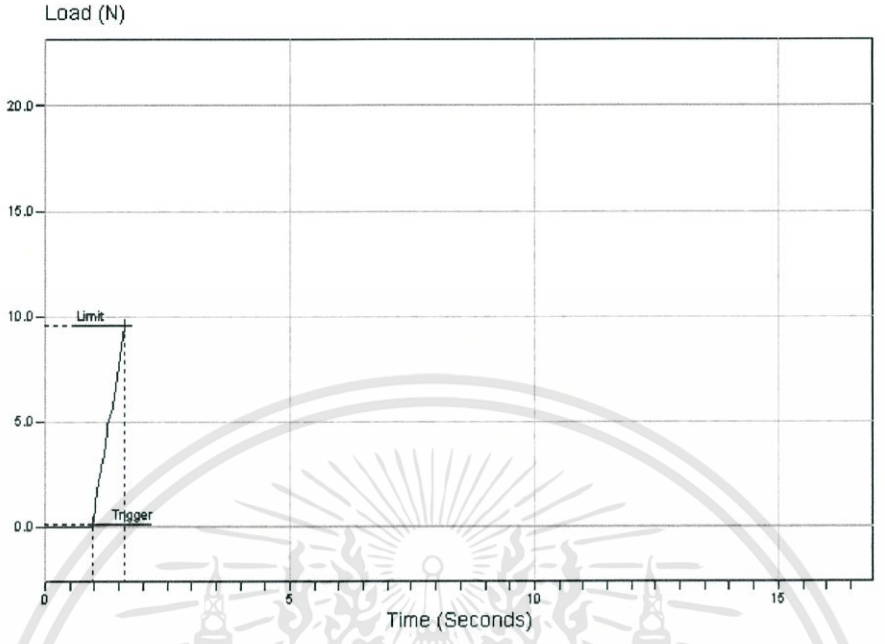


รูปที่ 1 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคัพเค้กสูตรควบคุม
เมื่อทำการเก็บรักษา 0 วัน

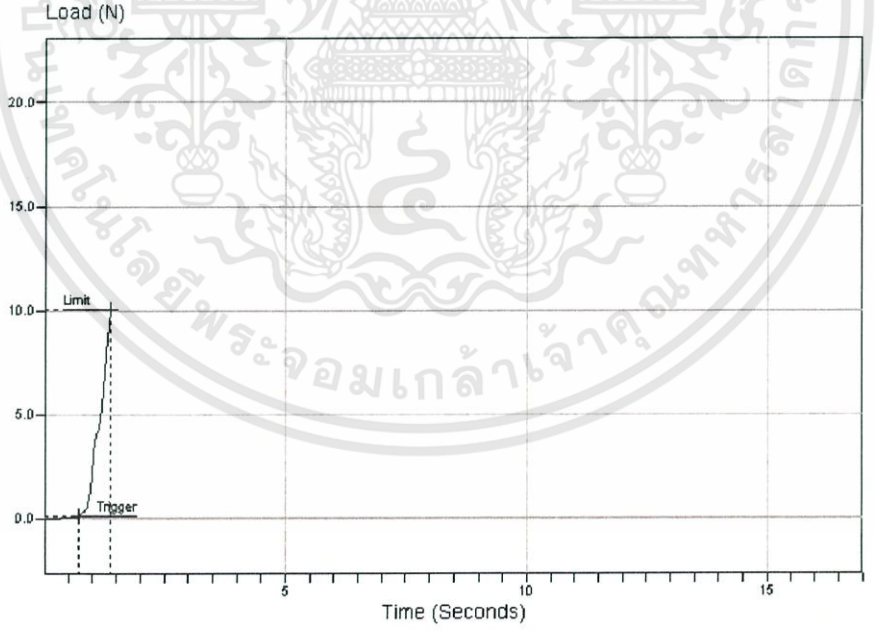


รูปที่ 2 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคัพเค้กสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งเทมเป้
ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 0 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

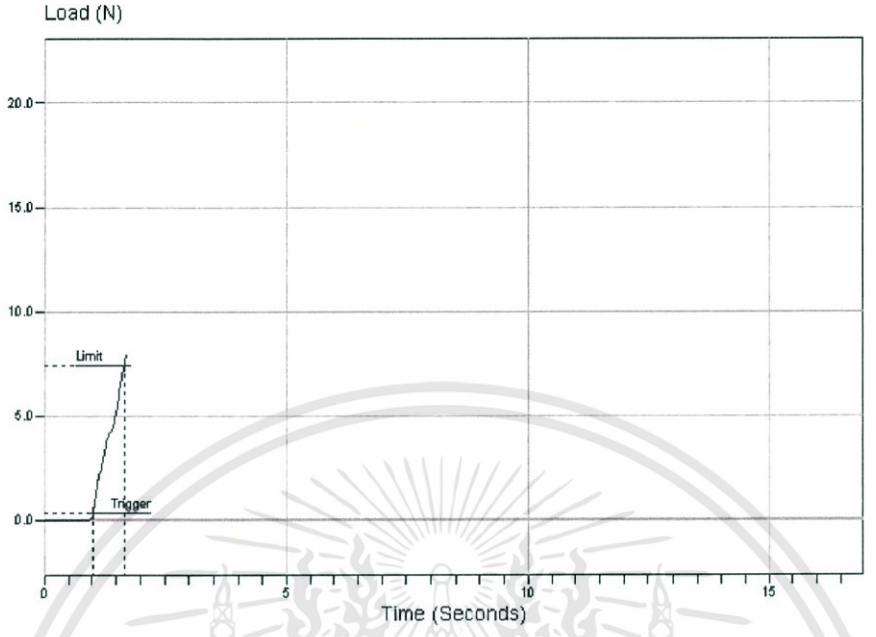


รูปที่ 3 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคัพเค้กสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งเทมเป้ ในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 0 วัน

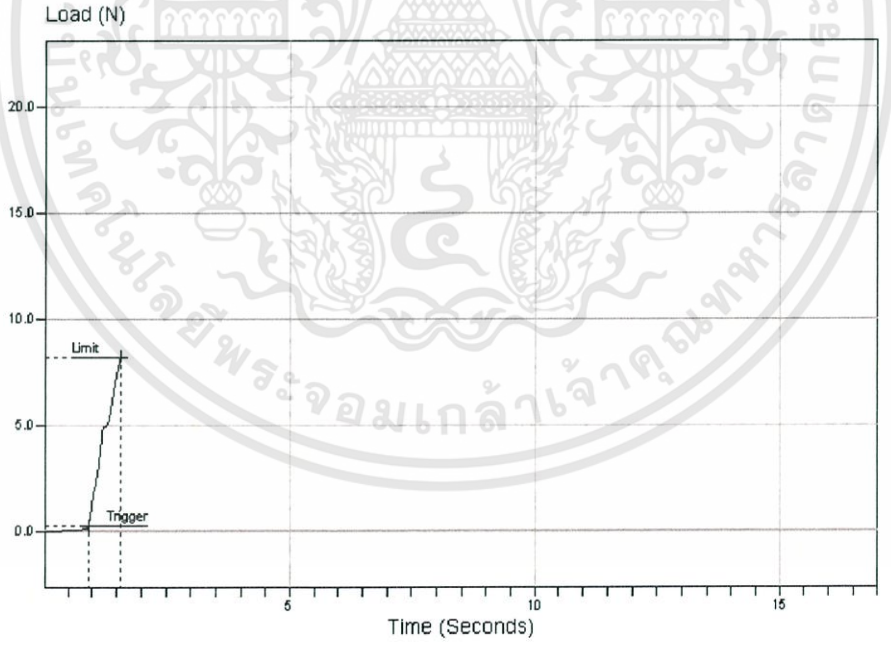


รูปที่ 4 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งเทมเป้ ในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 0 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

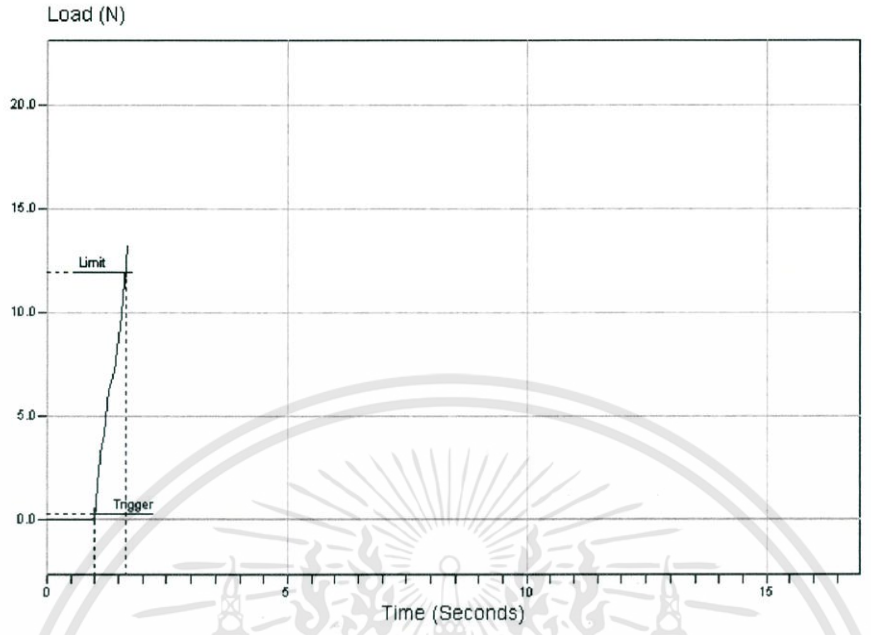


รูปที่ 5 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคัพเค้กสูตรควบคุมเมื่อทำการเก็บรักษา 1 วัน

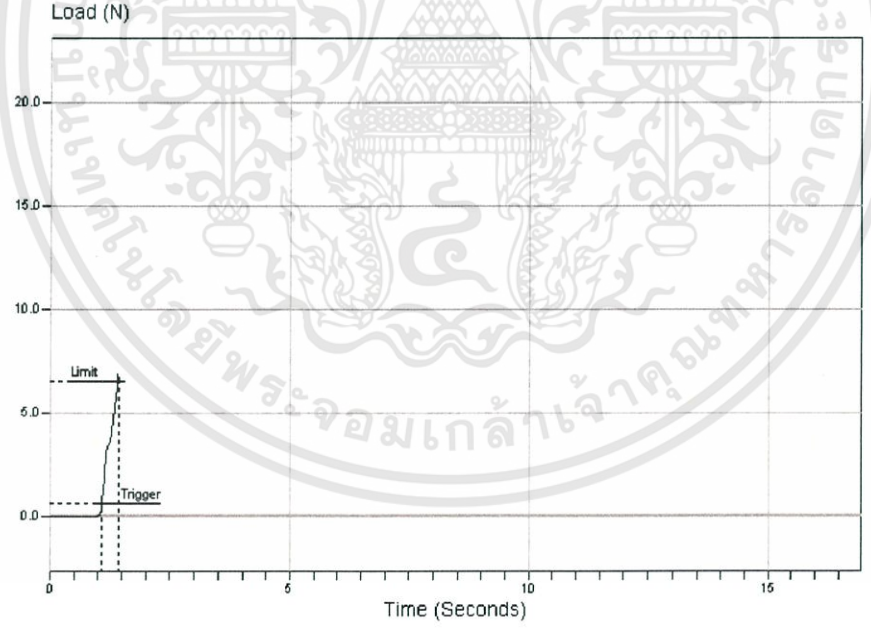


รูปที่ 6 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคัพเค้กสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งเทมเป้ ในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 1 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

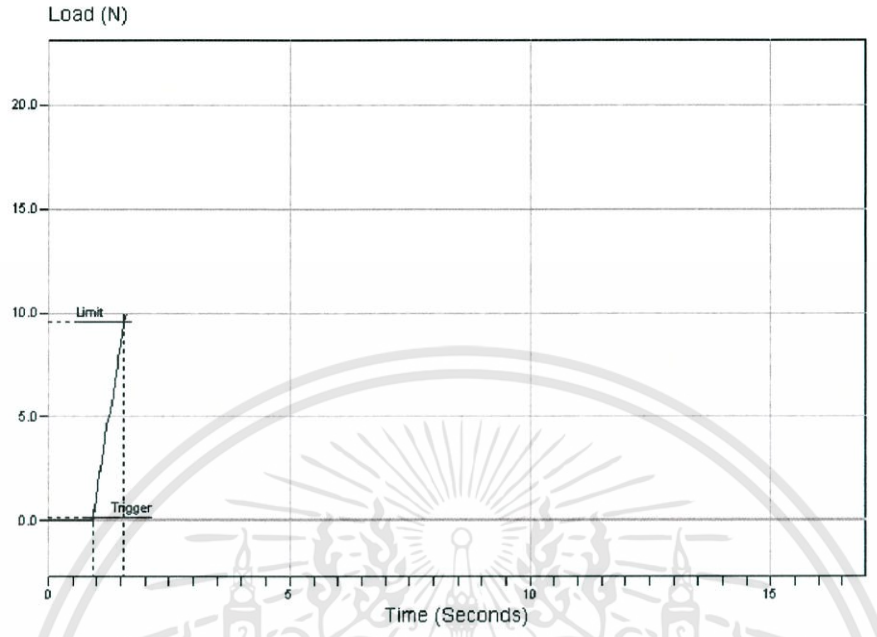


รูปที่ 7 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคัพเค้กสูตรควบคุม เมื่อทำการเก็บรักษา 2 วัน

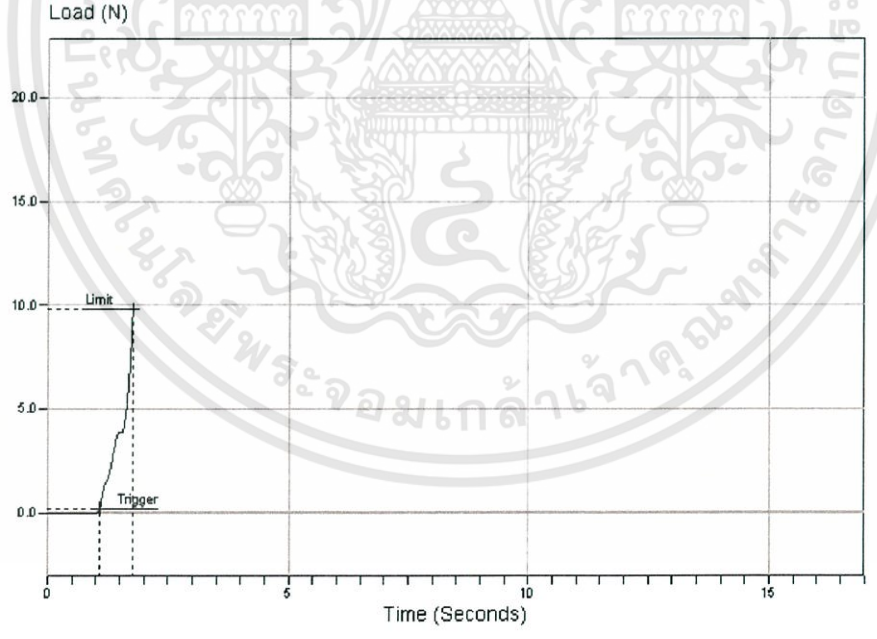


รูปที่ 8 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคัพเค้กสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งเทมเป้ ในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

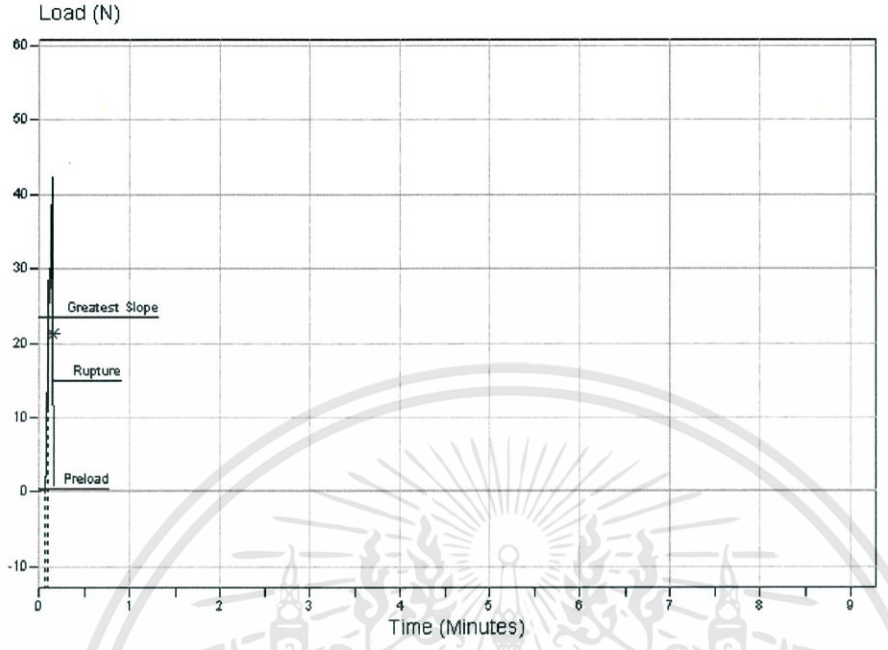


รูปที่ 9 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคัพเค้กสูตรควบคุมเมื่อทำการเก็บรักษา 3 วัน

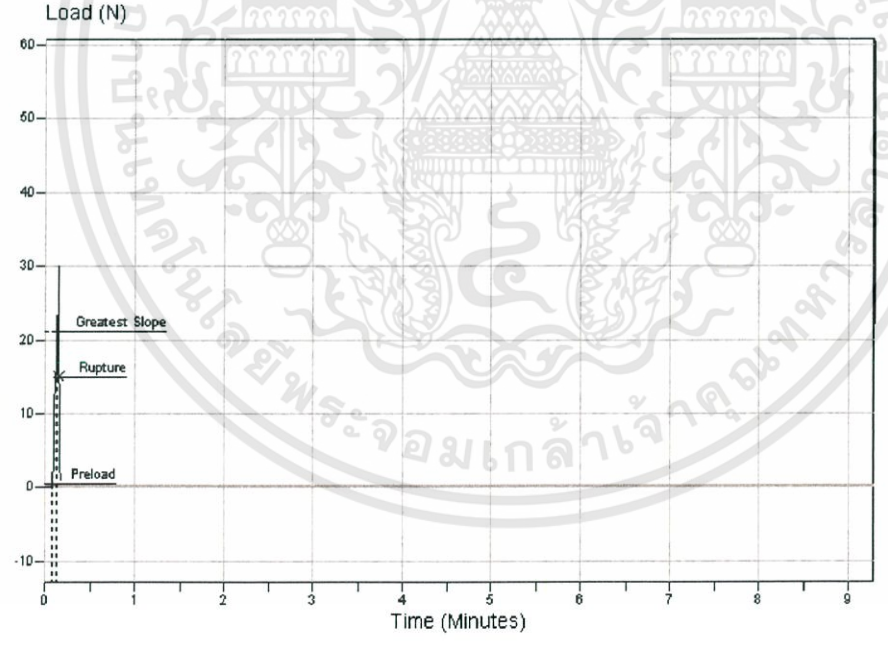


รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคัพเค้กสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งเทมเป้ ในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

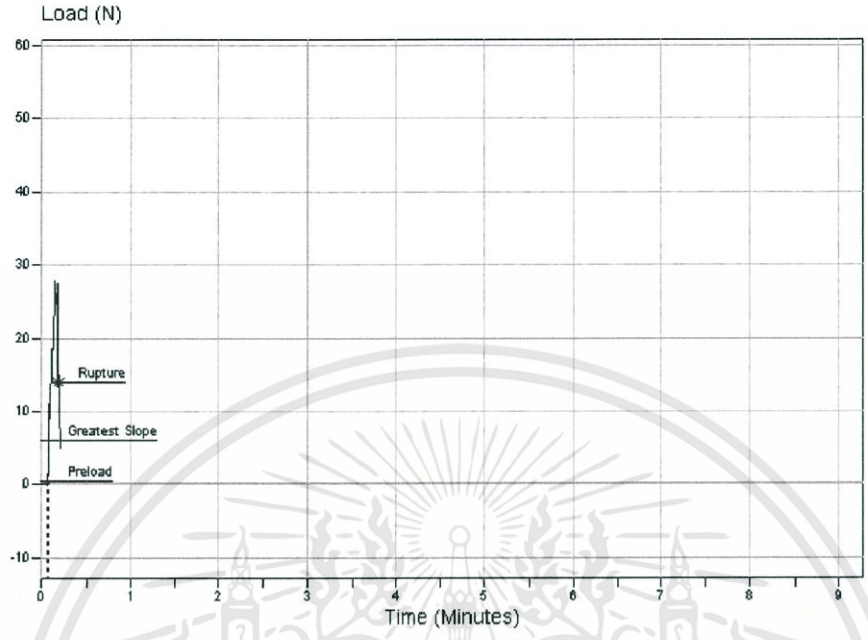


รูปที่ 11 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรควบคุม เมื่อทำการเก็บรักษา 0 วัน

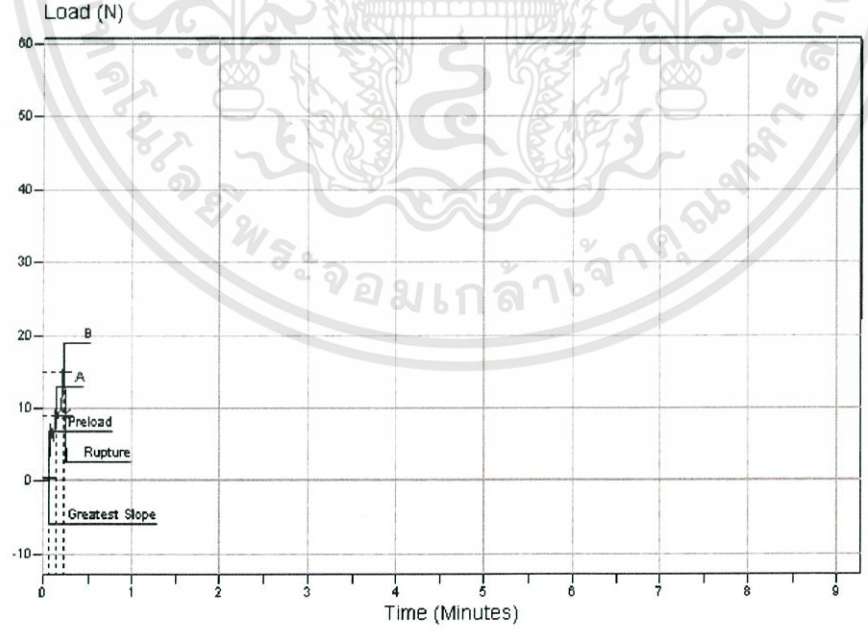


รูปที่ 12 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรที่มีการผสมเทมเป้ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 0 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

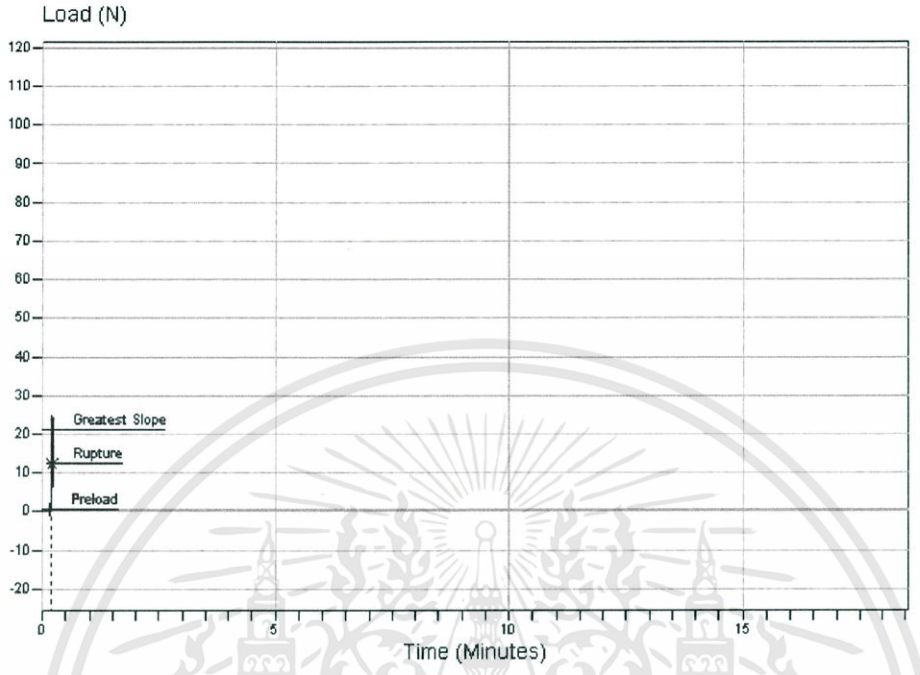


รูปที่ 13 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรสูตรที่มีการผสมเทมเป้ในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 0 วัน

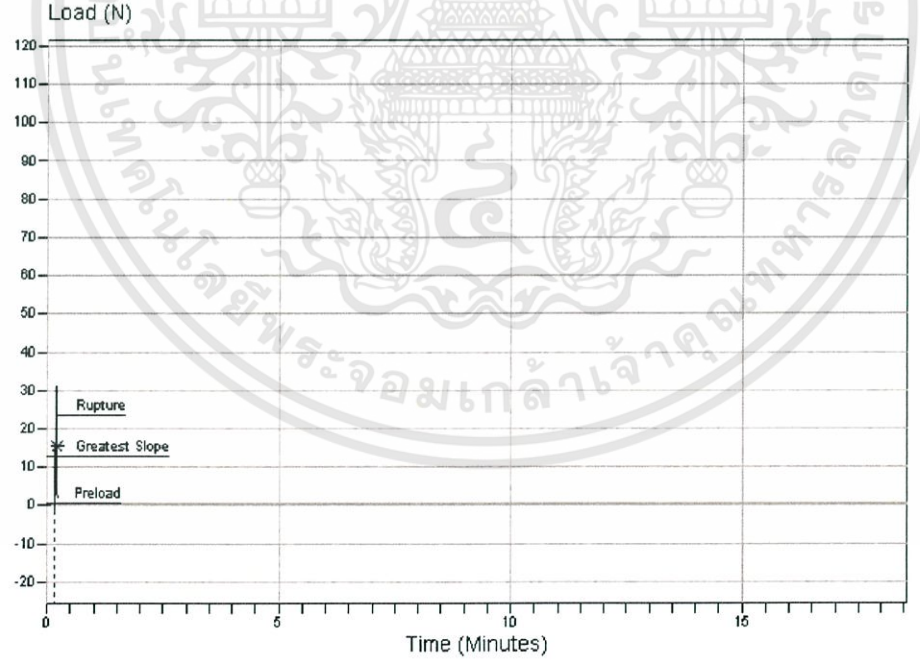


รูปที่ 14 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรที่มีการผสมเทมเป้ในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 0 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

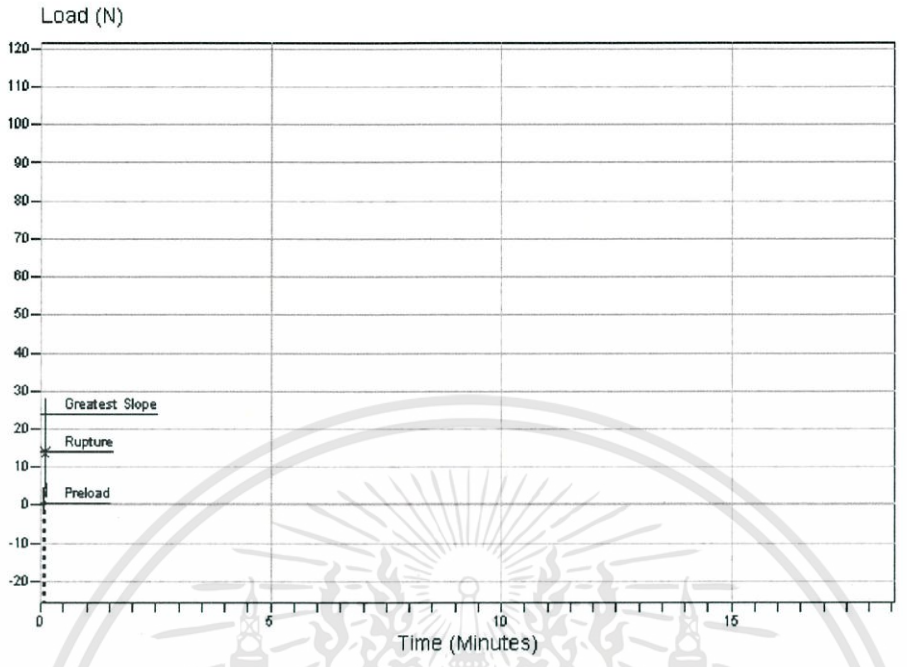


รูปที่ 15 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรควบคุม เมื่อทำการเก็บรักษา 3 วัน

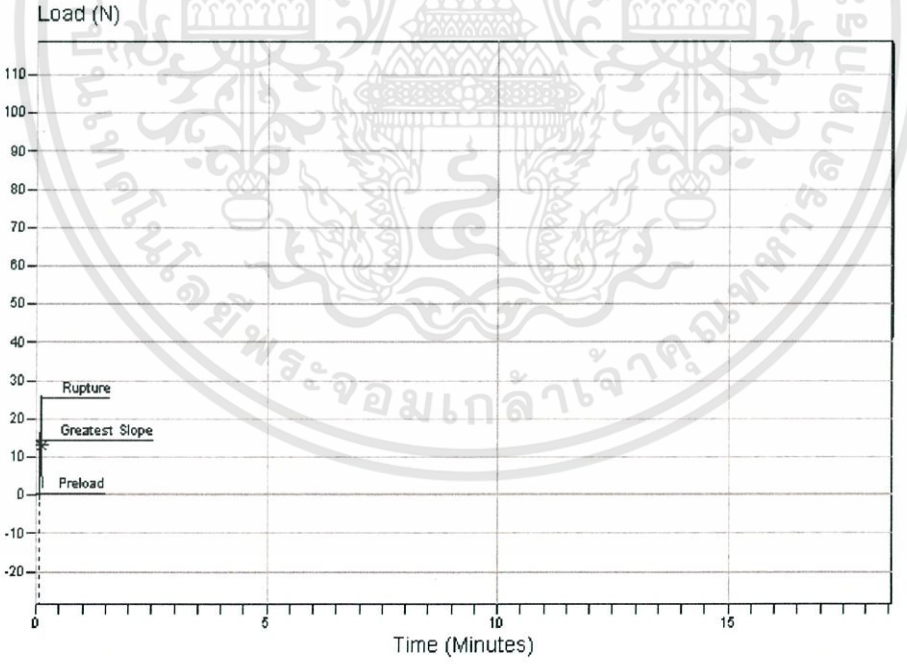


รูปที่ 16 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรที่มีการผสมเทมเป้ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

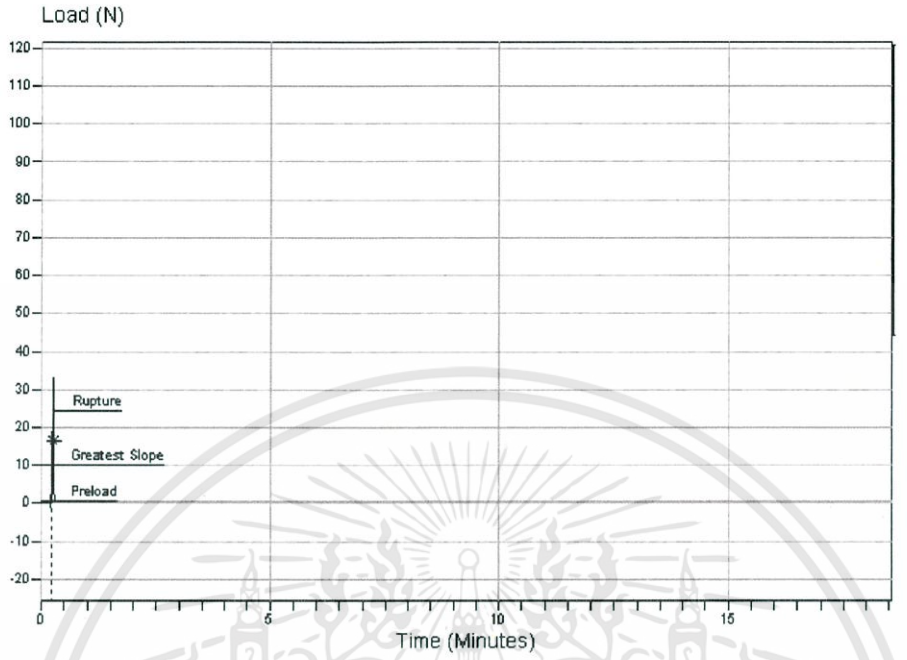


รูปที่ 17 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรควบคุม เมื่อทำการเก็บรักษา 6 วัน

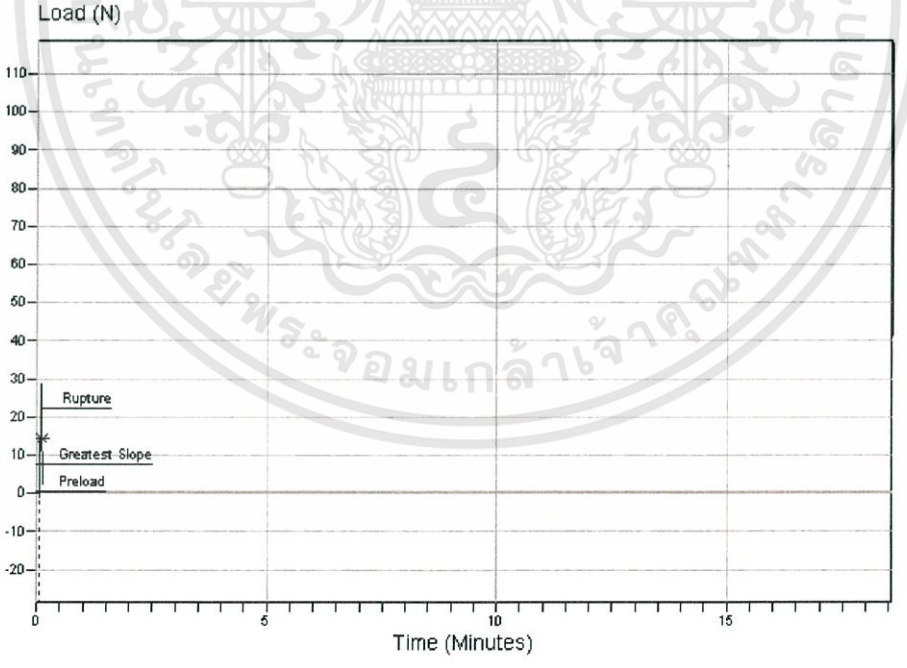


รูปที่ 18 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรที่มีการผสมเทมเป้ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

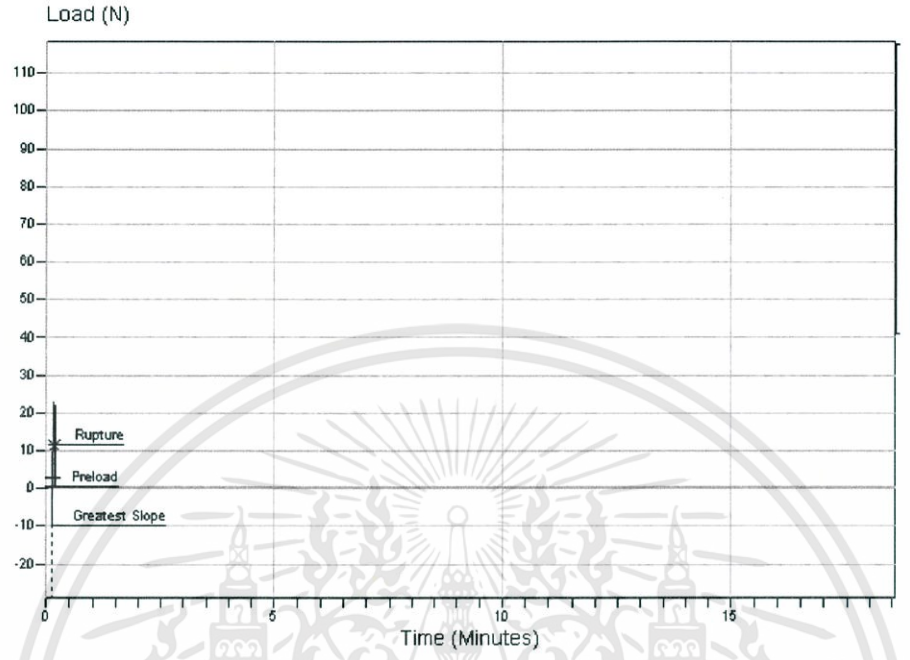


รูปที่ 19 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรควบคุม เมื่อทำการเก็บรักษา 9 วัน

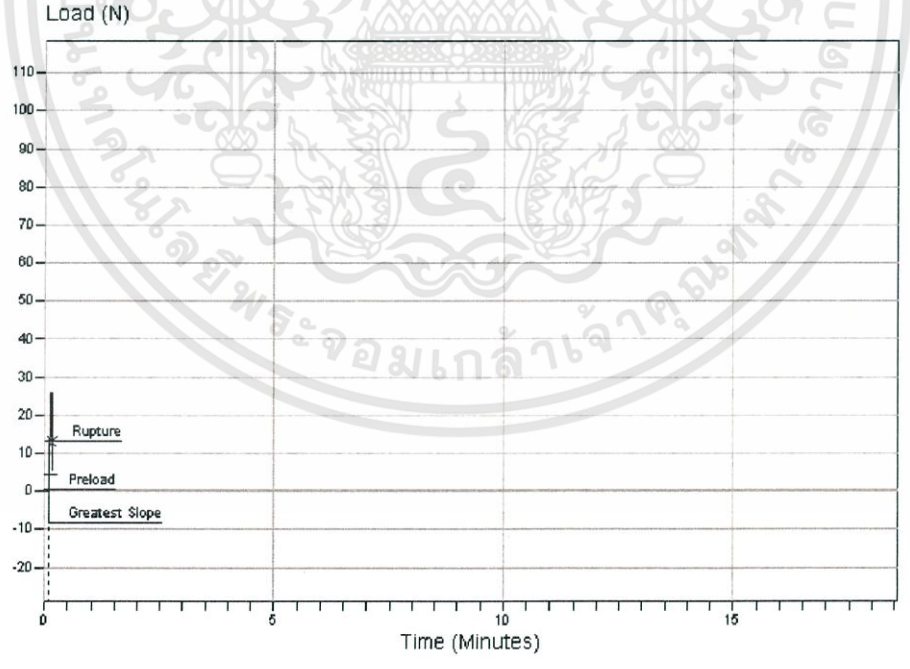


รูปที่ 20 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรที่มีการผสมเทมเป้ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

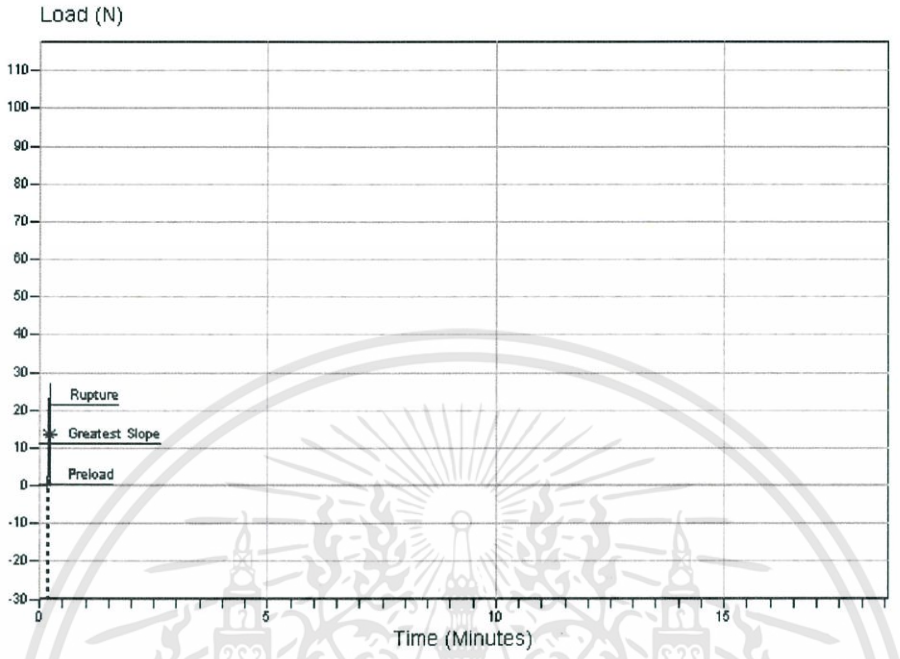


รูปที่ 21 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรควบคุม เมื่อทำการเก็บรักษา 12 วัน

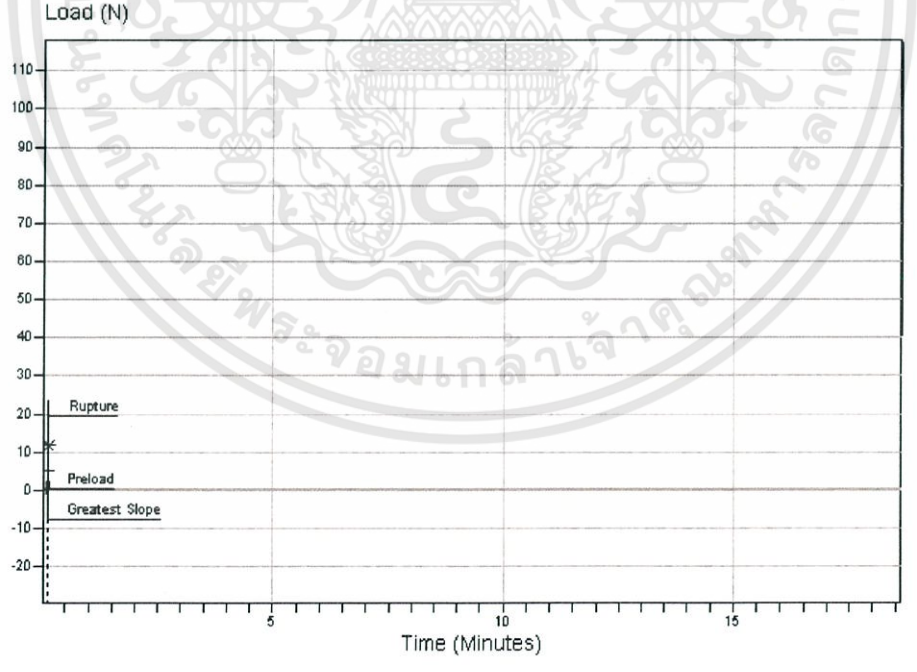


รูปที่ 22 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรที่มีการผสมเทมเป้ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

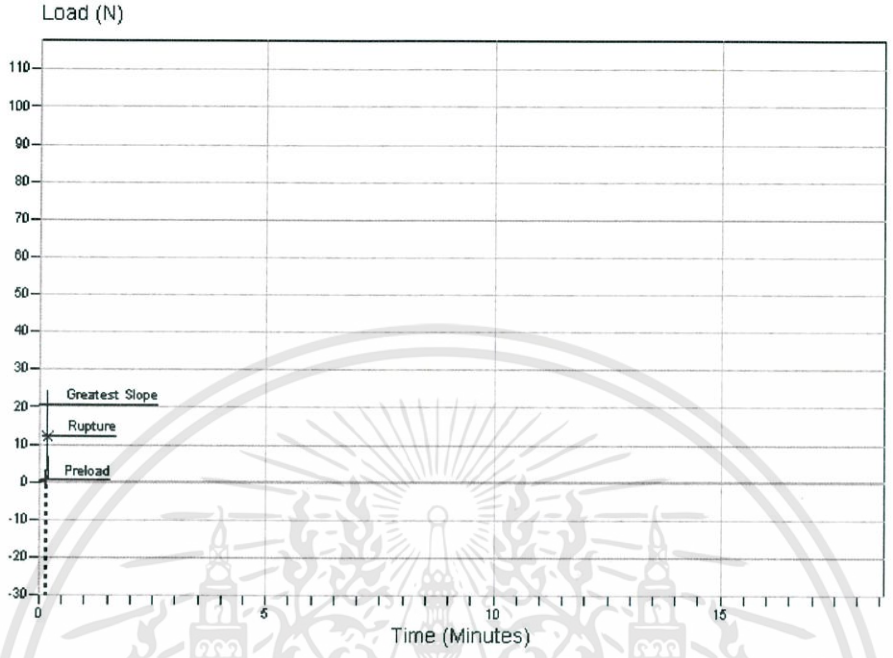


รูปที่ 23 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรควบคุม เมื่อทำการเก็บรักษา 15 วัน

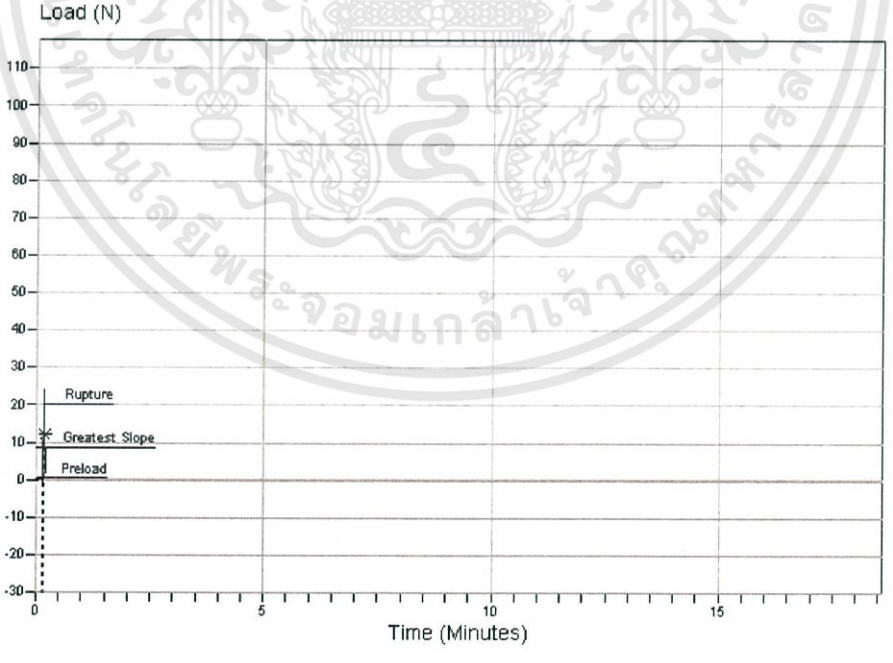


รูปที่ 24 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรที่มีการผสมเทมเป้ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

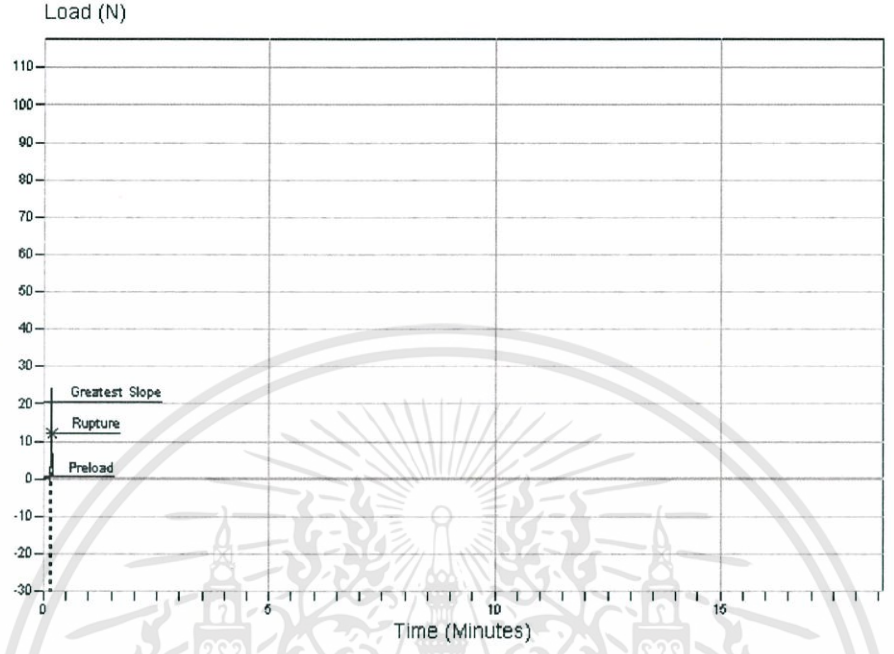


รูปที่ 25 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรควบคุม เมื่อทำการเก็บรักษา 18 วัน

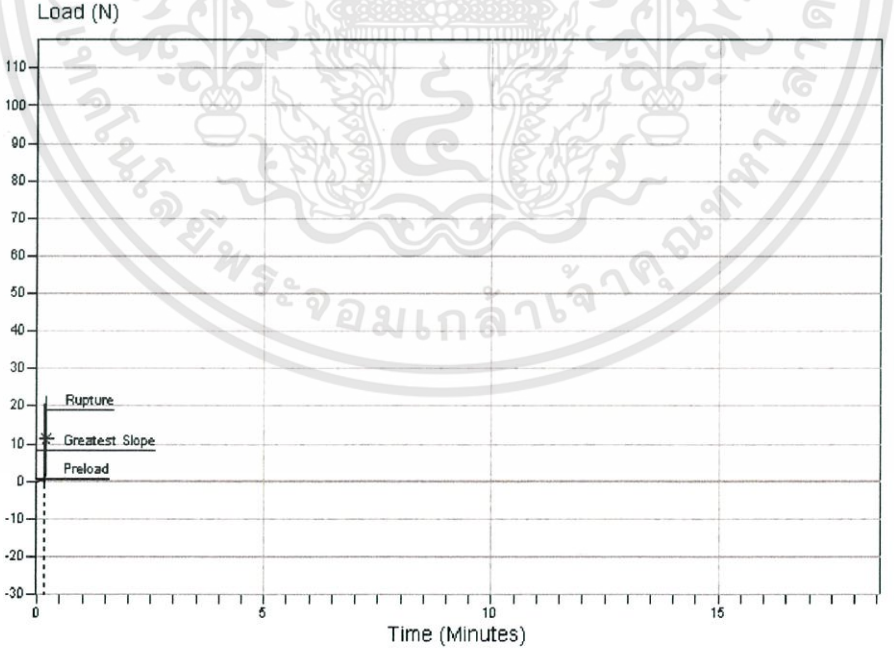


รูปที่ 26 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรที่มีการผสมเทมเป้ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 18 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

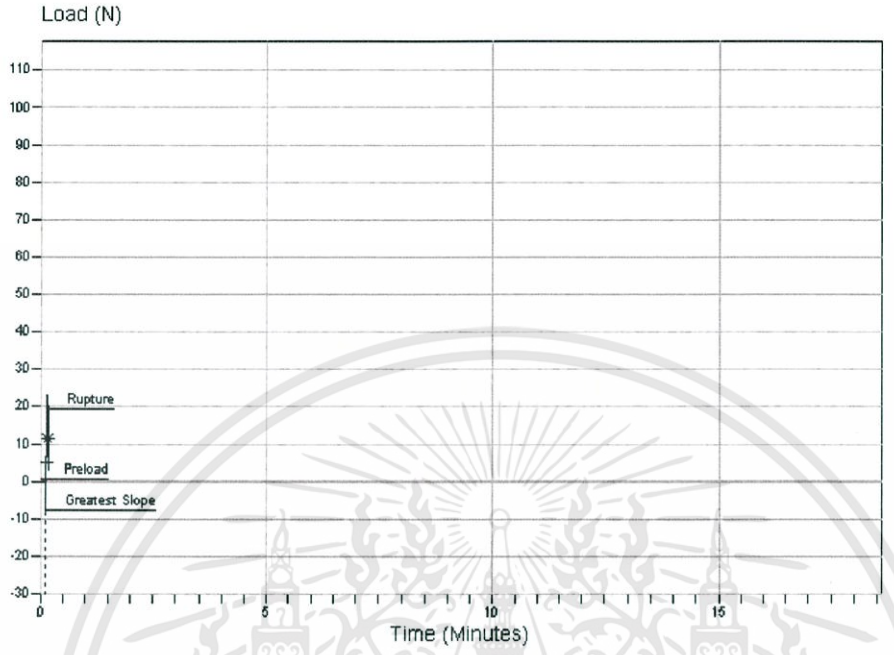


รูปที่ 27 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรควบคุม เมื่อทำการเก็บรักษา 21 วัน

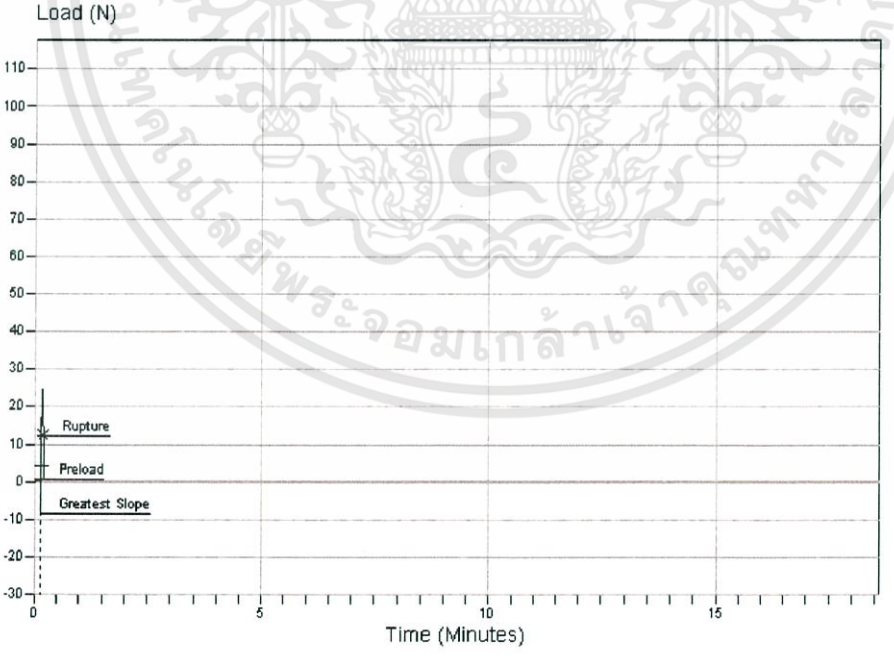


รูปที่ 28 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรที่มีการผสมเทมเป้ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 29 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรควบคุม เมื่อทำการเก็บรักษา 24 วัน



รูปที่ 30 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของคุ้กกี้สูตรที่มีการผสมเทมเป้ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการเก็บรักษา 24 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้