ผลของชนิดน้ำมันและไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของเค้กเนยเจ

EFFECT OF OIL TYPES AND HYDROCOLLOIDS ON QUALITY OF VEGAN BUTTER CAKE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AI-M-055-243

ผลของชนิดน้ำมันและไฮโดรคอลลอยด์ต่อสมบัติของแบทเทอร์และคุณภาพของเค้กเนยเจ

EFFECT OF OIL TYPES AND HYDROCOLLOIDS ON QUALITY OF VEGAN BUTTER CAKE

ธีราพัทธ์ ชมชื่นจิตต์สิน

TEERAPAT CHOMCHUENJITSIN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF OIL TYPES AND HYDROCOLLOIDS ON QUALITY OF VEGAN BUTTER CAKE

TEERAPAT CHOMCHUENJITSIN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE

IN FOOD SERVICE AND CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2015

FACULTTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของชนิดน้ำมันและไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของเค้กเนยเจ

EFFECT OF OIL TYPES AND HYDROCOLLOIDS ON QUALITY OF VEGAN BUTTER CAKE

ชื่อนักศึกษา นางสาวธีราพัทธ์ ชมชื่นจิตต์สิน

รหัสประจำตัว 55680302

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล	
รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม	
ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ	
รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์	

วัน / เดือน/ ปีที่ 30 พฤศจิกายน 2558 เวลา 15.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 27 เดือน ธ.ค. พ.ศ. 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ	ผลของชนิดน้ำมันและไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของเค้กเนยเจ
นักศึกษา	นางสาวธีราพัทธ์ ชมชื่นจิตต์สิน
รหัสประจำตัว	55680302
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจเป็นผลิตภัณฑ์เค้กที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อตอบรับความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ ซึ่งในการพัฒนาสูตรเค้กเนยเจนี้ได้มีการนำน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆมาใช้เป็นส่วนผสมหลักแทนการใช้เนยสดหรือมาการีน ได้แก่ น้ำมันคาโนลา น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าว น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันมะกอก น้ำมันงา และน้ำมันมะพร้าว นำผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ได้มาศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านต่าง ๆ ได้แก่ ค่าความหนืดของแบทเทอร์ ปริมาตรจำเพาะของเค้ก ลักษณะของเนื้อสัมผัส ค่าความสว่าง ตลอดจนค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ และการเปลี่ยนแปลงในการเก็บรักษา 5 วัน ผลการทดลองพบว่าเค้กที่ผลิตจากน้ำมันคาโนลา และน้ำมันข้าวโพด มีค่าความหนืดของแบทเทอร์สูงกว่าน้ำมันชนิดอื่นส่งผลให้เค้กทั้งสองสูตรนี้มีปริมาตรจำเพาะของเค้กสูงไปด้วย ส่วนค่าความแข็งของเค้กพบว่าเค้กสูตรน้ำมันมะกอก น้ำมันงา และน้ำมันมะพร้าว เป็นกลุ่มที่ทำให้เนื้อเค้กมีค่าความแข็งสูง ค่าการเกาะติดของเนื้อเค้กพบว่าเค้กที่ผลิตจากน้ำมันมะกอกและน้ำมันมะพร้าวมีค่าการเกาะติดกันของเค้กสูง และยังพบว่าเค้กจากน้ำมันมะพร้าวมีค่าความสว่างที่สุด ส่วนเค้กสูตรน้ำมันงามีค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้สูงที่สุดหลังจากการเก็บเค้กไว้ในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนเป็นระยะเวลา 5 วัน และมีเชื้อราเกิดขึ้นเป็นหย่อมตามจุดต่างๆของเค้กเช่นเดียวกับเค้กสูตรน้ำมันดอกทานตะวันและน้ำมันมะกอกที่มีการเกิดราขึ้นบนชิ้นเค้ก เมื่อนำเค้กมาทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเค้กสูตรน้ำมันรำข้าวได้รับการคะแนนความชอบสูงที่สุดที่ระดับความชอบปานกลาง ทั้งในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ในขั้นตอนต่อมาศึกษาการใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของสารไฮโดรคอลลอยด์ 4 ชนิด (คือ แซนแทนกัม ผงเมล็ดแฟลกซ์ ผงเมือกลูกสำรอง และผงเมือกเม็ดแมงลัก) เติมลงในเค้กเนยเจเพื่อปรับปรุงคุณภาพเค้ก โดยใช้น้ำมันรำข้าวที่เลือกจากขั้นตอนแรกมาเป็นสูตรควบคุม จากการศึกษาพบว่าชนิดและปริมาณของสารไฮโดรคอลลอยด์มีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพของเค้กเนยเจ โดยแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.2 มีผลทำให้ค่าความหนืดของแบทเทอร์ ปริมาตรจำเพาะของเค้ก ค่าความแข็ง ค่าการเกาะติด และค่าความสว่างมีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ส่วนค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้การเติมแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.1 ให้ค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้สูงที่สุด เมื่อนำเค้กเนยเจทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเค้กสูตรที่เติมผงเมล็ดแฟลกซ์ที่ระดับร้อยละ 0.15 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดในระดับปานกลางทั้งในด้านลักษณะปรากฏ สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เมื่อนำเค้กเนยเจจากสูตรที่เติมเมล็ดแฟลกซ์ที่ระดับร้อยละ 0.15 ทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจ โดยใช้ผู้ทดสอบกลุ่มที่รับประทานอาหารเจ อาหารมังสวิรัติ พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในระดับปานกลาง ในทุกคุณลักษณะ และผู้ทดสอบได้ให้การยอมรับและยินดีซื้อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ระดับร้อยละ 100 หากมีการวางขายในตลาด นอกจากนี้ผู้ทดสอบได้ให้ความเห็นว่าเค้กเนยเจที่พัฒนาแล้วสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งของผลิตภัณฑ์สุขภาพสำหรับผู้รับประทานอาหารเจ และผู้รักสุขภาพทั่วไป

คำสำคัญ: เค้กเจ, น้ำมันพืช, แซนแทนกัม, เมล็ดแฟลกซ์, เมือกลูกสำรอง, เมือกเม็ดแมงลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Effect of oil types and hydrocolloids on quality of vegan butter cake
Student	Miss. Teerapat Chomchuenjitsin
Student ID	56600302
Degree	Master of Science
Program	Food Service and Catering Technology
Year	2015
Thesis Advisor	Dr. Naphatrapi Luangsakul

ABSTRACT

Vegan cake is generously marketed to the veganism consumers and nowadays is also focused to the health-conscious consumers. Firstly, this research is aimed to study the oil types and hydrocolloids affecting the vegan cake qualities. Eight types of vegetable oil; canola, maize, soybean, rice bran, sunflower, olive, sesame and coconut oils were used as a replacer for butter and margarine in certain recipe of batter-type cake. The physical properties such as batter viscosity, cake volume, hardness, cohesiveness, lightness, water activity and shelf life for 5 day were investigated. The results showed that the batter and vegan cake made from canola and corn oil had highest viscosity and volume values. Cake made from olive sesame and coconut oils showed the highest hardness values implying for the lower qualities on texture when compared to the other oil-type cakes. For the cohesiveness, the olive and coconut oil gave the highest values. The coconut oil gave the significantly most lightness values to the vegan cake. The sesame oil vegan cake showed poor quality on the mold stability because of higher water activity value, as well as, the sunflower and olive oils also gave the poor mold stability on vegan cake too. For the sensory evaluation of cake showed that vegan cake from rice bran was accepted at the level of moderately-like. The effects of hydrocolloid (xanthan gum, flaxseed powder, ocimum canum sims gum powder and malva nut gum powder) on the quality of cake were further studied to improve the quality of vegan butter cake. Xanthan gum provided the significantly highest value of batter viscosity, cake specific volume, hardness, cohesiveness, lightness and water activities. The sensory evaluation showed that the vegan cake with flax seed powder was accepted at the level of moderated-like on the appearance, colour, odor, taste, texture and overall liking. Finally, the consumer test of this developed vegan cake showed that the consumer gave the scores of appearance and colour which was neither like nor dislike level. On the other hands, the consumer gave the score level of like-much on the odor, taste, texture and overall liking

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

on vegan cake. Besides, the consumers gave the comments that this developed vegan cake can be one choice of the healthy products for vegans.

Keywords : Vegan cake, Oil, Batter-type cake, Xanthan gum, Flax seed mucilage, Ocimum canum sims mucilage and Malva nut mucilage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทของสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาและข้อมูลต่างๆ ระหว่างการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณท่านกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ และ รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยนี้

ขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถาม และผู้เชี่ยวชาญด้านอาหารทุกท่านที่กรุณาช่วยทดสอบและแสดงความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์

ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำ และเป็นกำลังใจทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หากปราศจากความช่วยเหลืออันดีจากผู้มีพระคุณทั้งหลาย งานวิจัยนี้คงไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้ และผู้เขียนขอขอบคุณผู้แต่งและสำนักพิมพ์ของหนังสืออ้างอิงดังกล่าวเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจอ่านทั่วไป และหากมีข้อความใดหรือเนื้อหาตอนหนึ่งตอนใดผิดพลาดไปเนื่องจากการพิมพ์หรือด้วยเหตุใดก็ตาม ผู้จัดทำยินดีรับการติชมจากผู้อ่านด้วยใจจริง

ธีราพัทธ์ ชมชื่นจิตต์สิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย……	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……..	III
กิตติกรรมประกาศ……...	V
สารบัญ…….	VI
สารบัญตาราง……...	VIII
สารบัญภาพ……..	IX
บทที่ 1 บทนำ……...	1
1.1 ความสำคัญและที่มา……..……	1
1.2 วัตถุประสงค์……...	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย……..	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง…….……....	3
2.1 อาหารเจ…….	3
2.2 เค้ก……..……	3
2.3 น้ำมัน…….	6
2.4 การใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดต่างๆในการผลิตเค้กเนยเจ……...	9
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..….....	19
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ……...……..……	22
3.1 วัตถุดิบ……...……...	22
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์…….……...	22
3.3 เครื่องมือที่ใช้ผลิตเค้ก…….....	22
3.4 เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพเค้ก….....	23
3.5 ส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้ก……..	23
3.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย……	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 33

4.1 ผลของชนิดน้ำมันต่อสมบัติของแบทเทอร์และคุณภาพทางกายภาพของเค้กเนยเจ..... 33

4.2 ผลของการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ต่อสมบัติของแบทเทอร์เค้กและคุณภาพทางกายภาพของเค้กเนยเจ..... 41

4.3 ผลการศึกษาการทดสอบความชอบของผู้บริโภค..... 49

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 50

บรรณานุกรม..... 52

ภาคผนวก..... 58

ก การวิเคราะห์ค่าความหนืดของแบทเทอร์กับคุณลักษณะทางกายภาพของเค้ก..... 59

ข ขั้นตอนการเตรียมผงเมือกลูกสำรองและผงเมือกเม็ดแมงลัก..... 63

ค การออกแบบการทดลองการทดสอบทางประสาทสัมผัส..... 67

ง แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส..... 70

จ แบบสอบถาม..... 72

ฉ ตารางแสดงค่าความหนืดของน้ำมันพืช 8 ชนิด..... 78

ช ตารางแสดงข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม..... 80

ประวัติผู้วิจัย..... 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแฟลกซ์.....	12
2.2	องค์ประกอบทางเคมีของลูกสำรอง…….....	13
3.1	สูตรพื้นฐานที่ใช้ในการทำเค้กเนยเจ…….....	24
3.2	แผนการทดลองแบบ BIB.....	29
3.3	แผนการทดลองแบบ BIB.....	31
4.1	ลักษณะความหนืดของแบทเทอร์และลักษณะทางกายภาพของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ…….	34
4.2	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ…….....	41
4.3	ลักษณะความหนืดของแบทเทอร์และลักษณะทางกายภาพของเค้กเนยเจที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ…….	43
4.4	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ……...	47
4.5	ผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภค……..	49
ฉ1	ค่าความหนืดของน้ำมันพืช 8 ชนิด…….	79
ช1	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากการทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจ……..	81
ช2	แสดงข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคอาหารเจ.....	83
ช3	แสดงการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เค้กเจ.....	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เมล็ดแฟลกซ์	12
2.2	ผลสำรอง	14
2.3	เม็ดแมงลัก	15
2.4	โครงสร้างของแซนแทนกัม	16
2.5	โครงสร้างของกัวร์กัม	17
2.6	โครงสร้างของไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส	18
2.7	โครงสร้างของโลคัสบีนกัม	19
3.1	กรรมวิธีการผลิตเค้กเนยเจ	25
4.1	ลักษณะปรากฏของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันพืช 8 ชนิด	37
4.2	ลักษณะเนื้อของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันพืช 8 ชนิด	37
4.3	ค่าความแข็งของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ ตลอดเวลา 5 วัน	38
4.4	ค่าการเกาะติดของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ ตลอดเวลา 5 วัน	39
4.5	ค่าความสว่างของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ ตลอดเวลา 5 วัน	39
4.6	ค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ ตลอดเวลา 5 วัน	40
4.7	ลักษณะปรากฏของเค้กเนยเจที่ผลิตสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ	45
ก1	การวัดค่าความหนืดของแบทเทอร์	59
ก4.1	กราฟจากการวัด Texture Profile Analysis (TPA)	61
ก4.2	การวัดเนื้อสัมผัสของเค้กเนยเจ โดยใช้หัววัด No. P/25	61
ข1	การผลิตผงเมือกลูกสำรอง	64
ข2	การผลิตผงเมือกเม็ดแมงลัก	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

แนวโน้มของความต้องการอาหารสุขภาพของผู้บริโภคมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี พ.ศ. 2556 มูลค่าตลาดอาหารสุขภาพทั่วโลกสูงถึง 3 ล้านล้านบาท ส่วนประเทศไทยในปี พ.ศ. 2551 มีมูลค่าตลาดอาหารสุขภาพอยู่ที่ 2,000 ล้านบาท เนื่องจากพฤติกรรมการบริโภคในประเทศไทยยังให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านรสชาติมากกว่าด้านสุขภาพ อย่างไรก็ตามด้วยลักษณะการดำเนินชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป ความรีบเร่งของเวลาและการสนใจภาพลักษณ์มากขึ้นทำให้ผู้บริโภคบางกลุ่มเริ่มสนใจสุขภาพ โดยเฉพาะการบริโภคให้ได้สารอาหารครบถ้วน ในขณะที่ผู้บริโภคทั่วโลกให้ความสำคัญต่อสุขภาพเพราะต้องการลดความเสี่ยงจากโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็ง โรคเครียด รวมถึงต้องการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบย่อยอาหาร ลดความอ้วน และเพิ่มความสวยงามในร่างกาย

การรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพไม่เป็นเพียงการกินอาหารเพื่อให้อิ่มหรือเพื่อสนองความต้องการเท่านั้น แต่จำเป็นต้องกินเพื่อให้ร่างกายมีสุขภาพที่ดี แข็งแรง ไม่เป็นโรค และมีจิตใจแจ่มใส ซึ่งอาหารเพื่อสุขภาพมีหลายอย่างและหนึ่งในนั้น คือ อาหารเจซึ่งได้รับความนิยมในประเทศไทย บริโภคกันในช่วงถือศีลเจ คือ ช่วงเดือน 9 ขึ้น 1-9 ค่ำ ของจีน ประมาณเดือนตุลาคมของทุกปี ในช่วงเทศกาลกินเจนี้ผู้ปฏิบัติต้องงดเว้นการบริโภคเนื้อสัตว์ การทำอันตรายต่อสัตว์ งดการบริโภคนม เนย และน้ำมันที่มาจากสัตว์ และผัก-เครื่องเทศที่มีกลิ่นฉุน

ด้วยเหตุนี้เองร้านอาหารเจ จึงมีการนำเสนอเมนูเจต่าง ๆ ทั้งอาหารคาว หวาน และเบเกอรี่ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในช่วงเวลานั้น จากการสำรวจตลาดเบเกอรี่ในประเทศไทยโดยศูนย์วิจัยกสิกรไทย พบว่ามีแนวโน้มการเติบโตสูงขึ้นจากมูลค่าตลาดเบเกอรี่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15-17 ต่อปี แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ตลาดกลางและล่าง มีมูลค่าตลาด 4,460 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 63.71 ของตลาดผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทั้งหมด และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ตลาดบน มีมูลค่าตลาด 2,540 ล้านบาทหรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 36.29 ของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทั้งหมด [ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2555 (ก)] ทั้งนี้ทางศูนย์วิจัยกสิกรไทยวิเคราะห์ว่าแนวโน้มที่กำลังจะเกิดขึ้นในตลาดเบเกอรี่ คือ การนำเสนอผลิตภัณฑ์แนวสุขภาพที่เพิ่มมากขึ้น ตลอดจนมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าพึงพอใจทั้งด้านรสชาติ คุณภาพ และความทันสมัย [ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2555 (ข)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะผลิตเค้กเนยเจที่ปราศจากนม เนย และไข่ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่รับประทานอาหารเจ ด้วยการดัดแปลงสูตรเค้กเนยทั่วไปที่ใช้แป้งสาลี นม เนย ไข่เป็นส่วนผสมหลัก มาพัฒนาเป็นสูตรเค้กเจที่ใช้แป้งสาลี นมถั่วเหลือง น้ำมันเป็นส่วนผสมหลักและเติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ลงในผลิตภัณฑ์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเค้กให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นและเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาผลของชนิดน้ำมันต่อสมบัติของแบทเทอร์และคุณภาพของเค้กเนยเจ

1.2.2 ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ต่อสมบัติของแบทเทอร์และคุณภาพของเค้กเนยเจ

1.2.3 ทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจสูตรที่ปรับปรุงแล้ว

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเจ โดยใช้น้ำมันเป็นส่วนผสมทดแทนไขมัน (น้ำมันคาโนลา น้ำมันข้าวโพด น้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันมะกอก น้ำมันงา และน้ำมันมะพร้าว) และใช้สารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ (แซนแทนกัม ผงเมล็ดแฟลกซ์ ผงเมือกลูกสำรอง และผงเมือกเม็ดแมงลัก) เพื่อพัฒนาคุณสมบัติของแบทเทอร์และคุณภาพของเค้กเนยเจในด้านปริมาตร โครงสร้าง เนื้อสัมผัส และการเกิดราบนผิวเค้ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 อาหารเจ

อาหารเจเป็นอาหารที่ปราศจากเนื้อสัตว์แต่ปรุงขึ้นมาจากพืชผักธรรมชาติ ไม่มีเนื้อสัตว์ปะปน และที่สำคัญต้องไม่ปรุงด้วยผักฉุนทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ กระเทียม หัวหอม หลักเกียว กุ้ยฉ่าย ใบยาสูบ อาจกล่าวได้ว่าผู้คนส่วนใหญ่ที่รับประทานอาหารเจจะถือศีลปฏิบัติธรรมร่วมด้วย คือ อาหารสำหรับผู้บำเพ็ญศีล คนที่มีจิตใตสูงไม่เบียดเบียน ทำลายสัตว์อื่นเพื่อตนเอง (กัญญา, 2542)

ประวัติกินเจ คำว่า เจ เป็นภาษาจีนมาจากคำว่า ไจ ซึ่งเป็นภาพตัวอักษรจีน เขียนด้วยสีแดง ซึ่งเป็นสีแห่งความเป็นสิริมงคล ในกรอบสีเหลี่ยมจัตุรัส พื้นมีสีเหลือง ซึ่งเป็นสีแห่งความเป็นกษัตริย์ คำว่า เจ และ ไจ แปลว่า ปราศจากการทำลายชีวิตและปราศจากของที่มีกลิ่นคาว ความหมายมาจากคำสั่งสอนที่ได้มาจากพุทธศาสนาฝ่ายนิกายมหายาน

คำดั้งเดิมของ เจ หมายถึง อุโบสถ หรือ การรักษาศีล 8 คือ คนกินเจมักจะถือศีล ร่วมกับการไม่กินอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ อาหารเจเป็นอาหารที่ปรุงโดยปราศจากเนื้อสัตว์ รวมทั้งไม่มีส่วนประกอบอื่นใดที่นำมาจากเนื้อสัตว์ทุกประเภท ทั้งสัตว์เล็กและใหญ่ สัตว์บกหรือสัตว์น้ำใดๆ

หลักการรับประทานอาหารเจให้ถูกต้องตามหลักโภชนาการ มี 3 ข้อ คือ

1. อาหารที่ให้พลังงาน ได้แก่ กลุ่มข้าว แป้ง จำพวกเผือก มันและจำพวกเส้นต่าง ๆ ซึ่งเป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ปริมาณที่พอเหมาะในแต่ละมื้อ คือ ประมาณ 2-3 ทัพพี

2. อาหารที่ให้โปรตีน คือ เมล็ดแห้ง พืชเมล็ด ซึ่งเป็นโปรตีนที่สมบูรณ์เท่ากับโปรตีนจากเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะถั่วเหลืองและงาเป็นแหล่งโปรตีนที่ดีและมีกรดอะมิโน กรดไขมันที่จำเป็นสำหรับร่างกาย

3. อาหารที่ให้วิตามิน แร่ธาตุและใยอาหาร ได้แก่ ผัก ผลไม้ ปริมาณผักที่ควรได้รับคือ มื้อละประมาณ 2 ทัพพี ผลไม้ควรรับประทานทุกมื้อหลังอาหารหรือช่วงมื้อว่าง และควรเน้นผักหลากหลายสีควรรับประทานให้ครบ 5 สี คือ ขาว ดำ แดง เขียว เหลือง การกำหนดสีของผักเป็นภูมิปัญญาของคนเก่าแก่ช่วยให้ได้รับสารอาหารครบถ้วนและถูกต้องตามหลักโภชนาการ (กิตติ, 2555)

2.2 ผลิตภัณฑ์เค้ก

เค้กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่ว ๆไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามชนิดของเค้กที่จะทำ คุณภาพของเค้ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีการผสมที่ถูกต้อง มีอุณหภูมิของแป้ง ระยะเวลาที่อบ และอุณหภูมิที่ใช้อบถูกต้อง สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้กนั้นแบ่งเป็น 2 พวก ด้วยกัน คือ พวกที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเค้กได้แก่ แป้ง ไข่ และนม ส่วนพวกที่ทำให้เค้กมีความนุ่ม ได้แก่ น้ำตาล ไขมัน และผงฟู (จิตธนา และอรอนงค์, 2546)

2.2.1 ประเภทของเค้ก แบ่งได้ 3 ประเภท คือ

เค้กเนย (Batter-type cakes) เป็นเค้กที่มีเปอร์เซ็นต์ของไขมันสูง การขึ้นฟูของเค้กประเภทนี้เกิดจากอากาศที่ได้จากการตีเนย โดยเม็ดไขมันจะเก็บอากาศเข้าไว้ ซึ่งจะขยายตัวในระหว่างการอบ เค้กประเภทนี้ได้แก่ ไวท์เค้ก ช็อกโกแลตเค้ก หรือเดวิลฟู้ดเค้ก และฟรุตเค้กหรือเค้กผลไม้

เค้กไข่ (Foam-type cakes) เป็นเค้กที่ไม่มีไขมันในส่วนผสม เนื้อเค้กและปริมาตรของเค้กขึ้นอยู่กับการขยายตัวของไข่ขาวที่นำมาตีจนเป็นฟองซึ่งจะเก็บอากาศเข้าไว้ในระหว่างการตีไข่ และทำให้เค้กขยายตัวหรือขึ้นฟูในระหว่างการอบ การทำเค้กประเภทนี้ควรทำด้วยความระมัดระวัง เพราะฟองที่เกิดจากการตีไข่ขาวนั้นอ่อนตัว ไม่เหมือนประเภทแรก เค้กประเภทนี้ ได้แก่ แองเจิลฟู้ดเค้ก สปันจ์เค้ก และแยมโรล

ชิฟฟอนเค้ก (Chiffon-type cakes) เป็นเค้กที่มีลักษณะรวมของเค้กเนยและเค้กไข่ คือ มีโครงสร้างที่ละเอียดของเค้กไข่ และมีเนื้อเค้กที่มันเงาของเค้กเนย แต่ชิฟฟอนเค้กจะแตกต่างจากเค้กเนยตรงที่ชิฟฟอนเค้กจะใช้น้ำมันพืชเป็นส่วนประกอบ

2.2.2 ส่วนผสมของเค้ก

ก) แป้งอเนกประสงค์ คือ แป้งข้าวสาลีที่ผลิตจากการนำส่วนที่เป็นเอนโดสเปิร์มของเมล็ดข้าวสาลีซึ่งแยกส่วนที่เป็นรำ (bran) และคัพพะ (germ) ออกแล้วนำมาบดให้เป็นผงละเอียด มีโปรตีนสูงปานกลางร้อยละ 10-11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยในสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์หลาย ๆ ชนิดใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง โดยลักษณะของแป้งอเนกประสงค์จะมีแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกันและสารที่ทำให้ขึ้นฟูสามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู

ข) น้ำตาลทรายขาว เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับรสชาติ และทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดี (จิตธนา และอรอนงค์, 2546) น้ำตาลทรายขาวเป็นน้ำตาลที่ได้ผ่านกระบวนการฟอกทางเคมีและแยกสิ่งสกปรกที่เจอปนอยู่ออกทำให้บริสุทธิ์และขาว แต่วัตถุประสงค์หลักของการใส่น้ำตาลในอาหารก็คือการให้ความหวาน (อบเชย และขนิษฐา, 2544) น้ำตาลที่ใส่ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้เค้กมีความนุ่มและหวาน เพราะน้ำตาลมีผลทำให้โปรตีนในแป้งอ่อนตัว ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของเค้กและช่วยให้เค้กมีคุณภาพในการเก็บดีขึ้น เนื่องจากน้ำตาลมีคุณสมบัติในการเก็บความชื้นที่ดี ในการทำเค้กควรใช้น้ำตาลชนิดละเอียด เพื่อที่จะได้ ละลายได้อย่างสมบูรณ์ในการผสม ปัจจัยที่ทำให้น้ำตาลละลายมีอยู่ 4 ประการคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) เวลาที่ใช้ผสม (2) อุณหภูมิในระหว่างการผสม (3) ขนาดของเมล็ดน้ำตาล และ (4) ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสม

ค) ผงฟูสองขั้นตอน คือผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้า หรือผงฟูกำลังสอง (Double acting) ผงฟูประเภทนี้ประกอบด้วยเบกกิ้งโซดากับกรด 2 ชนิด หรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็ว อีกชนิดหนึ่งเกิดปฏิกิริยาช้า กรดที่เกิดปฏิกิริยาเร็วได้แก่ แคลเซียมแอซิดฟอสเฟต ส่วนกรดที่เกิดปฏิกิริยาช้าอาจเป็นโซเดียมไพโรฟอสเฟตหรือโซเดียมอะลูมิเนียมซัลเฟต (S.A.S) ก็ได้ ในขณะที่กำลังผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน กรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วของผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาส่วนหนึ่งและเมื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าอบ กรดที่ให้ปฏิกิริยาช้าซึ่งเป็นพวกเกลือซัลเฟตจะผลิตก๊าซออกมาอีกส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ จึงเรียกผงฟูชนิดนี้ว่าผงฟูกำลังสอง หรือผงฟูที่ให้ปฏิกิริยา 2 ครั้ง ผงฟูชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในหมู่ผู้ประกอบกิจการเพราะไม่จำเป็นต้องรีบร้อนนำผลิตภัณฑ์เข้าอบในทันทีหลังจากที่ผสมแล้ว ดังเช่นการใช้ผงฟูชนิดแรก สามารถที่จะรอคอยการเข้าอบได้ระยะหนึ่ง (จิตธนา และอรอนงค์, 2546)

ง) เบกกิ้งโซดา หรือเรียกทางภาษาเคมีว่าโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีชนิดนี้ช่วยในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่เพียงตัวเดียว จะมีผลเสียคือมีสารตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ซึ่งถ้าใช้ในปริมาณมากก็จะมีสารตกค้างอยู่มาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเฝื่อน และถ้าสารตกค้างนี้ทำปฏิกิริยากับไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นสบู่ (จิตธนา และอรอนงค์, 2546)

จ) เกลือ นอกจากจะช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่น ๆ ให้เด่นชัดแล้ว เกลือยังช่วยให้เค้กมีความแข็งขึ้นเพราะเกลือมีผลต่อกลูเตนของแป้ง จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นตัวช่วยโครงสร้างของเค้กอีกด้วย (จิตธนา และอรอนงค์, 2546)

ฉ) นมถั่วเหลือง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวสกัดได้จากเมล็ดถั่วเหลือง หรือแป้งถั่วเหลืองผสมด้วยน้ำ อาจผสมนม สารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการ หรือสารปรุงแต่ง สี กลิ่น และรส หรือไม่ก็ได้ แล้วนำมาผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เพื่อให้ปลอดภัยต่อการบริโภค (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) นมถั่วเหลืองมีการผลิตครั้งแรกในประเทศจีน ช่วงระหว่างคริสต์ศตวรรษที่ 2 และมีการดื่มอย่างแพร่หลายเหมือนทางยุโรปที่นิยมดื่มนมวัว (Liu, 1997) นมถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับนมวัวแต่ราคาถูกมากกว่าจึงสามารถใช้เป็นอาหารเสริมดื่มแทนนมวัวได้ (สุมาลี และวลัยทิพย์, 2541) และเป็นที่นิยมในผู้บริโภคอาหารเจ อาหารมังสวิรัติ และแมคโครไบโอติก ในนมถั่วเหลืองอุดมด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ โดยเฉพาะโพแทสเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และแคลเซียม ซึ่งร่างกายของคนเราต้องการในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อต่าง ๆ และทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรง ฟอสฟอรัสช่วยในการบำรุงประสาทและสมอง เหล็กมีความสำคัญในการบำรุงโลหิต ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคลเซียมช่วยในการเจริญของกระดูก มีวิตามินเอ บีหนึ่ง บีสอง และมีสารเลซิทิน (Lecithin) ในปริมาณสูง ซึ่งใช้เสริมสร้างประสาท เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มสมองและเซลประสาท บำรุงต่อมไร้ท่อต่าง ๆ (อรุณี และอัจรา, 2545) และในถั่วเหลืองยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะกรดลิโนเลอิกสูง ซึ่งมีผลช่วยลดระดับ Low-density lipoprotein cholesterol (LDL) และ Total cholesterol ได้ (Messina, 1995)

2.3 น้ำมัน (นิธิยา, 2549)

น้ำมัน และไขมันเป็นสารประกอบที่เรียกว่า ลิพิด (Lipid) โดยทั้งน้ำมันและไขมันเป็นสารที่มีสมบัติใกล้เคียงกัน คือ เป็นสารที่มีองค์ประกอบหลักเป็นธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ไม่ละลายน้ำเมื่ออยู่ในน้ำจะแยกออกจากน้ำเป็นชั้น แต่สามารถละลายได้ดีในสารที่เป็นน้ำมัน หรือในตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิด ความแตกต่างระหว่างไขมันและน้ำมัน คือ ไขมันจะมีสถานะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ส่วนน้ำมันมีสถานะเป็นของเหลวโดยทั้งไขมันและน้ำมันที่มีบทบาทต่อชีวิตของเราเนื่องจากเป็นสารที่นิยมใช้ในการประกอบอาหารซึ่งจัดเป็นกลุ่มอาหารหลัก 5 หมู่ ที่มีความจำเป็นต่อร่างกายเพราะน้ำมันและไขมันเป็นแหล่งสำคัญที่ให้พลังงานในการเจริญเติบโต การมีพัฒนาการทางสุขภาพที่ดีและให้พลังงานในการทำงานของอวัยวะต่างๆ และเป็นตัวช่วยเพิ่มรสชาติของอาหารให้มีความอร่อยยิ่งขึ้น รวมทั้งให้สีสันน่ารับประทาน น้ำมันและไขมันที่ใช้เป็นอาหารแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1) น้ำมันและไขมันที่ได้จากพืช เป็นน้ำมันที่สกัดจากอาหารประเภทพืชและผลิตภัณฑ์จากส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืชซึ่งต่างก็มีสารไขมันประกอบอยู่ เช่น ในเมล็ด เปลือกของผล หรือเนื้อที่อยู่ในเมล็ด

2) น้ำมันและไขมันที่ได้จากสัตว์ เป็นน้ำมันที่ได้จากไขมันสัตว์และไขมันที่แทรกปะปนอยู่ในอวัยวะต่างๆ แต่ละอวัยวะของสัตว์มีไขมันอยู่ในจำนวนต่างกัน และต่างกันตามชนิดของสัตว์ น้ำมันและไขมันจากสัตว์ มีคอเลสเตอรอลและกรดไขมันส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันอิ่มตัว ซึ่งมักจะแข็งตัวที่อุณหภูมิปกติ

3) น้ำมันและไขมันผสม ได้แก่ น้ำมันและไขมันที่ได้จากพืชต่างชนิดผสมกันไม่เกินสองชนิด หรือน้ำมันและไขมันที่ได้จากพืชหรือสัตว์ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปผสมกัน โดยผ่านกรรมวิธีไฮโดรจีเนชั่น หรือเอสเตอรีฟิเคชั่น หรือน้ำมันและไขมันผสมตามชนิดและกรรมวิธีอื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของน้ำมันและไขมันในการประกอบอาหาร

1) เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) คือ ทำให้น้ำมันกระจายอยู่ในน้ำหรือของเหลวอื่น ๆ ได้ โดยกระจายตัวเป็นหยดน้ำมันเล็ก ๆ เช่น การทำน้ำสลัด ไอศกรีม และนมสด

2) เป็นสารให้กลิ่นรส (Flavouring) น้ำมันแต่ละชนิดให้รสชาติแตกต่างกันไป เนยเหลวนิยมนำมาเพิ่มรสชาติ เช่น การผสมกับผักลวก ทำขนมอบต่าง ๆ น้ำมันงาเพิ่มรสชาติให้อาหารที่ผัด

3) เป็นสารทำให้อาหารนุ่ม (Tenderization) เช่น ในการทำขนมปัง ซึ่งใช้แป้งที่มีกลูเตนมาก ทำให้กลูเตนยืดหยุ่นดี ไม่แข็งมาก

4) เป็นสารที่สามารถตีให้ขึ้นฟู (Leavening) เช่น ในการตีครีมหรือน้ำตาลกับไขมัน ไขมันจะแทรกตัวอยู่ระหว่างอากาศ ทำให้ได้ขนมที่ฟู โปร่ง เบา

5) ทำให้ขนมไม่ติดพิมพ์ อาหารที่ทอดไม่ติดกระทะและทำให้อาหารได้รับความร้อนจากการทอดในน้ำมัน

2.3.1 ชนิดน้ำมัน (พันธิพา และคณะ, 2545)

2.3.1.1 น้ำมันคาโนลา (Canola oil) เกิดจากการนำเมล็ดของต้นคาโนลามาผลิตเป็นน้ำมัน โดยมีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ประทศแคนาดา และเกิดจากการที่นักวิทยาศาสตร์ชาวแคนาดา ได้นำต้นเรปซีด (rapeseed) มาดัดแปลงพันธุกรรมแล้วตั้งชื่อใหม่ว่าคาโนลา (canola) น้ำมันคาโนลามีกรดไขมันอิ่มตัวประมาณร้อยละ 60 มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มี 1 พันธะคู่ โดยเฉพาะกรดโอเลอิกประมาณร้อยละ 60 - 62 ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีอยู่ประมาณร้อยละ 30 ซึ่งในปริมาณดังกล่าวนี้เป็นกรดลิโนเลนิก ประมาณ 9-10 เปอร์เซนต์ น้ำมันคาโนลามีจุดเป็นควันอยู่ที่ 220-230 องศาเซลเซียส จากการที่น้ำมันคาโนลามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ทำให้น้ำมันคาโนลาไวต่อปฏิกิริยาการเกิดกลิ่นหืน และปฏิกิริยาการเกิดกลิ่นแปลกปลอมต่าง ๆ เช่นเดียวกับน้ำมันถั่วเหลือง การใช้น้ำมันคาโนลาในผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้เป็นน้ำมันสลัด และเป็นส่วนผสมในเนยเทียมและเนยขาวที่ใช้ในบ้านเรือน ส่วนน้ำมันคาโนลาที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนจะถูกใช้เป็นน้ำมันสำหรับทอดใช้ผลิตเนยเทียมและเนยขาว

2.3.1.2 น้ำมันข้าวโพด (Maize or corn oil) เป็นน้ำมันพืชไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนที่ได้จากเอมบริโอของข้าวโพด ในการผลิตต้องแยกเอมบริโอออกจากเมล็ดโดยการนึ่งและบดก่อน จากนั้นจึงนำเอมบริโอมาบีบหรือสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย น้ำมันข้าวโพดมีสีเหลืองและกลิ่นหอม แต่ถ้าได้รับความร้อนมากขึ้นจะเริ่มมีกลิ่นของข้าวโพดบางๆ ในน้ำมันข้าวโพดมีกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบหลัก 5 ชนิด ซึ่งมีอยู่ในปริมาณรวมทั้งสิ้นประมาณร้อยละ 99 ของกรดไขมันทั้งหมด ได้แก่ กรดลิโนเลอิก กรดโอเลอิก กรดปาล์มมิติก กรดสเตียริกและกรดลิโนเลนิก โดยในอุตสาหกรรมอาหารน้ำมันข้าวโพดนิยมใช้ทำน้ำสลัด มายองเนส ซอส อาหารว่าง วิปครีม และใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลือบเนื้อสัตว์และอาหารอบต่าง ๆ สำหรับการทอดนิยมทอดแบบ Deep Fried ซึ่งใช้ความร้อนสูงในเวลาไม่นานนัก

2.3.1.3 น้ำมันรำข้าว (Rice bran oil) เป็นผลิตภัณฑ์จากข้าวที่ได้มาจากกระบวนการกะเทาะเปลือกนอกของข้าวออกเพื่อให้ได้ข้าวสารสำหรับบริโภค ซึ่งเรียกว่ากระบวนการสีข้าว รำข้าวมีปริมาณ ร้อยละ 8-10 ของน้ำหนักข้าวเปลือกทั้งหมด (นัยนา และเรวดี, 2545) รำข้าวเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (Natural Antioxidant)ที่สำคัญ ได้แก่ โทโคฟีรอล (Tocopherols) โทโคไตรอีนอล (Tocotrienols) และออริซานอล (Oryzanols) ซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับวิตามินอีที่ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับผิวหนัง ช่วยให้ระบบการไหลเวียนของเลือดดีขึ้น (Luh และคณะ 1991) ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ดีกว่าน้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันข้าวโพดและน้ำมันแซฟฟรอน (Suzuki และ Oshima, 1962) น้ำมันรำข้าวเหมาะสำหรับการปรุงอาหารที่มีความร้อนปานกลาง เพราะสามารถทนความร้อนได้ที่อุณหภูมิสูง เก็บรักษาได้นาน และให้กลิ่นรสที่ดีในผลิตภัณฑ์อาหาร ในอุตสาหกรรมอาหารน้ำมันรำข้าวนิยมใช้ทำมายองเนส และน้ำสลัด (Swern, 1979)

2.3.1.4 น้ำมันถั่วเหลือง (Soy bean oil) เป็นน้ำมันที่สกัดได้มาจากเมล็ดถั่วเหลือง ซึ่งมีน้ำมันประมาณ 20 เปอร์เซนต์ ต่อน้ำหนักแห้ง น้ำมันถั่วเหลืองมีองค์ประกอบที่เป็นกรดไขมันอิ่มตัว 10-19 เปอร์เซนต์และกรดไขมันไม่อิ่มตัวร้อยละ 80-90 นอกจากนี้องค์ประกอบอาจเปลี่ยนแปลงได้จากปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนเพื่อปรับปรุงเสถียรภาพของน้ำมันถั่วเหลือง โดยกระบวนการดังกล่าวอาจมีกรดไขมัน-ทรานส์เกิดขึ้นในปริมาณเล็กน้อยด้วย การเสื่อมเสียของน้ำมันถั่วเหลืองเกิดขึ้นได้โดยง่ายจากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนและปฏิกิริยารีเวอร์ชัน มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของน้ำมันถั่วเหลือง การใช้น้ำมันถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์อาหารสามารถใช้ได้ทั้งในมายองเนส เนยขาว ผลิตภัณฑ์อบ อาหารทอด อาหารกระป๋องและอาหารแห้ง

2.3.1.5 น้ำมันดอกทานตะวัน (Sunflower oil) ได้จากการบีบอัดเมล็ดซึ่งปลูกมาในประเทศรัสเซีย แคนาดา อเมริกา ในน้ำมันดอกทานตะวันประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวประมาณร้อยละ 85 และมีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวร้อยละ 15 น้ำมันดอกทานตะวันเป็นแหล่งของวิตามินอี (alpha tocopheral) ที่ดี โดยพบในปริมาณ 45 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ซึ่งนับว่าสูงที่สุดในบรรดาน้ำมันบริโภคชั้นนำที่ใช้กันอยู่ น้ำมันดอกทานตะวันเหมาะสำหรับใช้เป็นส่วนผสมในน้ำสลัด เนยเทียม และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ แต่ไม่สามารถใช้เป็นน้ำมันทอดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอายุการเก็บยาวที่อุณหภูมิห้อง จากการเกิดปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนได้ง่าย และถ้าจะใช้เป็นน้ำมันทอดในทางอุตสาหกรรมจำเป็นต้องผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนก่อน

2.3.1.6 น้ำมันมะกอก (Olive oil) เป็นน้ำมันพืชที่ใช้โดยไม่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์เป็นส่วนใหญ่ ทางการค้าน้ำมันมะกอกมีหลายระดับคุณภาพ ชนิดที่คุณภาพดีที่สุดมีกลิ่นรสดีมาก น้ำมันที่บีบด้วยแรงดันต่ำนำไปบริโภคได้โดยไม่ต้องทำให้บริสุทธิ์ เนื่องจากสีและกลิ่นรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นที่ยอมรับ คือ มีสีเขียวปนเหลือง เรียกว่า น้ำมันมะกอกธรรมชาติ น้ำมันมะกอกมีกรดโอเลอิกสูง มีค่าไอโอดีน (Iodine value) 77-95 แม้ค่าไอโอดีนจอยู่ในเกณฑ์ต่ำแต่สามารถรักษาภาวะความเป็นของเหลวไว้ได้ที่อุณหภูมิตู้เย็น และจากการที่มีกรดลิโนเลอิกต่ำประกอบกับมีสารกันหืนตามธรรมชาติ จึงมีเสถียรภาพสูงทั้งที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิทอด โดยเฉพาะถ้าใช้เป็นน้ำมันทอดจะสามารถใช้ซ้ำได้นานกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น น้ำมันมะกอกระดับคุณภาพบริสุทธิ์มีเสถียรภาพดีมาก และสามารถเก็บได้นานถึง 18 เดือน หรือมากกว่าที่อุณหภูมิห้อง และนิยมใช้กันมากเป็นน้ำมันสลัด เนื่องจากเข้าได้ดีกับรสชาติผัก และยังใช้เป็นส่วนผสมในน้ำมันสลัดได้ดีเพราะรสชาติเหมาะสมที่จะผสมรวมกับส่วนประกอบอื่น ๆ ที่มีรสเปรี้ยว เช่น น้ำส้มสายชู น้ำมะนาว มะเขือเทศ อีกทั้งยังไม่ตกผลึกที่อุณหภูมิตู้เย็นด้วย

2.3.1.7 น้ำมันงา (Sesame oil) ได้จากเมล็ดงา โดยการบดธรรมดาไม่ต้องใช้ความร้อน แล้วกรองใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหารในครัวเรือน ส่วนในระดับอุตสาหกรรมมักสกัดโดยใช้การบีบอัดร่วมกับการสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วจึงผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ต่อไป ในประเทศไทยมีน้ำมันงา 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันงาที่มีสีเขียวอมเหลือง ให้กลิ่นหอมแรงซึ่งผู้บริโภคชอบ และน้ำมันงาสีน้ำตาลถึงดำซึ่งได้จากงาดั่ว มีกลิ่นรสแรง น้ำมันงาไม่ใช้สำหรับผัดหรือทอดโดยตรง แต่นิยมใช้แต่งกลิ่นรสอาหาร โดยเฉพาะในอาหารจีน จึงไม่ต้องทำให้บริสุทธิ์ซึ่งจะทำให้กลิ่นรสหายไป น้ำมันงาจัดอยู่ในกลุ่มน้ำมันไม่อิ่มตัวสูงโดยมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวประมาณร้อยละ 80 ที่เหลือ 20 เป็นชนิดอิ่มตัว อุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้น้ำมันงาเป็นสารแต่งกลิ่นรสในอาหารของประเทศแถบตะวันออกหลายประเทศ และใช้ผสมรวมกับน้ำมันพืชไม่อิ่มตัวสูงบางชนิดเพื่อช่วยเพิ่มเสถียรภาพของน้ำมันและผลิตภัณฑ์ทอด เช่น ใช้ผสมน้ำมันรำข้าวและน้ำมันถั่วเหลืองเป็นน้ำมันสำหรับทอดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

2.3.1.8 น้ำมันมะพร้าว (Coconut oil) คือน้ำมันที่ได้จากการสกัดแยกน้ำมันจากเนื้อผลของต้นมะพร้าว (*Cocos nucifera* L.) ซึ่งเป็นพืชในตระกูลปาล์ม (Arecaceae หรือ Palmae) สำหรับน้ำมันมะพร้าวปัจจุบันพบว่าน้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันที่ได้จากธรรมชาติ ปราศจากสารเคมีสังเคราะห์และสารกำจัดศัตรูพืช เป็นน้ำมันอิ่มตัวที่มีกรดไขมันขนาดปานกลาง มีสารฆ่าเชื้อโรคและสารแอนตี้ออกซิแดนซ์ (antioxidant) สูง เมื่อมีอุณหภูมิสูงจะไม่เกิดอนุมูลอิสระและไขมันทรานส์ นอกจากนี้ยังเปลี่ยนพลังงานได้เร็ว เพิ่มอัตราเมตาบอลิสซึมไม่เกิดไขมันสะสมในร่างกายและยังช่วยเผาผลาญไขมันสะสมไว้ด้วย (ฉรงค์, 2552) การใช้ประโยชน์จากน้ำมันมะพร้าวในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ เนยเทียมที่ใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นส่วนผสมในการทำเค้กบางชนิด ไส้ขนมในลักษณะเป็นครีมซึ่งจะให้เนื้อสัมผัสที่ดีและยังติดผิวบิสกิตได้ดีเยี่ยม นอกจากนี้ยังใช้ผลิตไอศกรีมที่ไม่มีนมเป็นส่วนผสมและช็อกโกแลตสำหรับเคลือบไอศกรีมเพราะมีความหนืดต่ำ จุดหลอมเหลวต่ำ แข็งตัวเร็ว และไม่เปราะหลุดร่อนง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดต่าง ๆ ในการผลิตเค้กเนยเจ

เค้กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีลักษณะเนื้อนุ่ม นิ่ม ฟูตัว มีรสหวาน โดยส่วนผสมที่ให้ความนุ่มและฟูตัว คือ ไขมัน น้ำตาล และผงฟู ซึ่งการที่จะให้ได้เนื้อเค้กนุ่ม ชุ่มชื้น และไม่แห้งกระด้างต้องใช้น้ำมันพืชหรือเนยสดเป็นส่วนผสม ซึ่งหากบริโภคเป็นประจำอาจเป็นปัญหาต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ ดังนั้นเพื่อการบริโภคเค้กได้อย่างสบายใจและไม่ก่อให้เกิดโรค งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ดีต่อสุขภาพและเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค โดยการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบธรรมชาติเพื่อปรับปรุงคุณภาพเค้ก

ปัจจุบันมีการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ในอุตสาหกรรมอาหารมากมาย ซึ่งมีการจำหน่ายในรูปแบบของสารบริสุทธิ์ นอกจากนี้แล้วไฮโดรคอลลอยด์ยังพบได้ในธรรมชาติของพืชชนิดต่าง ๆ ด้วย เช่น เมล็ดแฟลกซ์ เม็ดแมงลัก และลูกสำรอง

2.4.1 ความหมายของสารไฮโดรคอลลอยด์

สารไฮโดรคอลลอยด์เป็นโพลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่ได้จากพืช เช่น หัวบุก และจากสัตว์ เช่น สารไคโตซานในเปลือกกุ้ง เปลือกปู รวมถึงจุลินทรีย์และโพลิเมอร์ดัดแปลงจากธรรมชาติหรือสังเคราะห์ โดยโพลิเมอร์จะแสดงหน้าที่ที่สำคัญในอาหาร เช่น เป็นสารให้ความข้นหนืด ทำให้เกิดเจล เป็นตัวช่วยให้น้ำกับน้ำมันเข้ากัน และเป็นสารที่ทำให้เกิดความคงตัว ป้องกันปฏิกิริยาการตกตะกอน และการแยกตัวของน้ำออกจากเนื้ออาหาร (เพ็ญพิชญา, 2557) สารไฮโดรคอลลอยด์ที่นิยมนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่ ได้แก่ แซนแทนกัม อัลจีเนต และกัวร์กัม (Kruger และคณะ, 2003)

การแบ่งประเภทของไฮโดรคอลลอยด์ตามแหล่งกำเนิดได้ 3 ประเภท ดังนี้ (กมลวรรณ, 2548)

1) ไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากธรรมชาติ (Natural hydrocolloids) ซึ่งได้จากส่วนต่างๆของพืช ได้แก่ เมล็ด ยาง เช่น โลคัสบีนกัม (locust bean gum) กัมอาราบิก (gum arabic) ราก ลำต้น เช่น แป้ง หรือได้จากสาหร่ายทะเล เช่น คาร์ราจีแนน (carrageenan) หรือได้มาจากสัตว์ เช่น ไคติน (chitin) หรือจากกระบวนการหมักโดยเชื้อจุลินทรีย์ เช่น แซนแทนกัม (xanthan gum)

2) ไฮโดรคอลลอยด์ที่ดัดแปรจากสารที่ได้จากธรรมชาติ (Modified natural hydro -colloids) ได้แก่ อนุพันธ์ของเซลลูโลส เช่นคาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโล (carboxymethycellulose; CMC) ไฮดรอกซิลเมทิล-โพรพิลเซลลูโลส (hydroxymethyl-propylcellulose; HPMC)

3) ไฮโดรคอลลอยด์สังเคราะห์ (synthetic hydrocolloids) เช่น โพลีเอธิลีนออกไซด์โพลิเมอร์ (polyethylene oxide polymers)

ส่วนใหญ่ไฮโดรคอลลอยด์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นไฮโดรคอลลอยด์จากธรรมชาติและดัดแปรจากธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 สมบัติของไฮโดรคอลลอยด์

1) การกระจายน้ำ (Dispersibility in water) ไฮโดรคอลลอยด์ส่วนใหญ่ละลายได้ดีในน้ำร้อน มีเพียงบางชนิดที่สามารถละลายได้ในน้ำเย็น เช่น กัมอะราบิก และกัมบางชนิดละลายได้บ้างในตัวทำละลายอินทรีย์ การละลายของไฮโดรคอลลอยด์ส่วนใหญ่ต้องใช้ความร้อนจึงทำให้การไฮเดรชันมากที่สุด เช่น โลคัสบีนกัม ทรากาแคนต์ แต่อะการ์ต้องต้มจนเดือดจึงจะเกิดการละลายหรือกระจายตัวได้อย่างสมบูรณ์ ยกเว้นเมทิลเซลลูโลสไม่ละลายในน้ำร้อน แต่ละลายได้ดีในน้ำเย็น

2) ความหนืด (Viscosity) พอลิแซกคาไรด์กัมเมื่อละลายในน้ำ จะได้สารละลายที่มีความหนืดเพิ่มขึ้น โดยสารละลายของกัมแต่ละชนิดมีความหนืดต่างกัน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนืดของสารละลายกัม ได้แก่ ธรรมชาติของพอลิแซกคาไรด์กัม อุณหภูมิของน้ำ ความเข้มข้นของสารละลาย รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความหนืด เช่น คาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัม เมื่อละลายในน้ำจะได้สารที่มีความหนืดสูงสุดอย่างรวดเร็ว

3) การเกิดเจล (Gel formation) พอลิแซกคาไรด์กัมบางชนิด เช่น เพกทิน อะการ์ แอลจิเนต และคาราจีแนน สามารถเกิดเจลได้ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม เช่น เพกทินเกิดเจลได้ดีในน้ำร้อนที่มีน้ำตาลและกรด จึงนิยมนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมผลิตแยมและเจลลี่ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อเรียบ และเป็นเจลที่แผ่ออกได้ (spreadable gel) และเมื่อนำสตาร์ชละลายในน้ำร้อนหรือต้มกับน้ำนมจะได้เจลที่มีเนื้อเนียนและขุ่น (smooth cloudy gel) แต่ถ้าแช่ในน้ำนมที่เย็นและมีฟอสเฟต สตาร์ชจะเกิดเจลได้โดยไม่ต้องผ่านความร้อนหรือเกิดเจลาติไนเซชัน ซึ่งการเกิดเจลของไฮโดรคอลลอยด์บางชนิดยังต้องใช้ภาวะพิเศษ เช่น ต้องการโพแทสเซียมไอออน หรือแคลเซียมไอออนด้วย

2.4.3 ตัวอย่างของวัตถุดิบที่มีการใช้ประโยชน์จากไฮโดรคอลลอยด์ในวัตถุดิบธรรมชาติ

1) เมล็ดแฟลกซ์ (Flax seed) หรือ ลินสีด (Linseed) เมล็ดของพืชที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Linum usitatissimum* เป็นพืชตระกูลเก่าแก่ปลูกมาในแถบเอเชียตะวันตก และเมดิเตอร์เรเนียน (Oomah, 2001; Berugland, 2002) โดยเมล็ดแฟลกซ์จะมีลักษณะแบน รี ผิวมัน เรียบ มีสีน้ำตาลเข้มจนถึงเหลือง (Freeman, 1995) มีเนื้อสัมผัสกรอบ หนึบ ให้รสชาติคล้ายถั่ว (Carter, 1996) ประเทศในแถบยุโรปนิยมใช้เมล็ดแฟลกซ์เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเพราะอุดมด้วยกรดไขมันจำเป็น (Alpha Linoleic Acid และ Linoleic Acid) เส้นใย (Mazza และ Biliaderies, 1989) และสารประกอบฟีนอล (Kasote, 2013) โดยหนึ่งในสามของเส้นใยในเมล็ดแฟลกซ์เป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ประกอบด้วยเซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicelluloses) และลิกแนน (lignan) ซึ่งอยู่ในรูปของสารเมือก (mucilage) (Anneli และคณะ, 2004) โดยลิกแนนมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีความแรงในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าวิตามินอี มีผลลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจ นอกจากนี้ยังในเมล็ดแฟลกซ์ยังอุดมด้วยไฟเบอร์ที่ละลายน้ำได้ช่วยดูดซึมไขมันไม่ดีออกจากร่างกาย ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และมีกรดไขมันโอเมก้า 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Joel, 2013) ในอุตสาหกรรมอาหารสารเมือกจากเมล็ดแฟลกซ์นิยมใช้เป็นสารให้ความข้นหนืด สารช่วยเพิ่มความคงตัว และช่วยในการอุ้มน้ำ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของอาหาร โดยถูกใช้ทดแทนไข่ขาวในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และไอศกรีม (Izydorczyk และคณะ, 2005)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแฟลกซ์

องค์ประกอบ	ปริมาณร้อยละ
ไขมัน	41
โปรตีน	20
เส้นใย	28
ความชื้น	7.70
เถ้า	3.40

ที่มา : Morris (2012)

ภาพที่ 2.1 เมล็ดแฟลกซ์

ที่มา : Joseph (2015)

2) ลูกสำรอง เป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่ง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Scaphium macropodum Beaum* และมีชื่อพ้องคือ *Sterculia scaphigera Wall* สำรองจัดอยู่ในวงศ์ *Sterculiaceae* ตระกูล *Scaphium* สำรองมีชื่อสามัญคือ Malva nut และมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามภูมิภาคที่พบ ทางภาคตะวันออกเรียกว่า สำรองหรือพุงทลาย ทางภาคใต้เรียก ท้ายเภา พืชในวงศ์นี้เป็นพืชในป่าฝนเขตร้อน พบได้ในเขตประเทศไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ลาว เวียดนามและจีน สำรองที่พบในประเทศจีนเรียกว่า *Macropodum* S., *Pungdahai* และมีชื่อทาง วิทยาศาสตร์คือ *Sterculia lychnophora* H., ในประเทศไทยพบสำรองกระจายอยู่ทั่วไปหลายภูมิภาคและมีความหลากหลายทางสปีชีส์ โดยใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคตะวันออกพบสำรองสายพันธุ์ *Scaphigerum* S., และ ในภาคใต้พบ *Longiflorum* S., และ *Linearicarpum* S., (Yamada และคณะ, 2000)

สำรองเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่พบได้ที่บริเวณเนินเขา สำรองมีลำต้นสูงประมาณ 40-45 เมตร ลำต้นตรง ใบเดี่ยวเรียงสลับมีกิ่งก้านเฉพาะเรือนยอด ออกดอกช่วงเดือนธันวาคม–มกราคม ผลจะเริ่มแก่และร่วงในเดือนมีนาคม–เมษายน ที่บริเวณขั้วผลมีปีกบาง ๆ รูปร่างคล้ายใบเรือ เมล็ดสำรองมีลักษณะกลมรี ผิวเหี่ยวย่นสีน้ำตาลเข้ม ที่เยื่อหุ้มเมล็ดชั้นนอกมีสารเมือกจำนวนมาก เมื่อนำไปแช่น้ำจะพองคล้ายเจลลี มีขนาดใหญ่กว่าเมล็ดแห้งประมาณ 10 เท่า (มาโนชญ์, 2553) ประเทศในแถบตะวันออกเฉียงใต้นิยมใช้เมือกสำรองเป็นยาสมุนไพร และบริโภคเป็นขนมหวาน ช่วยลดอาการร้อนในและเจ็บคอได้ (Chen และคณะ, 1996)

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของลูกสำรอง

องค์ประกอบ	ปริมาณร้อยละ
คาร์โบไฮเดรต	68.95
โปรตีน	8.45
ไขมัน	0.11
เส้นใย	3.97
เถ้า	8.01
โซเดียม	0.12
โพแทสเซียม	0.14
แคลเซียม	0.25
ฟอสฟอรัส	0.2
เหล็ก	0.007

ที่มา : มาโนชญ์ (2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.2 ผลลูกสำรอง

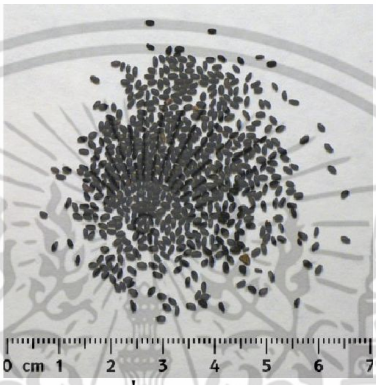
ที่มา : Promluck และคณะ (2007)

สมบัติและการใช้ประโยชน์ของสารเมือกจากเยื่อหุ้มเมล็ดชั้นนอกของสำรอง เมล็ดสำรองจัดเป็นยาสมุนไพรพื้นบ้านที่ใช้ในการรักษาโรคคออักเสบ ร้อนในกระหายน้ำและช่วยลดอาการท้องผูก (คณะเภสัชศาสตร์, 2543) อย่างไรก็ตามแม้ลูกสำรองจะมีสารเมือกจำนวนมากแต่ไม่ได้ถูกนำมาใช้เป็นสารให้ความข้นหนืดหรือสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหารมากนัก ดังนั้นจึงมีการศึกษาองค์ประกอบของน้ำตาลของสารโพลิแซคคาไรด์จากสารเมือกลูกสำรอง (Chen และคณะ, 1996) พบว่าสารเมือกของเมล็ดสำรองสายพันธุ์ *Sterculia lychnophora hance* มีน้ำตาลกาแลกโตส อะราบิโนสและแรมโนส เป็นองค์ประกอบในอัตราส่วน 1.00:1.67:1.01 มีขนาดโมเลกุล 162,200 ดาลตัน (พร้อมลักษณ์, 2548) ได้ศึกษาองค์ประกอบและโครงสร้างของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในสารเมือกของสำรองสายพันธุ์ *Scaphium scaphigerum* โดยทำการสกัดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.05 M ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที แล้วตกตะกอนด้วยเอทานอลได้เป็นกัมสำรอง พบว่าน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบได้แก่ น้ำตาลกาแลกโตส อะราบิโนส และแรมโนส ในอัตราส่วน 1.0:1.1:1.0 มีปริมาณกรดยูโรนิก 6.4 เปอร์เซนต์ และน้ำตาลที่เป็นโครงสร้างสายหลักคือ 1,3-linked L-Araf, 1,4-linked D-Galp, 1,4-linked DGalAp และมีน้ำตาลเป็นกิ่งก้านคือ 1,2,4-linked D-Galp และ 1,2,3,4-linked Rhamp กัมสำรองมีขนาดโมเลกุล 6.65×10^{6} ดาลตัน เมื่อนำกัมสำรองมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR Spectroscopy พบว่าให้ค่าสเปกตราที่คล้ายกับกัมอะราบิก

3) เม็ดแมงลัก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Ocimum canum* Sims อยู่ในวงศ์ *Lamiaceae* เป็นพืชที่ปลูกอยู่ทั่วประเทศไทย ใบใช้ในการปรุงอาหารเพื่อเพิ่มกลิ่น เม็ดมีสารที่สามารถพองตัวในน้ำได้ดี สารเมือกจากเม็ดแมงลักมีคุณสมบัติพองตัวได้อย่างรวดเร็วถึง 45 เท่า (กฤษณา และคณะ, 2544) และเป็นแหล่งของใยอาหารซึ่งสามารถก่อตัวเป็นเจล จะทำให้เพิ่มความหนืดของทางเดินอาหาร ทำให้อัตราการย่อยการดูดซึมและการส่งผ่านในทางเดินอาหารช้าลง เพิ่มปริมาณอุจจาระและเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการส่งผ่านในลำไส้ใหญ่ และมีการใช้เป็นยาระบายในแพทย์แผนไทย (ปลื้มจิตต์ และคณะ, 2526) นอกจากนี้ในเม็ดแมงลักมีสารเมือก (mucilage) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มใยอาหารที่ละลายได้ (soluble dietary fiber) ประเภทเดียวกับกัม (gum) ซึ่งมีการนำมาใช้ในประโยชน์ในด้านการเป็นสารเพิ่มความหนืด (มณฑนา, 2539) และทำให้อิมัลชันคงตัวได้ดี และได้มีการใช้สารเมือกจากเม็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) ในผลิตภัณฑ์ซอสพริกและมายองเนส (ละอองดาว และกุลยา, 2545) รวมทั้งผลิตภัณฑ์ไอศกรีม (ปิยนุสร์ และวชิรพันธ์, 2548)



ภาพที่ 2.3 เม็ดแมงลัก

ที่มา : Rajan (2015)

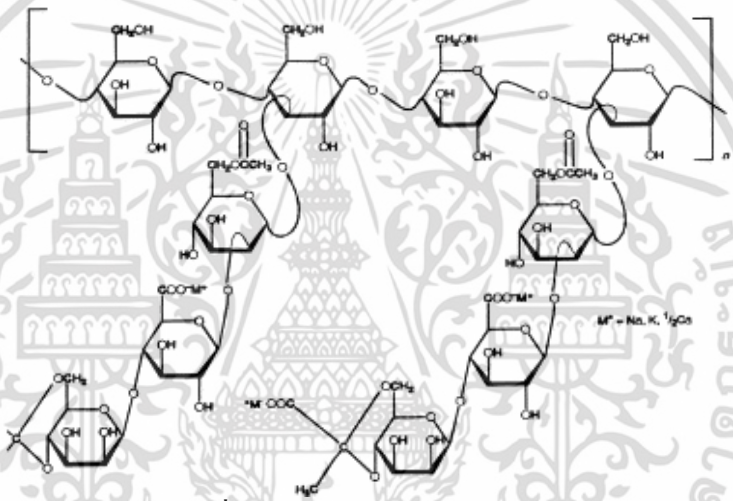
2.4.4 ตัวอย่างของสารไฮโดรคอลลอยด์ที่จำหน่ายในเชิงพาณิชย์

ปัจจุบันการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นสารให้ความหนืด ทำให้เกิดเจล เป็นตัวช่วยให้น้ำและน้ำมันเข้ากัน และเป็นสารที่ทำให้คงตัว แต่จากการค้นคว้าในงานวิจัยสารไฮโดรคอลลอยด์ที่นิยมใช้ในการผลิตเค้ก คือ แซนแทนกัม กัวร์กัม คาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส ไฮดรอกซีโพรพิลเมททิลเซลลูโลส และโลคัสบีนกัม เพื่อทำให้เค้กมีคุณภาพดีขึ้น และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

1) แซนแทนกัม (Xanthan gum) เป็นกัมที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์ คือ *Xanthomonas campestris* หลังจากกระบวนการหมักแล้วนำมาตกตะกอนด้วยไฮโซ-โพรพิลแอลกอฮอล์แยกเอาแซนแทนกัมออกมาทำให้แห้งแล้วบดให้ละเอียด แซนแทนกัมหรือเรียกชื่อทางการค้าว่า Keltrol มีโครงสร้างเป็นเฮเทอโรพอลิแซกคาไรด์ที่มีน้ำตาลกลูโคส แมนโนส และกรดกลูคูโรนิก ซึ่งแซนแทนกัมไม่มีคุณสมบัติเป็น gelling agent แต่สามารถเกิด elastic thermoreversible gel ได้เมื่อรวมกับโลคัสบีนกัมและเมื่อรวมกับกัวร์กัมจะให้สารละลายที่มีความหนืดสูง โดยแซนแทนกัมละลายได้ในน้ำเย็นและน้ำร้อน สารละลายที่ได้มีความหนืดสูงทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ และยังทนทานต่อการใช้ความร้อนสูง การตีผสมในระยะเวลานาน และการแช่แข็ง – ละลายน้ำแข็งได้ดี แซนแทนกัมเพียงอย่างเดียวไม่สามารถเกิดเจลได้แต่สามารถเกิดอันตร-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิริยากับโลคัสบีนกัมหรือคอนยักกัม เกิดเป็นเจลชนิดผันกลับได้ด้วยความร้อน และมีการขับน้ำออกจากเจลน้อยมาก (อดิศักดิ์, 2540) นอกจากนี้แซนแทนกัมยังมีคุณสมบัติของความคงตัวที่อุณหภูมิสูงซึ่งเป็นข้อดีในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ทำให้เกิดเจลที่มีความยืดหยุ่นดีขึ้น และส่วนด้านคุณลักษณะเนื้อสัมผัสจะช่วยปรับปรุงความแข็งและลดการแตกหักของผลิตภัณฑ์ระหว่างการขนส่ง เป็นการเพิ่มค่าแรงแตกหักในขนมขบเคี้ยว ซึ่งเป็นผลดีกับการขนส่งของผลิตภัณฑ์เพื่อลดการสูญเสีย (Gimeno และคณะ, 2004) ประโยชน์ของแซนแทนกัมในผลิตภัณฑ์อาหารทำหน้าที่เป็นสารช่วยให้เกิดความคงตัวของอิมัลชันทำให้ส่วนผสมของอาหารเข้ากันได้ดี และเป็นสารให้ความข้นหนืด เช่น น้ำสลัด ไซรัป ผลิตภัณฑ์ขนมอบ อาหารแช่แข็ง ผลิตภัณฑ์นม อาหารแห้ง และเครื่องดื่ม (Garcia และคณะ, 2000)



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างของแซนแทนกัม

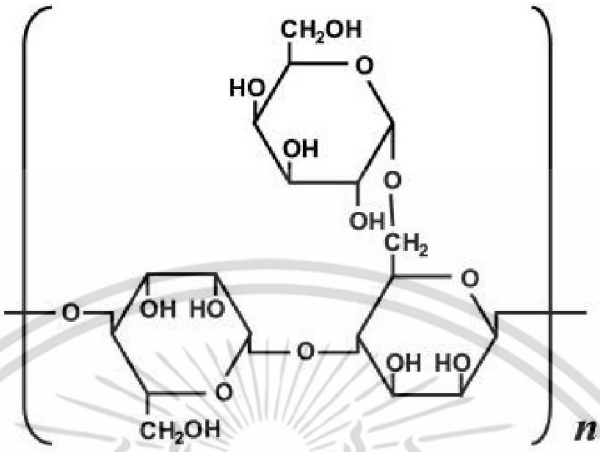
ที่มา : Garcia และคณะ (2000)

2) กัวร์กัม (Guar gum) ได้จากเอนโดสเปิร์มของเมล็ดต้น guar *(Cyamopsis tetragonolobus)* มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดียและปากีสถาน ปัจจุบันมีปลูกในรัฐเทกซัส สหรัฐอเมริกา โครงสร้างของกัวร์กัมเป็นโพลิเมอร์สายยาวของแมนโนสที่ต่อกันด้วยพันธะ1, 4 และมีกิ่งแขนงของกาแลคโทสโดยทุก ๆ 2 โมเลกุลของแมนโนส ต่อกับ 1 โมเลกุลของกาแลคโทสด้วยพันธะ 1, 6 ทำให้อัตราส่วนของเมนโนสต่อกาแลคโทสเป็น 2:1 ซึ่งแสดงว่ากัวร์กัมมีกิ่งแขนงของกาแลคโทสมากกว่าโลคัสบีนกัม

กัวร์กัมไม่สามารถเกิดเจลได้ แต่สามารถอุ้มน้ำและกระจายตัวได้ดีในน้ำเย็น สารละลายที่ได้มีความหนืดสูง และให้ความหนืดสูงสุดภายหลังเวลานาน 2 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะอุ้มน้ำได้มากขึ้นและมีความหนืดเพิ่มขึ้นด้วย จึงใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด โดยความหนืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสารละลายกัวร์กัมจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ pH เวลา ความเข้มข้น การคน และขนาดอนุภาค (นิธิยา, 2549)

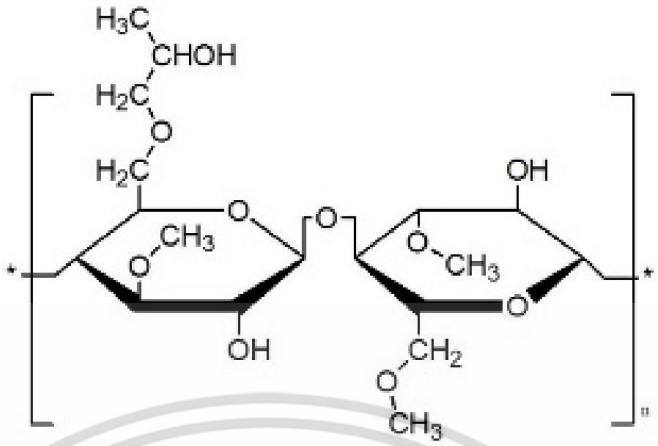


ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของกัวร์กัม

ที่มา : Seon และคณะ (2008)

3) ไฮดรอกซีโพรพิล-เมทิลเซลลูโลส (Hydroxypropyl methylcellulose ; HPMC) เป็นเอสเทอร์ของเซลลูโลส ลักษณะเป็นผงหรือเป็นเม็ดเล็กๆ สีขาว สามารถละลายน้ำได้ มีคุณสมบัติเป็นสารยึดเกาะ (binders) สารช่วยให้เกิดการแขวนลอย (suspension agent) สารช่วยให้อิมัลชั่นคงตัว (emulsifier colloid) มีสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ และเจลซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ สามารถทำหน้าที่เป็นตัวลดแรงตึงผิว (surfactant) ทำให้เกิดสภาพฟิล์ม (film forming) ขึ้นในอาหารที่มีอุณหภูมิสูงและต่ำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีในการเป็นสารช่วยให้โฟมคงตัวในอาหาร อาหาร สำหรับในผลิตภัณฑ์ขนมอบนั้นจะใช้อนุพันธุ์เซลลูโลสทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความหนืด สารให้ความคงตัว สารยืดอายุการเก็บ เป็นต้น การเติม HPMC ลงไปในขนมอบทำให้ระหว่างการอบ HPMC จะมีการสูญเสียความชื้นไป และเกิดการก่อตัวเป็นเจลขึ้น ซึ่งคุณสมบัตินี้การเติม HPMC ลงไปร้อยละ 0.1 - 0.5 จะช่วยให้ปริมาตรของขนมอบเพิ่มขึ้น และเนื้อสัมผัสน่ารับประทานมากขึ้น (Imeson, 1997) นอกจากนี้ (Barcenas และ Rosell, 2006) ได้ศึกษาผลของไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (HPMC) ที่มีต่อโครงสร้างของขนมปัง พบว่าการใช้ HPMC ทำให้ขนมปังมีโครงสร้างภายในที่เรียบเนียน และมีการกระจายตัวของโพรงอากาศที่สม่ำเสมอ เนื่องจาก HPMC มีความสามารถดูดซึมน้ำและเกิดเป็นฟิล์มบาง ๆ ได้ในระหว่างการหมักจึงช่วยให้โดสามารถกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



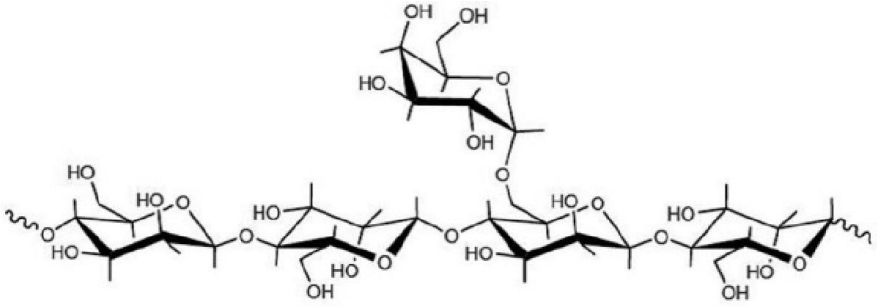
ภาพที่ 2.6 โครงสร้างของไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส

ที่มา : Youn และคณะ (2010)

4) โลคัสบีนกัม (Locust bean gum) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภท polysaccharide ที่เป็น heteropolysaccharide โดยโลคัสบีนกัมใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร เป็นกัมที่สกัดได้จากเนื้อในเมล็ดเอนโดสเปิร์มของต้น carob (*Ceratonia silliqua*) เป็นพืชที่ปลูกในแถบเมดิเตอร์เรเนียน โมรอคโค โปรตุเกส โครงสร้างของโมเลกุลเป็นพอลิเมอร์สายยาวประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 ชนิด คือ น้ำตาลแมนโนสเป็นส่วนที่เป็นสายหลักสลับกับน้ำตาลกาแลคโทสที่เป็นกิ่งแขนง สายหลักของน้ำตาลแมนโนสต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) ชนิดบีตา -1, 4 และมีกิ่งแขนงเป็นกาแลคโทสต่อกันด้วยพันธะชนิดแอลฟา -1, 6 โดยอัตราส่วนของ แมนโนสต่อกาแลคโทส เป็น 4:1

สมบัติของโลคัสบีนกัมจะไม่ละลายน้ำเย็น แต่พองตัวได้สามารถละลายได้ดีในน้ำร้อน จะให้สารที่มีความหนืดสูงที่สุดเมื่อรับความร้อนสูงถึง 95 องศาเซลเซียส โลคัสบีนกัมไม่สามารถเกิดเจลได้ต้องนำมาผสมกับแซนแทนกัมจึงจะทำให้เกิดเจลได้ หรืออาจผสมรวมกับคัปป้า-คาราจีแนน (kappa-carageenan) จะช่วยเพิ่ม gel strength และลดการเกิด syneresis โดยนิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด ได้แก่ อาหารกระป๋อง ซอส ขนมหวาน เนยแข็ง ไอศกรีม เครื่องดื่ม และลูกอม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 โครงสร้างของโลคัสบีนกัม

ที่มา : Marita และ Ana (2012)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผาณิต (2550) ศึกษาการนำน้ำมันมะพร้าวมาใช้ในการผลิตเค้กชนิดส่วนผสมข้น โดยเปรียบเทียบน้ำมันมะพร้าวในรูปของครีมมะพร้าว เนยขาว และมาการีน พบว่าเค้กที่ใช้น้ำมันมะพร้าวในรูปน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ จะมีเนื้อเค้กที่แน่นกว่า โดยปริมาตรของเค้กและการยอมรับโดยรวมจากผู้ทดสอบชิมน้อยกว่าเค้กที่ใช้ครีมมะพร้าว เนยขาว และมาการีน ดังนั้นการนำน้ำมันมะพร้าวมาผลิตเค้กชนิดส่วนผสมข้นควรใช้ในรูปของครีมมะพร้าว ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีลักษณะใกล้เคียงกับเค้กที่ใช้เนยขาวและมาการีน

อุลิสาณ์ และคณะ (2551) ศึกษาการใช้วุ้นสำรองทดแทนไขมันในเค้กบราวนี่ โดยนำวุ้นสำรองทดแทนเนยสดในปริมาณร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 โดยน้ำหนัก พบว่าเมื่อปริมาณของวุ้นสำรองเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความยืดเหนี่ยว (cohesiveness) ความยืดหยุ่น (springiness) และความชื้นของบราวนี่เพิ่มขึ้น ส่วนค่าความแข็ง (hardness) จะลดลงเมื่อมีการใช้วุ้นสำรองทดแทนเนย และหลังจากนั้นจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณวุ้นสำรอง เมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าการใช้วุ้นสำรองทดแทนเนยไม่มีผลต่อการยอมรับทางด้านสีและลักษณะปรากฏ ผู้ชิมให้การยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสและรสชาติของบราวนี่ที่ใช้วุ้นสำรองทดแทนเนยร้อยละ 25-50 มากกว่าสูตรควบคุม บราวนี่สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดได้แก่สูตรที่ใช้วุ้นสำรองทดแทนเนยร้อยละ 50 ซึ่งมีปริมาณไขมันและพลังงานลดลงร้อยละ 9.10 และ 17.53 ตามลำดับ

พัชรี (2555) ศึกษาการพัฒนาชิฟฟอนเค้กลดคอเลสเตอรอลที่มีส่วนผสมของน้ำมันรำข้าวชนิดแกมมาโอรีซานอลสูง โดยการเพิ่มปริมาณน้ำมันรำข้าวและลดปริมาณไข่แดงในผลิตภัณฑ์ชิฟฟอนเค้ก ใช้อัตราส่วนน้ำมันรำข้าวต่อไข่แดง 70:30, 80:20 และ 90:10 (ปริมาณรวมน้ำมันรำข้าวและไข่แดงเท่ากับร้อยละ 21 ของส่วนผสมทั้งหมดในสูตรชิฟฟอนเค้ก) จากการทดลองเค้กทั้งสามสูตรมีค่าความแข็งใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน (60:40) ซึ่งต่างจากสูตรที่ปราศจากไข่แดง (100:0) ที่มีค่าความแข็งสูงกว่าสูตรอื่นๆ เมื่อประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ชิฟฟอนเค้กทั้งหมดพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่เหมาะสม คือ 80:20 ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับและจะซื้อผลิตภัณฑ์ที่ร้อยละ 96 และ 76.5 ตามลำดับ

Elif และคณะ (2006) ศึกษาการใช้กัมและอิมัลซิไฟเออร์ผสมต่อคุณภาพของเค้กที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้า พบว่าการใช้กัมชนิดต่างกันมีผลต่อคุณสมบัติและคุณภาพของเค้ก โดยเค้กที่ใช้แซนแทนกัมและกัวร์กัมในอัตราส่วนร้อยละ 3 จะทำให้ได้แบทเทอร์ของเค้กก่อนอบมีปริมาตรสูงที่สุด และ HPMC จะมีปริมาตรของแบทเทอร์และค่าความหนืดน้อยที่สุด ส่วนการใช้อิมัลซิไฟเออร์ผสมกับแซนแทนกัมพบว่าปริมาตร เนื้อสัมผัส และรูพรุนของเค้กได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส และพบอีกว่าเนื้อเค้กหลังอบมีความอ่อนนุ่มที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่น

Manuel และคณะ (2007) ศึกษาชนิดของการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บของเค้กวนิลาโดยสารไฮโดรคอลลอยด์ที่เลือกใช้ประกอบด้วย โซเดียมอัลจิเนต คาราจีแนน เพคติน ไฮดรอกซิลโพรพิลเมททิลเซลลูโลส โลคัสบีนกัม กัวร์กัม และแซนแทนกัม ผลการวิจัยพบว่าการเติมไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดมีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของเนื้อเค้ก ยกเว้นการเติมโซเดียมอัลจิเนตไม่ส่งผลต่อปริมาตรของเนื้อเค้ก โดยปริมาตรของเค้กที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ เค้กที่เติมแซนแทนกัม และโลคัสบีนกัม ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการเติมไฮโดรคอลลอยด์จะทำให้ความหนาแน่นของแบทเทอร์เค้กเพิ่มขึ้นและเนื้อสัมผัสของครัมมีลักษณะแข็งในระหว่างการเก็บ หลังจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าชนิดของไฮโดรคอลลอยด์มีผลต่อระดับความชอบ โดย HPMC ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด รองลงมา คือ แซนแทนกัม และอัลจิเนต ตามลำดับ ส่วนเพคตินได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบน้อยที่สุด

Ashwini และคณะ (2009) ศึกษาผลของการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ชนิดต่างๆ ได้แก่ อาราบิก (AR) กัวร์กัม (GR) แซนแทนกัม (XN) คาราจีแนน (CG) และ ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (HPMC) ร่วมกับอิมัลซิไฟเออร์ คือ กลีเซอรอลโมโนสเตียเรท (GMS) และ โซเดียมสเตียโลอิล – 2 – แลคติเลท (SSL) ต่อคุณภาพของเค้กเนยที่ไม่ใช้ไข่ พบว่าการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดต่าง ๆ ที่มีสารอิมัลซิไฟเออร์สามารถเพิ่มความข้นหนืดและค่าความถ่วงจำเพาะของแบทเทอร์ โดยตัวอย่างที่เติม XN ให้ค่าทั้งสองสูงที่สุด สำหรับแบทเทอร์เค้กที่มี GMS ทุกตัวอย่างยกเว้นที่มีสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิด XN จะเพิ่มค่าความหนืดสูงสุด นอกจากนี้ยังพบอีกว่าการใช้ HPMC และ GMS สามารถเพิ่มคะแนนคุณภาพโดยรวมให้กับเค้กได้สูงที่สุด รองลงมาคือ CG และ XN สำหรับตัวอย่างที่ใช้อิมัลซิไฟเออร์ชนิด SSL พบว่าตัวอย่างที่ใช้ HPMC ให้คุณภาพของเค้กที่ดีที่สุด ส่วนผลของโครงสร้างระดับจุลภาคของเนื้อเค้กที่มีไฮโดรคอลลอยด์พบว่า เม็ดแป้งจะถูกหุ้มโดยสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิด XN และ HPMC รวมถึงเค้กที่มี HPMC ร่วมกับ SSL เครือข่ายของโปรตีนจะมีความเรียบเนียนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sowmya และคณะ (2009) ศึกษาการทดแทนไขมันด้วยน้ำมันงาและสารเสริมต่อคุณสมบัติทางวิทยาการกระแส (rheology) โครงสร้างระดับจุลภาค คุณภาพ และกรดไขมันของเค้ก โดยการทดแทนน้ำมันงาที่สัดส่วนร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 และเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ ได้แก่ แซนแทนกัม (xanthan gum) ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (hydroxypropylmethylcellulose หรือ HPMC) และอิมัลซิไฟเออร์ ได้แก่ กลีเซอรอลโมโตสเตียเรท (glycerol monostearate หรือ GMS) และโซเดียม สเตียโลอิล-2-แลคทิเลท (sodium stearoyl-2-lactylate หรือ SSL) พบว่าการทดแทนไขมันด้วยน้ำมันงาในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความหนืด ปริมาตรเค้ก และคุณภาพโดยรวมของเค้กลดลง แต่ความถ่วงจำเพาะของแบทเทอร์เค้กจะเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์และอิมัลซิไฟเออร์พบว่าการใช้ HPMC ร่วมกับ SSL และปริมาณน้ำมันงาที่ร้อยละ 50 ส่งผลให้คุณภาพโดยรวมของเค้กเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าสูตรควบคุม นอกจากนี้การทดแทนน้ำมันงาในเค้กที่สัดส่วนร้อยละ 50 ทำให้ปริมาณของกรดไขมันอิ่มตัวลดลงและกรดลอริกมีปริมาณเพิ่มขึ้น

Matsakidou และคณะ (2010) ศึกษาลักษณะทางกายภาพของเค้กด้วยการใช้น้ำมันมะกอกบริสุทธิ์ทดแทนมาการีน โดยทำเป็น 3 สูตร ได้แก่ สูตร 1 ใช้มาการีน (สูตรควบคุม) สูตร 2 ใช้มาการีนและน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์ สูตร 3 ใช้น้ำมันมะกอกบริสุทธิ์ จากการศึกษาพบว่าสูตรที่ใช้น้ำมันมะกอกบริสุทธิ์ (สูตร 3) ส่งผลให้ปริมาตรของเค้กสูงขึ้นแต่ปริมาตรจะลดลงหลังจากการอบเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (สูตร 1) และเมื่อนำเค้กไปวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่าเค้กสูตร 2 และ 3 มีค่าความแข็งและการเกาะติดสูงกว่าสูตร 1 การประเมินผลทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของเค้ก พบว่าเค้กสูตร 2 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคด้วยคะแนนที่เท่ากับเค้กสูตร 1 (สูตรควบคุม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 น้ำมันคาโนลา (Canola oil) จากบริษัท โกลเด้น ดรอป จำกัด

3.1.2 น้ำมันข้าวโพด (Corn oil) จากบริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน)

3.1.3 น้ำมันรำข้าว (Rice bran oil) จากบริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด

3.1.4 น้ำมันถั่วเหลือง (Soy bean oil) จากบริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน)

3.1.5 น้ำมันดอกทานตะวัน (Sunflower oil) จากน้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน)

3.1.6 น้ำมันมะกอกบริสุทธิ์ (Extra virgin olive oil) จากบริษัท Mario Camacho Foods

3.1.7 น้ำมันงา (Sesame oil) จากบริษัท ยูเนียนฟูดอินดัสตรี จำกัด

3.1.8 น้ำมันมะพร้าว (Coconut oil) จากบริษัท มาตา มิราเคิล จำกัด

3.1.9 แซนแทนกัม (Xanthan gum) จากบริษัท หลุยส์ ดี เลียวโนเวนส์ (ประเทศไทย) จำกัด

3.1.10 ผงเมล็ดแฟลกซ์ (Flax seed powder) จาก บริษัท หลุยส์ ดี เลียวโนเวนส์ (ประเทศไทย) จำกัด

3.1.11 เม็ดแมงลัก (*Ocimum canum* Sims) จากบริษัท ไร่ทิพย์ จำกัด

3.1.12 ลูกสำรอง (*Scaphium macropodum* Beaum) จากตลาดเยาวราช

3.2 เครื่องมือที่ใช้ผลิตผงเมือกจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ

3.2.1 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) รุ่น FED53 ผลิตโดยบริษัท Binder จำกัด ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.2 เครื่องปั่นแบบหยาบ (blender)

3.2.3 ตู้อบแบบถาด (tray dryer) ผลิตโดยบริษัทโปรเกรส อีเล็คโทรนิค จำกัด ประเทศไทย

3.2.4 เครื่องบดแบบละเอียด (pin mill) รุ่น ZM 1000 ผลิตโดยบริษัท Philip-Cucina ประเทศอินโดนีเซีย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ผลิตเค้ก

3.3.1 เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง รุ่น PB3002-L ผลิตโดยบริษัท Mettler Toledo ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

3.3.2 เตาไฟฟ้า รุ่น YXD-10A ผลิตโดยบริษัท Huangpu จำกัด ประเทศจีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 เครื่องตีผสมเค้กขนาด 4.75 ลิตร รุ่น KMC570 ผลิตโดยบริษัท เคนวูด อิเล็กทรอนิกส์ (ไทยแลนด์) จำกัด

3.4 เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพเค้ก

3.4.1 เครื่อง Brookfield digital rheometer รุ่น DV-II ประเทศเยอรมนี

3.4.2 เครื่อง Texture Analysis รุ่น TA-XT Plus ประเทศอังกฤษ

3.4.3 เครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR 400 ประเทศญี่ปุ่น

3.4.4 เครื่องวัดวอเตอร์แอกติวิตี AquaLab รุ่น CX-2 ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.4.5 เครื่อง Scanner รุ่น 9000F Mark II ผลิตโดยบริษัท Canon ประเทศญี่ปุ่น

3.5 ส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้ก

3.5.1 แป้งสาลี ตรา ว่าว

3.5.2 เกลือ ตรา ปรุงทิพย์

3.5.3 น้ำตาลทรายขาวละเอียด ตรา ลิน

3.5.4 น้ำส้มสายชู ตรา คิวพี

3.5.5 ผงฟู ตรา เบสท์ฟู้ด

3.5.6 น้ำนมถั่วเหลืองชนิดจืด ตรา นางพยาบาล

3.5.7 เบคกิ้งโซดา ตรา อิมพีเรียล

3.5.8 กลิ่นวนิลาชนิดน้ำ ตรา วินเนอร์

3.5.9 น้ำมันรำข้าว (rice bran oil) จากบริษัท น้ำมันบริโภคไทย จำกัด

3.5.10 แซนแทนกัม (xanthan gum) จากบริษัท หลุยส์ ตี เลียวโนเวนส์ (ประเทศไทย) จำกัด

3.5.11 ผงเมล็ดแฟลกซ์ (flax seed powder) จากบริษัท หลุยส์ ตี เลียวโนเวนส์ (ประเทศไทย) จำกัด

3.5.12 ผงเมือกเม็ดแมงลัก (*Ocimum canum* Sims) จากบริษัท ไร่ทิพย์ จำกัด

3.5.13 ผงเมือกลูกสำรอง (*Scaphium macropodum* Beaum) จากตลาดเยาวราช

3.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.6.1 ศึกษาผลของชนิดน้ำมันต่อสมบัติของแบทเทอร์และคุณภาพของเค้กเจ

ผลิตเค้กเจ ดังสูตรในตารางที่ 3.1 และกรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 3.1 (ดัดแปลงจาก เป็นเอก, 2553) โดยนำน้ำมันชนิดต่าง ๆ ได้แก่ น้ำมันคาโนลา น้ำมันข้าวโพด น้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่ว-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหลือง น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันมะกอก น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันงา ทดแทนในสูตร จากนั้นนำตัวอย่างของแบทเทอร์มาวัดค่าความหนืดและนำตัวอย่างเค้กมาวัดค่าทางกายภาพดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานที่ใช้ในการทำเค้กเนยเจ

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณ (กรัม) / 100 กรัม แป้งสาลี
แป้งสาลี	210	100
น้ำตาลทราย	120	57.14
ผงฟู	2	0.95
เบกกิ้งโซดา	2	0.95
เกลือ	3	1.42
น้ำส้มสายชู	14	6.66
นมถั่วเหลือง	170	80.95
น้ำมันพืช	85	40.47
กลิ่นวนิลาชนิดน้ำ	20	9.52

ที่มา : เป็นเอก (2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมน้ำส้มสายชู และนมถั่วเหลืองให้เข้ากัน พักไว้ 5 นาที

↓

ร่อนแป้ง ผงฟู เบคกิ้งโซดาให้เข้ากัน ใส่น้ำตาล เกลือ แล้วตีส่วนผสมให้เข้ากัน ด้วยความเร็วปานกลาง (เบอร์ 3) นาน 2 นาที

↓

ใส่น้ำมันพืช และกลิ่นวนิลา ตีส่วนผสมด้วยความเร็วปานกลาง (เบอร์ 3) นาน 2 นาที จนส่วนผสมเข้ากัน

ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตเค้กเนยเจ

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใส่นมถั่วเหลืองผสมน้ำส้มสายชูลงในส่วนผสม ตีต่อด้วยความเร็วปานกลาง (เบอร์ 3) นาน 2 นาที แล้วลดความเร็วลงเป็นความเร็วต่ำ (เบอร์ 1) ตีส่วนผสม นาน 1 นาที จนส่วนผสมเข้ากัน

ตักส่วนผสมใส่พิมพ์ ๆ ละ 35 กรัม นำเข้าเตาอบ ที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส นาน 17 นาที

นำเค้กออกจากเตาอบ พักไว้บนตะแกรงจนเย็น บรรจุลงถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ภาพที่ 3.1 (ต่อ) กรรมวิธีการผลิตเค้กเนยเจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) วิเคราะห์ค่าความหนืดของแบทเทอร์

นำตัวอย่างของแบทเทอร์ใส่ลงในกระบอกบรรจุตัวอย่างแล้วบรรจุเข้ากับ cell เพื่อวัดความหนืด โดยกำหนดให้เครื่องหมุนด้วยความเร็ว 10 รอบต่อนาที ใช้ spindle no. 25 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ทำซ้ำจำนวน 3 ซ้ำ (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก1)

2) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของเค้ก

นำตัวอย่างของเค้กเจที่ผลิตตามขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 3.1 ทำการวัดคุณภาพของเค้กในวันที่ 0, 1, 3 และ 5 ดังต่อไปนี้ ได้แก่ วัดค่าปริมาตรจำเพาะของเค้ก (วันที่ 0) วัดค่าเนื้อสัมผัส วัดค่าความสว่าง วัดค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ (วันที่ 0, 1, 3 และ 5)

ก) วัดค่าปริมาตรจำเพาะของเค้ก

หลังจากอบเค้กเสร็จและพักไว้บนตะแกรงที่อุณหภูมิห้องจนเย็นนาน 60 นาที จึงนำมาวัดปริมาตรของเค้กด้วยวิธีแทนที่ด้วยเมล็ดงาในภาชนะ เริ่มจากนำเมล็ดงาเติมลงในภาชนะที่มีขนาดใหญ่กว่าผลิตภัณฑ์จนเต็ม แล้วเทเมล็ดงาลงในกระบอกตวง (ปริมาตรงาเริ่มต้น) จากนั้นนำเค้กเจไปชั่งน้ำหนัก แล้วจึงเทเมล็ดงาลงไปที่ก้นภาชนะส่วนหนึ่งและวางผลิตภัณฑ์ลงไป ค่อย ๆ เทเมล็ดงาลงในภาชนะจนล้นภาชนะเล็กน้อย ใช้พายยางปาดให้เรียบเสมอกับภาชนะแล้วเทเมล็ดงาลงในกระบอกตวงอ่านปริมาตร (ปริมาตรงาหลังแทนที่ด้วยผลิตภัณฑ์) และคำนวณปริมาตรจำเพาะโดยใช้สูตร (AACC, 2000) (รายละเอียดการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก2)

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ} = \frac{\text{ปริมาตรงาเริ่มต้น} - \text{ปริมาตรงาหลังแทนที่ด้วยผลิตภัณฑ์}}{\text{น้ำหนักของผลิตภัณฑ์}}$$

ข) วัดค่าเนื้อสัมผัสของเค้ก

เมื่อเค้กเจเย็นลงให้ตัดแบ่งชิ้นเค้กเจจากตรงกลางเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม ขนาด 30×30 มิลลิเมตร นำไปวัดเนื้อสัมผัสของเค้กเจแบบ Texture Profile Analysis ด้วยเครื่องวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Lyod Instrument) Model TA 500 ใช้หัว Cylinder probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 2.5 เซนติเมตร หัวกดเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อวินาที กดตัวอย่างลึกร้อยละ 50 ของความสูงตัวอย่าง (อุทัยวรรณ และสุนทรี, 2553) วัดค่าตัวอย่าง 5 ซ้ำ บันทึกค่าความแข็ง (Hardness) และค่าการเกาะติด (Cohesiveness) (รายละเอียดการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก 4)

ค) วัดค่าความสว่างของเค้ก

เมื่อเค้กเจเย็นลงให้ตัดแบ่งชิ้นเค้กเจจากตรงกลางเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม ขนาด 30×30 มิลลิเมตร วัดด้วยเครื่องวัดสี Minolta chroma meter รุ่น CR-400 โดยจุดที่ทำการวัดจะอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบชิ้นเค้กจำนวน 3 จุด (ดัดแปลงจาก ผาณิต, 2550) วัดค่าตัวอย่าง 9 ซ้ำ บันทึกค่าความสว่าง (รายละเอียดการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก3)

ง) วัดค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้

เมื่อเค้กเจเย็นลงให้ตัดแบ่งชิ้นเค้กเจจากตรงกลางเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม ขนาด 20×20×0.50 มิลลิเมตร โดยใส่ชิ้นเค้กลงในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ วัดด้วยเครื่อง Aqualab วัดค่าตัวอย่าง 9 ซ้ำ อ่านและบันทึกค่า Aw ที่อุณหภูมิ 25 (±1) องศาเซลเซียส (รายละเอียดการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก5)

จ) ลักษณะความเป็นรูพรุนของเนื้อเค้ก

เมื่อเค้กเย็นลงให้ตัดแบ่งชิ้นเค้กจากตรงกลางออกเป็นชิ้นขนาด 15 มิลลิเมตร นำไปถ่ายภาพด้วยเครื่อง scanner จากนั้นนำภาพมาวิเคราะห์ความเป็นรูพรุนด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ภาพ Digital analysis (ศิขรินทร์ และ สิทธิชัย, 2553)

ฉ) สังเกตการขึ้นราที่ปรากฏบนเค้กเจ

เมื่อเค้กเย็นตัวลงเก็บใส่ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน สังเกตการขึ้นราบนผลิตภัณฑ์

3) การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ

ทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ ใช้วิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคไม่สมบูรณ์ (Balanced Incomplete Block Design: BIB) โดยใช้ตารางมาตรฐาน (Cornish, 1983) type 1 ตามตารางที่ 3.2 สำหรับการคำนวณสูตรเพื่อหาจำนวนบล็อค (จำนวนคนชิม, b) และจำนวนครั้งในการปรากฏร่วมของคู่ทรีทเมนต์ (λ) แสดงรายละเอียด ในภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แผนการทดลองแบบ BIB

บล็อค (ผู้ชิม)	ตัวอย่าง			
(1)	1	2	3	4
(2)	5	6	7	8
(3)	1	2	7	8
(4)	3	4	5	6
(5)	1	3	6	8
(6)	2	4	5	7
(7)	1	4	6	7
(8)	2	3	5	8
(9)	1	2	5	6
(10)	3	4	7	8
(11)	1	3	5	7
(12)	2	4	6	8
(13)	1	4	5	8
(14)	2	3	6	7

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ดังตารางที่ 3.2) กำหนดให้ผู้ทดสอบชิม 1 คน ได้ชิมตัวอย่างคนละ 4 ตัวอย่าง ทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ ดังนั้นใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 70 คน ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ 9–Point Hedonic Scale โดยการให้คะแนนความชอบในตัวผลิตภัณฑ์จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ทำการทดสอบด้านคุณลักษณะปรากฏ สีกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (รายละเอียด แสดงในภาคผนวก ง)

4) วิเคราะห์ผลทางสถิติ

ก) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพ ข้อ 3.6.1 ข้อย่อย ก) – ง) มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomnized Design: CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมคำนวณทางสถิติสำเร็จรูป SPSS

ข) นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมคำนวณทางสถิติสำเร็จรูป SPSS

3.6.2 ศึกษาผลการใช้ไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ต่อสมบัติของแบทเทอร์และคุณภาพเค้ก

นำสูตรเค้กเนยเจที่ผ่านการคัดเลือกน้ำมันที่ได้จากข้อ 3.6.1 นำมาเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 4 ชนิด คือ แซนแทนกัม ผงเมล็ดแฟลกซ์ ผงเมือกลูกสำรอง และผงเมือกเม็ดแมงลัก ที่ปริมาณร้อยละ 0.1, 0.15 และ 0.2 สำหรับไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดตามลำดับ จากนั้นทำการผลิตเค้กเนยเจตามขั้นตอนดังภาพที่ 3.1 แล้วนำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ประกอบด้วย ค่าความหนืดของแบทเทอร์ ค่าเนื้อสัมผัส ค่าความสว่าง ค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ โดยจะต้องมีการเตรียมผงเมือกลูกสำรองและผงเมือกเม็ดแมงลัก ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียมดังนี้

3.6.2.1 การเตรียมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

ก) การเตรียมผงเมือกลูกสำรอง

นำลูกสำรองแห้งปริมาณ 200 กรัม แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที แล้วแยกเปลือกและเมล็ดออก (ดัดแปลงจาก อุลิสาณ์ และคณะ, 2551) นำเมือกสำรองที่ได้เกลี่ยใส่ถาดอะลูมิเนียมรองด้วยพลาสติก 30×30 ตารางเซนติเมตร หนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง เมื่อได้เมือกสำรองแห้งแล้วนำไปปั่นด้วยเครื่อง blender แบบแห้ง และบดให้เป็นผงด้วยเครื่องบดละเอียด ขนาดอนุภาค 0.25 มิลลิเมตร (ดัดแปลงจากมญชุภา และคณะ, 2552) (รายละเอียดกระบวนการเตรียมแสดงในภาคผนวก ข1)

ข) การเตรียมผงเมือกเม็ดแมงลัก

นำเม็ดแมงลัก ปริมาณ 200 กรัม ร่อนผ่านตะแกรง เพื่อแยกฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกออก นำไปแช่ในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำเม็ดแมงลักที่พองตัวแล้วไปปั่นด้วยเครื่องปั่นผสม blender แบบเปียก ที่ระดับต่ำ (เบอร์ 2) นาน 2 นาที แล้วบีบแยกสารเมือกออกด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นเทสารเมือกที่ได้ใส่ถาดอะลูมิเนียมที่รองด้วยพลาสติก ขนาด 30×30 ตารางเซนติเมตร หนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วเกลี่ยให้ทั่วถาด นำไปใส่ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เมื่อได้เมือกเม็ดแมงลักอบแห้งแล้ว จึงนำไปบดให้เป็นผงด้วยเครื่องบดละเอียด ขนาดอนุภาค 0.25 มิลลิเมตร (ดัดแปลงจาก ศศิธรและปราณี, 2545) (รายละเอียดกระบวนการเตรียมแสดงในภาคผนวก ข2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2.2 การวิเคราะห์ค่าความหนืดของแบทเทอร์ คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้ก

นำตัวอย่างของแบทเทอร์และผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่าง ๆ ดังการวิเคราะห์ในข้อ 3.6.1 ข้อย่อย 1) และข้อย่อย 2)

1) การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ผลิตจากไฮโดรคอลลอยด์ชนิดต่าง ๆ

ทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ผลิตเติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ใช้วิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคไม่สมบูรณ์ (Balanced Incomplete Block Design: BIB) โดยใช้ตารางมาตรฐาน (Cornish, 1983) type 4 ตามตารางที่ 3.3 สำหรับการคำนวณสูตรเพื่อหาจำนวนบล็อค (จำนวนคนชิม, b) และจำนวนครั้งในการปรากฏร่วมของคู่ทรีทเมนต์ (λ) แสดงรายละเอียด ในภาคผนวก ค

ตารางที่ 3.3 แผนการทดลองแบบ BIB

บล็อค (ผู้ชิม)	ตัวอย่าง			
(1)	1	2	4	10
(2)	2	3	5	11
(3)	3	4	6	12
(4)	4	5	7	13
(5)	5	6	8	1
(6)	6	7	9	2
(7)	7	8	10	3
(8)	8	9	11	4
(9)	9	10	12	5
(10)	10	11	13	6
(11)	11	12	1	7
(12)	12	13	2	8
(13)	13	1	3	9

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ดังตารางที่ 3.3) กำหนดให้ผู้ทดสอบชิม 1 คน ได้ชิมตัวอย่างคนละ 4 ตัวอย่าง ทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ ดังนั้นใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 65 คน ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ 9–Point Hedonic Scale โดยการให้คะแนนความชอบในตัวผลิตภัณฑ์จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) ทำการทดสอบด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (ใช้แบบสอบถาม แสดงในภาคผนวก ง)

2) วิเคราะห์ผลทางสถิติ

ก) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพ ข้อ 3.6.2.2 ข้อย่อย 1) มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomnized Design: CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมคำนวณทางสถิติสำเร็จรูป SPSS

ข) นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์(Randomized Complete Block Design : RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้ของแต่ละสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมคำนวณทางสถิติสำเร็จรูป SPSS

3.6.3. การทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจสูตรที่ปรับปรุงแล้ว

นำสูตรเค้กเนยเจที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 3.6.2 ทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ โดยบรรจุเค้กเนยเจจำนวน 1 ชิ้นลงในถุงพลาสติกโพลิเอทิลีน นำให้กลุ่มคนที่รับประทานอาหารเจ อาหารมังสวิรัติ และอาหารชีวจิต ตามร้านอาหารเจ ร้านอาหารมังสวิรัติ ชมรมมังสวิรัติ และชีวจิตโฮม จำนวน 130 คน ทำการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์และตอบคำถามในแบบสอบถามความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (รายละเอียดแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ฉ) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความพึงพอใจโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 5-Point hedonic scale จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของชนิดน้ำมันต่อสมบัติของแบทเทอร์เค้กและคุณภาพทางกายภาพของเค้กเนยเจ

4.1.1 ค่าความหนืดของแบทเทอร์เค้ก

ผลของการใช้น้ำมันชนิดต่าง ๆ ในการทำเค้กเนยเจ พบว่าค่าความหนืดของแบทเทอร์ดังแสดงในตารางที่ 4.1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าความหนืดของแบทเทอร์จากน้ำมันคาโนลา และน้ำมันข้าวโพด ให้ค่าความหนืดมากที่สุด เท่ากับ 131.85 และ 135.03 เซนติพอยท์ ตามลำดับ จากการทดลองพบน้ำมันต่างชนิดกันมีผลทำให้ค่าความหนืดของแบทเทอร์มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำมันคาโนลาและน้ำมันข้าวโพดมีค่าความหนืดสูง (รายละเอียดค่าความหนืดของน้ำมัน แสดงในภาคผนวก ฉ) เมื่อนำมาผลิตเค้กเนยเจ ส่งผลให้แบทเทอร์ของสูตรน้ำมันคาโนลาและข้าวโพดมีค่าความหนืดสูงที่สุด

4.1.2 คุณภาพทางกายภาพของเค้กเนยเจ

1) ปริมาตรของเค้กเนยเจ

จากตารางที่ 4.1 พบว่าชนิดน้ำมันมีผลทำให้ปริมาตรของเค้กเนยเจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเค้กเนยเจสูตรที่ใช้น้ำมันข้าวโพด และน้ำมันคาโนลามีปริมาตรจำเพาะของเค้กสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่น ๆ คือ 1.41 และ 1.39 ซม.^{3}/กรัม ตามลำดับ และเค้กจากสูตรน้ำมันรำข้าวมีปริมาตรจำเพาะต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือ 1.22 ซม.^{3}/กรัม ซึ่งจากการทดลองพบว่าค่าความหนืดของแบทเทอร์มีความสัมพันธ์กับปริมาตรจำเพาะของเค้ก พิจารณาได้จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าน้ำมันที่มีค่าความหนืดสูงเมื่อนำมาทำเค้กจะมีแนวโน้มทำให้เค้กมีปริมาตรจำเพาะสูงเช่นเดียวกัน ส่วนน้ำมันที่มีค่าความหนืดของแบทเทอร์ต่ำจะทำให้ได้เค้กที่ได้มีปริมาตรจำเพาะต่ำ จากงานวิจัยของ Kaur และคณะ (2013) ศึกษาการทดแทนชอตเทนนิ่งด้วยน้ำมันรำข้าวในการทำมัฟฟินที่ระดับร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 โดยพบว่าการทดแทนด้วยน้ำมันรำข้าวในระดับร้อยละ 100 ทำให้มัฟฟินมีปริมาตรน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่น ๆ นอกจากนี้ Shelke และคณะ (1990) รายงานว่าปริมาตรจำเพาะมีความสัมพันธ์กับค่าความหนืดของแบทเทอร์ ถ้าค่าความหนืดของแบทเทอร์ต่ำส่งผลให้ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ลดต่ำลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ลักษณะความหนืดของแบทเทอร์และลักษณะทางกายภาพของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ

ชนิดน้ำมัน	ความหนืดของแบทเทอร์ (เซนติพอยท์)	ลักษณะทางกายภาพของเค้กเนยเจ				
		ปริมาตรจำเพาะ ($ซม.^3$/กรัม)	ความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	การเกาะติด	ความสว่าง	วอเทอร์แอคทิวิตี้
น้ำมันคาโนลา	131.85^{a}±3.10	1.39^{a}±1.52	374.40^{c}±58.22	0.66^{ab}±0.03	57.81^{b}±1.02	0.87^{a}±0.01
น้ำมันข้าวโพด	135.03^{a}±2.76	1.41^{a}±0.58	320.92^{d}±43.51	0.60^{bc}±0.05	54.19^{c}±0.54	0.83^{c}±0.01
น้ำมันรำข้าว	117.33^{c}±5.11	1.22^{c}±2.00	403.47^{bc}±75.23	0.63^{b}±0.04	56.17^{bc}±1.20	0.86^{ab}±0.02
น้ำมันถั่วเหลือง	129.25^{b}±3.65	1.34^{b}±1.73	315.94^{d}±42.07	0.64^{b}±0.04	60.73^{a}±0.60	0.85^{b}±0.01
น้ำมันดอกทานตะวัน	$110.08^{c\,d}$±1.87	1.26^{bc}±1.52	346.3^{cd}±47.91	0.65^{b}±0.06	56.87^{bc}±1.07	0.87^{ab}±0.01
น้ำมันมะกอก	123.34^{bc}±2.19	1.31^{b}±1.00	452.87^{ab}±17.51	0.70^{a}±0.00	59.62^{ab}±0.98	0.85^{b}±0.01
น้ำมันงา	114.33^{c}±2.04	1.28^{bc}±0.57	425.18^{abc}±73.56	0.68^{ab}±0.01	59.13^{ab}±1.21	0.87^{a}±0.00
น้ำมันมะพร้าว	115.41^{c}±5.30	1.33^{b}±0.57	478.52^{a}±35.94	0.71^{a}±0.04	61.51^{a}±0.88	0.86^{ab}±0.01

หมายเหตุ : $^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยของตัวอักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2) ค่าความแข็งและค่าการเกาะติดของเค้กเนยเจ

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าชนิดน้ำมันมีผลต่อคุณภาพของเค้กเนยเจด้านความแข็งและการเกาะติดของเค้กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเค้กสูตรน้ำมันมะกอก น้ำมันงา และน้ำมันมะพร้าวเป็นกลุ่มที่ทำให้เค้กแข็งกว่าน้ำมันชนิดอื่น มีค่าเท่ากับ 452.87, 425.18 และ 478.52 กิโลกรัมแรง ตามลำดับ ส่วนค่าการเกาะติดจากการทดลองพบว่าเค้กเนยเจสูตรน้ำมันมะกอก และน้ำมันมะพร้าวเป็นกลุ่มที่ทำให้เค้กมีค่าการเกาะติดสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.70 และ 0.71 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ผาณิต (2550) รายงานว่าการผลิตเค้กจากน้ำมันมะพร้าวที่ระดับต่างกันส่งผลให้ค่าความแข็ง ค่าการเกาะติด และค่าความเหนียวของเค้กมีค่าสูงกว่าเค้กสูตรที่ผลิตจากไขมันชนิดอื่น จากรายงานของ Sowmya และคณะ (2009) ศึกษาการทดแทนไขมันชนิดอื่นด้วยน้ำมันงาและสารเสริมต่อคุณสมบัติทางวิทยาการกระแส โครงสร้างระดับจุลภาพ คุณภาพ และกรดไขมันของเค้ก พบว่าเค้กที่ใช้น้ำมันงาในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลต่อคุณภาพด้านความแข็งของเค้กให้มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระดับของน้ำมันงา นอกจากนี้ Matsakidou และคณะ (2010) รายงานว่าการใช้น้ำมันมะกอกบริสุทธิ์ทดแทนมาการีนในการผลิตเค้กทำให้เนื้อเค้กมีค่าความแข็งและการเกาะติดเพิ่มสูงขึ้นกว่าการใช้มาการีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3) ค่าความสว่างของเค้กเนยเจ

จากตารางที่ 4.1 พบว่าเค้กที่ผลิตจากน้ำมันต่างชนิดกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเค้กสูตรน้ำมันมะพร้าวมีค่าความสว่างสูงที่สุด คือ 61.51 และเค้กสูตรน้ำมันข้าวโพดมีค่าความสว่างต่ำที่สุด คือ 54.19 อาจเป็นเพราะคุณลักษณะทางด้านสีของน้ำมันแต่ละชนิดซึ่งเกิดจากวัตถุดิบต่างชนิดกัน โดยน้ำมันมะพร้าวมีลักษณะเป็นสีขาวใส ดังนั้นเมื่อนำมาผลิตเค้กจึงส่งผลให้เนื้อเค้กมีความสว่างที่สุดหลังจากการอบ และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าค่าความสว่างของเค้กเนยเจไม่ส่งผลต่อคะแนนคุณลักษณะทางด้านความชอบของสี

4) ค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ของเค้กเนยเจ

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าเค้กเจที่ผลิตจากน้ำมันต่างชนิดกันส่งผลให้ค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ของเค้กมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเค้กจากสูตรน้ำมันงามีค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้สูงที่สุด คือ 0.873 และเค้กที่ผลิตจากน้ำมันข้าวโพดมีค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ต่ำที่สุด คือ 0.832 จากการทดลองพบว่าเค้กที่ผลิตจากน้ำมันงาเมื่อเก็บรักษาไว้นานวันขึ้นส่งผลให้เค้กเกิดการขึ้นราบนผิวขนม ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารที่มีค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้มากกว่า 0.85 จัดเป็นอาหารที่เสื่อมเสียง่ายจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ (รุ่งนภา, 2550)

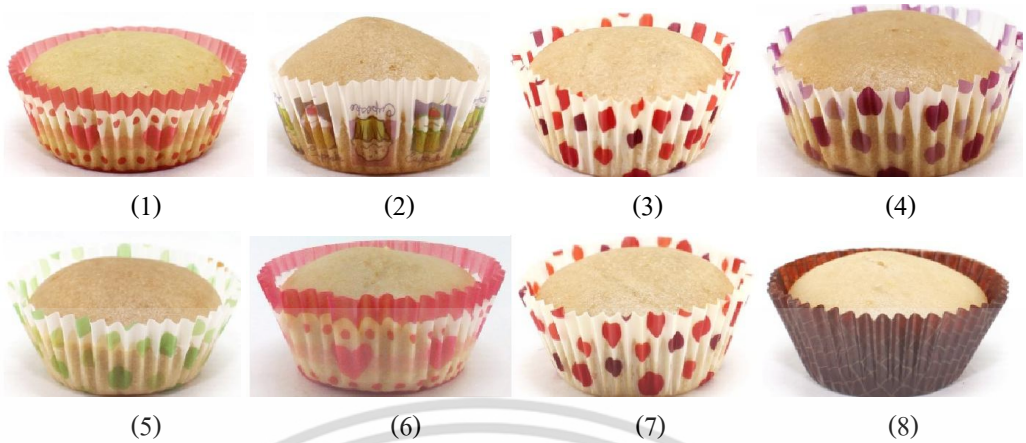
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ลักษณะปรากฏ

จากการสังเกตลักษณะปรากฏของเค้กเนยเจจากภาพที่ 4.1 พบว่าเมื่อใช้น้ำมันพืชต่างชนิดกันในการผลิตเค้กเนยเจ ทำให้เค้กมีลักษณะปรากฏที่แตกต่างกัน โดยเค้กแต่ละชนิดจะมีขนาดความสูง และกว้างไม่เท่ากัน สำหรับเค้กที่มีความนูนสูงที่สุด คือ เค้กเนยเจสูตรน้ำมันข้าวโพด (2) เมื่อเทียบกับเค้กสูตรอื่น และจากการทดลองพบว่าน้ำพืชแต่ละชนิดส่งผลต่อลักษณะปรากฏของเค้กเนยเจ นอกจากนี้อาจมีปัจจัยอื่นร่วมด้วยซึ่งอาจเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนการผลิต เช่น ขั้นตอนระหว่างการผสม อุณหภูมิของเตาอบ และการตักส่วนผสมลงในพิมพ์ เป็นต้น ทั้งนี้จึงไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

จากภาพที่ 4.2 เป็นภาพตัดขวางของเค้กเนยเจแสดงให้เห็นเนื้อด้านในและรูปร่างของเค้กสูตรต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน จากภาพจะเห็นว่าเค้กสูตรน้ำมันรำข้าว (3) มีลักษณะของเค้กมีความสมมาตรที่ดี มีรูพรุนที่ค่อนข้างละเอียด เล็ก ต่างกับเค้กสูตรอื่นที่เนื้อเค้กไม่มีสมมาตรที่ดี มีรูพรุนเล็กใหญ่ไม่สม่ำเสมอ และเนื้อเค้กอัดตัวกันแน่น

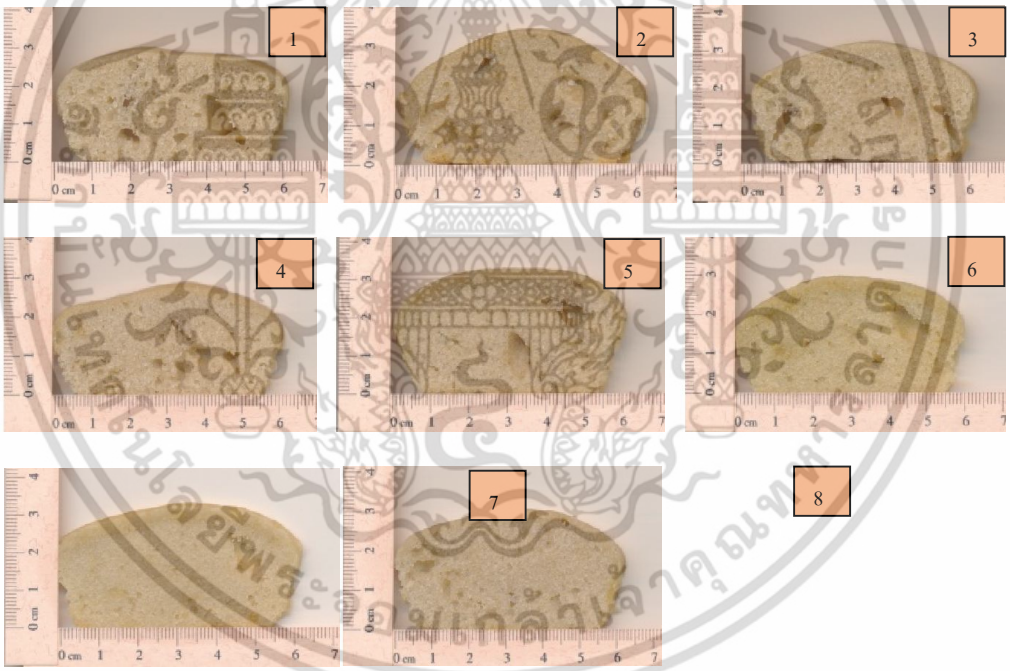
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(1) (2) (3) (4)

(5) (6) (7) (8)

ภาพที่ 4.1 ลักษณะปรากฏของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันคาโนลา (1) น้ำมันข้าวโพด (2) น้ำมันรำข้าว (3) น้ำมันถั่วเหลือง (4) น้ำมันดอกทานตะวัน (5) น้ำมันมะกอก (6) น้ำมันงา (7) น้ำมันมะพร้าว (8)



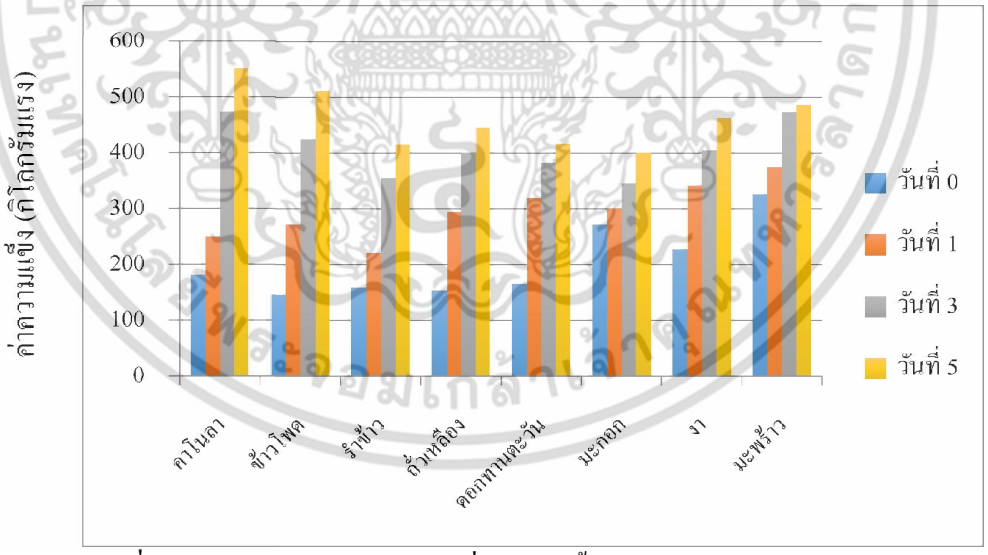
ภาพที่ 4.2 ลักษณะเนื้อของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันคาโนลา (1) น้ำมันข้าวโพด (2) น้ำมันรำข้าว (3) น้ำมันถั่วเหลือง (4) น้ำมันดอกทานตะวัน (5) น้ำมันมะกอก (6) น้ำมันงา (7) น้ำมันมะพร้าว (8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของเค้กเนยเจระหว่างการเก็บรักษา

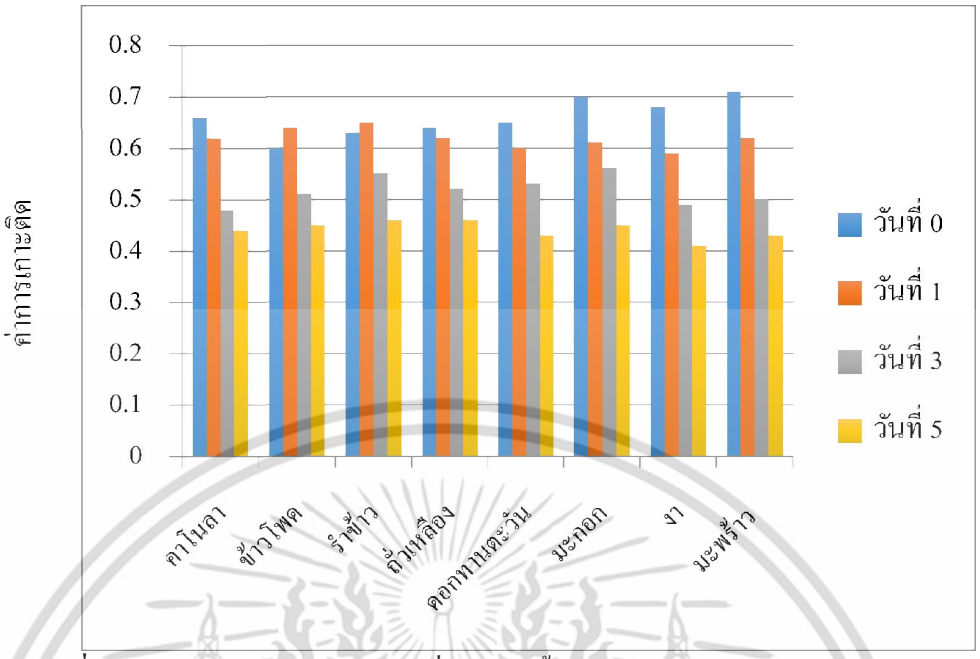
จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพของเค้กเนยเจระหว่างการเก็บรักษา โดยการเก็บเค้กไว้ในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนเป็นเวลา 5 วัน ทำการวัดคุณลักษณะทางกายภาพของเค้กในวันที่ 0, 1, 3 และ 5 ได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.3 เห็นได้ว่าค่าความแข็งของเนื้อเค้กมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยทุกสูตรเนื้อเค้กจะมีลักษณะที่แข็งมากขึ้น ซึ่งเค้กจากสูตรน้ำมันคาโนลาและน้ำมันข้าวโพดพบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าน้ำมันชนิดอื่นในระหว่างการเก็บ ส่วนค่าการเกาะติดจากภาพที่ 4.4 พบว่าค่าการเกาะติดของเนื้อเค้กจากน้ำมันทุกชนิดมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง และยังพบอีกว่าเนื้อเค้กทุกสูตรมีลักษณะร่วนมากขึ้น

สำหรับค่าความสว่างของเค้กจากภาพที่ 4.5 พบว่าการเก็บเค้กไว้นานวันขึ้นไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่างของเนื้อเค้กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้จากภาพที่ 4.6 พบว่าเค้กทุกตัวอย่างมีแนวโน้มของค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อเก็บเค้กไว้นานขึ้น แต่เค้กที่ผลิตจากน้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันมะกอก และน้ำมันงาพบว่าค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้สูงกว่าน้ำมันชนิดอื่นตั้งแต่เริ่มต้นและเมื่อเก็บไว้ที่ 5 วัน ก็ยังส่งผลต่อค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ให้สูงกว่าเค้กที่ทำจากน้ำมันชนิดอื่น ๆ จึงทำให้เกิดราขึ้นบนผิวขนมในวันที่ 5 แต่น้ำมันชนิดอื่นเกิดราขึ้นเมื่อเก็บเค้กไว้นานกว่า 5 วัน

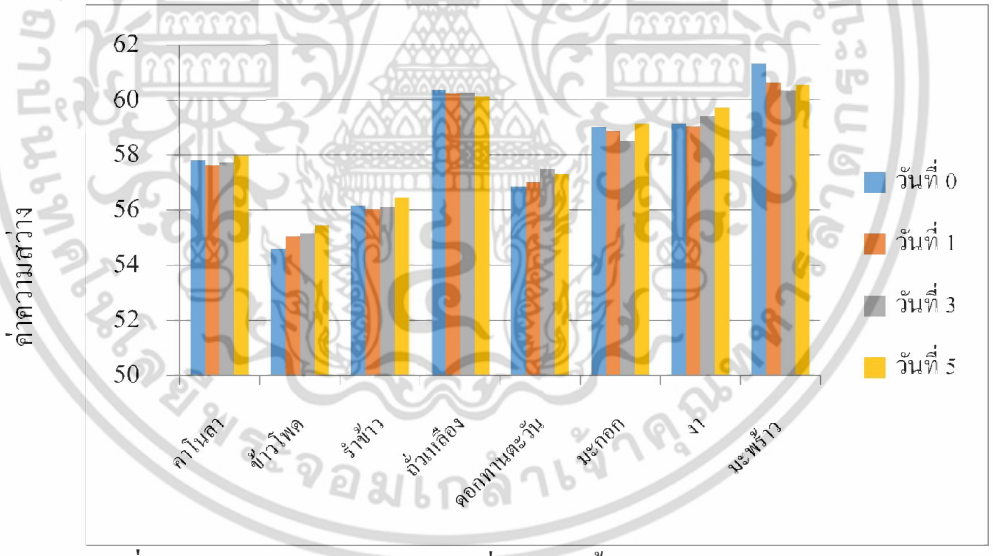


ภาพที่ 4.3 ค่าความแข็งของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ ตลอดเวลา 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

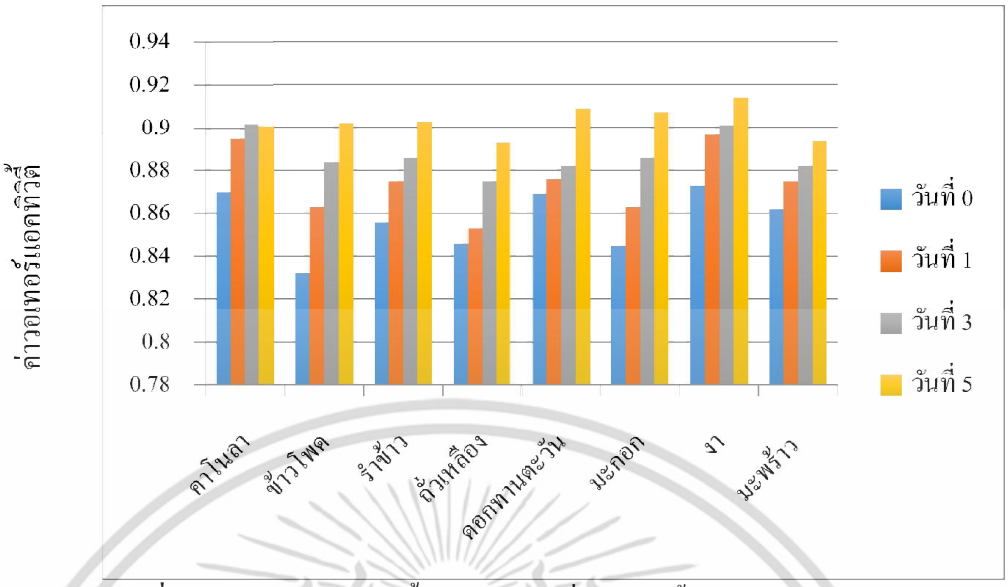


ภาพที่ 4.4 ค่าการเกาะติดของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ ตลอดเวลา 5 วัน



ภาพที่ 4.5 ค่าความสว่างของเค้กเนยเจ ที่ผลิตจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ ตลอดเวลา 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ของเค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ ตลอดเวลา 5 วัน

4.1.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยเจ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าคะแนนด้านคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเค้กเนยเจสูตรน้ำมันรำข้าวได้รับคะแนนสูงสุดที่ 7.11 7.49 7.45 7.63 และ 7.46 ตามลำดับ สำหรับคุณลักษณะทางด้านสีพบว่าชนิดน้ำมันไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางด้านความชอบของสี จากการสังเกตขณะทำการทดลองพบว่าน้ำมันรำข้าวที่ใช้ในการผลิตเค้กเจมีลักษณะใส และมีกลิ่นของน้ำมันไม่มากเมื่อนำมาทำการทดลองจึงส่งผลให้เค้กมีกลิ่นและรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ อีกทั้งให้เนื้อสัมผัสที่ดีไม่มีรสชาติติดค้างในปาก และให้รสชาติใกล้เคียงกับเค้กที่ใช้เนยสดเป็นส่วนผสม สำหรับเค้กสูตรน้ำมันงาเป็นเค้กที่ได้รับคะแนนความชอบน้อยที่สุดในด้านคุณลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อาจเป็นเพราะเค้กที่ทำจากน้ำมันงาให้กลิ่นแรง เมื่อผู้ทดสอบได้ทดสอบชิมแล้วมีรสชาติติดค้างในปาก และให้ความเห็นว่าน้ำมันงาไม่เหมาะที่จะนำมาผลิตเป็นขนมเค้ก ส่งผลให้ได้รับคะแนนน้อยที่สุด

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันชนิดต่าง ๆ พบว่าเค้กสูตรน้ำมันรำข้าวได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดในทุกคุณลักษณะ ทั้งด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม รวมถึงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของเค้กสูตรนี้พบว่าเค้กมีความสมมาตร และรูปร่างที่ดี ตลอดจนเนื้อเค้กมีความนุ่ม ฟู สีสวย ไม่มีกลิ่นและรสชาติติดค้างในปาก และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า 5 วัน โดยที่ไม่เกิดราขึ้นบนขนม และเมื่อพิจารณาจากข้อมูลทั้งหมดแล้วจึงทำให้ผู้วิจัยเลือกตัวอย่างของเค้กเนยเจสูตรน้ำมันรำข้าวมาพัฒนาในขั้นตอนต่อไป โดยนำเค้กไปเติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ และทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภค

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ผลิตจากน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ

ชนิดน้ำมัน	ลักษณะปรากฏ	สี^{ns}	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
คาโนลา	6.57^{a}±1.85	6.31±1.17	6.86^{ab}±0.97	6.71^{b}±1.15	6.14^{bc}±1.70	6.6^{b}±1.22
ข้าวโพด	6.34^{a}±1.61	6.74±1.44	5.46^{b}±2.01	5.91^{cd}±1.34	5.69^{c}±1.75	6.14^{b}±1.31
รำข้าว	7.11^{a}±1.43	7.22±1.09	7.49^{a}±1.07	7.45^{a}±1.06	7.63^{a}±1.19	7.46^{a}±1.12
ถั่วเหลือง	6.51^{a}±1.60	7.8±8.87	6.69^{ab}±1.81	6.69^{b}±1.88	6.83^{ab}±1.71	6.91^{ab}±1.54
ทานตะวัน	4.97^{b}±1.58	6.68±8.74	6.89^{ab}±6.41	5.26^{d}±1.80	4.74^{d}±1.79	5.03^{c}±1.89
มะกอก	6.51^{a}±1.72	8.37±13.74	6.54^{ab}±1.49	6.54^{bc}±1.48	6.40^{bc}±1.82	6.34^{b}±1.75
งา	4.94^{b}±1.92	6.69±1.21	2.86^{c}±1.63	2.43^{e}±1.67	4.46^{d}±2.11	3.37^{d}±1.80
มะพร้าว	6.48^{a}±1.50	5.06±1.88	7.23^{ab}±7.20	5.86^{cd}±1.70	6.03^{bc}±1.81	6.40^{b}±1.31

หมายเหตุ : $^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยของอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ค่าเฉลี่ยของตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.2 ผลของการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ต่อสมบัติของแบทเทอร์เค้กและคุณภาพทางกายภาพของเค้กเนยเจ

4.2.1 ค่าความหนืดของแบทเทอร์เค้ก

จากการทดลองในข้อ 4.1 เมื่อได้ผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจสูตรที่ผ่านการคัดเลือกเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำเค้กมาเติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ประกอบด้วย แซนแทนกัม ผงเมล็ดแฟลกซ์ ผงเมือกลูกสำรอง และผงเมือกเม็ดแมงลัก ที่ระดับร้อยละ 0.1, 0.15 และ 0.2 กรัม จากการทดลองพบว่าผลจากการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ลงในเค้กเนยเจดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าชนิดและปริมาณของสารไฮโดรคอลลอยด์ทำให้ค่าความหนืดของแบทเทอร์มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเติมแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.2 ทำให้ค่าความหนืดของแบทเทอร์มีค่าสูงที่สุด คือ 159 เซนติพอยท์ จากการทดลองพบว่าเมื่อเติมแซนแทนกัมในระดับที่มากขึ้นส่งผลให้แบทเทอร์เค้กมีลักษณะข้นหนืดเพิ่มขึ้นตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ashwini และคณะ (2009) รายงานว่าการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดต่าง ๆ คือ อาราบิก (AR) กัวร์กัม (GR) แซนแทนกัม (XN) คาราจีแนน (CG) และ ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (HPMC) และสารอิมัลซิไฟเออร์ 2 ชนิด คือ กลีเซอรอลสเตียเรท (GMS) และ โซเดียมสเตียโรอิลแลกติเลต (SSL) สามารถเพิ่มความข้นหนืดและค่าความถ่วงจำเพาะของเค้กก่อนอบ โดยตัวอย่างเค้กที่เติมแซนแทนกัมและอิมัลซิไฟเออร์ทั้งสองชนิด (GMS และ SSL) จะทำให้ค่าความหนืดของแบทเทอร์สูงสุด

4.2.2 คุณภาพทางกายภาพของเค้กเนยเจ

1) ปริมาตรของเค้กเนยเจ

จากการทดลองพบว่าชนิดและปริมาณของสารไฮโดรคอลลอยด์ต่างชนิดกันที่ระดับต่างกันมีผลทำให้ปริมาตรจำเพาะของเค้กเนยเจมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 โดยสูตรเค้กที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.2 มีปริมาตรจำเพาะสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่น ที่ 1.35 ซม^3/กรัม และสูตรเค้กเนยเจที่เติมผงเมือกลูกสำรองร้อยละ 0.1 มีปริมาตรจำเพาะของเค้กต่ำที่สุด คือ 1.20 ซม^3/กรัม สอดคล้องกับ Manuel และคณะ (2007) รายงานว่าการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดต่างกันมีผลต่อคุณภาพของเค้กวนิลา โดยเค้กที่เติมแซนแทนกัมและโลคัสบีนกัมจะให้ปริมาตรจำเพาะของเค้กเพิ่มขึ้นมากที่สุด และจากการศึกษาของ Miller และ Heseney (1993) รายงานว่าเค้กที่มีส่วนผสมของแซนแทนกัมมีสมบัติของเค้กที่ดีทั้งทางด้านปริมาตร ความสูง มากกว่าเค้กที่ไม่ได้ใช้แซนแทนกัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ลักษณะความหนืดของแบทเทอร์และลักษณะทางกายภาพของเค้กเนยเจที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

ชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ (ร้อยละ)		ความหนืดของแบทเทอร์ (เซนติพอยท์)	ลักษณะคุณภาพทางกายภาพของเค้กเนยเจ				
			ปริมาตรจำเพาะ (ซม.^{3}/กรัม)	ความแข็ง (กิโลกรัม)	การเกาะติด	ความสว่าง	วอเทอร์แอคทิวิตี้
ไม่มีไฮโดรคอลลอยด์ (สูตรควบคุม)	-	103^{g}±2.1	1.23^{de}±0.02	422.07^{ab}±29.75	0.53^{c}±0.01	57.80^{cd}±1.7	0.893^{ab}±0.01
แซนแทนกัม	0.1	118.67^{f}±5.77	1.24^{cd}±0.02	455.62^{ab}±67.41	0.57^{bc}±0.02	60.22^{ab}±0.83	0.909^{a}±0.01
	0.15	154.3^{abc}±3.5	1.25^{cd}±0.01	480.89^{ab}±49.57	0.68^{ab}±0.14	60.26^{ab}±0.44	0.895^{ab}±0.02
	0.2	159^{a}±1	1.35^{a}±0.02	515.87^{a}±67.56	0.75^{a}±0.01	60.32^{a}±0.3	0.889^{b}±0.01
ผงเมล็ดแฟลกซ์	0.1	137^{e}±5.56	1.25^{cd}±0.01	477.68^{ab}±88.07	0.54^{c}±0.16	58^{abc}±0.99	0.895^{ab}±0.01
	0.15	137.67^{e}±2.52	1.24^{cd}±0.01	466.96^{ab}±25.72	0.58^{bc}±0.06	58.78^{abc}±0.62	0.894^{ab}±0.01
	0.2	146.67^{cd}±1.53	1.32^{b}±0.02	463.04^{ab}±45.35	0.58^{bc}±0.01	58.88^{abc}±0.51	0.893^{ab}±0.02
ผงเมือกลูกสำรอง	0.1	124^{f}±5.3	1.20^{g}±0.01	408.38^{b}±43.31	0.57^{bc}±0.06	57.93^{cd}±0.47	0.908^{a}±0.01
	0.15	142de±3	1.21^{fg}±0.01	431.25^{ab}±41.72	0.62^{bc}±0.01	57.67^{cd}±1.17	0.901^{ab}±0.02
	0.2	142.38^{de}±5.19	1.21^{fg}±0.01	476.25^{ab}±32.63	0.64^{abc}±0.02	56.92^{d}±1.15	0.894^{ab}±0.01
ผงเมือกเม็ดแมงลัก	0.1	147.67^{cd}±2.31	1.22^{def}±0.02	450.68^{ab}±54.04	0.59^{bc}±0.01	58.31^{bc}±1.66	0.902^{ab}±0.05
	0.15	150.33^{bc}±7.77	1.22^{def}±0.01	434.62^{ab}±62.24	0.60^{bc}±0.02	58.97^{abc}±0.80	0.897^{ab}±0.02
	0.2	152.33^{abc}±2.31	1.23^{de}±0.01	421^{ab}±69.20	0.65^{abc}±0.01	59.18^{abc}±1.34	0.899^{ab}±0.01

หมายเหตุ : ^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยของอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2) ค่าความแข็งและค่าการเกาะติดของเค้กเนยเจ

จากตารางที่ 4.3 พบว่าชนิดและปริมาณของสารไฮโดรคอลลอยด์มีผลทำให้ค่าความแข็งและค่าการเกาะติดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าความแข็งและค่าการเกาะติดของเค้กเนยเจที่เติมแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.2 มีค่าสูงที่สุด คือ 515.87 กิโลกรัม และ 0.75 ตามลำดับ โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Guarda และคณะ (2004) พบว่าการเติมไฮโดรคอลลอยด์ลงในส่วนผสมของขนมปัง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลของความสามารถในการจับน้ำได้ดีของไฮโดรคอลลอยด์และพบว่าการเติมแซนแทนกัมส่งผลให้ค่าความแข็ง เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมแซนแทนกัม ซึ่งแซนแทนกัมเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่มีคุณสมบัติในการดูดน้ำ ทำให้มีผลต่อการกระจายตัวและการเกิดเจลาติไนซ์เซชันของแป้งลดลง จากการทดลองยังพบอีกว่าสูตรเค้กเจที่เติมผงเมือกลูกสำรองที่ระดับร้อยละ 0.1 ให้ค่าความแข็งของเค้กเนยเจต่ำที่สุดหรือนุ่มที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรเค้กเจชนิดอื่น ทั้งนี้สอดคล้องกับอุลิสาณ์ และคณะ (2551) รายงานว่าเมื่อมีการใช้วุ้นสำรองทดแทนเนยในเค้กบราวนี่จะทำให้บราวนี่มีค่าความแข็งลดลง แต่ค่าการเกาะติด ความยืดหยุ่น และความชื้นของบราวนี่จะเพิ่มขึ้น

3) ค่าความสว่างของเค้กเนยเจ

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ต่างชนิดกันและที่ระดับต่างกันทำให้ค่าความสว่างของเค้กเจมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรเค้กที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.2 มีผลทำให้เนื้อเค้กสว่างที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบอีกว่าสูตรเค้กที่เติมผงเมือกลูกสำรองร้อยละ 0.2 มีค่าความสว่างต่ำที่สุดหรือมีสีเข้มที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากสารไฮโดรคอลลอยด์ที่นำมาใช้มีสีที่ต่างกัน โดยแซนแทนกัมมีลักษณะเป็นผงสีขาวขุ่น ผงเมล็ดแฟลกซ์มีลักษณะเป็นผงสีเหลือง ผงเมือกลูกสำรองเป็นผงมีสีน้ำตาลเข้ม และผงเมือกเม็ดแมงลักมีลักษณะเป็นผงสีเทาอ่อน เมื่อเติมลงในส่วนผสมเค้กจึงทำให้ผลิตภัณฑ์เค้กหลังจากการอบมีสีต่างกันไปตามชนิดและปริมาณของสารไฮโดรคอลลอยด์

4) ค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ของเค้กเนยเจ

เมื่อนำเค้กเนยเจที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ทำการวัดค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ ดังตารางที่ 4.3 พบว่าเค้กเนยเจทุกสูตรมีค่าใกล้เคียงกันโดยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.893 – 0.909 อาจเนื่องมาจากไฮโดรคอลลอยด์มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ของเค้กที่เติมไฮโดรคอลลอยด์มีค่าสูงกว่าเค้กที่ไม่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์สอดคล้องกับรายงานของ Guarda และคณะ (2004) พบว่าการเติมไฮโดรคอลลอยด์ลงในส่วนผสมขนมปัง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากความสามารถในการดูดน้ำได้ดีของไฮโดรคอลลอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ลักษณะปรากฏ

จากการสังเกตลักษณะปรากฏของเค้กเนยเจจากภาพที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ต่างชนิดกัน ส่งผลให้เค้กแต่ละสูตรมีลักษณะปรากฏที่แตกต่างกัน โดยเค้กมีความนูนและสูงไม่เท่ากัน โดยเค้กสูตรที่เติมแซนแทนกัม ร้อยละ 0.2 กรัม มีความสูงที่สุดและมีสมมาตรที่ดีเมื่อเทียบกับเค้กสูตรอื่น ๆ ส่วนเนื้อเค้กจะมีลักษณะอัดตัวกันแน่น และมีรูพรุนเล็กใหญ่ไม่สม่ำเสมอ สำหรับเค้กที่เติมผงเมือกเม็ดแมงลัก ร้อยละ 0.2 มีความสูงรองลงมาจากเค้กที่เติมแซนแทนกัม ทั้งยังมีลักษณะสมมาตรที่ดี ลักษณะโพรงเนื้อเค้กมีลักษณะโปร่งและเบากว่าเค้กที่เติมแซนแทนกัม

ภาพที่ 4.7 ลักษณะปรากฏของเค้กเนยเจที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์เค้กเจที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ โดยวิธีการให้คะแนนความชอบดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าชนิดและปริมาณไฮโดรคอลลอยด์มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทำให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทางด้านคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยสูตรเค้กที่เติมผงเมล็ดแฟลกซ์ที่ระดับร้อยละ 0.15 ได้รับคะแนนสูงในทุกคุณลักษณะคือ 6.72, 6.44, 6.64, 6.8, 6.36 และ 6.84 ตามลำดับ ซึ่งเป็นคะแนนที่อยู่ระดับความชอบปานกลาง โดยผู้ทดสอบชิมให้ความเห็นว่าเค้กเนยเจสูตรนี้มีเนื้อสัมผัสของเค้กที่นุ่ม ฟูไม่แข็ง สีสันน่ารับประทานเหมือนเค้กเนยทั่วไป ไม่มีกลิ่นและรสชาติติดค้างในปาก ไม่ติดลิ้นติดฟันและฝืดในคอ เมื่อเทียบกับมีสูตรเค้กชนิดอื่น ๆ

จากผลการวิเคราะห์ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมแล้วพบว่าเค้กเนยเจสูตรที่เติมผงเมล็ดแฟลกซ์ที่ระดับร้อยละ 0.15 ได้รับความชอบรวมสูงสุด และเมื่อไปเชื่อมโยง กับผลค่าวิเคราะห์ทางกายภาพเค้ก (ตารางที่ 4.3) จะพบว่าเค้กเนยเจสูตรที่เติมผงเมล็ดแฟลกซ์ที่ระดับร้อยละ 0.15 มีค่าความแข็งประมาณกลาง ๆ น้อยกว่าเค้กที่ใช้แซนแทนกัมซึ่งสอดคล้องกับผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่เค้กมีเนื้อสัมผัสที่ระดับนุ่มปานกลางไม่แข็งเกินไป สีสวยน่ารับประทาน ไม่มีกลิ่นตกค้างในปาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเค้กเนยเจสูตรที่เติมผงเมล็ดแฟลกซ์ที่ระดับร้อยละ 0.15 นำไปเป็นสูตรที่ใช้ทดสอบความชอบของผู้บริโภคในข้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

ชนิดและปริมาณของสารไฮโดรคอลลอยด์ (ร้อยละ)	คุณลักษณะของเค้ก					
	ลักษณะปรากฏ	สี^{ns}	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ไม่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ (สูตรควบคุม)	6.2^{abc}±1.47	6.36±1.25	6.08^{abc}±1.04	5.96^{abc}±1.04	6.08^{ab}±1.44	6^{abc}±1.19
แซนแทนกัม 0.1	6.04^{abc}±1.36	6.16±1.40	5.84^{abc}±1.46	5.96^{abc}±1.46	6.12^{ab}±1.54	6.28^{abc}±1.24
แซนแทนกัม 0.15	5.36^{c}±1.38	6.12±1.09	5.92^{abc}±1.47	5.52^{cd}±1.47	5.56^{ab}±1.71	5.72^{bc}±1.31
แซนแทนกัม 0.2	6.2^{abc}±1.58	6.4±1.71	5.84^{abc}±1.46	5.6^{bcd}±1.46	5.52^{ab}±1.48	5.6^{c}±1.41
ผงเมล็ดแฟลกซ์ 0.1	6.24^{abc}±1.39	6.24±1.13	5.88^{abc}±1.39	5.32^{d}±1.39	5.24^{b}±1.58	5.8^{bc}±1.61
ผงเมล็ดแฟลกซ์ 0.15	6.72^{a}±1.31	6.44±1.26	6.64^{ab}±1.19	6.8^{a}±1.19	6.36^{a}±1.52	6.84^{a}±1.21
ผงเมล็ดแฟลกซ์ 0.2	6^{abc}±1.19	6.2±0.82	5.76^{bc}±1.42	5.96^{abc}±1.42	5.72^{ab}±1.59	6.12^{abc}±1.13
ผงเมือกลูกสำรอง 0.1	6.68^{a}±1.25	6.28±0.98	6.72^{a}±1.49	6.52^{ab}±1.49	6.4^{a}±1.41	6.48^{abc}±1.26
ผงเมือกลูกสำรอง 0.15	6.04^{abc}±1.64	5.84±1.57	6.52^{abc}±1.61	6.32^{abc}±1.61	6.12^{ab}±1.64	6.16^{abc}±1.49
ผงเมือกลูกสำรอง 0.2	5.6^{bc}±1.12	5.68±1.07	6.24^{abc}±0.88	5.8^{bcd}±0.88	5.6^{ab}±1.32	5.96^{abc}±1.13
ผงเมือกเม็ดแมงลัก 0.1	6.28^{ab}±1.49	5.88±1.31	6.36^{abc}±1.15	5.96^{abc}±1.15	6^{ab}±1.78	6.6^{ab}±1.41
ผงเมือกเม็ดแมงลัก 0.15	6.48^{ab}±1.19	6.52 ±1.44	5.68^{c}±1.81	6.24^{abc}±1.81	5.92^{ab}±1.71	6.32^{abc}±1.31
ผงเมือกเม็ดแมงลัก 0.2	6.2^{abc}±1.25	5.88 ±1.23	5.92^{abc}±1.75	6.28^{abc}±1.75	6.28^{ab}±1.69	6.28^{abc}±1.62

หมายเหตุ : ^{a,b,c} ค่าเฉลี่ยของอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

^{ns} ค่าเฉลี่ยของตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.3 ผลการศึกษาการทดสอบความชอบของผู้บริโภค

ทำการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เค้กแล้วตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรม ทัศนคติและความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กเจ ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 5-Point hedonic scale และผลการทดสอบหลังการชิมผลิตภัณฑ์ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ช)

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยการตอบแบบสอบถามกับผู้บริโภคเป้าหมาย จำนวน 130 คน ณ ร้านอาหารเจ ชมรมอาหารเจ ชมรมอาหารมังสวิรัติ และร้านอาหารสุขภาพ พบว่าสามารถจำแนกเป็นเพศหญิง 92 คน และเพศชาย 38 คนโดยส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 31-40 ปี ระดับการศึกษาปริญญาตรี และมีรายได้ต่อเดือนมากกว่า 20,000 บาท

ผลของแบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการรับประทานอาหารเจ พบว่ามีผู้ที่เคยรับประทานอาหารเจ จำนวน 120 คน และไม่เคยรับประทานอาหารเจ จำนวน 10 คน โดยส่วนใหญ่จุดประสงค์ในการรับประทานอาหารเจคือไม่ต้องการเบียดเบียนสัตว์ จำวนวน 45 คน รองลงมาคือเพื่อสุขภาพที่ดี ความถี่ในการรับประทานอาหารเจ คือ ปีละครั้ง จำนวน 38 คน และอยู่ในช่วงเทศกาล จำนวน 53 คน ระยะเวลาที่รับประทานมีจำนวนมากกว่า 5 ปี จำนวน 61 คน โดยรับประทานอาหารประเภทกับข้าวสำเร็จ จำนวน 55 คน สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการรับประทานเบเกอรี่เจพบว่า มีผู้ที่เคยรับประทานเบเกอรี่เจ จำนวน 14 คน ส่วนใหญ่รับประทานเบเกอรี่ประเภทขนมปัง สาเหตุที่เลือกรับประทานเพราะอยากทดลอง จำนวน 43 คน รองลงมาคือเพื่อสุขภาพ จำนวน 36 คน ส่วนแหล่งที่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เจกลุ่มคนเหล่านี้จะเลือกซื้อจากร้านเบเกอรี่ จำนวน 47 คน และซูเปอร์มาร์เกต จำนวน 32 คน (ดังรายละเอียด แสดงในภาคผนวก ช)

จากตารางที่ 4.5 ผลของการทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เค้กเจ โดยผู้ทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 5-Point Hedonic Scale รวมถึงให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ พบว่าหลังจากผู้ทดสอบได้ชิมผลิตภัณฑ์เค้กเจผู้ทดสอบได้ให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ที่ระดับความชอบเฉย ๆ อยู่ในช่วง 3.45 – 3.94 ส่วนความชอบด้านรสชาติให้คะแนนความชอบที่ระดับความชอบเล็กน้อย คือ 4.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภค

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	3.54±0.66
สี	3.45±0.63
กลิ่น	3.86±0.66
รสชาติ	4.04±0.68
เนื้อสัมผัส	3.84±0.77
ความชอบ/ความพึงพอใจโดยรวม	3.94±0.6

หมายเหตุ : ผู้ทดสอบชิมจำนวน 130 คน

ผลการทดสอบความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจของผู้บริโภค โดยพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ที่ระดับความชอบเล็กน้อย คือ 3.94 และให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ระดับร้อยละ 98 โดยให้การยอมรับในระดับมากที่ร้อยละ 52 และระดับปานกลางที่ร้อยละ 46 ไม่ยอมรับที่ร้อยละ 2 และผู้บริโภคมีความยินดีที่จะซื้อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่ระดับร้อยละ 100

จากแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ผู้ทดสอบให้คำแนะนำเพิ่มเติมในว่าผู้บริโภคอาหารเจต้องการให้ผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจมีสีสันน่ารับประทานมากขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีสันอ่อน และไม่ได้มีการตกแต่งหน้าตาจึงไม่ดึงดูดความสนใจเท่าไรนัก โดยผู้บริโภคแนะนำว่าต้องการให้เพิ่มส่วนผสมต่าง ๆ ลงในเค้กด้วย เพื่อเพิ่มรสชาติ และสีสันให้น่ารับประทานยิ่งขึ้น เช่น เมล็ดทานตะวัน ลูกเกด บลูเบอร์รี่ อัลมอนด์ และงา เป็นต้น หรืออาจตกแต่งหน้าด้วยครีม ผลไม้ รวมถึงผลิตเค้กให้มีหลายรสชาติมากขึ้น เช่น ใบเตย และชอกโกแลต นอกจากนี้ผู้บริโภคให้ความเห็นว่าผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพ รสชาติอร่อย หากมีการวางขายในร้านเบเกอรี่ก็ยินดีที่จะซื้อรับประทาน และยังเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคอาหารเจ เนื่องจากปัจจุบันหาซื้อยากและมีขายเฉพาะเทศกาลเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเพื่อคัดเลือกชนิดน้ำมันที่จะใช้ผลิตเป็นเค้กเจพบว่า สูตรเค้กที่เหมาะสมคือ เค้กสูตรน้ำมันรำข้าวเนื่องจากน้ำมันรำข้าวมีผลทำให้ของค่าความแข็งและค่าความแน่นเนื้อของเค้กมีค่าต่ำ ทำให้ได้เนื้อสัมผัสของเค้กมีความนุ่มและเนื้อแน่น อีกทั้งยังให้ลักษณะความสมมาตรของเค้กที่ดี มีรูพรุนค่อนข้างละเอียดและสม่ำเสมอ เมื่อเก็บรักษาเค้กเจเป็นเวลา 5 วันในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนที่อุณหภูมิห้อง พบว่าเค้กไม่ปรากฏการเกิดราบนผิวเค้ก เมื่อนำมาเค้กมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าเค้กสูตรน้ำมันรำข้าวได้รับคะแนนมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่นในทุกด้านทั้งด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

ในส่วนของการศึกษาชนิดและปริมาณของสารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ พบว่าการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ต่างชนิดกัน ส่งผลต่อค่าความหนืดของแบทเทอร์และคุณลักษณะทางกายภาพของเค้กเนยเจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการทดลองพบว่าการใช้แซนแทนกัมทำให้เค้กมีปริมาตรจำเพาะ ค่าความแข็ง ค่าการเกาะติด ค่าความสว่าง และค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้ที่สูงเมื่อเทียบกับไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่น เมื่อนำเค้กไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเค้กเนยเจสูตรที่เติมผงเมล็ดแฟลกซ์ที่ระดับร้อยละ 0.15 โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ในทุกคุณลักษณะทั้งด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

จากผลของการทดสอบความชอบของผู้บริโภคต่อการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจของพบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจที่เติมผงเมล็ดแฟลกซ์ที่ระดับความชอบมากร้อยละ 52 และระดับความชอบปานกลางที่ร้อยละ 48 โดยให้เหตุผลว่าเค้กเนยเจเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคอาหารเจ ผู้รักสุขภาพ อีกทั้งมีรสชาติอร่อย หอม ใกล้เคียงกับเค้กที่มีส่วนผสมของนม เนย ไข่และหากนำผลิตภัณฑ์เค้กเจวางขายในตลาดก็มีความยินดีที่จะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ โดยให้คำแนะ นำเรื่องปรับสีสันของเค้กให้มีมูลค่าและมีความน่ารับประทานเพิ่มขึ้นด้วยการตกแต่งหน้าเพิ่มรส ชาติหรือเพิ่มเติมส่วนผสมอื่นลงไป เช่น เมล็ดทานตะวัน ข้าวโอ๊ต บลูเบอร์รี่ และงา เพื่อเพิ่มความดึงดูดใจได้ง่ายเมื่อพบเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเจในครั้งนี้ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบเพียง 3 ชนิด ดังนั้น แนวทางในการพัฒนาขั้นต่อไปควรศึกษาสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่นเพิ่มขึ้น หรือใช้ร่วมกัน ระหว่างสารไฮโดรคอลลอยด์ทางการค้าและไฮโดรคอลลอยด์จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ เช่น เมือกกระเจี๊ยบ ควินัว เชียซีด และการใช้แซนแทนกัมร่วมกับผงเมล็ดแฟลกซ์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเจด้วยการศึกษาชนิดของน้ำนม เช่น น้ำนมจากถั่วเหลือง น้ำนมจากข้าว น้ำนมจากข้าวโอ๊ต และน้ำนมจากเมล็ดอัลมอนด์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัญญา กำศิริพิมาน. 2542. **วิถีสุขภาพแห่งชีวิต**. สหพันธ์มังสวิรัติแห่งประเทศไทย.กรุงเทพฯ

กฤษณา ภูตาคาม, สรศักดิ์ เหลี่ยวไชยพันธุ์ และนภาพร โออริยกุล. 2544. **การผลิตยาระบายชนิดเพิ่มกาก ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารประเภทเส้นใยและผลิตภัณฑ์ ควบคุมน้ำหนักตัวจากสารเมือกแมงลัก**. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กิตติ สรณเจริญพงศ์. 2555. กินเจลดโลกร้อน. [Online]. เข้าถึงได้จาก http//:www.manager.co.th /Family/ViewNews.aspx?NewsID=9550000128722 (19 เมษายน 2558).

คณะเภสัชศาสตร์. 2543. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัทประชาชน. มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2546. **เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 244 หน้า.

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2552. **มหัศจรรย์น้ำมันมะพร้าวฉบับปรับปรุง**. ชมรมอนุรักษ์และพัฒนาน้ำมันมะพร้าวแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

นัยนา บุญทวียุวัฒน์ และเรวดี จงสุวัฒน์. 2545. **น้ำมันรำข้าว ทางเลือกเพื่อสุขภาพของคนไทย**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 244 หน้า.

ปลื้มจิตต์ โรจน์พันธ์, สุทิน ศิริไพรวัน, ณรงค์ ยุคันตพรพงษ์, นงนิตย์ ธีระวัฒนสุข และศิริรัตน์ ทองเทพ. 2526. **เมล็ดแมงลัก การแยกสารเมือก**. วารสารเภสัชศาสตร์. 10(1): 19-24.

ปิยนุสร์ น้อยด้วง และวชิรพันธ์ จันทร์พงษ์. 2548. **การใช้มิวซิเลจแห้งจากเมล็ดแมงลักเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมกล้วยหอม**. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร. 2(1): 18-27.

เป็นเอก ทรัพย์สิน, 2553. Dessert lover. **Health & Cuisine**. 12(10): 70-74.

ผาณิต รุจิรพิสิฐ. 2550. **ผลของการใช้น้ำมันมะพร้าวต่อคุณภาพของเค้กชนิดส่วนผสมข้น**. วารสารมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 30 (2) : 37-46.

พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล. 2548. **สมบัติของเมือกจากผลพุงทะลาย (*Scaphium scaphigerum*) และผลต่อสมบัติและโครงสร้างจุลภาคของอิมัลชันเนื้อสัตว์ไขมันปกติและไขมันต่ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัชรี กิตติไมตรี. 2555. **การพัฒนาชิฟฟอนเค้กลดคอเลสเตอรอลที่มีส่วนผสมของน้ำมันรำข้าวชนิดแกมมาโอรีซานอลสูง.** วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ศาสตร์. กรุงเทพฯ

พันธิพา จันทวัฒน์, สุเมธ ตันตระเธียร, ศศิกานต์ กู้พงษ์ศักดิ์ และอินทาวุธ สรรพวรสถิตย์. 2545. **โครงการศึกษาข้อมูลด้านสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณค่าทางโภชนาการของน้ำมันบริโภค**. ห้องปฏิบัติการวิจัยและทดสอบอาหารคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

เพ็ญพิชญา เตียว. 2557. **ไฮโดรคอลลอยด์กับแป้งอาหารพลังความหนืดกินไม่อ้วน**. เข้าถึงได้จาก www.elif.fda.moph.go.th/2008/ (12 พฤษภาคม 2558).

มญชุภา กลิ่นสุคนธ์ พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล และณัฏฐา เลาหกุลจิตต์. 2552. **การสกัดและองค์ประกอบทางเคมีของกัมจากเมล็ดสำรอง.** วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 40(3): 333-336.

มณฑนา ธีรจันทรานนท์. 2539. **ผลทางคลินิกของโภชนบำบัดร่วมกับเมล็ดแมงลักในผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลินที่ศูนย์บริการสาธารณสุข 47**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาอาหารเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพฯ

มาโนชญ์ กูลพฤกษี. 2553. **ชีววิทยาของดอกสำรอง**. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 15(1): 42-52.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2550. **อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ละอองดาว ว่องเอกลักษณ์ และกุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์. 2545. **การใช้มิวซิเลจแห้งจากเมล็ดแมงลักเป็นสารช่วยให้คงตัวในผลิตภัณฑ์ซอสพริกและมายองเนส** . วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 7(1): 17-24.

ศศิธร เรืองจักเพ็ชร และปราณี อ่านเปรื่อง. 2545. **การผลิตผงเมือกเมล็ดแมงลัก.** วารสารอาหาร. 32(2): 144-153.

ศิขรินทร์ วงษ์โชติปิ่นทอง และสิทธิชัย ติรแสงอรุณ. 2553. **การประเมินผลโครงสร้างของเนื้อขนมปังโดยใช้การวิเคราะห์ภาพดิจิทัล**. สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2555. (ก) **อุตสาหกรรมอาหาร** : เบเกอรี่ [Online].เข้าถึงได้จาก http://www.kasikornresearch.com/TH/K-EconAnalysis/Pages/Search.aspx (3 มิถุนายน 2558).

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2555. (ข). **ผู้ประกอบการธุรกิจผลิตอาหารพร้อมรับประทานและเบเกอรี่รายใหญ่** [Online].เข้าถึงได้จาก http://www.kasikornresearch.com/th/k-econanalysis/ pages/ View Summery.aspx?docid=28515 (15 มิถุนายน 2558).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำนมถั่วเหลือง (มผช. 529/2547)**. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สุมาลี ทองแก้ว และวลัยทิพย์ สายชลวิจารณ์. 2541. **ถั่วเหลือง พืชมหัศจรรย์ของแผ่นดิน**. สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน. กรุงเทพฯ.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2540. **สารเพิ่มความหนืดและสารทำให้เกิดเจลสำหรับอาหาร**. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

อรุณี อภิชาติสรางกูร และ อัจฉรา เทียมภักดี. 2545. **โครงการเนยแข็งจากนมถั่วเหลืองทางเลือกใหม่ของอาหารมังสวิรัติ**, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. สำนักพิมพ์สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 124 หน้า.

อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์ และสุนทรี สุวรรณสิชณน์. 2553. **"ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก"** หน้า 195-202. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2544. **หลักการประกอบอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อุลิสาณ์ พาชีครีพาพล รัตนชดา เอี่ยมกล่ำ และตุลยา จันทร์ศิริ. 2551. **การใช้วุ้นสำรองทดแทนไขมันในเค้กบราวนี่**. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 40(1): 397-400.

AACC. 2000. American Association of Cereal Chemists. Approved methods of the AACC. 10th ed. St. Paul, M. N., U.S.A.

Anneli, T., Tero, W. and Simo, T. 2004. **Flaxseed as a functional food**. Current Topics in Nutraceutical Research 3(3): 167-188.

Ashwini, A., Jyotsna, R. and Indrani, D. 2009. **Effect of hydrocolloids and emulsifiers on rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake**. Food Technology. 23(3): 700-707.

Barcenasa, M. E. and Rosell, C. M. 2006. **Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: low temperatures and HPMC addition**. Journal of Food Engineering. 72 (1): 92-99.

Berugland, D.R. 2002. **Flax: new uses and demands** In: Janick, J. and A. Whipkey (eds.). Trends in **New Crops and New Uses**. Alexandria. VA. USA. pp. 358-360.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Collar, C., Andreu, P., Martinez, J. C. and Armero, E. 1999. **Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: a response surface methodology study**. Food Hydrocolloids. 13: 467-475.

Carter, J. F. 1996. **Sensory evaluation of flaxseed of different varieties**. Fargo North Dakota: Flax Institute of United States. p. 201-203.

Chen, J., Coa, P. and Song, H. 1996. **Purification and properties of polysaccharide PPIII from Sterculia lychnophora Hance**. China Journal of Chinese Materia Medica. 21: 39-41.

Cornish, E. A. 1983. **Factorial treatments in incomplete randomized blocks**. Journal Australian of Agricultural Science. 4: 199-203.

Elif, T. Gulum, S. and Serpil, S. 2006. **Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend**. Food Hydrocolloids. 22(1): 305-312.

Garcia, O. F., Santos, V. E., Casas, J. A. and Gomez, E. 2000. **Xanthan gum: production, recovery, properties**. Biotechnology Advances. 18: 547-579.

Gimeno, E., Morau, C.I., and Kokini, J.L. 2004. **Effect of Xanthan Gum and CMC on the Structure and Texture of Corn flour Pellets Expanded by Microwave Heating**. Cereal Chemistry. 81: 100-107.

Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C. and Galotto, M. J. 2004. **Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents**. Food Hydrocolloids. 18(2): 241-247.

Freeman, T.P. 1995. **Structure of flaxseed. In Cunnane. S. C. and Thompson. L. U.(Eds). Flaxseed in Human Nutrition**. p. 11-21. Champaign Illinois: AOCS Press.

Imeson, A. 1997. **Thickening and Gelling Agents for Food**, Blackie Academic & Professional. London. 577 p.

Izydorczyk, M., Cui, S. W., and Wang, Q. 2005. **Food carbohydrates: chemistry, physical properties, and applications**. In S. W. Cui Ed. Boca Raton. FL: CRC Press.

Joel, S. 2013. **"The facts about flax." Wave : Winnipeg's Health Wellness.** University of Manitoba. 1:18-26.

Joseph, N. 2015. **"Nutrition profile for flaxseed"** [Online]. Available.: http://www.medicalnews today.com/articles/263405.php?page=2 (21 October 2015).

Kasote, D. M. 2013. **Flaxseed phenolics as natural antioxidants.** International Food Research Journal 20(1): 27-34.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kaur, A., Vishaldeep, J. and Bhise, S. R. 2013. **Replacement of bakery shortening with rice bran oil in the preparation of muffins**. African Journal of Biochemistry Research. 8(7): 141-146.

Kruger, A., Ferrero, C. and Zaritzky, N. E. 2003. **Modelling corn starch swelling in batch system:of sucrose and hydrocolloids**. Journal of Food Engineering. 58: 125-133.

Luh, B. S., Barber, S., Benedito, de B. C. 1991. **Rice bran : chemistry and technology, rice production and utilization**. In Luh BS. (ed). New York : Van Nostrand Reinhold. pp. 313.

Liu, K. 1997. **Soy bean: Chemistry Technology and Utilization**. Springer US. 532 p.

Manuel, G., Felicidad, R., Pedro, A., Caballero, C. A. and Cristina, M. R. 2007. **Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes**. Food Hydrocolloids. 21(2): 167-173.

Marita, D and Ana, G. 2012. **Locust bean gum: Exploring its potential for biopharmaceutical applications**. Journal of Pharmacy & BioAlied Sciences. 4(3): 175-183.

Matsakidou, A., Blekas, G. and Paraskevopoulou, A. 2010. **Aroma and physical characteristics of cake prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil**. LWT-Food Science and Technology. 43: 949-957.

Mazza, G. and Biliaderies, C. G.1989. **Functional properties of flaxseed mucilage**. Journal of Food Science. 54: 1302-1305.

Messina, M. 1995. **Modern uses for an ancient bean: soy foods and disease**. Journal of Chemistry & Industry. 11: 412-415.

Miller, R.A. and Hoseney, R.C. 1993. **The role of xanthan gum in white layer cakes**. Cereal Chemistry. 70(5): 585-588.

Morris, D. H. 2012 **"Flax :A health and nutrition primer."** [Online]. Available : http://flaxcouncil.com/flax/brochure02.pdfverified (27 March 2015)

Oomah, B.D. 2001. **Flaxseed as a functional food source.** Journal of the Science of Food and Agricultural. 81(9): 889-894.

Promluck, S., Shai, B., Pantipa, J. and Ninnart, C. 2007. **Textural and sensory quality of poultry meat batter containing malva nut gum, salt and phosphate**. Food Science and Technology. 40: 498-505.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rajan, S. J. 2015. **"Sweet basil, sabja or tukmaria seed and their health benefits."** [Online]. Available : http://hubpages.com/health/Sweet-Basil-Herb-Sabja-Or-Tukmaria-Seeds-And-Their-Health-Benefits (1 March 2015)

Seon, Y., Djong_Chi, C and Lekh, R. J. 2008. **Chemical and physical properties, safety and application of partially hydrolyzed guar gum as dietary fiber**. Clinical Biochemistry and Nutrition. 42(1): 1-7.

Shelke, K., Faubion, J. M. and Hoseney, R. C. 1990. **The Dynamics of cake baking studied by a combination of viscometry and electrical resistance oven heating**. Cereal Chemistry. 67:575-580.

Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, D. and Indrani, D. 2009. **Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes**. Food Hydrocolloids. 23(7): 1827-1836.

Suzuki, S. and Oshima, S. 1962. **Influence of blending oils on human serum cholesterol-rice bran oil, safflower and sunflower oil**. Journal of Nutrition 28: 194-198.

Swern, D. 1979. **Bailey's industrial oil and fat products**. Wiley Interscience Nicholasville. KY, U.S.A.

Yamada, T., Itoh, A., Kanzaki, T., Yamakura, E., Suzuki, P. and Ashton, P. S. 2000. **Local and geographical distributions for a tropical tree gums, Scaphium (Sterculiaceae) in the Far East**. Plant Ecology Journal. 148: 23-28.

Youn, L., Hui-Jeong, G., Joon, P. J. and Young-Chang, N. 2010. **Preparation of Cellulose-based Nanofibers Using Electrospinning**. Nanotechnology and Nanomaterial, South Korea.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ค่าความหนืดของแบทเทอร์กับคุณลักษณะทางกายภาพของเค้ก

ก1. การวัดค่าความหนืดของแบทเทอร์

การวัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield Viscometer เป็นเครื่องวัดความข้นหนืดแบบแกนหมุน (rotatory viscometer) ใช้วัดความหนืดของอาหารที่มีความข้นหนืดปานกลาง

1) เครื่องมือที่ใช้ เครื่อง Brookfield-Programmable Viscometer รุ่น DV-III

2) วิธีการ calibrate เครื่องวัดความหนืด

2.1 เปิดสวิตซ์เครื่องวัดความหนืด

2.2 เอาหัววัด (spindle) ออกจากแกนมอเตอร์

2.3 กดปุ่มใด ๆ เครื่องจะทำการ calibrate โดยอัตโนมัติ เมื่อมีการ calibrate เสร็จสิ้น หน้าจะขึ้นข้อความว่าให้ใส่หัววัดได้ จึงใส่หัววัดที่จะใช้วัด ซึ่งหัววัดความหนืดมี 7 ขนาด หัววัดหมายเลข 1 จะใช้สำหรับวัดความหนืดในช่วงความเข้มข้นต่ำ หัววัดหมายเลขสูงขึ้นจะใช้วัดความหนืดในช่วงสูงขึ้น

3) วิธีการวัด

3.1 ก่อนทำการวัดทุกครั้งต้องทำการปรับตั้งหัว spindle ก่อนโดยใช้นิ้วสัมผัสกับ spindle เบา ๆ โดยที่ %T (torque) ต้องมีค่าอยู่ที่ 0 ± 0.3%

3.2 เลือกหัว spindle เบอร์ S25 (small sample)

3.3 นำตัวอย่าง ใส่ลงในกระบอกใส่ตัวอย่างแล้วบรรจุเข้ากับ cell เพื่อวัดความหนืด

3.4 ทำการวัด 3 ครั้ง โดยควบคุมที่อุณหภูมิห้อง ความหนืดที่วัดได้มีหน่วยเป็นเซนติพอยส์ (centipoises; Cp)

ภาพที่ ก1 การวัดค่าความหนืดของแบทเทอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก2. การตรวจสอบค่าปริมาตรจำเพาะของเค้ก

การตรวจสอบค่าปริมาตรจำเพาะ (specific volume) ใช้วิธีแทนที่ด้วยเมล็ดงาดำ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ชั่งน้ำหนักของขนมเค้กที่จำทำการตรวจสอบ

2) ใส่ขนมเค้กลงในภาชนะที่มีความสูงและความกว้างมากกว่าขนมเค้กที่จะทำการตรวจสอบ เติมเมล็ดงาให้เต็มช่องว่างทั้งด้านขอบข้างและด้านบนของภาชนะ วัดปริมาตรเมล็ดงาที่ใช้เติมลงไปทั้งหมด แล้วตวงด้วยกระบอกตวง

3) วัดปริมาตรของภาชนะโดยการเติมเมล็ดงาให้เต็มภาชนะแล้ววัดปริมาตรของเมล็ดงาด้วยกระบอกตวง

วิธีคำนวณปริมาตรจำเพาะ

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ} = \frac{\text{ปริมาตรเมล็ดงา (3)} - \text{ปริมาตรเมล็ดงา (2)}}{\text{น้ำหนักขนมเค้ก (1)}}$$

ก3. การวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส

การวัดค่าเนื้อสัมผัส โดยใช้หัววัดชนิด Stainless steel cylindrical No. P/25 โดยเตรียมตัวอย่างชิ้นเค้กขนาด 2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำการวัดแต่ละชุดการทดลอง 6 ซ้ำ ตั้งค่าเครื่องดังต่อไปนี้

การตั้งค่าของ TA-XT

Mode : TPA

Pre-Test Speed (ความเร็วหัววัดก่อนการทดสอบ) 2.0 mm/s

Test Speed (ความเร็วหัววัดระหว่างการทดสอบ) 5.0 mm/s

Post-test Speed (ความเร็วหัววัดหลังการทดสอบ) 5.0 mm/s

Distance(ระยะทางหัววัดจากจุด) 50% strain

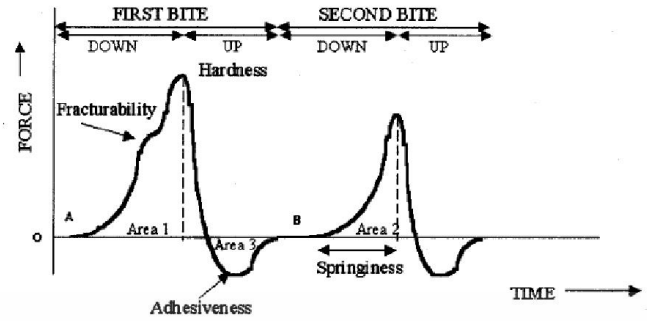
ทำการวัดค่าดังต่อไปนี้

1) ค่าความแข็ง (Hardness) หมายถึง แรงสูงสุดที่ใช้ในการกดครั้งแรก

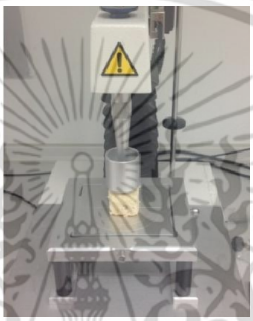
2) ค่าการเกาะติด (Cohesiveeness) หมายถึง ค่าที่บอกถึงความสามารถต้านทานต่อการเสียรูปทรงหรือความสามารถในการเกาะกันของเนื้อเค้กเมื่อกดครั้งที่ 2 เมื่อเทียบกับครั้งแรก

ค่าการเกาะติด (Cohesiveeness) = Area2/Area1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก4.1 กราฟจากการวัด Texture Profile Analysis (TPA)



ภาพที่ ก4.2 การวัดเนื้อสัมผัสของเค้กเนยเจ โดยใช้ หัววัด No. P/25

ก4. การวิเคราะห์ค่าความสว่าง L*

การวัดสีระบบ Hunter Lab เครื่อง Minolta รุ่น CR 400 โดยวัดสี L* เป็นค่าความสว่าง (lightness) มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 (ค่า L* มาก แสดงความสว่างมาก, ค่า L* น้อย แสดงค่าความสว่างน้อยหรือมีสีคล้ำ) ก่อนทำการวัดค่าสีทุกครั้งต้องทำการเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Standard Calibration Plate ตั้งค่า illuminant เท่ากับ C ทำการวัดตัวอย่างเค้กโดยหั่นเค้กเป็นชิ้นลูกบาศก์ขนาด 2×2 เซนติเมตรแล้วใช้หัววัดสีวางทาบลงบนตัวอย่างในแนวตั้งฉากอ่านค่าแสดงผลการวัดค่า L* ทำการวัด 9 ซ้ำ จดบันทึกแล้วหาค่าเฉลี่ย

ก5. การวิเคราะห์ค่าวอเทอร์แอคทิวิตี้

การเตรียมตัวอย่าง

1) ใส่ตัวอย่างในตลับประมาณ 1/3 ของตลับหรือไม่เกินครึ่งหนึ่งของตลับเกลี่ยตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วตลับเพื่อประสิทธิภาพในการวัด

2) ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าที่ขอบริมและด้านนอกของตลับวัดสะอาดห้ามมีตัวอย่างติดบริเวณตลับวัด Aw

3) ตัวอย่างควรมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือต่างกันไม่เกิน 4 องศาเซลเซียสของอุณหภูมิ chamber เครื่องวัด Aw

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปิดเครื่อง

1) เปิดเครื่อง Aw ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาทีเพื่อการวัดที่มีประสิทธิภาพสูง

2) นำตลับวัด Awใส่ลงในเครื่องระวังไม่ให้ให้ตัวอย่างหกหล่น

3) ดันคันโยกไปในตำแหน่ง Open/Load ไปยังตำแหน่ง Read เครื่องจะเริ่มวัดค่า a_w

4) เมื่อเครื่องวัดเสร็จ (ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที) จะมีสัญญาณเตือนให้อ่านค่า a_wและอุณหภูมิที่หน้าจอ

5) เปลี่ยนคันโยกจากตำแหน่ง Read ไปยังตำแหน่ง Open/Load เพื่อนำตลับออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการเตรียมผงเมือกลูกสำรองและผงเมือกเม็ดแมงลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำลูกสำรองแห้งแช่น้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที

↓

แยกเปลือกและเมล็ดลูกสำรองออก ให้เหลือแต่เมือก นำเมือกที่ได้เกลี่ยใส่ถาดอะลูมิเนียมรองด้วยพลาสติก นำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง

↓

นำเมือกลูกสำรองออกจากตู้อบลมร้อน แล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นของแห้ง จนละเอียด

ภาพที่ ข1 การผลิตผงเมือกลูกสำรอง

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเมือกลูกสำรองเข้าเครื่องบดละเอียดขนาดอนุภาค 0.25 มิลลิเมตร บดให้เป็นผง

ภาพที่ ข1 (ต่อ) การผลิตผงเมือกลูกสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเม็ดแมงลักร่อนผ่านตะแกรง แล้วแช่ลงในน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

นำเม็ดแมงลักไปปั่นด้วยเครื่องปั่น แล้วกรองแยกเมือกด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นเทเมือกที่ได้ใส่ถาดอะลูมิเนียมเกลี่ยให้ทั่ว นำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง

นำเมือกออกจากตู้อบลมร้อน แล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องบดละเอียดขนาดอนุภาค 0.25 มิลลิเมตร บดให้เป็นผง

ภาพที่ ข2 การผลิตผงเมือกเม็ดแมงลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การออกแบบการทดลองการทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ใช้วิธีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคไม่สมบูรณ์ (Balance Incomplete Block Design; BIB) เพื่อหาจำนวนคนชิม (จำนวนบล็อค = b) และหาจำนวนครั้งในการปรากฏร่วมของคู่ทรีทเมนต์ (λ) จากสมการดังนี้

$$b = rt/k$$

$$\lambda = r(k-1)/(t-1)$$

สัญลักษณ์ที่ใช้

b = จำนวนบล็อค (จำนวนผู้ชิม)

t = จำนวนสิ่งทดลอง

k = จำนวนสิ่งทดลองต่อบล็อก

r = จำนวนซ้ำ

λ = จำนวนครั้งในการปรากฏร่วมของทุกทรีทเมนต์

ตัวอย่างการคำนวณจากข้อ 3.6.1.3

การคำนวณหาจำนวนคนชิม (b)

$$b = rt/k$$
$$= 7\times8/4$$
$$= 14$$

ดังนั้น จำนวนคนชิม = 14 คน

การคำนวณหาจำนวนครั้งในการปรากฏร่วมของคู่ทรีทเมนต์ (λ)

$$\lambda = r(k-1)/(t-1) = 4(4-1)/(8-1)$$
$$= 4(3)/(7)$$
$$= 4(3)/(7)$$
$$= 3$$

ดังนั้น จำนวนครั้งในการปรากฏร่วมของคู่ทรีทเมนต์ = 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณจากข้อ 3.6.2.2

การคำนวณหาจำนวนคนชิม (b)

$$b = rt/k$$

$$= 4\times13/4$$

$$= 13$$

ดังนั้น จำนวนคนชิม = 13 คน

การคำนวณหาจำนวนครั้งในการปรากฏร่วมของคู่ทรีทเมนต์ (λ)

$$\lambda = r(k-1)/(t-1) = 4(4-1)/(13-1)$$

$$= 4(3)/(12)$$

$$= 4(3)/(12)$$

$$= 1$$

ดังนั้น จำนวนครั้งในการปรากฏร่วมของคู่ทรีทเมนต์ = 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจ

ชื่อ……..วันที่…….....ชุดที่…….....

ข้อมูลส่วนบุคคล

1.เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2.อายุ……ปี

3.ระดับการศึกษาสูงสุด

☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี ☐ อื่นๆ โปรดระบุ……

4.อาชีพ……

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะ	**รหัส**			
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง ความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจ

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย เรื่อง ผลิตภัณฑ์เค้กเจซึ่งแบบสอบถามจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการพฤติกรรมและทัศนคติต่อเค้ก

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์เค้กเจ

ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถามข้อมูลทั้งหมด
ทั้งนี้ข้อมูลที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในงานวิจัยนี้

ข้าพเจ้าในนามของผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณทุกท่าน

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำ : กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ใน ☐ ที่เห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ 15 – 20 ปี ☐ 21 – 30 ปี ☐ 31 – 40 ปี ☐ 41 – 50 ปี ☐ 51 ปีขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

☐ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ☐ ปริญญาตรี
☐ สูงกว่าปริญญาตรี ☐ อื่นๆ โปรดระบุ……

4. อาชีพ

☐ นักเรียน ☐ นักศึกษา / นิสิต
☐ ข้าราชการ ☐ พนักงานรัฐวิสาหกิจ
☐ พนักงานบริษัท ☐ อื่นๆ โปรดระบุ……..

5. รายได้ต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 5,000 บาท ☐ 5,000 – 10,000 บาท
☐ 10,000 – 20,000 บาท ☐ สูงกว่า 20,000 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคอาหารเจ

6. ท่านเคยรับประทานอาหารเจหรือไม่ (เคย ทำต่อข้อ 7, ไม่เคยข้ามไปทำข้อ 17)

☐ เคย ☐ ไม่เคย

7. จุดประสงค์หลักของท่านในการรับประทานอาหารเจ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ไม่ต้องการเบียดเบียนสัตว์ ☐ เพื่อสุขภาพที่ดี

☐ รสชาติ ☐ เป็นที่นิยมในปัจจุบัน

☐ ลดความเสี่ยงต่อโรค ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)…….....

8. ท่านรับประทานอาหารเจบ่อยเพียงใด

☐ ประจำ ☐ 1 ครั้ง / สัปดาห์

☐ 1 ครั้ง / เดือน ☐ มากกว่า 1 ครั้ง / เดือน

☐ 1 ครั้ง / ปี ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)……

9. ส่วนใหญ่ท่านจะรับประทานอาหารเจในโอกาสใด

☐ เฉพาะวันพระ ☐ ทุกวัน

☐ เฉพาะเทศกาล ☐ ไม่แน่นอน

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)…….

10. ท่านรับประทานอาหารเจมาเป็นระยะเวลานานเท่าใด

☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1-5 ปี

☐ มากกว่า 5 ปี (โปรดระบุจำนวน)……..

11. ท่านชอบรับประทานอาหารเจประเภทใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ก๋วยเตี๋ยว ☐ กับข้าวสำเร็จ

☐ อาหารจานเดียว ☐ ขนมและเบเกอรี่

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)……

12. ท่านเคยรับประทานเบเกอรี่เจหรือไม่ (เคย ทำต่อข้อ 13, ไม่เคย ข้ามไปทำข้อ 17)

☐ เคย ☐ ไม่เคย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. โดยส่วนใหญ่ท่านมักซื้อเบเกอรี่ประเภทใด

☐ เค้ก ☐ พัฟและพาย

☐ ขนมปัง ☐ คุกกี้

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

14. ความถี่ในการรับประทานเบเกอรี่ต่อสัปดาห์

☐ น้อยกว่าสัปดาห์ละครั้ง ☐ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์

☐ 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ ☐ มากกว่า 4 ครั้งต่อสัปดาห์

15. เหตุใดท่านจึงเลือกรับประทานเค้กเจ

☐ อยากทดลอง ☐ หน้าตาน่ารับประทาน

☐ เพื่อสุขภาพ ☐ ความอร่อย

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

16. ท่านเลือกซื้อเบเกอรี่เจจากที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ซูเปอร์มาร์เกต

☐ ร้านอาหาร

☐ ร้านเบเกอรี่

☐ ร้านสะดวกซื้อ

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์เค้กเจ

"ผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจ" หมายถึง ผลิตภัณฑ์เค้กที่มีส่วนผสมของแป้งสาลีเป็นหลัก นมถั่วเหลือง น้ำมัน และน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ โดยไม่มีส่วนผสมของไข่และนมจากสัตว์

17. กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด หลังจากท่านชิมผลิตภัณฑ์เค้กเจแล้ว

คุณลักษณะ	ความรู้สึก				
	ไม่ชอบมาก (1)	ไม่ชอบเล็กน้อย (2)	เฉยๆ (3)	ชอบเล็กน้อย (4)	ชอบมาก (5)
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบ/ความพึงพอใจรวม					

ข้อคิดเห็น……

ข้อเสนอแนะ……

18. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจนี้เพียงใด กรุณาระบุการยอมรับโดยทำเครื่องหมาย ✓☐

☐ ยอมรับ

☐ มาก ☐ ปานกลาง ☐ น้อย

☐ ไม่ยอมรับ เนื่องจาก……..

19. จากคำตอบข้อ 18 หากมีร้านเบเกอรี่เจเปิดให้บริการ ท่านยินดีเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เค้กเจหรือไม่ เพราะเหตุใด

☐ ยินดี เพราะ……..

☐ ไม่ยินดี เพราะ……

ขอขอบคุณผู้ประเมินทุกท่าน

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
ตารางค่าความหนืดของน้ำมันพืช 8 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ1 ค่าความหนืดของน้ำมันพืช 8 ชนิด

ชนิดน้ำมัน	ค่าความหนืดของน้ำมัน (เซนติพอยท์)
น้ำมันคาโนลา	45,280±56.93[a]
น้ำมันข้าวโพด	46,182±202.5[a]
น้ำมันรำข้าว	41,120±901[c]
น้ำมันถั่วเหลือง	42,438±112[bc]
น้ำมันดอกทานตะวัน	41,745±48.26[c]
น้ำมันมะกอก	44,549±888.9[ab]
น้ำมันงา	43,009±832.17[b]
น้ำมันมะพร้าว	43,680±312.39[b]

หมายเหตุ : [a, b, c] ค่าเฉลี่ยของอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญ ทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

ตารางแสดงข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากการทดสอบความชอบต่อ ผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจ

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวนผู้ชิม (คน)
เพศ	
ชาย	38
หญิง	92
อายุ	
น้อยกว่า 20 ปี	2
21-30 ปี	46
31-40 ปี	55
41-50 ปี	13
51 ปีขึ้นไป	14
ระดับการศึกษา	
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	7
ปริญญาตรี	62
สูงกว่าปริญญาตรี	51
อื่น ๆ (โปรดระบุ)	10
อาชีพ	
นักเรียน	1
นักศึกษา / นิสิต	20
ข้าราชการ	16
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	15
พนักงานบริษัทเอกชน	36
อื่น ๆ	42

หมายเหตุ จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 130 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช1 (ต่อ) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากการทดสอบความชอบต่อ ผลิตภัณฑ์เค้กเนยเจ

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	จำนวนผู้ชิม (คน)
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
ต่ำกว่า 5,000 บาท	6
5,001-10,000 บาท	18
10,001-20,000 บาท	47
ตั้งแต่ 20,001 บาทขึ้นไป	59

หมายเหตุ จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 130 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช2 ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคอาหารเจ

ข้อมูลสำรวจ	ผลการสำรวจผู้บริโภค	จำนวนผู้ชิม (คน)
เคยรับประทานอาหารเจ	เคย	120
	ไม่เคย	10
จุดประสงค์ในการรับประทานอาหารเจ	ไม่ต้องการเบียดเบียนสัตว์	45
	เพื่อสุขภาพที่ดี	27
	รสชาติ	16
	เป็นที่นิยมในปัจจุบัน	21
	ลดความเสี่ยงต่อโรค	18
	อื่นๆ	3
ความถี่ในรับประทานอาหารเจ	ประจำ	35
	1 ครั้ง / สัปดาห์	24
	1 ครั้ง / เดือน	12
	มากกว่า 1 ครั้ง / เดือน	8
	1 ครั้ง / ปี	38
	อื่น ๆ	13
รับประทานอาหารเจในโอกาส	เฉพาะวันพระ	21
	ทุกวัน	12
	เฉพาะเทศกาล	53
	ไม่แน่นอน	28
	อื่น ๆ	16
ระยะเวลาในการรับประทานอาหารเจ	น้อยกว่า 1 ปี	25
	1 - 5 ปี	44
	มากกว่า 5 ปี	61
รับประทานอาหารเจประเภท	ก๋วยเตี๋ยว	32
	กับข้าวสำเร็จ	55
	อาหารจานเดียว	26
	ขนมและเบเกอรี่	14

หมายเหตุ จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 130 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช2 (ต่อ) ข้อมูลพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคอาหารเจ

ข้อมูลสำรวจ	ผลการสำรวจผู้บริโภค	จำนวนผู้ชิม (คน)
สาเหตุที่เลือกรับประทานเพราะ	อยากทดลอง	43
	หน้าตาน่ารับประทาน	19
	เพื่อสุขภาพ	36
	ความอร่อย	18
	อื่น ๆ	14
เลือกซื้อเบเกอรี่เจจากที่ใด	ซูเปอร์มาร์เกต	32
	ร้านอาหาร	17
	ร้านเบเกอรี่	47
	ร้านสะดวกซื้อ	29
	อื่น ๆ	5

หมายเหตุ จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 130 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เค้กเจ

ข้อมูลสำรวจ	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์เค้กเจ	
ยอมรับ	98
มาก	52
ปานกลาง	46
ไม่ยอมรับ	2
ยินดีเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เค้กเจหรือไม่	
ยินดี	100
ไม่ยินดี	-

หมายเหตุ จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 130 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวธีราพัทธ์ ชมชื่นจิตต์สิน
วัน เดือน ปีเกิด	21 ตุลาคม พ.ศ. 2523 ที่กรุงเทพฯ
ที่อยู่	69/8 ซอยสวนผัก 6 ตลิ่งชัน กรุงเทพฯ 10170
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2546 ศิลปะศาสตร์บัณฑิต สาขาการท่องเที่ยว สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ และศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา พ.ศ. 2555 และสำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2558
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ. 2547 พนักงานฝ่ายกิจกรรมและฝึกอบรม บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งค์แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) พ.ศ 2551 Commis Chef ห้องอาหาร La Scala โรงแรมสุโขทัย พ.ศ.2552 กองบรรณาธิการฝ่ายอาหารนิตยสาร Health & Cuisine บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งค์แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน) พ.ศ.2555 ฝ่ายอาหารและสไตลิสต์ บริษัท อัลติเมท เฮลท์ จำกัด
การนำเสนอผลงาน	Effect of oil type on the quality of cake for vegans International Research Conference on Engoneering and Technology International Scientific Conference on Management and Information Science 27 – 29 June 2014 Bali

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้