การใช้เนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเพื่อสุขภาพ

USE OF *Moringa oleifera* GREEN POD PULP AND LEAF POWDER FOR THE DEVELOPMENT OF HEALTHFUL CAKE

วรรณพา อินทร์อ้นกุล

WANNAPORN INNOWUNDE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2555

KMITL-2012-AI-M-053-147

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้เนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเพื่อสุขภาพ

USE OF *Moringa oleifera* GREEN POD PULP AND LEAF POWDER FOR THE DEVELOPMENT OF HEALTHFUL CAKE

วรรณพร อินทร์ก้อนวงค์

WANNAPORN INGONWONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.123760
วัน, เดือน, ปี 2 9 พ.ค. 2555

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2555

KMITL-2012-AI-M-053 - 147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USE OF *Moringa oleifera* GREEN POD PULP AND LEAF POWDER FOR THE DEVELOPMENT OF HEALTHFUL CAKE

WANNAPORN INGONWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2012

KMITL-2012-AI-M-053-147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2012

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้เนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กเพื่อสุขภาพ
นักศึกษา	นางวรรณพร อินทร์ก้อนวงค์
รหัสประจำตัว	53680232
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การอาหาร
พ.ศ.	2555
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรเค้กเพื่อสุขภาพโดยใช้เนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผงเป็นส่วนผสม จากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าเนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผงมีโพลีฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 1,014.40±4.95 และ1,057.92±8.44 มิลลิกรัมกรดแกลลิก/100 กรัมตัวอย่างแห้ง และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 939.36±4.27 และ 3,568.03±9.87 มิลลิกรัมกรดแอสคอร์บิก/100 กรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ ในการพัฒนาสูตรเค้กมะรุมโดยใช้สูตรพื้นฐานของเค้กแครอท จากการศึกษาปริมาณน้ำมันรำข้าว เนื้อฝักมะรุม ใบมะรุมผง และน้ำตาลทรายที่เหมาะสม พบว่าสูตรที่เหมาะสมมีปริมาณส่วนผสมดังกล่าวเท่ากับ 50, 100, 6.5 และ 75 % โดยน้ำหนักแป้งสาลี ตามลำดับ เค้กมะรุมที่ได้มีปริมาณโปรตีน แคลเซียม โพลีฟีนอลทั้งหมด และความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่า แต่มีพลังงาน ปริมาณไขมันทั้งหมด และเบต้า-แคโรทีนต่ำกว่าเค้กแครอท ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าเนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผงสามารถใช้เป็นส่วนผสมสำหรับเค้กเพื่อสุขภาพได้ดี เมื่อนำเค้กมะรุมที่ได้ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของปัจจัยที่ทดสอบ คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และเมื่อสอบถามเกี่ยวกับการตัดสินใจซื้อพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามจะซื้อผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมแน่นอนคิดเป็น 51 % และตอบว่าอาจจะซื้อคิดเป็น 48 % จากข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมตามสูตรที่พัฒนาจากงานวิจัยนี้ มีศักยภาพในการที่จะผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Use of *Moringa oleifera* green pod pulp and leaf powder for the development of healthful cake.
Student	Mrs. Wannaporn Ingonwong
Student ID.	53680232
Degree	Master of Science
Program	Food Science
Year	2012
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Praphan Pinsirodom

ABSTRACT

This research was aimed to develop the formula of healthful cake using the flesh of green pod and leaf powder derived from *Moringa olefera* as ingredients. The flesh of green pod and leaf powder had total polyphenol content of 1,014.40±4.95 and 1,057.92±8.44 mg gallic acid/100 g dry sample and DPPH radical scavenging capacity of 939.36±4.27 and 3,568.03±9.87 mg ascorbic acid/100 g dry sample, respectively. The Moringa cake formula was developed according to the basic formula of carrot cake. It was found that the suitable amounts of rice brand oil, the flesh of green pod, the leaf powder and sugar in the cake formula were 50, 100, 6.5 and 75 % by weight of the wheat flour. The obtained Moringa cake was higher in protein content, calcium, total polyphenol content and DPPH radical scavenging capacity but lower in calorie, total fat and beta-carotene content compared to the carrot cake. Results indicated that the flesh of green pod and leaf powder derived from *Moringa olefera* can be good functional ingredients for a healthful cake. The consumer preference test of the Moringa cake was then performed using 100 test panels. Results showed that the sensory scores for all attributes including appearance, color, odor, taste, texture, and overall liking were in the range of "slightly like" and "moderately like". According to the question on purchase decision, the 51 % of the panels gave the answer for "will definitely purchase" and 41 % for "may purchase". The result indicated that the Moringa cake prepared according to the developed formula had a potential of commercially production.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ให้เกียรติเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รวมทั้งความกรุณาถ่ายทอดความรู้ คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันมีค่าและคำปรึกษาต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าในการทำวิจัย ตลอดจนเสียสละเวลาอันมีค่าสำหรับการตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล และ ผศ.ดร. ยุพร พืชกมุทร เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งตรวจทาน แก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการสอบวิทยานิพนธ์เพื่อให้มีความสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ประสิทธ์ประสาทความรู้และวิชาการต่าง ๆ ให้แก่ข้าพเจ้า ตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษา ณ สถาบัน ฯ แห่งนี้ จนกระทั่งข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้การสนับสนุนช่วย เหลือและให้กำลังใจในการเรียนและการทำวิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณ ดร.ทนาวุฒิ ปริญญาพัฒนบุตร ที่ให้ความอนุเคราะห์กำลังกาย กำลังแรงใจ รวมถึงได้เสียสละเวลาอันมีค่า เพื่อแนะนำการวิเคราะห์ผลวิจัยทางเคมีทั้งหลายทั้งปวง และ ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์ผลวิจัยทางสถิติ

ขอขอบคุณ นักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ ที่อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติการ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ธุรการในงานเอกสารต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน และน้องนักศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอกทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือและกำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพร้อยเอ็ด และ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ให้ทุนการศึกษาต่อระดับปริญญาโทหลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี ภายใต้แผนปฏิบัติการไทยแข็งแข็ง (SP2) ตามโครงการพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่คณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับผิดนั้นไว้แต่เพียงผู้เดียว

วรรณพร อินทร์ก้อนวงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะรุม.....4

2.2 ประโยชน์ของมะรุมต่อสุขภาพ.....4

2.3 คุณค่าทางโภชนาการของใบมะรุม.....5

2.4 สารประกอบฟีนอลิก.....8

2.5 สมบัติการเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิก.....9

2.6 เค้ก.....10

2.7 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เค้ก.....10

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....16

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....19

3.1 วัตถุดิบ.....19

3.2 อุปกรณ์.....19

3.3 สารเคมี.....20

3.1 วิธีการทดลอง.....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 26
4.1 ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของเนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผง 26
4.2 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมโดยใช้เนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกและใบมะรุมผงเป็นส่วนผสม 27
4.3 คุณค่าทางโภชนาการของเค้กมะรุม 33
4.4 ความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อเค้กมะรุม 34

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 37
5.1 สรุปผล 37
5.2 ข้อเสนอแนะ 38

เอกสารอ้างอิง 39

ภาคผนวก 41
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด.....42
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH.....46
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะของเค้ก 50
ภาคผนวก ง สูตรเค้กแครอท 54
ภาคผนวก จ ผลทดสอบการเติมน้ำมันรำข้าวในเค้กมะรุม.....55

ประวัติผู้วิจัย 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อฝักและใบมะรุมในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม และค่า (ปริมาณร้อยละของสารอาหารที่ได้รับต่อความต้องการในหนึ่งวัน).....5

2.2 คุณค่าทางโภชนาการของใบมะรุมแห้ง 100 กรัม 6

2.3 วิตามินและเกลือแร่ต่าง ๆ ในใบมะรุมแห้ง 100 กรัม 6

2.4 ปริมาณกรดอะมิโนและสารสกัดในใบมะรุมแห้ง 100 กรัม.....7

3.1 สูตรพื้นฐานของเค้กมะรุม.....22

4.1 ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของเนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผง.....26

4.2 ปริมาตรจำเพาะของเค้กมะรุมเมื่อใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวแตกต่างกัน.....27

4.3 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเค้กมะรุมเมื่อใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวแตกต่างกัน.....27

4.4 ปริมาตรจำเพาะ ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างเค้กมะรุมเมื่อใช้ปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกแตกต่างกัน.....29

4.5 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเค้กมะรุมเมื่อใช้ปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกแตกต่างกัน.....29

4.6 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัส ของตัวอย่างเค้กมะรุมเมื่อใช้ปริมาณใบมะรุมผง แตกต่างกัน.....31

4.7 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเค้กมะรุม เมื่อใช้ปริมาณน้ำตาลทรายแตกต่างกัน.....32

4.8 สูตรที่เหมาะสมสำหรับเค้กมะรุม.....32

4.9 คุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณโพลีฟีนอล และ สมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของเค้กมะรุมเปรียบเทียบกับเค้กแครอท 33

4.10 ข้อมูลทางสังคมของผู้ตอบแบบสอบถาม.....34

4.11 ข้อมูลความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะรุมของผู้ตอบแบบสอบถาม.....35

4.12 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อเค้กมะรุม โดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน 36

4.13 ข้อมูลการตัดสินใจซื้อของผู้ตอบแบบสอบถาม.....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ต้นมะรุมและฝักมะรุม 4

2.2 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบไอโซไธโอไซยาเนต ที่พบใน ฝักและใบมะรุม.....9

2.3 เค้กที่เตรียมโดยใช้ใบมะรุมผงเป็นส่วนประกอบ.....19

3.1 ขั้นตอนการทำเค้กมะรุม.....23

ก1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตรกับ ปริมาณกรดแกลลิก.....44

ข1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวิตามินซีและเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง อนุมูลอิสระ DPPH.....48

ง1 ขั้นตอนการทำเค้กแครอท.....54

จ1 ลักษณะปรากฏภายนอกของ เค้กมะรุมเติมน้ำมันรำข้าว ที่ระดับต่าง ๆ กัน โดยน้ำหนัก แป้งสาลี 56

จ2 ลักษณะเค้กมะรุมคัดคามขวาง ที่เติมน้ำมันรำข้าว ที่ระดับต่าง ๆ กัน โดยน้ำหนัก แป้งสาลี...56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบันประชาชนส่วนใหญ่ให้ความสนใจเรื่องสุขภาพมากขึ้น เนื่องจากการดำเนินชีวิตของคนเรามีโอกาสได้รับสารเคมีและสารปนเปื้อนในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีสาเหตุมาจากพฤติกรรมการรับประทานอาหารสำเร็จรูป ที่นิยมมากในกลุ่มวัยทำงาน ส่งผลให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมา โดยอาจก่อให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย รวมถึงการเจ็บป่วยและโรคภัยไข้เจ็บ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคความดัน โรคเบาหวาน และโรคหลอดเลือดอุดตัน เป็นต้น การปรับพฤติกรรมการบริโภคอาหาร เป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้บริโภคมีสุขภาพที่ดี ลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ เช่น การรับประทานผักปลอดสารพิษ ผักพื้นบ้านหรือสมุนไพร เป็นต้น ดังนั้นจึงก่อให้เกิดกระแส ความสนใจการดูแลสุขภาพโดยการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น

การรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ คือ การรับประทานอาหารให้ครบทั้ง 5 หมู่ ที่มีความหลากหลาย โดยเป็นอาหารที่มีไขมันและโคเลสเตอรอลต่ำ *รวมถึงมีเส้นใยอาหารสูง* เพื่อเสริมสร้างสุขภาพที่ดีอย่างเหมาะสมตามความต้องการในแต่ละวันและแต่ละวัยของตนเอง ซึ่งแหล่งอาหารที่อุดมด้วยวิตามิน เกลือแร่ เส้นใยอาหาร ได้แก่ ผักและผลไม้ ซึ่งจัดเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่มีสารพฤกษเคมี (phytochemicals) ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) ซึ่งเป็นสารที่มีสมบัติต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน มีส่วนช่วยลดอัตราเสี่ยงจากการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ สารประกอบฟีนอลิก เป็น สารประกอบทุติยภูมิที่พืชสร้างขึ้น เพื่อประโยชน์ในกระบวนการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ รวมทั้งช่วยปกป้องพืชจากการติดเชื้อหรือถูกทำลายโดยแมลงหรือจุลินทรีย์ และ ยังมีหน้าที่เกี่ยวกับการเกิดสีและกลิ่นรส (Karakaya , 2004) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่พบในพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป นอกจากนี้ในส่วนของเนื้อเยื่อที่ต่างกันของผักและผลไม้ชนิดเดียวกัน ยังมีปริมาณของสารฟีนอลิกที่แตกต่างกันอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก มีปัจจัยทางด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม เข้ามามีบทบาทเกี่ยวข้องกับการสร้างสารประกอบฟีนอลิกของพืช นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการเพาะปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูป หรือ แม้แต่วิธีการเก็บรักษา ก็ล้วนมีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งสิ้น (วิวัฒน์, 2545) สมบัติที่ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบันของสารประกอบฟีนอลิก คือ สมบัติการเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันธรรมชาติ ทั้งในอาหารและระบบของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีส่วนในการป้องกันและลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และ ชะลอความชรา เป็นต้น ในด้านสุขภาพสารประกอบฟีนอลิกยังมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้ และ มีคุณสมบัติในการละลายลิ่มเลือด รวมไปถึงการเป็นสารต้านการก่อมะเร็ง (โอภาและคณะ, 2550)

มะรุมเป็นพืชที่พบได้ทุกภาคในประเทศไทย นิยมปลูกไว้ในบริเวณบ้าน สามารถบริโภคได้ทั้งยอด ใบ ดอกและฝัก ในฤดูหนาวจะมีมะรุมจำหน่ายทั่วไป ทั้งตลาดในเมืองและในท้องถิ่น คนไทยทุกภาครับประทานมะรุมเป็นผัก ชาวภาคกลางนิยมนำมะรุมอ่อนไปปรุงเป็นแกงส้มและนำดอกมะรุมลวกให้สุกหรือดองรับประทานกับน้ำพริก สำหรับชาวอีสานใช้ยอดอ่อน ใบอ่อน ช่อดอกอ่อนนำไปลวกให้สุกหรือต้มให้สุกรับประทานเป็นผักร่วมกับปันแจ่ว ลาบ ก้อย หรือนำไปปรุงเป็นแกงอ่อม ส่วนฝักอ่อนหรือฝักที่ยังไม่แก่เต็มที่นำมาปอกเปลือกหั่นเป็นท่อนและนำไปปรุงเป็นแกงส้มหรือแกงลาว นอกจากนี้ ที่จังหวัดชัยภูมิยังรับประทานฝักมะรุมอ่อนสดเป็นผักแกล้ม ร่วมกับส้มตำโดยรับประทานแทนถั่วฝักยาว และ ฝักมะรุมอ่อนสามารถนำไปแกงส้มได้โดยไม่ต้องปอกเปลือก ชาวเหนือนำดอกอ่อนฝักอ่อนใช้แกงกับปลา ในต่างประเทศ เช่น อินเดียมีการทำใบมะรุมผงใช้เป็นอาหาร น้ำใบมะรุมอัดกระป๋อง (พืชผักสมุนไพร, 2554) ปัจจุบันมีการนำมะรุมมาใช้เป็นส่วนประกอบในขนมและเครื่องดื่ม เช่น คุกกี้มะรุม วุ้นมะรุม กาแฟมะรุม หรือ ชามะรุม เป็นต้น จากข้อมูลประโยชน์ของมะรุมที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงน่าสนใจที่จะนำเนื้อฝักมะรุม และ ใบมะรุมมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เค้กเพื่อสุขภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด และ สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกและใบมะรุมผง

1.2.2 พัฒนาสูตรเค้กเพื่อสุขภาพโดยใช้เนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกและใบมะรุมผงเป็นส่วนผสม

1.2.3 ศึกษาคุณภาพเชิงสุขภาพและโภชนาการของเค้กมะรุมที่ได้

1.2.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเค้กมะรุม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกและใบมะรุมผง ที่เหมาะสมในการพัฒนาเค้กมะรุมเพื่อสุขภาพ รวมถึงส่วนผสมของเค้กที่เหมาะสม เช่น น้ำมันพืช น้ำตาลทราย ที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค และ ศึกษาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุก และใบมะรุมผง รวมถึงคุณภาพเชิงสุขภาพและโภชนาการจากการยอมรับของผู้บริโภคสำหรับเค้กมะรุมที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเค้กมะรุมเพื่อสุขภาพ รวมทั้งทราบถึงปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการต้านอนุมูลอิสระDPPH ของเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกและใบมะรุมผง และคุณภาพเชิงสุขภาพและโภชนาการจากการยอมรับของผู้บริโภคสำหรับเค้กมะรุมที่ได้

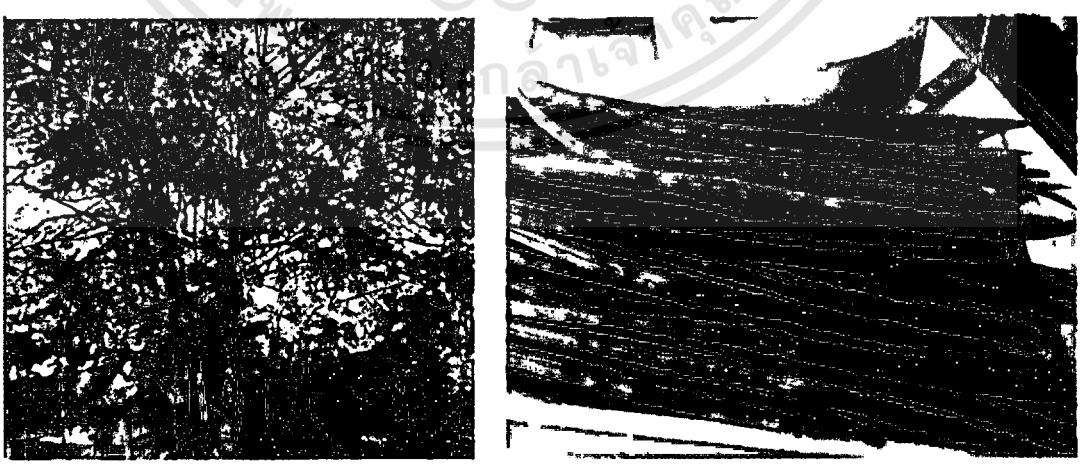
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะรุม

มะรุม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Moringa oleifera* Lam. วงศ์ Moringaceae เป็นพืชกำเนิดแถบใต้เชิงเขาหิมาลัย สำหรับประเทศไทยพบมากในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ที่ปลูกไว้ในบริเวณบ้านของคนไทยมาแต่โบราณ ยอด ดอกและฝักเขียวของมะรุม สามารถนำมาบริโภคได้ แต่ส่วนของฝักจะได้รับความนิยมบริโภคมากกว่าส่วนอื่น ๆ ต้นมะรุมพบได้ทุกภาคในประเทศไทย ทางอีสาน เรียก "ผักอีฮุม หรือ ผักอีฮึม" ภาคเหนือ เรียก "มะค้อมก้อน" ชาวกะเหรี่ยงแถบกาญจนบุรี เรียก "กามน้งดิง" ส่วนชาวฉานแถบแม่ฮ่องสอน เรียก "ผักเนื้อไก่" เป็นต้น ลำต้นของมะรุมมีลักษณะ เป็นทรงพุ่มโปร่ง มีเปลือกลำต้นเป็นสีเทา ผิวค่อนข้างเรียบและสูงประมาณ 10 - 30 เมตร ใบมะรุม มีลักษณะ แตกใบย่อย 3 ชั้น มีความยาว 20 - 40 เซนติเมตร ออกลักษณะเรียงแบบสลับใบย่อยความยาว 1-3 เซนติเมตร ปลายใบและฐานใบมน ผิวใบด้านล่างมีสีเขียวอ่อนและมีขนเล็กน้อย ใบที่อยู่ปลายสุดจะมีขนาดใหญ่กว่าใบอื่น ดอกเป็นช่อสีขาวอยู่ตามบริเวณส่วนยอด ดอกมีสีเหลืองนวลมีลักษณะเป็น 5 กลีบ มีเกสรกลางดอกเป็นสีเหลืองเข้ม ดอกที่บานเต็มที่มีขนาดประมาณ 1 นิ้ว ผลมะรุมมีลักษณะเป็นฝักยาว สัณฐานกลม สีเขียว เปลือกหนา ผิวด้านนอกเป็นคลื่นนูนของเมล็ด ลักษณะเหมือนไม้ตีกลอง ซึ่งเป็นที่มาของชื่อเรียกพืชชนิดนี้ในภาษาอังกฤษว่า "ต้นไม้ตีกลอง (Drumstic tree)" ฝักมะรุมมีขนาดยาวประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร (กองบรรณาธิการ, 2552)



ภาพที่ 2.1 ต้นมะรุมและฝักมะรุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ประโยชน์ของมะรุมต่อสุขภาพ

มะรุม เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื้อฝักมะรุมอุดมไปด้วย แร่ธาตุและวิตามิน ได้แก่ วิตามินซี (ascorbic acid) ที่มีมากกว่าส้มถึง 7 เท่า มีวิตามินเอมากกว่าแครอทถึง 3 เท่า มีแคลเซียมมากกว่านมถึง 4 เท่า มีโพแทสเซียมมากกว่ากล้วยถึง 3 เท่า มีโปรตีนมากกว่าโยเกิร์ตถึง 2 เท่า นอกจากนี้ยังมีวิตามินบี 1 บี 2 บี 3 ทองแดง แมกนีเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส สังกะสี สำหรับ ฝักมะรุม มีความสำคัญที่เป็นแหล่งของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันชนิดต่าง ๆ เช่น วิตามินซี ฟลาโวนอยด์ (flavonids) แคโรทีนอยด์ (carotinoids) และ สารประกอบ ฟีนอลิค (phenolic compounds) เป็นต้น (กองบรรณาธิการ, 2552)

หน่วยงานวิจัย USDA (2011) ได้รายงานคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อฝักและใบมะรุม ไว้แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อฝักและใบมะรุมในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม และค่า (ปริมาณร้อยละของสารอาหารที่ได้รับต่อความต้องการในหนึ่งวัน)

องค์ประกอบทางเคมี (หน่วย)	เนื้อฝักมะรุม	ใบมะรุม
พลังงาน (กิโลแคลลอรี)	37 (2%)	64 (3%)
คาร์โบไฮเดรท (กรัม)	8.53 (6.5%)	8.20 (6%)
โปรตีน (กรัม)	2.10 (4%)	9.40 (17%)
ไขมัน (กรัม)	0.20 (1%)	1.40 (7%)
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	0 (0%)	0 (0%)
เส้นใยอาหาร (กรัม)	3.2 (8%)	2.0 (5%)
โฟเลท (ไมโครกรัม)	44 (11%)	40 (10%)
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	0.680 (4%)	2.220 (14%)
ไพริดอกซิน (มิลลิกรัม)	0.120 (9%)	1.200 (92%)
ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม)	0.074 (6%)	0.660 (51%)
ไทอะมีน (มิลลิกรัม)	0.053 (4.5%)	0.257 (21.5%)
วิตามินเอ (หน่วยสากล)	74 (2.5%)	7564 (252%)
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	141 (235%)	51.7 (86%)
โซเดียม (มิลลิกรัม)	42 (3%)	9 (0.5%)
โปตัสเซียม (มิลลิกรัม)	461 (10%)	337 (7%)
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	30 (3%)	185 (18.5%)
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.36 (4.5%)	4.00 (50%)
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม)	45 (11%)	147 (37%)
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	50 (9%)	112 (20%)
ซีลีเนียม (ไมโครกรัม)	8.2 (15%)	0.9 (1.5%)
สังกะสี (มิลลิกรัม)	0.45 (4%)	0.60 (5%)

ที่มา : USDA (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะรุม มีสรรพคุณหลายด้าน เช่น รากจะมีรสเผ็ด หวาน ขม แก้อาการบวม บำรุงไฟธาตุ เปลือกจะมีรสร้อนช่วยขับลม ใบช่วยแก้เลือดออกตามไรฟัน แก้อักเสบ ดอก ช่วยบำรุงร่างกาย ขับปัสสาวะ ขับน้ำตาล ฝัก มีรสหวาน ช่วยลดไข้ เป็นต้น ในตำรายาพื้นบ้าน มีการใช้ ใบมะรุม พอกแผลช่วยห้ามเลือด ทำให้นอนหลับ เป็นยาระบาย ขับปัสสาวะและช่วยแก้ไข้ ใช้ส่วนดอกและผลเป็นยาบำรุง ขับปัสสาวะ และ แก้ไข้ ใช้ส่วนเมล็ดบดพอกแก้ปวดตามข้อและแก้ไข้ ในภาพรวมของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการวิจัยในระดับเซลล์ และสัตว์ทดลอง พบว่า มะรุมมีฤทธิ์ที่น่าสนใจหลายประการ เช่น ฤทธิ์ลดความดันโลหิต ต้านการเกิดเนื้องอก ต้านมะเร็ง ลดระดับโคเลสเตอรอล ต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ป้องกันตับอักเสบ ต้านออกซิเดชัน ต้านเชื้อแบคทีเรีย ลดระดับน้ำตาล และ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ เป็นต้น (กองบรรณาธิการ, 2552)

Chumark และคณะ (2008) ศึกษาฤทธิ์การต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน การลดโคเลสเตอรอล และการลดการอุดตันของเส้นเลือดของสารสกัดจากใบมะรุม พบว่า สารสกัดจากใบมะรุมมีความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ *DPPH* ได้ดี โดยมีค่า *I C 50* เท่ากับ 78.15 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร นอกจากนี้ ยังมีผลการทดลองในกระต่าย ที่พบว่า สารสกัดจากใบมะรุมมีสมบัติในการลดระดับโคเลสเตอรอล และ ลดการก่อตัวของผลึกหินปูน (plaque formation) ในหลอดเลือดของกระต่ายได้ 50 และ 86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.3 คุณค่าทางโภชนาการของใบมะรุม

การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของใบมะรุม โดยนำใบมะรุมมาทำให้แห้งด้วยวิธีการเป่าด้วยพัดลมในที่ร่มเพื่อป้องกันไม่ให้สารสำคัญต่าง ๆ สูญสลายไป พบว่าได้ผลแสดงดังตารางที่ 2.2 ซึ่งเป็นตารางแสดงคุณค่าทางอาหารของใบมะรุมแห้ง 100 กรัม จะให้พลังงาน 356.93 กิโลแคลลอรี โดยเป็นพลังงานจากไขมัน 60.93 กิโลแคลลอรี มีโปรตีน 23.88 กรัม ไขมันทั้งหมด 6.77 กรัม คาร์โบไฮเดรต 50.12 กรัม ใยอาหาร 34.44 กรัม น้ำตาล และน้ำมันอิ่มตัวเล็กน้อย 2.24 กรัม และ 2.95 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่พบโคเลสเตอรอล (วนิดา, 2553)

วนิดา (2553) ยังได้รายงานถึงปริมาณวิตามินและเกลือแร่ของใบมะรุมแห้งไว้ในตารางที่ 2.3 ซึ่งเป็นข้อมูลเปรียบเทียบใบมะรุมแห้งจากจังหวัดลพบุรีกับใบมะรุมแห้งจากแหล่งอื่น ที่มีข้อน่าสังเกตว่า ใบมะรุมแห้งจากจังหวัดลพบุรีไม่พบปริมาณวิตามินเอ ในขณะที่ใบมะรุมแห้งจากแหล่งอื่น มีปริมาณวิตามินเอ มากถึง *65,220 หน่วยสากล /100* กรัม ส่วนวิตามิน และแร่ธาตุชนิดอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน

นอกจากนี้ วนิดา (2553) รายงานปริมาณกรดอะมิโนของใบมะรุมแห้งไว้ ดังตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบกับรายงานจากต่างประเทศ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าใบมะรุมแห้งอุดมด้วยกรดอะมิโนที่สำคัญ พบว่า ใบมะรุมแห้งจากจังหวัดลพบุรี ประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้งหมด 18 ชนิด และ มี 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของใบมะรุมแห้ง 100 กรัม

สารอาหาร(หน่วย)	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลลอรี)	356.93
พลังงานจากน้ำมัน (กิโลแคลลอรี)	60.93
ความชื้น (กรัม)	6.89
โปรตีน (กรัม)	23.88
เถ้า (กรัม)	12.34
น้ำมันทั้งหมด (กรัม)	6.77
คาร์โบไฮเดรท (กรัม)	50.12
เส้นใยอาหาร (กรัม)	34.44
น้ำตาลทั้งหมด (กรัม)	2.24
น้ำมันอิ่มตัว (กรัม)	2.95
โคเลสเตอรอล (กรัม)	ตรวจไม่พบ

ที่มา : วนิดา (2553)

ตารางที่ 2.3 วิตามินและเกลือแร่ต่าง ๆ ในใบมะรุมแห้ง 100 กรัม

วิตามินและเกลือแร่	ใบมะรุมแห้งจาก จ.ลพบุรี	ใบมะรุมแห้งจากแหล่งอื่น
วิตามิน A (หน่วยสากล)	ตรวจไม่พบ	65,220
วิตามิน B1 (มิลลิกรัม)	3.93	8.05
วิตามิน B2 (มิลลิกรัม)	3.41	2.0
วิตามิน B6 (มิลลิกรัม)	124.75	1.70
วิตามิน C (มิลลิกรัม)	7.37	9.3
วิตามิน E (มิลลิกรัม)	30.42	91.80 (อัลฟ่าE)
โซเดียม (มิลลิกรัม)	66.06	117.67
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	3,053.72	1,996.02
เหล็ก (มิลลิกรัม)	12.10	35.43
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม)	506.41	370.26
โปตัสเซียม (มิลลิกรัม)	1,624.06	1,456.44

ที่มา : วนิดา (2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดที่เป็นกรดอะมิโนจำเป็น โดยทั้งนี้ สารสกัดจากใบมะรุมที่ใช้ตัวทำละลายเป็นอัลกอฮอล 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณกรดอะมิโนของสารสกัดใบมะรุมน้อยกว่าใบมะรุมแห้งเกือบทุกชนิด ยกเว้น tyrosine และ phenylalanine ที่สารสกัดมีมากกว่า ส่วนใบมะรุมแห้งจากแหล่งอื่นจะมีค่าใกล้เคียงกับใบมะรุมแห้ง

ตารางที่ 2.4 ปริมาณกรดอะมิโนและสารสกัดในใบมะรุมแห้ง 100 กรัม

ชนิดที่	กรดอะมิโน (มิลลิกรัม)	ใบมะรุมแห้งจาก จ.ลพบุรี	ใบมะรุมแห้งจากข้อมูลแหล่งอื่น	สารสกัดใบมะรุมแห้ง จาก จ.ลพบุรี
1	Aspartic acid	2,365.29	3,080	739.23
2	Threonine *	882.52	1,030	305.01
3	Serine	1,054.40	1,180	354.16
4	Glutamic acid	2,111.72	3,750	1,705.21
5	Proline	921.94	1,150	341.41
6	Glycine	1,086.44	1,750	185.01
7	Alanine	1,364.24	1,380	997.42
8	Cystine	127.82	-	ตรวจไม่พบ
9	Valine *	764.13	1,480	311.50
10	Methionine *	80.69	340	ตรวจไม่พบ
11	Isoleucine *	559.19	1,160	194.08
12	Leucine *	1,423.71	2,100	266.77
13	Tyrosine	1,198.21	920	1,275.92
14	Phenylalanine *	3,520.21	1,640	4,428.03
15	Histidine *	415.34	650	78.57
16	Lysine *	884.59	1,460	160.14
17	Arginine *	1,020.59	1,730	299.22
18	Tryptophan *	216.22	240	93.05

หมายเหตุ : * กรดอะมิโนจำเป็น

ที่มา : วนิดา (2553)

2.4 สารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิกหรือสารโพลีฟีนอล จัดเป็นสารประกอบทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในกระบวนการการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมทั้ง ช่วยปกป้องพืชจากการติดเชื้อหรือถูกทำลายโดยแมลงหรือจุลินทรีย์ และยังมีหน้าที่เกี่ยวกับการเกิดสีและกลิ่นรส (Karakaya , 2004)

สารประกอบฟีนอลิกมักพบในผัก ผลไม้ และธัญพืช เป็นส่วนใหญ่ โดยทั่วไปโครงสร้างประกอบด้วย วงแหวนอะโรมาติกที่มีหมู่ไฮดรอกซิล 1 หมู่ หรือมากกว่า โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลิก จะอยู่ในรูปของไกลโคไซด์ ที่เป็นสารประกอบฟีนอลิกจับอยู่กับโมเลกุลของน้ำตาล ซึ่งอาจเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharide) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) หรือน้ำตาลหลายโมเลกุล(oligosaccharide) ก็ได้ แต่น้ำตาลที่พบมากที่สุด คือ กลูโคส (glucose) ส่วนน้ำตาลชนิดอื่น ๆ ที่พบได้แก่ กาแลกโตส (galactose) แรมโนส (rhamnose) อะราบิโนส (arabinose) ไซโรส (xylose) และอนุพันธ์ของน้ำตาลเหล่านี้ เช่น กรดกลูโคโรนิก (glucoronic acid) กรดกา - แลกตูโรนิก (galacturonic acid) และ อื่น ๆ นอกจากนี้ ยังอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลิกกับสารประกอบฟีนอลิกด้วยกันเอง หรือ สารประกอบฟีนอลิกกับสาร ประกอบอื่น ๆ เช่น กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acids) กรดอินทรีย์ (organic acid) สารเอมีน (amines) และไขมันอีกด้วย (Bravo, 1998) ปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกที่พบในพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไป นอกจากนี้ ในส่วนของเนื้อเยื่อที่ต่างกันของผักและผลไม้ชนิดเดียวกัน ยังมีปริมาณของสารฟีนอลิกแตกต่างกันอีกด้วย เนื่องจาก มีปัจจัยทางด้านพันธุ์กรรม และ สิ่งแวดล้อม เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการสร้างสารประกอบฟีนอลิกของพืช ทั้งนี้ยังพบว่า วิธีการเพาะปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูปหรือแม้แต่วิธีการเก็บรักษา ล้วนมีผลต่อปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งสิ้น ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในตัวอย่างพืช นิยมรายงานเป็นปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมด (totel polyphenol contents) โดยใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน (วิวัฒน์, 2545)

สารประกอบฟีนอลิก แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ฟลาโวนอลด์ (flavonoids) และนอนฟลาโวนอลด์ (non-flavonoids) (Burnss และคณะ, 2000) ฟลาโวนอยลด์ มี 12 กลุ่มย่อย ได้แก่ ฟลาโวน (flavones) ไอโซฟลาโวน (isoflavone) ฟลาโวนอล (flavonal) ฟลาวาโนน (flavanone) ฟลาวาโนนอล (flavanonol) ลูโคแอนโธไซยานิน (lucoanthocyanin) แอนโธไซยานิน (anthocyanin) ฟลาวานอล (flavanol) และ ชาลโคน (chalcone) ส่วน นอนฟลาโวนอลด์ ที่ สำคัญ ได้แก่ กรดฟีนอลิก (phenolic acid) ตัวอย่างของกรดฟีนอลิกที่พบมากในผลไม้ทั่วไป คือ กรดแกลลิก (gallic acid) กรดโปรโตเคทิชิวอิก (protocatechuic acid) กรดวาลิลลิก (valillic acid) กรดพาราคูมาริก (p-coumaric acid) กรดเฟอรูลิก (ferulic acid) เป็นต้น

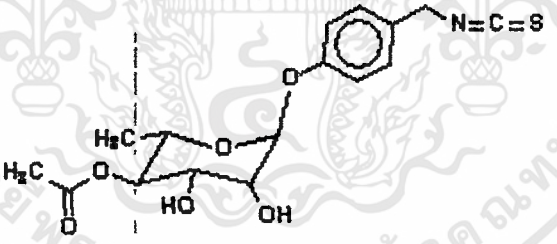
สารพฤกษเคมี ที่สำคัญในส่วนของผักและใบมะรุม ได้แก่ กลุ่มของ ไอโซไธโอไซยาเนต (isothiocyanate) ตัวอย่าง โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบดังกล่าว แสดง ดังภาพที่ 2.2 (Patel และคณะ , 2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

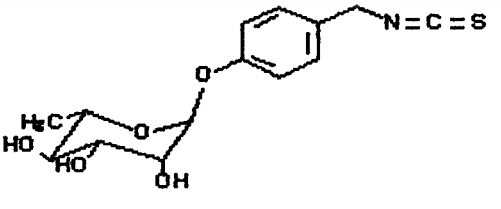
Wangcharoen และคณะ (2011) ศึกษาสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระและปริมาณโพลิฟีนอลทั้งหมดที่มีอยู่ในมะรุมที่ปลูกในจังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย โดยใช้ตัวอย่างมะรุม 3 สายพันธุ์ คือ Num Phare , Ang Thong และ PKMI ที่มีความชื้นของใบมะรุมอยู่ในช่วง 70.4 – 78.8 เปอร์เซ็นต์ ฝักมะรุมอยู่ในช่วง 83.5 – 88.5 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดมะรุมอยู่ในช่วง 4 9.9– 73.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า การใช้น้ำสกัดสารพฤกษเคมีที่มีอยู่ในมะรุมจะให้ผลดีกว่าการใช้สารเอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์สกัด ทั้งนี้ สมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากมะรุมที่ใช้เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ของใบมะรุม ฝักมะรุมและเมล็ดมะรุมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.80 – 3.17, 1.8 – 2.42 และ 0.51 – 0.48 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอบิค /กรัมตัวอย่างแห้ง และ มีปริมาณโพลิฟีนอลทั้งหมด มีค่าอยู่ระหว่าง 4.59 – 5.26 , 3.53 – 3.17 และ 0.79 – 0.95 มิลลิกรัม/กรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ

2.5 สมบัติการเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิก

สมบัติของสารประกอบฟีนอลิก ที่ได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน คือ สมบัติการ เป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันธรรมชาติ ทั้งในอาหารและระบบของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีส่วนในการป้องกันและช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวานและช่วยชะลอความชรา เป็นต้น ในด้านสุขภาพ สารประกอบฟีนอลิกยังมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้และมีคุณสมบัติในการละลายลิ่มเลือด รวมไปถึงเป็นการต้านการก่อมะเร็ง (โอภาและคณะ, 2550)



4- (4'-O-acetyl-a-L-rhamnopyranosyloxy) benzyl isothiocyanate



4-(-L-rhamnopyranosyloxy) benzyl isothiocyanate)

ภาพที่ 2.2 โครงสร้างทางเคมีของสารประกอบไอโซไธโอไซยาเนต ที่พบใน ฝักและใบมะรุม
ที่มา : Patel และคณะ (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบฟีนอลิก มีสมบัติเชิงหน้าที่ในการกำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน และ โมเลกุลอื่น ๆ ด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็ว เมื่อสารประกอบฟีนอลิกให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปแล้ว อนุมูลอิสระของสารประกอบ ฟีนอลิกจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้น จึงไม่ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นอีกต่อไป ยิ่งไปกว่านั้น อนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกยังสามารถรวมตัวกับอนุมูลอิสระอื่นได้อีกด้วยจึงทำให้สามารถลดจำนวนอนุมูลอิสระลงได้ถึง 2 เท่า (Karakaya, 2004)

2.6 เค้ก

เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่ว ๆไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามชนิดของเค้กที่จะทำ คุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีการผสม ระยะเวลาที่ใช้อบ อุณหภูมิที่ใช้อบที่ถูกต้อง สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้กนั้นแบ่งเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเค้ก ได้แก่ แป้ง ไข่ และนม และกลุ่มที่ทำให้เค้กมีความนุ่ม ได้แก่ น้ำตาล ไขมัน และผงฟู เค้กแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

2.6.1 เค้กเนย (Batter–type cakes) เป็นเค้กที่มีเปอร์เซ็นต์ของไขมันสูง การขึ้นฟูของเค้กประเภทนี้เกิดจากอากาศที่ได้จากการตีเนย โดยเม็ดไขมันจะกักเก็บอากาศไว้ ซึ่งจะขยายตัวในระหว่างการอบ เค้กประเภทนี้ได้แก่ เยลโลเค้ก ไวต์เค้ก ช็อกโกแลตเค้ก และเค้กผลไม้

2.6.2 เค้กไข่ (Foam–type cakes) เป็นเค้กที่ไม่มีไขมันในส่วนผสม เนื้อเค้ก และปริมาตรของเค้กขึ้นอยู่กับการขยายตัวของไข่ขาว ที่นำมาตีจนเป็นฟอง ซึ่งจะกักเก็บอากาศเข้าไว้ในระหว่างการตีไข่และทำให้เค้กขยายตัวหรือขึ้นฟูในระหว่างการอบ การทำเค้กประเภทนี้ควรทำด้วยความระมัดระวัง เพราะฟองที่เกิดจากการตีไข่ขาวมีลักษณะอ่อนตัว ไม่เหมือนเค้กประเภทแรก เค้กประเภทนี้ได้แก่ แองเจิลฟูดเค้ก สปันส์เค้ก แยมโรลล์ เป็นต้น

2.6.3 ชิฟฟ่อนเค้ก (Chiffon – type cakes) เป็นเค้กที่มีลักษณะรวมของเค้กเนยและเค้กไข่ คือ มีโครงสร้างที่ละเอียดของเค้กไข่และมีเนื้อที่มันเงาของเค้กเนย แต่จะต่างจากเค้กเนยตรงที่เค้กไข่ใช้น้ำมันพืชผสมแทนเนยหรือมาร์การีนในเค้กเนย และวิธีการผสม (จิตธนาและคณะ, 2553)

2.7 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เค้ก

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เค้ก มีส่วนประกอบและหน้าที่ แตกต่างกันไป ดังนี้

2.7.1 น้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาล เป็นสารประกอบอินทรีย์ ลักษณะเป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำ และ มีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีจำหน่ายในตลาดส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลชนิดนี้เป็นซูโครสที่บริสุทธ์ 99.9% น้ำตาลที่ใช้ในเค้ก ได้แก่

2.7.1.1 น้ำตาลทรายขาว (Granulated sugar) น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่น ๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบจะครีมกับเนยได้ไม่ดี เพราะผลึกที่ใหญ่จะละลายไม่หมดและมักจะคงอยู่ในรูปผลึกของน้ำตาล จะไม่ละลายโดยความร้อนจากตู้อบ เป็นผลให้น้ำตาลที่อยู่ใกล้ ๆ ผิวขนมจะเกิดเป็นจุดขึ้น นอกจากนี้ผลึกน้ำตาลที่หยาบจะขูดดีบุกที่เคลือบเครื่องผสมหรือชามผสม ทำให้เกิดสีเทาขึ้นในผลิตภัณฑ์ และจะยิ่งเป็นมากขึ้นถ้าเนยหรือไขมันที่นำมาตีกับน้ำตาลทรายหยาบมีความเย็นมาก

2.7.1.2 น้ำตายทรายแดง (Yellow or Brown sugar) น้ำตาลทรายชนิดนี้จะมีพวกคาราเมล แร่ธาตุและความชื้นปนอยู่ด้วย และยังเป็นน้ำตาลที่ไม่บริสุทธิ์หรือเรียกว่าน้ำตาลดิบ น้ำตาลชนิดนี้ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกลิ่นรส และสีของน้ำตายทรายแดง ส่วนใหญ่ใช้ในการทำคุกกี้และเค้กบางชนิด เช่น ฟรุตเค้ก ไม่ใช้ในการทำเค้กที่มีความเบาตัว ถ้าจำเป็นต้องใช้ ต้องเพิ่มความระมัดระวังให้มากในการที่จะผสม

2.7.2 หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้ก

น้ำตาลทำหน้าที่ต่าง ๆ ในการผลิตภัณฑ์ คือ

2.7.2.1 ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์

2.7.2.2 ใช้ในการตีครีมและไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู

2.7.2.3 ช่วยให้เนื้อขนมดี

2.7.3.4 ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน

2.7.2.5 ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดี

2.7.2.6 เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

2.7.3 บทบาทของน้ำตาลในเค้ก

น้ำตาล เป็นตัวช่วยให้เค้กมีความนุ่มและหวาน เพราะน้ำตาลมีผลทำให้โปรตีนในแป้งอ่อนตัว ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของเค้ก และ ช่วยให้เค้กมีคุณภาพในการเก็บดีขึ้น เนื่องจากน้ำตาลมีคุณสมบัติในการเก็บความชื้นที่ดี (จิตธนา และคณะ, 2553)

2.7.4 สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีความเบา โปร่ง มีลักษณะเนื้อในเป็นรู มี 3 ชนิด ด้วยกัน คือ อากาศ ไอน้ำ และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4.1 การขึ้นฟูด้วยอากาศ ในการทำผลิตภัณฑ์สามารถให้อากาศเข้าไปในส่วนผสมได้หลายวิธีด้วยกัน คือ การร่อนแป้งก่อนผสม การตีแป้งกับส่วนผสมอื่นๆ เช่น ผงฟู น้ำตาล ไขมัน นมและน้ำตาลเข้าด้วยกัน การตีเนยกับน้ำตาล เช่น การทำบัตเตอร์เค้ก การตีไข่กับน้ำตาล เช่น การทำสปันจ์เค้ก และ แองเจิลเค้ก และการห่อพับรีดโดสำหรับทำพัฟเพสตรี และแดนิชเพสตรี

2.7.4.2 การขึ้นฟูด้วยไอน้ำ ในการทำผลิตภัณฑ์ให้ขึ้นฟูด้วยไอน้ำ เกิดขึ้นได้จากการที่น้ำในส่วนผสมขยายตัวขึ้นเมื่อได้รับความร้อน ปริมาตรของขนมที่ขึ้นฟูด้วยไอน้ำจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแป้งกับน้ำที่มีอยู่ในส่วนผสมนั้น เช่น การฟองตัวของครีมพัฟหรือเอแคลร์ ซึ่งใช้น้ำปริมาณมาก จึงมีลักษณะพองตัว ตรงกลางกลวง ซึ่งเป็นผลจากการที่น้ำกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อน สำหรับพัฟเพสตรีที่พองตัวขึ้นเป็นชั้น เนื่องมาจาก น้ำในส่วนผสมและน้ำในเนยที่นำมาห่อรีดพับอยู่ในระหว่างชั้นของโด เมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบทำให้น้ำเดือดจึงกลายเป็นไอ เป็นผลให้ขนมพัฟ (puff) พองขึ้น ฟูเป็นชั้นตามลักษณะการรีดพับของโด

2.7.4.3 การขึ้นฟูด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการทำผลิตภัณฑ์ให้ขึ้นฟูด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดขึ้นได้จากกระบวนการทางเคมี ได้แก่ สารเคมี คือผงฟู ผงโซดา แอมโมเนีย เป็นต้น

1) สารเคมีที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู สารเคมีที่ใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์จากปฏิกิริยาทางเคมีและทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีความเบา มีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่

ก. เบคิงโซดา (Baking soda) หรือ โซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่ เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีชนิดนี้ช่วยในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่เพียงตัวเดียว จะมีผลเสีย คือ มีสารตกค้างเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งถ้าใช้ปริมาณมากจะมีสารตกค้างอยู่มาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเฝื่อน และถ้าสารตกค้างทำปฏิกิริยากับไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นไขคล้ายสบู่ นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ต้องการใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเบคิงโซดาค่อนข้างสูง ดังนั้น ก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นสุดท้ายของการอบ ซึ่งเมื่อการอบเสร็จ จะผลิตก๊าซออกมาได้เพียงครั้งเดียว ทำให้การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ไม่เต็มที่หรือไม่ดีเท่าที่ควร

ข. เบคิงเพาว์เดอร์หรือผงฟู (Baking powder) เป็นสารช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู ผลิตขึ้นจาก การผสมกันของโซเดียมไบคาร์บอเนตกับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ซึ่งในการผสมจะเติมแป้งข้าวโพดลงไปด้วยส่วนหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้สารทั้ง 2 ชนิดนี้สัมผัสกันโดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้นได้ และ แป้งข้าวโพดที่ใส่ลงไปจะทำหน้าที่เป็นตัวดูดความชื้นไว้ ทำให้ผงฟูไม่จับกันเป็นก้อน ดังนั้นส่วนผสมของเบคิงเพาว์เดอร์ ก็จะประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 อย่าง ด้วยกัน คือ เบคิงโซดา สารที่ให้ความเป็นกรด และ แป้งข้าวโพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้าหรือผงฟูกำลังสอง (double acting) ผงฟูประเภทนี้ประกอบด้วยเบคิงโซดากับกรด 2 ชนิดหรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็ว อีกชนิดหนึ่งเกิดปฏิกิริยาช้า กรดที่เกิดปฏิกิริยาเร็ว ได้แก่ แคลเซียมแอซิดฟอสเฟต ส่วนกรดที่เกิดปฏิกิริยาช้าอาจเป็นโซเดียมไพโรฟอสเฟตหรือโซเดียมอะลูมิเนียนซัลเฟต (S.A.S) ก็ได้ ในขณะที่กำลังผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน กรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วจะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกมาส่วนหนึ่ง และเมื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าอบ กรดที่ให้ปฏิกิริยาช้าซึ่งเป็นพวกเกลือซัลเฟตจะผลิตก๊าซออกมาอีกส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ จึงเรียกผงฟูชนิดนี้ว่า " ผงฟูกำลังสอง หรือ ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยา 2 ครั้ง " ผงฟูชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในผู้ประกอบกิจการ เพราะไม่จำเป็นต้องรีบร้อนนำผลิตภัณฑ์เข้าอบในทันทีหลังจากที่ผสมแล้ว ดังเช่นการใช้ผงฟูชนิดแรก สามารถที่จะรอคอยการเข้าอบได้ระยะหนึ่ง

2.7.5 ไขมัน

ไขมันหรือชอร์เทนิง (shortening) หมายถึง ไขมันหรือน้ำมันซึ่งอาจเป็นไขมันเดี่ยว ๆ หรือ เป็นส่วนผสมของไขมันหลาย ๆ อย่างกับน้ำมัน หรือ อาจเป็นไขมันหรือน้ำมันที่ได้ผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อเปลี่ยนคุณลักษณะของไขมันดั้งเดิม และอาจเติมสารอิมัลซิไฟเออร์ช่วยให้ไขมันกับน้ำหรือส่วนผสมอื่นรวมตัวกันเป็นสานผสมที่ไม่แยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ หรือใช้พวกแอนติออกซิเดนต์และส่วนผสมอื่นๆ เติมเข้าไป เพื่อปรับปรุงให้ไขมันหรือน้ำมันมีคุณภาพดี และให้มีความเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง ไขมันและน้ำมันที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เค้ก ส่วนใหญ่นิยมใช้ ไขมันที่ได้จากพืชจากเมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ เช่น เม็ดฝ้าย ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ข้าว งา มะพร้าว และ น้ำมันปาล์ม เป็นต้น

2.7.5.1 น้ำมันพืช (vegetable oil) เป็นน้ำมันที่ได้จากเมล็ดแห้งของพืชที่ให้น้ำมันนำมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ โดยทำให้บริสุทธิ์ ขจัดสี และ กลิ่นแปลกปลอมออกไป สีของน้ำมันจะต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ เช่น น้ำมันที่ได้จากถั่วลิสง และจากเมล็ดฝ้ายจะไม่มีสี ขณะที่น้ำมันจากข้าวโพดและถั่วเหลืองอาจมีสีเหลืองอ่อน ๆ มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องและมีปริมาณไขมันอยู่ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่ใช้ในการทำขนมปัง โรล และ ผลิตภัณฑ์ยีสต์ชนิดแข็ง เค้กบ้างชนิด เช่น ชิฟฟอนเค้ก ก็ใช้น้ำมันพืชเป็นตัวทำให้เค้กนุ่ม

2.7.5.2 น้ำมันรำข้าว เป็น น้ำมันพืชที่ผลิตจากน้ำมันรำข้าวดิบ สกัดได้จากรำข้าว มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินอี ในกลุ่มโทโคฟีรอลประมาณ 19 - 4 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มโทโคไตรอีนอล 51-81 เปอร์เซ็นต์และโอรีซานอล (oryzanol) ซึ่งสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าวิตามินอีถึง 6 เท่า มีกรดไขมันอิ่มตัว 18 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid : MUFA) 45 เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid : PUFA) 37 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันรำข้าวเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการลดคอเลสเตอรอลที่ไม่ดี (LDL-C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันที่ได้จากกระบวนการสกัดเฉพาะ มีสารสำคัญที่มีประโยชน์นานาชนิด ซึ่งมีอยู่ในเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (seed membrane layer) และจมูกข้าว (rice Germ) ที่อุดมด้วยสารสำคัญทางธรรมชาติ และมีคุณค่าสูงต่อร่างกายหลายชนิด (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2555) เช่น

1) กลุ่มสารฟอสโฟไลฟิด (phospholipids) เช่น เลซิติน (lecithin) เซฟฟาลิน (cephalin) ไลโซเลซิติน (lysolecithin) ซึ่งมีความสำคัญในการนำไปสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของเซลล์ประสาทสมอง และช่วยป้องกันเซลล์ประสาทจากสารที่เป็นพิษและอนุมูลอิสระต่าง ๆ ช่วยลดความเครียด และช่วยเสริมสร้างในด้านความจำ

2) กลุ่มเซราไมด์ (ceramide) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของชั้นใต้ผิวหนัง ช่วยทำให้ผิวหนังมีความยืดหยุ่น การเสริมสร้างเซราไมด์ให้เพียงพอ ทั้งโดยการรับประทานหรือการให้ทางผิวหนังในรูปการทาครีม หรือโลชัน จะช่วยรักษาผิวพรรณให้สดใสเปล่งปลั่ง ปราศจากริ้วรอยย่นก่อนเวลาอันควร และเซราไมด์ยังมีคุณสมบัติเป็นไวท์เทนเนอร์ (whitener) ซึ่งสามารถยับยั้งการสังเคราะห์เมลานิน อันเป็นสาเหตุให้เกิดฝ้า กระ จุดด่างดำบนผิวพรรณได้ดี และยังเป็นสารให้ความชุ่มชื่น (moisturizer) แก่ผิวอีกด้วย

3) กลุ่มคอลโทคอล (coltocols) วิตามินอีธรรมชาติ ในรูปของโทโคเฟอรอล (tocopherol) และโทโคไทรอีนอล (tocotrienol) มีประโยชน์ต่อร่างกายในการสร้าง และซ่อมแซมเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกายและยังช่วยทำให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันต่อโรคต่างๆช่วยต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นเหตุสำคัญของการเกิดโรคมะเร็ง

4) กลุ่มกรดไขมันไลโนเลอิค (linoleic acid) หรือโอเมก้า 6 และกรดไลโนเลอิค (linoleic acid) หรือโอเมก้า 3 ที่เป็นกรดไขมันจำเป็นมีอยู่ประมาณ 33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัดส่วนของกรดไขมันที่เหมาะสม ช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคต่าง ๆ เช่นโรคหัวใจและหลอดเลือด องค์การอนามัยโลกได้ แนะนำสัดส่วนของกรดไขมันที่เหมาะสมกับการบริโภค คือ กรดไขมันอิ่มตัว (SFA) : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (MUFA) : กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (PUFA) เท่ากับ < 10 : 10-15 : < 10 ของพลังงานที่ได้รับต่อวัน ซึ่งน้ำมันรำข้าวมีสัดส่วนกรดไขมันใกล้เคียงที่สุด เมื่อเทียบกับน้ำมันพืชชนิดอื่น (yahoo รู้รอบ, 2555)

5) กลุ่มวิตามินบีรวม (B-complex) ซึ่งช่วยให้การทำงานของระบบประสาทดีขึ้น

6) กลุ่มแกมมา - ออไรซานอล มีฤทธิ์ในการลดระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ ทำให้ลดการตีบตันของหลอดเลือด เพิ่มการไหลเวียนของโลหิต และยังมีฤทธิ์ในการลดความเครียด และรักษาอาการผิดปกติของสตรีวัยทอง นอกจากนี้ยังเป็นสารอนุมูลอิสระ และยังป้องกันแสงยูวีได้ เมื่อใช้กินหรือใช้ทา ทำให้ผิวหนังชุ่มชื่นและด้านการอักเสบ สารชนิดนี้มีความปลอดภัยสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.6 หน้าที่ของไขมันในการทำผลิตภัณฑ์เค้ก

ไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสมของการทำผลิตภัณฑ์เค้ก มีหน้าที่ ดังนี้

2.7.6.1 ช่วยในการเป็นครีม ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้กนั้น ค่าของการเป็นครีมของไขมันนั้นเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะในการผสมแบบชูก้า-บัตเตอร์ของการทำบัตเตอร์เค้ก หรือเค้กเนย ซึ่งจะต้องตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูก่อน การใช้ไขมันจากพืช หรือ เนยขาว ที่ผ่านการเติมก๊าซไฮโดรเจนเข้าไป จะตีครีมกับน้ำตาลได้ดีเพราะไขมันแข็ง สามารถจับอากาศที่ได้จากการตีครีมได้มากกว่า เนื่องจากเนยขาวจะมีลักษณะที่ยืดหยุ่นดีกว่าไม่แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ได้เค้กที่มีเนื้อละเอียด

2.7.6.2 ไขมันที่เป็นพวกอิมัลซิไฟด์จะทำให้ส่วนผสมของเค้กที่มีสัดส่วนของน้ำและน้ำตาลเข้ากันได้ โดยน้ำกับไขมันจะแยกตัว ทำให้สามารถตีครีมได้ดี ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพของเค้กโดยเฉพาะ ไฮ-เรโชเค้ก ซึ่งเป็นเค้กที่มีสัดส่วนของน้ำกับน้ำตาลสูง ในการทำบัตเตอร์เค้กจะต้องตีไขมันกับน้ำตาล เพื่อให้อากาศเข้าไปในไขมัน ซึ่งถ้าเป็นเนยขาวก็จะจับอากาศที่ตีเข้าไปได้มากมีผลต่อขนมเค้กทำให้มีขนาดใหญ่และมีเนื้อละเอียดนุ่ม

2.7.7 ไข่

การเติมไข่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เค้ก เพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้

2.7.7.1 ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู ในการเตรียมส่วนผสม เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟองซึ่งประกอบด้วยฟองอากาศเล็ก ๆ จำนวนมาก แต่ละฟองก็ถูกล้อมรอบด้วยแผ่นฟิล์มโปรตีนจากไข่ การตีไข่ด้วยเครื่องและการสัมผัสของแผ่นฟิล์มโปรตีนบาง ๆ กับอากาศ จะทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัวและทำให้ฟองอากาศคงตัวในการอบ ฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนและแผ่นโปรตีนจะยืดหยุ่นเพียงพอที่จะยืดได้ เมื่อส่วนผสมหรือไข่ขาวที่ตีแข็ง จากการได้รับอุณหภูมิสูงถึงจุดโปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึงจะสูญเสียความยืดตัวและจับตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งของผลิตภัณฑ์

2.7.7.2 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสี ไข่แดงจะช่วยให้เค้กมีสีเหลือง

2.7.7.3 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นเหมาะสม เนื่องจากไข่มีไขมันและของแข็งอื่น ๆ ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันเพิ่มขึ้น และมีรสหวานขึ้น นอกจากนั้นไข่ยังช่วยให้ส่วนผสมมีความมัน สามารถผสมง่ายขึ้น

2.7.7.4 ให้กลิ่นรสกับผลิตภัณฑ์ เพราะไข่มีกลิ่นเฉพาะ

2.7.7.5 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสดและคุณค่าทางอาหาร เนื่องจาก ไข่มีความชื้น 75 เปอร์เซ็นต์สำหรับไข่ทั้งฟอง และ มีความสามารถตามธรรมชาติ ในการที่จะรวมและเก็บความชื้นไว้ จึงทำให้การแห้งของผลิตภัณฑ์เกิดช้าลง ไข่มีคุณค่าทางอาหารสูงและทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เป็นอาหารที่มีคุณค่าสูง ไข่มีปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็กสูง และ โปรตีนที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในไข่ก็เป็นโปรตีนประเภทสมบูรณ์ สามารถให้กรดอะมิโนที่จำเป็นทั้งหมดที่ร่างกายต้องการเพื่อความเจริญเติบโตและสุขภาพที่ดี ทั้งโปรตีนและไขมันที่มีอยู่ในไข่แดง นั้น ร่างกายมนุษย์สามารถดูดซึมเข้าไปใช้ได้หมดตามธรรมชาติอยู่แล้ว ยิ่งกว่านั้นไข่ยังช่วยให้วิตามินที่สำคัญแก่ร่างกาย เช่น วิตามินเอ ดี ไทอะมิน และไรโบฟลาวิน อีกด้วย

2.7.8 ความสมดุลของสูตรส่วนผสม (Formula balance) (จิตธนา และคณะ, 2553)

สูตรที่ดี คือ สูตรที่บอกน้ำหนักได้แน่นอนของส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่จำเป็นต้องใช้ในการทำเค้กแต่ละชนิด และถ้าสูตรนั้นสมดุลถูกต้องดี ก็ต้องทำให้ได้เค้กที่ดีด้วย

เค้กที่ดี หมายถึง เค้กที่มีลักษณะถูกตาถูกใจและถูกปากของผู้บริโภค คุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการปรับสูตรให้สมดุลเสมอ เมื่อสูตรอยู่ในสมดุล เค้กที่ผลิตออกมาจะมีคุณภาพดี ตามต้องการ ความเข้าใจและความรู้ในการทำสูตรสมดุล จำเป็นมากสำหรับผู้ทำเค้ก เพราะไม่เพียงแต่จะทำให้ผู้ทำสามารถทำเค้กได้ดีเสมอแล้ว ยังทำให้รู้ถึงจุดบกพร่อง และความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นกับเค้กที่อบได้ สามารถแก้ไขให้กลับสู่สภาพเดิมได้ง่าย โดยการปรับสมดุลของสูตรให้ถูกต้อง

ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้กนั้นแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรก คือส่วนผสมที่ให้โครงสร้างและความคงตัวของเค้กได้แก่ แป้งและไข่ เพราะส่วนผสมทั้งสองนี้มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ และโปรตีนจะจับตัวเป็นโครงร่างเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ส่วนกลุ่มหลังเป็นส่วนผสมที่เพิ่มรสชาติ ความกลมกล่อมและเสริมคุณภาพของเค้ก ได้แก่ ไขมัน น้ำตาล นมและผงฟู เป็นต้น

นอกจากการจัดกลุ่มวัตถุดิบแล้ว ยังมีข้อสังเกตในคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เค้ก คือ วัตถุดิบที่มีส่วนทำให้โครงร่างเบาฟูขึ้น ซึ่งได้แก่ น้ำตาล ผงฟู ไขมัน และไข่ และ วัตถุดิบที่ทำให้โครงร่างแน่นไม่ฟูได้แก่ นม และน้ำ เป็นที่ทราบดีว่าเมื่อตีไข่ จนขึ้นแล้วจะช่วยอุ้มอากาศเข้าไว้ทำให้การพองฟูดีขึ้น น้ำตาลช่วยให้ความหวาน ไข่ก็ช่วยเพิ่มอากาศภายในขนมเช่นกัน ถ้าใช้แป้ง ไขมัน น้ำตาล และไข่ ในสัดส่วนที่เท่ากันโดยน้ำหนักแล้วจะทำให้ได้ขนมเค้กที่ดี เนื่องจาก มีไข่พอดีที่จะให้ความชุ่มชื้นแก่แป้งและมีน้ำตาลเพียงพอที่จะให้ความหวาน มีไขมันเพียงพอที่จะช่วยให้อุ้มไข่ไม่ให้จับกันเป็นก้อนเมื่อถูกตีขึ้น นอกจากนั้น ไขมันและไข่ยังช่วยกันอุ้มอากาศที่ได้หลังจากการตีแล้ว เพื่อช่วยให้เค้กขึ้นฟูเมื่ออบสุก ส่วนแป้งและไข่ก็จะช่วยให้เกิดโครงสร้างและความคงทนของรูปร่างเค้กเมื่ออบเสร็จแล้ว ถ้าลดคุณภาพของเค้กลง สิ่งแรกที่ต้องพิจารณา คือการเพิ่มปริมาณแป้ง โดยมีปริมาณของไขมันเท่าเดิม น้ำหนักของไข่ต้องเท่ากับน้ำหนักของไขมัน น้ำหนักของน้ำตาลจะต้องเพิ่มขึ้น เพราะเมื่อเพิ่มแป้ง ก็ต้องเพิ่มน้ำตาลเพื่อให้ความชุ่มชื้นแก่แป้ง นอกจากนั้นก็ควรจะเพิ่มนมเข้าไปด้วย และเนื่องจากสัดส่วนของไขมันและไข่จะต่ำกว่าแป้งที่เพิ่มขึ้น จึงต้องเพิ่มผงฟู ในสูตรเพื่อช่วยเพิ่มอากาศให้เค้กมีความขึ้นฟู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

123760

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธีรนันท์ (2541) ศึกษาการใช้ใยอาหารและเซลลูโลสสกัดจากแกนสับปะรดซึ่งเป็นผลิตผลพลอยได้จากการผลิตสับปะรดกระป๋องมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยการสกัดแกนสับปะรดด้วยแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ จะได้ใยอาหารหลายชนิดรวมกันอยู่ ส่วนเซลลูโลสได้จากการสกัดด้วยด่างแล้วฟอกสี พบว่า ใยอาหารและเซลลูโลสจากแกนสับปะรดมีปริมาณใยอาหารรวม 99.8 และ 95.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ และ มีปริมาณน้ำอิสระอยู่ประมาณ 0.25 เซลลูโลสจากแกนสับปะรดมีปริมาณเซลลูโลสจากการวิเคราะห์ 91.2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรดด่าง 4.0 ซึ่งต่ำกว่าของใยอาหารที่มีค่า 6.2 และ ยังพบว่า ใยอาหารที่มีขนาดใหญ่ มีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าใยอาหารที่มีขนาดเล็กเล็กน้อย และจากการวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำ การอุ้มน้ำมัน Settling volume และความสามารถในการเกิดอีมัลชันของใยอาหาร และเซลลูโลสขนาดใหญ่มีค่าสูงกว่าใยอาหารขนาดเล็ก เพราะความแตกต่างของรูปร่าง สัณฐาน และความพรุน โดยใยอาหารทั้ง 2 ชนิดจากแกนสับปะรดจะเป็นชิ้นไม่สม่ำเสมอ ผิวขรุขระ และมีความหลากหลายกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเซลลูโลสทางการค้าที่เป็นเส้นเรียบ ยาว เมื่อทดลองเสริมใยอาหาร และเซลลูโลสลงในผลิตภัณฑ์อาหาร 3 ชนิดเทียบกับเซลลูโลสทางการค้า พบว่าโดนัทเค้ก ที่เติมใยอาหารจากแกนสับปะรดขนาดใหญ่ 3 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักรวม จะช่วยเพิ่มปริมาณความชื้น 10.7-21.7 เปอร์เซ็นต์ และลดการอมน้ำมันระหว่างการทอดได้ 7.9-28.8 เปอร์เซ็นต์ เค้กที่เติมใยอาหารขนาดเดียวกันที่ 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวม จะมีปริมาตรมากขึ้นและมีผลต่อเนื้อสัมผัสของเค้ก ส่วน เบอร์เกอร์เนื้อที่เติมใยอาหารขนาดเล็กลงไปมีน้ำหนักหลังการทอดมากขึ้นระหว่าง 3.3-10.6 เปอร์เซ็นต์ และใยอาหารจากแกนสับปะรดทำให้เนื้อที่ได้มีเนื้อสัมผัสนุ่มมากขึ้นด้วย

ชมดาวและคณะ (2544) ศึกษาการพัฒนากรรมวิธีการผลิตคุกกี้เห็ด และ ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า คุกกี้ที่เติมเห็ดหูหนูดำจะให้คุณลักษณะดีกว่าเห็ดฮังการี เห็ดฟาง และเห็ดภูฐาน การพัฒนาสูตร คุณค่าโภชนาการเพื่อเพิ่มโปรตีนโดยใช้โปรแกรมเทอร์โบ แอลพี (*Turbo LP*) และแผนการทดลองแฟคทอเรียลเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมโดยวิธีResponse Surface Methodology พบว่า คุกกี้เห็ดควรมีส่วนประกอบ ดังนี้ มาการีน น้ำตาลทรายแดง แป้งสาลีอเนกประสงค์ นม ถั่วเหลืองไร้น้ำตาล เห็ดหูหนูผง ข้าวโอ๊ต เบคกิ้งโซดา กลิ่นครีมนมเนย สี น้ำตาล และเกลือ เป็น 18.21, 20.24, 20.24, 25.30, 5.06, 2.02, 7.59, 0.30, 0.67, 0.16 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีน้ำตาลเข้ม มีค่า water activity เท่ากับ 0.48 ค่าแรงบดแยก เท่ากับ 2,143 กรัม มีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และ พลังงาน เป็น 1.2, 2.66, 7.30, 24.25, 62.85, 2.24 เปอร์เซ็นต์ และ 498.85 แคลลอรี ตามลำดับ การทดสอบการยอมรับผู้ทดสอบพบว่ามีความชอบอยู่ในระดับปานกลางถึงชอบมาก และจากการศึกษาอายุการเก็บรักษา พบว่า คุกกี้เห็ดหูหนูดำที่บรรจุในถุงเมทาลไลซ์ ที่ปิดสนิทเก็บที่อุณหภูมิห้อง จะเก็บได้นานเกินกว่า 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรรถพรและคณะ(2553) ศึกษาผลการเสริมใบมะรุมต่อคุณภาพของขนมปัง พบว่า การเติมใบมะรุมผงลงในสูตรขนมปังปริมาณเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ ค่าความเหนียวของโด ปริมาตรจำเพาะของขนมปัง ความยืดหยุ่นของขนมปัง และจำนวนเซลล์อากาศในเนื้อขนมปังลดลง แต่ความแน่นเนื้อของขนมปังเพิ่มขึ้น และจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปัง โดยให้คะแนนตามคุณลักษณะ พบว่า ขนมปังที่เติมใบมะรุมผง 2.5 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนน ด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกับขนมปังที่ไม่เติมใบมะรุมผง($P \geq 0.05$) และ มีปริมาณเถ้า เส้นใย โปรตีน ไขมัน แคลเซียม และวิตามินซีสูงกว่า ขนมปังที่ไม่เติมใบมะรุมผง

Dachana และ คณะ (2010) ศึกษาผลของการใช้ใบมะรุมผงทดแทนแป้งสาลีในส่วนผสมคุกกี้ด้วยที่ระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ต่อสมบัติทางรีโอโลจี (rheological property) คุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า การใช้ใบมะรุมผงทดแทนแป้งสาลีในส่วนผสมปริมาณเพิ่มขึ้น มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางรีโอโลจีของส่วนผสมคุกกี้ โดยมีผลทำให้คุกกี้ที่ได้มีความแข็งและการแผ่ขยายเพิ่มขึ้น นอกจากนี้พบว่า เมื่อใช้ใบมะรุมผงทดแทนแป้งสาลีในส่วนผสมที่ระดับการทดแทนสูงขึ้น ทำให้คุกกี้มีปริมาณโปรตีน เหล็ก แคลเซียม เบต้าแคโรทีน และใยอาหารเพิ่มขึ้น สำหรับการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า คุกกี้ที่ใช้ใบมะรุมผงทดแทนแป้งสาลีในส่วนผสมที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ได้ รับการยอมรับสูงที่สุด

โรงเรียน Arco Iris ซึ่งตั้งอยู่บนถนนจอนห์สัน เขตอะโลฮา รัฐโอเลกอน สหรัฐอเมริกา ได้นำเสนอภาพของเด็กที่เตรียมโดยใช้ใบมะรุมผงเป็นส่วนประกอบ แสดงดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 เด็กที่เตรียมโดยใช้ใบมะรุมผงเป็นส่วนประกอบ

ที่มา : Arco Iris – School (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- เครื่อง Spectrophotometer (Shimadzu UV-1601, Japan)
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Memmert, Germany)
- เครื่องบดละเอียด (รุ่น ZM 1000 Retch Gmblt 8 Co. KGD-42781 NAAN, German 3.2)
- บีกเกอร์ 1000 มิลลิลิตร
- เครื่องผสม (Vortex mixer)
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ(Water Bath) (Memmert, Germany)

3.3 สารเคมี

- Folin-Ciocalteu (BHD, England)
- โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) (Sigma, USA)
- 1,1 – Diphenyl - 1 - picryl - hydrazyl (DPPH) (Sigma, USA)
- เอธานอล (ethanol) 95 เปอร์เซ็นต์ (Merck, USA)
- กรดแกลลิก (gallic acid) (Sigma, USA)
- กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) (Sigma, USA)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุก

นำฝักมะรุมอ่อนอายุประมาณ 45 วัน หลังติดผลปริมาณ 5 กิโลกรัม มาล้างน้ำให้สะอาด หั่นเป็นท่อนยาวประมาณ 6 นิ้ว นำไปนึ่งในลังถึงที่มีน้ำเดือดจัด 20 นาที ตั้งพักไว้ให้เย็นในถาด และใช้ช้อนขูดเฉพาะเนื้อออกมาจากฝัก ปริมาณเนื้อฝักมะรุมที่ได้นำมาชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ได้ จากนั้นบรรจุเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่ได้ในถุงพลาสติกโพลีเอธิลีนถุงละ 200 กรัม ปิดปากถุงให้สนิทและจัดเรียงในกล่องพลาสติกแล้วนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ-18องศาเซลเซียส สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป ซึ่งในการทำเค้กมะรุมจะนำเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกแช่แข็งมาละลายน้ำแข็งโดยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้น้ำแข็งละลายก่อนนำไปใช้

3.4.2 การเตรียมใบมะรุมผง

นำใบมะรุม ที่ยังติดอยู่บนก้านมาล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นสะเด็ดน้ำให้แห้ง มัดก้านมะรุมเป็นกำ ๆ นำไปแขวนผึ่งลมให้แห้ง ใช้เวลาประมาณ 3 - 4 วัน จากนั้นรูดเอาแต่ใบมะรุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดแห้งและร่อนแยกใบมะรุมผงโดยใช้ตะแกรงร่อนแป้งขนาดรูตะแกรง 80 เมทช นำใบมะรุมผงทั้งหมดมาชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ได้ จากนั้นบรรจุถุงพลาสติกโพลีเอธิลีน ถุงละ 100 กรัม ปิดปากถุงใบมะรุมผงให้สนิทจัดเรียงในกล่องพลาสติก แล้วนำไป แช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป

3.4.3 การศึกษาปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและฤทธิ์การทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของวัตถุดิบมะรุม

3.4.3.1 การเตรียมสารสกัดจากตัวอย่างวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่าง เนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกอบแห้งประมาณ 5 กรัม หรือใบมะรุมผงประมาณ 1 กรัม นำมาผสมกับเอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ ที่ความ เร็วสูงสุดเป็นเวลา 1 นาที จากนั้น เทส่วนผสมใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เพื่อนำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้กระจกนาฬิกาปิด ทำการคนส่วนผสมทุก ๆ 10 นาที เมื่อครบกำหนดเวลา นำส่วนผสมเทผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4 จากนั้น นำสารสกัดที่ได้มาปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยเอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ได้ตัวอย่างสารสกัดที่ต้องการวิเคราะห์

3.4.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดตัวอย่างที่ได้ ใช้วิธีที่รายงานโดยประพันธ์และวันทนีย์ (2545) โดยปิเปตตัวอย่างสารสกัดปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมเท่ากับ 10 มิลลิลิตร เติมสาร Folin-Ciocalteu 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน

3.4.3.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH

การวิเคราะห์ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ใช้วิธีที่รายงานโดย Murakami และคณะ (2004) โดย มีหลักการ คือ สารละลายของอนุมูลอิสระ DPPH จะมีสีม่วงแดง ซึ่งดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร ในกรณีที่ ตัวอย่างสารสกัดมีฤทธิ์ในการทำลายอนุมูลอิสระได้ดี จะทำให้สีม่วงแดงของสารละลาย DPPH จางลงได้มากกว่าตัวอย่างสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการทำลายอนุมูลอิสระได้น้อย

3.4.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมโดยใช้เนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกและใบมะรุมผงเป็นส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4.1 สูตรพื้นฐานของเค้กมะรุมและวิธีการทำเค้กมะรุม

สูตรพื้นฐานของเค้กมะรุม ใช้สูตรที่ดัดแปลงจากสูตรของเค้กแครอท โดยทดแทนส่วนของเค้กแครอทด้วยเนื้อฝักมะรุม ซึ่งมีส่วนผสมดังตารางที่ 3.1 และวิธีการทำเค้กมะรุมแสดงดังภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานของเค้กมะรุม

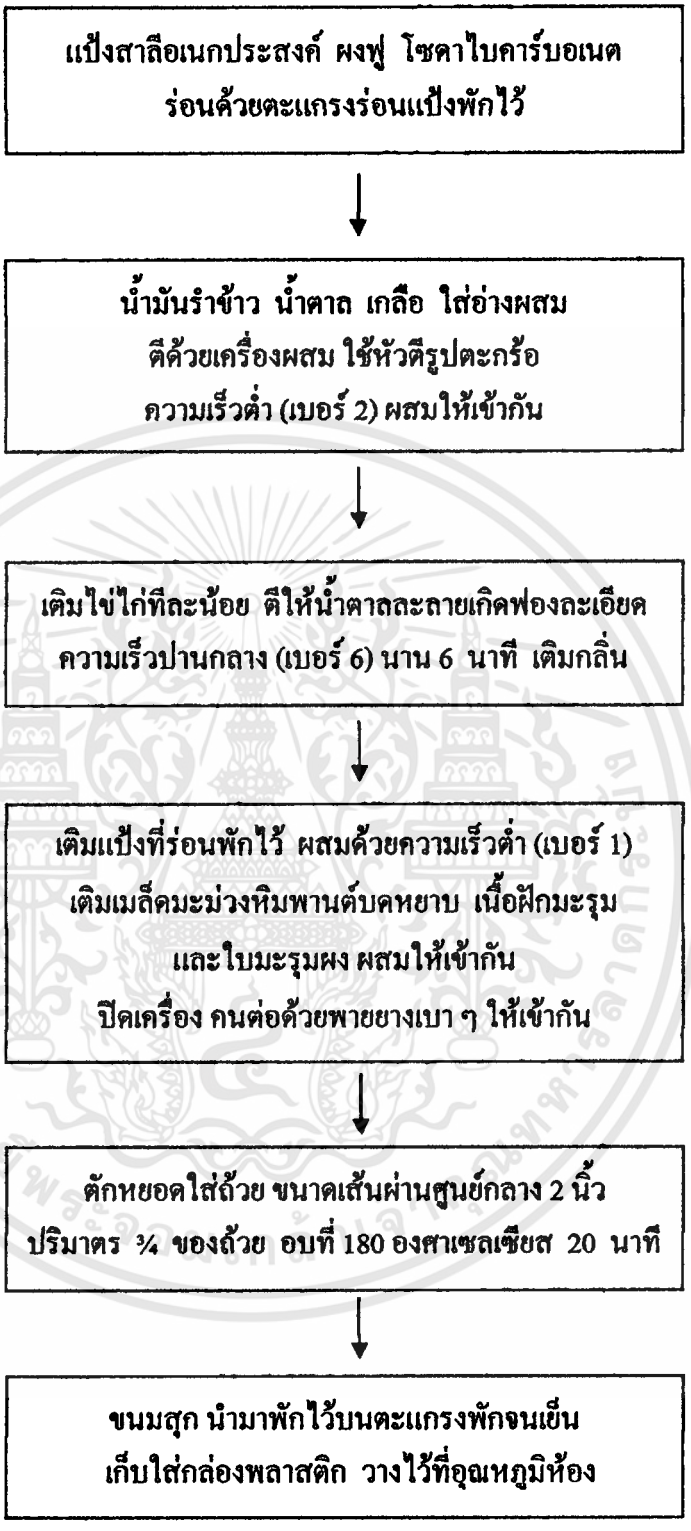
ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักแป้ง)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	200	100
น้ำมันรำข้าว	150	75
น้ำตาลทราย	200	100
น้ำตาลทรายแดง	50	25
ไข่ไก่	150	75
เนื้อฝักมะรุม	150	75
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบบดหยาบ	100	50
ผงฟู	5	2.5
โซดาไบคาร์บอเนต	2	1
เกลือป่น	3	1.5
อบเชยป่น	2	1
กลิ่นวานิลลา	5	2.5
กลิ่นนมเนย	5	2.5

ที่มา : ดัดแปลงจาก ก้นครัว (2553)

3.4.4.2 ศึกษาปริมาณน้ำมันรำข้าวที่เหมาะสมสำหรับเค้กมะรุม

ทดลองเตรียมเค้กมะรุมตามสูตรพื้นฐานในตารางที่ 3.1 และ วิธีทำในภาพที่ 3.1 โดยใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี นำตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้ มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ให้คะแนนความชอบทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple - Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำเค้กมะรุม

ที่มา : ดัดแปลงจาก ก้นครัว (2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4.3 ศึกษาปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่เหมาะสม

ทดลองเตรียมเค้กมะรุมตามสูตรพื้นฐานในตารางที่ 3.1 และวิธีทำในภาพที่ 3.1 โดยกำหนดปริมาณน้ำมันรำข้าวที่เหมาะสม ตามผลการทดลองข้อ 3.4.4.2 ใช้ปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 75, 100 และ 125 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี นำตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะ (ภาคผนวก ค) ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (ตามวิธีในข้อ 3.4.3.2 และภาคผนวก ข) สมบัติการต้านอนุมูลอิสระDPPH (ตามวิธีในข้อ 3.4.3.3 และภาคผนวก ก) และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ให้คะแนนความ ชอบทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์(Randomized Complete Block Design ; RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple - Range Test (DMRT)

3.4.4.4 ศึกษาปริมาณใบมะรุมผงที่เหมาะสม

ทดลองเตรียมเค้กมะรุมตามสูตรพื้นฐานในตารางที่ 3.1 และ วิธีทำตามในภาพที่ 3.1 โดยกำหนดปริมาณน้ำมันรำข้าวที่เหมาะสม ตามผลการทดลองข้อ 3.4.4.2 และ ปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่เหมาะสม ตามผลการทดลองข้อ 3.4.4.3 ใช้ปริมาณใบมะรุมผง แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 2.5, 4.5 และ 6.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี นำตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะ (ภาคผนวก ค) ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด(ตามวิธีในข้อ 3.4.3.2 และภาคผนวก ข) สมบัติการต้านอนุมูลอิสระDPPH (ตามวิธีในข้อ 3.4.3.3และภาคผนวก ก) และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ให้คะแนนความ ชอบทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์(Randomized Complete Block Design ; RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple - Range Test (DMRT)

3.4.4.5 ศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับเค้กมะรุม

ทดลองเตรียมเค้กมะรุมตามสูตรพื้นฐานในตารางที่ 3.1 และวิธีทำในภาพที่ 3.1 โดยกำหนดปริมาณน้ำมันรำข้าวที่เหมาะสม ตามผลการทดลองข้อ 3.4.4.2 ปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่เหมาะสม ตามผลการทดลองข้อ 3.4.4.3 และ ปริมาณใบมะรุมผงที่เหมาะสม ตามผลการทดลองข้อ 3.4.4.4 ใช้ปริมาณน้ำตาลทรายแตกต่างกัน 3 ระดับคือ 75, 100 และ 125 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี นำตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ให้คะแนนความชอบทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Randomized Complete Block Design ; RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple - Range Test (DMRT)

3.4.5 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเค้กมะรุม

ทดลองเตรียมเค้กมะรุมตามสูตรที่เหมาะสม ซึ่งได้จากผลการทดลองในข้อ 3.4.4 นำตัวอย่างเค้กมะรุมมาวิเคราะห์คุณภาพ ต่าง ๆ ดังนี้

3.4.5.1 ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (ประพันธ์และวันทนีย์ , 2545)

3.4.5.2 ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระDPPH (Murakami และคณะ,2004)

3.4.5.3 ปริมาณใยอาหารทั้งหมด ตามวิธี AOAC (1995)

3.4.5.4 พลังงานที่ให้ (calories) ตามวิธี AOAC (1995)

3.4.5.5 องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ปริมาณไขมันทั้งหมด โปรตีน คาร์โบไฮเดรทเถ้า และความชื้น ตามวิธี AOAC (1995)

3.4.5.6 ปริมาณแคลเซียม ตามวิธี AOAC (1995)

3.4.5.7 ปริมาณเบต้าแคโรทีน ตามวิธี AOAC (1995)

การวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ในข้อ 3.4.5.3-3.4.5.7 ส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

3.4.6 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเค้กมะรุม

ทดลองเตรียมผลิตเค้กมะรุมตามสูตรที่เหมาะสมที่ได้จากผลการทดลองในข้อ 3.4.4 นำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้ผู้บริโภคที่เป็นลูกค้าของร้าน P.BAKERY ซึ่งตั้งอยู่ในวิทยาลัยการอาชีพร้อยเอ็ด อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวนทั้งสิ้น 100 คน โดยใช้วิธีทดสอบแบบ Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ประเมินผลทางประสาทสัมผัสทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) และ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s New Multiple – Range Test (DNMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของเนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผง

การเตรียมเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกและใบมะรุมผงเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการวิจัย พบว่า เนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่ได้มีความชื้น 85.24 เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณผลผลิตที่ได้เป็น 47.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใบมะรุมผงที่ได้มีความชื้น 10.48 เปอร์เซ็นต์และมีปริมาณผลผลิตที่ได้เป็น 15.2 เปอร์เซ็นต์

จากการนำเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกและใบมะรุมผงที่เตรียม ได้มาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH *ผลการทดลองแสดงดัง* ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของเนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผง

ตัวอย่างมะรุม	ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่างแห้ง)	สมบัติภารทำลายอนุมูลอิสระ DPPH (มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอบิค /100 กรัมตัวอย่างแห้ง)
เนื้อฝักมะรุมนึ่งสุก	$1014.40^{b} \pm 4.95$	$939.36^{b} \pm 4.27$
ใบมะรุมผง	$1057.92^{a} \pm 8.44$	$3568.03^{a} \pm 9.87$

หมายเหตุ : ค่าแสดงในตารางคือ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าใบมะรุมผงมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกเพียงเล็กน้อย ในขณะที่สมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH มีค่าสูงกว่ามากโดยมีค่ามากกว่าประมาณ 3.8 เท่า แสดงให้เห็นว่าในตัวอย่างใบมะรุมผงมีองค์ประกอบอื่น ที่มีสมบัติในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดี นอกเหนือไปจากสารโพลีฟีนอล ซึ่งเมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีที่พบในใบมะรุม (กองบรรณาธิการ, 2552) จะเห็นว่าองค์ประกอบที่มีสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ได้เช่น เดียวกับสารโพลีฟีนอล ได้แก่ คลอโรฟิลล์และวิตามินซี เป็นต้น ซึ่งในใบมะรุมผงจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุก จึงน่าจะเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ใบมะรุมผงมีสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกมาก ทั้ง ๆ ที่มีปริมาณโพลิฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าเพียงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมโดยใช้เนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกและใบมะรุมผงเป็นส่วนผสม

4.2.1 ปริมาณน้ำมันรำข้าวที่เหมาะสม

จากการทดลองเตรียมเค้กมะรุมตามสูตรพื้นฐาน (ตารางที่ 3.1) โดยใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี จากนั้นนำตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้ มาวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะและทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.2 ปริมาตรจำเพาะของเค้กมะรุมเมื่อใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวแตกต่างกัน

ตัวอย่างเค้กมะรุมที่เติมน้ำมันรำข้าว (% โดยน้ำหนักแป้งสาลี)	ปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์เซ็นติเมตร/กรัม)
50	$1.91^{b} \pm 0.01$
75	$2.15^{a} \pm 0.14$
100	$2.09^{ab} \pm 0.08$

หมายเหตุ : ค่าแสดงในตารางคือ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเค้กมะรุม เมื่อใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวแตกต่างกัน

ตัวอย่างเค้กมะรุมเติมน้ำมันรำข้าว (% โดยน้ำหนักแป้งสาลี)	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม^{ns}
50	5.50±1.05	5.77±0.92	5.23±1.80	5.64±0.95	5.27^{ab}±1.28	5.77±0.92
75	5.54±0.74	5.50±1.22	5.09 ±1.48	6.04 ±1.00	5.77^{a}±0.92	6.04±0.95
100	5.36±1.14	5.23±1.02	5.50 ±1.50	5.90±1.34	4.90^{b}±1.41	5.81 ±1.00

หมายเหตุ : ค่าแสดงในตารางคือ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า ปริมาณของน้ำมันรำข้าวในสูตรเค้กมะรุมมีผลต่อปริมาตรจำเพาะของตัวอย่างเค้กที่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กล่าวคือ เมื่อใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวในสูตรเพิ่มขึ้น ค่าปริมาตรจำเพาะของตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณน้ำมันมีผลทำให้แบตเตอร์ (batter) มีลักษณะเหลวมากขึ้นจึงทำให้เค้กขึ้นฟูในขณะอบได้ง่ายขึ้นส่งผลให้เค้กมีปริมาตรจำเพาะมากขึ้น ซึ่งจิตธนาและคณะ (2553) กล่าวว่า สูตรสมดุลของเค้กที่ใช้ไขมันเพียงพอที่จะช่วยอุ้มไข่ไว้ไม่ให้จับกันเป็นก้อนเมื่อถูกตีจนขึ้นดี ไขมันและไข่จะช่วยกันอุ้มอากาศที่ได้หลังจากการตีแล้วเพื่อให้เค้กขึ้นฟูเมื่ออบสุก ทั้งนี้น้ำหนักของไข่ต้องเท่ากับน้ำหนักของไขมัน ซึ่งในสูตรส่วนผสมใช้ไข่ 75 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี ทำให้การใช้น้ำมันรำข้าวที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี ขึ้นฟูได้ดี ส่งผลให้เค้กมีปริมาตรจำเพาะมากขึ้น (ภาพผลการทดสอบแสดงในภาคผนวก ง (ง).

เมื่อพิจารณาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้ เมื่อเติมน้ำมันรำข้าวในสูตรแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.3) พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบของปัจจัยทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของตัวอย่างเค้กมะรุมทั้ง 3 ตัวอย่าง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) กล่าวคือ ตัวอย่างเค้กมะรุมที่มีปริมาณน้ำมันในสูตรเท่ากับ 75 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี จะมีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำมันรำข้าวในสูตร 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลีแต่เมื่อเติมน้ำมันรำข้าวในสูตรเพิ่มขึ้นเป็น 100 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้มีค่าน้อยลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำมันที่เพิ่มมากเกินไปจะมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของเค้กนิ่มและแฉะ รวมทั้งมีลักษณะมันเลี่ยนมากเกินไป จึงทำให้ได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสต่ำกว่าตัวอย่างอื่น

เมื่อพิจารณา การใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวที่เหมาะสมสำหรับสูตรเค้กมะรุม ระหว่าง 50 และ 75 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี พบว่า ถึงแม้ว่าตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้เมื่อเติมน้ำมันรำข้าว 75 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี จะมีปริมาตรจำเพาะสูงกว่าตัวอย่างที่เติมน้ำมันรำข้าว 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลีก็ตามแต่ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างเค้กมะรุมทั้งสองดังกล่าว ไม่มีความแตกต่างในทุกปัจจัยที่ทดสอบ ดังนั้น จึงเลือกการใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี ในสูตรส่วนผสม เพื่อให้เค้กที่ได้มีปริมาณไขมันและพลังงานน้อยลง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่เหมาะสม

จากการทดลองเตรียมเค้กมะรุมตามสูตรพื้นฐาน (ตารางที่3.1)โดยใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวที่เหมาะสม คือ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี และใช้ปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกต่างกัน 3 ระดับ คือ 75,100 และ 125 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี นำตัวอย่างเค้กที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะ ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด สมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH และ ทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ผลดังตารางที่ 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.4 ปริมาตรจำเพาะ ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของตัวอย่างเค้กมะรุมเมื่อใช้ปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกแตกต่างกัน

ปริมาณมะรุมนึ่งสุก (%โดยน้ำหนักแป้งสาลี)	ปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์เซนติเมตร /กรัม)	ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิก/100 กรัมตัวอย่างแห้ง)	สมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH (มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิก/100 กรัมตัวอย่างแห้ง)
0	$1.99^{a} \pm 0.06$	$150.56^{d} \pm 3.44$	$95.80^{d} \pm 3.70$
75	$1.78^{b} \pm 0.03$	$229.78^{c} \pm 5.83$	$143.68^{c} \pm 4.09$
100	$1.94^{a} \pm 0.13$	$294.26^{b} \pm 3.93$	$221.78^{b} \pm 7.41$
125	$1.73^{b} \pm 0.03$	$341.60^{a} \pm 2.98$	$260.52^{a} \pm 6.97$

หมายเหตุ : ค่าแสดงในตารางคือ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
a,b,c....ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.5 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเค้กมะรุมเมื่อใช้ปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกแตกต่างกัน

ตัวอย่างเค้กเติมมะรุมนึ่งสุก (% น้ำหนักแป้งสาลี)	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม^{ns}
75	5.36 ± 1.25	$5.68^{a} \pm 1.02$	5.21 ± 1.55	5.07 ± 1.61	$4.86^{b} \pm 1.46$	5.43 ± 1.10
100	5.43 ± 1.20	$5.50^{ab} \pm 1.04$	5.18 ± 1.49	5.64 ± 1.22	$5.64^{a} \pm 1.22$	5.53 ± 1.04
125	4.93 ± 1.51	$4.96^{b} \pm 1.50$	5.18 ± 1.52	5.50 ± 1.26	$5.21^{ab} \pm 1.37$	5.07± 0.98

หมายเหตุ : ค่าแสดงในตารางคือ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)
a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.4 เห็นได้ว่า เนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่เติมในส่วนผสมเค้กที่ปริมาณต่างกัน มีผลทำให้ตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้มีปริมาตรจำเพาะ ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ตัวอย่างเค้กมะรุมที่เติมเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลีมีค่าปริมาตรจำเพาะสูงที่สุดและมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ไม่เติมเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุก ในขณะที่ตัวอย่างที่เติมเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่ระดับ 75 และ 125 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี จะมีปริมาตรจำเพาะต่ำกว่า

สำหรับปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH พบว่า ตัวอย่างเค้กมะรุมจะมีค่าทั้งสองดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเติมเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกในปริมาณมากขึ้น โดยปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดมีค่าเพิ่มจาก 150.56 เป็น 341.60 มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิก /100 กรัมตัวอย่างแห้งและสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มขึ้นจาก 95.85 เป็น 260.52 มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแอสคอร์บิก / 100 กรัมตัวอย่างแห้ง เมื่อเติมเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 125 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.5) ของตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้ เมื่อเติมเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกปริมาณต่างกัน จะเห็นได้ว่าตัวอย่างเค้กมะรุมทั้ง 3 ตัวอย่างได้คะแนนความชอบของปัจจัยด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามการเติมเนื้อฝักมะรุมเพิ่มขึ้นมีผลทำให้คะแนนความชอบด้านสีมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการเติมเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกเพิ่มขึ้นจะทำให้สีของเนื้อเค้กที่มองเห็นไม่มีความสม่ำเสมอ แต่คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่างเค้กที่เติมเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี จะมีลักษณะของเนื้อสัมผัสแห้งกว่าตัวอย่างอื่น ๆ

จากผลการทดลองข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่เหมาะสมสำหรับใช้เติมในส่วนผสมของเค้กมะรุมคือ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี ดังนั้น จึงเลือกใช้ปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่ระดับดังกล่าว สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป

4.2.3 ปริมาณใบมะรุมผงที่เหมาะสม

จากการทดลองเตรียมเค้กมะรุมโดยใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวและปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่เหมาะสม คือ 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี ตามลำดับ และใช้ปริมาณใบมะรุมผงแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 2.5, 4.5 และ 6.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี จากนั้น นำตัวอย่างเค้กที่ได้ มาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัส ของตัวอย่างเค้กมะรุมเมื่อใช้ปริมาณใบมะรุมผง แตกต่างกัน

ตัวอย่างเค้กเติมใบมะรุมผง (% โดยน้ำหนักแป้งสาลี)	ลักษณะปรากฏ[ns]	สี[ns]	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
2.5	5.14 ± 0.95	4.83 ± 1.26	4.28^{b} ± 1.33	4.59^{b} ± 1.38	4.59^{b} ± 1.21	4.72^{b} ± 1.33
4.5	5.17 ± 1.07	5.31 ± 1.31	4.55^{b} ± 1.50	5.07^{ab} ± 1.51	4.72^{b} ± 1.25	4.97^{b} ± 1.35
6.5	5.55 ± 0.87	5.41 ± 1.09	5.62^{a} ± 1.01	5.69^{a} ± 1.11	5.45^{a} ± 1.06	6.45^{a} ± 0.78

หมายเหตุ : ค่าแสดงในตารางคือ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.6 เห็นได้ว่า การเติมใบมะรุมผงเพิ่มขึ้นจาก 2.5 เป็น 6.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี ไม่มีผลทำให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ และ สีของเค้กมะรุมที่ได้แตกต่างกัน แต่คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยคะแนนความชอบของปัจจัยดังกล่าว มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเติมใบมะรุมผงเพิ่มขึ้นเนื่องจากเค้กจะมีสีเขียวที่มองดูน่ารับประทานมากขึ้น เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วจะเห็นได้ชัดเจนว่า ตัวอย่างเค้กมะรุมที่เติมใบมะรุมผง 6.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้ปริมาณใบมะรุมผงที่ระดับดังกล่าว สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป

4.2.4 ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม

จากการทดลองเตรียมเค้กมะรุมโดยใช้ปริมาณน้ำมันรำข้าวและปริมาณเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่เหมาะสมคือ 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี และปริมาณใบมะรุมผง ที่เหมาะ สมคือ 6.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลีและใช้ปริมาณน้ำตาลทรายแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี จากนั้นนำตัวอย่างเค้กที่ได้ มาทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.7 ซึ่งจากตารางที่ 4.7 เห็นได้ว่าตัวอย่างเค้กมะรุมที่เติมปริมาณน้ำตาลทรายต่างกัน มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แตกต่างกัน ($P \leq 0.05$) โดยตัวอย่างเค้กที่เติมน้ำตาลทรายที่ระดับ 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี มีคะแนนความชอบของปัจจัยดังกล่าวมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวโน้มสูงกว่า ที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี โดยตัวอย่างเค้กที่เติมน้ำตาลทรายที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติและ เนื้อสัมผัสที่สูงสุด คือ เค้กที่ได้มีสีเขียวออกเหลืองทองที่มองดูน่ารับประทาน กลิ่นหอมหวาน รสชาติกลมกล่อมไม่หวานมากและเนื้อสัมผัสนุ่มนวลไม่แห้งหรือแฉะเกินไป ดังนั้น เพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เค้กเพื่อสุขภาพ จึงเลือกการใช้น้ำตาลที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 4.7 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเค้กมะรุม เมื่อใช้ปริมาณน้ำตาลทรายแตกต่างกัน

ตัวอย่างเค้กเติมน้ำตาลทราย (% โดยน้ำหนักแป้งสาลี)	ลักษณะ[ns] ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
50	5.14±0.69	4.93^{b}±1.30	4.41^{b}±1.21	4.79^{b}±1.37	4.62^{b}±1.32	4.66^{b}±1.26
75	5.55±1.83	5.48^{a}±1.12	4.97^{a}±1.57	5.38^{ab}±1.29	5.34^{a}±1.20	5.48^{a}±1.24
100	5.48±0.78	4.96^{b}±1.27	4.93^{a}±1.31	5.48^{a}±1.24	5.07^{ab}±1.62	5.21^{a}±1.29

หมายเหตุ : ค่าแสดงในตารางคือ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)
a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดลองทั้งหมดสรุปสูตรที่เหมาะสมของเค้กมะรุม ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 สูตรที่เหมาะสมสำหรับเค้กมะรุม

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแป้ง)	ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแป้ง)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	200	100	น้ำมันรำข้าว	100	50
น้ำตาลทรายแดง	50	25	น้ำตาลทราย	150	75
เนื้อฝักมะรุม	200	100	ไข่ไก่	150	75
ใบมะรุมผง	13	6.5	ผงฟู	5	2.5
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์			เกลือป่น	3	1.5
อบบดหยาบ	100	50	อบเชยป่น	2	1
โซดาไบคาร์บอเนต	2	1	กลิ่นนมเนย	5	2.5
กลิ่นวานิลลา	5	2.5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 คุณค่าทางโภชนาการของเค้กมะรุม

จากการทดลองเตรียมเค้กมะรุมตามสูตรที่เหมาะสมตามตารางที่ 4.8 จากนั้นนำตัวอย่างเค้กมะรุมที่ได้มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการเปรียบเทียบกับเค้กแครอท (สูตรในภาคผนวก ง) โดยวิเคราะห์พลังงาน ปริมาณไขมันทั้งหมด โปรตีน คาร์โบไฮเดรท เถ้า ความชื้น ใยอาหาร แคลเซียม เบต้าแคโรทีน ปริมาณโพลีฟีนอล และ สมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 คุณค่าทางโภชนาการ ปริมาณโพลีฟีนอล และ สมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของเค้กมะรุมเปรียบเทียบกับเค้กแครอท

ค่าที่วิเคราะห์ได้ (ต่อ 100 กรัม)	เค้กมะรุม	เค้กแครอท
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	370.0 ±1.4	453.0 ± 4.4
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	17.7 ± 0.3	27.9 ± 0.9
โปรตีน (กรัม)	8.2 ± 0.1	6.9 ± 0.1
คาร์โบไฮเดรท (กรัม)	44.4 ± 0.4	43.6 ± 0.9
เถ้า (กรัม)	1.9 ± 0.0	1.4 ± 0.0
ความชื้น (กรัม)	27.8 ± 0.2	20.3 ± 0.0
ใยอาหาร (กรัม)	2.6 ± 0.0	2.2± 0.0
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	96.6 ± 0.1	68.7 ± 0.7
เบต้าแคโรทีน (ไมโครกรัม)	173.8 ± 7.3	702.5 ± 6.7
โพลีฟีนอลทั้งหมด* (มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลิก)	392.3 ±2.4	246.6 ± 9.1
สมบัติการทำลายอนุมูลอิสระDPPH* (มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิก)	239.2 ± 3.4	211.5 ± 8.8

หมายเหตุ : * ต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง

จากข้อมูลผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าการบริโภคผลิตภัณฑ์เค้ก 100 กรัม เค้กมะรุมจะให้พลังงานน้อยกว่าเค้กแครอทประมาณ 1.2 เท่า ทั้งนี้ เนื่องจากเค้กมะรุมมีปริมาณไขมันทั้งหมดต่ำกว่าเค้กแครอทถึง 1.6 เท่า ในขณะที่เค้กมะรุมมีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรทสูงกว่าเล็กน้อย นอกจากนี้เค้กมะรุมยังมีปริมาณเถ้าและใยอาหารสูงกว่าเค้กแครอทเล็กน้อย สำหรับปริมาณความชื้นของเค้กมะรุมที่สูงกว่าเค้กแครอทนั้น อาจเป็นไปได้ว่าเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่เติมในเค้กมะรุมมีความชื้นสูงทำให้ความชื้นในเค้กมะรุมสูงตามไปด้วย เป็นที่น่าสังเกตว่า เค้กมะรุมมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณแคลเซียมสูงกว่าเค้กแครอท 1.4 เท่า ในขณะที่เค้กแครอทมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงกว่าเค้กมะรุมถึง 4 เท่า ทั้งนี้ เนื่องจากมะรุมโดยเฉพาะในส่วนของใบ มีองค์ประกอบของแคลเซียมสูง (ตารางที่ 2.2) ในขณะที่แครอทจะเป็นแหล่งของเบต้าแคโรทีน นอกจากนี้เค้กมะรุมมีองค์ประกอบของโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าเค้กแครอท 1.6 เท่า แต่มีสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าเพียงเล็กน้อย (1.1 เท่า) แสดงให้เห็นว่าเบต้าแคโรทีนในเค้กแครอท ซึ่งไม่ใช่สารโพลีฟีนอลก็มีสมบัติในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามปริมาณเบต้าแคโรทีนในเค้กแครอทที่มีมากกว่าเค้กมะรุมถึง 4 เท่า ก็ไม่ได้ทำให้เค้กแครอทมีสมบัติในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH สูงกว่าเค้กมะรุม ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสารโพลีฟีนอลและสารอื่น ๆ ที่พบในเนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผงมีสมบัติในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดีกว่าเบต้าแคโรทีน ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมตามสูตรที่พัฒนาได้เป็นเค้กเพื่อสุขภาพ

4.4 ความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อเค้กมะรุม

จากการทดลอง เตรียมเค้กมะรุมตามสูตรที่เหมาะสม แล้วนำไปทดสอบความชอบของผู้บริโภคซึ่งเป็นลูกค้าของร้าน P. BAKERY ซึ่งตั้งอยู่ในวิทยาลัยการอาชีพร้อยเอ็ด อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวนทั้งสิ้น 100 คน โดยใช้วิธีทดสอบแบบ Hedonic scale 7 ระดับคะแนน รวมถึงข้อมูลการตัดสินใจซื้อ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.10 – 4. 13

ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเค้กมะรุม มีผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 100 คน เป็นเพศหญิง 73 คน และ เพศชาย 27 คน ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 15 – 20 ปี คิดเป็น 37 เปอร์เซ็นต์ และ 31 – 40 ปี เป็น 23 เปอร์เซ็นต์ มีช่วงอายุ 41- 50 ปี และ 21 – 30 ปี เป็นจำนวนใกล้เคียง คือ 18 และ 17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนอายุ มากกว่า 50 ปี ขึ้นไปมีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา คิดเป็น 41 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ข้าราชการหรือพนักงานของรัฐ 24 เปอร์เซ็นต์ และกิจการส่วนตัว 13 เปอร์เซ็นต์ โดยมีระดับการศึกษา ปวช. หรือ ปวส. คิดเป็น 47 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ระดับปริญญาตรี 28 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวมากถึง 86 เปอร์เซ็นต์

จากข้อมูลในตารางที่ 4.11 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รู้จักมะรุมมากถึง 87 เปอร์เซ็นต์ แต่มีผู้ที่ทราบข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของมะรุมต่อสุขภาพแต่มีเพียง 59 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถาม มีการบริโภคมะรุมบ้าง 64 เปอร์เซ็นต์ บริโภคบ่อย 9 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไม่บริโภคมะรุมมี 27 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน (ตารางที่ 4.12) พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบของปัจจัยที่ทดสอบ คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในช่วง 5.2 – 5.8 ซึ่งอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลทางสังคมของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	รายการประเมิน	จำนวน	เปอร์เซ็นต์
เพศ	ชาย	27	27
	หญิง	73	73
อายุ	15 – 20 ปี	37	37
	21 – 30 ปี	17	17
	31 – 40 ปี	23	23
	41 – 50 ปี	18	18
	มากกว่า 50 ปี ขึ้นไป	5	5
ระดับการศึกษาสูงสุด	ไม่ได้รับการศึกษา	4	4
	ประถมศึกษาปีที่ 6	4	4
	มัธยมศึกษาปีที่ 3	4	4
	ปวช. / ปวส.	47	47
	มัธยมศึกษาปีที่ 6	4	4
	ปริญญาตรี	28	28
	ปริญญาโท	8	8
	ปริญญาเอก	1	1
ปัจจุบันท่านประกอบอาชีพ	นักศึกษา	41	41
	แม่บ้าน / พ่อบ้าน	6	6
	ราชการ / พนักงานของรัฐ	24	24
	รัฐวิสาหกิจ	0	0
	บริษัทเอกชน	1	1
	กิจการส่วนตัว / เจ้าของบริษัท	13	13
	รับจ้าง	11	11
	อื่น ๆ ระบุ	4	4
ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่	โรคความดันโลหิตสูง	2	2
	โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด	0	0
	โรคเบาหวาน	1	1
	โรคอ้วน	3	3
	โรคข้อเข่าเสื่อม	2	2
	โรคมะเร็ง	0	0
	โรคภูมิแพ้	4	4
	โรคหัวใจ	1	1
	ไม่มี	86	86
	อื่น ๆ ระบุ	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะรุมของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายการประเมิน	คำตอบ	จำนวน	เปอร์เซ็นต์
ท่านรู้จักมะรุมหรือไม่	รู้จัก	87	87
	ไม่รู้จัก	13	13
ท่านทราบข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ต่อ	ทราบ	59	59
สุขภาพของมะรุมหรือไม่	ไม่ทราบ	41	41
ปกติท่านบริโภคมะรุมหรือไม่	ไม่บริโภค	27	27
	บริโภคบ้าง	64	64
	บริโภคบ่อย	9	9

ตารางที่ 4.12 คะแนนเฉลี่ยความชอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อเค้กมะรุม โดยวิธี Hedonic scale 7 ระดับคะแนน

ปัจจัยที่ทดสอบ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	5.8 ± 1.0
สี	5.4 ± 1.0
กลิ่น	5.2 ± 1.4
รสชาติ	5.8 ± 1.2
เนื้อสัมผัส	5.6 ± 1.2
ความชอบโดยรวม	5.8 ± 1.1

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลการตัดสินใจซื้อของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำถาม	คำตอบ	จำนวน	เปอร์เซ็นต์
ถ้ามีการจำหน่ายเค้กมะรุมที่ท่านได้ชิม	ซื้อแน่นอน	51	51
ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่	อาจซื้อหรือไม่ซื้อ	48	48
	ไม่ซื้อแน่นอน	1	1

ชอบปานกลาง และเมื่อสอบถามเกี่ยวกับการตัดสินใจซื้อ (ตารางที่ 4.13) พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามจะซื้อผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมแน่นอน 51 เปอร์เซ็นต์ อาจจะซื้อหรือไม่ซื้อ 48 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่จะไม่ซื้อแน่นอนที่มีเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น จากข้อมูลทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมตามสูตรที่พัฒนาจากงานวิจัยนี้ มีศักยภาพในการที่จะผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในการพัฒนาสูตรเค้กเพื่อสุขภาพโดยใช้เนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกและใบมะรุมผงเป็นส่วนผสม และใช้สูตรเค้กแครอทเป็นสูตรพื้นฐาน พบว่าเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกและใบมะรุมผงที่ใช้มีปริมาณ โพลีฟีนอลทั้งหมด เท่ากับ 1,014.40 ± 4.95 และ 1,057.92 ± 8.44 มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่างแห้ง และมีสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH เป็น 939.36 ± 4.27 และ 3,568.03 ± 9.87 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอบิค/100 กรัมตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ

เมื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของส่วนผสมที่ใช้ในการพัฒนาสูตรเค้กมะรุม โดยพิจารณาจากปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาตรจำเพาะ ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด สมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กที่ได้ พบว่าสูตรที่เหมาะสมคือ ใช้น้ำมันรำข้าว เนื้อฝักมรุม ใบมะรุมผง และน้ำตาลทราย เท่ากับ 50, 100, 6.5 และ 75 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้งสาลี

เมื่อนำเค้กมะรุมที่พัฒนาได้จากสูตรที่เหมาะสมมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการเปรียบเทียบกับเค้กแครอทสูตรพื้นฐาน พบว่าเค้กมะรุมมีพลังงานและปริมาณไขมันทั้งหมดน้อยกว่าเค้กแครอท 1.2 - 1.6 เท่า และมีปริมาณเบต้าแคโรทีนน้อยกว่าเค้กแครอท 4 เท่า แต่เค้กมะรุมจะมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรท ความชื้น เถ้า ใยอาหาร แคลเซียม โพลีฟีนอล และ สมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ *DPPH* สูงกว่าเค้กแครอท ผลการทดลองที่ได้สนับสนุนว่าผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมสูตรที่พัฒนาได้มีศักยภาพเป็นเค้กเพื่อสุขภาพ

จากการนำผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมที่เตรียมตามสูตรที่พัฒนาได้ไปทดสอบความชอบโดยใช้วิธีทดสอบแบบ Hedonic scale 7 ระดับคะแนนและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 73 เปอร์เซ็นต์ มีช่วงอายุ 18-37 ปี 37 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาระดับสูงสุดระดับ ปวส/ปวช 47 เปอร์เซ็นต์และเป็นนักศึกษา 41 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีโรคประจำตัวสูงถึง 86 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมะรุมคือ รู้จักมะรุม 87 เปอร์เซ็นต์และทราบข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ต่อสุขภาพของมะรุม 59 เปอร์เซ็นต์ โดยบริโภคมะรุมบ้าง 64 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบของลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวมเฉลี่ยในช่วง 5.2 – 5.8 ซึ่งเป็นช่วงความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และผู้ตอบแบบสอบถามจะซื้อผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมแน่นอน 51 เปอร์เซ็นต์ อาจจะซื้อหรือไม่ซื้อ 48 เปอร์เซ็นต์ และไม่ซื้อแน่นอนมีเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น จากข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมดดังกล่าว สรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์เค้กมะรุมตามสูตรที่พัฒนาได้มีศักยภาพในการที่จะผลิตจำหน่ายเชิงพาณิชย์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเค้กมะรุมในระหว่างการเก็บรักษาทั้งที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น เพื่อทราบถึงอายุการเกก็บรักษาต่อไป

5.2.2 ควรมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด และสมบัติการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของเนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผงในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งเพื่อทราบถึงอายุการเก็บรักษา

5.2.3 ทดลองนำเนื้อฝักมะรุมและใบมะรุมผงไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เบเกอรีชนิดอื่น ๆ เช่น ขนมปัง คุกกี้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2524. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แป้งสาลีชนิดทำเค้ก. มอก. 373-2524.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร.

พืชผักสมุนไพร. 2554. **สรรพคุณ และ ประโยชน์ของมะรุม.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.n3k.in.th, 10 กรกฎาคม 2554.

ก้นครัว. 2553. **เค้กแครอท ในวันนี้ยังร้อนแม้ฝนจะตกลงมาก็ตาม...** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=ta-to&month=09-01-2009&group=2&gblog=36, 10 กรกฎาคม 2554.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2555. **น้ำมันรำข้าว.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www. th.wikipedia.org/wiki/, 15 มิถุนายน 2555.

วนิดา จันทรเทพเทวัญ. 2553. มะรุม...พืชนี้ดีจริงหรือ (2) R&D Newsletter . **วารสารเพื่อการวิจัยและพัฒนาองค์การเภสัชกรรม.** 17 (4) : ตุลาคม – ธันวาคม. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : www.gpo.or.th/rdi/html/RDINewsYr17No4/1.pdf, 15 มิถุนายน 2555.

กองบรรณาธิการ. 2552. **มะรุม 5 ธาตุ เสริมภูมิคุ้มกันมะเร็ง.** กรุงเทพฯ : สุภัชนิญค์ พริ้นติ้ง

ชมดาว สิกขะมณฑล, จันทร์เพ็ญ ศักดิ์สิทธิพิทักษ์, ไพลิน ผู้พัฒน์และจารุวรรณ ศิริพรรณพร. 2544. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตคุกกี้เห็ดและการทดสอบการยอมรับ. **รายงานผลการวิจัย .** สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ.

ธีรนันท์ ประคอง . 2541. การสกัดและใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากแกนสับปะรด. **วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต.** สาขาวิชาวิทยาศาสตร์(อาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. 117 หน้า

ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม และ วันทนีย์ ช้างน้อย. 2545. การเปรียบเทียบสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและศักยภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารสกัดจากสารเมล็ดพืชตระกูลส้มสายพันธ์ต่าง ๆ ที่ปลูกในประเทศไทย. **อาหาร.** 32(5) : 300 - 307.

พิชญ์อร ไหมสุทธิสกุล. 2547. ศักยภาพการต้านอนุมูลอิสระและการตรวจประเมินกิจกรรมการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารจากพืช. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.** 24 (2) : 18 - 35.

วิวัฒน์ หวังเจริญ. 2545. บทบาทของสารประกอบฟีนอลต่อสุขภาพ. **อาหาร.** 32(4) : 245 - 253.

โอภา วัชระคุปต์, ปรีชา บุญจูง, จันทนา ยุญยะรัตน์ และ มาลี อัตต์สินทอง. 2550. **สารต้านอนุมูลอิสระ. พิมพ์ครั้งที่ 2.** กรุงเทพฯ : นิวไทยมิตรการพิมพ์. 280 หน้า

อรรถพร แสงฉาย, กัญศิญา กาวีระ และ กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์. 2553. ผลของการเสริมใบมะรุมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพของขนมปัง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 41(3/1)(พิเศษ) : 349 – 352.

Arco Iris – School. 2010. **Cake prepared with moringa leaf powder**. [Online] Avilable ; www.flickr.com/photos/plant-trees/5055549205/in/photostream/September 2010.

AOAC. 1990. **Official methods of analysis** (15th ed.). Washington DC : Association of Official Analytical

Chumark,P.;Khunawat,P.; Sanvarinda,Y.; Phornchirasilp, S.; Phumala M.N.; Phivthong-ngam,L.; Ratanachamnong,P.; Srisawat,S. and Pongrapeeporn, K.S. 2008. The in vitro and ex vivo antioxidant properties, hypolipidaemic and antiatherosclerotic activities of water extract of *Moringa oleifera* Lam. Leaves. **Journal of Ethnopharmacology**. 116 : 439 - 446.

Dachana, K.B.; Rajiv, J.; Indrain, D. and Prakash, J. 2010. Effect of dried moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves on rheological, microstructural, nutritional, textural and organoleptic characteristics of cookies. **Journal of Food Quality**. 33(5): 660–677.

Karakaya, S. 2004. Bioavailability of phenolic compounds. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition.** 44 (6) : 453 – 464.

Murakami,M.; Yamaguchi,T.; Takamura, H. and Matoba, T. 2004. Effects of thermal treatment on radical – scavenging activity of single and mixed polyphenolic compounds. **Journal of Food Science.** 69 : FCT 7 - FCT 10.

Patel, S.; Thakur, A.S.; Chandy, A. and Manigauha, A. 2010. *Moringa Oleifera:* A Review of There Medicinal and Economical Importance to the Health and Nation. **Drug Invention Today.** 2 (7) :339 - 342.

USDA (2011) The analysis of nutrients : Moringa pods and leaves . [Online] Avilable : http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl and http://www.nutrition-and-you.com/**moring**...

Wangcharoen,W. and Gomolmanee, S. 2011 Antioxidant capacity and total phenolic content of Moringa oleifera grown in Chiang Mai, Thailand. **Thai Journal of Agricultural Science.** 44 (5) : 118-124.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (Total polyphenol contents) (ประพันธ์และวันทนีย์,2545)

1.สารเคมี

1.1 Folin-Ciocalteu

1.2 โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์

1.3 สารละลายกรดแกลลิก ความเข้มข้น 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2. วิธีการเตรียมกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้น 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2.2 ปิเปตสารละลายมาตรฐานดังกล่าวใส่หลอดทดลอง หลอดละ 0, 0.05, 0.10 , 0.15, 0.20, 0.25, 0.30 และ 0.35 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 10 มิลลิลิตร

2.3 เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที

2.4 เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที

2.5 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

2.6 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิกในหน่วยไมโครกรัม

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดในตัวอย่างสารสกัด

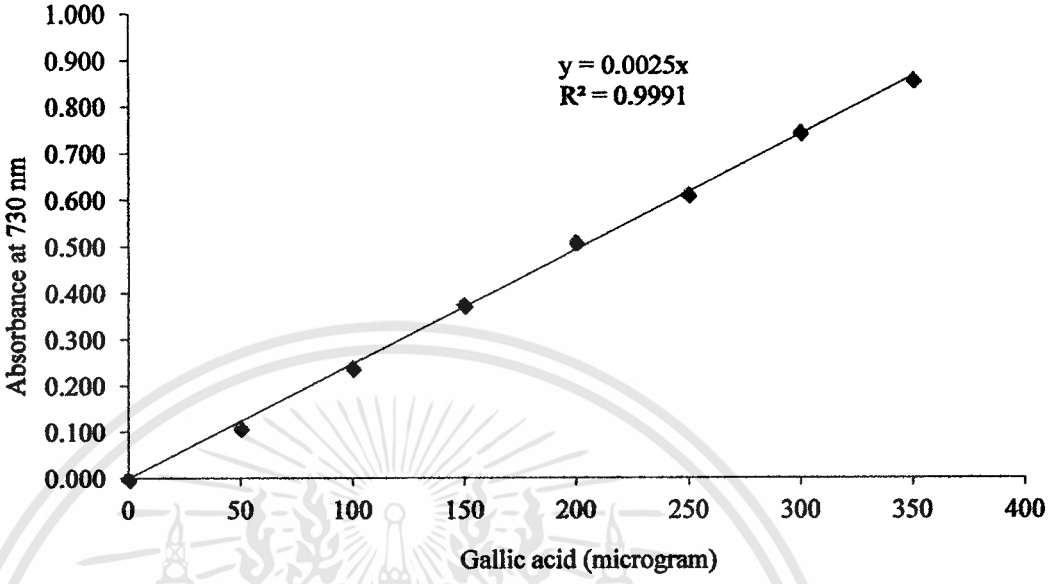
3.1 โดยปิเปตตัวอย่างสารสกัดปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมเท่ากับ 10 มิลลิลิตร

3.2 เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu 0.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที

3.3 เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที

3.4 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่น เป็น blank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร กับปริมาณกรดแกลลิก

ตัวอย่างการคำนวณ

สารสกัดตัวอย่างเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร ครั้งที่ 1 ได้ 0.689

จากกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก ดังภาพที่ ข1 ได้สมการเส้นตรง $y = 0.0025\,x$, $R^2 = 0.9991$

แทนค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกที่วัดได้ในสมการ

$y = 0.0025\,x$

จะได้ $x = 0.689/0.0025$

$= 275.60$ ไมโครกรัม/0.5 มิลลิลิตร

$= 275.60 \times 10^{-3}$ มิลลิกรัม/0.5 มิลลิลิตร

$= (275.60 \times 10^{-3}) \times 200$ มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร

$= 55.12$ มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร

จากการเตรียมตัวอย่างสารสกัดตัวอย่างเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกในข้อที่ 3.4.3.1 สารสกัด 100 มิลลิลิตร จะมีปริมาณตัวอย่างอยู่ในสารสกัด 5.4549 กรัมตัวอย่างน้ำหนักแห้ง ดังนั้นจากค่าที่คำนวณได้จะมีปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 55.12 มิลลิกรัม/5.4549 กรัมน้ำหนักแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแห้ง 5.4549 กรัม มีสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมด 55.12 มิลลิกรัม

ตัวอย่างแห้ง 100 กรัม มีสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมด 55.12x100/5.4549 มิลลิกรัม

= 1010.47 มิลลิกรัม

ดังนั้นในตัวอย่างสารสกัดเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกบิกเกอร์ที่ 1 การวัดค่าการดูดกลืนแสงครั้งที่ 1 จะมีปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 1010.47 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH scavenging activity)

การวิเคราะความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPH วิเคราะห์โดยใช้วิธีที่รายงานโดย Murakami และคณะ (2004) ซึ่งมีหลักการ คือ สารละลายของอนุมูลอิสระ DPPH จะมีสีม่วงแดงซึ่งดูดกลืนแสงได้ที่ 517 นาโนเมตร ในกรณีตัวอย่างสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการทำลายอนุมูลอิสระได้ดีจะทำให้สีม่วงแดงของสารละลาย DPPH จางลงได้มากกว่าตัวอย่างสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการทำลายอนุมูลอิสระได้น้อย

1. สารเคมี

1.1 สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ โดยชั่ง DPPH 0.0158 กรัม ละลายในเอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรรวมให้เป็น 50 มิลลิลิตร

2.2 เอธานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซนต์

2. วิธีการวิเคราะห์

2.1 ปิเปตสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ จำนวน 0.6 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง

2.2 ปิเปตตัวอย่างสารสกัดและเอธานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ปริมาตรของสารละลายที่ทำปฏิกิริยารวมทั้งหมดเป็น 0.6 มิลลิลิตร นั่นคือ ปริมาตรรวมของตัวอย่างสารสกัดและเอธานอลจะต้องเท่ากับ 5.4 มิลลิลิตร

2.3 ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที

2.4 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้เอธานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซนต์เป็น blank

2.5 คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ(% inhibition) โดยแทนค่าในสมการดังนี้

% การยับยั้งอนุมูลอิสระ = {1- (ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่าง/ค่าดูดกลืนแสงของblank)} x 100

2.6 คำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในหน่วยของมิลลิกรัมสมมูลย์วิตามินซี/100 กรัมตัวอย่างแห้ง

3. วิธีการเตรียมกราฟมาตรฐานวิตามินซี

3.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานวิตามินซีความเข้มข้น 50 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

3.2 ปิเปตสารละลายมาตรฐานดังกล่าวใส่หลอดทดลอง หลอดละ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 และ 0.7 มิลลิลิตร (จะได้ความเข้มข้นของสารละลาย 5, 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) ปรับปริมาตรด้วยเอธานอล 95 เปอร์เซนต์ ให้เป็น 5.4 มิลลิลิตร

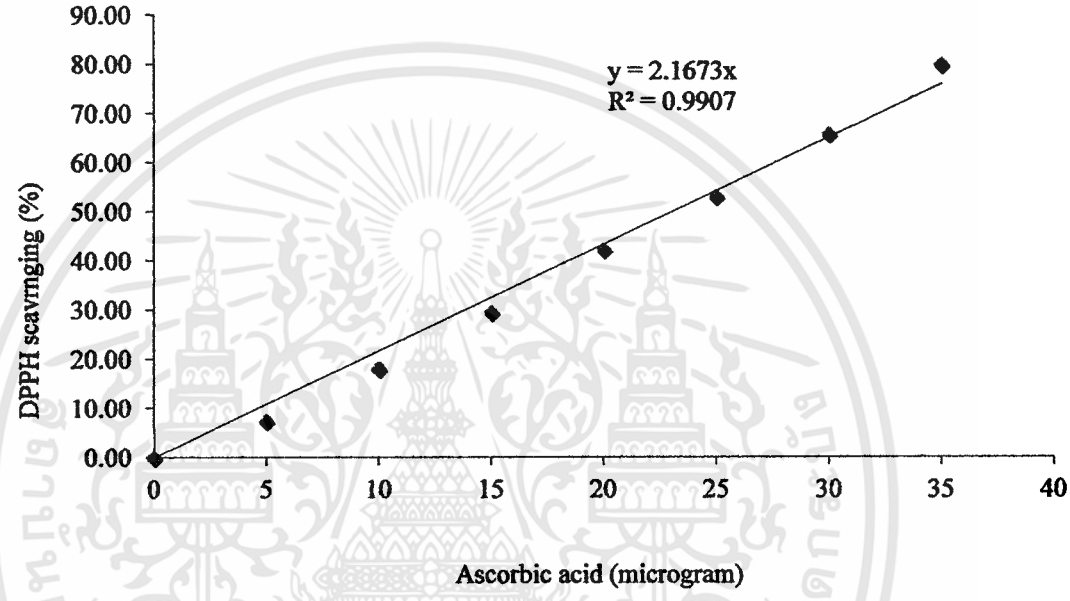
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ปิเปตสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.8 มิลลิโมลาร์ จำนวน 0.6 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง

3.4 ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที

3.5 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรโดยใช้เอธานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซนต์ ในหลอดควบคุม (เป็น blank)

3.6 คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ(% inhibition) โดยแทนค่าในสมการ



ภาพที่ ข1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวิตามินซีและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH

ตัวอย่างการคำนวณ

จากการเตรียมตัวอย่างสารสกัดเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกโดยใช้ปริมาณเนื้อมะรุมนึ่งสุกอบแห้ง 5.4549 กรัมนำไปสกัดด้วยเอธานอลตามวิธีในข้อ 3.4.3.1 (หน้า 21) ได้สารสกัด 100 มิลลิลิตร จากนั้น เจือจางตัวอย่างสารสกัด 5 เท่า และ ปิเปตตัวอย่างไปวิเคราะห์ 0.2 มิลลิลิตรเพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร ครั้งที่ 1 ได้ค่า 0.478 และค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกริยาควบคุม ได้ค่า 0.892

จากการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ตามวิธีในข้อที่ 2.5

% การยับยั้งอนุมูลอิสระ = {1- (ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่าง/ค่าดูดกลืนแสงของblank)} x 100

= (1 – 0.478/0.892) x 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= (1 - 0.5358) x 100

= 46.42

จากกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวิตามินซีและเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ดังภาพที่ ก1 ซึ่งได้สมการเส้นตรง $y = 2.1673x$, $R^2 = 0.9907$

แทน % การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ได้ในสมการ $y = 2.1673x$

จะได้ $x = 46.42/2.1673$

= 21.42 ไมโครกรัมสมมูลย์วิตามินซี

$= 21.42 \times 10^{-3}$ มิลลิกรัมสมมูลย์วิตามินซี

$= \{ (21.42 \times 10^{-3})/0.2)\} \times 100$ มิลลิกรัมสมมูลย์วิตามินซี/100มิลลิลิตร

= 53.35 มิลลิกรัมสมมูลย์วิตามินซี/100มิลลิลิตร

จากการเตรียมสารสกัดตัวอย่างเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกในข้อที่ 3.4.3.1 สารสกัด 100 มิลลิลิตร จะมีปริมาณตัวอย่างเนื้อฝักมะรุมนึ่งสุกอบแห้ง 5.4549 กรัม

ดังนั้นจากค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระDPPHที่คำนวณได้จะมีค่าเท่ากับ มิลลิกรัม/5.4549 กรัมตัวอย่าง

ตัวอย่างแห้ง 5.4549 กรัม เทียบเป็นวิตามินซี 53.35 มิลลิกรัมสมมูลย์วิตามินซี/100 มิลลิลิตร

ตัวอย่างแห้ง 100 กรัม เมื่อเทียบเป็นปริมาณวิตามินซี = 53.35 x100/5.4549

= 981.69 มิลลิกรัมสมมูลย์วิตามินซี/100มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะของเค้ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาตรจำเพาะของเค้ก ตามวิธีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่อง แป้งสาลีชนิดทำเค้ก มอก.374 – 2524 (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2524)

1. อุปกรณ์

1.1 เมล็ดงา

1.2 ภาชนะรูปทรงสี่เหลี่ยมใหญ่กว่าเค้ก

1.3 กระบอกตวง

1.4 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2. วิธีการวิเคราะห์

2.1 เมื่ออบขนมเค้กเสร็จแล้ว นำมาพักให้ขนมเย็นตัวลง ชั่งน้ำหนักของขนมเค้ก

2.2 บรรจุขนมเค้กลงในภาชนะรูปทรงสี่เหลี่ยมที่รู้ปริมาตรแน่นอน เติมเมล็ดงาให้เต็มภาชนะปาดเมล็ดงาให้เรียบเสมอกับขอบภาชนะ

2.3 คำนวณค่าปริมาตรจำเพาะโดย

2.4 ปริมาตรจะเพาะของขนมเค้ก (cm^3/g) = $\frac{\text{ปริมาตรภาชนะ – ปริมาตรเมล็ดงา}}{\text{น้ำหนักขนมเค้ก}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

สูตรเค้กแครอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรเค้กแครอท

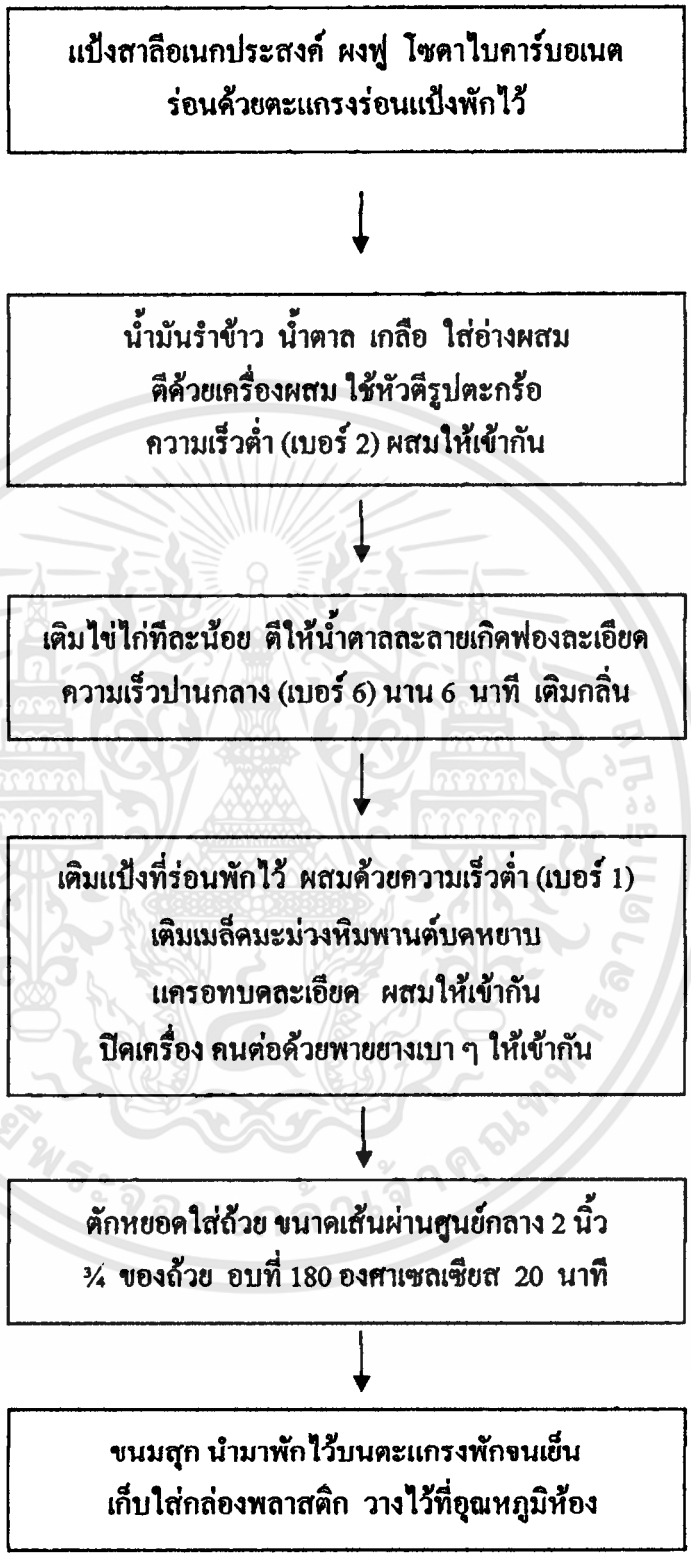
สูตรเค้กแครอทมีส่วนผสมและวิธีการทำ (ก้นครัว, 2553) ดังนี้

ตารางที่ ง1 สูตรพื้นฐานของเค้กแครอท

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักแป้ง)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	200	100
น้ำมันรำข้าว	150	75
น้ำตาลทราย	200	100
น้ำตาลทรายแดง	50	25
ไข่ไก่	150	75
แครอท	150	75
เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบบดหยาบ	100	50
ผงฟู	5	2.5
โซดาไบคาร์บอเนต	2	1
เกลือป่น	3	1.5
อบเชยป่น	2	1
กลิ่นวานิลลา	5	2.5
กลิ่นนมเนย	5	2.5

ที่มา : ดัดแปลงจาก ก้นครัว (2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง1 ขั้นตอนการทำเค้กแครอท

ที่มา : ก้นครัว (2553)

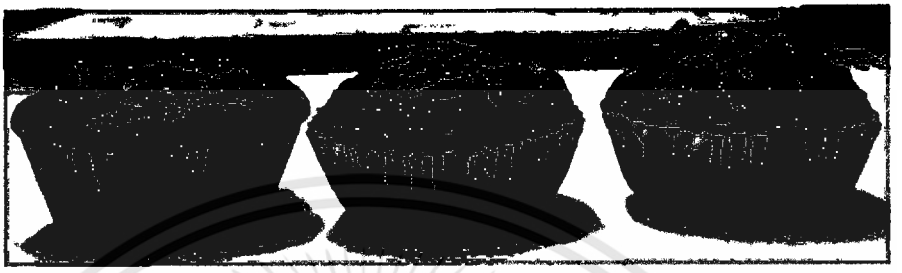
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลทดสอบการเติมน้ำมันรำข้าวในเค้กมะรุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาการเติมน้ำมันรำข้าวที่ระดับ 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแป้งสาลี ในเค้กมะรุม



50% 75% 100%

ภาพที่ จ1 ลักษณะปรากฏภายนอกของ เค้กมะรุมเติมน้ำมันรำข้าว ที่ระดับต่าง ๆ กัน โดยน้ำหนักแป้งสาลี

50% 75% 100%

ภาพที่ จ2 ลักษณะเค้กมะรุมตัดตามขวาง ที่เติมน้ำมันรำข้าว ที่ระดับต่าง ๆ กัน โดยน้ำหนักแป้งสาลี

เค้กมะรุม เมื่อใช้น้ำมันเพิ่มขึ้นค่าปริมาตรจำเพาะ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการเพิ่มน้ำมันมีผลทำให้แบตเตอร์มีลักษณะเหลวขึ้นจึงทำให้เค้กขึ้นฟูขณะอบได้ง่าย

จิตธนาและคณะกล่าวว่า (2553) กล่าวว่า สูตรเค้กที่สมดุล เมื่อใช้ไขมันกับไข่ปริมาณเท่ากัน ไขมันและไข่จะช่วยกันอุ้มอากาศที่ได้หลังจากการตีแล้ว เพื่อให้เค้กขึ้นฟูเมื่ออบสุก และจะมีปริมาตรจำเพาะสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นางวรรณพร อินทร์ก้อนวงค์
วัน เดือน ปีเกิด	2 มกราคม 2505
สถานที่เกิด	จังหวัดตรัง
ที่อยู่ปัจจุบัน	177/24 ถนนรณชัยชาญยุทธ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัด ร้อยเอ็ด 45000
ประวัติการศึกษา	ปีพุทธศักราช 2531 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี หลักสูตร ครุศาสตรบัณฑิต โปรแกรมวิชาคหกรรมศาสตร์(อาหารและโภชนาการ) วิทยาลัยครูสวนดุสิต ปีพุทธศักราช 2555 สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้