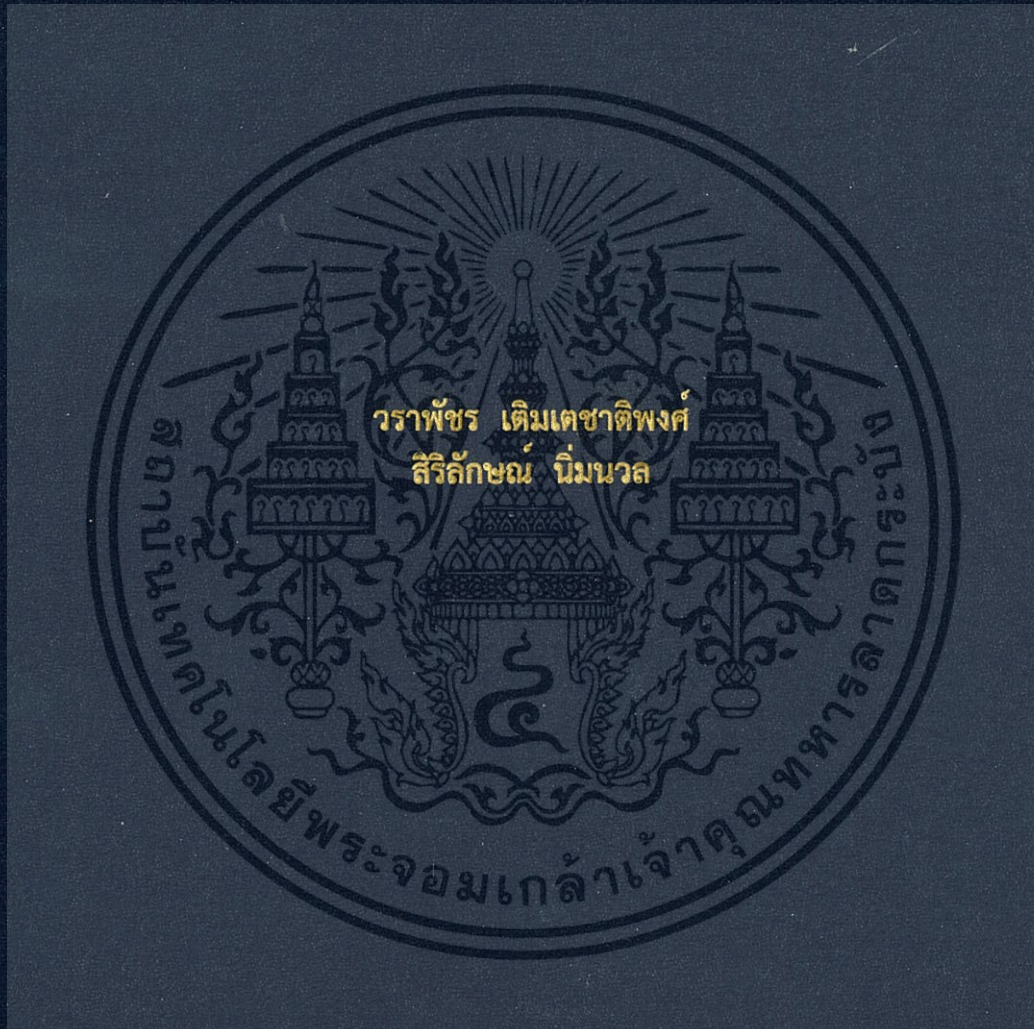


การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

Utilization of stevia extract in bakery products



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2559

การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

Utilization of stevia extract in bakery products



T148879

วราพัชร เต็มเตชาติพงศ์

สิริลักษณ์ นิมนวล

เลขที่.....
ลงทะเบียน.....148879
ในเดือนปี.....30 11 2550

b.....12876860
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์ขนมอบ
Utilization of stevia extract in bakery products

จัดทำโดย

วราพัชร เต็มเตชาติพงศ์ รหัสนักศึกษา 55080054

สิริลักษณ์ นิ่มนวล รหัสนักศึกษา 55080061

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

 นว ๒๖/๖๖

(ดร. สวามินี นวลเชกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

๑๕ / พค. / ๕๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์ขนมอบ
 ชื่อนักศึกษา วราพัชร เดิมเตชาดิพงษ์ รหัสนักศึกษา 55080054
 สิริลักษณ์ นิ่มนวล รหัสนักศึกษา 55080061
 หลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
 พ.ศ. 2558
 อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สวามินี นวลแขกุล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานที่ผสมกับน้ำตาลแคสเตอร์ มอลทิทอล และอีริทริทอลในสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยใช้ในสัดส่วนร้อยละ 50 โดยมีระดับความหวานเทียบเท่ากับน้ำตาลทรายปกติ และใช้ทดแทนน้ำตาลทรายปกติในการทำขนมอบ ชนิดของขนมที่ทำการศึกษาคือเค้ก บัตเตอร์เค้ก สปันจ์เค้ก ชิฟฟอนเค้ก และคุกกี้เนย ผลการทดลองพบว่า การใช้สารสกัดจากหญ้าหวานผสมกับน้ำตาลแคสเตอร์ในอัตราส่วน น้ำตาลแคสเตอร์ต่อสารสกัดหญ้าหวาน 500:2.05 ให้ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีกว่า สารสกัดจากหญ้าหวานที่ผสมอีริทริทอลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ ในชิฟฟอนเค้ก และคุกกี้เนย ส่วนค่าสี และค่าความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้น้ำตาล มอลทิทอล และอีริทริทอลที่ผสมสารสกัดหญ้าหวาน อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p \geq 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตแล้วพบว่า สูตรที่ใช้น้ำตาลแคสเตอร์ผสมสารสกัดหญ้าหวานมีต้นทุนการผลิตต่ำสุดเมื่อเทียบกับสารสกัดจากหญ้าหวานที่ผสมมอลทิทอล และอีริทริทอล และเมื่อนำมาทดสอบในผลิตภัณฑ์ขนมอบแล้ว พบว่าต้นทุนการผลิตรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ในขณะที่สารสกัดจากหญ้าหวานที่ผสมมอลทิทอล และอีริทริทอลทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นจากตัวอย่างควบคุมประมาณร้อยละ 5-40 จากต้นทุนจากการผลิตเดิม

คำสำคัญ: สารสกัดจากหญ้าหวาน มอลทิทอล อีริทริทอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title Utilization of stevia extract in bakery products

Student name Warapach Toemtechatiphong Student ID 55080054
Sirilak Nimnuan Student ID 55080061

Program Bachelor of Science in Food Science and Technology

Year 2015

Advisor Dr. Sawaminee Nualkaekul

ABSTRACT

This research aims to study the use of an Stevia extract in bakery products : butter cookies, butter cake, sponge cake and chiffon cake in which sugar had been replaced 50% to reduce calories in sweetness equivalent by a mixture of the Stevia extract with : Caster Sugar, Maltitol and Erythritol. The results shows that the sensory characteristics of a Stevia extract : Caster Sugar (2.05:500) mixture is significantly better than a Stevia extract : Erythritol for $p < 0.05$ in the chiffon cake and the cookies butter. The color values and the hardness tends to increase when the using maltitol mixed and erythitol mixed. As the results was found, the Stevia extract : Caster Sugar mixture has the lowest cost compared with another mixtures. However, The use of mixtures in bakery recipes show there are not much differents cost in bakery products but the product cost using a the Stevia extract : Erythritol : Maltitol are higher than a reference recipe for 5 to 40 percents.

Keywords: Stevia extract Maltitol Erythritol

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ดร.สวามินี นवलแชกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ซึ่งได้ให้ความรู้ คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี พวกเราขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ ให้คำแนะนำตลอด การศึกษาที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณ คุณพันทิพา เกตุยงเกลา พี่ควบคุมดูแลห้องเบเกอร์ที่คอยช่วยเหลือ และให้คำปรึกษา ตลอดการทำขนมอบในงานปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบคุณและขอบใจ พี่ เพื่อน และน้องคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกคน ที่คอยช่วยเหลือเกื้อกูล ถามไถ่ถึงปัญหาพิเศษนี้และคอยเอาใจช่วยเสมอ และที่ลืมไม่ได้คือ “เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ประจำ ห้องปฏิบัติการ ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ” รวมถึงผู้มีพระคุณทุกท่านที่ มิได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์โดยเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยสามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี

สุดท้าย หากไม่มีพระคุณที่กล่าวมาถึง ที่คอยให้กำลังใจ กำลังทรัพย์ กำลังกาย กราบขอบพระคุณ คุณ พ่อ คุณแม่ คุณน้า คุณอา บุพการีผู้ให้ทุกอย่างกับพวกเรา

วราพัชร เต็มเตชาติพงศ์

สิริลักษณ์ นิ่มนวล

17 พฤษภาคม 2559

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | III |
| สารบัญ..... | IV |
| สารบัญ (ต่อ)..... | V |
| สารบัญตาราง..... | VI |
| สารบัญภาพ..... | VII |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... | 1 |
| 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 1 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 2 |
| 2.1 หน้าที่หวาน..... | 2 |
| 2.2 สารให้ความหวาน..... | 3 |
| 2.2.1 สารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ..... | 3 |
| 2.2.2 ผลกระทบสารให้ความหวานที่มีวางจำหน่ายทางการค้า..... | 4 |
| 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 5 |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง..... | 7 |
| 3.1 วัตถุประสงค์และสารเคมี..... | 7 |
| 3.1.1 วัตถุประสงค์..... | 7 |
| 3.2 อุปกรณ์..... | 7 |
| 3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง..... | 8 |
| 3.3.1 วิธีการเตรียมสารให้ความหวาน..... | 8 |
| 3.3.2 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบ..... | 8 |
| 3.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์..... | 13 |
| 3.3.4 การคำนวณต้นทุน..... | 14 |
| 3.3.5 คำนวณปริมาณพลังงาน..... | 14 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... | 15 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| 4.1 การทดสอบการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย..... | 15 |
| 4.2 ผลของการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย..... | 15 |
| 4.3 การทดสอบการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก..... | 18 |
| 4.4 ผลของการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก..... | 18 |
| 4.5 การทดสอบการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้ก..... | 20 |
| 4.6 ผลของการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้ก..... | 20 |
| 4.7 การทดสอบการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ชิฟฟอนเค้ก..... | 22 |
| 4.8 ผลของการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ชิฟฟอนเค้ก..... | 22 |
| 4.9 ราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์..... | 24 |
| 4.10 ค่าพลังงานของผลิตภัณฑ์..... | 25 |
| บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... | 26 |
| 5.1 สรุปผล..... | 26 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ..... | 26 |
| บรรณานุกรม..... | 27 |
| ภาคผนวก..... | 30 |
| ภาคผนวก ก..... | 31 |
| ภาคผนวก ข..... | 32 |
| ภาคผนวก ค..... | 33 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 34 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 3.1 สูตรคูกี้เนย..... | 9 |
| 3.2 สูตรบัตเตอร์เค้ก..... | 10 |
| 3.3 สูตรสปันจ์เค้ก..... | 11 |
| 3.4 สูตรชิฟฟอนเค้ก..... | 12 |
| 4.1 ค่าสี ปริมาณน้ำอึสระ และความแข็งของคูกี้เนยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน..... | 17 |
| 4.2 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์คูกี้เนยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน..... | 17 |
| 4.3 ค่าสี ปริมาณน้ำอึสระ และความแข็งของบัตเตอร์เค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน.... | 19 |
| 4.4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน..... | 19 |
| 4.5 ค่าสี ปริมาณน้ำอึสระ และความแข็งของสปันจ์เค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน..... | 21 |
| 4.6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน..... | 21 |
| 4.7 ค่าสี ปริมาณน้ำอึสระ และความแข็งของชิฟฟอนเค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน..... | 23 |
| 4.8 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชิฟฟอนเค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน..... | 23 |
| 4.9 ราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์ต่อการทำ 1 สูตร..... | 24 |
| 4.10 ราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน 4000 บาท/กก..... | 24 |
| 4.11 ค่าพลังงานของผลิตภัณฑ์แต่ละสูตร..... | 25 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | | หน้า |
|--------|---------------------------------|------|
| 2.1 | ต้นหญ้าหวาน..... | 2 |
| 2.2 | โครงสร้างเคมีของสติวียอล..... | 3 |
| 2.3 | โครงสร้างเคมีของมอลทิทอล..... | 4 |
| 2.4 | โครงสร้างเคมีของอีริทริทอล..... | 4 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมอบเป็นที่นิยมสำหรับผู้บริโภคและมีแนวโน้มที่สูงขึ้นแต่เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ขนมอบมีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรตและไขมัน จึงเป็นสาเหตุเสี่ยงต่อการเกิดโรคหากมีการบริโภคที่มากเกินไป และเสี่ยงต่อผู้บริโภคที่ต้องมีการควบคุมปริมาณน้ำตาลเช่น ผู้ป่วยโรคเบาหวาน ที่ปัจจุบันพบผู้ป่วยเบาหวานในไทยแล้วกว่า 3.5 ล้านคน เกือบ 70 % คุมน้ำตาลไม่ได้ (สำนักสารนิเทศ, 2556) หรือ ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักและกลุ่มคนรักสุขภาพ ซึ่งมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นและเป็นค่านิยมที่ได้อยู่ในขณะนี้ การที่จะหลีกเลี่ยงการบริโภคน้ำตาลโดยการหันมาบริโภคสารแทนความหวานที่ให้พลังงานน้อยกว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้ที่ไม่ต้องการบริโภคน้ำตาลในปริมาณมากแต่มีความต้องการในการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมอบ อาทิเช่น เค้กและคุกกี้ เป็นต้น

สารสกัดจากหญ้าหวานเป็นสารสกัดจากธรรมชาติ ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลถึง 200-300 เท่า เริ่มมีการนำมาใช้แทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ต่างๆ แต่เนื่องจากความหวานของสารสกัดจากหญ้าหวานมีสูงกว่าน้ำตาลมากจึงใช้ในปริมาณที่น้อย ทำให้ในส่วนของเนื้อน้ำตาลในสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นหายไปจึงต้องมีการใช้ควบคู่ไปกับสารเพิ่มปริมาณ (bulking agent) เช่น กลุ่มของน้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar alcohol) และใยอาหาร (fiber) ที่จะมาเติมเต็มส่วนของเนื้อน้ำตาลที่หายไปด้วย เพื่อที่จะได้ผลิตภัณฑ์ออกมาให้ใกล้เคียงกับการผลิตโดยใช้น้ำตาล (พิชญานิน และปุลนทริกา, 2557)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาสูตร และวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ซึ่งการทดลองนี้เป็นเพียงแนวคิดเบื้องต้นที่พัฒนาสูตรเพื่อพิจารณาแนวโน้มการยอมรับและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค เพื่อเป็นแนวความคิดที่สามารถต่อยอดในอนาคตได้ รวมถึงต้องคำนึงต้นทุนในการผลิตและความเป็นไปได้ในอุตสาหกรรมอาหาร

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของการใช้สารให้ความหวานที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบ

1.2.2 เพื่อศึกษาต้นทุนของการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 กระบวนการใช้สารให้ความหวานร่วมกับสารสกัดจากหญ้าหวานในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

1.3.2 เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ขนมอบให้กับผู้ที่สนใจ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หญ้าหวาน

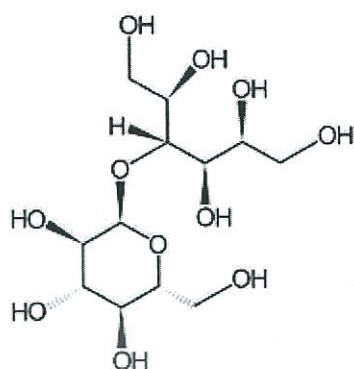
หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni) เป็นพืชพื้นเมืองของปารากวัย บราซิลและประเทศในแถบอเมริกาใต้ ต่อมาได้มีการการปลูกหญ้าหวานในประเทศไทย โดยผลิตหญ้าหวานออกจำหน่ายในลักษณะบรรจุซองขนาดเล็กใช้ชงดื่ม เหมือนใบชาเพื่อส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น ผลวิจัยทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นถึงศักยภาพและประโยชน์ของหญ้าหวานที่มีต่อร่างกายมนุษย์ในการควบคุมน้ำตาลในเลือด ประเทศในแถบอเมริกาใต้หลายประเทศได้ใช้สารสกัดจากหญ้าหวานด้วยน้ำเพื่อช่วยรักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานและโรคไฮโปไกลซีเมีย (Misra, 2011) นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าหญ้าหวานที่สกัดด้วย น้ำสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและการแพร่พันธุ์ของแบคทีเรียที่ทำให้ฟันผุ จึงเป็นเหตุผลที่ดีในการใช้หญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานในอาหารที่บริโภคกันอยู่ (สาโรจน์, 2541) หญ้าหวานมีสารให้ความหวานที่เรียกว่า สตีวียออลไกลโคไซด์ ประกอบด้วย สตีวียอไซด์ มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว โดยเฉลี่ยมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายประมาณ 200-300 เท่า แต่มีพลังงานต่ำกว่าถึง 300 เท่า มีรสฝาดขม แต่ความรู้สึกค้างในปาก (after taste) จืดเล็กน้อยหรือไม่ มีรส ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง มีความคงตัวสูงต่อสภาพความเป็นกรด-ด่าง และสามารถใช้ได้ในสภาพที่ร้อนหรือเย็นตลอดจนอุณหภูมิสูงขนาดอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ซึ่งปริมาณของสารหวานที่มีในหญ้าหวานมีมากบริเวณใบ แต่ปริมาณไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับฤดูกาล อายุของต้นพืช สายพันธุ์ ระยะเวลาในการส่องสว่างของแสงแดดและอุณหภูมิของอากาศ (Geuns, 2003)



ภาพที่ 2.1 ต้นหญ้าหวาน

ที่มา: <http://www.yawangreensweet.com/>

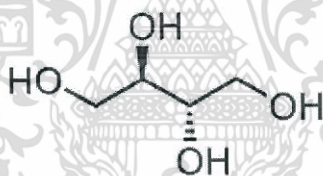
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างเคมีของมอลติทอล

ที่มา: <https://en.wikipedia.org>

2) อีริทริทอล เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่มี 4-carbon มีความหวานเป็น 60-80% ของน้ำตาลซูโครส ซึ่งสามารถใช้ได้ในอาหารที่มีพลังงานต่ำ เพราะให้พลังงานน้อยกว่า 0.5 กิโลแคลอรีต่อกรัม และจะไม่เพิ่มปริมาณกลูโคส และอินซูลิน (insulin) ในเลือด เป็น non-cariogenic และ non-toxic substance (Goossens และ Röper, 1994; Munro และคณะ, 1998)



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างเคมีของอีริทริทอล

ที่มา: <https://en.wikipedia.org>

2.2.2 ผลกระทบสารให้ความหวานที่มีวางจำหน่ายทางการค้า

1) อีริทริทอล-ซูคราโลส (erythritol-sucralose) ภายใต้เครื่องหมายทางการค้า D-et® มีความหวานมากกว่า น้ำตาลทรายปกติ 8 เท่าและให้พลังงานน้อยกว่า 0.18 กิโลแคลอรีต่อกรัม จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้แทนน้ำตาลทรายสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ปัจจุบันนี้มีขายตาม ท้องตลาด Storey และคณะ (2007) ได้ศึกษาการบริโภคอีริทริทอล 20 และ 35 กรัม ใช้อาสาสมัครที่มีสุขภาพดีพบว่าทุกคนสามารถทานทานได้ แต่เมื่อเพิ่มอีริทริทอล 50 กรัม พบว่าอาสาสมัครมีอาการคลื่นไส้ โดยอีริทริทอลหวานมากกว่าซูโครส 60-80% (Goossens และ Röper, 1994) พบในอาหารหมักดอง (Shindou และคณะ, 1988) ผลไม้ (Shindou และคณะ 1989) สาหร่ายทะเลและเห็ด (Yoshida และคณะ 1984) และพบในเนื้อเยื่อ (tissue) และของเหลวในร่างกาย (body fluids) ในคนและสัตว์ (Goossens และ Röper, 1994; Noda และคณะ, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันอีริทริทอลเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์เพียงชนิดเดียวที่ผลิตทางการค้าด้วยการหมัก (Lin และคณะ, 2001) จากการศึกษาของ (Oku และ Noda, 1990; Munro และคณะ, 1998) อีริทริทอลดูดซึมได้อย่างรวดเร็วในลำไส้เล็กเพราะว่ามีน้ำหนักโมเลกุล (molecular weight) ต่ำ ทำให้ร่างกายไม่สามารถเผาผลาญได้และขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะ โดยทั่วไปแล้วการดูดซึม อีริทริทอลในสัตว์สามารถดูดซึมได้ถึง 90% หรือมากกว่านั้น (Munro และคณะ, 1998) มีปริมาณ เพียง 3-5% ที่ไม่สามารถดูดซึมได้ แต่จะขับถ่ายออกมาทางอุจจาระ (Til และคณะ, 1996) อีริทริทอล 100 กรัม ให้พลังงาน 0.4 กิโลแคลอรีต่อกรัม (Bornet และคณะ, 1996) ใน U.S. Food and Drug Administration (FDA) รายงานว่าอีริทริทอลให้พลังงาน 0.2 กิโลแคลอรีต่อกรัม แต่ในบางประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่นรายงานว่าอีริทริทอลให้พลังงาน 0 กิโลแคลอรีต่อกรัม นอกจากนี้ระดับน้ำตาล ในเลือดและระดับของอินซูลิน เมื่อใช้อีริทริทอล (Noda และคณะ, 1994) และมีรายงานว่า อีริทริทอลเป็นสารปลอดภัย (nontoxic) (Munro และคณะ, 1998) การเติมอีริทริทอลเป็นไม่ทำให้เกิดฟันผุ (noncariogenic) (Birasawa และคณะ, 1988) มีการยอมรับให้อีริทริทอลเป็นอาหารหรือ วัตถุเจือปนอาหาร (food additive) ในหลายประเทศ (อเมริกา ญี่ปุ่น ฝรั่งเศส ไต้หวัน ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์) FDAได้แจ้งไวว่าอีริทริทอลมีความปลอดภัยและสามารถใช้ได้ 100%

2) สารสกัดจากหญ้าหวาน-อีริทริทอล (rebiana-erythritol) และ สารให้กลิ่นธรรมชาติ (natural flavours) ภายใต้เครื่องหมายทางการค้า ทรูเวีย (Truvia) เป็นสารให้ความหวานจากหญ้าหวาน (Stevia-based) ชนิดหนึ่ง พัฒนาโดยบริษัท โคคา โคลา (The Coca-Cola Company) และบริษัทคาร์กิล (Cargill) ซึ่งเป็นทั้งสารให้ความหวานชนิดใช้ปรุงรสอาหารบนโต๊ะ (Tabletop) และเป็นส่วนผสมในการทำอาหาร บริษัทคาร์กิลจึงจัดให้อยู่ในประเภทสารให้ความหวานธรรมชาติ รวมถึงไม่มีคุณค่าทางอาหาร และถึงแม้ว่าบริษัทคาร์กิลจะถูกฟ้องเรื่องการหลอกลวงเกี่ยวกับความเป็นธรรมชาติของสารให้ความหวานชนิดนี้ ตั้งแต่เริ่มลงสู่ตลาดในปีค.ศ. 2008 ทรูเวียก็ได้ขึ้นแทนเป็นสารให้ความหวานขายดีที่สุดอันดับสองในประเทศสหรัฐอเมริกา (นิรนาม, 2016)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) Susann และคณะ (2012) ได้มีการศึกษาการใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน คือ rebaudioside A ร่วมกับใยอาหารชนิดต่างๆ ทดแทนน้ำตาลบางส่วนในการทำมัฟฟิน (Muffins) โดยปริมาณที่ใช้ทดแทนคือ 30% ของน้ำตาลในสูตรมาตรฐาน ผลลัพธ์มัฟฟินที่ผลิตได้มีการตรวจวัดคุณภาพทางด้านเคมี สี การวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสและการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสจากการทดลองบ่งชี้ว่าการใช้ rebaudioside A ร่วมกับ อินนูลิน หรือ โพลีเด็คซ์โทรส (polydextrose) มีผลทำให้มัฟฟินมีคุณลักษณะใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐาน การใช้ร่วมกับ รำข้าวสาลี (wheat bran) หรือ ใยแอปเปิ้ล (apple fiber) ทำให้สีของมัฟฟิน

เปลี่ยนไปมากที่สุด ส่วนการใช้ เส้นใยข้าวโอ๊ต ถั่ว ข้าวสาลี หรือ เซลลูโลส (cellulose) หรือ มอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin) มีผลให้ความหนืดเพิ่มขึ้นและลดความยืดหยุ่นของมัมฟิโน

2) Manisha และคณะ (2012) ศึกษาการแทนที่น้ำตาลด้วยสารสกัดจากหญ้าหวานคือ สตีวิโอไซด์ (stevioside) ร่วมกับ ซอร์บิทอลเหลว (liquid sorbitol) ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) และ แป้งจากเมล็ดพืงูกรีก (fenugreek seed powder:DFSP) ในผลิตภัณฑ์เค้ก โดยมีการทดสอบคุณสมบัติการไหล การตรวจสอบจุลภาค และคุณภาพของลักษณะเฉพาะของเค้ก ผลการทดลองปรากฏว่า น้ำตาลเพิ่มความหนืดของแป้งสาธิตระหว่างการให้ความร้อนและการทำให้เย็น ในขณะที่ซอร์บิทอลเหลว ให้ความหนืดลดลง แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ไฮโดรคอลลอยด์คือ แซนแทนกัม (xanthan gum) ร่วมกับอิมัลซิไฟเออร์คือ โพลีซอร์เบท-60 (polysorbate-60) ให้ความหนืดเพิ่มขึ้นขณะใช้ร่วมกับซอร์บิทอลเหลว ซึ่งการใช้แซนแทนกัมร่วมกับโพลีซอร์เบท-60 จะทำให้การกระจายตัวของฟองอากาศดีขึ้น เพิ่มความหนืดของแป้งเค้ก การเกาะตัวของเนื้อเค้ก และคุณภาพโดยรวมของเค้ก DFSP ช่วยปรับปรุงลักษณะคุณสมบัติของเค้ก ผลการประเมินองค์ประกอบของเค้กที่ได้ทำให้เห็นว่าไม่จำเป็นต้องใช้น้ำตาล

3) Kulthe และคณะ (2014) ศึกษาคุกกี้โปรตีนสูงและแคลอรีต่ำสามารถทำได้ด้วยการใช้แป้งถั่วเหลือง (Defatted Soy Flour:DSF) แทนแป้งข้าวสาลีในระดับ 0 15 20 และ 25% รวมถึงใช้น้ำตาลร่วมกับผงหญ้าหวาน (Stevia leaves powder:SLP) ในระดับ 0 15 20 25 และ 30% ในสูตรครีมเมอรี เมธอด (Creamery Method) ดั้งเดิม ซึ่งรับการประเมินทางกายภาพ (Physico-chemical) และ คุณภาพทางประสาทสัมผัส (sensory quality) ดังนี้ ความหนา และ ความแข็ง มีค่าสูงขึ้น ระดับที่มากขึ้นในการใช้แป้งถั่วเหลืองทำให้น้ำหนัก เส้นผ่านศูนย์กลาง อัตราการแผ่ขยายตัว และ ปัจจัยการแผ่ขยายตัว ลดลง ในขณะที่เดียวกันโปรตีนใยอาหาร และ ปริมาณเถ้า ในไขมันและคาร์โบไฮเดรต มีค่าลดลง การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่แทนที่ด้วยแป้งถั่วเหลืองและผงหญ้าหวานในระดับ 20% มีค่าน่าพึงพอใจมากที่สุด การจัดเก็บคุกกี้ดังกล่าวด้วยบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากวัสดุต่างๆ คือ (low density polyethylene :LDPE) พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (high density polyethylene:HDPE) และ พอลิโพรไพลีน (polypropylene:pp) สามารถเก็บได้ในอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 90 วัน ถึงค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะลดลง แต่คุณภาพของคุกกี้ยังเป็นที่ยอมรับได้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

| | |
|-----------------|--|
| แป้งเค้ก | ตรากิเลนแดง |
| แป้งอเนกประสงค์ | ตราว่าว |
| ผงฟู | ตราเบสท์ฟู้ด |
| เนยเค็ม | ตราอลาวรี่ |
| น้ำตาลเบเกอรี่ | ตราลิน |
| นมผง | ตรารวินท์พร |
| ไข่ไก่ เบอร์ 3 | ตราเบทาโกร |
| นมข้นจืด | ตราคาร์เนชั่น |
| เกลือ | ตราปรุงทิพย์ |
| กลิ่นวานิลลา | ตราวินเนอร์ |
| เอสพี | ตราเอสพี |
| น้ำมันรำข้าว | ตราคิง |
| Stevia | บริษัท PureCircle |
| Maltitol | บริษัท เอ็มซี-โทวา อินเตอร์เนชั่นแนล สวิตเทนเนอร์ส จำกัด |
| Erythritol | Caltch corp., Ltd. |

3.2 อุปกรณ์

Infrared Food Oven: YXD-10A, N.C. machinery co. ltd, Thailand

Texture Analyzer: TA-X2i, England

Minolta Chroma Meters: CR-300

Water Activity Meters: AquaLab

Food mixer: Kitchen Aid, U.S.A.

Analytical balance: Mettler Toledo, PL 1502-S, Germany

Bakery Equipments

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 วิธีการเตรียมสารให้ความหวาน

- 1) นำน้ำตาลทราย 10 กรัม ละลายในน้ำ 100 กรัม
- 2) นำน้ำตาลทราย 5 กรัม ผสม stevia ในปริมาณที่คำนวณได้จากการเทียบความหวานสัมพันธ์ให้เท่ากับน้ำตาล 10 กรัม ทำการชิมจากนั้นเติม stevia แล้วชิมอีกครั้งให้ความหวานใกล้เคียงกับสารละลายในข้อ 1 มากที่สุด
- 3) ทำเช่นเดียวกับ 3.3.1.2 แต่เปลี่ยนจาก น้ำตาลทราย 5 กรัม เป็น มอลทิทอล 5 กรัม และ อีริทริทอล 5 กรัม ตามลำดับ
- 4) ผลที่ได้คือ น้ำตาล 5 กรัม ผสม Stevia 0.0205 กรัม, มอลทิทอล 5 กรัม ผสม Stevia 0.0375 กรัม และ อีริทริทอล 5 กรัม ผสม Stevia 0.0375 กรัม
- 5) เตรียมสารให้ความหวานสำหรับนำไปทำการทดลองโดย
 - 1) นำน้ำตาล 500 กรัม ผสม Stevia 2.05 กรัม
 - 2) นำมอลทิทอล 500 กรัม ผสม Stevia 3 กรัม
 - 3) นำอีริทริทอล 500 กรัม ผสม Stevia 3.75 กรัม

3.3.2 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบ

- 1) คุกกี้นัย

ส่วนผสมสูตรมาตรฐานคุกกี้เนยและสูตรที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ร่วมกับ มอลทิทอล และ อีริทริทอล ในการแทนปริมาณน้ำตาล ส่วนผสมสูตรคุกกี้เนย แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรคุกกี้เนย

| ส่วนผสม | สูตรมาตรฐาน (กรัม) | TRT1 (กรัม) | TRT2 (กรัม) | TRT3 (กรัม) |
|-------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| แป้งอเนกประสงค์ | 150 | 150 | 150 | 150 |
| ผงฟู | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 |
| นมผง | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| เนยสด | 125 | 125 | 125 | 125 |
| น้ำตาล | 75 | - | - | - |
| น้ำตาล+Stevia | - | 37.5 | - | - |
| มอลทิทอล+Stevia | - | - | 37.5 | - |
| อีริทริทอล+Stevia | - | - | - | 37.5 |
| ไข่ไก่ | 20 | 20 | 20 | 20 |
| กลิ่นวานิลลา | 2 | 2 | 2 | 2 |

วิธีการทำคุกกี้เนย

1. ร่อนแป้ง ผงฟู และนมผงเข้าด้วยกัน พักไว้
2. ตีเนยสดประมาณ 5 นาทีจนขึ้นฟู จากนั้นค่อยๆเติมน้ำตาลหรือสารให้ความหวาน (ตามสูตรแสดงดังตารางที่ 3.1) ตีให้ขึ้นฟูอีก ประมาณ 8 นาที
3. เติมน้ำวนิลลาและไข่ ตีผสมให้เข้ากันประมาณ 1 นาที
4. ปรับเครื่องตีเป็นความเร็วต่ำสุด ค่อยๆใส่แป้ง ตีพอให้เข้ากัน
5. นำที่ตักไอติมตักส่วนผสมที่ได้เป็นก้อนเท่าๆกัน วางบนกระดาษรองอบ
6. นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ประมาณ 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) บัตเตอร์เค้ก

ส่วนผสมสูตรมาตรฐานบัตเตอร์เค้กและสูตรที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ร่วมกับ มอลทิทอล และ อีริทริทอล ในการแทนปริมาณน้ำตาล ส่วนผสมสูตรบัตเตอร์เค้ก แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สูตรบัตเตอร์เค้ก

| ส่วนผสม | สูตรมาตรฐาน (กรัม) | TRT1 (กรัม) | TRT2 (กรัม) | TRT3 (กรัม) |
|-------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| แป้งเค้ก | 200 | 200 | 200 | 200 |
| ผงฟู | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 |
| เนยสด | 200 | 200 | 200 | 200 |
| น้ำตาลทราย | 180 | - | - | - |
| น้ำตาลทราย+Stevia | - | 90 | - | - |
| มอลทิทอล+Stevia | - | - | 90 | - |
| อีริทริทอล+Stevia | - | - | - | 90 |
| ไข่ไก่ | 200 | 200 | 200 | 200 |
| นมข้นจืด | 100 | 100 | 100 | 100 |
| กลิ่นวานิลลา | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 |

วิธีการทำบัตเตอร์เค้ก

1. ชั่งน้ำหนักตามสัดส่วนดังตารางที่ 3.2
2. ตีเนย น้ำตาลหรือสารให้ความหวาน (ตามสูตรแสดงดังตารางที่ 3.2) ด้วยความเร็วปานกลางจนขึ้นฟู ประมาณ 10 นาที
3. ค่อยๆ เติมไข่ทีละฟอง ต้องตีจนส่วนผสมเข้ากันดี แล้วค่อยใส่ฟองต่อไป
4. ร่อนแป้งกับผงฟูเข้าด้วยกัน ใส่สลับกับนม เริ่มด้วยแป้งจบด้วยแป้ง เติมกลิ่นวานิลลา ตีด้วยความเร็วต่ำ 2 นาที
5. ตักใส่พิมพ์ที่ทาไขมันและรองด้วยกระดาษรองอบแล้วนำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-25 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สเปนจ์เค้ก

ส่วนผสมสูตรมาตรฐานสเปนจ์เค้กและสูตรที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ร่วมกับ มอลทิทอล และ อิริทริทอล ในการแทนปริมาณน้ำตาล ส่วนผสมสูตรสเปนจ์เค้ก แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 สูตรสเปนจ์เค้ก

| ส่วนผสม | สูตรมาตรฐาน (กรัม) | TRT1 (กรัม) | TRT2 (กรัม) | TRT3 (กรัม) |
|-------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| แป้งเค้ก | 70 | 70 | 70 | 70 |
| ผงฟู | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 |
| เนยละลาย | 40 | 40 | 40 | 40 |
| น้ำตาลทราย | 70 | - | - | - |
| น้ำตาลทราย+Stevia | - | 35 | - | - |
| มอลทิทอล+Stevia | - | - | 35 | - |
| อิริทริทอล+Stevia | - | - | - | 35 |
| ไข่ไก่ | 200 | 200 | 200 | 200 |
| นมข้นจืด | 32 | 32 | 32 | 32 |
| เอสพี | 10 | 10 | 10 | 10 |
| วานิลลา | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |

วิธีการทำสเปนจ์เค้ก

1. ร่อนแป้งกับผงฟูเข้าด้วยกัน
2. ใช้หัวตีตะกร้อ ตีไข่ไก่กับเอสพีด้วยความเร็วสูงสุดพอให้เกิดฟอง จากนั้นค่อยๆใส่น้ำตาลหรือสารให้ความหวาน (ตามสูตรแสดงดังตารางที่ 3.3) ตีให้ขึ้นฟูประมาณ 3 นาทีจนเป็นฟองขาวขึ้น ปิดเครื่องนำออกจากเครื่องตี
3. เติมส่วนผสมแป้งลงไปคนเบา ๆ ให้เข้ากันตามด้วยนมข้นจืด
4. หลังจากนั้นเติมเนยละลายลงไป ตีต่อด้วยไม้พายให้เข้ากัน
5. ตักใส่พิมพ์ที่รองด้วยกระดาษรองอบ นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ชิฟฟอนเค้ก

ส่วนผสมสูตรมาตรฐานชิฟฟอนเค้กและสูตรที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ร่วมกับ มอลทิทอล และ อีริทริทอล ในการแทนปริมาณน้ำตาล ส่วนผสมสูตรชิฟฟอนเค้ก แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 สูตรชิฟฟอนเค้ก

| ส่วนผสม | สูตรมาตรฐาน (กรัม) | TRT1 (กรัม) | TRT2 (กรัม) | TRT3 (กรัม) |
|-------------------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| ส่วนผสมตัวเค้ก 1 | | | | |
| น้ำมันพืช | 100 | 100 | 100 | 100 |
| น้ำสะอาด | 50 | 50 | 50 | 50 |
| ไข่แดง | 85 | 85 | 85 | 85 |
| เกลือ | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| กลิ่นวานิลลา | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 |
| น้ำตาลทราย | 25 | - | - | - |
| น้ำตาลทราย+Stevia | - | 12.5 | - | - |
| มอลทิทอล+Stevia | - | - | 12.5 | - |
| อีริทริทอล+Stevia | - | - | - | 12.5 |
| ส่วนผสมตัวเค้ก 2 | | | | |
| แป้งเค้ก | 100 | 100 | 100 | 100 |
| ผงฟู | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 |
| ส่วนผสมตัวเค้ก 3 | | | | |
| ไข่ขาว | 165 | 165 | 165 | 165 |
| น้ำตาลทราย | 100 | - | - | - |
| น้ำตาลทราย+Stevia | - | 50 | - | - |
| มอลทิทอล+Stevia | - | - | 50 | - |
| อีริทริทอล+Stevia | - | - | - | 50 |

วิธีการทำชิฟฟอนเค้ก

1. ร่อนแป้งกับผงฟูให้เข้ากัน แล้วนำมาผสมกับ เกลือและน้ำตาลทรายหรือสารให้ความหวาน (ตามสูตรแสดงดังตารางที่ 3.4) ในส่วนผสมที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผสมไข่แดง น้ำสะอาด น้ำมันพืช และวานิลลา เข้าด้วยกัน นำไปผสมรวมกับส่วนผสมของแห้ง คนให้เข้ากันด้วยตะกร้อมือ พักไว้

3. ตีไข่ขาว และน้ำตาลทรายหรือสารให้ความหวาน (ตามสูตรแสดงดังตารางที่ 3.4) ในส่วนผสมที่ 3 จนขึ้นฟูตั้งยอดอ่อน

4. นำไข่ขาวลงไปผสมกับส่วนผสมแบ่ง คนเบา ๆ ให้เข้ากัน

5. ตักใส่พิมพ์ที่ปูรองด้วยกระดาษรองอบ

6. นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ประมาณ 20 นาที

3.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต่างๆ ตามวิธีการ 3.3.2 แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้เก็บไว้ในตู้เย็น 1 คืน จากนั้นนำออกจากตู้เย็น มาตั้งพักไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปวิเคราะห์ทางกายภาพได้แก่ การวัดสี ความสูง ความแข็ง ค่า water activity และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังนี้

1) การวัดสี

วัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี รุ่น CR-300 ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ได้ค่าออกมาเป็นค่า L^* , a^* และ b^* นำค่าที่ได้เข้าโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2) ความสูง

หาโดยวัดความสูงของเค้กชนิดต่างๆโดยใช้ไม้บรรทัด วัดบริเวณจุดกึ่งกลางที่มีความสูงมากที่สุด จากนั้นนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบในแต่ละสูตรโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

3) ความแข็ง โดยใช้เครื่อง Texture analyzer

คุกกี้ นำคุกกี้ไปวางที่เครื่องตรงตำแหน่งกลางของฐานเรียบ กำหนดหัววัดแบบหัวเจาะ (P/2) โดยใช้อัตราเร็วในการทดสอบ 0.5 มิลลิเมตรต่อวินาที และมี Trigger 5 กรัม (gram) ให้หัวเจาะลงไปในตัวอย่างเป็นระยะทาง 4 มิลลิเมตร ค่าแรงที่อ่านได้เป็นค่าสูงสุดของแรงทั้งหมดที่ใช้ มีหน่วยเป็นกรัม (gram) รายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก

บัตเตอร์เค้ก, สปันจ์เค้ก และชิฟฟอนเค้ก ตัดตัวอย่างด้วยมีดให้มีขนาด $2 \times 2 \times 2$ เซนติเมตร จากนั้นนำไปวางตำแหน่งกลางของฐานเรียบ กำหนดหัววัดแบบทรงกระบอกหน้าตัดเรียบ (P/35) โดยใช้ อัตราเร็วในการทดสอบ 1 มิลลิเมตรต่อวินาทีและมี Trigger 5 กรัม (gram) ให้หน้าตัดตกลงไปในตัวอย่างเป็นระยะทาง 10 มิลลิเมตร ค้างไว้เป็นเวลา 60 วินาที ค่าแรงที่อ่านได้เป็นค่าสูงสุดของแรงทั้งหมดที่ใช้ มีหน่วยเป็นกรัม (gram) รายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ก

4) ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity: a_w)

นำตัวอย่างมาวัดให้เป็นชิ้นเล็กๆ นำใส่ตลับสำหรับวัดค่าของเครื่อง AquaLab นำตลับเข้าเครื่องรอเครื่องประมวลผล

5) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างทั้ง 4 ชนิด ชนิดละ 4 สูตร มาตัดเป็นชิ้นขนาดเล็ก และเสิร์ฟตัวอย่างที่ละชนิดให้แก่ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน พร้อมกันทั้ง 4 สูตร โดยทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 points Hedonic scale (ระดับคะแนน 1 คือไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 คือ ชอบมากที่สุด) ตามคุณลักษณะทั้ง 7 ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหวาน เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

นำคะแนนความชอบของผู้ทดสอบมาวิเคราะห์คะแนนความชอบเฉลี่ย และความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS 16.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3.4 การคำนวณต้นทุนและความเป็นไปได้ในอุตสาหกรรมอาหาร

คำนวณต้นทุนที่ใช้ใน 1 สูตร เปรียบเทียบระหว่างสูตรมาตรฐานที่ใช้น้ำตาลกับสูตรที่ใช้สารให้ความหวาน ว่ามีต้นทุนเพิ่มขึ้นเป็นกี่เปอร์เซ็นต์จากสูตรมาตรฐาน

3.3.5 คำนวณปริมาณพลังงานที่ได้เปรียบเทียบระหว่างสูตรมาตรฐานที่ใช้น้ำตาลกับสูตรที่ใช้สารให้ความหวาน

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การทดสอบการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย

การผลิตคุกกี้เนยด้วยการใช้สารให้ความหวาน 3 สูตร คือ สูตรที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ร่วมกับ น้ำตาล มอลทิทอล และ อิริทริทอล แทนปริมาณน้ำตาล 75 กรัม จากนั้นคำนวณความหวานให้เทียบเท่ากับ น้ำตาลโดยส่วนผสมสูตรคุกกี้เนยที่ใช้สารให้ความหวานใช้ปริมาณ 37.5 กรัม แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบ ทางกายภาพและด้านประสาทสัมผัส ผลการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

4.2 ผลของการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย

เนื่องจากน้ำตาลที่ใช้เป็นสารให้ความหวานจะเป็นตัวช่วยให้อากาศแทรกในเนยได้มากยิ่งขึ้น คุกกี้ จะมีความโปร่งฟูพอเหมาะและช่วยให้แป้งมีความคงตัวดีขึ้น (ธีรนุช, 2547) ในการศึกษาปริมาณการใช้สาร ให้ความหวานในการผลิตคุกกี้เนย พบว่าไม่สามารถใช้สารสกัดจากหญ้าหวานเป็นสารให้ความหวานทดแทน น้ำตาลเพียงชนิดเดียวได้ ทั้งนี้เนื่องจากสารสกัดจากหญ้าหวานไม่ให้พลังงานและมีความหวานสูงมากกว่า น้ำตาลถึง 300 เท่า (พิชญานิน และปทุมทริกา, 2557) จึงถูกใช้ในปริมาณน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำตาล ซึ่งส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของคุกกี้เนยดังนั้นในการผลิตคุกกี้เนยจะต้องมีการใช้ร่วมกับสารให้ความหวานใน กลุ่มของน้ำตาลแอลกอฮอล์ ได้แก่ มอลทิทอลที่มีความหวาน 0.9 เท่าของน้ำตาลซูโครส และมีคุณสมบัติเป็น สารที่ให้เนื้อ (พิชญานิน และปทุมทริกา, 2557) และอิริทริทอลที่มีความหวาน 0.7 เท่าของน้ำตาลซูโครส โดยมีการ ใช้ปริมาณมอลทิทอลและอิริทริทอลกับสารสกัดจากหญ้าหวานในอัตราส่วนต่างๆ (สูตรที่ 2-3) และเมื่อนำ คุกกี้เนยที่ผลิตได้แต่ละสูตรมาทดสอบทางกายภาพ แสดงผลในตารางที่ 1 พบว่าคุกกี้เนยแต่ละสูตรจะให้ค่า ความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วน ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าสูตรมาตรฐานมีค่าความแข็งมากที่สุด ซึ่งมีผลจากการใช้น้ำตาล 100% ดังนั้นเมื่อคำนวณ การใช้มอลทิทอลและอิริทริทอลให้มีความหวานเท่ากับน้ำตาลที่ใช้ในส่วนผสมของคุกกี้เนย และการใช้สารสกัด จากหญ้าหวานในปริมาณที่มากขึ้น มีผลทำให้เนื้อสัมผัสของคุกกี้เนยมีความร่วนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับความ แข็ง ในตารางที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากสารสกัดจากหญ้าหวานมีความหวานมากกว่าน้ำตาลซูโครส ถึง 300 เท่า เมื่อ คำนวณปริมาณการใช้ให้มีความหวานเท่ากับน้ำตาลที่ใช้ในส่วนผสมของคุกกี้เนย พบว่าปริมาณการใช้สารสกัด จากหญ้าหวานมีปริมาณน้อยมากจึงไม่สามารถใช้เพียงอย่างเดียว จำเป็นต้องใช้ร่วมกับสารที่ให้เนื้อในการ ทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหาร (Akesowan, 2009) จากผลการทดลอง พบว่าคุกกี้เนยในทั้ง 4 สูตร ที่มีค่า เนื้อสัมผัสอยู่ในช่วงระหว่าง 324.23 - 536.40 นิวตัน ซึ่งเมื่อใช้สารให้ความหวานจะทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น

สูตรที่มีความแข็งสูงสุดคือสูตรที่ 4 ส่วนค่าปริมาณน้ำอิสระพบว่าคูกี้สูตรมาตรฐานที่ใช้น้ำตาล มีค่าปริมาณน้ำอิสระมากที่สุด ในขณะที่คูกี้ที่ใช้สารให้ความหวานในปริมาณต่าง ๆ จะมีค่าปริมาณน้ำอิสระลดลง จากผลการทดลองจะเห็นว่าคูกี้ที่มีการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานร่วมกับน้ำตาลแอลกอฮอล์ ทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระมีค่าลดลง (Khouryieh et al, 2005)

ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ได้นำคูกี้เนยทั้ง 4 สูตร มาทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส แสดงผลการทดลองในตารางที่ 4.2 พบว่าคูกี้เนยสูตรที่ 1 และ 2 มีคะแนนในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหวาน เนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่สูตรที่ 3 มีคะแนนแตกต่างจากสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าสามารถทำการทดแทนน้ำตาลในคูกี้เนยด้วยสารสกัดจากหญ้าหวานผสมน้ำตาลและมอลทิทอลได้โดยที่ผู้บริโภคยังคงให้คะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างจากสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



ตารางที่ 4.1 ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ และความแข็งของคุกกี้เนยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน

| สูตร | ค่าสี | | | ค่า a_w | ค่าความแข็ง (กรัม) |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | L* | a* | b* | | |
| สูตรมาตรฐาน | 70.99 ± 1.56 ^{ns} | 0.31 ± 2.47 ^{ns} | 37.75 ± 2.94 ^{ns} | 0.30 ± 0.00 ^a | 324.23 ± 10.3 ^{ns} |
| 1. Stevia + Sucrose | 72.93 ± 6.29 ^{ns} | 0.44 ± 4.17 ^{ns} | 37.96 ± 1.94 ^{ns} | 0.29 ± 0.10 ^a | 353.58 ± 24.3 ^{ns} |
| 2. Stevia + Maltitol | 74.47 ± 1.08 ^{ns} | -1.21 ± 0.18 ^{ns} | 37.67 ± 0.79 ^{ns} | 0.21 ± 0.18 ^c | 406.84 ± 70.3 ^{ns} |
| 3. Stevia + Erythritol | 73.80 ± 3.36 ^{ns} | -0.85 ± 2.71 ^{ns} | 36.99 ± 2.14 ^{ns} | 0.25 ± 0.12 ^b | 536.40 ± 63.1 ^{ns} |

ตารางที่ 4.2 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน

| สูตร | คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | ลักษณะปรากฏ | สี | กลิ่น | รสชาติ | ความหวาน | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
| สูตรมาตรฐาน | 7.0 ± 1.0 ^a | 6.9 ± 1.2 ^a | 7.2 ± 1.1 ^a | 7.1 ± 1.4 ^a | 7.2 ± 1.2 ^a | 7.1 ± 0.9 ^a | 7.4 ± 0.9 ^a |
| 1. Stevia + Sucrose | 7.1 ± 1.4 ^a | 7.1 ± 1.6 ^a | 6.8 ± 1.4 ^a | 6.9 ± 1.4 ^a | 6.9 ± 1.5 ^a | 6.6 ± 1.8 ^a | 6.9 ± 1.4 ^a |
| 2. Stevia + Maltitol | 7.5 ± 1.1 ^a | 7.5 ± 1.1 ^a | 6.9 ± 1.5 ^a | 6.7 ± 1.5 ^a | 6.7 ± 1.5 ^a | 6.9 ± 1.7 ^a | 7.0 ± 1.5 ^a |
| 3. Stevia + Erythritol | 5.9 ± 1.8 ^b | 5.8 ± 1.8 ^b | 5.8 ± 1.7 ^b | 5.0 ± 1.7 ^b | 4.8 ± 1.6 ^b | 4.8 ± 1.8 ^b | 5.0 ± 1.6 ^b |

หมายเหตุ ข้อมูลที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ (ค่าสี ค่า a_w และค่าhardness)

ns ตัวอักษรในแนวตั้ง หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

a,b,c ตัวอักษรต่างกันแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.3 การทดสอบการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์เบตเตอร์เค้ก

การผลิตเบตเตอร์เค้กด้วยการใช้สารให้ความหวาน 3 สูตร คือ สูตรที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ร่วมกับ น้ำตาล มอลทิทอล และ อีริทริทอล แทนปริมาณน้ำตาล 180 กรัม จากนั้นคำนวณความหวานให้เทียบเท่ากับ น้ำตาลโดยส่วนผสมเบตเตอร์ที่ใช้สารให้ความหวานใช้ปริมาณ 90 กรัม แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทาง กายภาพและด้านประสาทสัมผัส ผลการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4

4.4 ผลของการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์เบตเตอร์เค้ก

เมื่อนำเบตเตอร์เค้กที่ผลิตได้แต่ละสูตรมาทดสอบทางกายภาพ แสดงผลในตารางที่ 4.3 พบว่าเบตเตอร์เค้กสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 จะให้ค่าความสว่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสูตรที่ 2 ที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวานร่วมกับมอลทิทอลนั้น จะให้ค่าความสว่างมากกว่าสูตรควบคุม ทั้งนี้เนื่องจาก สารให้ความหวานที่ใช้ทดแทนน้ำตาล ได้แก่ มอลทิทอล และอีริทริทอล โดยเฉพาะมอลทิทอลจัดเป็นสารในกลุ่มของน้ำตาลแอลกอฮอล์ ที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ได้ ซึ่งปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเกิดขึ้นได้จากน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งมี หมู่ที่เป็นอัลดีไฮด์และคีโตนทำปฏิกิริยากับสารประกอบไนโตรเจน เช่น เอมีน โปรตีน ทำให้เกิดสารสีน้ำตาลที่ เรียกว่า เมลานอยดิน (melanoidins) ซึ่งมอลทิทอลไม่มีหมู่ที่เป็นอัลดีไฮด์และคีโตนอยู่ จึงไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ (Rozzi, 2007, Lin et al, 2003) แต่เบตเตอร์เค้กที่ผลิตได้ ยังคงมีสีน้ำตาล อยู่แต่ในปริมาณที่น้อยกว่าอาจจะเกิดจากส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำตาลในนมกับโปรตีนที่อยู่ในแป้งและไข่ แต่ค่าสีแดงทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน และค่าสีเหลืองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ด้านความสูง ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน ส่วนด้านเนื้อสัมผัส พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากผลการทดลองพบว่าเบตเตอร์เค้กทั้ง 4 สูตรมีค่าเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วงระหว่าง 286.69 - 517.57 นิวตัน ซึ่งสูตรที่ 4 มีค่าความแข็งมากที่สุด ส่วนค่าปริมาณน้ำอิสระ พบว่าเบตเตอร์เค้กสูตรมาตรฐานที่ใช้ น้ำตาล มีค่าปริมาณน้ำอิสระมากที่สุด ในขณะที่คุกกี้ที่ใช้สารให้ความหวานในปริมาณต่างๆ จะมีค่าปริมาณน้ำอิสระลดลง จากผลการทดลองจะเห็นว่าคุกกี้ที่มีการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานร่วมกับน้ำตาลแอลกอฮอล์ทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระมีค่าลดลง (Khouryieh et al, 2005) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ได้นำเบตเตอร์เค้กทั้ง 4 สูตร มาทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส แสดงผลการทดลองในตารางที่ 4.4 พบว่าเบตเตอร์เค้กทั้ง 4 สูตร มีคะแนนในด้านลักษณะปรากฏและสี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่สูตร 1 2 และ 3 มีคะแนนในด้านกลิ่น รสชาติ ความหวาน เนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยรวมแตกต่างจากสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.3 ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ และความแข็งของบัตเตอร์เค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน

| สูตร | ค่าสี | | | ความสูง | ค่า a_w | ค่าความแข็ง (กรัม) |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | L* | a* | b* | | | |
| สูตรมาตรฐาน | 60.90 ± 1.38 ^c | 9.63 ± 2.64 ^a | 39.62 ± 7.04 ^{ns} | 4.65 ± 0.35 ^a | 0.95 ± 0.00 ^a | 286.69 ± 6.0 ^{ns} |
| 1. Stevia + Sucrose | 71.88 ± 3.11 ^b | -3.20 ± 0.98 ^b | 39.40 ± 2.56 ^{ns} | 3.75 ± 0.21 ^b | 0.93 ± 0.01 ^b | 409.73 ± 7.0 ^{ns} |
| 2. Stevia + Maltitol | 77.59 ± 1.00 ^a | 1.36 ± 4.61 ^b | 41.61 ± 2.81 ^{ns} | 3.50 ± 0.00 ^b | 0.90 ± 0.01 ^c | 488.04 ± 7.2 ^{ns} |
| 3. Stevia + Erythritol | 76.37 ± 2.70 ^a | -0.44 ± 3.06 ^b | 41.18 ± 5.06 ^{ns} | 3.50 ± 0.54 ^b | 0.90 ± 0.01 ^c | 517.57 ± 6.5 ^{ns} |

ตารางที่ 4.4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน

| สูตร | ลักษณะปรากฏ | คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส | | | | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | สี | กลิ่น | รสชาติ | ความหวาน | | |
| สูตรมาตรฐาน | 7.3 ± 0.8 ^{ns} | 7.3 ± 0.9 ^{ns} | 7.3 ± 1.4 ^a | 7.3 ± 1.2 ^a | 7.0 ± 1.2 ^a | 7.0 ± 1.3 ^a | 7.3 ± 1.0 ^a |
| 1. Stevia + Sucrose | 7.2 ± 1.2 ^{ns} | 7.3 ± 1.1 ^{ns} | 7.0 ± 1.2 ^{ab} | 6.1 ± 1.4 ^b | 5.7 ± 1.6 ^b | 5.8 ± 1.6 ^b | 6.3 ± 1.5 ^b |
| 2. Stevia + Maltitol | 7.2 ± 1.3 ^{ns} | 7.2 ± 1.4 ^{ns} | 6.8 ± 1.6 ^{ab} | 5.6 ± 1.8 ^b | 5.3 ± 1.8 ^b | 5.6 ± 1.9 ^b | 5.8 ± 1.7 ^b |
| 3. Stevia + Erythritol | 7.4 ± 1.4 ^{ns} | 7.1 ± 1.6 ^{ns} | 6.4 ± 1.7 ^b | 5.5 ± 1.8 ^b | 4.9 ± 1.8 ^b | 5.7 ± 2.1 ^b | 5.5 ± 1.9 ^b |

หมายเหตุ ข้อมูลที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ (ค่าสี ค่า a_w และค่า hardness)

ns ตัวอักษรในแนวตั้ง หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

a,b,c ตัวอักษรต่างกันแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.5 การทดสอบการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้ก

การผลิตสปีนจ์เค้กด้วยการใช้สารให้ความหวาน 3 สูตร คือ สูตรที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน ร่วมกับ น้ำตาล มอลทิทอล และ อีริทริทอล แทนปริมาณน้ำตาล 70 กรัม จากนั้นคำนวณความหวานให้เทียบเท่ากับ น้ำตาลโดยส่วนผสมสูตรสปีนจ์เค้กที่ใช้สารให้ความหวานใช้ปริมาณ 35 กรัม แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบ ทางกายภาพและด้านประสาทสัมผัส ผลการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

4.6 ผลของการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้ก

เมื่อนำสปีนจ์เค้กที่ผลิตได้แต่ละสูตรมาทดสอบทางกายภาพ แสดงผลในตารางที่ 4.5 พบว่าสปีนจ์เค้ก แต่ละสูตรจะให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง และด้านเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p < 0.05$) ด้านความสูง ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างจากสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) จาก ผลการทดลอง พบว่าบัตเตอร์เค้กทั้ง 4 สูตรมีค่าเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วงระหว่าง 278.09 - 504.46 นิวตัน ส่วนค่า ปริมาณน้ำอิสระ พบว่าสปีนจ์เค้กสูตรมาตรฐานที่ใช้น้ำตาล มีค่าปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับสูตรที่ 1 ในขณะที่ สปีนจ์เค้กที่ใช้สารให้ความหวานในปริมาณต่าง ๆ จะมีค่าปริมาณน้ำอิสระลดลง และมีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ด้านความสูงสูตรมาตรฐานมีความสูงมากที่สุด ส่วนสูตร 1 2 และ 3 พบว่าไม่มีความแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ได้นำสปีนจ์เค้กทั้ง 4 สูตร มาทำการทดสอบทางด้านประสาท สัมผัส แสดงผลการทดลองในตารางที่ 4.6 พบว่าสปีนจ์เค้กทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($p < 0.05$) ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมโดยรวม แต่มีคะแนนในด้านลักษณะปรากฏ และความหวานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ซึ่งในด้านลักษณะปรากฏสูตรที่ 3 ได้คะแนนมากที่สุด

ตารางที่ 4.5 ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ และความแข็งของสปีนจ์เค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน

| สูตร | ค่าสี | | | ความสูง | ค่า a_w | ค่าความแข็ง (กรัม) |
|------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | L* | a* | b* | | | |
| สูตรมาตรฐาน | 68.03 ± 7.24 ^{ns} | 5.59 ± 7.16 ^{ns} | 39.80 ± 2.20 ^{ns} | 2.63 ± 0.15 ^a | 0.96 ± 0.00 ^a | 278.09 ± 21.6 ^{ns} |
| 1. Stevia + Sucrose | 71.75 ± 5.64 ^{ns} | 3.06 ± 6.02 ^{ns} | 43.53 ± 0.87 ^{ns} | 2.23 ± 0.25 ^b | 0.96 ± 0.00 ^a | 341.68 ± 45.5 ^{ns} |
| 2. Stevia + Maltitol | 67.86 ± 4.47 ^{ns} | 5.80 ± 4.86 ^{ns} | 40.98 ± 1.60 ^{ns} | 2.17 ± 0.12 ^b | 0.93 ± 0.00 ^b | 400.67 ± 32.4 ^{ns} |
| 3. Stevia + Erythritol | 64.57 ± 7.86 ^{ns} | 8.90 ± 4.99 ^{ns} | 39.66 ± 8.36 ^{ns} | 2.20 ± 0.10 ^b | 0.94 ± 0.00 ^b | 504.46 ± 73.8 ^{ns} |

ตารางที่ 4.6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สปีนจ์เค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน

| สูตร | ลักษณะปรากฏ | คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส | | | | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
|------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | สี | กลิ่น | รสชาติ | ความหวาน | | |
| สูตรมาตรฐาน | 6.3 ± 1.2 ^p | 6.4 ± 1.3 ^{ns} | 6.2 ± 1.7 ^{ns} | 6.0 ± 1.6 ^{ns} | 6.3 ± 1.7 ^a | 5.7 ± 1.7 ^{ns} | 6.5 ± 1.4 ^{ns} |
| 1. Stevia + Sucrose | 7.0 ± 0.8 ^a | 7.0 ± 1.3 ^{ns} | 6.3 ± 1.5 ^{ns} | 6.0 ± 1.6 ^{ns} | 5.8 ± 1.6 ^{ab} | 5.5 ± 1.7 ^{ns} | 6.2 ± 1.1 ^{ns} |
| 2. Stevia + Maltitol | 6.9 ± 1.1 ^a | 6.8 ± 1.0 ^{ns} | 6.3 ± 1.4 ^{ns} | 5.4 ± 1.6 ^{ns} | 5.3 ± 1.8 ^b | 5.6 ± 1.7 ^{ns} | 5.9 ± 1.5 ^{ns} |
| 3. Stevia + Erythritol | 7.1 ± 1.1 ^a | 7.1 ± 1.4 ^{ns} | 6.6 ± 1.5 ^{ns} | 5.6 ± 1.6 ^{ns} | 5.5 ± 1.8 ^{ab} | 5.8 ± 1.6 ^{ns} | 6.2 ± 1.6 ^{ns} |

หมายเหตุ ข้อมูลที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ (ค่าสี ค่า a_w และค่าhardness)

ns ตัวอักษรในแนวตั้ง หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

a,b,c ตัวอักษรต่างกันแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.7 การทดสอบการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ชีฟพอนเค้ก

การผลิตชีฟพอนเค้กด้วยการใช้สารให้ความหวาน 3 สูตร คือ สูตรที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวานร่วมกับน้ำตาล มอลทิทอล และ อีริทริทอล แทนปริมาณน้ำตาล 125 กรัม จากนั้นคำนวณความหวานให้เทียบเท่ากับน้ำตาลโดยส่วนผสมสูตรชีฟพอนเค้กที่ใช้สารให้ความหวานใช้ปริมาณ 62.5 กรัม แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางกายภาพและด้านประสาทสัมผัส ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8

4.8 ผลของการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ชีฟพอนเค้ก

เมื่อนำชีฟพอนเค้กที่ผลิตได้แต่ละสูตรมาทดสอบทางกายภาพ แสดงผลในตารางที่ 4.7 พบว่าชีฟพอนเค้กแต่ละสูตรจะให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ด้านความสูงและด้านเนื้อสัมผัส ทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ซึ่งพบว่าสูตรที่ 2 ที่มีส่วนผสมของมอลทิทอล มีค่าความแข็งมากที่สุด ซึ่งมีผลจากการใช้มอลทิทอลในปริมาณที่มากขึ้นทำให้เนื้อสัมผัสของชีฟพอนมีความแข็งขึ้น เนื่องจากมอลทิทอลเป็นสารที่ให้เนื้อที่มีความหวาน 0.9 เท่าของน้ำตาล (พิชญานิน และ ปุณฺทริกา, 2557; Newsome, 1993) ดังนั้นเมื่อคำนวณการใช้มอลทิทอลให้มีความหวานเท่ากับน้ำตาลที่ใช้ในส่วนผสมของชีฟพอนเค้กซึ่งทำให้มีการใช้มอลทิทอลในปริมาณที่มากขึ้นจึงส่งผลให้มีเนื้อสัมผัสที่แข็งมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับความแข็ง ในตารางที่ 4.7 จากผลการทดลอง พบว่าชีฟพอนเค้กทั้ง 4 สูตรมีค่าเนื้อสัมผัสอยู่ในช่วงระหว่าง 205.16 - 441.11 นิวตัน ส่วนค่าปริมาณน้ำอิสระ พบว่าชีฟพอนเค้กสูตรมาตรฐาน มีค่าปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ สูตรที่ 1 ในขณะที่ชีฟพอนเค้กที่ใช้สารให้ความหวานในสูตรอื่นๆ จะมีค่าปริมาณน้ำอิสระลดลง จากผลการทดลองจะเห็นว่าชีฟพอนเค้กที่มีการใช้สารสกัดจากหญ้าหวานร่วมกับน้ำตาลแอลกอฮอล์ทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระลดลงอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

ในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสได้นำชีฟพอนเค้กทั้ง 4 สูตร มาทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4.8 พบว่าชีฟพอนเค้กทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) โดยที่สูตรที่ 1 และ 2 มีคะแนนในด้านลักษณะปรากฏและความหวานไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ด้านสีและกลิ่นสูตรที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ด้านความหวานสูตร 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.7 ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ และความแข็งของซีฟฟอนเค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน

| สูตร | ค่าสี | | | ความสูง | ค่า a_w | ค่าความแข็ง (กรัม) |
|------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | L* | a* | b* | | | |
| สูตรมาตรฐาน | 67.66 ± 4.76 ^{ns} | 7.05 ± 4.71 ^{ns} | 39.66 ± 4.07 ^{ns} | 2.37 ± 0.12 ^a | 0.95 ± 0.00 ^a | 205.16 ± 29.6 ^b |
| 1. Stevia + Sucrose | 73.78 ± 4.67 ^{ns} | 3.01 ± 4.36 ^{ns} | 42.73 ± 2.72 ^{ns} | 1.80 ± 0.10 ^{bc} | 0.95 ± 0.00 ^a | 298.14 ± 81.7 ^b |
| 2. Stevia + Maltitol | 75.29 ± 2.49 ^{ns} | 1.81 ± 4.18 ^{ns} | 43.80 ± 1.38 ^{ns} | 1.67 ± 0.15 ^c | 0.91 ± 0.01 ^c | 305.73 ± 63.9 ^b |
| 3. Stevia + Erythritol | 77.50 ± 6.82 ^{ns} | 1.47 ± 5.51 ^{ns} | 38.79 ± 3.51 ^{ns} | 1.97 ± 0.15 ^b | 0.93 ± 0.00 ^b | 441.11 ± 90.6 ^a |

ตารางที่ 4.8 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซีฟฟอนเค้กสูตรต่าง ๆ ที่ใช้สารให้ความหวาน

| สูตร | คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | ลักษณะปรากฏ | สี | กลิ่น | รสชาติ | ความหวาน | เนื้อสัมผัส | ความชอบรวม |
| สูตรมาตรฐาน | 7.6 ± 0.9 ^a | 7.6 ± 0.9 ^a | 7.2 ± 0.9 ^a | 7.4 ± 1.2 ^a | 7.2 ± 1.2 ^a | 7.4 ± 1.6 ^a | 7.6 ± 1.2 ^a |
| 1. Stevia + Sucrose | 7.0 ± 1.0 ^b | 7.0 ± 1.1 ^b | 6.5 ± 1.4 ^b | 6.1 ± 1.4 ^b | 6.3 ± 1.3 ^b | 6.9 ± 1.2 ^{bc} | 6.6 ± 1.2 ^b |
| 2. Stevia + Maltitol | 6.8 ± 1.4 ^b | 6.8 ± 1.1 ^b | 6.1 ± 1.4 ^b | 5.5 ± 1.5 ^{bc} | 5.4 ± 1.6 ^c | 6.4 ± 1.7 ^{bc} | 6.0 ± 1.6 ^{bc} |
| 3. Stevia + Erythritol | 7.1 ± 1.2 ^{ab} | 7.0 ± 1.0 ^b | 5.8 ± 1.5 ^b | 5.0 ± 1.8 ^c | 4.9 ± 1.6 ^c | 5.9 ± 1.6 ^c | 5.5 ± 1.7 ^c |

หมายเหตุ ข้อมูลที่แสดง คือ ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์จำนวน 3 ซ้ำ (ค่าสี ค่า a_w และค่า hardness)

ns ตัวอักษรในแนวตั้ง หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

a,b,c ตัวอักษรต่างกันแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.9 ราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์

เมื่อทำการคำนวณหาต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ แสดงผลในตารางที่ 4.9 พบว่า ราคาของสูตรที่ 2 และ 3 เพิ่มจากสูตรมาตรฐาน ส่วนสูตรที่ 1 มีราคาต่ำที่สุด แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์ในสูตรที่ 1 เมื่อผลิตออกมาจะมีปริมาณน้อยกว่าสูตรมาตรฐานเล็กน้อยเมื่อเทียบกับราคาที่ลดลงปรากฏว่าราคาไม่แตกต่างจากสูตรมาตรฐาน

ตารางที่ 4.9 ราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์ต่อการทำ 1 สูตร

| ผลิตภัณฑ์ | สูตรมาตรฐาน | ราคา (บาท) | | | | | |
|--------------|-------------|------------------------|--------|-------------------------|--------|---------------------------|--------|
| | | 1. Stevia + Sucrose | %* | 2. Stevia + Maltitol | %* | 3. Stevia + Erythritol | %* |
| คุกกี้เนย | 62.05 | 61.88 | -0.27% | 64.87 | +4.54 | 70.83 | +14.15 |
| บัตเตอร์เค้ก | 116.39 | 115.98 | -0.35% | 123.16 | +5.82 | 137.45 | +18.09 |
| สปันจ์เค้ก | 40.67 | 40.51 | -0.39% | 43.30 | +6.47 | 48.86 | +20.14 |
| ชีฟฟอนเค้ก | 35.07 | 34.73 | -0.97% | 40.71 | +16.18 | 52.62 | +50.04 |

*% ความแตกต่างของราคาเทียบกับสูตรมาตรฐาน (-) ราคาต่ำกว่าสูตรมาตรฐาน (+) ราคาสูงกว่าสูตรมาตรฐาน
หมายเหตุ: น้ำตาลเบเกอรี่ 33บาท/กก. มอลทิทอล 100บาท/กก. อิริทริทอล 250บาท/กก.

สารสกัดจากหญ้าหวานถูกผลิตออกมาจากหลายบริษัทซึ่งราคาจะแตกต่างกัน ในเชิงธุรกิจจำเป็นต้องเลือกวัตถุดิบที่ทำให้ต้นทุนในการผลิตมีราคาต่ำ เนื่องจากสารสกัดหญ้าหวานที่ใช้ในการทดลองมีราคา กิโลกรัมละ 7,000 บาท แต่ได้มีการเปรียบเทียบความหวานกับสารสกัดหญ้าหวานจากอีกบริษัทที่มีราคา กิโลกรัมละ 4000 บาท พบว่ามีรสชาติที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงคำนวณราคาต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนต่ำกว่านี้ แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารสกัดจากหญ้าหวาน 4000 บาท/กก.

| ผลิตภัณฑ์ | สูตรมาตรฐาน | ราคา (บาท) | | | | | |
|--------------|-------------|------------------------|-------|-------------------------|--------|---------------------------|--------|
| | | 1. Stevia + Sucrose | %* | 2. Stevia + Maltitol | %* | 3. Stevia + Erythritol | %* |
| คุกกี้เนย | 62.05 | 61.45 | -0.98 | 64.2 | +3.46 | 70.08 | +12.94 |
| บัตเตอร์เค้ก | 116.39 | 114.95 | -1.24 | 121.54 | +4.42 | 135.65 | +16.55 |
| สปันจ์เค้ก | 40.67 | 40.11 | -1.38 | 42.67 | +4.92 | 48.16 | +18.42 |
| ชีฟฟอนเค้ก | 35.07 | 33.87 | -3.42 | 39.36 | +12.23 | 51.12 | +45.77 |

*% ความแตกต่างของราคาเทียบกับสูตรมาตรฐาน (-) ราคาต่ำกว่าสูตรมาตรฐาน (+) ราคาสูงกว่าสูตรมาตรฐาน
หมายเหตุ: น้ำตาลเบเกอรี่ 33บาท/กก. มอลทิทอล 100บาท/กก. อิริทริทอล 250บาท/กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 ค่าพลังงานของผลิตภัณฑ์

เมื่อทำการคำนวณหาค่าพลังงานทั้งหมดของผลิตภัณฑ์แต่ละสูตร แสดงผลในตารางที่ 4.11 พบว่า ปริมาณพลังงานจะลดลงในสูตรที่ 1, 2 และ 3 เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน ซึ่งสูตรที่ 3 มีพลังงานต่ำสุด

ตารางที่ 4.11 ค่าพลังงานของผลิตภัณฑ์แต่ละสูตร

| ผลิตภัณฑ์ | ปริมาณพลังงาน (กิโลแคลอรี/สูตร) | | | |
|------------------------|---------------------------------|--------------|------------|------------|
| | คุกกี้เนย | บัตเตอร์เค้ก | สปันจ์เค้ก | ชิฟฟอนเค้ก |
| สูตรมาตรฐาน | 1,476.08 | 2,585.48 | 873.38 | 1,607.98 |
| 1. Stevia + Sucrose | 1,475.93 | 2,585.12 | 873.24 | 1,607.68 |
| 2. Stevia + Maltitol | 1,475.85 | 2,584.94 | 873.17 | 1,607.53 |
| 3. Stevia + Erythritol | 1,475.79 | 2,584.77 | 873.11 | 1,607.39 |

ข้อเสนอแนะ : ในการเปรียบเทียบแคลอรีพบว่าการใช้สารให้ความหวานอาจจะไม่ทำให้ปริมาณแคลอรีลดลงมากนัก หากผู้บริโภคต้องการจะผลิตภัณฑ์ที่มีพลังงานต่ำและดีต่อสุขภาพจริง ๆ ควรปรับที่ปริมาณของไขมันและแป้งลงเช่นกัน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

สารสกัดจากหญ้าหวานสามารถใช้ร่วมกับน้ำตาล มอลทิทอล และอีริทริทอลเพื่อเป็นสารให้ความหวาน ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ โดยปริมาณการใช้ที่เหมาะสม คือ สูตรที่ 1 ใช้อัตราส่วนของสารสกัดจากหญ้าหวานต่อน้ำตาล 2.05:500g สูตรที่ 2 ใช้อัตราส่วนของสารสกัดจากหญ้าหวานต่อมอลทิทอล 3:500g สูตรที่ 3 ใช้อัตราส่วนของสารสกัดจากหญ้าหวานต่ออีริทริทอล 3.75:500g ซึ่งผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ผลิตได้ มีลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหวาน เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐานที่ใช้ น้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน และยังพบว่าเมื่อมีการใช้สารให้ความหวานเพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบมีค่าการวัดสี และค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณน้ำอิสระลดลง เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐานมากที่สุด การคำนวณต้นทุนพบว่าสูตรที่ 1 มีราคาต่ำกว่าสูตรมาตรฐานแต่เมื่อเทียบกับปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ได้แล้วปรากฏว่าราคาไม่แตกต่างกัน ปริมาณพลังงานในสูตรที่ 1 2 และ 3 ต่ำกว่าสูตรมาตรฐาน จึงสามารถกล่าวอ้างได้ว่าเป็น ผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ใช้สารให้ความหวานเหมาะกับกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 วิธีการศึกษาการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ขนมอบสามารถนำไปปรับใช้กับขนมชนิดอื่นได้

5.2.2 ในเลือกใช้สารให้ความหวานควรคำนึงถึงราคาและข้อจำกัดด้านกฎหมายของสารให้ความหวานด้วยโดยเฉพาะในกรณีที่ส่งออกเนื่องจากไปยังประเทศอื่น ๆ มีกฎหมายเกี่ยวกับการใช้สารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์อาหารแตกต่างกัน

บรรณานุกรม

- กิตติศักดิ์ โชติเดชานรงค์. 2556. การขยายพันธุ์หญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana bertonii*) โดยวิธีเพาะเนื้อเยื่อ. โครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. การสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมอาลาวีและฟอยทองโดยการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Nuttarat_Srisangwan/fulltext.pdf. 2 เมษายน 2559
- การสกัดสารให้ความหวานชนิดไร้รสจากหญ้าหวาน.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.crdc.kmutt.ac.th/Data%202012/CRDC6/data/497-500.pdf>. 2 ธันวาคม 2558
- ธีรนุช ฉายศิริโชติ. 2547. คุกกี้อีก(Cookies). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บริษัท นาคา อิน เทอร์มีเดีย จำกัด. 89 หน้า.
- นิรนาม. 2559. Truvia. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://en.wikipedia.org/wiki/Truvia>. 15 พฤษภาคม 2559
- พิชญานิน เพชรล้อมทอง และปทุมทริกา รัตนตรัยวงศ์. 2557. น้ำตาลและสารให้ความหวานกับแนวทางการบริโภคในยุคปัจจุบัน. วารสารเกษตร พระจอมเกล้า. 32(1): 77-86.
- สารทดแทนไขมันและสารทดแทนความหวานที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับไขมันและน้ำตาลเข้ามาทดแทนการใช้ไขมันและน้ำตาลในไอศกรีม.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2552/food0252hr_ch1.pdf. 2 เมษายน 2559
- สาโรจน์ ศิริคันสนียกุล, 2541, หญ้าหวานสติเวีย, ส่งเสริมเทคโนโลยี, 25(139):160-163.
- เบญจพร รุ่งคนาวุฒิ และ ปวีวี ศรีดอกไม้. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่ปราศจากน้ำตาลจากหญ้าหวานผง ซอร์บิทอล และ Distilled monoglyceride. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สำนักสารนิเทศ. 2556. สธ.เผยคนไทยป่วยเบาหวาน 3.5 ล้านคน ส่วนใหญ่คุมระดับน้ำตาลไม่ได้ อีก 1.2 ล้านคนไม่รู้ตัวว่าป่วย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://pr.moph.go.th/iprg/include/admin_hotnew/show_hotnew.php?idHot_new=60017. 26 เมษายน 2559
- Akesowan, A. 2009. Quality of Reduced-Fat Chiffon Cakes Prepared with Erythritol/Sucralose as Replacement for Sugar. Pakistan Journal of Nutrition. 8(9): 1383-1386.

- Birasawa, M., Takeuchi, T. and Ikeda, T. 1988. Non-cariogenicity of erythritol as a substrate. *Journal of Dental Research*. 67: 925.
- Bornet, F. R. J., Blayo, A., Dauchy, F. and Slama, G. 1996. Plasma and urine kinetics of erythritol after oral ingestion by healthy humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 24: 280-285.
- Geuns, M.C., 2003, Stevioside, *Phytochemistry*, 64:913–921.
- Goossens, J. and Röper, H. 1994. Erythritol: A new sweetener. *Food Science and Technology Today*. 8(3): 144-148.
- Khouryieh, H.A., Aramouni, F.M. and Herald, T.J. 2005. Physical and Sensory Characteristics of No-Sugar-Added/Low-Fat Muffin. *Journal of Food Quality*. 28: 439- 451.
- Kulthe. A., Pawar, V., Kotecha, P., Chavan, U. and Bansode V. 2014. Development of high protein and low calorie cookies. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=stevia+cookies>. 14 May 2016
- Lin, S.D., Hwang, C.F. and Yeh, C.H. 2003. Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose, *Journal of Food Science*. 68: 2107- 2110
- Manisha, G., Soumya, C. and Indrani, D. 2012. Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X12000860>. 10 May 2016
- Misra, H., Soni, M., Silawat, N., Mehta, D., Mehta, B.K. and Jain, D.C., 2011, Antidiabetic Activity of Medium-polar Extract from the Leaves of *Stevia rebaudiana* Bert. (Bertoni) on Alloxan-induced Diabetic Rats, *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 3(2):242–248.
- Munro, I. C., Bernt, W. O., Borzelleca, J. F., Flamm, G., Lynch, B. S., Kennepohl, E., Bar, E. A. and Modderman, J. 1998. Erythritol: An interpretive summary of biochemical, metabolic, toxicological and clinical data. *Food and Chemical Toxicology*. 36: 1139-1174.

- Nabor, B. O. L. and Gelardi. C. R. 1991. *Alternative Sweeteners: Second Edition, Revised and Expanded*. Marcel Dekker, Inc. New York. 461p.
- Noda, K., Nakayama, K. and Oku, T. 1994. Serum glucose and insulin levels and erythritol balance after oral administration of erythritol in healthy subjects. *European Journal of Clinical Nutrition*. 48: 286-292.
- Oku, T. and Noda, K. 1990. Influence of chronic ingestion of newly developed sweetener, erythritol on growth and gastrointestinal function of the rats. *Nutrition Research*. 10: 987-996.
- Pelletier, X., Hanesse, B., Bornet, F. and Debry, G. 1994. Glycaemic and insulinaemic responses in healthy volunteers upon ingestion of maltitol and hydrogenated glucose syrups. *Diate Metabolisme*. 20: 291-296.
- Rozzi, N.L., 2007. Sweet Facts about Maltitol. [Online] Retrieved November 11, 2014, from <http://nfscfaculty.tamu.edu/talcott/courses/FSTC605/Food%20Product%20Design/Maltitol.pdf>
- Shindou, T., Sasaki, Y., Miki, H., Eguchi, T., Hagiwara, K. and Ichikawa, T. 1988. Determination of erythritol in fermented foods by high-performance liquid chromatography. *Journal of the Food Hygienic Society of Japan*. 29: 419-422.
- Storey, D., Lee, A., Bornet, F. and Brouns, F. 2007. Gastrointestinal tolerance of erythritol and xylitol ingested in a liquid. *European Journal of Clinical Nutrition*. 61: 349-354.
- Susann, Z., Anne, F., Lydia, K. and Harald, R. 2012. Combined use of rebaudioside A and fibres for partial sucrose replacement in muffins. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643812003106>. 10 May 2016
- Til. H. P., Kuper, C. F., Falke, H. E. and Bar, A. 1996. Subchronic oral toxicity studies with erythritol in mice and rats. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 24, S221-S231.
- Yoshida, H., Sugahara, T. and Hayashi, J. 1984. Studies on free sugars and free sugar alcohols of mushrooms. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*. 31: 765-771.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการทดลอง

1) วัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TA-XT2i

1.1) คุกกี้เนย ใช้หัวเจาะ (p/2) ทำการ Calibrate เครื่อง Texture analyzer ตามที่ระบุไว้ก่อน จากนั้นกำหนดค่าในโปรแกรม Texture expert ดังนี้

Mode: Measure Force in Compression

Option: Return to start

Pre-test speed: 2.0 mm/s

Test speed: 0.5 mm/s

Post-test speed: 10.0 mm/s

Distance: 4mm

Tigger type: Auto

Tigger force: 5g

นำตัวอย่างวางตำแหน่งตรงกลางของฐานเรียบ ค่าแรงที่อ่านได้เป็นค่าสูงสุดของแรงทั้งหมดที่ใช้ในการตัดบรานนี้ลงไปเป็นระยะทาง 4 มิลลิเมตร

1.2) บัตเตอร์เค้ก, สปันจ์เค้ก และ ชิฟฟอนเค้ก ใช้หัวทรงกระบอกหน้าตัดเรียบ (p/35) ทำการ Calibrate เครื่อง Texture analyzer ตามที่ระบุไว้ก่อน จากนั้นกำหนดค่าในโปรแกรม Texture expert ดังนี้

Mode: Measure Force in Compression

Option: Hold until Time

Pre-test speed: 1.0 mm/s

Test speed: 1.0 mm/s

Post-test speed: 10.0 mm/s

Distance: 10mm

Time: 60s

Tigger type: Auto

Tigger force: 5g

การเตรียมตัวอย่าง ตัดตัวอย่างขนาด 2×2×2 เซนติเมตร วางตำแหน่งตรงกลางของฐานเรียบ ค่าแรงที่อ่านได้เป็นค่าสูงสุดของแรงทั้งหมดที่ใช้ในการตัดบรานนี้ลงไปเป็นระยะทาง 10 มิลลิเมตร

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบสอบถามวิธีการให้คะแนนความชอบ

แบบทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์.....

กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ และให้คะแนนความชอบตามที่ท่านรู้สึกต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละปัจจัยคุณภาพจาก
คะแนนสเกลความชอบที่กำหนดให้

กำหนดให้ สเกลความชอบ :

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

รหัสตัวอย่าง

| ปัจจัยคุณภาพ | คะแนนความชอบ | | | |
|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| | รหัส..... | รหัส..... | รหัส..... | รหัส..... |
| ลักษณะปรากฏ | | | | |
| รส | | | | |
| กลิ่น | | | | |
| รสชาติ | | | | |
| ความหวาน | | | | |
| เนื้อสัมผัส | | | | |
| ความชอบรวม | | | | |

ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คำนวณราคาต้นทุน

ตารางแสดงราคาต้นทุนของสารให้ความหวาน ความหวานเทียบเท่ากับน้ำตาล 1000 กรัม

| | น้ำตาล | Stevia + น้ำตาล | Stevia + มอลทิทอล | Stevia + อีริทริทอล |
|--------------|--------|-----------------|-------------------|---------------------|
| ปริมาณ(กรัม) | 1000 | 500 + 2.05 | 500 + 3 | 500 + 3.75 |
| ราคา(บาท) | 33 | 30.85 | 71 | 151.25 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล วราพัชร เตมิตชาติพงศ์
 วัน เดือน ปี เกิด 19 ตุลาคม 2536
 ประวัติการศึกษา มัธยมศึกษา โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์
 อุดมศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ประสบการณ์ทำงาน การฝึกงาน ฝ่ายครีวการบิน บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)
 และงานวิจัย

ชื่อ-นามสกุล สิริลักษณ์ นิ่มนวล
 วัน เดือน ปี เกิด 30 ธันวาคม 2536
 ประวัติการศึกษา มัธยมศึกษา โรงเรียนบางกะปิ
 อุดมศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ประสบการณ์ทำงาน การฝึกงาน ฝ่ายครีวการบิน บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)
 และงานวิจัย