แป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 : แป้งกล้วยทางเลือกเพื่อสุขภาพ

BANANA FLOUR FROM NUMWA PAKCHONG 50: ALTERNATIVE BANANA FLOUR FOR HEALTH

นางสาว ธิติมา สมควรเจริญดี

นางสาว นวพร เภาพันธ์

นางสาว อรัณญดา เกตุไสย

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

แป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 : แป้งกล้วยทางเลือกเพื่อสุขภาพ

BANANA FLOUR FROM NAMWA PAKCHONG 50 : ALTERNATIVE BANANA FLOUR FOR HEALTH

จัดทำโดย

นางสาว ธิติมา สมควรเจริญดี รหัสนักศึกษา 62080025

นางสาว นวพร เภาพันธ์ รหัสนักศึกษา 62080028

นางสาว อรัณญดา เกตุไสย รหัสนักศึกษา 62080071

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

ปาจรีย์ อิงคะสุภัทร

.....

27/พฤษภาคม/2566

(ผศ.ดร. ปาจรีย์ อิงคะสุภัทร)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	แป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 : แป้งกล้วยทางเลือกเพื่อสุขภาพ		
ชื่อนักศึกษา	นางสาว ธิติมา สมควรเจริญดี	รหัสนักศึกษา	62080025
	นางสาว นวพร เภาพันธ์	รหัสนักศึกษา	62080028
	นางสาว อรัณญดา เกตุไสย	รหัสนักศึกษา	62080071
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร		
พ.ศ.	2566		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ปาจรีย์ อิงคะสุภัทร		

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และคุณสมบัติทางกายภาพ ของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก โดยทำการวิเคราะห์จากแป้งกล้วยที่ได้จากกล้วยในระยะความสุก จำนวน 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เปลือกมีสีเขียว ผลแข็ง เห็นเป็นเหลี่ยมชัดเจน ไม่มีการสุก และระยะที่ 2 ผิวเปลือกเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวออกเหลืองเล็กน้อย เมื่อวิเคราะห์ค่าคุณภาพต่างๆของแป้งกล้วยทั้ง 2 ระยะความสุกเรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำแป้งกล้วยทดแทนแป้งข้าวสาลี ในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม โดยทดแทนแป้งสาลีในสูตรเค้กกล้วยหอม ทั้งหมด 3 สูตรทดลอง สูตรทดลองที่ 1 สูตรควบคุม (แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์), สูตรทดลองที่ 2 แป้งกล้วยน้ำว้าระยะที่ 1 100 เปอร์เซ็นต์, สูตรทดลองที่ 3 แป้งกล้วยน้ำว้าระยะที่ 2 100 เปอร์เซ็นต์ และทดสอบความชอบโดยรวมทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน จากการศึกษา พบว่า ระยะการสุกของกล้วยมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในแป้งกล้วยพร้อมเปลือก โดยแป้งกล้วยในระยะความสุกระดับ 1 มีค่าความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณใยอาหาร สูงกว่าแป้งกล้วยในระยะความสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 7.26± 0.05, 3.01±0.10 และ 0.81±0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 พบว่ามีค่าปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และปริมาณคาร์โบไฮเดรต สูงกว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 1.16±0.10, 0.99±0.12 และ 88.42±0.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วยระยะความสุกระดับ 1 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระซึ่งมีค่าเท่ากับ 64.79±0.31 µgGAE/g ตัวอย่าง และ 217.26±2.11 mgTrolox/g ตัวอย่าง ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าแป้งกล้วยในระยะความสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แป้งกล้วยระยะการสุกระดับ 1 มีค่าเปอร์เซ็นต์การละลายน้ำต่ำกว่าแป้งกล้วยที่ระยะการสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญในทุกอุณหภูมิการละลายที่ทดสอบ คือ 85, 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบใดๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 95 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตาม กำลังการพองตัวของแป้งกล้วยระยะที่ 1 นี้มีค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวสูงกว่าแป้งกล้วยที่ระยะการสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ผลการทดสอบค่าความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 มีค่าสูงกว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 อย่ามีนัยสำคัญทางสถิติ และจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ในการนำแป้งกล้วยทั้ง 2 ระยะความสุกไปประยุกต์ใช้ทดแทนแป้งสาลีในเค้กกล้วยหอม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ความฝาด เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวมสูงสุดของ เค้กกล้วยหอมที่มีการใช้แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับที่ 1 และ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเค้กกล้วยหอมที่มีการทดแทนด้วยแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ได้คะแนนความชอบในทุกๆด้าน สูงกว่า เค้กกล้วยหอมที่มีการทดแทนด้วยแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 แต่อย่างไรก็ตาม คะแนนที่ได้รับนั้นยังคงมีค่าน้อยกว่าคะแนนของสูตรควบคุม ที่มีการใช้แป้งสาลีปกติ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก มีความเป็นไปได้ในการนำมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งจากผลการวิจัยนี้เป็นอีกหนึ่งแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วย และนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพอื่นๆต่อไป

คำสำคัญ : กล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด แป้งกล้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Banana flour from Namwa Pakchong 50: Alternative banana flour for health		
Student name	Titima Somkhauncharoendee	Student ID	62080025
	Nawapohn Paophan	Student ID	62080028
	Aranyada Ketsai	Student ID	62080071
Program	Bachelor of Science in Food Science and Technology		
Year	2023		
Advisor	Asst.Prof. Dr. Pajaree Ingkasupart		

ABSTRACT

The purpose of this research was to study proximate analysis, total phenolic content, antioxidant activity, and physical properties of Pakchong 50 banana flour with peel. The banana flour made from ripened bananas with two stages: Stage 1 – raw banana with green skin, Stage 2 – banana with green to slightly yellow skin. Both of banana flour from 2 stage were then substituted wheat flour in banana cake for 3 formulas, which including control (100% wheat flour), 100% substituted of banana flour in stage 1, 100% substituted of banana flour in stage 2. Sensory evaluation was further done using 9-point hedonic scale by 50 untrained panels. From the study, it was found that the banana flour at stage 1 showed higher in percent of moisture content, ash content, and fiber content as compared to the banana flour at stage 2 ($p \leq 0.05$) with the value of 7.26± 0.05, 3.01±0.10 and 0.81±0.04%, respectively. For the banana flour at stage 2 had higher percent in protein content, fat content, and carbohydrate content as compared to the banana flour at stage 1 ($p \leq 0.05$) with the value of 1.16±0.10, 0.99±0.12 and 88.42±0.19%, respectively. The total phenolic content and antioxidant activity of banana flour stage at 1 with the value of 64.79±0.31 μgGAE/g sample and 217.26±2.11 mgTrolox/g sample, which was significantly higher than that of banana flour at stage 2 ($p < 0.05$). Banana flour at stage 1 had significantly lower in percent of water solubility than the banana flour at stage 2 for all solubility temperatures tested (85, 90 and 95 °C). The swelling power of banana flour at stage 1 was significantly higher in percent expansion than that of banana flour at stage 2. In addition,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the results of water absorption test showed that the banana flour at stage 1 were significantly higher than that of banana flour at stage 2. Moreover, sensory evaluation results of 50 untrained panels in applying both ripeness stages of banana flour to replace wheat flour in banana cakes, found that the preference score in terms of appearance, flavor, taste, tartness, texture (tenderness) and overall liking of Banana cakes with banana flour in the first and second ripening stages were significantly different. The banana flour at stage 2 substituted in banana cake had higher liking scores in all attributes as compared to the substitution of banana flour at stage 1. However, the preference score is of this formula still less than control that used wheat flour in the formula. Therefore, it can be concluded that Pakchong 50 banana flour with peel is possible to replace wheat flour in banana cake products to increase nutritional value that can also be another way to add value to bananas and further developed into other healthy products.

Keyword: Antioxidant activity, Banana flour, Namwa Pakchong 50 banana, Total phenolic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาปัญหาพิเศษ ฉบับนี้สำเร็จอย่างลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณา และความอนุเคราะห์ของ ผศ. ดร. ปาจรีย์ อิงคะสุภัทร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้ทำการวิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณพี่ๆนักวิทยาศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมอาหาร ที่ได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และคอยให้ความช่วยเหลือในการสอนการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เพื่อดำเนินการทำปัญหาพิเศษนี้ให้ลุล่วงไปด้วยดี ตลอดจนให้แนวคิดที่เป็นประโยชน์ และขอขอบคุณนักศึกษา คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้เสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม

ขอขอบพระคุณ และมอบความดีทั้งหมดนี้ให้แก่ คุณพ่อ คุณแม่ และเพื่อนๆ ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยค้นคว้าฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจ หากการศึกษาค้นคว้าวิจัยครั้งนี้มีความขาดตกบกพร่อง หรือไม่สมบูรณ์ประการใด คณะผู้วิจัยขอกราบขออภัยมา ณ โอกาศนี้ด้วย

นางสาว ธิติมา สมควรเจริญดี
นางสาว นวพร เภาพันธ์
นางสาว อรัณญดา เกตุไสย
27 พฤษภาคม 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญภาพ..... IX

บทที่1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 กล้วย..... 4

2.2 การสุกของกล้วย..... 6

2.3 เปลือกกล้วย..... 9

2.4 แป้งกล้วย..... 9

2.5 กลูเตน..... 10

2.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี..... 11

2.7 สารต้านอนุมูลอิสระ..... 14

2.8 คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วย..... 17

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง..... 18

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี..... 18

3.1.1 วัตถุดิบ..... 18

3.1.2 สารเคมี..... 18

3.1.3 อุปกรณ์..... 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง..... 22
3.2.1 วิธีการทำแป้งกล้วย..... 22
3.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย..... 23
3.2.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ..... 23
3.2.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส..... 23
3.2.4.1 ขั้นตอนการทำเค้กกล้วยหอม..... 25
3.2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ..... 26
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์..... 27
4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี..... 27
4.2 ปริมาณฟีนอลลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ..... 28
4.2.1 ปริมาณฟีนอลลิกทั้งหมด..... 28
4.2.2 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ..... 29
4.3 ดัชนีความสามารถในการละลายน้ำและกำลังการพองตัว..... 29
4.4 ค่าการวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับน้ำ..... 30
4.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม..... 31
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... 33
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 33
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 34
บรรณานุกรม..... 35
ภาคผนวก..... 37
ภาคผนวก ก 38
ภาคผนวก ข..... 40
ภาคผนวก ค..... 50
ภาคผนวก ง..... 53
ประวัติผู้เขียน..... 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงปริมาณส่วนประกอบเค้กกล้วยหอม..... 24

4.1 Proximate analysis ของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก..... 28

4.2 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก..... 29

4.3 ความสามารถในการละลายน้ำและกำลังการบวมของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก..... 30

4.4 ความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก..... 31

4.5 ผลการวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมจากแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก..... 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ระยะความสุกของกล้วย..... 7

2.2 ระยะความสุกของกล้วย..... 7

2.3 ระยะความสุกของกล้วย..... 8

2.4 ระยะความสุกของกล้วย..... 9

2.5 สูตรโครงสร้างของสารประกอบฟีนอลิก..... 15

2.6 กลไกการต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิก..... 15

2.7 ปฏิกิริยาของ DPPH..... 16

3.1 กล้วยระยะที่ 1 กับ กล้วยระยะที่ 2..... 18

3.2 ขั้นตอนการทำแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50..... 22

3.3 ตัวอย่างแป้งกล้วยระยะที่ 1 กับ ตัวอย่างแป้งกล้วยระยะที่ 2..... 23

3.4 ขั้นตอนการทำเค้กกล้วยหอม..... 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กล้วยเป็นพืชเศรษฐกิจที่น่าสนใจ เป็นพืชที่ปลูกง่ายในทุกภาคของประเทศ เติบโตเร็ว ให้ผลตลอดปี ผลกล้วยเหมาะต่อการบริโภคสำหรับทุกเพศทุกวัย เพราะเป็นผลไม้ที่อุดมด้วยคุณค่าทางอาหารในการบริโภคสดหรือการแปรรูปเป็นอาหารทั้งคาว และหวาน ส่วนอื่นๆของกล้วยยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานอุดมด้วยน้ำตาลธรรมชาติ 3 ชนิดคือ ซูโครส ฟรุกโทส และกลูโคส รวมกับเส้นใย และกากอาหารอีกทั้งกล้วยยังมีคุณประโยชน์อีก หลากหลายชนิดทั้งไฟโตเคมีขั้นที่ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาปริมาณสารสำคัญ คุณสมบัติทางกายภาพ การต้านอนุมูลอิสระ และการสุกของกล้วยที่เหมาะสมในการทำแป้งกล้วย และหาแนวทางในการใช้ประโยชน์จากกล้วยเพื่อต่อยอดสู่การนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะกล้วย ซุปเปอร์ฟู้ด ของคนรักสุขภาพ คือ แป้งกล้วยดิบ โดยการใช้กล้วยน้ำว้าที่มีการใช้ประโยชน์ได้สูงสุดตั้งแต่ผลกล้วยดิบ และกล้วยยังเป็นอีกหนึ่งวัตถุดิบที่สามารถนำมาทำเป็นแป้งทางเลือก เพื่อใช้สำหรับประกอบอาหาร โดยการคัดเลือกนำกล้วยน้ำว้าพันธุ์ปากช่อง 50 มาทำแป้งกล้วยจากระยะการสุกต่างๆของกล้วย เพื่อศึกษาองค์ประกอบหลัก คุณสมบัติเชิงหน้าที่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และใยอาหารของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 ของแป้งกล้วย ซึ่งในแต่ละปีกล้วยน้ำว้ามีอัตราการผลิตที่สูงกว่ากล้วยไข่ และกล้วยหอมเฉลี่ยถึง 3.5 เท่าเพราะเป็นผลไม้ที่สามารถปลูกได้ในพื้นที่ที่มีภูมิอากาศเขตร้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งอากาศร้อนชื้น ตกเครือตลอดทั้งปี และมีคุณสมบัติที่ดีเหมาะแก่การผลิตเป็นการค้า

ผลกล้วยประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เนื้อกล้วย และเปลือกกล้วย เปลือกกล้วยเป็นผลพลอยได้หลักของกล้วยมีน้ำหนักประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวมของผล ในปัจจุบันมีเปลือกกล้วยที่เหลือใช้จากการบริโภคสดในปริมาณมาก และทั่วโลกมีกล้วยปริมาณหลายลูกที่มีรูปร่างไม่เป็นไปตามมาตรฐานในการนำไปจำหน่ายเพื่อเป็นการลดปริมาณวัสดุเศษเหลือใช้จึงมีการศึกษาแป้งกล้วยพร้อมเปลือก เพื่อแก้ปัญหานั้นอย่างสร้างสรรค์ และการทำแป้งกล้วยเป็นวิธีการที่ดีในการทำให้กล้วยทุกลูกมีมูลค่า อีกทั้งเปลือกกล้วยมีโพแทสเซียมสูง และมีเส้นใหญ่อาหารสูงมากกว่าเนื้อกล้วยซึ่งใยอาหารนี้สามารถส่งเสริมการย่อยอาหาร และการทำงานของลำไส้ อีกทั้งยังสามารถลดระดับคอเรสเตอรอลในเลือดได้ ในระยะสีเขียวกล้วยมีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่โดยเฉพาะแป้งจึงเหมาะที่จะใช้เป็นแหล่งของแป้ง และแป้งที่สำคัญที่สุดซึ่งได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาคือแป้งต้านทานซึ่งหมักด้วยโปรไบโอติกในลำไส้ มีบทบาทสำคัญ ในการป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ งานวิจัยนี้จึงได้มีการนำส่วนที่เป็นทั้งเปลือก และเนื้อกล้วยมาใช้ในการทำแป้งกล้วยเพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณฟีนอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมด กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งนอกจากจะเป็นแป้งทางเลือกเพื่อเป็นแป้งทดแทนสำหรับผู้ที่แพ้กลูเตน แป้งกล้วยดิบยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และสามารถช่วยป้องกันการเกิดโรคกระเพาะ บรรเทาอาการท้องเสียได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และคุณสมบัติทางกายภาพ (การยอมรับทางประสาทสัมผัส) ของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือกในระยะการสุกที่ต่างกัน

1.2.2 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมเพื่อสุขภาพจากแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือกในระยะการสุกที่ต่างกัน

1.2.3 เพื่อลดปริมาณของเหลือจากการบริโภคสด และกล้วยที่มีลักษณะไม่เหมาะสมสำหรับการจัดจำหน่าย และส่งเสริมการแปรรูปสินค้ากล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก ให้ตอบสนองต่อความต้องการบริโภคในรูปแบบใหม่

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 การทำแป้งกล้วยจากกล้วยน้ำว้าพันธุ์ ปากช่อง 50 พร้อมเปลือก (Namwa Pakchong 50) ในระยะการสุกต่างๆ 2 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 เปลือกเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก

ระยะที่ 2 เริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวออกเหลืองนิดๆ

1.3.2 การนำแป้งกล้วยที่ระยะการสุกต่างๆมาทำการศึกษาปริมาณ ความชื้น เถ้าไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร

1.3.3 วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรมมการต้านอนุมูลอิสระ

1.3.4 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วย ได้แก่ ความสามารถในการดูดซับน้ำ (Water Absorbtion Capacity) ความสามรถในการละลายน้ำ (Water Solubility) และกำลังการพองตัว (SwellingPower)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ชี้ให้เห็นถึงการใช้ที่เป็นไปได้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ส่งเสริมสุขภาพในการนำเปลือกกล้วย และเนื้อกล้วยมาแปรรูปให้เป็นแป้งกล้วยเพื่อนำไปใช้ในอาหาร

1.4.2 การใช้ประโยชน์จากผลไม้ได้อย่างครบถ้วนเพื่อเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนด้านกำลังคนเนื่องจากการปอกเปลือกที่ไม่จำเป็น

ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3 สร้างมุมมองใหม่สำหรับผู้บริโภค และผู้ผลิตในการสร้างผลิตภัณฑ์อาหารที่มีมูลค่าเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล้วย

กล้วยเป็นพืชหนึ่งที่ปลูกมาเคียงข้างกับประเทศไทย คนไทยรู้จักกล้วย และเป็นพืชเศรษฐกิจที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากปลูกง่ายให้ผลผลิตเร็ว และทุกส่วนของกล้วยสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าซึ่งใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่ ต้น ใบ กาบ หัวปลี ผล การปลูกกล้วยในประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 3 ของทวีปเอเชีย และปริมาณการส่งออกต่างประเทศจนติดอันดับโลก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความนิยมของผู้บริโภค แต่ส่วนใหญ่แล้วคนไทยจะรู้จักกล้วยอยู่เพียง 3 ชนิด คือ กล้วยหอมทอง กล้วยน้ำว้า และกล้วยไข่ ซึ่งการเจริญเติบโตได้ดีในทุกพื้นที่ทั่วภูมิภาคของประเทศไทย มีผลผลิตตลอดปี ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกล้วยรวมประมาณ 866,410 ไร่ ผลผลิตส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศ มีการส่งออกรวม 35,266 ตัน มูลค่า 799.83 ล้านบาท ทั้งในรูปผลสด และแปรรูป 4,814 ตัน มลูค่า 410.20 ล้านบาท (กรมศุลกากร,2558)

กล้วย เป็นพรรณไม้ล้มลุกในสกุล Musa มีหลายชนิดในสกุล และเป็นผลไม้เขตร้อนในวงศ์ Musaceae โดยถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นไม้ผลที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นอาหารชนิดแรกของมนุษย์เช่นเดียวกับข้าว เนื่องจากกล้วยนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหาร เครื่องมือเครื่องใช้ เส้นใย สิ่งทอ สมุนไพร และอุปกรณ์ทางการแพทย์ จากการศึกษาทางวิวัฒนาการพบว่า กล้วยมีวิวัฒนาการมาถึง 50 ล้านปีแล้ว ซึ่งในประเทศเป็นแหล่งพันธุกรรมกล้วยหลากหลายชนิด อาจมีมากกว่า 50 ชนิด เช่น กล้วยหอม กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า กล้วยเล็บมือนาง ส่วนชนิดอื่นอาจพบเฉพาะในท้องถิ่นเท่านั้น เช่น กล้วยหิน กล้วยไล กล้วยนางพญา ส่วนทางภาคใต้ เช่น กล้วยหอมกะเหรี่ยง ทางภาคอีสาน เช่น กล้วยน้ำนมหรือกล้วยหอมจันทร์ ทางภาคตะวันตก เช่น กล้วยหอมทองสั้น และกล้วยชอบสภาพอากาศร้อนชื้น มักพบกล้วยพื้นเมืองที่มีเมล็ด และไม่มีเมล็ด เป็นต้น

กล้วยน้ำว้า เป็นพืชล้มลุก ประเภทใบเดี่ยว ออกลูกเป็นเครือ ขยายพันธุ์ด้วยหน่อหรือเหง้า (เหง้าหรือลำต้นใต้ดิน) ส่วนลำต้นที่อยู่บนดินเกิดจากกาบใบที่หุ้มซ้อนๆกัน ออกดอกเป็นช่อเรียกว่า ‘หัวปลี’ เป็นกล้วยที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย ซึ่งพบว่าเป็นไม้ผลพื้นบ้านแถบเมืองร้อน มีถิ่นกำเนิดในพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่นิยมปลูกกล้วยน้ำว้ากันมาก เนื่องจากทนทานต่อสภาพอากาศได้ดีกว่ากล้วยพันธุ์อื่นๆ ชอบอากาศร้อนชื้น การดูแลรักษาง่าย และใช้ประโยชน์จาก ผล ต้น ใบ ดอก มากกว่ากล้วยชนิดอื่น และจะให้ผลผลิตที่ดีมากในสภาวะอากาศที่ไม่แปรปรวน สายพันธุ์กล้วยน้ำว้า มีมากกว่า 10 สายพันธุ์ แต่สายพันธุ์กล้วยน้ำว้าที่มีมานาน และชื่อเสียงโด่งดัง คือ กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อง สายพันธุ์ที่มีการสนับสนุนให้ปลูกกันมาก คือ กล้วยน้ำว้าพันธุ์ปากช่อง 50 และสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง คือ กล้วยน้ำว้าพันธุ์ยักษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง หรือ กล้วยน้ำว้าขาว เป็นพันธุ์โบราณดั้งเดิม พบได้ทุกภาคของประเทศไทย สามารถรับประทานได้ทั้งผลสด และแปรรูป ใช้หน่อในการขยายพันธุ์ มีหลายชื่อให้เรียกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่นเมื่อสุกมีรสชาติหวานไม่ฝาด เปลือกสีจะเหลืองทองเข้มกว่าพันธุ์อื่น เนื้อละเอียดนุ่ม ไส้ขาว ไม่มีเมล็ด แต่เวลาสุกงอม ลูกจะหลุดจากหวีง่ายเพราะขั้วอ่อน กล้วยน้ำว้าเขียว (หรือ กล้วยน้ำว้าทอง กล้วยน้ำว้าทองลอยมา กล้วยน้ำว้าดง กล้วยน้ำว้าไส้แดง) ใช้ผลแปรรูปหรือรับประทานสด ลำต้นกาบด้านนอกมีสีเขียวอ่อนประดำ ก้านใบเขียวนวล ปลีค่อนข้างใหญ่ เปลือกผลสีเขียวสด กลม มีจุก เมื่อสุกจะมีสีเหลืองปนเขียว ก้านผลยาว

- ภาคเหนือ เรียกว่า กล้วยน้ำว้ามณีอ่อง
- ภาคอีสาน เรียกว่า กล้วยน้ำว้าทะนีอ่อง
- ภาคกลาง เรียกว่า กล้วยน้ำว้าอ่อง หรือ กล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง
- ภาคใต้ เรียกว่า กล้วยน้ำว้าใต้

กล้วยน้ำว้านวลจันทร์ เป็นพันธุ์ที่ผลมีขนาดใหญ่ ป้อม ทรงกระบอก ปลายค่อนข้างแหลม ผลดิบ เปลือกสีเขียว อมขาว นวล กว่ากล้วยน้ำว้าพันธุ์อื่นผลสุก เปลือกสีเหลืองนวล เนื้อสีขาวอมชมพู หวานจัด เนื้อแน่น กลิ่นหอมอ่อนๆ อร่อยมาก หน่อมีราคาสูงเพราะค่อนข้างหายาก

กล้วยน้ำว้าพันธุ์ค่อม เป็นพันธุ์ที่สามารถรับประทานสด และแปรรูป ก้านผลยาว มีช่องว่างระหว่างหวีน้อยกว่ากล้วยน้ำว้าอื่นๆ ค่อนข้างเบียดกันแน่น ผลจึงเรียวแหลม เมื่อสุกมีสีเหลืองอมขาว ไส้กลางสีเหลือง รสหวาน

กล้วยน้ำว้าพันธุ์ดำ ส่วนใหญ่พบในพื้นที่ภาคกลาง ใช้รับประทานสด กาบด้านนอก และโคนก้านใบมีปื้นดำ ผลอ่อนมีลายตามผิว สีผลเหมือนสนิม ผลแก่ลายเกือบเต็มผล มีสีน้ำตาลเข้ม ผลสุกส่วนสีเขียวจะกลายเป็นสีเหลือง ส่วนที่เป็นสีน้ำตาลจะซีดลง เปลือกบาง เนื้อผลสีขาว รสหวานมีกลิ่นเล็กน้อย

กล้วยน้ำว้าโชควิเชียร ค้นพบโดย คุณวิเชียร เนียมจ้อย อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี เป็นพันธุ์ที่รับประทานสด หรือแปรรูป และใช้ในงานพิธี ผลสั้น ป้อม กลม อ้วน 1 เครือ มีได้มากที่สุดประมาณ 22 หวี 1 หวี มีได้มากที่สุดประมาณ 17-19 ลูก รสชาติดี นุ่ม เก็บไว้ได้นาน ขั้วเหนียว แก่แล้วไม่หลุดจากขั้ว

กล้วยน้ำว้าท่ายาง มีต้นกำเนิดอยู่ที่ ตำบลท่ายาง อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ถูกนำมาโดยชาวจังหวัดสมุทรสงคราม “คนเมืองใน” เป็นภาษาที่ชาวบ้านในท้องถิ่นใช้เรียกผู้นำกล้วยน้ำว้าสายพันธุ์นี้มาปลูกกล้วยน้ำว้าท่ายาง เป็นกล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อง เมื่อถูกนำมาปลูกในเขตตำบลท่ายางแล้วเกิดผสมกับกล้วยสวนพื้นถิ่นจนกลายพันธุ์มาเป็น กล้วยน้ำว้าท่ายาง ในปัจจุบันโดยกล้วยน้ำว้าท่ายางมีจุดเด่นที่ลำต้น มีความสูงประมาณ 2-2.5 เมตร ลำต้นมีสีเขียวแกมเหลือง ให้ผลขนาดใหญ่ ลักษณะผลป้อมทรงกระบอก บริเวณส่วนปลายแหลม ผลดิบมีสีเขียวแกมขาวนวลเช่นเดียวกับกล้วยน้ำว้าสายพันธุ์อื่น เมื่อสุกจะให้สีเหลืองนวล เนื้อเหนียวแน่นให้รสชาติหวานจัดอร่อยถูกปาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้วยน้ำว้าพันธุ์ยักษ์ เป็นพันธุ์ดั้งเดิมที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี พระราชทานให้กับชาวบ้านที่ทุ่งกุลาร้องไห้ จังหวัดสุรินทร์ ปลูก เมื่อมีชาวบ้านที่ย้ายถิ่นฐานมายัง จังหวัดกาญจนบุรี จึงนำพันธุ์กล้วยมาปลูกที่นั่นด้วย แหล่งที่พบมากที่สุดจึงอยู่ที่ จังหวัดกาญจนบุรี

กล้วยน้ำว้าไส้แดง มีลักษณะลำต้นคล้ายกล้วยน้ำว้ากาบขาว เมื่อสุกเนื้อกล้วยมีสีปนชมพู ไส้กลางมีสีชมพู เนื้อเหนียว มีรสหวาน

กล้วยน้ำว้าเขียว มีกาบลำต้นสีมะกอก ผลดิบมีสีเขียวสดไม่มีนวล เปลือกหนา มีสีเหลืองอมเขียว ที่สันเหลี่ยมยังคงมีสีเขียวจางๆเนื้อมีสีขาว ไส้กลางมีสีเหลือง เนื้อเหนียว มีรสหวานอมเปรี้ยว

กล้วยน้ำว้ากาบขาว เป็นไม้ล้มลุก ต้นมีความสูงไม่เกิน 3.5 เมตร กาบลำต้นด้านนอกเป็นสีเขียวอ่อน มีปื้นเล็กน้อย ใบเดี่ยว เรียงสลับ ดอกหรือหัวปลี ออกที่ปลายยอด ผลมีเหลี่ยมเล็กน้อย ผลอ่อนสีเขียว ผลสุกสีเหลืองอมส้ม เครือใหญ่ ในหนึ่งเครือมีกล้วย 10-12 หวี และในหนึ่งหวีมีกล้วย 10-16 ผล รสชาติหวานหอมอร่อย เนื้อสีขาว ไส้สีเหลือง เนื้อนุ่มฟู เนื้อ และไส้ไม่แข็งกระด้าง ผลผลิตตามฤดู

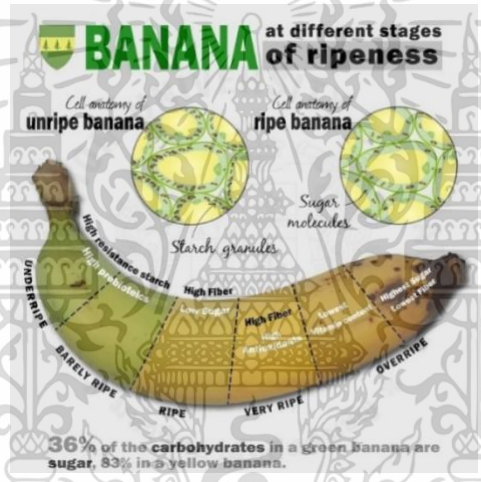
กล้วยน้ำว้าพันธุ์ปากช่อง 50 เป็นไม้ผลที่ทางสถานีฯให้ความสนใจได้รวบรวม และทำงานวิจัยในวาระครบรอบ 50 ปีของสถานีฯ ในปี พ.ศ. 2551 ที่ผ่านมาทางสถานีฯได้เปิดตัวกล้วยน้ำว้าสายพันธุ์ใหม่ ได้แก่ “กล้วยน้ำว้าพันธุ์ปากช่อง 50” เกิดจากการคัดเลือกสายพันธุ์กล้วยน้ำว้าไส้เหลืองที่เก็บรวบรวมพันธุ์ไว้ที่สถานีฯกว่า 10 สายพันธุ์ โดยพบว่าสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้นี้มีคุณสมบัติที่เหมาะในการปลูกเพื่อการค้าลักษณะเด่น คือ เครือใหญ่ น้ำหนักเครือมากกว่า 30 กิโลกรัม (ไม่รวมก้านเครือ) จำนวนหวีมากกว่า 10 หวี จำนวนผลต่อหวีประมาณ 18 ผล ผลกล้วยใหญ่อ้วนดีน้ำหนักผลโดยเฉลี่ยประมาณ 140 กรัม/ผล ไส้กลางไม่แข็งออกสีเหลืองเนื้อแน่นเมื่อสุกมีความหวานประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ทั้งนี้ต้องขึ้นกับการดูแลรักษาเนื่องจากกล้วยเป็นไม้ผลที่ตอบสนองกับสภาพอากาศได้ดี กล้วยพันธุ์นี้จะให้ผลผลิตเพียง 7-8 หวีเท่านั้นแต่ผลยังอ้วนใหญ่ไส้กลางไม่แข็งเนื้อยังแน่นเหมือนเดิม ดังนั้นการนำกล้วยสายพันธุ์นี้ไปปลูกให้ได้ผลคุ้มค่าสูงสุดจึงจำเป็นต้องมีการดูแลรักษาที่ดีควบคู่ไปด้วย ต้นกล้วยที่ได้รับจากสถานีฯจะเป็นต้นกล้วยจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีความสูงมากกว่า 15 เซนติเมตร ซึ่งสามารถปลูกในแปลงปลูกได้เลย ข้อดีของการใช้ต้นกล้วยจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คือ ขนย้ายต้นพันธุ์สะดวก ต้นพันธุ์ปลอดจากโรค และแมลงที่เป็นปัญหาในปัจจุบันได้แก่โรคตายพราย และหนอนกอ การเก็บเกี่ยวทำได้พร้อมกันจำนวนมาก

2.2 การสุกของกล้วย

กล้วยจัดว่าเป็นผลไม้ประเภท Climacteric fruit เป็นผลไม้ที่มีอัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงตามอายุนับจากที่ผลไม้แก่จัด หรือ ผลบริบูรณ์ (maturity) อัตราการหายใจจะเพิ่มสูงขึ้นจนถึงจุดสูงสุด (climacteric peak)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นอัตราการหายใจจะค่อยๆ ลดลง เมื่อผลไม้เริ่มสุกจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภายใน เช่น มีการเปลี่ยนสีของเปลือก การเปลี่ยนสตาร์ชให้เป็นน้ำตาล ทำให้ผลไม้สุกมีรสหวาน เนื้อนิ่ม กลิ่นหอมมากกว่าผลไม้ดิบ ในระยะดิบมีการสังเคราะห์เอทิลีนน้อยมาก แล้วกลับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะที่ผลไม้บริบูรณ์ (mature) มีการสังเคราะห์เอทิลีน (ethylene) และมีอัตราการหายใจสูงสุดเมื่อผลไม้สุก (fruit ripening) เอทิลีนมีผลเร่งให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น ดังนั้นการควบคุมความเข้มข้นของเอทิลีนร่วมกับปัจจัยอื่นๆ จะสามารถควบคุมระยะเวลาในการนำผลไม้ไปใช้ประโยชน์ เช่น อาจใช้ชะลอหรือเร่งให้เกิดการสุกเร็ว ผลไม้ประเภท climacteric fruit จะต้องเก็บมาจากต้นเมื่อผลแก่จัด แล้วจึงปล่อยให้สุกต่อ หรือบ่มให้สุกได้โดยใช้แก๊ส ethylene หรือใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ โดยทั่วไป การแบ่งระยะการสุกของกล้วย (Banana ripeness) สามารถแบ่งเป็น



ภาพที่ 2.1 ระยะความสุกของกล้วย

ที่มา: https://www.blockdit.com/posts/61acc0d7b1420b0cada25a12

1. กล้วยดิบ (Under ripeness banana) หรือเรียกอีกอย่างก็ คือ กล้วยแก่ ซึ่งจะหมายถึง กล้วยดิบที่แก่จัด พร้อมจะเปลี่ยนเป็นกล้วยสุก

ภาพที่ 2.2 ระยะความสุกของกล้วย

ที่มา: https://www.blockdit.com/posts/61acc0d7b1420b0cada25a12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กล้วยห่าม (Barely ripe banana) เป็นกล้วยที่กึ่งดิบกึ่งสุก เปลือกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เนื้อยังมีรสเปรี้ยว และมีความเป็นแป้งอยู่มาก จึงเหมาะสำหรับนำไปทำขนมหรือแปรรูป เช่น กล้วยฉาบ หรือ กล้วยทอด มากกว่ารับประทานสด

3. กล้วยสุก (Ripe banana) เป็นกล้วยที่พร้อมรับประทาน

4. กล้วยสุกมาก (Very ripe banana) เป็นกล้วยสุกที่เนื้อเริ่มนิ่ม สีเหลืองเข้มขึ้น และมีกลิ่นหอมมากขึ้น

5. กล้วยงอม (Over ripe banana) เป็นกล้วยที่สุกมาก และเนื้อนิ่มมาก

ภาพที่ 2.3 ระยะความสุกของกล้วย

ที่มา: https://www.blockdit.com/posts/61acc0d7b1420b0cada25a12

ระยะการสุกของกล้วยน้ำว้า

ระยะที่ 1 ผลแข็ง เป็นเหลี่ยมชัดเจน เปลือกสีเขียว ทิ้งไว้จะไม่สุก

ระยะที่ 2 ผิวเปลือกเริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวออกเหลืองเล็กน้อย

ระยะที่ 3 ผิวเปลือกเปลี่ยนสีเป็นเหลืองมากขึ้น แต่ยังมีสีเขียวมากกว่า

ระยะที่ 4 ผิวเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้น และมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว

ระยะที่ 5 ผิวเปลือกบริเวณต้นผลเป็นสีเหลือง ส่วนปลายผลเป็นสีเขียว

ระยะที่ 6 ผิวเปลือกทั่วผลจะมีสีเหลืองทั้งหมด เป็นระยะผลสุกพอดี แต่ยังไม่มีกลิ่น

ระยะที่ 7 ผิวเปลือกมีสีเหลือง เริ่มมีจุดสีดำหรือน้ำตาล เป็นระยะผลสุกเต็มที่ และเริ่มมีกลิ่นหอม

ระยะที่ 8 ผิวเปลือกมีสีเหลือง มีสีดำหรือน้ำตาลกระจายทั่วผล เป็นระยะที่ผลสุกมากเกินไป เนื้อกล้วยจะอ่อนนิ่ม มีกลิ่นแรง และจะเริ่มเน่าภายใน 2-3 วัน

การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีภายในผลกล้วยระหว่างระยะเวลาการสุกซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา โดยเฉพาะปริมาณของสตาร์ชที่ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อผลกล้วยสุกงอมเต็มที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4 ระยะความสุกของกล้วย

ที่มา: https://board.postjung.com/892917

2.3 เปลือกกล้วย

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการแปรรูปผลกล้วยจำนวนมาก เป็นทั้งผลไม้ และอาหารแปรรูปต่างๆ เช่น กล้วยบด กล้วยแช่แข็ง กล้วยแผ่น กล้วยตาก กล้วยอัดเม็ด ก่อให้เกิดเปลือกกล้วยน้ำว้าซึ่งเป็นเศษเหลือจากการแปรรูปผลกล้วยซึ่งเป็นสิ่งเหลือใช้ในระดับอุตสาหกรรม เป็นของเหลือทิ้งทางเกษตรเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปริมาณพื้นที่ในการเพาะปลูกของเกษตรกร พบว่ากล้วยน้ำว้าสามารถผลิตออกสู่ตลาดได้ตลอดปีเมื่อนำมาตากแห้งแล้วบดเป็นผงสามารถนำไปให้อาหารสัตว์ได้ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบโภชนาการในเปลือกกล้วย พบว่าเปลือกกล้วยมีปริมาณใยอาหาร และไขมันค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเนื้อกล้วย จากการศึกษากล้วยในประเทศไทยพบว่ากล้วยน้ำว้ามีโปรตีนประมาณ ร้อยละ 5.29-6.20 ไขมันร้อยละ 6.66-11.99 ใยอาหาร ร้อยละ 8.52-12.5 เถ้าร้อยละ 9.90-16.30 (ศิริโชค, 2535) จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงสมบัติการต้านอนุมูลอิสระเพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งเปลือกผลไม้เป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอล แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) และสาระสำคัญอื่นๆ โดยมีรายงานว่า เปลือกกล้วยเป็นแหล่งของสารประกอบแคโรทีนอยด์ นอกจากนี้พบว่า เส้นใยอาหารที่ได้จากเปลือกผลไม้ เช่น เปลือกมะม่วงมีสมบัติในการต้านออกซิเดชันสูง

2.4 แป้งกล้วย

แป้งกล้วยสามารถผลิตได้จากจากกล้วยหลายชนิด เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม กล้วยไข่ และแป้งกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลกล้วยมาปอกเปลือกหั่นเป็นชิ้นบาง ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนหรือแหล่งพลังงานอื่น บดให้ ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2563) แป้งกล้วยจะมีกลิ่นเฉพาะตัวมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีรวมตัวกับน้ำได้ดี คือ เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวใส ปล่อยให้เย็นจะเกิดลักษณะคล้ายวุ้น เนื่องจากเป็นแป้งที่มีอะไมโลสสูง จึงทำให้มีคุณสมบัติพิเศษเหมาะที่จะนำมาทดแทนแป้งสาลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ดี บางชนิดของผลิตภัณฑ์สามารถทดแทนได้สูงถึงร้อยละ 80 โดยคุณภาพของแป้งกล้วยจะขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต ความสะอาด และความสุกของกล้วยเป็นสำคัญ

สีของแป้งกล้วยที่มีสีไม่ขาวอาจมีผลต่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด จึงใช้แป้งกล้วยในการทำผลิตภัณฑ์ที่มีสีค่อนไปทางสีน้ำตาล เช่น ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ การที่แป้งกล้วยมีสีน้ำตาลเป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) สำหรับแป้งกล้วยที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase: PPO) ที่ไปเร่งให้สารประกอบฟีนอลในผัก และผลไม้ เกิดการออกซิเดชั่นกับออกซิเจนในอากาศ โดยเอนไซม์นี้พบได้ใน แครอท อโวคาโด แอปเปิ้ล มันฝรั่ง และกล้วย เป็นต้น (Selvarajoh และคณะ, 2000) ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังการปอกเปลือก และการลดขนาดผัก ผลไม้การเกิดสีน้ำตาลทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติ ส่งผลเสียต่อคุณค่าทางอาหาร การเกิดสีน้ำตาลปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นได้ มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ สารประกอบฟีนอลลิก (phenolic compounds) เอนไซม์ ออกซิเจน และค่าความเป็นกรด-ด่าง (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2563)

กล้วยดิบมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย น้ำ แป้ง โปรตีน ไขมัน เส้นใย วิตามิน เกลือ แร่ธาตุ โดยมีปริมาณแป้ง แทนนิน แคลเซียม เหล็ก และโพแทสเซียมสูงกว่าแป้งหลายชนิด เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง และปริมาณน้ำตาลน้อย นอกจากนี้สารอื่นๆ ได้แก่ เอนไซม์เพคติน การสุกของกล้วยทำให้คุณค่าทางอาหารเปลี่ยนแปลงไป แป้งกล้วยที่ผลิตโดยกรรมวิธีอบแห้ง หรือผึ่งแดดจนแห้งที่อุณหภูมิ 55–60 องศาเซลเซียส สีของแป้งที่ได้จะไม่ขาวเหมือนแป้งจากธัญพืชประเภทหัว เนื่องจากไม่ได้ผ่านกระบวนการฟอกสี เมื่อเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ขนมอบหรือขนมไทยผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้จะมีสีค่อนข้างคล้ำ นอกจากนี้แป้งกล้วยดิบช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารได้นานกว่าแป้งสาลี และแป้งข้าว เนื่องจากแป้งกล้วยดิบมีฤทธิ์ต้านเชื้อรา และแบคทีเรีย (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2563)

2.5 กลูเตน

ในปัจจุบันทั่วโลกมีความต้องการของผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากกลูเตน (Gluten Free) ซึ่งมีมูลค่าสูงถึง 17.59 พันล้านเหรียญสหรัฐในปี 2018 และคาดว่าจะมีการขยายตัวที่ 9.1 เปอร์เซ็นต์ CAGR จากปี 2019 - 2025 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากกลูเตน ช่วยป้องกันคนที่เป็นโรคแพ้กลูเจน Coeliac Disease กลูเตน (Gluten) เป็นโปรตีนที่อยู่ในแป้ง พบได้ในแป้งข้าวสาลี ข้าวบาเล่ย์ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Elii et al., 2003) มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน และเป็นพิษต่อผู้ป่วยที่แพ้กลูเตน ซึ่งสาเหตุของโรคเกิดจากพันธุกรรม จากการกระตุ้นโดยสารที่อยู่ในสภาวะแวดล้อม รวมทั้งไวรัส และการติดเชื้อหรือจากการตั้งครรภ์ จากการวิจัยพบว่าเด็กทารกในช่วงแรกเกิดที่ได้รับอาหารที่มีกลูเตนในช่วง 3 เดือนแรกจะมีโอกาสเป็นโรคแพ้กลูเตนสูงถึง 5 เท่าของทารกที่ได้รับกลูเตนในช่วง 4-5 เดือนต่อมา (National Instiutes of Health., 2008) โรคแพ้กลูเตน (Coeliac Disease) ระบบร่างกายมีสิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลกปลอมมากระตุ้น ซึ่งไม่สามารถทนต่อกลูเตนที่มาจากข้าวสาลี ข้าวบาเล่ย์ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ จึงทำให้เกิดการดูดซึมของอาหารมีความผิดปกติ เมื่อผ่านกระบวนของการย่อยอาหารนั้นจะผ่านเข้าสู่ผนังลำไส้เล็ก โดยมีวิไล (Villi) ซึ่งมีหน้าที่ช่วยดูดซึมอาหาร แต่สำหรับผู้ที่มีอาการแพ้นั้น ระบบภูมิคุ้มกัน และผลิตแอนติบอดีออกมาตอบสนองต่อวิไล (อ.พญ. ศุภมาส เชิญอักษร, 2560) อาการของคนที่แพ้กลูเตน คือ ท้องเสีย ซึ่งเป็นอาการที่เกิดในระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้อาจมีอาการอื่นร่วมด้วย ได้แก่ ปวดท้อง ปวดเกร็งในช่องท่อง มีผื่นขึ้น ปวดข้อ ปวดตามตัว ปวดศีรษะ หากเป็นในเด็กอาจโตช้า สมองมึนงง มีอาการขาดสารอาหาร เนื่องจากจะมีการดูดซึมอาหารผิดปกติ ซึ่งเกิดจากการที่ลำไส้เล็กปัญหา หากตรวจพบช้า จะมีอาการถ่ายเป็นมันลอย ดูดซึมอาหารไม่ได้ น้ำหนักลด ร่างกายขาดสารอาหาร และอาจเสียชีวิตได้ด้วย การเกิดโรคดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นได้ในทุกช่วงวัย แต่ส่วนมากจะตรวจพบในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจชี้ว่า โรคแพ้กลูเตน มีผลกระทบสูงถึงร้อยละ 1 ของประชากรโลก (Fasano and Catassi, 2001; Stoven et al., 2012) และมีแนวโน้มของจำนวนผู้ป่วยโรคดังกว่าวเพิ่มสูงขึ้นทุกปี พบได้ในทุกช่วงอายุแตกต่างกันไปตามเชื้อชาติ โดยมีความชุกมากในคนผิวขาว ในสหรัฐอเมริกามีผู้ป่วยโรคประมาณ 3 ล้านคน นอกจากนี้ยังพบผู้ป่วยในส่วนต่างๆของโลก เช่น ยุโรป (พบ 1 คน ใน 120 คน) เยอรมัน (1 คน ใน 200 คน) อังกฤษ (พบ 1 คน ใน 100 คน) และประเทศไทยกว่า 700,000 คน (Food Navigator USA, 2006) ซึ่งไม่มียารักษา แต่วิธีการรักษาที่ดีที่สุดจากโรคแพ้กลูเตนนั้น คือ การหลีกเลี่ยงไม่บริโภคและหลีกเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารกลูเตน เช่น เค้ก ขนมปัง พาสต้า แครักเกอร์ นม ซอสถั่วเหลือง แชมพู สบู่เหลว แป้งโดว์ ดินน้ำมัน เป็นต้น

2.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

2.6.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

ความชื้นเป็นน้ำหรือสารที่ระเหยได้ทั้งหมด ที่สูญเสียไปจากอาหารเมื่อเพิ่มความร้อนให้แก่อาหารอุณหภูมิที่ให้แก่อาหารต้องไม่สูงกว่าจุดเดือดของน้ำหรือให้ความชื้นในสภาพสุญญากาศ หรืออาจปล่อยอาหารทิ้งไว้ในสารดูดความชื้น ส่วนกากหรือของแข็งที่เหลืออยู่หลังจากน้ำออกไปหมดแล้ว เรียกว่า ของแข็งทั้งหมด

2.6.2 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า

เถ้า คือ องค์ประกอบส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ ในตัวอย่างมีหลักการง่ายๆ คือ เผาตัวอย่างที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้องค์ประกอบที่เป็นสารอินทรีย์ไหม้หมดไป ส่วนที่เหลือก็คือ สารอนินทรีย์ สำหรับองค์ประกอบของเถ้าขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร และวิธีในการเผา เถ้าประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก โซเดียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียม สำหรับแคลเซียม พบมากในไข่ และนม ฟอสฟอรัส พบมากในธัญพืช ถั่ว และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อสัตว์ เหล็ก พบมากในธัญพืช อาหารทะเล ไข่ และเนื้อสัตว์ โซเดียม พบในอาหารที่มีรสเค็ม โพแทสเซียม พบในผัก และผลไม้ และแมกนีเซียม พบในเนื้อสัตว์ ผัก และผลไม้

ปริมาณเถ้าสามารถใช้เป็นเครื่องชี้คุณภาพของอาหารบางชนิดได้ อาหารบางชนิดที่มีปริมาณเถ้ามากไป อาจมาจากอาหารนั้นถูกปลอมปน เช่น น้ำตาลทราย เจลาติน และแป้ง เป็นต้น ดังนั้นปริมาณเถ้าที่วิเคราะห์ได้ควรอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ปริมาณเถ้าเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ได้ ควรอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ปริมาณเถ้าเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบอาหาร โดยทั่วไปอาหารจัดว่ามีปริมาณแร่ธาตุอยู่สูง และค่อนข้างคงที่ในเถ้าของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์

หาปริมาณเถ้าแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) การออกซิไดซ์สารอินทรีย์

เป็นการออกซิไดซ์สารอินทรีย์โดยการใช้กรด และสารออกไซด์ หรือทั้งสองอย่างรวมกัน แร่ธาตุจะถูกละลายโดยกรด ที่นิยมใช้ ได้แก่ กรดไนตริก และกรดเปอร์คลอริก เป็นต้น และควรทำในตู้ดูดไอกรด มักใช้กับตัวอย่างอาหารที่มีปริมาณไขมันสูง ได้แก่ เนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์

(2) การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าโดยการเผาที่อุณหภูมิต่ำ

เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าโดยการเผาที่อุณหภูมิต่ำมากกว่าการกระทำในเตาเผาเพื่อป้องกันการระเหยแร่ธาตุส่วนใหญ่ที่มีในตัวอย่างเป็น Dry ashing แบบหนึ่ง เพื่อการวิเคราะห์หาแร่ธาตุที่ระเหยได้

ปริมาณเถ้าในตัวอย่างอาหาร แสดงให้เห็นว่า ถ้าอาหารตัวอย่างประเภทที่เป็นวัตถุดิบจะมีปริมาณเถ้ามากกว่าร้อยละ 0.5 น้ำมัน และไขมันจะมีปริมาณเถ้าอยู่เพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลยผลิตภัณฑ์บางอย่าง ได้แก่ เบคอน มีปริมาณเถ้าร้อยละ 0.6 และเนื้อวัวแห้งอาจมีปริมาณเถ้าสูงถึงร้อยละ 1.16 เมื่อเทียบเท่าน้ำหนักเปียก

(3) การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าโดยการเผาที่อุณหภูมิ

เป็นการหาปริมาณเถ้าตัวอย่างที่อุณหภูมิ 500-600 องศาเซลเซียส น้ำ และสารระเหยต่างๆ ในตัวอย่างจะระเหยกลายเป็นไอ สารอินทรีย์จะถูกเผาไหม้ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจน แร่ธาตุส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนไปเป็นออกไซด์ ได้แก่ ซัลเฟอร์ ฟอสเฟตคลอไรด์ และซิลิเกต แร่ธาตุอื่นๆ เช่น เหล็ก เซเลเนี่ยม ดีบุก และปรอท จะระเหยในขั้นตอนนี้ ดังนั้นถ้าต้องการวิเคราะห์หาแร่ธาตุที่ระเหยได้ จึงไม่ควรใช้วิธีการนี้

2.6.3 การวิเคราะห์หาโปรตีน

โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีไนโตรเจน ส่วนการเลือกใช้วิธีใดก็ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและเครื่องมือที่มี เช่น ปริมาณโปรตีนในน้ำนมวัวจะวิเคราะห์โดยการทำฟอร์มัลไตเตรตชั่น ถ้าตัวอย่างเป็นแป้ง จะใช้วิธีการย่อย และกลั่นด้วยวิธีเจลดาลห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีเจลดาลห์เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในรูปสารประกอบอินทรีย์ซึ่งมีทั้งโปรตีน และสารประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่โปรตีน แต่มีไนโตรเจน รวมอยู่ด้วย โดยมีหลักการ คือ นำตัวอย่างไปย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นในสภาพที่มีความร้อน และมีตัวเร่งปฏิกิริยา จนกระทั่งได้ส่วนของอินทรียวัตถุสลายตัวไป (สารละลายมีสีใส) สารประกอบไนโตรเจนทั้งที่เป็นส่วนประกอบไนโตรเจนทั้งที่เป็นส่วนของโปรตีนแท้ และไม่ใช่โปรตีน ยกเว้นที่อยู่ในรูปของไนเตรท และไนไตรท์ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต หลังจากทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำการกลั่นแอมโมเนียจะจับไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของแอมโมเนียม-ไฮดรอกไซด์แล้วนำไปไตเตรท กับกรดเกลือมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

2.6.4 การวิเคราะห์ไขมัน

การวิเคราะห์หาไขมันโดยวิธีตรง เป็นวิธีการสกัดโดยตรงด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่าง โดยทั่วไปส่วนประกอบที่เป็นไขมันในอาหารจะเป็นสารประกอบจำพวกลิปิดซึ่งสกัดออกได้ด้วยอีเทอร์ ทั้งปิโตรเลียมอีเทอร์และไดเอทธิลอีเทอร์ จัดเป็นสารละลายที่ไม่มีขั้ว สารสกัดได้เรียกว่า สารที่สกัดได้จากอีเทอร์ เป็นลิปิดอิสระ ที่พบในอาหารนั้น แต่ถ้าทำการสกัดด้วยแอลกอฮอล์ ส่วนที่สกัดได้จะมีส่วนประกอบอื่นติดอยู่กับไขมันปนอยู่ด้วย

ดังนั้นสารละลายที่ใช้ในการสกัดไขมันนั้นควรมีความสามารถสูงในการละลายไขมัน และมีความสามารถต่ำในสารละลายพวกโปรตีน กรดอะมิโน และคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้แล้วควรเป็นสารละลายที่ระเหยได้ง่าย ไม่มีสารตกค้างมีจุดเดือดต่ำ ไม่มีควัน ไม่เป็นพิษทั้งในรูปของเหลว และไอระเหย สารละลายนี้ควรมีความสามารถที่จะทะลุอนุภาคของตัวอย่าง มีองค์ประกอบเดียว เพื่อหลีกเลี่ยงการแตกตัว มีราคาไม่แพง และไม่ดูดความชื้น อย่างไรก็ตามสารละลายที่มีคุณสมบัติครบถ้วนดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้นค่อนข้างหายาก สารละลายที่เป็นที่นิยมใช้ในการสกัดไขมัน ได้แก่ เอธิลอีเทอร์ และปิโตรเลียมอีเทอร์ ขณะที่การสกัดน้ำมันจากถั่วเหลืองจะใช้สารละลายเพนเทนและเฮกเซน นอกจากนี้ ยังมีสารเอธิลอีเธอร์ ที่นิยมใช้ในการสกัดไขมันเช่นกัน เนื่องจากว่า มีจุดเดือดต่ำเพียง 34.6 องศาเซลเซียส ติดไฟง่าย และให้ผลได้ดีกว่าการใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ แต่มีราคาที่ค่อนข้างแพงจึงไม่ค่อยนิยมใช้

ไขมัน ในอาหารมีปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด และประเภทของอาหารเป็นสำคัญ จากการรายงานของ Suzanne (1994) อ้างโดย ฉัตรชัย สังข์ผุด กล่าวว่า อาหารแต่ละชนิดมีปริมาณไขมันแตกต่างกัน

2.6.5 การวิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต

ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย ซึ่งได้แก่ แป้ง และน้ำตาล แต่อาจมีส่วนของเฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ปนอยู่บ้าง ค่าของ ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยการนำค่าทั้งหมดมาหักออกจากค่าของวัตถุแห้ง ดังสูตร ต่อไปนี้

NFE (%) = 100 – ความชื้น (%) - เถ้า (%) - โปรตีน (%) - ไขมัน (%) - ใยอาหาร (%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 การวิเคราะห์ใยอาหาร

การวิเคราะห์หาปริมาณเซลลูโลส และนิกนินในอาหาร เป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าการวิเคราะห์หาปริมาณของใยอาหาร หรือ crude fiber โดยวิธีการย่อยองค์ประกอบอื่นที่ละลายได้ในกรด และด่าง ด้วยกรดเจือจาง และด่างเจือจาง ได้ส่วนที่เหลือที่เป็นกากจากการย่อยที่ไม่ละลายในกรด และด่างเจือจาง ประมาณ 97 เปอร์เซ็นต์ จะประกอบด้วยเซลลูโลส และลิกนิน อีกเล็กน้อยเป็นแร่ธาตุอื่นๆในใยอาหารทั้งหมดจะมีเซลลูโลสประมาณ 60 - 80 เปอร์เซ็นต์ มีลิกนิน 4–6 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ใยอาหารเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณทั้งหมด ไม่ได้เจาะจงวิเคราะห์เฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่ง ในระหว่างการย่อยตัวอย่างด้วยกรด และด่างนั้น เซลลูโลสจะถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลงด้วยปฏิกิริยาแบบ oxidative hydrolytic degradation และปฏิกิริยานี้อาจเกิดขึ้นกับลิกนินด้วย

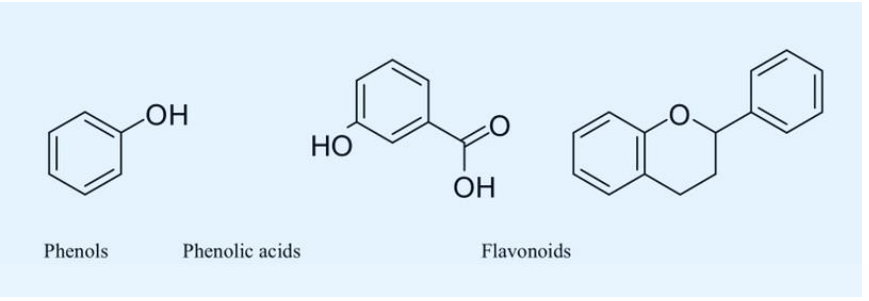
2.7 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ โมเลกุลของสารที่สามารถจับกับตัวรับ และสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลสารอื่นๆได้ กันยารัตน์ (2556) โดยทั่วไปสารต้านอนุมูลอิสระสามารถพบได้ในธรรมชาติจากสารหลายชนิด เช่น สารประกอบฟีนอลิก สารประกอบไนโตรเจน แคโรทีนอยด์ กลูตาไธโอนเอนไซม์ วิตามินซี และวิตามินอี ซึ่งบทบาทสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระ คือ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกาย สารเหล่านี้มีกลไกในการต้านอนุมูลอิสระหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระโดยตรง ยับยั้งการสร้างอนุมูลอิสระหรือเข้าจับกับโลหะเพื่อป้องกันการสร้างอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่างๆของมนุษย์ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่เป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมคุณภาพในอาหาร ทำให้อาหารมีกลิ่น สี และรสชาติเปลี่ยนไป (บุหรัน, 2556)

2.7.1 สารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในธรรมชาติ

สารประกอบฟีนอลิกจัดเป็นสารต้านอนุมูลที่ได้รับจากภายนอก และพบได้มากในธรรมชาติจัดเป็นส่วนประกอบหลักของเมตาบอไลท์ทุติยภูมิในพืช ได้แก่ พืชผัก ผลไม้ ชาเขียว ชาดำ ช็อกโกแลต และไวน์แดง เป็นต้น ในปัจจุบันพบสารประกอบฟีนอลิกมากกว่า 8,000 ชนิด ตั้งแต่โมเลกุลอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก ฟีนิลโปรพานอยด์ และฟลาโวนอยด์ไปจนถึงโครงสร้างพอลิเมอร์ที่ซับซ้อน เช่น ลิกนิน เมลานิน และแทนนิน เป็นต้น แม้ว่าปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในธรรมชาติจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน แต่พบว่าปริมาณโดยเฉลี่ยที่คนได้รับต่อวันอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 มิลลิกรัม 1,000 มิลลิกรัม สารประกอบฟีนอลิกมีบทบาทสำคัญเนื่องจากมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้ มีคุณสมบัติในการสลายลิ่มเลือด ต้านสารก่อมะเร็ง ปกป้องหรือการชะลอความชรา และสามารถลดความดันโลหิตในการสลายลิ่มเลือด เป็นต้น (กันยารัตน์, 2556)

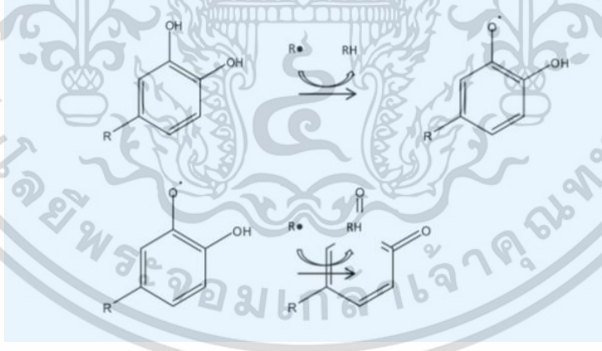
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 สูตรโครงสร้างของสารประกอบฟีนอลิก

ที่มา: https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2585/phenolic-compound

สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารกลุ่มใหญ่ที่พบมากในพืชตัวอย่างสารกลุ่มนี้ได้แก่สารจำพวก flavonoids ที่มี catechol เป็นองค์ประกอบของแทนนิน (กันยารัตน์, 2556) ซึ่งโครงสร้างหลักประกอบด้วย aromatic ring แทนที่ด้วย hydroxy group โดยมากเป็นสารที่มีขั้ว ละลายในตัวทำละลายจำพวกแอลกอฮอล์ได้ดี กลไกของสารประกอบฟีนอลิกที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดังภาพที่ 2.5 คือเมื่อมีอนุมูลอิสระมาดึงโปรตอนไปแต่ในโครงสร้างมีอิเล็กตรอนหนาแน่นจึงสามารถเกิดการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนไปทั่วโครงสร้าง มีอิเล็กตรอนหนาแน่นจึงสามารถเกิดการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนไปทั่วโครงสร้าง ทำให้โครงสร้างเสถียรไม่เกิดเป็นอนุมูลอิสระต่อไป (ระวิวรรณ และทรงพร, 2549)

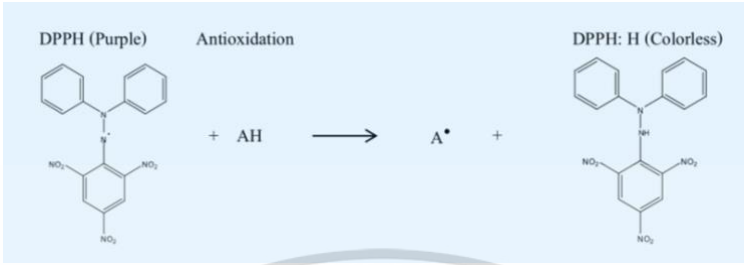


ภาพที่ 2.6 กลไกการต้านอนุมูลิสระของสารประกอบฟีนอลิก

วิธีวิเคราะห์ปริมาณของอนุมูลอิสระเป็นความสามารถในการเป็นตัวต้านออกซิเดชันของโมเลกุลหรือไอออนที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว วิธีที่นิยมใช้ได้แก่ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH),2,2-azobis (3-ethyl-benzothizoline-6-sulfonic acid) (ABTS), ferric reducing antioxidant power (FRAP) และอื่นๆซึ่งมักนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นตัวต้านออกซิเดชันในผักและผลไม้ชนิดต่างๆ (บุหรัน, 2556) วิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazl radical scavenging capacity assay (DPPH assay)เป็นวิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระซึ่งใช้ reagent คือ 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl เป็น stable radical ในตัวทำละลายแอลกอฮอล์ ซึ่งสารละลายนี้มีสีม่วง ดังภาพที่ 2.6 เมื่อเติมสารต้านอนุมูลอิสระลงไปทำให้สีม่วงนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จางลง เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระไปให้โปรตอนกับอนุมูล DPPH ซึ่งจะติดตามการเกิดปฏิกิริยาที่ค่าความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร



ภาพที่ 2.7 ปฏิกิริยาของ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH radical)

สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารที่พบได้ในพืชซึ่งปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกในอาหาร และที่มาจากพืชผัก และผลไม้จะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช วิธีการปลูก ความสุก กระบวนการแปรรูป และการเก็บ การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูปที่มีส่วนที่ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง และสารประกอบฟีนอลิกเป็นสารกลุ่มหนึ่งที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยสารประกอบฟีนอลิกเป็นสารประกอบที่เป็นวงแหวนอะโรมาติด และมีหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อย 1 หมู่ รวมไปถึงอนุพันธุ์ของสารประกอบฟีนอล ซึ่งมีการแทนที่ด้วยหมู่ฟังก์ชันต่างๆ เช่น ฟลาโวนอยด์ ลิกนิน กรดซินามิก และโคเอ็นไซม์คิว

สารประกอบฟีนอลิกจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน และโมเลกุลอื่นๆ ด้วยการให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระอย่างรวดเร็ว เมื่อสารประกอบฟีนอลิกให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระไปของสารประกอบฟีนอลิกจะค่อนข้างมีเสถียรภาพ ดังนั้นจึงไม่ทำปฏิกิริยาต่อไป อีกทั้งอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกบางชนิดสามารถรวมตัวกับอนุมูลอิสระอื่นได้อีกด้วย จึงทำให้สารประกอบฟีนอลิกเหล่านี้ลดจำนวนอนุมูลอิสระลงได้ถึง 2 เท่า (ปิยศิริ, 2551)

สารมาตรฐานที่ใช้ในการเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คือ Trolox (6-hydroxyl-2,5,7,8-tetramethylchlorman-2-carboxylic acid) แสดงค่าเป็น TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity) มีหน่วยเป็นมิลลิโมลาร์ต่อมิลลิกรัม หรือ ไมโครโมลาร์ต่อมิลลิกรัมข้อดีของวิธีนี้ คือ ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ข้อเสีย DPPH ค่อนข้างเสถียรไม่ไวต่อปฏิกิริยาเหมือนอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายจริง จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ช้า ทำให้ค่าการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่วัดได้น้อยกว่าความเป็นจริง และต้องวัดใน ปฏิกิริยาที่เป็นแอลกอฮอล์ (บุหรัน, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วย

การดูดซับน้ำ การพองตัว และการละลาย

ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัว และการละลายของ แป้ง คือ ชนิดของแป้ง ความแข็งแรงของโครงสร้าง ปริมาณน้ำในสารละลายแป้ง สิ่งเจือปนภายในเม็ดแป้งที่ไม่ใช่ คาร์โบไฮเดรต และลักษณะร่างแหภายในเม็ดแป้ง การละลาย ของเม็ดแป้งแต่ละชนิดมีรูปแบบที่แตกต่างกัน แป้งดิบจะไม่ละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเจลาทิไนซ์ เนื่องจากพันธะไฮโดรเจน ในหมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลแป้งที่ใกล้เคียงกันเชื่อมต่อกัน แต่เมื่ออุณหภูมิของน้ำแป้งสูงกว่าอุณหภูมิเจลาทิไนซ์ พันธะไฮโดรเจนจะถูกทำลายทำให้โมเลกุลน้ำเชื่อมต่อกับหมู่ไฮดรอกซิลอย่างอิสระ เม็ดแป้งจึงพองตัว และละลายน้ำได้ส่งผลให้ความหนืดของแป้งเพิ่มขึ้น แป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูง เช่น แป้งจากธัญพืช ได้แก่ แป้งข้าวโพด และแป้งสาลี โครงสร้างร่างแหภายในเม็ดแป้งมีความแข็งแรงมาก ทำให้เม็ดแป้งพองตัวได้น้อย ส่วนแป้งจากรากหรือกลางลำต้น เช่น แป้งมันสำปะหลัง อุณหภูมิเจลาทิไนซ์ต่ำกว่าแป้งจากธัญพืช ทำให้มีการพองตัว และการละลายที่ดีกว่า และแป้งจากส่วนหัว เช่น แป้งมันฝรั่ง การพองตัวของเม็ดแป้งดีที่สุด เนื่องจากพันธะภายในร่างแหอ่อนแอ มีโครงสร้างที่ประกอบด้วยหมู่ฟอสเฟตที่ทำให้เกิดแรงผลักดันทางไฟฟ้า ทำให้เม็ดแป้งพองตัวได้ที่อุณหภูมิต่ำ (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 กล้วยน้ำว้าปากช่อง 50

แหล่งที่มาของวัตถุดิบ ซื้อจากตลาดสี่มุมเมือง ถนนพหลโยธิน ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี โดยเลือกกล้วยน้ำว้าที่มาการขนส่งกล้วยในลักษณะเป็นเครือผลสดไม่ผ่านการบ่ม และไม่มีบาดแผลหลังกระบวนการเก็บเกี่ยวก่อนนำมาทดลอง 1-2 วัน ควบคุมที่อุณหภูมิห้อง และกล้วยน้ำว้าที่คัดเลือกนำมาทดลองคัดเลือกจากดัชนีระยะความสุกของกล้วยน้ำว้าแบ่งตามขั้นตอนการเปลี่ยนสีของเปลือกโดยพิจารณาจากสีผิวของเปลือก ระยะที่ 1 คือ เปลือกมีสีเขียวผลแข็ง ไม่มีการสุก และระยะที่ 2 เปลือกเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเล็กน้อย (Puechkaset, 2016)

a. b.

ภาพที่ 3.1 a. กล้วยระยะที่ 1 เปลือกมีสีเขียวผลแข็ง ไม่มีการสุก
b. กล้วยระยะที่ 2 เปลือกเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเล็กน้อย

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 กรดบอริก เข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (4% Boric acid)

3.1.2.2 กรดซัลฟิวริก เข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ (1.25% Sulfuric acid)

3.1.2.3 กรดแกลลิก (Gallic acid)

3.1.2.4 กรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 นอร์มอล (0.1 N HCL)

3.1.2.5 ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.6 สารช่วยกรอง (Celite)

3.1.2.7 สารต้านการเกิดฟอง (Anti foaming agent)

3.1.2.8 เมทิลีน บลู เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ (0.1% Methylene blue)

3.1.2.9 เมทิลเรด เข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ (0.25% Methyl red)

3.1.2.10 เอทานอล เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์, เอทานอล เข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ (70% Ethanol, 95% Ethanol)

3.1.2.11 แคตะลิสต์ (Catalyst)

3.1.2.12 โซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (10% Sodium carbonate)

3.1.2.13 โซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์, โซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์, โซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ (1.25% NaOH, 15% NaOH, 40% NaOH)

3.1.2.14 โฟลิน ซิโอแคลทู รีเอเจนต์ (Folin-Ciocalteu reagent)

3.1.2.15 DPPH (2,2-diphenyl-l-picrylhydrazyl)

3.1.2.16 Trolox (6-hydroxyl-2,5,7,8-tetramethylchlorman-2-carboxylic acid)

3.1.3 อุปกรณ์

3.1.3.1 กะละมังสแตนเลส หรือ กะละมังเคลือบ

3.1.3.2 กระดาษกรอง Whatman No.1

3.1.3.3 กระบอกตวง ขนาด 1 หรือ 2 ลิตร

3.1.3.4 ขวดน้ำกลั่น

3.1.3.5 ขวดบรรจุสารตัวอย่าง ขนาด 15 มิลลิลิตร

3.1.3.6 ขวดลูกชมพู่ ขนาด 250 และ 500 มิลลิลิตร

3.1.3.7 ขวดวัดปริมาตรขนาด 50,100,250 และ 500 มิลลิลิตร

3.1.3.8 ขวดสีชา

3.1.3.9 คิวเวทแก้ว

3.1.3.10ช้อนตักสาร

3.1.3.11 ชุดกรองแก้วแบบสุญญากาศ (Funnel Fitration)

3.1.3.12 ชุดวิเคราะห์ไฟเบอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.13 ชุดสกัดซอกซ์เล็ตพร้อมทิมเบิลและบีกเกอร์ไขมัน (รุ่น Gerhardt-SOX406 กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย)

3.1.3.14 ซองสุญญากาศพลาสติกชนิด Food Grade

3.1.3.15 ตะแกรง

3.1.3.16 ตู้อบลมร้อน (รุ่น FD260 Binder, บริษัท มอร์ แดน เซลล์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย)

3.1.3.17 ตู้อบแห้ง (Oven drying)

3.1.3.18 ตู้อบไฟฟ้า

3.1.3.19 ตู้เย็น

3.1.3.20 ถ้วยกระเบื้อง

3.1.3.21 ถ้วยชนิดทนไฟ (Sinter glass crucible) ขนาด 40-90 ไมครอน

3.1.3.22 ถ้วยอลูมิเนียม

3.1.3.23 ทัพพี

3.1.3.24 ทิป

3.1.3.25 ที่คีบ

3.1.3.26 แท่งแก้ว

3.1.3.27 บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

3.1.3.28 บีกเกอร์ ขนาด 25,50,100 และ 250 มิลลิลิตร

3.1.3.29 ปิเปต ขนาด 1,10 มิลลิลิตร

3.1.3.30 ภาชนะบรรจุของแห้งสำหรับบรรจุแป้งกล้วย

3.1.3.31 มีด

3.1.3.32 หม้อ

3.1.3.33 หลอดทดลอง ขนาด 30 มิลลิลิตร

3.1.3.34 หลอดย่อยโปรตีน

3.1.3.35 หลอดสำหรับปั่นเหวี่ยง

3.1.3.36 อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์โปรตีน (รุ่น Gerhardt-KB8S/VAP30,บริษัท เมริทเทค จำกัด, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย)

3.1.3.37 ไมโครปิเปต ขนาด 20,100,1000 และไมโครลิตร

3.1.3.38 เครื่องชั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.39 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

3.1.3.40 เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

3.1.3.41 เครื่องบดของแห้ง เช่น เบรนเดอร์ (Blender)

3.1.3.42 เครื่องบดแห้งละเอียด (Pin Mill)

3.1.3.43 เครื่องปั่นเหวี่ยง (รุ่น Hettich-rotofix 32A, บริษัท มอร์ แดน เซลส์ แอนด์ เซอร์วิส จำกัด, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย)

3.1.3.44 เครื่องร่อนใช้ตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช

3.1.3.45 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (รุ่น Shimadzu-UV mini-1240, บริษัท ออตัน บิสซิเนส จำกัด, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย)

3.1.3.46 เครื่องสุญญากาศ (รุ่น Buchi-B490/R200, บริษัท สปริงกรีนอีโวลูชั่น จำกัด, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย)

3.1.3.47 เครื่องเขย่าผสมสารละลาย

3.1.3.48 เครื่อง Fiber Analyzer (รุ่น Foss- fibertec 122, บริษัท บริษัท ฟอสส์ เซาธ์ อีสต์ เอเชีย จำกัด, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย)

3.1.3.49 แร็ควางหลอดทดลอง

3.1.3.50 โถดูดความชื้น (Desiccator)

3.1.3.51 เตาไฟ

3.1.3.52 เตาไฟฟ้า (รุ่น NaberTherm-LT40/11/B170, บริษัท สยามอินเตอร์คอร์ป จำกัด, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย)

3.1.3.53 เตาเผาไฟฟ้า (รุ่น Carbolite-CWF11/13, บริษัท ซินเนอร์จี คอร์เปอเรชั่น จำกัด, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย)

3.1.3.54 เขียง

3.1.3.55 Boiling chip

3.1.3.56 Vacuum pump

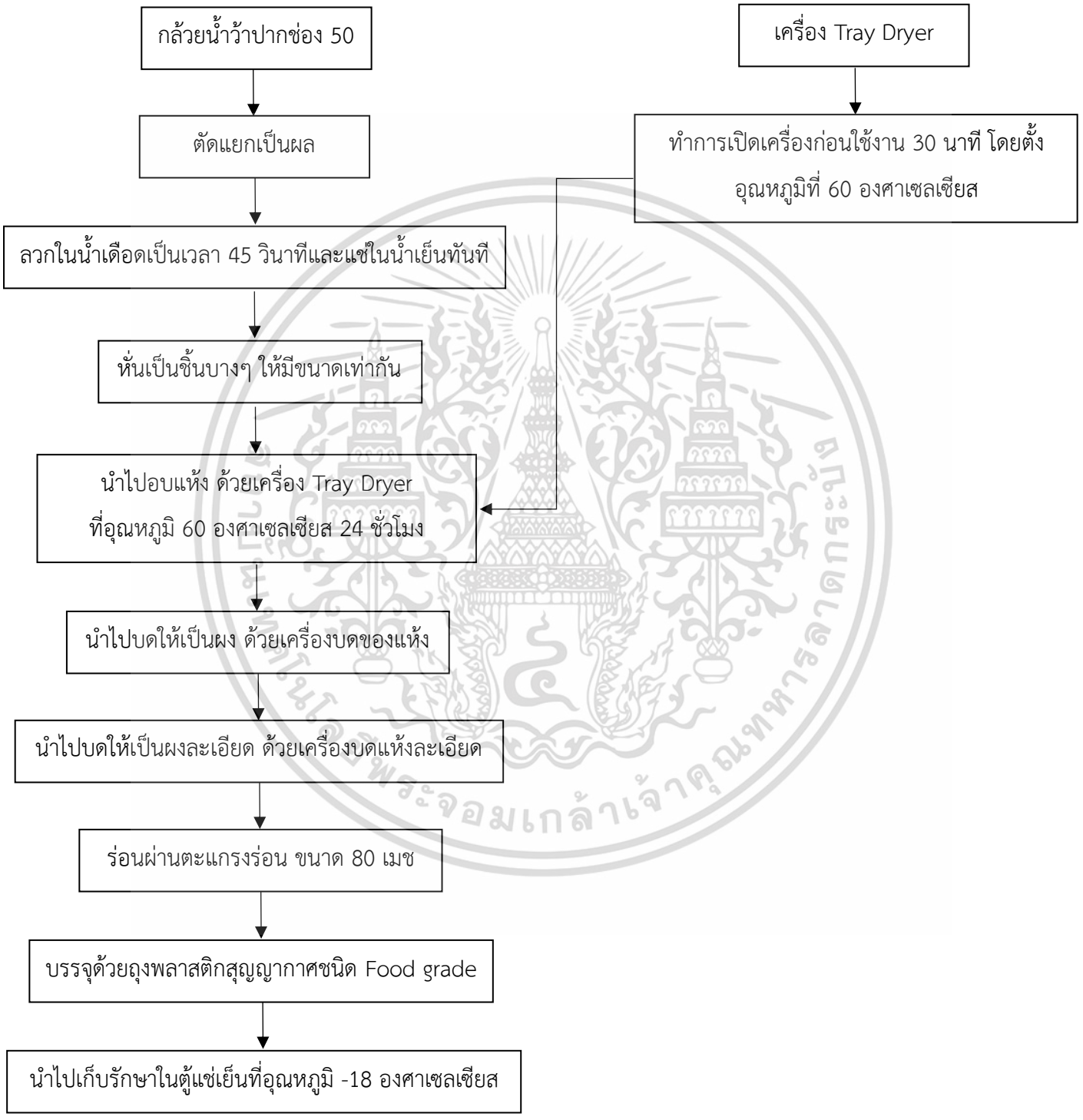
3.1.3.57 Vortex mixter

3.1.3.58 Water bath

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.2.1 วิธีการทำแป้งกล้วย



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a. b.

ภาพที่ 3.3 a. ตัวอย่างแป้งกล้วยระยะที่ 1
b. ตัวอย่างแป้งกล้วยระยะที่ 2

3.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย (ภาคผนวก ข)

- ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต (ดัดแปลงมาจาก AOAC, 2000)
- ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดตามวิธีของ Folin-Ciocalteu phenol test โดยการสกัดตัวอย่างแห้ง (ดัดแปลงมาจาก จุรีย์ และคณะ, 2562)
- กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ โดยการวิเคราห์ความสามารถในการจับสารอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

3.2.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (ภาคผนวก ข)

- ความสามารถในการละลายน้ำ กำลังการพองตัว และความสามารถในการดูดซับน้ำ ตามวิธีของ (แก่นเกษตร, 2560)

3.2.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แป้งกล้วยทั้ง 2 ระยะการสุก ถูกนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในสูตรการผลิตเค้กกล้วยหอม โดยมี (1) สูตรควบคุม (แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์) (2) สูตรการใช้แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 ปริมาณทดแทน 100 เปอร์เซ็นต์ และ (3) สูตรการใช้แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ปริมาณทดแทน 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เค้กกล้วยหอมที่ผลิตได้ในแต่ละสูตรถูกนำไปวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ความฝาด เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9 – point hedonic scale โดยมีการกำหนดคะแนนความชอบตั้งแต่ 1 ถึง 9

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 6 = ชอบเล็กน้อย

2 = ไม่ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง

3 = ไม่ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด

5 = เฉยๆ

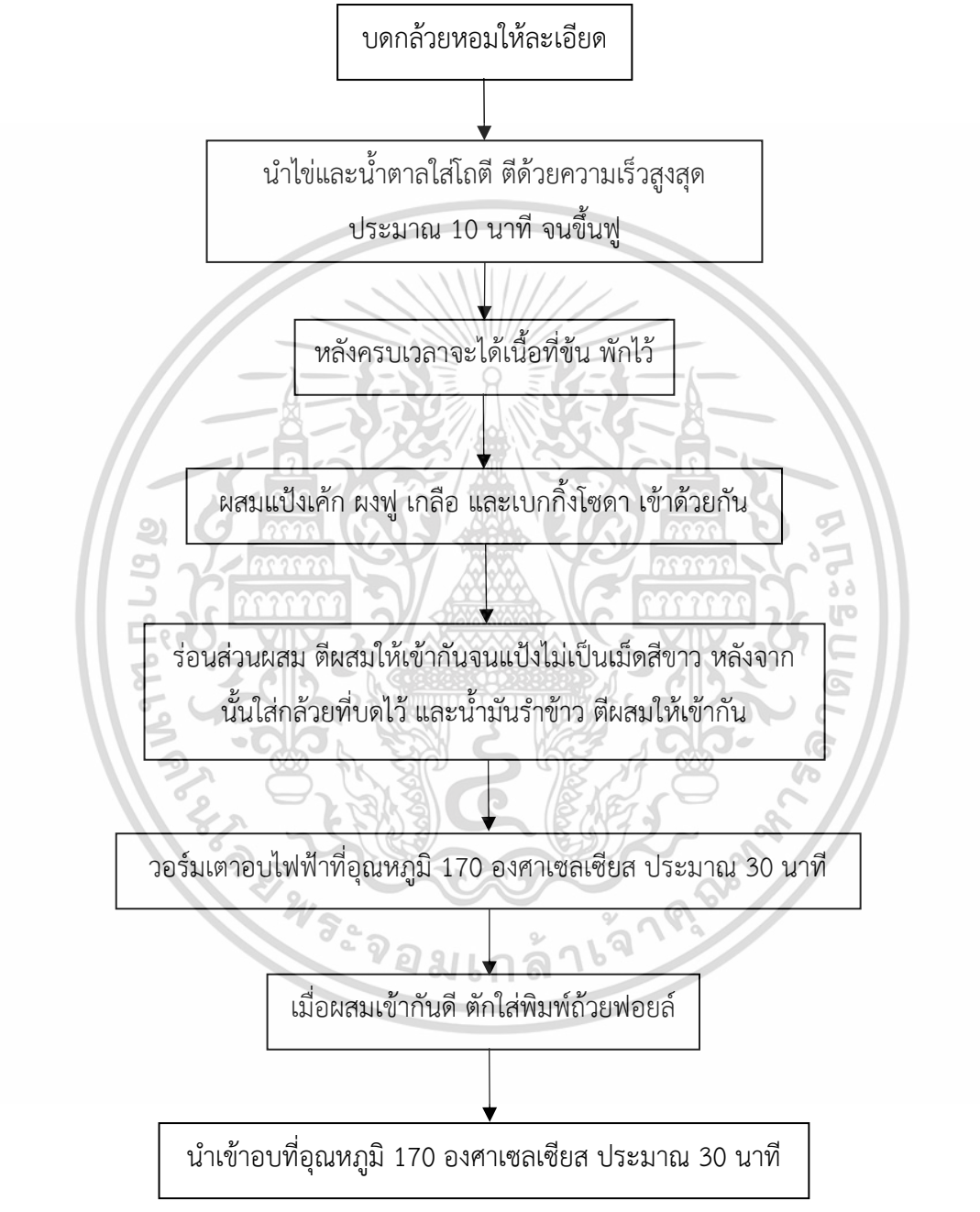
ตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณส่วนประกอบเค้กกล้วยหอม ของทั้ง 3 สูตร โดยยึดตามสูตรพื้นฐานของการผลิตขนาดเล็ก

ส่วนประกอบ	สูตรที่ 1 (สูตรควบคุม)	สูตรที่ 2 (สูตรการใช้แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 ปริมาณทดแทน 100 %)	สูตรที่ 3 (สูตรการใช้แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ปริมาณทดแทน 100 %)
		(กรัม)	
กล้วยหอม	200	200	200
เกลือป่น	1.3	1.3	1.3
ไข่	120	120	120
น้ำตาลทราย	90	90	90
น้ำมันรำข้าว	100	100	100
เบคกิ้งโซดา	1.3	0	0
แป้งกล้วย (ระยะที่ 1 - 2)	0	100	100
แป้งเค้ก	100	0	0
ผงฟู	2.6	0	0

ที่มา : แม่ซี, 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.1 ขั้นตอนการทำเค้กกล้วยหอมในแต่ละสูตรที่ใช้แป้งต่างชนิดกัน



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการทำเค้กกล้วยหอม

หมายเหตุ: ในส่วนขั้นตอนที่ 4 สูตรที่ 2–3 ใช้แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับที่ 1-2 ปริมาณทดแทน 100% และไม่ผสมผงฟู เบกกิ้งโซดาเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองจะนำผลการทดลองที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ค่าสถิติ โดยวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมี, คุณสมบัติทางกายภาพด้วยแผนการทดลอง Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ผลประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และ Duncan's new multiple range test (Duncan) โดยทำการวิเคราะห์ถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยโปรแกรม SPSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี แสดงดังตารางที่ 4.1 ของตัวอย่างแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก พบว่าค่าปริมาณความชื้นของแป้งกล้วยในระยะความสุกระดับ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 7.26± 0.05 และ 6.07 ± 0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แห้งมีบทบาทสำคัญในความเสถียรในการจัดเก็บ ปริมาณความชื้นที่สูงขึ้นในผลิตภัณฑ์อาหารมีแนวโน้มที่จะสูญเสียคุณสมบัติทางเนื้อสัมผัส ทางเคมี และทางชีวเคมี รวมทั้งส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (P.S. Kumar, 2019)

ปริมาณเถ้าของแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 3.01±0.10 และ 2.74±0.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณเถ้าอาจบ่งบอกถึงความแตกต่างของปริมาณแร่ธาตุซึ่งอาจเนื่องมาจากการปฏิบัติทางการเกษตร และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ ปริมาณเถ้าในอาหารมีความสัมพันธ์กับแร่ธาตุที่มีอยู่สูง เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส

ปริมาณโปรตีนของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 จากระยะการสุกที่แตกต่างกัน พบว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.16±0.10 และ 0.99±0.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ปริมาณไขมันในแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก ของแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 นั้นมีค่าสูงกว่าปริมาณไขมันของแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.99±0.12 และ 0.41±0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณไขมันต่ำของแป้งกล้วยสามารถช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ส่งผลให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น (Minenhle Khoza , Eugenie Kayitesi และ Bhekisisa C. Dlamini, 2021)

ปริมาณใยอาหารของแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 มีค่าสูงกว่าปริมาณใยอาหารของแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.81±0.04 และ 0.61±0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยทั่วไปในเปลือกกล้วยมีปริมาณใยอาหารมากกว่าในเนื้อกล้วย (Amir Amini Khoozani, John Birch และ Alaa El-Din Ahmed Bekhit, 2018)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 จากระยะการสุกที่แตกต่างกัน พบว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 88.42±0.19 และ 87.53±0.17 เปอร์เซ็นต์

Edith และคณะ (2011) รายงานว่า หากวัตถุดิบมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง นั้นจะส่งผลกับค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index) จากตัวอย่างแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือกที่ระยะการสุกต่างระดับกัน พบว่า แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ที่ทำมาจากกล้วยน้ำว้าที่มีระยะความสุกแบบกล้วยห่ามนั้นจะมีค่า GI ต่ำ (มีค่า GI น้อยกว่าหรือเท่ากับ 55) แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 จึงเหมาะกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในกระแสเลือด เช่น ผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือผู้มีภาวะเสี่ยงโรคเบาหวาน (พิมพ์นภาณัท และวันทนีย์, 2563)

ตารางที่ 4.1 Proximate analysis ของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือกในระยะการสุกที่แตกต่างกัน

	Proximate analysis (เปอร์เซ็นต์)					
ตัวอย่างแป้งกล้วย	**ความชื้น**	**เถ้า**	**ไขมัน**	**โปรตีน**	**ใยอาหาร**	**คาร์โบไฮเดรต**
แป้งกล้วยระยะที่ 1	7.26 ± 0.05^{a}	3.01 ± 0.10^{a}	0.99 ± 0.10^{b}	0.41 ± 0.08^{b}	0.81 ± 0.04^{a}	87.53 ± 0.17^{b}
แป้งกล้วยระยะที่ 2	6.07 ± 0.50^{b}	2.74 ± 0.13^{b}	1.16 ± 0.10^{a}	0.99 ± 0.12^{a}	0.61 ± 0.06^{b}	88.42 ± 0.19^{a}

ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ($n = 3$).

4.2 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระในแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก

4.2.1 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content : TPC)

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 ที่ระยะการสุกต่างระดับกัน นั้นมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่า แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด 64.79±0.31 µgGAE/g แป้งกล้วย ซึ่งมีค่าสูงกว่าปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถติ ($p < 0.05$) ด้วยค่าปริมาณฟีนอลิกที่สูง ทำให้แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 มีศักยภาพที่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารเพื่อสุขภาพ การบริโภคอาหารที่อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น แคโรทีนอยด์ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน ลดความเสี่ยงของโรคต่างๆ เช่น มะเร็ง เบาหวาน และปัญหาเกี่ยวกับหัวใจ นอกจากนี้ยังมีกรดแกลลิก, คาเทชิน, อีพิคาเทชิน และไมริซิติน ที่สามารถใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหารในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในอาหาร (P.S. Kumar,2019; Minenhle Khoza, Eugenie Kayitesi และ Bhekisisa C. Dlamini, 2021)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity: AOA)

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 ในระยะการสุกที่แตกต่างกัน แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 ซึ่งพบว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 มีค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ สูงกว่าค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วยระยะที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากผลการศึกษากิจกกรมการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 ซึ่งมีปริมาณฟีนอลิกสูง จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง (Minenhle Khoza, Eugenie Kayitesi และ Bhekisisa C. Dlamini, 2021)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือกในระยะการสุกที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างแป้งกล้วย	TPC (μgGAE/g แป้งกล้วย)	DPPH (mgTrolox/g แป้งกล้วย)
แป้งกล้วยระยะที่ 1	64.79 ± 0.31[a]	217.26 ± 2.11[a]
แป้งกล้วยระยะที่ 2	55.09 ± 0.45[b]	176.93 ± 1.33[b]

ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ($n = 3$).

4.3 ดัชนีความสามารถในการละลายน้ำและกำลังการพองตัว (Water Solubility Index and Swelling Power) ในแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก

ความสามารถในการละลาย และกำลังการพองตัวเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเม็ดแป้ง ความสามารถในการพองตัวเป็นตัวบ่งชี้ถึงความแข็งแรงของแรงยึดเหนี่ยวน้ำในเม็ดแป้ง ในความเป็นจริง การเคลื่อนที่ของโมเลกุลแป้งจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ซึ่งจะทำให้แรงยึดเหนี่ยวลดลง ส่งผลให้ความสามารถในการพองตัวเพิ่มขึ้น ผลลัพธ์แสดงให้เห็นการเพิ่มขึ้นของพลังการพองตัวของแป้งกล้วยด้วยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (P.S. Kumar, 2019) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งกำลังการพองตัวที่อุณหภูมิที่ 85,90 และ95 องศาเซลเซียส ของแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 มีค่าสูงกว่ากำลังกสารพองตัวของแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 12.26 ± 0.84, 13.85 ± 0.54 และ 14.79 ± 1.16 เปอร์เซ็นต์ โดยในขั้นตอนแรกของการพองตัว เม็ดแป้งในแป้งนั้นจะได้รับพลังงานความร้อนจากการได้ระบบความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 70–80 องศาเซลเซียส ซึ่งส่งผลให้เกิดคลายพันธะภายในเม็ดให้พองตัว

ความสามารถในการละลายน้ำหมายถึงปริมาณของโมเลกุลที่ละลายน้ำได้ที่ถูกชะออกมาจากเม็ดแป้งที่มีอยู่ในแป้งกล้วย พบว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 มีเปอร์เซ็นต์ การละลายน้ำได้สูงกว่าแป้งกล้วยในระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสุกระดับ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องมาจากโครงสร้างกึ่งผลึกของเม็ดแป้ง ปริมาณอะไมโลสที่มากขึ้น ความแน่นของเม็ดแป้ง และพันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นระหว่างหมู่ไฮดรอกซิลภายในโมเลกุลของแป้ง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้ อะไมโลสจะหลุดออกจากแกรนูลได้ยากขึ้น ดัชนีความสามารถในการละลาย และกำลังการพองตัวแสดงถึงช่วงของปฏิสัมพันธ์ภายในบริเวณอะไมโลส และอะไมโลเพกตินของโมเลกุลแป้ง พร้อมด้วยระดับของการแตกแขนง และความยาวของกิ่ง ดังนั้นดัชนีความสามารถในการละลาย และกำลังการพองตัวเพิ่มขึ้นจึงทำให้เกิดเจลาติไนเซชัน การกระจายของอะไมโลส และอะไมโลเพกตินในเม็ดแป้งถือเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบอย่างมากต่อดัชนีความสามารถในการละลาย (Minenhle Khoza , Eugenie Kayitesi และBhekisisa C. Dlamini, 2021; D. Salazar, 2022)

ตารางที่ 4.3 ความสามารถในการละลายน้ำและกำลังการบวมของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือกในระยะการสุกที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างแป้งกล้วย	**การละลายน้ำ(%)**			**กำลังการพองตัว(%)**		
	85°C	90°C	95°C	85 °C	90°C	95°C
แป้งกล้วยระยะที่ 1	13.03 ± 1.01^{b}	14.27 ± 1.29^{b}	16.08 ± 0.89^{b}	12.26 ± 0.84^{a}	13.85 ± 0.54^{a}	14.79 ± 1.16^{a}
แป้งกล้วยระยะที่ 2	25.56 ± 0.48^{a}	26.92 ± 0.51^{a}	28.30 ± 1.58^{a}	10.13 ± 1.19^{b}	12.50 ± 1.47^{b}	14.25 ± 0.50^{b}

ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ($n = 3$).

4.4 ค่าการวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับน้ำในแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก

ตารางที่ 4.4 แสดงผลของความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วยที่ระยะการสุกที่แตกต่างกัน โดยแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 มีความสามารถในการดูดซับน้ำที่สูงกว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 โดยทั่วไปแล้วความสามารถในการดูดซับน้ำจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ โปรตีนที่ถูกทำให้เสียสภาพธรรมชาติ ไฟเบอร์ เช่น เฮมิเซลลูโลส และโพลีแซคคาไรด์ เช่น เพคติน องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยอาจส่งผลต่อ ความสามารถในการดูดซับน้ำ เนื่องจากที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โปรตีนจะก่อตัวเป็นเครือข่ายส่งผลให้การแพร่ของน้ำเข้าไปในเม็ดแป้งจึงเป็นไปได้ยาก (D. Salazar, 2022)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก

ตัวอย่างแป้งกล้วย	ความสามารถในการดูดซับน้ำ (%)
แป้งกล้วยระยะที่ 1	2.08 ± 0.17^{a}
แป้งกล้วยระยะที่ 2	1.78 ± 0.15^{b}

ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ($n = 3$).

4.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมจากแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale ดังแสดงในตารางที่ 4.5 พบว่า ค่าคะแนนความชอบในทุกๆด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ความฝาด เนื้อสัมผัส และความชอบของเค้กกล้วยหอมทั้ง 3 สูตรนั้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งเค้กกล้วยหอมที่มีการนำแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 มาทดแทนแป้งสาลีนั้นได้รับค่าคะแนนจากผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนในทุกด้านสูงกว่าเค้กกล้วยหอมสูตรที่ใช้แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตาม ค่าคะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในทุกด้านก็ยังคงน้อยกว่าเค้กกล้วยหอมสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ลัดดาวัลย์ และคณะ, 2565)

เหตุที่แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ซึ่งถูกนำไปทดแทนแป้งสาลีได้รับคะแนนจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงกว่าในทุกด้านเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 นั้น อาจเนื่องมาจากในแป้งกล้วยระยะการสุกระดับ 1 มีความดิบกว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ซึ่งส่งผลให้แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 มีรสฝาดและรสขม เนื่องจากมีสารที่ให้ความฝาดเรียกว่า “แทนนิน” เป็นโพลิฟีนอล (polyphenol) ที่มีโมเลกุลใหญ่ และโครงสร้างซับซ้อน เป็นสารในกลุ่มสารประกอบฟีนอล (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.)

ปัจจุบันเทรนด์อาหารปราศจากกลูเตน เทรนด์โปรตีน และเทรนด์แป้งทางเลือกเพื่อสุขภาพกำลังเป็นที่นิยมในการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับการบริโภค (Neeta, 2022) ซึ่งเค้กกล้วยหอมจากแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก ซึ่งอยู่ในระยะการสุกระดับ 2 นั้นพบว่ามีค่าโปรตีนที่วิเคราะห์ได้สูงกว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 โดยปกติแล้วโปรตีนถือว่าเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย มีส่วนช่วยในการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย ช่วยซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ซึ่งผู้ที่ออกกำลังกายและอยากเพิ่มกล้ามเนื้อ หลังจากออกกำลังกายแล้ว ควรต้องรับประทานโปรตีน เช่น อกไก่ ไข่ หรือนม เพื่อช่วยเติมเต็มเนื้อเยื่อในร่างกาย ทำให้มีกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณโปรตีนที่ควรได้รับในแต่ละวันจะแบ่งเป็นผู้หญิงที่ไม่ได้เคลื่อนไหวร่างกาย ควร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับโปรตีน 46 กรัม และผู้ชายที่ไม่ได้เคลื่อนไหวร่างกายมากนัก ควรได้รับโปรตีนวันละ 56 กรัม (Sale Here Editor, 2562) แต่สำหรับผู้ที่ไม่ทานเนื้อสัตว์หรือผู้ที่เป็นสายออกกำลังกายโดยตรง แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ค่อนข้างตอบโจทย์ในเรื่องของการช่วยเสริมโปรตีน และยังทำให้ร่างกายไม่รู้สึกขาดสารอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม ควรรับประทานในปริมาณที่พอเหมาะ เพราะกล้วยยังถือว่าเป็นผลไม้ที่เป็นแหล่งของน้ำตาลเช่นกัน นอกจากนี้ สูตรแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ปริมาณทดแทนแป้งสาลีในสูตรปกติ 100 เปอร์เซ็นต์นั้น ถือว่ามีความเป็นไปได้ในการนำมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ปราศจากกลูเตน 100 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสำหรับผู้แพ้กลูเตนในแป้ง ซึ่งแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ที่ปราศจากกลูเตนมีส่วนช่วยให้ระบบทางเดินอาหารทำงานได้ปกติดี (Murray, 1999)

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมจากแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก

	การทดสอบทางประสาทสัมผัส					
ตัวอย่างแป้งกล้วย	**ลักษณะปรากฏ**	**กลิ่นรส**	**รสชาติ**	**ความฝาด**	**เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)**	**ความชอบโดยรวม**
สูตรควบคุม (แป้งสาลี)	7.56 ± 1.31^{a}	7.34 ± 1.16^{a}	7.56 ± 1.22^{a}	3.48 ± 1.95^{a}	7.36 ± 1.32^{a}	7.80 ± 1.17^{a}
แป้งกล้วยระยะที่ 1 100%	4.54 ± 2.07^{c}	4.80 ± 2.20^{c}	4.82 ± 2.25^{c}	3.60 ± 1.61^{c}	4.16 ± 2.51^{c}	4.70 ± 2.34^{c}
แป้งกล้วยระยะที่ 2 100%	6.14 ± 1.40^{b}	6.92 ± 1.35^{b}	6.80 ± 1.46^{b}	3.78 ± 1.46^{b}	5.72 ± 2.47^{b}	6.88 ± 1.52^{b}

ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ($n = 3$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก พบว่า แป้งกล้วยในระยะความสุกระดับ 1 มีค่าความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณใยอาหาร สูงกว่าแป้งกล้วยในระยะความสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 7.26± 0.05, 3.01±0.10 และ 0.81±0.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 พบว่ามีค่าปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน และปริมาณคาร์โบไฮเดรต สูงกว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 1.16±0.10, 0.99±0.12 และ 88.42±0.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของแป้งกล้วยระยะความสุกระดับ 1 มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระซึ่งมีค่าเท่ากับ 64.79±0.31 µgGAE/g ตัวอย่าง และ 217.26±2.11 mgTrolox/g ตัวอย่าง ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าแป้งกล้วยในระยะความสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

แป้งกล้วยที่ระยะการสุกระดับ 1 มีค่าเปอร์เซ็นต์การละลายน้ำต่ำกว่าแป้งกล้วยที่ระยะการสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกอุณหภูมิการละลายที่ทดสอบ คือ 85, 90 และ 95 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตาม กำลังการพองตัวของแป้งกล้วยระยะที่ 1 นี้มีค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวสูงกว่าแป้งกล้วยที่ระยะการสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

นอกจากนี้ผลการทดสอบค่าความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 พบว่ามีค่าสูงกว่าแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ในการนำแป้งกล้วยทั้ง 2 ระยะความสุกไปประยุกต์ใช้ทดแทนแป้งสาลีในเค้กกล้วยหอม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ความฝาด เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด ของเค้กกล้วยหอมที่มีการใช้แป้งกล้วยในระยะการสุกระดับที่ 1 และ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเค้กกล้วยหอมที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 2 ปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์นั้นได้รับคะแนนความชอบในทุกๆด้าน สูงกว่า เค้กกล้วยหอมที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยในระยะการสุกระดับ 1 ปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตาม คะแนนค่าความชอบทางประสาทสัมผัสในทุกด้านของการนำแป้งกล้วยทั้ง 2 ระยะมาทดแทนแป้งสาลีในปริมาณ 100 เปอร์เซ็นต์นั้นยังคงมีค่าน้อยกว่าคะแนนของสูตรควบคุม ที่มีการใช้แป้งสาลีปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ระยะเวลาในการทำแห้งมีผลต่อปริมาณความชื้น ก่อนการทำแห้งจึงควรหั่นให้กล้วยมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน เพื่อให้ได้ปริมาณความชื้นที่สม่ำเสมอ

5.2.2 สีของแป้งกล้วยพร้อมเปลือก อาจจะเปลี่ยนแปลงไปตามสีของระยะการสุกของกล้วย

5.2.3 ลักษณะปรากฏ และรสชาติของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม อาจเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของแป้งกล้วย

5.2.4 ควรมีการนำแป้งกล้วยที่ระยะการสุกระดับ 1 ไปพัฒนาเพิ่มเติมในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพอื่นๆ รวมถึงเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ จากแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 และสามารถใช้แป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 พร้อมเปลือก ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์อื่นๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จุรีย์ เจริญธีรบูรณ และคณะ. 2562. ปริมาณฟีโนลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของกล้วยหอมทอง และปัจจัยการสกัดที่เกี่ยวข้อง. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: file:///C:/Users/User/Downloads/editortbps,+Journal+editor,+04_TOTAL+PHENOLIC+CONTENT+AND+ANTIOXIDANT+ACTIVITIES_Ref+Edit.pdf. 23 พฤษภาคม 2566.

ฉัตรชัย สังข์ผุด. 2545. หลักการวิเคราะห์อาหาร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://oservice.skru.ac.th/ebookft/543/appendix.pdf. 10 พฤศจิกายน 2565.

ชิลวี. 2564. 7 สูตรทำ เค้กกล้วยหอม สูตรเค้กทำง่าย หลากสไตล์ ทำขายสร้างอาชีพ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://food.trueid.net/detail/JOmKPApBGBqN. 12 พฤษภาคม 2566.

ณัฐชนนท์ คุณวงศ์ ธัญมาส โสภา และเสาวลักษณ์ คีรินทร์. 2562. ค่าดัชนีน้ำตาล. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: https://e-research.siam.edu/kb/organic-banana-cookies/. 23 พฤษภาคม 2566.

ดวงกมล เรือนงาม. 2557. การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://li01.tci-thaijo.org/index.php/science_kmitl/article/view/31516. 10 พฤศจิกายน 2565..

พิมพ์นภาณัท ศรีดอนไผ่ วันทนีย์ เกรียงสินยศ และสุรพงศ์ อำพันวงษ์. 2563. ค่าดัชนีน้ำตาล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://d.dailynews.co.th/article/766909/. 23 พฤษภาคม 2566.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. ม.ป.ป. แทนนิน. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: http://www.vcharkarn.com/project/upload/0/86_1.pdf. 23 พฤษภาคม 2566.

ภัทรานันต์ ศรีดำ. 2562. กลูเตน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://archive.cm.mahidol.ac.th/bitstream/123456789/3023/1/TP%20EM.023%202562.pdf. 19 พฤษภาคม 2566.

ลัดดาวัลย์ กลิ่นมาลัย สรรเพชญ บันลือวงศ์ และวรธร ป้อมเย็น. 2565. การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในวาฟเฟิล.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: https://so09.tci-thaijo.org/index.php/hecrmutp/article/view/843/325. 16 พฤษภาคม 2566.

วิจิตรา เหลียวตระกูล วชิรญา เหลียวตระกูล และวรรภา วงศ์แสงธรรม. องค์ประกอบทางเคมี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://research.rmutsb.ac.th/fullpaper/2563/research.rmutsb-2563-20200803152107642.pdf. 19 พฤษภาคม 2566.

Amini Khoozani A, Birch J, Bekhit AEA. Production, application and health effects of banana pulp and peel flour in the food industry. J Food Sci Technol. 2019 Feb;56(2):548-559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

doi: 10.1007/s13197-018-03562-z. Epub 2019 Feb 8. PMID: 30906012; PMCID: PMC6400781

Anderson และคณะ. 1969. ความสามารถในการดูดซับน้ำ. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: https://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2554/agip20354ss_ch3.pdf. 23 พฤษภาคม 2566.

Diego Salazar Mirari Arancibia Diana Lalaleo Roman Rodríguez-Maecker Elvira López-Caballero and Pilar Montero. 2022. Food Hydrocolloids. [Online]. Available: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X21004641. 17 May 2023.

Diego Salazar;Mirari Arancibia;Diana Lalaleo;Roman Rodríguez-Maecker;M. Elvira López-Caballero;M. Pilar Montero; (2022). Physico-chemical properties and filmogenic aptitude for edible packaging of Ecuadorian discard green banana flours (Musa acuminanta AAA) . Food Hydrocolloids, (), –.

Edith และคณะ. 2011. ค่าดัชนีน้ำตาล. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: https://buuir.buu.ac.th/bitstream/1234567890/1552/1/2559_077.pdf. 23 พฤษภาคม 2566.

Khoza,M.;Kayitesi,E.;Dlamini, B.C. Physicochemical Characteristics, Microstructure and Health Promoting Properties of Green Banana Flour. Foods 2021, 10, 2894.

Kumar, P. Suresh; Saravanan, A.; Sheeba, N.; Uma, S. (2019). Structural, functional characterization and physicochemical properties of green banana flour from dessert and plantain bananas (Musa spp.). LWT, (), 108524–.

Neeta Lal. 2022. เทรนอาหารไร้กลูเตน. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: https://www.scmp.com/lifestyle/health-wellness/article/3174365/benefits-green-banana-flour-new-superfood-and-wheat-flour. 23 พฤษภาคม 2566.

Schoch. 1964. กำลังการพองตัวและการละลาย. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: https://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2554/agip20354ss_ch3.pdf. 23 พฤษภาคม 2566.

Sale Here Editor. 2565. โปรตีนจากผลไม้. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: https://salehere.co.th/promotions. 26 พฤษภาคม 2566.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการทำแป้งกล้วย

ก.1 ขั้นตอนการเตรียมแป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50

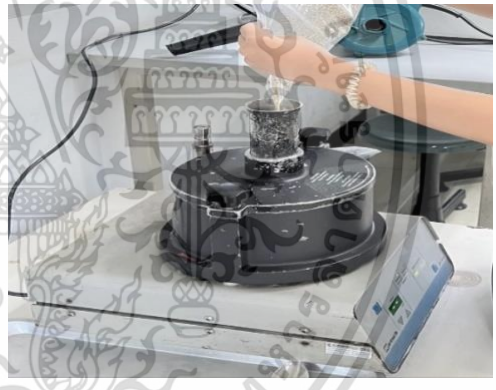
1.นำกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 ในระยะความสุก ตัดแยกเป็นผล ล้างด้วยน้ำให้สะอาด

2.ลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 45 วินาทีและแช่ในน้ำเย็นทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำไปทำให้แห้ง โดยการทำให้แห้งด้วยเตาอบ ควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมา24 ชั่วโมง (อบจนกล้วยมีลักษณะแห้งกรอบ)

4. นำไปบดให้เป็นผงด้วยเครื่องบดของแข็ง และเครื่องบดผงละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงร่อน ขนาด 80 เมช. บรรจุในภาชนะบรรจุด้วยซองสุญญากาศ



5. นำไปเก็บรักษาในตู้เย็น หรือห้องเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

ข.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

ข.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (ดัดแปลงมาจาก AOAC, 2000)

วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 นำถ้วยอลูมิเนียมไปไล่ความชื้นที่ 105 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบ ใส่ในโถดูดความชื้น รอทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งจนได้น้ำหนักแน่นอน (4 ตำแหน่ง)

ขั้นตอนที่ 2 ใส่ตัวอย่างแป้งกล้วยลงในถ้วยอลูมิเนียม ให้น้ำหนักตัวอย่างแป้งกล้วย 3-5 กรัม บันทึกน้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมกับตัวอย่างแป้งกล้วย (น้ำหนักแน่นนอน)

ขั้นตอนที่ 3 นำเข้าไปอบในตู้อบลมร้อนโดยที่อาหารทั่วไป 110-130 องศาเซลเซียส อาหารที่มีน้ำตาลสูง $<$ 70 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมงโดยเปิดฝาถ้วยอลูมิเนียม

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อครบเวลา นำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก อบซ้ำอีกครั้งๆ ละครึ่งชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ หรือผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งต้องแตกต่างกันไม่เกิน 0.003-0.005 กรัม (W2)

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นของตัวอย่างแป้งกล้วย จากสมการ

$$\text{ความชื้น (เปอร์เซนต์)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งกล้วยเริ่มต้น } (W1-W) - \text{น้ำหนักตัวอย่าง } (W2-W) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งกล้วยเริ่มต้น } (W1-W)}$$

ข.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (ดัดแปลงมาจาก AOAC, 2000)

วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 เผาถ้วยกระเบื้องที่แห้งและสะอาดในเตาเผา 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักละเอียด (4 ตำแหน่ง) บันทึก (W)

ขั้นตอนที่ 2 ชั่งตัวอย่างแป้งกล้วย 3-5 กรัม (4 ตำแหน่ง) ใส่ในถ้วยกระเบื้อง (W1)

ขั้นตอนที่ 3 เผาตัวอย่างแป้งกล้วยบนเตาไฟฟ้า (ทำในตู้ดูดควัน) จนหมดควัน

ขั้นตอนที่ 4 นำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งตัวอย่างแป้งกล้วยกลายเป็นเถ้าสีขาวหรือสีเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 รอให้เตาเผาไฟฟ้าเย็นลง จึงคีบถ้วยกระเบื้องออกจากเตาเผาไฟฟ้า ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องหลังเผา (W2)

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณเปอร์เซ็นต์เถ้าของแป้งกล้วย จากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{\mathbf{W2-W \times 100}}{\mathbf{W1-W}}$$

เมื่อ W = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง

W1 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องกับน้ำหนักตัวอย่างแป้งกล้วยที่ใช้ในการวิเคราะห์

W2 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องกับน้ำหนักเถ้าหลังเผา

ข.1.3 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (ดัดแปลงมาจาก AOAC, 2000)

วิธีการ

ก. ขั้นตอนการย่อย

ขั้นตอนที่ 1 ชั่งตัวอย่างแป้งกล้วยให้ได้น้ำหนักประมาณ 1 กรัม โดยชั่งด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ที่ปราศจากสารไนโตรเจนแล้วใส่ในขวดแก้ววิเคราะห์โปรตีน

ขั้นตอนที่ 2 เติมสารเร่งรวม 10 กรัม เพื่อเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อย

ขั้นตอนที่ 3 เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร

ขั้นตอนที่ 4 นำไปย่อยด้วยชุดเครื่องย่อยโปรตีน ที่อุณหภูมิ 375 องศาเซลเซียสกระทั่งสารละลายในขวดแก้ววิเคราะห์โปรตีนใสทิ้งไว้ให้เย็น

ข. ขั้นตอนการกลั่น

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อสารละลายเย็นดีแล้ว จึงเติมน้ำกลั่นลงไปให้ได้ปริมาตรประมาณ 300 มิลลิลิตร

ขั้นตอนที่ 2 ใส่ลูกแก้ว 2 ลูก เพื่อป้องกันการกระแทกของสารละลาย

ขั้นตอนที่ 3 ต่อขวดแก้ววิเคราะห์โปรตีนเข้ากับเครื่องกลั่นที่มีขวดปากแคบ วัดปริมาตร ซึ่งมีกรดบอริค 40 มิลลิลิตรอยู่ โดยให้ปลายของหลอดแก้วที่ต่อจากกระบอกแก้วควบแน่นจุ่มอยู่ในกรดบอริค เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในขวดแก้ววิเคราะห์ช้าๆ จนกระทั่งสารละลายมีสีดำ

ขั้นตอนที่ 4 ใส่อินดิเคเตอร์ในกรดบอริค 2-3 หยด

ขั้นตอนที่ 5 ทำการกลั่นจนกระทั่งไม่มีแก๊สแอมโมเนียออกมาแล้วทำการกลั่นต่อไปอีก 10 นาที แล้วล้างปลายเครื่องกลั่นด้วยน้ำกลั่น นำขวดปากแคบวัดปริมาตรออกจากเครื่องกลั่น

ค. ขั้นตอนการไตเตรท

ขั้นตอนที่ 1 นำไปไตเตรทด้วยกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น (0.1 นอร์มอล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนถึงจุดยุติ (end point) โดยใช้อินดิเคเตอร์รวม สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินอ่อน

ขั้นตอนที่ 2 จดปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกไว้เพื่อคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} = \frac{(a-b) \times N \times 14}{W \times 1000} \times 100$$

เมื่อ a = ปริมาณของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ในไตเตรทกับตัวอย่างแป้งกล้วย

B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทกับ Blank

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ (Normal)

W = น้ำหนักตัวอย่างแป้งกล้วย (g)

ในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน จะนำค่าปริมาณไนโตรเจนคูณกับค่าKjeldahl factor (6.25) โดยที่ค่า Kjeldahl factor = 6.25 เนื่องจาก เฉลี่ยโปรตีน 100 กรัม จะประกอบด้วย N (ไนโตรเจน) 16 กรัม

$$\text{โปรตีนในอาหาร \% = \% ไนโตรเจน} \times 6.25$$

ข.1.4 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ดัดแปลงมาจาก AOAC, 2000)

วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 ชั่งตัวอย่างแป้ง 3 กรัม ลงในกระดาษกรองและห่อให้มิดชิด

ขั้นตอนที่ 2 บรรจุใส่ลงในทิมเบิล เติม ether 150 มิลลิลิตร

ขั้นตอนที่ 3 นำเข้าเครื่องชุดสกัดซอกซ์เล็ต (Soxhlet apparatus) ตัวทำละลายไหลผ่านตัวอย่าง จะพาเอาไขมันที่มีอยู่ในตัวอย่างออกมารวมลงในบีกเกอร์ก่อนที่ตัวทำละลายจะถูกความร้อนระเหย และควบแน่นกลับลงในทิมเบอร์เพื่อสกัดไขมันออกจากอาหารกระบวนการสกัดดำเนิน ต่อเนื่องเป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ก่อนตัวทำละลาย และไขมันไหลรวมลงในบีกเกอร์

ขั้นตอนที่ 4 นำบีกเกอร์ที่บรรจุตัวทำละลาย และไขมัน ไปอบในตู้อบลมร้อน 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง เพื่อระเหยตัวทำละลายออก

ขั้นตอนที่ 5 นำบีกเกอร์ที่บรรจุตัวทำละลาย และไขมัน ไปใส่ในโถ่ดูดความชื้นเพื่อลดอุณหภูมิก่อนชั่งน้ำหนักของไขมันที่เหลืออยู่ในบีกเกอร์

ข.1.5 การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (ดัดแปลงมาจาก AOAC, 2000)

วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 นำ Glass crucible อบตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก บันทึกผลไว้

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 ชั่งสารตัวอย่างประมาณ 1 กรัม และ Celite ประมาณ 1 กรัม แล้วใส่ลงใน Glass Crucible

ขั้นตอนที่ 3 นำ Glass crucible ประกอบเข้ากับเครื่องสกัดไขมัน เปิดเครื่องสกัด พร้อมเปิดน้ำหล่อเย็น

ขั้นตอนที่ 4 เติมกรดซัลฟูริก หลอดละ 150 มิลลิลิตร จากนั้นเติม Anti foaming agent 3 หยด ทำการให้ความร้อน ต้มนานประมาณ 30 นาที

ขั้นตอนที่ 5 เปิดสวิทช์ เครื่องดูดสุญญากาศ แล้วเปิดวาล์ว เพื่อถ่ายกรดออกจากตัวอย่าง ล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อน แล้วถ่ายออก

ขั้นตอนที่ 6 เติม โซเดียมไฮดรอกไซด์ หลอดละ 150 มิลลิลิตร จากนั้นเติม Anti foaming agent 3 หยด ทำการให้ความร้อน ต้มนานประมาณ 30 นาที

ขั้นตอนที่ 7 ถ่ายออกล้างด้วยน้ำร้อน และล้างด้วยอะซิโตน

ขั้นตอนที่ 8 นำ Glass crucible อบตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น

ขั้นตอนที่ 9 ชั่งน้ำหนัก นำไปคำนวณกับค่าน้ำหนักเริ่มต้น จะได้ไฟเบอร์ที่มีเถ้ารวมอยู่

ขั้นตอนที่ 10 ถ้าต้องการทราบน้ำหนักเถ้า นำไปเผาในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น

ขั้นตอนที่ 11 นำมาชั่งน้ำหนัก อบตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ซ้ำอีกครั้งจนได้ผลต่างของน้ำหนัก และนำมาคำนวณตามสูตรการหาใยอาหาร

$$\text{ใยอาหาร } (\%)\frac{W2 - W3}{W1} \times 100$$

ข.1.6 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)

การหาเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตคำนวณโดยใช้สูตรด้านล่าง

คาร์โบไฮเดรต (g) = 100 − (ปริมาณความชื้น + ปริมาณเถ้า + ปริมาณโปรตีน + ปริมาณไขมัน + ปริมาณใยอาหาร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1.7 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ

ข.1.7.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดใช้วิธี Folin-Ciocalteu phenol test

1. การเตรียมตัวอย่างก่อนวิเคราะห์

ชั่งแป้งกล้วยประมาณ 5 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ 250 มิลลิลิตร พร้อมจุกยาง เติมตัวทำละลายเอทานอล 70% ปริมาตร 100 mL นำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (55 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 ชม. กรองสารสกัดละลายที่ได้ โดยใช้กระดาษกรอง Whatman No.1 นำสารสกัดไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา นำสารละลายไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที นำส่วนใสมาระเหยแห้งโดยใช้เครื่องกลั่นระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ แล้วระเหยแห้งบนจานระเหย ในตู้ดูดควันที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ และเก็บตัวอย่างในภาชนะปิดสนิท ในช่องแช่แข็ง (อุณหภูมิประมาณ -18 องศาเซลเซียส ถึง -20 องศาเซลเซียส) เพื่อรอนำไปวิเคราะห์ โดยเก็บตัวอย่างไว้ไม่เกิน 1 สัปดาห์

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานของ Gallic acid

2.1 ละลายกรดแกลลิก (Gallic acid) หนัก 0.0200 กรัม ด้วยแอลกอฮอล์ (95%) ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตร ความเข้มข้นที่ได้เท่ากับ 0.4 ไมโครกรัม/ไมโครลิตร ซึ่งจะใช้เป็น working standard

2.2 ปิเปต working standard ลงในหลอดทดลอง โดยให้มีปริมาณ Gallic acid ตั้งแต่ 0 ถึง 140 ไมโครกรัม เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรรวมในแต่ละหลอดเป็น 10 มิลลิลิตร ดังแสดงในตาราง

ตารางผนวกที่ 1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

หลอดที่	ไมโครลิตรของ working solution	ไมโครกรัมของ Gallic acid	มิลลิลิตรน้ำกลั่น
1	0	0	10.00
2	50	20	9.95
3	150	60	9.85
4	200	80	9080
5	205	100	9.75
6	300	120	9.70
7	350	140	9.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

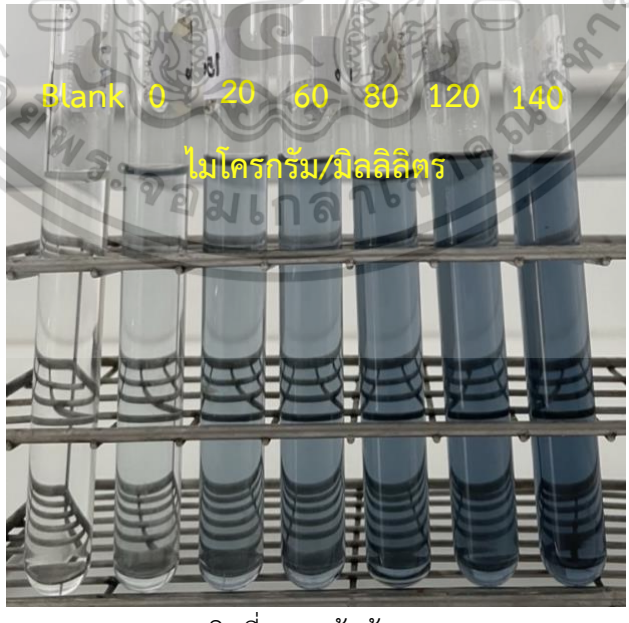
2.3 เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu หลอดละ 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที

2.4 เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3 10%) หลอดละ 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้ว ตั้งทิ้งไว้อีก 10 นาที

2.5 วัดค่าดูดกลืนแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายหลอดที่ 1 เป็น blank

2.6 นำผลที่วัดได้ไปพลอตกราฟ เพื่อได้เป็นกราฟมาตรฐาน (standard curve)

ภาพผนวกที่ ข-1 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 0, 20, 60, 80, 120 และ 140 ไมโครกรัม



ภาพที่ผนวกที่ ข-2 สารละลายกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 0, 20, 60, 80, 120 และ 140 ไมโครกรัม

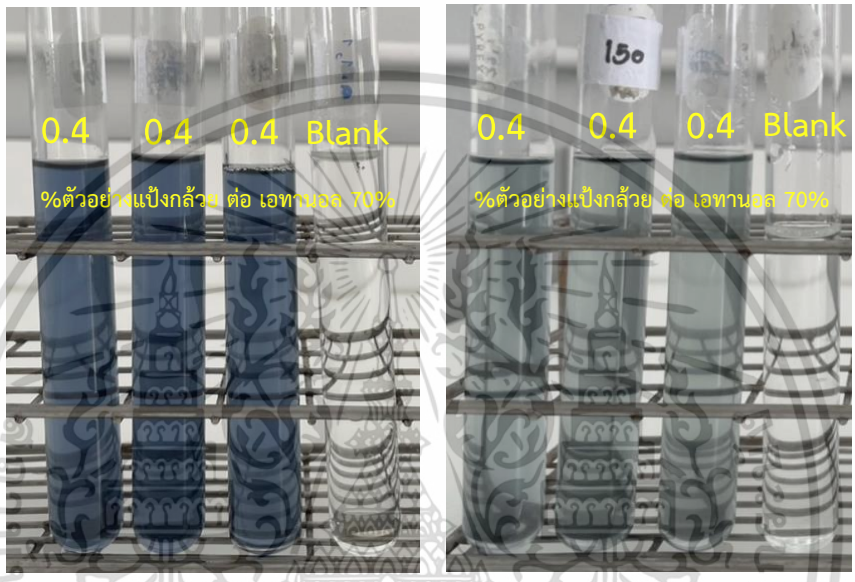
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หาปริมาณฟีนอลิกในสารตัวอย่าง

3.1 ปิเปตตัวอย่างน้ำแป้งกล้วยสกัด 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรรวมเป็น 10 มิลลิลิตร

3.2 ทำการทดลองกับตัวอย่างคล้ายกับวิธีที่อธิบายสำหรับสารละลายมาตราฐานข้างต้น

3.3 นำค่าดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่างไปคำนวณปริมาณฟีนอลิก โดยใช้ standard curve



a. b.

ภาพผนวกที่ ข-3 a. สีของตัวอย่างตัวอย่างแป้งระยะที่ 1

b. สีของตัวอย่างตัวอย่างแป้งระยะที่ 2 นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร

ข.1.7.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 1, 1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging

1. การเตรียมสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.15 มิลลิโมลต่อลิตร

ชั่ง DPPH มา 0.0030 กรัม ละลายด้วยเอทานอลบริสุทธิ์ เทลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยเอทานอลความเข้มข้น 10% จนครบปริมาตร 50 มิลลิลิตร

2. Trolox (600 ไมโครโมลาร์)

เตรียมโดยละลายสารละลายมาตรฐาน Trolox ปริมาตร 0.015 กรัม ในเอทานอลบริสุทธิ์ความเข้มข้น 95% ให้ได้ 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตรวจสอบกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

3.1 เติมสารตัวอย่างที่ได้ปรับความเข้มข้นให้เหมาะสม ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาด 5 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.15 mM ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

3.2 บ่มสารละลายในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที

3.3 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

3.4 คำนวณกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจากกราฟมาตรฐาน Trolox

4.การเตรียมกราฟมาตรฐาน Trolox

4.1 เตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox ความเข้มข้น 0, 4, 8, 16 และ 24 ไมโครโมลาร์ โดยเจือ จางจากสารละลายมาตรฐาน Trolox ความเข้มข้น 600 ไมโครโมลาร์ ดังแสดงในตาราง

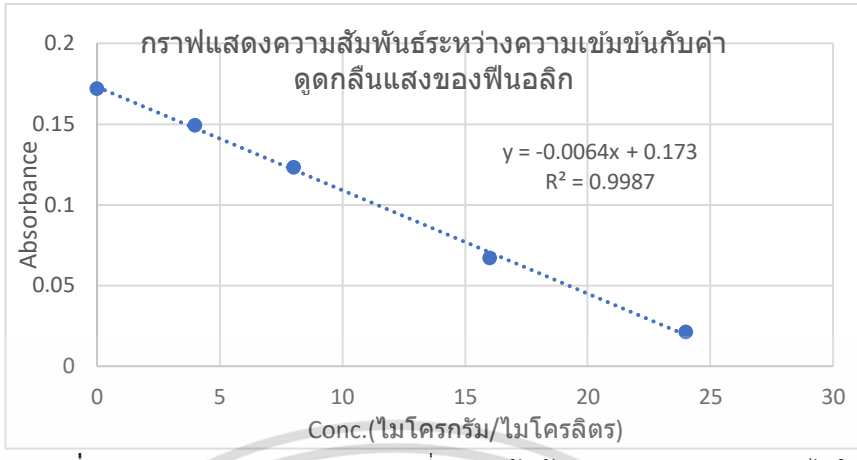
ตารางผนวกที่ 2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox สำหรับการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

หลอดที่	น้ำกลั่น (มล.)	สารละลายมาตรฐานTrolox ความเข้มข้น 600 ไมโครโมลาร์ (มล.)	ความเข้มข้นของ Trolox ที่เตรียมได้ (ไมโครโมลาร์)
1	1.50	0.00	0
2	1.44	0.06	4
3	1.38	0.12	8
4	1.26	0.24	16
5	1.14	0.36	24

4.2 สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของ Trolox สำหรับวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ

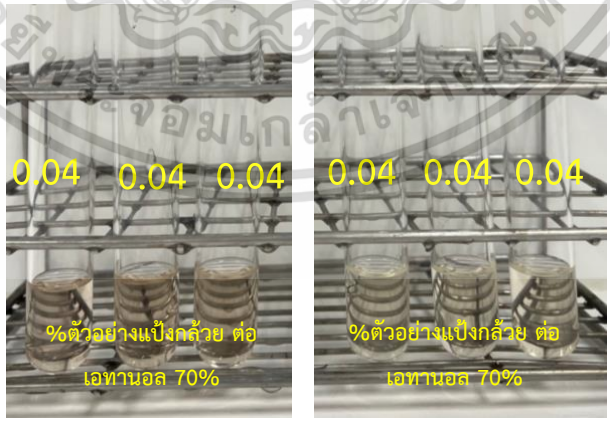
4.3 เติมสารตัวอย่างที่ได้ปรับความเข้มข้นให้เหมาะสม ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาด 5 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.15 mM ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันบ่มสารละลายในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ในขั้นตอนการตรวจสอบกิจกรรม โดยเติมสารละลายมาตรฐาน Trolox ที่ความเข้มข้นต่างๆ แทนสารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ ข-4 กราฟมาตรฐาน Trolox ที่ความเข้มข้น 0, 4, 8, 16 และ 24 ไมโครกรัม

ภาพผนวกที่ ข-5 สารละลายมาตรฐาน Trolox ที่ความเข้มข้น 0, 4, 8, 16 และ 24 ไมโครกรัม



a. b.

ภาพผนวกที่ ข-6 a. สีของตัวอย่างตัวอย่างแป้งระยะที่ 1 ที่ทำการ dilute 1:10 มิลลิลิตร b. สีของตัวอย่างตัวอย่างแป้งระยะที่ 2 ที่ทำการ dilute 1:10 มิลลิลิตร ตัวอย่างที่นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

ข.2.1 ความสามารถในการดูดซับน้ำ (Water Absorption Capacity: WAC)

วิธีการ

ชั่งแป้งกล้วย ปริมาณ 3 กรัม ใส่ในหลอดเหวี่ยงเซ็นตริฟิวส์ (Centrifuge) เติมน้ำกลั่น 25 มิลลิตร นำไปเหวี่ยงด้วยเครื่องเซ็นตริฟิวส์ (Centrifuge) ด้วยความเร็วรอบ 3,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที แยกของเหลวส่วนใสทิ้ง และนำมาระเหยน้ำอีกครั้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแป้งกล้วยเพื่อทราบน้ำหนักที่แน่นอน และคำนวณความสามารถในการดูดซับน้ำ

วิธีคำนวณ

$$\text{ความสามารถในการดูดซับน้ำ (กรัม/กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ดูดน้ำไว้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (โดยน้ำหนักแห้ง)}}$$

ข.2.2 ความสามารถในการละลายน้ำ และกำลังการพองตัว (Water Solubility and Swelling Power)

วิธีการ

ชั่งแป้งกล้วย ปริมาณ 0.5 กรัม (A) ใส่ในหลอดเหวี่ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิตร แช่ในอ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ 85 90 หรือ 95 องศาเซลเซียส กวนตลอดเวลานาน 30 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงด้วย Centrifuge ความเร็วรอบ 2,000 รอบ/นาที นาน 15 นาที ดูดน้ำใสตอนบนใส่ Moisture Can ที่ทราบน้ำหนัก แล้วจึงชั่งน้ำหนักโดยดูดน้ำส่วนใสให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส อบจนกระทั่งแห้งลบน้ำหนักของ Moisture Can ออกเป็นค่าน้ำหนักส่วนที่ละลาย (B) ส่วนแป้งเปียกที่อยู่ในหยอด นำไปชั่งน้ำหนักทั้งหลอดแล้วหักลบน้ำหนักหลอดออกเป็นน้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว (C)

วิธีคำนวณ

$$\text{การละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งส่วนที่ละลายน้ำ } \mathbf{B \times 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งแห้งเริ่มต้น } \mathbf{(A)}}$$

$$\text{กำลังการพองตัว} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว } \mathbf{C \times 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแป้งแห้งเริ่มต้น } \mathbf{A \times (100 - \text{ร้อยละการละลาย})}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

ข.1 ขั้นตอนการเตรียมเค้กกล้วยหอม เพื่อนำไปวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

ข.1.1 เตรียมตัวอย่างเค้กกล้วยหอมอุณหภูมิห้อง เพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.1.1 ทำการเตรียมเค้กกล้วยหอม 3 สูตร ที่อุณหภูมิห้อง โดยแบ่งใส่ภาชนะให้ปริมาณเท่าๆกัน ตัวอย่างละ 50 ชุด

1.1.2 นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.3 หาผู้ประเมินจำนวน 50 คนไม่ผ่านการฝึกฝนทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ความฝาด ความนุ่มหนึบ และความชอบ ด้วยการกรอกฟอร์มแบบสอบถาม

1.1.4 จัดเก็บข้อมูล

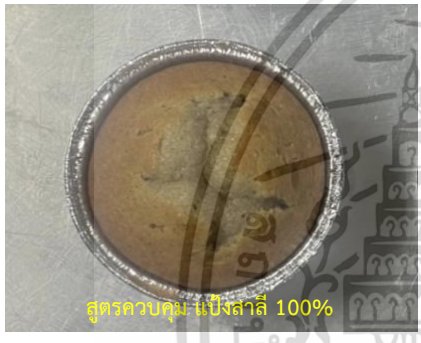
ข.1.2 เตรียมตัวอย่างเค้กกล้วยหอม 3 สูตร ที่อุณหภูมิแช่แข็ง โดยจะนำออกมาทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.2.1 ทำการเตรียมเค้กกล้วยหอมอุณหภูมิแช่แข็ง นำตัวอย่างใส่ในภาชนะ

1.2.2 นำไปอุ่นด้วยเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที

1.2.3 นำมาแบ่งใส่ภาชนะให้ปริมาณเท่าๆกัน ตัวอย่างละ 50 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1.2.4 ผู้ประเมินจำนวน 50 คนที่ไม่ผ่านการฝึกฝนทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใน ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ความฝาด ความนุ่มหนึบ และความชอบ ด้วยการกรอกฟอร์ม แบบสอบถาม

1.2.5 จัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยจากแป้งกล้วย

ค.1 แบบประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมจากแป้งกล้วย

แบบประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9 – point Hedonic scale

ผลิตภัณฑ์ : เค้กกล้วยหอมโดยใช้แป้งกล้วย

ชื่อ _____ อายุ _____ วันที่ _____

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่จัดเรียงให้และเขียนลำดับความชอบตามที่ท่านรู้สึกให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง

โดยมีคะแนนดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด **2 = ไม่ชอบมาก** **3 = ไม่ชอบปานกลาง**

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย **5 = เฉยๆ** **6 = ชอบเล็กน้อย**

7 = ชอบปานกลาง **8 = ชอบมาก** **9 = ชอบมากที่สุด**

คุณลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะปรากฏ			
กลิ่นรส			
รสชาติ			
ความฝาด			
ความนุ่มหนืบ			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ _____

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ภาพ ค.1 แบบประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมจากแป้งกล้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ธิติมา สมควรเจริญดี
วัน เดือน ปี เกิด	20 พฤษภาคม 2543
ประวัติการศึกษา	ชั้นมัธยมตอนต้นและตอนปลาย โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท ลำปางฟู้ดส์โปรดักส์ จำกัด
ผลงานวิจัย	แป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 : แป้งกล้วยทางเลือกเพื่อสุขภาพ

ชื่อ-นามสกุล	นวพร เภาพันธ์
วัน เดือน ปี เกิด	28 พฤศจิกายน 2543
ประวัติการศึกษา	ชั้นมัธยมตอนต้นและตอนปลาย โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภช ลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท โอสถสภา จำกัด (มหาชน)
ผลงานวิจัย	แป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 : แป้งกล้วยทางเลือกเพื่อสุขภาพ

ชื่อ-นามสกุล	อรัณญดา เกตุไสย
วัน เดือน ปี เกิด	8 กุมภาพันธ์ 2544
ประวัติการศึกษา	ชั้นมัธยมตอนต้นและตอนปลาย โรงเรียนประเทืองทิพย์วิทยา
ประสบการณ์การทำงาน	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท แอล เอ็น จี ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด
ผลงานวิจัย	แป้งกล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 : แป้งกล้วยทางเลือกเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้