การศึกษาการเตรียมแป้งกล้วยหอม จากกล้วยที่มีระดับความแก่ที่เหมาะสม

Study on making banana powder from suitable maturity of banana

ทิพากร อ่อนสมัคร
สหภาพ นวลศรี
อภัสรา สง่างาม

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การศึกษาการเตรียมแป้งกล้วยหอม จากกล้วยที่มีระดับความแก่ที่เหมาะสม

Study on making banana powder from suitable maturity of banana

จัดทำโดย

ทิพากร อ่อนสมัคร รหัสนักศึกษา 58080037

สหภาพ นวลศรี รหัสนักศึกษา 58080067

อภัสรา สง่างาม รหัสนักศึกษา 58080075

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ผศ.ดร. นภัสรพี เหลืองสกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

2 / กรกฎาคม / 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การศึกษาการเตรียมแป้งกล้วยหอม จากกล้วยที่มีระดับความแก่ที่เหมาะสม	
ชื่อนักศึกษา	ทิพากร อ่อนสมัคร	รหัสนักศึกษา 58080037
	สหภาพ นวลศรี	รหัสนักศึกษา 58080067
	อภัสรา สง่างาม	รหัสนักศึกษา 58080075
หลักสูตร	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร	
พ.ศ.	2561	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. นภัสรพี เหลืองสกุล	

บทคัดย่อ

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อาทิเช่น คาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นแหล่งพลังงาน เส้นใยอาหารที่มีส่วนช่วยในระบบขับถ่าย ซึ่งผลดิบของกล้วยต้องมีการนำไปแปรรูปก่อนจึงจะสามารถรับประทานได้ ซึ่งในกล้วยดิบจะมีปริมาณแป้งสูง การวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาระดับความแก่ของกล้วยหอม 3 ระดับ คือ ความแก่ 60 70 และ 80 วัน ซึ่งในระดับความแก่ของกล้วยที่แตกต่างกันก็จะมีสมบัติทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างกัน เช่น สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสีของเปลือกกล้วย กล้วยที่ระดับความแก่ร้อยละ 80 จะมีค่าความสว่าง (59.88±5.34) และค่าสีเหลือง (29.15±1.72b) ที่มากที่สุด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความแก่เพิ่มขึ้น ผลผลิต(ร้อยละ) แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักเนื้อเฉลี่ยต่อหนึ่งผลของกล้วยในระดับความแก่ 60 และ 80 วัน แตกต่างกัน แต่ในระดับความ 70 วัน ไม่แตกต่างจากทั้งสองระดับความแก่ สำหรับสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และปริมาณสตาร์ชทั้งหมด มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่ค่าความเป็นกรด-ด่างของกล้วยในระดับความแก่ 60 วัน มีค่าความเป็นกรดสูงที่สุด (pH 4.72) ปริมาณของสารประกอบหลักในอาหารพบว่ากล้วยทุกระดับความแก่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด (ร้อยละ 22.4 - 25) ค่าดัชนีการย่อยของแป้ง และค่าดัชนีน้ำตาลมีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความแก่เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความแก่เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ:กล้วย ระดับความแก่ สมบัติทางเคมีกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Study on making banana powder from suitable maturity of banana
Student name	Thipakorn Onsamak Student ID 58080037 Sahaphap Nuansri Student ID 58080067 Apassara Sangangam Student ID 58080075
Program	Bachelor of Science in Food Science and Technology
Year	2018
Advisor	Assist.Prof.Dr. Naphatrapi Leangsakul

ABSTRACT

Bananas contain high nutrient values, such as the carbohydrate which is a source of energy and fibers which are good for excretory system. For the green banana, it contains a lot amount of flour and requires a food processing before consuming. In this research, there are three stage of maturity including 60, 70, and 80 percentages. Each stage has different physical and chemical attributes. For example, the physical differences like banana peel color.

The example of physical differences is the hue values of a banana peel. Bananas at 80 percents have the most bright (59.88±5.34) and yellow (29.15±1.72) values The longer diameter means the higher stage. The products indicate that the weight of a banana at 60 and 80 percent are different, but at the weight of 70, it is nothing different from those two numbers.

Except from physical differences, there also has some chemical differences. The moisture value, amount of total soluble solids, and amount of total starch are not significantly different with each others. However, there is the difference in the acidity value which shows that bananas at 60 percents have the highest numbers of acidity at pH 4.72. Bananas at every stage have high levels of carbohydrate around 22.4 to 25 percents. In vitro digestibillity and Glycemic Index tend to be decreased when the stage increases. Nevertheless, the amount of resistant starch tends to be increased when the stage increases.

Keywords: banana stage of maturity physiochemical properties

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิชาปัญหาพิเศษนี้ เป็นวิชาในระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีการอาหาร หลังจากการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ทำให้คณะผู้จัดทำได้รับความรู้ในการวางแผนการทดลอง ฝึกทักษะต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ รวมไปถึงทักษะในการนำเสนอ และ การใช้ภาษาอังกฤษ

ทางคณะผู้จัดทำรายงานขอขอบคุณ ผศ.ดร. นภัสรพี เหลืองสกุล รองอธิการบดีฝ่าย วิชาการ และยังเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ของคณะผู้จัดทำรายงาน ที่ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือในการจัดทำรายงานเล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ทางคณะผู้จัดทำรายงานขอขอบคุณ นางสาว ปฏิญญา วิรุฬห์ชาตะพันธ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ให้คำปรึกษา และคอยเชื่อเหลือขณะดำเนินวิชาปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ทิพากร อ่อนสมัคร
สหภาพ นวลศรี
อภัสรา สง่างาม
22 เมษายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ทฤษฎี	2
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	8
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี	8
3.2 อุปกรณ์	9
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	10
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	12
4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของกล้วย	13
4.2 ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของกล้วย	14
4.3 ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของแป้งกล้วย	14
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	15
บรรณานุกรม	16
ภาคผนวก	18
ภาคผนวก ก	19
ภาคผนวก ข	21
ประวัติผู้เขียน	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลค่าสีของเปลือกกล้วย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง สัดส่วนเนื้อต่อเปลือก น้ำหนักเนื้อเฉลี่ยต่อ 1 ผล และ ผลผลิต(ร้อยละ) ของกล้วยที่ระดับความแก่ 60 70 และ 80 วัน	13
4.2	ผลปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และ คาร์โบไฮเดรต ของกล้วยที่ระดับความแก่ 60 70 และ 80วัน	14
4.3	ผลค่าความเป็นกรดด่าง ค่าดัชนีการย่อยของแป้ง ค่าดัชนีน้ำตาล ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณสตาร์ชทั้งหมด และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของกล้วยที่ระดับความแก่ 60 70 และ 80 วัน	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.3	ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์พอลิฟินอลออกซิเดส	4
2.4	กระบวนการผลิตแป้งกล้วย	5
ก.1	ตัวอย่างกล้วยหอมทอง	19
ก.2	การปอกเปลือกกล้วย	20
ก.3	กล้วยในสารละลายกรดซิตริก	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันกล้วยเป็นผลไม้ที่นิยมนำมารับประทานทั้งแบบสุกและหลังจากแปรรูปแล้ว ทั้งนี้เพราะกล้วยเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางสารอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ อีกทั้งยังมีสารที่มีฤทธิ์ในการต่อต้านอนุมูลอิสระสูง ทำให้กล้วยเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายอย่างมาก ซึ่งทุกส่วนของต้นกล้วยล้วนมีประโยชน์สามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหาร และ ของใช้ต่าง ๆ ได้เช่น ส่วนราก และ ลำต้น สามารถนำมาต้มดื่ม เพื่อลดอาการกระหายน้ำได้ ใบตอง สามารถนำมาทำเป็นแผ่นรองอาหาร หัวปลี สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องเคียงในการประกอบอาหาร ซึ่งในกล้วยแต่ละระดับความแก่จะมีสมบัติทางเคมี และกายภาพที่แตกต่างกันออกไปเช่น ปริมาณแป้ง ปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด ปริมาณความชื้น ปริมาณเส้นใยอาหาร เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติที่แตกต่างกันนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้

การปลูกกล้วยจะมีการเก็บเกี่ยวกล้วยที่ระดับความแก่ต่างกัน ตั้งแต่ 60 ถึง 80 วันเนื่องมาจากในการเพาะปลูกกล้วยในระดับอุตสาหกรรม มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยธรรมชาติ ที่จะส่งผลต่อการเพาะปลูก เช่น การล้มของต้นกล้วยจากลมพายุ การระบาดของโรค และแมลงศัตรูพืช การตัดกล้วยในระดับความแก่ที่กล่าวมาข้างต้นนี้ เป็นการลดความเสี่ยงต่อการสูญเสียผลผลิต ซึ่งกล้วยที่ถูกตัดนี้สามารถนำมาเพิ่มมูลค่าได้โดยการนำมาแปรรูปเป็นแป้งกล้วย เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และสามารถนำไปเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมอบ และ ผลิตภัณฑ์ขนมไทย ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะต้องใช้แป้งสาลีในการแปรรูป จะต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ แป้งกล้วยนี้จึงสามารถนำมาใช้ทดแทนได้ทำให้ลดต้นทุนการนำเข้า และยังเป็นการเพิ่มมูลค่า ให้กับผลไม้ที่มีอยู่ในประเทศอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของกล้วยหอมที่ระดับความแก่ 60, 70 และ 80 วัน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ของกล้วยหอมที่ระดับความแก่ 60, 70 และ 80 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 กล้วย

2.1.1.1 ลักษณะ

กล้วย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Musa acuminata* เป็นพืชไม้ล้มลุกปกติแล้ว ต้นกล้วยจะสูงและแข็งแรงพอสมควร ทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นต้นไม้ ซึ่งแท้จริงแล้วส่วนที่คล้ายกับลำต้นคือลำต้นเทียม ใบของกล้วยประกอบด้วยก้านใบ และ แผ่นใบ ฐานก้านใบแผ่ออกเป็นกาบ กาบที่รวมตัวกันอย่างหนาแน่น ทำให้เกิดลำต้นเทียม มีหน้าที่ชูก้านใบ พยุงให้พืชตั้งตรงดูคล้ายต้นไม้ (Stover และ Simmonds, 1987)

กล้วยสามารถปลูกได้ในหลาย ๆ ประเทศแถบเส้นศูนย์สูตร เช่นแอฟริกา อินเดีย ซึ่งมีสายพันธ์ของกล้วยมากกว่า 300 สายพันธุ์ในโลกนี้ (Singh และ Madan,2017) กล้วยที่คนไทยนิยมกินและปลูกกันมาก ได้แก่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม กล้วยไข่ กล้วยหักมุก และกล้วยเล็บมือนาง กล้วยเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว และให้ผลตลอดปี ผลกล้วยเป็นผลไม้ที่อุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการ สามารถบริโภคสด หรือผ่านการแปรรูปเป็นอาหารทั้งหวาน และคาวส่วนประกอบอื่น ๆ ของกล้วยยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ทั้งการใช้ในชีวิตประจำวัน หรือใช้ในงานพิธีกรรม (วรรณี, 2555)

2.1.1.2 พันธุ์กล้วย

กล้วยในโลกมีประมาณ 300 สายพันธุ์ (Singh และ Madan, 2017) สายพันธุ์ที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกเชิงอุตสาหกรรม จะต้องมีความสามารถในการ เจริญเติบโตเร็ว ปลูกง่าย ให้ผลมาก รสชาติอร่อย กล้วยสามารถแบ่งออกตามลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์เป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ กล้วยรับประทาน กล้วยประดับ และกล้วยธรรมชาติ

กล้วยหอม หรือ กล้วยหอมทอง (Cavendish banana) บางครั้งเรียกว่า กล้วยหอมทองมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Musa Sapientum Linn* เป็นกล้วยที่นิยมปลูกเพื่อการรับประทานผลสุกเป็นหลัก และเป็นกล้วยหลักที่ส่งออกไปต่างประเทศจำนวนมากในแต่ละปีเหมือนกับกล้วยไข่ กล้วยหอม มีลักษณะลำต้นค่อนข้างเพรียวสูง ใบตั้งตรง คล้ายหับกล้วยไข่ ให้ผลดก ผลมีลักษณะใหญ่ ทรงกลม และยาวมากกว่ากล้วยพันธุ์อื่น ผลสุกมีสีเหลืองทอง เนื้อผลเหนียวนุ่ม มีรสหวาน และมีกลิ่นหอมแรง

2.1.1.3 ระดับความแก่ของกล้วย

ระดับความแก่ของกล้วย คือ ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของผลกล้วยบนต้นกล้วยก่อนการตัด โดยนับระยะเวลาการเจริญเติบโตเป็นวัน เช่น กล้วยที่ระดับความแก่ 60 วัน คือ ผลกล้วยที่เจริญเติบโตบนต้นกล้วยเป็นระยะเวลา 60 วัน แล้วจึงทำการตัด

2.1.1.4 ประโยชน์จากกล้วย

กล้วยมีประโยชน์ทุกส่วนตั้งแต่ใบจนถึงราก และยังเป็นสมุนไพรใกล้ตัวที่มีราคาถูก หาทานได้ง่าย และยังอุดมไปด้วยสารอาหารต่าง ๆ เช่น ปริมาณแป้ง ปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด ปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้น ปริมาณเส้นใยอาหาร เป็นต้น มีเส้นใยทางอาหารสูง มีแร่ธาตุและสารต้านอนุมูลอิสระสูง รวมทั้งมีสตาร์ชทนย่อยที่สูง เป็นต้น

2.1.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ และเคมีของกล้วย

2.1.2.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ

1) การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุต่าง ๆ เช่น การสูญเสียคลอโรฟิลล์ การพัฒนาของสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ ไลโคปีน และ แอนโธไซยานิน ซึ่งให้สี เหลือง ส้ม และแดง

2) การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส การเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรต เช่น การเปลี่ยนสตาร์ชเป็นน้ำตาล ทำให้ผลไม้มีความหวานเพิ่มมากขึ้น

3) การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส

4) การลดความแน่นเนื้อ การลดความแน่นเนื้อเกิดจากการสลายตัวของสารประกอบเพกทิน (pectin) จะส่งผลให้ผลไม้นิ่ม

2.1.2.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมี

1) การลดลงของกรดอินทรีย์ ทำให้มีความเปรี้ยวลดลง รวมทั้งการเกิดขึ้นของสารหอมระเหยบางชนิด ทำให้มีกลิ่นหอม

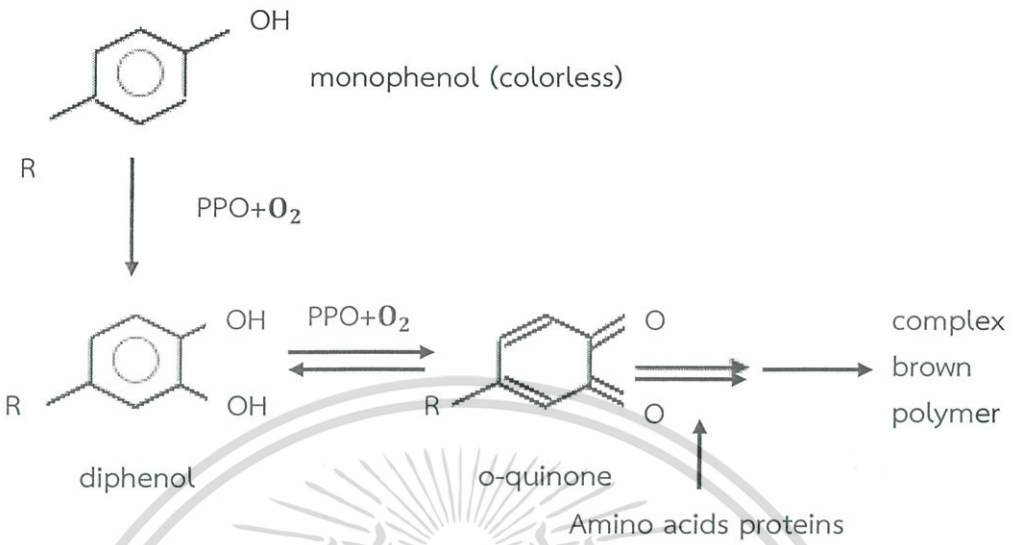
2) การเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการ สูญเสียวิตามินโดยเฉพาะวิตามินซี แต่จะเพิ่มในส่วนของแร่ธาตุแมกนีเซียม และ โซเดียม

3) การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Browning reaction) ในกระบวนการผลิตแป้งกล้วยหอม สามารถเกิดสีน้ำตาลได้จากปฏิกิริยาแบบใช้เอนไซม์ (enzymatic browning reaction) เมื่อหั่นกล้วยแล้วผิวของกล้วยสัมผัสกับอากาศ ทำให้เอนไซม์พอลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) กับออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยากับโมโนฟีนอลเกิดเป็นสารประกอบสีน้ำตาล และการเกิดสีน้ำตาลแบบที่ไม่ใช้เอนไซม์ (Non-enzymatic browning) จากกระบวนการทำแห้ง

- ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ใช้เอนไซม์ (enzymatic browning reaction)

เป็นปฏิกิริยาที่จะเกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อพืช เมื่อเซลล์ถูกทำลาย ทำให้โมโนฟีนอลที่อยู่ในเซลล์พืชสัมผัสกับออกซิเจน และมีเอนไซม์กลุ่มพอลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชัน ได้เป็น โอ-ไดฟีนอล (o-diphenol) โดย สารนี้จะถูกออกซิไดส์ ต่อเป็น โอ-ควินโนน (o-quinone) ซึ่ง ควินโนน (quinone) ที่เกิดขึ้นจะรวมตัวกันและเกิดปฏิกิริยากับ สารประกอบฟีนอลิกอื่นๆหรือกับกรดอะมิโน ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำตาล (ชรินภัทร์, 2558) ดังภาพที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส
ที่มา : Sapers (1993)

- การเกิดสีน้ำตาลแบบที่ไม่ใช้เอนไซม์ (Non-enzymatic browning)
ได้แก่ การเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) เป็นการเกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ กรดอะมิโน และให้ความร้อน จากนั้นจะเกิดสารประกอบใหม่ ซึ่งเรียกว่า ไกลโคซิลามีน เมื่อให้ความร้อนเรื่อย ๆ จะเปลี่ยนไปเป็นสารที่มีชื่อว่า เมลานอยดิน (melanoidin) ซึ่งมีสีน้ำตาล การเกิดคาราเมลไลเซชันอย่างเร็วจะเกิดที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาดังนี้ คือ ฟอสเฟต, กรดแอลคาไล และ เกลือของกรดคาร์บอกซิลิค

2.1.3 การแปรรูปกล้วย

การแปรรูปจากกล้วยสุก นอกจากการรับประทานผลสุกของกล้วยหรือนำมาประกอบอาหารแล้ว ยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น กล้วยฉาบ กล้วยตาก กล้วยอบเนย ทอฟฟี่ แป้งกล้วย และกล้วยในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง เป็นต้น เพื่อช่วยป้องกันกล้วยสดล้นตลาด ทำให้สามารถยกระดับราคาผลผลิตไม่ให้ตกต่ำ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ส่งเสริมให้ผู้ประกอบการสร้างผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ๆ ที่มีคุณภาพออกสู่ตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศส่งผลให้สามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และสร้างรายได้มูลค่าสูงให้กับประเทศ (สุธิดา, 2548)

การแปรรูปจากกล้วยดิบเป็นแป้งกล้วย ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่า แป้งหลายชนิด เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลังเป็นต้น เนื่องจากกล้วยอุดมไปสารอาหารมากมาย โดยกล้วย 1 ผล ให้พลังงานประมาณ 100 แคลอรี่ มีเส้นใยกากอาหาร วิตามินบี 6 แมกนีเซียม และโซเดียม โดยกระบวนการผลิตแป้งกล้วย เริ่มจากนำผลกล้วยระยะดิบถึงห่ามมาตัดแยกเป็นผล ล้างด้วยน้ำให้สะอาด แล้วลวกในน้ำเดือด เพื่อล้างคราบเหนียวที่ติดมากับกล้วยและช่วยให้การปอกเปลือกง่ายขึ้น จากนั้นแช่น้ำเย็น แล้วปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นบาง ๆ แช่ใน สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ เพื่อป้องกันปฏิกิริยายาสีน้ำตาล แล้วผึ่งให้สะเด็ดน้ำ เกลี่ยบนถาดตะแกรง โปร่ง นำไปทำแห้งจนแห้งกรอบ บดให้ละเอียดเป็นผง และร่อนผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะแกรง บรรจุแป้งกล้วย ในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดสนิท และกล้วย 1 หวีจะได้แป้งกล้วยประมาณ 300 กรัม แป้งกล้วยจะมีกลิ่น รส เฉพาะตัว รวมตัวกับน้ำได้ดี คือเมื่อได้รับความร้อนแป้งจะพองตัวใส เมื่อปล่อยให้เย็นจะเกิดลักษณะคล้ายวุ้น เนื่องจากมีอะไมโลสสูง ทำให้มีคุณสมบัติเฉพาะ เหมาะที่จะนำมาประกอบอาหาร ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากแป้งกล้วยโดยการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหลายรูปแบบ เช่น ผลิตภัณฑ์ประเภทขนมอบ, ขนมไทย อีกทั้งใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารประเภท อาหารเด็ก อาหารผู้ป่วย เครื่องดื่ม นอกจากนี้ยังเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เหมาะสำหรับผู้บริโภคบางกลุ่มที่ต้องการหลีกเลี่ยงอาหารจากแป้งสาลี หรือแพ้โปรตีนในแป้งสาลี ที่เรียกว่าผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่มีกลูเตน (gluten- free products)

ภาพที่ 1.2 กระบวนการผลิตแป้งกล้วย ที่มา: จุฑา (2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Yap และ คณะ (2017) ศึกษาระดับความสุกของกล้วยหอมสายพันธ์ Cavendish ที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปทำเป็นซุปกล้วย โดยใช้กล้วยทั้งหมด 7 ระดับความสุก ตั้งแต่กล้วยดิบสีเขียว ไปจนถึงกล้วยหง่อม ซึ่งพบว่ากล้วยที่ระดับแตกต่างกันจะมีคุณสมบัติทางเคมีกายภาพที่แตกต่างกัน โดยที่กล้วยดิบจะมีสีเข้มและมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง และยิ่งกล้วยเริ่มมีความสุกจะยิ่งมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ส่วนเนื้อสัมผัสจะนิ่มขึ้นในระหว่างการสุก ด้านปริมาณความชื้น และปริมาณของแข็งที่ละลายได้จะเพิ่มขึ้นในระหว่างการสุก กล้วยดิบจะมีปริมาณของแป้งอยู่มาก เมื่อกล้วยเริ่มสุกจะเกิดการไฮโดรไลซ์จากแป้งไปเป็นน้ำตาล ทำให้ในกล้วยสุกมีปริมาณน้ำตาลอยู่มาก และในภาพรวมปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าลดลงในระหว่างการสุก ทำให้กล้วยมีความหวานเพิ่มขึ้น และมีรสชาติเปรี้ยวน้อยลงในขณะสุก ส่วนแร่ธาตุเมื่อกล้วยสุก จะมีแร่ธาตุแมกนีเซียม และโซเดียมมากขึ้น แต่ปริมาณเถ้าจะลดลง ซึ่งมีความขัดแย้งกันเอง และขัดแย้งต่องานวิจัยอื่นๆ

Singh และ Madan (2017) ได้ศึกษาผลของชนิดกล้วยที่นำมาผลิตเป็นแป้งกล้วย เพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ให้เหมาะสม โดยแป้งกล้วยได้จากการเตรียม 3 วิธี คือ เตรียมจาก กล้วยดิบ กล้วยสุก และกล้วยดิบที่ผ่านการต้ม พบว่าแป้งกล้วยทั้ง 3 ชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน แป้งกล้วยสุกจะมีปริมาณความชื้นมากที่สุด รองลงมาคือแป้งกล้วยดิบ และแป้งกล้วยที่ผ่านกระบวนการ ส่วนค่าพีเอชแป้งทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แป้งกล้วยสุกเป็นแป้งที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้มากที่สุด และแป้งกล้วยดิบมีปริมาณกรดทั้งหมดน้อยที่สุด ค่าสีแป้งกล้วยสุกมีสีเข้มที่สุด และแป้งกล้วยที่ผ่านกระบวนการมีสีที่สว่างที่สุด

วรัชยา และคณะ (2017) ศึกษาผลของการใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีที่ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 โดยน้ำหนัก จากนั้นทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส (9-Point Hedonic Scale Test) ทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบเสริมแป้งกล้วย ร้อยละ 100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่าผลิตภัณฑ์บราวนี่กรอบทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าร้อยละ 100 มีคาร์โบไฮเดรต และแร่ธาตุเหล็กเพิ่มขึ้นอย่างละ 1 เท่า จากสูตรมาตรฐาน ไขมันและความชื้นลดลงอย่างละ 1 เท่า จากสูตรมาตรฐาน เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางเคมี ด้านคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เถ้า ความชื้น และแร่ธาตุเหล็ก มีค่าเท่ากับร้อยละ 69.10, 21.96, 5.50, 2.40,1.05 และ 0.0057 โดยน้ำหนักตามลำดับ และค่าสี L* a* b* เท่ากับ 23.05, 11.90 และ 4.71 ตามลำดับ

Falade และ Oyeyinka (2014) ได้ศึกษาผลของคุณสมบัติทางเคมี และสีของพันธุ์กล้วยต่อการทำแห้งด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งมีการศึกษาคุณสมบัติของกล้วย 3 สายพันธุ์ คือ Agbagba, Obino L'ewai และ Cooking bananas หรือ (Musa banana) ใน 3 ระดับความสุกคือ ระดับความสุกที่ 1, 3 และ 5 พบว่ากล้วยในแต่ละสายพันธุ์จะมีคุณสมบัติของค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณความชื้น อัตราส่วนเนื้อ/เปลือก ร้อยละของเนื้อ น้ำหนักผลกล้วยน้ำหนักเปลือก และน้ำหนักเนื้อที่แตกต่างกัน แม้จะอยู่ในระดับความสุกเดียวกัน ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของเคมีฟิสิกส์ และเคมีอินทรีย์ที่แตกต่างกัน โดยกล้วยในแต่ละสายพันธุ์แสดงถึงความแตกต่างกันทางคุณสมบัติต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญ โดยกล้วยสายพันธุ์ Obino L'ewai มีความชื้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับสายพันธุ์อื่นในระดับเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาให้กล้วยสายพันธุ์นี้มีลักษณะเนื้อที่นิ่มกว่าสายพันธุ์อื่นที่ระดับเดียวกันเช่นกัน และยังเป็นสายพันธุ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด เป็นผลจากความคุ้มค่าในด้านสัดส่วนของเนื้อ และเปลือกกล้วย

แสงแข และคณะ (2012) ศึกษาการใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีในการผลิตทาร์ตคัสตาร์ดกล้วย เริ่มจากการผลิตแป้งกล้วย โดยการนำกล้วยน้ำว้าดิบมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และบดละเอียด ได้แป้งที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีเหลืองนวล มีกลิ่นกล้วยเล็กน้อย ผลผลิตแป้งกล้วยคิดเป็นร้อยละ 24.67 ของ น้ำหนักกล้วยดิบทั้งผล และมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 7.91, 2.37, 0.34, 3.19 และ 86.19 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ ผลการนำแป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีในการผลิตทาร์ตร้อยละ 10, 20 และ 30 พบว่า เมื่อทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าในปริมาณที่สูงขึ้นจะทำให้ค่าความแข็งของทาร์ตลดลง และสีทาร์ตเข้มขึ้น ทั้งนี้การ ทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้า ได้ในปริมาณร้อยละ 20 ได้คะแนนความชอบในด้านรสชาติ ความกรอบร่วน ความแข็ง และความชอบรวม ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (p มากกว่า 0.05) โดยคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบ ปานกลาง ส่วนการใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีในการผลิตไส้คัสตาร์ดที่ปริมาณร้อยละ 20, 40 และ 60 พบว่า เมื่อทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าในปริมาณที่สูงขึ้นจะทำให้ค่าความแน่นเนื้อ ค่าความเหนียวข้น และการเกาะรวมตัวกันของไส้คัสตาร์ดเพิ่มมากขึ้น โดยสามารถทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าได้ในปริมาณ ร้อยละ 40 ได้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ ความข้นเป็นเนื้อเดียวกัน และความชอบรวม ไม่ แตกต่างจากชุดควบคุม (p มากกว่า 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 กล้วยหอมที่ความแก่ 60 70 และ 80 วัน	ฟาร์มกล้วย, หนองจอก, ประเทศไทย
3.1.2 กรดซัลฟิวริก	MERCK, Germany
3.1.3 กรดบอริก	MERCK, Germany
3.1.4 กรดอะซิติก	Loba Chemie Company, India
3.1.5 กรดไฮโดรคลอริก	MERCK, Germany
3.1.6 โซเดียมไฮดรอกไซด์	Carlo Erba Reagents, Italy
3.1.7 โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์	MERCK, Germany
3.1.8 คอปเปอร์ซัลเฟต	MERCK, Germany
3.1.9 โพแทสเซียมซัลเฟต	CARLO ERBA, France
3.1.10 เอทิลแอลกอฮอร์	MERCK, Germany
3.1.11 เฮกเซน	LAB-SCAN, Thailand
3.1.12 เอทานอล	RCI Labscan, Thailand
3.1.13 เมทิลเรด	CARLO ERBA, France
3.1.14 เมธิลีนบลู	CARLO ERBA, France
3.1.15 โบรโมครีซอลกรีน	CARLO ERBA, France
3.1.16 สารละลายสังกะสีอะซิเตต	CARLO ERBA, France
3.1.17 สารละลายโพแทสเซียมเฟอโรไซยาไนด์	CARLO ERBA, France
3.1.18 สารละลายฟอสโฟทังสะติก	CARLO ERBA, France
3.1.19 สารละลายไดไนโตรซาลิไซลิกแอซิด	CARLO ERBA, France
3.1.20 ชุดทดสอบปริมาณสตาร์ชทนย่อย	(resistant starch K-RSTAR 10.5), Megazyme, Ireland

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 เครื่องวัดสี	Minolta, CR300,Japan
3.2.2 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	SERIES 530, Mitutoyo, Japan
3.2.3 ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น	MD Prosupply Company, Thailand
3.2.4 โถดูดความชื้น	S.N.P.-SCIENTIFIC Company, Thailand
3.2.5 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง	MS204S, Mettler Toledo, Switzerland
3.2.6 ขวดรูปชมพู ขนาด 125 มิลลิลิตร	Duran company, Germany
3.2.7 ปิเปต (แบบกระเปราะ) ขนาด 5 มิลลิเมตร	Duran company, Germany
3.2.8 ปิเปต (แบบกระเปราะ) ขนาด 10 มิลลิลิตร	Duran company, Germany
3.2.9 บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตร	Duran company, Germany
3.2.10 ลูกแก้ว 3 ลูก	Duran company, Germany
3.2.11 ชุดเครื่องแก้วสกัดซอกเลท	09-557 Series, Allihn condenser, USA
3.2.12 สำลี	White rabbit, Thailand
3.2.13 ถ้วยเผา	Duran company, Germany
3.2.14 เตาให้ความร้อน	EGO, Germany
3.2.15 อุปกรณ์ชุดหาปริมาณใยอาหาร	Fibertec 1023, FOSS, Denmark
3.2.16 กระดาษกรองเบอร์ 1 และ 4	Whatman, England
3.2.17 ขวดกรองสาร	Duran company, Germany
3.2.18 กรวยกรองสาร	Duran company, Germany
3.2.19 ขวดปรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร	Duran company, Germany
3.2.20 ขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร	Duran company, Germany
3.2.21 แท่งแม่เหล็กขนาด 5x15 มิลลิเมตร	Duran company, Germany
3.2.22 ตู้อบลมร้อน	UNB 400, Memmert, Germany
3.2.23 ตู้อบแบบถาด	Proress company,Thailand
3.2.24 ตู้อบลมร้อนแบบไมโครเวฟแวคคัม	MARCH COOL INDUSTRY, Thailand
3.2.25 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง	SP-2100, Suntex, Teipe
3.2.26 อุปกรณ์ย่อย และ กลั่นโปรตีน	VAPODEST 200-450, Gerhardt
3.2.27 เตาเผา	3-Series, Dentsply Prosthetics, USA.
3.2.28 อ่างควบคุมอุณหภูมิน้ำแบบเขย่า	SV1422, Memmert, Germany
3.2.29 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง	UV-1800, Shimadzu, Japan
3.2.30 เครื่องหมุนเหวี่ยง	Z 206A, Hermle, Germany
3.2.31 เขย่าสาร	G560E, Scientific industries, USA
3.2.32 ไมโครปิเปต และ ทิป	Mettler Toledo company, Switzerland
3.2.33 เครื่องกวนสารละลาย	MS7-H550-Pro, Scilogex, USA
3.2.34 เครื่องบด	ZM200, Retsch, Germany
3.2.35 เครื่องแยกขนาด	AS200, Retsch, Germany

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างกล้วยในการวิเคราะห์ โดยตัดกล้วยออกจากหวีทีละลูก ล้างทำความสะอาดเก็บกล้วยบางส่วนไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ (ภาคผนวก ก.1) (3.3.1.1) ในขั้นตอนของการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเนื้อกล้วย (ภาคผนวก ก.2) (3.3.1.2) ให้ปอกเปลือกกล้วยจากนั้นนำเนื้อกล้วยไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีต่าง ๆ และสำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของแป้งกล้วย (ภาคผนวก ก.3) (3.3.1.3) ให้ปอกเปลือกกล้วยจากนั้น นำเนื้อกล้วยไปพักในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เป็นเวลา 10 นาทีจากนั้นนำไปหั่นตามแนวขวาง แล้วแช่ในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 อีกครั้งเป็นเวลา 10 นาที นำเนื้อกล้วยมาเรียงใส่ตะแกรงสำหรับใส่ในตู้อบลมร้อน นำไปอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศา เป็นเวลา 16 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างกล้วยที่แห้งแล้ว นำไปปั่นแห้งให้เป็นผง จากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 200 ไมครอน นำแป้งกล้วยที่ได้เก็บในภาชนะปิดสนิท และสามารถดูดความชื้นได้ เพื่อใช้วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของแป้งกล้วยต่อไป

3.3.1.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของกล้วย

1) การวิเคราะห์ค่าสีของเปลือกกล้วย โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR300 ที่มีการแสดงค่า L* a* b* (ภาคผนวก ข.1.1)

2) การวิเคราะห์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) โดยใช้เครื่องวัดขนาด Vernier caliper หน่วย มิลลิเมตร (ภาคผนวก ข.1.2)

3) การวิเคราะห์สัดส่วนเนื้อต่อเปลือก โดยการชั่งน้ำหนักเปลือกและเนื้อของกล้วยนำมาคำนวณเพื่อหาสัดส่วนเนื้อต่อเปลือก (ภาคผนวก ข.1.4)

4) การวิเคราะห์น้ำหนักเนื้อเฉลี่ยต่อ 1 ผล โดยการชั่งน้ำหนักเนื้อกล้วยทั้งหมดจากกล้วย 1 เครือแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย (ภาคผนวก ข.1.5)

5) การวิเคราะห์ผลผลิตร้อยละ โดยการเปรียบเทียบน้ำหนักของกล้วยก่อนและหลังปอกเปลือก (ภาคผนวก ข.1.3)

3.3.1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของกล้วย

1) การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ศึกษาความชื้นของกล้วยโดยใช้วิธีของ AOAC (2000) (ภาคผนวก ข.2.1)

2) การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ศึกษาปริมาณโปรตีนของกล้วยโดยใช้วิธีคเจลดาห์ล (Kjeldahl method) (ภาคผนวก ข.2.2)

3) การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ศึกษาปริมาณไขมันของกล้วยโดยใช้วิธีตาม AOAC (2000) (ภาคผนวก ข.2.3)

4) การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ศึกษาปริมาณเถ้าของกล้วยโดยดัดแปลงจากวิธีของ AOAC (2000) (ภาคผนวก ข.2.4)

5) การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต วิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากสูตรคำนวณร้อยละคาร์โบไฮเดรต (ภาคผนวก ข.2.5)

6) การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร ศึกษาปริมาณเส้นใยอาหารของกล้วยด้วยวิธี AOAC (2000) (ภาคผนวก ข.2.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของแป้งกล้วย

1) การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยวิธีของ AOAC (2000) โดยเครื่อง pH meter (ภาคผนวก ข.3.1)

2) การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ศึกษาปริมาณของแข็งทั้งหมดโดยวิธีของ AOAC (2000) (ภาคผนวก ข.3.2)

3) การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar as glucose, DNS-method) ตามวิธีของ AOAC (1995) และ Miller (1956) (ภาคผนวก ข.3.3)

4) การวิเคราะห์ปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (Resistant starch) ปริมาณสตาร์ชที่ไม่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (Non-resistant starch) และ ปริมาณสตาร์ชทั้งหมด (Total starch) ด้วยวิธี AOAC (1995) และ Miller (1956) (ภาคผนวก ข.3.4)

5) การวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index) วิธีการของ Goni และ คณะ (1997) (ภาคผนวก ข.3.5)

3.3.1.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลจากข้อ 3.3.1.1, 3.3.1.2 และ 3.3.1.3 โดยใช้แผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มตลอด (Complete randomized design, CRD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ที่ได้ด้วย Least Significant Difference (LSD) โดยโปรแกรมทางสถิติ SPSS โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

นำกล้วยมาทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ โดยเตรียมตัวอย่างจากการสุ่มตัวอย่างกล้วยที่ระดับความแก่ 60 70 และ 80 วัน เป็นจำนวนระดับความแก่ละ 3 เครือ เครือละ 20 ลูก นำมาทำความสะอาดเบื้องต้น และทำการวิเคราะห์ค่าสีของเปลือก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง จากนั้นนำกล้วยที่ผ่านการวัดค่าสีและขนาด มาปอกเปลือก ชั่งน้ำหนักของเปลือก และ เนื้อกล้วย เพื่อหาปริมาณสัดส่วนเนื้อต่อเปลือก น้ำหนักเนื้อเฉลี่ยต่อ 1 ผล (กรัม) และนำกล้วยไปทำเป็นแป้งกล้วย เพื่อหาผลผลิต (ร้อยละ) ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.1

ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของกล้วย โดยเตรียมตัวอย่างจากการสุ่มตัวอย่างกล้วยที่ระดับความแก่ 60 70 และ 80 วัน เป็นจำนวนระดับความแก่ละ 1 เครือ เครือละ 5 ลูก ปอกเปลือก และนำเนื้อไปวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารดังตารางที่ 4.2 ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ดังตารางที่ 4.3 จากนั้นสุ่มตัวอย่างกล้วยที่ระดับความแก่ 60 70 และ 80 วัน เป็นจำนวนระดับความแก่ละ 3 เครือ เครือละ 20 ลูก มาทำเป็นแป้งกล้วย โดยทำการอบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีการย่อยของแป้ง ค่าดัชนีน้ำตาล ปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ และ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ดังตารางที่ 4.3

4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของกล้วย

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (+b*) ของกล้วยที่ระดับความแก่ 60 และ 70 วัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) แต่กล้วยที่ระดับความแก่ 80 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจาก มีการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุที่เปลือกกล้วย ทำให้เกิดการสูญเสียคลอโรฟิลล์ซึ่งมีสีเขียว และทำให้สีของแคโรทีนอยด์ ปรากฏชัดเจนขึ้น (จริงแท้, 2559) แสดงให้เห็นว่าเมื่อระดับความสุกของกล้วยเพิ่มขึ้นเปลือกกล้วยจะมีความสว่างและมีสีเหลืองมากขึ้น

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกล้วยจากตารางที่ 4.1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยกล้วยที่มีระดับความแก่มากขึ้น จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักเนื้อเฉลี่ยต่อ 1 ผลของกล้วยที่ระดับความแก่ 60 กับ 80 วันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อพิจารณาจาก สัดส่วนเนื้อต่อเปลือก และ ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ) พบว่ากล้วยทั้ง 3 ระดับความแก่ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$) ทำให้ทราบว่ากล้วยที่ระดับความแก่มากขึ้นจะมีปริมาณเนื้อ และ ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ) เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลค่าสีของเปลือกกล้วย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง สัดส่วนเนื้อต่อเปลือก น้ำหนักเนื้อเฉลี่ยต่อ 1 ผล และ ผลผลิต(ร้อยละ) ของกล้วยที่ระดับความแก่ 60 70 และ 80 วัน

ระดับความแก่ (วัน)	ค่าสี			ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	สัดส่วนเนื้อต่อเปลือก^{ns} (กรัม/กรัม)	น้ำหนักเนื้อเฉลี่ยต่อ 1 ผล (กรัม)	ผลผลิต^{ns} (ร้อยละ)
	L*	a*^{ns}	b*				
60	54.98^{a}±3.12	-16.39±0.85	26.30^{a}±2.27	31.79^{a}±4.46	65.17±2.17	85.24^{a}±2.13	22.68±3.32
70	56.41^{a}±4.25	-16.60±0.76	26.83^{a}±5.33	33.87^{b}±3.27	65.03±0.07	99.80^{ab}±9.45	22.92±1.03
80	59.88^{b}±5.34	-16.52±0.89	29.15^{b}±1.72	35.82^{c}±2.74	66.53±0.88	116.69^{b}±1.64	23.20±1.92

หมายเหตุ : a, b, c ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.2 ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของกล้วย

จากตารางที่ 4.2 พบว่าความชื้น เถ้า และ คาร์โบไฮเดรตของกล้วยในระดับความแก่ทั้ง 3 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความแก่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.2 ผลปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมันเถ้า คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และ ของกล้วยที่ระดับความแก่ 60 70 และ 80 วัน

ระดับความแก่ (วัน)	ความชื้น (กรัม/100 กรัม)	โปรตีน (กรัม/100 กรัม)	ไขมัน (กรัม/100 กรัม)	เถ้า (กรัม/100 กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม/100 กรัม)	ใยอาหาร (กรัม/100 กรัม)
60	74.8	1.75	0.17	0.9	22.4	2.28
70	72.9	1.95	0.16	0.9	24.1	2.42
80	72.1	1.87	0.23	0.85	25	2.44

หมายเหตุ : ผลการทดลองจากการทดลอง 1 ซ้ำ

4.3 ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของแป้งกล้วย

จากตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณสตาร์ชทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ค่าดัชนีน้ำตาลมีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความแก่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลสิสของแป้งไปเป็นน้ำตาลน้อยลง (Edith และคณะ, 2011) สำหรับค่าความเป็นกรดด่าง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากกล้วยที่ระดับความแก่เพิ่มมากขึ้นจะมีการสุกที่เพิ่มมากขึ้นจึงทำให้ค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.3 ผลค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณสตาร์ชทั้งหมด ปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ และ ค่าดัชนีน้ำตาลของกล้วยที่ระดับความแก่ 60 70 และ 80 วัน

ระดับความแก่ (วัน)	ค่าความเป็นกรดด่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้^{ns} (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)	ปริมาณสตาร์ชทั้งหมด^{ns} (ร้อยละ)	ปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (ร้อยละ)	ค่าดัชนีน้ำตาล (ร้อยละ)
60	4.72^{a}±0.00	0.90±0.00	0.13	89.64±9.43	65.2^{a}±3.70	45.77^{b}±0.88
70	5.19^{b}±0.09	0.95±0.05	-	97.95±2.17	74.09^{b}±1.98	43.86^{a}±0.18
80	5.30^{b}±0.09	0.9±0.00	-	96.44±4.09	77.72^{b}±3.22	43.43^{a}±0.33

หมายเหตุ : a, b, c ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

เมื่อระดับความแก่ของกล้วยมากขึ้น เปลือกกล้วยจะมีความสว่าง และมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ส่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง น้ำหนักเนื้อเฉลี่ยต่อ 1 ผล และ ปริมาณผลผลิต(ร้อยละ) จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น

5.1.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

เมื่อระดับความแก่ของกล้วยมากขึ้น ปริมาณความชื้น เถ้า และ คาร์โบไฮเดรตในระดับความแก่ทั้ง 3 มี แนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณสตาร์ชทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับค่าดัชนีการย่อยของแป้ง และ ค่าดัชนีน้ำตาลมีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าความเป็นกรดด่าง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

จะเห็นว่าระดับความแก่ที่แตกต่างกันของกล้วย จะส่งผลต่อคุณลักษณะทางเคมีกายภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้เพื่อเป็นดัชนีในการชี้วัดคุณภาพของกล้วย และยังสามารถนำไปต่อยอดในการใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรม

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ศึกษาเพิ่มเติมในระดับความแก่ที่มากขึ้น เพื่อเป็นการยืนยันแนวโน้มของผลการวิเคราะห์

5.2.2 ควรมีการศึกษาการนำแป้งกล้วยที่ได้ไปใช้ประโยชน์เพิ่มเติม เช่น สามารถทดแทน หรือ เพิ่มเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารได้ในอัตราส่วนที่สูงสุดเท่าใด เพื่อลดต้นทุนด้านวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชรินภัทร์. 2558. ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://charinpatpu.wordpress.com/2015/05/23/browning-effect/. 28 มิถุนายน 2562

เบญจมาศ. 2548. การแปรรูปกล้วย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.sptn.dss.go.th. 24 ตุลาคม 2561

รุ่งทิพย์. 2549. การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในกระบวนการอบแห้งลำไยแบบทั้งผล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีอาหาร.มหาวิทยาลัยศิลปากร

วรรณี. 2555. เรื่องกล้วยๆที่ไม่ธรรมดา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http//www. nowuny.com. 24 ตุลาคม 2561

สถาบันอาหาร. 2524. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งสาลีชนิดเอนกประสงค์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://fic.nfi.or.th/law/upload/file3/TH_wheatflour.doc

อัญชลี. ม.ป.ป. กล้วยและการปลูกกล้วย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://puechkaset.com. 26 ตุลาคม 2561

Arlette, A.N., Olivier, K.K., Jean, T.G. 2018. Effect of Chemical and Thermal Treatments on Browning Inhibition of Senescent Plantain (Musa paradisiaca) Puree for Semolinas Preparation. American Journal of Biochemistry. 8(4), 75-84

Falade, K.O., and Oyeyinka, S.A. 2014. Color, Chemical and functional properties of plantain cultivars and cooking banana flour as affected by drying method and maturity. Journal of food Processing and Preservation. 39, 816-826.

Nelson, S.N., Ploetz, R.C., and Kepler, A.K. 2006. Musa species (banana and plaintain) Musaceae (banana family). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. 2, 1-33.

Ricardo et al. 2015. How to make a microwave vacuum dryer with turntable. Journal of Food Engineering. Volume 166, 276-284.

Singh, R., Ranvir, S., and Madan, S. 2017. Comparative study of the properties of ripe banana flour,unripe Banana Flour and Cooked Banana Flour Aiming Towards Effective Utilization of These Flours. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 6, 2003-2015.

Stover, R.H., and Simmonds, N. W. 1987. Bananas / R.H. Stover and N.W. Simmonds. 3rd. Harlow, Essex, England: Longman Scientific & Technical. 468 p.

Sahoo, A.K., Sonkamble, A.M., and Patil, S.R. 2014. Effect of drying methods on quality of banana powder. The Asian Journal of Horticulture. 9(2): 500-502

Sahoo, A.K., Sonkamble, A.M., and Patil, S.R. 2014. Effect of different pretreatments on quality of banana powder. Journal of Crop and Weed. 10(1): 98-100

Sahoo, A.K., Sonkamble, A.M., and Patil, S.R., Bhoyar, R.K., and Papade, J.N. 2015. Effect of drying methods on consumer acceptability of banana powder. Asian Daily & Food Reserch. 34(1): 63-66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tonna, A.A, Afam, I.O.J., and Godwin, R.A.M. 2014. Effect of organic acid pretreatment on some physical, functional and antioxidant properties of flour obtained from three unripe banana cultivars. Food Chemistry. 172, 515-522

Venkataseshamamba, S., Krishnaveni, R., Lavanya, A., and Vyshnavi, T. 20017. Study on effect of quality of green banana flour using different drying techniques. The Pharma Innovation Journal. 6(10): 01-07

Yap, M., Fernando, W.M.A.D.B., Brennan, C.S., Jayasena, V., and Coorey, R. 2017. The effects of banana ripeness on quality indices for puree production. Food Science and Technology. 80, 10-18.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก
ภาคผนวก ก
ขั้นตอนในการเตรียมกล้วย

ก.1 ขั้นตอนการเตรียมกล้วยเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของผลกล้วย

ตัดกล้วยออกจากหวีทีละลูกและล้างทำความสะอาดกล้วยเพื่อนำยางกล้วยออก จากนั้นเช็ดกล้วยให้แห้งด้วยผ้าสะอาดและนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ภาพที่ ก.1 ตัวอย่างกล้วยหอมทอง

ก.2 ขั้นตอนการเตรียมกล้วยเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเนื้อกล้วย

1. ตัดกล้วยออกจากหวีทีละลูกและล้างทำความสะอาดกล้วยเพื่อนำยางกล้วยออก
2. ปอกเปลือกกล้วยโดยการใช้มีดปอกเปลือกหรือมีดหั่น
3. หั่นกล้วยเป็นชิ้นหนาประมาณ 5±0.5 มิลลิเมตร และนำเนื้อกล้วยไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ก.3 ขั้นตอนการเตรียมกล้วยเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของแป้งกล้วย

1. ตัดกล้วยออกจากหวีทีละลูกและล้างทำความสะอาดกล้วยเพื่อนำยางกล้วยออก
2. ปอกเปลือกกล้วยโดยการใช้มีดปอกเปลือกหรือมีดหั่น
3. นำกล้วยมาพักในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น ร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (Tonna et al, 2014)
4. หั่นกล้วยตามแนวขวางให้มีความหนาประมาณ 5±0.5 มิลลิเมตร
5. นำเนื้อกล้วยไปแช่ในสารละลายที่ใช้ในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ที่ความเข้มข้นเดิม อีก 10 นาที
6. นำเนื้อกล้วยมาเรียงที่ตะแกรงสำหรับใส่ในตู้อบลมร้อน นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเป็นเวลา 16 ชั่วโมง
7. เก็บตัวอย่างกล้วยที่แห้งแล้ว นำไปปั่นแห้งให้เป็นผง จากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 200 ไมครอน นำแป้งกล้วยที่ได้เก็บในภาชนะปิดสนิท และสามารถดูดความชื้นได้
8. นำแป้งกล้วยไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ก.2 การปอกเปลือกกล้วย

ภาพที่ ก.3 กล้วยในสารละลายกรดซิตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วิธีการวิเคราะห์

ข.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของกล้วย

ข.1.1 การวิเคราะห์ค่าสี

วิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta รุ่น CR300 ที่แสดงค่าสีด้วยระบบ CIE L*, a* และ b* ให้ทำการปรับมาตรฐานเครื่องวัดสีก่อนใช้งาน จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างกล้วย โดยทำการวัดที่เปลือกของกล้วย 3 ตำแหน่งไม่ซ้ำกัน โดยกดหัววัดลงบนตัวอย่างกล้วยแล้วกดปุ่มให้เครื่องวัดอ่านค่าสี จดบันทึกข้อมูล ค่าที่จดบันทึกเป็นค่า L* a* b* โดยค่าแต่ละค่าจะแสดงถึงลักษณะดังนี้

ค่า L* คือ ค่าแสดงความเข้ม และความสว่างของสี ซึ่งค่า L มีค่า 0-100 ถ้า ค่า L สูง หมายถึง มีความสว่างมาก แต่ถ้าค่า L* ต่ำแสดงว่าสีเข้มมาก

ค่า a* เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีเขียวในกรณีที่ ค่า a* มี ค่าเป็นลบ และช่วงสีแดงในกรณีที่ค่า a* มีค่าเป็นบวก

ค่า b* เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีน้ำเงินในกรณีที่ ค่า b* มีค่าเป็นลบ และ ช่วงสีเหลืองในกรณีที่ค่า b* มีค่าเป็นบวก

ข.1.2 การวิเคราะห์ขนาด

วิเคราะห์ขนาดด้วยเครื่องวัดขนาด Vernier caliper จากบริษัท Mitutoyo ในหน่วย มิลลิเมตร โดยนำกล้วยหนึ่งผลมาทำการวัดขนาด ความกว้าง และ ความยาวของกล้วย ทำการวัดซ้ำเป็นจำนวน 20 ลูกต่อ 1 ระดับวามแก่ จดบันทึก และ หาค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลาง

ข.1.3 การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิต(ร้อยละ)

วิเคราะห์โดยการนำกล้วยจำนวน 20 ลูกต่อ 1 ระดับความแก่ มาปอกเปลือกแล้วแยกระหว่างเปลือกกับเนื้อออก นำไปชั่งน้ำหนัก(กรัม)ของเนื้อ และเปลือกทั้งหมดแล้วนำค่าที่ได้ไปใส่สูตรคำนวณ เพื่อเปรียบเทียบ ร้อยละน้ำหนักของเนื้อกล้วย ก่อนและหลังปอกเปลือก

$$\text{สูตรคำนวณปริมาณผลผลิต(ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อกล้วย}}{\text{น้ำหนักเนื้อกล้วย} + \text{น้ำหนักเปลือก}} \times 100$$

ข.1.4 การวิเคราะห์สัดส่วนเนื้อต่อเปลือก (กรัม/กรัม)

วิเคราะห์โดยการนำกล้วยจำนวน 10 ลูกต่อ 1 ระดับความแก่มาปอกเปลือกและแยกชั่งน้ำหนักระหว่างเปลือกกับเนื้อทั้งหมด นำค่าที่ได้ไปใส่สูตรคำนวณ เพื่อเปรียบหาสัดส่วนเนื้อต่อเปลือก

$$\text{สูตรคำนวณสัดส่วนเนื้อต่อเปลือก(กรัม/กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อกล้วย}}{\text{น้ำหนักเปลือก}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1.5 การวิเคราะห์น้ำหนักเนื้อเฉลี่ยต่อ 1 ผล

วิเคราะห์โดยการนำกล้วยจำนวน 10 ผลต่อ 1 ระดับความแก่มาปอกเปลือกและชั่งนำหนักเนื้อกล้วยทั้งหมด 10 ผล แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

$$\text{ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเนื้อกล้วยเฉลี่ยต่อ 1 ผล} = \frac{\text{น้ำหนักกล้วยทั้งหมด}}{\text{จำนวนผลทั้งหมด}}$$

ข.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเนื้อกล้วย

ข.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) AOAC (2012)

1. นำภาชนะสำหรับหาความชื้นอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 130±3 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที นำออกจากตู้อบและใส่ในโถดูดความชื้น ประมาณ 30 นาที จนอุณหภูมิภาชนะลดลงและนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2. นำภาชนะใส่ในโถดูดความชื้นอีกครั้ง จากนั้นทำเช่นเดียวกับข้อ 1 จนผลต่างของน้ำหนักภาชนะที่ชั่งได้มีความแตกต่างกันไม่เกิน 1±2 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1±2 กรัม ใส่ลงในภาชนะข้างต้นที่รู้น้ำหนักที่แน่นอน นำไปอบที่อุณหภูมิ 130±3 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำออกจากตู้อบและใส่ในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที จนอุณหภูมิภาชนะลดลง ชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างที่แน่นอน

4. นำภาชนะใส่ในโถดูดความชื้นอีกครั้ง จากนั้นทำการอบตัวอย่างซ้ำในอีก 1 ชั่วโมงถัดมา จนผลของน้ำหนักตัวอย่างและภาชนะที่ชั่งได้มีความแตกต่างกันไม่เกิน 1±2 มิลลิกรัม

$$\text{สูตรคำนวณปริมาณความชื้น(ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

ข.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน AOAC 2012

ขั้นตอนการย่อย

1. ชั่งเนื้อกล้วยให้ได้น้ำหนักแน่นอน 0.5 ถึง 1 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน จากนั้นเติมโซเดียมซัลเฟต 12 กรัม และ โซเดียมซัลเฟต 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น ปริมาณ 20 มิลลิลิตร

2. วางหลอดย่อยในตัวอย่างย่อย ประกอบสายยางระหว่างฝาครอบขวดใส่ด่าง และเครื่องดักจับไอกรด เปิดสวิตช์เครื่องดักจับไอกรดและเตาย่อย ตั้งอณุหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

3. ปรับเพิ่มอุณหภูมิเป็น 400 องศาเซลเซียสย่อยต่ออีก 60 นาที จนได้สารละลายใส หลังจากนั้นนำมาตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

ขั้นตอนการกลั่น

1. จัดอุปกรณ์กลั่น แล้วเปิดสวิตช์ให้ความร้อน เปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่น

2. นำขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุกรดบอริก (เข้มข้นร้อยละ 4) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร พร้อมเติมอินดิเคเตอร์แล้วไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้ โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เติมน้ำกลั่นลงในหลอดย่อย 20 มิลลิลิตร จากนั้นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ทำปฏิกิริยาเกินพอ สังเกตให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล กลั่นให้ได้ของเหลวอยู่ในระดับ 125 มิลลิลิตร

ขั้นตอนการไตเตรท

1. นำสารละลายที่กลั่นได้มาไตเตรทด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง จากนั้นให้ทำตัวอย่างว่างเปล่าขึ้นมาอีก 1รอบ โดยใช้น้ำกลั่นต้มแทนตัวอย่างกล้วย นำปริมาตรที่ได้จากการไตเตรทมาคำนวณหาปริมาณโปรตีนจากสูตร

สูตรคำนวณร้อยละปริมาณไนโตรเจน

$$= \frac{14\times(v1-v2)\times\text{จำนวนนอร์มอลของกรดไฮโดรคลอริก(โมล/ลิตร)}\times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง(กรัม)}\times 1000}$$

เมื่อ v1 = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรทตัวอย่าง

v2 = ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรท blank

ร้อยละปริมาณโปรตีน = เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน X conversion factor (5.95)

ข.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยวิธี Acid hydrolysis AOAC 2012

1. ชั่งตัวอย่าง 8 กรัม ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และกรดไฮโดรคลอริก 2 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

2. เติมกรดไฮโดรคลอริก 6 มิลลิลิตร ปิดด้วยกระจกนาฬิกา แล้วนำไปต้ม 90 นาที รอให้เ ย็นแล้วเทลงในขวด Mojonnier ชะบีกเกอร์ด้วยแอลกอฮอล์ 7 มิลลิลิตร เทลงในขวด

3. ชะด้วยอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร อีกครั้งปิดฝานำไปเขย่า 1 นาที แล้วเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร เขย่า จากนั้นจึงนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ 600 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที

4. ดูดส่วนที่เป็นไขมันออกมาให้ได้มาก ที่สุดนำไปอบจนแห้ง จดน้ำหนักนำมาคำนวณปริมาณไขมัน

$$\text{ปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{W_2\times 100}{W_1}$$

เมื่อ W_2 คือ น้ำหนักขวดตัวอย่างก่อนอบ

W_1 คือ น้ำหนักขวดตัวอย่างหลังอบ

ข.2.4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า AOAC 2000

1. เตรียมตัวอย่างให้มีน้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 3-5 กรัม เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์

2. ใส่ตัวอย่างที่เตรียมไว้ในถ้วยกระเบื้อง และนำไปเผาด้วยความร้อน ระดับไฟปานกลางบนเตาไฟฟ้า 10 นาที เพื่อไล่ควัน จากนั้นนำตัวอย่างไปเผาต่อในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีเทาขาว หรือได้น้ำหนักคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รอทำให้เย็นในเดซิกเคเตอร์ จากนั้นชั่งน้ำหนักและนำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้า (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(W_2 - W_1)}{S} \times 100$$

เมื่อ W_2 คือ น้ำหนักขวดตัวอย่างก่อนอบ
W_1 คือ น้ำหนักขวดตัวอย่างหลังอบ

ข.2.5 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต AOAC 2012

นำผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้าในตัวอย่างมาคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด จากสูตร

คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละโดยน้ำหนัก = 100 - (ผลรวมของปริมาณร้อยละของความชื้น+ไขมัน+โปรตีน+เถ้า)

ข.2.6 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร AOAC 2000

1. นำกระดาษกรองอบในตู้อบ 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมงแล้วนำมาใส่ในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนัก

2. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันออกและนำมาใส่ในบีกเกอร์สำหรับวิเคราะห์เส้นใยอาหาร เติมกรดซัลฟิวริกปริมาตร 200 มิลลิลิตร แล้ววางบีกเกอร์ลงบนอุปกรณ์ให้ความร้อนที่ต่อกับเครื่องควบแน่น และเปิดน้ำหล่อเครื่องควบแน่นเปิดสวิตช์ไฟฟ้าต้มให้เดือดนาน 30 นาทีกรองตัวอย่างขณะร้อนผ่านกระดาษกรองล้างด้วยน้ำร้อนจนกระทั่งน้ำล้างหมดความเป็นกรด

3. ถ่ายกากที่ได้ในบีกเกอร์ใบเดิม เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ปริมาณ 200 มิลลิลิตร จากนั้นวางบีกเกอร์ลงบนอุปกรณ์ให้ความร้อนที่ต่อกับเครื่องควบแน่น และเปิดน้ำหล่อเครื่องควบแน่น เปิดสวิตช์ไฟฟ้าแล้วต้มให้เดือดนาน 30 นาที กรองขณะร้อนผ่านกระดาษกรองแผ่นเดิม

4. ล้างด้วยน้ำร้อนจนกระทั่งน้ำล้างหมดความเป็นด่าง และล้างด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ปริมาณ 10 มิลลิลิตร นำกระดาษกรองพร้อมกากใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบและอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง แล้วนำมาใส่ในโถดูดความชื้น

5. ชั่งน้ำหนักซ้ำจนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1±2 มิลลิกรัม แล้วคำนวณหาปริมาณเถ้าตามสูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณใยอาหาร} = ((M_2\text{-}M_1))/S \times 100$$

เมื่อ M_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา
M_2 คือ ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ
S คือ น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของแป้งกล้วย

ข.3.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง AOAC 2000

นำกล้วยไปปั่น ใส่ลงในน้ำให้ได้ความเข้มข้นร้อยละ 8 กรัม/ลิตร เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นนำไปกรองและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที นำส่วนที่กรองได้มาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยเครื่อง pH meter รุ่น SP-2100 Suntex ทำการปรับมาตรฐานเครื่อง pH meter ก่อน แล้วจึงวัดค่ากรด-ด่าง ของตัวอย่าง

ข.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ AOAC 2000

1. นำภาชนะที่จะใช้อบไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที ทำให้เย็นลงในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนัก

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ภาชนะหาความชื้นที่รู้น้ำหนักที่แน่นอน นำไปอบที่ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสนาน 3 ชั่วโมงโดยเปิดฝาออก และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

3. นำไปอบต่ออีก 1 ชั่ว โมง จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณของแข็งทั้งหมดได้จาก

$$\text{สูตร ปริมาณของแข็งทั้งหมด ร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{W3-W1}{W2-W1} \times 100$$

เมื่อ W1 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น (กรัม)
W2 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น และตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)
W3 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น และตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

ข.3.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ AOAC 1995 และ Miller 1956

1. นำเนื้อกล้วยปั่นเป็นเนื้อเดียวกัน 10 กรัม ผสมกับน้ำ 100 มิลลิลิตร Zn(OAC)2 1 มิลลิลิตร และ K4Fe(CN)6 5 มิลลิลิตร เขย่าเป็นครั้งคราว (ปิดด้วยจุก) ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที แล้วกรองเอาเฉพาะส่วนที่ใส (ใช้กระดาษกรองเบอร์ 4) แล้วใส่ 25 มิลลิลิตรของของผสมที่มีน้ำ 200 มิลลิลิตร ผสม Zn(OAC)2 1 มิลลิลิตร และ K4Fe(CN)6 1 มิลลิลิตร เขย่าเป็นครั้งคราว แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

2. กรองด้วยแผ่นกระดาษกรองแผ่นเดิม แล้วแยกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกเป็นส่วนใส ใช้สำหรับหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ส่วนใสนำไปปรับปริมาตรจนครบ 250 มิลลิตร แล้วปิเปตมา 1 มิลลิลิตร ผสมกับ DNS 4 มิลลิลิตร

3. นำไปต้มใน water bath อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

4. ล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว นำไปวัดค่า OD ที่ แอลฟา = 575 นาโนเมตร และเทียบกับกราฟกลูโคสมาตรฐาน

การทำกราฟมาตรฐานกลูโคส

1. ปิเปตสารละลายกลูโคสมาตรฐานจำนวน 0, 2, 4 และ 6 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 10 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง เติม DNS reagent 4 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เขย่าแล้วทำให้ร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส (ในอ่างปรับอุณหภูมิ) เป็นเวลา 30 นาที เติมน้ำให้ได้ปริมาณทั้งหมด 30 มิลลิลิตร โดยทำอย่างรวดเร็ว แล้วนำไปวัดค่า การดูดกลืนแสงที่ 575 นาโนเมตร

3. ใช้น้ำกลั่นเป็น blank แทนตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร แล้วเติม DNS reagent 4 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 30 มิลลิลิตร

สูตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (เปอร์เซ็นต์) = K1 x B x 100 x dilution / 1000 x A

เมื่อ K1 = Slope x I
B = ปริมาณของเหลวทั้งหมดที่ใช้ (ในส่วนใส)
A = น้ำหนักของตัวอย่าง
Dilution = ระดับการเจือจาง

ข.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (Resistant starch) ปริมาณสตาร์ชที่ไม่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (Non-resistant starch) และ ปริมาณสตาร์ชทั้งหมด (Total starch) ด้วยวิธี AOAC (1995) และ Miller (1956)

วิธีการเตรียมสาร

1. GOPOD Reagent

1.1. ปิเปต GOPOD Reagent buffer ลงในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร

1.2. นำ GOPOD Reagent Enzymes 20 มิลลิลิตร ใส่ลงในสารละลายข้อ 1.1. จะได้ GOPOD Reagent

2. Dilute AMG

2.1. ปิเปตสารละลาย AMG เขมข้นปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ลงใน สารละลาย Sodium maleate buffer ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 22 มิลลิลิตร

3. สารละลาย Pancreatic ∝ - amylase

3.1. ชั่ง Pancreatic ∝ - amylase 10 กรัม ใส่ลงใน สารละลาย Sodium maleate buffer ปริมาตร 100 มิลลิตร

3.2. นำไปกวนด้วยเครื่อง stirrer เป็นเวลา 5 นาที และเติม Dilute AMG ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และผสมให้สารละลายเข้ากัน

3.3. นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1,500 g เป็นเวลา 10 นาที และเทส่วนใสออกเพื่อเตรียมใช้ในการวิเคราะห์

4.สารละลาย Sodium acetate buffer pH 3.8 และ pH 4.5

4.1 นำกรดอะซิติกเข้มข้น 1.2 โมลาร์ ปริมาตร 69.6 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร

4.2. ปรับ pH โดยใช้ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 4 โมลาร์ และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายมีปริมาตร 1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์

1. ปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (Resistant starch)

1.1. ชั่งตัวอย่าง 0.1 กรัม ใส่ลงในหลอด centrifuge เติมสารละลาย Pancreatic $\propto$ - amylase 4 มิลลิลิตร และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 ชั่วโมง

1.2. เติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99 ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ทำการผสม และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1,500 g เป็นเวลา 10 นาที และเทส่วนใสออก

1.3. ล้างตะกอนโดยเติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 8 มิลลิลิตร ทำการผสม และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1,500 g เป็นเวลา 10 นาที และเทส่วนใสรวมกับส่วนใสในข้อที่ 2

1.4. ล้างตะกอนซ้ำอีกครั้งตามขั้นตอนที่ 3 และนำส่วนใสที่ได้จากขั้นตอนนี้ ไปรวมกับส่วนใสในขั้นตอนที่ 3 (เก็บส่วนใสไว้ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสตาร์ชที่ไม่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ Non-resistant starch)

1.5. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีตะกอน และนำหลอดทดลองไปแช่ในอ่างที่เย็นเป็นเวลา 20 นาที โดยทำการกวนตลอดเวลา

1.6. เติม Sodium acetate buffer pH 3.8 ปริมาตร 8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

1.7. เติม Dilute AMG 3 มิลลิลิตร ทันที ผสมให้เข้ากัน และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที

1.8. นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1,500 g เป็นเวลา 10 นาที ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง และเติมสารละลาย GOPOD ปริมาตร 3 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร

คำนวณปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์จากสูตร

ปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (กรัม/100กรัม) = $\Delta E \times F/W \times 9.27$

เมื่อ ΔE = ค่าการดูดกลืนแสง

F = ส่วนกลับของค่าการดูดกลืนแสงจาก 100 ไมโครกรัม ของ D-glucose ซึ่งใน GOPOD ให้ประมาณค่าได้ว่า F = 100

W = น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่วิเคราะห์

2. ปริมาณสตาร์ชที่ไม่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (Non-resistant starch)

2.1. นำส่วนใสที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงในข้อ 4 ของการวิเคราะห์ปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (Resistant starch) มาปรับปริมาตรด้วย Sodium acetate buffer pH 4.5 และปิเปตสารละลายมา 1 มิลลิลิตร

2.2. เติมสารละลาย Dilute AMG ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

2.3. เติม GOPOD Reagent ปริมาตร 3 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณปริมาณสตาร์ชที่ไม่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์จากสูตร

ปริมาณสตาร์ชที่ไม่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (กรัม/100กรัม) = $\Delta E \times F/W \times 90$

เมื่อ ΔE = ค่าการดูดกลืนแสง

F = ส่วนกลับของค่าการดูดกลืนแสงจาก 100 ไมโครกรัม ของ D-glucose ซึ่งใน GOPOD ให้ประมาณค่าได้ว่า F = 100

W = น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่วิเคราะห์

3. ปริมาณสตาร์ชทั้งหมด (Total starch)

คำนวณปริมาณสตาร์ชทั้งหมดจากสูตร

ปริมาณสตาร์ช์ทั้งหมด (กรัม/100กรัม) = ปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ + ปริมาณสตาร์ชที่ไม่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์

ข.3.5 การวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index) ด้วยวิธีของ Goni และ คณะ (1997)

1. ชั่งตัวอย่าง 0.1 กรัม ใส่ในหลอดของเครื่องปั่นเหวี่ยง และเติมสารละลาย Pancreatic ∝ -amylase ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30 60 90 120 150 และ 180 นาที

2. เติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99 ปริมาตร 4 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1,500 g เป็นเวลา 10 นาที และเทส่วนใสใส่ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

3. เติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 8 มิลลิลิตร ลงในตะกอน

4. นำหลอดที่มีตะกอนและเอทอลไปปั่นเหวี่ยงที่ 1,500 g เป็นเวลา 10 นาที เทส่วนใสรวมกับส่วนใสในข้อ 3

5. ทำการปรับด้วย Sodium acetate buffer pH 4.5 ให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และดูดสารละลายออกมาปริมาตร 0.1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง เติม AMG เข้มข้น ปริมาตร 0.01 มิลลิลิตร ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

6. เติม GOPOD Reagent ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาว ทิพากร อ่อนสมัคร	
วันเดือนปีเกิด	17 กรกฎาคม 2539	
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษา:	โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า
	ระดับปริญญาตรี:	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	สาขาวิชา:	วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีการอาหาร
ประสบการณ์ทำงานและผลงานวิจัย	นักศึกษาฝึกงานสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตำแหน่ง: ผู้ช่วยนักวิจัย	
รางวัลที่เคยได้รับ	ไม่มี	

ชื่อ-นามสกุล	นาย สหภาพ นวลศรี	
วันเดือนปีเกิด	14 สิงหาคม 2540	
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษา:	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า
	ระดับปริญญาตรี:	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	สาขาวิชา:	วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีการอาหาร
ประสบการณ์ทำงานและผลงานวิจัย	นักศึกษาฝึกงาน บริษัทไทยน้ำทิพย์ จำกัด ตำแหน่ง: พนักงาน QC	
รางวัลที่เคยได้รับ	ไม่มี	

ชื่อ-นามสกุล	นางสาว อภัสรา สง่างาม	
วันเดือนปีเกิด	16 มีนาคม 2540	
ประวัติการศึกษา	ระดับมัธยมศึกษา:	โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า
	ระดับปริญญาตรี:	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	สาขาวิชา:	วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีการอาหาร
ประสบการณ์ทำงานและผลงานวิจัย	นักศึกษาฝึกงาน บริษัทซีพีเอฟ พรีเมียมฟู้ดส์ จำกัด ตำแหน่ง: พนักงาน QA	
รางวัลที่เคยได้รับ	ไม่มี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้