

การศึกษาคูณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วย

STUDY ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES
OF BANANA FLOUR



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-814-7

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วย

**STUDY ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES
OF BANANA FLOUR**



สุดาธิพย์ อินทร์ชื่น
SUDATHIP INCHUEN

เลขที่.....
เลขทะเบียน..... 43712
เดือน, ปี 30 ก.ย. 2545

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังไปให้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาของเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-814-7

**STUDY ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES
OF BANANA FLOUR**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2002

ISBN 974-648-814-7



COPYRIGHT 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

เมื่อกรณใด ๆ ที่ถึงต้นฉบับหรือสิ่งพิมพ์ใด ๆ ก็ตาม กรุณาติดต่อขอสงวนลิขสิทธิ์ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาคุณสมบัติ ทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วย
STUDY ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF BANANA
FLOUR

ชื่อนักศึกษา นางสาวสุดาทิพย์ อินทร์ชื่น

รหัสประจำตัว 43066006

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตรการอาหาร

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วุฒิชัย นาครักษา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.วุฒิชัย	นาครักษา	
ดร.พอใจ	ถามาตร	
ดร.กิตติชัย	บรรจง	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 8 พฤษภาคม 2545 เวลา 10.00-12.30 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง D213 อาคารเจ้าคุณทหาร (ชั้น 2 โขน D)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวาทน์ อัฐ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....๕.....เดือน.....พ.ศ.....๒๕๔๕.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรรไรงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วย
นักศึกษา	นางสาวสุคาศิพย์ อินทร์ชั้น
รหัสประจำตัว	43066006
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การอาหาร
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.วุฒิชัย นาครักษา

บทคัดย่อ

ในการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วยจากกล้วยน้ำว้า [Musa (ABB group) 'Kluai Nam Wa'] พบว่าการเก็บเกี่ยวกล้วยเพื่อใช้ในการผลิตแป้ง สามารถใช้การวัดความยาวเส้นรอบวง ร่วมกับการพิจารณาเหลี่ยมของผล และการนับจำนวนวันหลังจากแทงปลี เป็นดัชนีได้ การทำแห้งโดยการตากแดดมีผลทำให้แป้งกล้วยมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงกว่าการทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง นอกจากนี้แป้งกล้วยที่ได้มีความสามารถในการละลายน้ำ (Water Solubility Index) และความคงทนต่อแรงเฉือน (Shearing Stability) เช่นเดียวกัน เมื่อนำมาตรวจสอบคุณสมบัติด้านความหนืดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) พบว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งมีค่า Peak viscosity, Holding strength และ Breakdown สูงกว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด เมื่อนำแป้งกล้วยมาวิเคราะห์ทางเคมี แป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่มากขึ้น จะมีปริมาณโปรตีน ใย และน้ำตาลทั้งหมดสูงขึ้น ในขณะที่ปริมาณเยื่อใยและคาร์โบไฮเดรตมีปริมาณลดลง และพบว่าสคาร์ชและอะไมโลสมีปริมาณสูงที่สุด เมื่อกล้วยมีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ โดยแป้งกล้วยประกอบด้วยสคาร์ชและอะไมโลสประมาณ 60-66 และ 21-23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รูปร่างของเม็ดแป้งกล้วยเมื่อทดสอบด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope (SEM) มีรูปร่างรูปไข่และมีรูปร่างไม่แน่นอน ขนาด 27-45 ไมโครเมตร จากการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยพบว่าเมื่อระยะเวลาความแก่ของกล้วยมากขึ้น เม็ดแป้งมีขนาดใหญ่มากขึ้น ความคงทนต่อแรงเฉือนและความสามารถในการดูดซับน้ำ (Water Absorption Index) มีแนวโน้มลดลง ส่วนความสามารถในการละลายน้ำและความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลาย (Freeze-Thaw Stability) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยน้ำว้าที่ความแก่ 90 และ 80 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Peak viscosity, Holding strength, Break down, Final viscosity และ Set back สูงกว่ากล้วยที่มีความแก่ 100 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แป้งกล้วยมี Peak temperature ประมาณ 88 องศาเซลเซียส Peak time ประมาณ 8 นาที และ Pasting temperature ประมาณ 80 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะตีพิมพ์หรือสิ่งอื่นที่ห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

Thesis	Study on Physicochemical Properties of Banana Flour.
Student	Miss Sudathip Inchuen
Student ID.	43066006
Degree	Master of Science
Programme	Food Science
Year	2002
Thesis advisor	Assoc.Prof.Dr.Woatthichi Narkrugsa

ABSTRACT

Study on physicochemical properties of banana flour from Kluai Nam Wa [*Musa* (ABB group)]. The stage of maturity for harvesting the banana were measured the circumference of a finger and the age of the bunch after emergence from the pseudostem. The banana flour from solar drying technique shows higher total sugar content than the banana flour from using tray dryer. The banana flour from solar drying technique had a higher shearing stability and water solubility index than the banana flour from drying using tray dryer while peak viscosity, holding strength and break down values from RVA amylograms were lower. Regarding with the chemical composition of flour, the analytical results show that protein, ash and total sugar increased while fiber and carbohydrate decreased when the maturity increased. Banana flour had higher amount starch at 90% maturity (~ 66%) and amylose in the range 21-23%. Starch granules were oval to irregularly shaped (27-45 μm) from Scanning Electron Microscope (SEM), size of the starch granule in the banana flour will be increased after the increasing of the maturity. The higher maturity of banana fruit gave the poor of the physicochemical of the banana flour in shearing stability and water absorption index but highest in water solubility index and freeze-thaw stability. RVA amylograms of the banana flour from 80-90% maturity showed peak viscosity, holding strength, break down and set back higher than the banana flour from 70% and 100 % maturity Peak temperature and peak times of banana flour were 88 $^{\circ}\text{C}$ and 8 min, respectively. While pasting temperature about 80 $^{\circ}\text{C}$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร. วุฒิชัย นาครักษา ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ตลอดจนให้คำแนะนำแนวทาง และข้อคิดเห็นต่างๆ แก่ข้าพเจ้าตลอดมา ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาของการศึกษาจนกระทั่งข้าพเจ้ามีโอกาสรอดพ้นความสำเร็จ

ขอขอบคุณ บริษัท พีริเมียร์ จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านเงินทุนบางส่วน

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์กลางบางเขน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ บริษัทจาร์พา จำกัด ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA)

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตรที่เอื้อเพื่อห้องปฏิบัติการ เครื่องมือทำการวิเคราะห์คุณภาพ และให้ความช่วยเหลือขณะทำการวิจัย รวมถึงพี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ปริญญาโทที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้ความปรารถนาดีเสมอมาทุกคน

สุดท้ายนี้ขอรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา และพี่ๆทุกคน ที่ได้ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ศุภาทิพย์ อินทร์ชื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 กัญชา.....	3
2.2 กัญชาน้ำว่า.....	5
2.3 ดัชนีการเก็บเกี่ยว.....	7
2.4 แป้งกัญชา.....	10
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	32
3.1 วัตถุประสงค์.....	32
3.2 อุปกรณ์ในการผลิต.....	32
3.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์.....	33
3.4 สถานที่ทำการทดลอง.....	33
3.5 วิธีการทดลอง.....	34
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	37
4.1 การศึกษาดัชนีที่เหมาะสมในการกำหนดการเก็บเกี่ยวกัญชาน้ำว่า.....	37
4.2 การศึกษาผลของวิธีทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้งกัญชา.....	38

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	60
ข้อเสนอแนะ.....	62
บรรณานุกรม.....	63
ภาคผนวก	67
ก. วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี.....	67
ข. วิธีการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ.....	76
ค. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลกล้วยและปริมาณผลผลิตของแป้งกล้วย.....	80
ง. ภาพถ่ายกระบวนการผลิตแป้งกล้วย.....	82
จ. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนและการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ย.....	87
ประวัติผู้เขียน.....	107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 พื้นที่การเพาะปลูกและผลผลิตกล้วยน้ำว้า ปีการเพาะปลูก 2535/36 ถึง 2543/44.....	6
2.2 ความแก่ของกล้วยชนิดต่างๆสำหรับตลาดในประเทศ.....	8
2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของแป้งกล้วยที่ได้จากคู่อบแห้งและคู่อบพลังงานแสงอาทิตย์.....	11
2.4 คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยหอมและแป้งกล้วยไข่.....	12
2.5 ลักษณะกล้วยที่ระยะการสุกต่างๆ.....	16
2.6 ปริมาณเมล็ดศตวรรษขนาดต่างๆ(เปอร์เซ็นต์)ที่พบในกล้วยที่มีระยะการสุกต่างๆ.....	18
2.7 กำลังการพองตัวและความสามารถในการละลายน้ำของศตวรรษจากกล้วยที่มีระยะการสุกต่างๆ.....	18
2.8 คุณสมบัติทางกายภาพของศตวรรษจากกล้วยสายพันธุ์มาร์โชและคริโอโล.....	21
2.9 การเปลี่ยนแปลงความร้อนในระหว่างกระบวนการเจลาตีไนเซชัน.....	24
2.10 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยจากกล้วยสายพันธุ์ต่างๆ.....	28
2.11 Onset temperature (To), Peak temperature(Tp), Completion temperature(Tc) และ Gellatinization enthalpy (ΔH) ของแป้งจากกล้วยสายพันธุ์ต่างๆ เมื่อตรวจสอบโดย Differential Scanning Calorimetry (DSC).....	29
2.12 คุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งจากกล้วยสายพันธุ์ต่างๆ เมื่อตรวจสอบโดย Rapid Visco Analyzer (RVA).....	29
4.1 จำนวนสปีดที่หลังแทงปลีจนเก็บเกี่ยว ความยาวเส้นรอบวง และอัตราส่วนเปลือกต่อเนื้อของกล้วยน้ำว้าที่ระยะความแก่ต่างๆ.....	38
4.2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยน้ำว้า.....	41
4.3 ปริมาณศตวรรษ อะไมโลส และน้ำตาลทั้งหมดของแป้งกล้วย.....	42
4.4 ค่าสีของแป้งกล้วยน้ำว้าโดยค่า L(ค่าความสว่าง) ค่า a (ค่าสีแดง) ค่า b (ค่าสีเหลือง).....	46
4.5 คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยน้ำว้า.....	50
4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆบนเส้นโค้งความหนืดของแป้งกล้วยน้ำว้าจากการตรวจสอบโดยเครื่องRVA.....	57
ก1 ค่ามาตรฐานการดูดกลืนแสงในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส.....	73
ก2 ค่ามาตรฐานการดูดกลืนแสงในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด.....	75
ค1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลกล้วยที่มีระยะความแก่ต่างๆ.....	81

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก2 ปริมาณผลผลิตแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแตกต่างกัน เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและการตากแดด.....	81
จ1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นรอบวง และอัตราส่วนของเปลือกต่อเนื้อกล้วยที่มีระยะความแตกต่างกัน.....	88
จ2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและการตากแดด.....	89
จ3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและการตากแดด.....	90
จ4 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและการตากแดด.....	91
จ5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและการตากแดด.....	92
จ6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่า L(ค่าความสว่าง) a (ค่าสีแดง) b (ค่าสีเหลือง) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและการตากแดด.....	93
จ7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่า L(ค่าความสว่าง) a (ค่าสีแดง) b (ค่าสีเหลือง) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและการตากแดด.....	94
จ8 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่า L(ค่าความสว่าง) a (ค่าสีแดง) b (ค่าสีเหลือง) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและการตากแดด.....	95
จ9 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่า L(ค่าความสว่าง) a (ค่าสีแดง) b (ค่าสีเหลือง) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและการตากแดด.....	96
จ10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ Peak viscosity, Holding strength, Break down Final viscosity, Set back, Peak time และ Peak temperature เมื่อตรวจสอบด้วย RVA ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและการตากแดด.....	97

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่

หน้า

จ11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ Peak viscosity, Holding strength, Break down Final viscosity, Set back, Peak time และ Peak temperature เมื่อตรวจสอบด้วย RVA ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง และการตากแดด.....	98
จ12 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ Peak viscosity, Holding strength, Break down Final viscosity, Set back, Peak time และ Peak temperature เมื่อตรวจสอบด้วย RVA ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง และการตากแดด.....	99
จ13 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ Peak viscosity, Holding strength, Break down Final viscosity, Set back, Peak time และ Peak temperature เมื่อตรวจสอบด้วย RVA ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง และการตากแดด.....	100
จ14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วย ที่มีระยะความแก่ต่างกัน เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง.....	101
จ15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วย ที่มีระยะความแก่ต่างกัน เมื่อทำแห้งโดยการตากแดด.....	102
จ16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสตาร์ช อะไมโลส และน้ำตาลทั้งหมดจากแป้งกล้วย ที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ต่างกัน เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง.....	103
จ17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสตาร์ช อะไมโลส และน้ำตาลทั้งหมดจากแป้งกล้วย ที่มีระยะความแก่ต่างกัน เมื่อทำแห้งโดยการตากแดด.....	103
จ18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L a b จากแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มี ระยะความแก่ต่างกัน เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง.....	104
จ19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L a b จากแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มี ระยะความแก่ต่างกัน เมื่อทำแห้งโดยการตากแดด.....	104
จ20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าต่างๆบนเส้นโค้งความหนืดจากการตรวจสอบด้วย RVA ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ต่างกันเมื่อทำแห้ง โดยใช้ตู้อบแห้ง.....	105

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่

หน้า

จ21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าต่างๆบนเส้นโค้งความหนืดจากการตรวจสอบด้วย RVA ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ต่างกันเมื่อทำแห้ง โดยการตากแดด.....	106
---	-----



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงรูปร่างตามขวางของผลกล้วยเมื่ออายุต่างกัน.....	8
2.2 แสดงรูปร่างและขนาดเมล็ดสตาร์ชจากกล้วยดิบ.....	14
2.3 แสดงลักษณะเมล็ดสตาร์ชจากกล้วยสุก.....	14
2.4 แสดง Brabender viscoamylograms ของสตาร์ชจากกล้วยที่ความเข้มข้น 4, 5, 6, 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์.....	15
2.5 แสดงรูปแบบการพองตัวของเมล็ดสตาร์ชจากกล้วยเปรียบเทียบกับสตาร์ชจากมันฝรั่ง มันสำปะหลัง ถั่วเขียวและไมโล.....	15
2.6 แสดงรูปแบบการละลายของสตาร์ชจากกล้วยเมื่อเปรียบเทียบกับสตาร์ชมันฝรั่ง มันสำปะหลัง และไมโล.....	16
2.7 แสดงลักษณะรูปร่างของเมล็ดสตาร์ชจากกล้วย (1) Normal light (2) Polarized light.....	17
2.8 แสดง Brabender viscoamylograms ของ (1) แป้งกล้วยน้ำว้า (2) แป้งกล้วยหักมุก.....	20
2.9 แสดงความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water retention capacity) ของสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์ไซและคริโอโล.....	22
2.10 แสดงความสามารถในการละลายน้ำ (Solubility) ของสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์ไซและคริโอโล.....	22
2.11 แสดงความสามารถในการพองตัว (Swelling) ของสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์ไซและคริโอโล.....	23
2.12 แสดงความหนืดของของผสมสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์ไซและคริโอโลที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบโดย Brookfield viscometer ด้วย Spindle No.3 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อวัดความหนืดที่ความเร็วรอบต่างๆ.....	23
2.13 แสดง DSC thermograms ของสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์ไซและคริโอโล.....	25
2.14 แสดง X-ray diffraction patterns ของสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์ไซและคริโอโล.....	25
2.15 แสดง RVA viscoamylograms ของสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์ไซและคริโอโล.....	26
2.16 แสดงค่าความใส (Clarity) ของของผสมสตาร์ชจากกล้วยที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บไว้ที่ 1) อุณหภูมิห้อง 2) อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสสายพันธุ์มาร์ไซและคริโอโล.....	26
2.17 แสดง RVA viscoamylograms ของแป้งจากกล้วยสายพันธุ์ Nanicao, Nanica และ Ouro colatina.....	30
2.18 แสดง RVA viscoamylograms ของแป้งจากกล้วยสายพันธุ์ Mysore.....	30

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.19 แสดง RVA viscoamylograms ของแป้งจากกล้วยสายพันธุ์ Prata ana, Prata comum, Musa และ Ouro da mata.....	31
3.1 แสดงขั้นตอนการผลิตแป้งกล้วย.....	37
4.1 แสดงลักษณะของแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ 1) ตู้อบแห้ง 2) ตากแดด.....	45
4.2 แสดงรูปร่างเม็ดแป้งกล้วยน้ำว้าที่ผลิตจากกล้วยระยะความแก่ต่างๆ ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง..	47
4.3 แสดงรูปร่างเม็ดแป้งกล้วยน้ำว้าที่ผลิตจากกล้วยระยะความแก่ต่างๆ ทำแห้งโดยใช้แสงแดด..	48
4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแก่ของกล้วยและคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยน้ำว้าเมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง.....	51
4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแก่ของกล้วยและคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยน้ำว้า เมื่อทำแห้งโดยใช้แสงแดด.....	52
4.6 แสดงกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งกล้วยด้วยเครื่อง RVA.....	56
ก1 แสดงกราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส.....	74
ก2 แสดงกราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด.....	75
ข1 แสดงตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดด้วยเครื่อง RVA.....	79
ง1 แสดงการทำความสะอาด คัดแยกกล้วยตามระยะความแก่ และการนึ่งกล้วย.....	83
ง2 แสดงการทำให้เย็น การปอกเปลือก และหั่นเป็นแว่นตามขวาง.....	84
ง3 แสดงการทำแห้งกล้วยด้วยวิธีใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด.....	85
ง4 แสดงเครื่องบดกล้วยและลักษณะแป้งกล้วยที่ผลิตได้.....	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แป้งเป็นอาหารหลักที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ ที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย จากคุณสมบัติเฉพาะของแป้งจึงได้มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของอาหารให้เกิดเจต ควบคุมความคงตัวและเนื้อสัมผัสของอาหารจำพวกซอส ซุป และน้ำปรุงรสอาหาร ป้องกันเนื้อสัมผัสของอาหารเสียรูปเนื่องจากกระบวนการแช่แข็งและละลาย (Freeze-thaw) สภาวะกรด การพาสเจอร์ไรซ์ (Pasteurization) และสเตอริไลเซชัน (Sterilization) เป็นต้น

นอกจากใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแล้ว ยังมีการนำแป้งมาใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมอาหารและยา อุตสาหกรรมกาว และอุตสาหกรรมแป้งคัดแปร เป็นต้น รูปแบบการใช้ประโยชน์จากแป้งในอุตสาหกรรมต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงไปตลอด การคิดค้นใหม่ๆทำให้เกิดความต้องการแป้งชนิดใหม่เพิ่มขึ้น

วัตถุดิบส่วนใหญ่ที่ใช้ในการผลิตแป้งจะเป็นพืชประเภทหัว และธัญพืชชนิดต่างๆก็ตาม นอกจากนี้ยังมีผลไม้บางชนิดที่สามารถนำมาทำแป้งได้ เช่น กกล้วย และทุเรียน เป็นต้น ซึ่งเป็นพืชที่ให้ผลและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เมื่อเทียบกับผลไม้ประเภทอื่นๆ กกล้วยดิบมีคาร์โบไฮเดรตซึ่งอยู่ในรูปของสตาร์ช (Starch) สูง เมื่อกกล้วยเริ่มสุกสตาร์ชจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลให้ความหวานและมีกลิ่นหอม

กล้วยจัดเป็นพืชล้มลุก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Musa sapientum* มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จักกันดี ที่เป็นเช่นนี้เพราะกล้วยปลูกได้ทุกพื้นที่และทุกภูมิภาคของประเทศ เป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว ดูแลรักษาง่าย ทนสภาพดินฟ้าอากาศ ไม่ต้องใช้สารเคมีในการเจริญเติบโต การบริโภคกล้วยจึงปลอดภัยไม่มีสารพิษ ทั้งยังมีผลตลอดปีอีกด้วย นอกจากนี้ยังเป็นที่ยอมรับบริโภคภายในประเทศแล้ว ปัจจุบันยังมีการส่งออกกล้วยสดไปยังต่างประเทศแถบเอเชียและยุโรปแต่ยังไม่ได้มีปริมาณมากนัก กล้วยเป็นผลไม้ที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำ คาร์โบไฮเดรต จำพวกแป้งและน้ำตาล มีปริมาณของไขมันและโปรตีนน้อยมาก ในเปลือกของกล้วยน้ำว้าประกอบด้วยธาตุโปแตสเซียม แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส โซเดียมและแมกนีเซียม นอกจากนี้ในกล้วยยังมีวิตามินบีหนึ่ง (Thiamine) บีสอง (Riboflavin) วิตามินซี (Ascorbic) และ ไนอะซิน (Niacin) โดยทั่วไปกล้วยมีคุณภาพในทางอาหารใกล้เคียงกับมันฝรั่ง (บางเขน 1074(นามแฝง),2542) รับประทานเมื่อสุกได้ทุกเพศทุกวัย นำไปประกอบอาหารได้ทั้งกล้วยดิบและสุก อีกทั้งยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อีก เช่น เบียร์ ไวน์ น้ำส้มสายชู น้ำผลกล้วย กล้วยผง กล้วยกระป๋อง และพิวรีกล้วย เป็นต้น

กล้วยน้ำว้านอกจากจะใช้ผลสุกรับประทานแล้ว กล้วยดิบสามารถใช้ทำแป้ง (Flour) ซึ่งทำได้โดยนำกล้วยน้ำว้าดิบมาทำให้แห้ง แล้วบดให้เป็นผง แป้งกล้วยน้ำว้าดิบนี้เป็นอาหารจำพวกแป้ง อาจนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ ขนมอบ ขนมไทยบางชนิด และทำเครื่องคัมประเภทกาแฟกล้วย (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2505)

เนื่องจากแป้งกล้วยมีปริมาณอะไมโลสสูง จึงทำให้มีคุณสมบัติพิเศษเหมาะที่จะนำมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบและขนมไทยได้ดี (ญานิศรา รัตอภา และคณะ, 2536) เกิดความหลากหลายในการแปรรูป เกิดการพัฒนาแป้งกล้วยในเชิงอุตสาหกรรมนำมาทำผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ ไม่ว่าจะเป็นคุกกี้ ขนมปัง ขนมขบเคี้ยวรวมถึงอาหารเสริมชนิดต่างๆ ที่เคยใช้แป้งสาลี สามารถหันมาใช้แป้งกล้วยแทนได้เป็นอย่างดี จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นเราสามารถทดแทนการนำเข้าแป้งสาลีได้บางส่วน ส่งเสริมให้มีการบริโภคสินค้าที่ผลิตภายในประเทศ และเกิดการสร้างงานและเพิ่มรายได้แก่เกษตรกร นอกจากนี้ยังเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ ปลอดภัยในการบริโภค

ดังนั้นแป้งกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีความน่าสนใจศึกษาถึงกระบวนการผลิตที่สามารถนำมาใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้และศึกษาถึงดัชนีที่มีความเหมาะสมในการเก็บเกี่ยววัตถุดิบสำหรับใช้ในการผลิตแป้งให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

1.2 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงดัชนีที่มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวกำหนดการเก็บเกี่ยวกล้วยน้ำว้าในระยะความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำดัชนีที่ได้ไปใช้ในการคัดเลือกวัตถุดิบเพื่อใช้ในการศึกษาถึงผลของวิธีการทำแห้ง โดยใช้ตู้อบแห้งและการทำแห้งด้วยการตากแดดตาก ในกระบวนการผลิตแป้ง และผลของระยะความแก่ของกล้วยที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วยที่ผลิตได้

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาดัชนีที่มีความเหมาะสมในการใช้กำหนดการเก็บเกี่ยววัตถุดิบ

1.3.2 เพื่อศึกษาถึงผลของวิธีการทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้งที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วย

1.3.3 เพื่อศึกษาถึงผลของระยะความแก่ที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล้วย

กล้วยเป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จักดี ที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะกล้วยเป็นผลไม้ที่ปลูกได้ทุกพื้นที่และทุกภูมิภาคของประเทศ เราจะพบกล้วยปลูกกันทั่วไป ทั้งมีผลตลอดปีอีกด้วย เป็นพืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ได้แทบทุกส่วน ผลของกล้วยใช้รับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก มีไขมันต่ำ มีวิตามิน และเกลือแร่ ให้พลังงานสูง จึงเหมาะสำหรับการบริโภคทุกเพศทุกวัย ในประเทศอุกันดามีประชาชนรับประทานกล้วยวันละ 4-4.5 กิโลกรัม ใช้แทนเนื้อสัตว์ได้ด้วย กล้วยเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าพอๆกับมันฝรั่ง เบญจมาศ สีลาข้อย(2538) คณะที่ปรึกษาของการวิจัยด้านการเกษตรนานาชาติ (Consultative Group on International Agricultural Research/CGIAR) ภายใต้การสนับสนุนโครงการสหประชาชาติ (United Nations Development Programme/UNDP) ได้จัดอันดับความสำคัญของกล้วยและกล้วย (Banana and Plantain) ว่าเป็นอาหารที่ประชากรโลกบริโภคสูงเป็นอันดับ 4 ของในแง่ปริมาณการผลิตรวมรองจากข้าว, ข้าวสาลี, และนม ตามลำดับ (เบญจมาศ สีลาข้อย, 2538)

กล้วยจัดเป็นพืชล้มลุก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Musa sapientum* มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คนในแถบนี้ได้ใช้ประโยชน์จากกล้วยมานานแล้ว ผลของกล้วยที่นำมารับประทานเป็นพันธุ์ที่กลายพันธุ์มาจากกล้วยป่าที่มีรสหวาน จึงทำให้คนได้นำกล้วยชนิดนี้มาปลูกภายในบริเวณบ้านเพื่อจะได้ไม่ต้องออกไปหาในป่าและต่อมาก็ได้มีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น ในสมัยโบราณมีหลักฐานระบุว่าชาวชาวได้เดินเรือติดต่อกับแอฟริกาตะวันออก ได้มีการเอากล้วยไปเป็นสินค้าแลกเปลี่ยน การกระจายพันธุ์ของกล้วยได้อย่างอิงถึงกล้วยในอินเดีย เมื่อ 600 ปีก่อนคริสตกาลและเกิดการกลายพันธุ์เมื่อ 2000 ปีมาแล้ว ส่วนในแถบเมดิเตอร์เรเนียนเริ่มมีการปลูกกล้วย ตั้งแต่ ค.ศ. 650 ระหว่างนี้ชาวอาหรับได้ติดต่อค้าขายกับชาวแอฟริกัน มีการนำกล้วยเข้ามาไปยังแอฟริกา ต่อมาราวศตวรรษที่ 15 ชาวยุโรปได้สำรวจแอฟริกาตะวันตกพบที่มีการปลูกกล้วยอยู่อย่างแพร่หลาย ใน ค.ศ. 1400 ชาวโปรตุเกสได้นำกล้วยจากแอฟริกาตะวันตกไปยังหมู่เกาะคานารี ตั้งแต่นั้นมาก็มีการแพร่หลายสู่ซีกโลกตะวันตก ตอนต้นศตวรรษที่ 16 มีการนำสายพันธุ์กล้วยไปยังซานตาโดมิโก สายพันธุ์แรกๆที่ชาวตะวันตกรู้จักคือ Silk Fig และ Franch Plantain ต้นศตวรรษที่ 19 ได้มีการนำพันธุ์กล้วยหอมทอง (Gros Michael) และพันธุ์กล้วยหอมค่อม (Dwarf Cavandish) เข้ามาปลูกยังหมู่เกาะคาริบเบียน แล้วต่อมาจึงได้มีการนำเข้าไปยังทวีปอเมริกา (สุนทรีย์ แสงสีโชติ, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการเปิดดูทั้งคืน อีกห้าวันมิให้คำปรึกษาแล้วต้องอ้างอิงถึงเจ้าคุณเอกสารทุกครั้งที่มี
 สำหรับประเทศไทยตามหลักฐานที่ปรากฏในจดหมายเหตุของลารูแบร์ ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ได้กล่าวถึงกล้วยวงช้างและกล้วยงาช้างว่า กล้วยวงช้างมีขนาดและรูปร่าง

คล้ายไส้กรอก เปลือกสีเขียวขณะยังดิบแต่เมื่อสุกจะเป็นสีเหลืองและมีจุดสีดำอยู่ประปราย เปลือกแยกออกจากเนื้อที่นุ่มได้ง่ายส่วนกล้วยงาช้างนั้นผลยาวเป็นเหลี่ยม เปลือกสีเขียวขณะยังดิบอยู่ เนื้อค่อนข้างแข็ง เนื่องจากกล้วยมีถิ่นกำเนิดจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ดั้งที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ฉะนั้นจึงเป็นสิ่งยืนยันว่า กล้วยถือกำเนิดในประเทศไทยมาเป็นเวลานานแล้ว (สุนทรีย์ แสงสีโสศ, 2543)

กล้วยมีอยู่หลายชนิด ดังนั้น จึงมีชื่อเรียกกันมากมาย อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ได้แบ่งกลุ่มกล้วยไว้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ 5 กลุ่ม ดังนี้ (สุนทรีย์ แสงสีโสศ, 2543)

1. กล้วยป่าออร์นاتا (Wild ortana : *Musa ornata*) ในประเทศไทยปลูกมากแถบภาคเหนือ เรียกกันว่า กล้วยบัว แต่จังหวัดลำปางเรียกว่า กล้วยป่า

2. กล้วยป่าอะคิวมินาตา (Wild acuminata : *Musa acuminata*) ในกลุ่มนี้มีอยู่ 5 ชนิด malaccensis, microcarpa, seamea, banksii และ burmanica ปลูกแพร่หลายในประเทศไทย จึงเรียกว่ากล้วยทองหรือกล้วยแฉะ

3. กล้วยป่าบาลบิเซียนา (Wild balbisiana : *Musa balbis*) ปลูกกันแพร่หลายทั่วประเทศมีชื่อเรียกว่า กล้วยตานี

4. กล้วยพันธุ์อะคิวมินาตา (Acuminata cultivars) กล้วยกลุ่มนี้มีหลายพันธุ์เช่น กล้วยเล็บมือนาง กล้วยไข่ กล้วยหอม กล้วยหอมทอง กล้วยหอมเขียว กล้วยหอมค่อม

5. กล้วยลูกผสมอะคิวมินาตา กับ บาลบิเซียนา (Acuminata balbisiana) พันธุ์กล้วยในกลุ่มนี้ได้แก่ กล้วยดังกา กล้วยน้ำ กล้วยหักมุก กล้วยน้ำว้า กล้วยส้ม

ปัจจุบันกล้วยที่นิยมปลูกแพร่หลายในประเทศไทยได้แก่ กล้วยหอมทอง กล้วยหอมเขียว กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า ส่วนพันธุ์กล้วยที่นิยมปลูกเป็นสินค้าออกในประเทศกลุ่มอเมริกาและอเมริกาใต้ ได้แก่ กล้วยหอมทอง กล้วยหอมค่อม, Golden Beauty ประเทศออสเตรเลียและควีนแลนด์นิยมปลูกกล้วยหอมค่อม, Robusta หมู่เกาะคานารีนิยมปลูกพันธุ์กล้วยหอมค่อม

เนื่องจากกล้วยเป็นพืชที่ปลูกง่ายและทนต่อสภาพอากาศได้ดีกล้วยจึงมีการปลูกอยู่ทั่วโลก แต่ภูมิภาคที่เหมาะสมที่สุดคือพื้นที่เมืองร้อนแถบเอเชีย อเมริกาใต้ และแอฟริกา ในปี พ.ศ. 2543 ผลผลิตกล้วยทั่วโลกรวมกันประมาณ 100 ล้านเมตริกตัน โดยประเทศอินเดียมีผลผลิตกล้วยมากที่สุดรวม 13.9 ล้านเมตริกตัน ส่วนประเทศไทยมีผลผลิตกล้วย 1.72 ล้านเมตริกตัน จัดอยู่ในอันดับที่ 16 ของโลก และเป็นอันดับที่ 5 ของทวีปเอเชีย รองจาก อินเดีย จีน ฟิลิปปินส์ และ อินโดนีเซีย (FAO, 2000)

นอกจากนี้กล้วยยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของบางประเทศโดยเฉพาะประเทศแถบอเมริกาใต้ โดยประเทศโคลอมเบียส่งออกกล้วยมากที่สุดในโลก 4.06 ล้านเมตริกตัน (FAO, 1999) และประเทศไทยมีการส่งออกกล้วยไปขายยังต่างประเทศด้วย 70,000 เมตริกตัน โดยเฉพาะกล้วยไข่ และกล้วยหอมผลสด ซึ่งได้รับความนิยมจากต่างประเทศ แต่ถึงอย่างไรก็ตามการส่งออกกล้วยของประเทศไทย ยังนับว่ามีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับสินค้าเกษตรอื่นๆ ของประเทศ (กรมศุลกากร, 2543)

ประกอบกับการปลูกกล้วยยังเป็นพืชที่ปลูกในครัวเรือนเพื่อใช้เป็นอาหารและเป็นรายได้เสริมสำหรับครอบครัว ยังไม่มีการส่งเสริมให้ปลูกเป็นอาชีพหลักกันอย่างจริงจัง ผลผลิตกล้วยที่ได้จึงมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานเมื่อเทียบกับประเทศอื่น

การส่งออกกล้วยและผลิตภัณฑ์จากกล้วยก็เป็นช่องทางหนึ่งในการสร้างรายได้และนำเงินตราเข้าประเทศ เพราะนอกจากการบริโภคกล้วยในรูปผลสดแล้ว ยังมีการแปรรูปกล้วยเพื่อการบริโภคอีกหลายรูปแบบ การแปรรูปที่น่าสนใจได้แก่ กล้วยกระป๋อง กล้วยน้ำว้าหรือกล้วยไข่สุกปอกเปลือกฝานบางๆ หรือบรรจุทั้งผลในน้ำเชื่อมซึ่งอาจจะนำไปปรับปรุงเป็นกล้วยบวชชีและอื่นๆ ได้

ปี 2541 ประเทศไทยส่งออกกล้วยกระป๋องจำนวน 193 ตัน มูลค่า 5.9 ล้านบาท โดยส่งออกยังสหรัฐอเมริกามากที่สุดจำนวน 81.8 ตัน มูลค่า 2.3 ล้านบาท แคนาดา 35.5 ตัน มูลค่า 1.19 ล้านบาท ฝรั่งเศส 38.7 ตันมูลค่า 1.17 ล้านบาท ส่วนที่เหลือส่งออกไปยัง 6 ประเทศทางยุโรปรวมทั้งญี่ปุ่นและออสเตรเลีย ผลิตภัณฑ์กล้วยที่สำคัญและน่าสนใจอีกชนิดหนึ่งคือ พิวรีกกล้วยโดยใช้กล้วยสุกอบบดละเอียด ไม่ได้สารกันบูดและน้ำตาล บรรจุในกระป๋องขนาดเบอร์ 10 หน้า 3.3 กิโลกรัม และกระป๋องขนาดใหญ่ 55 แกลลอนหน้า 231 กิโลกรัม ในสภาพปลอดเชื้อแล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 109 องศาเซลเซียส 10 นาที หลังจากนั้นนำไปเก็บไว้ในห้องสะอาดแห่งที่มีอุณหภูมิระหว่าง 0-21.1 องศาเซลเซียส เก็บไว้ได้ไม่เกิน 3 เดือน สามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิดด้วยการผสมกับนมหรือทำขนมอบต่างๆ ตลาดต่างประเทศที่รับซื้อผลิตภัณฑ์นี้ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา เยอรมนี อังกฤษ ฝรั่งเศส อิตาลี เนเธอร์แลนด์ ออสเตรเลีย สวิตเซอร์แลนด์ สเปน ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น เป็นต้น (บางเขน 1074(นามแฝง), 2542)

นอกจากนี้ยังมีการแปรรูปกล้วยเป็น กล้วยตาก กล้วยฉาบ มีการแปรรูปกล้วยคิบเป็นแป้งกล้วย และการประยุกต์ใช้แป้งกล้วยในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ อาทิ เช่น เค้ก พาย คุกกี้ โดนัท ขนมปัง และขนมไทยบางชนิด เป็นต้น (วลัย หุตะ โกวิท และคณะ, 2542) ในประเทศแถบแอฟริกันมีการนำกล้วยสุกมาหมักเพื่อทำเบียร์และไวน์และเป็นที่นิยมดื่มกันภายในประเทศ ตัวอย่างเช่นประเทศอูกานดา มีชื่อเรียกเฉพาะว่า Waragi ส่วนในประเทศฝรั่งเศส ซึ่งขึ้นชื่อเรื่องการผลิตไวน์ชั้นดีได้มีการพัฒนาการผลิตไวน์จากกล้วย ซึ่งเป็นไวน์ที่มีรสชาติดี (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2538)

2.2 กล้วยน้ำว้า

กล้วยน้ำว้า มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า [*Musa* (ABB group)] ‘Kluai Nam wa’ ชื่อเรียกอื่นๆตามภูมิภาค เช่น กล้วยใต้ (เชียงใหม่ เชียงราย) กล้วยตานีอ่อน (อุบลราชธานี) กล้วยมะลิอ่อน (จันทบุรี) กล้วยอ่อน (ชัยภูมิ) มีชื่อสามัญ Pisang Awak (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2538)

กล้วยน้ำว้ามีลำต้นเทียมสูงไม่เกิน 3.5 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 15 เซนติเมตร กาบกล้วยน้ำว้ามีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ มีรสขมเล็กน้อย มีประโยชน์ต่อสุขภาพและต้องล้างอย่างถี่ถ้วนก่อนรับประทาน ใบสีเขียวอ่อน มีประจำเล็กน้อย ด้านในสีเขียวอ่อน ก้านใบมีร่องค่อนข้างแคบเส้นกลางใบสีเขียว ก้านช่อดอกไม่มีขน ใบประดับรูปไข่ค่อนข้างป้อม ม้วนงอขึ้นปลายป้านด้านบนสีแดงอม

ม่วงมีนวล ด้านล่างสีแดงเข้ม เครือหนึ่งมี 7-10 หวี หวีหนึ่งมี 10-16 ผล ผลใหญ่กว่ากล้วยไข่ กว้าง 3-4 เซนติเมตร ยาว 11-13 เซนติเมตร มีเหลี่ยม ก้านผลยาว ผลมีความยาวใกล้เคียงกับกล้วยไข่ เปลือกหนากว่ากล้วยไข่ เมื่อสุกเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อสีขาว รสหวาน ที่แกนกลางหรือเรียกว่า ใ้กลาง มีสีเหลือง ชมพู หรือขาว ซึ่งทำให้สามารถแบ่งออกตามสีของแกนกลางได้เป็นกล้วยน้ำว้าเหลือง กล้วยน้ำว้าแดง และกล้วยน้ำว้าขาว

กล้วยน้ำว้า ปลูกทั่วทุกภาคของประเทศไทย เป็นที่นิยมบริโภค โดยทั่วไปพื้นที่ปลูกมากได้แก่ ภาคกลางที่จังหวัดอ่างทอง และสิงห์บุรี ภาคเหนือที่ กำแพงเพชร เชียงราย เชียงใหม่ นครสวรรค์ พิจิตร โลก และเพชรบูรณ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา อุรธานี ภาคตะวันออกที่จังหวัดชลบุรี ภาคตะวันตกที่จังหวัดเพชรบุรี ภาคใต้ที่จังหวัดชุมพร นครศรีธรรมราช และสงขลา ปริมาณการปลูกและผลผลิตกล้วยน้ำว้าในระยะ 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 ถึง พ.ศ. 2544 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น กล่าวคือ ในปี พ.ศ. 2535 มีเนื้อที่ปลูกเป็น 620,321 ไร่ ผลผลิตรวม 923,253.40 ตัน ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 2.87 บาท ปี พ.ศ. 2539 มีเนื้อที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นเป็น 765,754 ไร่ ผลผลิตรวม 1,302,863.25 ตัน ราคาขายเฉลี่ยกิโลกรัมละ 3.84 บาท นอกจากนี้จะสังเกตได้ว่า กล้วยน้ำว้าให้ผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรให้ความสำคัญกับการปลูกกล้วยน้ำว้า และใส่ใจกับผลผลิตมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2535 กล้วยน้ำว้าให้ผลผลิต 1,809 กิโลกรัมต่อไร่ และเพิ่มขึ้นเป็น 2,322 กิโลกรัมต่อไร่ในปี พ.ศ. 2544 ราคากล้วยน้ำว้าไม่ได้เพิ่มขึ้นมากนักในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 พื้นที่การปลูกและผลผลิตกล้วยน้ำว้า ปีการเพาะปลูก 2535/36 ถึง 2543/44

ปี	เนื้อที่การปลูก (ไร่)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก/ไร่)	ผลผลิตรวม (ล้าน กก.)	ราคาขายเฉลี่ย (บาท/กก.)
2535/36	620,321	1,809	923,253.40	2.87
2536/37	679,521	1,832	1,015,809.48	3.09
2537/38	707,559	1,886	1,095,474.65	3.16
2538/39	731,006	1,974	1,180,465.03	3.31
2539/40	765,754	2,133	1,302,863.25	3.41
2540/41	805,991	2,180	1,435,092.35	3.50
2541/42	779,206	1,929	1,229,502.58	4.30
2542/43	765,658	2,224	1,367,452.24	4.50
2543/44	804,306	2,322	1,568,576.63	3.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร (2544)

เนื้อกล้วยน้ำว้ามีคุณค่าทางโภชนาการมาก ใช้รับประทานสดเป็นอาหารเด็กก่อน และทำเป็นขนมได้หลากหลาย เช่น ขนมกล้วย กล้วยทอด กล้วยบวชชี กล้วยตาก กล้วยฉาบ และกล้วยกวน กล้วยตากสามารถทำเป็นสินค้าส่งขายต่างประเทศ โดยกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในอำเภอสังขม จังหวัดหนองคาย และกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรในอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก กล้วยตากทำจากกล้วยน้ำว้าชาวพันธุ์มะลิอ่อง นิยมทำจากกล้วยที่สุกงอมแล้วปอกเปลือกเอาแต่เนื้อกล้วยไปตากแดด 1-2 แดด นำไปคลึงและกดแบนไม่มีการใส่น้ำตาล ปัจจุบันได้ใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาทำเป็นเตาอบขนาดใหญ่หรือเตาอบด้วยไฟฟ้าเชื้อเพลิงอื่น กล้วยตากที่ได้สะอาดไม่มีแมลงวันตอม และฝุ่นละอองเจือปน เท่าที่ทราบประเทศอุกันดาผลิตกล้วยตากออกจำหน่ายด้วย

สหภาพยุโรปได้กำหนดมาตรฐานกล้วยตากไว้ดังนี้ ผลกล้วยตากมีสีเหลืองทองสม่ำเสมอ เนื้อแน่น รสหวาน ไม่มีน้ำตาลเคลือบ ไม่มีเชื้อรา ไม่มีแบคทีเรียและแมลงปะปน บรรจุในถุงพลาสติกหนัก 250 และ 500 กรัม แล้วใส่ในกล่องกระดาษหนัก 12.5 กิโลกรัม กล้วยตากแบ่งตามความยาวมี 3 ชั้นดังนี้ ชั้น 1, 2 และ 3 มีความยาวไม่ต่ำกว่า 4.5 นิ้ว 4-4.5 นิ้ว และต่ำกว่า 4 นิ้ว ตามลำดับ หนึ่งมีบางประเทศนำผลกล้วยมาแปรรูปเป็น เบียร์ ไวน์ น้ำผลกล้วย กล้วยผง แป้งกล้วย กล้วยกระป๋อง พิวรีกล้วย (บางเขน 1074 (นามแฝง), 2542)

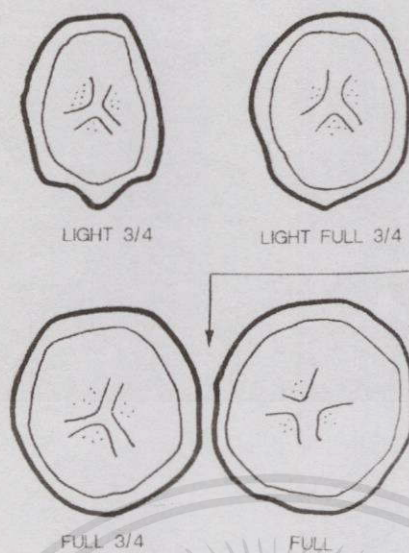
2.3 ดัชนีการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวกล้วยมักจะเก็บเกี่ยวเมื่อกล้วยมีความแก่ต่างๆ กัน ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาการขนส่ง ถ้าหากต้องมีการขนส่งไปยังที่ไกลๆ หรือเพื่อส่งออกที่ต้องใช้เวลาเดินทางนาน เช่นตลาดต่างประเทศจะเก็บเกี่ยวเมื่อผลยังมีเหลี่ยม คือยังแก่ไม่เต็มที่ที่มีความแก่ประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ ถ้าต้องส่งไปต่างจังหวัดภายในประเทศ ควรเก็บเมื่อแก่เต็มที่ ซึ่งจะสุกภายใน 1-2 สัปดาห์ แต่ถ้าส่งตลาดภายในจังหวัดหรือบริเวณใกล้ๆ ควรเก็บเกี่ยวผลที่แก่เต็มที่ ซึ่งจะสุกภายในไม่ถึงสัปดาห์

มาตรฐานความแก่ของกล้วยขึ้นอยู่กับเหลี่ยมของผลกล้วย ดังนี้ (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2538)

- Full หมายถึง ผลที่ไม่มีเหลี่ยมเลยเรียกว่าแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์
- Full 3/4 หมายถึง ผลที่มีเหลี่ยมแต่ไม่ชัดเจน มีความแก่ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์
- Light Full 3/4 หมายถึง ผลที่มีเหลี่ยมเห็นชัด มีความแก่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์
- Light 3/4 หมายถึง ผลมีขนาดครึ่งหนึ่งของผลที่โตเต็มที่ หรือมีความแก่ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แสดงรูปร่างตามขวางของผลกล้วยเมื่ออายุต่างกัน

ที่มา : เบญจมาศ ศิลาชัย (2538)

การเก็บเกี่ยวมักจะเก็บเกี่ยวที่ความแก่ 80-100 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับตลาดและข้อตกลงซึ่งมีระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย อย่างไรก็ตามการดูความแก่ที่เหลี่ยมนี่จะใช้ได้กับกล้วยที่รับประทานผลสดเท่านั้น เช่น กล้วยไข่ กล้วยหอม แต่ใช้ไม่ได้กับกล้วยหักมุก กล้วยกล้วย กล้วยหิน เพราะกล้วยเหล่านี้จะมีเหลี่ยมชัดเจนถึงแม้จะแก่เต็มที่ ฉะนั้นจึงดูที่ผิวของผลและอายุเป็นหลักเกณฑ์

การวัดความแก่ของกล้วยโดยทั่วไปจึงนิยมนับจำนวนวันตั้งแต่กล้วยแทงช่อดอก หรือแทงปลีออกมา จนถึงวันเก็บเกี่ยวซึ่งผู้ปลูกควรทราบ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความแก่ของกล้วยชนิดต่างๆสำหรับตลาดในประเทศ

พันธุ์	จำนวนสัปดาห์หลังแทงปลี
กล้วยไข่	6-8
กล้วยหอม	13-15
กล้วยน้ำว้า	14-16
กล้วยหักมุก	14-16

ที่มา : เบญจมาศ ศิลาชัย (2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนับจำนวนวันเช่นนี้เป็นวิธีการที่นิยมและเป็นที่ยอมรับได้แต่ต้องทำมาเป็นเวลาหลายๆปีก่อนที่จะนำมาใช้ได้เพื่อให้ได้ผลที่แน่นอน จำนวนตั้งแต่เริ่มปลูก คอกบาน หรือเริ่มออกดอกจนกระทั่งวันที่เก็บเกี่ยวได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ การใช้จำนวนวันนี้จะได้ผลแน่นอนมากเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในแต่ละปีมีน้อย และช่วงเวลาที่ดอกเริ่มบานหรือออกดอกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวได้ควรจะสั้นด้วย อย่างไรก็ตามจำนวนวันดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงไปตามพันธุ์ แหล่งปลูก ฤดูปลูกและการดูแลรักษา

สำหรับตลาดต่างประเทศ ส่วนมากจะใช้การวัดขนาดโดยใช้คาลิปเปอร์ ซึ่งออกมาเป็นหน่วย 1/32 นิ้ว โดยการวัดที่ผลกลางของหัวที่สอง ขนาดของผลควรประมาณ 40/32-48/32 นิ้ว ในกล้วยหอมกลุ่มคาเวนดิช จะใช้เวลาประมาณ 12 สัปดาห์ ดังนั้นการติดแถบสีให้โผล่พื้นลงมาจากถุงจะทำให้เราเห็นว่าควรจะเก็บเกี่ยวเมื่อไร ในการตัดกล้วยหอมกลุ่มคาเวนดิชอาจจะอยู่ระหว่าง 60-85 วัน ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ปลูกและการดูแล ควบคุมอุณหภูมิ ถ้าอากาศร้อนจำนวนวันตั้งแต่แทงปลีจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 80 วัน ถ้าอากาศหนาวอาจจะเป็น 120 วัน ในกลุ่มกล้วย AAA แต่ในกลุ่ม ABB อาจถึง 180 วัน (เบญจมาศ สีลาชัย, 2538)

นอกจากนี้การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของกล้วย เป็นวิธีการที่ดีในการตัดสินความแก่หรือระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวได้เช่นกัน เพราะเป็นวิธีที่ค่อนข้างจะมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อรสชาติของผลไม้ ในระยะแรกของการเจริญเติบโตของผลกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิช ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ซิง และน้ำตาลนัย-รีดิวส์ซิงจะต่ำมาก และหลังจากนั้น 115 วัน ปริมาณน้ำตาลรวมทั้งยังคงต่ำอยู่ แต่เมื่อเริ่มแก่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยจะมีการเพิ่มปริมาณของกลูโคสและฟรุคโทส ซึ่งการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของน้ำตาลในผลกล้วยนี้จึงเป็นวิธีบอกความแก่ของกล้วยได้หลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว ถ้าเก็บรักษากล้วยไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส พบว่าจะมีการเพิ่มปริมาณของน้ำตาลมากขึ้น ส่วนปริมาณแป้งในเนื้อกล้วยจะเพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 70 วัน จึงจะเริ่มลดลง ส่วนปริมาณของน้ำตาลทั้งหมด การปรากฏของกลูโคสและฟรุคโทส และการหยุดการเจริญของกล้วยสามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้เป็นอย่างดี แต่การใช้องค์ประกอบทางเคมีเพียงอย่างเดียวอาจให้ผลคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของผลผลิตขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและวิธีการดูแลรักษาในแปลงปลูกด้วย (คณัย บุญเกียรติ, 2540)

ดัชนีการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้มีข้อจำกัด ซึ่งทำให้ดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ผลไม่แน่นอน สิ่งที่ทำให้ดัชนีการเก็บเกี่ยวของผลไม้เปลี่ยนแปลงไปคือ ธาตุอาหาร ขนาดของผล อากาศและฤดูกาล ตำแหน่งของผลที่อยู่บนต้น ชนิดของดิน ความชื้นในดิน วิธีการตัดแต่ง และการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและสารเคมีอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปัจจัยดังกล่าวอาจทำให้อายุการเก็บเกี่ยวช้าหรือเร็วก็ได้ ถึงแม้ว่าจะมีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้ดัชนีการเก็บเกี่ยวเปลี่ยนแปลง แต่ถ้าอายุจะสามารถใช้ลักษณะหลายๆอย่างรวมเข้าด้วยกันเป็นตัวกำหนดระยะเวลาของการเก็บเกี่ยวในระยะที่ค่อนข้างจะถูกต้องได้ (สายชล เกตุษา, 2528)

2.4 แป้งกล้วย (Banana flour)

แป้งกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากผลกล้วยดิบเพราะในกล้วยดิบจะมีปริมาณแป้งมาก แป้งกล้วยมีการทำและขายกันในตลาดท้องถิ่นมาก่อน และเริ่มทำเป็นอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1982 ในประเทศอิเควดอร์ด้วยกล้วยหอมกลุ่มคาเวนดิช และมีการผลิตแป้งกล้วยกันเพิ่มมากขึ้นเป็นอุตสาหกรรม ในประเทศอิเควดอร์มีการผลิตประมาณปีละ 850 ตัน และประเทศคอสตาริกามีการผลิตปีละประมาณ 2,700 ตัน เพื่อใช้เป็นอาหารของเด็กทารก และคนชรา ปัจจุบันการนำกล้วยมาแปรรูปเป็นแป้งกล้วยนับเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจเพราะมีประชากรโลกจำนวนมากที่ใช้บริโภคแทนข้าว และล้วนเป็นประเทศที่มีปัญหาในด้านการผลิตซึ่งมีความต้องการในการนำเข้าสูงมาก เพื่อความมั่นคงทางอาหารของประเทศ (เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ, 2542)

2.4.1 วิธีการผลิต

Crowther (1979) กล่าวถึงวิธีการผลิตแป้งกล้วยไว้ดังนี้ นำกล้วยที่มีความแก่ Full $\frac{3}{4}$ มาล้างด้วยน้ำเย็น หลังจากนั้นจุ่มในน้ำที่มีอุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส และ 70-75 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาประมาณ 5-6 นาที ปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้วหนา $\frac{1}{4}$ นิ้ว นำไปรมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 20-25 นาที แล้วนำไปทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ (Tunnel dryer) ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 7-8 ชั่วโมง ความชื้นจะลดลงเหลือประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นบดเป็นผงผ่านตะแกรงด้วยเครื่องบด ได้แป้งกล้วย บรรจุในภาชนะที่สะอาดแห้ง และมีฝาปิด

จรรยา อุ่นสุวรรณ (2530) กล่าวถึงวิธีการผลิตแป้งกล้วยน้ำว่าโดยการตากแดดและใช้ลูกกลิ้งร้อน (Drum dryer) ไว้ดังนี้ วิธีการผลิตแป้งกล้วยน้ำว่าโดยการตากแดดทำได้โดย นำกล้วยน้ำว่าดิบล้างน้ำ นึ่งในลังถึง 10-20 นาที แล้วปอกเปลือก ตัดเนื้อกล้วยเป็นรูปสี่เหลี่ยมเล็กๆ หลังจากนั้นนำไปแช่ในสารละลายโซเดียม เมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ พีเอช 3.3 ปรับพีเอชด้วยกรดซิตริก นำกล้วยมาแช่นาน 5 นาที ตากแดดจนแห้ง ถ้าแดดจัดใช้เวลาประมาณ 2 วัน หลังจากนั้นบดเป็นผง ได้แป้งกล้วย บรรจุในภาชนะที่สะอาดแห้ง และปิดสนิท นอกจากนี้การผลิตแป้งกล้วยน้ำว่าโดยใช้ลูกกลิ้งร้อนทำได้โดย นำกล้วยน้ำว่าดิบล้างน้ำ นึ่งในหม้อความดันไอน้ำ 5-8 ปอนด์ ต่อดารางนึ่งประมาณ 3-5 นาที ปอกเปลือก หั่นเนื้อกล้วยเป็นชิ้นบางๆตามขวาง เดิมน้ำและโซเดียม เมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ พีเอช 3.3 ปรับพีเอชด้วยกรดซิตริก แล้วบดรวมกัน เทเข้าเครื่องลูกกลิ้งร้อนที่ 55-60 ปอนด์ต่อดารางนึ่ง หลังจากนั้นบดเป็นผง ได้แป้งกล้วย บรรจุในภาชนะที่แห้ง สะอาด และปิดฝาให้สนิท

ญาณิศา รัตอากาศ และคณะ (2536) ศึกษาผลของความร้อนในการนึ่งกล้วยที่อุณหภูมิ 250 องศาฟาเรนไฮต์ เพื่อช่วยในการปอกเปลือกและหั่นเนื้อกล้วยเป็นชิ้นเล็กๆ พบว่าควรนึ่งกล้วยไว้นาน 1 นาที เพื่อให้การปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นเล็กๆทำได้ง่าย และกล่าวถึงวิธีการผลิตแป้ง

กล้วยน้ำว้าและกล้วยหักมุกไว้ดังนี้ นำกล้วยน้ำว้าและกล้วยหักมุกดิบล้างน้ำ หนึ่งที่อุณหภูมิ 250 องศาฟาเรนไฮด์ 1 นาที ทำให้เย็น ปอกเปลือก และหั่นเป็นลูกเต๋ายาวขนาด 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร แช่ในสารละลายโพแทสเซียม เมตาไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ พีเอช 3.3 ปรับพีเอชด้วยกรดซิตริก แช่ประมาณ 4 นาที จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมง และบดด้วยเครื่อง Hammer mill และ Pin mill ได้แป้งกล้วยสีขาวนวล นำมาบรรจุในถุง Polyethylene เคลือบอะลูมิเนียมฟอยล์

เบญจมาศ สีลาชัย (2538) กล่าวถึงวิธีการผลิตแป้งกล้วยน้ำว้าไว้ดังนี้ โดยนำกล้วยดิบล้างน้ำ หนึ่ง 5 นาที ทำให้เย็น ปอกเปลือก หั่นเป็นแว่นๆ และแช่ในสารกัมพูด 0.01 เปอร์เซ็นต์ ผึ่งลมให้แห้ง แล้วนำมาทำแห้งอีกครั้งในตู้อบแห้ง ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ หลังจากนั้นบดด้วยเครื่องบด องค์กรประกอบของแป้งกล้วยที่ได้แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของแป้งกล้วยที่ได้จากตู้อบแห้งและตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

องค์ประกอบ	ตู้อบแห้ง	ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์
ความชื้น	9.19	10.80
Reducing sugar	1.03	3.09
Non reducing sugar	3.72	4.82
แป้ง	65.98	60.64
Crude fiber	0.93	1.15
โปรตีน	3.26	3.68

คัดแปลงมาจาก : เบญจมาศ สีลาชัย (2538)

กรรณา วงษ์กระจ่าง และคณะ (2539) ศึกษาผลของการใช้ความร้อนในการนึ่งกล้วยหอมและกล้วยไข่ดิบในขั้นตอนการผลิตต่อคุณภาพของแป้งกล้วยที่ผลิตได้ พบว่า การนึ่งกล้วยมีผลทำให้แป้ง (Starch) บางส่วนเกิดการเจลาติไนซ์ และทำให้แป้งกล้วยที่ได้มีความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water retention capacity) สูงขึ้น แต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำมัน (Oil retention capacity) ลดลง นอกจากนี้การนึ่งกล้วยยังมีผลต่อสีของแป้งกล้วยที่ได้ โดยทำให้แป้งกล้วยมีค่า a (ค่าสีแดง) และ b (ค่าสีเหลือง) สูงขึ้น (ตารางที่ 2.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยหอมและแป้งกล้วยไข่

คุณสมบัติทางกายภาพ	แป้งกล้วยหอม		แป้งกล้วยไข่	
	ผ่านการนึ่ง	ไม่ผ่านการนึ่ง	ผ่านการนึ่ง	ไม่ผ่านการนึ่ง
Water retention capacity	2.72	2.0	2.62	1.50
Oil retention capacity	0.81	0.94	0.87	0.78
Color L	89.36	89.09	87.14	89.28
a	1.28	1.18	1.38	0.72
b	10.08	7.54	14.72	6.93

คัดแปลงจาก : กรรณา วงษ์กระจ่าง และคณะ (2539)

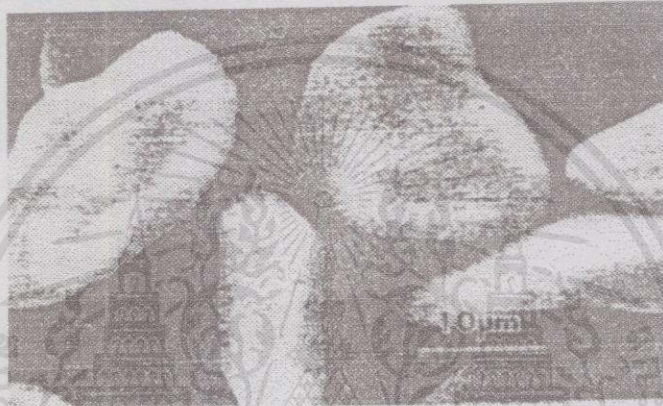
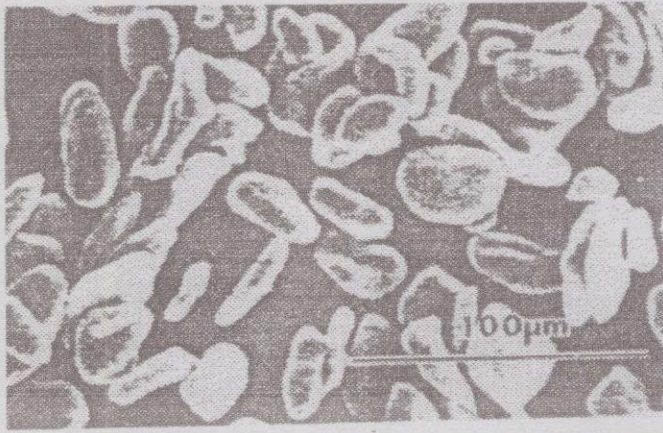
Whistler (1998) กล่าวถึงวิธีการผลิตสตาร์ชจากกล้วยไว้ดังนี้ นำกล้วยดิบมาปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร บดรวมกับสารละลายโซเดียม ไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ พีเอช 4.5 ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 4 ชั่วโมง เพื่อให้เอนไซม์ เพคตินเนส (Pectinase) และ โพลีกาแลคทูโรเนส (Polygalacturonase) ย่อยผนังเซลล์เนื้อกล้วย ทำให้เมล็ดสตาร์ชถูกปลดปล่อยออกมา หลังจากนั้นนำไปกรองผ่านตะแกรงขนาด 70 ไมโครเมตร และทำการเซนตริฟิวจ์ เพื่อแยกสตาร์ชออกจากของผสม นำสตาร์ชที่แยกได้มาทำให้แห้ง จะได้ผงสตาร์ชจากกล้วย

Fichtali, *et al.* (1999) กล่าวถึงวิธีการผลิตสตาร์ชจากกล้วยไว้ดังนี้ นำกล้วยดิบทั้งเปลือก บดรวมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่มีความเข้มข้น 0.05 นอร์มัล ในอัตราส่วนสารละลายต่อกล้วยเท่ากับ 3 : 1 บดผ่านตะแกรงขนาด 0.15 นิ้ว โดยใช้เครื่อง Fitz mill ใช้อัตราเร็วในการบดกล้วย 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และอัตราการไหลของสารละลาย 900 ลิตรต่อชั่วโมง จะได้ของผสมกล้วยบดกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ นำไปตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติมน้ำลงไป 5 ส่วน ต่อของผสม 1 ส่วน แล้วกรองเปลือกและกากออกโดยใช้ตะแกรงขนาด 80 mesh จากนั้นนำของผสมที่กรองได้ล้างด้วยน้ำ 2.5 ส่วน ต่อวัตถุดิบเริ่มต้น 1 ส่วน แล้วนำมากรองผ่านตะแกรงขนาด 200 mesh จะได้สารละลายสตาร์ชออกมา จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาเซนตริฟิวจ์ด้วย Nozzle bowl centrifuge จะได้สตาร์ชประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาล้างด้วยน้ำและทำการเซนตริฟิวจ์อีก ด้วย Westfalia decanter centrifuge จะได้สตาร์ชประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ ถ้าสตาร์ชที่ได้ยังมีสีน้ำตาลอยู่ ให้ล้างด้วยน้ำ 2.5 ส่วนต่อสตาร์ช 1 ส่วน แล้วนำมาเซนตริฟิวจ์ด้วย Basket centrifuge จะได้สตาร์ชประมาณ 66 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาทำให้แห้งด้วย Barr & Murphy ring dryer จะได้ผงสตาร์ชที่มีความบริสุทธิ์ 96 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้น 9.20 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเถ้า 0.04 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 0.72 เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน 0.13 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 0.14 เปอร์เซ็นต์ และมีพีเอช 8.0

2.4.2 คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกล้วย

Kayisu *et al.* (1981) ศึกษาคุณสมบัติของสตาร์ชจากกล้วย พบว่าแป้งจากกล้วยดิบ ประกอบด้วยสตาร์ช 78.0 เปอร์เซ็นต์ และแป้งจากกล้วยสุกประกอบด้วยสตาร์ช 16.1 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อส่องดูด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope พบว่าสตาร์ชจะอยู่ในลักษณะที่เป็นเม็ด (Starch granule) มีรูปร่างทรงกลม (Spheroid) และแท่งยาว (Elongated) โดยรูปร่างทรงกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 15-40 ไมโครเมตร และรูปร่างแท่งยาว มีความกว้าง 5-25 ไมโครเมตร และยาว 20-50 ไมโครเมตร (ภาพที่ 2.2) พื้นผิวของเม็ดสตาร์ชจากกล้วยดิบมีลักษณะเรียบ ในขณะที่เม็ดสตาร์ชจากกล้วยสุกมีลักษณะเป็นริ้วๆ ซึ่งเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ อะไมเลส (Amylase) ในระหว่างการสุกของกล้วย (ภาพที่ 2.3) ส่วนคุณสมบัติด้านความหนืดของเม็ดสตาร์ชเมื่อตรวจสอบโดย Brabender viscoamylograph (ภาพที่ 2.4) พบว่าการตรวจสอบของผสมสตาร์ชกับน้ำที่ความเข้มข้นต่ำไม่พบการเกิด Peak viscosity และมีความหนืดเกิดขึ้นเล็กน้อยในระหว่างให้ความร้อน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเม็ดสตาร์ชเกิดการพองตัวน้อย จึงมีความแข็งแรงมากพอที่จะต้านทานต่อการกวนได้ แต่เมื่อตรวจสอบของผสมสตาร์ชกับน้ำที่ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ กราฟความหนืดที่ได้ใกล้เคียงกับสตาร์ชจากธัญพืช โดยหลังจากเกิด Peak viscosity แล้วเมื่อให้ความร้อนและเวลาต่อไป ความหนืดจะลดลง หลังจากนั้นเมื่อลดอุณหภูมิลงความหนืดจะเพิ่มสูงขึ้น และพบว่าอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนซ์ (Gelatinization temperature) อยู่ในช่วง 67-70 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับสตาร์ชไมโลและข้าวโพด แต่ต่ำกว่าสตาร์ชมันฝรั่งและมันสำปะหลัง ส่วนค่า Peak viscosity นั้นใกล้เคียงกับสตาร์ชมันสำปะหลังและสาคุ แต่ต่ำกว่าสตาร์ชมันฝรั่งและมันสำปะหลัง และสูงกว่าสตาร์ชจากธัญพืช นอกจากนี้ยังพบว่าสตาร์ชจากกล้วยมีรูปแบบการพองตัว (Swelling pattern) (ภาพที่ 2.5) ใกล้เคียงกับสตาร์ชจากถั่วเขียว ซึ่งมีรูปแบบการพองตัวเป็น 2 ขั้น (Two-stage swelling pattern) และมีรูปแบบการละลาย (Solubilization pattern) (ภาพที่ 2.6) ใกล้เคียงกับสตาร์ชไมโล โดยสตาร์ชจากกล้วยนั้นมีกำลังการพองตัวและความสามารถในการละลายน้ำต่ำกว่าสตาร์ชมันฝรั่งและมันสำปะหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



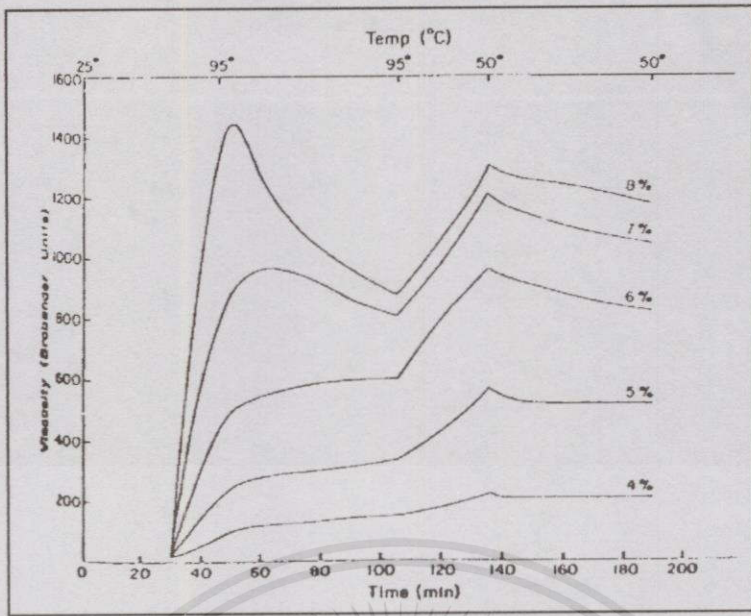
ภาพที่ 2.2 แสดงรูปร่างและขนาดเมื่อดูดน้ำจากกล้วยคิบ

ที่มา : Kayisu *et al.* (1981)

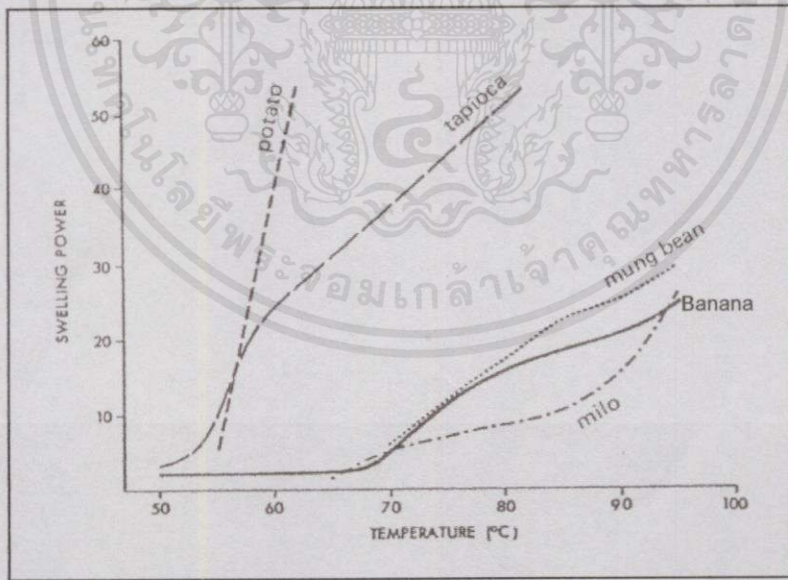


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะเมื่อดูดน้ำจากกล้วยสุก

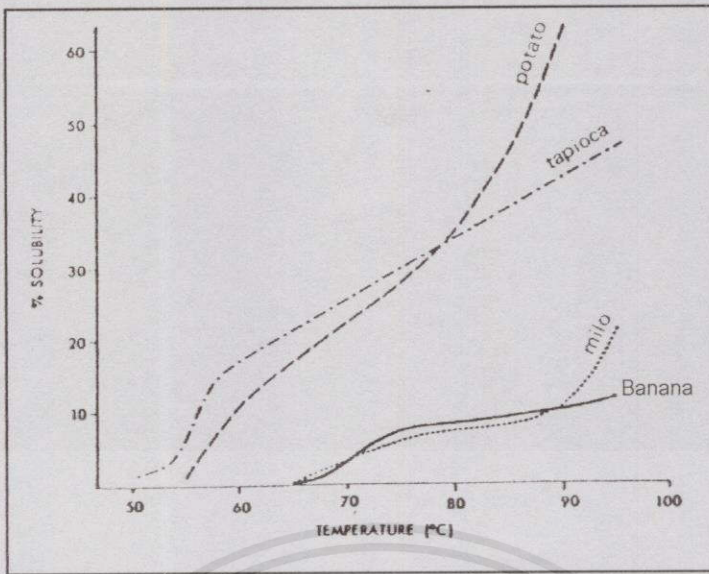
ที่มา : Kayisu *et al.* (1981)



ภาพที่ 2.4 แสดง Brabender viscoamylograms ของสตาร์ชจากกล้วยเมื่อตรวจสอบที่ความเข้มข้น 4, 5, 6, 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์
ที่มา : Kayisu *et al.* (1981)



ภาพที่ 2.5 แสดงรูปแบบการพองตัวของเม็ดสตาร์ชจากกล้วยเปรียบเทียบกับสตาร์ชจากมันฝรั่ง มันสำปะหลัง ถั่วเขียว และไมโล
ที่มา : Kayisu *et al.* (1981)



ภาพที่ 2.6 แสดงรูปแบบการละลายของสตาร์ชจากกล้วยเมื่อเปรียบเทียบกับสตาร์ชมันฝรั่ง มันสำปะหลัง และ ไมโลที่มาจาก : Kayisu *et al.* (1981)

Lii *et al.* (1982) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสตาร์ชจากกล้วย (*Musa sp.*) ที่มีระยะการสุกแตกต่างกัน (ตารางที่ 2.5)

ตารางที่ 2.5 ลักษณะกล้วยที่ระยะการสุกต่างๆ

ระยะการสุก	ลักษณะกล้วย
0	เปลือกเขียว ผลแข็ง
1	เปลือกเขียว ผลแข็ง ยังไม่มีการสุก
2	เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลืองนิดๆ
3	เปลี่ยนจากเขียวออกเหลืองมากขึ้น แต่ยังมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง
4	เริ่มเปลี่ยนจากเขียวออกเหลืองและมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว
5	เปลือกเป็นสีเหลือง แต่ที่ปลายยังเป็นสีเขียว
6	ทั้งผลเป็นสีเหลือง (ผลสุก)
7	ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาล (สุกเต็มที่ มีกลิ่นหอม)
8	ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาลมากขึ้น (สุกเกินไป เนื้อเริ่มอ่อนตัว และมีกลิ่นแรง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของกรมเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 คัดแปลงจาก : Lii *et al.* (1982)
 ไม่สามารถใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าเม็ดสตาร์ชเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงธรรมดา (Normal light) (ภาพที่ 2.7(1)) มีรูปร่างวงรี (Oval) และรูปร่างไม่แน่นอน (Irregular) และเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสงโพลาไรซ์ (Polarized light) พบการเกิดลักษณะไบรีฟริงเจน (Birefringence) (ในภาพที่ 2.7(2)) เม็ดสตาร์ชมีขนาดอยู่ระหว่าง 6-80 ไมโครเมตร แต่ที่พบมากที่สุดอยู่ระหว่าง 20-60 ไมโครเมตร และเมื่อกล้วยมีระยะเวลาสุกมากขึ้น พบเม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น โดยจะไม่พบเม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กกว่า 15 ไมโครเมตรเมื่อกล้วยมีระยะเวลาสุกมากกว่าระยะที่ 1 และจะไม่พบเม็ดสตาร์ชที่มีขนาดเล็กกว่า 20 ไมโครเมตร เมื่อกล้วยมีระยะเวลาสุกมากกว่าระยะที่ 4 (ตารางที่ 2.6)



ภาพที่ 2.7 แสดงลักษณะรูปร่างของเม็ดสตาร์ชจากกล้วย (1) Normal light (2) Polarized light

ที่มา : Lii *et al.* (1982)

เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติการพองตัวและการละลายของสตาร์ชจากกล้วยที่มีระยะเวลาสุก 0 ถึง 3 ตรวจสอบที่อุณหภูมิ 65-95 องศาเซลเซียส แสดงในตารางที่ 2.7 พบว่าสตาร์ชจากกล้วยมีกำลังการพองตัวน้อยมาก (Fairly restricted swelling power) แต่สูงกว่าสตาร์ชจากธัญพืช ส่วนความสามารถในการละลายน้ำก็เช่นเดียวกัน นอกจากนี้คุณสมบัติด้านความหนืดของของผสมสตาร์ชจากกล้วยกับน้ำที่ความเข้มข้น 5, 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตรวจสอบด้วย Brabender viscoamylograph ที่อุณหภูมิ 35-95-35 องศาเซลเซียส ด้วยความเร็วรอบ 700 รอบต่อนาที พบว่าของผสมสตาร์ชที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบ Peak viscosity เนื่องจากสตาร์ชมีการพองตัวน้อย จึงมีความหนืดเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่การตรวจสอบของผสมสตาร์ชที่ความเข้มข้น 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์ พบ Peak viscosity ในระหว่างการให้ความร้อน และเมื่อลดอุณหภูมิลงจะเกิดการ Set back ขึ้น และเมื่อตรวจสอบสตาร์ชจากกล้วยที่มีระยะเวลาสุกต่างกัน มี Gelatinization temperature ใกล้เคียงกัน โดยมี Gelatinization temperature อยู่ในช่วง 74-83 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภายในสตาร์ช

มีการจัดเรียงตัวอย่างแข็งแรง จึงทำให้เม็ดสตาโรซเกิดการพองตัวในระหว่างการให้ความร้อนน้อย (Fairly restricted–swelling) ดังนั้นต้องให้ความร้อนสูงเพื่อทำลายพันธะภายในเม็ดสตาโรซ เม็ดสตาโรซจึงสามารถคูดน้ำและพองตัวได้

ตารางที่ 2.6 ปริมาณเม็ดสตาโรซขนาดต่างๆ (เปอร์เซ็นต์) ที่พบในกล้วยที่มีระยะการสุกต่างๆ

ขนาด (ไมโครเมตร)	ระยะการสุก							
	0	1	2	3	4	5	6	7
9	1.55	0.18	-	-	-	-	-	-
9-15	6.19	3.06	-	-	-	-	-	-
15-20	22.05	21.58	5.00	0.59	2.88	-	-	-
20-30	40.62	48.38	63.33	45.10	19.60	23.56	25.72	28.40
30-45	24.56	22.30	27.78	50.15	58.21	68.44	64.29	59.88
45-60	5.03	4.32	3.89	4.15	19.02	8.00	8.57	8.64
60	-	0.18	-	-	0.29	-	-	0.30

ที่มา : Lii *et al.* (1982)

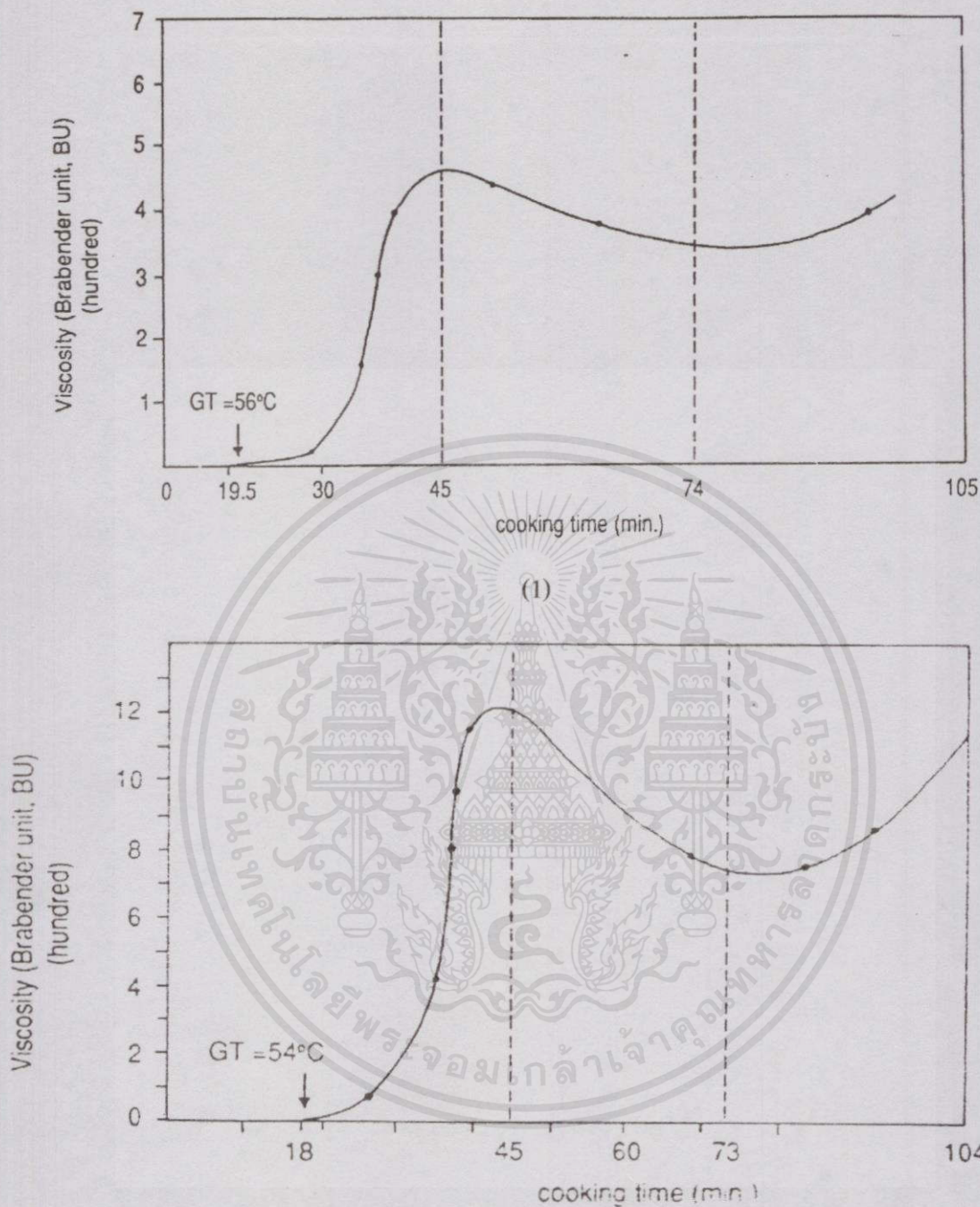
ตารางที่ 2.7 กำลังการพองตัวและความสามารถในการละลายน้ำของสตาโรซจากกล้วยที่มีระยะการสุกต่างๆ

	ระยะ การสุก	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
		65	75	85	95
กำลังการพองตัว	0	2.08	17.58	24.05	31.60
	1	2.25	18.14	24.03	33.47
	2	2.19	16.19	24.63	35.29
	3	2.51	12.27	20.90	30.07
ความสามารถใน การละลายน้ำ (เปอร์เซ็นต์)	1	0.15	10.00	13.61	16.33
	2	0.33	10.88	14.25	20.33
	3	0.14	9.98	15.09	21.74
	4	0.77	8.75	13.20	18.77

ที่มา : Lii *et al.* (1982)

ญานิสรา รัตตอภา และคณะ (2536) ศึกษาคุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งกล้วยน้ำว้า และแป้งกล้วยหักมุกเมื่อตรวจสอบด้วย Brabender viscoamylograph ที่ความเข้มข้นของของผสม แป้งกล้วยกับน้ำ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยตรวจสอบที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที และ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับสตาร์ชข้าวเจ้าและสตาร์ชข้าวเหนียว พบว่าแป้งกล้วยน้ำว้ามีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสตาร์ชจากข้าวเจ้า (ภาพที่ 2.8(1)) โดยแป้งกล้วยน้ำว้ามีค่า Peak viscosity และ Break down ต่ำเหมือนสตาร์ชข้าวเจ้า ซึ่งแป้งกล้วยน้ำว้าและสตาร์ชข้าวเจ้ามีค่า Peak viscosity เท่ากับ 470 และ 543 Brabender unit และมีค่า Break down เท่ากับ 125 และ 223 Brabender unit ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยน้ำว้าและสตาร์ชข้าวเจ้าเกิดการแตกตัวยาก พองตัวน้อย และเมื่อดำเนินการมีความคงทนต่อการกวน นอกจากนี้แป้งกล้วยน้ำว้ายังมีค่า Final viscosity (V50) ต่ำอีกด้วยโดยมีค่าเท่ากับ 500 Brabender unit จึงทำให้ของผสมที่ได้มีลักษณะไม่เหนียวหนืด ส่วนแป้งกล้วยหักมุกมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสตาร์ชข้าวเหนียว (ภาพที่ 2.8(2)) โดยแป้งกล้วยหักมุกมีค่า Peak viscosity สูง (1215 Brabender unit) และแป้งกล้วยหักมุกและ สตาร์ชข้าวเหนียวยังมีค่า Break down ค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน (485 และ 513 Brabender unit ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยหักมุกและสตาร์ชข้าวเหนียวเกิดการแตกตัวง่าย พองตัวมาก และเมื่อดำเนินการไม่มีความคงทนต่อการกวน นอกจากนี้แป้งกล้วยหักมุกยังมีค่า Final viscosity (V50) สูง (1130 Brabender unit) ทำให้ของผสมที่ได้มีลักษณะเหนียวหนืดมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(2)

ภาพที่ 2.8 Brabender viscoamylograms ของ (1) แป้งกล้วยน้ำว้า และ(2) แป้งกล้วยหักมุก

เมื่อตรวจสอบที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ GT = Gelatinization temperature ($^{\circ}\text{C}$)

PV = Peak viscosity (Brabender unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่นานเวลาให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

V95 = ความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 95°C นาน 20 นาที

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V50 = ความหนืดสุดท้ายเมื่อทำให้เย็น นาน 30 นาที

ที่มา : ญานิสรา รัตตภา และคณะ (2536)

Bello-perez *et al.* (1999) ศึกษาคุณสมบัติของสตรัซจากกล้วย 2 สายพันธุ์ คือ มาร์โช (Macho) และคริโอโล (Criollo) ที่ผ่านกระบวนการบดเปียก (Wet milling) พบว่าสตรัซจากกล้วยทั้ง 2 สายพันธุ์มีค่า Blue value และ λ_{max} แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่ากล้วยทั้งสองมีส่วนประกอบที่เป็นอะไมโลโลสและอะไมโลเพกตินต่างกัน แต่เมื่อตรวจสอบความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลายของของผสมสตรัซกับน้ำที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสตรัซจากกล้วยทั้ง 2 มีความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลายต่ำ โดยมีน้ำแยกออกมาจากของผสมประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อตรวจสอบค่า % T พบว่าสตรัซจากกล้วยทั้ง 2 สายพันธุ์มีค่าต่ำกว่าสตรัซข้าวโพด เนื่องจากเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ขึ้นในระหว่างกระบวนการแยกสตรัซ (ตารางที่ 2.8)

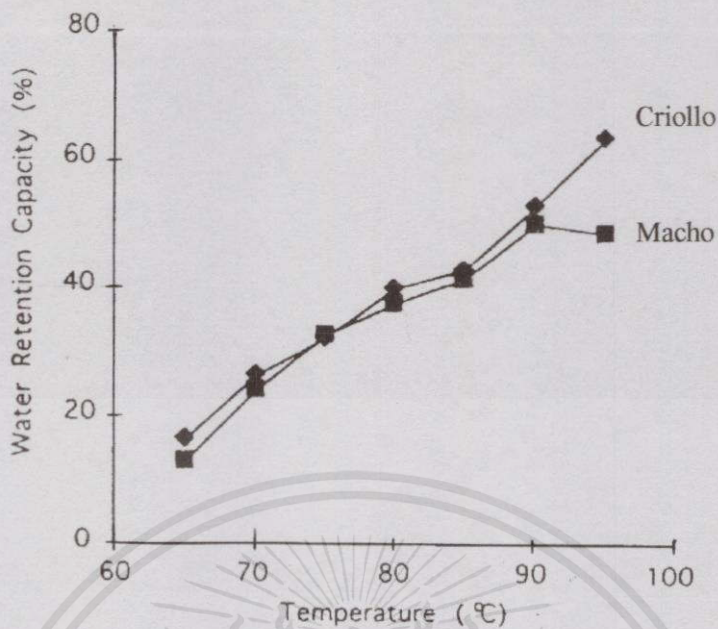
ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติทางกายภาพของสตรัซจากกล้วยสายพันธุ์มาร์โชและคริโอโล

Starch	λ_{max}	Blue value	Freeze-thaw stability (mL)	Clarity (% T)
Macho	583 ± 2.0	0.18 ± 0.006	2.4 ± 0.1	12.0 ± 1.1
Criollo	589 ± 2.0	0.87 ± 0.003	2.5 ± 0.4	11.2 ± 0.1

ที่มา : Bello-perez *et al.* (1999)

ความสามารถในการอุ้มน้ำ (ภาพที่ 2.9) ความสามารถในการละลายน้ำ (ภาพที่ 2.10) และความสามารถในการพองตัว (ภาพที่ 2.11) ของสตรัซจากกล้วยทั้ง 2 สายพันธุ์เมื่อตรวจสอบที่อุณหภูมิ ต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างกันเล็กน้อย เนื่องจากส่วนประกอบอะไมโลสและอะไมโลเพกตินต่างกัน และเมื่อตรวจสอบคุณสมบัติด้านความหนืดของของผสมสตรัซกับน้ำ ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ด้วย Brookfield viscometer โดยใช้ Spindel No.3 วัดความหนืดที่อัตราการเลื่อนต่างๆ (ภาพที่ 2.11) พบว่าเมื่ออัตราการเลื่อนเพิ่มขึ้น ความหนืดจะลดลง โดยสตรัซจากกล้วยสายพันธุ์มาร์โชมีความหนืดสูงกว่ากล้วยสายพันธุ์คริโอโล

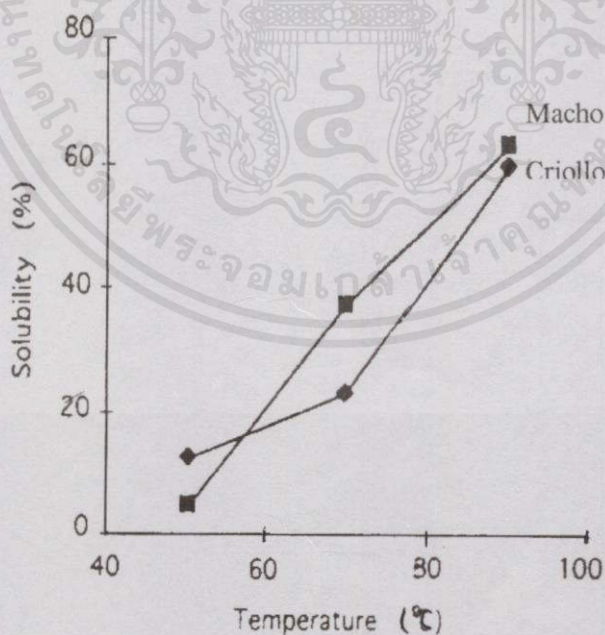
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 แสดงความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water retention capacity) ของสตาร์ชจากกล้วย

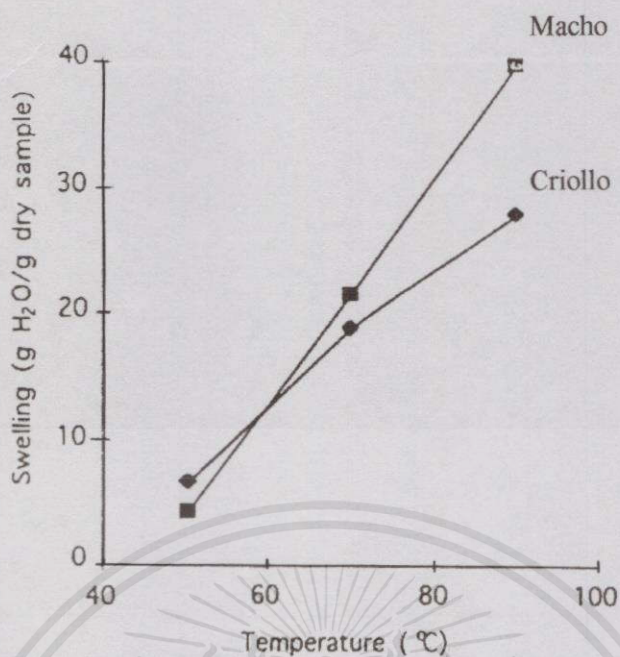
สายพันธุ์มาร์โชและครีโอล

ที่มา : Bello-perez *et al.* (1999)

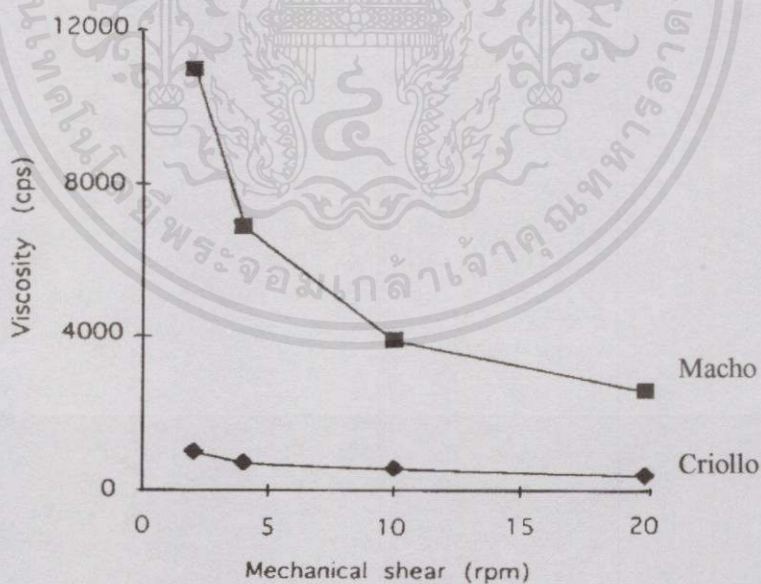


ภาพที่ 2.10 แสดงความสามารถในการละลายน้ำ (Solubility) ของสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์โชและครีโอล

ที่มา : Bello-perez *et al.* (1999)



ภาพที่ 2.11 แสดงความสามารถในการพองตัว (Swelling) ของสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์โชและคริโอโต
ที่มา : Bello-perez *et al.* (1999)



ภาพที่ 2.12 แสดงความหนืดของของผสมสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์โชและคริโอโต

ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบ โดยใช้ Brookfield viscometer ด้วย Spindle No.3 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อวัดความหนืดที่ความเร็วรอบต่างๆไปใช้

ที่มา : Bello-perez *et al.* (1999)

ต่อมา Bello-perez *et al.* (2000) ได้ศึกษาคุณสมบัติของสตาร์ชจากกล้วยทั้งสองสายพันธุ์เพิ่มเติม โดยการตรวจสอบกระบวนการเจลลิตีในเซชันของสตาร์ชจากกล้วยทั้ง 2 สายพันธุ์ ด้วย Differential Scanning Calorimetry (DSC) พบว่าสตาร์ชจากกล้วยพันธุ์มาร์โช มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความร้อนในระหว่างกระบวนการเจลลิตีในเซชันสูงกว่าสตาร์ชจากกล้วยพันธุ์ คริโอโล (ภาพที่ 2.13) และพบว่า Onset temperature (T_o), Peak viscosity (T_p), Completion temperature (T_c) และพลังงานที่ใช้ในการเกิดเจลลิตีในเซชัน (ΔH) ของสตาร์ชทั้ง 2 สายพันธุ์แตกต่างกันเล็กน้อย (ตารางที่ 2.9) เนื่องจากสตาร์ชจากกล้วยทั้งสองมีส่วนประกอบอะไมโลสและอะไมโลเพกตินต่างกัน และเมื่อจำแนกชนิดของสตาร์ชโดยวิธีเอ็กซ์เรย์ครีฟแฟรกชัน พบว่า สตาร์ชจากกล้วยให้รูปแบบดิฟแฟรกชัน (Diffraction pattern) เป็นแบบ A (ภาพที่ 2.14) จากการตรวจสอบสมบัติด้านความหนืดของของผสมสตาร์ชกับน้ำที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ Rapid Visco Analyzer (RVA) พบลักษณะกราฟความหนืดของสตาร์ชจากกล้วยทั้งสองสายพันธุ์มีลักษณะเหมือนกัน (ภาพที่ 2.15) โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นความหนืดจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่มีความหนืดสูงสุด สตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์โชเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความหนืดที่อุณหภูมิประมาณ 77 องศาเซลเซียส และสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์คริโอ โลเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความหนืดที่อุณหภูมิประมาณ 74 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาต่อไปอีก ความหนืดจะลดลงเล็กน้อย ต่อมาเมื่อลดอุณหภูมิลงจะทำให้เกิดการ Set back ความหนืดจะเพิ่มขึ้นอีก และของผสม (Paste) ของสตาร์ชกล้วยที่ได้จะมีลักษณะทึบแสง โดยของผสมของสตาร์ชจากกล้วยพันธุ์คริโอ โลจะมีความทึบแสงมากกว่ากล้วยพันธุ์มาร์โช และเมื่อนำมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2.16) โดยพบว่าในระยะแรกของการเก็บรักษาความใสของของผสมจะลดลง และหลังจากนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาการตรวจสอบ

ตารางที่ 2.9 การเปลี่ยนแปลงความร้อนในระหว่างกระบวนการเจลลิตีในเซชันของสตาร์ชกล้วย

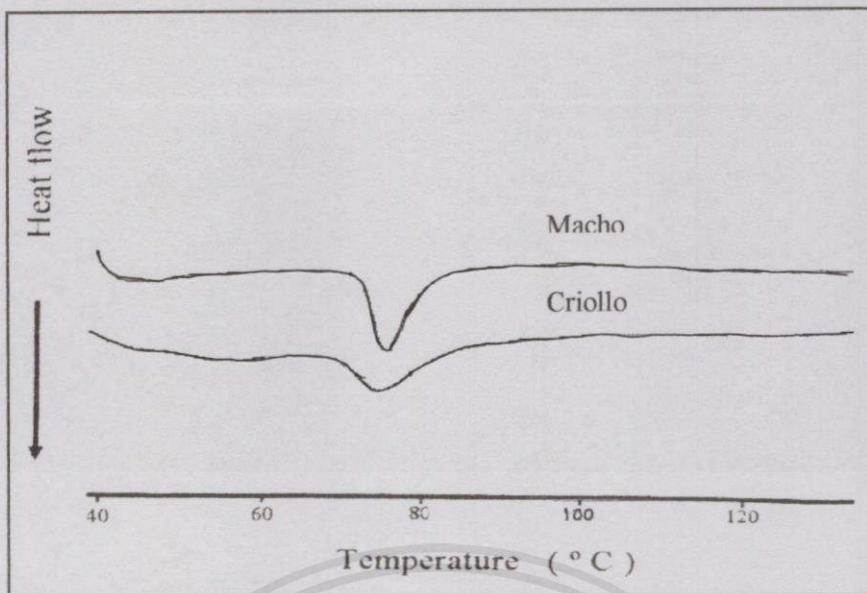
Sample	T_o ($^{\circ}C$)	T_p ($^{\circ}C$)	T_c ($^{\circ}C$)	ΔH (J/g)	T_g ($^{\circ}C$)
Macho	69.6 ± 0.14	74.5 ± 0.07	81.6 ± 0.35	13.0 ± 0.6	77.3
Criollo	71.4 ± 0.05	75.0 ± 0.00	80.4 ± 0.3	14.8 ± 1.9	74.3

T_o , T_p , T_c = Onset, Peak and Completion temperature, respectively, ΔH = Enthalpy change.

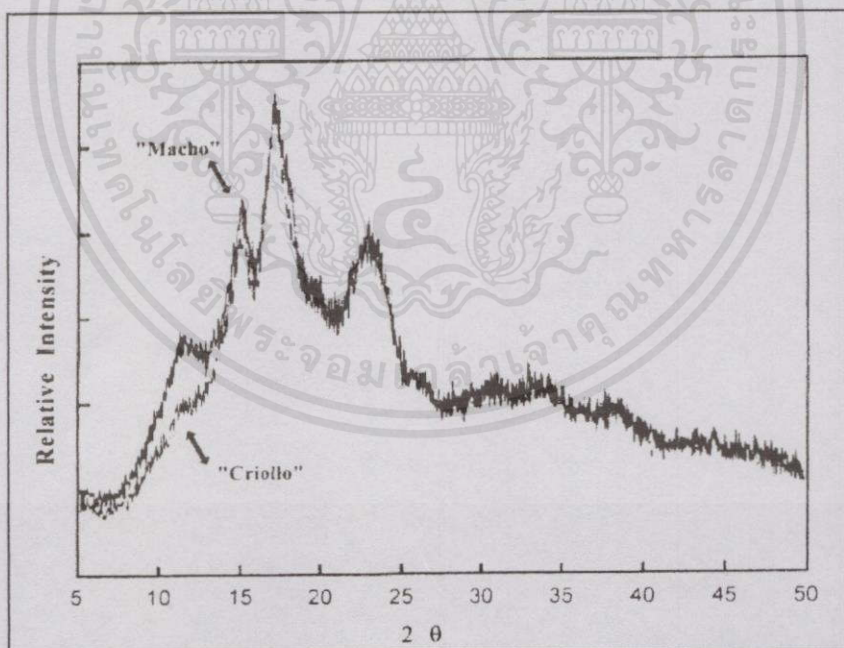
T_g = Gelatinization temperature

ที่มา : Bello-perez *et al.* (2000)

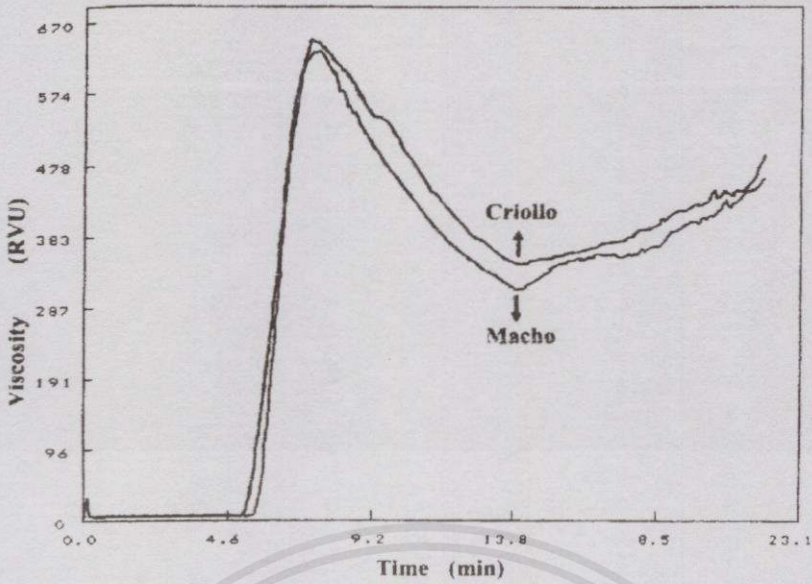
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



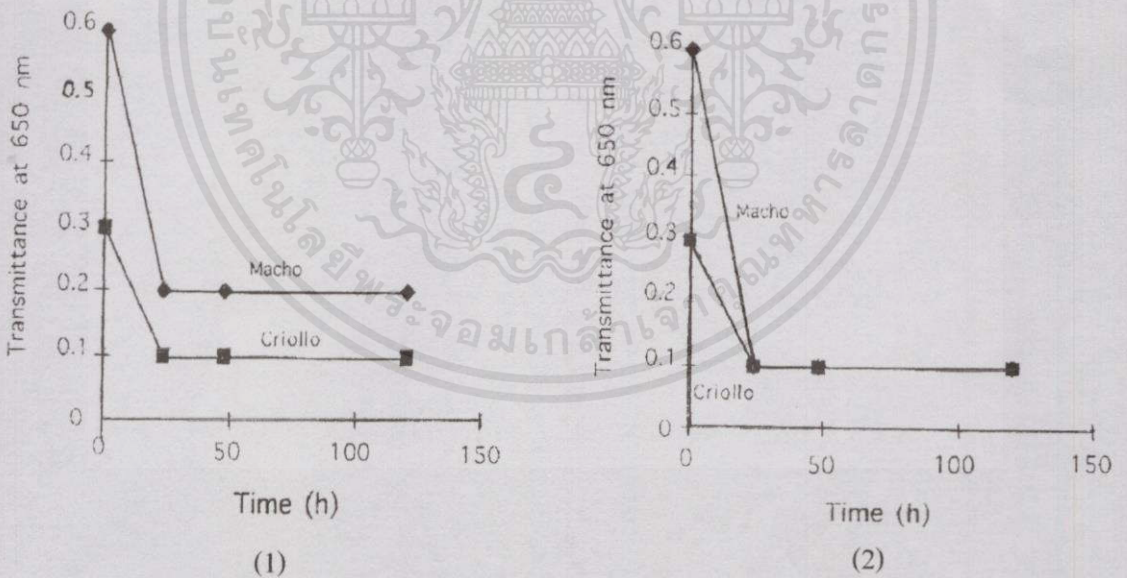
ภาพที่ 2.13 แสดง DSC thermograms ของสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์โชและคริโอโล
ที่มา : Bello-perez *et al.* (2000)



ภาพที่ 2.14 แสดง X-ray diffraction patterns ของสตาร์ชจากกล้วยสายพันธุ์มาร์โชและคริโอโล
ที่มา : Bello-perez *et al.* (2000)



ภาพที่ 2.15 แสดง RVA viscoamylogram ของสตาร์ชจากกล้วยพันธุ์มาร์โชและคริโอโล (สตาร์ช 4 กรัม ในน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร) ที่มา : Bello-perez *et al.* (2000)



ภาพที่ 2.16 แสดงค่าความใส (Clarity) ของของผสมสตาร์ช (Pastes) จากกล้วยพันธุ์มาร์โช และคริโอโลที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์เมื่อเก็บไว้ที่ 1) อุณหภูมิห้อง และ 2) อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่มา : Bello-perez *et al.* (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุผลเบี่ยงเบนอื่น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bello-perez *et al.* (2000) ศึกษาการเตรียมและคุณสมบัติของสตาร์ชตัดแปรทางกายภาพ โดยใช้แอลกอฮอล์และด่าง พบว่า สตาร์ชที่ผ่านการตัดแปรโดยใช้แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 25 และ 35 องศาเซลเซียส สามารถละลายน้ำได้ 15-50 เปอร์เซ็นต์ การคืนตัว(Retrogradation) เมื่อนำของผสมเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องลดต่ำลง มีความหนืดสูงขึ้น การละลาย การพองตัวของ และความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลายดีขึ้น

Mota *et al.* (2000) ศึกษาส่วนประกอบและคุณสมบัติของแป้งกล้วยจากกล้วย 8 สายพันธุ์ ได้แก่ Ouro colatina (AA), Nanica (AAA), Nanicao (AAA), Prata ana (AAB), Prata comum (AAB), Mysore (AAB), Maca (AAB) และ Ouro da mata (AAAB) ที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธี Freeze-drying พบว่าแป้งกล้วยประกอบด้วยสตาร์ช 61-76.5 เปอร์เซ็นต์ อะไมโลส 19-23 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 2.5-3.3 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 4-6 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.3-0.8 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 2.6-3.5 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 6-15.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.10) ในการตรวจสอบกระบวนการเจลาติไนเซชันของแป้งกล้วยโดยใช้ Differential Scanning Calorimetry (DSC) พบว่าอุณหภูมิในการเกิดการเจลาติไนเซชันของแป้งจากกล้วยทั้ง 8 สายพันธุ์แตกต่างกันเล็กน้อย โดยมีอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนเซชันอยู่ระหว่าง 68-76 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2.11) และจากการตรวจสอบคุณสมบัติด้านความหนืดของของผสมแป้งกล้วยกับน้ำที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ด้วย Rapid Visco Analyzer (RVA) โดยเริ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพิ่มอุณหภูมิจนถึง 95 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 7.5 นาที แล้วรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที หลังจากนั้นลดอุณหภูมิลงจนถึง 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 7.5 นาที และรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที พบว่าสามารถจำแนกแป้งกล้วยโดยพิจารณาจากลักษณะเส้นโค้งความหนืด ได้ 3 แบบ คือ แบบที่ 1 แป้งกล้วยที่มีความคงทนต่อการกวน โดยมีความแตกต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุดน้อย ได้แก่ แป้งจากกล้วยพันธุ์ Nanicao, Nanica และ Ouro colatina (ภาพที่ 2.17) แบบที่ 2 แป้งกล้วยที่มีความคงทนต่อการกวนและมีความหนืดสูง ได้แก่ แป้งจากกล้วยพันธุ์ Mysore (ภาพที่ 2.18) และแบบที่ 3 แป้งกล้วยที่มีความคงทนต่อการกวนต่ำ มีความแตกต่างของความหนืดสูงสุดและต่ำสุดมาก ได้แก่ แป้งจากกล้วยพันธุ์ Prata ana, Prata comum, Muca และ Ouro da mata (ภาพที่ 2.19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ทำกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยของกล้วยพันธุ์ต่างๆ*

Variety	Protein (%Nx6.25)	Water (%)	Fat (%)	Ash (%)	Soluble fiber (%)	Insoluble fiber (%)	Starch (%)	Amylose (%)	Amylopectin (%)
Prata comum	2.5±0.02	5.58±0.43	0.58±0.48	2.8±0.06	3.05±0.12	7.41±0.4	72.4±3.6	20.3±2.0	52.1
Ouro da mata	2.8±0.13	4.69±0.36	0.33±0.35	2.6±0.06	2.10±0.15	6.85±0.2	65.7±2.8	21.9±2.2	43.8
Nanica	2.8±0.19	6.17±0.13	0.78±0.51	3.5±0.06	2.39±0.10	5.37±0.2	76.5±2.9	22.2±1.3	54.3
Nanicao	2.6±0.20	4.17±0.42	0.82±0.47	3.0±0.06	2.18±0.09	4.10±0.1	76.1±3.7	21.7±2.6	54.4
Prata ana	2.9±0.04	4.97±0.4	0.47±0.29	2.9±0.06	2.31±0.13	6.55±0.2	68.2±4.0	22.4±1.5	45.8
Mysore	2.6±0.06	4.92±0.45	0.42±0.24	3.2±0.06	2.98±0.29	12.56±0.2	61.3±6.9	18.8±2.2	42.5
Maca	3.3±0.10	3.91±0.37	0.52±0.28	2.7±0.10	2.42±0.16	8.86±0.3	64.9±2.5	19.7±2.5	45.2

*Mean ± SD (n=4)

ที่มา : Mota *et al.* (2000)

ตารางที่ 2.11 Onset temperature (T_o), Peak temperature (T_p), Completion temperature (T_c) และ Gelatinization enthalpy (ΔH) ของแป้งจากกล้วยสายพันธุ์ต่างๆ เมื่อตรวจสอบโดย Differential Scanning Calorimetry (DSC)*

Variety	T_o ($^{\circ}C$)	T_p ($^{\circ}C$)	T_c ($^{\circ}C$)	ΔH (J/g)
Prata comum	64.3 \pm 0.4	69.0 \pm 0.3	78.1 \pm 0.05	12.6 \pm 1.12
Ouro da mata	64.4 \pm 0.09	68.3 \pm 0.01	75.8 \pm 0.1	12.9 \pm 0.05
Nanica	68.9 \pm 0.04	73.4 \pm 0.07	83.6 \pm 1.7	13.3 \pm 0.4
Nanicao	70.3 \pm 0.1	74.7 \pm 0.2	86.1 \pm 0.4	13.3 \pm 1.14
Prata ana	62.3 \pm 0.4	68.1 \pm 0.2	76.7 \pm 0.0	11.9 \pm 0.19
Mysore	65.7 \pm 0.4	70.9 \pm 0.2	83.5 \pm 0.2	10.9 \pm 0.78
Ouro colatina	72.0 \pm 0.05	76.8 \pm 0.15	86.9 \pm 0.3	10.9 \pm 0.02
Maca	68.5 \pm 0.1	72.1 \pm 0.3	85.7 \pm 0.3	10.8 \pm 0.4

* Mean \pm SD (n=4)

ที่มา : Mota *et al.* (2000)

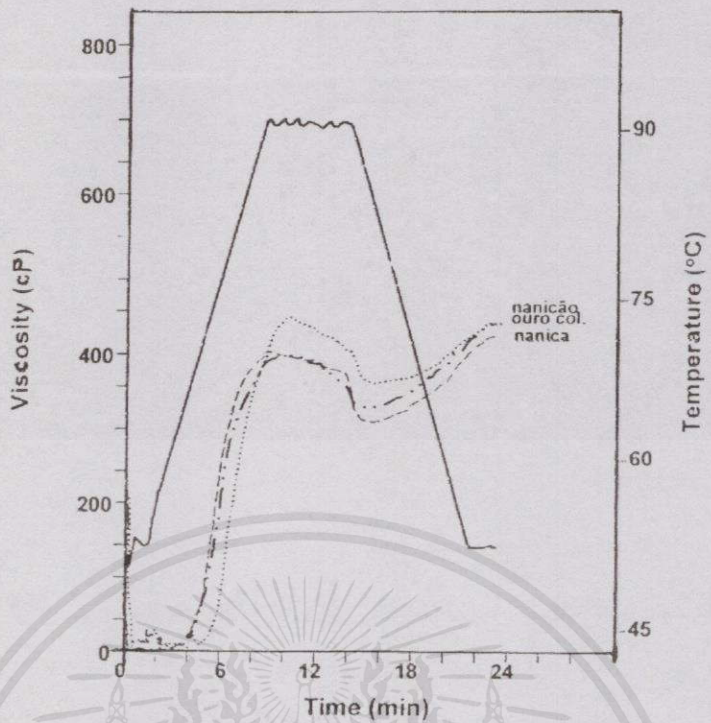
ตารางที่ 2.12 คุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งจากกล้วยสายพันธุ์ต่างๆ เมื่อตรวจสอบโดย Rapid Visco Analyzer (RVA).

Variety	Peak viscosity (RVU)	Minimum viscosity (RVU)	Final Viscosity (RVU)	Break down ^a	Set Back ^b	Peak time (min)	Pasting temperature ($^{\circ}C$)
Prata comum	401	309	421	92	112	9.07	51.15
Ouro da mata	398	330	444	68	114	9.73	51.80
Nanica	439	353	431	86	78	10.00	49.95
Nanicao	718	641	762	77	121	12.80	50.05
Prata ana	383	250	324	133	74	8.60	50.05
Mysore	583	311	397	272	86	7.00	50.35
Ouro colatina	439	318	412	121	94	9.27	49.80
Maca	470	272	334	198	62	7.27	50.40

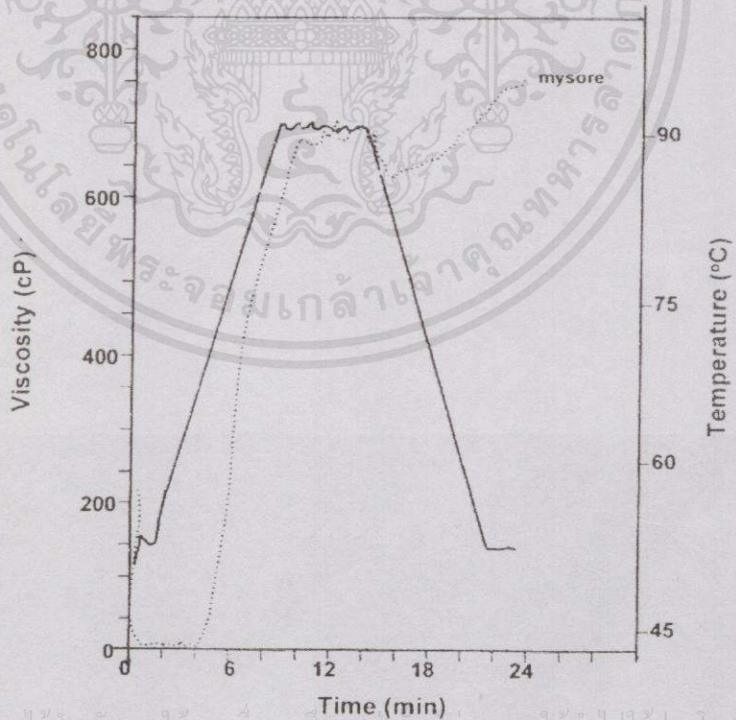
^a (Peak viscosity – Minimum viscosity) ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

^b (Final viscosity – Minimum viscosity) ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ที่มา : Mota *et al.* (2000)

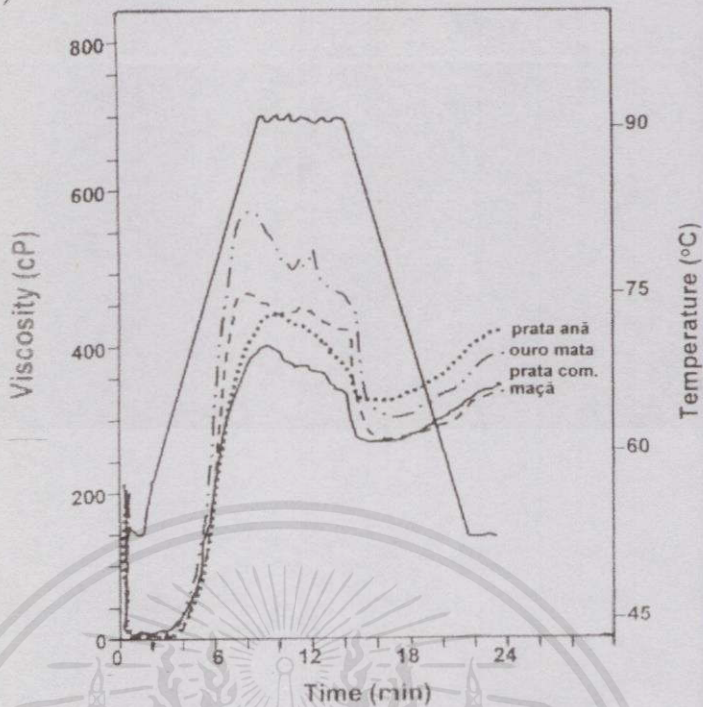


ภาพที่ 2.17 แสดง RVA viscoamylograms ของแป้งจากกล้วยสายพันธุ์ Nanicao, Nanica และ Ouro colatina. ที่มา: Mota *et al.* (2000)



ภาพที่ 2.18 แสดง RVA viscoamylograms ของแป้งจากกล้วยสายพันธุ์ Mysore.

ที่มา: Mota *et al.* (2000)



ภาพที่ 2.19 แสดง RVA viscoamylograms ของแป้งจากกล้วยสายพันธุ์ Prata ana, Prata comum, Muca และ Ouro da mata. ที่มา : Mota *et al.* (2000)

2.4.3 การใช้ประโยชน์จากแป้งกล้วย

ญานิตา รัตอภา และคณะ (2536) ได้ทำการประกอบอาหารจากแป้งกล้วยพบว่า เมื่อใช้แป้งกล้วยน้ำว้า 25 เปอร์เซ็นต์ ของแป้งทั้งหมดในขนมกล้วย และแป้งกล้วยหักมุกเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ ของแป้งทั้งหมดในขนมเหนียว ขนมกล้วยแปบ และขนมต้มขวานี้ผู้ชิมชอบและยอมรับ แต่ข้าวคูและขนมกล้วยที่ใส่แป้งกล้วยน้ำว้า นั้นผู้ชิมไม่ชอบ

วลัย หุดะโกวิท และคณะ (2542) ได้นำแป้งกล้วยมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เค้ก คุกกี้ โดนัท ขนมเยาะไหว้พระจันทร์ ในอัตราส่วน 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สามารถนำแป้งกล้วยมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เค้ก คุกกี้ โดนัท และขนมเยาะไหว้พระจันทร์ได้สูงสุด ในอัตราส่วน 25, 25, 50, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแป้งกล้วยยังมีลักษณะดีตามลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้นๆ และหากเพิ่มปริมาณแป้งกล้วยมากกว่านี้ พบว่าผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะร่วนซุยสีคล้ำ และนอกจากนี้ยังมีการทดลองเสริมแป้งกล้วย ในผลิตภัณฑ์ขนมไทยบางชนิดเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและลดปริมาณการใช้แป้งชนิดอื่น และพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งกล้วย พบว่าสามารถนำแป้งกล้วยเสริมในผลิตภัณฑ์ขนมลูกชุบและเม็ดขนุนได้ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำผลิตภัณฑ์ทอฟฟี่แป้งกล้วย และเสริมในขนมหม้อแกงกล้วยทองได้

นอกจากการนำกล้วยดิบมาผลิตแป้งกล้วยแล้ว กล้วยสุกก็สามารถนำมาผลิตได้เช่นกัน กล้วยสุกเมื่อทำแห้ง แล้วบดเป็นผง จะเรียกว่า กล้วยผง (Banana powder) สามารถนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ไอศกรีม เด็ก อาหารเด็กอ่อน ผลิตภัณฑ์ขนมหวาน และอาหารเพื่อสุขภาพต่างๆ (Crowther ,1979)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 กล้วยน้ำว้าดิบ [*Musa* (ABB group) 'Kluai Nam Wa'] ที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยพิจารณาจากเหลี่ยมของผลกล้วย เบญจมาศ สีลาชัย (2538) จำนวนวันตั้งแต่กล้วยแทงปลีจนถึงวันเก็บเกี่ยว และเส้นรอบวงของผลกล้วย จากสวนกล้วยแขวงทับยาว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ เก็บเกี่ยวในเดือนมิถุนายน ถึงเดือนพฤศจิกายน 2544

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3.1.2.1 Acetic acid (Food grade)

3.1.2.2 Sodium metabisulfite (Food grade)

3.1.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1.3.1 Alcohol 95 เปอร์เซ็นต์

3.1.3.2 Boric acid

3.1.3.3 Bromocresol green

3.1.3.4 Calcium chloride

3.1.3.5 Citric acid

3.1.3.6 Hydrochloric acid

3.1.3.7 Ice-cold orcinol

3.1.3.8 Iodine

3.1.3.9 Methanol

3.1.3.10 Petroleum ether

3.1.3.11 Sodium hydroxide

3.1.3.12 Sodium metabisulfite

3.1.3.13 Sulfuric acid

3.2 อุปกรณ์ในการผลิต

สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 เครื่องบด

Retsch, ZM1000

เยอรมัน

3.2.2 ตู้อบแห้ง (Tray dryer)

3.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

3.3.1 เครื่องวัดความหนืด		
(Brookfield viscometer)	RVF-100	อเมริกา
3.3.2 เครื่องวัดความหนืดแบบรวดเร็ว		
(Rapid Visco Analyzer ,RVA) Model Super 3		ออสเตรเลีย
3.3.3 เครื่องผสม		
(Rotor mixer)	R2R 2, Heidolph KG,	เยอรมัน
3.3.4 เครื่องหมุนเหวี่ยง		
(Centrifuge)	Centrikon T-42 K	อิตาลี
3.3.5 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง		
(Spectrophotometer)	Shimadzu-UV 1601	ญี่ปุ่น
3.3.6 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน		
(Scanning Electron Microscope)	JEOL Model JSM-5,900LV	ญี่ปุ่น
3.3.7 เครื่องวัดสี	Minolta CR/300	
3.3.8 Polarimeter	ATAGO POLAX-L	ญี่ปุ่น
3.3.9 ตู้อบลมร้อน		
(Hot air oven)	Memmert	เยอรมัน
3.3.10 ชุดวิเคราะห์ไขมัน	Gerhardt Soxtherm	เยอรมัน
3.3.11 ชุดวิเคราะห์โปรตีน	Buchi-B316	เยอรมัน

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

- 3.4.1 ห้องปฏิบัติการภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 3.4.2 ห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์กลางบางเขน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 3.4.3 ห้องปฏิบัติการ บริษัทจาร์พา จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 ศึกษาดัชนีที่เหมาะสมในการกำหนดการเก็บเกี่ยวกล้วยน้ำว้า

3.5.1.1 การวัดเส้นรอบวง

นำกล้วยที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ จากการพิจารณาเหลี่ยมของผล วัดความยาวเส้นรอบวง โดยใช้เชือกวัดที่ผลกลางของหวีที่สอง นับจากโคนของเครือกล้วย วัด 4 ลูกต่อหนึ่งเครือ จำนวน 8 เครือต่อระยะความแก่ กล้วย 1 เครือควรจะมีกล้วย 6-7 หวี

3.5.1.2 การหาอัตราส่วนของเปลือกต่อเนื้อ

นำกล้วยที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยการดูจากเหลี่ยมของผล มาปอกเปลือก แล้วชั่งน้ำหนักเปลือกและเนื้อ นำค่าที่ได้มาคำนวณหาอัตราส่วนของเปลือกต่อเนื้อ

3.5.1.3 การนับจำนวนวัน

นับจำนวนวันตั้งแต่กล้วยแทงช่อดอก หรือแทงปลีออกมา จนถึงวันเก็บเกี่ยว

3.5.2 ศึกษากระบวนการผลิตแป้งกล้วยเพื่อใช้ในระดับอุตสาหกรรม

นำกล้วยน้ำว้าดิบที่ผ่านการคัดเลือกตามระยะความแก่แล้ว มาผลิตเป็นแป้งกล้วย ดังแสดงในภาพที่ 3.1 โดยแป้งกล้วยที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมส่วนหนึ่งนำไปทำแห้งโดยการตากแดด ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส นาน 10-12 ชั่วโมง และอีกส่วนหนึ่งจะทำแห้งโดยการอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง แล้วนำกล้วยที่ผ่านการทำแห้งแล้ว มาบดผ่านตะแกรงร่อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.12 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องบด นำแป้งกล้วยที่ได้มาหาองค์ประกอบทางเคมี และตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

3.5.2.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย (ภาคผนวก ก)

- 1) วิเคราะห์ Proximate analysis ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และสตาร์ช ใช้วิธีตาม AOAC (1995)
- 2) วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugars) ใช้วิธีตาม Dubois *et al.* (1956)
- 3) วิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส (Amylose) ใช้วิธีตาม Juliano *et al.* (1981)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.2 ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วย (ภาคผนวก ข)

1) วัสดุแป้งกล้วยโดยใช้เครื่องวัดสี (Minolta CR/300)

2) ตรวจสอบหารูปร่างของแป้งกล้วยและขนาดเม็ดแป้งกล้วยด้วยกล้องจุลทรรศน์

อิเล็กตรอนแบบแตกน (Scanning Electron Microscope)

ใช้กำลังก้านเขี่ยตัวอย่างแป้งกล้วยลงบนที่ใส่ตัวอย่าง ที่มีกระดาษทาสองหน้าติดอยู่ และฉายด้วยทอง จากนั้นนำไปถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบแตกนรุ่น JSM-5,900 LV และวัดขนาดของเม็ดแป้งกล้วยที่ได้

3) ความคงทนต่อแรงเฉือน(Shear Stability) ใช้วิธีตาม Woatthichi.(1996)

4) ความสามารถในการดูดซับน้ำ(Water Absorption Index) ใช้วิธีตาม Woatthichi.

(1996)

5) ความสามารถในการละลายน้ำ(Water Solubility Index) ใช้วิธีดัดแปลงจาก

Woatthichi.(1996)

6) ความคงทนต่อการแช่แข็ง-การละลาย(Freeze-Thaw Stability) ใช้วิธีตาม

Woatthichi.(1996)

7) คุณสมบัติด้านความหนืดเมื่อใช้เครื่อง Rapid Visco Analyser ใช้วิธีดัดแปลงมาจาก

Mata *et al.* (2000)

การศึกษาในหัวข้อนี้ทำการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมี

Treatment คือ วิธีการทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้งกล้วย ซึ่งมี 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 คือ การใช้ตู้อบแห้ง (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง

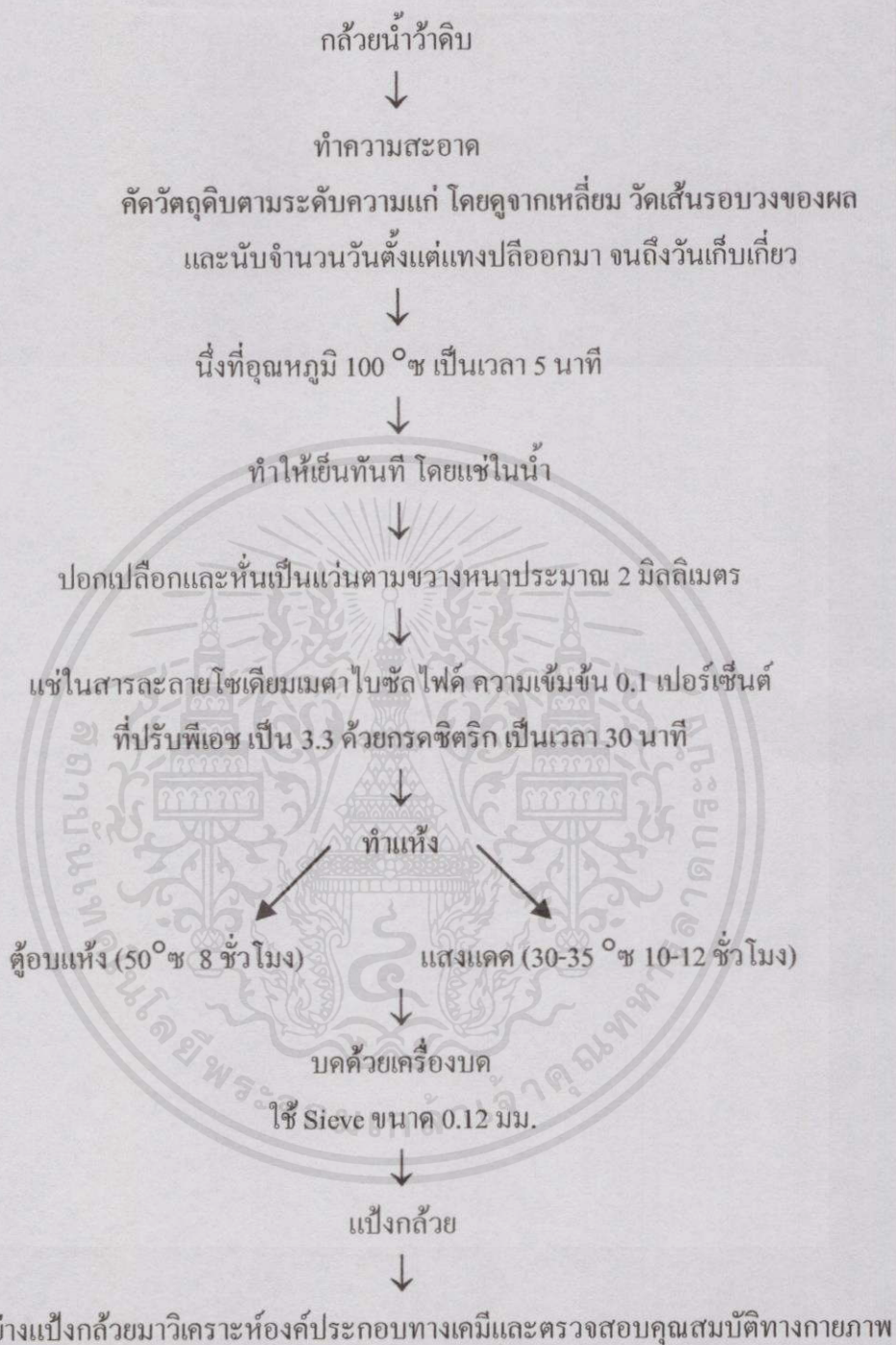
วิธีที่ 2 คือ การตากแดดที่อุณหภูมิประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส นาน 10-12 ชั่วโมง

Block คือ แป้งกล้วยที่ผลิตมาจากกล้วยที่มีความแก่ของกล้วย 4 ระยะ ได้แก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีและการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ มาวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistic Package for the Social Science (SPSS) Version 9.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการเตรียมแป้งกล้วย มีดังนี้



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนวิธีการผลิตแป้งกล้วย

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก ญานิสรา รัตตภา และคณะ. (2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษาดัชนีที่เหมาะสมในการกำหนดการเก็บเกี่ยวกล้วยน้ำว้า

ในการศึกษาดัชนีที่เหมาะสมในการกำหนดการเก็บเกี่ยวกล้วยน้ำว้าที่ระยะความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.1) พบว่า เมื่อกล้วยมีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บเกี่ยวได้หลังจากที่กล้วยแทงปลี 15, 16, 17 และ 18 สัปดาห์ ตามลำดับ และพบว่าเมื่อกล้วยมีความแก่มากขึ้น ความยาวเส้นรอบวงจะเพิ่มขึ้น แต่อัตราส่วนเปลือกต่อเนื้อจะลดลง และเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่ากล้วยที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวเส้นรอบวง และอัตราส่วนเปลือกต่อเนื้อ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยกล้วยที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวเส้นรอบวง 11.10, 12.00, 13.02, และ 14.04 เซนติเมตร และมีอัตราส่วนเปลือกต่อเนื้อ 0.65, 0.57, 0.51 และ 0.43 ตามลำดับ

ดังนั้นในการเก็บเกี่ยวกล้วยน้ำว้าเพื่อใช้ในการผลิตแป้ง จึงควรใช้การวัดความยาวเส้นรอบวง ร่วมกับการพิจารณาเหลี่ยมของผล และการนับจำนวนวันหลังจากแทงปลี สำหรับอัตราส่วนเปลือกต่อเนื้อนั้นไม่นำมาพิจารณาร่วมด้วย เนื่องจากเป็นวิธีที่ต้องทำลายตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบ

ตารางที่ 4.1 จำนวนสัปดาห์หลังแทงปลีจนเก็บเกี่ยว ความยาวของเส้นรอบวง และอัตราส่วนเปลือกต่อเนื้อของกล้วยน้ำว้าที่ระยะความแก่ต่างๆ

ความแก่ (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนสัปดาห์ หลังแทงปลี	เส้นรอบวง (เซนติเมตร)	อัตราส่วน เปลือกต่อเนื้อ
70	15	11.10 ^d ± 0.16	0.65 ^a ± 0.01
80	16	12.00 ^c ± 0.12	0.57 ^b ± 0.07
90	17	13.02 ^b ± 0.11	0.51 ^c ± 0.04
100	18	14.04 ^a ± 0.09	0.43 ^d ± 0.02

abc... หมายถึง ในคอลัมน์เดียวกัน ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.2 การศึกษาผลของวิธีทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้งกล้วย

4.2.1 ผลของวิธีทำแห้งที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย

ในการศึกษาผลของวิธีการทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้งกล้วย 2 วิธี คือ การตากแดด และใช้ตู้อบแห้ง ที่มีต่อปริมาณองค์ประกอบทางเคมี จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย คาร์โบไฮเดรต สคาร์ซ และอะไมโลส ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยการตากแดด และการใช้ตู้อบแห้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.2 และ 4.3) แต่ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดดมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 830.0 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สูงกว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งซึ่งมีปริมาณน้ำตาลรวม 587.0 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เนื่องจากการทำแห้งโดยการตากแดดใช้ระยะเวลาในการทำแห้งนาน และอุณหภูมิในระหว่างทำแห้งประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมสำหรับการทำงานของเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล ดังนั้นจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาดังกล่าวได้ดีกว่าการทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งที่ใช้อุณหภูมิสูง และเวลาดสั้นกว่า (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2538)

ในการศึกษาผลของความแก่ที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วย จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติของแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง เมื่อผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณโปรตีน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.2) ปริมาณโปรตีน และเถ้าเพิ่มขึ้นเมื่อกล้วยมีความแก่มากขึ้น โดยพบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยโปรตีนและเถ้า 2.49 เปอร์เซ็นต์ และ 1.86 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นเป็น 3.03 เปอร์เซ็นต์ และ 2.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวที่ได้นี้สอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด โดยพบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยโปรตีนและเถ้า 2.55 เปอร์เซ็นต์ และ 1.70 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นเป็น 3.17 เปอร์เซ็นต์ และ 2.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 จากงานวิจัยของ Ketiku (1973) รายงานว่า กรดอะมิโนที่พบในกล้วยมี 16 ชนิด โดยกรดอะมิโนที่พบเป็นจำนวนมาก ได้แก่ อาร์จินีน กรดแอสปาร์ติก กรดกลูตามิก โปรตีน อะลานีน วาลีน และลิวซีน เป็นต้น ในกล้วยนั้นจะไม่พบกรดอะมิโน ทริปโตเฟน และซิสเทอีน ส่วนปริมาณเถ้าที่เพิ่มขึ้นเมื่อกล้วยมีความแก่มากขึ้น เนื่องมาจากผลกล้วยจะเกิดการสะสมแร่ธาตุต่างๆเริ่มตั้งแต่ดอกบานจนกระทั่งเก็บเกี่ยวในบรรดาแร่ธาตุต่างๆที่พบมากในกล้วยได้แก่ ธาตุโปแตสเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และแคลเซียม (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2538 และ Bello-Perez *et al.*, 1999)

ปริมาณเยื่อใยและคาร์โบไฮเดรตมีปริมาณน้อยลงเมื่อความแก่ของกล้วยเพิ่มขึ้น โดยแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเยื่อใย 1.00 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 84.37 เปอร์เซ็นต์ จะลดลงเหลือ 0.71 เปอร์เซ็นต์ และ 82.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อกกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้จะสอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด โดยพบว่าแป้งกล้วยที่มีความแก่ของกล้วย 70 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยเยื่อใย 1.01 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 83.85 เปอร์เซ็นต์ จะลดลงเหลือ 0.73 เปอร์เซ็นต์ และ 81.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อกกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเยื่อใยอาหารที่พบในแป้งกล้วยนั้น ประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน จากงานวิจัยของ Kayisu *et al.* (1981) พบว่า ปริมาณเฮมิเซลลูโลส ในเนื้อกล้วยจะมีปริมาณลดลงเมื่อเข้าสู่กระบวนการสุก จึงทำให้ปริมาณเยื่อใยที่พบในแป้งกล้วยลดลงด้วย ส่วนปริมาณความชื้นและไขมันมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกล้วยที่มีความแก่ต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยน้ำว้า*

กร	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง)*						
	ความแก่ (เปอร์เซ็นต์)	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เด้า	เยื่อใย	คาร์โบไฮเดรต
ดู้อยบแห้ง	70	NS 9.76±0.15 ^{ns}	NS 2.49±0.07 ^d	NS 0.53±0.01 ^{ns}	NS 1.86±0.01 ^d	NS 1.00±0.01 ^a	NS 84.37±0.56 ^a
	80	NS 9.77±0.11 ^{ns}	NS 2.60±0.02 ^c	NS 0.54±0.00 ^{ns}	NS 2.07±0.01 ^c	NS 0.94±0.03 ^b	NS 84.09±0.18 ^{ab}
	90	NS 9.85±0.18 ^{ns}	NS 2.73±0.01 ^b	NS 0.54±0.01 ^{ns}	NS 2.32±0.11 ^b	NS 0.84±0.01 ^c	NS 83.73±0.67 ^b
	100	NS 10.19±0.11 ^{ns}	NS 3.03±0.02 ^a	NS 0.55±0.01 ^{ns}	NS 2.67±0.08 ^a	NS 0.71±0.04 ^d	NS 82.91±0.13 ^b
ตากแดด	70	NS 10.37±0.42 ^{ns}	NS 2.55±0.01 ^d	NS 0.51±0.02 ^{ns}	NS 1.70±0.09 ^d	NS 1.01±0.03 ^a	NS 83.85±0.48 ^a
	80	NS 10.49±0.04 ^{ns}	NS 2.70±0.08 ^c	NS 0.53±0.01 ^{ns}	NS 2.13±0.12 ^c	NS 0.94±0.02 ^b	NS 83.21±0.02 ^{ab}
	90	NS 10.48±0.34 ^{ns}	NS 2.86±0.01 ^b	NS 0.55±0.01 ^{ns}	NS 2.44±0.04 ^b	NS 0.84±0.018 ^c	NS 82.84±0.37 ^{bc}
	100	NS 10.70±0.26 ^{ns}	NS 3.17±0.01 ^a	NS 0.56±0.01 ^{ns}	NS 2.88±0.02 ^a	NS 0.73±0.02 ^d	NS 81.95±0.27 ^c

หมายเหตุ

NS หมายถึง พิจารณาที่ระยะเวลาของความแก่ของกล้วยเดี่ยวกับและวิธีการทำแห้งต่างกัน ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

abc... หมายถึง พิจารณาที่วิธีการทำแห้งเดียวกันและระยะเวลาของความแก่ต่างกัน ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

NS, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ± Standard deviation

ตารางที่ 4.3 ปริมาณสตาร์ช อะไมโลส และน้ำตาลรวมของแป้งกล้วยน้ำว้า*

การทำแห้ง	ความแก่ (เปอร์เซ็นต์)	สตาร์ช (เปอร์เซ็นต์)	อะไมโลส (เปอร์เซ็นต์)	น้ำตาลทั้งหมด (มก/100กรัม)
ตู้อบแห้ง	70	NS 61.58 ± 1.27 ^{ns}	NS 21.30 ± 0.12 ^c	B 587.0 ± 8.0 ^c
	80	NS 62.92 ± 0.17 ^{ns}	NS 22.53 ± 0.28 ^b	B 620.0 ± 6.0 ^c
	90	NS 66.43 ± 2.83 ^{ns}	NS 23.77 ± 0.38 ^a	B 912.0 ± 6.0 ^b
	100	NS 60.72 ± 4.62 ^{ns}	NS 21.28 ± 0.11 ^c	B 1,095.0 ± 3.2 ^a
ตากแดด	70	NS 60.78 ± 1.40 ^{ns}	NS 21.14 ± 0.07 ^c	A 830.00 ± 1.2 ^c
	80	NS 62.49 ± 1.70 ^{ns}	NS 22.41 ± 0.04 ^b	A 894.0 ± 15.0 ^c
	90	NS 66.41 ± 0.23 ^{ns}	NS 23.71 ± 0.13 ^a	A 1,220.0 ± 11.0 ^b
	100	NS 60.32 ± 2.73 ^{ns}	NS 21.16 ± 0.09 ^b	A 1,880.0 ± 14.0 ^a

หมายเหตุ

ABC... หมายถึง พิจารณาที่ระยะความแก่ของกล้วยเดียวกันและวิธีการทำแห้งต่างกัน ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

abc... หมายถึง พิจารณาที่วิธีการทำแห้งเดียวกันและระยะความแก่ของกล้วยต่างกัน ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

NS, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ± Standard derivation

จากตารางที่ 4.2 พบว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่ของแป้งกล้วย คือ คาร์โบไฮเดรตในปริมาณมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ โดยคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสตาร์ช จากตารางที่ 4.3 แป้งกล้วยจะประกอบด้วยสตาร์ช 60-66 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกล้วยมีความแก่มากขึ้นปริมาณสตาร์ชจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เมื่อแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งประกอบสตาร์ช 61.58 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มเป็น 66.43 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกล้วยมีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ เพราะมีการสะสมของสารอาหาร และเมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ ปริมาณสตาร์ชจะลดลงเหลือ 60.72 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีการเปลี่ยนสตาร์ชไปเป็นน้ำตาล ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด โดยพบว่าแป้งกล้วยที่มีความแก่ของกล้วย 70 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยสตาร์ช 61.58 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มเป็น 66.41 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกล้วยมีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสตาร์ช ลดลงเหลือ 60.32 เปอร์เซ็นต์ เบญจมาศ สีลาชัย (2538) ได้กล่าวไว้ว่า กล้วยที่มียีน ABB ซึ่งรวมทั้งกล้วยน้ำว้าด้วย พบว่ามักจะมีแป้งมากเมื่อดิบและแม้จะสุกแล้วปริมาณแป้งก็ยังมีมาก

จากผลการทดลองถึงแม้ว่ากล้วยที่มีระยะความแก่ต่างๆจะมีปริมาณสารซัคเคอไรด์แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด แต่จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ เมื่อพิจารณาที่ความแก่ของกล้วยต่างกัน วิธีการทำแห้งเดียวกัน ปริมาณสารซัคเคอไรด์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากกล้วยที่มีระยะความแก่ต่างๆที่นำมาผลิตแป้งนั้น มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีไม่แน่นอน ที่มีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้นและปริมาณแร่ธาตุต่างๆในดิน ฤดูกาล ภูมิอากาศ เป็นต้น ถึงแม้ว่าจะมีการใช้ปัจจัยหลายๆอย่างร่วมกันเพื่อกำหนดระยะความแก่แล้วก็ตาม แต่ปริมาณที่พบในแป้งกล้วยในการทดลองซ้ำแรกและซ้ำที่สองมีปริมาณแตกต่างกันมาก โดยเฉพาะแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ 100 เปอร์เซ็นต์ จึงมีผลทำให้เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติแล้วปริมาณสารซัคเคอไรด์ไม่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณอะไมโลส และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง เมื่อผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยปริมาณอะไมโลสมีแนวโน้มตามปริมาณสารซัคเคอไรด์ โดยพบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ มีอะไมโลส 21.30 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มเป็น 23.71 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกล้วยมีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ และจะลดลงเหลือ 21.28 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกล้วยมีความแก่ 100 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mota *et al.* (2000) ส่วนปริมาณน้ำตาลรวมนั้นพบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อกล้วยมีความแก่มากขึ้น แสดงให้เห็นว่ากล้วยเริ่มมีการเปลี่ยนสสารไปเป็นน้ำตาล ซึ่งน้ำตาลที่พบในกล้วยส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส (Kayisu *et al.*, 1981 และ Lii *et al.*, 1982) ซึ่งผลการทดลองดังกล่าว สอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด

4.2.2 ผลของวิธีการทำแห้งที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วย

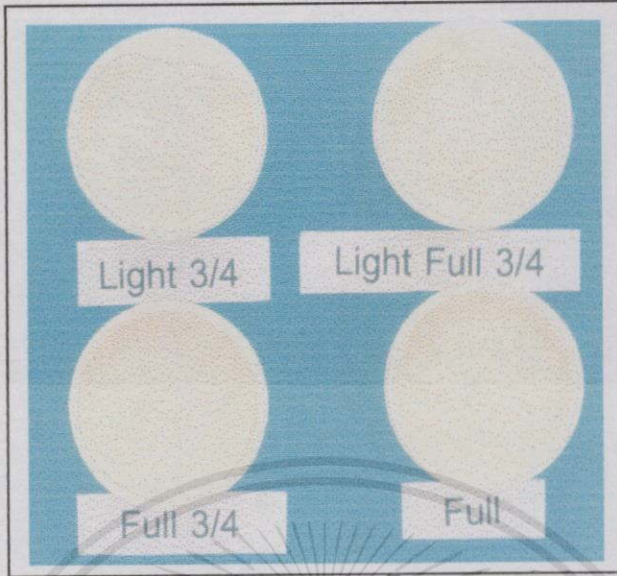
4.2.2.1 สีแป้งกล้วย

แป้งที่ทำมาจากกล้วยน้ำว้า มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีเหลืองนวล เมื่อมองดูด้วยสายตาจะไม่เห็นความแตกต่างของสีชัดเจนนัก (ภาพที่ 4.1) แต่เมื่อทำการวัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี ผลการตรวจสอบแสดงในตารางที่ 4.4

ในการศึกษาผลของวิธีการทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้งกล้วยที่มีต่อค่า L (ค่าความสว่าง) และ b (ค่าสีเหลือง) a (ค่าสีแดง) ของแป้งกล้วย จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าแป้งกล้วยที่มีความแก่ของกล้วย 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด มีค่า L , a และ b ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์

ในการศึกษาผลของความแก่ของกล้วยที่นำมาผลิตแป้งที่มีต่อค่า L , a และ b จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติของแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง เมื่อผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีค่า L และ b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ค่า L จะลดลงเมื่อกล้วยมีความแก่เพิ่มขึ้น โดยพบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ มีค่า L เท่ากับ 91.92 ลดลงเหลือ 89.92 เมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ในทางตรงกันข้ามเมื่อความแก่ของกล้วยมากขึ้น ค่า b จะเพิ่มขึ้น โดยพบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b เท่ากับ 9.79 และเพิ่มขึ้นเป็น 11.33 เมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่า a มีแนวโน้มลดลงเมื่อความแก่ของกล้วยมากขึ้น แต่เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) วลัย หุตะโกวิท และคณะ (2542) พบว่าปัญหาสำคัญในการทำแป้งกล้วยคือแป้งที่ได้มีสีไม่ขาวเหมือนแป้งโดยทั่วไป ซึ่งสาเหตุเกิดจากสารประกอบฟีนอลในกล้วยเมื่อสัมผัสกับอากาศ และเอนไซม์ Polyphenol oxidases (PPO) เช่น Cresolase, Catecholase และ o-diphenol oxidases เป็นต้น จะให้สารประกอบ Quinone ซึ่งต่อมาเกิดปฏิกิริยา Polymerization ให้ผลิตภัณฑ์ที่โมเลกุลใหญ่ขึ้น โดยอาจรวมตัวกับ Amino หรือ Sulfhydryl group ของโปรตีน ให้สารสีน้ำตาล (นิภา คุณทรงเกียรติ, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1) ตู้อบแห้ง



2) ตากแดด

ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะของแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการใช้ 1) ตู้อบแห้ง และ 2) การตากแดด

(Light 3/4 = กล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์)

Light Full 3/4 = กล้วยที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์

Full 3/4 = กล้วยที่มีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์

Full = กล้วยที่มีความแก่ 100 เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไปใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่าสีของแป้งกล้วยน้ำว้า โดยค่า L (ความสว่าง) ค่า a (ค่าสีแดง) และ
ค่า b (ค่าสีเหลือง)*

การทำแห้ง	ความแก่ (เปอร์เซ็นต์)	L	a	b
ตูบแห้ง	70	NS 91.92 ± 0.08 ^a	NS 0.15 ± 0.03 ^{ns}	NS 9.79 ± 0.07 ^c
	80	NS 91.46 ± 0.09 ^b	NS 0.10 ± 0.06 ^{ns}	NS 9.92 ± 0.10 ^{ab}
	90	NS 90.70 ± 0.14 ^c	NS 0.07 ± 0.01 ^{ns}	NS 10.23 ± 0.16 ^b
	100	NS 89.92 ± 0.06 ^d	NS 0.07 ± 0.01 ^{ns}	NS 11.33 ± 0.01 ^a
ตากแดด	70	NS 91.80 ± 0.05 ^a	NS 0.20 ± 0.02 ^{ns}	NS 9.64 ± 0.05 ^c
	80	NS 91.33 ± 0.06 ^b	NS 0.18 ± 0.06 ^{ns}	NS 9.80 ± 0.08 ^{ab}
	90	NS 90.62 ± 0.08 ^c	NS 0.11 ± 0.02 ^{ns}	NS 10.19 ± 0.07 ^b
	100	NS 89.78 ± 0.05 ^d	NS 0.10 ± 0.01 ^{ns}	NS 11.25 ± 0.09 ^a

หมายเหตุ

ABC... หมายถึง พิจารณาที่ระยะความแก่ของกล้วยเดียวกันและวิธีการทำแห้งต่างกัน ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

abc... หมายถึง พิจารณาที่วิธีการทำแห้งเดียวกันและระยะความแก่ของกล้วยต่างกัน ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

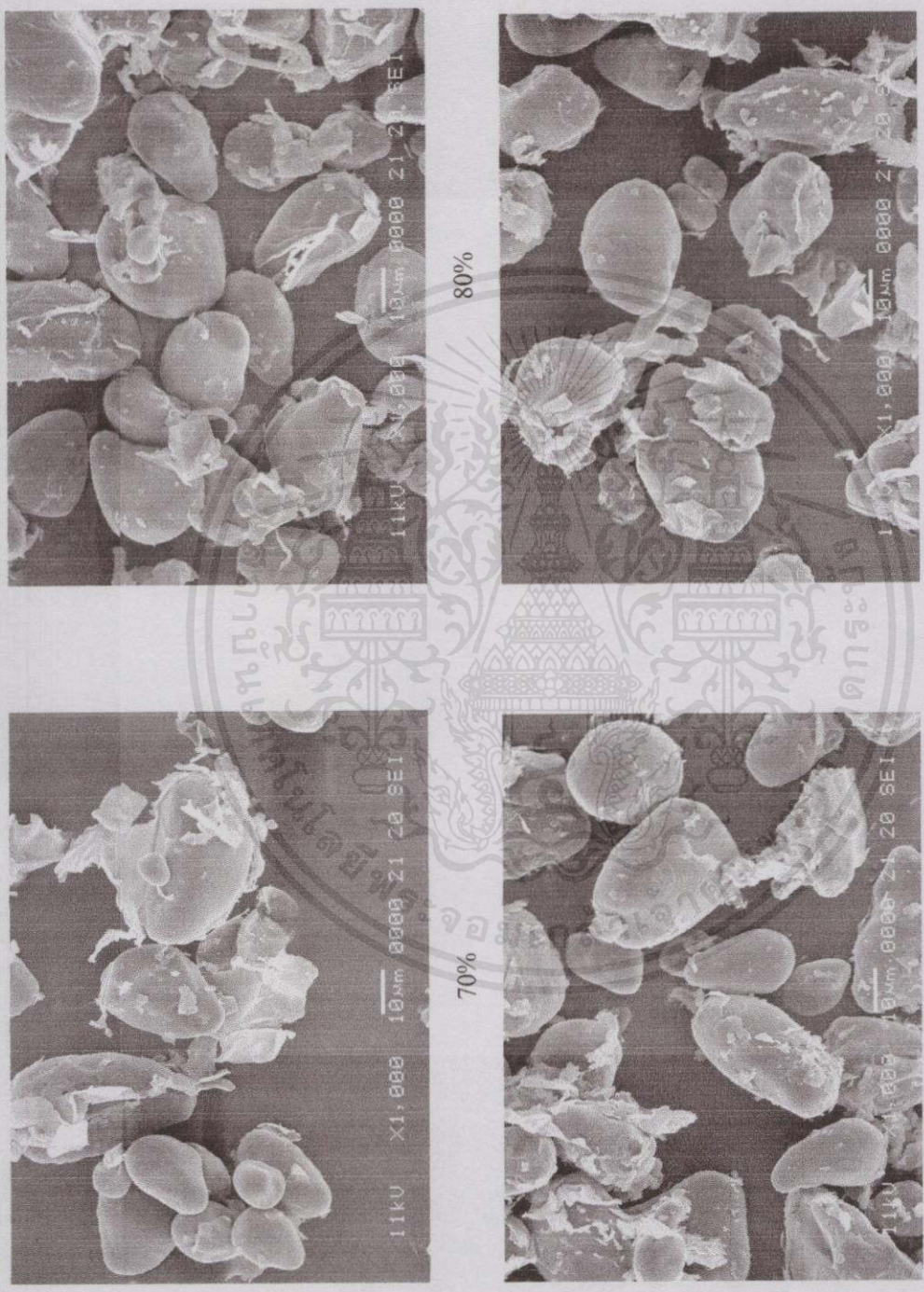
NS, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ± Standard derivation

4.2.2.2 รูปร่างและขนาดของเม็ดแป้งกล้วย

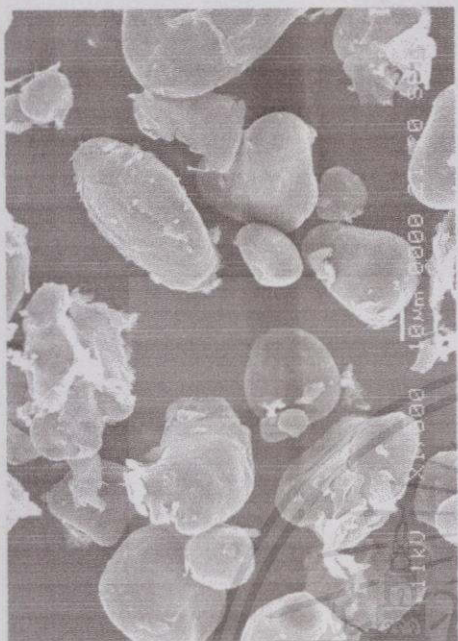
ผลของวิธีการทำแห้งต่อรูปร่างและขนาดของเม็ดแป้งกล้วย เมื่อตรวจสอบโดยใช้กล้อง Scanning Electron Microscope (SEM) รูปภาพที่ 4.2 และ 4.3 เปรียบเทียบกัน พบว่าวิธีการทำแห้งไม่มีผลต่อรูปร่างและขนาดของเม็ดแป้ง จากภาพแสดงให้เห็นว่าเม็ดแป้งกล้วยน้ำว้ามีรูปร่างเป็นวงรี (Oval shape) และมีรูปร่างไม่แน่นอน (Irregular shape) ที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยมีขนาดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27-45 ไมโครเมตร พื้นผิวของเม็ดแป้งมีสารอื่นมาเกาะอยู่ และเมื่อกล้วยมีระยะความแก่เพิ่มมากขึ้นจะพบเม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่จำนวนมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

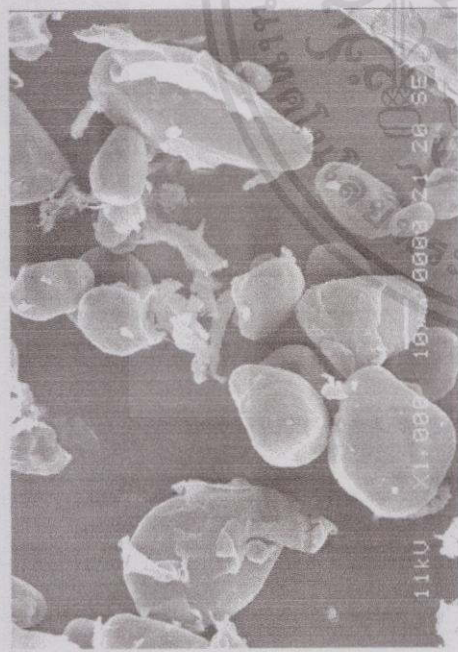


ภาพที่ 4.2 แสดงรูปร่างเม็ดแป้งน้ำว้าที่ผลิตจากกล้วยระยะความแก่ต่างๆ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้ง

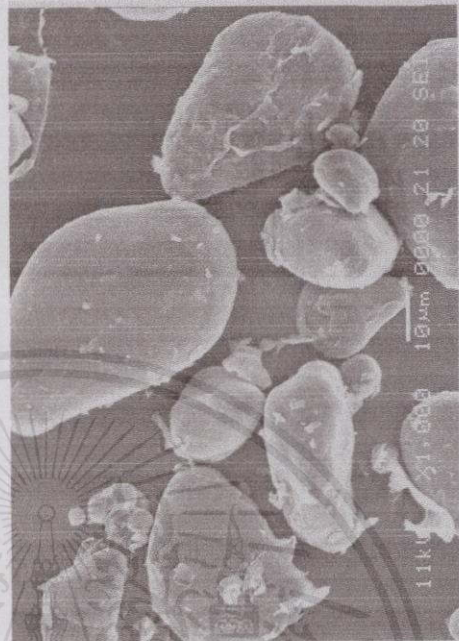
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



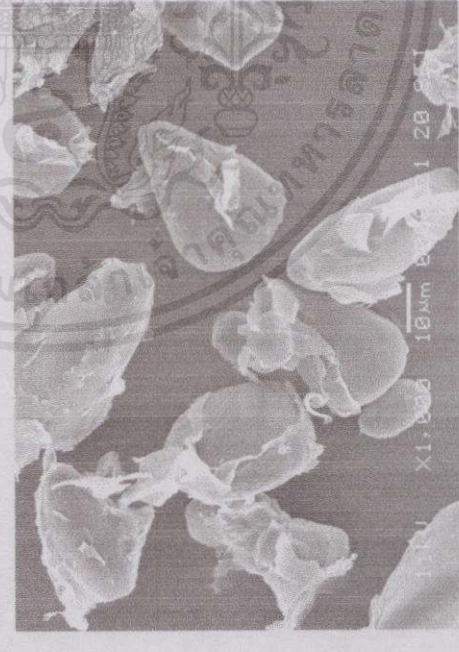
70%



80%



90%



100%

ภาพที่ 4.3 แสดงรูปร่างเม็ดแป้งที่ผลิตจากถั่วเขียวที่เคลือบด้วยสารไคโตซานในอัตราส่วน 70%, 80%, 90% และ 100% โดยภาพแสดงรูปร่างเม็ดแป้งที่ผลิตจากถั่วเขียวที่เคลือบด้วยสารไคโตซานในอัตราส่วน 70%, 80%, 90% และ 100% โดยภาพแสดงรูปร่างเม็ดแป้งที่ผลิตจากถั่วเขียวที่เคลือบด้วยสารไคโตซานในอัตราส่วน 70%, 80%, 90% และ 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดเม็คแบ่งโดยเฉลี่ย 27 ไมโครเมตร กล้วยที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดเม็คแบ่งโดยเฉลี่ย 30 ไมโครเมตร กล้วยที่มีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดเม็คแบ่งโดยเฉลี่ย 38 ไมโครเมตร และกล้วยที่มีความแก่ 100 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดเม็คแบ่งโดยเฉลี่ย 45 ไมโครเมตร และเมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพื้นผิวเม็คแบ่งมีลักษณะเป็นริ้วๆ ซึ่งเกิดจากการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสในการเปลี่ยนสตาร์ชที่เป็นส่วนประกอบในเม็คแบ่งให้เป็นน้ำตาลในระหว่างเกิดการสุกของกล้วย แสดงให้เห็นว่ากล้วยที่มีความแก่เต็มที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่กระบวนการสุกแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kayisu *et al.* (1981) และ Lii *et al.* (1982)

4.2.2.3 ความคงทนต่อแรงเฉือน (Shearing Stability)

การตรวจสอบความคงทนต่อแรงเฉือน (ภาคผนวก ข.) เมื่อมีการให้ความร้อนของผสมที่เตรียมจากแป้งกล้วยในน้ำมีความเข้มข้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักค่อน้ำหนัก) ไปพร้อมๆ กับการกวนที่ความเร็วรอบ 2000 รอบต่อนาที พบว่าการกวนจะตัดเม็คแบ่งที่พองตัวบางส่วน ทำให้ความหนืดของของผสมลดลง ความคงทนต่อแรงเฉือนแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงความหนืดหลังการให้แรงเฉือนต่อความหนืดก่อนให้แรงเฉือน ผลแสดงในตารางที่ 4.5

ในการศึกษาผลของวิธีการทำแห้งที่มีต่อความคงทนต่อแรงเฉือนของแป้งกล้วย พบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งมีความคงทนต่อแรงเฉือน 9.37 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด ที่มีค่าความคงทนต่อแรงเฉือน 11.48 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องมาจากแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดดมีปริมาณความชื้นสูงกว่าและมีส่วนประกอบที่เป็นสตาร์ชน้อยกว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง จึงทำให้ของผสมมีความเจือจางกว่า โอกาสที่เม็คแบ่งจะหลุดตัด ทำให้เสียหายจึงน้อย มีผลทำให้ความแตกต่างของความหนืดในระหว่างการทดสอบมีความแตกต่างกันน้อยตามไปด้วย ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์

ในการศึกษาผลของความแก่ของกล้วยที่นำมาผลิตแป้งที่มีต่อความคงทนต่อแรงเฉือนของแป้งกล้วย พบว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง เมื่อผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 มีความคงทนต่อแรงเฉือนมีแนวโน้มลดลง เมื่อกล้วยมีความแก่มากขึ้น (ภาพที่ 4.4) โดยพบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ มีความคงทนต่อแรงเฉือน 9.94 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเป็น 9.04 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเมื่อกล้วยมีความแก่มากขึ้น ขนาดของเม็คแบ่งใหญ่ขึ้น โอกาสที่เม็คแบ่งจะถูกทำลายมีมากกว่า ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด (ภาพที่ 4.5) โดยเมื่อกล้วยมีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ แป้งกล้วยมีความคงทนต่อแรงเฉือน 12.27 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเป็น 10.46 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์

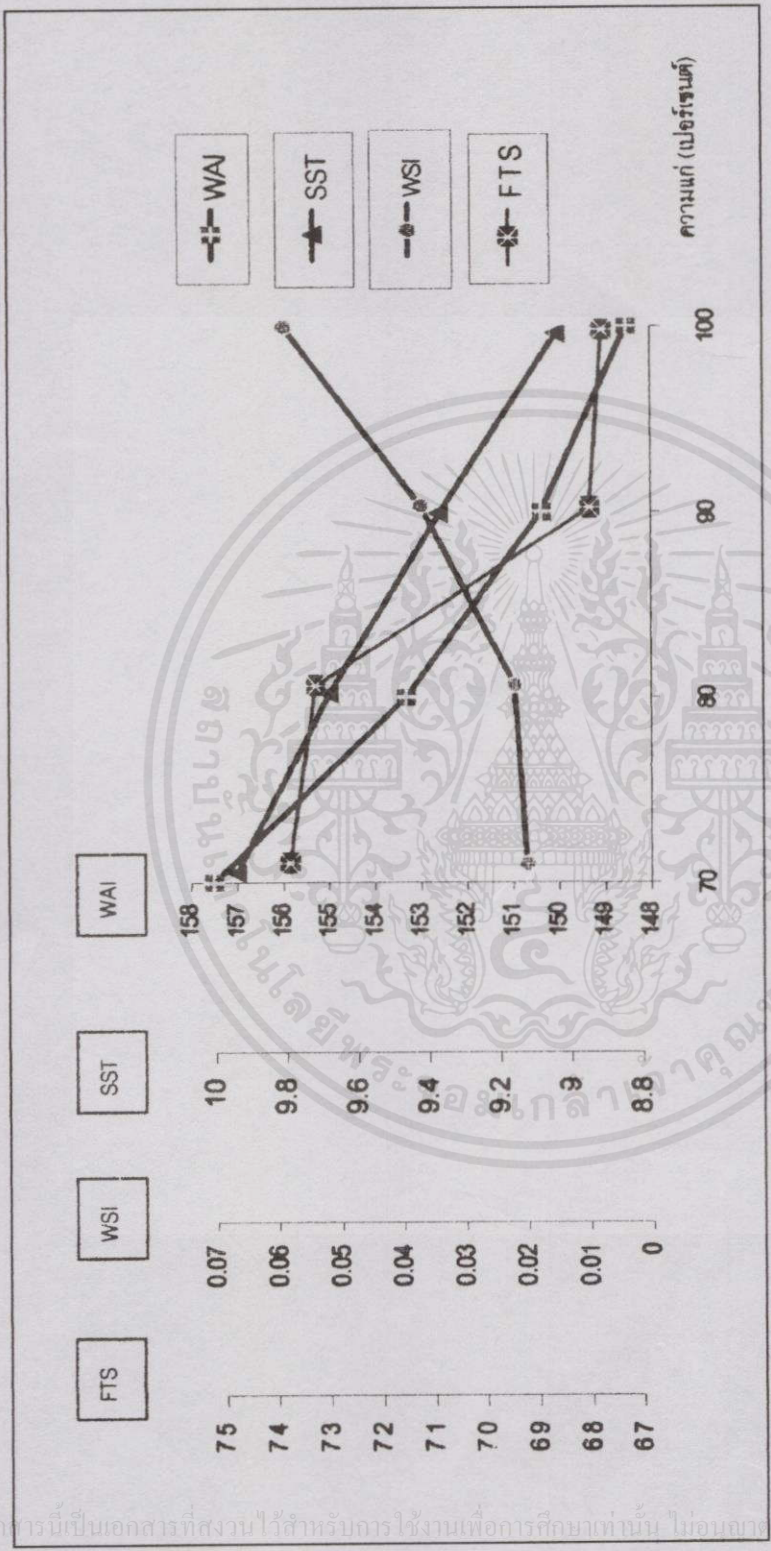
ตารางที่ 4.5 คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยน้ำว้า*

การ ทำแห้ง	ความแก่ (เปอร์เซ็นต์)	Shearing Stability	Water Absorption Index	Water Solubility Index	Freeze-Thaw Stability
ตูบ แห้ง	70	9.94±0.15	157.51±3.42	0.020	73.75±1.77
	80	9.68±0.12	153.33±3.42	0.022	73.25±4.60
	90	9.37±0.21	150.38±0.17	0.037	68.00±0.71
	100	9.04±0.15	148.52±2.16	0.059	67.75±3.89
ตากแดด	70	12.27±0.58	156.43±2.84	0.032	75.25±1.77
	80	11.69±0.21	152.02±1.51	0.043	73.25±3.89
	90	11.48±0.11	147.30±3.11	0.053	72.50±1.41
	100	10.46±0.04	145.40±1.94	0.070	72.50±0.71

หมายเหตุ

* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ± Standard derivation

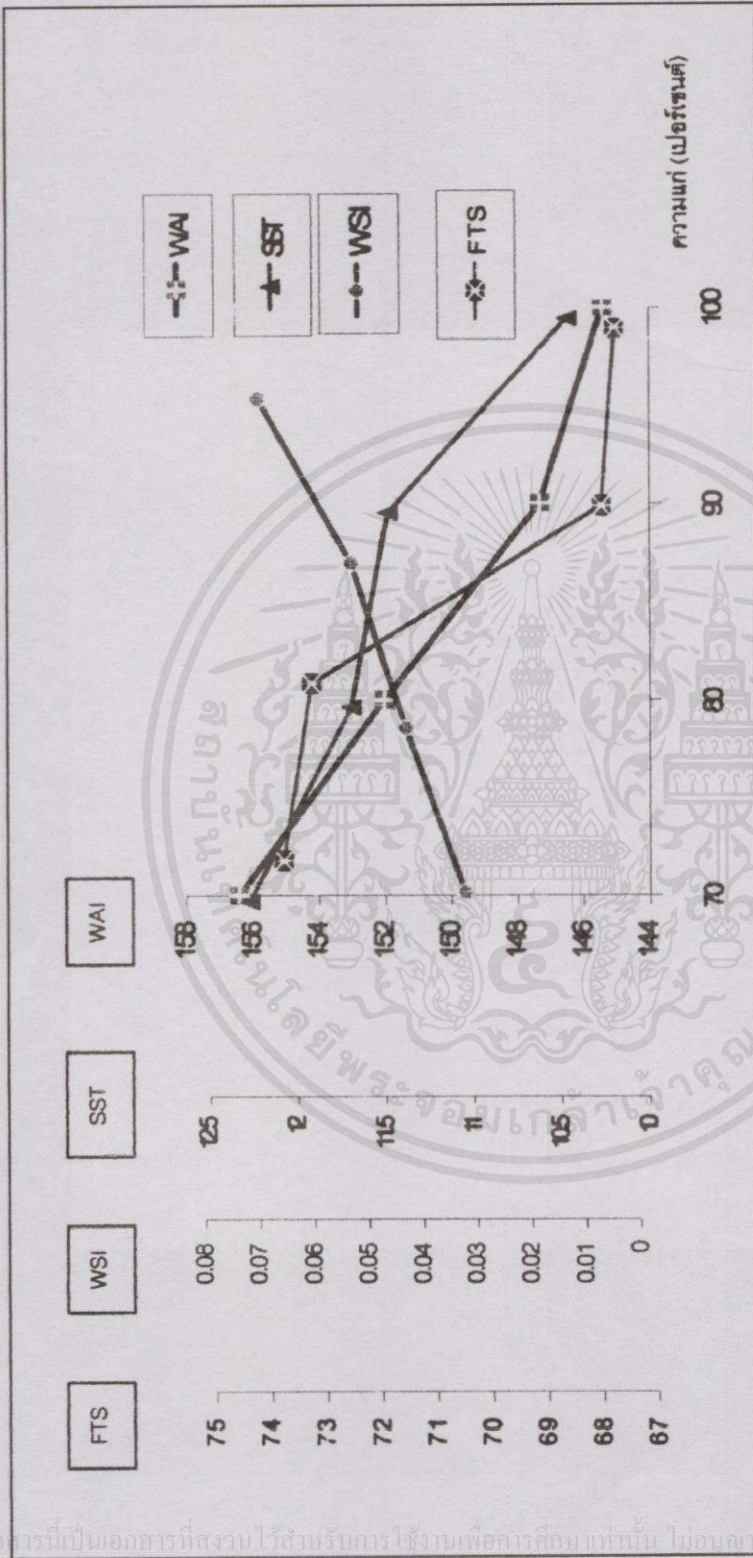
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแก่ของกัวและคุณสมบัติทางกายภาพของเป็งกัวเมื่อทำแห้ง โดยให้ดูแบบแห้ง

(FTS = Freeze-Thaw Stability, WSI = Water Solubility Index, SST = Shearing Stability, WAI = Water absorption Index)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแก่ของกัวงเม้งกับทิศทางกายภาพของเม้งกัวงเม้งทำแห้ง โดยการตากแดด

(FTS = Freeze-Thaw Stability, WSI = Water Solubility Index, SST = Shearing Stability, WAI = Water absorption Index)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกรายที่มีการนำไปใช้

4.2.2.4 ความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลาย (Freeze-Thaw Stability)

จากการตรวจสอบความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลาย (ภาคผนวก ข.) โดยรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำที่แยกออกมากหลังจากนำของผสมที่เตรียมจากแป้งกล้วยในน้ำมีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) แล้วนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน แล้วนำมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.5

ในการศึกษาผลของวิธีทำแห้งต่อความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลาย พบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด มีความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลายใกล้เคียงกัน ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์

ในการศึกษาผลของระยะเวลาความแก่ของกล้วยที่นำมาผลิตแป้งที่มีต่อความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลายของแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง พบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะเวลาความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความแก่ของกล้วยมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากปริมาณน้ำที่แยกออกมาจากแป้งเปียกมีปริมาณลดลง แป้งกล้วยน้ำว้ามีความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลายน้ำแข็งต่ำ มีน้ำแยกออกมาจากของผสม 67-75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bello-Perez *et al.* (1999) ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด

4.2.2.5 ความสามารถในการดูดซับน้ำ (Water Absorption Index)

การตรวจสอบความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วย (ภาคผนวก ข.) โดยแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของเม็ดแป้งที่เพิ่มขึ้นเมื่อทำการละลายเม็ดแป้งด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แสดงในตารางที่ 4.5 ในการศึกษาผลของวิธีทำแห้งต่อความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วย พบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด มีความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วยใกล้เคียงกัน ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์

ในการศึกษาผลของความแก่ของกล้วยที่นำมาผลิตแป้งที่มีต่อความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วย พบว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง เมื่อผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วยมีแนวโน้มลดลง เมื่อกล้วยมีความแก่มากขึ้น (ภาพที่ 4.4) โดยพบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถในการดูดซับน้ำ 157.51 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเป็น 148.52 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด (ภาพที่ 4.5) โดยพบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ มีความ

สามารถในการดูดซับน้ำ 156.43 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเป็น 145.30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเมื่อกล้วยแก่มากขึ้นพบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อนำแป้งไปละลายน้ำทำให้น้ำตาลที่อยู่ในแป้งละลายออกมาด้วย น้ำหนักของแป้งจึงลดลง มีผลให้ความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งลดลง

4.2.2.6 ความสามารถในการละลายน้ำ (Water Solubility Index)

การตรวจสอบความสามารถในการละลายน้ำของแป้งกล้วย (ภาคผนวก ข.) โดยแสดงเป็นน้ำหนักของแข็งทั้งหมดในสารละลายที่สามารถละลายได้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ผลแสดงในตารางที่ 4.5 ในการศึกษาผลของวิธีทำแห้งต่อความสามารถในการละลายน้ำของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด พบว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดดมีความสามารถในการละลายน้ำ 0.032 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง ซึ่งมีความสามารถในการละลายน้ำ 0.020 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์

ในการศึกษาผลของความแก่ของกล้วยที่นำมาผลิตแป้งที่มีต่อความสามารถในการละลายน้ำของแป้งกล้วย พบว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง เมื่อผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการละลายน้ำของแป้งกล้วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อกล้วยมีความแก่มากขึ้น (ภาพที่ 4.4) โดยพบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถละลายน้ำ 0.020 และสูงขึ้นเป็น 0.059 เมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด (ภาพที่ 4.5) โดยแป้งกล้วยที่มีความแก่ของกล้วย 70 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถละลายน้ำ 0.032 และสูงขึ้นเป็น 0.070 เมื่อกล้วยมีความแก่เต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าแป้งกล้วยมีความสามารถในการละลายน้ำต่ำ เนื่องจากโดยปกติแล้วแป้งดิบจะไม่ละลายหรือละลายได้น้อยในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเจลาติในซออยู่แล้ว ดังนั้นสิ่งที่ทำให้ความสามารถในการละลายน้ำของแป้งแตกต่างกันคือปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่มีอยู่ในแป้งกล้วย พบว่าเมื่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้น ความสามารถในการละลายของแป้งจะเพิ่มขึ้น นั่นคือการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลและการลดลงของปริมาณแป้ง มีผลทำให้การละลายของแป้งเพิ่มขึ้น (กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2542)

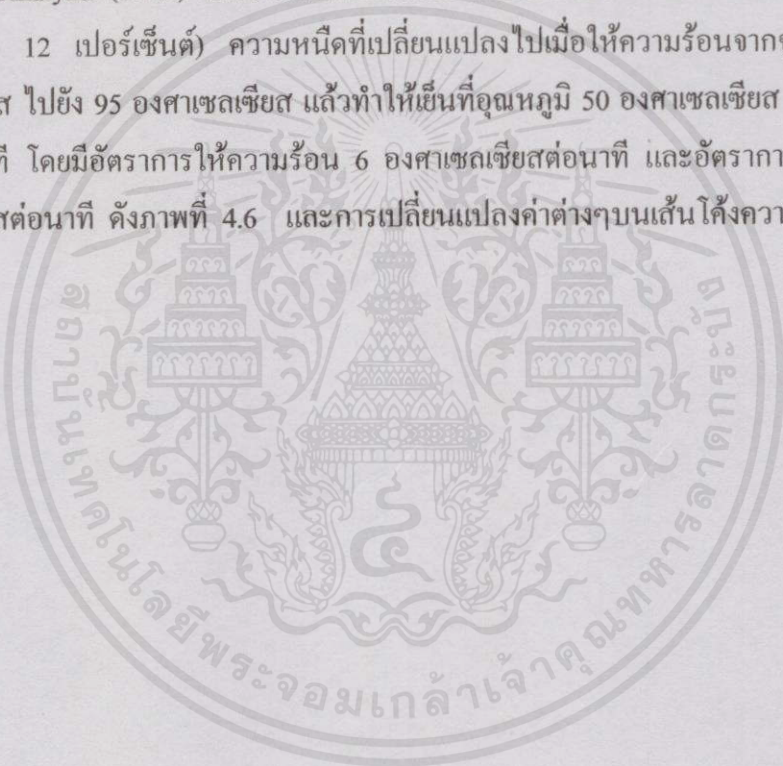
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.7 คุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งกล้วยโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบรวดเร็ว

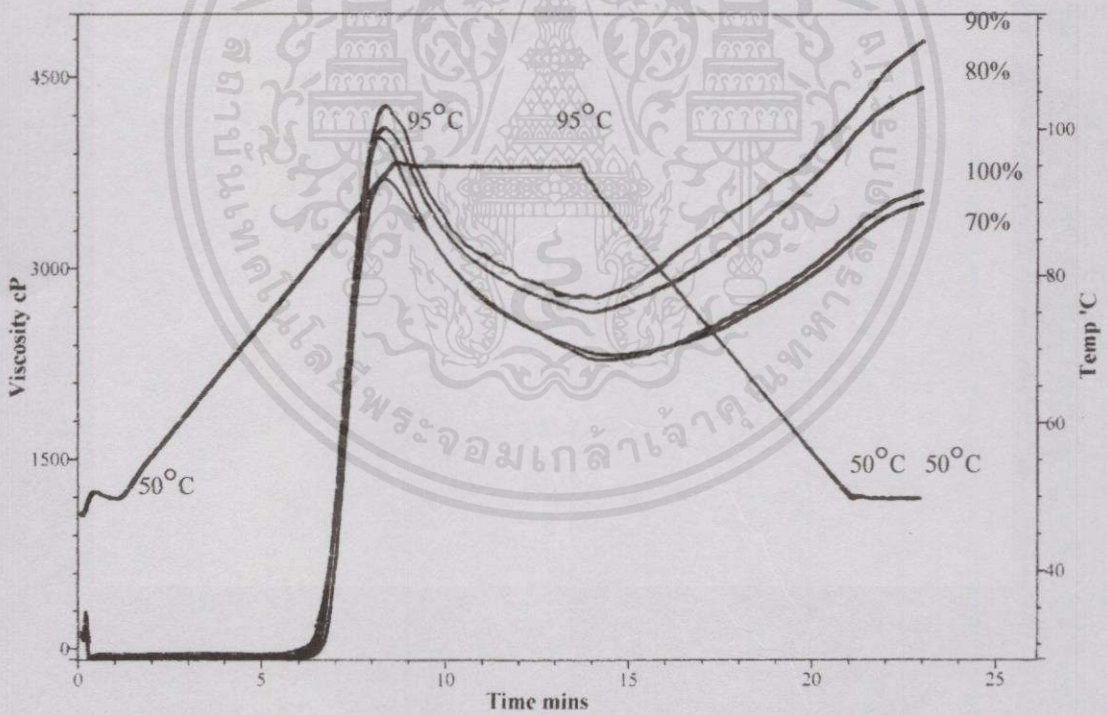
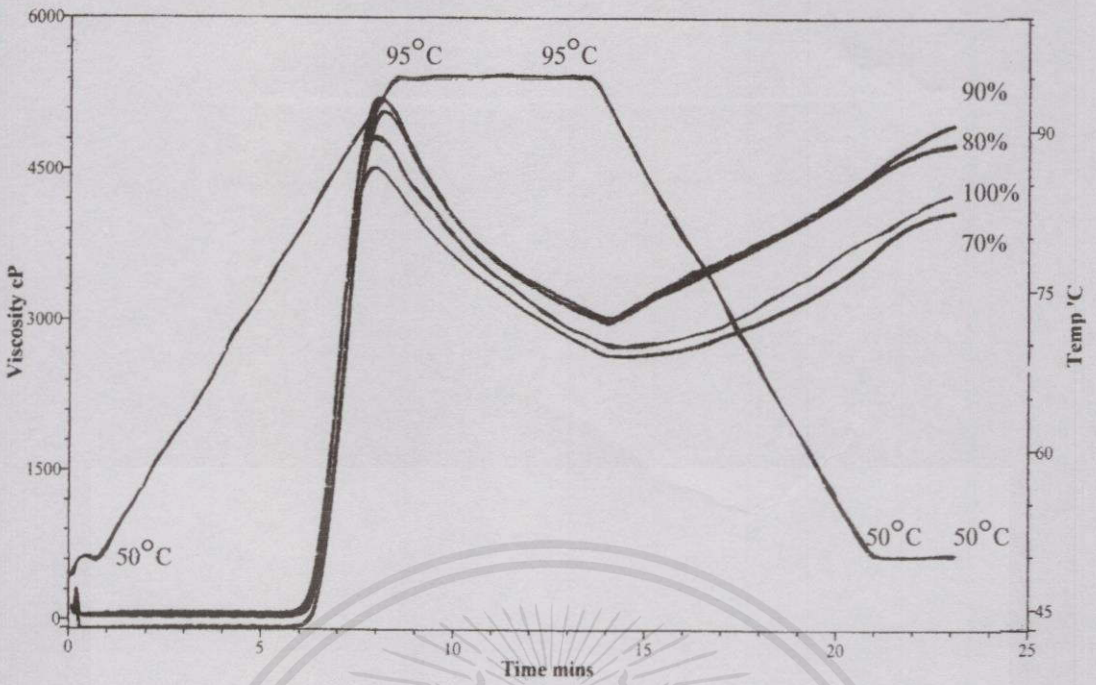
Rapid Visco Analyser (RVA)

การตรวจสอบคุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งกล้วยในของผสมที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการให้ความร้อน เป็นการตรวจสอบโดยการนำแป้งกล้วยผสมกับน้ำในปริมาณที่เหมาะสม แล้วนำตัวอย่างเข้าทดสอบด้วยเครื่องวัดความหนืดซึ่งควบคุมอุณหภูมิและเวลาได้พร้อมทั้งอ่านค่าความหนืดที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างที่เกิดการสุกและการทำให้เย็นลง จนกระทั่งการเกิดเจลของแป้ง ดังแสดงในภาคผนวก ข.

จากการตรวจสอบคุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งกล้วยที่มีระยะเวลาความแก่และวิธีการทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้งกล้วยแตกต่างกัน โดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบรวดเร็ว Rapid Visco Analyzer (RVA) วัดความหนืดของตัวอย่างแป้งกล้วย 3 กรัม กับน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร (ความเข้มข้น 12 เปอร์เซ็นต์) ความหนืดที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อให้ความร้อนจากจุดเริ่มต้นที่ 50 องศาเซลเซียส ไปยัง 95 องศาเซลเซียส แล้วทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อีกครั้ง ภายในเวลา 23 นาที โดยมีอัตราการให้ความร้อน 6 องศาเซลเซียสต่อนาที และอัตราการลดอุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียสต่อนาที ดังภาพที่ 4.6 และการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆบนเส้นโค้งความหนืดแสดงในตารางที่ 4.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(2)

ภาพที่ 4.6 แสดงกราฟที่ได้จากการตรวจสอบความหนืดของแป้งกล้วยน้ำว้าโดย
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 Rapid Visco Analyzer (RVA)
 ไม่ว่าจะตีตราไปรษณียากรออกหรือห้ามมิให้คัดลอกสิ่งเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 เมื่อ 1) แป้งกล้วยน้ำว้าที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง 2) แป้งกล้วยน้ำว้าที่ทำแห้งโดยการตากแดด

ตารางที่ 4.6 อัตราการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆบนเส้นโค้งความหนืดจากการตรวจสอบโดย Rapid Visco Analyzer (RVA) ของแป้งกล้วยน้ำว้า*

การ ทำแห้ง	ความแก่ (เปอร์เซ็นต์)	Peak Viscosity (Cp)	Holding strength (Cp)	Break down (Cp)	Final Viscosity (Cp)	Set back (Cp)	Peak Time (min)	Pasting Temp (°C)
ดูือบแห้ง	70	4402.00 ± 164.05 ^A	2582.50 ± 96.87 ^B	1819.50 ± 67.18 ^A	3990.50 ± 144.96 ^B	1408.00 ± 48.08 ^B	8.00 ± 0.09 ^{NS}	80.20 ± 0.64 ^{NS}
	80	5166.50 ± 67.18 ^A	3051.00 ± 97.18 ^A	2115.50 ± 164.76 ^A	4742.00 ± 15.56 ^A	1691.00 ± 113.14 ^A	8.07 ± 0.00 ^{NS}	80.55 ± 0.85 ^{NS}
	90	5132.00 ± 86.27 ^A	2991.50 ± 60.10 ^A	2140.50 ± 26.17 ^A	4840.00 ± 169.71 ^A	1848.50 ± 109.60 ^A	8.23 ± 0.14 ^{NS}	80.53 ± 0.25 ^{NS}
	100	4769.00 ± 18.38 ^B	2735.00 ± 21.21 ^B	2034.00 ± 39.60 ^A	4183.00 ± 48.08 ^B	1448.00 ± 41.01 ^B	8.00 ± 0.00 ^{NS}	80.13 ± 0.25 ^{NS}
ตากแดด	70	3583.00 ± 164.05 ^B	2237.50 ± 86.97 ^B	1345.50 ± 64.35 ^B	3518.0 ± 84.15 ^B	1316.00 ± 22.62 ^B	8.27 ± 0.00 ^{NS}	82.58 ± 0.53 ^{NS}
	80	4068.50 ± 67.18 ^B	2553.00 ± 31.11 ^B	1515.00 ± 36.06 ^B	4221.50 ± 135.06 ^B	1668.50 ± 19.80 ^A	8.27 ± 0.09 ^{NS}	82.53 ± 0.25 ^{NS}
	90	4073.50 ± 0.71 ^B	2630.00 ± 24.04 ^B	1443.50 ± 151.32 ^{Bc}	4466.50 ± 79.90 ^A	1836.50 ± 103.94 ^A	8.33 ± 0.09 ^{NS}	81.53 ± 0.53 ^{NS}
	100	3852.50 ± 24.75 ^B	2276.50 ± 26.16 ^B	1576.00 ± 1.41 ^A	3534.50 ± 55.86 ^B	1292.50 ± 130.81 ^B	8.17 ± 0.05 ^{NS}	82.13 ± 0.52 ^{NS}

หมายเหตุ

หมายถึง พิจารณาที่ระยะความแก่ของกล้วยเดี่ยวที่เหมือนกันและวิธีการทำแห้งต่างกัน ตัวเลขที่อักษร กำกับต่างก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05)
 หมายถึง พิจารณาที่วิธีการทำแห้งเดียวกันและระยะความแก่ของกล้วยต่างกัน ตัวเลขที่อักษรกำกับต่างก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)
 NS, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05)

* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 2 ซ้ำ ± Standard deviation

ในการศึกษาผลของวิธีทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้งที่มีต่อค่า Peak viscosity, Holding strength, Break down, Final viscosity และ Set back เมื่อตรวจสอบโดย Rapid Visco Analyzer (RVA) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด พบว่าค่า Peak viscosity, Holding strength และค่า Break down มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งมีค่า Peak viscosity เท่ากับ 4402.00 Cp สูงกว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดดซึ่งมีค่า Peak viscosity เท่ากับ 3,583.00 Cp ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับผลการทดลองของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์

ในการศึกษาผลของความแก่ของกล้วยที่ใช้ในการผลิตแป้งที่มีต่อค่า Peak viscosity, Holding strength, Break down, Final viscosity และ Set back เมื่อตรวจสอบโดย Rapid Visco Analyzer (RVA) ของแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง เมื่อผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่าค่า Peak viscosity, Holding strength, Break down, Final viscosity และ Set back มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแป้งกล้วยน้ำว่ามีความหนืดสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น แป้งกล้วยที่ความแก่ของกล้วยต่างกันเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความหนืดที่อุณหภูมิ (Pasting temperature) ใกล้เคียงกัน ประมาณ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Lii. *et al.* (1982), Bello-Perez *et al.* (2000) แต่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจากรายงานการวิจัยของ Kayisu *et al.* (1981) ฤๅณิศา รัตอาภา และคณะ (2538) และ Mota *et al.* (2000) เนื่องจากสภาวะที่ใช้ในการตรวจสอบแตกต่างกัน และจากผลการตรวจสอบแสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยเกิดการแตกตัวยาก และมีความสามารถในการพองตัวน้อย หลังจากนั้นเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นความหนืดจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่มีความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) เป็นจุดที่เม็ดแป้งพองตัวเต็มที่ ซึ่งจากผลการตรวจสอบแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Peak viscosity 5166.50 และ 5132.00 Cp ตามลำดับสูงกว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ของกล้วย 100 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่า Peak viscosity 4769.00 และ 4402.00 Cp ตามลำดับ ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ภายในเม็ดแป้งมีความแข็งแรงและการพองตัวได้ยากกว่า และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาต่อไปอีก รวมทั้งมีการกวนอย่างต่อเนื่องจะทำให้โครงสร้างภายในแตกออก ความหนืดลดลง ซึ่งแสดงเป็นค่า Holding strength และต่อมาเมื่อลดอุณหภูมิต่ำ ทำให้เกิดการรีโทรเกรเดชัน ความหนืดจะเพิ่มขึ้นอีก ซึ่งเป็นความหนืดที่เกิดจากการเรียงตัวใหม่ของโมเลกุลอะไมโลสที่หลุดออกจากแป้ง ซึ่งแสดงเป็นค่า Set back ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kayisu *et al.* (1981), Lii. *et al.* (1982), ฤๅณิศา รัตอาภา และคณะ (2538), Bello-Perez *et al.* (2000) และ Mota *et al.* (2000) โดยพบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Set back เป็น 1691.00 และ 1848.00 Cp ตามลำดับ สูงกว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 100 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่า Set back เป็น 1448.00 และ 1408.00 Cp ตาม

ลำดับทั้งนี้อาจเนื่องจากแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ของกล้วย 80 และ 90 มีส่วนประกอบที่เป็นอะไมโลสมากกว่าแป้งกล้วยที่มีความแก่ 100 และ 70 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.6)

จากผลการทดสอบค่าทางสถิติของ Peak time และ Peak temperature เมื่อพิจารณาที่วิธีการทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง ความแก่ของกล้วยต่างกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดย Peak time ของแป้งกล้วยน้ำว่าประมาณ 8.00 นาที มีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Mota *et al.* (2000) และ Peak temperature ประมาณ 88 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับแป้งกล้วยน้ำว่าที่ทำแห้งโดยการตากแดดซึ่งสูงกว่าที่รายงานไว้ในงานวิจัยของ Kayisu *et al.* (1981), Lii. *et al.* (1982), ญาณิศา รัตอาภา และคณะ (2538), Bello-Perez *et al.* (2000) และ Mota *et al.* (2000)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. กล้วยน้ำว่าที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บเกี่ยว 15, 16, 17 และ 18 สัปดาห์หลังจากแทงปลี มีความยาวของเส้นรอบวง และอัตราส่วนเปลือกต่อเนื้อ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยกล้วยน้ำว่าเมื่อมีความแก่เพิ่มขึ้น ความยาวเส้นรอบวงมากขึ้น แต่อัตราส่วนเปลือกต่อเนื้อลดลง

2. ในการคัดแยกกล้วยน้ำว่าที่มีระยะความแก่ต่างกันสามารถใช้วิธีการวัดความยาวเส้นรอบวง ร่วมกับการพิจารณาเหลี่ยมของผล และจำนวนวันหลังจากแทงปลีจนกระทั่งเก็บเกี่ยว เป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยวกล้วยน้ำว่าเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตแปงก้วยได้

3. ผลของวิธีการทำแห้งในกระบวนการผลิตแปงก้วยโดยการใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด ทำให้ปริมาณ น้ำตาลทั้งหมดของแปงก้วยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแปงก้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดดจะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดสูงกว่าแปงก้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง

4. แปงก้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ต่างกัน มีปริมาณ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย คาร์โบไฮเดรต อะไมโลส และน้ำตาลทั้งหมด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแปงก้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่มากขึ้น ปริมาณ โปรตีน และไขมัน และน้ำตาลทั้งหมดจะเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณ เยื่อใย คาร์โบไฮเดรต จะลดลง แปงก้วยจะมีปริมาณสตาร์ชและอะไมโลสมากที่สุดเมื่อกล้วยมีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ โดยประกอบด้วยสตาร์ชและอะไมโลส 66 และ 23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5. แปงก้วยมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีเหลืองนวล จากการศึกษาผลของวิธีการทำแห้งในกระบวนการผลิตแปงก้วยโดยการใช้ตู้อบแห้งและการตากแดดพบว่าค่า L (ค่าความสว่าง) ค่า a (ค่าสีแดง) และค่า b (ค่าสีเหลือง) ของแปงก้วยไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และเมื่อพิจารณาระยะความแก่ของกล้วยต่อค่าสีของแปงก้วยที่ผลิตได้ พบว่า ค่า L (ค่าความสว่าง) ค่า b (ค่าสีเหลือง) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยค่า L (ค่าความสว่าง) ลดลงเมื่อกล้วยมีความแก่มากขึ้น ส่วนค่า b (ค่าสีเหลือง) เพิ่มขึ้นเมื่อกล้วยมีความแก่มากขึ้น

6. เม็ดแปงก้วย มีรูปร่างทั้งที่เป็นวงรีและรูปร่างไม่แน่นอน มีขนาดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27-45 ไมโครเมตร วิธีการทำแห้งในกระบวนการผลิตแปงก้วยไม่มีผลต่อรูปร่างและขนาดของเม็ดแปง และเมื่อพิจารณาระยะความแก่ของกล้วยที่มีต่อขนาดเม็ดแปงพบว่ากล้วยที่มีความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดเม็ดแปงโดยเฉลี่ยประมาณ 27, 30, 38 และ 45 ไมโครเมตร ตามลำดับ กล้วยที่มีความแก่เพิ่มขึ้นจะมีขนาดของเม็ดแปงใหญ่ขึ้น

7. วิธีการทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้งกล้วยน้ำว่าโดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดดมีผลต่อความคงทนต่อแรงเฉือน และความสามารถในการละลายน้ำของแป้ง โดยแป้งที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งมีความคงทนต่อแรงเฉือนและความสามารถในการละลายน้ำต่ำกว่าการทำแห้งโดยการตากแดด

8. แป้งกล้วยน้ำว่าที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ต่างกัน มีความคงทนต่อแรงเฉือน ความสามารถในการดูดซับน้ำ ความสามารถในการละลายน้ำของแป้งกล้วย และความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลายต่างกัน โดยแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่มากขึ้น ความคงทนต่อแรงเฉือน ความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วยมีแนวโน้มลดลง แต่ความสามารถในการละลายน้ำและความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลายของแป้งกล้วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แป้งกล้วยมีความคงทนต่อการแช่แข็งและการละลายต่ำ

9. ค่า Peak viscosity, Holding strength, Break down, Final viscosity และ Set back ของแป้งกล้วยน้ำว่าจากการตรวจสอบ โดย Rapid Visco Analyzer จากการศึกษาผลของวิธีการทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้งกล้วยโดยวิธีใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด มีผลทำให้ค่า Peak viscosity, Holding strength, และ Break down ของแป้งกล้วย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าแป้งที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง มีค่า Peak viscosity, Holding strength และ Break down สูงกว่าแป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด และจากการศึกษาผลของระยะความแก่ของกล้วย พบว่าแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ต่างกันค่า Peak viscosity, Holding strength, Breakdown, Final viscosity และ Set back มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยกล้วยที่มีความแก่ 90 และ 80 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าต่างๆสูงกว่ากล้วยที่มีความแก่ 100 และ 70 เปอร์เซ็นต์

10. วิธีการทำแห้งและระยะความแก่ของกล้วยที่ใช้ในการผลิตแป้งกล้วยไม่มีผลต่อค่า Peak temperature Peak time และ Pasting temperature ของแป้งกล้วยที่ผลิตได้ โดยมี Peak temperature ประมาณ 88 องศาเซลเซียส และ Peak time ประมาณ 8 นาที ส่วน Pasting temperature ประมาณ 80 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ดัชนีเก็บเกี่ยวกล้วยในระยะความแก่ต่าง ๆ นั้น นอกจากการนับจำนวนวันหลังจากกล้วยแทงปลี พิจารณาจากลักษณะเหลี่ยมของผล การวัดความยาวของเส้นรอบวง และหาอัตราส่วนของเปลือกต่อเนื้อแล้ว ควรมีการหาลงค์ประกอบทางเคมีควบคู่กันไปด้วย เช่น ปริมาณแป้งและน้ำตาลทั้งหมด เพราะในระหว่างการเจริญเติบโต การแก่ และการสุกของกล้วย จะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีเหล่านี้ การทดสอบแป้งสามารถทำได้โดยใช้สารละลายไอโอดีนทำปฏิกิริยากับแป้งเกิดเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งความเข้มขึ้นของสีน้ำเงินจะผันแปรตามปริมาณแป้งที่อยู่ในกล้วย ส่วนปริมาณน้ำตาลก็สามารถวัดได้ด้วยวิธีทางเคมี แต่ขั้นตอนค่อนข้างยุ่งยาก และเสียเวลา จึงนิยมวัดปริมาณน้ำตาลในรูปของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพราะน้ำตาลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วัดได้ง่าย โดยใช้เครื่องมือ Hand Refractometer เมื่อมีความแก่เพิ่มขึ้นปริมาณน้ำตาลต่อหน่วยน้ำหนักจะเพิ่มขึ้น

2. การหาดัชนีบ่งชี้ถึงความแก่ของกล้วยสามารถหาได้จากอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างในลักษณะภาพตัดขวางของผลกล้วยก็ได้ เนื่องจากไม่ว่ากล้วยจะมีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ อัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้างก็ยังคงที่ เมื่อกล้วยมีความแก่เท่ากัน และนอกจากนี้อาจจะวัดความยาวของผลกล้วยก็ได้ เมื่อกล้วยถึงระยะแก่ความยาวของกล้วยจะคงที่ แต่จะมีการขนาดใหญ่ขึ้น

3. ปัญหาในการผลิตแป้งกล้วยสำหรับการทดลองนี้ คือ แป้งกล้วยจะมีลักษณะสีไม่ขาวเหมือนแป้งชนิดอื่น เนื่องจากไส้ของกล้วยซึ่งมีสีดำ ดังนั้นหากต้องการให้สีของแป้งกล้วยขาวขึ้นควรเอาไส้ของกล้วยออก

4. กล้วยน้ำว้าดิบที่จะนำมาผลิตแป้งนั้นควรเป็นกล้วยน้ำว้าสดที่ตัดออกจากต้นใหม่ๆ เนื่องจากกล้วยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีในระหว่างการเก็บรักษา เกิดการสลายตัวของแป้งไปเป็นน้ำตาลกลูโคส และเปลี่ยนเป็นน้ำตาลฟรุกโทส และซูโครส ซึ่งจะมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยที่ผลิตได้

5. การทำแป้งกล้วยโดยใช้การตากแดดนั้นควรทำให้เสร็จภายใน 1 วัน เพราะระยะเวลาในการทำแห้งยิ่งนาน การเปลี่ยนแปลงของกล้วยเนื่องจากเอนไซม์ต่างๆก็ยังมีมาก โดยเฉพาะเอนไซม์อะมิลเลสและเพคตินเอสเทอเรส ในผลไม้แก่จัดจะมีความสามารถในการทำงานสูงกว่าในผลไม้ที่เก็บเกี่ยวขณะยังไม่แก่ มีผลทำให้ปริมาณสตาร์ชลดลง น้ำตาลทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งไปทำให้อายุการเก็บรักษาของแป้งสั้นลง โดยจะทำให้การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลขึ้นทั้งแบบใช้และไม่ใช้เอนไซม์

5. การทำแห้งกล้วยทั้งแบบใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด ควรทำอย่างต่อเนื่องกันตลอดจนกว่าจะแห้ง เพราะถ้าไม่ต่อเนื่องกันจะทำให้กล้วยเกิดสีน้ำตาลขึ้นเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ในระหว่างการรอการทำแห้งในเวลาต่อมาได้

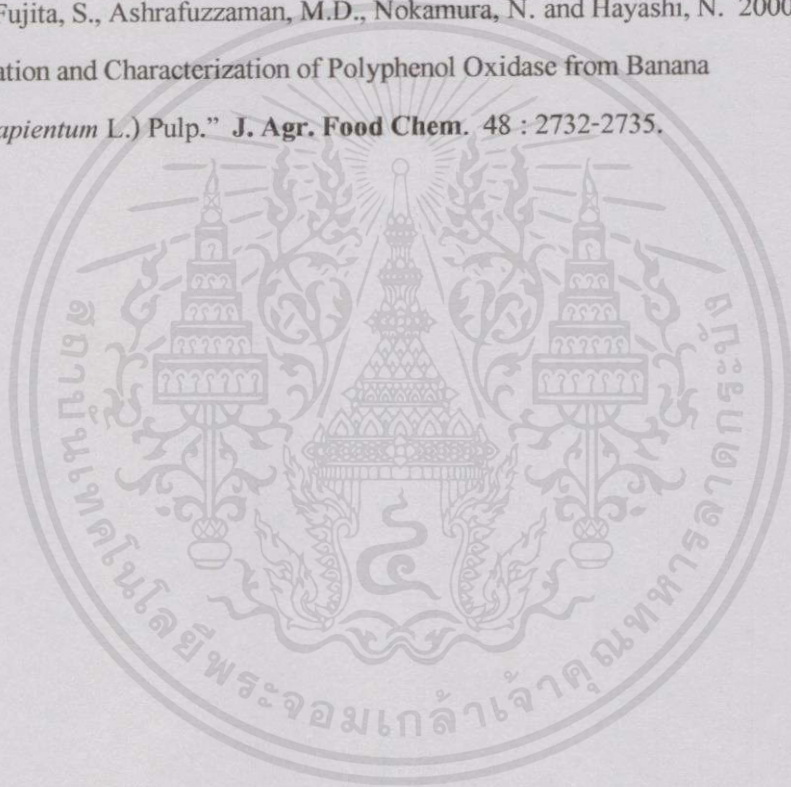
บรรณานุกรม

- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2505. รายงานกิจกรรมของกรมวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ. 25 : 60-63.
- กรมศุลกากร อ้างในสำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2544. ข้อมูลด้านการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญ. กรุงเทพฯ. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ✓ กรมส่งเสริมวิชาการเกษตร. 2544. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีการเพาะปลูก 2535-2544. กรุงเทพฯ. ฝ่ายข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. เทคโนโลยีของแป้ง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภรณา วงษ์กระจ่าง, มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์, ถัดดา แสงเคื่อน, สุมิตรา บุญบำรุง และ พยอม อัครวิบูลย์กุล. 2539. "สรุปผลการดำเนินงานวิจัย โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ประเภท ข. ประจำปี 2537 และ 2538." กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารประกอบการสัมมนา.
- จรูญ อุ่นสุวรรณ. 2530. "การแปรรูปกล้วยน้ำว้าเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม." อุตสาหกรรมสาร. 48(153) : 41-42.
- ✓ ญาณิศา รัตอาภา, วิภา สุโรจนะเมธากุล, มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์, ตวิษา โลหะนะ, ไพลิน ผู้พัฒน์ และวารุณี ประดิษฐ์ศรีกุล. 2536. "การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งกล้วย." วารสารอาหาร. 23(3) : 197-208.
- ✓ เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ. 2542. "กล้วยไทยสู่ปี 2000." กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร. เอกสารประกอบการสัมมนา.
- คณัย บุญเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- คณัย บุญเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- นิภา คุณทรงเกียรติ. 2541. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. ชลบุรี : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- บางเขน 1074.(นามแฝง). 2542. "กล้วยส่งออก." นิตยสารสำหรับผู้ส่งออกและผู้บริหาร Exporters Review. 13(287) : 43-47. เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
- ✓ เบญจมาศ ศีลาชัย. 2538. กล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ประชาชน. ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ✓ วลัย หุตะโกวิท, บุษรา สร้อยระย้า, ดวงแข สุขใจ, เฟื่องฟ้า เมฆเกรียงไกร รัมภา สุวรรณพฤกษ์, จุฑา วิริยะ และวิลัยลักษณ์ สุทธธา. 2542. "กล้วยไทยสู่ปี 2000." กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร. เอกสารประกอบการสัมมนา.
- วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล. 2525. อุปกรณ์อบแห้งในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- วิลัย รังสาดทอง. 2543. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วัฒนา วิริวุฒิก. 2541. ความเป็นไปได้ของการอบแห้งอาหารด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารอาหาร. 28(3) : 220-223.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนทรีย์ แสงสีไธศ. 2543. "กล้วย : ผลไม้สารพัดประโยชน์." วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ. 48(153) : 5-8.
- สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2537. สรีรวิทยาไม้ผล. ขอนแก่น : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- AOAC. 1995. **Official Method of Analysis**. 16th ed. Virginia : The Association of Analysis Chemists.
- Bello-Perez, L.A., Agama-Acevedo, E., Sanchez-Hernandez, L. and Perdes-Lopez, O. 1999. "Isolation and Partial Characterization of Banana Starch." **J. Agr. Food Chem.** 47 : 854-857.
- Bello-Perez, L.A., Agama-Acevedo, E., Sayago-Ayerdi, S.G. and Moreno-Domain, E. 2000. "Some Structural, Physicochemical and Functional Studies of Banana Starches Isolated from two Varieties Growing in Guerrero, Mexico." **Starch/Starke.** 52 : 68-73.
- Bello-Perez, L.A., Agama-Acevedo, E., Sanchez-Hernandez, L. and Perdes-Lopez, O. 2000. "Preparation and Properties of Physically Modified Banana Starch Prepared by Alcoholic-Alkaline Treatment." **Starch/Starke.** 52 : 154-159.
- Bready, C.J., Palmer, J.K., O'Connell, P.B.H. and Smillie, R.M. 1970. "An Increase in Protein Synthesis During Ripening of the Banana Fruit.." **Phytochemistry.** 9 : 1037-1047.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Robers, P.A. and Smith, F. 1956. "Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances." **Anal. Chem.** 28 : 350-356.

- Fichtali, Jaouad., Owusu-Ansah. and Chang, Peter. Banana Starch. U.S. patent no. 5855688, January 1999.
- Galeazzi, M.A.M. and Sgarbieri, V.C. 1981. "Substrate Specificity and Inhibition of Polyphenoloxidase (PPO) From a Dwarf Variety of Banana (*Musa Cavendishii*,L.)." **J. Food Sci.** 46 : 1404-1406.
- Goldstein, J.L. and Swain, T. 1963. "Changes in Tannins in Ripening Fruits." **Phytochemistry.** 2 : 371-383.
- Gowen, S. 1997. **Banana and Plantains.** London : Chapman & Hall.
- Growther, P.C. 1976. **The Processing of Banana Products for Food Use.** London : Tropical Products Institute.
- Jayaraman, K.S. et al. 1982. "Enzymatic Browning in Some Banana Varieties as Related to Polyphenoloxidase Activity and Other Endogenous Factor." **J. Food Sci.** 19 : 181-186.
- Juliano, B.O., Perez, C.M., Blankenny, A.B., Castillo, T., Kongseree, N., Laignelet, B., Lapis, E.T., Murty, V.V.S., Paule, C.M. and Webb, B.D. 1981. "International Cooperative Testing on the Amylose Content of Milled Rice." **Starch/Starke.** 33(5) : 157-162.
- ✓ Kayisu, K., Hood, L.F. and Vousoest, P.J. 1981. "Characterization of Starch and Fiber of Banana fruit." **J. Food Sci.** 46 : 1885-1890.
- ✓ Kayisu, K. and Hood, L.F. 1981. "Molecular Structure of Banana Starch." **J. Food Sci.** 46 : 1894-1897.
- Klaushofer, H., E. Berghofer and E. Neugeschwandtner. 1975. "On Determination of Shear Stability of Starch Pastes." **Starch/Starke.** 27(6) : 185-192.
- Ketiku, A.O. 1973. "Chemical Composition of Unripe (Green) and Rip Plantain (*Musa paradisca*)." **J. Sci. Food Agr.** 24 : 45-49.
- Konik, C.M., Miskelly, P.M. and Gras P.W. 1991. "Optimisation of Small Scale Tests for Predicting Noodle Quality." **Food Technol.** 251-257.
- ✓ Lii, C.K., Chang, S.M. and Young, Y.L. 1982. "Investigation of the Physical and Chemical Properties of Banana Starches." **J. Food Sci.** 47 : 1493-1497.
- Mota, R.V., Lajolo F.M., Ciacco, C. and Cordenunsi. 2000. "Composition and Functional Properties of Banana Flour from Different Varieties." **Starch/Starke.** 52 : 63-68.

- Montgomery, M.W. and Sgarbieri, V.C. 1975. "Isoenzymes of Banana Polyphenol Oxidase." **Phytochemistry**. 14 : 1245-1429.
- Schoch, T.J. 1968. " Starch in Food." **Symposium on Foods Carbohydrates and Their Roles**. Eds.R.W. Schultz, R.F. Cainand and R.W. Wrolstad : AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut : 395-420.
- Von Loesecke, Harry W. 1950. **Banana**. New York : Interscience Publishers, Inc.
- Whistler, Roy L. Banana Starch Production. U.S. patent no. 5797985, August 1998.
- Woatthichai Narkrugsa. 1996. "Changes in Some Physicochemical Properties of Tapioca and Glutinous Rice Starches after Microwave Heating." **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 30 : 532-538.
- Yang, C.P., Fujita, S., Ashrafuzzaman, M.D., Nokamura, N. and Hayashi, N. 2000. "Purification and Characterization of Polyphenol Oxidase from Banana (*Musa sapientum* L.) Pulp." **J. Agr. Food Chem.** 48 : 2732-2735.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC. 1995)

วิธีการวิเคราะห์

1. นำ Aluminium can อบที่อุณหภูมิ 130 ± 3 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ด้วยตาชั่งละเอียด ใส่น้ำใน Aluminium can
3. นำไปอบใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 130 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่
4. ปิดฝาและทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น (Dessicator)
5. ชั่งน้ำหนัก
6. คำนวณหาปริมาณความชื้นโดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละปริมาณความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์โปรตีนแบบ Buchi-Kjeldahl-System (AOAC. 1995)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. กรดบอริกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์
3. กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.01 นอร์มัล
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์
5. คะตะลิสต์ (Catalyst) เตรียมโดยผสมซีลีเนียมไดออกไซด์ (SeO_2) 2.5 กรัม โปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 100 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 20 กรัม เข้าด้วยกัน
6. อินดิเคเตอร์ผสม (Mixed Indicator)
 - ก. เตรียม Bromocresol green ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ และเตรียม Methyl red ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์
 - ข. ผสม Bromocresol green 10 มิลลิลิตร กับ Methyl red 2 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะการค้าทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ลงใน Digestion vessel
2. เติมอะซิติกแอซิด 5 กรัม เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร และ Glass beads
3. นำ Digestion vessel ตั้งในชุดย่อย ไพรดีน ทำการย่อยจนได้สารละลายสีฟ้าใส
4. นำหลอดที่ย่อยเสร็จแล้วใส่ในเครื่องกลั่น ไพรดีน (Buchi) เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 เปอร์เซ็นต์ 50 มิลลิลิตร ทำการกลั่น โดยตั้งเวลา ไว้ 4-5 นาที เก็บก๊าซแอมโมเนียที่ได้ในสารละลายกรดบอริก 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่มีอินดิเคเตอร์ผสมอยู่ 2-3 หยด ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
5. นำส่วนที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับกรดไฮโดรคลอริก 0.01 นอร์มัล จนสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีใส ไม่มีสี
6. คำนวณหาปริมาณ ไพรดีนจาก

$$\text{ปริมาณ ไพรดีน (ร้อยละ)} = \frac{N.HCL \times ml.HCL \times 14 \times 6.25 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

น้ำหนักตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (AOAC, 1995)

สารเคมี

ปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างแห้ง 3-4 กรัม ไปอบที่อุณหภูมิ 130 ± 3 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง หรือนำน้ำหนักที่
2. ชั่งตัวอย่างอาหารจากข้อ 1 ประมาณ 3-4 กรัม (ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ห่อด้วยกระดาษกรอง ใส่ลงในทิมเบล (Thimble) อุดปากทิมเบลด้วยสำลีที่สกัดไขมันออกแล้ว
3. นำทิมเบลเข้าเครื่องสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ในปริมาณเพียงพอที่จะให้เกิดการสกัดอย่างสมบูรณ์ลงในบีกเกอร์สำหรับหาไขมันที่อบแห้งและชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว นำบีกเกอร์และชุดสกัดต่อเข้ากับคอนเดนเซอร์ ทำการสกัดใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง
4. แยกบีกเกอร์และคอนเดนเซอร์ออกจากชุดสกัด ใช้คีมคีบสำลีและทิมเบลที่ใส่ตัวอย่างอาหารออกมา เทของแข็งออกมาจากทิมเบล นำมาบดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์อีกครั้งหนึ่ง เพื่อสกัดไขมันในของแข็งออกมาให้มากที่สุด

5. เทของแข็งที่สกัดแล้วกลับเข้าทิมเบิลอีกครั้งหนึ่ง เริ่มทำการสกัดเช่นเดิมด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ลงไปอีก ใช้สาลีที่สกัดไขมันออกแล้วอุดทิมเบิลไว้ สกัดต่ออีกครั้ง โดยใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง

6. นำบีกเกอร์ไประเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ โดยอบในตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

7. คำนวณหาร้อยละของไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน(ร้อยละ)} = \frac{[(\text{น้ำหนักบีกเกอร์} + \text{น้ำหนักไขมัน}) - \text{น้ำหนักบีกเกอร์}] \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

$$\text{ปริมาณไขมัน(ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้} \times 100}{100 - \text{ปริมาณความชื้น}}$$

4. การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย (AOAC. 1995)

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ (w/v)
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ (w/v)

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างแป้ง 2 กรัม (Ws) ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. เติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ 200 มิลลิลิตร
3. หยด Antifoam 1 หยด หรือใส่ glass beads 3 ชิ้น
4. วางบีกเกอร์บน Digestion apparatus แล้ววาง Condenser ทรงกลม เปิด Cooling water ให้ไหลผ่าน ต้มให้เดือด 30 นาที
5. คนสารละลายในบีกเกอร์เพื่อไม่ให้มีของแข็งติดอยู่ข้างบีกเกอร์ นำมากรองด้วยชุดกรอง
6. ล้างบีกเกอร์ด้วยน้ำต้ม 50-75 มล. โดยให้ผ่าน Bushner funnel ล้างซ้ำอีกครั้งด้วยน้ำ 50 มล. เพื่อล้างกรดให้หมด (ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส) แล้วเทกากใส่บีกเกอร์เดิม
7. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ 200 มล. ต้มเดือด 30 นาที
8. คนสารละลายในบีกเกอร์เพื่อไม่ให้มีของแข็งติดอยู่ข้างบีกเกอร์ นำมากรอง ล้างโดยใช้กรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ ต้ม 25 มิลลิลิตร แล้วล้างด้วยน้ำ 50 มิลลิลิตร หลังจากนั้นล้างด้วยแอลกอฮอล์ 25 มิลลิเมตร

7. การหาปริมาณสตาร์ช (Calcium chloride method, AOAC 1995)

สารเคมี

1. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์
2. เอทิลแอลกอฮอล์ 65 เปอร์เซ็นต์
3. สารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์
4. ปีโตรเลียมอีเทอร์

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างแป้งมา 2.0-2.5 กรัม กำจัดไขมันออกโดยล้างด้วย ปีโตรเลียมอีเทอร์ และตามด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ 65 เปอร์เซ็นต์ 10 มิลลิลิตร
2. เติม สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 60 มิลลิลิตร และกรดอะซิติกความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ 2 มิลลิลิตร
3. คัมในส่วนผสมให้เดือดอย่างรวดเร็วเป็นเวลา 15-17 นาที
4. ทำให้สารละลายเย็นอย่างรวดเร็ว แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์

5. กรองสารละลายให้ใส และใส่ใน Polarimetric tube

6. นำสารละลายใสไปวัดค่ามุมของการหมุน

การคำนวณ เปอร์เซ็นต์ สตาร์ช

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ สตาร์ช} &= 100 \cdot R \cdot 100 / L \cdot 203 \cdot W \\ &= 49 \cdot R / W \end{aligned}$$

8. การหาปริมาณอะไมโลส (Juliano *et al.*, 1981)

สารเคมี

1. เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล
3. กรดอะซิติกความเข้มข้น 1 นอร์มัล
4. สารละลายไอโอดีน (ไอโอดีน 2 กรัม + โปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 20 กรัม ในน้ำกลั่น

แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลลิลิตร

หมายเหตุ: ใต้งานวิจัยนี้ ได้ดำเนินการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Potato amylose (Pure)

6. เมทานอล 85 เปอร์เซ็นต์

วิธีวิเคราะห์

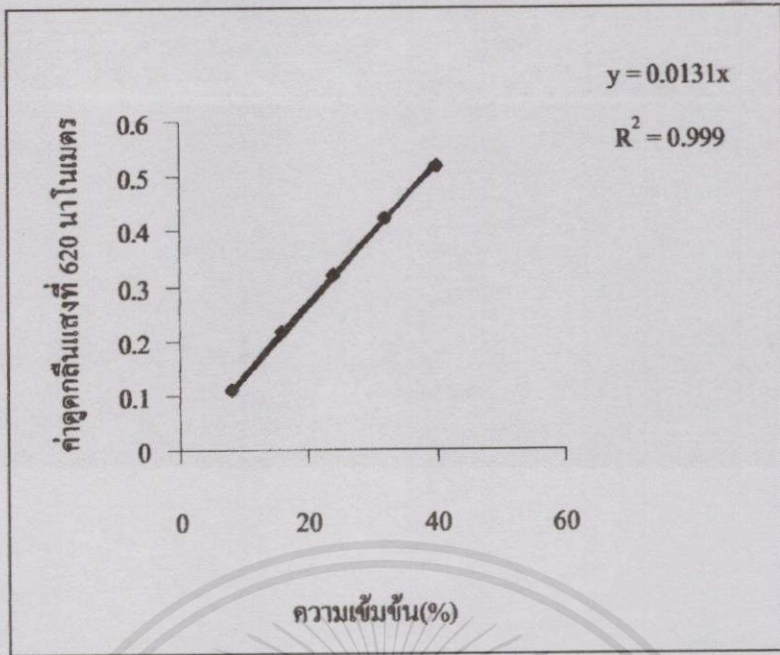
การทำกราฟมาตรฐานของอะไมโลส

1. ชั่ง อะไมโลสมาตรฐาน (Potato amylose) 0.04 กรัม ใส่ใน Volumetric flask
 2. เติม เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 1 มิลลิลิตร เขย่าเพื่อล้างตัวอย่างที่ติดข้างๆ หลอด
 3. เติมสารละลายไอโอดีนไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มอล โดยไม่ต้องเขย่า
 4. ต้มในน้ำเดือด 10 นาที แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง
 5. ปิเปตสารละลายอะไมโลสมาตรฐาน 1, 2, 3, 4, และ 5 มิลลิลิตร ใส่ในแต่ละ Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร
 6. เติมกรดอะซิติคความเข้มข้น 1 นอร์มอล 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, และ 10 มิลลิลิตร แต่ละ Volumetric flask ตามลำดับ
 7. เติม สารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ในแต่ละ Flask แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
 8. นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร โดยใช้ Spectrophotometer
 9. Plot ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่างอะไมโลสมาตรฐานแต่ละ Flask กับ เปอร์เซ็นต์อะไมโลส (8, 16, 24, 32, และ 40 เปอร์เซ็นต์)
- ตัวอย่างแบ่ง
1. ชั่งตัวอย่างแบ่ง 0.10 กรัม ใส่ลงใน Volumetric flask แล้วปฏิบัติเหมือนการเตรียมอะไมโลสมาตรฐาน (ข้อ 2-4)
 2. ปิเปตตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ใส่ใน Volumetric flask 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 50 มิลลิลิตร
 3. เติมกรดอะซิติคความเข้มข้น 1 นอร์มอล เขย่าให้เข้ากัน
 4. เติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น แล้วเขย่า
 5. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร โดยใช้ Spectrophotometer แล้วนำค่าที่ได้มาเทียบหาเปอร์เซ็นต์ อะไมโลสกับกราฟมาตรฐาน

ตารางที่ ก1 ค่ามาตรฐานการดูดกลืนแสงในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส

เปอร์เซ็นต์ อะไมโลส	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร
8	0.109
16	0.215
24	0.320
32	0.421
40	0.519

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้



ภาพที่ ก1 แสดงกราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส

9. การหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Total sugar)

โดยใช้วิธี Orcinol – sulfuric acid assay (Dubois *et al.* 1956)

Sensitivity : 0 – 20 μg carbohydrate in 200 μl

Final volume : 1.0 ml

สารเคมี

Ice – cold orcinol (เป็นผลิตภัณฑ์จากเบนซิน) ละลายในกรดซัลฟูริกเข้มข้น (2 กรัม/ลิตร) สารเคมีจะต้องเตรียมใหม่ทุกวันแต่สามารถเก็บได้ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์

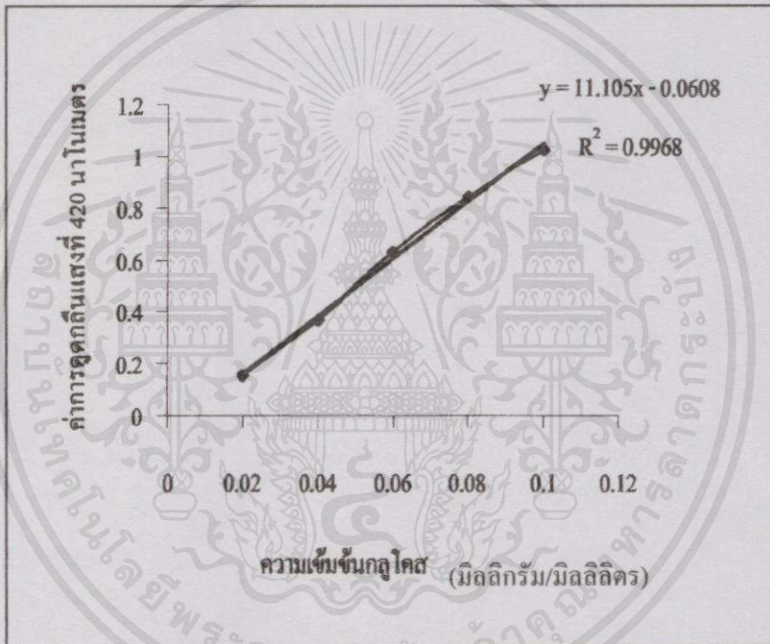
วิธีวิเคราะห์

1. นำ Samples, Standards และ Controls (200 μl) เติมสารเคมี Ice – cold orcinol 800 ไมโครลิตร ผสมเข้ากัน
2. ให้ความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาทีและทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
3. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก2 ค่ามาตรฐานการดูดกลืนแสงในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด(Total sugar)

ความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคส (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร
0.02	0.155
0.04	0.374
0.06	0.628
0.08	0.848
0.10	1.027



ภาพที่ ก2 แสดงกราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Shear Stability Test (Woatthichi ,1996)

วิธีการตรวจสอบ

1. ตัวอย่างแข็ง 20 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น โดยให้น้ำหนักสุดท้ายเป็น 300 กรัม ด้วย Roter mixer ที่ความเร็วรอบ 240 rpm อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ด้วย Blade no.1
 2. นำของผสมมาวัดความหนืด (Va) ด้วย Brookfield viscometer , Spindle no.2
 3. นำของผสมไปกวนอีกครั้งที่ความเร็วรอบ 2000 rpm ที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 5 นาที ด้วย Blade no.3
 4. นำของผสมไปวัดความหนืดอีกครั้ง (Vb)
- สูตรคำนวณหา เปอร์เซ็นต์ Shearing Stability

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Shearing stability (SHS)} = (Vb/Va)*100$$

เมื่อ

Va = Viscosity of sample before shearing, in centi-poise.

Vb = Viscosity of sample after shearing, in centi-poise.

2. Water Absorption Index และ Water solubility Index (Woatthichi ,1996)

วิธีการตรวจสอบ

1. ตัวอย่างแข็งประมาณ 2.5 กรัม ($W_{0,g}$) ผสมกับน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร ในขวด
2. แช่ใน Water bath ที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
3. นำของผสมมาชั่งน้ำหนัก ($W_{1,g}$) แล้วทำการ Centrifuged ที่ความเร็วรอบ 8000 rpm เป็นเวลา 10 นาที
4. เติมน้ำออกจากส่วนผสมแล้วชั่งน้ำหนักของผสมที่เหลือ ($W_{2,g}$)

สูตรคำนวณหาค่า Water Absorption Index

$$\text{Water Absorption Index(WAI)} = [(W_1 - W_2)/W_0]*100$$

5. นำของผสมที่เหลือ 10 มิลลิลิตร ไปอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
6. นำผลที่ได้มาคำนวณหา Water Solubility Index. ซึ่งแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ น้ำหนักของแข็งทั้งหมดในสารละลายที่สามารถละลายได้

3. ความคงทนต่อการแช่แข็ง-การละลาย (Freeze-Thaw Stability Test) (Woatthichi ,1996)

วิธีการตรวจสอบ

1. ตัวอย่าง 15 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นจนมีน้ำหนักสุดท้ายเป็น 300 กรัมในถ้วย Stainless steel ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสด้วย Roter mixer ที่อัตราเร็ว 240 rpm เป็นเวลา 20 นาที
2. นำของผสมเทลงในถ้วยพลาสติก แช่แข็งที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส ใน Deep Freezer เป็นเวลา 7 วัน
3. นำของผสมมาละลายน้ำแข็งออกใน Water bath ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง
4. นำของผสม 100 มิลลิลิตร ทำการ Centrifuged ที่ 8000 rpm นาน 30 นาที
5. รายงานผลเป็นปริมาณน้ำที่แยกออกมา (เปอร์เซ็นต์) จากของผสม

4. คุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งโดยใช้เครื่อง Rapid Visco Analyzer

(ดัดแปลงจาก Mota *et al*, 2000)

วิธีการตรวจสอบ

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างแป้งกล้วย 3 กรัม น้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

สภาวะที่ใช้สำหรับการทดสอบ

อุณหภูมิเริ่มต้นถึง 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 1 นาที
 เพิ่มอุณหภูมิจาก 50 องศาเซลเซียส ถึง 95 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 7.5 นาที

(อัตราการให้ความร้อน 6 องศาเซลเซียส/นาที)

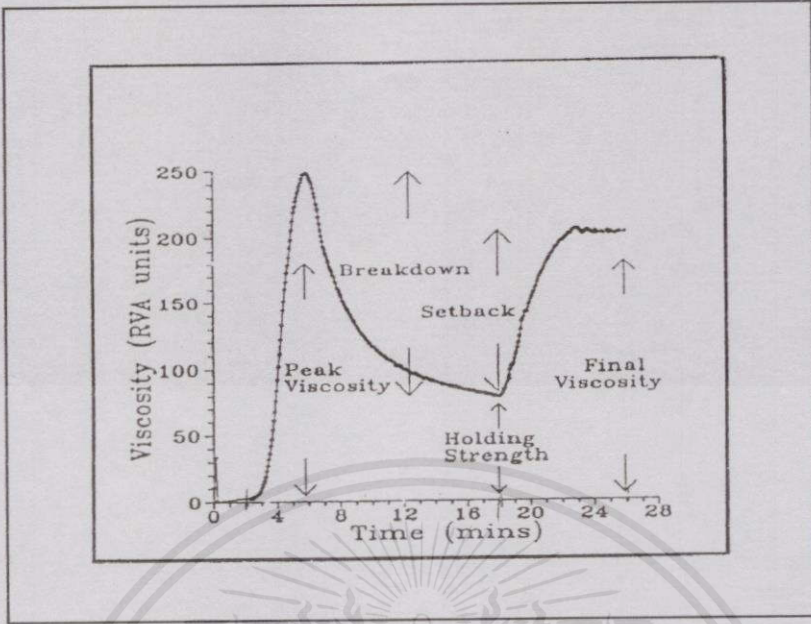
คงไว้ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 5 นาที

ลดอุณหภูมิจาก 95 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 7.5 นาที

(อัตราการให้ความร้อน- 6 องศาเซลเซียส/นาที)

คงไว้ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

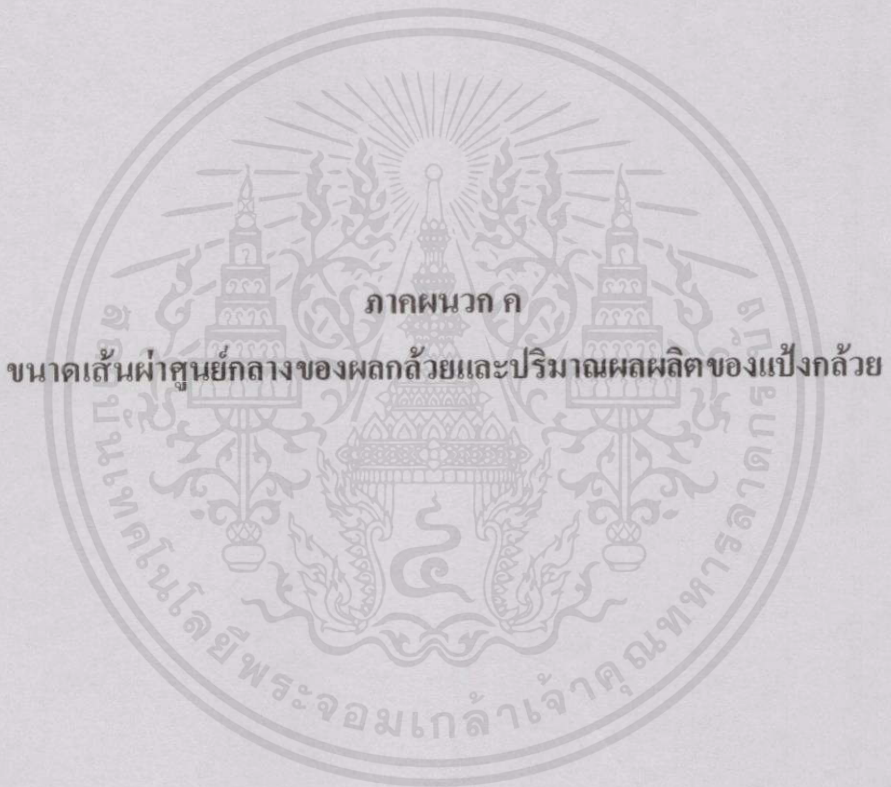


ภาพที่ ข1 แสดงตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA

ที่มา : Konik, Miskelly and Gras. (1991)

Peak viscosity	=	ความหนืดสูงสุด
Peak time	=	เวลาที่เกิด Peak ความหนืด มีหน่วยเป็นนาที
Peak temperature	=	อุณหภูมิที่เกิด Peak ความหนืด มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส
Holding strength	=	ความหนืดสุดท้ายในช่วงให้ความร้อน
Breakdown	=	ความแตกต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด
Final viscosity	=	ความหนืดสุดท้ายของการทดลอง
Setback	=	ความแตกต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด
Pasting temperature	=	อุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืดมีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส
Peak time	=	เวลาที่เกิดความหนืดสูงสุดมีหน่วยเป็นนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลกล้วยที่ระยะความแก่ต่างๆ

ความแก่ (เปอร์เซ็นต์)	ความยาวเส้นรอบวง (เซนติเมตร)
70	3.14 ± 0.14
80	3.49 ± 0.28
90	3.70 ± 0.28
100	4.15 ± 0.35

ตารางที่ ๑2 ปริมาณผลผลิตแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่ความแก่ต่างๆ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด

วิธีทำแห้ง	ความแก่ (เปอร์เซ็นต์)	เปลือก (เปอร์เซ็นต์)*	ผลผลิต (เปอร์เซ็นต์)**
ตู้อบแห้ง	70	39.75 ± 0.85	22.20 ± 1.80
	80	35.02 ± 0.63	24.90 ± 2.52
	90	32.43 ± 0.55	21.90 ± 1.48
	100	30.56 ± 0.40	22.13 ± 0.85
ตากแดด	70	39.02 ± 0.70	20.90 ± 2.86
	80	36.31 ± 0.57	20.77 ± 2.31
	90	34.64 ± 0.55	22.37 ± 0.61
	100	29.08 ± 0.50	22.56 ± 0.76

หมายเหตุ

$$\text{*เปลือก(เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักเปลือก} \times 100}{\text{น้ำหนักกล้วยทั้งผล}}$$

$$\text{**ผลผลิต (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งกล้วย} \times 100}{\text{น้ำหนักกล้วยทั้งผล}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1) กล้วยน้ำว้าดิบ



2) ล้างทำความสะอาด



3) คัดแยกวัตถุดิบตามระยะความแก่ 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์

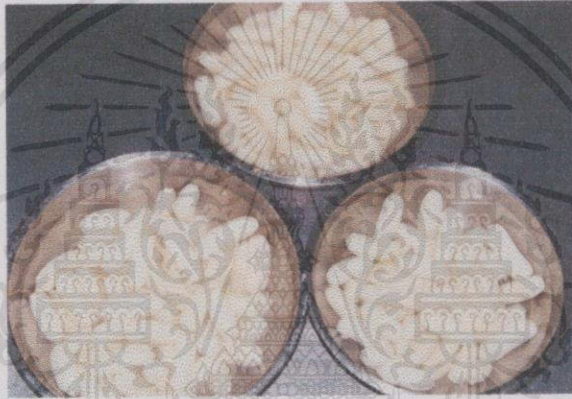


4) นำกล้วยมาหนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 5 นาที

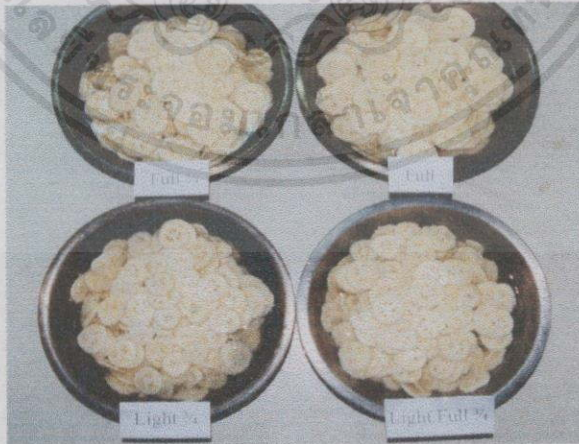
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ภาพที่ 31 แสดงการทำความสะอาด คัดแยกกล้วยตามระยะความแก่ และการนึ่งกล้วย



5) ทำให้เย็น

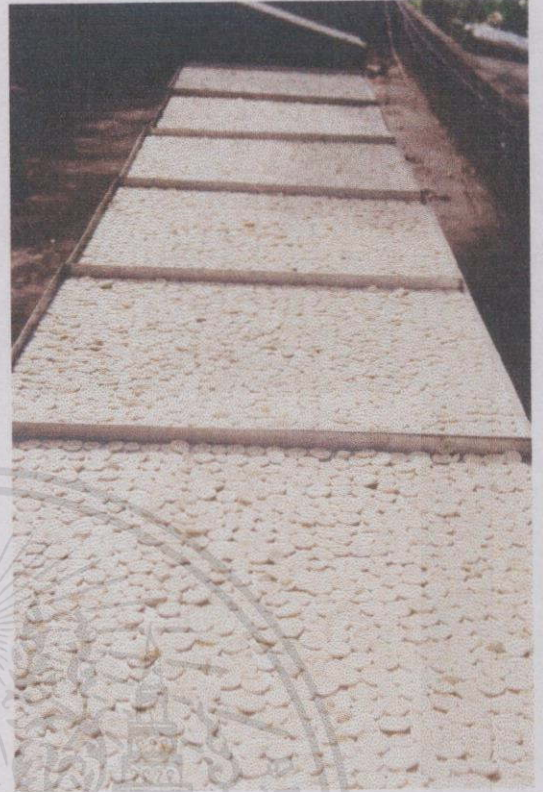


6) ปอกเปลือก



7) หั่นเป็นแว่นตามขวางหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่หรือแจกจ่าย และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ภาพที่ ๖2 แสดงการทำให้เย็น การปอกเปลือก และหั่นเป็นแว่นตามขวาง



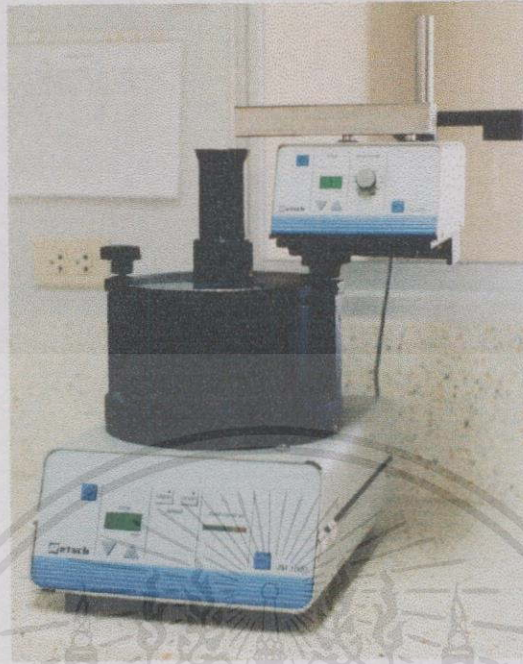
8) ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง (Tray dryer)
(อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง)

9) ทำแห้งโดยการตากแดด
(อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส 10-12 ชั่วโมง)



10) กลัวยที่ผ่านการทำแห้งแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและเผยแพร่ข้อมูลอันเนื่องถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ภาพที่ 33 แสดงการทำแห้งกลัวยด้วยวิธีใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด



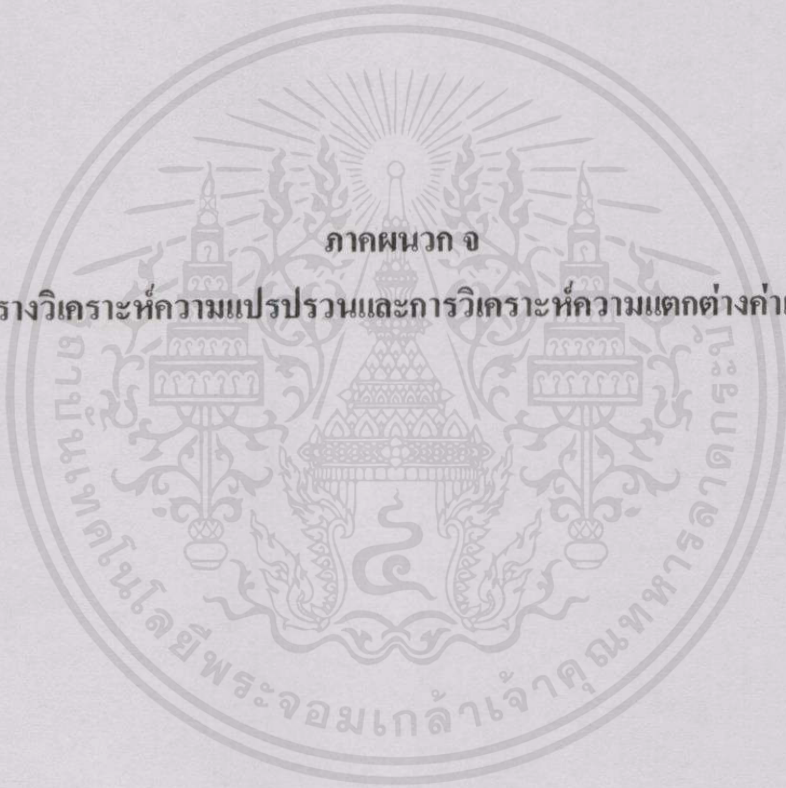
11) บดด้วยเครื่องบด (Retsch, ZM1000)



12) แป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยใช้ตุ๋นบดแห้ง
 13) แป้งกล้วยที่ทำแห้งโดยการตากแดด

ภาพที่ ๔ แสดงเครื่องบดกล้วยและลักษณะแป้งกล้วยที่ผลิตได้

ภาคผนวก จ
 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนและการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ย

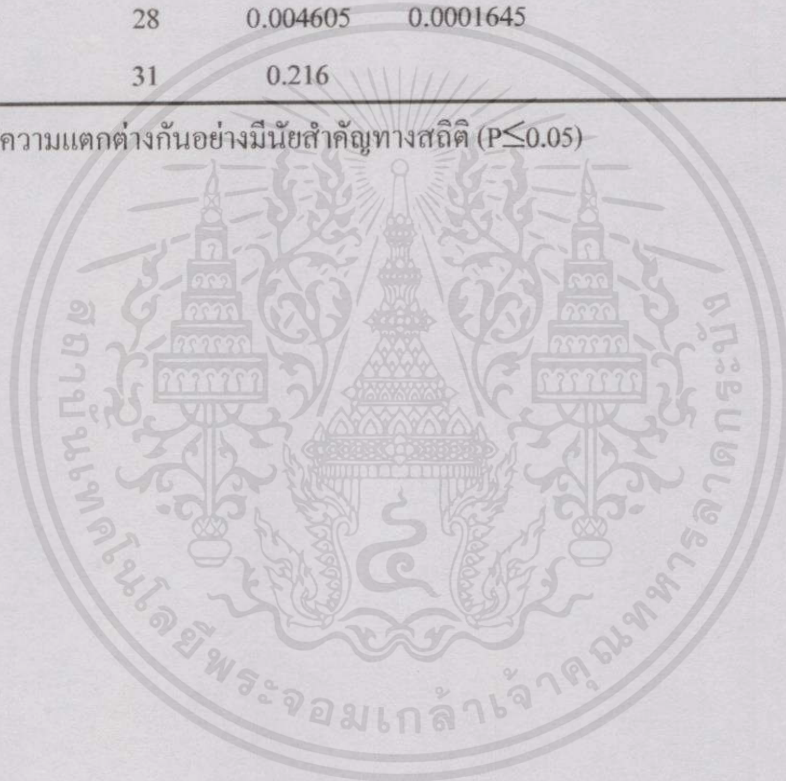


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเส้นรอบวง และอัตราส่วนของเปลือกต่อเนื้อกล้วยที่มี
ระยะความแก่ของกล้วยต่างกัน เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง

Source of variance	df	SS	MS	F-value	Sig.
Circumference					
Treatment	3	38.706	12.902	826.133	0.000*
Error	28	.437	0.01562		
Total	31	39.143			
Peel/pulp ratio					
Treatment	3	0.211	0.07045	428.362	0.000*
Error	28	0.004605	0.0001645		
Total	31	0.216			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๒ ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่ความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.						Lower	Upper
MOISTURE	3.49E+15	.000	1.818	2	.211	.61300	.33722	-.83793	2.06393
Equal variances assumed			1.818	1.493	.252	.61300	.33722	-1.42968	2.65568
Equal variances not assumed									
PROTEIN			1.304	2	.322	6.4000E-02	4.9092E-02	-.14722	.27522
Equal variances assumed			1.304	1.007	.415	6.4000E-02	4.9092E-02	-.54891	.67691
Equal variances not assumed									
FAT			-1.053	2	.403	-1.750E-02	1.6621E-02	-8.90E-02	5.401E-02
Equal variances assumed			-1.053	1.293	.450	-1.750E-02	1.6621E-02	-.14329	.10829
Equal variances not assumed									
ASH			-2.510	2	.129	-.15650	6.2340E-02	-.42473	.11173
Equal variances assumed			-2.510	1.022	.237	-.15650	6.2340E-02	-.90946	.59646
Equal variances not assumed									
FIBER	4.75E+16	.000	1.581	2	.255	1.0000E-02	6.3246E-03	-1.72E-02	3.721E-02
Equal variances assumed			1.581	1.220	.325	1.0000E-02	6.3246E-03	-4.31E-02	6.309E-02
Equal variances not assumed									
CHO	2.40E+16	.000	-3.221	2	.084	-1.19700	.37160	-2.79585	.40185
Equal variances assumed			-3.221	1.356	.137	-1.19700	.37160	-3.79752	1.40352
Equal variances not assumed									
STARCH	3.98E+16	.000	-.886	2	.469	-.80050	.90339	-4.68746	3.08646
Equal variances assumed			-.886	1.024	.536	-.80050	.90339	-11.66103	10.06003
Equal variances not assumed									
AMYLOSE			-1.593	2	.252	-.15750	9.8870E-02	-.58290	.26790
Equal variances assumed			-1.593	1.628	.279	-.15750	9.8870E-02	-.69119	.37619
Equal variances not assumed									
TOTSUGAR			24.002	2	.002	243.00000	10.12423	199.43896	286.56104
Equal variances assumed			24.002	1.712	.004	243.00000	10.12423	191.62158	294.37842
Equal variances not assumed									

หมายเหตุ *มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลีที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูบแห้งและตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)	t-test for Equality of Means			95% Confidence Interval of the Difference		
	F	Sig.				Mean Difference	Std. Difference	Lower	Upper	95% Confidence Interval of the Difference	
										Lower	Upper
MOISTURE	1.51E+16	.000	6.315	2	.024	.72000	.11402	.22942	1.21058		
			6.315	1.148	.079	.72000	.11402	-.35414	1.79414		
PROTEIN	4.38E+16	.000	1.779	2	.217	.10450	5.8739E-02	-.14823	.35723		
			1.779	1.087	.311	.10450	5.8739E-02	-.51455	.72355		
ASH	2.21E+16	.000	.692	2	.560	5.8500E-02	8.4535E-02	-.30523	.42223		
			.692	1.026	.612	5.8500E-02	8.4535E-02	-.95435	1.07135		
FIBER	9.60E+16	.000	-.043	2	.970	-5.000E-04	1.1673E-02	-5.07E-02	4.972E-02		
			-.043	1.060	.972	-5.000E-04	1.1673E-02	-.13026	.12926		
CHO	5.67E+15	.000	-4.445	2	.047	-1.02350	.23027	-2.01428	-3.27E-02		
			-4.445	1.598	.070	-1.02350	.23027	-2.29561	.24851		
STARCH			-.360	2	.753	-.43500	1.20778	-5.63165	4.76165		
			-.360	1.019	.779	-.43500	1.20778	-15.11227	14.24227		
AMYLOSE	2.62E+17	.000	-.801	2	.507	-.11400	.14238	-.72662	.49862		
			-.801	1.083	.562	-.11400	.14238	-1.62525	1.39725		
TOTSUGAR			23.985	2	.002	274.00000	11.42366	224.84796	323.15204		
			23.985	1.355	.010	274.00000	11.42366	193.99341	354.00659		

หมายเหตุ *มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ ๑4 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลีที่ผลิตจากส่วที่มีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและตากแดด

ตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
MOISTURE	3.56E+17	.000	.545	2	.641	.30200	.55462	-2.08432	2.68832
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			.545	1.438	.658	.30200	.55462	-3.24564	3.84964
PROTEIN	1.54E+13	.000	.456	2	.693	.12850	.28183	-1.08413	1.34113
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			.456	1.997	.693	.12850	.28183	-1.08577	1.34277
FAT	5.98E+15	.000	.805	2	.505	9.0000E-03	1.1180E-02	-3.91E-02	5.711E-02
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			.805	1.471	.530	9.0000E-03	1.1180E-02	-6.02E-02	7.819E-02
ASH			1.608	2	.249	.12150	7.5560E-02	-.20361	.44661
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			1.608	1.003	.354	.12150	7.5560E-02	-.83146	1.07446
FIBER	1.10E+16	.000	-.307	2	.788	-4.000E-03	1.3038E-02	-6.01E-02	5.210E-02
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			-.307	1.012	.810	-4.000E-03	1.3038E-02	-.16516	.15716
CHO	1.88E+15	.000	-2.883	2	.102	-.92100	.31946	-2.29552	.45352
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			-2.883	1.793	.116	-.92100	.31946	-2.45972	.61772
STARCH	1.29E+16	.000	-.009	2	.993	-1.850E-02	2.00713	-8.65448	8.61748
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			-.009	1.013	.994	-1.850E-02	2.00713	-24.74521	24.70821
AMYLOSE	7.20E+15	.000	-.341	2	.765	-5.850E-02	.17142	-.79604	.67904
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			-.341	1.650	.771	-5.850E-02	.17142	-.96850	.85150
TOTSUGAR			33.610	2	.001	308.50000	9.17878	269.00690	347.99310
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			33.610	1.575	.003	308.50000	9.17878	256.82077	360.17923

หมายเหตุ *มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ ๑5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 100 เปอร์เซ็นต์เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t	df	t-test for Equality of Means			95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.			Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
MOISTURE	1.49E+15	.000	2.403	2	.138	.50700	.21095	-.40065	1.41465
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			2.403	1.655	.164	.50700	.21095	-.60800	1.62200
PROTEIN	3.10E+17	.000	.628	2	.594	.14050	.22384	-.82260	1.10360
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			.628	1.454	.614	.14050	.22384	-1.26742	1.54842
FAT	1.74E+16	.000	2.746	2	.111	1.4000E-02	5.0990E-03	-7.94E-03	3.594E-02
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			2.746	1.080	.207	1.4000E-02	5.0990E-03	-4.05E-02	6.849E-02
ASH	2.05E+16	.000	3.669	2	.067	.21300	5.8052E-02	-3.68E-02	.46278
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			3.669	1.074	.156	.21300	5.8052E-02	-.41424	.84024
FIBER	1.74E+16	.000	.518	2	.656	1.6000E-02	3.0871E-02	-.11683	.14883
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			.518	1.412	.674	1.6000E-02	3.0871E-02	-.18685	.21885
CHO	7.28E+15	.000	-5.442	2	.032	-.88550	.16272	-1.58563	-.18537
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			-5.442	1.244	.081	-.88550	.16272	-2.20349	.43249
STARCH	8.17E+16	.000	-.105	2	.926	-.39800	3.79275	-16.71691	15.92091
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			-.105	1.625	.928	-.39800	3.79275	-20.92229	20.12629
AMYLOSE	5.34E+16	.000	-1.047	2	.405	-.12150	.11602	-.62071	.37771
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			-1.047	1.655	.424	-.12150	.11602	-.73475	.49175
TOTSUGAR			17.787	2	.003	785.50000	44.16163	595.48782	975.51218
Equal variances assumed									
Equal variances not assumed			17.787	1.624	.007	785.50000	44.16163	546.50629	1024.4937

หมายเหตุ *มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ ๑6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่า L (ค่าความสว่าง) a (ค่าสีแดง) b (ค่าสีเหลือง) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์
เมื่อทำแห้ง โดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
L	3.89E+16	.000	2.287	2	.149	.3400	.1487	-.2996	.9796
			2.287	1.251	.220	.3400	.1487	-.8517	1.5317
A	3.37E+15	.000	-1.789	2	.216	-4.0000E-02	2.236E-02	-.1362	5.621E-02
			-1.789	1.471	.259	-4.0000E-02	2.236E-02	-.1784	9.837E-02
B	.000	1.000	2.121	2	.168	.1500	7.071E-02	-.1542	.4542
			2.121	2.000	.168	.1500	7.071E-02	-.1542	.4542

หมายเหตุ *มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ ๑7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่า L (ค่าความสว่าง) a (ค่าสีแดง) b (ค่าสีเหลือง) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)	t-test for Equality of Means			
	F	Sig.				Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
L	4.51E+15	.000	4.819	2	.040	.3450	7.159E-02	3.698E-02	.6530
			4.819	1.408	.077	.3450	7.159E-02	-.1277	.8177
A	9.48E+14	.000	-1.406	2	.295	-9.0000E-02	6.403E-02	-.3655	.1855
			-1.406	1.908	.301	-9.0000E-02	6.403E-02	-.3786	.1986
B	9.47E+15	.000	.438	2	.704	6.500E-02	.1484	-.5735	.7035
			.438	1.702	.711	6.500E-02	.1484	-.6939	.8239

หมายเหตุ *มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ ๑8 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่า L (ค่าความสว่าง) a (ค่าสีแดง) b (ค่าสีเหลือง) ของแป้งด้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์
 เมื่อทำแห้ง โดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
L			1.035	2	.409	.1100	.1063	-.3474	.5674	
			1.035	1.965	.411	.1100	.1063	-.3552	.5752	
A	7.75E+15	.000	.479	2	.679	.1950	.4075	-1.5582	1.9482	
			.479	1.128	.708	.1950	.4075	-3.7834	4.1734	
B			-.404	2	.725	-4.0000E-02	9.899E-02	-.4659	.3659	
			-.404	2.000	.725	-4.0000E-02	9.899E-02	-.4659	.3659	

หมายเหตุ *มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ ๑๑ ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของค่า L (ค่าความสว่าง) a (ค่าสีแดง) b (ค่าสีเหลือง) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 100 เปอร์เซ็นต์เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)	t-test for Equality of Means			95% Confidence Interval of the Difference	
	F	Sig.				Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper	
L	1.40E+14	.000	2.408	2	.138	.1450	6.021E-02	-.1141	.4041	
A	1.65E+16	.000	5.970	2	.027	.6000	.1005	.1676	1.0324	
B	1.01E+14	.000	5.970	1.020	.102	.6000	.1005	-.6193	1.8193	
			.595	2	.612	8.000E-02	.1345	-.4989	.6589	
			.595	1.978	.613	8.000E-02	.1345	-.5050	.6650	

หมายเหตุ *มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ Peak viscosity, Holding strength, Break down, Final viscosity, Set back, Peak time และ Pasting temperature เมื่อตรวจสอบ Rapid Visco Analyzer (RVA) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
PEAK1			-5.190	2	.035	-819.0000	157.8132	-1498.0153	-139.9847
			Equal variances assumed	-5.190	1.987	.036*	-819.0000	157.8132	-1502.2586
TROUGH1			-6.853	2	.021	-345.0000	50.3438	-561.6120	-128.3880
			Equal variances assumed	-6.853	1.772	.028*	-345.0000	50.3438	-590.7005
Breakdown			-7.206	2	.019	-474.0000	65.7761	-757.0119	-190.9881
			Equal variances assumed	-7.206	1.996	.019*	-474.0000	65.7761	-757.5137
Final Visc			-3.983	2	.058	-472.0000	118.5179	-981.9415	37.9415
			Equal variances assumed	-3.983	1.605	.062	-472.0000	118.5179	-1123.1681
SETBACK			-3.729	2	.065	-127.0000	34.0588	-273.5431	19.5431
			Equal variances assumed	-3.729	1.007	.165	-127.0000	34.0588	-552.7922
Peak Time	2.06E+16	.000	9.800	2	.010	.2450	2.500E-02	.1374	.3526
			Equal variances assumed	9.800	1.000	.065	.2450	2.500E-02	-7.27E-02
Pasting Temp	4.56E+15	.000	4.721	2	.042	2.3750	.5031	.2103	4.5397
			Equal variances assumed	4.721	1.471	.073	2.3750	.5031	-.7383

หมายเหตุ *มีความแตกต่างทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ Peak viscosity, Holding strength, Break down, Final viscosity, Set back, Peak time และ Pasting temperature เมื่อตรวจสอบ Rapid Visco Analyzer (RVA) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งและการตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)	t-test for Equality of Means						
	F	Sig.				Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference				
								Lower	Upper			
PEAK1												
Equal variances assumed			.16.345	2	.004	-1098.0000	67.1751	-1387.0313	-808.9687			
Equal variances not assumed			-16.345	2.000	.004*	-1098.0000	67.1751	-1387.0313	-808.9687			
TROUGH1												
Equal variances assumed			-7.967	2	.015	-495.7950	62.2322	-763.5584	-228.0316			
Equal variances not assumed			-7.967	1.222	.053*	-495.7950	62.2322	-1015.9806	24.3906			
Breakdown												
Equal variances assumed			-48.421	2	.000	-595.5000	12.2984	-648.4156	-542.5844			
Equal variances not assumed			-48.421	1.471	.002*	-595.5000	12.2984	-671.6038	-519.3962			
Final Visc												
Equal variances assumed			-5.414	2	.032	-520.5000	96.1314	-934.1201	-106.8799			
Equal variances not assumed			-5.414	1.027	.112	-520.5000	96.1314	-1669.8361	628.8361			
SETBACK												
Equal variances assumed			.346	2	.762	27.5000	79.3867	-314.0735	369.0735			
Equal variances not assumed			.346	1.324	.776	27.5000	79.3867	-549.8967	604.8967			
Peak Time												
Equal variances assumed			3.000	2	.085	.1950	6.500E-02	-8.47E-02	.4747			
Equal variances not assumed			3.000	1.000	.205	.1950	6.500E-02	-.6309	1.0209			
Pasting Temp												
Equal variances assumed		.000	3.148	2	.088	2.0650	.6559	-.7572	4.8872			
Equal variances not assumed			3.148	1.376	.138	2.0650	.6559	-2.4209	6.5509			

หมายเหตุ *มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ Peak viscosity, Holding strength, Break down, Final viscosity, Set back, Peak time และ Pasting temperature เมื่อตรวจสอบ Rapid Visco Analyzer (RVA) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแห้งโดยใช้ตูอบแห้งและตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
PEAK1									
Equal variances assumed			-17.352	2	.003	-1058.5000	61.0020	-1320.9706	-796.0294
Equal variances not assumed			-17.352	1.000	.037*	-1058.5000	61.0020	-1833.3585	-283.6415
TROUGH1									
Equal variances assumed			-7.898	2	.016	-361.5000	45.7739	-558.4492	-164.5508
Equal variances not assumed			-7.898	1.312	.046*	-361.5000	45.7739	-699.5676	-23.4324
Breakdown									
Equal variances assumed			-28.117	2	.001	-697.0000	24.7891	-803.6589	-590.3411
Equal variances not assumed			-28.117	1.974	.001*	-697.0000	24.7891	-804.9963	-589.0037
Final Visc									
Equal variances assumed			-2.816	2	.106	-373.5000	132.6358	-944.1857	197.1857
Equal variances not assumed			-2.816	1.423	.154	-373.5000	132.6358	-1235.2622	488.2622
SETBACK									
Equal variances assumed			-.112	2	.921	-12.0000	106.8106	-471.5688	447.5688
Equal variances not assumed			-.112	1.994	.921	-12.0000	106.8106	-472.8055	448.8055
Peak Time									
Equal variances assumed	3.16E+16	.000	.670	2	.572	7.000E-02	.1044	-.3792	.5192
Equal variances not assumed			.670	1.179	.610	7.000E-02	.1044	-.8644	1.0044
Pasting Temp									
Equal variances assumed			2.416	2	.137	1.0000	.4138	-.7805	2.7805
Equal variances not assumed			2.416	1.416	.187	1.0000	.4138	-1.7081	3.7081

หมายเหตุ *มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ Peak viscosity, Holding strength, Break down, Final viscosity, Set back, Peak time และ Pasting temperature เมื่อตรวจด้วย Rapid Visco Analyzer (RVA) ของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีความแก่ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำแป้งโดยใช้ตูบแห้งและการตากแดด

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
PEAK1			-42.041	2	.001	-916.5000	21.8002	-1010.2988	-822.7012
TROUGH1			-42.041	1.846	.001*	-916.5000	21.8002	-1018.2093	-814.7907
Breakdown			-16.185	2	.004	-572.0000	35.3412	-724.0609	-419.9391
			-16.185	1.419	.014*	-572.0000	35.3412	-802.4434	-341.5566
			-12.854	2	.006	-349.5000	27.1892	-466.4855	-232.5145
			-12.854	1.686	.011*	-349.5000	27.1892	-490.0119	-208.9881
Final Visc			-8.267	2	.014	-704.0000	85.1587	-1070.4082	-337.5918
			-8.267	1.056	.069	-704.0000	85.1587	-1660.4088	252.4088
SETBACK			-3.985	2	.058	-132.0000	33.1210	-274.5081	10.5081
			-3.985	1.557	.085	-132.0000	33.1210	-321.3469	57.3469
Peak Time			4.714	2	.042	.1650	3.500E-02	1.441E-02	.3156
			4.714	1.000	.133	.1650	3.500E-02	-.2797	.6097
Pasting Temp			6.928	2	.020	1.7350	.2504	.6574	2.8126
			6.928	1.007	.090	1.7350	.2504	-1.3940	4.8640

หมายเหตุ *มีความแตกต่างทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ ๑14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วย
ที่มีระยะความแก่ต่างกัน เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง

Source of variance	df	SS	MS	F-value	Sig.
Moisture					
Treatment	3	0.250	0.083	2.115	0.241
Error	4	0.158	0.039		
Total	7	0.408			
Protein					
Treatment	3	0.327	0.109	85.387	0.000*
Error	4	0.005113	0.001278		
Total	7	0.333			
Fat					
Treatment	3	0.0002255	0.00007517	1.748	0.295
Error	4	0.0001720	0.00004300		
Total	7	0.0003975			
Ash					
Treatment	3	0.723	0.241	53.100	0.001*
Error	4	0.01816	0.004541		
Total	7	0.742			
Fiber					
Treatment	3	0.09679	0.03226	78.217	0.001*
Error	4	0.00165	0.0004125		
Total	7	0.09844			
Carbohydrate					
Treatment	3	2.250	0.750	25.835	0.004*
Error	4	0.116	0.02903		
Total	7	2.366			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ต่างกัน เมื่อทำแห้งโดยการตากแดด

Source of variance	df	SS	MS	F-value	Sig.
Moisture					
Treatment	3	0.114	0.03800	0.420	0.749
Error	4	0.362	0.09045		
Total	7	0.476			
Protein					
Treatment	3	0.572	0.191	114.347	0.000*
Error	4	0.006673	0.001668		
Total	7	0.579			
Fat					
Treatment	3	0.002515	0.0008385	4.914	0.079
Error	4	0.0006825	0.0001706		
Total	7	0.003198			
Ash					
Treatment	3	1.482	0.494	89.581	0.000*
Error	4	0.02206	0.005515		
Total	7	1.504			
Fiber					
Treatment	3	0.08973	0.02991	158.465	0.000*
Error	4	0.000755	0.0001887		
Total	7	0.09049			
Carbohydrate					
Treatment	3	3.714	1.238	11.858	0.018*
Error	4	0.418	0.104		
Total	7	4.131			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า สตาร์ช อะไมโลส และน้ำตาลทั้งหมดจาก แป้งกล้วยผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ต่างกัน เมื่อทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง

Source of variance	df	SS	MS	F-value	Sig.
Starch					
Treatment	3	37.928	12.643	1.634	0.316
Error	4	30.946	7.736		
Total	7	68.873			
Amylose					
Treatment	3	8.447	2.816	97.179	0.000*
Error	4	0.116	0.02897		
Total	7	8.563			
Total sugar					
Treatment	3	384578.0	118192.7	409.680	0.000*
Error	4	1154.000	288.5000		
Total	7	355732.0			

ตารางที่ ๑17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า สตาร์ช อะไมโลส และน้ำตาลทั้งหมดจาก แป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ต่างกัน ที่ทำแห้งโดยการตากแดด

Source of variance	df	SS	MS	F-value	Sig.
Starch					
Treatment	3	46.027	15.342	5.883	0.060
Error	4	10.431	2.608		
Total	7	56.458			
Amylose					
Treatment	3	8.990	2.997	401.042	0.000*
Error	4	0.02989	0.007472		
Total	7	9.020			
Total sugar					
Treatment	3	1387760.5	462586.83	547.278	0.000*
Error	4	3381.000	845.250		
Total	7	1391141.5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัย 1391141.5 ปรึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ ๑18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L a b จากแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะ
ความแก่ต่างกัน ที่ทำแห้งโดยใช้ตู้อบแห้ง

Source of variance	df	SS	MS	F-value	Sig.
L					
Treatment	3	3.220	1.073	153.885	0.000*
Error	4	0.02709	0.006975		
Total	7	3.248			
a					
Treatment	3	0.01455	0.004850	3.129	0.150
Error	4	0.00620	0.001550		
Total	7	0.02075			
b					
Treatment	3	3.149	1.050	95.866	0.00*
Error	4	0.0438	0.01095		
Total	7	3.193			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ ๑19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสี L a b จากแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะ
ความแก่ต่างกัน ที่ทำแห้งโดยการตากแดด

Source of variance	df	SS	MS	F-value	Sig.
L					
Treatment	3	4.656	1.552	164.684	0.000*
Error	4	0.03770	0.009425		
Total	7	4.694			
a					
Treatment	3	0.008550	0.002850	2.591	0.190
Error	4	0.004400	0.001100		
Total	7	0.01295			
b					
Treatment	3	2.938	0.979	87.8837	0.000*
Error	4	0.04460	0.01115		
Total	7	2.983			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ ๑20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าต่างๆบนเส้นโค้งความหนืดจากการตรวจสอบ
โดยเครื่อง RVA จากแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ต่างกัน
เมื่อทำแห้งโดยใช้ ตู้อบแห้ง

Source of variance	df	SS	MS	F-value	Sig.
Peak viscosity					
Maturity	3	771507.38	257169.13	26.239	0.004*
Error	4	39204.50	9801.125		
Total	7	810711.88			
Holding strength					
Maturity	3	289609.00	96536.333	16.812	0.010*
Error	4	22969.00	5742.250		
Total	7	312578.00			
Breakdown					
Maturity	3	113865.00	37955.000	10.429	0.023*
Error	4	14557.00	3639.250		
Total	7	128422.00			
Final viscosity					
Maturity	3	1038596.4	346198.79	27.451	0.004*
Error	4	50446.500	12611.625		
Total	7	1089042.9			
Set back					
Maturity	3	259992.38	86664.125	12.034	0.018*
Error	4	28806.500	7201.625		
Total	7	288798.88			
Peak time					
Maturity	3	0.09233	0.03078	5.977	0.058
Error	4	0.02060	0.00515		
Total	7	0.113			
Pasting temperature					
Maturity	3	0.288	0.09583	0.307	0.820
Error	4	1.248	0.312		
Total	7	1.535			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

อย่าให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าต่างๆบนเส้นโค้งความหนืดจากการตรวจสอบ
โดยเครื่อง RVA จากแป้งกล้วยที่ผลิตจากกล้วยที่มีระยะความแก่ต่างกัน
เมื่อทำแห้งโดยการตากแดด

Source of variance	df	SS	MS	F-value	Sig.
Peak viscosity					
Treatment	3	322226.38	107408.79	15.331	0.012*
Error	4	28023.500	7005.875		
Total	7	350249.88			
Holding strength					
Treatment	3	317632.38	105877.46	37.954	0.002*
Error	4	11158.500	2789.625		
Total	7	328790.88			
Break down					
Treatment	3	126408.00	42136.00	26.310	0.004*
Error	4	6406.00	1601.500		
Total	7	132814.00			
Final viscosity					
Treatment	3	1490480.4	496826.79	61.684	0.001*
Error	4	32217.50	8054.375		
Total	7	1522697.9			
Set back					
Treatment	3	147227.00	496826.79	61.684	0.001*
Error	4	5532.250	8054.375		
Total	7				
Peak time					
Treatment	3	0.02833	0.009443	1.889	0.273
Error	4	0.0200	0.00500		
Total	7	0.04833			
Pasting temperature					
Treatment	3	1.414	0.471	3.733	0.118
Error	4	0.505	0.126		
Total	7	1.919			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) หมายความว่าให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวสุคาทิพย์ อินทร์ชื่น เกิดวันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2519 ที่จังหวัดสุรินทร์ สำเร็จการศึกษาวិทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) ในสาขาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีการศึกษา 2541 และศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิทยาศาสตรการอาหาร ในปี พ.ศ. 2543 และสำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2545



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้