ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของแป้ง น้ำตาลและกระบวนการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง

Effect of starch , sugar and production on quality of banana chip

โดย

นางสาวนฤพร กาพภักดี รหัสประจำตัว 40044434

นางสาววันวิสาข์ เติมธงชัย รหัสประจำตัว 40044455

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 15/ต.ค./54

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17491

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

ผลของแป้ง น้ำตาลและกระบวนการผลิตที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง

Effect of starch , sugar and production on quality of banana chip

T096749

โดย

นางสาวนฤพร กาฬภักดี รหัสประจำตัว 40044434
นางสาววันวิสาข์ เติมธงชัย ระหัสประจำตัว 40044455

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ

ปพ.
น275พ
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96749.....
วัน เดือน,ปี.....

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สภาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวนฤพร กาฬภักดี และนางสาววันวิสาข์ เติมธงชัย.2544 . ผลของแป้ง น้ำตาลและกระบวนการผลิตที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง (Effect of starch , sugar and production on quality of banana chip).ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ . จำนวน 58 หน้า

การศึกษาปริมาณของแป้งและน้ำตาลที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง โดยทำการคัดเลือกวัตถุดิบที่มีระดับความสุกต่างๆ กันมาศึกษาปริมาณแป้งและน้ำตาลที่จะใช้เป็นวัตถุดิบ พบว่า กล้วยระยะที่มีปริมาณแป้ง 8 ถึง 9 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาลประมาณ 1 ถึง 2 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สีของผลิตภัณฑ์ มีสีเหลืองอ่อน คล้ายมันฝรั่งทอดกรอบมากที่สุด และเมื่อมีปริมาณ น้ำตาลมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ จะมีสีน้ำตาลในระดับที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ในขณะที่สภาวะการผลิตต่างกัน คือการใช้การอบ การใช้ไมโครเวฟ หรือการแช่แข็งก่อนการทอด จะให้ลักษณะปรากฏ สี การอมน้ำมันที่ต่างกัน โดยเมื่อทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับสภาวะการผลิต โดยการใช้การอบก่อนการทอดเป็นเวลา 15 นาที มากที่สุดทั้งในด้าน สี ลักษณะปรากฏ ความกรอบ และความชอบโดยรวม

นางสาวนฤพร กาฬภักดี

นางสาววันวิสาข์ เติมธงชัย

ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน เดือน ปี
		15 มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอปัญหาพิเศษ ในหัวข้อเรื่อง ผลของแป้ง น้ำตาล และสภาวะการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพของกล้วยทอดแผ่นบางนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. ระติพร หาเรือนกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ และ ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยแนะนำ ให้คำปรึกษาและดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่คอยแนะนำ และช่วยให้การนำเสนอปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้กำลังทรัพย์ทำงานให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ให้กำลังใจโดยตลอด และที่ขาดไม่ได้คือ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกคนที่คอยให้คำชี้แนะและช่วยเหลือให้กำลังใจตลอดมา

นฤพร กาฬภักดี
วันวิสาข์ เติมธงชัย
12 มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	4
บทที่ 3 การทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลอง	23
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	32
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์ทางเคมี	40
ภาคผนวก ข แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	43
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ผลทางประสาทสัมผัส	44
ภาคผนวก ง ภาพประกอบการทำปัญหาพิเศษ	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ความแก่ของกล้วยชนิดต่างๆ สำหรับตลาดในประเทศไทย	3
2. แสดงปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส ในผลไม้สุกบางชนิด	5
3. คุณค่าทางโภชนาการของกล้วย	7
4. แสดงร้อยละของปริมาณแป้งและน้ำตาลในกล้วยที่ระดับความสุกต่างๆ	23
5. แสดงปริมาณความชื้นของกล้วยน้ำว้าสดและกล้วยน้ำว้าที่ผ่านการอบเป็นเวลาต่างกัน	25
6. แสดงปริมาณความชื้นของกล้วยทอดแผ่นบางหลังจากผ่านการอบที่อุณหภูมิต่างๆ	25
7. แสดงผลลักษณะของสีเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆ	25
8. แสดงระดับสีของกล้วยทอดแผ่นบางที่ได้จากการนำกล้วยแต่ละระดับความสุกมาทอด	26
9. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพของกล้วยทอดแผ่นบาง อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างกัน	27
10. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณของกล้วยระยะที่ 1 อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างกัน	28
11. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพของกล้วยทอดแผ่นบาง ที่ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเป็นเวลาต่างกัน	28
12. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณของกล้วยระยะที่ 1 ที่ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเป็นเวลาต่างกัน	29
13. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพของกล้วยทอดแผ่นบาง ทีทำการ thawและไม่ thaw ก่อนนำไปทอด	30
14. การคัดเลือกผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณของกล้วยระยะที่ 1 ทีทำการ thawและไม่ thaw ก่อนนำไปทอด	31

ตารางภาคผนวกที่

1. ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ ของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)	44
2. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านลักษณะปรากฏของกล้วยทอดแผ่นบาง ที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1) ซึ่งใช้กระบวนการต่างกัน	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
3. ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี ของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)	47
4. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของกล้วยทอดแผ่นบาง ที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1) ซึ่งใช้กระบวนการต่างกัน	49
5. ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความกรอบ ของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)	50
6. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านความกรอบของกล้วยทอดแผ่นบาง ที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1) ซึ่งใช้กระบวนการต่างกัน	52
7. ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)	53
8. การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านความชอบรวมของกล้วยทอดแผ่นบาง ที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1) ซึ่งใช้กระบวนการต่างกัน	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ แป้ง , ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	6
2. ขั้นตอนในการผลิตกล้วยทอดแผ่นบาง	22
3. กราฟแสดงปริมาณแป้งและน้ำตาลในกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆ	24
4. แสดงแผ่นสีมาตรฐานของกล้วยทอดแผ่นบาง	26
5. แสดงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง	56
6. แสดงเครื่องอบแห้งแบบถาด (tray dryer)	57
7. แสดงเครื่องหั่น (slicer)	58
8. แสดงเตาทอดแบบน้ำมันท่วมระบบเปิด	58
9. แสดงผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลาต่างกัน	59
10. แสดงผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผ่านการใช้ไมโครเวฟระดับความร้อน high เป็นเวลาต่างกัน	59
11. แสดงผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผ่านการแช่แข็ง	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในจำพวกผลไม้ของไทย กล้วยเป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จักดีที่สุด เนื่องจากเป็นผลไม้คู่บ้านคู่เมืองมาตั้งแต่ครั้งโบราณ นอกจากนี้ยังเป็นผลไม้ที่ปลูกได้ทุกพื้นที่และทุกภูมิภาคของประเทศ

กล้วยจัดเป็นพืชล้มลุกมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Musa sapientum มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คนในแถบนี้ได้ใช้ประโยชน์จากกล้วยมานานแล้ว ผลของกล้วยที่นำมารับประทานเป็นพันธุ์ที่กลายพันธุ์มาจากกล้วยป่าที่มีป่ารสหวาน จึงทำให้คนได้นำกล้วยชนิดนี้มาปลูกในบริเวณบ้านเพื่อจะได้ไม่ต้องออกไปหาในป่า และต่อมาก็ได้ทีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น ในสมัยโบราณมีหลักฐานระบุว่าชาวชวาได้เดินเรือติดต่อกับแอฟริกาตะวันออก ได้มีการนำเอากล้วยไปเป็นสินค้าแลกเปลี่ยน การกกระจายพันธุ์ของกล้วยได้อ้างอิงถึงกล้วยในอินเดีย เมื่อ 600 ปีก่อนคริสตศักราชและเกิดการกายพันธุ์เมื่อ 2000 ปีมาแล้ว ในจีนเริ่มมีการกล่าวถึงกล้วยเมื่อ ค.ศ.200 ส่วนในแถบ เมดิเตอร์เรเนียนเริ่มมีการปลูกกล้วย ตั้งแต่ ค.ศ.650 ระหว่างนี้ชาวอาหรับได้มีการติดต่อค้าขายกับชาวแอฟริกันจึงได้มีการนำพันธุ์กล้วยเข้าไปยังแอฟริกาด้วย ต่อมาราวศตวรรษที่ 15 ชาวยุโรปได้สำรวจแอฟริกาตะวันตกทำให้พบว่า มีการปลูกกล้วยอยู่อย่างแพร่หลาย ใน ค.ศ.1400 ชาวโปรตุเกสได้นำกล้วยจากแอฟริกาตะวันตกไปยังหมู่เกาะคานารี ตั้งแต่นั้นมาก็มีการแพร่กระจายสู่ซีกโลกตะวันตก ตอนต้นศตวรรษที่ 16 มีการนำสายพันธุ์กล้วยไปยังซานตาโดมิโก สายพันธุ์แรกๆ ที่ชาวตะวันตกรู้จักคือ Silk Fig และ Franch Plantain ต้นศตวรรษที่ 19 ได้มีการนำพันธุ์กล้วยหอมทอง (Gros Michael) และพันธุ์กล้วยหอมคอม (Dwarf Cavendish) เข้ามายังหมู่เกาะคาริบเบียนแล้วต่อมาจึงได้มีการนำเข้าไปยังทวีปอเมริกา

สำหรับประเทศไทยตามหลักฐานที่ปรากฏในจดหมายเหตุของลารูแบร์ ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ได้กล่าวถึงกล้วยงวงช้างและกล้วยงาช้างว่า กล้วยงวงช้างมีขนาดและรูปร่างคล้ายไส้กรอก เปลือกสีเขียวขณะยังดิบแต่เมื่อสุกจะเป็นสีเหลืองและมีจุดสีดำ ๆ อยู่ประปราย เปลือกแยกออกจากเนื้อที่นิ่มได้ง่ายส่วนกล้วยงาช้างแข็งเนื่องจากกล้วยมีถิ่นกำเนิดจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ฉะนั้นจึงเป็นเครื่องยืนยันว่า กล้วยถือกำเนิดในประเทศไทยมาเป็นเวลานานแล้ว นอกจากนี้ยังมีผู้กล่าวว่ามีกล้วยมากกว่า 13 พันธุ์ ที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่มีผู้ศึกษารวบรวมพันธุ์กล้วยบางชนิดต่าง ๆ ที่พบอยู่ทั่วโลก สามารถรวบรวมได้ประมาณ 200-300 สายพันธุ์ แต่สำหรับพันธุ์กล้วยที่ปลูกอยู่ในประเทศไทยนั้นแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1. กล้วยป่าออร์นาตา (wild ornata: Musa ornata) ในประเทศไทยปลูกมากแถบภาคเหนือเรียกกันว่า กล้วยบัว แต่จังหวัดลำปางเรียกว่า กล้วยป่า
2. กล้วยป่าอะคิวมินาตา (wild acuminata: Musa acuminata) ในกลุ่มนี้มีอยู่ 5 ชนิดได้แก่ malaccensis, microcarpa, seames, banksii, และ bumanica ปลูกแพร่หลายในประเทศไทย จึงเรียกว่ากล้วยทองหรือกล้วยแข
3. กล้วยป่าลาลบิเซียนา (wild balbisiana: Musa balbis) ปลูกกันแพร่หลายทั่วประเทศมีชื่อเรียกว่า กล้วยตานี
4. กล้วยพันธุ์อะคิวมินาตา (acuminata cultivars) กล้วยกลุ่มนี้มีหลายพันธุ์เช่น กล้วยเล็บมือนาง กล้วยไข่ กล้วยหอม กล้วยหอมทอง กล้วยหอมเขียว กล้วยหอมค่อม
5. กล้วยลูกผสมอะคิวมินาตากับบาลบิเซียนา (acuminata balbisiana) พันธุ์กล้วยในกลุ่มนี้ได้แก่ กล้วยลังกา กล้วยน้ำ กล้วยหักมุก กล้วยน้ำว้า กล้วยส้ม

สำหรับกล้วยน้ำว้านั้น เป็นกล้วยพันธุ์หนึ่งที่มีการปลูกกันทั่วๆ ไปและพบทั่วทุกภาคของประเทศไทย เพราะว่ากล้วยน้ำว้าสามารถทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้ดีกว่ากล้วยพันธุ์อื่นๆ มีลักษณะต้นสูงปานกลางซึ่งมีความสูงไม่เกิน 3.5 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 15 เซนติเมตร เครือหนึ่งมีประมาณ 7-10 หวี โดยแต่ละหวีมี 10-16 ผล ผลกล้วยน้ำว้ามีลักษะเป็นเหลี่ยม ก้านยาว เปลือกหนากว่ากล้วยไข่ เมื่อสุกเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อสีขาว รสหวาน ที่แกนกลางหรือที่เรียกว่าไส้กลาง มีสีเหลือง ชมพู หรือขาว ซึ่งจากลักษณะของแกนกลางนี้ทำให้สามารถแบ่งกล้วยน้ำว้าออกได้เป็น กล้วยน้ำว้าเหลือง กล้วยน้ำว้าแดง และกล้วยน้ำว้าขาว

กล้วยน้ำว้า (Kluai Namwa) เป็นกล้วยที่เกิดจากการผสมพันธุ์ของกล้วยสองพันธุ์ จึงมียีโนม (gene) เป็น ABB หรือเรียกว่า Musa(ABB group) โดยมีชื่อทางสามัญคือ Pisang Awak นอกจากนี้ยังมีชื่อเรียกต่างๆ กันตามท้องถิ่นดังนี้

- เชียงใหม่	เรียก	กล้วยใต้
- อุบลราชธานี	เรียก	กล้วยตานีอ่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จันทบุรี เรียก กล้วยมะลิอ่อง
- ชัยภูมิ เรียก กล้วยอ่อง

การวัดความแก่ของกล้วยโดยทั่วไปนิยมนับจำนวนวันตั้งแต่กล้วยแทงช่อดอกหรือแทงปลีออกมา จนถึงวันเก็บเกี่ยว ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ความแก่ของกล้วยชนิดต่างๆ สำหรับตลาดในประเทศไทย

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

ที่มา : สุนทรีย์ แสงสีโสด , 2543

ปัจจุบันในประเทศไทยเราพบว่าการบริโภคกล้วยนั้นมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณการผลิต ทำให้เหลือกล้วยเป็นจำนวนมากในแต่ละปี ดังนั้นจึงหาวิธีการในการแปรรูปผลกล้วยสด เพื่อแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาให้เก็บได้นานขึ้น ทำให้สามารถบริโภคกล้วยได้ตลอดทั้งปี และเป็นการช่วยเพิ่มชนิดของอาหาร รวมทั้งเพิ่มราคาของผลผลิตด้วย

การผลิต "กล้วยทอดแผ่นบาง" (Banana Chips) เป็นวิธีการหนึ่งที่แปรรูปกล้วย ให้เป็นขนมขบเคี้ยว ซึ่งคล้ายกับ "กล้วยฉาบ" ของไทย แต่ปัญหาที่มักพบในการผลิตกล้วยทอดแผ่นบางคือผลิตภัณฑ์ที่ได้มักเกิดสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังประสบปัญหาในเรื่องของความกรอบ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้เป็นเวลานาน ดังนั้นในปัญหาพิเศษฉบับนี้จึงได้ทำการศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหาและปรับปรุงกระบวนการการผลิตวิธีการต่างๆ โดยใช้การอบการใช้ไมโครเวฟ และการใช้วิธีการแช่แข็งกล้วยแผ่นก่อนการทอด เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพในด้านต่างๆ โดยเฉพาะทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ โดยการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ศึกษาปริมาณแป้งและน้ำตาลในกล้วยน้ำว้าที่สภาวะต่างๆ กัน
2. ศึกษาสภาวะการผลิตที่มีต่อคุณภาพของกล้วยทอดแผ่นบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญที่มีผลต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางคือน้ำหรือ ความชื้น และปริมาณคาร์โบไฮเดรต

น้ำ

น้ำเป็นองค์ประกอบที่มีมากที่สุดในผักผลไม้ผักผลไม้เกือบทั้งหมดจะมีน้ำในองค์ประกอบมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และในผักผลไม้บางชนิด เช่น แตงกวา แตงโม จะมีน้ำ ในองค์ประกอบสูงถึง 96 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก ปริมาณน้ำ ในผักผลไม้จะขึ้นกับปริมาณน้ำ ในพืชเมื่อเก็บเกี่ยว และยังขึ้นกับ องค์ประกอบอื่นๆ

คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเป็นของแข็งส่วนใหญ่ที่พบในผักผลไม้ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดในผักผลไม้จะมีตั้งแต่ปริมาณน้อยไปจนมาก พืชจะสร้างน้ำตาลแบบง่าย คือ โมโนแซกคาไรด์ จากการสังเคราะห์แสง และนำน้ำตาลโมโนแซกคาไรด์นี้ไปสร้างคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่น หรือสารประกอบอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น กรดยูริก สารเหล่านี้จะมีโมเลกุลใหญ่ และซับซ้อนขึ้น คาร์โบไฮเดรตทั้งหมดรวมทั้งโพลีแซกคาไรด์ แต่ไม่รวมสตาร์ชจะพบในผนังเซลล์ ส่วนน้ำตาลชนิดต่างๆ โดยเฉพาะซูโครส กลูโคส และ ฟรุกโตส จะสะสมใน Cellsap สตาร์ชจะรวมตัวกันเป็นเม็ดซึ่งมีลักษณะเฉพาะในพืชแต่ละชนิด ซึ่งจะเกิดขึ้นในส่วนไซโตพาสก่อน และมีการสะสมจนเกือบเต็มปริมาตรเซลล์ สัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตชนิดต่างๆ ในผักผลไม้จะต่างกันไปขึ้นกับการเกิดเมตาบอลิซึมของพืช (กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)

นอกจากพืชที่สะสมแป้งแล้ว ผลไม้นับว่ามีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด คืออาจสูงถึง 2 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสดเมื่อผลไม้สุก คาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

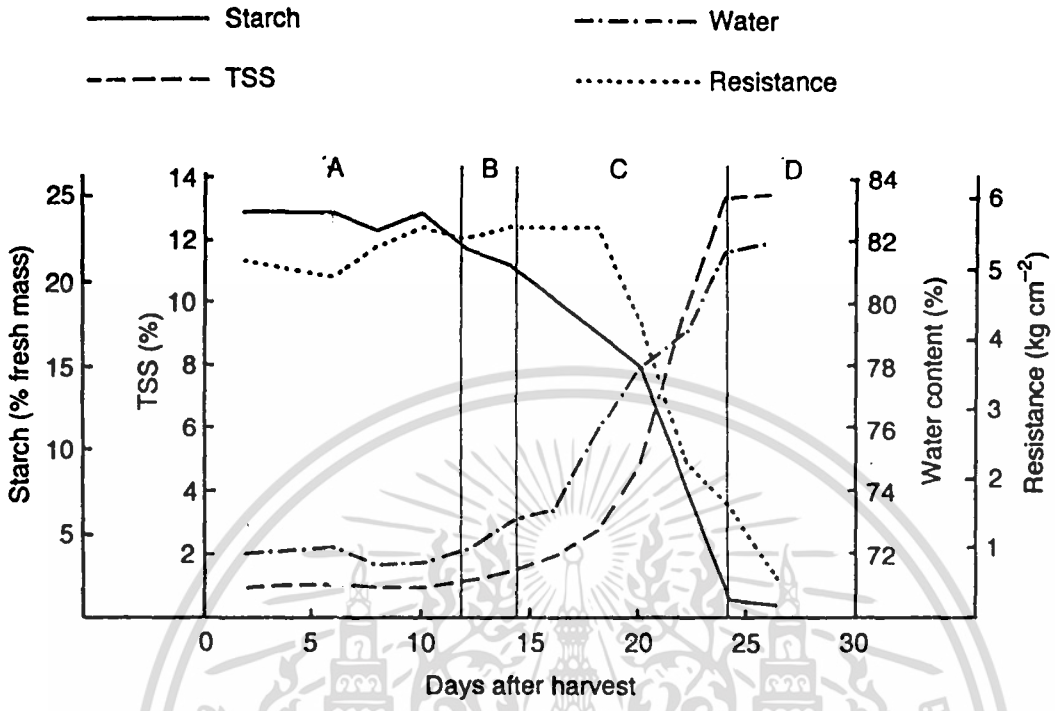
สัดส่วนของน้ำตาลซูโครส ต่อน้ำตาลรีดิวส์ คือ กลูโคส และ จะต่างกันไปขึ้นกับชนิดของผักและผลไม้ แม้แต่ผักผลไม้ชนิดเดียวกัน สัดส่วนนี้ก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ตามปกติผักผลไม้จะมีน้ำตาลรีดิวส์สูงกว่าน้ำตาลซูโครส ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครส ในผลไม้สุกบางชนิด

ผลไม้	ปริมาณน้ำตาล (กรัมต่อน้ำหนักผลไม้สด 100 กรัม)		
	กลูโคส	ฟรุกโตส	ซูโครส
กล้วย	6	4	7
เชอร์รี่	5	7	0
พีช	1	1	7
แพร์	2	7	1
สับปะรด	2	1	8
ส้ม	2	2	5
มะเขือเทศ	2	1	0
องุ่น	8	8	0
แอปเปิ้ล	2	6	4

ที่มา : Wills และคณะ , 1981

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ แป้ง(Starch) ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) และน้ำใน "Giant Cavendish 'Bananas" และความคงตัวของกล้วย (Resistance of The Fruit) ในระยะ Preclimacteric , Climacteric และ Ripening โดยผลไม้ถูกปล่อยให้สุกที่ 20 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่ไม่มีการเติม เอทธิลีน โดย

A = Preclimacteric : กล้วยยังมีสีเขียว และแข็ง

B = Climacteric

C = Ripening : กล้วยเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง และเริ่มนิ่มขึ้น

D = Eat-Ripe , Senescent : กล้วยมีสีเหลืองและนิ่ม

ที่มา : Robinson J.C. , 1996

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของกล้วย

คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยพันธ์ต่างๆปริมาณต่อ100กรัม		กล้วยไข่ 1	กล้วยน้ำว้า 1	กล้วยหอม 1	กล้วยหักมุก 1	กล้วยหอมประเทศสหรัฐอเมริกา 2
พลังงาน	กิโลแคลอรี่	140	139	125	112	88
น้ำ	กรัม	62.8	62.6	66.3	71.2	74.8
โปรตีน	กรัม	1.5	1.1	0.9	1.2	1.2
ไขมัน	กรัม	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
คาร์โบไฮเดรต	กรัม	32.9	33.1	29.8	26.3	-
กากอาหาร	กรัม	0.4	0.3	0.3	0.4	-
ใยอาหาร	กรัม	1.9	2.3	1.9	-	-
เถ้า	กรัม	0.7	0.7	0.9	0.7	0.8
แคลเซียม	กรัม	4	7	26	7	8
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม	23	43	46	48	28
เหล็ก	มิลลิกรัม	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6
เบต้าแคโรทีน	มิลลิกรัม	729	54	99	-	-
ไทอะมีน	มิลลิกรัม	0.03	0.04	0.04	0.08	0.04
ไรโบฟลาวิน	มิลลิกรัม	0.05	0.02	0.07	0.11	0.05
ไนอะซีน	มิลลิกรัม	1.4	1.4	1.0	0.8	0.7
ไวตามิน ซี	มิลลิกรัม	2	11	27	1	10

ที่มา : 1. เอกสารกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2535

2. http://www.members.tripod.com/piak168/ ,2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปอกเปลือก (Peeling)

สำหรับผักผลไม้ที่มีเปลือก ส่วนมากก่อนนำมาแปรรูปจะต้องนำมาปอกเปลือกเสียก่อน การปอกเปลือกจะช่วยกำจัดส่วนเกินที่กินไม่ได้ หรือส่วนที่ไม่ต้องการ และช่วยให้ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ดูดีขึ้น ในการปอกเปลือกจึงมักมีการตัดแต่งไปพร้อมกัน และการปอกเปลือกก็เป็นขั้นตอนที่ต้องระมัดระวัง เนื่องจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะขึ้นกับการปอกเปลือก การปอกเปลือกทำได้หลายวิธี โดยในการทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางใช้การปอกเปลือกด้วยมีด

การปอกเปลือกโดยใช้มีด (Knife peel) เป็นการปอกเปลือกโดยใช้คนงาน ด้วยมีด เป็นวิธีเก่าแก่ นิยมใช้ในที่ที่มีแรงงานถูก หรือใช้ในกรณีที่วัตถุดิบไม่สามารถปอกเปลือกด้วยเครื่องจักร หรือใช้วิธีอื่นแล้วไม่ได้ผลดี ซึ่งการปอกเปลือกด้วยมีดโดยใช้แรงงานคนมีข้อดี คือ

1. ไม่ต้องใช้เครื่องมือเครื่องใช้ที่มีขนาดใหญ่ หรือมีการทำงานยุ่งยาก ซับซ้อน
2. ไม่มีการใช้ความร้อน หรือด่าง ซึ่งเป็นปัจจัยที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ จึง ช่วยลดการเกิด ปฏิกิริยาสีน้ำตาลของผักผลไม้ลง
3. เปลือกที่ปอกออกมายังคงสภาพ อาจนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น นำไปทำไวน์ น้ำส้มสายชู หรือใช้เป็นอาหารสัตว์
4. การปอกเปลือกใช้ปริมาณน้ำน้อย และน้ำเสียที่เกิดขึ้น ไม่มีการปนเปื้อนของสารเคมี ทำให้กำจัดได้ง่ายขึ้น

แม้ว่า การปอกเปลือกด้วยมือ จะมีของเสียที่เป็นของแข็ง (solid waste) เกิดขึ้น แต่ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ การปอกเปลือกด้วยมีดมีข้อเสีย คือ ทำให้การปนเปื้อนจากจุลินทรีย์สูงขึ้น และในท้องถิ่นที่มีค่าแรงงานสูง จะเสียค่าใช้จ่ายสูง (กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)

การหั่น (Slicing)

การหั่น จะนำกล้วยที่ผ่านการปอกเปลือกแล้วมาหั่นเป็นแผ่นบางๆความหนา 0.8 ถึง 1.2 มิลลิเมตร โดยการหั่นจะใช้เครื่อง Mechanical Slicer (Hobart Slicer) เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และความสม่ำเสมอ โดยการหั่นมีผลต่อความกรอบ เนื่องจากการหั่นเป็นแผ่นบาง เวลาทอด พื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิวของกล้วยสามารถรับความร้อนอย่างทั่วทั้งแผ่นอย่างรวดเร็วการกระจายความร้อนสู่กลางแผ่นกล้วยได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึง ทำให้การระเหยน้ำภายในเป็นไปอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีความกรอบทั่วทั้งแผ่น การหั่นต้องทำให้ผิวหน้าเรียบ มีดที่ใช้จึงต้องคม เพราะหากผิวหน้ามีความขรุขระ จะทำให้ผลิตภัณฑ์อมน้ำมันมาก มีผลต่อ ลักษณะปรากฏและการเก็บรักษา (Gowen S. ,1995)

<u>การยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล</u>

ผักและผลไม้บางชนิด เช่น มันฝรั่ง กล้วย จะเกิดสีน้ำตาล (Browning) ขึ้นหลังจากปอกเปลือก หั่น ตัด เพราะในเนื้อเยื่อของผัก และผลไม้นั้นมีเอนไซม์ Polyphenol Oxidase และ Phenol ซึ่งเป็น substate ของเอนไซม์ Polyphenol Oxidase ปกติแล้ว Polyphenol Oxidase และ Phenolic compound จะอยู่แยกกัน เมื่อผักและผลไม้ ถูกปอกเปลือก หั่น ตัด หรือทำให้ช้ำ จะทำให้เอนไซม์และ substate พบกัน โดยเอนไซม์จะOxidize Phenolic compound ทำให้เกิดปฏิกิริยา Polymerization และเกิดสีน้ำตาลขึ้นดังนี้(Walsh C. , 1979)

1. เติม OH group ในสาร Monophenol

$$\text{Monophenol} + O_2 + 2\,H^+ \longrightarrow \text{Diphenol}$$

2. Oxidation ของ Diphenol โดยมี O_2

$$\text{Diphenol} + \tfrac{1}{2}\,O_2 \longrightarrow \text{Benzo} - \text{Quinone} + H_2O$$

3. Polymerization

$$\text{Quinone} + \text{amino acid} + \text{Protein} \xrightarrow{\text{Polymerization}} \text{Melanin (สารสีน้ำตาล)}$$

ในผลไม้ เอนไซม์ Polyphenoloxidases จะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากการออกซิเดชัน ปฏิกิริยานี้จะทำให้ผลไม้ที่มีสีอ่อนมีสีคล้ำขึ้น การควบคุมเอนไซม์ นี้ ในผลไม้ไม่นิยมใช้ความร้อน เพราะความร้อนจะทำให้กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสที่ดีของผลไม้เปลี่ยนแปลงไป จึงนิยมใช้สารเคมีเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดขึ้น(Tucker G.A. ,1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมีที่นิยมใช้ อาจใช้ โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ หรือ อาจใช้กรดต่างๆ เช่น กรดซิตริก สารเคมีเหล่านี้จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Polyphenoloxidases ส่วนกรดจะลดความเป็นด่าง ทำให้สภาวะไม่เหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์ (Nagodawihana T. ,1993)

<u>การลดปริมาณน้ำในอาหาร (Dehydration)</u>

การลดปริมาณน้ำในอาหาร อาจทำได้โดย การระเหย การระเหิด นอกจากช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาแล้ว ยังช่วยลดน้ำหนักและปริมาตร ทำให้ไม่เปลืองเนื้อที่การเก็บ เป็นการแปรรูปที่ประหยัด นิยมใช้กับการผลิตผลิตภัณฑ์ อาหารเช้า ผักผลไม้ อาหารขบเคี้ยว เป็นต้น

การลดปริมาณน้ำในอาหาร แบ่งได้เป็น 2 กรณี ใหญ่ๆ คือ

<u>1. การลดปริมาณน้ำที่อุณหภูมิสูง</u>

การลดปริมาณน้ำโดยใช้อากาศร้อน เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก การถ่ายเทความร้อนส่วนใหญ่เป็นการพาความร้อน

การลดปริมาณน้ำโดยใช้พื้นผิวร้อน (heated surfaces) การถ่ายเทความร้อน มักเป็นการนำความร้อน

การลดปริมาณน้ำโดยใช้อุณหภูมิสูงและลดความดันลงอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อโปร่ง

<u>2. การลดปริมาณน้ำที่อุณหภูมิต่ำ</u>

การลดปริมาณน้ำในสภาวะแช่แข็ง (Freeze dehydration) ทำให้เกิดการระเหิด ของน้ำในกระบวนการไม่มีการใช้ความร้อน จึงช่วยถนอมรักษากลิ่นรสของอาหารไว้ได้

<u>การลดปริมาณน้ำโดยการใช้อากาศร้อน</u>

ในการลดปริมาณน้ำโดยการใช้อากาศร้อน เมื่ออากาศร้อนสัมผัสกับอาหาร ความร้อนจากอากาศจะถูกถ่ายเทไปยังผิวของชิ้นอาหาร และทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอ ไอน้ำจะแพร่ผ่านชั้นของอากาศรอบๆ ชิ้นอาหารและถูกพาไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของอากาศร้อน ทำให้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดันไอของอากาศที่ผิวของอาหารลดลง เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำของความชื้นในอาหารกับในอากาศร้อน ความแตกต่างนี้จะเป็นแรงผลักดันให้น้ำจากอาหารระเหยออกมา

อัตราการลดปริมาณน้ำโดยการใช้อากาศร้อน จะขึ้นกับสมบัติหลายประการ คือ อุณหภูมิกระเปราะแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วของอากาศร้อน สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิว ความชื้นของอาหาร สัดส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตร อุณหภูมิที่ผิวของอาหาร และอัตราการสูญเสียความร้อนจากอาหาร ขนาดของชิ้นอาหารก็มีความสำคัญ (Gustavo V. และคณะ , 1996)

ส่วนปัจจัยอื่นๆที่มีผลกระทบต่อการลดปริมาณน้ำในอาหาร คือ

1. ปริมาณไขมันในอาหาร อาหารที่มีปริมาณไขมันสูงจะมีอัตราการลดปริมาณน้ำต่ำ เนื่องจากไขมันจะช่วยเก็บกักน้ำในอาหารให้ระเหยออกมายากขึ้น
2. วิธีการเตรียมอาหาร อาหารที่ถูกเตรียม โดยการหั่น การตัด หรือการปอกเปลือก จะมี อัตราการลดปริมาณน้ำสูงกว่า เนื่องจากน้ำสามารถระเหยผ่านรอยตัดได้ดีกว่าผิวตามธรรมชาติ เพราะผิวตามธรรมชาติมักมีไข หรือ สารอื่นๆเคลือบอยู่เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ
3. ปริมาณอาหารในเครื่องทำแห้ง สำหรับเครื่องมือที่มีขนาดเท่ากัน การใส่อาหารในปริมาณที่น้อยกว่า จะมี อัตราการลดปริมาณน้ำสูงกว่า

โดยในการทดลองหาสภาวะการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง โดยการใช้การอบ ใช้เครื่องทำแห้งแบบตู้ (Cabinet , Tray Drier) เป็น เครื่องมือทำแห้งแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งทำงานที่บรรยากาศ ลักษณะเครื่องมือ จะเป็นตู้บุฉนวน มีถาดสำหรับใส่อาหารเรียงเป็นชั้นอยู่ภายใน ลมร้อนจะถูกบังคับให้ไหลหมุนเวียนโดยใช้พัดลม การหมุนเวียนของอากาศจะเป็นในแนวนอนขนานกับถาดใส่อาหาร หรือในแนวดิ่งผ่านทะลุถาดใส่อาหาร ความเร็วลมที่นิยมใช้สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวนอน คือ 2 – 5 เมตร ต่อ วินาที ส่วนการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งนิยมใช้ปริมาณอากาศร้อน 0.5 – 1.25 ลูกบาศก์เมตร ต่อ วินาที ต่อ ตารางเมตร ของพื้นที่หน้าตัดของถาด แหล่งความร้อนที่ใช้ อาจเป็นการเผาไหม้จากแก๊ส ไอน้ำ หรือขดลวดนำไฟฟ้า

เครื่องมือแบบนี้เสียค่าใช้จ่ายในการสร้างและการบำรุงรักษาต่ำ มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง นิยมใช้กับผักและผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การลดปริมาณน้ำโดยการใช้ไมโครเวฟ</u>

ไมโครเวฟ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่างคลื่นวิทยุและคลื่นอินฟราเรด โดยความถี่ที่นิยมใช้ในการประกอบอาหารตามบ้านเรือน และในอุตสาหกรรมอาหาร คือ 896 MHz

กลไกการเกิดความร้อนของไมโครเวฟ ไมโครเวฟเป็นคลื่นที่สามารถทะลุทะลวงผ่านลงไปในอาหารซึ่งขณะทะลุผ่านนั้น พลังงานไมโครเวฟจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนโดยตัวอาหารเอง ซึ่งความร้อนนี้เกิดจากการจัดเรียงตัวของโมเลกุลที่มีขั้ว และโมเลกุลที่มีประจุทางไฟฟ้า เช่นโมเลกุลของน้ำประกอบด้วย ประจุลบของอะตอมออกซิเจน และประจุบวกของอะตอมไฮโดรเจน โดยมีลักษณะ Electric Dipole โดยปกติแล้วโมเลกุลของน้ำจะเคลื่อนที่อย่างอิสระ แต่เมื่อได้รับสนามไฟฟ้า จะทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของโมเลกุลให้สอดคล้องกับสนามไฟฟ้า และเมื่อสนามไฟฟ้าหมดไป จะเกิดการเคลื่อนที่อย่างอิสระอีกครั้ง การเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้าสลับไปมาอย่างรวดเร็วประมาณหลายล้านครั้งต่อวินาที จะทำให้เกิดพลังงานจลน์ และเกิดความร้อนขึ้น (Atwater H.A. , 1962)

ข้อดีของไมโครเวฟ

1. อัตราเร็วในการเพิ่มอุณหภูมิสูงกว่าวิธีอื่น คือใช้เวลาเพียง 1 ใน 4 ของเวลาที่ใช้ปกติ และมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาน้อยกว่า
2. มีความสม่ำเสมอในการเพิ่มอุณหภูมิ ไม่เกิดการแข็งตัว หรือไหม้ที่ผิว
3. ประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง เนื่องจากความร้อนที่เกิดขึ้นจะเกิดจากการทะลุผ่านของคลื่นเข้าไปในอาหาร จึงไม่มีการสูญเสียความร้อนให้กับอากาศ
4. เครื่องมือมีขนาดใหญ่ไม่มาก ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย และแหล่งพลังงานยังไม่เกิดความร้อนในตัวเอง
5. ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส และผิวด้านนอกไม่สุกมากจนเกินไป โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีพื้นที่หน้าตัดขวางขนาดใหญ่

ข้อเสียของไมโครเวฟ

1. ต้องเสียค่าใช้จ่ายและต้นทุนในการดำเนินการสูงกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากเครื่องมือมีราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความไม่สม่ำเสมอของความร้อนเนื่องจากลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่นผลิตภัณฑ์มีขนาด และรูปร่างไม่สม่ำเสมอ ความร้อนที่สูงเกินไปมักเกิดบริเวณมุม ริม และส่วนที่แหลมของผลิตภัณฑ์
3. มีโอกาสที่คลื่นจะไม่เข้าไปสัมผัสกับอาหารอย่างทั่วถึงทุกจุด จึงควรใช้แบบที่มีจานหมุน
4. ผลิตภัณฑ์หลังจากได้รับความร้อนจะมีการสูญเสียน้ำมากกว่าปกติ
5. การระเหยน้ำบริเวณผิวหน้าผลิตภัณฑ์ทำให้อุณหภูมิเย็นลงไม่ถึงจุดที่ต้องการ อุณหภูมิจึงไม่พอที่จะยับยั้งเอนไซม์บริเวณผิวหน้าอาหาร แต่สามารถแก้ปัญหาได้โดยการใช้ไอน้ำร้อนอิ่มตัวด้วยในขณะเดียวกัน

<u>การลดปริมารน้ำโดยการแช่แข็ง</u>

การแช่แข็ง (Freezing) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการรักษากลิ่นรส สี และคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไว้ได้ดีมาก ส่วนเนื้อสัมผัสของอาหารจะรักษาไว้ได้ปานกลาง การแช่แข็งอาจทำให้เกิดผลเสียบางประการกับอาหารได้ ความรุนแรงจะขึ้นกับผลิตภัณฑ์และวิธีการแช่แข็ง

การแช่แข็งประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 2 ส่วน คือ การลดอุณหภูมิ และการตกผลึกของน้ำและตัวถูกละลายบางส่วน โดยทั่วไปการลดอุณหภูมิจะทำจนอาหารมีอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส หรือ ต่ำกว่านี้ โดยปรากฏการณ์ทั้งสองจะเกิดควบคู่กันไป

ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นพร้อมกับการเกิดผลึกน้ำแข็ง

1.การเปลี่ยนแปลงปริมาตร

น้ำบริสุทธิ์ที่ 0 องศาเซลเซียส เมื่อเปลี่ยนเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิเดียวกัน จะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ อาหารส่วนมากเมื่อนำมาแช่แข็งจะขยายตัวขึ้น แต่ระดับการขยายตัวจะต่ำกว่าการขยายตัวของน้ำบริสุทธิ์ อาจกล่าวได้ว่า อาหารซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบ จะมีการขยายตัวเมื่อนำมาแช่แข็ง โดยเมื่อปริมาณน้ำในอาหารลดลง การขยายตัวของอาหารจะลดลงด้วย ส่วนช่องอากาศภายในเซลล์จะเป็นส่วนรองรับการขยายตัวของผลึกน้ำแข็ง ทำให้การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของอาหารไม่เพิ่มขึ้นมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย

เมื่อนำสารละลาย สารแขวนลอยของเซลล์ หรือเนื้อเยื่อไปทำการแช่แข็งองค์ประกอบที่เป็นน้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งที่มีความบริสุทธิ์ค่อนข้างสูง ทำให้น้ำซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวมีปริมาตรลดลงเรื่อยๆ ความเข้มข้นของสารละลายในอาหารจึงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อพิจารณาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น จะเห็นว่ามีลักษณะคล้ายกับการทำแห้ง ต่างกันที่อุณหภูมิของระบบต่ำกว่า และน้ำที่แยกออกมาจะอยู่ในรูปผลึกน้ำแข็ง และยังคงอยู่ภายในระบบนั้น ผลของการเปลี่ยนแปลงนี้ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง ปริมาณกรด ความเข้มข้นของอิออนในสารละลาย ความหนืด จุดเยือกแข็ง แรงตึงผิว แรงระหว่างผิว และความต่างศักย์ในการเกิดออกซิเดชันรีดักชัน นอกจากนั้น ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะแยกตัวออกจากสารละลาย โมเลกุลของสารละลายจะถูกบีบให้ชิดกัน เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น

<u>การละลายอาหารแช่แข็ง</u>

เมื่อพิจารณาตามลักษณะทางกายภาพ การละลายเป็นกระบวนการตรงข้ามกับกระบวนการแช่แข็ง ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่ออาหารแช่แข็งได้รับความร้อนเข้าไป โดยอัตราการละลายของอาหารชิ้นเดียวกันจะช้ากว่าอัตราการแช่แข็ง เมื่อมีอุณหภูมิต่างระหว่างชิ้นอาหารและสภาวะแวดล้อมเหมือนกัน (Lester E.J. , 1996)

ในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในกระบวนแช่แข็งและกระบวนการละลายของอาหาร ซึ่งมีน้ำเป็นองค์ประกอบ จะต้องมีการถ่ายเทความร้อนจำนวนหนึ่งต่อหน่วยน้ำหนักของอาหาร เนื่องจากในการเปลี่ยนสถานะระหว่างน้ำและน้ำแข็ง จะต้องเกี่ยวกับความร้อนแฝงในการเกิดผลึกน้ำแข็ง ในกระบวนการแช่แข็ง จะต้องมีการลดความร้อนแฝงในการเกิดผลึก เพื่อให้น้ำในชิ้นอาหารเปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง การถ่ายเทความร้อนในระหว่างการแช่แข็งนี้จะเกิดขึ้นผ่านชั้นของน้ำแข็ง ซึ่งจะมีความหนาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากด้านนอกของชิ้นอาหารเข้ามายังจุดกึ่งกลาง

การละลายจากแหล่งความร้อน ภายนอกชิ้นอาหาร อาจใช้ อากาศ น้ำ ไอน้ำ หรือผิวสัมผัสโลหะที่มีความร้อน โดยในการทดลองใช้การละลายด้วยอากาศ ในอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทอด (Frying)

การทอดเป็นกระบวนการแปรรูปอาหาร ซึ่งช่วยเปลี่ยนแปลงคุณภาพการบริโภคของอาหาร นอกจากนั้นการทอดยังมีผลต่อการช่วยการเก็บรักษาจากการให้ความร้อนซึ่งทำลายจุลินทรีย์ ยับยั้งเอนไซม์ และลดปริมาณน้ำที่ผิวของอาหาร อายุการเก็บของอาหารทอดจะขึ้นอยู่กับความชื้นภายในอาหารหลังทอด อาหารทอดที่ยังมีความชื้นภายในชิ้นอาหารสูงอยู่ จะมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากการแพร่กระจายเคลื่อนที่ของความชื้นและไขมัน สำหรับอาหารทอดที่มีความชื้นต่ำ เช่น มันฝรั่งแผ่นทอดกรอบ หรือ ขนมขบเคี้ยวต่างๆ การทอดจะมีผลช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาด้วย

เมื่อทอดอาหารลงในน้ำมันร้อน อุณหภูมิที่ผิวของชิ้นอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และน้ำจะระเหยออกไปในรูปของไอน้ำ ผิวของชิ้นอาหารจะค่อยๆแห้ง เช่นเดียวกับในการอบ แนวในการระเหยของน้ำจากชิ้นอาหารจะเริ่มที่ผิวแล้วค่อยๆ เลื่อนเข้าด้านใน และเกิดเปลือกแข็งขึ้น เช่นเดียวกัน อุณหภูมิที่ผิวของอาหารจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนเท่ากับอุณหภูมิน้ำมันที่ทอด ส่วนอุณหภูมิภายในอาหารชิ้นจะค่อยๆ เพิ่มสู่ 100 องศาเซลเซียส อย่างช้าๆ อัตราการถ่ายเทความร้อนจะถูกควบคุมโดย อุณหภูมิต่างระหว่าง อุณหภูมิน้ำมัน และอุณหภูมิอาหาร

เปลือกแข็งที่ผิวของอาหารทอดจะมีลักษณะพรุน ประกอบด้วยช่องเล็กๆ ที่มีขนาดต่างกัน ระหว่างการทอด น้ำและไอน้ำในอาหารจะเคลื่อนที่ผ่านช่องเหล่านี้ออกมาและที่ว่างที่เกิดขึ้นจะถูกแทนที่ด้วยน้ำมันที่ร้อน จะเห็นว่าความชื้นในอาหารจะต้องเคลื่อนที่ผ่านชั้นของน้ำมันที่ผิวของอาหารออกมา ความหนาของชั้นน้ำมันที่ผิวนี้จะเป็นตัวควบคุมอัตราการถ่ายเทความร้อนและมวลสาร ซึ่งความหนาของชั้นจะขึ้นกับความหนืดและความเร็วในการเคลื่อนที่ของน้ำมัน ความดันไอต่างของความชื้นในชิ้นอาหารและน้ำมันจะเป็นแรงผลักดันให้เกิดการถ่ายเทมวลสารของน้ำเช่นเดียวกับการทำแห้งด้วยอากาศร้อน

เวลาที่ใช้ในการทอดอาหารจะขึ้นกับ

1. ชนิดของอาหาร
2. อุณหภูมิของน้ำมัน
3. วิธีทอด ว่า เป็นวิธีใช้น้ำมันน้อยหรือน้ำมันมาก
4. ความหนาของชิ้นอาหาร
5. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่ยังมีความชื้นภายในสูงอยู่ จะถูกทอดจนกระทั่งอุณหภูมิภายในชิ้นอาหารสูงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ปนเปื้อน และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสถึงระดับที่ต้องการ โดยอุณหภูมิที่ใช้ทอดอาหารโดยมากจะถูกกำหนดจากการพิจารณาด้านความประหยัดค่าใช้จ่าย และลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น เวลาที่ใช้ทอดจะน้อยลงทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้น แต่การใช้อุณหภูมิสูง จะเป็นการเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำมัน คือเกิดกรดไขมันอิสระขึ้น ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหนืด สี และรสชาติของน้ำมัน จึงต้องเปลี่ยนน้ำมันที่ใช้ทอดบ่อย ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย นอกจากนั้นการใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้น้ำมันเดือดเป็นฟองเมื่อทอด เกิดการสูญเสียน้ำมันไปในรูปหยดของเหลวเล็กๆ ที่เกิดขึ้นจากการแตกฟองของน้ำมัน

การทอดมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี ซึ่งมีอัตราการถ่ายเทความร้อนต่างกัน คือ การทอดใช้น้ำมันน้อย และการทอดแบบใช้น้ำมันมากท่วมชิ้นอาหาร ซึ่งในการทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง ได้ใช้การทอดแบบใช้น้ำมันมากท่วมชิ้นอาหาร ซึ่งเป็นวิธีที่เกิดการถ่ายเทความร้อนร่วมระหว่างการพาความร้อนซึ่งเกิดขึ้นในน้ำมัน และการนำความร้อนที่เกิดขึ้นภายในชิ้นอาหาร ผิวอาหารได้รับความร้อนสม่ำเสมอทั่วทุกจุด สี และลักษณะปรากฏที่ผิวของอาหารจึงสม่ำเสมอ โดยอุปกรณ์ที่ใช้มนการทอดแบบน้ำมันท่วมนี้ เป็นการทอดแบบไม่ต่อเนื่อง ทำโดยใส่วัตถุดิบในตะกร้า หรือตะแกรงโลหะแล้วจุ่มลงในภาชนะที่ใส่น้ำมันร้อน จนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะตามต้องการจึงยกขึ้น

ในการทอดผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง จะทอดที่อุณหภูมิ 177 – 190 องศาเซลเซียส และลดลงเป็น 160 – 174 องศาเซลเซียส เมื่อใกล้สุก โดยให้ผลิตภัณฑ์หลังทอดมีความชื้น 1.5 – 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ทอดมีผลต่อ น้ำมันที่อยู่ภายในชิ้นกล้วย ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และกลิ่นรส (Gowen S. ,1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การทดลอง

1. วัตถุดิบ

กล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆ

น้ำมันปาล์ม

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เตาอบไมโครเวฟ

เครื่องอบแห้งแบบถาด

ตู้แช่แข็ง

สเปกโตโฟโตมิเตอร์

คิวเวต

เซนทริฟิวจ์

เครื่องปั่นละเอียด (แบบเปียก)

กระทะไฟฟ้า

เครื่องหั่น

เครื่องชั่ง

เครื่องแก้วสำหรับใช้ในไมโครเวฟ

บีกเกอร์

ขวดวัดปริมาตร 100 มล.

ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มล.

แผงให้ความร้อน (hot plate)

หลอดทดลอง

ปิเปต ขนาด 0.1 และ 10 มล.

บิวเรต ขนาด 50 มล.

เทอร์โมมิเตอร์

3. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

กรดอะซิติก

คอปเปอร์ซัลเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96749

ซิงค์อะซิเตท

โซเดียมโพแทสเซียมตาร์เตรท

โซเดียมไฮดรอกไซด์

แป้ง

โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์

โพแทสเซียมเฟอโรไซยาไนด์

โพแทสเซียมไอโอไดด์

สารละลายเมธิลีนบลูเข้มข้นร้อยละ 1

ไอโอดีน

4. ขั้นตอนและวิธีการ

4.1 ศึกษาองค์ประกอบของแป้งและน้ำตาลในกล้วยน้ำว้าที่มีผลต่อคุณภาพของกล้วยทอดแผ่นบาง

ใช้กล้วยที่แก่จัดจากเครือเดียวกันมาทำการวิเคราะห์โดนทำการวิเคราะห์ 4 ครั้ง แต่ละครั้งที่นำกล้วยมาวิเคราะห์นั้น ให้เว้นระยะเวลา 1 วัน แล้วตัดมาวิเคราะห์ครั้งละ 2 หวี ดังนี้

4.1.1 สังเกตลักษณะของสีเปลือก ลักษณะเหลี่ยม และบันทึกผล

4.1.2 ทดสอบปริมาณแป้งในกล้วยด้วยสารละลายไอโอดีน

- นำกล้วยในข้อ 4.1.1 มาหั่นโดยใช้ส่วนกลางของผลกล้วย

-จุ่มชิ้นกล้วยในสารละลายไอโอดีน สังเกตสีน้ำเงินที่เกิดขึ้นเนื่องจากแป้งทำปฏิกิริยากับไอโอดีน บันทึกผล

4.2 การทดลองหากล้วยน้ำว้าที่มีปริมาณแป้งและน้ำตาลเหมาะสมต่อการผลิตกล้วยทอดแผ่นบางโดยเปรียบเทียบกับสีกล้วยทอดมาตรฐาน

ใช้กล้วยจากตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ในข้อ 4.1.1

- ปอกเปลือก
- แช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตตาไบซัลไฟต์ 400 ppm เป็นเวลา 15 นาที
- หั่นด้วยเครื่องสไลด์ให้มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร
- ทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เปรียบเทียบสีของกล้วยทอดที่ได้กับสีกล้วยทอดมาตรฐานโดยดูจากปริมาณของแป้งและน้ำตาลที่เหมาะสมหลังจากทอดแล้วมีสีกล้วยทอดใกล้เคียงกับสีมาตรฐานที่ 1

<u>หมายเหตุ</u>

สีของกล้วยทอดมาตรฐานได้จากการนำกล้วยมาทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ให้มีสีที่ต่างกัน 5 ระดับ แล้วถ่ายรูป เพื่อใช้เป็นแผ่นเทียบสีมาตรฐานของกล้วยทอดแผ่นบาง

4.3 ศึกษาสภาวะการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพของกล้วยทอดแผ่นบาง

(การทอดแต่ละครั้งมีกระบวนการดังภาพที่ 2)

4.3.1 การทดลองหาเวลาที่ใช้ในการอบชิ้นกล้วยที่เหมาะสมด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

โดยใช้กล้วยน้ำว้าระดับที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสีหลังจากนำไปทอดแล้วเปรียบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐานจากข้อ 1 และเพื่อให้ได้กล้วยตามระดับที่ต้องการจึงมีการเลือกกล้วยจากสีของเปลือก

- ล้างและปอกเปลือก
- แช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 400 ppm เป็นเวลา 15 นาที
- หั่นด้วยเครื่องสไลด์ ให้มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร
- แช่ชิ้นกล้วยในสารละลายกรดซิตริก 1% เป็นเวลา 2 นาที
- แบ่งตัวอย่างออกเป็น 3 ตัวอย่าง
- หาความชื้น
- นำไปอบโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 , 15 และ 20นาที
- หาความชื้น
- นำแต่ละตัวอย่างไปทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที
- หาความชื้น
- เปรียบเทียบสีของกล้วยทอดกับแผ่นสีมาตรฐานของกล้วยทอดที่กำหนดไว้
- ทำการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบ ดังนี้

1. สี 2. ลักษณะปรากฏ 3. ความกรอบ 4. ความชอบรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดลองหาความแตกต่างของกล้วยที่ได้จากการแช่แข็งเมื่อนำไปทอดโดยไม่ได้ละลายน้ำแข็งกับละลายน้ำแข็งก่อนทอด

- ใช้กล้วยน้ำว้าที่ได้รับการยอมรับจากข้อ 4.1 ทำการทดลองดังนี้
- ล้างและปอกเปลือก
- แช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 400 ppm เป็นเวลา 15 นาที
- หั่นด้วยเครื่องสไลด์ ให้มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร
- แช่ชิ้นกล้วยในสารละลายกรดซิตริก 1% เป็นเวลา 2 นาที
- แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ตัวอย่าง
- นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ –11 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
- นำกล้วยมาทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที โดยทำการทอด 2 สภาวะคือ
  1. ไม่ต้องละลายน้ำแข็งก่อนทอด
  2. ละลายน้ำแข็งก่อนทอด โดยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที
- นำกล้วยที่ได้แต่ละตัวอย่างเปรียบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐานของกล้วยทอดที่กำหนดขึ้น
- ทำการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบ ดังนี้

1. สี 2. ลักษณะปรากฏ 3. ความกรอบ 4. ความชอบรวม

4.3.3 การศึกษาระยะเวลาในการใช้ไมโครเวฟที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของกล้วยทอดแผ่นบาง

- ใช้กล้วยน้ำว้าที่ได้รับการยอมรับจากข้อ 4.1 ทำการทดลองดังนี้
- ล้างและปอกเปลือก
- แช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 400 ppm เป็นเวลา 15 นาที
- หั่นด้วยเครื่องสไลด์ ให้มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร
- แช่ชิ้นกล้วยในสารละลายกรดซิตริก 1% เป็นเวลา 2 นาที
- แบ่งตัวอย่างออกเป็น 3 ตัวอย่าง
- นำไปให้ความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟที่ความร้อนระดับสูง (high) เป็นเวลาที่ต่างกันคือ 10 ,15 และ 20วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

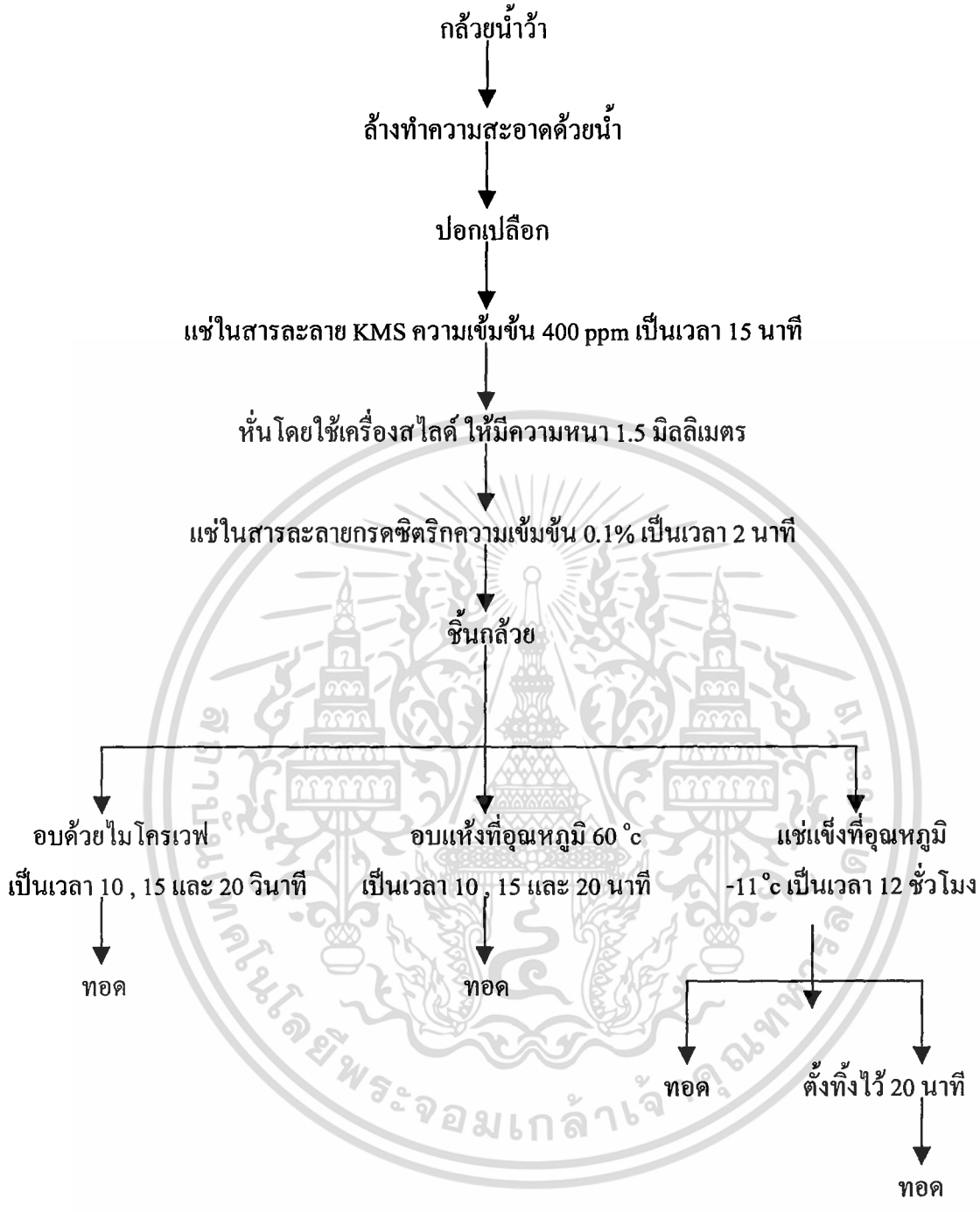
17491

- นำกล้วยทอดที่ได้แต่ละตัวอย่างเปรียบเทียบกับแผ่นสีมาตรฐานของกล้วยที่กำหนดไว้
- ทำการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบ ดังนี้

1. สี 2. ลักษณะปรากฏ 3ความกรอบ. 4. ความชอบรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ฉลองกรุง



ภาพที่ 2 ขั้นตอนในการผลิตกล้วยทอดแผ่นบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ

ในขั้นตอนของการคัดคุณภาพวัตถุดิบ หรือผลกล้วยน้ำว้าสดนั้น ได้ทำการคัดระยะของกล้วยโดยการสังเกตจากสีของเปลือก และนำมาทำการทดลองเพื่อหาปริมาณแป้งและน้ำตาลในกล้วยที่ระดับต่างๆ

1.1 ผลของการวิเคราะห์ทางเคมี

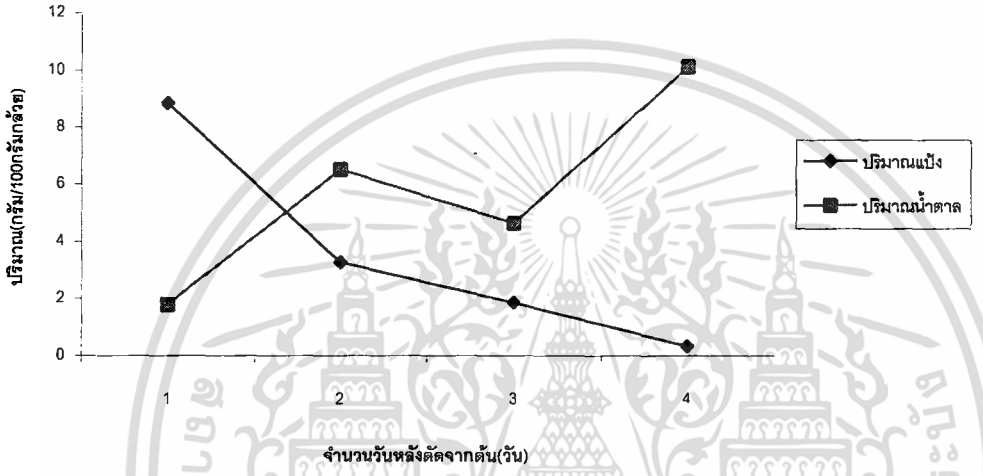
จากการวิเคราะห์พบว่ากล้วยระยะที่ 1 ซึ่งมีปริมาณแป้งมากที่สุด และมีปริมาณน้ำตาลน้อยที่สุด หลังจากนำไปทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที จะให้สีของกล้วยทอดเป็นสีเหลืองอ่อนคล้ายสีของมันฝรั่งทอดมากที่สุด และเมื่อนำกล้วยที่ปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา 1 , 2 และ 3 วัน พบว่าจะมีปริมาณแป้งลดลงและมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของแป้งที่สะสมอยู่ในกล้วยเมื่อผ่านการเปลี่ยนแปลงทางไฮโดไลติกระหว่างกระบวนการสุกจะให้น้ำตาลอิสระ (รุ่งนภา วิสิฐอุดรการ,2539)

ตารางที่ 4 แสดงร้อยละของปริมาณแป้งและน้ำตาลในกล้วยที่ระดับความสุกต่างๆ

จำนวนวันหลังตัดจากต้น	ปริมาณแป้ง (%)	ปริมาณน้ำตาล (%)
0	8.86	1.8
1	3.26	6.52
2	1.88	4.64
3	0.34	10.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงปริมาณแป้งและน้ำตาลในกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่าง ๆ



<u>ภาพที่ 3</u> กราฟแสดงปริมาณแป้งและน้ำตาลในกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณความชื้นของกล้วยน้ำว้าสดและกล้วยน้ำว้าที่ผ่านการอบเป็นเวลาต่างกัน

สภาวะการผลิต	อบที่อุณหภูมิ 60 °c			กล้วยสด
	เป็นเวลา 10 นาที	เป็นเวลา 15 นาที	เป็นเวลา 20 นาที	
% moisture content	65.09	60.47	45.11	73.03

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณความชื้นของกล้วยทอดแผ่นบางหลังจากผ่านการอบที่อุณหภูมิต่างๆ

สภาวะการผลิต	ทอดหลังจากอบที่อุณหภูมิ 60 °c			กล้วยสด
	เป็นเวลา 10 นาที	เป็นเวลา 15 นาที	เป็นเวลา 20 นาที	
% moisture content	2.44	2.04	1.80	2.77

1.2 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ

ตารางที่ 7 แสดงผลลักษณะของสีเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ระดับความสุกต่างๆ

ระดับความสุกต่างๆ ของกล้วย	ลักษณะของสีเปลือก
1	เปลือกมีสีเขียวทั้งลูก
2	เปลือกเริ่มมีสีเปลือกบริเวณกลางผล
3	เปลือกมีสีเหลืองมากขึ้นแต่ยังมีสีเขียวมากกว่า
4	เปลือกมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาหาระดับความสุกของกล้วยน้ำว้าที่เหมาะสมในการผลิตกล้วยทอดแผ่นบาง

ระดับความสุกของกล้วยน้ำว้าที่นำมาทำการทดลองคือ ระดับความสุกที่ 1, 2, 3 และ 4 โดยนำกล้วยแต่ละระดับความสุกมาทำการทอดแล้วเปรียบเทียบกับสีของกล้วยทอดมาตรฐาน ผลที่ได้แสดงดังตาราง

ตารางที่ 8 แสดงระดับสีของกล้วยทอดแผ่นบางที่ได้จากการนำกล้วยแต่ละระดับความสุกมาทอด

ระดับความสุก	ระดับสีของผลิตภัณฑ์ *
1	1
2	2
3	3
4	5

* สีมาตรฐานของกล้วยทอดแผ่นบางที่ระดับต่างๆ แสดงดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 แสดงแผ่นสีมาตรฐานของกล้วยทอดแผ่นบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาหาระยะเวลาในการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสในการผลิตกล้วยทอดแผ่นบาง

3.1 การทดสอบผลทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ใช้เวลาในการอบต่างกัน

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพของกล้วยทอดแผ่นบางอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ลักษณะปรากฏ	สี	ความกรอบ	ความชอบรวม
อบ 10 นาที	$3.58^{c/1}$	3.69^{e}	2.78^{a}	3.31^{b}
อบ 15 นาที	3.53^{c}	3.69^{e}	5.04^{b}	3.89^{d}
อบ 20 นาที	2.73^{b}	2.78^{ab}	3.82^{b}	3.13^{abc}

/1 ตัวอักษรมีความแตกต่างกันทางสถิติตามแนวตั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากตารางที่ 9 พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง ซึ่งอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาทีมีค่าเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุดโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติกับกล้วยทอดแผ่นบางซึ่งอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกล้วยซึ่งอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที และมีค่าเฉลี่ยทางด้านสีของผลิตภัณฑ์หลังทอดสูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันทางด้านสถิติกับกล้วยที่อบเป็นเวลา 20 นาที แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านสถิติกับกล้วยที่อบเป็นเวลา 15 นาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางซึ่งอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที มีค่าเฉลี่ยทางด้านความกรอบสูงที่สุด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกล้วยที่อบเป็นเวลา 20 นาที แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกล้วยที่อบเป็นเวลา 10 นาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในด้านความชอบรวมกล้วยซึ่งอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างทางด้านสถิติกับกล้วยซึ่งอบเป็นเวลา 10 นาที และ 20 นาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

หลังจากนั้นนำข้อมูลมาคัดเลือกผลิตภัณฑ์โดยการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยค่า a คือคะแนนที่กำหนดตามลำดับความสำคัญของลักษณะคุณภาพ เช่น ค่าสี a= 0.25 เพราะในปัญหาพิเศษนี้ศึกษาผลของกระบวนการต่างๆซึ่งมีผลโดยตรงกับสีของผลิตภัณฑ์ และค่า b คือค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละลักษณะคุณภาพที่ได้จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้ชิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณของกล้วยระยะที่ 1อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	a	ระยะเวลาในการอบ					
		10 นาที		15 นาที		20 นาที	
		b	axb	a	axb	b	axb
ลักษณะปรากฏ	0.25	3.58	0.89	3.53	0.88	2.73	0.68
สี	0.25	3.69	0.92	3.69	0.92	2.78	0.69
ความกรอบ	0.25	2.78	0.69	3.97	0.99	3.82	0.95
ความชอบรวม	0.25	3.31	0.83	3.89	0.97	3.13	0.78
รวม	1		3.33		3.76		3.10
%			66.60		75.20		62.0

จากตารางที่ 10 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพ ของกล้วยทอดแผ่นบางซึ่งใช้การอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ก่อนนำกล้วยไปทอดพบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นที่ใช้เวลาในการอบ 15 นาที ได้รับคะแนนสูงที่สุดคือ 75.20 % สรุปได้ว่าการอบก่อนทอดเป็นเวลา 15 นาทีได้รับการยอมรับโดยรวมทางด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุด

4 การศึกษาหาระยะเวลาในการใช้ไมโครเวฟที่ระดับความร้อน high ให้ความร้อนกับชิ้นกล้วย

4.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ใช้เวลาในการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟระดับ high ต่างกัน

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพของกล้วยทอดแผ่นบางที่ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟระดับ high เป็นเวลาต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	ลักษณะปรากฏ	สี	ความกรอบ	ความชอบรวม
ให้ความร้อน 10 วินาที	$3.27^{c/1}$	3.02^{bc}	3.18^{a}	3.07^{abc}
ให้ความร้อน 15 วินาที	3.44^{c}	3.22^{bc}	2.64^{a}	2.82^{ab}
ให้ความร้อน 20 วินาที	3.29^{c}	3.24^{cd}	3.49^{a}	3.40^{c}

/1 ตัวอักษรมีความแตกต่างกันทางสถิติตามแนวตั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 11 พบว่าผลิตภุณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ใช้ระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยไมโคเวฟที่ระดับความร้อน high เป็นเวลา 15 วินาที มีค่าเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏสูงที่สุด ไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางซึ่งใช้ระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อบ high เป็นเวลา 15 และ 20 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 20 วินาที มีค่าเฉลี่ยทางด้านสี ความกรอบ และความชอบรวมมากที่สุด ซึ่งในด้านสีและความกรอบของผลิตภัณฑ์ การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 10 15 และ 20 ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้านความชอบรวม การให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 20 วินาที มีความแตกต่างทางด้านสถิติกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 15 วินาที แต่ไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติกับกล้วยทอดแผ่นบางที่ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 10 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 12 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณของกล้วยระยะที่ 1 ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟระดับ high เป็นเวลาต่างกัน

ลักษณะคุณภาพ	a	ระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ					
		10 วินาที		15 วินาที		20 วินาที	
		b	axb	a	axb	b	axb
ลักษณะปรากฏ	0.25	3.27	0.82	3.44	0.86	3.29	0.82
สี	0.25	3.02	0.76	3.22	0.81	3.24	0.81
ความกรอบ	0.25	3.18	0.79	2.64	0.66	3.49	0.87
ความชอบรวม	0.25	3.07	0.77	2.82	0.71	3.40	0.85
รวม	1		3.14		3.04		3.35
%			62.8		60.8		67.0

จากตารางที่ 12 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพ ของกล้วยทอดแผ่นบางซึ่งให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 10 15 และ 20 วินาที ก่อนนำกล้วยไปทอดพบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นที่ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 20 วินาทีได้รับคะแนนสูงที่สุดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

67 % สรุปได้ว่าการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟก่อนทอดเป็นเวลา 20 นาทีได้รับการยอมรับโดยรวมทางด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุด

5 ศึกษาการแช่แข็งชิ้นกล้วยก่อนนำไปทอด

5.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ทำการ thaw และไม่ thaw ก่อนทอด

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพของกล้วยทอดแผ่นบางที่ทำการ thaw และไม่ thaw ก่อนนำไปทอด

ลักษณะคุณภาพ	ลักษณะปรากฏ	สี	ความกรอบ	ความชอบรวม
Fried with thaw	2.09 [a/1]	2.58 [a]	3.87 [ab]	2.76 [a]
Fried without thaw	2.40 [ab]	3.04 [bc]	3.93 [ab]	3.22 [bc]

[/1] ตัวอักษรมีความแตกต่างกันทางสถิติตามแนวตั้งที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากตารางที่ 13 พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางซึ่งทอดโดยวิธี Fried without thaw มีค่าเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏ สี ความกรอบ และความชอบรวมมากที่สุด ซึ่งในด้านของสี และความชอบรวมผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ทอดโดยวิธี Fried without thaw จะความแตกต่างทางด้านสถิติกับผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางซึ่งทอดโดยวิธี Fried with thaw ส่วนในด้านของลักษณะปรากฏและความกรอบนั้น ผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ทอดโดยวิธี Fried without thaw ไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติกับกล้วยทอดแผ่นบางที่ทอดโดยวิธี Fried with thaw ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณของกล้วยระยะที่ 1ที่ทำการ thaw และไม่ thaw ก่อนนำไปทอด

ลักษณะคุณภาพ	a	การแช่แข็ง			
		Fried with thaw		Fried without thaw	
		b	axb	a	axb
ลักษณะปรากฏ	0.25	2.09	0.52	2.40	0.60
สี	0.25	2.58	0.65	3.04	0.76
ความกรอบ	0.25	3.87	0.97	3.93	0.98
ความชอบรวม	0.25	2.76	0.69	3.22	0.81
รวม	1		2.83		3.15
%			56.6		63.0

จากตารางที่ 14 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนเกี่ยวกับลักษณะคุณภาพของกล้วยทอดแผ่นบางทอดโดยวิธี Fried without thaw พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางได้รับคะแนนสูงที่สุดคือ 63% สรุปได้ว่าการการทอดโดยวิธี Fried without thaw ได้รับการยอมรับโดยรวมทางด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. จากการศึกษา ผลของแป้ง และ น้ำตาล ในกล้วยน้ำว้า ระยะต่างๆกันที่มีผลต่อ คุณภาพผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง พบว่า

1.1. กล้วยระยะที่ 1 ซึ่งมีปริมาณแป้ง 8 ถึง 9 เปอร์เซ็นต์ และ น้ำตาล 1 ถึง 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ สีของผลิตภัณฑ์ หลังผ่านการทอดแล้ว มีสีเหลืองอ่อน ใกล้เคียงกับสีของมันฝรั่งทอดมากที่สุด เป็นระดับที่ผู้บริโภคยอมรับ เนื่องจากแป้งมีการไฮโดรไลส์เป็นน้ำตาลในอัตราที่ต่ำ จึงมีปริมาณน้ำตาล ที่จะเกิดปฏิกิริยา Caramelization ในระหว่างการทอดที่อุณหภูมิสูง น้อยกว่ากล้วยในระยะอื่นๆ

1.2. กล้วยระยะที่ 2 ซึ่งมีปริมาณแป้ง 3 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ และ น้ำตาล 6 ถึง 7 เปอร์เซ็นต์ และกล้วยระยะที่ 3 ซึ่งมีปริมาณแป้ง 1 ถึง 2 เปอร์เซ็นต์ และ น้ำตาล 4 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ จะให้สีของผลิตภัณฑ์หลังผ่านการทอดแล้ว ใกล้เคียงกัน โดยมีสีเหลืองเข้มกว่ากล้วยระยะที่ 1 เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาล ที่จะเกิดปฏิกิริยา Caramelization มากกว่า แต่ระดับสียังอยู่ในการยอมรับของผู้บริโภค

1.3. กล้วยตั้งแต่ระยะที่ 4 ขึ้นไป จะมีปริมาณน้ำตาลในวัตถุดิบ มากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์หลังผ่านการทอดแล้ว มีสีเหลืองเข้มปนสีน้ำตาล ซึ่งอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีเข้มเกินไป

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า กล้วยระยะที่ 1 มีความเหมะสมมากที่สุด ที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง เนื่องจากให้สีเหลืองอ่อนที่สุด ซึ่งหากนำกล้วยระยะนี้ไปผ่านกระบวนการผลิตในสภาวะต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การอบ การใช้ไมโครเวฟ หรือ การแช่แข็ง อาจทำให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น เนื่องจากการสูญเสียความชื้นในระหว่างกระบวนการ โดยสีที่เข้มขึ้นอาจถึงระดับสีของกล้วยระยะที่ 2 และ 3 ซึ่งยังอยู่ในการยอมรับของผู้บริโภค แต่หากเลือกกล้วยระยะที่ 2 และ 3 สีของผลิตภัณฑ์หลังผ่านการทอดแล้ว อาจจะเข้มขึ้นไปอีก และอาจถึงระดับสีของกล้วยระยะที่ 4 ซึ่งผู้บริโภคไม่ยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง พบว่า

2.1. การอบที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างกัน แล้วจึงนำไปทอด

2.1.1. อบเป็นเวลา 10 นาที

สีของผลิตภัณฑ์ - มีสีเหลือง อยู่ในระดับที่ 2 จากแผ่นสีมาตรฐาน

ลักษณะปรากฏ - ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้ง ไม่อมน้ำมัน

ความชื้นภายหลังอบ - 65.10 เปอร์เซ็นต์

ความชื้นภายหลังการทอด - 2.44 เปอร์เซ็นต์

2.1.2. อบเป็นเวลา 15 นาที

สีของผลิตภัณฑ์ - มีสีเหลือง อยู่ในระดับที่ 3 จากแผ่นสีมาตรฐาน

ลักษณะปรากฏ - ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้ง ไม่อมน้ำมัน บริเวณขอบของผลิตภัณฑ์เริ่มมีรอยไหม้เล็กน้อย โดยสามารถสังเกตเห็นได้จากผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดชิ้นเล็ก

ความชื้นภายหลังอบ - 60.47 เปอร์เซ็นต์

ความชื้นภายหลังการทอด - 2.04 เปอร์เซ็นต์

2.1.3. อบเป็นเวลา 20 นาที

สีของผลิตภัณฑ์ - มีสีเหลืองปนน้ำตาล อยู่ในระดับที่ 4 ถึง 5 จากแผ่นสีมาตรฐาน

ลักษณะปรากฏ - ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้ง ไม่อมน้ำมัน บริเวณขอบของผลิตภัณฑ์มีรอยไหม้ชัดเจน ผลิตภัณฑ์มีการหดตัวลง เนื่องจากการสูญเสียความชื้นมากเกินไป

ความชื้นภายหลังอบ - 45.11 เปอร์เซ็นต์

ความชื้นภายหลังการทอด - 1.80 เปอร์เซ็นต์

จากการเปรียบเทียบ การอบที่อุณหภูมิเดียวกัน เป็นเวลาต่างกัน พบว่า สีของผลิตภัณฑ์จะเข้มขึ้นเมื่อเวลาในการอบเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเมื่ออบเป็นเวลานานขึ้น อุณหภูมิภายในชิ้นกล้วย จะเพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีการระเหยน้ำออกจากชิ้นกล้วยมากขึ้น โดยดูจากความชื้นภาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังการอบ และหากอบเป็นเวลา มากกว่า 20 นาที ผลิตภัณฑ์ภายหลังการทอด จะมีลักษณะไหม้เกรียม

2.2. การใช้ไมโครเวฟ ระดับความร้อน High เป็นเวลาต่างกัน

จากการเปรียบเทียบการใช้ไมโครเวฟเป็นเวลาต่างกัน คือ 10 , 15 และ 20 วินาที พบว่า ผลิตภัณฑ์ภายหลังการทอดไม่มีความแตกต่างกันมากนัก เนื่องจากเวลาที่ใช้แตกต่างกันน้อยมาก ทั้งในด้าน สี และลักษณะปรากฏ โดย

สีของผลิตภัณฑ์ - มีสีเหลืองอ่อน อยู่ในระดับที่ 2 จากแผ่นสีมาตรฐาน

ลักษณะปรากฏ - ผลิตภัณฑ์มีการพองตัว เป็นลักษณะ Puff เกิดขึ้น คล้ายกับการทำ Puff Drying เนื่องจากเม็ดแป้งเกิดการเจลลาติไนส์ เมื่อนำไปทอดจะพองตัว และมีการอมน้ำมันเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการอบ เนื่องจากในระหว่างกระบวนการมีการใช้น้ำหล่อไว้ในภาชนะที่ใช้ในไมโครเวฟ เล็กน้อย เพื่อป้องกันชิ้นกล้วยติดกับภาชนะ ภายหลังการใช้ไมโครเวฟ ชิ้นกล้วยจึงมีการสูญเสียความชื้นน้อยกว่าการอบ ผลิตภัณฑ์จึงอมน้ำมันมากกว่า

หมายเหตุ : การทำแห้งแบบพัฟ (Puff Drying) มีหลักการ คือ อาหารถูกให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิสูงกว่า 212 องศาฟาเรนไฮน์ ทำให้เกิดแรงดันขึ้นภายใน แล้วจึงลดความดันภายนอกลงทันที น้ำที่อยู่ภายในอาหารจะกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว ดันให้ภายในชิ้นอาหารมีโครงร่างโปร่งและคงรูปไว้ได้ (กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)

2.3. การแช่แข็ง

2.3.1. การไม่ละลายน้ำแข็งก่อนการทอด พบว่า

สีของผลิตภัณฑ์ - มีสีเหลืองเข้ม อยู่ในระดับที่ 4 จากแผ่นสีมาตรฐาน

ลักษณะปรากฏ - ผลิตภัณฑ์มีรอยเหี่ยวย่นชัดเจน โดยเฉพาะด้านที่สัมผัสกับภาชนะที่ใช้ในการแช่แข็ง มีการอมน้ำมันสูง เมื่อเปรียบเทียบกับการอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2. การละลายน้ำแข็งก่อนการทอด

สีของผลิตภัณฑ์ - มีสีเหลืองเข้มปนน้ำตาล อยู่ในระดับที่ 5 จากแผ่นสีมาตรฐาน

ลักษณะปรากฏ - ผลิตภัณฑ์มีรอยเหี่ยวย่นชัดเจน โดยเฉพาะด้านที่สัมผัสกับภาชนะที่ใช้ในการแช่แข็ง มีการอมน้ำมันสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับการอบ

จากการเปรียบเทียบ การไม่ละลายน้ำแข็งก่อนการทอด และ การละลายน้ำแข็งก่อนการทอด จะเห็นว่า และ การละลายน้ำแข็งก่อน จะทำให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มกว่า และอมน้ำมันสูงกว่า เนื่องจาก เมื่อน้ำแข็งละลาย ออกจากชิ้นกล้วย จะทำให้เกิดช่องว่างภายในชิ้นกล้วย เนื่องจากผลึกน้ำแข็งที่แทรกตัวอยู่ในชิ้นกล้วยจะทำลายเนื้อเยื่อของเซลล์ ทำให้เซลล์ฉีกขาด มีรูพรุนเกิดขึ้น เมื่อนำไปทอด ทำให้น้ำมันที่ร้อนสามารถสัมผัสกับชิ้นกล้วยได้มากกว่า สีจึงเข้มกว่า และมีการดูดซับน้ำมันไว้ตามรูพรุนต่างๆ จึงอมน้ำมันสูงกว่า

2.4. เมื่อทำการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้วยวิธี Hedonic Scale Scoring Test ในด้าน สี ลักษณะปรากฏ ความกรอบ และ ความชอบรวม พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการ อบ เป็นเวลา 15 นาทีมากที่สุด ทั้งในด้าน สี ลักษณะปรากฏ ความกรอบ และความชอบรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของแป้งและน้ำตาลที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง พบว่า กล้วยในระดับความสุกที่ 1 มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตมากที่สุด หลังจากนั้นจึงนำไปศึกษาสภาวะการผลิตต่างๆ กัน ซึ่งการผ่านกระบวนการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคมากที่สุดทั้งทางด้านสี ลักษณะปรากฏ ความกรอบ และความชอบโดยรวม

ข้อเสนอแนะ จากการทดลองการใช้สภาวะการผลิตด้วยไมโครเวฟ จะเห็นว่าให้ลักษณะผลิตกว่าการอบ คือเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไม่แน่นจนเกินไป และมีการอมน้ำมันเล็กน้อยซึ่งจะภัณฑ์ที่มีการพองตัว คล้ายกับการทำมันฝรั่งทอดกรอบ และยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบมากช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย กองโภชนาการ. 2535. "ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย." กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก. 1 : 38

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2536. กระบวนการแปรรูปอาหาร. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. ผักและผลไม้. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

"ประเภทกล้วย และประโยชน์ของกล้วย." 2001. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http : // www. Member.tripod.com/piak 168

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2533. "เอนไซน์โพลีฟีนอลออกซิเดส." เอนไซม์ทางอาหาร ตอนที่ 1 ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 18-19

ปัจจาคม ช่วงชัยสุขเกษม. 2539. "การศึกษาผลของไมโครเวฟต่อคุณภาพของมันฝรั่งทอดแบบแท่ง." ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ไพบูรย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์. , 302 น.

ไพฑูรย์ กฤษณเกรียงไกร และ วราภรณ์ วิทยาภรณ์. 2539. "ผลของการใช้ไมโครเวฟในการลวกกล้วยที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง." ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิไล รังสาดทอง. 2543. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. , 401 น.

สุปราณี เติมเตชาติพงศ์ และ ณัฐสินี เลาหรุ่งพิสิฐ. 2537. " การศึกษาอัตราการเจลาติไนส์ของแป้งด้วยไมโครเวฟเทคนิค. " ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุนทรีย์ แสงสีโสด. 2543. "กล้วยผลไม้สารพัดประโยชน์. " วารสารวิทยาศาสตร์บริการ. ปีที่ 48 , 153 : 3-5

Algie , L.L. ed. 1964. Introduction to Microwave Theory and Measurements. Newyork : McGraw-Hill. 250 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arthey , D. ,and Ashurst , P.R. eds. 1996. Fruit Processing. London : Backie Academic & Professional , Chapman & Hall. 248 p.

Arthur ,A.T. ; Charles , F.S. ; and Van , N.R. eds. 1989. Food Processing Operations. Australia : 202 p.

Askar , A. ed. 1993. "Determination of Sugars. " In Quality Assurance in Tropical Fruit Processing. Germany : Springier Laboratory. : 10-17

Atwater , H.A. ed. 1962. Introduction to Microwave Theory. Newyork : McGraw-Hill. 244 p.

Birch , G.G. ; Blankebrough , N. ; and Parker , K.J. eds. 1981. Enzymes and Food Processing. London : Applied Science. 296 p.

Dalgleish , J. McN. ed. 1990. Freeze Drying for The Food Industries. London : Elsevier Applied Science. 230 p.

Davidek , J. ; Velisek , J. ; and Pokorny , J. eds. 1990. Chemical Changes During Food Processing. Amsterdam : Elsevier. 443 p.

Donald , K. T. ; Wallance , B.V.A. ; Michael , J.C. ; and Willis , R.W. eds. 1968. Freezing Preservation of Fruits , Fruit Juices and Vegetables. Westport Conn.

Durward , S.S. ed. 1997. "Potatoes Chip and French-fry Processing." In Processing vegetables : Science and Technology. Lancaster : Technomic Pub Co. 434 p.

Eulaalia , L. H. ed. 1979. "Food Frozen." In Blast Freeze : Quality Recipes. Boston :Mass :CBI

Georg , W.O. ed. 1991. Freeze Drying. Weinheim : Wiley – VCH : 276 p.

Goldblith , S.A. ; Ray , L. ;and Rothmay , W.W. eds. 1975. Freeze Drying and Advanced Food Technology. London : Academic Press. 730 p.

Gowen , S. ed. 1995. " Crisp or Chip." In Banana and Plantains. New York : Chapman & Hall. 483-512

Gustavo , V.B.C. , and Humberto , V.M. eds. 1996. Dehydration of Food. New York : Chapman & Hall. 330 p.

Lester , E.J. ed. 1996. Freezing effects on Food Quality. New York : Marcel Dekker Inc.520p.

Nagodawithana , T. , Gerald , R. eds. 1993. Enzymes in Food Processing. SanDiego : Academic Press . 440 p.

Norman , W.D. ed. 1977. Fundamentals of Food Freezing. Westport AVI.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Salunkhe , D.K. , and Kadam , S.S. eds. 1995. "Production , Composition , and Processing. In Handbook of Fruit Science and Technology. New York : Marcel Dekker Inc. 611 p.

Robinson , J.C. ed. 1996. Banana and Plantains. Oxon : CAB International. 238 p.

Robinson , J.C. ed. 1996. "Taxonomic Classification , Cultivars and Breeding , Ripening , Biochemistry and Uses." In Major Genomic Groups and Cultivars in world use. Cambridge : CAB International. 18 – 19,210 – 215 p.

Samuel , A. M. , Ph.D. ed. 1976. Snack Food Technology. Westport AVI Publishing Company, Inc. 82-108

Slower , R.H. , and Simmonds , N.W. eds. 1987. Bananas. Essex : Longman Scientific & Technical . 486 p.

Tucker , G.A. , and Woods , L.F.J. eds. 1995 . Enzymes in Food Processing. London : Backie Academic & Professional , Chapman & Hall. 319 p.

United Nation Development Fund of Women(UNIFEM) , WITH The Coll. Abortion of The Intermediate Technology Development Group. 1988. "Dried Fruits andVegetables." In Fruit and Vegetable Processing. NewYork.

Walsh , C. ed. 1979. Enzymatic reaction mechanism . San Franciso : W.H. Freema. 978 p.

William , F. ; Ora , S.Ph.d. ; and Talburt , M.S. eds. 1975. "Potato Chips and Frozen French Fried and Other Frozen Potato Products." In Potato Processing . USA : Westport Connecticut : AVI Publishing Company , Inc. 305-433

Wills , R.H. ; Lee , T.H. ; Graham , D. ; McGlasson , W.B. ; and Hall , E.G. 1981. "An Introductory to The Physiology and Handling of Fruits and Vegetables." In Postharvest. Hong Kong : South China Printing Co. Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ทางเคมี

1.ความชื้น

1.1 นำ Aluminium can ไปอบในตู้อบความร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ 130 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง รอให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งละเอียด

1.2 ชั่งตัวอย่างกล้วยในปริมาณที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม โดยใช้เครื่องชั่งละเอียดใส่ใน Aluminium can ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน

1.3 นำตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ 130°C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดระยะเวลา นำตัวอย่างออกจากตู้อบแล้วนำไปใส่ในภาชนะกันความชื้น (desicater) ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนักทันที จากนั้นนำตัวอย่างไปอบต่ออีก 15-30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้นดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น}(\%)=100(w_1-w_2)/w_1$$

โดย w_1 คือ น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ เป็นกรัม

w_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ เป็นกรัม

2.การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในกล้วย

1 <u>การเตรียมสารเคมี</u>

ก.Mixed fehling's solution ประกอบด้วย Fehling's solution A และ B

Fehling's solution A เตรียมโดยการละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ($Cuso_4.5H_2O$) จำนวน 69.278 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร

Fehling's solution B เตรียมโดยการละลาย Rochelle salt หรือโซเดียมโพแทสเซียมตาร์เตรท ($KNaC_4H_4O_6.4H_2O$) จำนวน 346 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 100 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร

ข.สารละลายเมธิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 1 เตรียมได้โดยการละลายเมธิลีนบลู 1 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

ค.Zinc ferrocyanide (clearing agent) ประกอบด้วยสารละลาย A และสารละลาย B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลาย A เตรียมได้โดยละลายซิงค์อะซิเตท 21.9 กรัม และกรดอะซิติค (glacial)ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

สารละลาย B เตรียมได้โดยละลายโพแทสเซียมเฟอโรไซยาไนด์ จำนวน 10.6 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

ง. การเตรียมสารละลายกลูโคส

ชั่งกลูโคส 5 กรัม ให้ได้ปริมาณที่แน่นอน ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร

2. วิธีวิเคราะห์

2.1 การหาปริมาณกลูโคสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย Mixed fehling's solution จำนวน 25 มิลลิลตร

นำสารละลาย Mixed fehling's solution จำนวน 25 มิลลิลตร ใส่ใน Erenmayer flask ขนาด 500 มิลลิตร แล้วนำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกลูโคส โดยใช้สารละลายเมทธิลีนบลูเป็นอินดิเคเตอร์ (ทำการไตเตรทให้เสร็จอย่างรวดเร็วภายในเวลา 2 นาที และทำ preliminary titration ก่อน แล้วตามด้วย accurate titration) บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกลูโคสที่ใช้ในการไตเตรท ซึ่งจะอยู่ระหว่าง 15-50 มิลลิลิตร แล้วนำไปคำนวณปริมาณกลูโคสที่ใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย Mixed fehling's solution จำนวน 25 มิลลิลิตร

2.2 การหาปริมาณ reducing sugar(%) ในตัวอย่างกล้วยน้ำว้า

ชั่งตัวอย่างกล้วย 10 กรัมปั่นในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เทสารละลายทั้งหมดใส่ใน volumetric flask ขนาด 200 มิลลิลิตร เติมสารละลาย clearing agent อย่างละ 5 มิลลิลิตร (สารละลาย a และ b)แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 200 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 25 นาที กรองโดยใช้กระดาษกรอง Whatman No.1 นำสารละลาย Mixed fehling's solution จำนวน 25 มิลลิลิตร ใส่ใน Erenmayer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วนำสารละลายตัวอย่างที่ได้ 10 มิลลิลิตร ใส่ใน Erenmayer flask จากนั้นนำไปไตเตรทขณะร้อนกับ Glucose Standard ที่เตรียมไว้ โดยใช้สารละลายเมทธิลีนบลูความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็น indicator (ทำการไตเตรทให้เสร็จอย่างรวดเร็วภายในเวลา 2 นาที และทำ preliminary titration ก่อนแล้วตามด้วย accurate titration) บันทึกปริมาตรของสารละลายกลูโคสที่ใช้ในการไตเตรท ซึ่งจะอยู่ระหว่าง15-50 มิลลิลิตร แล้วนำไปคำนวณปริมาณ reducing sugar(%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การวิเคราะห์หาปริมาณแป้งในกล้วย (Haziyev Dimidri, 1988)

3.1การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งเนื้อกล้วย 4 กรัม หั่นเป็นชิ้นบางๆ ใส่ในน้ำเดือด 50 มิลลิลิตร ต้มเป็นเวลา 3 นาที แล้วปั่นให้ละเอียดโดยใช้ Blender นำไปเซนทริฟิวจ์ จากนั้นนำ supernatant ไปใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น นำส่วนที่สกัดได้นี้ไปตรวจสอบตามวิธีการดังต่อไปนี้

3.2 การตรวจปริมาณแป้ง

นำส่วนที่สกัดได้จากข้อ 1. มา 1 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองแล้วผสมให้เข้ากันโดยใช้ vortex

เติม Iodin reagent จำนวน 0.02 มิลลิลิตรแล้วผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที นำไปอ่านค่า absorbance ที่ 605 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร Iodin reagent 0.02 มิลลิลิตร เป็น blank

สร้างกราฟมาตรฐานโดยใช้สารละลายแป้งจำนวน 1 มิลลิลิตร ซึ่งประกอบด้วยสารละลายแป้งที่มีความเข้มข้น 0% , 0.01% , 0.04% , 0.08% , 0.12% , 0.16% , 0.2% , 0.24% 0.28% , 0.32% , 0.36% , และ 0.4%(w/v) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบด้านประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ Banana Chip

ชื่อ_____ **อายุ** _____ **เพศ**_____

กรุณาอ่านแบบทดสอบให้เข้าใจก่อนการทดสอบ

ขั้นตอนการทดสอบ

1. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์โดยเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา
2. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์โดย ใช้ สายตา ในการมองเพื่อเปรียบเทียบ ลักษณะปรากฏ และ สี ในแต่ละรหัสผลิตภัณฑ์
3. กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ ในด้านความกรอบ โดย การใช้มือ หักผลิตภัณฑ์ ควรหักให้ผ่านเส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากจุดกึ่งกลางจะมีความกรอบน้อยที่สุด
4. ในด้านความชอบรวมกรุณาพิจารณาจากทั้ง ลักษณะปรากฏ สี และ ความกรอบ
5. กรุณาให้คะแนนผลิตภัณฑ์ แต่ละรหัส ดังต่อไปนี้

ชอบมาก = 5 / ค่อนข้างชอบ = 4 / เฉยๆ = 3 / ไม่ค่อยชอบ = 2 / ไม่ชอบเลย = 1

รหัส	____	____	____	____	____	____	____	____
ลักษณะปรากฏ	____	____	____	____	____	____	____	____
สี	____	____	____	____	____	____	____	____
ความกรอบ	____	____	____	____	____	____	____	____
ความชอบรวม	____	____	____	____	____	____	____	____

ข้อเสนอแนะ _____

_____

☺ ขอบคุณมากคะ ☺

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)

ผู้ชิม (block)	แช่เข็ง		อบด้วยตู้อบลมร้อน 60 °C			ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อน high		
	thaw	Not thaw	10 นาที	15 นาที	20 นาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
1	2	2	4	4	3	3	3	3
2	3	3	4	4	3	4	4	4
3	3	3	4	3	4	2	4	3
4	1	1	2	5	4	3	4	3
5	1	2	4	4	4	5	3	4
6	2	2	5	3	3	2	5	4
7	1	1	4	2	3	2	2	2
8	1	1	5	4	3	1	2	2
9	2	3	4	5	1	2	1	3
10	4	5	5	5	3	3	3	3
11	2	3	4	4	4	3	3	4
12	1	1	4	2	2	3	3	2
13	2	2	2	5	3	3	3	3
14	2	2	4	2	3	3	4	3
15	1	2	5	5	1	3	5	4
16	4	4	2	4	4	3	1	2
17	5	3	2	3	4	3	3	4
18	2	2	3	4	3	3	5	5
19	3	3	2	2	2	3	3	3
20	4	2	2	3	4	5	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)

ผู้ชิม (block)	แช่แข็ง		อบด้วยตู้อบลมร้อนที่ 60 °C			ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อน high		
	thaw	Not thaw	10 นาที	15 นาที	20 นาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
21	3	3	3	3	3	3	3	3
22	3	4	1	3	4	3	1	1
23	4	4	4	5	4	4	2	4
24	2	3	2	3	4	3	2	1
25	3	4	2	3	4	3	2	2
26	3	3	4	4	4	4	4	4
27	4	4	4	4	4	4	3	3
28	4	4	4	3	3	2	2	2
29	4	5	4	3	3	4	3	3
30	3	4	2	5	5	5	1	1
31	4	3	3	4	4	4	4	3
32	3	4	3	2	3	3	5	5
33	4	4	3	3	4	5	4	3
34	4	4	3	1	1	2	4	2
35	4	2	4	2	2	4	3	2
36	4	4	5	2	2	3	4	3
37	3	4	3	2	2	2	3	2
38	3	3	3	3	4	3	4	3
39	4	2	5	2	2	3	2	3
40	3	3	3	2	2	2	4	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)

ผู้ชิม (block)	การแช่แข็ง		อบด้วยตู้อบลมร้อนที่ 60 °C			ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อน high		
	thaw	Not thaw	10 นาที	15 นาที	20 นาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
41	2	2	3	1	4	4	3	1
42	3	5	2	1	1	3	3	3
43	4	3	2	2	2	3	2	2
44	4	4	3	1	2	5	2	1
45	4	4	4	2	2	3	3	2

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านลักษณะปรากฏของกล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1) ซึ่งใช้กระบวนการต่างกัน

Source of Variance	df	MS	F_{cal}
Treatment	7	14.26	17.97**
Block	44	1.642	2.07**

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ 3</u> ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)

ผู้ชิม (block)	แช่แข็ง		อบด้วยตู้อบลมร้อน 60 °c			ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อน high		
	thaw	Not thaw	10 นาที	15 นาที	20 นาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
1	2	2	3	4	3	3	3	3
2	3	4	4	4	2	4	4	4
3	3	3	4	3	4	2	3	3
4	2	2	2	5	4	3	3	3
5	2	4	4	4	4	5	3	4
6	3	3	5	4	3	4	5	5
7	3	4	2	2	3	1	1	1
8	2	3	3	3	1	3	1	1
9	3	4	5	5	2	3	3	3
10	3	4	3	5	3	3	4	3
11	2	3	3	3	4	2	2	3
12	2	2	4	3	2	2	2	2
13	4	4	3	5	2	2	2	2
14	4	4	5	5	2	3	5	5
15	1	2	4	5	2	5	5	4
16	5	5	2	3	3	4	2	3
17	4	3	3	2	3	3	4	4
18	2	3	3	3	4	4	5	5
19	3	3	3	2	2	3	2	4
20	5	3	2	4	4	4	3	3
21	3	3	4	2	2	3	4	3
22	4	3	1	3	4	4	1	1
23	4	4	3	4	4	4	3	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ) ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)

ผู้ชิม (block)	แช่แข็ง		อบด้วยตู้อบลมร้อน 60 °c			ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อน high		
	thaw	Not thaw	10 นาที	15 นาที	20 นาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
24	3	4	2	1	1	3	1	1
25	3	3	2	4	4	3	2	2
26	3	4	2	2	2	3	2	2
27	3	3	4	3	3	4	4	5
28	5	4	4	3	3	2	2	2
29	4	4	4	3	5	4	3	3
30	4	4	5	3	3	3	2	2
31	4	4	4	3	4	4	3	2
32	4	4	4	2	2	5	5	4
33	5	5	4	3	5	5	4	3
34	3	3	4	4	4	4	3	3
35	3	3	4	2	3	4	3	2
36	4	4	4	3	3	5	4	3
37	3	4	2	1	1	1	2	2
38	3	3	4	4	4	3	4	3
39	2	2	3	3	4	3	3	2
40	4	4	4	2	3	4	4	4
41	2	2	3	2	4	4	4	1
42	4	5	2	1	1	4	3	4
43	3	3	2	4	3	3	3	3
44	4	4	3	1	2	5	2	1
45	3	3	3	2	2	3	4	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ 4</u> การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านสีของกล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1) ซึ่งใช้กระบวนการต่างกัน

Source of Variance	df	MS	F_{cal}
Treatment	7	6.70	8.40**
Block	44	2.45	3.09**

**มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ 5</u> ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)

ผู้ชิม (block)	แช่แข็ง		อบด้วยตู้อบลมร้อน 60 °C			ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อน high		
	thaw	Not thaw	10 นาที	15 นาที	20 นาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
1	4	4	3	5	4	4	3	4
2	4	4	2	3	2	3	2	3
3	4	4	2	3	5	3	2	4
4	5	5	1	3	5	2	1	4
5	3	4	1	4	4	3	2	5
6	5	5	4	5	4	3	3	4
7	4	4	2	3	4	2	2	3
8	4	4	2	4	4	2	2	3
9	4	4	3	4	3	4	1	3
10	4	3	4	5	4	3	3	3
11	3	3	2	4	4	3	2	3
12	3	3	2	3	4	3	2	3
13	4	4	3	5	3	2	1	3
14	5	5	1	5	4	2	1	3
15	5	3	1	2	4	3	2	5
16	5	5	4	5	3	4	4	4
17	2	4	3	3	2	4	4	4
18	5	5	4	5	5	5	4	5
19	3	4	4	3	2	3	4	4
20	3	4	3	3	3	4	5	5
21	2	3	3	3	3	3	3	4
22	2	4	4	3	3	3	1	1
23	3	4	4	3	2	3	4	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความกรอบของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)

ผู้ชิม (block)	แช่แข็ง		อบด้วยตู้อบลมร้อน 60 °c			ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อน high		
	thaw	Not thaw	10 นาที	15 นาที	20 นาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
24	2	4	4	2	2	3	3	3
25	2	4	4	4	1	2	4	4
26	2	3	3	2	2	4	3	4
27	4	4	5	4	4	4	3	3
28	4	5	4	4	4	3	3	3
29	4	4	4	3	4	4	5	5
30	5	5	4	4	1	1	5	5
31	4	3	5	5	4	2	3	4
32	3	3	3	5	5	3	5	4
33	4	3	5	5	5	4	4	5
34	3	1	2	5	5	2	5	4
35	3	2	4	5	5	2	3	3
36	3	4	5	5	5	4	4	5
37	3	4	3	2	2	2	2	2
38	4	4	4	4	4	4	4	4
39	3	3	4	5	5	2	4	4
40	3	3	4	5	5	2	4	5
41	4	2	3	4	5	4	4	4
42	4	5	3	2	3	4	4	5
43	4	4	3	3	4	4	4	4
44	4	4	2	1	1	2	5	2
45	4	4	4	2	2	3	4	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ 6</u> การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านความกรอบของกล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1) ซึ่งใช้กระบวนการต่างกัน

Source of Variance	df	MS	F_{cal}
Treatment	7	26.34	3.39**
Block	44	6.74	0.869**

**มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)

ผู้ชิม (block)	แช่แข็ง		อบด้วยตู้อบลมร้อน 60 °c			ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อน high		
	thaw	Not thaw	10 นาที	15 นาที	20 นาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
1	3	3	3	5	4	3	3	4
2	4	4	3	4	3	3	3	4
3	5	3	4	3	5	2	3	3
4	4	4	3	2	5	3	2	2
5	2	3	1	4	3	3	3	5
6	4	4	5	4	3	2	5	4
7	2	2	3	4	4	2	2	3
8	1	2	4	5	1	1	3	1
9	4	4	4	5	2	3	1	3
10	4	4	4	5	4	3	3	3
11	2	3	3	3	4	3	2	3
12	2	2	4	3	3	3	3	3
13	3	4	3	5	2	2	2	2
14	4	4	2	5	4	3	2	2
15	4	4	3	4	3	4	2	5
16	5	5	3	4	3	4	2	4
17	4	5	3	3	3	4	2	4
18	4	3	3	3	3	3	4	5
19	3	4	3	2	2	3	3	3
20	4	3	1	3	2	5	1	1
21	3	3	3	3	3	3	3	3
22	2	4	2	3	3	3	1	1
23	4	4	4	4	3	4	3	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1)

ผู้ชิม (block)	แช่แข็ง		อบด้วยตู้อบลมร้อน 60 °c			ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อน high		
	thaw	Not thaw	10 นาที	15 นาที	20 นาที	10 วินาที	15 วินาที	20 วินาที
24	3	4	2	3	3	3	1	3
25	2	4	3	4	3	3	1	3
26	2	2	3	3	2	4	2	2
27	3	3	4	3	3	3	2	2
28	4	5	5	4	3	3	3	3
29	4	4	4	3	4	4	3	3
30	5	5	4	4	3	2	2	2
31	3	4	4	3	4	3	4	4
32	4	4	4	4	4	4	5	4
33	4	4	4	4	5	4	4	4
34	2	1	4	2	4	2	3	1
35	3	2	4	4	3	2	4	3
36	3	3	5	4	4	5	5	4
37	3	4	3	2	2	2	2	2
38	4	4	4	4	5	4	4	4
39	4	3	5	3	5	3	3	3
40	2	2	3	3	3	2	4	4
41	2	2	2	3	5	3	4	1
42	4	5	3	1	1	3	4	4
43	4	3	3	3	3	3	3	3
44	4	4	3	1	2	5	3	1
45	4	4	4	2	2	3	4	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวกที่ 8</u> การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณภาพด้านความชอบรวมของกล้วยทอดแผ่นบางที่ผลิตจากกล้วยดิบ(ระดับความสุกที่ 1) ซึ่งใช้กระบวนการต่างกัน

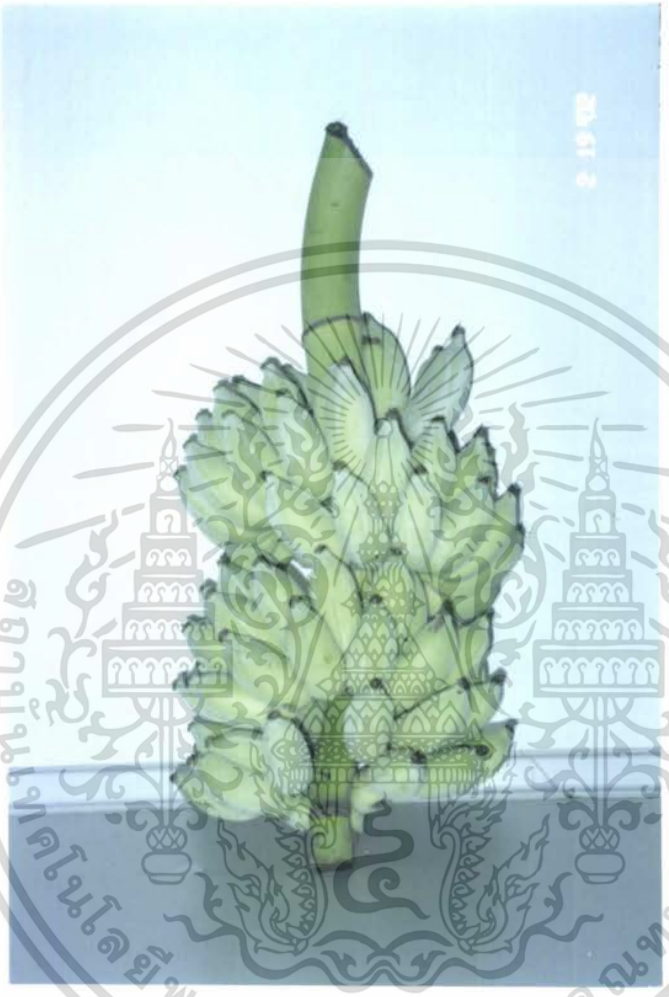
Source of Variance	df	MS	F_{cal}
Treatment	7	5.72	7.24**
Block	44	2.00	2.53**

**มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ภาพประกอบการทำปัญหาพิเศษ

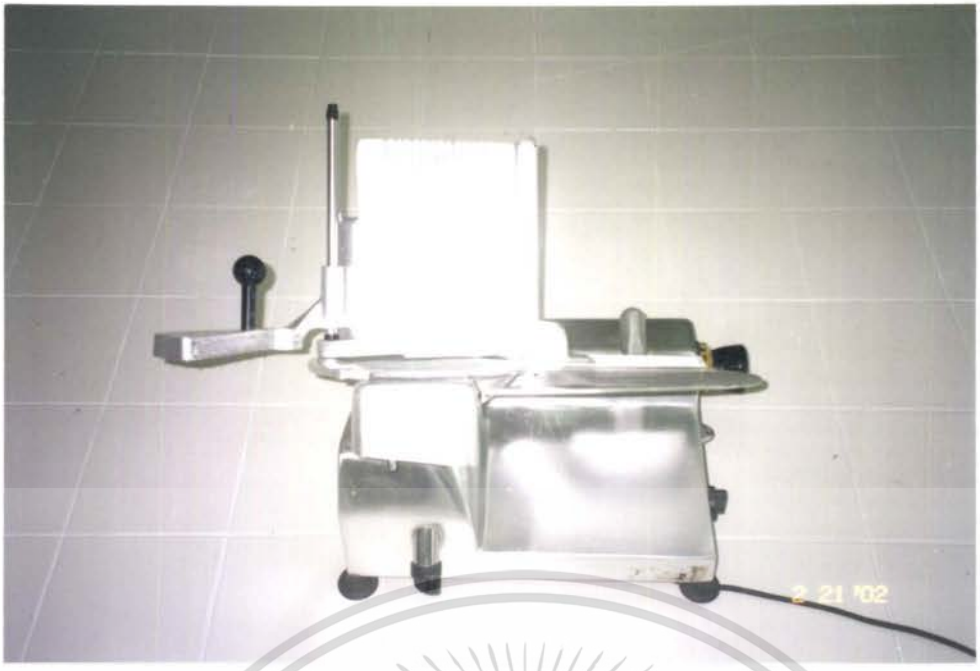


<u>ภาพที่ 5</u> แสดงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 แสดงเครื่องอบแห้งแบบถาด (tray dryer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงเครื่องสไลด์ (slicer)

ภาพมที่ 8 แสดงเตาทอดแบบน้ำมันท่วมระบบเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9 แสดงผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลาต่างกัน

ภาพมที่ 10 แสดงผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผ่านการใช้ไมโครเวฟระดับความร้อน high เป็นเวลาต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9 แสดงผลิตภัณฑ์กล้วยทอดแผ่นบางที่ผ่านการแช่แข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้