



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษากระบวนการผลิตอาหารว่างจากแป้งทุเรียน
Study on Production of Snack from Durian Flour

จัดทำโดย

นางสาวนิตา แสนสะอาด รหัสประจำตัว 43040169

นางสาวนันทาสิริ บุญไทย รหัสประจำตัว 43040177

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก



(รศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา)

๒๗, ม.ค. ๕๖ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

**การศึกษากระบวนการผลิตอาหารว่างจากแป้งทุเรียน
(Study on Production of Durian Snack from Durian Flour)**



T096835

โดย

นางสาว ชนิตา แสนสะอาด รหัสนักศึกษา 43040169
นางสาว นันทาศิริ บุญไทย รหัสนักศึกษา 43040177

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา

ร/พ.
ฉ1๕๒ก
๒54๖

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....96835.....

วัน,เดือน,ปี.....

**ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวชนิดา แสนสะอาด และนางสาวนันทศิริ บุญไทย. 2547 : การศึกษากระบวนการผลิตอาหารว่างจากแป้งทุเรียน (Study on Production of Durian Snack from Durian Flour). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดร. วุฒิชัย นาครักษา. จำนวน 50 หน้า

จากการศึกษากระบวนการผลิตอาหารว่างจากแป้งทุเรียน เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าของแป้งทุเรียน โดยนำมาทำอาหารว่างที่มีส่วนผสมของแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลีเป็นหลัก ขึ้นรูปเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 2.5 x 5 เซนติเมตรและมีความหนา 0.2 มิลลิเมตร ผ่านการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ นำไปผ่านการทอดแบบจุ่มน้ำมันที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เวลา 10 วินาที ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสุดท้ายอยู่ในช่วง 5.1-5.6% มีอัตราการขยายตัวประมาณ 1.02 เท่า เมื่อทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในปัจจัยด้านกลิ่นรสทุเรียน รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของปัจจัยด้านกลิ่นรสทุเรียนที่ระยะเวลาในการทำแห้งที่ต่างกันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่มีอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 3:1 ผ่านการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ เป็นเวลา 6 นาที ผู้ทดสอบมีความชอบโดยรวมมากที่สุด

.....ชนิดา แสนสะอาด.....

.....นันทศิริ บุญไทย.....

ลายมือชื่อนักศึกษา

.....วุฒิชัย นาครักษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

.....๑๕ ม.ค. ๕๗.....

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ รศ. ดร. วุฒิชัย นาครักษา ที่กรุณาได้รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาที่แนะนำข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และให้คำปรึกษาปัญหาต่าง ๆ ในระหว่างการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ขึ้นมาได้

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. ระติพร หาเรือนกิจ และดร. กิตติชัย บรรจง ที่ให้ความกรุณาเป็น อาจารย์คณะกรรมการปัญหาพิเศษ และช่วยแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ ความร่วมมือ และคอยให้กำลังใจตลอดเวลา ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ชนิดา แส่นสะอาด

นันทาศิริ บุญไทย

27 กุมภาพันธ์ 2547



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	จ
สารบัญภาคผนวก	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 อาหารว่าง (Snack food)	2
2.2 ทูเรียน	3
2.3 แป้งทูเรียน	7
2.4 แป้งสตาลี	10
2.5 แป้งข้าวเจ้า	13
2.6 การทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ	14
2.7 การทอด	15
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	18
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	21
4.1 การวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Content)	21
4.2 การวัดเนื้อสัมผัส (Texture)	26
4.3 การวัดอัตราการขยายตัว (Expansion Ratio)	27
4.4 การทดสอบความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์	28
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	30
เอกสารอ้างอิง	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของทุเรียน	6
2.2 คุณค่าทางอาหารของทุเรียนดิบคั้นแห้ง	9
2.3 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี	11
3.1 ส่วนผสมของอาหารว่างจากแป้งทุเรียน	19
4.1 ปริมาณความชื้นของส่วนผสมก่อนและหลังการทำแห้ง	21
4.2 ปริมาณความชื้นหลังการทอดของผลิตภัณฑ์	24
4.3 ค่าอัตราการขยายตัว	26
4.4 ค่าแรงกดสูงสุด (Max Force)	27
4.5 ระดับการให้คะแนนด้านกลิ่นรสทุเรียน	28
4.6 ระดับการให้คะแนนด้านรสชาติ	28
4.7 ระดับการให้คะแนนด้านความกรอบ	29
4.8 ระดับการให้คะแนนด้านความชอบโดยรวม	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนการผลิตทุเรียนผง	8
3.1 กระบวนการผลิตอาหารว่างจากแป้งทุเรียน	19
4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นหลังการทำแห้ง	22
4.2 ผลึกัณฑ์ก่อนการทำแห้ง	22
4.3 ผลึกัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ ที่มีอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 2:1	23
4.4 ผลึกัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ ที่มีอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 3:1	23
4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นหลังการทอด	24
4.6 ผลึกัณฑ์ที่ผ่านการทอด ที่มีอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 2:1	25
4.7 ผลึกัณฑ์ที่ผ่านการทอด ที่มีอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 3:1	25
4.8 กราฟแสดงค่าอัตราการขยายตัว	26
4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าแรงกดสูงสุด (Max Force)	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก. สูตรกรองแรงกรอบที่ใช้ตัดแปลง	34
ภาคผนวก ข. ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและวิเคราะห์	36
ภาคผนวก ค. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	40
ภาคผนวก ง. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	42



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีเนื้อและรสชาติอร่อย มีกลิ่นเฉพาะตัว พันธุ์ทุเรียนที่นิยมปลูกกันมากในประเทศไทยมีอยู่หลายพันธุ์ คือ พันธุ์หมอนทอง ชะนี กระดุม และก้านยาว ปัจจุบันทุเรียนจะเป็นผลไม้ที่มีผู้บริโภคนิยมรับประทานมาก แต่ทุเรียนเป็นผลไม้ที่ออกตามฤดูกาล จึงทำให้ราคาทุเรียนตกต่ำเมื่อมีผลผลิตออกสู่ตลาดมาก ทำให้กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรนำทุเรียนดิบมาแปรรูปในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้น การแปรรูปทุเรียนดิบให้อยู่ในรูปของแป้งทุเรียนก็เป็นอีกแนวทางหนึ่ง สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารในรูปแบบใหม่ได้

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่าง โดยดัดแปลงสูตรมาจากเครื่องจิ้มกรอบ ใช้ส่วนผสมของแป้งทุเรียนแทนแป้งเผือก นำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมบาง ทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ แล้วนำไปทอดจะได้ผลิตภัณฑ์อาหารว่างสำเร็จรูปที่สามารถนำไปบริโภคได้ทันที หรือเป็นขนมขบเคี้ยวสำหรับรับประทานเล่นได้ ซึ่งเป็นการนำแป้งทุเรียนมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. ศึกษาอัตราส่วนของแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลีที่เหมาะสม ทำให้เนื้อสัมผัสและกลิ่นของผลิตภัณฑ์เหมาะสม
2. ศึกษาระยะเวลาในการทำแห้ง Durian Snack ด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ
3. ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์
 - ความชื้น
 - เนื้อสัมผัส
 - กลิ่นรส
 - อัตราการขยายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 อาหารว่าง (Snack food)

อาหารว่าง หมายถึง อาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมาแล้ว พร้อมบริโภคได้ทันทีหรือมีการเตรียมเพียงเล็กน้อย เช่น การเติมน้ำเคือด สามารถบริโภคได้ระหว่างอาหารแต่ละมื้อ หรือผสมในอาหารและสามารถเก็บรักษาได้นาน 6 สัปดาห์ โดยไม่ต้องอาศัยความเย็น (Blenford. 1982)

Tettweiler (1991) อธิบายว่า การบริโภคอาหารขบเคี้ยว (Snack) เป็นการบริโภคที่ง่ายต่อการจัดการลักษณะผลิตภัณฑ์อาจร้อนหรือเย็นในรูปของแข็งหรือของเหลว ซึ่งอาศัยการเตรียมเพียงเล็กน้อยหรือบริโภคโดยตรงและสามารถทำให้เกิดความพึงพอใจได้ เมื่อเกิดความรู้สึกหิว

เพ็ญขวัญและทัศนีย์ (2541) กล่าวเพิ่มเติมว่า ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวพัฒนามาจากอาหารที่ใช้รับประทานระหว่างมื้อ ที่เรียกกันว่าอาหารว่าง โดยให้ความหมายของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวว่า เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่รับประทานได้โดยง่าย สามารถรับประทานได้ทันทีหรือไม่ต้องเสียเวลาจัดเตรียมมากนัก สะดวกในการพกติดตัว รับประทานเป็นอาหารว่างหรือในโอกาสต่างๆ ตามที่ผู้บริโภคต้องการ โดยไม่มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้เป็นอาหารหลัก และได้จัดแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์นี้โดยอาศัยเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้

- (1) การจัดแบ่งตามประเภทของส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการผลิต เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวประเภทแป้ง มันฝรั่ง เนื้อสัตว์ ถั่ว นัท ผลไม้ ช็อกโกแลต ลูกอมหรือลูกกวาด
- (2) การจัดแบ่งประเภทตามอุณหภูมิอาหารขณะเสิร์ฟ เป็นประเภทร้อน เช่น พิซซ่าขนาดเล็ก ก๋วยเตี๋ยวกิ่งสำเร็จรูป ปอเปี๊ยะทอด และครัวซองสอดไส้ เป็นต้น หรือที่เป็นประเภทเย็น เช่น โยเกิร์ต ลูกก๊ี้ ผลไม้อัดเป็นแท่ง และช็อกโกแลต เป็นต้น
- (3) การจัดแบ่งตามอายุการเก็บรักษาโดยจัดแบ่งเป็นประเภทมีอายุการเก็บรักษาสั้นไม่เกิน 7 วัน เช่น พาสตา พาย และแซนด์วิช ซึ่งเป็นกลุ่มอาหารคาว และน้ำผลไม้ เค้กผลไม้ ซึ่งเป็นกลุ่มอาหารหวาน และประเภทที่มีอายุการเก็บรักษานาน คือเก็บได้นานกว่า 7 วัน โดยมากเป็นอาหารหวานมากกว่าคาว เช่น ผลไม้อัดแท่ง
- (4) การจัดแบ่งประเภทตามกรรมวิธีการผลิตโดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทที่ผลิตด้วยวิธีเอกซ์ทรูด และประเภทที่ผลิตด้วยวิธีอื่นๆ ที่ไม่ใช่วิธีเอกซ์ทรูด เช่น การทอดอบ คั่วและทำให้แห้ง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การจัดแบ่งตามวิธีที่ไม่ใช่วิธีเอกซ์ทรูดไม่เป็นที่นิยมมากนักเพราะผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวแต่ละชนิด ใช้กรรมวิธีการผลิตหลายๆ ชนิดด้วยกันและผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันก็สามารถใช้วิธีผลิตหลายชนิดได้เช่นกัน จึงทำให้ยากต่อการจัดแบ่งที่ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารว่างที่ผลิตได้ในประเทศ สามารถจัดแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ใหญ่ ๆ คือ

1. ประเภทกึ่งอาหารหลัก ได้แก่ ขนมปังกรอบ เช่น คุกกี้ แครกเกอร์ ซึ่งค่าตลาดของสินค้าประเภทนี้ คาดว่าประมาณร้อยละ 40 ของตลาดอาหารว่างทั้งหมด

2. ประเภทที่รับประทานเล่นซึ่งตลาดกำลังเติบโต และมีที่ทำว่าจะแย่งตลาดสินค้าประเภทลูกอม ลูกกวาดอีกด้วย ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งปรุงรส ถั่ว ข้าวเกรียบ เป็นต้น โดยตลาดของอาหารว่างในประเภทที่ 2 มี 60 % ของตลาดอาหารว่างทั้งหมด

ในปัจจุบันเมื่อสังคมมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่สถาบันพื้นฐานคือ ครอบครัวไปจนถึงการพัฒนาเทคโนโลยี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภค ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาโดยคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการและผลต่อสุขภาพเป็นหลัก เรียกได้ว่าเป็นอาหารว่างยุคใหม่ (new generation snack) ซึ่งหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำ ใช้วิธีการอบแทนการทอด มีใยอาหารสูง เป็นต้น โดยกลุ่มของผลิตภัณฑ์ที่กำลังได้รับความสนใจและมีการพัฒนาอย่างมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับการพัฒนาเทคโนโลยีของกระบวนการผลิต การบรรจุ และสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลง ได้แก่ อาหารว่างแบบแท่ง (snack bar) เช่น การพัฒนาอาหารสำเร็จรูปแบบผสมชนิดแท่ง (วิมลศิริ, 2539) อาหารว่างผสม (snack mixes) เช่น การพัฒนาอาหารว่างสำเร็จรูปจากผลไม้ไทยสำหรับเด็กวัยเรียน เพื่อให้มีประโยชน์ทางโภชนาการที่เด็กวัยเรียนควรได้รับ (กาญจนา, 2538) การพัฒนาผลิตภัณฑ์บิสกิตหน้าทุเรียน (วิชัยและคณะ, 2537) และอาหารว่างจากธัญพืช (Granola product) เช่น การพัฒนาอาหารว่างจากข้าวพองที่ทำจากข้างกลีงหักหอมมะลิผสมเนยถั่วลิสง (จริยา, 2542)

2.2 ทุเรียน

ทุเรียน ชื่อสามัญ Durian ชื่อวิทยาศาสตร์ *Durio zibethinus Murray* เป็นพืชที่ปลูกเขตร้อนชื้น ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการปลูกทุเรียนเป็นจำนวนมาก ผลทุเรียนเป็นผลเดี่ยว (Simple fruit) เกิดจากดอกที่มีรังไข่เดี่ยว อาจมีพวงรังไข่ (Carpel) ตั้งแต่หนึ่งพูขึ้นไป และอาจมีเนื้อเยื่ออื่นๆ นอกเหนือจากเนื้อเยื่อของรังไข่ ผลจัดเป็นผลแบบแอริล (Ari) ติดผลตามกิ่งและลำต้น พันธุ์ทุเรียนที่นิยมปลูกมากในประเทศไทยมีอยู่หลายพันธุ์ คือ หมอนทอง ชะนี กระดุมและก้านยาว ทุเรียนพันธุ์หมอนทองเป็นที่นิยมของผู้บริโภคเพราะมีรสชาติที่อร่อย เนื้อมาก ผลสุกจะมีเนื้อละเอียดกว่าพันธุ์อื่นๆ

ในด้านการพัฒนาและการสุกของผลทุเรียนนั้น หลังจากที่ดอกทุเรียนได้รับการผสมแล้ว ผลทุเรียนจะมีการพัฒนาเรื่อยมาส่งผลให้ขนาดและน้ำหนักของผลเพิ่มขึ้น ในช่วงที่ทุเรียนใกล้แก่ ผลทุเรียนจะมีความสามารถในการตรึงคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและจากกระบวนการเมทาโบลิซึมมาใช้ในการเจริญเติบโตสูง ถ้าหากได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ จะทำให้ผลทุเรียนมีขนาดเล็ก คุณภาพเนื้อไม่ดีเท่าที่ควร มีอาการแกน เต็มเผา หรือใส่ซิม ต่อจาก

เอกรังไข่เดี่ยวๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นอัตราการขยายขนาดของผลจะเริ่มลดลง แต่ส่วนเนื้อยังคงมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว พร้อมเข้าสู่กระบวนการสุกแก่ทุเรียนจัดเป็นผลไม้ประเภท Climacteric fruit กล่าวคือ ผลแก่สามารถเก็บจากต้นมาบ่มให้สุกได้โดยไม่จำเป็นต้องรอให้สุกบนต้น

ในช่วงที่ผลสุกเอทธิลีนในผลจะถูกสังเคราะห์มากขึ้น และอัตราการหายใจสูงมากด้วยซึ่งอัตราการหายใจและปริมาณเอทธิลีนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นจะมีความสัมพันธ์กัน เมื่อปริมาณเอทธิลีนสูงจะกระตุ้นให้ผลมีการหายใจเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเร่งให้การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสุกเกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ เช่น แป้งในเนื้อจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลทำให้เนื้อมีรสชาติดหวานขึ้น เริ่มมีกลิ่นซึ่งอาจไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคบางคนโดยเฉพาะชายตะวันตก กลิ่นของทุเรียนเกิดจากสารประกอบซัลเฟอร์ เช่น ไทออล (Thiol) ไทโออีเทอร์ (Thioether) และเอสเทอร์ (Ester) ชนิดต่างๆ

2.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของทุเรียน

1) คาร์โบไฮเดรต ทุเรียนมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบมากที่สุดคือประมาณร้อยละ 30 ขององค์ประกอบทั้งหมดโดยแบ่งเป็นแป้งร้อยละ 12 และน้ำตาลร้อยละ 12-18 (Franklin, 1980) เมื่อทุเรียนเริ่มสุกแป้งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลซูโครสแล้วแตกตัวไปเป็นฟรุกโตสและกลูโคส (Eskin และคณะ, 1971) ทุเรียนที่เริ่มสุกจะมีรสหวานขึ้นเพราะมีการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล ซึ่งการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาลนี้ขึ้นอยู่กับ สภาพแวดล้อมของการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ ระยะเวลาการเก็บรักษา ความแก่อ่อนของผลเป็นต้น (Eskin และคณะ, 1971) นอกจากนี้ยังมีคาร์โบไฮเดรตในรูปอื่นๆอีก เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเพคติน โดยเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์

2) โปรตีน ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีโปรตีนสูงสุด โดยทุเรียนมีโปรตีนร้อยละ 3 ในทางอ้อมโปรตีนมีส่วนเกี่ยวข้องกับรสชาติของผลไม้ ดังจะเห็นได้จากทุเรียนภายหลังการเก็บเกี่ยวในเวลาไม่นานแป้งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล ทำให้รสชาติดหวานขึ้น อันเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์ซึ่งเป็นโปรตีน และเมื่อผลถึงระยะเสื่อมสภาพปริมาณกรดอะมิโนจะเพิ่มขึ้นซึ่งเกิดจากการสลายตัวของโปรตีนนั่นเอง

3) ไขมัน ผลทุเรียนมีไขมันเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 3.9 กรดไขมันที่มีมากที่สุดคือ กรดสเตียริก (Stanton, 1965) ส่วน Moser และ Greue (1980) พบว่าไขมันที่เป็นองค์ประกอบในทุเรียนของจังหวัดจันทบุรีซึ่งเก็บเกี่ยวในฤดูฝนและจากจังหวัดปราจีนบุรีซึ่งเก็บเกี่ยวในฤดูร้อนประกอบด้วยกรดปาล์มมิติกมากที่สุด รองลงมาคือกรดโอเลอิก กรดไขมันอื่นๆที่พบได้แก่กรดปาล์มมิโตเลอิก ไลโนเลอิก และไลโนเลนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) แคโรทีน เป็นรงควัตถุที่ละลายได้ในไขมัน ไม่คงตัวในสภาพที่มีแสงและออกซิเจนถูกออกซิไดซ์ได้โดยเอนไซม์ไลโปออกซิเดส (Lipoxidase) (Eskin และคณะ, 1971) เนื้อทุเรียนมีแคโรทีนเป็นองค์ประกอบ 20-30 I.U. (Franklin, 1980) โดยปกติแคโรทีนมีอยู่แล้วในเนื้อเยื่อของผลไม้แต่ถูกบดบังไว้ด้วยสีของคลอโรฟิลล์ เมื่อผลไม้เริ่มสุกคลอโรฟิลล์จะสูญเสียไปทำให้แคโรทีนที่มีอยู่ปรากฏให้เห็น อาจพบว่าการสร้างเบต้า-แคโรทีนหรือไลโคพีนในระหว่างการสุกได้โดยไลโคปีนจะเปลี่ยนเป็นสารเริ่มต้นของเบต้า-แคโรทีน (Tucker และ Grierson, 1987)

5) สารระเหย กลิ่นของทุเรียนเกิดจากสารระเหยพวกไซโออีเทอร์ (Theaters) และเอสเทอร์ (Esters) (Winterhalter, 1991) เมื่อทุเรียนสุกหอม สารให้กลิ่นจะเป็นพวกไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulphide) และไดเอทิลไดซัลไฟด์ (Diethyl disulphide) (Franklin, 1980)

6) กรดอินทรีย์ โดยทั่วไปกรดจะมีปริมาณสูงสุดในระหว่างการเจริญเติบโตและการพัฒนาของผลขณะที่อยู่บนต้นและลดลงระหว่างการสุก ในทุเรียนปริมาณกรดลดลงเมื่อผลสุก (Stanton, 1965) กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในพืชส่วนใหญ่เป็นกรดที่อยู่ในวัฏจักรเครป (Krebs' cycle) ถูกสร้างขึ้นระหว่างกระบวนการหายใจภายในเซลล์ โดยการสลายตัวของคาร์โบไฮเดรตแล้วสะสมอยู่ใน แวกิวโอล ซึ่งพบว่าปริมาณกรดในผลไม้จะผันแปรขึ้นอยู่กับความแก่อ่อนของผลและอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษา พบว่าผลที่อ่อนกว่ามีปริมาณกรดมากกว่าผลที่แก่ และจะลดลงมากเมื่อเก็บรักษาในสภาพที่อุณหภูมิที่สูง

7) น้ำ เป็นองค์ประกอบที่มีมากในเซลล์พืช น้ำที่หลักของน้ำคือเป็นตัวทำละลาย ช่วยให้โปรโตพลาสเคลื่อนที่ได้ และช่วยรักษาโครงสร้างของเซลล์ เนื้อทุเรียนพันธุ์หอมทองประกอบด้วยน้ำร้อยละ 65.9 พันธุ์ชะนีร้อยละ 71.2 ปริมาณน้ำในผลไม้ภายหลังเก็บเกี่ยวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในช่วงการเก็บเกี่ยวและระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว องค์ประกอบทางเคมีของทุเรียนแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของทุเรียน

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณในส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม
พลังงาน	67 กิโลแคลอรี
ความชื้น	ร้อยละ 81.1
โปรตีน	2.20 กรัม
ไขมัน	0.80 กรัม
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	14.8 กรัม
ใยอาหาร	1.60 กรัม
เถ้า	1.10 กรัม
แคลเซียม	8.0 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	0.12 มิลลิกรัม
เหล็ก	0.70 มิลลิกรัม
วิตามินเอ	10.0 ไมโครกรัม
ไทอามีน	0.35 มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน	0.20 มิลลิกรัม
กรดนิโคตินิก	0.70 มิลลิกรัม
กรดแอสคอร์บิก	24.0 มิลลิกรัม

ที่มา: Franklin (1980)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แป้งทุเรียน

ในปัจจุบันทุเรียนพันธุ์หมอนทองเป็นพันธุ์ที่นิยมมากของผู้บริโภค เพราะมีรสชาติที่อร่อย เนื้อนุ่ม แม้ทุเรียนจะเป็นผลไม้ที่ผู้บริโภคนิยมรับประทาน แต่เนื่องจากทุเรียนเป็นผลไม้ที่ออกตามฤดูกาล จึงทำให้ราคาทุเรียนตกต่ำเมื่อมีผลผลิตออกสู่ตลาดมาก และทุเรียนจัดเป็นผลไม้ประเภทที่มีอัตราการหายใจสูง จึงเน่าเสียได้เร็ว มีอายุการเก็บผลสดในระยะสั้นเพียง 10 – 14 วันเมื่อทุเรียนสุกหอมแล้วผู้บริโภคส่วนใหญ่มักไม่นิยมรับประทาน

การอบแห้งจึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียน แต่กรรมวิธีที่นิยมใช้ เช่น การใช้ลมร้อนมักทำให้คุณลักษณะของทุเรียนผกเปลี่ยนแปลงและเสื่อมเสียไป เนื่องจากใช้อุณหภูมิที่สูงในการอบ อาจจะทำให้ผิวหน้าผลิตภัณฑ์เกิดการไหม้หรือสีต่างจากเดิมไปได้ ปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการเสนอวิธีการอบแห้งแบบสุญญากาศร่วมกับการอบแห้งด้วยลมร้อน ซึ่งการอบแห้งแบบสุญญากาศภายใต้ความดันต่ำ จะทำให้น้ำเกิดการระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำ อัตราการอบแห้งสูงขึ้น และคุณค่าของผลิตภัณฑ์ก็ไม่เสื่อมสลายเนื่องจากการใช้อุณหภูมิสูง

การแปรรูปทุเรียนก่อนการสุกหอมเป็นแป้งทุเรียนจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการแปรรูป และช่วยในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการเก็บเนื้อทุเรียนไว้ใช้ได้ยาวนานขึ้น อีกทั้งยังเพิ่มมูลค่าของผลิตผลได้ และสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ ต่อไป

ในการผลิตแป้งทุเรียนเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปอาหารจะต้องคำนึงถึงกรรมวิธีในการผลิต และใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการ เนื่องจากกรรมวิธีในการผลิต จะมีผลต่อคุณภาพและคุณสมบัติของแป้งทุเรียนที่ได้ ดังนั้นการเลือกใช้แป้งทุเรียนในการพัฒนาควรพิจารณาให้เหมาะสม เช่น ในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารที่ไม่ต้องการใช้ความร้อน สามารถละลายและให้ความหนืดได้ทันที (Powell, 1967)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางอาหารของทุเรียนดิบสดแห้ง

องค์ประกอบทางเคมี	100 กรัมทุเรียนสดแห้ง
ความชื้น	6.57 กรัม
โปรตีน	4.66 กรัม
ไขมัน	2.51 กรัม
เถ้า	2.96 กรัม
กาก	0.17 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	83.12 กรัม
แคลอรี	373.71 กิโลแคลอรี
แป้ง	62.27 กรัม
ใยอาหารชนิดละลายน้ำ	1.96 กรัม
ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ	9.57 กรัม
แคลเซียม	121.28 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	0.12 มิลลิกรัม
เหล็ก	23.79 มิลลิกรัม
บีตา-แคโรทีน	485.80 ไมโครกรัม
วิตามินเอ	0.255 ไมโครกรัม (ของเรตินอล)
วิตามินเอรวม	81.22 ไมโครกรัม
วิตามินบี 1 (ไทอามีน)	< 0.009 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2 (ไรโบฟลาวิน)	0.096 มิลลิกรัม
ไนอาซิน	5.541 มิลลิกรัม

ที่มา : สุวรรณา และคณะ (2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบทุกชนิด ไม่มีแป้งชนิดอื่นที่แทนแป้งสาลีได้ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนินและไกลอะดีน ซึ่งเมื่อผสมน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า “กลูเตน” มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์และจะเป็นโครงสร้างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

แป้งสาลีที่ผลิตออกมาวางขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบนั้นมี 3 ชนิด ที่สำคัญคือแป้งขนมปัง แป้งสาลี และแป้งสาลีอเนกประสงค์ ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและคุณลักษณะรวมถึงการใช้ประโยชน์ต่างกันคือ

1) แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูงร้อยละ 12-14 โมจากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือ เมื่อถูด้วยมือจะรู้สึกคายมือ มีสีครีมไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู

2) แป้งสาลีอเนกประสงค์ มีโปรตีนสูงปานกลางคือร้อยละ 10-11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งและข้าวสาลีชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสม ใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ขนมปังจืดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตรี ใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกันสารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู

3) แป้งเค้ก มีปริมาณโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7-9 โมจากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้ก คู่กับ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่มเหนียวละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมตัวกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือเอาไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น โดยไม่ใช้ยีสต์ สารเคมีที่ใช้ได้แก่ ผงฟู เบกิงโซดา เป็นต้น (ขวัญฤดี, 2542)

2.4.1 องค์ประกอบของแป้งสาลี

แป้งสาลีที่ได้จากการ โม่โดยแยกส่วนของแป้งในเอน โคสเปอร์มออกมาแล้ว จะประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ โดยเฉลี่ยดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี

องค์ประกอบ	ร้อยละ โดยน้ำหนัก
คาร์โบไฮเดรต	70
ความชื้น	15
โปรตีน	11.5
ไขมัน	1.0
น้ำตาล	1.0
แร่ธาตุ	0.4
และอื่นๆ	2.0

ที่มา: อรอนงค์ (2538)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า แป้งสาลีนั้นมีคุณสมบัติเฉพาะที่ไม่เหมือนกับแป้งชนิดอื่น คือ ในแป้งสาลีจะประกอบด้วยโปรตีนซึ่งเมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวชนิดอื่นแล้วจะได้กลูเตน ซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะเหนียว เป็นยางและยืดหยุ่นได้ กลูเตนประกอบด้วยกลูเตนินและไกลอะดินในอัตราส่วนเท่าๆกัน กลูเตนินจะทำให้โดหรือก้อนแป้งผสมมีกำลังที่จะอุ้มก๊าซที่ทำให้ขึ้นฟูไว้ได้ และจะเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ส่วนไกลอะดินนั้นทำให้กลูเตนมีคุณสมบัติในการยืดตัวและยืดหยุ่นได้นั้นคือ กลูเตนินนั้นให้ความแข็งแรงกับกลูเตน และไกลอะดินซึ่งเป็นสารที่อ่อนและเหนียวจะเป็นตัวเชื่อม ไกลอะดินจะติดอยู่กับกลูเตนินและป้องกันไม่ให้กลูเตนินถูกล้างออกไปในระหว่างกระบวนการสกัดกลูเตน

การล้างหรือสกัดกลูเตนออกจากแป้ง ทำได้โดยล้างก้อนแป้งด้วยน้ำ จนน้ำที่ล้างได้ไม่มีตะกอน ซึ่งจะได้ปริมาณของโปรตีนที่มีในแป้งและคุณลักษณะของกลูเตนที่มีอยู่ในแป้งสามารถตัดสินใจได้โดยคุณสมบัติทางฟิสิกส์คือความยืดหยุ่นและความสามารถในการขยายตัว ทั้งคุณภาพและปริมาณของกลูเตนนั้นเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางฟิสิกส์ของโด ข้าวสาลีหลายชนิดให้กลูเตนปริมาณน้อย ในขณะที่อีกหลายชนิดมีกลูเตนอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม แต่กลูเตนที่มีอยู่อาจจะขาดคุณสมบัติที่ต้องการ เพราะฉะนั้นโรงโมจึงจำเป็นต้องทดสอบและผสมข้าวสาลีต่างชนิดเพื่อที่จะให้ได้แป้งที่มีปริมาณกลูเตนที่เพียงพอและให้กลูเตนที่มีคุณลักษณะที่ดี เพราะกลูเตนจะเป็นตัวเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นในก้อนแป้งผสม และเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นฟองน้ำของผลิตภัณฑ์เมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากโปรตีนและกลูเตนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของแป้งสาลีแล้ว ในแป้งสาลียังมี เอนไซม์ที่สำคัญคือ เบต้า-อะมิเลส (Beta-amylase) และแอลฟา-อะมิเลส (alpha-amylase) เอนไซม์ เหล่านี้จำเป็นสำหรับการทำขนมปัง โดยเบต้า-อะมิเลสจะทำการย่อยเดกซ์ทริน (dextrin) และ สาร ละลายสตาร์ชส่วนหนึ่ง ให้เป็นน้ำตาลมอลโทสสำหรับยีสต์ในการนำไปใช้เป็นอาหารในระหว่าง การหมัก เอนไซม์ชนิดนี้ไม่ทนความร้อน การทำงานจะเกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนของการหมัก

แอลฟา-อะมิเลสจะทำการย่อยสารละลายสตาร์ชให้เป็นเดกซ์ทรินในระหว่างกระบวนการ หมัก การทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้มีไม่มากนัก แต่เอนไซม์จะทนความร้อนได้สูงถึง 70-75 องศา เซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่สตาร์ชของข้าวสาลีเกิดเป็นเจลคือ อุณหภูมิเพียง 56-60 องศาเซลเซียส และที่จุดนี้เองแอลฟา-อะมิเลสจะเริ่มทำงานหรือกล่าวได้ว่า การทำงานของแอลฟา-อะมิเลสจะเพิ่ม ขึ้นในตอนแรกของการอบ และผลิตภัณฑ์จะดีหรือไม่ ย่อมขึ้นอยู่กับการทำงานและปริมาณของ เอนไซม์ชนิดนี้

2.4.2 คุณลักษณะของแป้งสาลี

เพื่อที่จะทำขนมปังให้ได้ผลดี ควรใช้แป้งที่มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1) สีของแป้ง (Color) สีของแป้งจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว ถ้าหากมีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของแซนโทฟิลล์หรือสีครีม จะทำให้ขนมปังมีเนื้อใน (crumb) ที่มีสีไม่ดี ดังนั้นแป้งที่โม้ออกมาจึงควรผ่านการฟอกสีก่อน

2) กำลังของแป้ง (Strength) หมายถึงพลังที่แป้งสามารถจะอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่าง การหมักได้ดี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและมีปริมาตรดี

3) ความทนต่อสภาพต่างๆของแป้ง (Tolerance) หมายถึงลักษณะของแป้งที่มีความ สามารถทนต่อสภาพการผสมนานๆ ทนต่อการรีด และกระบวนการอื่นๆโดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ความทนต่อสภาพต่างๆนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกลูเตน แป้งที่มีความทนต่อสภาพต่างๆสูงจะ หมักได้นาน และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

4) ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง (High water absorption) หมายถึงแป้งที่มี คุณลักษณะในการดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพที่ดีอยู่ ผลของการที่ แป้งดูดซึมน้ำได้มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพใน การเก็บและการกินที่ดี

5) ความสม่ำเสมอ เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแป้ง (Uniformity) อาจหมายถึงความ สม่ำเสมอในสี ขนาดของแป้ง และอื่นๆไป ถ้าแป้งขาดความสม่ำเสมอแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำ แต่ละครั้งไม่เหมือนกัน จึงควรทำการตรวจสอบก่อนที่จะทำผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ค่าความเป็นกรดต่างของแป้ง แป้งสาลีโดยปกติมีค่าความเป็นกรดต่างระหว่าง 5.5-6.5 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะขนมปัง สำหรับแป้งที่มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำกว่า 5.0 จะมีความเป็นกรดมากเกินไปจะทำให้การทำขนมปังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร ถ้าแป้งมีค่าความเป็นกรดต่างต่ำกว่า 6.1-6.2 โดยทั่วไปจะบอกได้ว่าแป้งนั้นผ่านการใส่คลอรีนมากในระหว่างการไม่

2.5 แป้งข้าวเจ้า

แป้งที่ได้จากข้าวเจ้ามีกระบวนการในการผลิตโดยนิยมใช้ปลายข้าวหรือข้าวหักเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต (วุฒิชัย, 2535) ลักษณะที่ดีของแป้งข้าวเจ้าจะต้องมีสีขาวหรือขาวนวล มีกลิ่นตามธรรมชาติของแป้งข้าวเจ้าไม่มีกลิ่นอับหืน เหมือนเปรี้ยว ปราศจากสิ่งแปลกปลอมต้องเป็นผงละเอียดไม่จับตัวเป็นก้อน ลักษณะของเม็ดแป้งเมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ มีรูปร่างหลายเหลี่ยม เม็ดแป้งมีขนาดเฉลี่ย 3-5 ไมครอน มีขนาดเล็กที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเม็ดแป้งชนิดอื่น

แป้งข้าวเจ้ามีองค์ประกอบทางเคมีของเม็ดแป้งส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรต 90% ซึ่งเป็นสตาร์ชเกือบทั้งหมดนอกจากนั้นก็มีโปรตีน 7% ไขมัน 1.5% ที่เหลือวิตามิน เกลือแร่ และสารอื่นๆ อีก 1.5% โดยสตาร์ชในเม็ดข้าวจะประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสจำนวนมากต่อกัน แบ่งเป็นอะมิโลส (amylose) และอะมิโลเพคติน (amylopectin) ในข้าวแต่ละชนิดมีส่วนอะมิโลสและอะมิโลเพคตินแตกต่างกันออกไป เช่น สตาร์ชจากข้าวเหนียวมีอะมิโลเพคตินเกือบ 100% ส่วนสตาร์ชจากข้าวเจ้ามีอะมิโลสตั้งแต่ 15-35 %

ในการผลิตแป้งข้าวเจ้านิยมใช้ข้าวประเภทที่มีอะมิโลสสูง ทั้งนี้เพราะเมื่อนำไปประกอบอาหาร เช่น ทอดจะให้ความแข็งแกร่งหรือนำไปนึ่งเมื่อเย็นลงจะเกิดแผ่นฟิล์ม เช่น ก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ ข้าวหอมมะลิที่บริโภคไม่เหมาะสมนำมาผลิตแป้งเพราะมีปริมาณอะมิโลสต่ำ แป้งข้าวเจ้ามีอุณหภูมิในการเกิดเจลลิตีในเซชันที่ 61-78 องศาเซลเซียส (กล้าณรงค์, 2543)

2.5.1 การผลิตแป้งข้าวเจ้า (rice starch)

กระบวนการผลิตแป้งข้าวเจ้านิยมใช้ปลายข้าวหรือข้าวหักเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นกระบวนการแปรรูปจากข้าวสารให้เป็นแป้ง เพื่อใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆต่อไป โดยมีขั้นตอนในการผลิตดังนี้

- 1) แช่ข้าวหักหรือปลายข้าวในถังแช่ (steeping tank) ซึ่งนิยมใช้ถังคอนกรีตในขั้นตอนแช่ จะเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 0.3-0.5 ผสมลงในน้ำ เพื่อละลายโครงสร้างของโปรตีนที่มีอยู่ในข้าว นอกจากนี้ยังทำให้เมล็ดข้าวนั้นนุ่มสามารถบดให้ละเอียดได้โดยง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) บดละเอียด (grinding) เป็นขั้นตอนที่ทำให้เม็ดแป้งที่เกาะอยู่แน่นภายในชั้นของเอนโดสเปอรัมหลุดออกมาในสารละลาย ซึ่งในที่นี้คือน้ำ โดยในขณะที่บดจะมีการเติมน้ำอยู่เสมอเพื่อช่วยให้ความร้อนที่เกิดขึ้นขณะบดลดลง ต่อจากนั้นนำส่วนที่บดได้มากรอง (screening) ผ่านตะแกรงร่อน และผ่านเครื่องหมุนเหวี่ยงตามลำดับ แยกเอาส่วนหรือชั้นที่เป็นแป้งซึ่งมีสีขาวออก

3) นำสารละลายแป้งผ่านเข้าเครื่องแยก (cyclone separator) เพื่อแยกเอาอนุภาคที่เป็นของแข็งขนาดใหญ่ที่ไม่ใช่แป้งออกมา โดยอาศัยหลักการของความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) จะทำให้แป้งบริสุทธิ์มากขึ้นและขาวมากขึ้น

4) กำจัดน้ำ (dewater) และทำให้แป้งแห้ง (drying) การกำจัดน้ำออกจากสารละลายแป้ง เป็นการลดความชื้นของแป้งก่อนบางส่วน แล้วจึงใช้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียสลดความชื้นออกจนสารถหรือแป้งบริสุทธิ์ที่ได้ให้แห้ง (วุฒิชัย, 2535)

2.6 การทำแห้งด้วยไมโครเวฟ (Microwave Drying)

ไมโครเวฟ (Microwave) คือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีความถี่สูงอยู่ในช่วง 300–300,000 เมกะเฮิร์ต มีแหล่งกำเนิดมาจากหลอดเมกนีตรอน สามารถเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง สามารถทะลุผ่านสสารซึ่งมีคุณสมบัติโปร่งใสได้ สำหรับความถี่ของคลื่นไมโครเวฟที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และในระดับครัวเรือนคือ 915 และ 2450 เมกะเฮิร์ต ตามลำดับ (Lambert, 1980)

Harlfinger (1992) ได้อธิบายถึงคุณสมบัติที่สำคัญของไมโครเวฟไว้ดังนี้

1) การส่งผ่าน (Transmission) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติที่สามารถทะลุผ่านวัสดุหรือภาชนะที่เป็นแก้ว กระจก เซรามิก กระจกใส ไม้ และพลาสติกบางชนิดได้ โดยไม่มีการดูดซับพลังงานจึงไม่ทำให้เกิดความร้อนขึ้น จากคุณสมบัตินี้จึงสามารถนำวัสดุเหล่านี้มาใช้บรรจุอาหารเพื่อใช้ในเตาไมโครเวฟได้

2) การสะท้อน (Reflection) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะไม่สามารถทะลุผ่านวัสดุหรือภาชนะที่เป็นโลหะ เช่น เหล็กและอลูมิเนียม แต่จะสะท้อนกลับ ด้วยเหตุนี้จึงไม่ควรนำโลหะมาใช้ในการประกอบอาหารในเตาไมโครเวฟ แต่ประโยชน์ของการสะท้อนของโลหะได้ถูกนำมาใช้ทำผนังของเตาอบไมโครเวฟเพื่อป้องกันการรั่วไหลของคลื่นออกสู่ภายนอก และยังทำให้เกิดการสะท้อนจากด้านข้างและด้านล่าง จึงทำให้ชิ้นอาหารได้รับคลื่นทั่วทุกด้าน

3) การดูดกลืน (Absorption) คลื่นไมโครเวฟดูดกลืนได้ดีในโมเลกุลของน้ำ น้ำมัน และน้ำตาล ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหารทุกชนิด ทำให้เกิดการขัดสีกันเนื่องจากการชนและการสั่นสะเทือนของโมเลกุลในอาหารจนเกิดความร้อนขึ้น จึงทำให้ชิ้นอาหารสุกและพลังงานที่ใช้จะหมดไปหลังจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุล จึงไม่หลงเหลือคลื่นอยู่ภายในชิ้นอาหารและไม่มีสิ่งตกค้างที่เป็นอันตรายเหมือนการใช้รังสีทั่วไป การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 หลักการให้พลังงานความร้อนด้วยไมโครเวฟ

หลอดเมกนิตรอนเป็นแหล่งกำเนิดแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูง หลอดเมกนิตรอนที่อยู่ภายในตู้จะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้อยู่ในรูปของคลื่นไมโครเวฟที่มีความถี่ 600 – 700 วัตต์ ซึ่งในการทำให้ชิ้นอาหารเกิดความร้อนได้นั้น จะต้องมีสารที่สามารถดูดคลื่นแสงได้ เช่น น้ำหรือโมเลกุลที่มีขั้ว โดยโครงสร้างของโมเลกุลของน้ำจะประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจนที่มีประจุลบซึ่งแยกตัวออกมาจากอะตอมของไฮโดรเจนที่มีประจุบวก ลักษณะนี้เรียกว่า ไดโพลทางไฟฟ้า (electric dipole) ประจุไฟฟ้าบวกและลบของโมเลกุลน้ำจะวางตัว อยู่ในตำแหน่งที่สมมาตรกัน ดังนั้นเมื่อให้รังสีไมโครเวฟหรือสนามแม่เหล็กในแต่ละครั้ง สนามแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะเปลี่ยนแปลงหลายล้านครั้งต่อวินาที ทำให้น้ำหรือโมเลกุลที่มีขั้วต่าง ๆ หมุนเพื่อรักษาการจัดเรียงตัวด้วยการเปลี่ยนขั้วอย่างรวดเร็ว ซึ่งการหมุนของโมเลกุลต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เกิดแรงเสียดทานกับตัวกลางที่อยู่รอบ ๆ และเกิดความร้อนขึ้น (Copson, 1975)

2.6.2 การใช้ไมโครเวฟในการทำแห้ง

เนื่องจากการใช้ความร้อนโดยทั่วไปมีข้อบกพร่องหลายประการ เช่น อัตราการถ่ายเทความร้อนต่ำ ทำให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสและสมบัติทางโภชนาการเสื่อมเสียเนื่องจากใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนานเกินไป ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของรงควัตถุและวิตามินและอาจทำให้เกิดลักษณะแข็งที่ผิว ฟูมความชื้นไว้ในอาหาร (Case hardening) จึงทำให้อาหารแห้งช้าลง แต่ในการใช้ความร้อนด้วยไมโครเวฟความร้อนจะเกิดขึ้นภายในชิ้นอาหาร โดยการใช้ไมโครเวฟในการทำแห้งชิ้นอาหารนั้นนิยมใช้ในช่วงท้ายของกระบวนการ ซึ่งจะช่วยให้ไม่ต้องใช้อากาศร้อนจำนวนมาก และการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจากออกซิเจนในอากาศร้อน (กิตติพงษ์, 2537) นอกจากนี้แล้วการใช้ไมโครเวฟยังช่วยการประหยัดพลังงานได้มากถึงร้อยละ 75 เมื่อเทียบกับการให้ความร้อนด้วยวิธีอื่น (Baldwin, 1983) และการอบแห้งธัญชาตินั้น การใช้ไมโครเวฟจะทำให้มีต้นทุนต่ำ ประสิทธิภาพการใช้พลังงานมากกว่าและมีเสียงดังน้อยกว่าการทำแห้งแบบเก่า และไม่ก่อให้เกิดมลภาวะเรื่องฝุ่นอีกด้วย (รุ่งนภา, 2539)

2.7 การทอด (Frying)

การทอดเป็นกระบวนการแปรรูปอาหารซึ่งช่วยเปลี่ยนแปลงคุณภาพการบริโภคของอาหาร นอกจากนั้นการทอดยังมีผลต่อการช่วยการเก็บรักษาจากการให้ความร้อนซึ่งทำลายจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิต และลดปริมาณน้ำที่ผิวของอาหาร อายุการเก็บของอาหารทอดจะขึ้นอยู่กับความชื้นภายในหลังการทอด อาหารทอดที่ยังมีความชื้นภายในชิ้นอาหารสูงอยู่ จะมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแพร่กระจายเคลื่อนที่ของความชื้นและไขมัน สำหรับอาหารทอดที่มีความชื้นต่ำ เช่น มันฝรั่งแผ่นทอดกรอบหรือ ขนมขบเคี้ยวต่าง ๆ การทอดจะมีผลช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาด้วย

เมื่อทอดอาหารลงในน้ำมันร้อน อุณหภูมิที่ผิวของชิ้นอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและน้ำจะระเหยออกไปในรูปของไอน้ำ ผิวของชิ้นอาหารจะค่อยๆ แห้ง เช่นเดียวกับในการอบ แนวในการระเหยของน้ำจากชิ้นอาหารจะเริ่มที่ผิวแล้วค่อยๆ เลื่อนเข้าด้านใน และเกิดเปลือกแข็งเช่นเดียวกัน อุณหภูมิที่ผิวของอาหารจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนเท่ากับอุณหภูมิน้ำมันที่ทอด ส่วนอุณหภูมิภายในชิ้นอาหารจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น 100 องศาเซลเซียส อย่างช้าๆ อัตราการถ่ายเทความร้อนจะถูกควบคุมโดยอุณหภูมิต่างระหว่างอุณหภูมิน้ำมัน และอุณหภูมิอาหาร

เปลือกแข็งที่ผิวของอาหารทอดจะลักษณะพรุน ประกอบด้วยช่องเล็กๆ ที่มีขนาดต่างกัน ระหว่างการทอด น้ำและไอน้ำในอาหารจะเคลื่อนที่ผ่านช่องเหล่านี้ออกมาและที่ว่างที่เกิดขึ้นจะถูกแทนที่ด้วยน้ำมันที่ร้อน จะเห็นว่าความชื้นในอาหารจะต้องเคลื่อนที่ผ่านชั้นของน้ำมันที่ผิวของอาหารออกมา ความหนาของชั้นน้ำมันที่ผิวนี้จะเป็นตัวควบคุมอัตราการถ่ายเทความร้อนและมวลสาร ซึ่งความหนาของชั้นจะขึ้นกับความหนืดและความเร็วในการเคลื่อนที่ของน้ำมัน ความดันไอน้ำของความชื้นในชิ้นอาหารและน้ำมันจะเป็นแรงผลักดันให้เกิดการถ่ายเทมวลสารของน้ำเช่นเดียวกับการทำแห้งด้วยอากาศร้อน

เวลาที่ใช้ในการทอดอาหารจะขึ้นกับ

- 1) ชนิดของอาหาร
- 2) อุณหภูมิของน้ำมัน
- 3) วิธีทอดว่า เป็นวิธีใช้น้ำมันน้อยหรือน้ำมันมาก
- 4) ความหนาชิ้นอาหาร
- 5) ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

อาหารที่ยังมีความชื้นภายในสูงอยู่ จะถูกทอดจนกระทั่งอุณหภูมิในชิ้นอาหารสูงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ปนเปื้อน และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสถึงระดับที่ต้องการโดยอุณหภูมิที่ใช้ทอดอาหาร โดยมากจะถูกกำหนดจากการพิจารณาด้านความประหยัดค่าใช้จ่ายและลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น เวลาที่ใช้ทอดจะน้อยลงทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้น แต่การใช้อุณหภูมิสูงจะเป็นการเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำมัน คือเกิดกรดไขมันอิสระขึ้น ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหนืด สี และรสชาติของน้ำมัน จึงต้องเปลี่ยนน้ำมันที่ใส่ทอดบ่อย ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย นอกจากนั้นการใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้น้ำมันเดือดเป็นฟองเมื่อทอดเกิดการสูญเสียน้ำมันไปในรูปหยดของเหลวเล็กๆ ที่เกิดขึ้นจากการแตกฟองของน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภูวตลและคณะ (2545) ได้ศึกษาการทำทุเรียนผง โดยการอบแห้งเปรียบเทียบคุณสมบัติของทุเรียนผง คือ ความชื้น ความหนืด สี ปริมาณแป้ง และองค์ประกอบอื่นๆ ของทุเรียนผง พบว่าทุเรียนผงที่ผลิตจากตู้อบสุญญากาศมีความชื้นต่ำกว่าทุเรียนผงที่ผลิตจากตู้อบลมร้อน และมีค่าสีสูงกว่า ส่วนค่าการละลายและการดูดซับน้ำไม่แตกต่างกัน การผลิตทุเรียนผงเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปอาหาร อาจเลือกใช้ทุเรียนผงที่ได้จากตู้อบลมร้อนที่อบด้วยอุณหภูมิ 60 หรือ 70 องศาเซลเซียส เพราะทุเรียนผงที่ได้จะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกว่า สามารถให้ความหนืดสูงกว่า มีความคงตัวมากกว่าในทุเรียนผงที่ได้จากตู้อบสุญญากาศ

พนิดาและพัชรินทร์ (2543) ได้ทำการศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตอาหารว่างรสทุเรียน โดยตัดแปรรูตรมาจากข้าวเหนียว ใช้ส่วนผสมของแป้งต่าง ๆ แทนข้าวเหนียว และทุเรียนกวนแทนทุเรียนสด แล้วนำไปอัดขึ้นรูปให้เป็นแท่ง จากการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารว่างรสทุเรียน พบว่า ระดับคะแนนความชอบอยู่ในเกณฑ์รู้สึกเฉย ๆ ทั้งสี กลิ่นรส รสชาติ ความแข็งกรอบและความชอบรวม ควรมีการปรับปรุงสูตรต่อไป

ชนกพร ทองอารมณ์ (2538) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำ Rice Cracker คือใช้แป้งพรีเจลาติไนซ์ (กรัม)ต่อน้ำ (มิลลิลิตร) เท่ากับ 35 : 50 ซึ่งให้ Rice Cracker ที่มีการพองตัวปานกลาง ความสม่ำเสมอของผิวปานกลางความบิดงอและม้วนตัวน้อย สีเหลืองอ่อนกรอบแห้งจากการทดลองพบว่า การอบไม่เหมาะที่จะทำให้ Rice Cracker สุก เพราะ Rice Cracker ที่ได้จะพองตัวน้อยเนื้อแข็งมาก วิธีทอดเป็นวิธีที่เหมาะสมในการทำ Rice Cracker สุกเพราะ Rice Cracker ที่ได้มีการพองตัวมากกว่า และมีความกรอบพอควร

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบที่สำคัญ

- แป้งทุเรียน กลุ่มบ้านเกษตรกร จังหวัดจันทบุรี
- แป้งสาลีเอนกประสงค์ ตราวาว บริษัท ยูไนเต็ดฟลาวมิลล์ จำกัด (มหาชน)
- แป้งข้าวเจ้า ตรานิวเกรด บริษัท ไทยวาฟู้ดส์ จำกัด (มหาชน)
- มาร์การีน ตราเบสต์ฟู้ดส์ บริษัท ยูนิลีเวอร์ เบสท์ฟู้ดส์ จำกัด (มหาชน)

3.2 อุปกรณ์ที่สำคัญ

- อุโมงค์ไมโครเวฟ
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-XT2)

3.3 วิธีการทดลอง

จากการทดลองเบื้องต้นเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่าง โดยดัดแปลงสูตรมาจากกรอบกรอบของ ดร.ดวงฤทัย ชำรงโชติ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครใต้ ดังแสดงในภาคผนวก ก. ทดลองจนได้สูตรส่วนผสมและวิธีการทำแห้งที่เหมาะสม นำมาทำการทดลองดังนี้

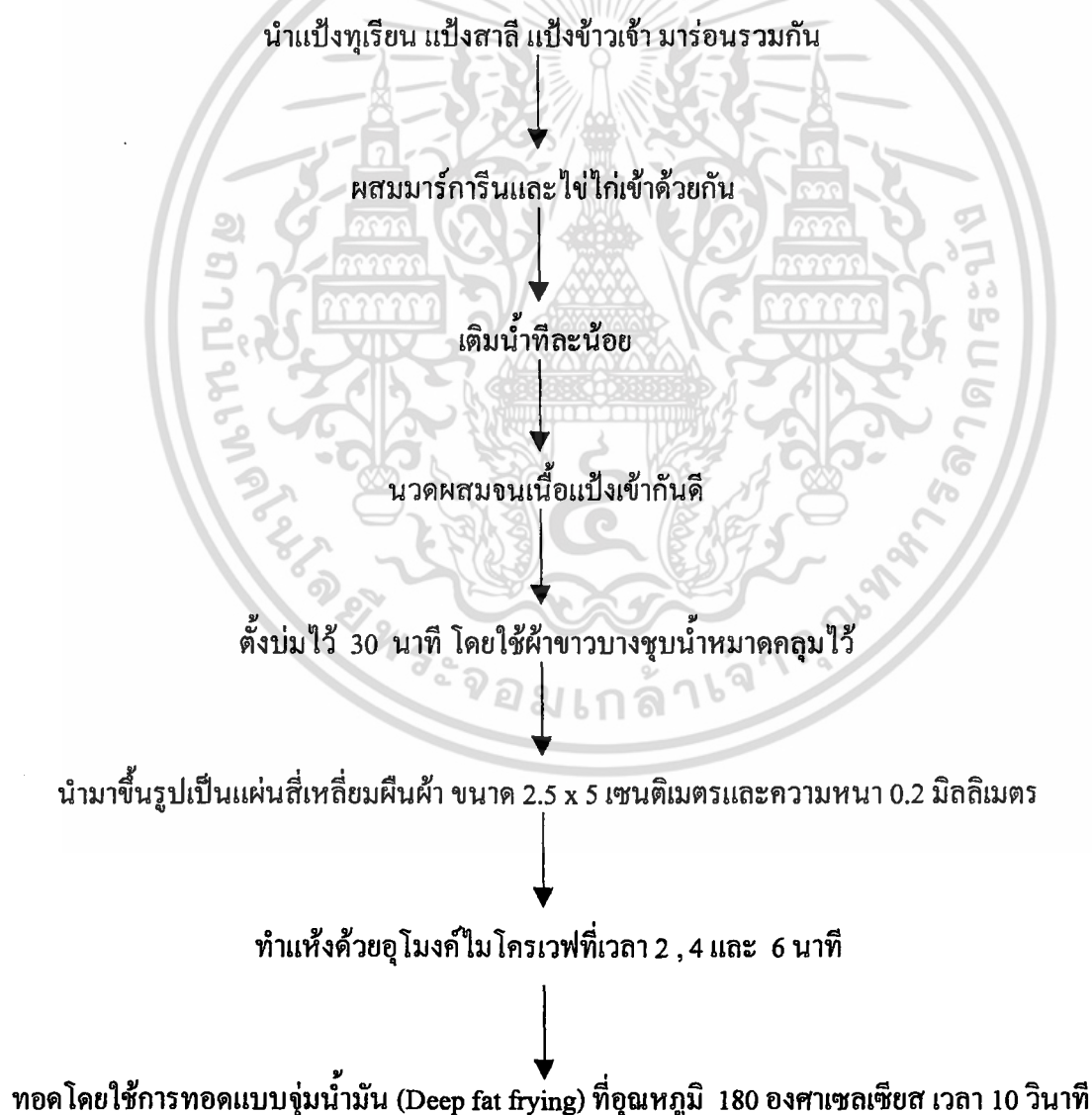
3.3.1 การผลิตอาหารว่างจากแป้งทุเรียน ที่สภาวะอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลีและระยะเวลาการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟต่าง ๆ กัน

ผลิตอาหารว่างจากแป้งทุเรียนวางแผนการทดลองโดยจัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียลลงใน CRD (Factorial in CRD) ใช้อัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลีที่ระดับ 2:1 และ 3:1 ดังแสดงในตารางที่ 3.1 มาผลิตเป็นอาหารว่าง ดังแสดงในแผนผังกระบวนการผลิตรูปที่ 3.1 โดยใช้ระยะเวลาการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟที่ระยะเวลา 2, 4 และ 6 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของอาหารว่างจากแป้งทุเรียนที่ทำการศึกษา

อัตราส่วน	2:1	3:1
แป้งทุเรียน	43.22 %	48.56 %
แป้งสาลี	21.53 %	16.19 %
แป้งข้าวเจ้า	3.41 %	3.41 %
น้ำ	25.64 %	25.64 %
มาร์การีน	6.20 %	6.20 %
ไข่ไก่	1 ฟอง	1 ฟอง



เอกสารนี้รูปที่ 3.1 แผนผังกระบวนการผลิตอาหารว่างจากแป้งทุเรียน เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของอาหารว่างจากแป้งทุเรียน นำอาหารว่างที่ผลิตได้ทั้ง 6 สูตรจากข้อ 3.3.1 มาทำการวิเคราะห์และตรวจสอบดังนี้

3.3.2.1 การวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Content) ของส่วนผสมก่อนการทำแห้ง หลังการทำแห้ง และความชื้นของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ด้วยวิธีวิเคราะห์ของ AOAC (1995)

3.3.2.2 การวัดอัตราการขยายตัว (Volume Expansion) ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย โดยวิธีวิเคราะห์จากสูตร

$$\text{อัตราการขยายตัว (Volume Expansion)} = \frac{\text{พื้นที่ของข้าวเกรียบหลังการทอด}}{\text{พื้นที่ของข้าวเกรียบก่อนการทอด}}$$

3.3.2.3 การวัดเนื้อสัมผัส (Texture) ของผลิตภัณฑ์สุดท้ายด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-XT2) เพื่อเปรียบเทียบค่าแรงกดสูงสุด (Max Force) ดังตัวอย่างในรูปที่ 3 (ภาคผนวก ข.) โดยใช้หัววัดแบบ Ball Probe ระยะห่าง 3 มิลลิเมตร และความเร็วการทดสอบ (Test Speed) 1 มิลลิเมตรต่อวินาที

3.3.3 การทดสอบความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่ออาหารว่างจากแป้งทุเรียน

นำอาหารว่างทั้ง 6 สูตร มาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 1 – 5 Point Hedonic Scale Scoring Test ในด้านปัจจัยด้านกลิ่นรสทุเรียน รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ซึ่งแบ่งระดับของการให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ 5 คะแนน เท่ากับ ชอบมาก , 4 คะแนน เท่ากับ ชอบ , 3 คะแนน เท่ากับ เฉยๆ , 2 คะแนน เท่ากับ ไม่ชอบ และ 1 คะแนน เท่ากับ ไม่ชอบมาก โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 25 คน แล้วทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ตาราง ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เพื่อคัดเลือกสูตรอาหารว่างที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุด โดยใช้แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสดังแสดงในภาคผนวก ค.

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของอาหารว่างจากแป้งทุเรียนทั้ง 6 สูตร ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ความชื้นและสถานะในการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ

การทดลองการผลิตอาหารว่างจากแป้งทุเรียนที่มีอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลีในระดับ 2:1 และ 3:1 แล้วทำแห้งโดยใช้อุโมงค์ไมโครเวฟที่ระดับเวลา 2 , 4 และ 6 นาที พบว่าระยะเวลาในการทำแห้งมีผลต่ออัตราการระเหยน้ำในส่วนผสม การทำแห้งอาหารว่างจากแป้งทุเรียนอัตราส่วน 2:1 ด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟสามารถลดความชื้นได้ถึง 12% ,17% และ 21% ที่เวลา 2 , 4 และ 6 นาที ตามลำดับ การทำแห้งอาหารว่างจากแป้งทุเรียนอัตราส่วน 3:1 ด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟสามารถลดความชื้นได้ถึง 16% , 20% และ 21% ที่เวลา 2 , 4 และ 6 นาที ตามลำดับ

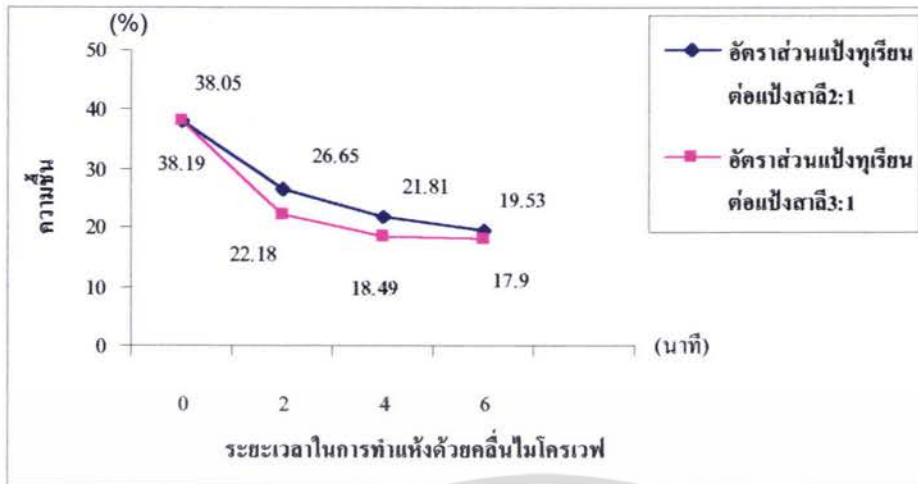
ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณความชื้นของส่วนผสมก่อนการทำแห้งและหลังการทำแห้งด้วยอุโมงค์ ไมโครเวฟ

อัตราส่วน แป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี	ความชื้น ก่อนการทำแห้ง	ความชื้นหลังการทำแห้งที่ระยะเวลาต่างกัน (นาที)		
		2	4	6
2 :1	38.05 ± 0.15	26.65 ± 0.59 ^a	21.81 ± 2.15 ^a	19.53 ± 1.48 ^a
3 :1	38.19 ± 0.42	22.18 ± 1.37 ^a	18.49 ± 0.24 ^a	17.90 ± 1.13 ^a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นหลังการทำแห้งในระยะเวลาที่ต่างกันกับอัตราส่วนเบงทูนีนที่ต่างกัน



รูปที่ 4.2 แสดงผลิตภัณฑ์ก่อนการทำแห้งที่อัตราส่วนเบงทูนีน 3:1 และ 2:1 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงผลผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟที่เวลา 2, 4 และ 6 นาที ที่มีอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 2:1

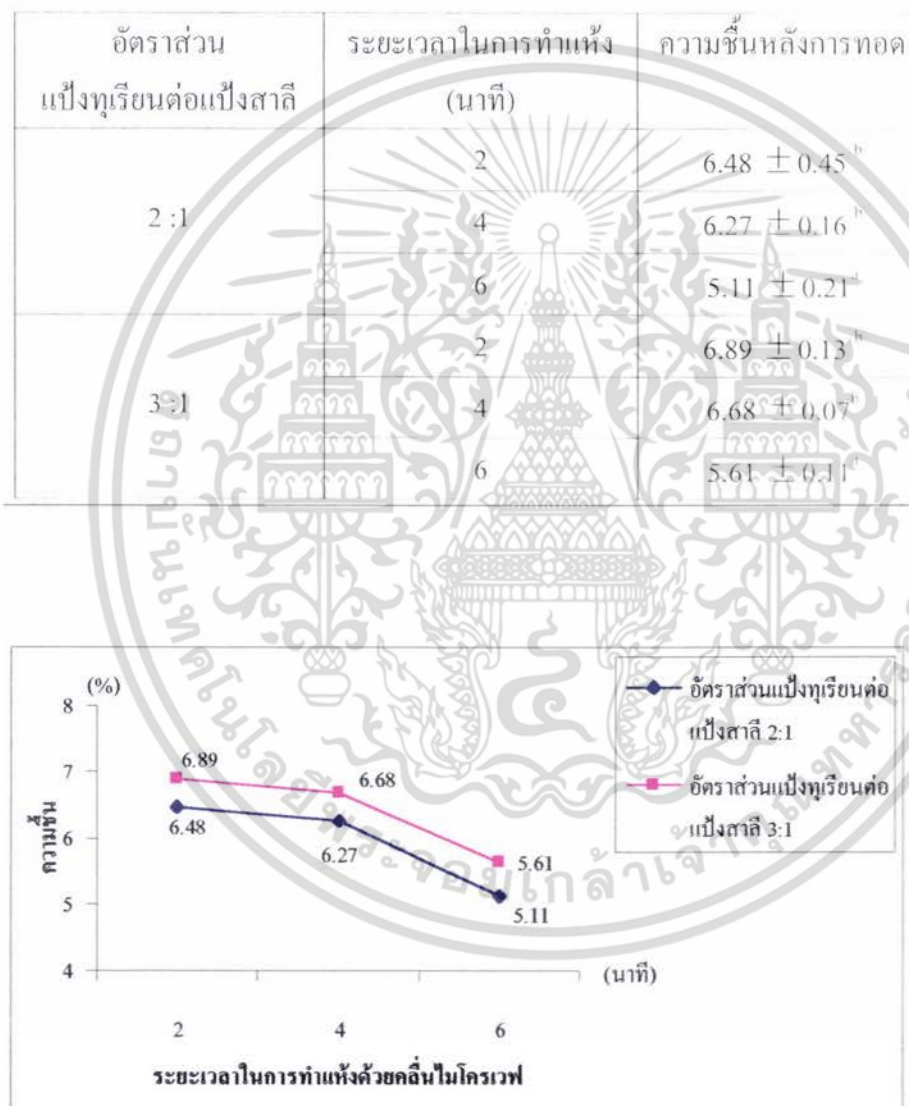


รูปที่ 4.4 แสดงผลผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟที่เวลา 2, 4 และ 6 นาที ที่มีอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 3:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำส่วนผสมหลังจากผ่านการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ มาผ่านการทอดแบบจุ่มน้ำมัน (Deep fried) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที พบว่าอาหารว่างจากแป้งทุเรียนจะมีความชื้นสุดท้าย 5.1-5.8 % และระยะเวลาในการทำแห้งมีผลต่อความชื้นของผลิตภัณฑ์สุดท้ายหลังการทอด เนื่องจากมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณความชื้นของส่วนผสมหลังทอด ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10วินาที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดแบบจุ่มน้ำมันที่มีระยะเวลาการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ 2, 4 และ 6 นาที อัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 2:1



รูปที่ 4.7 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดแบบจุ่มน้ำมันที่มีระยะเวลาการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ 2, 4 และ 6 นาที อัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 3:1

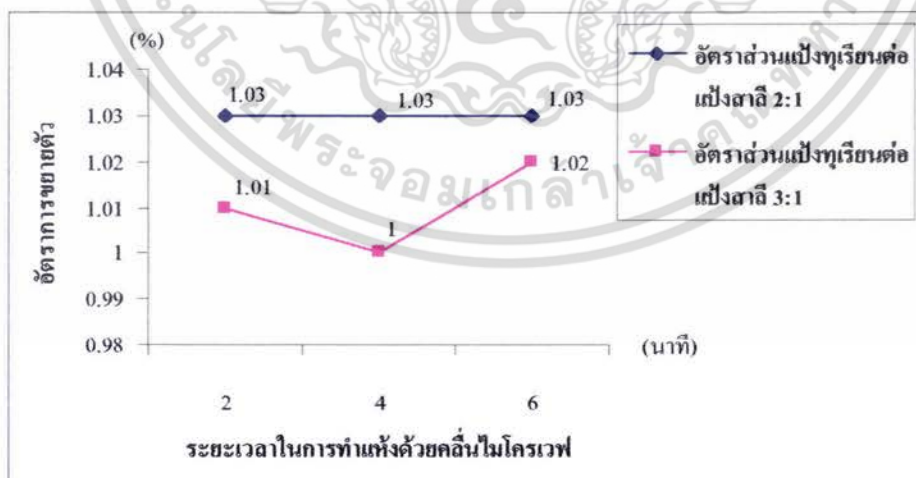
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์อัตราการขยายตัว

อัตราการขยายตัว (Expansion ratio) ของผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากแป้งทุเรียน พบว่าที่อัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลีและระยะเวลาในการแห้งต่างกัน ไม่มีความแตกต่างของอัตราการขยายตัว โดยผลิตภัณฑ์มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นประมาณ 1.02 เท่าจากส่วนผสมก่อนทอด เนื่องจากแป้งสาลีไม่มีคุณสมบัติในการพองตัวหลังจากการทอด ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยหรือแทบไม่มีเลย อีกทั้งแป้งทุเรียนมีคุณสมบัติให้ความหนืด เมื่อโดนความร้อนหลังจากการทอดจะทำให้ไม่มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นมากนัก

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าอัตราการขยายตัวหลังการทอด

อัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี	ระยะเวลาในการทำแห้ง (นาที)	อัตราการขยายตัว
2 : 1	2	1.03 ± 0.01^a
	4	1.03 ± 0.01^a
	6	1.03 ± 0.01^a
3 : 1	2	1.01 ± 0.01^a
	4	1.00 ± 0.05^a
	6	1.02 ± 0.01^a



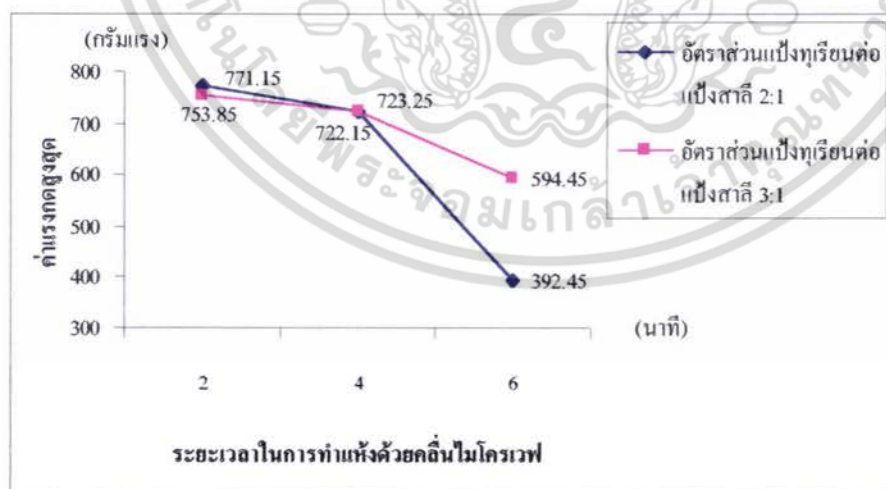
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลของการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (รุ่น TA-XT2)

จากการวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากแป้งทุเรียน โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA-XT2) หัววัดแบบ Ball probe พบว่าผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากแป้งทุเรียนที่มีอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 2:1 โดยผ่านการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟเป็นเวลา 6 นาที มีค่าแรงสูงสุด (Max Force) ที่มีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความกรอบมากที่สุด ดังนั้นแรงกดที่ใช้ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกจึงมีค่าน้อย

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าแรงกดสูงสุด (Max Force)

อัตราส่วน แป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี	ระยะเวลาทำแห้ง (นาที)	ค่าแรงกดสูงสุด(Max Force) (กรัมแรง)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
2 : 1	2	768.1	774.2	771.15
	4	731.1	715.4	723.25
	6	398.5	386.4	392.45
3 : 1	2	764.6	743.1	753.85
	4	771.9	672.4	722.15
	6	589.5	599.4	594.45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารว่างจากแป้งทุเรียน ทั้ง 6 สูตร

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 1-5 Point Hedonic Scale Scoring Test ในปัจจัยด้านกลิ่นรสทุเรียน รสชาติ ความกรอบและความชอบโดยรวม พบว่าปัจจัยด้านรสชาติ ความกรอบ และความชอบ โดยรวมของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันที่อัตราส่วนและระยะเวลาในการทำแห้งที่ต่างกัน ผู้บริโภคสามารถแยกความแตกต่างของกลิ่นรสทุเรียนที่ระยะเวลาการทำแห้งต่างกัน ได้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลีที่มีอัตราส่วน 3:1 ผ่านการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟที่ระยะเวลา 6 นาที ผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์มากที่สุด

ตารางที่ 4.5 แสดงระดับการให้คะแนนปัจจัยด้านกลิ่นรสทุเรียน

อัตราส่วน แป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี	ระยะเวลาในการทำแห้งด้วย คลื่นไมโครเวฟ (นาที)	ค่าเฉลี่ย
2:1	2	2.88
	4	3.04
	6	3.36
3:1	2	2.88
	4	3.12
	6	3.44

ตารางที่ 4.6 แสดงระดับการให้คะแนนปัจจัยด้านกลิ่นรสชาติ

อัตราส่วน แป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี	ระยะเวลาในการทำแห้งด้วย คลื่นไมโครเวฟ (นาที)	ค่าเฉลี่ย
2:1	2	2.96
	4	3.00
	6	3.20
3:1	2	3.08
	4	3.12
	6	3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูงาน ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงระดับการให้คะแนนปัจจัยด้านความกรอบ

อัตราส่วน แป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี	ระยะเวลาในการทำแห้งด้วย คลื่นไมโครเวฟ (นาที)	ค่าเฉลี่ย
2:1	2	2.84
	4	3.12
	6	3.20
3:1	2	3.08
	4	3.00
	6	3.44

ตารางที่ 4.8 แสดงระดับการให้คะแนนปัจจัยด้านความชอบโดยรวม

อัตราส่วน แป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี	ระยะเวลาในการทำแห้งด้วย คลื่นไมโครเวฟ (นาที)	ค่าเฉลี่ย
2:1	2	2.84
	4	2.96
	6	3.24
3:1	2	2.88
	4	3.00
	6	3.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้พบปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้ทำการทดลองผลิตอาหารว่างจากแป้งทุเรียน โดยทำการผลิตอาหารว่างที่มีปัจจัยด้านอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลีและระยะเวลาในการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟที่ต่างกัน เพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ บางประการ และทดสอบความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์พบว่า

1. จากผลการวิเคราะห์ความชื้นพบว่าระยะเวลาในการทำแห้งที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการลดลงของความชื้นผลิตภัณฑ์สุดท้าย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ผลิตภัณฑ์อาหารว่างจะมีเนื้อสัมผัสที่แห้งและมีสีเหลืองเข้มมากขึ้น โดยมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยประมาณ 1.02 เท่าจากเดิมก่อนการทอด และผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 2:1 ที่ผ่านการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟเป็นเวลา 6 นาที มีความกรอบมากที่สุดจากการวัด เนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสเนื่องจากมีค่าแรงกดสูงสุด (Max Force) น้อยที่สุด

2. จากผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 1-5 Point Hedonic Scale Scoring Test พบว่าผู้บริโภคสามารถแยกความแตกต่างของปัจจัยด้านกลิ่นรสทุเรียนที่ระยะเวลาการทำแห้งต่างกันได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผู้ทดสอบมีความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราส่วนแป้งทุเรียนต่อแป้งสาลี 3:1 ที่ผ่านการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟเป็นเวลา 6 นาที มากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ทุเรียนผงที่นำมาใช้ผลิตอาหารว่างควรเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นหืน
2. ในขั้นตอนการทำแห้งด้วยอุโมงค์ไมโครเวฟ ควรตรวจสอบเมกนิตรอนให้มีการทำงานทั้ง 6 ตัว เพื่อความสม่ำเสมอของการถ่ายเทความร้อน

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา ศุภทนต์. 2538. การพัฒนาอาหารว่างสำเร็จรูปจากผลไม้ไทยสำหรับเด็กวัยเรียน. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 239 หน้า
- กิตติพงษ์ ห่วงรัชนี. 2537. กระบวนการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 292 หน้า
- ขวัญฤดี อินทริยะ และ วชิระ ส่งจิตร. 2542. การใช้ทุเรียนผงเพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กคุกกี้ และขนมปัง. ปัญหาพิเศษภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จริยา คุณะวิภากร. 2542. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากข้าวพองที่ทำจากข้าวกล้องหักหอมมะลิผสมเนยถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนกพร ทองดากรณ์ . 2538. การผลิต Rice Snack จากแป้งพรีเจลาติไนซ์. ปัญหาพิเศษภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พนิดา สุนทรกิจจาร์กษา และ พัชรินทร์ จินตพัฒนานิกจ. 2543. ผลิตภัณฑ์อาหารว่างรสทุเรียนชนิดแท่ง. ปัญหาพิเศษภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เพ็ญขวัญ ชมปรีดา และ ทศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวในเอกสารการสอนชุดวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร. หน่วยที่ 8 – 15 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี.
- ภูวดล เนตรธรรานนท์ บัญชา ฐานธรรม และสาโรจน์ อัมพามาศ. 2543. การทำทุเรียนผงโดยการอบแห้ง. ปัญหาพิเศษภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วิชัย หฤทัยธนาสันต์ และ ศิริลักษณ์ สินธุวาลัย. 2537. การพัฒนาผลิตภัณฑ์บิสกิตหน้าทุเรียนเพื่อการส่งออก. ทวนการวิจัยภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิมลศิริ ชนะสูติ. 2539. การพัฒนาอาหารเข้าสำเร็จรูปแบบผสมชนิดแท่ง. วิทยานิพนธ์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 239 หน้า.
- วุฒิชัย นาครักษา. 2535. เทคโนโลยีธัญพืช. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- รุ่งนภา แซ่ลี และ รุ่งรัตน์ นิลธเสน. 2543. การพัฒนาและแปรรูปทุเรียนโดยวิธีการแช่แข็งแห้ง. ปัญหาพิเศษภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- รุ่งนภา วิสิษฐุตรการ. 2539. เอกสารประกอบการสอนหุดการถนอมและการแปรรูปอาหาร. สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุวรรณ ศรีสวัสดิ์, สัมพันธ์ ศรีสุริยวงษ์ และศรีศักดิ์ ตรังวัชรกุล. 2540. การผลิตและใช้ประโยชน์ทุเรียนดิบแช่แข็ง. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร. หน้า 13-41.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538. คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และการคำนวณเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมอบ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- Baldwin., R.E. 1983. "Microwave Cooking: an Overview". *Journal of Food Protection*. 46 (3):266-269.
- Bledford , D.E. 1982. **What is a Snack Food flavourings , ingredients , processing and packagings**. *Food Technology*. 4 (11) : 30-37
- Copson, D.A. 1975. **Microwave Heating**. Connecticut: AVI Publishing Co.
- Eskin. N.A.M., H.M. Henderson and R.J. Townsend. 1971. **Biochemistry of Food**. Academic Press, New York.
- Franklin. W.M. 1980. **Tropical and Subtropical Fruits: Composition, Properteis and Used**. AVI Publishing Inc. Westport, Connecticut. p.59-64.
- Harlfinger, L. 1992. **"Microwave Food Processing Equipment Throughout The World"**
- Lambert, J.P. 1980. "Biological Hazards of Microwave Radiation". *Journal of Food Protection*. 43(8): 625-628.
- Moser. R., D. Duvel and R. Greve. 1980. Volatile constituents and fatty acid composition of lipids in *Durio zibethinus*. *Phytochem*. 19: 79-81.
- Powell , E.L. 1967. **Production and use of pregelatinized starch**. In R.L. Whistter , and E.F. Paschall (Eds.). *Starch ; Chemistry and Technology Vol. II* Academic Press Inc. New York. p.523-536.
- Stanton, W.R. 1965. **The chemical composition of some tropical food plants: durian**. *Trop. Sci*. 8: 6-13
- Tettweiler , P. 1991. **Snack Food Worldwide**. *Food Technology*. 45(2) ; 58-60
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tucker, G.A. and D. Grierson. 1987. Fruit ripening. D.D. Davies(ed.). **The Biochemistry of Plants**. Vol. 12. Academic Press, New York. p. 265-318.

Winterhalter, P. 1991. Fruit : Durian, H. Maarse(ed.). **Volatile Compounds in Foods and Beverages**. Marcel Dekker, Inc., New York.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรครองแครงกรอบจากแป้งเผือก

ส่วนผสม

1. แป้งสาลีร่อนแล้ว	352	กรัม
2. แป้งข้าวเจ้าร่อนแล้ว	22	กรัม
3. แป้งเผือกร่อนแล้ว	66	กรัม
4. เนยสด	4	กรัม
5. เกลือป่น	2	กรัม
6. ไข่ไก่	1	ฟอง
7. หัวกะทิ	165.5	กรัม
8. น้ำมันสำหรับทอด		

วิธีการทำ

- ผสมแป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งเผือกเข้าด้วยกัน ร่อนรวมกันอีกที หลังจากนั้นผสมเกลือป่น ไข่ เนย เคล้าให้เข้ากัน
- ค่อยๆ ใส่หัวกะทิ นวดจนแป้งนิ่มพอปั้นได้ ใช้ผ้าขาวบางชุบน้ำบิดหมาดๆ คลุมแป้งไว้ ประมาณ 30 นาที
- โรยแป้งสาลีบนโต๊ะหรือถาดสีเหลือง หลังจากนั้นนำก้อนแป้งมาคลึง เป็นแผ่นบางๆ หนา ประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วใช้มีดตัดเป็นสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ขนาด 3 x 4 เซนติเมตร
- ใส่น้ำมันในกระทะ ตั้งไฟปานกลาง พอน้ำมันร้อนใส่แป้งครองแครงลงทอด ทอดจนเหลืองทั่ว ทั้งชิ้น ตักขึ้นพักบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำมัน

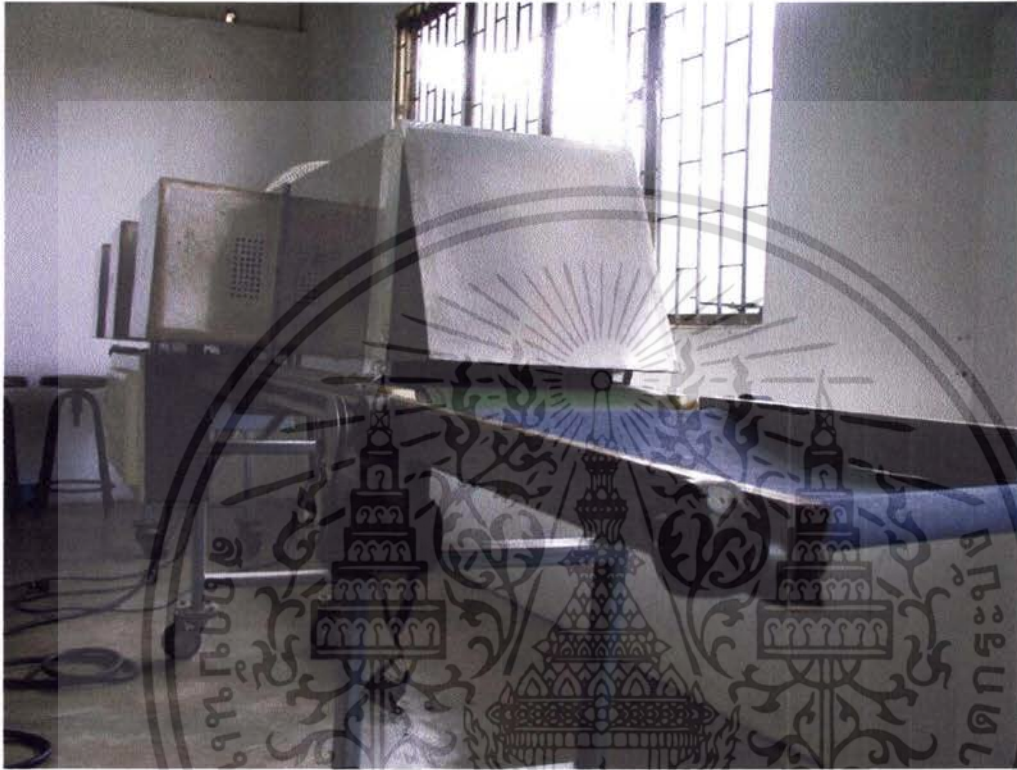
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

**ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
การวิเคราะห์และการตรวจสอบ**

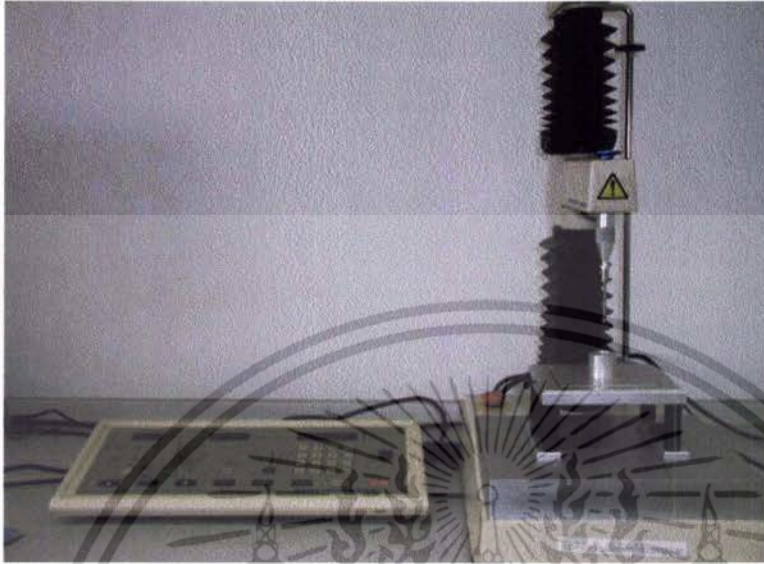
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



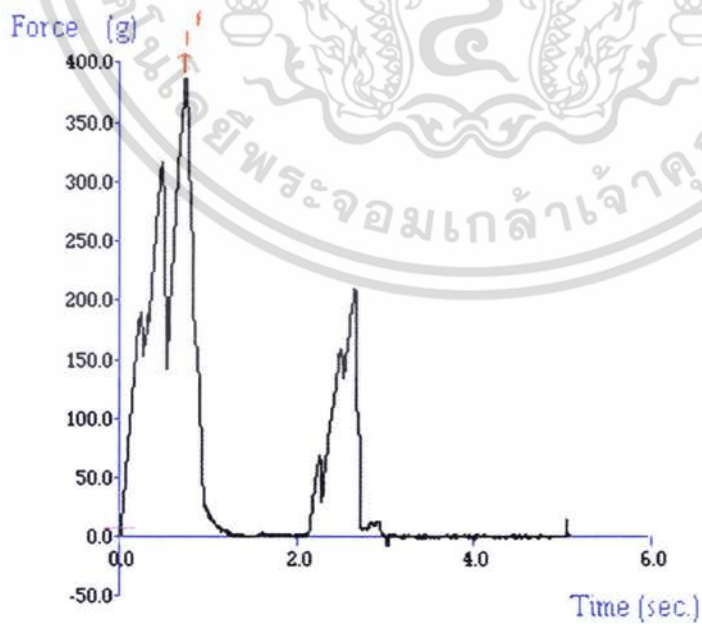
รูปที่ 1 แสดงอุปกรณ์ไมโครเวฟที่ใช้ในการทำแห้งอาหารว่างจากแป้งทุเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดเนื้อสัมผัส รุ่น TA-XT2

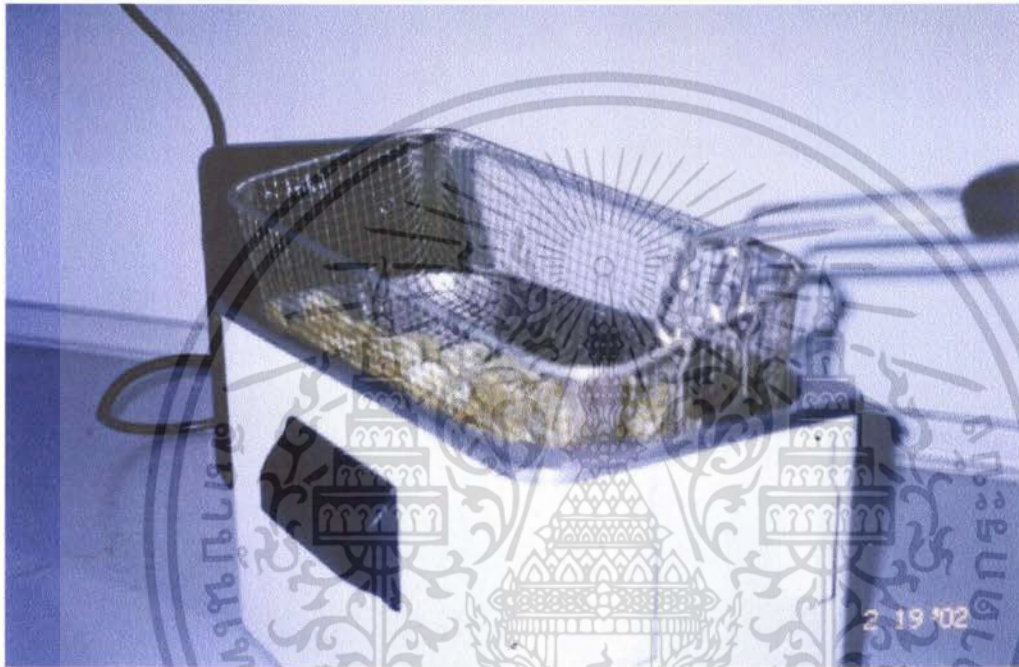


Pre-Test Speed 1.0 mm / s
 Test Speed 1.0 mm / s
 Post-Test Speed 10.0 mm / s
 Distance 3.0 mm



รูปที่ 2 ตัวอย่างกราฟแสดงค่าแรงสูงสุด (Max Force)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 แสดงเตาทอดแบบน้ำมันท่วมระบบเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารว่างจากแป้งทุเรียน

แบบ Hedonic Scale

ชุดที่.....

วันที่ทำการทดสอบ.....

ชื่อ.....นามสกุล.....

การพิจารณาคะแนนทางด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) รสชาติ และความชอบโดยรวม
แบ่งคะแนนตามความชอบออกเป็น 5 ระดับ คือ

- | | |
|---|--------------|
| 1 | ไม่ชอบมาก |
| 2 | ไม่ชอบ |
| 3 | เฉยๆ |
| 4 | ชอบ |
| 5 | ชอบมากที่สุด |

ในระหว่างการชิมรสแต่ละตัวอย่าง ใช้น้ำล้างปากเพื่อป้องกันการสับสนระหว่างตัวอย่าง

ลักษณะที่ทดสอบ	รหัสตัวอย่าง					
กลิ่นรส (เมื่อเคี้ยว)						
รสชาติ						
ความกรอบ						
ความชอบโดยรวม						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

Case Processing Summary^a

Cases					
Included		Excluded		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
150	100.0%	0	.0%	150	100.0%

a. hedonic scale of flavor by Rate of wheat flour and durian flour, time of drying with microwave

Cell Means^b

Rate of wheat	time of drying with	hedonic scale of flavor	
		Mean	N
2:1	2 minute	2.8800	25
	4 minute	3.0400	25
	6 minute	3.3600	25
	Total	3.0933	75
3:1	2 minute	2.8800	25
	4 minute	3.1200	25
	6 minute	3.4400	25
	Total	3.1467	75
Total	2 minute	2.8800	50
	4 minute	3.0800	50
	6 minute	3.4000	50
	Total	3.1200 ^a	150

a. Grand Mean

b. hedonic scale of flavor by Rate of wheat flour and durian flour, time of drying with microwave

ANOVA^a

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
hedonic scale of flavor	Main Effects	(Combined)	6.987	3	2.329	2.823	.041
		Rate of wheat flour and durian flour	.107	1	.107	.129	.720
		time of drying with microwave	6.880	2	3.440	4.170	.017
	2-Way Interactions	Rate of wheat flour and durian flour * time of drying with microwave	5.333E-02	2	2.667E-02	.032	.968
	Model		7.040	5	1.408	1.707	.137
	Residual		118.800	144	.825		
	Total		125.840	149	.845		

a. hedonic scale of flavor by Rate of wheat flour and durian flour, time of drying with microwave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

Case Processing Summary^a

Cases					
Included		Excluded		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
150	100.0%	0	.0%	150	100.0%

a. hedonic scale of taste by rate of durian flour and wheat flour, time of drying with microwave

Cell Means^b

rate of durian	time of drying with	hedonic scale of taste	
		Mean	N
2:1	2 minute	2.9600	25
	4 minute	3.0000	25
	6 minute	3.2000	25
	Total	3.0533	75
3:1	2 minute	3.0800	25
	4 minute	3.1200	25
	6 minute	3.2000	25
	Total	3.1333	75
Total	2 minute	3.0200	50
	4 minute	3.0600	50
	6 minute	3.2000	50
	Total	3.0933 ^a	150

a. Grand Mean

b. hedonic scale of taste by rate of durian flour and wheat flour, time of drying with microwave

ANOVA^a

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
hedonic scale of taste	Main Effects	(Combined)	1.133	3	.378	.471	.703
		rate of durian flour and wheat flour	.240	1	.240	.299	.585
		time of drying with microwave	.893	2	.447	.557	.574
	2-Way Interactions	rate of durian flour and wheat flour * time of drying with microwave	.120	2	6.000E-02	.075	.928
Model			1.253	5	.251	.313	.905
Residual			115.440	144	.802		
Total			116.693	149	.783		

a. hedonic scale of taste by rate of durian flour and wheat flour, time of drying with microwave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

Case Processing Summary^a

Cases					
Included		Excluded		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
150	100.0%	0	.0%	150	100.0%

a. hedonic scale of crispy by rate of durian flour and wheat flour, time of drying with microwave

Cell Means^b

rate of durian	time of drying with	hedonic scale of crispy	
		Mean	N
2:1	2 minute	2.8400	25
	4 minute	3.1200	25
	6 minute	3.2000	25
	Total	3.0533	75
3:1	2 minute	3.0800	25
	4 minute	3.0000	25
	6 minute	3.4400	25
	Total	3.1733	75
Total	2 minute	2.9600	50
	4 minute	3.0600	50
	6 minute	3.3200	50
	Total	3.1133 ^a	150

a. Grand Mean

b. hedonic scale of crispy by rate of durian flour and wheat flour, time of drying with microwave

ANOVA^a

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
hedonic scale of crispy	Main Effects	(Combined)	3.993	3	1.331	1.261	.290
		rate of durian flour and wheat flour	.540	1	.540	.512	.476
		time of drying with microwave	3.453	2	1.727	1.636	.198
	2-Way Interactions	rate of durian flour and wheat flour * time of drying with microwave	1.080	2	.540	.512	.601
		Model	5.073	5	1.015	.961	.444
Residual			152.000	144	1.056		
Total			157.073	149	1.054		

a. hedonic scale of crispy by rate of durian flour and wheat flour, time of drying with microwave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

Case Processing Summary^a

Cases					
Included		Excluded		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
150	100.0%	0	.0%	150	100.0%

a. hedonic scale of overall by rate of durian flour and wheat flour, time of drying with microwave

Cell Means^b

rate of durian flour and	time of drying with microwave	hedonic scale of overall	
		Mean	N
2:1	2 minute	2.8400	25
	4 minute	2.9600	25
	6 minute	3.2400	25
	Total	3.0133	75
3:1	2 minute	2.8800	25
	4 minute	3.0000	25
	6 minute	3.3200	25
	Total	3.0667	75
Total	2 minute	2.8600	50
	4 minute	2.9800	50
	6 minute	3.2800	50
	Total	3.0400 ^a	150

a. Grand Mean

b. hedonic scale of overall by rate of durian flour and wheat flour, time of drying with microwave

ANOVA^a

			Experimental Method				
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
hedonic scale of overall	Main Effects	(Combined)	4.787	3	1.596	1.869	.138
		rate of durian flour and wheat flour	.107	1	.107	.125	.724
		time of drying with microwave	4.680	2	2.340	2.740	.068
	2-Way Interactions	rate of durian flour and wheat flour * time of drying with microwave	1.333E-02	2	6.667E-03	.008	.992
		Model	4.800	5	.960	1.124	.350
Residual			122.960	144	.854		
Total			127.760	149	.857		

a. hedonic scale of overall by rate of durian flour and wheat flour, time of drying with microwave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oneway

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
moisture time 2 minute	2	24.4150	3.1608	2.2350	-3.9834	52.8134	22.18	26.65
of snack of 4 minute	2	20.1300	2.3759	1.6800	-1.2164	41.4764	18.45	21.81
after drying 6 minute	2	18.7150	1.1526	.8150	8.3594	29.0706	17.90	19.53
drying Total	6	21.0867	3.2311	1.3191	17.6959	24.4774	17.90	26.65

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
moisture of snack after drying	Between Groups	35.236	2	17.618	3.116	.185
	Within Groups	16.964	3	5.655		
	Total	52.199	5			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

moisture of snack after drying

Duncan^a

time of drying	N	Subset for alpha = .05
		1
6 minute	2	18.7150
4 minute	2	20.1300
2 minute	2	24.4150
Sig.		.096

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean
Sample Size = 2.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oneway

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
moisture rate of 2:1	3	2.6633	3.6359	2.0992	3.6312	1.6955	19.53	26.65
of snack durian fic 3:1	3	9.5100	2.3286	1.3444	3.7254	5.2946	17.90	22.18
after dry and whe: Total	6	1.0867	3.2311	1.3191	7.6959	4.4774	17.90	26.65

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
moisture of snack after drying	Between Groups	14.915	1	14.915	1.600	.275
	Within Groups	37.284	4	9.321		
	Total	52.199	5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oneway

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
moisture rate of 2:1	3	5.9567	.7400	.4273	4.1183	7.7950	5.11	6.48
of snack durian flour 3:1	3	6.3933	.6865	.3963	4.6880	8.0986	5.61	6.89
after frying and wheat flour Total	6	6.1750	.6817	.2783	5.4596	6.8904	5.11	6.89

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
moisture of snack after frying	Between Groups	.286	1	.286	.561	.495
	Within Groups	2.038	4	.509		
	Total	2.324	5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oneway

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
moisture of snack after frying	2	6.6850	.2899	.2050	4.0802	9.2898	6.48	6.89
time of drying	2	6.4800	.2828	.2000	3.9388	9.0212	6.28	6.68
	2	5.3600	.3536	.2500	2.1835	8.5366	5.11	5.61
Total	6	6.1750	.6817	.2783	5.4596	6.8904	5.11	6.89

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
moisture of snack after frying	Between Groups	2.035	2	1.017	10.559	.044
	Within Groups	.289	3	9.635E-02		
	Total	2.324	5			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

moisture of snack after frying

Duncan^a

time of drying	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
6 minute	2	5.3600	
4 minute	2		6.4800
2 minute	2		6.6850
Sig.		1.000	.556

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้