21085

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
หองสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเติมผงเปลือกมะม่วงดองลงในคุกกี้และขนมปัง

(Addition of fermented mango peel powder in cookie and bread)

T096650

จัดทำโดย

1. นายธีรยุทธ์ อารักษ์วาณิช รหัสนักศึกษา 45040841
2. นายธาวิน ชุมพลกาจญา รหัสนักศึกษา 45040497

สาขา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร
สาขา อุตสาหกรรมเกษตร

ป.ฟ.
ต64 11
25 ส8

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96650
วัน,เดือน,ปี.....4 JUN 2009

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเติมผงเปลือกมะม่วงดองลงในคุกกี้และขนมปัง

(Addition of fermented mango peel powder in cookie and bread)

จัดทำโดย

นายธีรยุทธ์ อารักษ์วาณิช รหัสนักศึกษา 45040841

นายธาวิน ชุมพลกาจญา รหัสนักศึกษา 45040497

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....9.....L..... 18/4/49

.....อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร.ยุพร พืชกมุทร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษเรื่อง	การเติมผงเปลือกมะม่วงดองลงในคุกกี้และขนมปัง
	(Addition of fermented mango peel powder in cookie and bread)
จัดทำโดย	นายธีรยุทธ์ อารักษ์วาณิช รหัสนักศึกษา 45040841
	นายธาวิน ชุมพลกาจญา รหัสนักศึกษา 45040497
สาขาวิชา	วิศวกรรมแปรรูปอาหาร
	อุตสาหกรรมเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ยุพร พืชกมุทร

บทคัดย่อ

การศึกษาหาความเหมาะสมของการเติมผงเปลือกมะม่วงดอง ในการทำคุกกี้ได้ทดลองเติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับต่างๆโดยเทียบจากน้ำหนักแป้งสาลีคือ 15% 20% และ 25% เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสพบว่า เมื่อทำการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในปริมาณที่มากขึ้นคุกกี้จะมีสีเขียวมากขึ้น แนวโน้มการแผ่ตัวลดลง ค่าความแข็งและความกรอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้พบว่า สามารถใช้คุกกี้ที่มีการเพิ่มผงเปลือกมะม่วงดองจากน้ำหนักแป้งสาลีที่ระดับ 20%

เนื่องจากเป็นระดับสูงสุดที่ทำให้คุกกี้มีคะแนนการยอมรับโดยรวมอยู่ในกลุ่มที่สูง ด้านการปรับปรุงเนื้อสัมผัสและรสชาติของคุกกี้โดยทดลองเติมนมสด 3 ระดับ ได้แก่ 10% 15% และ 20% พบว่าค่าการแผ่ตัวของคุกกี้ที่ไม่มีการเติมและมีการเติมนมสดที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญ ($p<0.05$) ค่าความแข็งและความกรอบของคุกกี้มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อมีการเติมนมสดในปริมาณที่มากขึ้น เนื่องจากจำเป็นใช้เวลาในการอบมากขึ้น จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคุกกี้ที่เติมนมสดที่ระดับ 15% มีคะแนนรสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด

การศึกษาหาความเหมาะสมของการเติมผงเปลือกมะม่วงดอง ในการทำขนมปังแซนด์วิชได้ทดลองเติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับต่างๆโดยเทียบจากน้ำหนักแป้งสาลีคือ 4% 5% และ 6% ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพพบว่า ค่าความแข็งของขนมปังมีแนวโน้มลดลง เมื่อมีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในปริมาณที่มากขึ้น แต่ค่าความยืดหยุ่นไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ค่าคะแนนความชอบต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังนั้นขนมปังแซนด์วิชที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับ 6% จึงมีความเหมาะสมที่จะถูกคัดเลือกในนำไปปรับปรุงรสชาติและเนื้อสัมผัสในขั้นตอนต่อไป เพราะเป็นปริมาณที่ใส่ผงเปลือกมะม่วงดองมากที่สุด การปรับปรุงรสชาติและเนื้อสัมผัสของขนมปังแซนด์วิช โดยการเติมเนยขาวเพิ่มที่ระดับต่างๆ เทียบจากน้ำหนักแป้งสาลี ได้แก่ 10% และ 12% จากผลการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพพบว่า ค่าความแข็งของขนมปังมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมเนยขาวเพิ่ม จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าขนมปังที่มีความเหมาะสมที่สุดในการเลือกให้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย คือ ขนมปังที่มีการเติมเนยขาวเพิ่มที่ระดับ 10% เนื่องจากมีคะแนน รสชาติและเนื้อสัมผัสสูงที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$) กับขนมปังที่ไม่มีการเติมเนยขาวเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ยุพร พืชกมุทร ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิชาปัญหาพิเศษ ซึ่งช่วยกรุณาให้คำแนะนำปรึกษา และช่วยแก้ไขปัญหา ตรวจทานและแก้ไขรูปเล่มจนทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์กลุ่มปัญหาพิเศษ และชี้แนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาพิเศษหัวข้อนี้ จนทำให้ปัญหาพิเศษหัวข้อนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คณะอาจารย์ทุกท่านในการสั่งสอน วิชาความรู้ให้คณะผู้จัดทำได้นำความรู้และแนวทางต่างๆมาใช้ในการดำเนินงานปัญหาพิเศษหัวข้อนี้

ขอขอบคุณ โรงงานผลิตผลไม้ดองตรา “มุก” ผู้อุปการคุณ ให้เปลือกมะม่วงดองซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการดำเนินงานปัญหาพิเศษหัวข้อนี้

ขอขอบคุณ พี่บัณฑิตปริญญาเอกและปริญญาโท พี่วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ ที่สละเวลาอันมีค่ามาสอนการวิเคราะห์ผล ขอขอบคุณพี่วิญญ์ ผิวนิ่ม ที่มีส่วนสำคัญในการทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จสิ้นไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ น้องๆหออัธยาศัย สำหรับการช่วยเหลือให้ปัญหาพิเศษหัวข้อนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ขอขอบคุณ น.ส.จีรรัตน์ ลักษมีอรุโณทัย ในการช่วยเหลือด้านการวัดคุณภาพทางกายภาพขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส และให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขที่ดีมาตลอด

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ของคณะผู้จัดทำ ในการเลี้ยงดู เป็นกำลังใจและให้โอกาสในการศึกษาจนได้มีโอกาสในการจัดทำปัญหาพิเศษเล่มนี้ขึ้น

คณะผู้จัดทำขอมอบคุณค่าและประโยชน์ในปัญหาพิเศษเล่มนี้แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

(ธีรยุทธ์ อารักษ์วาณิช และ ธาวิน ชุมพลกาจญา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 มะม่วง	2
2.2 ใยอาหาร	3
2.3 คุกกี้	10
2.4 ขนมปัง	15
2.5 งานวิจัยการนำใยอาหารไปใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ	22
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	24
3.1 วัตถุดิบ	24
3.2 อุปกรณ์การผลิต	24
3.3 อุปกรณ์การวิเคราะห์	25
3.4 สารเคมี	25
3.5 เครื่องมือวิเคราะห์	25
3.6 สถานที่ดำเนินการ	26
3.7 วิธีการดำเนินการ	26
บทที่ 4 ผลการทดลอง	31
4.1 ผลการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของผงเปลือกมะม่วงดอง ในการทำคุกกี้เนย	31
4.2 ผลการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของนมสด ในการทำคุกกี้เนยผสมผงเปลือกมะม่วงดอง	34
4.3 ผลการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของผงเปลือกมะม่วงดอง ในการทำขนมปังแซนด์วิช	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4. ผลการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของเนยขาว ในการทำขนมปังแซนด์วิชผสมผงเปลือกมะม่วงดอง	40
4.5.ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกมะม่วงดอง คุกกี้และขนมปังแซนด์วิชที่ผลิตได้	42
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	44
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	46
ก. ภาพคุกกี้และขนมปังแซนด์วิช	46
ข. เปลือกมะม่วงดองและอุปกรณ์การผลิต	49
ค. การวิเคราะห์ทางเคมี	52
ง. การวิเคราะห์ทางกายภาพของคุกกี้และขนมปังแซนด์วิช	59
จ. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	61
ฉ. การวัดเนื้อสัมผัส	64
ประวัติผู้เขียน	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แหล่งของใยอาหารแบ่งตามปริมาณที่มีในอาหาร	7
2. แหล่งของใยอาหารแบ่งตามชนิดของใยอาหาร	8
3. สูตรควบคุมของคุกกี้เนย	27
4. สูตรควบคุมของขนมปัง	29
5. ค่าสีคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ	31
6. ค่าการแผ่ตัวของคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ	32
7. ค่าความแข็งและความกรอบของคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดอง ในระดับต่างๆ	33
8. คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ	34
9. ค่าสีของคุกกี้ผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมนมสดในระดับต่างๆ	35
10. ค่าการแผ่ตัวของคุกกี้ผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมนมสดในระดับต่างๆ	36
11.ค่าความแข็งและความกรอบของคุกกี้ผสมผงเปลือกมะม่วงดอง ที่เติมนมสดในระดับต่างๆ	37
12. คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ ผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมนมสดในระดับต่างๆ	37
13. ค่าสีขนมปังแซนด์วิชที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ	38
14. ค่าความแข็งและความยืดหยุ่นของขนมปังที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดอง ในระดับต่างๆ	39
15. คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิช ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ	40
16. ค่าสีของขนมปังแซนด์วิชผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมนมสดในระดับต่างๆ	40
17. ค่าความแข็งและความยืดหยุ่นของขนมปังผสมผงเปลือกมะม่วงดอง ที่เติมเนยขาวในระดับต่างๆ	41
18.คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิช ผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมเนยขาวในระดับต่างๆ	42
19. องค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกมะม่วงดอง	43
20. องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้สูตรควบคุมและสูตรที่คัดเลือก	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
21. องค์ประกอบทางเคมีของขนมปังแซนด์วิชสูตรควบคุมและสูตรที่คัดเลือก	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. วิธีเตรียมผงเปลือกมะม่วง	26
2. วิธีการทำคุกกี้เนย	28
3. วิธีการผลิตขนมปัง	30
ก1 คุกกี้ที่ทำการเพิ่มผงเปลือกมะม่วงดองจากน้ำหนักแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ	47
ก2 คุกกี้ผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่ใส่นมสดเพิ่มจากน้ำหนักแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ	47
ก3 ขนมปังสูตรควบคุมและสูตรที่ผลิตได้	48
ข1 เปลือกมะม่วงดองที่รับมาจากโรงงาน	50
ข2 การล้างเปลือกมะม่วงดอง	50
ข3 เปลือกมะม่วงดองหลังการบีบน้ำออก	50
ข4 การอบเปลือกมะม่วงดอง	50
ข5 การบดเปลือกมะม่วงดอง	50
ข6 ผงเปลือกมะม่วงดอง	50
ข7 เครื่องคั้นแบบ Hydrolic press	51
ข8 เครื่องบดแบบ Hammer milled	51
ฉ1.1 ลักษณะการประกอบเครื่องในการวัดค่าความแข็งและความกรอบของคุกกี้	65
ฉ1.2 ลักษณะกราฟที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้	66
ฉ2.1 ลักษณะการประกอบเครื่องในการวัดค่าความแข็ง และความยืดหยุ่นของขนมปังแซนด์วิช	67
ฉ2.2 ลักษณะกราฟที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัสของขนมปัง	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีมากในประเทศไทยที่คนไทยส่วนใหญ่นิยมบริโภคทั้งผลสด และผลิตภัณฑ์มะม่วงที่ผ่านการแปรรูป หนึ่งในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะม่วงที่มีการนิยมบริโภคเป็นจำนวนมาก ก็คือ มะม่วงดอง แต่เมื่อพิจารณากรรมวิธีการผลิตจะพบว่า การผลิตมะม่วงดองนั้นจะไม่ได้ทำการปอกเปลือกมะม่วงที่ดองแล้ว แต่หากในระดับอุตสาหกรรมนั้น ผู้ผลิตจะคำนึงถึงความสะดวกในการบริโภค จึงมีการปอกเปลือกมะม่วงที่ดองแล้วก่อนการบรรจุ ดังนั้นในอุตสาหกรรมการผลิตมะม่วงดองจะพบว่ามีเปลือกมะม่วงดองเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก โดยเปลือกเหล่านี้ทางโรงงานจะถือว่าเป็น wastes product จึงต้องเสียต้นทุนในการกำจัดหรือทิ้งเปลือกเหล่านั้นไป แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกมะม่วงแล้วจะพบว่า ในเปลือกมะม่วงดองจะมีใยอาหารทั้งชนิดที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูง และใยอาหารเป็นส่วนหนึ่งของอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกาย ดังนั้นการนำเปลือกมะม่วงดอง ที่เหลือจากการผลิตมะม่วงดองมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับอุตสาหกรรม โดยการนำเปลือกมะม่วงดองมาผลิตเป็นใยอาหารผง จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ

คุกกี้และขนมปังแซนด์วิช เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่คนไทยนิยมบริโภค แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของ คุกกี้และขนมปังแซนด์วิชแล้วจะพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดนี้มีใยอาหารในปริมาณที่ต่ำ จึงควรมีการเติมใยอาหารลงไปในการผลิตคุกกี้และขนมปังแซนด์วิช เพื่อให้ผู้บริโภคที่นิยมรับประทานคุกกี้และขนมปังได้รับใยอาหารในปริมาณที่เพียงพอในแต่ละวัน

ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสม ในการเติมใยอาหารผงที่ผลิตจากเปลือกมะม่วงดอง ในการผลิตคุกกี้และขนมปังแซนด์วิช เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตและพัฒนาคุกกี้และขนมปังแซนด์วิชเสริมใยอาหารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1.มะม่วง

2.1.1.คำจำกัดความของ"มะม่วง" เป็นไม้ผลขนาดใหญ่ อายุยืนแข็งแรง นอกจากผลของมะม่วงแล้ว ยังสามารถใช้ประโยชน์จากต้นหรือ เนื้อไม้ได้อีกด้วย เช่นการก่อสร้าง การทำฟืน ทำถ่านเป็นต้น โดยทั่วไปแล้วมะม่วงเป็นพืชที่ชอบ ลักษณะอากาศที่แห้งแล้งและชุ่มชื้นหรือมีฝนตกสลับกันเป็นช่วง ๆ กล่าวคือ ก่อนที่ต้นมะม่วงจะออกดอกนั้นต้องการอากาศแห้งแล้ง และหนาวเย็นก่อน เมื่อออกดอกแล้วจึงต้องการฝนเพื่อให้ติดผลอย่างสมบูรณ์ ลักษณะอากาศดังกล่าวเป็นลักษณะโดยธรรมชาติของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอีสานอยู่แล้ว แต่ปัญหาคือ หลังจากออกดอกแล้ว ถ้าต้น มะม่วงขาดน้ำจะทำให้ดอกร่วงหมดไม่ติดผล ทำให้แมลงบางชนิดระบาดมาก หรือเกิดโรคระบาดที่ช่อดอกทำให้ดอกหรือผลอ่อนร่วงหล่นจนหมดต้น ดังนั้นถ้าแหล่งปลูกอยู่ใกล้น้ำสามารถให้น้ำช่วยในช่วงเวลาที่ต้องการประกอบกับการใช้วิทยาการใหม่ ๆ ก็สามารถทำให้มะม่วงติดผลได้ไม่ยากนัก การแบ่งพันธุ์ของมะม่วง มะม่วงมีมากมายหลายพันธุ์ อาจแบ่งเป็นได้ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ คือ

-มะม่วงสำหรับรับประทานผลดิบ เช่น พิมเสนมัน แรด เขียว สวย เป็นต้น
-มะม่วงสำหรับรับประทานผลสุก เช่น อกร่อง น้ำดอกไม้ หนังกลางวัน เป็นต้น
-มะม่วงสำหรับดอง เช่น มะม่วงแก้ว เป็นต้น
-มะม่วงสำหรับบรรจุกระป๋อง เช่น ทำน้ำคั้น มะม่วงแช่อิ่ม เช่น มะม่วงสามปี เป็นต้น

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีมากในประเทศไทย และคนไทยส่วนใหญ่นิยมบริโภคทั้งผลสดและผลิตภัณฑ์มะม่วงที่ผ่านการแปรรูป หนึ่งในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมะม่วงที่มีการนิยมบริโภคเป็นจำนวนมากก็คือ มะม่วงดอง แต่เมื่อพิจารณากรรมวิธีการผลิตจะพบว่า การผลิตมะม่วงดองนั้นจะไม่ได้ทำการปอกเปลือกมะม่วงที่ดองแล้ว แต่หากในระดับอุตสาหกรรมนั้น ผู้ผลิตจะคำนึงถึงความสะดวกในการบริโภค จึงมีการปอกเปลือกมะม่วงที่ดองแล้วก่อนการบรรจุ ดังนั้นในอุตสาหกรรมการผลิตมะม่วงดองจะพบว่า มีเปลือกมะม่วงดองเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก โดยเปลือกเหล่านี้ทางโรงงานจะถือว่าเป็น wastes product จึงต้องเสียต้นทุนในการกำจัดหรือทิ้งเปลือกเหล่านั้นไป แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกมะม่วงแล้วจะพบว่า ในเปลือกมะม่วงดองจะมีใยอาหารทั้งชนิดที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูง และใยอาหารเป็นส่วนหนึ่งของอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกาย ดังนั้น การนำเปลือกมะม่วงดอง ที่เหลือจากการผลิตมะม่วงดองมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับอุตสาหกรรม โดยการนำเปลือกมะม่วงดองมาผลิตเป็นใยอาหารผง จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.วิธีทำมะม่วงดอง

- นำมะม่วงมาล้างน้ำให้สะอาดไม่ต้องปอกเปลือกแล้วผึ่งไว้

- นำโอ่งมาล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำมะม่วงใส่ลงไปในโอ่ง เติมน้ำสะอาดลงไปให้เต็มใส่ปูนแดงกวนให้ละลายกับน้ำปิดฝาให้สนิททิ้งไว้1คืน

- ตอนเช้านำมะม่วงที่ได้จากข้อ 2 มาล้างน้ำให้สะอาด เทน้ำในโอ่งทิ้งทำความสะอาดโอ่ง แล้วนำมะม่วงมาเรียงลงในโอ่ง เติมน้ำให้เต็ม แล้วใส่เกลือ กรดมะนาว สีผสมอาหารลงไปคนให้ละลายจนทั่ว ใช้ไม้ขัดให้มะม่วงจมน้ำปิดปากโอ่งด้วยถุงพลาสติกให้แน่นทิ้งไว้ 25 วัน ได้มะม่วงดอง

2.2.ใยอาหาร (Dietary Fiber)

2.2.1.ความหมายของ ใยอาหาร

สมาคมนักเคมีธัญพืชแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Association of Cereal Chemists หรือ AACC) เมืองเซ็นพอล รัฐมินเนโซตา ได้กำหนดนิยามของใยอาหารขึ้นมาใหม่เพื่อให้สามารถรวมกลุ่มโพลีฟรุกแตนส์เข้าไปด้วย โดยกำหนดว่าใยอาหารหมายถึงสารที่ทนทานต่อการย่อยสลายและการดูดซึมในลำไส้เล็ก การเปลี่ยนแปลงนิยามนี้มีผลให้การเสริมใยอาหารในอาหารเป็นไปได้หลากหลายขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ใยอาหารมีมากขึ้นในตลาด

2.2.2.ชนิดของ ใยอาหาร

โดยทั่วไปจะแบ่งใยอาหาร ตามความสามารถในการละลายน้ำ โดยสามารถแบ่งได้เป็น

-กลุ่มที่ละลายน้ำได้ (Insoluble Fiber) ได้แก่ กัม (gum) และ เพกติน (pectin)

อาหารที่สามารถพบ กัม ได้แก่ Oatmeal , Rolled Oat Product , Dried Beans , Cauliflower , Green Beans , Cabbage , Dried Peas , Carrots , Potatoes , Strawberries

อาหารที่สามารถพบ เพคติน ได้แก่ Squash Apples Citrus Fruits

-กลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble Fiber) ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ลิกนิน (Lignin)

อาหารที่สามารถพบ เซลลูโลส ได้แก่ Whole Wheat Flour, Unprocessed Bran, Cabbage, Peas , Green Beans, Wax Beans, Broccoli, Brussel Sprouts, Cucumber Skin, Green Peppers, Apples, Carrots

อาหารที่สามารถพบ เฮมิเซลลูโลส ได้แก่ Bran, Whole Grains, Brussels Sprouts, Mustard Greens, Beet Root

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่สามารถพบ Lignin ได้แก่ Bran Cereals, Unprocessed Bran, Strawberries Eggplant, Pears, Green Beans, Radishes

2.2.3.ประโยชน์ของใยอาหารที่มีต่อร่างกาย

ใยอาหาร มีคุณสมบัติมากมาย เช่น สามารถอุ้มน้ำ เพิ่มความหนืด ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซน์ในร่างกาย สามารถดูดซับการแลกเปลี่ยนประจุ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และช่วยกวาดล้างอนุมูลอิสระ เป็นต้น

จากคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ ใยอาหาร มีประโยชน์ต่อร่างกายอย่างมากมาย โดยสามารถสรุปโดยรวม ได้ดังนี้

1) ใยอาหาร ที่สามารถอุ้มน้ำได้ดี จะช่วยเพิ่มปริมาตรของกากอาหาร ซึ่งจะได้กระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ทำให้กากอาหารนุ่ม ทำให้การขับถ่ายสะดวก โดยใยอาหาร ที่ให้ประโยชน์ในแง่นี้มักจะเป็นพวกเส้นใยหยาบ ละลายน้ำไม่ได้เช่น เซลลูโลส ,เฮมิเซลลูโลส

2) ในโมเลกุลของ ใยอาหาร ที่มีส่วนที่เป็นกรดอิสระอยู่จะทำหน้าที่แลกเปลี่ยนประจุกับสารอื่นๆ ที่มากับอาหารหรืออาจเป็นสารพิษที่มีการปนเปื้อนมากับอาหาร กลุ่มของกรดอิสระจะช่วยดูดซับและดึงเอาสารพิษออกไป โดย ใยอาหาร ที่ให้ประโยชน์จะเป็นกลุ่มที่ละลายน้ำได้ เช่น พวกเจล

3) ใยอาหรจัดเป็นสารอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต (ยกเว้นลิกนิน) ที่ไม่ให้พลังงานเพราะร่างกายย่อยไม่ได้จึงถือว่าใยอาหารไม่มีแคลอรี ทำให้มีการใช้ใยอาหารเพื่อลดความอ้วนหรือเพื่อลดพลังงานในอาหาร อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าใยอาหารบางกลุ่มโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่ละลายน้ำได้หลายตัวถูกย่อยโดยเอนไซม์ของแบคทีเรียในลำไส้ได้

4) ใยอาหาร มีส่วนช่วยในการบำบัดโรคต่างๆ เนื่องจากมีคุณสมบัติต่างๆที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย ตัวอย่างเช่น

- ควบคุมโรคเบาหวาน โดย ใยอาหาร ที่มีประโยชน์จะเป็นพวกที่สามารถละลายน้ำได้โดย ใยอาหาร จะเปลี่ยนเป็น เจล ซึ่งเพิ่มความข้นหนืดให้อาหาร และ เจล จะช่วยเคลือบผิวลำไส้ให้หนาขึ้น ซึ่งทั้งสองปัจจัยนี้ มีผลทำการดูดซึมอาหารจำพวกประจุของพวกแป้งและน้ำตาลในเลือดไม่สูงขึ้นฉับพลัน ซึ่งลดระดับความต้องการของอินซูลินได้
- ป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ได้ โดย ใยอาหาร ที่มีประโยชน์คือพวกที่ไม่ละลายในน้ำ โดย ใยอาหาร จะกระตุ้นให้ลำไส้เคลื่อนไหวได้ดีขึ้น ทำให้ลดการหมักหมม ของกากอาหารในลำไส้ จึงเป็นการลดปัจจัยเสี่ยงในการเกิดมะเร็งลำไส้ได้
- ลดระดับ LDL cholesterol โดย ใยอาหาร ที่มีประโยชน์ คือ พวกที่ละลายน้ำ โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใยอาหาร ที่มีกลุ่มของกรดอิสระจะช่วยดูดซับ LDL cholesterol ซึ่งมีส่วนในการอุดตันในเส้นเลือดได้ โดยไม่กระทบกระเทือนระดับ HDL cholesterol (ไขมันชนิดที่มีประโยชน์สูง) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการยืนยันอย่างแน่ชัดส่า กระบวนการนี้ เกิดขึ้นได้อย่างไร

การจะใช้ใยอาหารเป็นส่วนประกอบในอาหารนั้นจะต้องทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดีด้วยเมื่อเติมไปแล้ว คุณสมบัติของใยอาหารจึงมีความสำคัญต่อการที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสม

1.สมบัติด้านการรวมตัวกับน้ำ (Hydration properties)

1.1 water-holding capacity (WHC) คือจำนวนของน้ำที่ถูกกักเก็บโดยน้ำหนักที่รู้ของใยอาหารหนึ่งๆ จะถูกวัดโดยการกรองด้วยการหมุนเหวี่ยง

1.2 water-binding capacity (WBC) คือการดึงน้ำมารวมกันจึงนิยามคล้าย WHC

1.3 swelling คือ การพองตัว ซึ่งหาค่าได้โดยการวัดทางเครื่องมือ เช่น พีเนโทรเมตริก (penetrometric measures) หรือ คำนวณได้จากสูตร $\text{swelling} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่างตอนต้น}}$

1.4 solubility คือการละลายน้ำ โดยคุณสมบัติข้อที่1.1-1.3 จะเป็นลักษณะของ โพลีแซกคาไรด์ที่ไม่ละลายน้ำซึ่งพันธะระหว่างน้ำของ โพลีแซกคาไรด์ ที่ไม่สามารถละลายได้จะปรากฏอยู่ 2 แบบคือ

- พันธะระหว่างน้ำ ในรูเล็กๆในของเหลว โดยทำให้ผิวหน้าตึง
- พันธะระหว่างน้ำ โดยมีไฮโดรเจนบอนด์ ไอโอนิกบอนด์ และ/หรือ ไฮโดรโพบิกในการแบ่งทั้งสองแบบนี้ จะเกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางเคมีด้วย

2.สมบัติด้านเนื้อสัมผัสและความคงตัว (Textural and stabilizing properties)

เนื้อสัมผัสและความคงตัวเป็นผลมาจากคุณสมบัติด้านการดึงน้ำของใยอาหาร การใช้ใยอาหารร่วมกันกับอาหารเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสและความคงตัวของอาหาร ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะนี้จะมีบทบาทกับขบวนการของการผลิตและการถนอมอาหาร กลไกจะแตกต่างไปตามความสามารถในการละลายของใยอาหาร เช่น สมบัติความเหนียวจะพบใน แซนแทนกัม และโลคอสบีนกัม สมบัติความเป็นเจลจะพบในคาราจีแนนและเพคติน เป็นต้น นอกจากนี้ความสามารถในการเก็บกักน้ำจะให้ความคงตัวของโครงสร้างอาหาร เช่น โครงสร้างที่เป็น อิมัลชั่น โฟม โดยจะปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านการไหล (Rheological)

ความสามารถในการเก็บกักน้ำและสมบัติการโป่งพองของใยอาหารถ้าพิจารณาที่ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ก็สามารถมีอิทธิพลต่อเนื้อสัมผัสของอาหารได้เช่นกัน เช่นถั่ว ข้าวสาลี เป็นต้น คุณสมบัติการโป่งพองของใยอาหารสามารถหาค่าได้โดยการวัดทางเครื่องมือ เช่น พีเนโทรเมตริก แต่หาค่าได้ไม่ค่อยละเอียดพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.สมบัติที่ต่อต้านการเป็นผลึก (Anti-crystallizing properties)

ผนังเซลล์ของพืชบางชนิด เช่น อะราบิโนไซแลนส์ ซึ่งสกัดจากข้าวสาลี และข้าวไรน์ สามารถจำกัดการเกิดผลึกน้ำแข็งได้เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เป็นต้น

4.สมบัติการดูดซึมไขมัน (Fat-absorption capacity)

ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำสามารถรักษาน้ำหนักของน้ำมันในผลิตภัณฑ์ไว้ได้ ซึ่งสมบัตินี้สามารถนำมาใช้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้เพื่อเพิ่มการเก็บกักความมันซึ่งโดยปกติจะสูญเสียไประหว่างการประกอบอาหาร ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ในการรักษารสชาติ และเป็นการเพิ่มผลผลิตอีกด้วย

5.ความสามารถในการดูดซับสารอินทรีย์ (absorbtion of organic materials) เนื่องจากใยอาหารมีโครงสร้างยึดเกาะของสารอินทรีย์พวกกรดน้ำดี โคเลสเตอรอล สารก่อมะเร็ง และสารพิษต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดผลดีต่อร่างกาย คือหลังจากที่ใยอาหารถูกขับออกจากลำไส้ใหญ่ สารอินทรีย์ที่เกาะกับใยอาหารก็จะถูกขับออกจากร่างกายด้วย จากการศึกษาพบว่า ลิกนิน สามารถจับกับกรดน้ำดีได้เป็นอย่างดี เพคตินและกัมสามารถจับกับกรดน้ำดีได้ สำหรับเซลลูโลสสามารถจับกับกรดน้ำดีได้น้อยมาก

6.ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity) เพคตินและเฮมิเซลลูโลสเป็นใยอาหารที่หมู่คาร์บอกซิลิกอิสระที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกกับเกลือแร่ และสารอิเล็กโตรไลท์ต่างๆ โดยเฉพาะเกลือแร่พวกธาตุเหล็ก แคลเซียม สังกะสี และแมกนีเซียม ดังนั้น เมื่อใยอาหารถูกขับออกจากร่างกาย เกลือแร่ และสารอิเล็กโตรไลท์ที่เกาะกับโครงสร้างของใยอาหารก็จะถูกขับออกจากร่างกายด้วย การบริโภคใยอาหารมากเกินไป อาจเกิดทากับร่างกายได้ ทำให้ร่างกายนำเกลือแร่ไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดอาการอึดอัดและไม่สบายท้อง โดยอาการเหล่านี้เป็นคุณสมบัติทางลบของอาหารที่มีใยอาหารสูง

2.2.4.แหล่งของใยอาหาร

ใยอาหารพบในอาหารจากพืชเท่านั้น ดังนั้นแหล่งของใยอาหารจึงได้จากธัญพืช ผัก ผลไม้ ถั่ว เมล็ดแห้ง รวมทั้งเมล็ดพืชน้ำมันบางชนิด พืชแต่ละชนิดมีชนิดและปริมาณใยอาหารแตกต่างกัน จึงแบ่งแหล่งของใยอาหารได้ดังนี้

แบ่งตามปริมาณใยอาหาร แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอาหารที่มีปริมาณใยอาหารสูง มีใยอาหารอยู่ระหว่าง 19 - 28 กรัม/อาหาร 100 กรัม กลุ่มอาหารที่มีใยอาหารปานกลาง คือ พวกผักและผลไม้มีปริมาณใยอาหารอยู่ระหว่าง 4-14 กรัม/อาหาร 100 กรัม กลุ่มอาหารที่มีปริมาณใยอาหารต่ำ มีปริมาณใยอาหารน้อยกว่า 4 กรัม/อาหาร 100 กรัม (ดังตารางที่1) กลุ่มอาหารนี้มีใยอาหารน้อยเนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นผักผลไม้ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารอื่น ผักและผลไม้ก็ยังจัดว่าเป็นแหล่งของใยอาหารเนื่องจากคนไทยนิยมบริโภคผักและผลไม้เป็นประจำทุกวันในปริมาณค่อนข้างมาก

ตารางที่ 1 แหล่งของใยอาหารแบ่งตามปริมาณที่มีในอาหาร

อาหาร	ปริมาณใยอาหาร(กรัม/อาหาร 100 กรัม)
กลุ่มอาหารที่มีใยอาหารสูง	
งาดำ	19.20
งาขาว	21.40
ถั่วลิสง	19.80
ถั่วเหลือง	21.70
ถั่วเขียว	26.70
ถั่วแดงหลวง	26.90
ถั่วแดง	27.70
กลุ่มอาหารที่มีใยอาหารปานกลาง	
เมล็ดทานตะวัน	12.40
รำข้าว	12.80
มะเขือพวงทั้งเมล็ด	13.60
สะเดา	11.60
ใบชะพลู	6.90
ละมุด	8.10
กลุ่มอาหารที่มีใยอาหารต่ำ	
กะหล่ำปลี	1.60
แตงกวา	1.30
ตำลึง	2.20
เห็ดฟาง	1.40
แตงโม	0.30
ลำใย	0.90

ที่มา : ดัดแปลงจาก ประภาศรี และคณะ. (2533)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งตามประเภทของใยอาหาร แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่อาหารที่เป็นแหล่งของใยอาหารที่ละลายน้ำ เช่น ข้าวบาเล่ย์ ข้าวเจ้า ข้าวโอ๊ต ข้าวโพด พืชตระกูลถั่ว แอปเปิ้ล แพร์ (โดยเฉพาะส่วนเนื้อ) ผลไม้ตระกูลส้ม กล้วย แครอท พรุน แครนเบอร์รี่และสาหร่ายทะเล และกลุ่มอาหารที่เป็นแหล่งของใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น ผักประเภทรากและใบ ธัญพืชที่ไม่ผ่านการขัดสี (ข้าวสาลี ข้าวบาเล่ย์ ข้าวเจ้า ข้าวโอ๊ต และข้าวโพด) พืชตระกูลถั่ว แอปเปิ้ล แพร์ และสตรอเบอร์รี่ทั้งเปลือก(Kleiner and Robibson, 1996)

แบ่งตามชนิดของใยอาหาร โดยแบ่งกลุ่มอาหาร โดยแบ่งกลุ่มอาหารของใยอาหารที่พบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แหล่งของใยอาหารแบ่งตามชนิดของใยอาหาร

ชนิดของใยอาหาร	แหล่งของใยอาหาร
เซลลูโลส	รำข้าว รำข้าวสาลี ข้าวกล้อง บีทรูท ถั่วเมล็ดแห้ง ถั่วประเภทนัท พืชตระกูลกะหล่ำ ขนมปังโฮลวีต
เฮมิเซลลูโลส	ผัก บีทรูท แรดิช รำข้าว ข้าวชนิดต่างๆ ขนมปังโฮลวีต ธัญพืช
ลิกนิน	ผัก รำข้าว ถั่วประเภทนัท
เพคติน	รำข้าว องุ่น แอปเปิ้ล ผลไม้ประเภทเบอร์รี่ ส้มและผลไม้ประเภทส้ม
กัม	พืชตระกูลถั่ว ข้าวโอ๊ต ข้าวบาเล่ย์
มิวซิเลจส์	สาหร่ายทะเล เมล็ดพืช เช่น เมล็ดแมงลัก เมล็ดพืชผักคาดน้ำ(psyllium seed)

ที่มา : ปาริชาติ. (2540)

2.2.5.การประยุกต์ใช้ใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร (Application of dietary fiber in food)

ผู้ผลิตอาหารโดยทั่วไปจะใช้ ใยอาหารที่ละลายน้ำ บริสุทธิ์ที่ระดับต่ำ (0.2-1.0%) เพื่อเพิ่มคุณสมบัติที่สำคัญแก่ลักษณะทางกายภาพ เช่น แซนแทนกัม คาราจีแนน และพวกกัม เป็นต้น ส่วนใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น รำข้าวสาลี ส่วนมากจะใช้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เมื่อเราเติมใยอาหารลงในส่วนผสมของอาหารก็จำเป็นจะต้องเปลี่ยนปริมาณของส่วนผสมอื่นๆ ตามมาเนื่องจาก ใยอาหารจะมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารเปลี่ยนไปจากเดิม ตัวอย่างเช่น เมื่อเติมใยอาหารลงไประดับน้ำในอาหารมักเพิ่มขึ้น เราจึงต้องเพิ่มส่วนผสมอื่นๆด้วย และการที่ใส่ใยอาหารในรูปผงลงไปในส่วนผสมอาจทำให้เกิดความรู้สึกไม่ดีต่อประสาทสัมผัสทางปาก การผลิตใยอาหารให้มีอนุภาคเล็กลงจะช่วยขจัดปัญหานี้ได้ ในทางการค้ามีการผลิตใยอาหารสำเร็จรูปกันอย่างกว้างขวาง มีลักษณะใหญ่ๆ อยู่ 2 ลักษณะ คือ อยู่ในรูปของ นิวเทรัลไฟเบอร์ (neutral fibres) จากถั่ว ข้าวโอ๊ต ข้าว และข้าวโพด โดยสามารถเติมในอาหารได้เลยไม่ต้องปรับเปลี่ยนลักษณะก่อนเติม และ อีกลักษณะหนึ่งจะอยู่ในรูปของ นอน-นิวเทรัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟเบอร์ (non-neutral fibers) จากโกโก้ แอปเปิ้ล และผลไม้จำพวกซิตรัส สามารถนำไปผลิตเป็นสารที่ให้สีและรสชาติในอาหารและเครื่องดื่ม ได้เช่นเพียงเติมไฟเบอร์จากโกโก้หรือถั่วในช็อคโกแลต จะทำให้เนื้อแน่นขึ้น เนื้อสัมผัสเรียบ ง่ายต่อการแกะออกจากพิมพ์ด้วย มีการประยุกต์ใช้ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ในการทำบิสกิต (biscuits) เนื้อสัตว์ปรุงรส ลูกกวาด เครื่องดื่ม ซอส ขนมหวาน และโยเกิร์ต ซึ่งจะทำให้ลักษณะการรวมก้อนได้ดีขึ้นให้แคลอรีต่ำอีกด้วย อย่างไรก็ตามการเติมต้องคำนึงถึงคุณค่าทางอาหารที่จะได้รับด้วยและขึ้นอยู่กับกฎหมายทางสหประชาชาติด้วย การผสมกันของใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ กับสารอื่น เช่นการนำโปรตีนมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังจะนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยการแทนที่ไขมันในเนื้อปรุงรส โดยที่ลักษณะทางเนื้อสัมผัสไม่เปลี่ยนไป การลดระดับของไขมันในเนื้อสับและไส้กรอกจะใช้ใยอาหารจากข้าวโอ๊ต โดยจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางประสาทสัมผัส มีงานวิจัยมากมายแดงให้เห็นว่าไขมันที่อยู่ในอาหารหลากหลายชนิด เช่น ช็อคโกแลต ไส้กรอกแฟรงเฟิร์ต และผลิตภัณฑ์เนื้อสับจะลดปริมาณลงได้โดยการการแทนที่ไขมันด้วยใยอาหาร มีรายงานการวิจัยอีกว่าการเพิ่มใยอาหารลงไปในผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่แน่นอน เช่นการเติม เซลลูโลส ถั่วเหลือง ถั่ว หัวบีท เป็นต้น ในอาหารที่ต้องใช้ความร้อนในการผลิตเช่นพวกปลา ไก่ และโดนัท นั้น ใยอาหารสามารถควบคุมการส่งผ่านไขมันและน้ำได้ ในแป้งนวดและอาหารที่ใช้ความร้อนซึ่งมีใยอาหารรวมอยู่ด้วย (ประมาณ 1-3%) ใยอาหารสามารถลดการกักเก็บน้ำมันและเพิ่มความชื้นหลังจากการให้ความร้อนได้ แล้วใยอาหารก็ไม่ถูกกระทบกระเทือนระหว่างและหลังให้ความร้อน

2.2.6.ข้อแนะนำในการบริโภคใยอาหาร

จากคุณสมบัติที่ยกตัวอย่างมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าใยอาหารทั้ง สองชนิดมีความสามารถแตกต่างกัน แต่ความสำคัญไม่น้อยกว่ากันเท่าใด ดังนั้นจึงควรบริโภคใยอาหารที่มาจากแหล่งธรรมชาติจะดีกว่าอาหารเสริม เพราะจะได้ใยอาหาร ทั้ง 2 ชนิด โดยมีข้อควรปฏิบัติเพื่อเพิ่มเส้นใยอาหารในชีวิตประจำวันได้ดังนี้

1. รับประทานผัก ผลไม้สดที่ไม่ต้องปอกเปลือกให้มากขึ้น เช่น แตงกวา ฝรั่ง แอปเปิ้ล องุ่น ละมุด เป็นต้น
2. รับประทานอาหารประเภทถั่วเปลือกแข็ง พืชตระกูลถั่ว ผลิตภัณฑ์จากถั่วทุกชนิดให้มากขึ้น (ยกเว้นผู้ที่มีกรดยูริกสูง)
3. รับประทานผลไม้แทนขนมหวานต่างๆ หลังอาหาร
4. รับประทานผักสดอย่างน้อยวันละ 1-2 ถ้วย
5. หลีกเลี่ยงอาหารที่ได้ผ่านกรรมวิธีที่ทำลายใยอาหาร เช่น ขัดสี เคี่ยวจนเละ
6. ควรบริโภค Dietary Fiber ในปริมาณ 20-35 กรัม/วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.คุกกี้ (Cookies)

คุกกี้หมายถึงผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี มีรูปร่างและกลิ่นรสต่างๆกัน คุกกี้บางชนิดมีลักษณะบาง บางชนิดหนา บางชนิดมีสีอ่อน บางชนิดมีสีเข้ม บางชนิดอาจมีการตกแต่งด้วยผลไม้หรือถั่ว บางชนิดมีการเคลือบหน้าด้วยไอซิ่ง การผลิตคุกกี้ สามารถทำได้มากมายหลายชนิดขึ้นอยู่กับเทคนิคและกรรมวิธีของผู้ผลิต การเรียกชื่อคุกกี้จะแตกต่างกันออกไป ชาวอเมริกัน เรียกคุกกี้ (Cookie) แต่ชาวยุโรปเรียกว่า บิสกิต (Biscuit) (Noel, 1988)

คุกกี้มีลักษณะกรอบร่วนเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดพอดีคำ หรือหยิบรับประทานได้สะดวก บางชนิดจะใช้พิมพ์ตัดเป็นรูปร่างต่างๆ หรือตกแต่งด้วยน้ำตาลเม็ดสีๆ อย่างสวยงาม มีส่วนผสมเช่นเดียวกับเค้ก แต่มีไขมันมากกว่า ส่วนของน้ำตาลและของเหลวมีน้อยกว่า สำหรับวิธีการผสมจะเป็นแบบ เดียวกับเค้ก

สามารถแบ่งคุกกี้ได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ คุกกี้กรอบ (Brittle Cookies, Crisp Cookies) และคุกกี้ชนิดนุ่ม (Soft Cookie) (Kotschevar, 1975) คุกกี้ชนิดกรอบเตรียมจากส่วนผสมที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูง ส่วนคุกกี้ชนิดนุ่มเตรียมจากส่วนผสมของแป้งที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นค่อนข้างสูง (Haines, 1968)

2.3.1.ชนิดของคุกกี้

คุกกี้แบ่งออกเป็น 6 ชนิด ตามวิธีการทำซึ่งแต่ละชนิดจะมีรูปร่างและรสชาติที่แตกต่างกันออกไป

-Dropped Cookies คุกกี้แบบนี้จะเรียกว่าแบบตักหยอด ลักษณะของแป้งจะเหลว ตัก หยอดได้สะดวก ลักษณะของคุกกี้ชนิดนี้เมื่ออบแล้วจะกลมนูนตรงกลางหรือแผ่นบางกรอบ กรอบร่วน

-Sliced or Refrigerate คือคุกกี้ชนิดหั่นเป็นชนิดๆ หรือแบบแช่แข็งจนกว่าจะหั่นเป็นชิ้นๆ ได้ ในการแช่ให้แข็งควรคลึงให้เป็นก้อนยาวๆ คล้ายๆกับท่อนอ้อย แล้วจึงห่อด้วยพลาสติกวางในตู้เย็นหรือวางในถาดที่ใส่น้ำแข็งก้อนใหญ่ แล้วใช้ก้อนน้ำแข็งวางทับให้เต็มจะช่วยให้แข็งเร็วขึ้น ในการคลึงควรคลึงให้ได้เส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว เมื่อแข็งแล้วหั่นมา 1/8 คุกกี้ชนิดนี้จะกรอบแข็งหรือเรียกว่ากรอบกระด้าง

-Rolled Cookies คุกกี้ชนิดนี้แป้งจะแข็งกว่าชนิดอื่น ถ้าแป้งนุ่มจะคลึงยาก สามารถทำเป็นรูปแปลกๆ สวยงามได้หลายแบบ โดยการคลึงแล้วตัดด้วยพิมพ์คุกกี้และตกแต่งให้สวยงามได้โดยการตกแต่งก่อนหรือหลังการอบแล้ว แต่งด้วย ช็อกโกแลตเช่นเดียวกับแต่งหน้าขนมเค้ก Rolled Cookies จะมีลักษณะกรอบร่วน ไม่กรอบกระด้าง และไม่ค่อยหวาน

วิธีทำให้คลึงแป้งง่าย

-แป้งจะต้องแช่เย็นก่อนคลึง

-แบ่งแป้งคลึงทีละน้อย (แป้งถ้าคลึงมากเนยจะเยิ้มไหลออก ทำให้คุกกี้กระด้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ใช้พลาสติกปูลงกระดานคลึงแป้ง แล้วหุ้มไม้คลึงแป้งด้วยพลาสติกก่อนใช้คลึงจะช่วยให้แป้งไม่ติดไม้และกระดาน

-Molded Cookies คุกกี้ชนิดนี้มีวิธีการทำคล้ายๆกับ Rolled Cookies แต่มีข้อแตกต่างกันตรงที่คลึงแป้งโดยการใช้ฝ่ามือหรือเรียกว่าคุกกี้ปั้นด้วยมือก็ได้ วิธีคลึงคือการใช้แป้งสาลีทามือบางๆ แล้วจึงตักแป้งวางบนฝ่ามือคลึงเบาๆ ให้หนาตามต้องการแล้วจึงใช้พิมพ์ตัดเป็นรูปต่างๆ หรือปั้นเป็นก้อนกลมวางบนถาดอบทาไขมันบางๆ ห่างกัน 2 นิ้ว ถ้าต้องการให้ขนมกรอบร่วนเมื่อปั้นเป็นก้อนกลมแล้ว ให้ใช้ส้อมชุบแป้งสาลีกดขนมเป็นรูปกากบาท หรือใช้ก้นแก้วหนักๆ จุ่มแป้งแล้วกดบนขนมเบาๆ เพื่อให้ขนมแบน

-Pressed Cookies คุกกี้ชนิดนี้จะใช้กระบอกสำหรับกดคุกกี้กดเป็นรูปต่างๆ มีส่วนผสมของไขมันมากกว่าคุกกี้ชนิดอื่น เช่น คุกกี้เนย ถ้าผสมไขมันแล้วไขมันเยิ้มออกมาต้องแช่เย็นให้แป้งรวมกับน้ำมันก่อน แล้วจึงตักใส่กระบอกกด ออกมาเป็นมาเป็นดอก ซึ่งจะสามารถเปลี่ยนดอกหรือรูปร่างต่างๆกันได้โดยการเปลี่ยนแป้นที่ปิดหัวกระบอกแป้น (Plates) นี้จะมีลักษณะเป็นรูปดอกต่างๆ เช่น รูปดาว ดอกจิก หัวใจ รูปดอกไม้ ทรงกลม ฯลฯ

สำหรับคุกกี้แบบนี้มีข้อควรระวังในการทำคือ

-ถาดอบต้องไม่ทาไขมัน และถาดต้องเย็นอยู่เสมอโดยใส่ไว้ในตู้เย็นเมื่อจะใช้จึงหยิบออกจากตู้เย็น

-เมื่อกดขนมลงในถาด ถ้าแป้งมีน้ำมันไหลออกมาให้เช็ดน้ำมันออกและเช็ดถาดให้แห้งก่อนอบ

-ทำตามขั้นตอนที่ตำราบอก

-การกดขนมจากพิมพ์ ต้องกดให้สม่ำเสมอกัน คือความหนาของแต่ละอันต้องเท่ากัน เพื่อให้ขนมมีขนาดเท่ากันและไม่เกิดปัญหาเมื่ออบ คือสุกไม่พร้อมกัน แต่ละอันควรกดห่างกัน 2 นิ้ว ถ้าขนมกดออกมาติดกัน ขนมสุกแล้วจะขยายติดกัน

- Bar Cookies คุกกี้ชนิดนี้จะตัดเป็นรูปแท่งเหมือนกับชื่อ ลักษณะของคุกกี้ชนิดนี้จะมีลักษณะสองอย่างผสมกันคือลักษณะของเค้กและคุกกี้อยู่ในตัว ซึ่งจะแตกต่างกับแบบอื่นๆ คือ จะเอาแป้งที่ผสมแล้วใส่ถาด แล้วเกลี่ยให้เรียบ และอบทั้งถาดแบบเดียวกับเค้ก แต่ถาดที่ใช้อบจะมีขนาดตื้นกว่าถาดอบขนมเค้ก เมื่ออบสุกแล้วจึงตัดเป็นรูปแท่งสี่เหลี่ยม แล้วจึงแซะออกจากถาด

2.3.2.วัตถุดิบที่ใช้ทำคุกกี้

ส่วนผสมที่ใช้ทำคุกกี้จำแนกได้เป็นสองพวก คือ วัตถุดิบที่ทำให้คุกกี้มีความอ่อนหรือแข็ง ตัวที่เป็นโครงร่างพื้นฐานได้แก่ แป้ง นอกจากนั้นก็ได้แก่ น้ำ ไข่ทั้งฟอง ไข่ขาว นมผง โกโก้ผง และกรดที่ทำให้ขึ้นฟู และพวกที่ทำให้คุกกี้มีความอ่อนนุ่มได้แก่ น้ำตาล ไซรัป ไข่แดง ไขมัน ผงฟู แป้ง สตาร์ช น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวทำให้คุกกี้แข็งตัว เนื่องจากเกิดกลูเตนขึ้นเมื่อผสมกับแป้ง (จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2539) วัตถุดิบที่ใช้ได้แก่

-แป้ง โดยปกติใช้แป้งชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำหรือจะใช้แป้งอเนกประสงค์ก็ได้

-ไขมัน เนื่องจากคุกกี้ทำด้วยไขมันจะต้องตีให้ไขมันขึ้นฟูจึงควรใช้เนยขาวแทนมาการีนหรือเนยสด หรือใช้ผสมกันก็ได้

-ไข่ โดยปกติจะใช้ไข่ทั้งฟอง ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างโครงร่างของคุกกี้ ไข่แดงจะช่วยให้ทั้งโครงร่างและความอ่อนนุ่มกับคุกกี้ เนื่องจากไข่แดงมีไขมันอยู่ด้วย ไข่ขาวช่วยสร้างโครงร่างเพราะมีโปรตีนอยู่ ทั้งไข่แดงและไข่ขาวก็ช่วยให้คุกกี้มีความชุ่มชื้น

-ของเหลว น้ำเป็นของเหลวที่จำเป็นในการทำให้เกิดกลูเตน เป็นโครงร่างของคุกกี้นอกจากนี้ยังช่วยควบคุมความหนืดของโดได้อีกด้วย

-น้ำตาล โดยมากใช้น้ำตาลทรายละเอียดเพื่อให้กระจายทั่วกับส่วนผสมแป้ง การใช้น้ำตาลทรายเม็ดหยาบจะทำให้คุกกี้มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มและขยายตัวได้มากกว่าน้ำตาลชนิดละเอียด แต่น้ำตาลชนิดละเอียดละลายง่ายและช่วยทำให้โดมีความคงตัวดีขึ้น

-สิ่งที่ช่วยให้ขึ้นฟู ช่วยควบคุมการขยายตัว หรือควบคุมขนาดคุกกี้ ทำให้มีปริมาตรและความฟู สำหรับสารที่ใช้ได้แก่ เบคกิงโซดา ซึ่งเมื่อใช้เดี่ยวๆ จะช่วยให้คุกกี้กระจายตัวดีขึ้น เนื่องจากเบคกิงโซดาจะทำให้กลูเตนในแป้งอ่อนตัว นอกจากเบคกิงโซดาแล้ว แอมโมเนียมคาร์บอเนตก็ใช้ได้เช่นเดียวกับเบคกิงโซดาแต่ดีกว่าเบคกิงโซดา เนื่องจากการกระจายไปทั่วในระหว่างการอบและไม่ทิ้งกลิ่นตกค้างในคุกกี้ที่อบสุกแล้ว ซึ่งกลิ่นตกค้างนี้อาจเกิดขึ้นได้กับเบคกิงโซดาถ้าหากใช้ในปริมาณมากเกินไป นอกจากนี้อาจใช้ครีมออฟทาร์ทาร์ก็ได้

-ส่วนผสมอื่นๆ เป็นส่วนผสมที่เติมเข้าไปในสูตรเพื่อทำให้สูตรพื้นฐานดีขึ้น เช่น อิมัลซิไฟเออร์ช่วยให้ไขมันกระจายและทำให้โดมีลักษณะดีขึ้น นมผงช่วยให้การดูดซึมน้ำดีขึ้น ทำให้เปลือกนอกของคุกกี้มีสีสวยงาม เกลือช่วยทำให้รสชาติของคุกกี้ดีขึ้น ส่วนกลิ่นรสและสีช่วยทำให้คุกกี้มีรสชาติดีและมองดูน่ารับประทาน

2.3.3.การอบ

โดยทั่วไปคุกกี้จะใช้เวลาในการอบสั้น สำหรับคุกกี้ที่มีปริมาณน้ำต่ำอยู่ในช่วง 35 % หรือต่ำกว่านี้ ต้องการอุณหภูมิในการอบสูงกว่าคุกกี้ปกติที่มีปริมาณน้ำตาลสูงกว่า 35 % หรือคุกกี้ที่มีไขมันต่ำ เมื่อนำคุกกี้เข้าตู้อบด้านนอกของโดจะเริ่มสุกเกิดลักษณะเป็นฟิล์มแข็งหรือมีผิวนอกแข็งขึ้น ความร้อนจากตู้อบจะทำให้ไขมันในโดละลาย และผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้โดขยายตัวและเพิ่มปริมาตรขึ้น ในขณะเดียวกันน้ำในโดก็จะเปลี่ยนเป็นไอ ซึ่งจะดันให้คุกกี้ขยายตัวต่อไป เมื่ออุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงขึ้นสตาร์ชจะเปลี่ยนเป็นเจล โปรตีนในแป้ง ไข่ หรือนมจะแข็งตัว ทำให้เกิดโครงสร้างที่แข็งแรงของคุกกี้ ใกล้ช่วงเวลาสุดท้ายของการอบ คุกกี้จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาของน้ำตาลและโปรตีนในส่วนผสม ทำให้คุกกี้มีสีน้ำตาล กลิ่นหอม และรสชาติดี

2.3.4.การทำให้เย็น

เมื่อนำคุกกี้ออกจากเตาอบคุกกี้จะยังร้อนและมีความชื้นอยู่มาก แต่ในระหว่างการทำให้เย็นโครงสร้างของคุกกี้จะกลับแข็งขึ้นเมื่อน้ำตาลแข็งตัว และหลังจากนั้นไขมันก็จะแข็งตัวขึ้นเช่นกัน เนื่องจากไอน้ำภายในระเหยออกไป จนถึงจุดสมดุลระหว่างความชื้นภายในและภายนอกชิ้นคุกกี้เพราะถ้าความชื้นไม่สมดุลก็จะเกิดเป็นรอยเส้นบางๆ คล้ายรอยร้าวขึ้นบนคุกกี้ หรือทำให้คุกกี้แตกหักได้ ห้องที่ใช้ทำให้คุกกี้เย็นจึงต้องมีการควบคุมความชื้นด้วย (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2539)

2.3.5.การเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้

การเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้เนื่องจาก

2.3.5.1ความชื้น (moisture) คุกกี้เป็นอาหารประเภทไวต่อความชื้น การเสื่อมเสียคุณภาพจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เกิดจากปริมาณความชื้นเป็นสำคัญ ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ จึงเป็นสิ่งกำหนดการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งสัมพันธ์กับอายุการเก็บนั่นเอง ผลของความชื้นที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของคุกกี้ คือ

-การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทำให้เกิดการสูญเสียความกรอบเนื่องจากถูกความชื้นมากเกินไป

-การเปลี่ยนแปลงทางจุลชีววิทยา ทำให้เกิดการเจริญของเชื้อราและแบคทีเรียเนื่องจากมีปริมาณความชื้นที่จุลินทรีย์สามารถเติบโตได้

ปริมาณความชื้นของคุกกี้ ณ จุดที่การเสื่อมเสียคุณภาพจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคนั้นเรียกว่า "ปริมาณความชื้นวิกฤต (Critical moisture content)" เมื่อใดก็ตามที่มีการวัดการเสื่อมสภาพจะต้องตั้งกฎเกณฑ์ในการยอมรับด้วยเสมอ เนื่องจากเกณฑ์การตัดสินดังกล่าวจะสัมพันธ์โดยตรงกับการหาอายุการเก็บของอาหารนั้น (อัญชลี กมลรัตนกุล, 2531)

2.3.5.2.การเหม็นหืนที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Lipid oxidation) การเกิดออกซิเดชั่นของลิปิดได้แก่ ไขมันและน้ำมันในคุกกี้มีผลต่อการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ ทำให้คุกกี้เกิดการเสื่อมเสีย มีกลิ่นหืนเกิดขึ้น โดยทั่วไปจะเกิดปฏิกิริยาแบบออโทออกซิเดชั่น (autoxidation) ซึ่งมักเกิดขึ้นเสมอๆ เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น ความร้อน แสงสว่าง โลหะ เป็นต้น นอกจากนี้อาจทำให้สีของคุกกี้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6.การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของคุกกี้ชนิดกรอบ(Crisp cookies or Brittle cookies)

คุณสมบัติทางกายภาพส่วนใหญ่ที่นิยมตรวจสอบ ได้แก่

2.3.6.1.เนื้อสัมผัส (Texture) คุกกี้ชนิดกรอบโดยส่วนใหญ่จะวัดค่าความแข็ง (Hardness) ซึ่งค่าความแข็งจะเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเพิ่มเส้นใยในคุกกี้

2.3.6.2.การแผ่ตัว (Spread ratio) เป็นลักษณะปรากฏสำคัญที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ค่าการแผ่ตัวของคุกกี้ที่มีการเพิ่มเส้นใยอาหารจะน้อยกว่าสูตรที่ใช้แป้งสาลีล้วน ซึ่งการที่ค่าการแผ่ตัวลดลงแสดงถึงความสามารถของใยอาหารชนิดนั้นๆที่มีคุณสมบัติรวมตัวกับน้ำได้ดี (Chen *et al*, 1988) วัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งใยอาหารแต่ละชนิดจะทำให้โค ของคุกกี้มีลักษณะแห้งกว่าโดที่ทำจากแป้งสาลีล้วนๆ ดังนั้น โดจึงไม่สามารถแผ่ขยายตัวได้ (spread) ทำให้คุกกี้มีขนาดเล็กและหนา (Teerapapthamkul, 1991)

2.4.ขนมปัง

ขนมปังใช้แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลัก เนื่องจากแป้งสาลีมีคุณสมบัติเฉพาะที่แป้งอื่นไม่มี คือ แป้งสาลีจะประกอบไปด้วยโปรตีนที่สำคัญ 2 ชนิด คือ ไกลอะดิน (Gliadin) และ กลูเตนิน(Glutenin) ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้ว จะเกิดสารที่มีลักษณะหยุ่น เหนียว ยืดเป็นยาง เรียกว่า กลูเตน (Gluten) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นร่างแห สามารถเก็บกักก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักได้ ทำให้เกิดโครงร่างที่ยืดหยุ่น และผลิตภัณฑ์ที่อบได้จะมีลักษณะเหมือนฟองน้ำ ไกลอะดินเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีความยืดมาก แต่มีสภาพยืดหยุ่นน้อย ละลายได้ในแอลกอฮอล์ ส่วนกลูเตนินเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีความยืดน้อย แต่มีสภาพยืดหยุ่นมาก ละลายได้ในกรดหรือเบส เมื่อรวมกันเป็นกลูเตนแล้วจะได้ลักษณะที่เหมาะสม มีความยืดหยุ่นพอดี (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540)

2.4.1.ประเภทของขนมปัง

โดยทั่วไปแล้วขนมปังสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทคือ

2.4.1.1.ขนมปังฝรั่งเศส ขนมปังอิตาเลียน และขนมปังเวียนนา ขนมปังทั้ง 3 ประเภท ทำจากโดที่มีปริมาณไขมันต่ำกว่า 0-3% โดของขนมปังประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีส่วนผสมเหมือนกัน แป้งที่ใช้ทำขนมปังชนิดนี้จะต้องเป็นแป้งที่มีปริมาณกลูเตนสูง เพื่อที่จะสามารถทนทานต่อการหมักได้นาน ทนต่อการพักตัว และการขึ้นฟูของโดในระยะแรกของการอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2.ขนมปังปอนด์หัวกะโหลกและแซนด์วิช เป็นขนมปังที่ชาวอเมริกันนิยมบริโภคกันมาก เพราะมีเนื้อขนมปังขาวนุ่ม ทำจากโดที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 3-6 ถ้าใช้พิมพ์ขนมปังธรรมดาจะเป็นขนมปังหัวกะโหลก แต่ถ้าใช้พิมพ์ที่มีฝาปิดข้างบน จะมีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยม ซึ่งนิยมนำมาทำเป็นแซนด์วิช จึงเรียกว่า ขนมปังแซนด์วิช มีขั้นตอนการทำอย่างง่ายคือ นำส่วนผสมทั้งหมดนวดผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 15 นาที นำโดที่ได้ไปพักเป็นเวลา 30-45 นาที หลังจากนั้นนำมาคลึงไล่อากาศออกนำใส่พิมพ์ที่ทาเนยขาวไว้แล้วพักต่ออีก 30 นาที จึงนำไปอบ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540)

2.4.1.3.ขนมปังเนื้อนุ่ม (Soft Rolls หรือ Soft Buns) เป็นขนมปังที่ทำจากโดที่มีความเข้มข้นสูง ปกติจะทำจากโดที่มีน้ำตาลและไขมันมากกว่า 2 ชนิดแรก (ไขมัน 6-12%) ปริมาณไข่อาจเพิ่มขึ้น หรืออาจไม่ใช้ไข่ก็ได้ แป้งสาลีที่มีความแข็งปานกลาง คือ กลูเตนไม่แข็งแรงมาก ขนมปังอบที่ได้จะมีรสหวาน นุ่ม มีเนื้อละเอียด เช่น แฮมเบอร์เกอร์ ฮอทดอก

2.4.1.4.ขนมปังหวาน (Sweet Dough) โดที่ทำขนมปังหวานจะต้องมีสูตรที่เข้มข้นกว่าโดที่ทำจากขนมปังจืด โดยมีปริมาณน้ำตาล นม ไขมัน และไข่สูงกว่าขนมปังจืด (ไขมัน 12-24%) ขนมปังหวานจากสูตรพื้นฐานเพียงสูตรเดียว สามารถดัดแปลงให้เกอดขนมปังหวานมากมายหลายชนิด โดยการปั้นให้มีรูปร่างและขนาดต่างๆกัน ใส่ไส้ชนิดต่างๆ แป้งที่ใช้อาจใช้แป้งสาลีชนิดแข็ง และแป้งสาลีอเนกประสงค์ เช่นเดียวกับไส้ต่างๆ (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2539)

2.4.2.ส่วนผสมของขนมปัง

ส่วนผสมของขนมปังประกอบด้วยแป้งสาลีโปรตีนสูง (เรียกทั่วไปว่าแป้งสาลีชนิดทำขนมปัง) ผสมกับน้ำ ยีสต์ และเกลือ ทั้ง 4 อย่างนี้ จัดเป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งจำเป็นต้องมีในสูตรขนมปังทั่วไป นอกจากนั้น อาจใส่สารอื่นเพื่อปรับปรุงลักษณะของขนมปังให้แตกต่างออกไปตามความต้องการของผู้บริโภค ได้แก่ ไขมัน แป้งมอลต์ แป้งถั่วเหลือง ธัญชาติอื่นๆ อาหารยีสต์ สารที่ทำให้น้ำกับน้ำมันเข้ากันได้ (Emusifiers) น้ำนมและผลิตภัณฑ์จากนม ผลไม้ และกลูเตน เป็นต้น

2.4.2.1.แป้งสาลีชนิดทำขนมปัง เป็นแป้งสาลีจากข้าวสาลีโม่ธรรมดาชนิดแข็งมีโปรตีนสูงร้อยละ (12-24%) ในบางประเทศ อาจใช้แป้งสาลีชนิดดูรัมโปรตีนสูง เพื่อทำเป็นขนมปังชนิดแบนแบบอาหรับ แต่โดยทั่วไปแล้วแป้งที่ใช้ จะมีสีขาวนวล มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 เป็นแป้งสาลีที่ดูดน้ำได้มาก (60-65%) มีเถ้าละ 0.40-0.50 และมีโปรตีนร้อยละ10-16 มีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมวัดได้จากเครื่องฟาริโนกราฟ และเอกซ์เทนซิกราฟ ส่วนปริมาณเอนไซน์ในแป้งวัดได้จากเครื่องอะมิโลกราฟ โดยละเอียดลักษณะคุณภาพของแป้งที่เหมาะสมในการทำขนมปังแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของแป้งสาลีในขนมปัง คือเป็นโครงร่างที่สำคัญ มีความยืดหยุ่นในขณะผสม ขึ้นฟูขณะหมัก และเมื่อสุกจะแข็งตัวเป็นโครงร่างของขนมปังเนื้อนุ่ม เหนียวต่อการเคี้ยวเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงเกิดจากองค์ประกอบทางเคมีในแป้งสาลีที่สำคัญคือ สตาร์ช และกลูเตน รวมทั้งองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ไขมัน เพนโตแซน น้ำตาล และอื่นๆ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงเมื่อผสมแป้งกับน้ำ ยีสต์และเกลือเข้าด้วยกันจนเป็นโด

2.4.2.2.น้ำ เป็นส่วนผสมฟลักที่สำคัญและมีผลต่อลักษณะของโดโดยตรง กล่าวคือโดจะมีความนุ่ม ยืดหยุ่น ไม่ติดมือ ถ้าน้ำที่ใช้เป็นน้ำกระด้างปานกลาง ซึ่งมีแร่ธาตุบางชนิดปนอยู่อย่างเหมาะสม จะช่วยให้โดมีความแข็งแรง และยืดหยุ่นตัวดี ถ้าน้ำกระด้างมากหรือถาวร จะทำให้โดแข็งเกินไป ส่วนน้ำอ่อนก็มีผลทำให้โดนุ่มเกินไปและอาจติดมือง่าย ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพของน้ำก่อนนำไปใช้ทำขนมปังจึงจำเป็น เพื่อการปรับปรุงแก้ไขให้สภาพน้ำเหมาะสม โดยใช้เกลือและอาหารยีสต์ ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบแร่ธาตุชนิดต่างๆเข้าด้วยกัน เช่น ถ้าน้ำอ่อนมากก็ควรเพิ่มเกลือและอาหารในสูตร แต่ถ้าน้ำกระด้างมาก ก็ลดเกลือ ลดอาหารยีสต์และเพิ่มปริมาณยีสต์ พร้อมทั้งใช้เวลาในการหมักนานขึ้น เป็นต้น โดยปริมาณน้ำที่เติมในสูตร จะมีอยู่ในช่วง 55-56 % ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง

กล่าวได้ว่า น้ำมีผลต่อการทำขนมปังมาก เริ่มจากทำหน้าที่ละลายเกลือ ยีสต์หรือส่วนผสมอื่นๆ ให้สามารถผสมเข้าไปในเนื้อโดอย่างสม่ำเสมอ หลังจากการนวดแป้งกับน้ำจนกลายเป็นโด จะมีกลูเตนเกิดขึ้น ให้มีความยืดหยุ่นดี มีอุณหภูมิของโดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเอนไซม์ ซึ่งทำงานได้เนื่องจากน้ำในส่วนผสม จนเกิดก๊าซ ทำให้โดพองฟูขึ้นขณะหมักเมื่อนำเข้าอบ น้ำจะมีส่วนให้สตาร์ชเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น กลูเตนขยายตัว และส่วนอื่นเปลี่ยนสภาพจากดิบเป็นสุก และคงรูปร่างของขนมปัง กล่าวคือ ถ้าเก็บขนมปังในภาชนะบรรจุที่ไม่เหมาะสม จะทำให้ขนมปังแห้ง จากการระเหยของน้ำออกจากภายในเนื้อขนมปัง หรือขนมปังแฉะจนขึ้นรา เพราะมีความชื้นในเนื้อขนมมากเกินไป ก็จะทำให้ขนมปังนั้นไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2.4.2.3.เกลือ เติมลงในส่วนผสมของขนมปัง เพื่อทำให้ขนมปังมีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ช่วยทำให้กลูเตนแข็งแรงและคงทนเพิ่มขึ้น ทำให้โดไม่แฉะ มีส่วนในการควบคุมการทำงานของยีสต์ให้ช้าลง มีการหมักนานขึ้น ทำให้ขนมปังขึ้นฟูสม่ำเสมอและมีโครงร่างดี

2.4.2.4.ยีสต์ เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharomyces cerevisiae* หรือเรียกทั่วไปว่า ยีสต์สำหรับข่างทำขนมอบ (Baker' yeast) ซึ่งมีหน้าที่หลักในส่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนมปัง 3 อย่างคือ ช่วยทำให้เกิดก๊าซภายในโด ปรับสภาพโดให้เหมาะสม และให้กลิ่นรสแก่ขนมปัง ยีสต์ที่ผสมอยู่ในโดจะเริ่มเติบโตเนื่องจากมีน้ำ และอากาศจากการผสม และมีอาหารคือ น้ำตาล และสารอาหารอื่นจากโด ทำให้ยีสต์เพิ่มจำนวนมากขึ้น พร้อมกันนี้เอนไซม์ต่างๆ ในยีสต์จะแปรสภาพจากสารอาหารโดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ น้ำตาลให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอลกอฮอล์ และพลังงาน

โดยกระบวนการที่เกิดขึ้นนี้ จะอยู่ในสภาพที่ไม่มีอากาศ เรียกว่า กระบวนการหมัก ซึ่งเป็นผลให้ภายในโดมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดันให้โดพองตัวขึ้นจากเดิมหลายเท่า ในขณะเดียวกันก็ปรับสภาพให้โดยืดตัว มีก๊าซแทรกอยู่พร้อมทั้งให้กลิ่นหมักของแอลกอฮอล์ร่วมกับกลิ่นอื่นๆ เมื่อนำโดเข้าเตาอบ ขณะที่ความร้อนยังไม่แผ่กระจายเข้าสู่โดมากนัก ยีสต์จะยังทำงานเป็นเหตุให้โดขึ้นฟูในเตาอบอีกระยะหนึ่ง จนในที่สุด ความร้อนกระจายทั่วก้อนโด ทำให้ยีสต์ตาย และขนมปังยังคงรูปร่างขึ้นฟู พร้อมกับมีกลิ่นหมัก กลิ่นยีสต์ และสารอื่นๆ เป็นกลิ่นเฉพาะของขนมปังที่ผู้บริโภคพอใจ

2.4.2.5.น้ำตาล เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายน้ำได้ดี น้ำตาลมีหน้าที่ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีที่ดี

2.4.2.6.ไขมัน เป็นส่วนผสมที่ช่วยในการหล่อลื่นกลูเตนให้ยืดหยุ่นได้ เก็บก๊าซได้เหมาะสม ทำให้เนื้อขนมปังนุ่ม มีเซลล์บาง มีปริมาตรมากขึ้นและให้กลิ่นรสที่ดีของขนมปัง ไขมันที่นิยมใส่ขนมปัง ได้แก่ เนยขาว (Shortening) เนยสด และมาการีน (เนยเทียม) (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2539)

2.4.3.กรรมวิธีการผลิตขนมปัง

2.4.3.1.การผสม เพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดี แบะเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นของโด สำหรับวิธีผสมมี 2 แบบ คือ แบบผสมครั้งเดียว และแบบผสมสองครั้ง โดยการผสมครั้งเดียวจะผสมส่วนผสมทั้งหมดรวมกันทีเดียว จนได้ลักษณะโดที่ดี ดังนั้นคำว่า “โด” จึงหมายถึงส่วนผสมแป้งกับน้ำรวมกับส่วนผสมอื่น จนเข้ากันดี มีลักษณะที่ยืดหยุ่นได้นั้นเอง และการผสมสองครั้งจะแบ่งการผสมเป็นสองครั้ง คือ ครั้งแรกจะผสมแป้งส่วนใหญ่กับน้ำและยีสต์ เพื่อให้เข้ากันเท่านั้นแล้วหมักทิ้งไว้เรียกส่วนนี้ว่า ส่วนสปันจ์ ซึ่งใช้เวลาหมักประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วจึงทำการผสมครั้งที่สอง โดยผสมส่วนสปันจ์รวมกับแป้งที่เหลือ และส่วนผสมอื่นจนได้โดที่เรียบเนียนเช่นเดียวกับการผสมครั้งเดียว

2.4.3.2.การหมัก เพื่อให้ก้อนโดเกิดการพองตัวเนื่องจากเกิดก๊าซคาร์บอนไดออก ไซด์ขึ้น เพราะยีสต์ในส่วนผสมเกิดการเจริญเติบโต และเปลี่ยนองค์ประกอบของสารอาหารในแป้งบางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96650

ข้างในเป็นก๊าซดังกล่าว มีผลให้ก้อนโดขยายตัวขึ้นเป็นสองเท่า จึงจำเป็นต้องไล่ลม หรือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากโด ก่อนที่ก้อนโดจะใหญ่เกินไปจนแตกเอง และการไล่ลมนี้อาจจะทำครั้งเดียวในช่วงการหมัก หรือสองครั้งก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง

2.4.3.3.การตัดแบ่งก้อนโด เพื่อให้ได้ก้อนโดที่มีขนาดเท่ากันตามลักษณะของชนิดขนมปัง เมื่อตัดแล้วต้องปั้นให้เป็นก้อนกลมอีกครั้ง เพื่อให้คลุมก๊าซอยู่ภายในได้

2.4.3.4.การพักโดระยะสั้น ให้โดได้พักคลายตัว หลังจากตัดและปั้นกลม จะได้สามารถปั้นเป็นรูปต่างๆ ได้ง่ายตามความต้องการ เมื่อพักได้ประมาณ 8-12 นาทีแล้ว จึงทำการปั้นก้อนโดเพื่อนำลงพิมพ์

2.4.3.5.การใส่พิมพ์ เพื่อให้ขนมมีรูปร่างและขนาดเท่ากัน และสุก อย่างสม่ำเสมอโดยนำก้อนโดที่ปั้นเป็นรูปร่างแล้วใส่ลงพิมพ์ที่ทาเนยขาว เพื่อไม่ให้ขนมปังติดพิมพ์เมื่อสุก

2.4.3.6.การทำโดก่อนอบ มีจุดประสงค์เพื่อให้ขนมปังได้หมักอีกจนขนมขึ้นเกือบเต็มพิมพ์

2.4.3.7.การอบ เพื่อให้ขนมปังสุก มีกลิ่นรสชวนรับประทาน ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 180-220 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง (อรอนงค์ วินัยกุล, 2539)

2.4.4.การเสื่อมเสียของขนมปัง

-การเสื่อมเสียจากเชื้อรา ลักษณะที่เห็นได้ชัดเจนคือ เห็นมีเชื้อราอยู่บนขนมปัง โดยเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ถ้าหาก สุขลักษณะในการผลิตขนมปังและการเก็บรักษาไม่ดีพอ โดยเชื้อราสามารถเจริญได้ในที่ที่มีความชื้นต่ำกว่าที่พวกแบคทีเรียและยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ แต่เชื้อราจะไม่สามารถเจริญได้ในสภาพที่มีความเป็นกรด

ขนมปังมีลักษณะที่เชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ดี เมื่อใดก็ตามที่ขนมปังสัมผัสกับบรรยากาศและถ้าหากความชื้นภายในบรรยากาศมีสูง เชื้อราก็จะเจริญเติบโตเร็วยิ่งขึ้น แต่ถ้าหากความชื้นภายในบรรยากาศต่ำ เชื้อราก็จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ แต่สปอร์ก็อาจจะเกาะอยู่บนผิวก้อนของขนมปัง ดังนั้นขนมปังที่เก็บรักษาในสภาพที่แห้งและสะอาดก็จะสามารถป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อราได้

-การเสื่อมเสียจากแบคทีเรีย การเน่าเสียจะเห็นได้ชัดคือ ภายในเนื้อของขนมปังจะมีลักษณะเหนียว และสีจะเปลี่ยนไปจากเดิมนอกจากนั้นกลิ่นยังมีลักษณะคล้ายกับสับปะรดเน่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเน่าเสียดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากขนมปังมีเชื้อแบคทีเรียปะปนอยู่ และสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียดังที่สามารถทนต่อการความร้อนในเตาอบได้ ดังนั้นเชื้อแบคทีเรียจะเจริญเติบโตภายในขนมปังและจะทำลายสารพวกโปรตีนและสตาร์ชภายในขนมปัง ทำให้เนื้อของขนมปังเปลี่ยนสีและมีกลิ่นเน่า ระยะเวลาหลังจากขนมปังออกจากเตาอบจนเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวประมาณ 12-36 ชั่วโมง ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณของสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียที่ปะปนอยู่

ลักษณะทางกายภาพ ที่แสดงให้ทราบว่าขนมปังนั้นเกิดการเน่าเสียมีลักษณะดังนี้

-มีกลิ่นและรสผิดปกติคล้ายๆกับสับปะรดที่สุกเกินไป

-เนื้อภายในขนมปังจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หรือสีดำ

-เนื้อภายในขนมปังจะมีลักษณะเหนียว

-สีของเปลือกนอกของขนมปังจะมีสีแดง

-การแห้งของขนมปัง ขนมปังจะมีคุณภาพที่ดีที่สุดหลังจากที่นำออกจากเตาอบประมาณ 2-3 ชั่วโมง ซึ่งมีลักษณะสดและนิ่ม แต่เป็นไปไม่ได้ที่มุกคนจะซื้อหาขนมปังใหม่ๆ ได้ นอกจากผู้ที่อยู่ใกล้กับร้านหรือโรงงานผลิตขนมปังเท่านั้น ดังนั้นผู้บริโภคขนมปังส่วนใหญ่จะต้องซื้อขนมปังที่มีอายุมากกว่า 1 วัน ดังนั้นสาเหตุที่ทำให้ขนมปังด้อยคุณภาพลงจึงมาจากการแห้งของขนมปัง

วิธีการทดสอบว่าขนมปังแห้งหรือไม่นั้นทำได้ง่าย โดยการหั่นขนมปังออก แล้วใช้นิ้วหัวแม่มือกดเบาๆ ถ้าหากขนมปังนิ่มแสดงว่า ขนมปังไม่แห้ง และถ้าหากกดลงไปได้เล็กน้อยแสดงว่าขนมปังแห้ง ส่วนการใช้เครื่องมือต่างๆ ทดสอบการแห้งของขนมปังนั้น ไม่ค่อยได้ใช้กันแต่การค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับการป้องกันการแห้งนั้นมีอยู่มากมาย สำหรับสาเหตุที่ทำให้ขนมปังแห้งมีอยู่ 2 ประการคือ

-การสูญเสียความชื้น โดยทั่วไปแล้ว ขนมปังที่อยู่ในสภาพดีนั้น จะมีความชื้นอย่างต่ำ 30% แต่ขนมปังออกจากโรงงานจะมีความชื้นประมาณ 40-45% ขนมปังสามารถจะดูดซึมน้ำในบรรยากาศได้ถ้าหากบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เกิน 70% และขนมปังจะสูญเสียความชื้นได้ถ้าหากในบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 70%

ดังนั้นขนมปังมีโอกาสที่จะสูญเสียความชื้นไปมากกว่า ผิดกับคุกกี้ซึ่งมีความชื้นประมาณ 2-3% ซึ่งมีโอกาสที่จะดูดความชื้นในบรรยากาศได้มาก ขนมปังที่มีความชื้นสูงในตอนแรกโดยเฉพาะในเนื้อขนมปังนั้น สามารถจะเก็บได้หลายวัน แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าความชื้นในก้อนขนมปังนั้นสูงเพราะถ้าหากเป็นเช่นนี้แล้วจะเกิดการเน่าเสียเร็วขึ้นโดยเฉพาะเกิดจากเชื้อรา

การป้องกันหรือยืดอายุของการแห้งนั้นมีองค์ประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1)ควรใส่น้ำให้มากที่สุดในขณะทำการผสมแป้ง และควรใช้แป้งชนิดโปรตีนสูง ทั้งนี้เพื่อให้การดูดซับน้ำดำเนินไปด้วยดี แต่การใส่น้ำจะต้องระวังไม่ควรจะให้มากเกินไปเพราะจะทำให้โดเหนียว แต่ถ้าหากโดเหนียวก็สามารถแก้ไขได้เช่น

-ใช้ลมเป่าที่โดในขั้นการม้วนโดเพื่อให้ผิวนอกของโดแห้งเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ใช้สารเคมีบางอย่างเช่น ฟลูออน โดนใส่สารนี้ลงบนลูกกลิ้ง ซึ่งรีดโดให้เป็นแผ่นบางๆ

การเพิ่มน้ำนับเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยเฉพาะการผสมโดยใช้เครื่องผสม ซึ่งการผสมเป็นไปอย่างทั่วถึง ทำให้คุณภาพของโดดีขึ้น

2)ระยะเวลาในการอบควรจะสั้น ทั้งนี้เพื่อให้แป้งภายในก้อนขนมปังเกิดการสุกและทำให้ได้ผิวของขนมปังบางๆ พยายามรักษาความชื้นในเตาอบให้สูงเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นภายในขนมปัง โดยปกติแล้วเวลาที่ใช้ในการอบให้สูงเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นภายในขนมปัง โดยปกติแล้วเวลาที่ใช้ในการอบขนมปังจะใช้เวลาประมาณ 24 นาที

3)การทำให้ขนมปังเย็นอย่างถูกต้อง ขนมปังที่ออกจากเตาอบใหม่ๆจะมีอุณหภูมิสูง เมื่อกระทบกับอากาศที่เย็นกว่า ไอน้ำในขนมปังจะระเหยออกสู่บรรยากาศ การสูญเสียความชื้นจะมากหรือน้อยนั้นย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศในขณะนั้น ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงการสูญเสียความชื้นก็จะน้อย แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำการสูญเสียก็จะมาก ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยควรจะมีห้องพิเศษสำหรับทำให้ขนมปังเย็น โดยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องนั้นให้ดี ควรจะให้อากาศภายในห้องนั้นมีการหมุนเวียนอยู่เสมอ ปกติแล้วห้องที่ทำให้ขนมปังเย็นจะมีอุณหภูมิประมาณ 70 องศาฟาเรนไฮต์ และมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80 %

-การแห้งเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี ในปัจจุบันยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด แต่เชื่อกันว่าการแห้งของขนมปังเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภายในขนมปังอย่างช้าๆ โดยเฉพาะส่วนประกอบของแป้ง โดยในระหว่างการอบ แป้งทั้งหมดจะเกิดเป็นเจลและคุณสมบัติของเจลจะไม่เปลี่ยนแปลง ถ้าหากเก็บรักษาขนมปังที่อุณหภูมิสูงกว่า 131 องศาฟาเรนไฮต์ (55 องศาเซลเซียส) แต่ถ้าหากเก็บขนมปังต่ำกว่าอุณหภูมิดังกล่าว เจลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติโดยจะแข็งขึ้น เมื่อเจลแข็งขึ้นจะขับน้ำออกจากเจล กระบวนการนี้จะเปลี่ยนไปรวดเร็วขึ้นถ้าหากอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิดังกล่าวมากๆ นอกเสียจากว่าหลังจากขนมปังออกจากเตาแล้ว นำไปทำให้เย็นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำกว่า 23 องศาฟาเรนไฮต์ (-5 องศาเซลเซียส) การเปลี่ยนแปลงนี้จะมีน้อยมากแม้ว่าจะนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสอีกครั้งหนึ่ง

ในการหมักแป้งหรือผสมโดให้ไม่ถูกต้อง ในการทำขนมปังนั้นไม่ว่าจะด้วยวิธีใดก็ตาม และการหมักที่เร็วหรือนานเกินไป ก็จะมีผลให้เกิดการแห้งมากขึ้น

การแห้งเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี สามารถป้องกันได้โดยการใช้สารเคมียางอย่างเพื่อชะลอการแห้งที่จะเกิดขึ้นกับขนมปัง โดยใช้ GMS (กลีซอลรีลโมโนสเทียเรต) หรือสเทียรีลทาเทรตประมาณ 100 กรัม ต่อ แป้ง 100 กิโลกรัม เป็นต้น

ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสม ในการเติมใยอาหารผงที่ผลิตจากเปลือกมะม่วงดอง ในการผลิตคุกกี้และขนมปังแซนด์วิช เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตและพัฒนาคุกกี้และขนมปังแซนด์วิชเสริมใยอาหารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21085

2.5.งานวิจัยการนำใยอาหารไปใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

ได้มีการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของขนมปังและคุกกี้ที่ผสมใยอาหารจากแหล่งต่างๆ เช่น ถั่วแดง รำข้าวเจ้า กากถั่วเหลือง กากมะพร้าว และงาขาว พบว่าขนมปังที่ผสมใยอาหารจะมีปริมาตรลดลง ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เนื้อสัมผัสที่วัดด้วยเครื่องมือ Instron พบว่า ขนมปังที่ผสมใยอาหารจะมีความแข็งมากขึ้น ส่วนคุกกี้ที่ผสมใยอาหารนั้นจะมีค่าความแข็งที่วัดด้วยเครื่อง Instron ลดลง (เพลินใจ ตังคณะกุล และคณะ, 2538)

ได้ทำการศึกษาผลการเติมเซลลูโลสผงจากเปลือกถั่วเหลือง และดอกกระเจี๊ยบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และประสาทสัมผัสของคุกกี้ ได้พบว่า คุกกี้ที่ไม่มีการเติมและเติมเซลลูโลสผงปริมาณ 5-15% จะให้ค่าความหนาแน่นไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) คุกกี้ที่เติมเซลลูโลสจะมีค่าการขยายตัวลดลงและมีความแข็งเพิ่มขึ้น (วิภา สุโรนะเมธากุล และคณะ, 2542)

ได้ทำการพัฒนาแป้งขนมปังพร้อมใช้เสริมโปรตีนและใยอาหาร โดยใช้ใยอาหารและโปรตีนจากถั่วแดงผง กากถั่วเหลืองผง โดยศึกษาปริมาณทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิ พบว่าสามารถทดแทนแป้งสาลีได้ 37.5% และสามารถใช้ถั่วแดงผง 3% กากถั่วเหลือง 6% ของปริมาณแป้งผสม 100 กรัม ค่าความแข็งลดลงเมื่อเพิ่มน้ำและเนยขาวในปริมาณที่เหมาะสมคือ 65 และ 8 กรัม ตามลำดับ (ลดาวัลย์ เจริญรัตนศรีสุขม, 2547)

ได้ทำการเติมซังขนุนในขนมปัง พบว่าขนมปังที่เติมซังขนุนในปริมาณที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ขนมปังที่ได้มีปริมาตร และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลง ขนมปังที่เพิ่มซังขนุนในปริมาณ 5% จะยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคใกล้เคียงกับขนมปังที่ไม่มีการเติมซังขนุน ในส่วนคุกกี้ การเพิ่มซังขนุนในปริมาณมากขึ้นจะทำให้ความกรอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามคุกกี้ที่เพิ่มซังขนุนผงในปริมาณ 20% จะยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยที่มี สี รสชาติ และเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรที่ไม่มีการเติมซังขนุนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (จันทนา ขัดต๋า และ พรพรรณ ไตรปิ่นเพ็ชร, 2542)

ได้นำแป้งข้าวกล้องซึ่งมีใยอาหารสูงถึง 62% ไปทดแทนแป้งสาลี พบว่าสามารถนำไปพัฒนาสูตรแป้งที่ใช้ผลิตคุกกี้ได้ในอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวกล้องและแป้งสาลีเป็น 60:40 ซึ่งทำให้เกิดเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น มีการยอมรับของผู้บริโภคในด้านกลิ่น ความกรอบ รสชาติ และการยอมรับ โดยที่คุกกี้ข้าวกล้องมีใยอาหารประมาณ 9.97% (เยาวภา สิริวัฒนานุกูล และวราพร พิชัยโรจน์รุ่ง, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หองสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1.วัตถุดิบ

3.1.1.เปลือกมะม่วงดอง ได้รับความอนุเคราะห์จากโรงงานผลิตมะม่วงดองตรา "มุก"

3.1.2.แป้ง (อเนกประสงค์ ยูไนเต็ดฟลาวมิลล์)

3.1.3.แป้ง (หงส์ขาว ยูไนเต็ดฟลาวมิลล์)

3.1.4.น้ำตาลทรายตรามิตรผล

3.1.5.เนยขาว

3.1.6.มาการีน

3.1.7.เกลือตราปรุงทิพย์

3.1.8.ไข่ไก่

3.1.9.ผงฟู ตราอิมพีเรียล

3.1.10.ยีสต์

3.2.อุปกรณ์การผลิต

3.2.1.กะละมัง

3.2.2.ที่แซะขนม

3.2.3.ตะแกรงพักขนม

3.2.4.ถาดอบ

3.2.5.พายยาง

3.2.6.เครื่องตีแป้งผง

3.2.7.กระชอนร่อนแป้ง

3.2.8.ถ้วยตวง

3.2.9.ช้อนตวง

3.2.10.เครื่องกดคุกกี้

3.2.11.เครื่องชั่ง

3.2.12.เตาอบขนม

3.2.13.เครื่องปั่นแห้ง (Blender)

3.2.14.เครื่องบดแฮมเมอร์มิลล์ (Hammer mill)

3.2.15. เครื่องบีบน้ำแบบไฮโดรลิก เพส (Hydrolic press)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.15.ตู้อบ Tray dry

3.3.อุปกรณ์การวิเคราะห์

3.3.1.เครื่องแก้ว

3.3.2.กระดาษกรอง

3.3.3.ถ้วยอะลูมิเนียม

3.3.4.อะลูมิเนียมฟอยด์

3.3.5.ครูซิเบิล

3.4.สารเคมี

3.4.1.กรดซัลฟูริก

3.4.2.คอปเปอร์ซัลเฟต

3.4.3.โซเดียมซัลเฟต

3.4.4.ซีลีเนียมไดออกไซด์

3.5.5.กรดบอริค

3.5.6.เมทิลเรด

3.5.7.โซเดียมไฮดรอกไซด์

3.5.8.กรดไฮโดรคลอริก

3.5.9.ปิโตรเลียมอีเธอร์

3.5.10.TBA

3.5.11.เอธานอล

3.5.เครื่องมือวิเคราะห์

3.5.1.เครื่องชั่งน้ำหนัก	Mettler AJ 100
3.5.2.เครื่องวัดสี	Minolta CR = 300, Japan
3.5.3.เครื่องวัดเนื้อสัมผัส	Texture Measuring System, TA-XT2i
3.5.4.เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์	Spectro 22 Labomed, Inc.
3.5.5.เครื่องปั่นเหวี่ยง	Kontron T42 K, Itary
3.5.6.เครื่องชั่งชนิดพิเศษ	Metter AE 240
3.5.7.ตู้อบลมร้อน(Hot air oven)	Memmert 854 Schwabach
3.5.8.เครื่องวิเคราะห์โปรตีน	Buchi Distillation Unit B-316

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.9.เครื่องวิเคราะห์ไขมัน Buchi 810 Soxhlet

3.6.สถานที่ดำเนินงาน

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.7.วิธีดำเนินงาน

3.7.1.การเตรียมผงเปลือกมะม่วงดอง

การเตรียมผงเปลือกมะม่วงดองเพื่อใช้ในการเสริมใยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชและคุกกี้ จะเตรียมจากเปลือกมะม่วงดองสด ตามวิธีในภาพที่ 1 บรรจุเก็บไว้ในซองอะลูมิเนียมและปิดสนิท เก็บที่อุณหภูมิห้องปกติ ก่อนนำมาผลิตขนมปังแซนด์วิชและคุกกี้ จากนั้นนำผลเปลือกมะม่วงดองที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

ภาพที่1 วิธีการเตรียมผงเปลือกมะม่วงดอง

3.7.2.ศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของผงเปลือกมะม่วงดองในการผลิตคุกกี้เนย

ในการทดลองผลิตคุกกี้เสริมใยอาหารจากผงเปลือกโดยใช้ส่วนผสมดังตารางที่ 3 เติมผงเปลือกมะม่วงดอง 3 ระดับคือ 15% 20% และ 25% น้ำหนักแป้ง ทำการผลิตคุกกี้เนยเสริมใยอาหารจากผงเปลือกมะม่วงดองตามภาพที่ 2 แล้วนำคุกกี้ที่ผลิตได้มาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 สูตรควบคุมของคุกกี้เนย

ส่วนผสม	ปริมาณ(กรัม)
แป้งสาลี(อเนกประสงค์ ยูไนเต็ดฟลาวมิลล์)	300
ไขไก่	100
กลิ่นวานิลลา	10
ผงฟู	10
น้ำตาลทราย	180
เกลือ	0.8
มาการีน	227

ที่มา : กานดา แซ่จิว .(2547)

ภาพที่ 2 วิธีการทำคุกกี้เนย

ที่มา : กานดา แซ่จิว .(2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2.1.คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

-เนื้อสัมผัส (Texture) (TA-XT2 Application study)

-การแผ่ตัว (Spread ratio) (AACC ,1983)

-สี (Color) ได้แก่ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b)

วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำ 10 ซ้ำ แล้วทดสอบความแตกต่างโดย DMRT (Duncan' New Multiple Range Test) วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11.0

3.7.2.2.การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำคุกกี้เสริมผงเปลือกมะม่วงดองทั้ง 3 ระดับมาทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ 9-point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิม 40 คน ในการเปรียบเทียบ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11.0 เพื่อใช้เลือกตัวอย่างที่จะทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

3.7.3.ศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของนมสดในการผลิตคุกกี้เนยเสริมใยอาหาร

นำคุกกี้ที่มีการเสริมใยอาหารจากเปลือกมะม่วงดองที่คัดเลือกจากขั้นตอนที่ 3.7.2.2. มาทดลองเติมนมสด 3 ระดับคือ 10% 15% และ 20% น้ำหนักแป้ง และทำการผลิตคุกกี้ตามวิธีในภาพที่ 2 นำคุกกี้ที่ผลิตได้มาทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส ตามวิธีในข้อ 3.7.2.1.และ 3.7.2.2. เพื่อเลือกหาระดับนมสดที่เหมาะสม

3.7.4.ศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของผงเปลือกมะม่วงดองในการผลิตขนมปังแซนด์วิช

ในการทดลองผลิตขนมปังแซนด์วิชเสริมใยอาหารด้วยผงเปลือกมะม่วงดองโดยใช้ส่วนผสมดังตารางที่ 4 เติมผงเปลือกมะม่วงดอง 3 ระดับ คือ 4% 5% และ 6% ของน้ำหนักแป้ง ทำการผลิตขนมปังแซนด์วิชตามวิธีการดังภาพที่ 3 นำขนมปังแซนด์วิชที่ผลิตได้มาทำการทดสอบทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส

3.7.4.1.คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

-เนื้อสัมผัส (Texture) (TA-XT2 Application study) ได้แก่ความแข็ง (hardness) และความยืดหยุ่น(springiness)

-สี (Color) ได้แก่ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b)

วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำ 10 ซ้ำ แล้วทดสอบความแตกต่างโดย DMRT (Duncan' New Multiple Range Test) วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4.2.การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำขนมปังแซนด์วิชเสริมผงเปลือกมะม่วงดองทั้ง 3 ระดับ มาทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ 9-point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน ในการเปรียบเทียบ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11.0 เพื่อใช้เลือกตัวอย่างที่จะทำการทดลองในขั้นตอนการหาปริมาณเนยขาวที่เหมาะสมสำหรับขนมปังแซนด์วิชเสริมใยอาหาร

3.7.5.ศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของเนยขาวในการทำขนมปังแซนด์วิชเสริมใยอาหาร

ทดลองเพิ่มเนยขาวลงในขนมปังแซนด์วิชเสริมผงเปลือกมะม่วงดองที่คัดเลือก จากขั้นตอนที่ 3.7.4.2. (มีเนยขาวเป็นส่วนประกอบ 6%) สองระดับ คือ 10% และ 12% น้ำหนักแป้งแล้วทำการทดลองผลิตขนมปังแซนด์วิชตามภาพที่3 แล้วนำขนมปังที่ผลิตได้มาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสตามวิธีในข้อ 3.7.4.1. และ 3.7.4.2. เพื่อเลือกระดับของเนยขาวที่เหมาะสม

3.7.6.ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

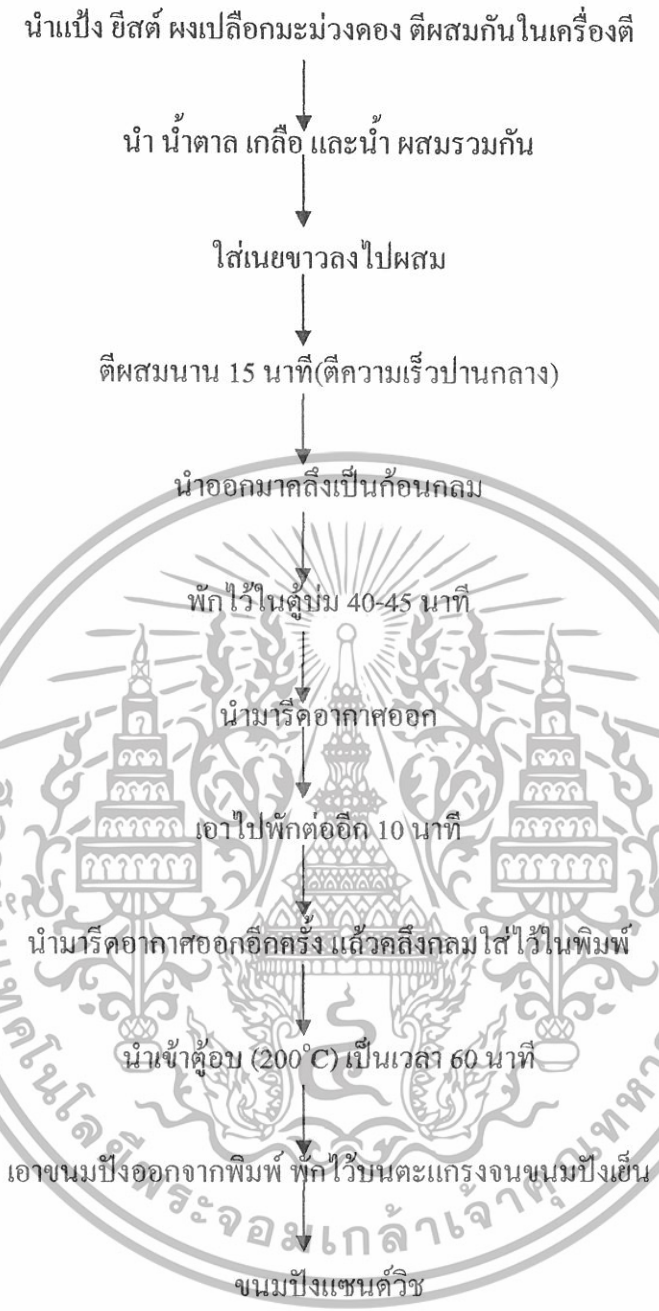
นำผงเปลือกมะม่วงดองขนมปังแซนด์วิช และคุกกี้เสริมผงเปลือกมะม่วงดองที่ทำการคัดเลือกให้เป็นผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนที่ 3.7.3.และ3.7.5. มาทำการวิเคราะห์โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับขนมปังแซนด์วิชและคุกกี้สูตรควบคุม

ตารางที่ 4 สูตรควบคุมของขนมปัง

ส่วนผสม	ปริมาณ(กรัม)
แป้ง(หงส์ขาว ยูไนเต็ดฟลาวมิลล์)	200
น้ำ	125
น้ำตาล	20
เนยขาว	12
เกลือ	3.5
ยีสต์	2

ที่มา: อรอนงค์ นัยวิกุล. (2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3 วิธีการผลิตขนมปัง

ที่มา: อรอนงค์ นัยวิกุล. (2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

ผลการทดลอง

4.1.ผลการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของผงเปลือกมะม่วงดองในการทำคุกกี้เนย

4.1.1.สี(color)

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นถึงค่าของสีที่วัดได้จากคุกกี้เนยที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับ 0% 15% 20% และ 25% พบว่า คุกกี้ที่ไม่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองจะมีค่าการสว่างที่สูงและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับชนิดที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดอง ส่วนคุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองทุกระดับ มีค่าความสว่างที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนของค่าสีแดงพบว่า คุกกี้ที่ไม่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองและที่มีการเติมที่ระดับ 25% จะมีค่าต่ำและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับคุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับอื่นๆ ในส่วนของสีเหลืองจะพบว่า นอกจากคุกกี้ที่ไม่มีเติมผงเปลือกมะม่วงดองแล้วคุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับ 15% มีคะแนนสูงสุดและมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับคุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองระดับอื่นๆ โดยรวมแล้วจะพบว่าคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองจะมีสีเขียวเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของผงเปลือกมะม่วงดองที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในผงเปลือกมะม่วงดองจะมีสีเขียว และมีเซลลูโลสในปริมาณที่สูง ดังนั้นคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองจะทำให้คุกกี้มีสีเขียว (เกิดจากสีของเปลือกมะม่วงดอง)มากขึ้น และเซลลูโลสไม่สามารถเกิดปฏิกิริยา maillard และ caramelization ได้ (ang and miller, 1991)

ตารางที่ 5 ค่าสีคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ

ปริมาณเปลือกมะม่วงที่เพิ่ม (%น้ำหนักแป้ง)	ค่าความสว่าง	ค่าสีแดง	ค่าสีเหลือง
0	$73.53^{a} \pm 1.52$	$1.15^{b} \pm 0.37$	$30.71^{a} \pm 0.96$
15	$63.30^{b} \pm 3.32$	$3.65^{a} \pm 0.74$	$30.75^{a} \pm 1.26$
20	$61.51^{b} \pm 1.46$	$3.19^{a} \pm 0.56$	$27.50^{b} \pm 0.92$
25	$62.83^{b} \pm 1.17$	$1.40^{b} \pm 0.59$	$26.79^{b} \pm 1.01$

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.การแผ่ตัว (Spread ratio)

ค่าการแผ่ตัวของคุกกี้ คำนวณจากค่าความกว้างเฉลี่ยของคุกกี้หารด้วยความหนาเฉลี่ย ตารางที่6 แสดงถึงค่าการแผ่ตัวของคุกกี้ที่ทำการเพิ่มผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับ 0% 15% 20% และ 25% พบว่าเมื่อมีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองมากขึ้นค่าการแผ่ตัวจะมีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากผงเปลือกมะม่วงดองมีสมบัติการดูดซับน้ำ จึงดูดซับน้ำที่อยู่ในส่วนผสมของคุกกี้ ทำให้การเกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization) ของแป้งลดลง ทำให้คุกกี้มีค่าการแผ่ตัวที่ลดลง

ตารางที่ 6 ค่าการแผ่ตัวของคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ

ปริมาณเปลือกมะม่วงดองที่เพิ่ม (% น้ำหนักแป้ง)	ค่าการแผ่ตัว
0	$5.29^{a} \pm 0.05$
15	$4.21^{b} \pm 0.09$
20	$2.06^{c} \pm 0.16$
25	$2.23^{c} \pm 0.01$

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.3.เนื้อสัมผัส (Texture)

ในการวัดเนื้อสัมผัสจะวัดค่าความแข็ง และค่าความกรอบโดยที่ค่าความแข็งวัดโดยดูจากแรงสูงสุด (force max) ที่ใช้ในการกดทะลุคุกกี้ ในคุกกี้ที่มีความแข็งมากจะต้องใช้แรงกดที่สูง ส่วนค่าความกรอบจะนับจากจำนวนของแรงสูงสุด (peak) ที่ปรากฏในแต่ละช่วงที่ทำการวัดโดยคุกกี้ที่มีจำนวนของแรงสูงสุด (peak)มาก จะมีความกรอบมาก จากตารางที่ 7 พบว่า คุกกี้ที่ไม่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองจะมีค่าความแข็งน้อยที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดอง ส่วนคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มแล้วพบว่า ยิ่งมีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองมากขึ้นจะทำให้คุกกี้มีค่าความแข็งมากขึ้นด้วย ส่วนค่าความกรอบจากตารางพบว่าคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองจะมีค่าความกรอบที่สูงที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับคุกกี้ที่ไม่มีการเติม และมีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับต่างๆ โดยพบว่าเมื่อทำการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในปริมาณที่มากขึ้นค่าความกรอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ค่าความแข็งและความกรอบของคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ

ปริมาณเปลือกมะม่วงดองที่เพิ่ม (% น้ำหนักแป้ง)	ค่าความแข็ง (Force (g))	ค่าความกรอบ
0	$735.05^{b} \pm 31.56$	$53.80^{b} \pm 5.12$
15	$1297.20^{a} \pm 115.87$	$55.20^{b} \pm 8.73$
20	$1301.56^{a} \pm 56.13$	$58.40^{b} \pm 9.31$
25	$1343.35^{a} \pm 8.11$	$72.40^{a} \pm 4.45$

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.1.4.ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้จะทดสอบความชอบ โดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบ 40 คน โดยจะทดสอบทางด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม กับคุกกี้ที่ใส่ผงเปลือกมะม่วงดองในระดับที่ต่างกันคือ 15% 20% และ 25% ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์พบว่า คุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับ 15% จะมีคะแนนของสีมากกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับ คุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองในปริมาณ 20% และ 25% โดยที่คุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับ 25% จะมีคะแนนของสีต่ำที่สุด สำหรับคะแนนในด้านอื่นๆ(ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ และเนื้อสัมผัส) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่จะพบว่าการเติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับ 15% และ 25% จะทำให้คุกกี้มีคะแนนการยอมรับโดยรวมมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่คุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับ 20% จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับคุกกี้ที่เติมเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ

สำหรับการคัดเลือกสูตรคุกกี้เพื่อนำไปพัฒนาสูตรในขั้นตอนต่อไป จะคัดเลือกเอาคุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองในปริมาณที่ 20% เนื่องจาก เมื่อพิจารณาคะแนนของการยอมรับโดยด้วยพบว่าคะแนนการยอมรับโดยรวมไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับคุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับอื่นๆ จึงเลือกคุกกี้ที่มีคะแนนการยอมรับโดยรวมที่สูง และมีระดับการเติมผงเปลือกมะม่วงดองที่สูงที่สุด

เมื่อพิจารณาคะแนนเนื้อสัมผัสและรสชาติจะพบว่า แม้คุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับต่างๆจะมีคะแนนรสชาติ และเนื้อสัมผัสที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่คะแนนของเนื้อสัมผัสของคุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับ 20% จะมีคะแนนต่ำสุด และคะแนนรสชาติจะต่ำกว่าคุกกี้ที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับ 15% เนื่องจากยิ่งเติมผงเปลือกมะม่วงดองมากขึ้นจะทำให้รสชาติของเปลือกมะม่วงดองที่ติดมาชัดเจนมากขึ้น ดังนั้นจึง ทำการปรับปรุงโดยการเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นมสดลงไปในคุกกี้สูตรดังกล่าว เพื่อให้รสชาติของนมสามารถปรับปรุงรสชาติของคุกกี้สูตรที่เลือกมาได้และการเติมนมสดเป็นการเติมของเหลวให้กับส่วนผสมของคุกกี้จึงน่าจะปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้มีคะแนนดีขึ้นด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 8 คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ

ปริมาณเปลือกมะม่วงที่เพิ่ม (%น้ำหนักแป้ง)	สี	ลักษณะปรากฏ^{ns}	กลิ่นรส^{ns}	รสชาติ^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	การยอมรับโดยรวม
15	6.75^{a}±1.10	6.32±1.30	6.55±1.11	6.30±1.24	5.88±1.28	6.53±1.01^{a}
20	6.15^{b}±1.31	6.42±1.13	6.60±1.39	6.03±1.61	5.75±1.75	6.25±1.13^{ab}
25	6.10^{b}±1.35	6.18±1.50	6.25±1.39	5.68±1.72	5.95±1.72	5.98±1.19^{b}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

4.2.ผลการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของนมสดในการทำคุกกี้เนยผสมผงเปลือกมะม่วงดอง

4.2.1.สี

ตารางที่ 9 แสดงค่าสีของคุกกี้ผสมเปลือกมะม่วงดองโดยมีการเติมนมสดที่ระดับ 0% 10% 15% และ 20% พบว่า คุกกี้ที่มีการเติมนมสด ที่ระดับ 15% จะมีค่าความสว่างสูงสุด และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) กับคุกกี้ที่เติมนมในระดับอื่นๆ ส่วนคุกกี้ที่มีการเติมนมสดที่ระดับ 10% การเติมนมสดจะมีค่าความสว่างต่ำสุด ส่วนค่าสีแดงจะพบว่า คุกกี้ที่มีการเติมนมสดมากขึ้นจะมีค่าสีแดงลดลงและมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) นอกจากคุกกี้ที่เติมนมสดในระดับ 10% และคุกกี้ที่ไม่มีการเติมนมสดเท่านั้นที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) แต่ค่าสีแดงของคุกกี้ที่ไม่มีการเติมนมสดสูงกว่าคุกกี้ที่มีการเติมนมสดที่ 10% ในส่วนของค่าสีเหลืองพบว่า คุกกี้ที่มีการเติมนมสดที่ 10% จะมีค่าสีเหลืองสูงสุดและมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) กับคุกกี้ที่มีการเติมนมสดในระดับอื่นๆ และคุกกี้ที่มีการเติมนมสดในระดับ 20% จะมีค่าสีเหลืองต่ำที่สุดและมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) กับคุกกี้ที่มีการเติมนมสดในระดับอื่น ส่วนคุกกี้ที่มีการเติมนมสดในระดับ15% และคุกกี้ที่ไม่มีการเติมนมสด มีค่าสีเหลืองที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) โดยรวมแล้วจะพบว่า เมื่อเติมนมสดลงในคุกกี้ในปริมาณที่สูงขึ้น คุกกี้จะมีสีคล้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจาก ในนมสดมีปริมาณโปรตีน และน้ำตาลในปริมาณที่สูง จึงทำให้เกิดปฏิกิริยา maillard และ caramelization ได้ นอกจากนี้การเติมนมสดยังเป็นการเติมน้ำลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนผสมของคุกกี้ทำให้ต้องใช้เวลาอบนานมากขึ้นจึงเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลมากขึ้น(Browning reaction)

ตารางที่ 9 ค่าสีของคุกกี้ผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมนมสดในระดับต่างๆ

ปริมาณนมสดที่เพิ่ม (%โดยน้ำหนักแป้ง)	ค่าความสว่าง	ค่าสีแดง	ค่าสีเหลือง
0	$61.51^{ab} \pm 1.46$	$3.19^{a} \pm 0.56$	$27.50^{b} \pm 0.92$
10	$58.59^{c} \pm 3.57$	$3.12^{a} \pm 1.19$	$29.80^{a} \pm 1.34$
15	$63.01^{a} \pm 0.64$	$2.33^{b} \pm 0.10$	$27.56^{b} \pm 0.80$
20	$60.67^{b} \pm 2.08$	$1.48^{c} \pm 0.76$	$25.23^{c} \pm 1.70$

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.2.2.การแผ่ตัว (Spread ratio)

ค่าการแผ่ตัวของคุกกี้ คำนวณจากค่าความกว้างเฉลี่ยของคุกกี้หารด้วยความหนาเฉลี่ย ตารางที่ 10 แสดงถึงค่าการแผ่ตัวของคุกกี้ผสมเปลือกมะม่วงดองที่ไม่เติมนมสดและที่มีการเติมนมสดที่ระดับ 10% 15% และ 20% พบว่า แม้ค่าการแผ่ตัวของคุกกี้ที่มีการเติมนมสดจะมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อใส่นมสดในปริมาณที่มากขึ้น แต่คุกกี้ทั้งชนิดที่ไม่มีการเติมนมสด และที่มีการเติมนมสดที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากคุกกี้ที่มีการเติมสด จำเป็นจะต้องอบนานกว่าคุกกี้ที่ไม่มีการเติมนมสด เพื่อรักษาเนื้อสัมผัสให้มีความกรอบ เมื่อเวลาในการอบนาน ทำให้ส่วนผสมที่เป็นน้ำในคุกกี้ระเหยออกไป ทำให้คุกกี้มีขนาดที่เล็กลง

ตารางที่ 10 ค่าการแผ่ตัวของคุกกี้ผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมนมสดในระดับต่างๆ

ปริมาณเปลือกมะม่วงดองที่เพิ่ม(% น้ำหนักแป้ง)	ค่าการแผ่ตัว^{ns}
0	2.06 ± 0.16
10	1.88 ± 0.01
15	1.88 ± 0.03
20	1.90 ± 0.11

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.เนื้อสัมผัส (Texture)

ในการวัดเนื้อสัมผัสจะวัดค่าความแข็ง และค่าความกรอบโดยที่ค่าความแข็งวัดโดยดูจากแรงสูงสุด (force max) ที่ใช้ในการกดทะลุคุกกี้ ในคุกกี้ที่มีความแข็งมากจะต้องใช้แรงกดที่สูง ส่วนค่าความกรอบจะนับจากจำนวนของแรงสูงสุด (peak) ที่ปรากฏในแต่ละช่วงที่ทำการวัดโดยคุกกี้ที่มีจำนวนของแรงสูงสุด(peak)มาก จะมีความกรอบมาก จากตารางที่ 11 คุกกี้ที่มีการเติมนมสดในระดับ 20 % มีค่าความแข็งสูงสุด และคุกกี้ที่มีการเติมนมสดที่ระดับต่างๆ ทุกระดับจะมีค่าความกรอบที่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากเมื่อเติมนมสดจะทำให้ปริมาณของเหลวในส่วนผสมของคุกกี้ที่ยังไม่อบมีมากขึ้นทำให้เกิดกลูเตนได้มากขึ้นทำให้โครงสร้างคุกกี้มีความแข็งแรงขึ้น และเมื่อทำการอบคุกกี้ที่มีการเติมนมสดในปริมาณที่มากจะต้องใช้เวลาในการอบนาน เพื่อให้คุกกี้มีความกรอบของเหลวที่อยู่ในคุกกี้จึงระเหยออกมากทำให้คุกกี้มีความแข็งเพิ่มขึ้น ในส่วนของความกรอบพบว่า คุกกี้ที่มีการเติมนมสดที่ระดับ 20% มีค่าความกรอบสูงที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับคุกกี้ที่ไม่มีการเติมนมสด แต่ในระดับ 10% และ 15% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยรวมแล้วพบว่ายิ่งมีการเติมนมสดในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้ค่าความกรอบของคุกกี้มีมากขึ้นด้วย

4.2.4.ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้จะทดสอบความชอบ โดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน โดยจะทดสอบทางด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม กับคุกกี้เนยผสมผงเปลือกมะม่วงดอง โดยมีการเติมนมสดในระดับที่ต่างกันคือ 15% 20% และ 25% ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนสีของคุกกี้ที่เติมนมสดในระดับ 10% และ 20% จะมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับคุกกี้ที่ไม่มีการเติมนมสด โดยคุกกี้ที่ไม่มีการเติมนมสดจะมีคะแนนของสีต่ำที่สุด แต่คุกกี้ที่มีการเติมนมสดในระดับ 15% จะพบว่าคะแนนของสีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับคุกกี้ที่เติมนมสดในระดับต่างๆ

สำหรับคะแนนทางประสาทสัมผัสอื่นๆ พบว่า คุกกี้ที่ไม่มีการเติมนมสดและคุกกี้ที่มีการเติมนมสดในระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่จะพบว่า เมื่อทำการเติมนมสดลงในคุกกี้คะแนนของคุกกี้ในด้านต่างๆจะมากกว่าคะแนนของคุกกี้ที่ไม่มีการเติมนมสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ค่าความแข็งและความกรอบของคุกกี้ผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมนมสดในระดับต่างๆ

ปริมาณเปลือกมะม่วงดองที่เพิ่ม (% น้ำหนักแป้ง)	ค่าความแข็ง (Force (g))	ค่าความกรอบ
0	1301.56 ^{d} ± 56.13	58.40 ^{b} ± 9.31
10	1567.73 ^{c} ± 111.78	69.40 ^{ab} ± 9.36
15	1679.15 ^{b} ± 28.13	67.06 ^{ab} ± 11.01
20	1771.05 ^{a} ± 30.64	80.40 ^{a} ± 11.63

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 12 คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมนมสดในระดับต่างๆ

ปริมาณนมสดที่เพิ่ม(%โดยน้ำหนักแป้ง)	สี	ลักษณะปรากฏ^{ns}	กลิ่นรส^{ns}	รสชาติ^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	การยอมรับโดยรวม^{ns}
0	5.97^{b}±1.30	6.33±0.99	6.47±1.36	6.07±1.34	6.07±1.34	6.30±1.06
10	6.70^{a}±1.50	6.13 ±1.55	6.63±1.07	6.23±0.97	6.20±1.13	6.50±0.78
15	6.47^{ab}±1.70	6.27±1.23	6.50±0.82	6.63±1.13	6.57±1.17	6.73±0.94
20	6.63^{a}±1.33	5.83±1.53	6.33±1.15	6.17±1.42	6.17±1.27	6.43±1.19

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

สำหรับการคัดเลือกคุกกี้ในขั้นตอนนี้จะเลือกเอาคุกกี้ที่มีการเติมนมสดที่ระดับ 15% เนื่องจากแม้ว่าคุกกี้ผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมนมสดที่ระดับต่างๆจะมีคะแนนของลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่การนมสดที่ระดับ 15% จะมีคะแนนของ รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งปัจจัยทั้งสามปัจจัยนี้ จะมีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคเป็นอย่างมากและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการคัดเลือกจากการทดลองแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.ผลการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของผงเปลือกมะม่วงดองในการทำขนมปังแซนด์วิช

4.3.1.สี (color)

จากตารางที่13 แสดงให้เห็นถึงค่าสีของขนมปังแซนด์วิชผสมเปลือกมะม่วงดองที่ระดับต่างๆ กัน คือ 0% 4% 5% และ 6% โดยพบว่า ค่าความสว่างของขนมปังที่ไม่มีการใส่ผงเปลือกมะม่วงดองลงไป จะมีค่าสูงสุดและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยค่าความสว่างจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการใส่ผงเปลือกมะม่วงดองเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดงพบว่า ทุกๆระดับของการใส่ผงเปลือกมะม่วงดองจะมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยขนมปังที่ไม่มีการใส่ผงเปลือกมะม่วงดองจะมีค่าสีแดงต่ำสุด และค่าสีแดงจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ผงเปลือกมะม่วงดองมากขึ้น ในส่วนของสีเหลืองพบว่า ขนมปังที่ไม่ใส่ผงเปลือกมะม่วงดองจะมีค่าสีเหลืองมากที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 13 ค่าสีขนมปังแซนด์วิชที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ

ปริมาณเปลือกมะม่วงที่เพิ่ม (%น้ำหนักแป้ง)	ค่าความสว่าง	ค่าสีแดง	ค่าสีเหลือง
0	$79.28^{a} \pm 0.96$	$-0.48^{d} \pm 0.06$	$12.03^{a} \pm 0.59$
4	$71.61^{b} \pm 1.16$	$1.39^{c} \pm 0.29$	$8.87^{c} \pm 0.89$
5	$70.03^{c} \pm 1.21$	$1.87^{a} \pm 0.17$	$10.18^{b} \pm 0.62$
6	$70.49^{c} \pm 0.84$	$1.70^{b} \pm 0.10$	$10.52^{b} \pm 0.39$

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.3.2.เนื้อสัมผัส (texture)

วัดเนื้อสัมผัสของขนมปังเพื่อหาค่าความแข็ง (hardness) และความยืดหยุ่น (springiness) จากตารางที่ 14 พบว่า ค่าความแข็งของขนมปังจะลดลงเมื่อมีการเติมผงเปลือกมะม่วงดอง ขนมปังที่ไม่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองจะมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับขนมปังที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับต่างๆ ที่ระดับต่างๆของขนมปังที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในขนมปังไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เนื่องจากผงเปลือกมะม่วงดองมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำ และในการอบขนมปังแต่ละชนิดใช้เวลาอบที่เท่ากัน เมื่อมีการใส่ผงเปลือกมะม่วงดองทำให้ความชื้นในขนมปังมีมากกว่าขนมปังที่ไม่มีการใส่ผงเปลือกมะม่วงดอง จึงทำให้ค่าความแข็งแนวโน้มลดลงเมื่อมีการใส่ผงเปลือกมะม่วงดองมากขึ้น ในส่วนของค่าความยืดหยุ่นพบว่า ขนมปังที่ไม่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองและที่มีการเติมที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ค่าความแข็งและความยืดหยุ่นของขนมปังที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ

ปริมาณเปลือกมะม่วงดองที่เพิ่ม (% น้ำหนักแป้ง)	ค่าความแข็ง (Force (g))	ค่าความยืดหยุ่น^{ns}
0	26.59 ^{a} ± 0.91	0.91 ± 0.02
4	20.62 ^{b} ± 3.78	0.92 ± 0.02
5	19.69 ^{b} ± 2.41	0.91 ± 0.02
6	19.40 ^{b} ± 2.34	0.93 ± 0.03

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.3.3.ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชจะทดสอบความชอบ โดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน โดยจะทดสอบทางด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม กับขนมปังแซนด์วิชที่ใส่ผงเปลือกมะม่วงดองในระดับที่ต่างกันคือ 4% 5% และ 6% ซึ่งได้ผลตามตารางที่15 ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของขนมปังแซนด์วิชที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 15 คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองในระดับต่างๆ

ปริมาณเปลือกมะม่วงที่เพิ่ม (%น้ำหนักแป้ง)	สี^{ns}	ลักษณะปรากฏ^{ns}	กลิ่นรส^{ns}	รสชาติ^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	การยอมรับโดยรวม^{ns}
4	5.92±1.48	6.00±1.45	6.05±1.31	5.97±1.46	6.24±1.30	6.16±1.21
5	6.21±1.27	6.19±1.31	5.86±1.40	6.24±1.23	6.35±1.44	6.41±1.34
6	6.19±1.35	6.34±1.32	5.73±1.37	5.92±1.34	6.05±1.31	6.11±1.22

หมายเหตุ : ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

สำหรับการคัดเลือกขนมปังเพื่อนำไปพัฒนาสูตรในขั้นต่อไปจะคัดเลือกนำเอาขนมปังแซนด์วิชที่มีการเพิ่มใยอาหารผงในระดับที่ 6% เนื่องจาก คะแนนทุกประเภทของขนมปังที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับต่างๆไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จึงเลือกขนมปังที่เติมผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลือกมะม่วงดองในระดับที่สูงสุด เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่จะเสริมใยอาหารในขนมปังแซนด์วิชให้มีมากขึ้น

โดยจะทำการปรับปรุงรสชาติและเนื้อสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชที่คัดเลือกแล้ว ด้วยการเพิ่มเนยขาวโดยเทียบจากน้ำหนักแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ คือ10% และ 12%

4.4.ผลการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของเนยขาวในการทำขนมปังแซนด์วิชผสมผงเปลือกมะม่วงดอง

4.4.1.สี (color)

จากตารางที่16 แสดงให้เห็นถึงค่าสีของขนมปังผสมเปลือกมะม่วงดองที่มีการเติมเนยขาวที่ระดับต่างๆกัน คือ 6% 10% และ 12% โดยพบว่าค่าความสว่างของขนมปังที่ใส่เนยขาว 10% มีค่าต่ำสุดและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญ กับขนมปังตัวที่มีการใส่เนยขาวที่ระดับอื่น ในส่วนของค่าสีแดงพบว่า ขนมปังที่มีเติมเนยขาวที่ระดับ 6% มีค่าคะแนนสูงสุดและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$) กับขนมปังที่มีการเติมเนยขาวที่ระดับอื่นๆ ค่าของสีเหลืองขนมปังที่มีการเติมเนยขาวที่ระดับ 6% มีค่าสูงสุดและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ในขนมปังที่มีการเติมเนยขาวที่ระดับ 10% และ 12% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อพิจารณาค่าของสีเหลืองแล้วจะพบว่า ค่าของสีเหลืองมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการใส่ผงเปลือกมะม่วงดองมากขึ้น

ตารางที่ 16 ค่าสีของขนมปังแซนด์วิชผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมเนยขาวในระดับต่างๆ

ปริมาณนมสดที่เพิ่ม (%โดยน้ำหนักแป้ง)	ค่าความสว่าง	ค่าสีแดง	ค่าสีเหลือง
6	$70.49^{a} \pm 0.84$	$1.70^{a} \pm 0.10$	$10.52^{a} \pm 0.39$
10	$68.59^{b} \pm 0.52$	$1.13^{c} \pm 0.11$	$9.92^{b} \pm 0.44$
12	$70.24^{a} \pm 1.04$	$1.30^{b} \pm 0.14$	$9.88^{b} \pm 0.49$

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4.4.2.เนื้อสัมผัส (texture)

วัดเนื้อสัมผัสของขนมปังเพื่อหาค่าความแข็ง (hardness) และความยืดหยุ่น (springiness) จากตารางที่17 พบว่า ค่าความแข็งของขนมปังที่เติมเนยขาวที่ระดับ 6% มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับขนมปังที่มีการเติมเนยขาวที่ระดับต่างๆคือ 10% และ 12% ขนมปังที่มีการเติมเนยขาวนั้นจะมีค่าความแข็งมากกว่า ขนมปังที่มีการเติมเนยขาวที่ระดับ 6% เนื่องจากการเพิ่มเนยขาว จะทำให้เนยขาวไปจับกับแป้ง ทำให้น้ำผสมกับแป้งได้น้อยลงและเนยขาวยังทำให้การส่งผ่านความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในโดขณะอบมีมากขึ้น จึงทำให้น้ำในโดระเหยออกมามากกว่าขนมปังที่ไม่มีการเพิ่มเนยขาว ดังนั้น ค่าความแข็งของขนมปังจึงมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อทำการเพิ่มเนยขาว ในส่วนของค่าความยืดหยุ่นพบว่า การเพิ่มเนยขาวไม่มีผลต่อค่าความยืดหยุ่นเนื่องจาก ค่าความยืดหยุ่นของขนมปังที่ระดับต่างๆจึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 17 ค่าความแข็งและความยืดหยุ่นของขนมปังผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมเนยขาวในระดับต่างๆ

ปริมาณเนยขาวที่เพิ่ม (% น้ำหนักแป้ง)	ค่าความแข็ง (Force (g))	ค่าความยืดหยุ่น^{ns}
6	19.40 ^{b} ± 2.34	0.93 ± 0.03
10	26.00 ^{a} ± 1.86	0.91 ± 0.02
12	26.05 ^{a} ± 0.74	0.91 ± 0.01

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

4.4.3.ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชจะทดสอบความชอบ โดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน โดยจะทดสอบทางด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม กับขนมปังแซนด์วิชผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่ใส่เนยขาวในระดับที่ต่างกันคือ 6% 10% และ 12% ซึ่งได้ผลตามตารางที่18 ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และการยอมรับของขนมปังที่มีการเติมเนยขาวที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ในส่วนของคะแนน รสชาติและเนื้อสัมผัสพบว่า ขนมปังที่มีการเติมเนยขาวที่ระดับ 6% มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$) กับขนมปังที่มีการเติมเนยขาวที่ 10% และ 12%

สำหรับการคัดเลือกขนมปังแซนด์วิชในขั้นตอนนี้ จะเลือกเอาขนมปังแซนด์วิชที่มีการเติมเนยขาวเพิ่มที่ระดับ 10% เนื่องจาก เพราะขนมปังแซนด์วิชที่เติมเนยขาวในระดับ 10% และ 12% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ($p<0.05$) ซึ่งนอกจากเป็นการประหยัดเนยขาวแล้วยังสามารถปรับปรุงรสชาติ และเนื้อสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่ไม่มีการเติมเนยขาวเพิ่มอีกด้วย นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงคะแนนต่างๆแล้ว จะพบว่า ขนมปังแซนด์วิชผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่มีการเติมเนยขาวเพิ่มขึ้น 10% จะมีคะแนนที่สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 คะแนนผลการตรวจสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่เติมเนยขาวในระดับต่างๆ

ปริมาณเนยขาวที่เพิ่ม (%น้ำหนักแป้ง)	สี^{ns}	ลักษณะปรากฏ^{ns}	กลิ่นรส^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม^{ns}
0	5.90±1.33	5.59±1.19	5.50±1.39	5.50^{b}±1.35	5.85^{b} ±1.42	6.05±1.28
10	6.10±1.25	6.10±1.37	6.40±1.54	6.80^{a} ±0.89	6.85^{a} ±1.44	6.75±0.97
12	5.90±1.41	6.10±1.11	5.85±1.53	6.30^{a} ±1.13	6.75^{a} ±1.37	6.50±1.95

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

4.5.ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกมะม่วงดอง คุกกี้และขนมปังแซนด์วิชที่ผลิตได้

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกมะม่วงดอง คุกกี้ และขนมปังแซนด์วิชที่ผลิตได้ ทำการวิเคราะห์โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า เส้นใย และความชื้น ตามวิธีการ AOAC (1995)

เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกมะม่วงดอง ดังแสดงในตารางที่19 พบว่า ในผงเปลือกมะม่วงประกอบไปด้วย โปรตีน 2.92% คาร์โบไฮเดรต 76.94% ไขมัน 1.63% เถ้า 2.35% ครูดไฟเบอร์ 8.7% และ ความชื้น 7.46%

ในส่วนของคุกกี้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างสูตรคัดเลือก กับสูตรควบ คุมดังแสดงผลได้ในตารางที่ 20 พบว่า คุกกี้ในสูตรควบคุมประกอบไปด้วย โปรตีน 6.95% คาร์โบไฮเดรต 55.77% ไขมัน 27.63% เถ้า 1.62% ครูดไฟเบอร์ 0% และความชื้น 8.03% ในส่วนของคุกกี้สูตรคัดเลือก ประกอบไปด้วย โปรตีน 6.65% คาร์โบไฮเดรต 56.46% ไขมัน 25.95% เถ้า 1.59% ครูดไฟเบอร์ 0.54% ความชื้น 8.81%

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมปังทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างสูตรคัดเลือกและสูตรคัดเลือก ดังแสดงได้ในตารางที่ 21 พบว่า ขนมปังในสูตรควบคุม ประกอบไปด้วย โปรตีน 8.8% คาร์โบไฮเดรต 45.69% ไขมัน 6.42% เถ้า 1.27% ครูดไฟเบอร์ 0% ความชื้น 37.82% ในส่วนของขนมปังสูตรคัดเลือก ประกอบไปด้วย โปรตีน 8.73% คาร์โบไฮเดรต 45.08% ไขมัน 7.02% เถ้า 1.35% ครูดไฟเบอร์ 0.28% และความชื้น 37.54%

ในการหาองค์ประกอบทางเคมีของ ผงเปลือกมะม่วงดอง คุกกี้และขนมปัง จะทำการวิเคราะห์หา ครูดไฟเบอร์ แทน ไดเอทารีไฟเบอร์ ดังนั้นองค์ประกอบของใยอาหารที่มีอยู่จริงจึงอาจมีค่าสูงกว่าผลที่วิเคราะห์ออกมา ในส่วนของเถ้ามีองค์ประกอบในปริมาณที่สูงเนื่องจาก ผงเปลือกมะม่วงดองมีเกลืออยู่เป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 องค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกมะม่วงดอง

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
โปรตีน	2.92
คาร์โบไฮเดรต	76.94
ไขมัน	1.63
เถ้า	2.35
ครูดไฟเบอร์	8.7
ความชื้น	7.46

ตารางที่ 20 องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้สูตรควบคุมและสูตรที่คัดเลือก

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ	
	สูตรควบคุม	สูตรที่คัดเลือก
โปรตีน	6.95	6.65
คาร์โบไฮเดรต	55.77	56.46
ไขมัน	27.63	25.95
เถ้า	1.62	1.59
ครูดไฟเบอร์	0	0.54
ความชื้น	8.03	8.81

ตารางที่ 21 องค์ประกอบทางเคมีของขนมปังแซนด์วิชสูตรควบคุมและสูตรที่คัดเลือก

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ	
	สูตรควบคุม	สูตรที่คัดเลือก
โปรตีน	8.80	8.73
คาร์โบไฮเดรต	45.69	45.08
ไขมัน	6.42	7.02
เถ้า	1.27	1.35
ครูดไฟเบอร์	0	0.28
ความชื้น	37.82	37.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
สรุปผลการทดลอง

1.การศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของผงเปลือกมะม่วงดองในการผลิตคุกกี้พบว่า เมื่อใส่ผงเปลือกมะม่วงดองมากขึ้นจะทำให้ คุกกี้มีสีเขียวมากขึ้น ค่าการแผ่ตัวมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าความแข็งและค่าความกรอบจะมีแนวโน้มมากขึ้น

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนการยอมรับโดยรวมของคุกกี้ที่มีการผสมเปลือกมะม่วงดองที่ระดับ 15% และ 20% มีค่าสูงและมีความแตกต่าง กับคุกกี้มีการเติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับ 25% คุกกี้ที่เหมาะสมในการนำไปพัฒนาสูตรคือคุกกี้สูตรที่มีการเติมผงเปลือกมะม่วงในระดับ 20%

2.การศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของนมสดในการปรับปรุงรสชาติ และเนื้อสัมผัสของคุกกี้ โดยการเติมนมสดในระดับ 10% 15% และ 20% พบว่าในระดับของการเติมนมสดที่สูงขึ้น จะทำให้คุกกี้มีสีน้ำตาลมากขึ้น ค่าการแผ่ตัวที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ค่าความแข็งและค่าความกรอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณนมสดที่ใส่ลงไป

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า ที่ระดับต่างๆของการเติมนม มีเพียงคะแนนสีเท่านั้นที่มีความแตกต่างกัน ในส่วนของคะแนนความชอบอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ในคุกกี้ที่มีการเติมนมสดที่ระดับ 15% มีคะแนนรสชาติ เนื้อสัมผัส การยอมรับโดยรวมสูงที่สุด

3.การศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของผงมะม่วงดองในการผลิตขนมปังแซนด์วิชพบว่า เมื่อทำการเติมผงเปลือกมะม่วงดองลงไปทำให้สีของขนมปังมีความแข็งลดลง แต่ค่าความยืดหยุ่นไม่มีความแตกต่างกัน

ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในขนมปังที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับต่างๆ ดังนั้นขนมปังที่เติมผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับ 6% จึงมีความเหมาะสมในการถูกคัดเลือกให้นำไปพัฒนามากที่สุดเพราะสามารถใส่ผงเปลือกมะม่วงดองในปริมาณที่มากที่สุด

4.ผลการปรับปรุงรสชาติ และเนื้อสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชผสมเปลือกมะม่วงดองด้วยเนยขาวพบว่า ค่าความแข็งของขนมปังมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณการใส่เนยขาว แต่ค่าความยืดหยุ่นของขนมปังยังคงไม่มีความแตกต่างกัน

ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสคะแนน รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของขนมปังที่มีการใส่เนยขาวเพิ่มขึ้นจะมีคะแนนที่สูงและมีความแตกต่างจากขนมปังที่ไม่มีการใส่เนยขาว ในขนมปังที่มีการใส่เนยขาวที่ระดับ 10% จะมีคะแนนสูงสุด และเป็นตัวอย่างที่ประหยัดเนยขาวมากกว่าที่ระดับ 12%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงเปลือกมะม่วงดอง พบว่า มีครูดไฟเบอร์ 8.7% ซึ่งเมื่อทำการเติมผงเปลือกมะม่วงดองลงในคุกกี้และขนมปังแซนด์วิชแล้วสามารถเพิ่มครูดไฟเบอร์ได้ 0.54% และ 0.28% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จันทนา ขัดต๋ำ และ พรพรรณ ไตรปิ่นเพชร. 2542. การเสริมไฟเบอร์จากซังขนุนผงในผลิตภัณฑ์ขนมปังเค้ก และคุกกี้. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร : คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 55 น.

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร : คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 223น.

ชมรมผู้พัฒนามะม่วงแห่งประเทศไทย. 2523. รวมเรื่องเกี่ยวกับมะม่วง. โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม. กรุงเทพฯ.

ชมรมผู้พัฒนามะม่วงแห่งประเทศไทย, 2521, แนวทางการผลิตมะม่วงเพื่อส่งต่างประเทศ, โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม, กรุงเทพฯ.

ประภาศรี ภูวเสถียร, อุรุวรรณ วลัยพัชรา และ รัชนี คงคาฉุยฉาย. 2533. ใยอาหารในอาหารไทย. โภชนาการสาร 24(3) : น. 1-15

ปาริชาติ สักกะทำนุ. 2540. คุณค่าอาหารเส้นใยบำบัดสารพัดโรค. พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์รวมทรรศน์, กรุงเทพฯ.

เพลินใจ ตังคณะกุล, พัชรี ตั้งตระกูล, เนตรนภิส วัฒนสุชาติ, พะยอม อัตวิบูลย์กุล, บุญมา นิยมวิทย์. 2538. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของขนมปังและคุกกี้ที่มีเส้นใยอาหารสูง. วารสารอาหาร 25(2) : น. 95-107

เยาวภา สิริวัฒนานุกูล และ วราพร พิชัยโรจน์รุ่ง. 2542. คุกกี้ข้าวกล้อง. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ลดาวัลย์ เจริญรัตนศรีสุข. 2547. การพัฒนาแป้งขนมปังเสริมโปรตีนและใยอาหารพร้อมใช้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 181 น.

วิภา สุโรจนะเมธากุล, ตวิษ โลหะนะ, พะยอม อัตถวิบูลย์กูล และ บุญมา นิยมวิทย์. 2542. การใช้เซลลูโลสผงเป็นแหล่งใยอาหารในผลิตภัณฑ์ชิฟฟ่อนเค้กและคุกกี้. อาหาร29(1) : น. 16-27

ศิริอร ตั้งเต็มจิตร. 2540. บทบาทของเส้นใยอาหาร. รายงานสัมมนาระดับปริญญาตรี. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร : คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 24 น.

อัญชลี กมลรัตนกุล. 2531. อายุการเก็บของอาหารประเภทไวต่อความชื้น. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง "การบรรจุหีบห่อและพัฒนาคุณภาพอาหาร". ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สถาบันอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

AACC. 1983. Approved method of America Association of Cereal Chemistrs. 8th ed. America Assocoation Cereal Chemists Inc., St. Paul, MN.

AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 15th ed. The Association of Offical Analytical Chemists. Arligton, Virginia.

Ang, J.F. and Miller, W.B. 1991. Multiple functions of powder cellulose as a food ingredient. Cereal food world 36 , 7:558 p

Chen, H., Rubenthaler, G.L., Leung, H.K. and Baranowski, J.D. 1988. Chemical physical and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran. Cereal chem. 65(3) : 244-247

Furda, I. and Ivan, II. American Chemical Society. Divistion of Agricultural and Food Cmenistry., III. American Chemical Society. Nation Meeting (183rd : 1982 : Las Vegas, Nev). 1983. Unconventional sources of dietary fiber : physiological and in vitro functional properties. American Chemical Society. Washing, D.C. : P315

Haines, R.G. 1968. Food preparation for hotels, Restaurants and cafeterias. America Technical Society. Chicago America Technology Society.

Kliener, S.M. and Robinson, M.G.. 1996. High performance nutrition. John Wiley & Sons Inc., New York.

Kotschevar, H. 1975. Quality Food Production. 4th ed. United states of America, The Maple Press company, York, Pennsylvania.

Larrauri, J.A. 1999. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-product : Trends in food science & technology. 10. Spain : Ciudad Universitaria.

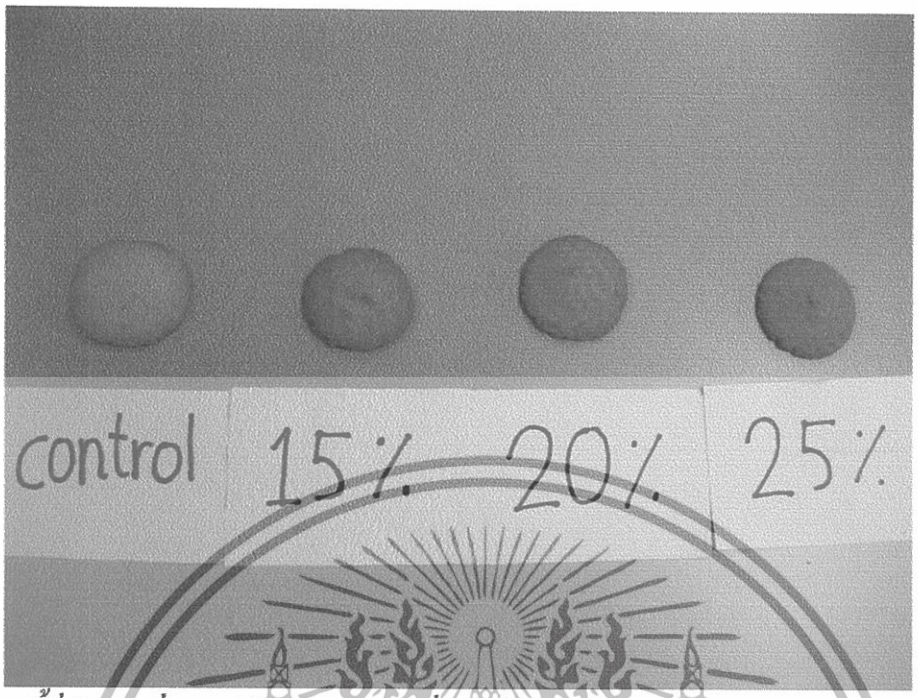
Noel, A. 1988. The biscuit making process. Elsevier Applied Science. London and New York.

Teerapapthamkul, S. 1991. Study on Formulation of high Fiber Cookies Containing Pine Apple Core. M.S. Thesis, Mahodol University, Bangkok.

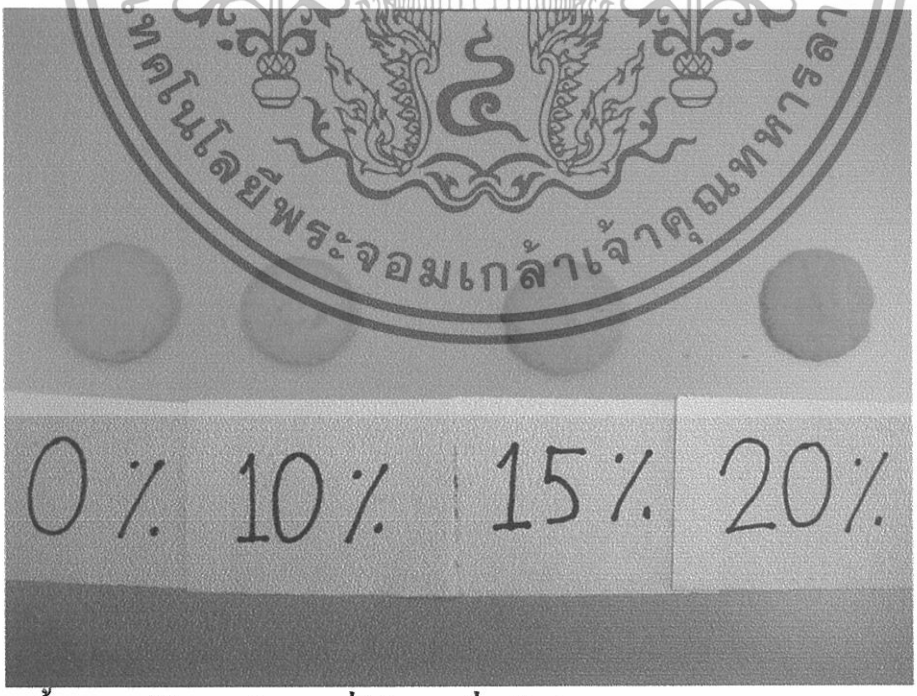
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
ภาพคุกกี้ และ ขนมปังแซนด์วิช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

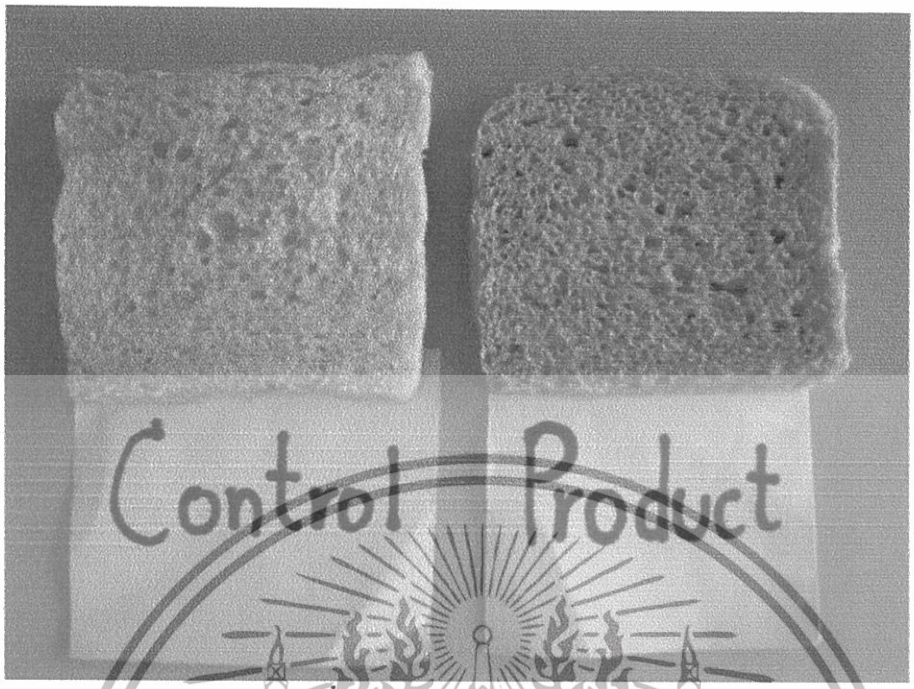


ภาพที่ ก1 คุกกี้ที่ทำการเพิ่มผงเปลือกมะม่วงดองที่ระดับต่างๆ



ภาพที่ ก2 คุกกี้ผสมผงเปลือกมะม่วงดองที่ใส่นมสดที่ระดับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข3 ขนมปังสูตรควบคุมและสูตรที่ผลิตได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

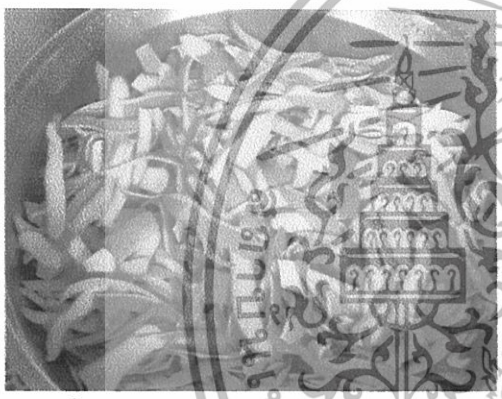
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
เปลือกมะม่วงดองและอุปกรณ์การผลิต

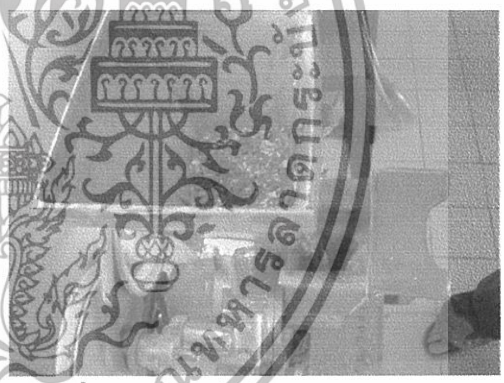
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ข1 เปลือกมะม่วงดองที่รับมาจากโรงงาน

ภาพที่ ข4 การอบเปลือกมะม่วงดอง

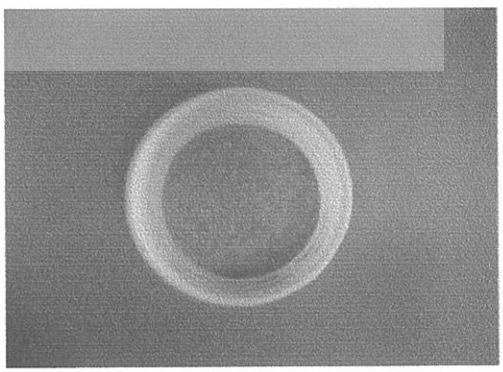


ภาพที่ ข2 การล้างเปลือกมะม่วงดอง



ภาพที่ ข5 การบดเปลือกมะม่วงดอง

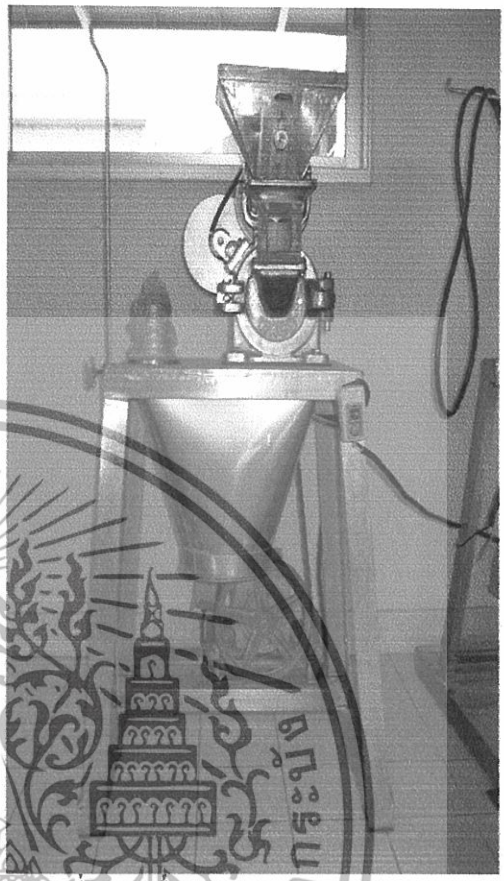
ภาพที่ ข3 เปลือกมะม่วงดองหลังการบีบน้ำออก



ภาพที่ ข6 ผงเปลือกมะม่วงดอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ข7 เครื่องคั้นแบบ Hydrolic press



ภาพที่ ข8 เครื่องบดแบบ Hammer milled

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค1.การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1.ตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

2.โถดูดความชื้น

3.เครื่องชั่งไฟฟ้า

วิธีการ

1.1.อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบ ใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยทิ้งไว้ จนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

1.2.กระทำเช่นเดียวกับข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิลิตร

1.3.ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-3 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักภาชนะที่ชั่งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิลิตร

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนและหลังการอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

ค2.การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน(AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1.อุปกรณ์สกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) ประกอบด้วยบีกเกอร์สำหรับใส่ตัวทำละลาย เครื่องควบแน่น (condenser) และเตาให้ความร้อน (heating mantle)

2.หลอดใส่ตัวอย่าง (extraction thimble)

3.สำลี

4.ตู้อบไฟฟ้า

5.เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

6.โถดูดความชื้น

วิธีการ

2.1.อบบีกเกอร์สำหรับหาไขมัน ซึ่งมีขนาดความจุ 150 มิลลิลิตรในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.ชั่งน้ำหนักตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีให้สารละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

2.3.นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในซอคเลต

2.4.เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงในบีกเกอร์หาไขมันปริมาณ 150 มิลลิลิตร แล้ววางลงบนเตาให้ความร้อน

2.5.ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 45 นาที โดยปรับความร้อนให้หยดของสารละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

2.6.ระเหยจนเหลือสารละลายในบีกเกอร์เพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวทำละลาย

2.7.นำบีกเกอร์ไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียสจนแห้ง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2.8.ชั่งน้ำหนัก แล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณ

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

ค3.การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธีเจลห์ดาล (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1.ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มิลลิลิตร

2.ชุดกลั่นโปรตีน (*semi-microdistillation apparatus*)

3.ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร (volumetric flask)

4.ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร (Erlenmeyer flask)

5.ปิเปต ขนาด 5 , 10 มิลลิลิตร (volumetric pipette)

6.บิวเรต ขนาด 25 มิลลิลิตร (burett)

7.ลูกแก้ว

8.กระดาษกรอง

สารเคมี

1.กรดซัลฟิวริกเข้มข้น

2.สารเร่งปฏิกิริยา ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 1 ส่วนต่อโปแตสเซียมซัลเฟต (K_4SO_4) 9ส่วน

3.สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์กรัม

4.สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.02 นอร์มัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.อินดิเคเตอร์ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution ชั่งเมธิลลีนบลู (methelene blue) 0.2 กรัม ละลายในเอธานอล 200 มิลลิลิตร และชั่ง เมมิลเรด (methyl red) 0.05 กรัม ละลายในเอธานอล 50 มิลลิลิตร นำมาผสมในอัตราส่วน stock solution 1 ส่วน : น้ำกลั่น 2 ส่วน

วิธีการ

3.1.ชั่งน้ำหนักตัวอย่างบนกระดาษกรอง ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1-2 กรัม ใส่ลงไปในขวดย่อยโปรตีน (ขวด Kjeldahl)

3.2.เติมสารเร่งปฏิกิริยา 1 กรัม และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร

3.3.นำไปย่อยบนเตาไฟในตู้ควันจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งให้เย็น

3.4.น้ำไปกลั่นโดยเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์กรัมปริมาตร 80 มิลลิลิตร

3.5.รองรับสิ่งที่กลั่นได้ด้วย ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ที่บรรจุกรดบอริกเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์

3.6.เติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด

3.7.กลั่นจนได้สารละลายในขวดจับก๊าซประมาณ 250 มิลลิลิตร

3.8.กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ

3.9.ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือ ที่มีความเข้มข้น 0.02 นอร์มัลจะได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน.3.10.ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกับข้อ 3.2. -3.10.

การคำนวณ

ปริมาณโปรตีน(ร้อยละ) = $\frac{(a-b) \times N \times 14 \times factor}{W}$

โดยที่ a = ปริมาณสารละลายกรดเกลือที่ใช้เป็นมิลลิลิตร

b = ปริมาณสารละลายกรดเกลือที่ใช้เป็น blank เป็นมิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ เป็น นอร์มัล

W = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

Factor = 6.25

(น้ำหนักกรัมสมมูลย์ของไนโตรเจน = 14.007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค4.การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 1995)

อุปกรณ์

1.เตาเผา

2.ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (muffle furnace)

3.โถดูดความชื้น

4.เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

วิธีการ

4.1.เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อนแล้วนำออกจากเตาเผาใส่โถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก

4.2.เผาซ้ำอีก ครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 4.2.1. จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

4.3.ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ดูดควันจนหมดควัน แล้วจึงเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 4.2.1-4.2.2.

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังการเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ค5.การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร (Crude fiber)(AOAC, 1995)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1.เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.บีกเกอร์สำหรับย่อย 600 มิลลิลิตร

3.เครื่องย่อยที่มีคอนเดนเซอร์สำหรับควบคุมปริมาตรให้คงที่ตลอดระยะเวลาการย่อย

4.กรวยกรองแผ่นโลหะ

5.ถ้วยกระเบื้อง (crucible)

6.เตาเผาไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (furnace muffle)

7.ตู้อบไฟฟ้า(hot air oven) ที่ควบคุมอุณหภูมิได้

8.โถดูดความชื้น (desiccator)

9.ที่คีบ (tong)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี

1.กรดซัลฟูริก 1.25 เปอร์เซ็นต์

2.โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 เปอร์เซ็นต์

3.ไฮโดรคลอริก 1 เปอร์เซ็นต์

4.เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์

วิธีการ

5.1.ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม (ในกรณีตัวอย่างมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูง ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันแล้ว) ใส่ในบีกเกอร์ 600 มิลลิลิตร

5.2.เติมสารละลายกรดซัลฟูริก เข้มข้น 1.25 เปอร์เซ็นต์ 200 มิลลิลิตร

5.3.นำไปต่อเข้ากับเครื่องย่อยต้มให้เดือดนาน 30 นาที (ในระหว่างการต้มให้เปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องย่อยด้วย)

5.4.นำตัวอย่างที่ผ่านการต้มด้วยกรด มากรองด้วยกรวยกรองแผ่นโลหะของชุดอุปกรณ์ crude fiber

5.5.ล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อน จนน้ำที่กรองได้หมดกรด (ทดสอบด้วยลิตมัส)

5.6.ถ่ายตัวอย่างที่เหลือใส่บีกเกอร์ใบเดิม และเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1.25เปอร์เซ็นต์ 200 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มต่อในเครื่องย่อยนาน 30 นาที

5.7.กรองตัวอย่างด้วยกรวยกรองโลหะอันเดิม ล้างด้วยน้ำร้อนเล็กน้อย

5.8.ล้างตัวอย่างด้วยกรดไฮโดรคลอริก 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10 มิลลิลิตร จากนั้นล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อนต่อจนกระทั่งหมดกรด

5.9.ล้างตัวอย่างครั้งสุดท้ายด้วย เอธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10 มิลลิลิตร

5.10.ถ่ายตัวอย่างใส่ crucible (ที่ผ่านการอบแห้งแล้ว) จากนั้นนำตัวอย่างไประเหยเอธานอลออกบน water bath

5.11.นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ข้ามคืน(หรือที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง)

5.12.นำตัวอย่างไปทำให้เย็นใน desiccatorและชั่งน้ำหนัก (W_1)

5.13.นำตัวอย่างที่เหลือไปเผาหาเถ้าอีกครั้งหนึ่งที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง

5.14.ทำให้เย็นใน desiccator และชั่งน้ำหนัก (W_2)

5.15.คำนวณหา เปอร์เซ็นต์ crude fiber จากสูตร

การคำนวณ

$$\text{ร้อยละcrude fiber} = \frac{W_1 - W_2 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค6.การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตได้จากการคำนวณ ดังสูตร

%คาร์โบไฮเดรต = 100 – (%ความชื้น + %โปรตีน + %ไขมัน + %เถ้า + %เส้นใยอาหาร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.
การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของคุกกี้และขนมปังแซนด์วิช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของคุกกี้

1.การแผ่ตัว (Spread ratio) (AACC. 1983)

ทำการวัดความกว้างของคุกกี้โดยวางคุกกี้ 6 ชิ้นเรียงให้ขอบชิดกัน วัดความกว้างของคุกกี้ทั้งหมด จับคุกกี้แต่ละชิ้นหมุนทำมุม 90 องศา วัดความกว้างอีกครั้ง หาค่าความกว้างเฉลี่ยของแต่ละชิ้น โดยมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

วัดความหนาของคุกกี้โดยวางคุกกี้ 6 ชิ้นซ้อนทับกัน วัดความหนาของคุกกี้ทั้งหมด จับคุกกี้วางเรียงใหม่ให้อยู่ในตำแหน่งต่างจากเดิม วัดความหนาอีกครั้งหนึ่ง หาความหนาเฉลี่ยของแต่ละชิ้น โดยมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

Spread ratio = ความกว้าง/ความหนา

2. เนื้อสัมผัส (Texture)

2.1 นำตัวอย่างคุกกี้มาวัดค่าความแข็งและความกรอบ

2.2 ค่าตั้งสภาวะการใช้งานและใส่หัววัด ดังภาคผนวก ฉ.

2.3 ทำการวัด 15 ตัวอย่าง แล้วเลือกค่าที่ใกล้เคียงกัน 5 ค่า

3. สี (Color)

ทำการวัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี รุ่น Minolta CR-300 , Japan โดยค่าที่ออกมาจะเป็น ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) โดยเลือกตัวอย่างที่ทำการตรวจมา 10 ตัวอย่าง แล้วเลือกค่าที่ใกล้เคียงกัน 5 ตัวอย่าง

ง2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของขนมปังแซนด์วิช

1. เนื้อสัมผัส (Texture)

1.1 นำตัวอย่างขนมปังแซนด์วิชมาวัดค่าความแข็งและความยืดหยุ่น

1.2 ค่าตั้งสภาวะการใช้งานและใส่หัววัด ดังภาคผนวก ฉ.

1.3 ทำการวัด 15 ตัวอย่าง แล้วเลือกค่าที่ใกล้เคียงกัน 5 ค่า

2. สี (Color)

ทำการวัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี รุ่น Minolta CR-300 , Japan โดยค่าที่ออกมาจะเป็น ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง(b) โดยเลือกตัวอย่างที่ทำการตรวจมา 10 ตัวอย่าง แล้วเลือกค่าที่ใกล้เคียงกัน 5 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic scale test

ผลิตภัณฑ์ คุกกี้

ชื่อ..... วันที่.....

คำแนะนำ

ท่านจะได้รับตัวอย่างที่มีรหัสกำกับ กรุณาชิมตัวอย่างและประเมินผลโดยพิจารณาถึง สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม แล้วให้คะแนนตามระดับความชอบดังนี้

ระดับสเกลความชอบ 9 คะแนน

ชอบมากที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	9
ชอบมาก	ให้คะแนนเท่ากับ	8
ชอบปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ	7
ชอบเล็กน้อย	ให้คะแนนเท่ากับ	6
เฉยๆ	ให้คะแนนเท่ากับ	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	ให้คะแนนเท่ากับ	4
ไม่ชอบปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ	3
ไม่ชอบมาก	ให้คะแนนเท่ากับ	2
ไม่ชอบที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	1

รหัสตัวอย่าง	สี	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 9-point hedonic scale test

ผลิตภัณฑ์ ขนมปัง

ชื่อ..... วันที่.....

คำแนะนำ

ท่านจะได้รับตัวอย่างที่มีรหัสกำกับ กรุณาชิมตัวอย่างและประเมินผลโดยพิจารณาถึง สี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม แล้วให้คะแนนตามระดับความชอบดังนี้

ระดับสเกลความชอบ 9 คะแนน

ชอบมากที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	9
ชอบมาก	ให้คะแนนเท่ากับ	8
ชอบปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ	7
ชอบเล็กน้อย	ให้คะแนนเท่ากับ	6
เฉยๆ	ให้คะแนนเท่ากับ	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	ให้คะแนนเท่ากับ	4
ไม่ชอบปานกลาง	ให้คะแนนเท่ากับ	3
ไม่ชอบมาก	ให้คะแนนเท่ากับ	2
ไม่ชอบที่สุด	ให้คะแนนเท่ากับ	1

รหัสตัวอย่าง	สี	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

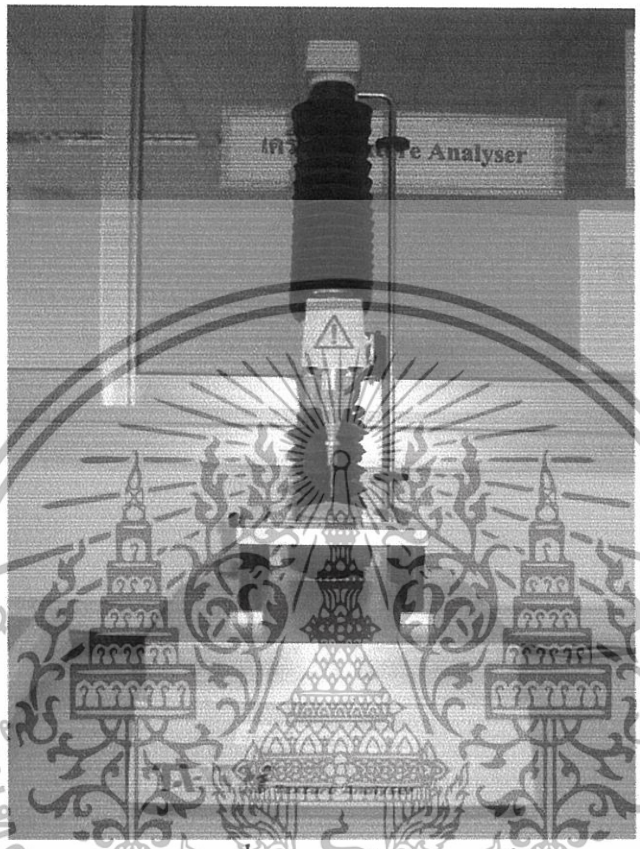
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.
การวัดเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ1 การวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้

1.ใช้หัววัด SMS P/2 ประกอบเข้ากับเครื่องดังภาพที่ ฉ1.1



ภาพที่ ฉ1.1 ลักษณะการประกอบเครื่องในการวัดค่าความแข็งและความกรอบของคุกกี้

2. ทำการ calibrate เครื่องโดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 5 กิโลกรัม

3. ตั้งสภาวะการวัดดังนี้

TA-XT2 Settings	Mode :	Measure Force in Compression
	Option :	Return To Start
	Pre-Test Speed :	1.0 mm/s
	Test Speed :	0.5 mm/s
	Post-Test Speed :	10.0 mm/s
	Distance :	90 %
	Trigger Type :	Auto – 5 g
	Data Acquisition Rate :	400pps

4. นำตัวอย่างคุกกี้วางลงบนแท่น แล้วทำการเจาะคุกกี้ให้แตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.วิเคราะห์ผลโดยใช้คำสั่งชุดที่เขียนขึ้น

Go to Min Time

% Of Max +ve Force (100.0%)

Mark Force

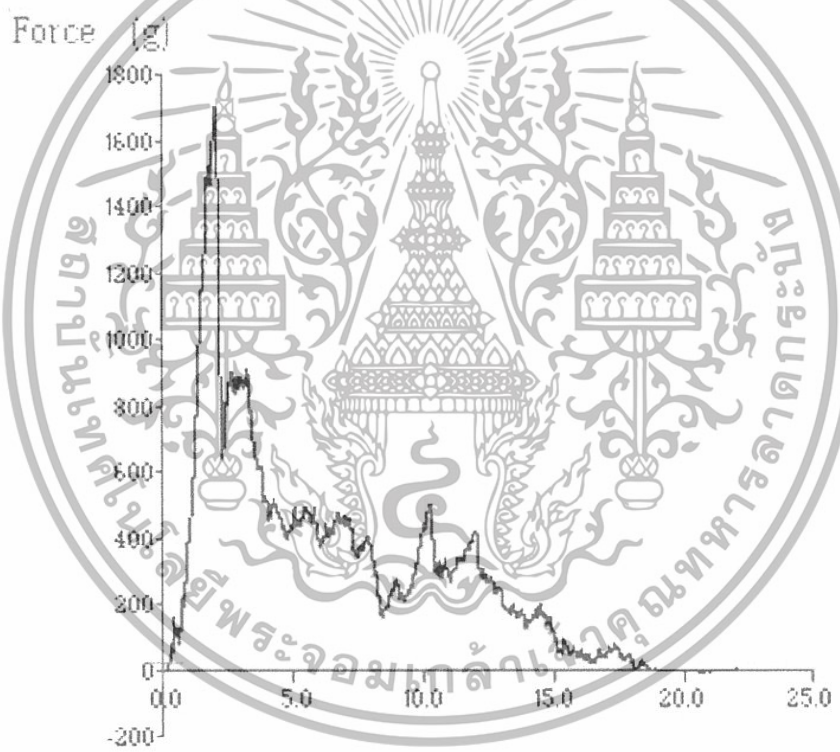
Drop Anchor (1)

Go to Force (0.0g)

Drop Anchor (2)

Count Force +ve Peak

6. กราฟที่ได้มีลักษณะดังภาพที่ ฉ1.2

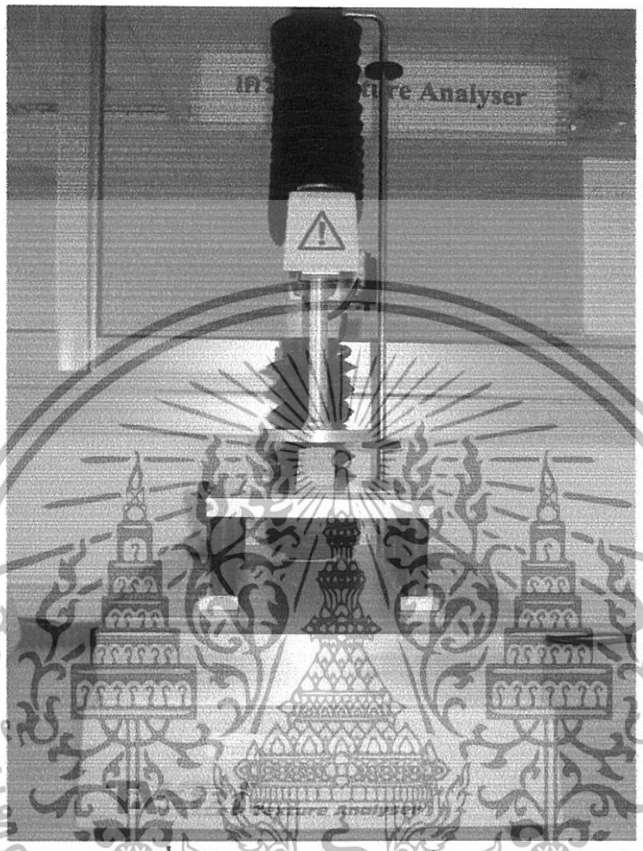


ภาพที่ ฉ1.2 ลักษณะกราฟที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ2 การวัดเนื้อสัมผัสของขนมปัง

1.ใช้หัววัด SMS P/75 ประกอบเข้ากับเครื่องดังภาพที่ ฉ2.1



ภาพที่ ฉ2.1 ลักษณะการประกอบเครื่องในการวัดค่าความแข็งและความยืดหยุ่นของขนมปังแซนด์วิช

2. ทำการ calibrate เครื่องโดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 5 กิโลกรัม

3. ตั้งสภาวะการวัดดังนี้

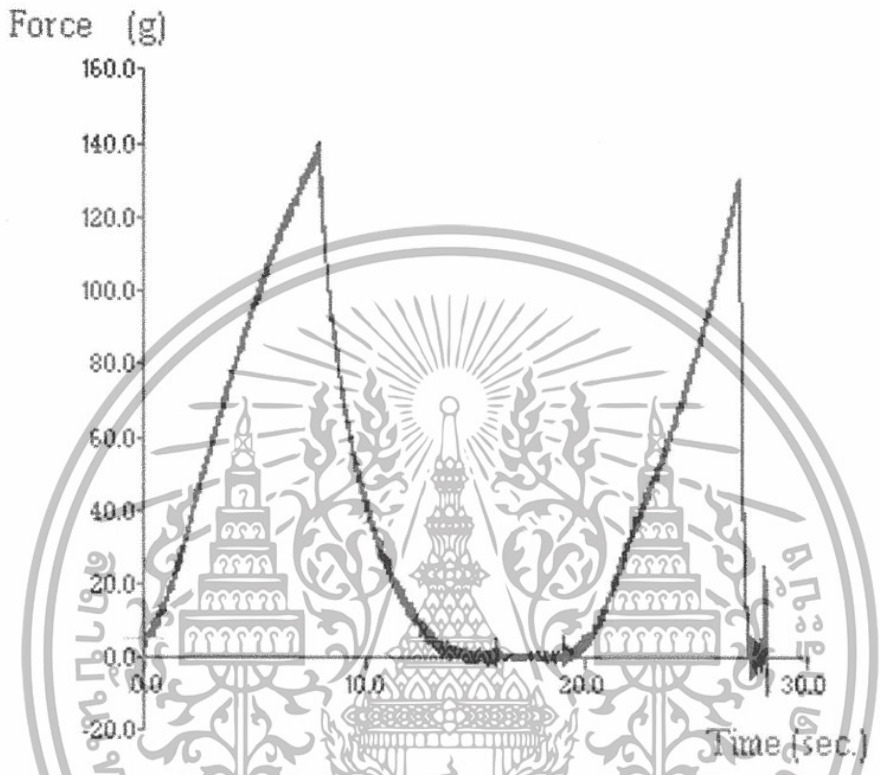
TA-XT2 Settings	Mode :	TPA
	Option :	Return To Start
	Pre-Test Speed :	1.0 mm/s
	Test Speed :	1.0 mm/s
	Post-Test Speed :	10.0 mm/s
	Distance :	30 %
	Trigger Type :	Auto – 5 g
	Data Acquisition Rate :	400pps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำตัวอย่างขนมปังแซนด์วิชวางลงบนแท่น แล้วทำการเจาะคุกกี้ให้แตก

5.วิเคราะห์ผลโดยคำสั่งสำเร็จรูป Facture TPA

6. กราฟที่ได้มีลักษณะดังภาพที่ ฉ1.2



ภาพที่ ฉ2.2 ลักษณะกราฟที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัสของขนมปัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นาย ธีรยุทธ์ อารักษ์วาณิช เกิดวันที่ 18 กันยายน 2526 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายวิทย์-คณิต จากโรงเรียนวัดราชบพิธ และศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตรบัณฑิต (วทบ.) สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าทหารลาดกระบัง และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2548

นาย ธาวิน ชุมพลกาจณา เกิดวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2527 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายวิทย์-คณิต จากโรงเรียนเซนต์คอมินิก และศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตรบัณฑิต (วทบ.)สาขาอุตสาหกรรมเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าทหารลาดกระบัง และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้