สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การปรับปรุงคุณภาพโดยรวมของแครกเกอร์

(Quality Development of Cracker)

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

จัดทำโดย

นางสาวกิตติภา จึงพัฒนปรีชา รหัสประจำตัว 47040150

นางสาวฐิติวร รัตนฐิติกุล รหัสประจำตัว 47040155

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

...../...../.....

(รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)

ส.พ.
ก1674ก
2550

b 12009921
i.....

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 85435
วัน,เดือน,ปี 11 พ.ย. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติภา จึงพัฒนปรีชา และฐิติวร รัตนฐิติกุล.2550 : การปรับปรุงคุณภาพโดยรวมของแครกเกอร์ (Quality Development of Cracker). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

บทคัดย่อ

จากการทดลองการศึกษาระดับการทดแทนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้กที่เหมาะสมในการทำแครกเกอร์ พบว่าเมื่อทดแทนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้กมากขึ้น จะทำให้ความแข็งของแครกเกอร์ลดลง และระดับการทดแทนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้กที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 30 เมื่อศึกษาปริมาณไขมันและผงฟูที่เหมาะสมสำหรับการทำแครกเกอร์ พบว่าปริมาณไขมันและผงฟูที่เหมาะสม คือ ร้อยละ10 และ 6 ของปริมาณแป้งอเนกประสงค์ตามลำดับ โดยมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในระดับที่ยอมรับได้ และมีค่าความแข็งใกล้เคียงกับแครกเกอร์ในท้องตลาด และเมื่อศึกษาส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ใช้ทาบนแผ่นแครกเกอร์ พบว่าเมื่อปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความแข็งของแครกเกอร์เพิ่มขึ้น ปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมสำหรับผิวแครกเกอร์ คือ ร้อยละ 13.16 ซึ่งเป็นปริมาณที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด

.....	.....	
.....	(รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)	.....
ลายมือนักศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ	วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ รวมทั้งให้ความรู้ ข้อคิดเห็น คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ อันมีค่าและเป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษ นอกจากนั้นยังเป็นผู้ที่ตรวจสอบและแก้ไขปัญหาพิเศษเล่มนี้เพื่อให้ปัญหาพิเศษออกมาสมบูรณ์ที่สุด สุดท้ายขอขอบคุณห้องสมุดคณะอุตสาหกรรมเกษตร ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร และสำนักหอสมุดกลาง ในการเป็นแหล่งข้อมูลที่ดี

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสาทความรู้ให้ตลอดระยะเวลาของการศึกษาจนกระทั่งได้มีโอกาสประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่เป็นแรงบันดาลใจ ให้กำลังใจ และกำลังทรัพย์ในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ๆ ที่ช่วยถ่ายทอดประสบการณ์การทำปัญหาพิเศษ และเพื่อนๆที่ให้คำแนะนำและคอยให้กำลังใจมาโดยตลอด

กิตติภา จึงพัฒนปรีชา

ฐิติวร รัตนฐิติกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
2.1 แครกเกอร์	2
2.2 แป้งสาลี	3
2.3 น้ำ	9
2.4 น้ำตาล	9
2.5 เกลือ	10
2.6 สารเคมีที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู	11
2.7 ชอร์ตเทนนิง	12
2.8 น้ำเชื่อมกลูโคส	15
2.9 การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ในระหว่างการอบ	17
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบ	18
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	18
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	19
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1 ศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพของแครกเกอร์ในท้องตลาด	23
4.2 ศึกษาระดับการทดแทนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเด้ก	23
4.3 ศึกษาปริมาณไขมันและผงฟูที่เหมาะสมสำหรับการทำแครกเกอร์	26
4.4 ศึกษาส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ใช้ทาบนแผ่นแครกเกอร์	35
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	39
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก ก	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข 43

ภาคผนวก ค 45

ภาคผนวก ง 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี	5
3.1 ส่วนผสมของแครกเกอร์	19
3.2 ส่วนผสมของน้ำเชื่อม	22
4.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งของแครกเกอร์ในท้องตลาด	23
4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งของแครกเกอร์	24
4.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์	25
4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับต่าง ๆ	27
4.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับต่าง ๆ	27
4.6 เปรียบเทียบค่าสีและค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันในระดับต่าง ๆ	28
4.7 เปรียบเทียบค่าสีและค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณผงฟูในระดับต่าง ๆ	28
4.8 เปรียบเทียบค่าสีและค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับต่าง ๆ	30
4.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์	31
4.10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งของแครกเกอร์	31
4.11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์	32
4.12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์	34
4.13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์ เมื่อใช้ปริมาณแบะแซต่างกัน	36
4.14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์เมื่อใช้ปริมาณแบะแซต่างกัน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการทำแครกเกอร์	20
4.1 อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟู (interaction) ในระดับต่าง ๆ ของค่า L	29
4.2 อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟู (interaction) ในระดับต่าง ๆ ของค่า a	29
4.3 อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟู (interaction) ในระดับต่าง ๆ ของค่า b	30
4.4 อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟู (interaction) ในระดับต่าง ๆ ของค่า hardness	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แครกเกอร์เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมหลัก คือ แป้งและไขมัน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ควรมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 4 และควรเก็บในบรรจุภัณฑ์ที่กันความชื้นได้ตลอดของอายุการเก็บรักษา 6 เดือนหรือมากกว่านั้น (กมลรัตน์ เรืองฤทธิ์ และ อนันตพร ทิพย์มงคลเจริญ, 2549)

แครกเกอร์บรรจุปี๊บที่จำหน่ายตามท้องตลาดในปัจจุบันนี้มีคุณภาพต่ำ คือ มีเนื้อสัมผัสไม่นุ่ม ทำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคบางกลุ่มเท่านั้น ดังนั้นจึงมีการศึกษาส่วนผสมหลักของการผลิตแครกเกอร์ เพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น และเพิ่มมูลค่าของแครกเกอร์ด้วยการเคลือบผิวหน้าด้วยงาดำ อีกทั้งยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยทั่วไป

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงการปรับปรุงคุณภาพของแครกเกอร์ โดยศึกษาการใช้แป้งเค้กทดแทนแป้งอเนกประสงค์ในสัดส่วนที่เหมาะสม และใช้ปริมาณไขมัน ผงฟู และส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ใช้ทาให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสัดส่วนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ต่อแป้งเค้กที่เหมาะสมในการผลิตแครกเกอร์
2. เพื่อศึกษาปริมาณไขมันและผงฟูที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแครกเกอร์
3. ศึกษาส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ใช้ทาบนแผ่นแครกเกอร์ที่เหมาะสม ในด้านการเกาะติดของงาดำและความเหนียวติดฟัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มแนวทางในการแปรรูปผลิตภัณฑ์แครกเกอร์
2. เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์จากการโรยงาบนผิวหน้าแครกเกอร์
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรการผลิตแครกเกอร์ในระดับการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 แครกเกอร์

2.1.1 ความหมาย

แครกเกอร์เป็นขนมปังกรอบที่มีปริมาณแป้งสาลีเป็นองค์ประกอบสำคัญในส่วนผสมมากถึงร้อยละ 80 หรือมากกว่า มีน้ำตาลน้อยหรือไม่มีเลย มีไขมันค่อนข้างมาก มีน้ำน้อย และมีสารให้ความพองตัวในส่วนผสม เช่น ยีสต์ โซดา ผงฟู เป็นต้น โดยทั่วไปมีโครงสร้างภายในเป็นชั้น ๆ ได้จากการนวดแป้งจนเหนียวยืดหยุ่น และรีดเป็นแผ่นบาง ๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะกรอบแข็งเป็นชั้น ๆ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532 ; กมลรัตน์ เรืองฤทธิ์ และอนันตพร ทิพย์มงคลเจริญ, 2549)

2.1.2 องค์ประกอบทางเคมี

ความชื้นไม่เกินร้อยละ 4.0 กรณีที่มีการเติมแต่งไม่เกินร้อยละ 7.0

เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash) ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของน้ำหนักแป้ง

ความเป็นกรดของไขมันที่สกัดได้ (acidity of extracted fat) คิดเป็นกรดโอเลอิกไม่เกินร้อยละ 1.0 (กมลรัตน์ เรืองฤทธิ์ และอนันตพร ทิพย์มงคลเจริญ, 2549)

2.1.3 ชนิดของแครกเกอร์

แครกเกอร์มีชื่อย่อยต่าง ๆ กันขึ้นอยู่กับส่วนผสม วิธีการทำ รูปร่าง ขนาด และอื่น ๆ รวมทั้งการเติมแต่งซึ่งหมายถึงการเคลือบ สอดไส้ หรือมีชิ้นส่วนของส่วนประกอบอื่น คุณลักษณะที่ต้องการโดยทั่วไป คือ ต้องกรอบ มีกลิ่นรสตามปกติของแครกเกอร์ชนิดนั้น ๆ ไม่มีกลิ่นหืนหรือรสขม มีสีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ และไม่ไหม้

2.1.3.1 โซดาแครกเกอร์ (soda cracker) หรือ ซอลทีนแครกเกอร์ (saltine cracker) มีรสไม่หวาน ทำจากแป้งผสมไขมันร้อยละ 8 ถึง 10 ยีสต์ร้อยละ 0.5 และเกลือ อาจเติมมอลต์หรือมอลต์ซีรัป และใช้เวลาหมักนาน โดยทั่วไปเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 50 x 50 มิลลิเมตร หนา 4 มิลลิเมตร มีรู 9 รู จัดอยู่ใน 3 แถว ด้านบนเป็นสีน้ำตาลสม่ำเสมอ ด้านล่างเรียบมีรอยพองเล็ก ๆ กระจายทั่วไป โครงสร้างภายในเป็นชั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 ครีมแครกเกอร์ (cream cracker) มีรสไม่หวาน ทำจากแป้งผสมไขมันร้อยละ 12 ถึง 18 ยีสต์ร้อยละ 1.0 ถึง 2.4 และเกลือร้อยละ 0.9 ถึง 1.5 และใช้เวลาหมักนาน โดยทั่วไปเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 65 x 75 มิลลิเมตร ผิวหน้าไม่เรียบ มีสีอ่อน มีรอยพองกระจายทั่วไป โครงสร้างภายในเป็นชั้น ๆ ลักษณะเนื้อจะนุ่ม ซึ่งเมื่อละลายในปากจะไม่แตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย

2.1.3.3 สแนกแครกเกอร์ (snack cracker) มีรสหวาน ทำจากแป้งผสมไขมันและน้ำตาลหรือไซรัปเล็กน้อย อาจใช้ยีสต์หรือสารเคมี ส่วนใหญ่จะใช้สารเคมี อาจใส่เกลือหรือผงแต่งกลิ่นรส เช่น สมุนไพรหรือผงเนยแข็ง กลิ่นรสได้จากไขมันที่พ่นผิวหน้าขณะร้อนและสิ่งแต่งหน้า ลักษณะต่างจากซอลทีนแครกเกอร์ที่มีเนื้อแน่นกว่า และเมื่อกัดจะรู้สึกนุ่มกว่า (กมลรัตน์ เรืองฤทธิ์ และอนันตพร ทิพย์มงคลเจริญ, 2549)

2.2 แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ไม่มีแป้งชนิดอื่นใช้แทนแป้งสาลีได้ ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมคือ กลูเตนิน และไกลอะดิน (glutenin & gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งที่เรียกว่า กลูเตน (gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

ข้าวสาลีที่นำมาโม่เป็นแป้งสาลีนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามความแข็งและสีของเมล็ด จัดเป็นข้าวสาลีชนิดแข็ง (hard wheat) กับข้าวสาลีชนิดอ่อน (soft wheat)

- ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูงเหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง แป้งชนิดนี้มีโปรตีนที่มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ทนต่อสภาพการหมักอุณหภูมิของห้องและเครื่องผสม มีคุณสมบัติในการอุ้มก๊าซที่ดีด้วย มีรูและเนื้อสัมผัสที่ดี ก้อนโดที่ทำจากส่วนผสมของแป้งสาลีชนิดแข็งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูงอีกด้วย

- ข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำมาโม่ก็จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำ แป้งจะมีความสามารถดูดซึมน้ำได้ดีกว่าชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักที่ต่ำ ไม่เหมาะที่จะใช้ทำขนมปังเพราะไม่สามารถจะนวดผสมให้เป็นก้อนโดได้ แต่เหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์เค้ก และคุกกี้

เมล็ดข้าวสาลีประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

- ส่วนที่เป็นรำ (bran) เป็นส่วนแข็งที่อยู่ด้านนอกสุดของเมล็ด ประกอบด้วยเซลล์หลายชั้น มีอยู่ประมาณร้อยละ 14.2 ของเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เอนโดสเปิร์ม (endosperm) เป็นส่วนที่อยู่ตรงกลางของเมล็ด ประกอบด้วยเม็ดสตาร์ชมากมาย มีโปรตีนทำให้เกิดกลูเตนอยู่ด้วย มีอยู่ประมาณร้อยละ 83 ของเมล็ด

- คัพภะหรือจมูกข้าว (embryo or germ) เป็นส่วนที่อยู่ตอนกลางของเมล็ด และจะเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ต่อไปเมื่อเมล็ดได้รับอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม ประกอบด้วยไขมันเป็นส่วนใหญ่และวิตามิน แร่ธาตุอยู่บ้าง ส่วนนี้จะมีอยู่ประมาณร้อยละ 2 ถึง 5 ของเมล็ด

ในการผลิตแป้งเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้น ทั้งส่วนที่เป็นรำ ชั้นของแอลูโลนซึ่งอยู่ถัดจากชั้นของรำเข้าไป และจมูกข้าวจะถูกขัดสีออกไป เนื่องจากในส่วนของรำจะประกอบด้วยสารต่าง ๆ ที่ร่างกายย่อยไม่ได้ เป็นพวกกาก รวมทั้งชั้นแอลูโลนด้วย ส่วนจมูกข้าวนั้นมีปริมาณไขมันสูง ส่วนของรำ ถ้ามีปนอยู่ในแป้งจะทำให้ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ลดลง สำหรับจมูกข้าวซึ่งมีส่วนของไขมันสูง ถ้ามีอยู่ในแป้งก็จะมีผลต่อคุณภาพในการเก็บของแป้งทำให้แป้งมีกลิ่นหืนได้

โดยทั่วไปแล้ว ข้าวสาลีชนิดแข็งจะมีโปรตีนสูงกว่าข้าวสาลีชนิดอ่อน สำหรับแป้งขนมปังจะมีโปรตีนเกินร้อยละ 10.5 ขึ้นไป ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี และจะมีเถ้าร้อยละ 0.4 แป้งขนมปังควรมีการดูดซึมน้ำได้สูง และมีความทนทานต่อการผสมได้ดี ซึ่งหมายถึงว่าสามารถยืดเวลาการผสมได้โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ส่วนแป้งเค้กควรมีโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 10 และมีเถ้าร้อยละ 0.4 มีการดูดซึมน้ำได้ต่ำ

แป้งสาลีที่ผลิตออกมาขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นมี 3 ชนิดที่สำคัญคือ แป้งขนมปัง แป้งเค้ก และแป้งอเนกประสงค์ ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและคุณลักษณะ รวมถึงการใช้ประโยชน์ต่างกันคือ

2.2.1 แป้งขนมปัง

แป้งขนมปังมีโปรตีนสูงประมาณร้อยละ 12 ถึง 14 โม่จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก hard red spring หรือ hard red winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีร้อยละโปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือ เมื่อถูด้วยมือจะมีลักษณะคายมือหรือหยาบมือเหมือนทราย มีสีครีม ไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้ก้อนโดพองตัวได้

2.2.2 แป้งอเนกประสงค์

แป้งอเนกประสงค์มีโปรตีนสูงปานกลางประมาณร้อยละ 10 ถึง 11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์หลายชนิด ใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ขนมปังจืดและหวาน เค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตรี ใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 แป้งเค้ก

แป้งเค้กมีโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7 ถึง 9 โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก soft wheat และ soft red winter ใช้ทำเค้กและคุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่ม เนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อน และคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ไม่ใช้ยีสต์ ซึ่งสารเคมีก็ได้แก่ ผงฟู เบกกิงโซดา เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยนั้น ปัจจุบันได้สั่งข้าวสาลีจากต่างประเทศมาโม่เป็นแป้งโดย โรงโม่ที่มีอยู่จะโม่แป้งหลัก 3 ชนิด ดังกล่าวมาแล้ว และแป้งหลักเหล่านี้ โรงโม่แต่ละแห่งจะโม่แป้งสำหรับทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่างขึ้น โดยที่จะบ่งไว้ที่ถุงบรรจุแป้งว่า ใช้ทำผลิตภัณฑ์อะไรบ้าง ซึ่งผู้ใช้จะต้องรู้ว่าแป้งที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนั้นเป็นแป้งชนิดใด มีโปรตีนเท่าใดแล้วจึงเลือกซื้อให้เหมาะสม

2.2.4 องค์ประกอบแป้งข้าวสาลี

แป้งสาลีที่ได้จากการโม่แยกส่วนของแป้งในเอนโดสเปิร์มออกมาแล้ว จะประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ โดยเฉลี่ยดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
คาร์โบไฮเดรต	70
โปรตีน	11.5
น้ำตาล	1
ไขมัน	1
ความชื้น	15
แร่ธาตุ (เถ้า)	0.4
อื่น ๆ	2

ที่มา : จินตธนา แซ่มเฒม และอรอนงค์ นัยวิกุล (2549)

ดังกล่าวมาแล้ว แป้งสาลีมีคุณสมบัติเฉพาะไม่เหมือนกับแป้งชนิดอื่น คือ ในแป้งสาลีจะประกอบด้วยโปรตีนซึ่งเมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวชนิดอื่นแล้วได้กลูเตน ซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะเหนียวเป็นยาง และยืดหยุ่นได้ กลูเตนประกอบด้วยกลูเตนินและไกลอะดินในอัตราส่วนเท่ากัน กลูเตนินจะทำให้โดหรือก้อนแป้งผสมมีกำลังที่จะอุ้มก๊าซที่ขึ้นฟูไว้ได้ซึ่งจะเป็นโครงสร้าง ส่วนไกลอะดินนั้นทำให้กลูเตนมีคุณสมบัติในการยืดตัวและยืดหยุ่นได้นั้น คือ กลูเตนินนั้นให้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็งตัวกับกลูเตน ส่วนไกลอะดินซึ่งเป็นสารที่อ่อนและเหนียวจะเป็นตัวเชื่อม ดังนั้นไกลอะดินจะติดอยู่กับกลูเตนินและป้องกันไม่ให้กลูเตนินและป้องกันไม่ให้กลูเตนินถูกล้างออกไปในกระบวนการสลัดกลูเตนออกมา

การล้างหรือการสกัดกลูเตนออกจากแป้ง ทำได้ด้วยการล้างก้อนแป้งด้วยน้ำ จนน้ำที่ล้างได้ไม่มีตะกอน ซึ่งจะได้ปริมาณของโปรตีนที่มีในแป้งและคุณลักษณะของกลูเตนที่มีอยู่ในแป้งซึ่งสามารถตัดสินได้โดยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ คือ ความยืดหยุ่น และความสามารถในการขยายตัว ทั้งคุณภาพและปริมาณของกลูเตนนั้นเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของโด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่สุดของขนมอบ ข้าวสาลีหลายชนิดให้กลูเตนที่มีปริมาณน้อย ในขณะที่อีกหลายชนิดมีกลูเตนอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม แต่อาจจะขาดคุณภาพที่ต้องการ เพราะฉะนั้นโรงโม่จึงจำเป็นต้องทดสอบและผสมข้าวสาลีต่างชนิด เพื่อที่จะได้แป้งที่มีปริมาณกลูเตนที่เพียงพอ และให้กลูเตนที่มีคุณสมบัติที่ดี เพราะกลูเตนจะเป็นตัวเก็บก๊าซที่ขึ้นในก้อนแป้งผสม และเป็นโครงร่างที่มีลักษณะเป็นฟองน้ำของผลิตภัณฑ์ เมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

นอกจากโปรตีนและกลูเตนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของแป้งสาลีแล้ว ในแป้งสาลียังมีเอนไซม์ที่สำคัญคือ บีตา-อะมีเลส และแอลฟา-อะมีเลส เอนไซม์เหล่านี้จำเป็นสำหรับการทำขนมปัง โดยบีตา-อะมีเลสจะย่อยเดกซ์ทริน (dextrin) และสารละลายสตาร์ชส่วนหนึ่งให้เป็นน้ำตาลมอลโทส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่จำเป็นสำหรับยีสต์ในการนำไปใช้เป็นอาหารในระหว่างการหมัก เอนไซม์ชนิดนี้ไม่ทนความร้อน การทำงานจะเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนของการหมัก ส่วนแอลฟา-อะมีเลสจะย่อยสารละลายสตาร์ชให้เดกซ์ทริน ในระหว่างกระบวนการหมัก การทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้มีไม่มากนัก และจะทนความร้อนได้สูง 70 ถึง 75 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่สตาร์ชของข้าวสาลีเกิดเป็นเจลที่มีอุณหภูมิเพียง 56 ถึง 60 องศาเซลเซียส และที่จุดนี้เองแอลฟา-อะมีเลส จะเริ่มทำงานหรือกล่าวได้ว่า การทำงานของแอลฟา-อะมีเลสจะเพิ่มขึ้นในตอนแรกของการอบ และผลิตภัณฑ์จะดีหรือไม่ย่อมขึ้นอยู่กับการทำงานและปริมาณของเอนไซม์ชนิดนี้

2.2.5 คุณลักษณะของแป้งสาลี

เพื่อที่จะทำผลิตภัณฑ์ให้ได้ผลดี ควรใช้แป้งที่มีคุณลักษณะต่อไปนี้

2.2.5.1 สีของแป้ง (color) สีของแป้งมีผลต่อคุณภาพอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว ถ้าหากมีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของแซนโทฟิลล์ หรือสีครีม จะทำให้ขนมปังมีเนื้อใน (crumb) ที่มีสีไม่ดี ดังนั้นแป้งที่โม่ออกมาควรผ่านการฟอกสีก่อน

2.2.5.2 กำลังของแป้ง (strength) หมายถึงพลังของแป้งที่สามารถจะอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักได้ดี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและมีปริมาตรที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.3 ความทนต่อสภาพต่าง ๆ ของแป้ง (tolerance) หมายถึงลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อการผสมนาน ๆ ทนต่อการรีด และกระบวนการอื่น ๆ โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ความทนต่อสภาพต่าง ๆ นี้มีความสำคัญโดยตรงกับกลูเตน แป้งที่มีความทนต่อสภาพต่าง ๆ สูงจะหมักได้นาน และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

2.2.5.4 ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง (high water absorption) หมายถึงแป้งที่มีคุณสมบัติดูดซับน้ำได้มากพอโดยที่คุณสมบัติของแป้งยังคงสภาพดีอยู่ ผลของการที่แป้งดูดซึมน้ำได้มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพในการเก็บและการกินที่ดี

2.2.5.5 ความสม่ำเสมอเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแป้ง ถ้าแป้งขาดความสม่ำเสมอแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน จึงควรทำการตรวจสอบก่อนที่จะทำผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง

2.2.6 ค่าความเป็นกรด-เบสของแป้ง

ค่าความเป็นกรด-เบสของแป้ง (pH) ของน้ำมีค่าระหว่าง 0 ถึง 14 ซึ่งจะบอกถึงความเป็นกรด-เบส ของสารละลาย เมื่อค่าความเป็นกรด-เบส 7 น้ำนั้นจะมีคุณสมบัติเป็นกลาง ถ้าสารละลายมีค่าความเป็นกรด-เบสต่ำกว่า 7 สารละลายจะมีค่าความเป็นกรด-เบสต่ำเท่าใดก็ยิ่งจะมีคุณสมบัติเป็นกรดมากขึ้นเท่านั้น ในทางตรงข้ามถ้าสารละลายมีค่าความเป็นกรด-เบสสูงกว่า 7 สารละลายนั้นจะมีคุณสมบัติเป็นเบส ยิ่งค่าความเป็นกรด-เบสของสารละลายสูงขึ้นมากเพียงใดก็ยิ่งมีความเป็นเบสมากขึ้นเท่านั้น

แป้งสาลีโดยปรกติมีค่าความเป็นกรด-เบสระหว่าง 5.5 และ 6.5 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะแป้งขนมปัง สำหรับแป้งที่มีค่าความเป็นกรด-เบสต่ำกว่า 5.0 จะมีความเป็นกรดมากเกินไป จะทำให้การทำขนมปังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร ถ้าแป้งมีค่าความเป็นกรด-เบสต่ำกว่า 6.1 ถึง 6.2 โดยทั่วไปจะบอกได้ว่า แป้งนั้นผ่านการใส่คลอรีนมากในระหว่าการโม่

2.2.7 สารเสริมคุณภาพแป้งสาลี

ในปัจจุบันหลายประเทศในยุโรปรวมทั้งประเทศไทยได้ออกกฎหมายอาหารยกเลิกการใช้โพแทสเซียมโปรเมตเป็นสารเสริมคุณภาพในแป้งสาลี ทำให้บริษัทผู้ผลิตแป้งสาลีต้องเลือกใช้สารออกซิไดซ์ชนิดอื่นแทน เช่น ใช้กรดแอสคอร์บิกในปริมาณ 15 ถึง 25 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ของแป้งสาลี เพื่อช่วยให้ได้ขนมปังที่มีปริมาตรและเนื้อขนมปังดีขึ้น โดยผสมลงไปในแป้งก่อนขายให้โรงงานและร้านทำขนมปัง นอกจากนี้ยังใช้คลอรีนไดออกไซด์ซึ่งเป็นสารออกซิไดส์อย่างอ่อนและเป็นสารฟอกสีแป้งด้วย เพื่อให้ขนมปังที่มีปริมาตรและเนื้อสัมผัสดีขึ้น หรือใช้ เบนโซอิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารฟอกสี จะช่วยให้ได้ขนมปังที่มีเนื้อขนมปังขาวขึ้น โดยผสมลงในแป้งในปริมาณที่เหมาะสม

สารเสริมคุณภาพแป้งสาลีอีกชนิดหนึ่งที่โรงงานโม่แป้งสาลีต้องคำนึงถึง คือ แป้งมอลต์ หรือ เอนไซม์แอลฟา – อะมิเลสจากเชื้อรา โดยใช้อย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อปรับปรุงคุณภาพแป้งในการทำขนมปังให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้นและมีเนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น ถ้าใช้แป้งมอลต์จะใช้ปริมาณ 18000 ส่วนในล้านส่วนของแป้ง แต่ใช้เอนไซม์แอลฟา – อะมิเลสจากเชื้อราเพียง 120 ส่วนในล้านส่วนของแป้ง โดยแป้งมอลต์ก็คือแหล่งของเอนไซม์แอลฟา – อะมิเลสเช่นกัน แต่มีประสิทธิภาพในการทนความร้อนได้น้อยกว่า เอนไซม์แอลฟา – อะมิเลสจากเชื้อรา จึงต้องใช้ในปริมาณมากกว่า ซึ่งเอนไซม์แอลฟา – อะมิเลสนี้จะช่วยย่อยสลายสตาร์ชในโดขณะหมัก เพื่อให้ได้น้ำตาลมอลโทสสำหรับการทำงานของยีสต์ให้ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอล์อย่างเหมาะสมขณะหมักเพื่อให้ได้ขนมปังที่มีปริมาตรดี

กมลรัตน์ เรืองฤทธิ์ และอนันตพร ทิพย์มงคลเจริญ (2549) ได้ศึกษาการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ โดยยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาลักษณะทางกายภาพของแครกเกอร์ข้าวกล้องที่ผู้บริโภคยอมรับ เมื่อทดลองใช้แป้งสาลีร้อยละ 30 ถึง 100 และแป้งข้าวกล้องร้อยละ 0 ถึง 70 ของน้ำหนักแป้งผสมทั้งหมด นำผลิตภัณฑ์มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี hedonic scaling พบว่า อัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องร้อยละ 40 และแป้งสาลีร้อยละ 60 เป็นสัดส่วนที่ผู้บริโภคให้การยอมรับเมื่อเปรียบเทียบด้านความกรอบ ความหนาความชื้น และค่าAw ของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ และเมื่อลดปริมาณไขมันที่ระดับร้อยละ 50 ถึง 100 พบว่า ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวกล้องที่ลดปริมาณไขมันระดับร้อยละ 50 ของปริมาณไขมันทั้งหมดมีคุณภาพอยู่ในระดับใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์แครกเกอร์เพื่อสุขภาพที่จำหน่ายในท้องตลาด

Singh และคณะ (2003) ศึกษาผลของการเติมแป้งข้าวโพดและแป้งจากมันฝรั่ง 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ Kufri Jyoti พันธุ์ Kufri Badshah และพันธุ์ Pukhraj ในคุกกี้ที่ระดับต่าง ๆ 3 ระดับ คือร้อยละ 2 4 และ 6 ต่อการแผ่ขยายและสีของคุกกี้ พบว่าการเติมแป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลังทำให้การแผ่ขยายของคุกกี้เพิ่มขึ้นเนื่องจากโดเกิดการขยายเพิ่มขึ้น ส่วนคุกกี้ที่เติมแป้งมันฝรั่งมีการแผ่ขยายมากกว่าคุกกี้ที่เติมแป้งข้าวโพดทั้งนี้อาจเป็นเพราะอนุภาคของเม็ดแป้งมันฝรั่งมีกำลังการพองตัวมากอาจเป็นเพราะอนุภาคของแป้งมันฝรั่งขนาดใหญ่ มีปริมาณไขมันและอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนส์ต่ำกว่า และการเติมแป้งข้าวโพดและแป้งมันฝรั่งยังส่งผลให้สีของคุกกี้คล้ำขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 น้ำ

น้ำ เป็นวัตถุดิบที่สำคัญรองลงมาจากแป้ง เนื่องจากน้ำมีหน้าที่รวมตัวกับโปรตีนในแป้งให้เกิดเป็นกลูเตน น้ำที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อาจเป็นน้ำทั่วไป หรือเป็นน้ำที่อยู่ในน้ำนม น้ำผลไม้

2.3.1 หน้าที่ของน้ำในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้แก่ ทำให้เกิดกลูเตน น้ำช่วยควบคุมความหนืดของโด ควบคุมอุณหภูมิของโด ช่วยละลายเกลือและส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่แป้ง เช่น น้ำตาล เกลือ และโปรตีนที่ละลายน้ำได้ให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้สตาร์ชเปียกและเกิดการพองตัว ทำให้ย่อยง่าย ช่วยให้เอนไซม์ทำงานได้ดี ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ได้นาน และช่วยกระจายยีสต์ในการหมักโด

เมื่อผสมน้ำกับแป้งจะเกิดก้อนแป้งที่มีลักษณะแฉะ เหนียว และยืดหยุ่นได้ ซึ่งเรียกว่าโด ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในโดจะมีผลอย่างยิ่งต่อโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ โดจะมีความเหนียวมากเกินไป เนื่องจากน้ำน้อยเกินไป น้ำจะทำให้เนื้อใน (crumb) ของผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นอ่อนนุ่มและมีขนาดรูปร่างของเซลล์เปิด โดที่แน่นจะทำให้เนื้อในแข็ง มีขนาดและรูปร่างของเซลล์ที่ปิดแน่น มีเปลือกนอก (crust) แข็ง และมีปริมาตรเล็ก (จินตธนา แจ่มเฉม และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2549)

2.4 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำ และมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต

2.4.1 ชนิดของน้ำตาล

น้ำตาลที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีมี 3 ชนิด คือ

2.4.1.1 น้ำตาลทรายขาว (granulated sugar) ใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี น้ำตาลทรายมีความละเอียดต่าง ๆ กัน น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมกับส่วนอื่น ๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบ จะผสมรวมกับเนยได้ไม่ดี เพราะผลึกใหญ่จะละลายไม่หมดและมักจะคงอยู่ในรูปผลึกของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ และน้ำตาลที่อยู่ใกล้ ๆ ผิวขนมจะเกิดเป็นจุดขึ้น

2.4.1.2 น้ำตาลไอซิง (icing or confectionery sugar) น้ำตาลชนิดนี้เป็นผงละเอียดที่มีแป้งข้าวโพดปนอยู่ด้วยประมาณร้อยละ 3 เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อนหรือป้องกันการเป็นผลึกของน้ำตาล ความละเอียดของน้ำตาลชนิดนี้ทำให้การผสมง่ายขึ้น

2.4.1.3 น้ำตาลทรายแดง (yellow or brown sugar) น้ำตาลชนิดนี้จะมีพวกคาราเมล แร่ธาตุ และความชื้นปนอยู่ด้วย ยังเป็นน้ำตาลไม่บริสุทธิ์หรือเรียกว่าน้ำตาลดิบ น้ำตาลชนิดนี้ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกลิ่นรส และสีของน้ำตาลทรายแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 หน้าที่ของน้ำตาลที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

2.4.2.1 ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์

2.4.2.2 เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก

2.4.2.3 ใช้เตรียมเป็นไอซิงชนิดต่าง ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

2.4.2.4 ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู

2.4.2.5 ช่วยให้เนื้อขนมดี

2.4.2.6 ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน

2.4.2.7 ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดี

2.4.2.8 เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์ (จินตธนา แจ่มเฒม และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2549)

2.5 เกลือ

เกลือที่ใช้ในการทำเบเกอรี่นั้นเป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตอื่น ๆ

2.5.1 ชนิดของเกลือ

2.5.1.1 เกลือธรรมดา (normal salt) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมซัลเฟต

2.5.1.2 เกลือกรด (acid salt) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนตหรือเบกิงโซดา แคลเซียมแอซิกไพโรฟอสเฟต ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟูหรือเบกิงเพาว์เดอร์ และครีมออฟทาร์ทาร์

2.5.1.3 เกลือเบส (basic salt) เกลือชนิดนี้ไม่สำคัญสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

2.5.1.4 เกลือผสม (double salt) ได้แก่ อะลัม (alum)

เกลือที่นำมาใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้แก่ เกลือธรรมดาและเกลือกรด

2.5.2 หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

2.5.2.1 ทำให้อาหารมีรสดี

2.5.2.2 เน้นรสกลิ่นของส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ

2.5.2.3 ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป

2.5.2.4 ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ และควบคุมอัตราการหมัก

2.5.2.5 ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.6 ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์

2.5.2.7 ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในโดที่หมักด้วยยีสต์ (จินตธนา แจ่มเฒม และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2549)

2.6 สารเคมีที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

2.6.1 เบคิงโซดา (baking soda) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีชนิดนี้เพื่อช่วยในการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงตัวเดียว จะทำให้มีสารตกค้างในตัวผลิตภัณฑ์ อาจทำให้เกิดรสเฝื่อนในตัวผลิตภัณฑ์ได้

2.6.2 ผงฟู (Baking powder) เป็นสารช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูที่ผลิตขึ้นจากการผสมของเบคิงโซดา หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต กับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ซึ่งในการผสมนี้จะเติมแป้งข้าวโพดลงไปด้วยส่วนหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้เบคิงโซดาและสารเคมีที่เป็นกรดสัมผัสกันโดยตรง และทำหน้าที่ดูดความชื้นไว้ ทำให้ผงฟูไม่จับกันเป็นก้อน

2.6.2.1 ผงฟูกำลังหนึ่ง (single acting or fast action) ผงฟูชนิดนี้จะประกอบด้วยเบคิงโซดากับกรดทาร์ทาร์ริกหรือครีมออฟทาร์ทาร์ (cream of tartar) หรือเกลือฟอสเฟต ผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันทีขณะที่ผสม และจะผลิตก๊าซออกมาอย่างรวดเร็วในระหว่างที่ผลิตภัณฑ์รอการเข้านำอบ ดังนั้นการใช้ผงฟูประเภทนี้จะต้องผสมส่วนผสมอย่างรวดเร็วและนำเข้าอบทันทีที่ผสมเสร็จ เพราะหากทิ้งไว้จะเกิดการสูญเสียก๊าซ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาขึ้นฟูได้ไม่ดี

2.6.2.2 ผงฟูกำลังสอง (double acting) ผงฟูประเภทนี้ประกอบด้วยเบคิงโซดากับกรด 2 ชนิดหรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็ว อีกชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาช้า ในขณะที่กำลังผสมเข้าด้วยกัน กรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วของผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาส่วนหนึ่ง และเมื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าอบ กรดที่ให้ปฏิกิริยาช้า ซึ่งเป็นพวกเกลือซัลเฟตจะผลิตก๊าซออกมาอีกส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ จึงเรียกผงฟูชนิดนี้ว่า ผงฟูกำลังสอง หรือผงฟูที่ให้ปฏิกิริยา 2 ครั้ง (จินตธนา แจ่มเฒม และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ชอร์ตเทนนิง

ในทางวิทยาศาสตร์การอาหาร ชอร์ตเทนนิง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ไขมันและน้ำมันที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการทำขนมอบ ทำหน้าที่แบ่งแยกสารอาหารอื่นโดยเฉพาะแป้งให้กระจายไม่เกาะตัวกันแน่นจนแข็งกระด้าง

2.7.1 ชนิดของชอร์ตเทนนิง มีหลายแบบ คือ

2.7.1.1 ชอร์ตเทนนิงแบบของเหลวใส ได้แก่ น้ำมันบริโภค

2.7.1.2 ชอร์ตเทนนิงแบบของเหลวขุ่น ได้แก่ น้ำมันบริโภคที่มีผลึกไขมัน หรือ สารอิมัลซิไฟเออร์

2.7.1.3 ชอร์ตเทนนิงแบบของแข็งหรือแบบพลาสติก ได้แก่ ส่วนผสมของไขมันแข็งกับของเหลวที่คงสภาพเป็นของแข็ง

ชอร์ตเทนนิงที่นิยมใช้มากที่สุด คือ แบบพลาสติก ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงชอร์ตเทนนิง คนทั่วไปจึงเข้าใจว่าหมายถึงแบบพลาสติก

2.7.2 ลักษณะเนื้อสัมผัสของชอร์ตเทนนิง

ชอร์ตเทนนิงในรูปแบบของแข็งมีไขมันแข็งและน้ำมันเหลวเป็นส่วนประกอบเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เนยขาว เพราะมีลักษณะปรากฏเป็นของแข็งสีขาว ลื่นมันคล้ายเทียนไขแต่อ่อนกว่ามีสมบัติเป็นสารพลาสติก คือคงสภาพเป็นของแข็ง แต่สามารถเปลี่ยนสภาพได้เมื่อได้รับแรงกระทำเพียงพอ เช่น เมื่อใช้มีดตัดหรือนวดกวนผสมแรง ๆ และจะกลับมาแข็งตัวคงรูปร่างได้ใหม่ได้อีกเมื่อตั้งทิ้งไว้ การที่ชอร์ตเทนนิงมีสมบัติเช่นนี้เพราะประกอบด้วยผลึกไขมันเป็นโมเลกุลของแข็งขนาดเล็กมาก (1 ถึง 2 ไมครอน) กระจายอยู่ทั่วไปในน้ำมันเหลว ผลึกไขมันมีขนาดเล็กมากจนไม่มีผลกับแรงดึงดูดของโลก แต่มีแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน เมื่อมีผลึกจำนวนมากและกระจายอยู่ทั่วไป แรงดึงดูดจึงมากเพียงพอที่จะตรึงผลึกเหล่านั้นให้อยู่กับที่ เป็นโครงของแข็งที่มีน้ำมันเหลวแทรกตัวอยู่ การเปลี่ยนรูปร่างเมื่อได้รับแรงกระทำ เกิดขึ้นเมื่อได้รับแรงกระทำนั้นมากพอที่จะทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างผลึกไขมันในตำแหน่งนั้น ๆ และเมื่อแรงกระทำนั้นหมดไป แรงดึงดูดระหว่างผลึกส่วนที่เหลือก็จะทำให้กลับเป็นสภาพของแข็งอีก

ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความสำคัญต่อการใช้งานชอร์ตเทนนิงจะต้องอยู่ในสภาพสารพลาสติกในช่วงการใช้งาน เช่น การตีครีมทำเค้ก การผสมแป้งทำเปลือกพัฟหรือเปลือกพาย ถ้าลักษณะชอร์ตเทนนิงมีลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แข็งพอที่จะหลอมละลายเมื่อใช้งาน แต่ถ้าแข็งมากเกินไปการใช้งานจะไม่สะดวก ลักษณะของชอร์ตเทนนิงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชอร์ตเทนนิ่งสามารถคงรูปร่างได้เมื่อมีปริมาณผลึกไขมันแข็งร้อยละ 5 และแข็งแรงขึ้นเมื่อปริมาณผลึกมากขึ้น จนแข็งเปราะเมื่อปริมาณผลึกสูงถึงร้อยละ 40 และ 50 ปริมาณผลึกที่ทำให้ชอร์ตเทนนิ่งแข็งแรงแต่นวดส่วนผสมได้ง่ายคือร้อยละ 15 ถึง 25

- ขนาดของผลึกไขมันแข็ง ถ้าปริมาณไขมันแข็งเท่าเดิม จำนวนผลึกเป็นสัดส่วนกลับกับขนาดของผลึก โดยถ้าผลึกมีขนาดใหญ่จำนวนผลึกจะน้อย ช่องว่างระหว่างผลึกจะมากและแรงดึงดูดระหว่างผลึกจะน้อย การเคลื่อนไหวของน้ำมันเหลวที่อยู่ระหว่างผลึกจะเกิดขึ้นง่าย ชอร์ตเทนนิงจึงมีลักษณะที่อ่อนตัว ถ้าผลึกมีขนาดเล็กจำนวนผลึกจะมากและให้ผลในทางตรงกันข้าม ชอร์ตเทนนิงจึงแข็งแรงกว่า ในกระบวนการผลิตต้องพยายามทำให้เกิดผลึกขนาดเล็กเพื่อให้ความแข็งแรงแก่ชอร์ตเทนนิง ชนิดของผลึกก็มีความสำคัญ ไขมันบางชนิดตกผลึกเป็นแบบเบต้าพราม (beta prime) บางชนิดตกผลึกเป็นแบบเบต้า (beta) ผลึกแบบแรกมีขนาดเล็กและละเอียด ส่วนผลึกแบบหลังมีขนาดใหญ่ซึ่งทำให้ชอร์ตเทนนิงไม่แข็งแรงต้องใช้ปริมาณไขมันแข็งมากขึ้นแล้วยังทำให้ลักษณะปรากฏหยาบและไม่เรียบเนียนอีกด้วย

- ชนิดของไตรกลีเซอไรด์ของไขมันแข็ง ไขมันแข็ง คือ ไตรกลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันอิ่มตัวเป็นองค์ประกอบหลัก ความแข็งของไขมันแข็งขึ้นกับปริมาณของไตรกลีเซอไรด์ ไตรกลีเซอไรด์ชนิดที่มีกรดไขมันอิ่มตัว 3 โมเลกุล แข็งแรงกว่าไตรกลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันอิ่มตัว 2 และ 1 โมเลกุลตามลำดับ และไตร์กลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันอิ่มตัวต่างชนิดแข็งแรงกว่าไตรกลีเซอไรด์ชนิดที่มีกรดไขมันอิ่มตัวชนิดเดียว ไขมันที่มีความแข็งมากไม่หลอมละลายง่าย คงสภาพเป็นของแข็งที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ดี จึงช่วยกันรักษาความแข็งของชอร์ตเทนนิงไว้ได้

- การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ผลึกไขมันหลอมละลายได้ และกลับตกผลึกได้อีกเมื่ออุณหภูมิลดลง ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไม่มาก ผลึกหลอมละลายไม่หมดเหลือนิวเคลียสอยู่ จะเกิดผลึกจำนวนเท่าเดิม ความแข็งแรงจึงเท่าเดิม ความแข็งแรงจึงไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมากจนผลึกหลอมละลายหมด ผลึกที่เกิดขึ้นภายหลังเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ได้ผลึกขนาดใหญ่ จำนวนผลึกน้อยลง ความแข็งแรงจึงน้อยลงด้วย

2.7.3 ส่วนประกอบของชอร์ตเทนนิง

ในชอร์ตเทนนิงจะต้องมีผลึกไขมันในปริมาณที่พอเหมาะ ไม่น้อยเกินไปจนอ่อนตัวหรือมากเกินไปจนแข็งเปราะ จึงได้จากการผสมไขมันกับน้ำมันในปริมาณที่จะทำให้มีไตรกรีเซอไรด์ชนิดของแข็งที่จะเกิดเป็นผลึกไขมันตามกำหนด นิยมแสดงปริมาณผลึกของแข็งเป็นค่าดัชนีปริมาณไขมันแข็ง (solid fat index) ที่มีอุณหภูมิ 10 21.1 26.7 33.3 และ 37.8 องศาเซลเซียส ส่วนผสมของไขมันหรือน้ำมันที่มีค่าดัชนีปริมาณไขมันแข็งเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิมาก จะเป็นลักษณะเป็นพลาสติกในช่วงอุณหภูมิแคบ เรียกว่า มีช่วงพลาสติกแคบ แต่ส่วนผสมของไขมันหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันที่มีค่าดัชนีปริมาณไขมันแข็งเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิน้อย จะเป็นพลาสติกที่อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างเรียกว่า มีช่วงพลาสติกกว้าง ชอร์ตเทนนิงส่วนใหญ่ต้องการสมบัติช่วงพลาสติกกว้างเพื่อสามารถใช้ได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ไขมันที่เป็นส่วนผสมอาจได้จากการแยกส่วนน้ำมันจากสัตว์เรียกว่า oleostearin หรือแยกส่วนจากน้ำมันพืชเรียกว่า stearin หรือจากกระบวนการเติมไฮโดรเจน ซึ่งเป็นการเติมไฮโดรเจนบนโมเลกุลของกรดไขมันของไตรกรีเซอไรด์ เพื่อเปลี่ยนกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นกรดไขมันอิ่มตัว ถ้าเติมไฮโดรเจนมากจะเกิดกรดไขมันอิ่มตัวมาก ทำให้ไตรกลีเซอไรด์นั้นแข็งตัวมาก สามารถติดตามผลการเติมไฮโดรเจนด้วยค่าไอโอดีน (iodine value) ถ้าค่าต่ำแสดงว่ามีการเติมไฮโดรเจนมาก

น้ำมันที่ใช้ในส่วนผสมคือ น้ำมันพืชบริโภคทั่วไปที่อยู่ในสภาพของเหลว ตัวอย่างการผสม คือ oleostearin ร้อยละ 20 กับน้ำมันเมล็ดฝ้ายร้อยละ 80 น้ำมันเติมไฮโดรเจน (ค่าไอโอดีน 15) ร้อยละ 20 กับน้ำมันพืชร้อยละ 80 ผลึกไขมันที่เกิดขึ้นเป็นผลึกไขมันที่มีจุดหลอมเหลวสูง คงสภาพเป็นของแข็งได้ตลอด ค่าดัชนีปริมาณไขมันแข็งจึงไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ดังนั้น จึงได้ชอร์ตเทนนิ่งที่มีช่วงพลาสติกกว้าง นอกจากการผสมไขมันแข็งกับน้ำมันเหลวโดยตรง ยังมีการผสมน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนที่ต่างระดับกันและมีความแข็งต่างกัน ตัวอย่างเช่น ผสมน้ำมันที่เติมไฮโดรเจนจนได้ค่าไอโอดีน 65 ถึง 80 ในปริมาณร้อยละ 85 ถึง 95 น้ำมันส่วนแรกคงสภาพเป็นของแข็งตลอดช่วงอุณหภูมิ แต่น้ำมันส่วนหลังมีการหลอมละลายบางส่วนเมื่อเพิ่มอุณหภูมิหรือเกิดผลึกขึ้นได้อีกเมื่อลดอุณหภูมิ ดังนั้นการลดอุณหภูมิจึงขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไขมันแข็งในน้ำมันส่วนหลัง ซึ่งอาจจะผลิตชอร์ตเทนนิงที่มีช่วงพลาสติกแคบหรือช่วงพลาสติกกว้างได้ โดยการควบคุมปริมาณไขมันแข็งในน้ำมันส่วนหลัง (ค่าไอโอดีน 65 ถึง 80) ซึ่งเป็นผลควบคุมกระบวนการเติมไฮโดรเจนนั้นเอง

2.7.4 หน้าที่ของชอร์ตเทนนิงที่มีต่อผลิตภัณฑ์

2.7.4.1 ช่วยในการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเตนมีความหนาแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ ซึ่งทำให้เปลือกนอกและปริมาตรของขนมปังดีขึ้น

2.7.4.2 ช่วยหล่อลื่นกลูเตนให้ยืดหดได้ดี โดยช่วยในการขยายตัวของผนังเซลล์และจัดโครงสร้างของกลูเตน ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของขนมปัง

สุภัทร์ จันทร์วรชัยกุล และณัฐฐา งามจินดาสกุล (2544) ได้ศึกษาการผลิตและอายุการเก็บบิสกิตสาหร่ายสไปรูไลนา โดยแปรปริมาณเนยขาวร้อยละ 18.0 22.5 และ 27 โดยน้ำหนักทั้งหมด และแปรปริมาณผงฟูร้อยละ 1.25 2.00 และ2.75โดยน้ำหนักทั้งหมด ศึกษาปริมาณสาหร่ายสไปรูไลนาที่ใช้ในการผลิตบิสกิตต้นแบบ โดยแปรปริมาณสาหร่ายสไปรูไลนาในบิสกิตร้อยละ 1.5 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 4.5 5.5 6.5 และ 7.5 ของปริมาณแป้ง ผลการทดลองพบว่าปริมาณเนยขาวและผงฟูที่เหมาะสม คือร้อยละ 22.50 และ 2.00 โดยน้ำหนักตามลำดับ และปริมาณของสาหร่ายสไปรูไลนาที่เป็นที่ยอมรับคือร้อยละ 5.5 ของปริมาณแป้ง โดยมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในระดับยอมรับได้ ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณของสาหร่ายสไปรูไลนาร้อยละ 2.5 ของปริมาณแป้ง มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านอยู่ในเกณฑ์ดี ผลิตภัณฑ์บิสกิตที่มีสาหร่ายสไปรูไลนาร้อยละ 2.5 ของปริมาณแป้ง บรรจุในกล่องพลาสติกชนิด polystyrene และถุงพลาสติกชนิด polypropylene ปิดผนึกที่ความดันบรรยากาศ สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (34 ถึง 37 องศาเซลเซียส) ได้อย่างน้อย 3 เดือน โดยคุณภาพทั้งทางกายภาพ ประสาทสัมผัส และจุลินทรีย์ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

2.8 น้ำเชื่อมกลูโคส

น้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) น้ำเชื่อมกลูโคสหรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า แบะแซ ประกอบด้วยน้ำ (ประมาณร้อยละ 20) ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 80 จะประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส มอลโทส และน้ำตาลโมเลกุลใหญ่อื่น ๆ รวมทั้งโอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharides) น้ำเชื่อมกลูโคสได้จากการไฮโดรไลซ์แป้ง เช่น แป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น การไฮโดรไลซ์แป้งอาจทำได้โดยการใช้เอนไซม์หรือการใช้กรด การใช้กรดในการไฮโดรไลซ์จะเป็นการไฮโดรไลซ์อย่างอิสระ ส่วนการใช้เอนไซม์จะมีความจำเพาะสามารถควบคุมการผลิตน้ำเชื่อมกลูโคสที่มีส่วนประกอบแตกต่างกันตามต้องการได้ เช่น ถ้าต้องการน้ำเชื่อมกลูโคสที่มีน้ำตาลมอลโทสสูงจะใช้เอมไซม์เบต้า-อะมิเลสในการผลิต

น้ำเชื่อมกลูโคสที่มีจำหน่ายในอุตสาหกรรมจะผ่านการไฮโดรไลซ์มากน้อยไม่เท่ากันโดยดูได้จากค่า DE (Dextrose Equivalent) ค่า DE คือ ค่าที่บอกจำนวนหน่วยรีดิวซ์ (reducing unit) ที่มีอยู่จริงของน้ำเชื่อมกลูโคสเมื่อเทียบกับจำนวนหน่วยรีดิวซ์ที่จะเกิดขึ้น ถ้าแป้งถูกไฮโดรไลซ์มากมีน้ำตาลโมเลกุลเล็ก เช่น กลูโคสและมอลโทสปริมาณมาก จะมีค่า DE สูง แป้งที่ถูกไฮโดรไลซ์น้อยมีกลูโคสน้อยและจะมีโอลิโกแซ็กคาไรด์ปริมาณมาก จะมีค่า DE ต่ำ น้ำเชื่อมกลูโคสที่ใช้ในอุตสาหกรรมลูกกวาดโดยทั่วไปจะมีค่า DE อยู่ในช่วง 38 ถึง 42 และเป็นชนิดที่ใช้กรดในไฮโดรไลซ์ โดยทั่วไป น้ำเชื่อมกลูโคสที่มีค่า DE สูงกว่าจะมีความหวาน ความใส ความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด และความสามารถในการดูดความชื้นสูงกว่าน้ำเชื่อมกลูโคสที่มีค่า DE ต่ำ ดังนั้น ในการผลิตถ้ามีปัญหาในเรื่องลูกกวาดดูดความชื้นจากอากาศจึงอาจแก้ไขโดยการใช้น้ำเชื่อมกลูโคสที่มีค่า DE ต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 หน้าที่ของน้ำเชื่อมกลูโคส

ในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดและขนมหวาน คือ

2.8.1.1 การป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลซูโครส เนื่องจากต้องการให้น้ำตาลอยู่ในรูปอสัณฐาน และไม่ตกผลึกระหว่างการผลิตและการเก็บรักษา การเติมน้ำเชื่อมกลูโคสจะป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลได้

2.8.1.2 ช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid) ในลูกกวาด ทำให้ลูกกวาดมีความเสถียรต่อการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ ในกรณีที่ใช้น้ำตาลทรายเพียงอย่างเดียวในการผลิต เมื่อผิวหน้าลูกกวาดดูดความชื้นจากสภาพแวดล้อมและอยู่ในสภาพสารละลายอิ่มตัว จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่มากพอที่จะยับยั้งจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในสภาพที่มีความชื้นต่ำ เช่น osmophillic yeast ได้ การใช้น้ำเชื่อมกลูโคสในการผลิต จะทำให้สารละลายอิ่มตัวที่เกิดขึ้นมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าการใช้น้ำตาลทรายเพียงอย่างเดียว จึงเพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช คณะคหกรรมศาสตร์, 2539)

วิชัย หฤทัย และ ศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2535) ได้พัฒนาสูตรบิสกิตให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภค โดยใช้การประเมินผลจากวิธี Ratio Profile Technique พบว่า ต้องใช้แป้งข้าวเหนียวร้อยละ 10.7 เป็นส่วนผสมเพื่อให้ได้บิสกิตที่มีเนื้อสัมผัสกรอบและแข็งเล็กน้อย และสูตรสำเร็จประกอบด้วยแป้งเค้ก แป้งข้าวเหนียว เนยขาว น้ำตาล เกลือ และผงฟู ร้อยละ 42.9 10.7 18.8 5.4 0.5 2.9 และ 18.8 ตามลำดับ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 นาที และยังได้พัฒนาส่วนผสมของหน้าที่ใช้เคลือบบิสกิตประกอบด้วยน้ำตาลไอซิ่ง เจลาติน ทุเรียนผง กลิ่นทุเรียน สี และน้ำในปริมาณร้อยละ 68.08 1.70 8.51 0.10 0.34 และ 21.28 ตามลำดับ หลังจากเคลือบหน้าบิสกิตแล้วต้องอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที ให้ค่า Aw ต่ำกว่า 0.4 ซึ่งจะช่วยให้บิสกิตเคลือบหน้าทุเรียนกรอบอยู่ได้นาน ควรเพิ่มสีและกลิ่นทุเรียนเพื่อปรับปรุงหน้าเคลือบให้มีสีและกลิ่นดีขึ้น ผลการทดสอบการยอมรับจากชาวไทย ฮ่องกง และสิงคโปร์ ประเทศ 100 คน สรุปได้ว่าชาวไทยยอมรับบิสกิตเคลือบหน้าทุเรียนร้อยละ 55.1 และยินดีซื้อผลิตภัณฑ์หากมีจำหน่ายในตลาด ส่วนชาวฮ่องกงยอมรับร้อยละ 20.5 และชาวสิงคโปร์ยอมรับร้อยละ 27.3 โดยผู้บริโภคชาวฮ่องกงสิงคโปร์และให้ความเห็นสอดคล้องกันว่ากลิ่นทุเรียนอ่อนไป แต่เนื้อสัมผัสของบิสกิตดีแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ในระหว่างการอบ

ในขณะที่แครกเกอร์อยู่ในเตาอบนั้น ความร้อนจะแผ่กระจายจากต้นกำเนิดของความร้อนซึ่งอาจจะเป็นก๊าซหรือไฟฟ้ามายังแครกเกอร์ทั้งในรูปการกระจายความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวหรืออากาศ (convection) การส่งผ่านความร้อนด้วยการสัมผัส (conduction) และการแผ่รังสีความร้อน (radiation) ทำให้แครกเกอร์เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับดังนี้ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2539)

2.9.1 ระยะแรกของการอบ

เมื่ออุณหภูมิของแครกเกอร์เพิ่มขึ้นในระยะต้น ไขมันจะเริ่มละลาย น้ำตาลและสารเคมีอื่น ๆ จะละลาย ทำให้แครกเกอร์นิ่มและเหลว มีก๊าซเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของสารเคมีประเภทผงฟู ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวดันโครงสร้างของแครกเกอร์ให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น

2.9.2 ระยะกลางของการอบ

ความร้อนในระยะกลางของการอบนี้จะมีผลให้แครกเกอร์ร้อนใกล้ถึงจุดเดือดของน้ำ (100 องศาเซลเซียส) ทำให้โปรตีนจับตัวกันแข็งเป็นโครงร่าง รวมทั้งสตาร์ชที่มีอยู่จะเกิดเจลบางส่วน กลายเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงของแครกเกอร์เช่นกัน เนื่องจากในส่วนผสมมีน้ำอยู่น้อยมาก ดังนั้นสตาร์ชจึงอุ้มน้ำได้ไม่มาก ส่วนน้ำที่เหลืออยู่ก็จะระเหยกลายเป็นไอดันขนมให้มีปริมาตรมากขึ้น และสูญหายไปในเตาเป็นส่วนใหญ่

2.9.3 ระยะสุดท้ายของการอบ

แครกเกอร์จะมีความร้อนเพิ่มขึ้น ลักษณะโครงร่างจะคงที่ เนื่องจากสตาร์ชจะเปลี่ยนสภาพสมบูรณ์ แต่ยังมีความยืดหยุ่นจากไขมันอยู่บ้าง และน้ำตาลในองค์ประกอบยังคงมีสภาพเหลว แม้อุณหภูมิจะสูงขึ้น ในขณะเดียวกันผิวนอกของแครกเกอร์จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจากกระบวนการเกิดสีน้ำตาลระหว่างความร้อนกับน้ำตาล (caramelization) ส่วนเนื้อแครกเกอร์จะไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มเช่นผิวนอก เนื่องจากความร้อนไม่มากพอที่จะทำให้น้ำตาลภายในแครกเกอร์เปลี่ยนสีได้

เมื่ออบได้ที่ดีแล้ว จึงนำแครกเกอร์ออกจากเตาอบ ทิ้งให้เย็นในสภาวะที่เหมาะสม ในขณะนั้นแครกเกอร์จะเริ่มแข็งตัวขึ้นเนื่องจากน้ำตาลและไขมันจะแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำลง ความชื้นที่เหลือภายในแครกเกอร์จะกระจายกันทั่วทั้งก้อน ถ้าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องที่ทำให้แครกเกอร์เย็นนั้นไม่เหมาะสม จะมีผลทำให้แครกเกอร์มีความชื้นภายในก้อนไม่สม่ำเสมอจึงเปราะและหักง่าย ถ้ามีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ดีจะได้แครกเกอร์กรอบดี และนำไปบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
85435

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 แป้งสาลี ตรา ว่าว (บริษัท ยูเอฟเอ็ม ฟู้ดเซ็นเตอร์ จำกัด)

3.1.2 แป้งสาลี ตรา พัดโบก (บริษัท ยูเอฟเอ็ม ฟู้ดเซ็นเตอร์ จำกัด)

3.1.3 ผงฟูดับเบิลแอ็คชั่น ตรา อิมพีเรียล (บริษัท ยูไนเต็ดแคร่ฟูดส์ จำกัด)

3.1.4 เกลือ ตรา ปรุงทิพย์ (บริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด)

3.1.5 น้ำตาล ตรา มิตรผล (บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด)

3.1.6 เนยขาว ตรา ใบไม้ทอง (บริษัท ล่ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน))

3.1.7 โซเดียม ไบคาร์บอเนต ตรา แม็กกาแรต (บริษัท เบนแอนด์โก จำกัด)

3.1.8 แบะแซ ตรา หอนาฬิกา (บริษัท เจริญชัย จำกัด)

3.1.9 งาดำ ตรา ไร่ทิพย์ (บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด)

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 อุปกรณ์

3.2.1.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น TA TX2i

3.2.1.2 เครื่องวัดสี Minolta Chroma Meter รุ่น CR 300

3.2.1.3 เตาอบแบบใช้แก๊ส

3.2.2 เครื่องมือ

3.2.1.1 เครื่องผสมแบบสามหัวตี (planetary mixer)

3.2.1.2 ตะแกรงร่อนแป้ง (flour sifter)

3.2.1.3 พายยาง (rubber scraper)

3.2.1.4 ที่กดคุกกี้ (cookie cutter)

3.2.1.5 ไม้คลึงแป้ง (rolling pin)

3.2.1.6 ตะแกรงพักขนม (cookie racks)

3.2.1.7 ถาดอบขนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.8 พลาสติกสำหรับคลุม

3.2.1.9 อ่างผสม

3.2.1.10 เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การทำแครกเกอร์

ส่วนผสมพื้นฐานแสดงในตารางที่ 3.1 กระบวนการทำแครกเกอร์แสดงในรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของแครกเกอร์

วัตถุดิบ	ร้อยละ	ปริมาณ (กรัม)
แป้งอเนกประสงค์	100.0	120.00
เนยขาว	10.00	12.00
ผงฟู	2.083	2.50
น้ำตาล	1.625	1.95
เกลือ	1.375	1.65
โซเดียมไบคาร์บอเนต	0.542	0.65
น้ำ	44.00	58.20

หมายเหตุ ปริมาณร้อยละของส่วนผสมเทียบกับปริมาณแป้งอเนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่อนเครื่องปรุงแห้งรวมกัน 2 ครั้ง ใส่ในอ่างผสม

↓

ใส่เนยขาวลงในแป้ง

↓

คลุกเคล้าให้เข้ากันจนแป้งมีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ

↓

เติมน้ำครั้งละ 1 ช้อนโต๊ะจนหมด
ผสมแป้งประมาณ 2 นาที จนแป้งเป็นเนื้อเดียวกัน

↓

นำแป้งที่ผสมเสร็จแล้วมานวดบนโต๊ะโรยนวล
นวดเบา ๆ ประมาณ 30 วินาที จนผิวเนียนขึ้น

↓

นำแป้งแช่ในตู้เย็นช่องธรรมดานานประมาณ 30 นาที

↓

ตัดแป้งออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน

↓

คลึงแป้งจากตรงกลางออก ได้เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า หนา 2 มิลลิเมตร

↓

ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม ขนาด 3×3 เซนติเมตร
แล้วจัดวางเรียงในถาดอบโดยแต่ละชิ้นห่างกันประมาณ 0.5 นิ้ว

↓

นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 – 15 นาที

↓

นำแครกเกอร์วางพักไว้บนตะแกรงพักจนเย็น

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำแครกเกอร์

ที่มา : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, คณะคหกรรมศาสตร์ (2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพของแครกเกอร์ในท้องตลาด

นำแครกเกอร์ที่จำหน่ายในท้องตลาดมา 4 ชนิด วัดความแข็งของแครกเกอร์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น TA TX2i ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของแครกเกอร์ จำนวน 6 ซ้ำ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยเพื่ออ้างอิงในการเลือกแครกเกอร์ที่ทดแทนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้ก

3.3.3 ศึกษาระดับการทดแทนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้ก

จากส่วนผสมในตารางที่ 3.1 ทดลองทดแทนแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้ก โดยแปรปริมาณแป้งเค้กที่ใช้ทดแทน 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ของปริมาณแป้งอเนกประสงค์ ทดลองผลิตแครกเกอร์ตามกระบวนการในรูป 3.1 เมื่อได้แครกเกอร์นำมาทดสอบในด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.3.3.1 วัดความแข็งของแครกเกอร์ เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2

3.3.3.2 ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านความแข็ง สี รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ด้วยการทดสอบแบบ hedonic scale (1 = ไม่ชอบมาก 3 = เฉย ๆ 5 = ชอบมาก) ใช้ผู้ทดสอบ คือ นักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 20 คน

ทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองในข้อ 3.3.3.1 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ส่วนผลการทดลองในข้อ 3.3.3.2 ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อเลือกระดับการทดแทนที่เหมาะสมในการทำแครกเกอร์

3.3.4 ศึกษาปริมาณไขมันและผงฟูที่เหมาะสมสำหรับการทำแครกเกอร์

จากสัดส่วนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ต่อแป้งเค้กที่เหมาะสมในข้อ 3.3.2 ศึกษาปริมาณไขมันและผงฟูที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสแครกเกอร์ โดยใช้แผนการทดลองแบบ 3 × 2 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (3 × 2 factorial in CRD) โดยปัจจัยที่หนึ่ง คือ ปริมาณไขมัน 2 ระดับ คือ ร้อยละ 10 และ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี ปัจจัยที่สอง คือ ปริมาณผงฟู 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้งสาลี โดยใช้วิธีทำในรูป 3.1 เมื่อได้แครกเกอร์นำมาทดสอบด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.3.4.1 สีของแครกเกอร์ โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta Chroma Meter รุ่น CR 300 โดยวัดสีตำแหน่งกึ่งกลางด้านบนของแครกเกอร์ จำนวน 6 ซ้ำ

3.3.4.2 ความแข็งของแครกเกอร์ เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.1

3.3.4.3 การยอมรับทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองในข้อ 3.3.4.1 และ 3.3.4.2 โดยใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in CRD) ส่วนผลการทดลองในข้อ 3.3.4.3 ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อเลือกปริมาณไขมันและผงฟูที่เหมาะสมสำหรับการทำแครกเกอร์

3.3.5 ศึกษาส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ใช้ทาบนแผ่นแครกเกอร์

ชั่งส่วนผสมดังตารางที่ 3.2 นำส่วนผสมที่เตรียมเสร็จแล้วมาต้มจนเดือดใช้เวลาประมาณ 8 – 10 นาที

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของน้ำเชื่อม

วัตถุดิบ	สูตร 1		สูตร 2		สูตร 3	
	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม
แบะแซ	13.16	12.50	17.50	17.50	21.43	22.50
น้ำ	18.42	17.50	17.50	17.50	16.67	17.50
น้ำตาลทราย	68.42	65.00	65.00	65.00	61.90	65.00

นำน้ำเชื่อมแต่ละสูตรประมาณ 2 มิลลิลิตรมาทาบนผิวหน้าแครกเกอร์ขนาด 3 × 3 เซนติเมตรที่ได้ในข้อ 3.3.4 และโรยงาดำ นำแครกเกอร์เข้าอบที่อุณหภูมิ 100 เซลเซียส นาน 10 นาที เมื่อได้แครกเกอร์นำมาทดสอบในด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.3.5.1 ความแข็งของแครกเกอร์ เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.1

3.3.5.2 การยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบของการเกาะติดงาดำบนแผ่นแครกเกอร์ ความรู้สึกเหนียวติดฟันในปาก และความชอบโดยรวม ด้วยการทดสอบ เช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2

ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองในข้อ 3.3.5.1 เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ในข้อ 3.3.2.1 ส่วนผลการทดลองในข้อ 3.3.5.2 วิเคราะห์ผลเช่นเดียวกับข้อ 3.3.2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพของแครกเกอร์ในท้องตลาด

4.1.1 ความแข็งของแครกเกอร์

จากการทดลองนำแครกเกอร์ในท้องตลาดมา 4 ชนิด มาทดสอบในด้านความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสที่ตำแหน่งกึ่งกลางของแครกเกอร์ จำนวน 6 ซ้ำ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งของแครกเกอร์ในท้องตลาด

ยี่ห้อแครกเกอร์	ค่าความแข็ง (g.force)
Ritz	1098.47 ± 83.82
Magic	1064.96 ± 64.66
Rosy	915.43 ± 116.32
Homey	1876.17 ± 182.23

จากผลการวัดเนื้อสัมผัสในตารางที่ 4.1 พบว่าแครกเกอร์ตรา Homey มีค่าความแข็งเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อเทียบกับแครกเกอร์ Ritz Magic และ Rosy ตามลำดับ และแครกเกอร์ที่ทดลองทำอยู่มีค่าความแข็งมากกว่า2 เท่าของแครกเกอร์ Homey ดังนั้นจึงเลือกแครกเกอร์ Homey เป็นค่าอ้างอิงในการทำแครกเกอร์ เนื่องจากมีค่าความแข็งใกล้เคียงกับแครกเกอร์ที่ทดลองอยู่มากกว่าแครกเกอร์ Ritz Magic และ Rosy ตามลำดับ

4.2 ศึกษาระดับการทดแทนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้ก

4.2.1 ความแข็งของแครกเกอร์

จากการทดลองเพื่อเลือกระดับการทดแทนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้กที่เหมาะสมในการทำแครกเกอร์ โดยแปรปริมาณแป้งเค้กที่ใช้ทดแทนแป้งอเนกประสงค์ 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ของปริมาณแป้งอเนกประสงค์ เมื่อได้แครกเกอร์นำมาทดสอบในด้านความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสที่ตำแหน่งกึ่งกลางของแครกเกอร์ จำนวน 6 ซ้ำ แล้ววิเคราะห์ทางสถิติได้ผลการทดลองดังตารางที่4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส เมื่อแปรค่าแป้งเค้กที่ใช้ทดแทนแป้งอเนกประสงค์เป็นร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50

ระดับการทดแทน (ร้อยละ)	ค่าความแข็ง (g.force)
0	4139.41 ± 417.92^{a}
10	3656.09 ± 229.72^{b}
20	3055.22 ± 280.43^{c}
30	2558.67 ± 313.14^{d}
40	1859.85 ± 339.22^{e}
50	1653.86 ± 412.40^{e}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับเดียวกันในแนวตั้งไม่แตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการวัดเนื้อสัมผัสในตารางที่ 4.2 พบว่าการทดแทนแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้กในปริมาณต่างกันมีผลทำให้ความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์ที่ได้แตกต่างจากการใช้แป้งอเนกประสงค์เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์จะลดลงตามปริมาณแป้งเค้กที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะแป้งเค้กมีปริมาณโปรตีนต่ำ (ร้อยละ 7 - 9) ดังนั้นเมื่อทดแทนแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้กในปริมาณที่สูงขึ้น จะทำให้แครกเกอร์ที่ได้มีความแข็งลดลง (จินตธนา แจ่มเฒม และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2549)

4.2.2 การยอมรับทางประสาทสัมผัส

เมื่อนำแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณแป้งเค้กในระดับต่าง ๆ มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส แล้ววิเคราะห์ทางสถิติ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์

ลักษณะทดสอบ	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ					
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 10	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50
ความชอบสี^{ns}	3.45 ± 0.60	3.60 ± 0.82	3.50 ± 0.61	3.70 ± 0.86	3.90 ± 0.85	3.65 ± 0.81
ความชอบความแข็ง	2.75 ± 0.64^{b}	3.15 ± 0.88^{b}	3.20 ± 0.52^{b}	3.85 ± 0.75^{a}	4.05 ± 0.76^{a}	3.75 ± 0.64^{a}
ความชอบรสชาติ^{ns}	3.25 ± 0.85	3.25 ±0.72	3.3 ± 0.73	3.65 ± 0.81	3.75 ± 0.72	3.45 ± 0.88
การยอมรับโดยรวม	2.95 ±0.60^{b}	3.15 ± 0.67^{b}	3.30 ± 0.47^{b}	3.75 ± 0.64^{a}	3.95 ± 0.60^{a}	3.80 ± 0.62^{a}

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับเดียวกันในแนวนอนไม่แตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าการทดแทนแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้กในระดับที่ต่างกันมีผลทำให้คะแนนทางด้านความชอบความแข็งและการยอมรับโดยรวมต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลทำให้คะแนนทางด้านความชอบสีและความชอบรสชาติแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านความชอบสี ปริมาณแป้งเค้กที่ทดแทนในระดับต่างกันไม่มีผลทำให้คะแนนทางด้านความชอบสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากสีของผิวแครกเกอร์เกิดขึ้นจากกระบวนการเกิดสีน้ำตาลระหว่างความร้อนกับน้ำตาล (caramelization) ซึ่งปริมาณน้ำตาลในทุกระดับของการทดแทนมีปริมาณที่เท่ากัน ดังนั้นสีของผิวแครกเกอร์ที่เกิดขึ้นจึงไม่แตกต่างกัน

ด้านความชอบความแข็ง ปริมาณแป้งเค้กที่ทดแทนระดับต่างกันจะทำให้คะแนนทางด้านความชอบความแข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อระดับการทดแทนเพิ่มขึ้นคะแนนความชอบจะเพิ่มขึ้น พบว่าแครกเกอร์ที่ใช้แป้งอเนกประสงค์เพียงอย่างเดียวและการทดแทนในปริมาณร้อยละ 10 และ 20 จะได้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับแครกเกอร์ที่ทดแทนในปริมาณร้อยละ 30 40 และ 50 การที่ผู้ทดสอบให้คะแนนแครกเกอร์ที่ทดแทนในปริมาณร้อยละ 30 40 และ 50 มากกว่า เนื่องมาจากการทดแทนแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้กในระดับที่มากขึ้น ทำให้แครกเกอร์ที่ได้มีความแข็งลดลงและเป็นความแข็งที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุดเมื่อเทียบกับระดับอื่น จึงทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบความแข็งแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความชอบรสชาติ ปริมาณแป้งที่ทดแทนระดับต่างกันจะได้คะแนนทางด้านความชอบรสชาติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากรสชาติของแครกเกอร์จะขึ้นกับส่วนผสมอื่น เช่น น้ำตาล เกลือ เป็นต้น ซึ่งในการทดลองได้ควบคุมให้ส่วนผสมอื่นยกเว้นปริมาณแป้งที่ทดแทนให้เท่ากันทุกการทดลอง ดังนั้นแครกเกอร์ที่ได้จะมีรสชาติไม่ต่างกัน จึงทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรสชาติไม่แตกต่างกัน

ด้านการยอมรับโดยรวม ปริมาณแป้งเค้กที่ทดแทนระดับต่างกันจะทำให้คะแนนทางด้านการยอมรับโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อระดับการทดแทนเพิ่มขึ้นคะแนนทางด้านการยอมรับโดยรวมจะเพิ่มขึ้น พบว่าแครกเกอร์ที่ใช้แป้งอเนกประสงค์เพียงอย่างเดียวและการทดแทนในปริมาณร้อยละ 10 และ 20 จะได้คะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับแครกเกอร์ที่ทดแทนในปริมาณร้อยละ 30 40 และ 50 โดยด้านการยอมรับโดยรวมจะสอดคล้องกับด้านความชอบความแข็ง

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส การใช้แป้งเค้กในปริมาณร้อยละ 30 40 และ 50 จะได้คะแนนไม่ต่างกัน จากผลการวัดความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสได้ค่าความแข็งของแครกเกอร์ที่ทดแทนในปริมาณร้อยละ 30 40 และ 50 แตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับแครกเกอร์ที่ขายในท้องตลาดแล้ว พบว่าแครกเกอร์ที่ทดแทนในปริมาณร้อยละ 30 40 และ 50 กับแครกเกอร์ที่ขายในท้องตลาดมีค่าความแข็งใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกระดับการทดแทนที่ร้อยละ 30 เนื่องจากใช้แป้งเค้กน้อยกว่าซึ่งเป็นการลดต้นทุนในการผลิต

4.3 ศึกษาปริมาณไขมันและผงฟูที่เหมาะสมสำหรับการทำแครกเกอร์

4.3.1 สีของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

จากการทดลองเพื่อเลือกปริมาณไขมันและผงฟูที่เหมาะสมในการทำแครกเกอร์ โดยแปรปริมาณไขมันที่ระดับร้อยละ 10 และ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี และปริมาณผงฟูที่ระดับร้อยละ 2 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้งสาลี เมื่อได้ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์นำมาทดสอบด้านสีด้วยเครื่องวัดสีโดยวัดสีตำแหน่งกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์และอ่านค่าสีในระบบ L (ค่าความสว่าง), a (ค่าสีแดง – เขียว), b (ค่าสีเหลือง – น้ำเงิน) แล้ววิเคราะห์ทางสถิติได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับต่าง ๆ

	ค่าสี		
	L	A	b
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	*	*	ns
ปริมาณผงฟู (ร้อยละ)	*	Ns	ns
อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟู	*	*	*

หมายเหตุ 1) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.4 พบว่าปริมาณไขมันมีผลทำให้ค่า L และค่า a แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลทำให้ค่า b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนปริมาณผงฟูมีผลทำให้ค่า L แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีผลทำให้ค่า a และค่า b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และอันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟูมีผลทำให้ค่า L ค่า a และค่า b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันในระดับต่าง ๆ

ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	ค่าสี		
	L	A	b^{ns}
10	72.77 ± 2.92^{a}	3.37 ± 1.16^{b}	25.41 ± 1.56
20	70.27 ± 1.85^{b}	4.49 ± 0.86^{a}	25.20 ± 1.26

หมายเหตุ 1) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.5 พบว่าการใช้ปริมาณไขมันร้อยละ 10 และ 20 มีผลทำให้ค่า L และค่า a ของแครกเกอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลให้ค่า b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยผิวหน้าของแครกเกอร์มีค่าความสว่างลดลงหรือสีเข้มขึ้น และเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันจากร้อยละ 10 เป็น 20 จะทำให้สีผิวแครกเกอร์เข้มขึ้นตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณผงฟูในระดับต่าง ๆ

ปริมาณผงฟู (ร้อยละ)	ค่าสี		
	L	a^{ns}	b^{ns}
2	70.81 ± 3.08^{b}	4.05 ± 1.26	25.13 ± 1.69
4	72.55 ± 2.90^{a}	3.62 ± 1.05	25.29 ± 1.16
6	71.20 ± 1.81^{b}	4.13 ± 1.13	25.50 ± 1.36

หมายเหตุ 1) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.6 พบว่าการใช้ปริมาณผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6 มีผลทำให้ค่า L ของแครกเกอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลทำให้ค่า a และ b แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสีผิวของแครกเกอร์เปลี่ยนแปลงไป โดยจะเพิ่มขึ้น และลดลง เมื่อปริมาณผงฟูเพิ่มขึ้น

อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟูต่อค่าสี แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟูต่อค่าสีของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันและผงฟูใน ระดับต่าง ๆ

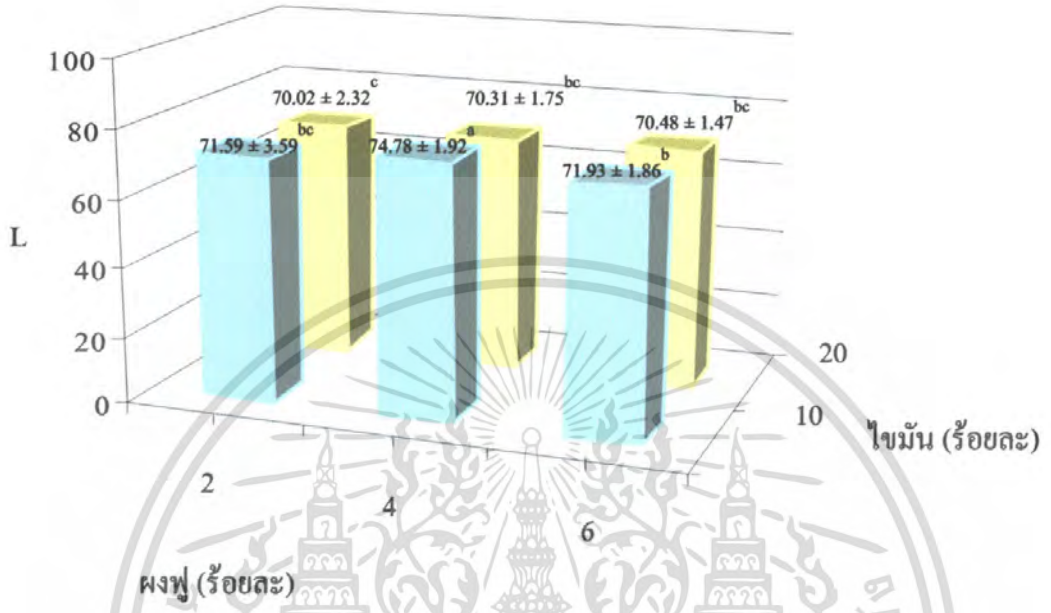
สภาวะการทดลอง	ปริมาณ (ร้อยละ)		ค่าสี		
	ไขมัน	ผงฟู	L	a	B
1	10	2	71.59 ± 3.59^{bc}	3.85 ± 1.51^{b}	25.80 ± 1.86^{a}
2	10	4	74.78 ± 1.92^{a}	2.68 ± 0.22^{c}	25.02 ± 1.34^{ab}
3	10	6	71.93 ± 1.86^{b}	3.59 ± 1.04^{b}	25.41 ± 1.40^{a}
4	20	2	70.02 ± 2.32^{c}	4.24 ± 0.96^{ab}	24.45 ± 1.19^{b}
5	20	4	70.31 ± 1.75^{bc}	4.56 ± 0.61^{a}	25.56 ± 0.90^{a}
6	20	6	70.48 ± 1.47^{bc}	4.66 ± 0.96^{a}	25.59 ± 1.36^{a}

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับเดียวกันในแนวตั้งไม่แตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

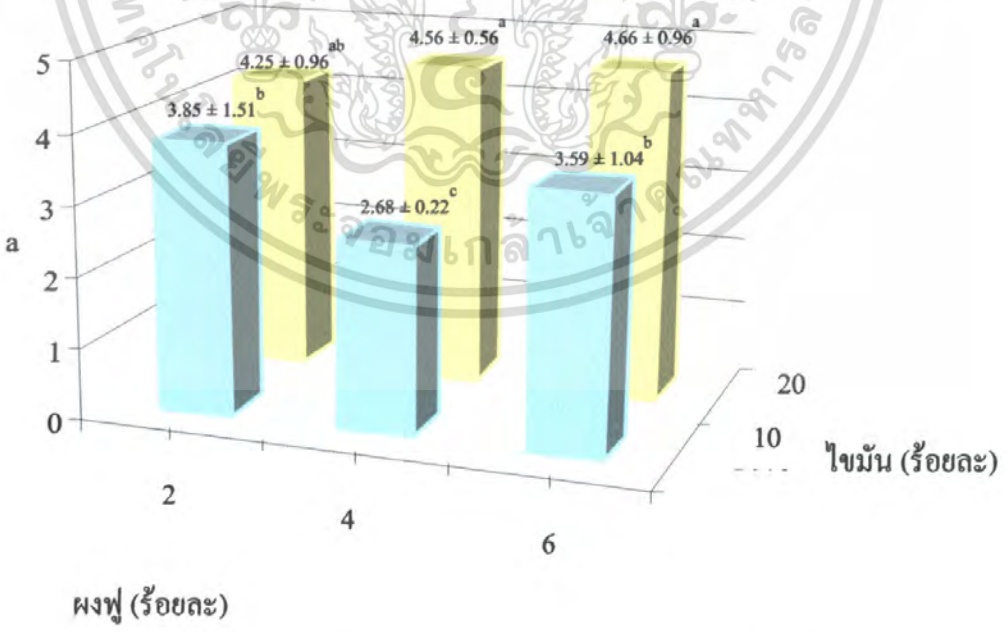
2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจากตารางที่ 4.7 เมื่อนำมาเขียนเป็นรูป จะได้ดังรูปที่ 4.1 – 4.3

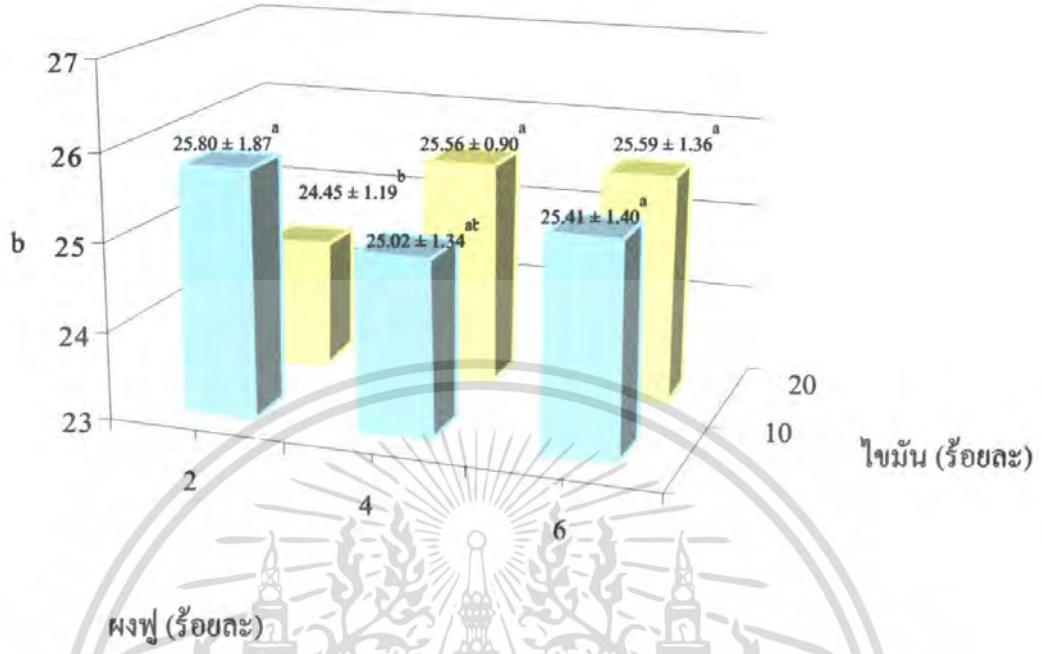


รูปที่ 4.1 อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟู (interaction) ของค่า L



รูปที่ 4.2 อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟู (interaction) ของค่า a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟู (interaction) ของค่า b

จากตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.1 – 4.3 พบว่าอันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟู (interaction) มีผลทำให้ค่า L ค่า a และค่า b ของแครกเกอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากไขมันที่ผิวหน้าของแครกเกอร์ได้รับความร้อน จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน ทำให้ผิวหน้าของแครกเกอร์มีค่าความสว่างลดลงหรือสีเข้มขึ้น และเมื่อเพิ่มปริมาณไขมันจากร้อยละ 10 เป็น 20 จะทำให้สีผิวแครกเกอร์เข้มขึ้นตามลำดับ ส่วนผงฟูมีผลทำให้สีผิวของแครกเกอร์เปลี่ยนแปลงไป โดยจะเพิ่มขึ้น และลดลง เมื่อปริมาณผงฟูเพิ่มขึ้น

4.3.2 ความแข็งของผลิตภัณฑ์

ศึกษาลักษณะของเนื้อสัมผัสของแครกเกอร์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส เมื่อใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับต่าง ๆ แล้ววิเคราะห์ทางสถิติได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับต่าง ๆ

	ค่าความแข็ง (g.force)
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	*
ปริมาณผงฟู (ร้อยละ)	*
อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟู	*

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.8 พบว่าปริมาณไขมัน ผงฟู และอันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟูมีผลทำให้ค่าความแข็งเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันในระดับต่าง ๆ

ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	ค่าความแข็ง (g.force)
10	2286.34 ± 247.81[a]
20	1978.86 ± 223.14[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับเดียวกันในแนวตั้งไม่แตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.9 พบว่าการใช้ปริมาณไขมันร้อยละ 10 และ 20 มีผลทำให้ค่าความแข็งของแครกเกอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อาจเนื่องมาจากไขมันจะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างเส้นใยกลูเตน ปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นทำให้เส้นใยกลูเตนมีความยืดหยุ่นมากขึ้น แครกเกอร์มีความนุ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้ความแข็งของแครกเกอร์ลดลงเมื่อปริมาณไขมันมากขึ้น (http://courseware.rmutl.ac.th/courses/103/unit703.html)

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณผงฟูในระดับต่าง ๆ

ปริมาณผงฟู (ร้อยละ)	ค่าความแข็ง (g.force)
2	2355.37 ± 233.73[a]
4	2157.62 ± 159.46[b]
6	1884.81 ± 215.46[c]

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับเดียวกันในแนวตั้งไม่แตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.10 พบว่าการใช้ปริมาณผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6 มีผลทำให้ค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อาจเนื่องมาจากผงฟูที่ใช้เป็นประเภทผงฟูกำลังสอง ประกอบด้วยเบคิงโซดากับกรด 2 ชนิด คือ กรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วและช้า กรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วจะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาส่วนหนึ่งขณะผสม และกรดที่ให้ปฏิกิริยาช้าจะผลิตก๊าซออกมาเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ดังนั้นเมื่อใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณผงฟูมากขึ้นจะเกิดการผลิตก๊าซมากขึ้น ทำให้แครกเกอร์ขึ้นฟูมากขึ้น และความแข็งของแครกเกอร์ลดลง (จินตธนา แจ่มเฉม และอรอนงค์ นัยวิกุล)

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าสีและค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับต่าง ๆ

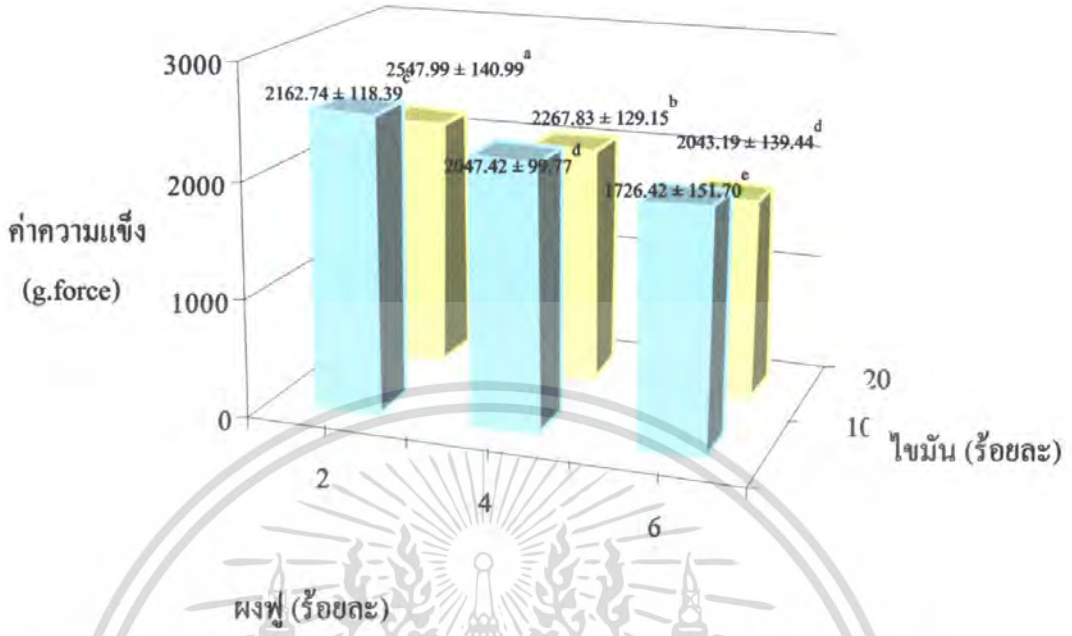
สภาวะการทดลอง	ปริมาณ (ร้อยละ)		ค่าความแข็ง (g.force)
	ไขมัน	ผงฟู	
1	10	2	2547.99 ± 140.99^{a}
2	10	4	2267.83 ± 129.15^{b}
3	10	6	2043.19 ± 139.44^{d}
4	20	2	2162.74 ± 118.39^{c}
5	20	4	2047.42 ± 99.77^{d}
6	20	6	1726.43 ± 151.70^{e}

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับเดียวกันในแนวตั้งไม่แตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ข้อมูลจากตารางที่ 4.11 เมื่อนำมาเขียนเป็นรูป จะได้ดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 อันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณผงฟู (interaction) ของค่าความแข็งเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.4 พบว่าอันตรกิริยาระหว่างปริมาณไขมันและปริมาณ ผงฟู (interaction) มีผลทำให้ค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยไขมันจะเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างเส้นใยกลูเตน ปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นทำให้เส้นใยกลูเตนมีความยืดหยุ่นมากขึ้น แครกเกอร์มีความนุ่มมากขึ้น ส่วนผงฟูเมื่อได้รับความร้อนจะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้แครกเกอร์ที่ได้ขึ้นฟู ความแข็งของแครกเกอร์จึงลดลงเมื่อใช้ปริมาณไขมันและผงฟูมากขึ้น (http://courseware.rmutl.ac.th/courses/103/unit703.html ; จินตธนา แจ่มเฉม และอรอนงค์ นัยวิกุล)

4.3.3 การยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับต่าง ๆ กันมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส แล้ววิเคราะห์ทางสถิติได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์

ปริมาณ (%)		คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ			
ไขมัน	ผงฟู	ความชอบสี	ความชอบความแข็ง^{ns}	ความชอบรสชาติ	การยอมรับโดยรวม
10	2	3.08 ± 1.05^{bc}	3.35 ± 1.10	2.73 ± 0.76^{c}	2.98 ± 0.68^{b}
10	4	3.52 ± 0.85^{a}	3.20 ± 1.23	3.05 ± 0.77^{abc}	3.15 ± 0.66^{b}
10	6	3.77 ± 1.03^{a}	3.75 ± 1.07	3.35 ± 1.05^{a}	3.48 ± 0.89^{a}
20	2	3.02 ± 1.20^{c}	3.37 ± 1.01	3.00 ± 0.80^{bc}	3.07 ± 0.80^{b}
20	4	3.55 ± 1.00^{a}	3.35 ± 0.97	3.28 ± 1.03^{ab}	3.72 ± 0.90^{a}
20	6	3.43 ± 1.11^{ab}	3.23 ± 1.08	3.08 ± 0.94^{ab}	3.47 ± 0.85^{a}

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับเดียวกันในแนวตั้งไม่แตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 4.12 พบว่าการใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับแตกต่างกันทำให้ผลิตภัณฑ์ได้คะแนนความชอบในด้านสี รสชาติ และการยอมรับโดยรวมแตกต่างกัน แต่ไม่มีผลทำให้คะแนนความชอบในด้านความแข็งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านความชอบสี การใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับแตกต่างกัน จะได้คะแนนทางด้านความชอบด้านสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อใช้ปริมาณไขมันและผงฟูเพิ่มขึ้นคะแนนความชอบเพิ่มขึ้น พบว่าแครกเกอร์ที่ใช้ไขมันและผงฟูร้อยละ 10 และ 4, 10 และ 6, 20 และ 4, 20 และ 6 ตามลำดับ จะได้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมากกว่าแครกเกอร์ที่ใช้ไขมันและผงฟูร้อยละ 10 และ 2, 20 และ 2 ตามลำดับ โดยสีน้ำตาลทองที่เกิดขึ้นบนผิวของแครกเกอร์เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด การเกิดคาราเมลของน้ำตาลและเด็กทริน ดังนั้นเมื่อใช้ปริมาณไขมันต่างกันจึงทำให้สีของแครกเกอร์แตกต่างกัน (วิไล รังสาคทอง, 2546)

ด้านความชอบความแข็ง การใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับแตกต่างกัน จะได้คะแนนทางด้านความชอบความแข็งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากไขมันเข้าไปแทรกอยู่ระหว่างเส้นใยกลูเตน ปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้น ทำให้เส้นใยกลูเตนมีความยืดหยุ่นมากขึ้น แครกเกอร์มีความนุ่มมากขึ้น ส่วนผงฟูเมื่อได้รับความร้อนจะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้แครกเกอร์ขึ้นฟู ซึ่งทำให้ความแข็งของแครกเกอร์ลดลงเมื่อใช้ปริมาณไขมันและผงฟูมากขึ้น แต่ผู้ทดสอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้คะแนนความชอบความแข็งไม่ต่างกัน แสดงว่าระดับปริมาณของไขมันและผงฟูที่ใช้ยังแตกต่างกันไม่มากพอที่จะทำให้เกิดความแตกต่างดังกล่าว

ด้านความชอบรสชาติ การใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับแตกต่างกัน จะได้คะแนนทางด้านความชอบด้านรสชาติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการใช้ไขมันในระดับที่เพิ่มขึ้น ทำให้แครกเกอร์มีรสชาติเลี่ยนลิ้น ดังนั้นแครกเกอร์ที่ได้จะมีรสชาติต่างกัน จึงทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรสชาติแตกต่างกัน

ด้านการยอมรับโดยรวม การใช้ปริมาณไขมันและผงฟูในระดับแตกต่างกัน จะได้คะแนนทางด้านการยอมรับโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อใช้ปริมาณไขมันและผงฟูมากขึ้น จะได้คะแนนการยอมรับโดยรวมมากขึ้น พบว่าแครกเกอร์ที่ใช้ปริมาณไขมันและผงฟูร้อยละ 10 และ 6, 20 และ 4, 20 และ 6 ตามลำดับ จะได้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมากกว่าแครกเกอร์ที่ใช้ไขมันและผงฟูร้อยละ 10 และ 2, 10 และ 4, 20 และ 2 ตามลำดับ เนื่องจากไขมันและผงฟูมีผลทำให้แครกเกอร์มีความแข็งลดลง อีกทั้งยังมีสีสวยน่ารับประทาน ผู้ทดสอบจึงให้คะแนนการยอมรับโดยรวมมากขึ้นเมื่อใช้ไขมันและผงฟูมากขึ้น

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ควรใช้ในปริมาณไขมันและผงฟูร้อยละ 10 และ 6, 20 และ 4, 20 และ 6 ตามลำดับ จะได้คะแนนไม่ต่างกัน และจากผลการวัดความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสได้ค่าความแข็งของแครกเกอร์ที่ใช้ไขมันและผงฟูในปริมาณร้อยละ 10 และ 6, 20 และ 4 , 20 และ 6 แตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับแครกเกอร์ที่ขายในท้องตลาดแล้ว พบว่าแครกเกอร์ที่ใช้ไขมันและผงฟูในปริมาณร้อยละ 10 และ 6, 20 และ 4, 20 และ 6 กับแครกเกอร์ที่ขายในท้องตลาดมีค่าความแข็งใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกการใช้ไขมันและผงฟูในปริมาณร้อยละ 10 และ 6 เนื่องจากใช้ไขมันในปริมาณน้อยเป็นการลดต้นทุนในการผลิตและลักษณะของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับที่ผู้ทดสอบให้คะแนนสูงด้วย

4.4 ศึกษาส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ใช้ทาบนแผ่นแครกเกอร์

4.4.1 ความแข็งของผลิตภัณฑ์

ศึกษาลักษณะของเนื้อสัมผัสของแครกเกอร์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส เมื่อใช้ส่วนผสมของน้ำเชื่อมในระดับต่าง ๆ แล้ววิเคราะห์ทางสถิติได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์เมื่อใช้ปริมาณแบะแซต่างกัน

แบะแซ (ร้อยละ)	ค่าความแข็ง (g.force)
13.16	2080.80 ± 107.56^{b}
17.50	2117.95 ± 73.88^{b}
21.43	2192.72 ± 97.77^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับเดียวกันในแนวตั้งไม่แตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการวัดเนื้อสัมผัสในตารางที่ 4.13 พบว่าการใช้แบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ระดับแตกต่างกันมีผลทำให้ค่าความแข็งของแครกเกอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเมื่อปริมาณแบะแซที่ใช้เพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของแครกเกอร์จะเพิ่มขึ้น พบว่าแครกเกอร์ที่ทาน้ำเชื่อมที่มีแบะแซร้อยละ 13.16 และ 17.50 จะได้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำเชื่อมที่มีแบะแซร้อยละ 21.43 โดยค่าความแข็งเฉลี่ยของแครกเกอร์จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณแบะแซที่เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากแบะแซมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูง เมื่อใช้ปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมเพิ่มขึ้น ทำให้แครกเกอร์มีความแข็งมากขึ้น

4.4.2 การยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำแครกเกอร์ที่ทาส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่มีแบะแซในระดับต่างๆ มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส แล้ววิเคราะห์ทางสถิติได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์เมื่อใช้ปริมาณแบะแซต่างกัน

ลักษณะทดสอบ	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ		
	ร้อยละ 13.16	ร้อยละ 17.50	ร้อยละ 21.43
ความชอบของการเกาะติดงาดำบนผิวแครกเกอร์^{ns}	3.62 ± 0.86	3.53 ± 1.08	3.32 ± 0.96
ความรู้สึกเหนียวติดฟันในปาก	3.67 ± 0.90^{a}	3.08 ± 0.96^{b}	3.03 ± 0.90^{b}
ความชอบโดยรวม	3.58 ± 0.89^{a}	3.10 ± 0.70^{b}	3.15 ±0.71^{b}

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับเดียวกันในแนวนอนไม่แตกต่างทางสถิติอย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 4.14 พบว่าการใช้ปริมาณแบะแซในระดับแตกต่างกันทำให้ผลิตภัณฑ์ได้คะแนนความชอบในด้านความรู้สึกเหนียวติดฟันในปาก และความชอบโดยรวมแตกต่างกัน แต่ไม่มีผลทำให้คะแนนความชอบของการเกาะติดงาดำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านความชอบของการเกาะติดงาดำบนผิวแครกเกอร์ การใช้ปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ระดับต่างกันจะได้คะแนนทางด้านความชอบของการเกาะติดงาดำบนผิวแครกเกอร์ไม่แตกต่างกัน เนื่องมาจากแบะแซมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูง มีผลทำให้น้ำเชื่อมที่ได้มีความเหนียวเพิ่มขึ้นเมื่อใช้แบะแซมากขึ้น แต่ความเหนียวของน้ำเชื่อมไม่มีผลทำให้การเกาะติดงาดำบนผิวแครกเกอร์เมื่อเย็นตัวลงแตกต่างกัน ผู้ทดสอบจึงให้คะแนนความชอบของการเกาะติดงาดำบนผิวแครกเกอร์ไม่แตกต่างกันเมื่อปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมเพิ่มขึ้น

ด้านความรู้สึกเหนียวติดฟันในปาก การใช้ปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมในระดับแตกต่างกัน จะได้คะแนนทางด้านความชอบด้านความรู้สึกเหนียวติดฟันในปากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อใช้ปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมเพิ่มขึ้นคะแนนความชอบจะลดลง พบว่าแครกเกอร์ที่ทาน้ำเชื่อมที่มีแบะแซร้อยละ 17.50 และ 21.43 ได้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับนำเชื่อมที่มีแบะแซร้อยละ 13.16 การที่ผู้ทดสอบให้คะแนนแครกเกอร์ที่มีส่วนผสมของแบะแซในน้ำเชื่อมปริมาณร้อยละ 13.16 มากกว่าอาจเนื่องมาจากแบะแซ ประกอบด้วยน้ำ (ประมาณร้อยละ 20) ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 80 จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส มอลโทส และน้ำตาลโมเลกุลใหญ่อื่น ๆ รวมทั้งโอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharides) (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช คณะคหกรรมศาสตร์, 2539) เมื่อใช้ปริมาณแบะแซในส่วนผสมเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในส่วนผสมจะเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำเชื่อมที่ใช้ทาบนผิวหน้าของแครกเกอร์มีความเหนียวเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบจึงให้คะแนนความชอบความรู้สึกเหนียวติดฟันในปากลดลงเมื่อปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมเพิ่มขึ้น

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ควรใช้ปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมร้อยละ 13.16 ซึ่งได้คะแนนสูงสุด และจากผลการวัดความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสได้ค่าความแข็งต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับแครกเกอร์ที่ขายในท้องตลาดแล้ว พบว่ามีค่าความแข็งใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมร้อยละ 13.16 เนื่องจากการใช้แบะแซปริมาณร้อยละ 13.16 เป็นการลดต้นทุนในการผลิตมากกว่าการใช้แบะแซร้อยละ 17.50 และ 21.43 ตามลำดับ รวมทั้งผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของการเกาะติดงาดำบนผิวแครกเกอร์ ความรู้สึกเหนียวติดฟันในปาก และความชอบโดยรวมของน้ำเชื่อมที่มีแบะแซร้อยละ 13.16 สูงกว่าการใช้น้ำเชื่อมที่มีแบะแซร้อยละ 17.5 และ 21.43 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาระดับการทดแทนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้กที่เหมาะสมในการทำแครกเกอร์ โดยแปรปริมาณแป้งเค้กที่ใช้ทดแทน 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50 ของปริมาณแป้งอเนกประสงค์ พบว่าปริมาณแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้กที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 30

2. จากการศึกษาปริมาณไขมันและผงฟูที่เหมาะสมสำหรับการทำแครกเกอร์ โดยแปรปริมาณไขมันที่ระดับร้อยละ 10 และ 20 ของน้ำหนักแป้งอเนกประสงค์ และปริมาณผงฟูที่ระดับร้อยละ 2 4 และ 6 ของน้ำหนักแป้งอเนกประสงค์ พบว่าปริมาณไขมันและผงฟูที่เหมาะสม คือ ร้อยละ10 และ 6 ของปริมาณแป้งอเนกประสงค์ตามลำดับ

3. จากการศึกษาส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ใช้ทาบนแผ่นแครกเกอร์ โดยแปรปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ระดับร้อยละ13.16 17.50 และ 21.43 พบว่าปริมาณแบะแซในส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในการทาบนผิวแครกเกอร์ คือ ร้อยละ 13.16 ซึ่งเป็นปริมาณที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพโดยรวม ได้ศึกษาระดับการทดแทนปริมาณแป้งอเนกประสงค์ด้วยแป้งเค้ก ปริมาณไขมันและผงฟู ส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่ใช้ทาบนแครกเกอร์ที่เหมาะสมควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอายุการเก็บรักษาสำหรับผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ เรืองฤทธิ์ และ อนันตพร ทิพย์มงคลเจริญ. 2549. **การใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์.** ในปัญหาพิเศษหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

จินตธนา แจ่มเฉม และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2549. **เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่8. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 27-46.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์. 2539. **เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีอาหารและเครื่องดื่ม.** หน่วยที่ 1-7. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2539. **ขนมปังกรอบ.** กระทรวงอุตสาหกรรม กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2532. **ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** กรุงเทพฯ : กราฟฟิคแอนด์ปริ้นติ้งเซ็นเตอร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การใช้เครื่องมือ

1. การวัดค่าเนื้อสัมผัสแบบ TPA (Texture Profile Analysis)

<u>อุปกรณ์</u>

1. หัววัด P 0.25S (Probe)
2. ฐานแบบมีรู
3. ตัวล็อคฐาน 2 อัน
4. ตุ้มน้ำหนักขนาด 5 กิโลกรัม

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. เปิดเครื่องและเข้าไปที่ icon Texture Expert เข้ามาที่หน้าจอแล้วเลือกกดปุ่ม OK
2. เข้ามาที่หน้าจอโปรแกรมแล้วเลือก T.A. แล้วเลือก calibration force
3. เข้ามาที่หน้าจอ Force calibration แล้วกดปุ่ม OK แล้วนำตุ้มน้ำหนักขนาด 5 กก. มาวางบนตำแหน่ง calibration plate form แล้วกดปุ่ม OK เครื่องจะทำการ calibrate เมื่อcalibrate เรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม OK
4. นำหัววัด P 0.25S ใส่ที่ตำแหน่ง probe ของเครื่องมือให้เรียบร้อย แล้วจึงทำการ calibration probe โดยเลือก T.A. แล้วเลือก calibrate probe เข้ามาที่หน้าต่าง probe height calibration ตั้งค่าที่ 5.0 mm เครื่องจะทำการ calibrate แล้วยก probe ขึ้นตามระยะทางที่เราตั้งค่าไว้
5. จากนั้นนำแดรกเกอร์ที่ต้องการวัดเนื้อสัมผัสวางไว้บริเวณฐานที่ probe จะวัดเนื้อสัมผัสได้ตรงกลางพอดี
6. จากนั้นเข้าไปที่ T.A. setting เข้ามาหน้าต่าง Texture Analyzer Setting แล้วจะมีช่องต่างๆโดยเลือกตามดังนี้
    - ตรง Test option ให้เลือก Measure Force in Compression
    - ตรง Pre Test Speed ให้เลือก 2.0 mm/s
    - ตรง Test Speed ให้เลือก 0.5 mm/s
    - ตรง Post test speed ให้เลือก 10 mm/s
    - ตรง Distance ให้เลือก 4.0 mm/s

    เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยก็กดปุ่ม Update

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. จากนั้นไปที่ Window เลือกตรง T.A. แล้วกด Run a Test
   - ตรง Probe and Product Data -ให้เลือก P 0.25S แล้วก็กด OK เครื่องจะวัดแครกเกอร์ ได้ค่าความสูงของ Force Peak ที่ได้จากการวัดครั้งแรก โดยเป็นแรงสูงสุดที่ใช้ในการกดอัดครั้งแรก
8. เมื่อต้องการวัดแครกเกอร์ตัวอย่างถัดไป เลือกตรง T.A. แล้วกด Quick test run เครื่องจะทำการวัดแครกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินการทดสอบแบบให้คะแนน (Rating / Scoring test)

ชื่อผู้ทดสอบ..... **วันที่**.....

ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนตามการยอมรับของท่าน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ แล้วกรอกคะแนนลงในช่องว่างให้ตรงกับรหัสตัวอย่างที่ได้รับ

ชอบมาก	เท่ากับ	5 คะแนน
ชอบ	เท่ากับ	4 คะแนน
เฉย ๆ	เท่ากับ	3 คะแนน
ไม่ชอบ	เท่ากับ	2 คะแนน
ไม่ชอบมาก	เท่ากับ	1 คะแนน

รหัสตัวอย่าง / ลักษณะ						
สี						
ความแข็ง						
รสชาติ						
การยอมรับโดยรวม						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินการทดสอบแบบให้คะแนน (Rating / Scoring test)

ชื่อผู้ทดสอบ..... **วันที่**.....

ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนตามการยอมรับของท่าน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ แล้วกรอกคะแนนลงในช่องว่างให้ตรงกับรหัสตัวอย่างที่ได้รับ

ชอบมาก เท่ากับ 5 คะแนน
ชอบ เท่ากับ 4 คะแนน
เฉย ๆ เท่ากับ 3 คะแนน
ไม่ชอบ เท่ากับ 2 คะแนน
ไม่ชอบมาก เท่ากับ 1 คะแนน

รหัสตัวอย่าง / ลักษณะ						
การเกาะติดงาดำ						
ความรู้สึกเหนียวติดฟัน						
การยอมรับโดยรวม						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ ค1 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งของแครกเกอร์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส เมื่อแปรค่าแป้งเค้กที่ใช้ทดแทนแป้งอเนกประสงค์เป็นร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	87214932.639	5	17442986.528	151.840	.000*
Error	11717522.478	102	114877.671		
รวม	98932455.116	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค2 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของแครกเกอร์ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรแป้งเค้กเป็นร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	2.567	5	.513	.907	.480^{ns}
ผู้ทดสอบ	13.533	19	.712	1.259	.230^{ns}
Error	53.767	95	.566		
รวม	69.867	119			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค3 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความแข็งของแครกเกอร์เมื่อแปรแป้งเค้กเป็นร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	25.042	5	5.008	10.544	.000*
ผู้ทดสอบ	11.625	19	.612	1.288	.210^{ns}
Error	45.125	95	.475		
รวม	81.792	119			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค4 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของแครกเกอร์เมื่อแปรแป้งเด้กเป็นร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	4.642	5	.928	1.909	.100^{ns}
ผู้ทดสอบ	24.758	19	1.303	2.680	.001*
Error	46.192	95	.486		
รวม	75.592	119			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค5 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวมของแครกเกอร์เมื่อแปรแป้งเด้กเป็นร้อยละ 0 10 20 30 40 และ 50

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	16.367	5	3.273	9.830	.000*
ผู้ทดสอบ	9.967	19	.525	1.575	.079^{ns}
Error	31.633	95	.333		
รวม	57.967	119			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค6 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (L) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และปริมาณผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ไขมัน	168.450	1	168.450	33.008	.000*
ผงฟู	59.853	2	29.927	5.864	.004*
ไขมัน*ผงฟู	52.815	2	26.407	5.175	.007*
Error	520.536	102	5.103		
รวม	801.654	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค7 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (a) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และปริมาณผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ไขมัน	33.679	1	33.679	35.936	.000*
ผงฟู	5.396	2	2.698	2.879	.061^{ns}
ไขมัน*ผงฟู	9.897	2	4.948	5.280	.007*
Error	95.593	102	.937		
รวม	144.564	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค8 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (b) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และปริมาณผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ไขมัน	1.227	1	1.227	.650	422^{ns}
ผงฟู	2.541	2	1.271	.674	.512^{ns}
ไขมัน*ผงฟู	18.249	2	9.124	4.837	.010*
Error	192.430	102	1.887		
รวม	214.447	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค9 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และปริมาณผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ไขมัน	2552600.567	1	2552600.567	148.719	.000*
ผงฟู	4019450.322	2	2009725.161	117.090	.000*
ไขมัน*ผงฟู	123454.585	2	61727.293	3.596	.031*
Error	1750714.460	102	17163.867		
รวม	8446219.934	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค10 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (L) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าไขมัน ร้อยละ 10 และ 20

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ไขมัน	168.450	1	168.450	28.199	.000*
Error	633.204	106	5.974		
รวม	801.654	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค11 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (a) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าไขมัน ร้อยละ 10 และ 20

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ไขมัน	33.679	1	33.679	32.195	.000*
Error	110.885	106	1.046		
รวม	144.564	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค12 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (b) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าไขมัน ร้อยละ 10 และ 20

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ไขมัน	1.227	1	1.227	.610	.437^{ns}
Error	213.220	106	2.012		
รวม	214.447	107			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค13 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งของแครกเกอร์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส เมื่อแปรไขมันร้อยละ 10 และ 20

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ไขมัน	2552600.567	1	2552600.567	45.910	.000*
Error	5893619.366	106	55600.183		
รวม	8446219.934	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค14 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (L) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าผงฟูใน ร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ผงฟู	59.853	2	29.927	4.236	.017*
Error	741.801	105	7.065		
รวม	801.654	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค15 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (a) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าผงฟู ร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ผงฟู	5.396	2	2.698	2.035	.136^{ns}
Error	139.168	105	1.325		
รวม	144.564	107			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค16 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (b) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าผงฟู ร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ผงฟู	2.541	2	1.271	.630	.535^{ns}
Error	211.905	105	2.018		
รวม	214.447	107			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค17 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งของแครกเกอร์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส เมื่อแปรผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ผงฟู	4019450.322	2	2009725.161	47.669	.000*
Error	4426769.612	105	42159.711		
รวม	8446219.934	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค18 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (L) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	281.118	5	56.224	11.017	.000*
Error	520.536	102	5.103		
รวม	801.654	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค19 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (a) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	48.971	5	9.794	10.451	.000*
Error	95.593	102	.937		
รวม	144.564	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค20 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าทางกายภาพด้านสี (b) ด้วยเครื่องวัดสี เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	22.017	5	4.403	2.334	.047*
Error	192.430	102	1.887		
รวม	214.447	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค21 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งของแครกเกอร์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	6695505.474	5	1339101.095	78.019	.000*
Error	1750714.460	102	17163.867		
รวม	8446219.934	107			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค22 การวิเคราะห์ทางสถิติของของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของแครกเกอร์ เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	25.122	5	5.024	4.678	.000*
ผู้ทดสอบ	69.989	59	1.186	1.104	.294^{ns}
Error	316.878	295	1.074		
รวม	411.989	359			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค23 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความแข็งของแครกเกอร์ เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	11.522	5	2.304	2.055	.071^{ns}
ผู้ทดสอบ	82.289	59	1.395	1.244	.125^{ns}
Error	330.811	295	1.121		
รวม	424.622	359			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค24 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของแครกเกอร์ เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	14.500	5	2.900	4.090	.001*
ผู้ทดสอบ	77.833	59	1.319	1.861	.000*
Error	209.167	295	.709		
รวม	301.500	359			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค25 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวมของแครกเกอร์ เมื่อแปรค่าไขมันร้อยละ 10 และ 20 และผงฟูร้อยละ 2 4 และ 6

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	24.689	5	4.938	8.357	.000*
ผู้ทดสอบ	54.156	59	.918	1.553	.010*
Error	174.311	295	.591		
รวม	253.156	359			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค26 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความแข็งของแครกเกอร์ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส เมื่อแปรค่าแบะแซร้อยละ 13.16 17.50 และ 21.43

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	116975.611	2	58487.806	6.598	.003*
Error	452061.606	51	8863.953		
รวม	569037.217	53			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค27 การวิเคราะห์ทางสถิติของการคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของการเกาะติดงาดำบนผิวของแครกเกอร์ เมื่อแปรค่าแบะแซร้อยละ 13.16 17.50 และ 21.43

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	2.878	2	1.439	1.736	.181^{ns}
ผู้ทดสอบ	70.311	59	1.192	1.438	.048^{ns}
Error	97.789	118	.829		
รวม	170.978	179			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค28 การวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกเหนียวติดฟันในปากของแครกเกอร์ เมื่อแปรค่าแบะแซร้อยละ 13.16 17.50 และ 21.43

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	14.878	2	7.439	8.350	.000*
ผู้ทดสอบ	44.728	59	.758	.851	.752^{ns}
Error	105.122	118	.891		
รวม	164.728	179			

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ ค29 การวิเคราะห์ทางสถิติของการคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความรู้สึกเหนียวติดฟันของแครกเกอร์ เมื่อแปรค่าแบะแซร้อยละ 13.16 17.50 และ 21.43

SOV	SS	D.F.	MS	F	Sig.
ตัวอย่าง	8.478	2	4.239	7.482	.001*
ผู้ทดสอบ	38.778	59	.657	1.160	.246^{ns}
Error	66.856	118	.567		
รวม	114.111	179			

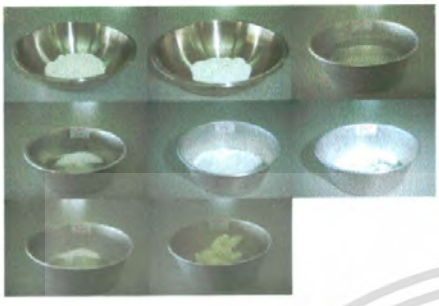
* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ขั้นตอนการผลิตแครกเกอร์



1. ชั่งส่วนผสมตามอัตราส่วนที่กำหนด

2. นำแป้งอเนกประสงค์มาร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้ง

3. นำแป้งเค้กมาร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้ง

4. นำแป้งทั้ง 2 ชนิดมาร่อนรวมกัน

5. นำส่วนผสมต่าง ๆ ใส่ลงในโถผสม

6. ปั่นผสม โดยเติมน้ำลงไปทีละน้อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ปั่นผสมจนมีลักษณะเข้ากันจนเป็นก้อน

8. นำไปแช่ตู้เย็น 30 นาที

9. คลึงก้อนแป้งเป็นแผ่นบาง 2 มม. แล้วตัดให้มีขนาด 3x3 ซม.

10. เจาะรูบนแผ่นแป้ง แล้ววางในถาดนำอบที่ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15 นาที

11. นำส่วนผสมของนำเชื่อมมาต้มจนเดือด

12. ทาน้ำเชื่อมบนผิวหน้าแครกเกอร์ นำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกิตติภา จึงพัฒนปรีชา เกิดวันที่ 27 ตุลาคม 2529 จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง พ.ศ. 2546 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2551

นางสาวฐิติวร รัตนฐิติกุล เกิดวันที่ 1 เมษายน 2528 จังหวัดพะเยา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพะเยาพิทยาคม พ.ศ. 2546 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้