ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้ข้าวกล้องเพื่อทดแทนขบวนการผลิตข้าวเกรียบ

THE USE OF KAOKLONG TO SUBSTITUTE TAPIOCA CRACKER

โดย

นางสาวฉัตดา ทินณวงศ์

ปีการศึกษา 2545

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้ข้าวกล้องเพื่อทดแทนขบวนการผลิตข้าวเกรียบ

THE USE OF KAOKLONG TO SUBSTITUTE TAPIOCA CRACKER

โดย

นางสาวลัดดา ทินณวงศ์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2545

ส/ว
ลล238 ก
2545

เลขหมู่
เลขทะเบียน 49812
วัน, เดือน, ปี 31 ธ.ค. 2547

b.
i.

b11334692

เอกสารนี้ใช้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2545

ชื่อเรื่อง การใช้ข้าวกล้องเพื่อทดแทนขบวนการผลิตข้าวเกรียบ

The Use of Kaoklong to Substitute Tapioca Cracker

ชื่อ – สกุล นางสาวลัดดา ทินณวงศ์

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันทนี โชติสกุล

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการนำข้าวกล้องผสมลงไปในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะวิตามิน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และ มีกากใยอาหารโดยการทดลองได้ใช้ปริมาณข้าวกล้อง 3 สูตร ได้แก่ ปริมาณข้าวกล้อง 50 กรัม ปริมาณข้าวกล้อง 100 กรัม ปริมาณข้าวกล้อง 150 กรัม และสูตรควบคุมซึ่งไม่ผสมข้าวกล้อง ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากการทดสอบผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยใช้ผู้ทดสอบชิม15 คน พบว่าข้าวเกรียบทุกสูตรคุณลักษณะที่ประเมินด้านสี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95% ($p>0.05$) แต่คุณลักษณะด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และด้านการยอมรับโดยรวม ข้าวเกรียบทุกสูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95% ($p\leq 0.05$) โดยข้าวเกรียบที่ผสมข้าวกล้อง 50 กรัม ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ในด้านกลิ่น และด้านเนื้อสัมผัส ส่วนข้าวเกรียบที่ผสมข้าวกล้อง 100 กรัม ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ในด้านสี ด้านรสชาติ และด้านการยอมรับโดยรวม แสดงว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้อง มากกว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรควบคุมซึ่งไม่ผสมข้าวกล้องในทุกคุณลักษณะที่ประเมิน จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะผู้ช่วยศาสตราจารย์วันทนี โชติสกุล ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยดีตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ นอกจากนี้ยังได้รับการอำนวยความสะดวกต่างๆ จากเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งความช่วยเหลือของเพื่อนๆ ในการทำการทดลอง ซึ่งเป็นผลให้ปัญหาพิเศษนี้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอขอบคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา บุนนาค ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการทดลองครั้งนี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ขอมอบให้กับ บิดา มารดา ซึ่งได้ให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และกำลังใจ รวมทั้งครูอาจารย์ผู้ประสิทธิประสาทวิชา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ลัดดา ทินณวงศ์

ตุลาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ		ก
กิตติกรรมประกาศ		ข
สารบัญ		ค
สารบัญตาราง		จ
สารบัญภาพ		ฉ
บทที่		
1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของปัญหา	3
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2	การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
	2.1 ความหมายของข้าวเกรียบ	5
	2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้อง	5
	2.3 การเตรียมแป้ง	11
	2.4 การผสมและการนวด	11
	2.5 การปั้นการนึ่ง	11
	2.6 การหั่น	12
	2.7 การทำให้แห้ง(dehydration)	12
	2.8 การทอด(frying)	12
	2.9 การเก็บรักษาข้าวเกรียบ	13
3	อุปกรณ์และวิธีการ	14
	3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	14
	3.2 วิธีการ	15
	3.3 ทดสอบคุณภาพ	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.4 สถานที่ทำการวิจัย	17
	3.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	17
4	ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	18
	4.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส ต่อข้าวเกรียบข้าวกล้อง	18
	4.2 วิจารณ์ผล	19
5	สรุปและข้อเสนอแนะ	20
	5.1 สรุปผลการทดลอง	20
	5.2 ข้อเสนอแนะ	21
	บรรณานุกรม	22
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก	24
	ภาคผนวก ข	26
	ภาคผนวก ค	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 คุณค่าทางอาหารของข้าวกล้องในข้าว (100กรัม)..... 7

2 การเตรียมส่วนผสมของข้าวเกรียบข้าวกล้องและสูตรควบคุม..... 15

3 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบข้าวกล้อง..... 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1 ขั้นตอนการเตรียมข้าวกล้องบด..... 15

2 สรุปขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้อง..... 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคกันมากในยามมื้อว่าง ระหว่างมื้อขณะท่องเที่ยวเดินทางหรือรับประทานเป็นกับแกล้ม ส่วนผสมหลักในการทำข้าวเกรียบคือแป้ง และ ส่วนผสมประกอบย่อยแตกต่างกันออกไปตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ ข้าวเกรียบมีการผลิต หลายชนิด บางชนิดทำมานานแล้ว เช่น ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลา บางชนิดเพิ่งมีการริเริ่มทำมาไม่นานนี้เอง เช่น ข้าวเกรียบมะละกอ ข้าวเกรียบฟักทอง และข้าวเกรียบสมุนไพร ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมีคุณลักษณะเด่นคือ มีการพองตัวและกรอบ อาจทำจากวัตถุดิบอะไรก็ได้ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นแป้งเสมอไปและอาจมีกรรมวิธีการผลิตทั้งในรูปแบบต่างๆกันออกไปตามวัตถุดิบที่ใช้ อย่างไรก็ตามการผลิตข้าวเกรียบในปัจุบันยังมีลักษณะพื้นบ้านที่มีเทคนิคในการผลิตต่าง ๆ ได้มีการผลิตผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวเกรียบที่ใส่ผัก ผลไม้ โปรตีน และคาร์โบไฮเดรท ทั้งนี้มาจากความพยายามที่จะใช้ผลผลิตทางการเกษตรให้เป็นประโยชน์มากขึ้น หรือ เพื่อใช้ในการปรับปรุงสภาวะทางอาหารให้แปลกออกไป
(อรุณศรี อภิชาติสรางกูล, 2530 :25)

ข้าวกล้องหรือข้าวซ้อมมือ คือข้าวที่สีเอาเปลือกส่วนที่เรียกว่าแกลบออกไปเท่านั้นจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำข้าว) ยังคงมีอยู่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบด้วย โปรตีน 7-12% มีวิตามิน และแร่ธาตุมากกว่า 20 ชนิดมีกากใยสูง ช่วยในการขับถ่ายมีประโยชน์ในการชะลอระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคโลหิตจาง โรคเหน็บชา โรคปากนกกระจอก บำรุงสมอง ช่วยให้กระดูกแข็งแรง พบว่าการรับประทานอาหารที่ขาดกากใยจะทำให้เป็น โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ มะเร็งในลำไส้ใหญ่ และไส้ติ่งอักเสบได้ สำหรับผู้ไม่เคยชินกับการรับประทานข้าวกล้อง ควรฝึกรับประทานทีละน้อยหุงต้มกับข้าวขาวก่อน แล้วจึงค่อยๆ ลดปริมาณข้าวขาวลง จะพบว่าอร่อยมากและมากด้วยโภชนาการ อาจจะต้มเป็นข้าวต้มก่อน หรือโจ๊ก การฝึกให้เด็กเล็กรับประทานก็จะดี (วันทนีย์ ชำนาญยนต์, 2536 : 48)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้องที่สำคัญ คือ แป้งมัน น้ำ เกลือ พริกไทย กระเทียม รากผักชี ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แป้งมันสำปะหลัง (tapioca flour) เป็นแป้งจากมันสำปะหลังโดยนำมันสำปะหลังสดมาผ่านเครื่องร่อนเพื่อกำจัดดินทราย ผ่านเครื่องล้าง เครื่องสับและขูดหัวมันสำปะหลังให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วบดผสมน้ำ ได้เป็นน้ำแป้งนำน้ำแป้งที่ได้มาผ่านเข้าเครื่องกรองแยกกาก นำมาผ่านเครื่องฟอกและขจัดยางออกได้เป็นน้ำแป้งที่ขาวบริสุทธิ์แล้วนำมาผ่านเข้าเครื่องสกัดไขมันและสลัดให้แห้งแล้วผ่านเข้าเครื่องอบผงตามต้องการ (กรมวิชาการเกษตร, 2526 : 34)

คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งขึ้นอยู่กับขนาดโครงสร้างและรูปร่างของเม็ดแป้ง(starch granule)โดยทั่วไปเม็ดแป้งไม่สามารถละลายได้ในน้ำเย็น แต่จะแขวนลอยอยู่ เมื่อนำเอาสารแขวนลอยเม็ดแป้งไปต้มจนกว่าอุณหภูมิที่เม็ดแป้งชนิดนั้นๆ จะพองตัวทั้งที่เม็ดแป้งที่ใหญ่กว่าจะเริ่มพองตัวได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าเม็ดแป้งเล็ก ถ้าต้มต่อไปอีกเม็ดแป้งจะพองตัวมากขึ้นในที่สุดจะมีเม็ดแป้งเป็นแป้งเปียก ขบวนการที่กล่าวมาทั้งหมดนี้มักเรียกกันการเกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization) (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2522 : 95)

เกลือที่ใช้ในการประกอบอาหารโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยโซเดียมคลอไรด์ 99% ส่วนที่เหลือคือความชื้น คลอไรด์ของซัลเฟตอื่นๆซึ่งเกลือมีหน้าที่ต่อผลิตภัณฑ์ ดังนี้คือช่วยให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น เน้นรสหวานของผลิตภัณฑ์ที่ผสมน้ำตาลให้เด่นขึ้น และป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการ

น้ำเป็นส่วนผสมที่สำคัญในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เป็นตัวทำให้ส่วนผสมต่างๆ เข้ากันซึ่งมีหน้าที่ต่อผลิตภัณฑ์ดังนี้ คือควบคุมความข้นเหลวและอุณหภูมิของก้อนแป้ง ช่วยละลายแป้งที่ละลายยากและให้แป้งเปียกพองตัวและย่อยได้ง่ายขึ้น(ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2522 : 45)

การนำข้าวกล้องมาแปรรูปเป็นข้าวเกรียบในประเทศไทยยังมีผู้สนใจน้อย การแปรรูปข้าวเกรียบเป็นการเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้นโดยเฉพาะข้าวเกรียบข้าวกล้องเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการอีกด้วยและเป็นการเก็บรักษาอาหารให้นานขึ้นเหมาะกับการนำวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางอาหารให้มีการรับประทานง่ายขึ้น ดังนั้นจึงเห็นควรที่จะศึกษาการผลิตข้าวเกรียบที่ทำจากข้าวกล้อง

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ข้าวกล้องเป็นส่วนผสมในข้าวเกรียบ
2. เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการทำข้าวเกรียบข้าวกล้อง
3. เพื่อทดสอบคุณภาพ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเกรียบข้าวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. หาปริมาณข้าวกล้องที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้อง
2. ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ของข้าวเกรียบเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมเกษตร
2. เป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรให้มีคุณค่ามากยิ่งขึ้นให้แก่ ข้าวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ข้าวเกรียบเป็นอาหารว่าง ที่มีผู้นิยมมากเพื่อเป็นอาหารว่างระหว่างมื้อ ขณะเดินทางท่องเที่ยวหรือใช้เป็นกับแกล้ม ปริมาณที่บริโภคนับวันยิ่งมากขึ้นทุกปี ทั้งนี้เห็นได้จากการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบชนิดใหม่ ๆ ที่มีขายในท้องตลาดมากขึ้นส่วนผสมหลักในการผลิต คือ แป้ง น้ำ เกลือ และเครื่องเทศ นอกจากนี้ยังมีการใส่ กุ้ง ปลา ผัก หรือผลไม้อีกด้วย เพื่อให้มีกลิ่นรสน่ารับประทาน การผลิตข้าวเกรียบในประเทศไทยมีมานานแล้ว และมีผลิตภัณฑ์หลายอย่างที่รู้จักกันดี เช่น ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบงา ข้าวเกรียบว่าว เป็นต้น มีบางชนิดที่ผลิตขึ้นมาใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวเกรียบที่ใส่ผัก ผลไม้ โปรตีน ทั้งนี้มีผลมาจากความพยายามที่จะใช้ผัก ผลไม้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น หรือเพื่อใช้ในการปรับปรุงสภาวะทางโภชนาการ อย่างไรก็ตามการผลิตข้าว-เกรียบในปัจจุบันยังมีลักษณะการผลิตเป็น แบบพื้นบ้าน เทคนิคในการผลิตต่าง ๆ ได้รับมาจากบรรพบุรุษ การผลิตข้าวเกรียบให้มีคุณภาพจึงต้องอาศัยประสบการณ์ ด้วยเหตุนี้ข้าวเกรียบที่มีคุณภาพที่ไม่แน่นอน นอกจากนี้ยังไม่สามารถนำวัตถุดิบชนิดใหม่มาใช้ประโยชน์มากนัก เนื่องจากไม่ทราบปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการผลิตอย่างไรอีกประการหนึ่ง วิธีการผลิตที่ใช้อยู่ก็ไม่เหมาะสม ไม่สามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรมได้ถึงแม้งานวิจัยทางด้านนี้จะมีมาบ้างแล้วก็ตาม ส่วนใหญ่มักเกี่ยวข้องกับ ปัจจัยที่มีการพองตัวเท่านั้น สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศก็มักพบวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ หรือใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง และใช้เทคนิคสูงมาก ซึ่งต้องใช้ผู้ที่มีการศึกษามาโดยเฉพาะจึงดำเนินการได้ ด้วยเหตุนี้ถ้านำเอาเทคนิคเหล่านี้มาใช้ผลิตในประเทศไทยก็จำเป็นต้องสั่งซื้อวัตถุดิบมาจากต่างประเทศ เช่น ข้าวสาลี แป้งข้าวโพด เป็นต้นทำให้ต้องสูญเสียเงินตราเพิ่มขึ้น

ปัญหาต่าง ๆ ในการผลิตข้าวเกรียบและยังไม่มีผู้ศึกษาเพื่อแก้ไข คือ ประการแรกควรใช้ปริมาณน้ำเท่าใด จึงจะทำให้แป้งสุกพอดีและคงรูปเป็นก้อนแป้งอยู่ได้ ประการที่สอง คือระยะเวลาในการนึ่ง เท่าที่ใช้เวลา 25-90 นาที ขึ้นอยู่กับเส้นผ่าศูนย์กลางของก้อนแป้ง ประการที่สามหลังจากที่นึ่งก้อนแป้งแล้วไม่สามารถนำมาหั่นได้ทันที ต้องปล่อยให้เย็น 5-8 ชั่วโมงเพื่อให้ผิวแห้ง ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการเก็บมาก และประการสุดท้าย คือ ปัญหาในการหั่นแป้งให้เป็นแผ่นบางแป้งจะติดมีดที่ใช้ในการหั่น ทำให้การหั่นดำเนินไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ปัญหาเหล่านี้ มีทางแก้ไขได้ ถ้านำก้อนแป้งมารีดเป็นแผ่นบางมีความหนา 1-2 มิลลิเมตร แล้วพรมน้ำก่อนนำไปนึ่งให้สุกการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำเช่นนี้เป็นการลดเวลาในการนึ่งให้สั้นลง สามารถทำให้แป้งสุก ได้อย่างเต็มที่และสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังไม่ต้องทำการหั่นอีกด้วย (นิรมล สุรัสวดี, 2527 : 55)

2.1 ความหมายของข้าวเกรียบ

ข้าวเกรียบ (chip or cracker) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้ง เป็นส่วนประกอบหลัก เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง ผสมด้วยเนื้อสัตว์หรือผัก เครื่องปรุงรส บดผสมให้เข้ากัน ทำให้สุกแล้วทำเป็นรูปร่างต่าง ๆ ทำให้แห้ง นำไปทอดหรืออบก่อนรับประทาน

ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป หมายถึง ข้าวเกรียบที่ยังไม่ได้ทอดหรืออบ

ข้าวเกรียบสำเร็จรูป หมายถึง ข้าวเกรียบที่ทอดหรืออบแล้ว พร้อมที่จะนำมารับประทาน (อรุณศรี อภิชาติสรางกูล, 2530 : 58)

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้อง

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้องประกอบด้วยแป้ง น้ำ ข้าวกล้อง เกลือ พริกไทย กระเทียม รากผักชี น้ำมัน

2.2.1 แป้ง

แป้งเป็นวัตถุดิบหลักและมีความสำคัญมากในการที่จะทำให้ข้าวเกรียบพองตัว ปกติมักใช้แป้งมันสำปะหลัง (tapioca or cassava starch) เป็นแป้งหลัก ๆ อย่างไรก็ตาม อาจใช้แป้งชนิดอื่นก็ได้ เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี แป้งถั่วเขียว แป้งข้าวโพด ฯลฯ หรือนำแป้งเหล่านี้ไปผสมกับ แป้งมันสำปะหลังก็ได้ (ผ่องพรรณ แสงสิงแก้ว, 2531 : 24) แป้งต่าง ๆ เหล่านี้ในธรรมชาติจะอยู่ในรูปที่เป็นเม็ด มีขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดแป้ง เม็ดแป้งแต่ละเม็ดประกอบด้วย สารประกอบด้วยสารประกอบ 2 ชนิด คือ amylose และ amylopectin amylose มีลักษณะที่เป็นเส้นตรงยาว ในขณะที่ amylopectin มีลักษณะเป็นกิ่งก้านมากมายเหมือนหินประการัง ในธรรมชาติ amylose จะงอตัวไปมาจับตัวกับส่วนที่เป็นเส้นตรงของ amylopectin ทำให้ส่วนนี้มีความหนาแน่นมากกว่าส่วนอื่น ๆ ของเม็ดแป้ง เรียกว่า “ผลึก” ส่วนที่เหลือรอบ ๆ ผลึกประกอบด้วย amylopectin เป็นส่วนใหญ่ ส่วนนี้มีโครงสร้างไม่แน่นนัก น้ำซึมผ่านได้ง่าย โดยปกติแล้วแป้งที่มี amylose สูงมักมีผลึกในเม็ดแป้งมากทำให้การดูดซึมน้ำเป็นไปอย่างเชื่องช้า ในทางตรงกันข้ามถ้าแป้งมี amylopectin สูงมักมีผลึกน้อย และการดูดซึมน้ำมักเป็นไปอย่างรวดเร็ว เมื่อนำแป้งไปละลายน้ำและทำให้ร้อนขึ้น การดูดซึมน้ำเป็นไปอย่างรวดเร็ว เรียกอุณหภูมินี้ว่า “gelatinization temperature” ที่อุณหภูมินี้เม็ดแป้งจะดูดน้ำและพองตัวออกมาก น้ำแป้งที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูดน้ำแป้งจะมีความหนืดเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วลักษณะเช่นนี้เรียกว่า "แป้งเปียก" เม็ดแป้งที่ดูดน้ำได้ช้าจะพองตัวได้น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งดูดน้ำได้รวดเร็ว ทำให้แป้งเปียกมีลักษณะขุ่นในทางตรงกันข้ามถ้าเม็ดแป้งดูดน้ำได้ดีจะพองตัวจนใส เมื่อมีการพองตัวถึงที่สุดโปร่งแสง ทำให้แป้งเปียกมีลักษณะใสเมื่อมีการพองตัวถึงที่สุดจะแตกออก amylose และ amylopectin จะหลุดออกมาทำให้น้ำแป้งทั้งหมดมีลักษณะเป็นคอลลอย เมื่อปล่อยให้เย็นตัว แป้งเปียกบางชนิดจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าแป้งเปียกมีความเข้มข้นมาก ๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีโมเลกุลของ amylose จับกับ amylopectin หรือจับตัวกันเองในลักษณะที่ไม่เป็นระเบียบ กล่าวคือจะสานตัวไปมาเหมือนร่างแหและอุ้มน้ำไว้เจลมีลักษณะเหนียวหนืด การยืดตัวออกอาจทำได้แต่ใช้แรงมากในขณะที่แป้งไม่เกิดเจลจะมีลักษณะเหนียวเหนอะหนะแต่สามารถยืดตัวออกได้ ด้วยเหตุนี้การยืดตัวออกของเจลขึ้นอยู่กับการแตกตัวของเม็ดแป้งและปริมาณของ amylose เม็ดแป้งที่มี amylose สูงจะแตกตัวได้ยาก แต่ถ้าสามารถทำให้แตกตัวได้เจลเหนียวหนืด เมื่อนำไปทำข้าวเกรียบจะพองตัวได้ยาก ได้ข้าวเกรียบที่เหนียวแข็ง ในทางตรงกันข้ามถ้าเม็ดแป้งไม่แตกตัวมากได้ข้าวเกรียบที่แข็งกรอบและเก็บได้นาน สำหรับแป้งที่มี amylose ต่ำ มี amylopectin สูง การแตกตัวเป็นไปอย่างง่ายดาย ให้เจลที่เหนอะหนะ และยืดออกได้ดี เมื่อนำไปทำข้าวเกรียบจะพองตัวได้มากแต่เก็บรักษาได้ไม่นานหรือเมื่อสัมผัสกับอากาศจะอ่อนตัว ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องเลือกแป้งหรือเลือกส่วนผสมให้เหมาะสมเพื่อให้แป้ง amylose อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อให้มีการพองตัวไม่มากเกินไป ให้มีเนื้อนุ่มเก็บไว้ได้นานไม่อ่อนตัว

แป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่มีคนนิยมใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำข้าวเกรียบกันมาก แป้งชนิดนี้ผลิตจากหัวมันสำปะหลังเม็ดแป้งมีขนาด 15-25 ไมครอน มี amylose ประมาณร้อยละ 17 เม็ดแป้งดูดน้ำได้รวดเร็วและแตกตัวได้ง่าย ให้แป้งเปียกที่ใส หนืด เมื่อแป้งเปียกเย็นลงเกิดเจลบ้างเล็กน้อย (ฉรงค์ นิยมวิทย์ , 2526 : 441)

ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซึมน้ำของแป้ง ได้แก่ ปริมาณโปรตีน และปริมาณแป้งที่เสียหายแป้งที่มีปริมาณโปรตีนสูงจะมีค่าการดูดซึมน้ำมาก ปริมาณแป้งที่เสียหายสูงแป้งมีค่าการดูดซึมน้ำสูงเนื่องจากแป้งเสียหายจะมีปริมาณเอนไซม์อะไมเลสสูงสามารถย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล (กรมวิชาการเกษตร, 2526 : 164)

2.2.2 น้ำ

ที่ใช้มีผลต่อการแตกตัวของเม็ดแป้งมาก ถ้าใช้น้ำมากเกินไปเม็ดแป้งจะแตกตัวมากให้เจลที่เหนียว ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้น้ำน้อยเกินไป แป้งจะพองตัวน้อยและไม่สุก จะไม่เกิดเจลมากนัก ได้ก้อนแป้งที่ร่วนกรอบ และเมื่อนำไปทอดจะไม่พองตัว ผู้ผลิตมักคำนึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงปริมาณน้ำที่ใส่เพื่อการคงรูปของก้อนแป้งในขณะที่นึ่งให้สุกมิได้คำนึงถึงการเกิดเจลมากนัก จากการตรวจสอบตำราต่าง ๆ พบว่า ถ้าใช้แป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียวจะใช้น้ำร้อยละ 78 ของน้ำหนักก้อนแป้ง เมื่อมีการเพิ่มส่วนผสมที่ใส่ลงไป (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2522 : 157)

2.2.3 ข้าวกล้อง

ข้าวกล้อง (brown rice) เป็นข้าวที่ผ่านกรรมวิธีการสีข้าวขั้นต้นคือเปลือกข้าวจะถูกกะเทาะแตกออกและหลุดไปจะมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวติดอยู่ สีผิวของเมล็ดข้าวมีสีน้ำตาลปนแดง ส่วนข้าวขัดสี (polished or milled rice) เป็นข้าวที่ผ่านกรรมวิธีการขัดสีหลายครั้งทำให้จมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวหรือรำหลุดออกไปเหลือแต่เมล็ดข้าวสีขาว จมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเป็นส่วนประกอบของเมล็ดข้าวที่มี โปรตีน ใยอาหาร ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ ดังนั้นข้าวกล้องจึงมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวที่ขัดสีจนขาว ข้าวกล้องมีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 75.1 โปรตีนร้อยละ 7.1 ไขมันร้อยละ 2.0 ใยอาหารร้อยละ 2.1 วิตามินบีหนึ่งร้อยละ 0.26 มิลลิกรัม แคลเซียมร้อยละ 2.0 มิลลิกรัม และฟอสฟอรัสร้อยละ 276 มิลลิกรัม ต่อข้าวกล้อง 100 กรัม ข้าวขัดสีแล้วมี คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 79.4 โปรตีนร้อยละ 6.7 ไขมันร้อยละ 0.8 ใยอาหารร้อยละ 0.7 วิตามินบีหนึ่งร้อยละ 0.07 มิลลิกรัม แคลเซียมร้อยละ 0.6 มิลลิกรัม และฟอสฟอรัสร้อยละ 195 มิลลิกรัม ต่อข้าวที่ขัดสีแล้ว 100 กรัม (โชติช่วง ชุติธร, 2527 : 32)

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของข้าวกล้องในข้าว (100 กรัม)

สารอาหาร	ข้าวกล้อง	หน่วย
โปรตีน	7.60	กรัม
วิตามินบีรวม		
บี1 (B1 Thaiamine)	0.34	มิลลิกรัม
บี2 (B2 Riboflavin)	0.05	มิลลิกรัม
ไนอะซิน (Niacin)	0.62	มิลลิกรัม
กรดแพนโธเธนิค	1.50	มิลลิกรัม
กรดโฟลิค	20.00	มิลลิกรัม
เกลือแร่		
เหล็ก	1.6	มิลลิกรัม
แคลเซียม	32.0	มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สารอาหาร	ข้าวกล้อง	หน่วย
แมกนีเซียม	52.0	มิลลิกรัม
แมงกานีส	1.5	มิลลิกรัม
สังกะสี	1.9	มิลลิกรัม
โคบอลท์	4.2	ไมโครกรัม
ทองแดง	360.0	ไมโครกรัม
ซิลิเนียม	38.8	ไมโครกรัม
ไอโอดีน	2.2	ไมโครกรัม

ที่มา :วิจิตร บุญยะโหตระ, 2545.

การบริโภคข้าวกล้องจะได้คุณค่าทางอาหารหลายอย่าง ได้แก่ คาร์โบไฮเดรตให้พลังงานแก่ร่างกาย โปรตีนช่วยเสริมสร้างซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่ให้พลังงาน และความอบอุ่นแก่ร่างกาย นอกจากนี้ยังได้รับประโยชน์จากสารอาหารอื่น ซึ่งเป็นสารอาหารที่มีอยู่มาก เป็นส่วนใหญ่ในข้าวคือ วิตามินต่าง ๆ ได้แก่ วิตามินบี 1 ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา ช่วยในขบวนการเปลี่ยนแป้งในร่างกายให้เป็นพลังงานและช่วยในการทำงานของระบบประสาทในการบังคับกล้ามเนื้อ วิตามินบี 2 ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก และช่วยในการเผาผลาญอาหารให้เป็นพลังงาน ไนอาซิน ช่วยในการทำงานของ ระบบผิวหนังและระบบประสาท นอกจากได้วิตามินแล้ว ข้าวกล้องยังอุดมไปด้วยแร่ธาตุ ที่สำคัญต่อร่างกาย คือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ส่วนในจมูกข้าวยังมี วิตามินอี และแมกนีเซียม ประกอบอยู่ด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ช่วยเสริมสร้างการทำงานในระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ส่วนเส้นใยอาหารซึ่งเป็นสารประกอบน้ำตาลโมเลกุลใหญ่ เชิงซ้อน (polysaccharides) ที่มีอยู่ในผนังเซลล์ของพืช มีอยู่มากในเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวของข้าวกล้อง เมื่อบริโภคเข้าไปแล้วจะผ่านกระเพาะและลำไส้เล็กได้ง่าย เนื่องจากน้ำย่อยไม่สามารถย่อยเส้นใยอาหารได้ทั้งหมด จึงถูกขับออกมาและช่วยพาสิ่งที่ตกค้างอยู่ในลำไส้ออกไปเป็นกากอาหาร ทำให้ขับถ่ายสะดวก ป้องกันอาการท้องผูก และช่วยป้องกันการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ด้วยการที่คนไทยกลับมาบริโภคข้าวกล้อง จึงมิใช่เรื่องใหม่และยังไม่สายจนเกินไปที่จะหันกลับคืนสู่ธรรมชาติ มีการดัดแปลงหรือปรุงแต่น้อย คุณค่าอาหารจะเหลืออยู่มาก เหตุที่คนไทยไม่นิยมกินข้าวกล้องนั้นมีหลายสาเหตุ เนื่องจากไม่ทราบถึงคุณค่าของข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้อง หรือข้าวกล้องมีสีสรรไม่น่ากินเมื่อหุงแล้ว ไม่นุ่มเท่าข้าวขาว คนที่ไม่เคยบริโภคจึงไม่ค่อยนิยม และอีกประการหนึ่งคือ การใช้เครื่องจักรสีข้าว สามารถขัดสีข้าวให้ดูน่ากินได้ตามความต้องการ คนไทยจึงคุ้นเคยกับข้าวขาวที่ได้พบเห็นอยู่เป็นประจำจนเกิดความเคยชิน การกลับมาบริโภคข้าวที่ขัดสีเพียงครั้งเดียว เพื่อประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นเรื่องที่กระทำได้ไม่ยาก เนื่องจากมีปัจจัยเอื้ออำนวยอยู่แล้ว สามารถหาซื้อได้ทั่วไป ตลอดจนการหุงต้มได้ไม่ยุ่งยากในปัจจุบันผู้จำหน่ายข้าวกล้อง ได้นำข้าวกล้องมาผสมกับข้าวอื่น เช่น ข้าว-มันปูผสมกับข้าวกล้อง ข้าวกล้องผสมกับข้าวขาว เพื่อให้ผู้ที่ยังไม่สามารถบริโภค ข้าวกล้องล้วนๆ เพราะคุ้นเคย แต่ข้าวนิ่มๆ ได้ซื้อไปทดลองหุงกิน นอกจากนี้ประเทศไทย ได้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวมากขึ้นทำให้คนไทยมีข้าวที่ ไม่เพียงแต่เหนียวนุ่มอร่อยแล้ว ยังมีกลิ่นหอมน่ากินอีกด้วย คือ ข้าวพันธุ์หอมมะลิ ซึ่งมีจำหน่าย อย่างแพร่หลายทั้งชนิดที่เป็นข้าวขาวธรรมดา และชนิดที่เป็นข้าวกล้องจึงควรเริ่มต้นจากข้าวกล้องชนิดนี้ก่อน (โชติช่วง ชุติธร, 2527 : 37)

2.2.4 เกลือ

เกลือเป็นสารที่เพิ่มรสชาติของข้าวเกรียบ ซึ่งประกอบด้วยโซเดียมคอลไรด์ 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือคือความชื้น คอลไรด์ซัลเฟตอื่น ๆ ซึ่งเกลือมีหน้าที่อื่น ๆ คือช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติที่ดีขึ้น เน้นรสหวานของผลิตภัณฑ์ที่ผสมน้ำตาลให้เด่นชัดขึ้น และป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการ และเมื่อนำไปใส่ในการทำข้าวเกรียบลงในแป้งทำให้มีความหนืดและเกิดเจลลดลง นอกจากนี้เกลือยังมีผลต่อโปรตีนด้วยทำให้ myosin ละลายออกมา ทำให้ส่วนผสมมีความเหนียวเพิ่มมากขึ้น เมื่อได้รับความร้อนก็ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหนียวด้วย แต่ถ้าใส่เกลือมากไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูง อย่างไรก็ตามการดูดซึมน้ำมันจะลดลง (ประเสริฐ สายสิทธิ์, 2541 : 348)

2.2.5 กระเทียม

กระเทียมเป็นเครื่องเทศที่นิยมใช้กันมาก กระเทียมมีสารประกอบแอลลิล (allin) เมื่อทำปฏิกิริยากับเอนไซม์แอลลิเนส (allinase) จะเกิดสารประกอบแอลลิซิน (allicin) ซึ่งมีสมบัติไม่เสถียรจะเปลี่ยนแปลงต่อไปเป็นสารประกอบชนิดอื่นที่มีกำมะถันอยู่ในโครงสร้าง ได้แก่ ไดแอลิล-ซัลไฟด์ (diallyl sulphide) และไดแอลิลไดซัลไฟด์ (diallyl disulphide) สารประกอบดังกล่าวพบว่ามีผลช่วยลดการเกิดแก๊สที่มาจากผลการย่อยอาหาร และช่วยลดความดันโลหิต นอกจากนี้ยังพบว่าในกระเทียมมีซิลิเนียมเป็นองค์ประกอบและทำหน้าที่เป็น antioxidant โดยช่วยลดอนุมูลอิสระ (free radical) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงในระบบเมตาโบลิซึมของร่างกาย ซึ่งได้มีการพิสูจน์แล้วว่าอนุมูลอิสระดังกล่าวมีผลต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำลายสุขภาพ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบกลูตาไธโอน และแกมมา-กลูตามินเปปไทด์ (γ-glutamin peptide) ซึ่งช่วยในการควบคุมระดับโคเลสเตอรรอลในเลือดด้วย (สายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2540 : 45)

2.2.6 พริกไทย

พริกไทย มีรสเผ็ดร้อนและกลิ่นฉุนเนื่องจากมีสารเคมีตัวสำคัญ คือ ไปเปอรีน (piperine) พบประมาณร้อยละ 4.80-8.00 ของเม็ดพริกไทย จึงทำให้พริกไทยมีคุณสมบัติช่วยดับกลิ่นคาวและช่วยปรุงแต่งรสชาติอาหารต่าง ๆ และพริกไทยยังประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยร้อยละ 1-3 ของเม็ดพริกไทย เนื่องจากพริกไทยมีรสเผ็ดร้อนและมีน้ำมันหอมระเหยจึงมีการนำไปใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรม เช่น แก้ลมอัมพฤกษ์ แก้เสมหะ เป็นต้น (กัญญา สุจริตวงศานนท์, 2536 : 54)

2.2.7 ผักชี

ผักชีมักใช้ในการแต่งจานอาหารและรสของอาหาร ในผักชีมีน้ำมันหอมระเหย (coriander oil) ซึ่งมีส่วนประกอบหลักเป็น corinadeol และ d-linalool กลิ่นของผักชีมาจากน้ำมันหอมระเหยและผักชียังมีผลทางเภสัชกรรม คือช่วยย่อยอาหารอีกด้วย (สายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2540 : 55)

2.2.8 น้ำมันสำหรับทอด

น้ำมันเป็นตัวนำความร้อนทำให้ข้าวเกรียบพองตัว ช่วยหล่อลื่นไม่ให้ข้าวเกรียบติดภาชนะที่ใช้ทอด ทั้งยังช่วยให้สีและเพิ่มรสให้รสชาติให้ข้าวเกรียบด้วย น้ำมันจะสัมผัสกับข้าวเกรียบตลอดเวลา ฉะนั้นคุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้จึงมีผลต่อคุณภาพของข้าวเกรียบอย่างมากน้ำมันที่เหมาะสำหรับทอดจึงต้องบริสุทธิ์ไม่สลายตัวได้ง่าย ในการผลิตข้าวเกรียบญี่ปุ่นบางชนิดมีรายงานว่าใช้น้ำมันไว้น้อยมากมีเพียงกล่าวว่าควรใช้น้ำมันพืชจะทำให้เก็บรักษาข้าวเกรียบได้นานกว่าใช้น้ำมันหมู (ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, 2523 : 8) ถึงแม้การทอดจะเป็นการลดความชื้นและเพิ่มน้ำมันในอาหารแต่ไม่ต้องการให้มีน้ำมันในอาหารมากนัก เพราะนอกจากผู้ผลิตจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงแล้วยังทำให้ข้าวเกรียบมีผิวเยิ้มเหนอะหนะไม่น่ารับประทาน สำหรับการผลิตแบบใช้เครื่องจักร ใช้กันมาในประเทศไทย ซึ่งสามารถผลิตได้ทั้งข้าวเกรียบข้าวเจ้า (Senbei) และ ข้าวเหนียว (Arare) วิธีการผลิตเป็นระบบต่อเนื่อง ใช้เวลาในการผลิต 3-4 ชั่วโมง (ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, 2523 :10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเตรียมแป้ง

เนื่องจากแป้งที่ใช้ผลิตมีหลายชนิด การเตรียมแป้งจึงมีความแตกต่างกันไป ถ้าเป็นแป้งมัน สำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันเทศ แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี ฯลฯ ไม่จำเป็นต้องเตรียมแต่ประการใด เพราะเป็นแป้งที่เตรียมไว้เป็นการค้า และสามารถซื้อได้ตามท้องตลาด (ชวนชม จันทรเปารยะ, 2517 : 73)

2.4 การผสมและการนวด

วิธีการผสมและการนวดนั้นแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับวิธีการผลิตหรือชนิดของผลิตภัณฑ์ การผลิตแบบเป็นก้อนแป้งจะต้องผสมส่วนผสมทุกชนิดก่อนทำให้สุก แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนวดจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับปริมาณของแป้งที่ใช้ ในการนวดจะใช้ได้ทั้งน้ำร้อน น้ำอุ่น หรือน้ำเย็น ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใส่ไปมากน้อยเพียงใด ถ้าใช่น้ำอุ่นมักใส่ในวัตถุดิบปานกลาง การใช้น้ำร้อนมักจะใช้วัตถุดิบน้อย (ชวนชม จันทรเปารยะ, 2517 : 75)

2.5 การปั้นการนึ่ง

หลังจากที่ทำการผสมและนวดจนได้ที่แล้ว จะแบ่งก้อนแป้งเป็นก้อน ๆ มีน้ำหนักเท่ากัน แล้วปั้นเป็นก้อนกลมยาว มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ววางลงในลังถึงโดยใช้ใบตองหรือผ้าชุบน้ำหมาดรองรับไว้ แต่ละก้อนควรวางห่างกันเพื่อป้องกันการติดกัน ต่อจากนั้นไปทำการนึ่งด้วยไฟกลาง มีอุณหภูมิประมาณ 88-99 องศาเซลเซียส (นิรมล สุรัสวดี, 2527 : 52)

การนึ่ง (steaming) คือ การทำให้สุกด้วยไอน้ำโดยใช้ลังถึง ซึ่งประกอบด้วยหม้อน้ำชั้นล่างและบนมีรูให้ไอน้ำขึ้นสามารถวางอาหารได้ ไอน้ำช่วยทำให้อาหารสุก (จรรยา สุบรรณ, 2528 :73) ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการนึ่งปกติ 1-1 ½ ชั่วโมง สำหรับก้อนแป้งที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ¾ -1 นิ้ว ใช้เวลา 40 นาที สำหรับก้อนแป้งที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-1/2 นิ้วหรือ นึ่งจนก้อนแป้งใส ความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณแป้งที่เป็นส่วนผสมนอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ ถ้าใช้น้ำมากแป้งจะสุกเร็วแต่ก้อนแป้งอาจจะไม่สามารถรักษารูปทรงไว้ได้ แต่ถ้าน้ำน้อยไปแป้งจะสุกช้า หรือไม่สุกเลยแม้ใช้เวลานึ่งนาน ถ้าก้อนแป้งมีปริมาณน้ำพอเหมาะ ถึงแม้ใช้เวลานึ่งนานไป 5 นาที ก็ไม่มีผลต่อการพองตัวมากนัก อีกประการหนึ่งขณะที่นึ่งควรระมัดระวังให้มีการหยดน้ำลงไปบนก้อนแป้ง มิฉะนั้นก้อนแป้งอาจจะเละได้ (ผ่องพรรณ แสงสิงแก้ว, 2531 : 24)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การหั่น

หลังจากที่นึ่งจนแป้งสุกแล้วจะต้องทิ้งก้อนแป้งให้เย็น ถ้าก้อนแป้งมีลักษณะไม่ติดมือ สามารถหั่นได้ทันที แต่ถ้าก้อนแป้งมีลักษณะเหนียวเหนอะหนะต้องทิ้งก้อนแป้งไว้ให้ผิวแห้งซึ่งต้องใช้เวลา 12 ชั่วโมง หรือนำเข้าตู้เย็นเป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง (งามจิตร จารุพันธ์, 2529 : 419) มีผู้ผลิตบางคนใช้วิธีการลดอุณหภูมิด้วยการรดน้ำด้วยน้ำเย็นแล้วนำก้อนแป้งไปผึ่งให้แห้งแข็งก่อนจะนำมาหั่นต้องนำก้อนแป้งที่แห้งแข็งนี้มาแช่น้ำไว้ 30 นาที (นิรมล สุรัสวดี, 2527 : 51)

การหั่นข้าวเกรียบอาจทำได้ทั้งที่ใช้มือหรือใช่เครื่องหั่น สิ่งที่ต้องระมัดระวังในการหั่น คือ ความหนาของแผ่น ถ้ามีความหนามาก การพองตัวน้อยเนื้อแข็งแต่ถ้าหั่นให้มีความหนาน้อยลง การพองตัวเพิ่มมากขึ้น ความหนาของแผ่นข้าวเกรียบที่ใช้อยู่ระหว่าง 1.0-1.75 มิลลิเมตร (ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, 2523 : 20 และนิรมล สุรัสวดี, 2527 : 53)

2.7 การทำให้แห้ง (dehydration)

เนื่องจากน้ำที่มีอยู่มีผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบมาก ข้าวเกรียบที่มีน้ำมากเกินไปเมื่อนำไปทอดจะเกิดรูพรุนอยู่ทั่วไป ผิวขรุขระไม่น่ารับประทาน เมื่อลดความชื้นลงรูพรุนขนาดใหญ่ค่อย ๆ หายไป ผิวจะเรียบมากขึ้น ในการผลิตข้าวเกรียบจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมความชื้นสุดท้ายของข้าวเกรียบให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและสม่ำเสมอ ข้าวเกรียบที่มีความชื้นบริเวณพื้นผิว ต่ำกว่าภายในมากเมื่อนำไปทอดจะไม่พองตัว

การทำให้แห้งนั้นมี 2 วิธีคือ การใช้แสงแดด และการใช้ตู้อบการทำแห้งแบบใช้แสงแดดใช้เวลาประมาณ 1-2 แดด ระยะเวลาที่ใช้แตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นข้าวเกรียบที่มีความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร จะใช้เวลาในการตากแดด 3 ชั่วโมง สำหรับการทำแห้งโดยการอบใช้ตู้อบนั้นถ้าใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาเพียง 3 ชั่วโมง สำหรับการอบแห้งข้าวเกรียบที่ผลิตแบบแป้งเหลวนั้น หลังจากที่ตัดเป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการแล้ว ก็นำไปลดความชื้นซึ่งอาจใช้แสงแดดหรือเตาอบก็ได้ (ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, 2523 : 8)สำหรับความชื้นสุดท้ายหลังจากลดความชื้นแล้วควรอยู่ระหว่างร้อยละ 6-12 และความชื้น ที่เหมาะสมที่สุดควรเป็นร้อยละ 8 สำหรับข้าวเกรียบที่มีขายในท้องตลาด ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่ามีความชื้นระหว่างร้อยละ 11-15 (กรมวิทยาศาสตร์, 2510 : 121)

2.8 การทอด (frying)

การทอดเป็นกระบวนการที่ทำให้ข้าวเกรียบพองตัวโดยใช้น้ำมันเป็นสื่อความร้อนของการทอดจะลดความชื้นให้ต่ำลง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะกรอบ นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มไขมันให้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นด้วย ข้าวเกรียบที่ทอดแล้วจะมีน้ำมันเพิ่มขึ้นร้อยละ 10-40 ในการทอดข้าวเกรียบต้องใช้น้ำมันมาก น้ำมันที่ใช้ควรมีอุณหภูมิ 175-200 องศาเซลเซียส ทันทีที่อาหารสัมผัสกับน้ำมันพรายจะผุดขึ้นมาอย่างแรง เมื่อข้าวเกรียบพองตัวดีแล้วพรายน้ำมันจะหมดไป อาหารที่แข็งจะเกิดสีน้ำตาลขึ้น อุณหภูมิที่ใช้ควรอยู่ระหว่าง 176-180 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงกว่าจุดเกิดควันเล็กน้อย เวลาที่ใช้ทอดประมาณ 4-5 วินาที ถ้าข้าวเกรียบมีความหนา 1 มิลลิเมตร หรืออุณหภูมิ 177-204 องศาเซลเซียสเวลา 10 วินาที ถ้าข้าวเกรียบหนา 1.6 มิลลิเมตร (ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, 2523 : 8)

สำหรับปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่ในข้าวเกรียบนั้นขึ้นอยู่กับความชื้นของอาหารถ้าข้าวกรียบมีความชื้นสุดท้ายก่อนทอดสูงจะดูดน้ำมันได้มากกว่าข้าวเกรียบที่มีความชื้นต่ำ

2.9 การเก็บรักษาข้าวเกรียบ

ข้าวเกรียบที่มีการลดความชื้นถึงจุดที่ต้องการแล้วควรเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทสามารถกันแสงได้ เพื่อป้องกันการเปลี่ยนสี หรือเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทแล้วแช่เย็นไว้ ภาชนะที่ใช้มากคือ ถุงพลาสติก สำหรับข้าวเกรียบที่ทอดแล้ว ควรซับน้ำมันออกให้มากที่สุด และทิ้งไว้ให้เย็น จึงนำมาบรรจุในภาชนะที่ป้องกันอากาศ แสงสว่าง และความชื้น เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวเป็นสาเหตุที่จะทำให้ข้าวเกรียบมีกลิ่นหืนและนอกจากนี้ ความชื้นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ข้าวเกรียบสูญเสียความกรอบภาชนะที่บรรจุควรมีคุณสมบัติที่สามารถรักษากลิ่นและรูปทรงของข้าวเกรียบได้ และมีความต้านทานต่อไขมันสูงโดยไม่กรอบแตก เมื่อสัมผัสกับไขมันไม่สามารถซึมผ่านได้ ตัวอย่างของภาชนะบรรจุ เช่น laminated bag ที่ใช้ cellophane เคลือบด้วย polypropylene หรือ cellopha เคลือบด้วย saran หรืออาจบรรจุใน composite can ก็ได้ (ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร, 2523 : 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ก. วัตถุดิบ

1. แป้งมัน
2. ข้าวกล้อง (หอมมะลิ)
3. น้ำ
4. กระเทียม
5. พริกไทย
6. รากผักชี
8. เกลือป่น
9. น้ำมันสำหรับทอด

ข. อุปกรณ์

1. หม้อ
2. อ่างผสม
3. ลังถึง
4. เตาอบ
5. ตู้เย็น
6. ถาดอบ
7. เตาแก๊ส
8. ถ้วยตวงน้ำ
9. ช้อนตวง
10. กะทะ
11. ตะหลิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการ

3.2.1. การเตรียมส่วนผสมของข้าวเกรียบข้าวกล้อง และสูตรควบคุม

ตารางที่ 2 การเตรียมส่วนผสมของข้าวเกรียบข้าวกล้องและสูตรควบคุม

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ในแต่ละสูตร (กรัม)			
	สูตรควบคุม	สูตร 1	สูตร2	สูตร 3
แป้งมัน	200	200	200	200
ข้าวกล้อง	-	50	100	150
น้ำ	1/3 ถ้วยตวง	1/3ถ้วยตวง	1/3 ถ้วยตวง	1/3 ถ้วยตวง
กระเทียม	5	5	5	5
รากผักชี	5	5	5	5
พริกไทย	5	5	5	5
เกลือป่น	1 ช้อนชา	1 ช้อนชา	1 ช้อนชา	1 ช้อนชา

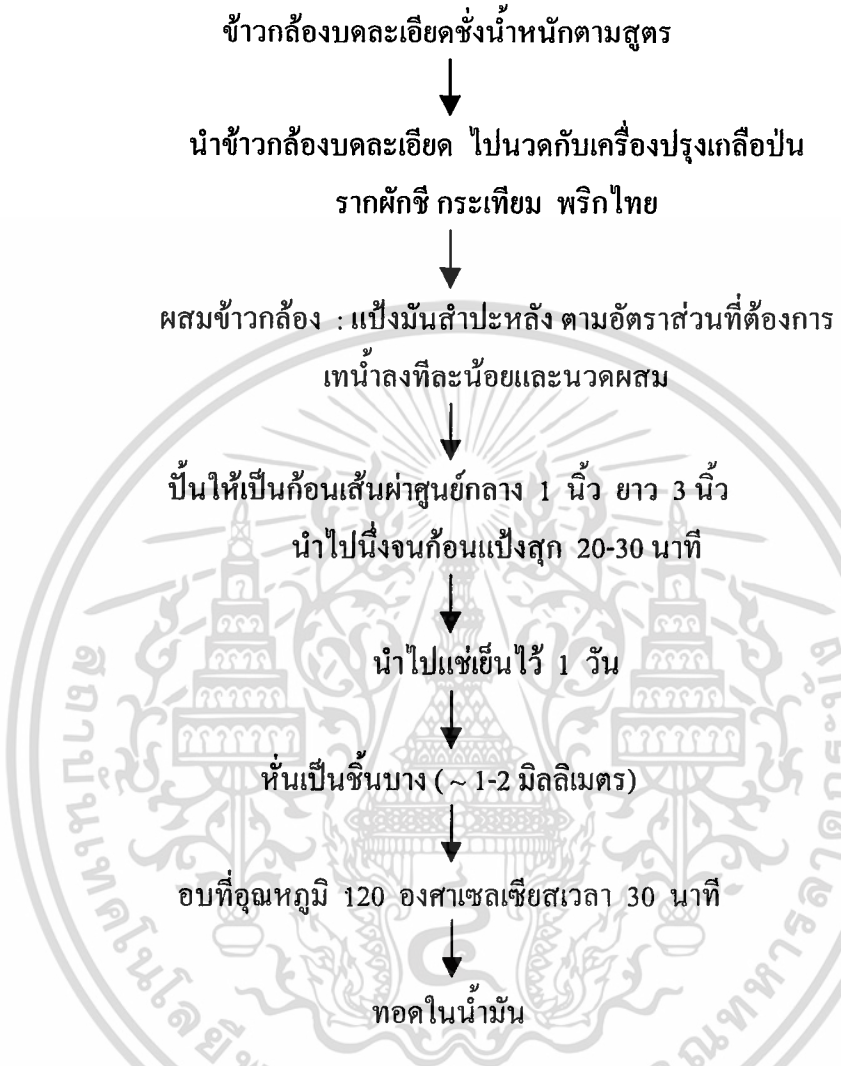
3.2.2 วิธีการผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้อง

1. การเตรียมข้าวกล้องบดในปริมาณที่แตกต่างกันคือ ข้าวกล้อง 50 กรัม ข้าวกล้อง 100 กรัม ข้าวกล้อง 150 กรัม

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมข้าวกล้องบด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้อง



ภาพที่ 2 สรุปขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้อง

3.3 ทดสอบคุณภาพ

ทดสอบคุณภาพของข้าวเกรียบข้าวกล้องโดยการประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วย Hedonic rating scale โดยใช้ผู้ชิม 15 คนแล้ววิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี Analysis of variance (ANOVA) ที่ความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.4 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2545 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49812

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัสต่อข้าวเกรียบข้าวกล้อง

ตารางที่ 3 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบข้าวกล้อง

คุณลักษณะที่ประเมิน	ตัวอย่าง			
	สูตรควบคุม	สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3
สี	6.66[a1/]	6.73[a]	6.86[a]	6.60[a]
กลิ่น	5.93[a]	6.20[a]	6.13[a]	5.66[b]
รสชาติ	5.86[a]	6.13[a]	6.73[a]	5.80[b]
เนื้อสัมผัส	5.90[a]	6.90[a]	6.40[b]	5.60[a]
การยอมรับโดยรวม	6.20[a]	6.06[a]	6.86[a]	5.90[b]

1/อักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) โดย 9 คะแนน จะหมายถึงชอบมากถึงชอบมากที่สุด และ 1 คะแนน ไม่ชอบมากที่สุด

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ข้าวเกรียบข้าวกล้องโดยใช้จำนวนผู้ชิม 15 คนได้ผลดังนี้

-ลักษณะสีเมื่อทำการเปรียบเทียบตัวอย่างทุกสูตร ได้แก่สูตรที่ 1 ผสมข้าวกล้อง 50 กรัม สูตรที่ 2 ผสมข้าวกล้อง 100 กรัม สูตรที่ 3 ผสมข้าวกล้อง 150 กรัม และสูตรควบคุมที่ไม่ผสมข้าวกล้อง พบว่าสีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95% ($p > 0.05$) แต่ถ้าพิจารณาจากระดับคะแนนพบว่าสูตรที่ผสมข้าวกล้อง 100 กรัมผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ระดับ 6.86 แสดงว่ามีความชอบในด้านสีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้องในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาสีของข้าวเกรียบข้าวกล้องทุกสูตรพบว่ามีลักษณะสีคล้ายกันคือจะมีสีขาวคล้ายกับข้าวเกรียบเผือก

-กลิ่น จากการทดสอบพบว่ากลิ่นของข้าวเกรียบทุกสูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%($p \leq 0.05$) แต่จากผลคะแนนพบว่าข้าวเกรียบข้าวกล้องใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่1 ผสมข้าวกล้อง 50 กรัม ลงไปมีผู้บริโภคยอมรับมากกว่าสูตรอื่นโดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ระดับ 6.20 คะแนน แสดงว่าผู้บริโภคมีความชอบในด้านกลิ่นต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้องในระดับปานกลาง

-รสชาติ จากผลการทดสอบพบว่าข้าวเกรียบทุกสูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าสูตรที่2 ผสมข้าวกล้อง 100 กรัม ลงไปมีผู้บริโภคยอมรับมากกว่าสูตรอื่นโดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ระดับ 6.73 คะแนน แสดงว่าผู้บริโภคมีความชอบในด้านรสชาติต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้องในระดับปานกลาง

-ลักษณะเนื้อสัมผัส จากผลการทดสอบพบว่าข้าวเกรียบทุกสูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%($p \leq 0.05$) โดยพบว่าสูตรที่1 ผสมข้าวกล้อง 50 กรัม ลงไปมีผู้บริโภคยอมรับมากกว่าสูตรอื่นโดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ระดับ 6.90 แสดงว่าผู้บริโภคมีความชอบในด้านเนื้อสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้องในระดับปานกลาง

-ลักษณะการยอมรับโดยรวม จากผลการทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทุกสูตร มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95% ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าสูตรที่ 2 ผสมข้าวกล้อง 100 กรัมลงไปมีผู้บริโภคยอมรับมากกว่าสูตรอื่น โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ระดับ 6.86 คะแนน แสดงว่าผู้บริโภคมีความชอบในด้านการยอมรับโดยรวมในระดับปานกลาง

4.2 วิจารณ์ผล

จากการทดลองผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้องโดยใช้ปริมาณข้าวกล้องที่แตกต่างกัน และได้ทำการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าคุณลักษณะที่ประเมินในทุกด้าน ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ผู้บริโภคมีความชอบในคุณลักษณะที่ประเมินทุกด้านต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้องในระดับปานกลางมากกว่าสูตรควบคุม แสดงว่าข้าวกล้องสามารถผสมลงไปในขวบวนการผลิตข้าวเกรียบ เป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้อง ซึ่งจะช่วยให้ผู้ที่ไม่ชอบทานข้าวกล้องในลักษณะของการหุงให้สุกรับประทาน สามารถทานข้าวกล้องในลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการได้ทางหนึ่งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ข้าวกล้องเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวกล้องอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารที่สำคัญแก่ร่างกาย จึงนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด เช่น ข้าวตัง ข้าวแต๋น ข้าวเกรียบข้าวกล้องก็เป็นผลิตภัณฑ์อีกชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำข้าวกล้องมาหุงให้สุกจากนั้นนำมาผสมกับเครื่องปรุง รากผักชี กระเทียม พริกไทย มานวดให้เข้ากันกับแป้งนำไปนึ่ง และตากแดด หรืออบแห้ง และนำไปทอด การรับประทานข้าวกล้องแบบหุงให้สุกนั้นบางคนก็ไม่ชอบจากเหตุผลดังกล่าวจึงได้นำข้าวกล้องมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้องเพื่อเป็นการเสริมแร่ธาตุ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ส่วนในจมูกข้าวกล้องยังมี วิตามิน E แมกนีเซียม เป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้อาหารขบเคี้ยวโดยการนำข้าวกล้อง 3 สูตร ได้แก่ ข้าวกล้อง 50 กรัม ข้าวกล้อง 100 กรัม ข้าวกล้อง 150 กรัม และนำไปเพิ่มในส่วนผสมหลักในอัตราส่วนที่ต่างกัน ก็จะได้เป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้อง เมื่อนำมาทดสอบผลการยอมรับประสาทสัมผัสโดยเปรียบเทียบด้านสีกับสูตรควบคุมที่ไม่ผสมข้าวกล้อง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น95%($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยพบว่าในสูตรที่ผสมข้าวกล้องลงไปจะมีการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่าสูตรไม่ผสมข้าวกล้อง หรือสูตรควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น95% ($p \leq 0.05$) ซึ่งสูตร1 ผสมข้าวกล้อง 50 กรัม ลงไปในด้านกลิ่นได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.20 คะแนน ในด้านรสชาติสูตร2 ผสมข้าวกล้อง 100 กรัม ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.73 คะแนน ด้านเนื้อสัมผัส สูตรที่1 ผสมข้าวกล้อง 50 กรัม ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.90 คะแนน และด้านการยอมรับโดยรวมสูตรที่2 ผสมข้าวกล้อง 100 กรัม ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.86 คะแนน แสดงว่าผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้องมากกว่าสูตรควบคุม

จากผลการทดลองการผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้องพบว่าสามารถผสมข้าวกล้องลงในขบวนการผลิตข้าวเกรียบได้โดยที่ยังเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค ซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งในการทำผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผู้บริโภคได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการพัฒนาสูตรหรือปรับอัตราส่วนผสมในการทำข้าวกล้องเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้นหรือมีการเพิ่มเครื่องปรุงให้จัดมากขึ้น เพื่อเพิ่มรสชาติของข้าวเกรียบข้าวกล้องให้ดีขึ้น และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. เวลาในการตากแดด หรืออบควรจะใช้เวลาให้มากเพื่อให้แห้งจริงเพราะเมื่อข้าวเกรียบมีความชื้นลดลงจะทำให้ข้าวเกรียบมีอัตราการพองตัวเพิ่มขึ้น และเนื้อสัมผัสดีขึ้น

3. การนวดแป้งข้าวเกรียบข้าวกล้องควรใช้น้ำร้อนจะดีกว่าน้ำเย็น เนื่องจากการใช้น้ำเย็นจะทำให้แป้งสุกยากในเวลานึ่ง

4. ควรใช้ระยะเวลาในการนึ่งข้าวเกรียบข้าวกล้องให้มาก หรือจนกระทั่งแป้งสุกใสเพราะจะทำให้ข้าวเกรียบมีอัตราการพองตัวดีและทำให้กรอบมากขึ้นเวลาทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัญญา สุจริตวงศานนท์. 2536. อาหารสมุนไพรประจำบ้าน. กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮ้า. 59 น.

งามจิตร จารุพันธ์. 2529. คู่มือการประกอบอาหารนานาชาติ. กรุงเทพ ฯ : โอ เอส. พริ้นติ้งเฮ้า. 419 น.

จรรยา สุบรรณ. 2528. ตำหรับถนอมอาหารเล่ม1. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา, 309 น.

ชวนชม จันทรเปารยะ. 2517. การถนอมอาหารภายในบ้าน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 215 น.

โชติช่วง ชุติธร. 2527. ข้าวกล้องวิตามินเพียบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ 100 น.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2526. วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 502 น.

นิรมล สุรัสวดี. 2527. ข้าวเกรียบ. รายงานวิชาอาหารจากธัญชาติและพืชหัว. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 100 น.

ประเสริฐ สายสิทธิ์. 2541. ผลิตภัณฑ์ประมงและหลักการถนอมอาหาร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาพระนคร. 398 น.

ผ่องพรรณ แสงสิงแก้ว. 2531. การทดสอบและปรับปรุงการทำข้าวเกรียบปลาหมึกและปลาราคาถูก. กรุงเทพฯ : รายงานผลการทดลอง. แผนกอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง, 250 น

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. 2523. Snack Food. กรุงเทพฯ : เอกสารประกอบนิทรรศการ. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 420 น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2522. ทฤษฎีอาหารเล่ม2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 247 น.

สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2540. ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรส. กรุงเทพฯ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 100 น.

วิชาการเกษตร, กรม. 2526. มันสำปะหลัง. กรุงเทพฯ : สหกรณ์การพิมพ์, 200 น.

วิทยาศาสตร์, กรม. 2510. ผลการวิเคราะห์ข้าวเกรียบชนิดต่างๆ. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม. 240 น.

วันทนีย์ ชำนาญยนต์. 2536. อาหารมังสวิรัติเพื่อสุขภาพ. แผนกสุขภาพ. โรงพยาบาลมิชชัน. 148 น.

อรุณศรี อภิชาติสรางกูล. 2530. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 258 น.

วิจิตร บุญยะโหตระ. 2545. ข้าวกล้อง. แหล่งที่มา: http : //www.greensociety.com/rice.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การทดสอบคุณภาพอาหารโดยวิธีทางประสาทสัมผัส
ข้าวเกรียบข้าวกล้อง

คำชี้แจง

1. บ้วนปากด้วยน้ำเปล่าที่จัดไว้ ก่อนการทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง

2. อย่ากลืนน้ำเปล่า และ ตัวอย่างกลืนได้หลังจากประเมินผล

3. ให้ทดสอบตัวอย่างซึ่งมีรหัสกำกับไว้เป็นลำดับ คือ 678 390 452 132 ในการทดสอบโดยประเมินคุณภาพอาหารด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของข้าวเกรียบข้าวกล้องแต่ละตัวอย่าง โดยให้คะแนนตามความชอบ หรือ ไม่ชอบดังนี้

ชอบมากที่สุด	9
ชอบมาก	8
ชอบปานกลาง	7
ชอบเล็กน้อย	6
ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	4
ไม่ชอบปานกลาง	3
ไม่ชอบมาก	2
ไม่ชอบมากที่สุด	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบคุณภาพอาหารโดยวิธีทางประสาทสัมผัส

ข้าวเกรียบข้าวกล้อง

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่..... เวลา.....

ตัวอย่างเลขที่	คุณลักษณะที่ประเมิน				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
678					
390					
452					
132					

ข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางภาคผนวกที่ ข1 การคำนวณหาค่า Analysis of variance ชนิด (RCBD)ทดสอบการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้อง

Judges	Samples				Total
	A	B	C	D	
1	7	6	8	6	27
2	6	7	8	7	28
3	8	8	8	8	32
4	5	5	6	6	22
5	6	8	5	5	24
6	6	7	7	7	27
7	5	5	5	5	20
8	5	5	6	7	23
9	8	8	8	8	24
10	8	7	9	6	30
11	8	8	6	6	28
12	7	7	7	7	28
13	6	5	5	6	20
14	7	7	7	7	28
15	8	8	8	8	32
Total	100	101	103	99	395
Samples mean	100/15	101/15	103/15	99/15	
Score	6.66	6.73	6.86	6.6	

1/ Samples

A = สูตรควบคุม

B = ใส่ข้าวกล้อง 50 กรัม

C = ใส่ข้าวกล้อง 100 กรัม

D = ใส่ข้าวกล้อง 150 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2/ คะแนน

ไม่ชอบมากที่สุด	=	1	ชอบเล็กน้อย	=	6
ไม่ชอบมาก	=	2	ชอบปานกลาง	=	7
ไม่ชอบปานกลาง	=	3	ชอบมาก	=	8
ไม่ชอบปานกลาง	=	4	ชอบมากที่สุด	=	9
เฉยๆ	=	5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณค่าทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของข้าวเกรียบข้าวกล้อง ใช้วิธีวิเคราะห์ ANOVA

1. การคำนวณหา CF (Correction factor)

$$= \frac{(\text{Total})^2}{\text{หน่วยการทดลองทั้งหมด}}$$

$$= \frac{(395)^2}{(15 \times 4)}$$

$$= \frac{156025}{60}$$

$$= 2600.4$$

2. การคำนวณหา SS (Sum of Square)

2.1 SS, Samples

$$= \frac{[\,(\text{ผลรวมของค่า (total แต่ละ Samples)}^2\,]}{\text{จำนวนครั้งที่ประเมินแต่ละ Sample}} - CF$$

$$= \frac{(100^2 + 101^2 + 103^2 + 99^2)}{15} - 2600.4$$

$$= \frac{(45613)}{15} - 3038.82$$

$$= 40620 - 2600.4$$

$$= 107.6$$

2.2 SS, Judges

$$= \frac{[(\text{ผลรวมของค่า(Total แต่ละ Judges)}^2]}{\text{จำนวนครั้งที่ประเมินแต่ละ Judges}} - CF$$

$$= \frac{(27^2 + 28^2 + \ldots\ldots + 28^2 + 30^2)}{4} - 2600.4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{10538}{4}$$

$$= 33.35$$

2.3 SS, Total

= (ผลรวมของค่าการประเมินทุกค่า)^2 - CF

$$= (7^2 + 6^2 + 8^2 + \ldots\ldots + 8^2) - 2600.4$$

$$= 2770 - 2600.4$$

$$= 169.6$$

2.4 SS, Error

= SS , Total - SS , Judges - SS , Sample

$$= 169.6 - 33.5 - 107.6$$

$$= 28.65$$

3. การคำนวณหา df (Degree of freedom)

3.1 df, Samples

= จำนวนตัวอย่าง – 1

$$= 4 - 1$$

$$= 3$$

3.2 df, Judges

= จำนวนผู้ทดสอบ – 1

$$= 15 - 1$$

$$= 14$$

3.3 df, Total

= จำนวนการตรวจ – 1

$$= 60 - 1$$

$$= 59$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 df, Error

= df, Total - df, Judges - df, Samples

= 59 – 14 – 3

= 42

4. การคำนวณหา MS (Mean square)

4.1 MS, Samples

$$= \frac{\text{SS, Samples}}{\text{df, Samples}}$$

$$= \frac{107.6}{3}$$

= 35.86

4.2 MS, Judges

$$= \frac{\text{SS, Judges}}{\text{df, Judges}}$$

$$= \frac{33.35}{14}$$

= 2.38

4.3 MS, Error

$$= \frac{\text{SS, Error}}{\text{df, Error}}$$

$$= \frac{28.6}{42}$$

= 0.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การคำนวณหาค่า F (Variance ratio) ของ Samples, Judges

5.1 F, Samples

$$= \frac{\text{MS, Samples}}{\text{MS, Error}}$$

$$= \frac{35.86}{52.7}$$

$$= 52.7$$

5.2 F, Judges

$$= \frac{\text{MS, Judges}}{\text{MS, Error}}$$

$$= \frac{2.38}{0.68}$$

$$= 3.5$$

ตารางภาคผนวกที่ ข2 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของข้าวเกรียบข้าวกล้อง

Source of Variation	SS	Df	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Samples	0.583	3	0.194	3.31*	2.84
Judges	52.933	14	3.781	6.438*	2.00
Error	24.667	42	5.87		
Total	24.667	59			

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง (Variance ratio)

พิจารณา % (Significance difference level of treatment)

F Samples = 52.7

F Total, P = 0.05 ที่ df, Samples = 3

df, Error = 42

= 2.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณ F Samples ที่คำนวณได้ 52.7 มีมากกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 2.84 แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ(ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

พิจารณาความแตกต่างของ Judges

F Judges = 3.5

F Total, P = 0.05

df, Error = 42

= 2.00

จากการคำนวณ F Judges ที่คำนวณได้ 3.5 มีค่ามากกว่า F ในตารางที่ระดับ P = 2.00 แสดงว่า Judges ทั้ง 15 คน นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ $P \leq 0.05$ จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

A	B	C	D
6.86	6.73	6.66	6.6

7.1 การคำนวณหาค่า Standard error (SE)

$$= \sqrt{\frac{ms, error}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.68}{15}}$$

$$= \sqrt{0.045}$$

$$= 0.212$$

7.2 เปิดตารางค่า Significant studentized range (SSR)

ที่ t = 4 ค่า

df, Error = 42

จากการเปิดตารางค่าที่ได้ = 2.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 คำนวณค่าLSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด

(LSD) = SE x SSR

= 0.212 x 2.61

= 0.55

7.4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างกับค่า LSD ค่าความแตกต่างให้เรียงจากค่าสูงสุด LSDแสดงว่ามีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและต่ำกว่า LSD แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

A - B = 6.86-6.73 = 0.13 < 0.55 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

A - C = 6.86-6.66 = 0.2 < 0.55 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

A - D = 6.86-6.6 = 0.26 < 0.55 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

B - C = 6.73-6.66 = 0.07 < 0.55 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

B - D = 6.73-6.6 = 0.13 < 0.55 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

C - D = 6.66-6.6 = 0.06 < 0.55 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

A	B	C	D
6.86^{a}	6.73^{a}	6.66^{a}	6.6^{a}

<u>ตารางภาคผนวกที่ ข3</u> การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของข้าวเกรียบข้าวกล้อง

Source of Variation	SS	Df	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Samples	2.200	3	0.7331	1.381	2.84
Judges	15.433	14	1.102	2.076*	2.00
Error	22.300	42	0.531		
Total	39.933	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณ F Samples ที่คำนวณได้ 1.381 มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 2.84 แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่างนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ(ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p > 0.05$)

จากการคำนวณ F Judges ที่คำนวณได้ 2.076 มีค่ามากกว่า F ในตารางที่ระดับ P = 2.00 แสดงว่า Judges ทั้ง 15 คน นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวกที่ ข4 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของข้าวเกรียบข้าวกล้อง

Source of Variation	SS	Df	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Samples	8.133	3	2.711	5.457*	2.84
Judges	17.933	14	1.281	2.578*	2.00
Error	20.867	42	0.497		
Total	20.867	59			

จากการคำนวณ F Samples ที่คำนวณได้ 5.457 มีมากกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 2.84 แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

จากการคำนวณ F Judges ที่คำนวณได้ 2.578 มีค่ามากกว่า F ในตารางที่ระดับ P = 2.00 แสดงว่า Judges ทั้ง 15 คน นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข5 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบข้าวกล้อง

Source of Variation	SS	Df	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Samples	5.733	3	1.911	2.309*	2.84
Judges	13.500	14	0.964	1.165	2.00
Error	34.737	42	0.828		
Total	54.000	59			

จากการคำนวณ F Samples ที่คำนวณได้2.30 มีค่าน้อยกว่า F ในตารางที่ระดับ P = 2.84 แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ(ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

จากการคำนวณ F Judges ที่คำนวณได้ 1.165 มีค่าน้อยกว่า F ในตารางที่ระดับ P = 2.00 แสดงว่า Judges ทั้ง 15 คน นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

ตารางภาคผนวกที่ ข6 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของ ข้าวเกรียบข้าวกล้อง

Source of Variation	SS	Df	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Samples	7.650	3	2.550	3.880*	2.84
Judges	26.933	14	2.928	2.928*	2.00
Error	27.600	42	0.657		
Total	62.183	59			

จากการคำนวณ F Samples ที่คำนวณได้ 3.880 มีมากกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 2.84 แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 4 ตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

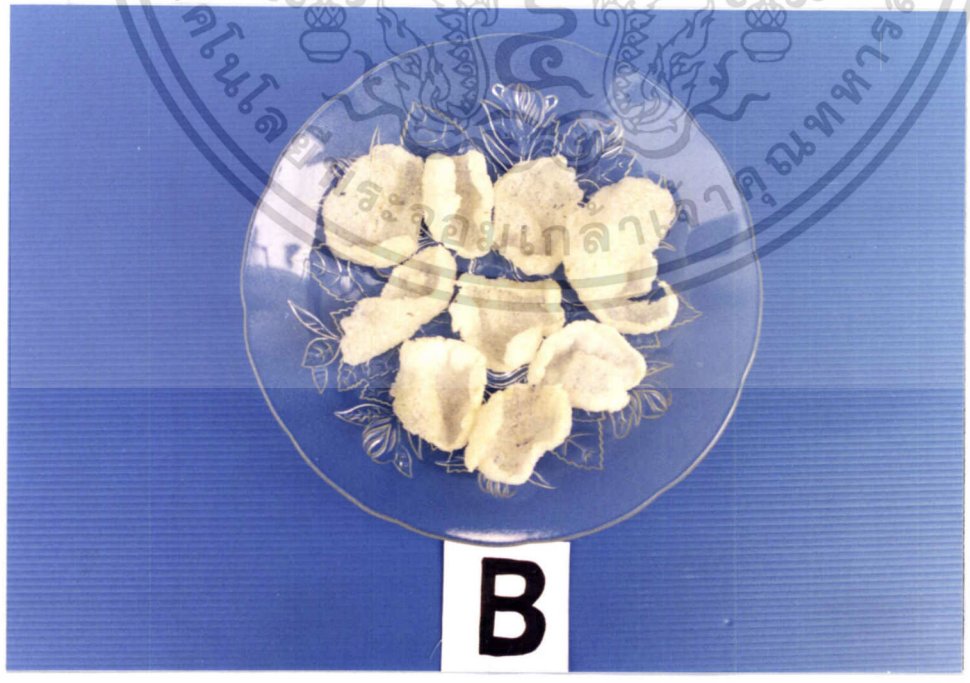
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณ F Judges ที่คำนวณได้ 2.928 มีค่ามากกว่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 แสดงว่า Judges ทั้ง 15 คน นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

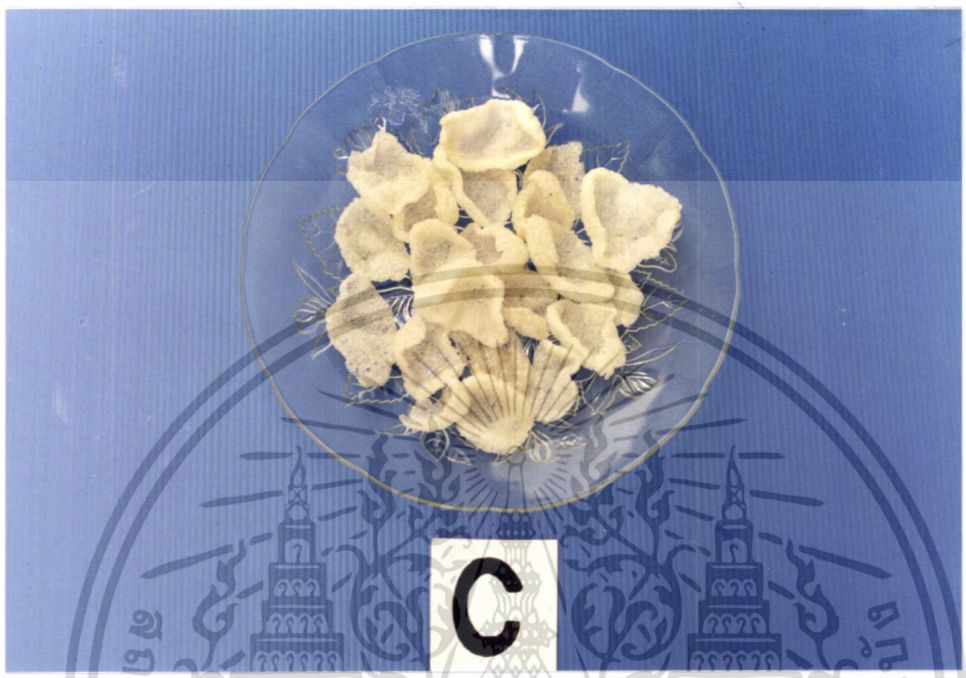
ภาคผนวก ค

ภาพภาคผนวกที่ ค1 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้องสูตรควบคุม (ไม่ใส่ข้าวกล้อง)

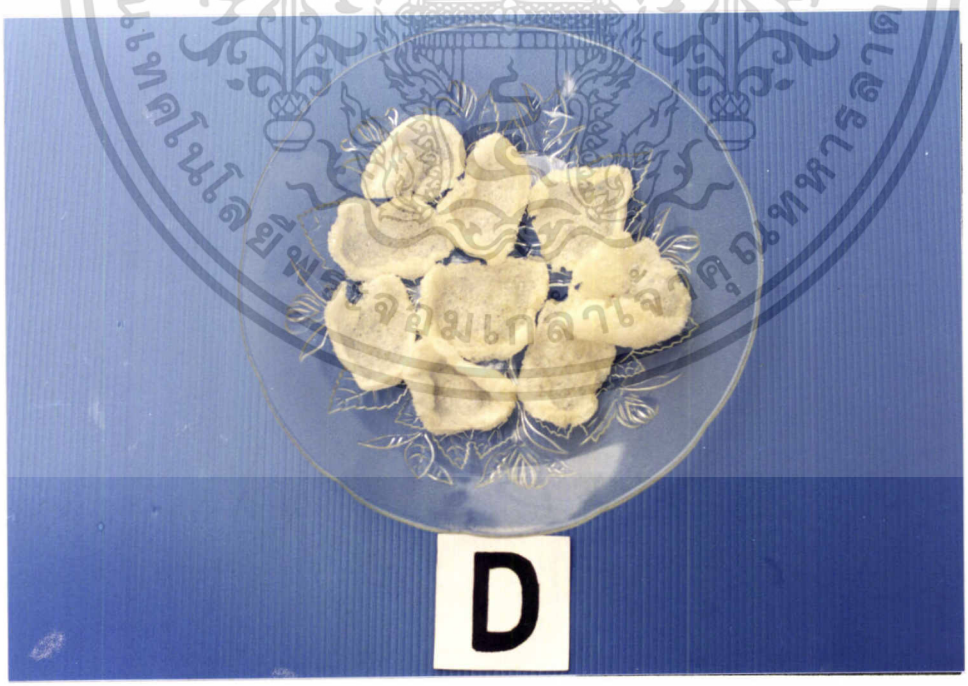


ภาพภาคผนวกที่ ค2 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้องสูตร 50 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ค4 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้องสูตร 100 กรัม



ภาพภาคผนวกที่ ค5 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวกล้องสูตร 150 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้