สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเพิ่มปริมาณกากใยอาหารจากเส้นใยสับปะรดในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ

The increasing of fiber added from pineapple

by product in cassava cracker

โดย

นางสาว อัมพร มูลดี

2Aw.
Q555 ก
เลขหมู่ 2543
เลขทะเบียน 40300
วัน, เดือน, ปี 11 ก.ย. 2544
b.11104296
i.

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2543

ชื่อเรื่อง การเพิ่มปริมาณกากใยอาหารจากเส้นใยสับปะรดในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ

The increasing of fiber added from pineapple by product in cassava cracker

ชื่อ – สกุล นางสาวอัมพร มูลดี

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชุติมา สังข์พาลี

อาจารย์สิทธิพงษ์ วงศ์ภูมิ

บทคัดย่อ

กากสับปะรดถือว่าเป็นของเสียของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำสับปะรด ดังนั้นถ้ามีการนำของเสียนี้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้นจะเป็นประโยชน์ต่อทางโรงงานและผู้บริโภค รวมทั้งยังลดปัญหาในการกำจัดกากสับปะรด การทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษาการเพิ่มปริมาณกากใยอาหารในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ โดยการนำกากสับปะรดไปอบแห้งแล้วบดเป็นผงมาเป็นส่วนผสมในการผลิตข้าวเกรียบในปริมาณ 0, 10, 20, 30 และ 40 % เพื่อเพิ่มปริมาณกากใยอาหารในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ โดยยังคงใช้ส่วนผสมอื่น ๆ คงเดิม จากนั้นทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยให้ผู้ทดลองชิม 20 คน และวิเคราะห์ผลโดยวิธีวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) รวมทั้งวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ได้ พบว่า สูตรที่ยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่มีการเพิ่มกากใยสับปะรดในปริมาณ 10 % โดยมีการยอมรับจากผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมมากที่สุด โดยมีลักษณะของข้าวเกรียบที่ปรากฏหลังการทอด คือ สีมีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นรสของเครื่องเทศที่ใส่ในส่วนผสม มีเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบที่ดีไม่แข็ง และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ข้าวเกรียบที่มีการใช้กากใยสับปะรดที่ 40 % มีปริมาณเถ้า ความชื้น และเยื่อใยมากที่สุด รองลงมา คือ 30% , 20% ,10% ,0% และข้าวเกรียบตามท้องตลาด ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกันโดยเฉพาะอาจารย์ชุติมา สังข์พาลีและอาจารย์สิทธิพงษ์ วงศ์ภูมิ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำและชี้แนะทางด้านเอกสารประกอบการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนแก้ปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ของปัญหาพิเศษด้วยดี ขอขอบคุณท่านอาจารย์ในสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา ชี้แนะ และให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งการช่วยเหลือของเพื่อน ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทั้งในการทำการทดลองและทดสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้กับ บิดา มารดา ยังเป็นบุคคลที่ให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และคอยให้กำลังใจในเวลาที่เกิดความทุกข์ และท้อแท้ รวมทั้งครูอาจารย์ผู้ประสาทวิชา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

อัมพร มูลดี

เมษายน 2544

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	3
1.3 ขอบเขตของปัญหา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ข้าวเกรียบ	4
2.2 สับปะรด	10
2.3 กากสับปะรด	12
2.4 เส้นใยอาหาร (dietary fiber)	14
3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน	18
3.1 วัตถุดิบ	18
3.2 สารเคมี	18
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์	18
3.4 วิธีการดำเนินงาน	19
3.5 การเก็บผลการทดลอง	22
3.6 สถานที่ทำการทดลอง	23
3.7 การวางแผนการทดลอง	23
3.8 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	24
4.1 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค.....	24
4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรด....	26
5 สรุปและข้อเสนอแนะ	28
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	28
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	29
บรรณานุกรม.....	30
ภาคผนวก.....	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงปริมาณของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินในแป้งธัญพืช.....	6
2	แสดงอุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้งชนิดต่าง ๆ.....	6
3	แสดงคุณสมบัติความหนืดของแป้งแต่ละชนิดเมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA....	8
4	องค์ประกอบทางเคมีของสับปะรด.....	11
5	ประเภทและปริมาณคาร์โบไฮเดรตในสับปะรด.....	12
6	องค์ประกอบทางเคมีของกากสับปะรด.....	13
7	องค์ประกอบทางเคมีของกากสับปะรดผง.....	13
8	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดในปริมาณ 0, 10, 20, 30 และ 40 %.....	24
9	องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดในปริมาณ 0, 10, 20, 30 และ 40 %.....	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างของอะมิโลส.....	4
2	สูตรโครงสร้างของอะมิโลเพคติน.....	5
3	กราฟผลการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA.....	7
4	ขั้นตอนการทำข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรด.....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ข้าวเกรียบจัดอยู่ในผลิตภัณฑ์ประเภทการพองตัวด้วยความร้อนสูงหรือทอดในน้ำมันร้อน เพื่อทำให้แผ่นแป้งได้รับความร้อนจากน้ำมันอย่างสม่ำเสมอและสามารถพองตัวได้อย่างสมบูรณ์ การทอดข้าวเกรียบจะต้องใช้การทอดแบบจุ่มน้ำมันหรือแบบน้ำมันท่วม (deep fat frying) การส่งผ่านความร้อนของวิธีการนี้จะเกิดขึ้นทั้งแบบการพาความร้อนในน้ำมันร้อนและการนำความร้อนในชิ้นอาหาร ผิวหน้าทั้งหมดของอาหารจะได้รับความร้อนทุก ๆ ด้านทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีและลักษณะปรากฏของอาหารอย่างสม่ำเสมอ (ดวงใจ ทิระบาล และนงนุช รักสกุลไทย, 2533 : 11-17)

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตข้าวเกรียบได้ถูกพัฒนาและใช้เครื่องเอ็กทรูดเดอร์ในการผลิต หลักการดังกล่าว คือ การพองตัวของแป้งเกิดจากการที่แป้งได้รับความร้อนจากขดลวดและความดันสูง จากการขับเคลื่อนของแท่งเกลียวทำให้แป้งและองค์ประกอบอาหารเกิดการหลอมตัว เมื่อแป้งนี้เคลื่อนตัวออกสู่อากาศความดันจะลดลงกระทันหันทำให้ไอน้ำที่อยู่ภายในแป้งระเหยออกโดยทันที และดันก้อนแป้งเกิดรูพรุนกระจายทั่ว เมื่อเย็นลงความกรอบของผลิตภัณฑ์จะยังคงอยู่ กรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบสามารถผลิตได้ 3 แบบคือ

1. การผลิตแบบก้อนโด (dough) เป็นการผสมส่วนผสมต่าง ๆ นวดเป็นก้อนโดก่อนทำให้สุกแล้วนำมาหั่นเป็นแผ่น จัดเป็นวิธีดั้งเดิมและเป็นที่นิยมทั่วไป

2. การผลิตแบบเป็นแป้งเหลว (batter) เป็นการผสมส่วนผสมต่าง ๆ เข้าด้วยกันมีลักษณะเหลวข้น เทส่วนผสมลงถาดนึ่งให้สุก แล้วตัดเป็นแผ่นตามขนาดที่ต้องการ

3. การผลิตด้วยเครื่องเอ็กทรูดเดอร์ เป็นกรรมวิธีการผลิตที่มีแนวโน้มการใช้เพิ่มขึ้นโดยการผสมส่วนผสมในลักษณะแห้ง ป้อนเข้าเครื่องเอ็กทรูดเดอร์แล้วเคลือบเอ็กทรูดเดทที่ได้จากเครื่องเอ็กทรูดเดอร์ด้วยเครื่องปรุงรส

แป้งมันสำปะหลังคือส่วนผสมหลักในการทำข้าวเกรียบเพราะแป้งมันสำปะหลังมีคุณสมบัติเกิดเจลที่นุ่มเหนียว ตลอดจนมีความใส มีลักษณะเป็นเพสต์ที่ดีที่สุด ส่วนแป้งชนิดอื่นที่สามารถนำมาผสมรวมกัน ได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งมันเทศ แป้งมันฝรั่ง แป้งถั่วเหลือง แป้งสาลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแป้งใช้ผสมเพิ่มดังกล่าวควรมีคุณสมบัติเหมือนหรือใกล้เคียงกับแป้งมันสำปะหลัง แป้งที่ใช้ผสมในครั้งนี้คือแป้งสาลี เพราะแป้งสาลีและแป้งมันสำปะหลังมีอุณหภูมิในการเกิดเจลใกล้เคียงกัน ในการผลิตข้าวเกรียบโดยผสมแป้งสาลีลงไปด้วยเพื่อจุดประสงค์ให้แป้งสาลีเป็นตัวเก็บอากาศ เนื่องจากโปรตีนชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในแป้งสาลีมีความสำคัญทั้งในด้านคุณค่าทางอาหาร และคุณ-ลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะในส่วนของไกลอะดินและกลูเตนิน ที่รวมตัวกันเป็นกลูเต็นที่มีความยืดหยุ่นช่วยในการเก็บก๊าซ ดังนั้นเมื่อทอดข้าวเกรียบด้วยความร้อนสูง น้ำมันร้อนจะทำให้แป้งเกิดการพองตัวและด้วยคุณสมบัติในการเก็บก๊าซไว้สูงของแป้งสาลีจึงทำให้ข้าวเกรียบพองตัวได้มากขึ้นและความกรอบสูง (พรรณี วงศ์ไกรศีทองและณรงค์ นิยมวิทย์ , 2530 : 1-2)

สับปะรด (pineapple) จัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Ananas comosus (L.) Mers. และจัดอยู่ในตระกูล Bromeliaceae จำพวกไม้ดิน (Terrestrial) คือมีระบบรากอาหารอยู่ในดิน และยังสามารถเก็บน้ำเอาไว้ตามซอกใบได้เล็กน้อย และมีเซลพิเศษสำหรับเก็บน้ำเอาไว้ในใบ ทำให้ทนทานต่อช่วงแห้งแล้งได้ดี ขนาดของต้นแตกต่างกันออกไปจาก 1 นิ้ว จนถึง 35 ฟุต หรือมากกว่านี้ การเติบโตอาจเป็นต้นเดี่ยว เป็นพุ่ม เป็นกอ บางครั้งอาจพบพืชตระกูลนี้บนโขดหิน บนที่ราบสูงหรือบนทะเลทราย (อุดม โกสัยสุก, 2536:1)

ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำสับปะรด โดยปกติจะใช้วัตถุดิบที่เป็นส่วนของเนื้อที่เหลือจากการนำเนื้อไปแปรรูปเป็นสับปะรดในรูปผลิตภัณฑ์แบบต่าง ๆ โดยนำส่วนเนื้อที่เหลือนี้มาผ่านกระบวนการกดอัดด้วยเครื่องจักรเพื่อให้ได้น้ำสับปะรดออกมา ซึ่งส่วนของกากที่ผ่านการคั้นน้ำออกไปแล้วนี้ ถือว่าเป็นของเสีย (waste) ของโรงงาน ดังนั้นถ้ามีการนำของเสียชนิดนี้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น จะเป็นประโยชน์ต่อทั้งทางโรงงานและผู้บริโภคกล่าวคือ ทางโรงงานจะได้รับประโยชน์โดยตรงคือรายได้ที่เพิ่มขึ้นให้กับโรงงาน รวมทั้งยังช่วยลดปัญหาในการกำจัดกากสับปะรดในด้านค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียและด้านสิ่งแวดล้อมด้วย ส่วนผู้บริโภคจะได้รับประโยชน์โดยตรงคือได้ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาถูกลง อีกทั้งอาจได้ประโยชน์ทางอ้อมคือปริมาณเส้นใยอาหารที่เพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อระบบขับถ่ายของร่างกาย (ชมพูนุท สีห์โสภณ, 2539:35)

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงการนำกากสับปะรดซึ่งเป็นของเหลือจากกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดมาใช้ประโยชน์ โดยการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์ในด้านเส้นใย ซึ่งให้ประโยชน์ต่อระบบสรีระของร่างกายหลายด้าน เช่น ลดระดับคลอเลสเทอรอลในเลือด ลดระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยทำให้ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่ได้ดีขึ้น ช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้ ช่วยป้องกันโรคอ้วน และช่วยลดการนำไปใช้ประโยชน์ของสารอาหาร เพราะใยอาหารชนิดต่าง ๆ สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์จากตับอ่อนที่ใช้ย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน (วันเพ็ญ มีสมญา, 2541:213-219) อีกทั้งยังได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ทางอุตสาหกรรมเกษตรเพิ่มขึ้นด้วย รวมถึงทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นข้อมูลในการใช้ประโยชน์จากกากสับปะรดต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการเพิ่มกากใยสับปะรดในการทำข้าวเกรียบ
2. เพื่อศึกษาปริมาณของกากใยสับปะรดในการทำข้าวเกรียบที่ผู้บริโภคยอมรับ

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาปริมาณกากใยอาหารจากเส้นใยสับปะรดในการทำข้าวเกรียบสับปะรดในปริมาณที่เหมาะสมและศึกษาลักษณะของข้าวเกรียบจากกากใยอาหารจากเส้นใยสับปะรดให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และวิเคราะห์เกี่ยวกับ Proximate analysis โดยวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ปริมาณเส้นใย ปริมาณเถ้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบวิธีการทำข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรด
2. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ผู้บริโภคยอมรับ
3. เพิ่มมูลค่าให้กับกากสับปะรด
4. ทราบปริมาณกากใยสับปะรดที่เหมาะสมในการทำข้าวเกรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

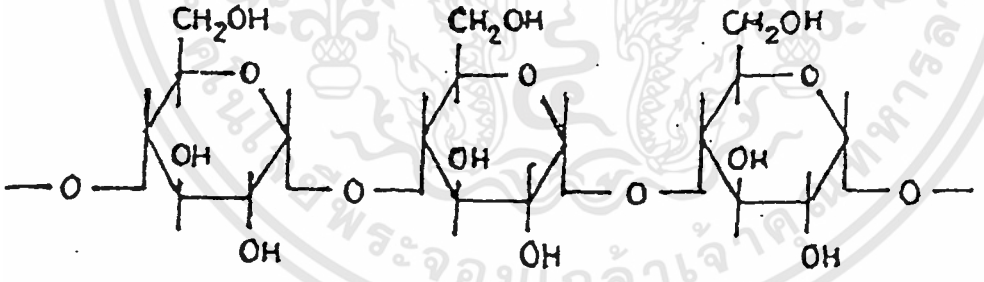
การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าวเกรียบ

ข้าวเกรียบเป็นอาหารว่าง (snack) ที่นิยมบริโภคกันโดยทั่วไป ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งมันสำปะหลังเป็นหลัก ส่วนแป้งชนิดอื่นที่สามารถนำมาผสมรวมกันได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งมันเทศ แป้งมันฝรั่ง แป้งถั่วเหลือง โดยแป้งที่ใช้ผสมเพิ่มดังกล่าวควรมีคุณสมบัติเหมือนหรือใกล้เคียงกับแป้งมันสำปะหลัง (กรุณา ชัยเสถียร , 2536 : 2)

แป้ง (Starch) ประกอบด้วยอณูของกลูโคสหลายตัวต่อกันด้วย α-linkage ที่ตำแหน่ง 1,4 และ 1,6 แบ่งได้ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. อะมิโลส ประกอบด้วย กลูโคสหลายหน่วยต่อกันแบบ α-(1,4) linkage มีลักษณะเป็นเส้นตรง ดังภาพที่ 1

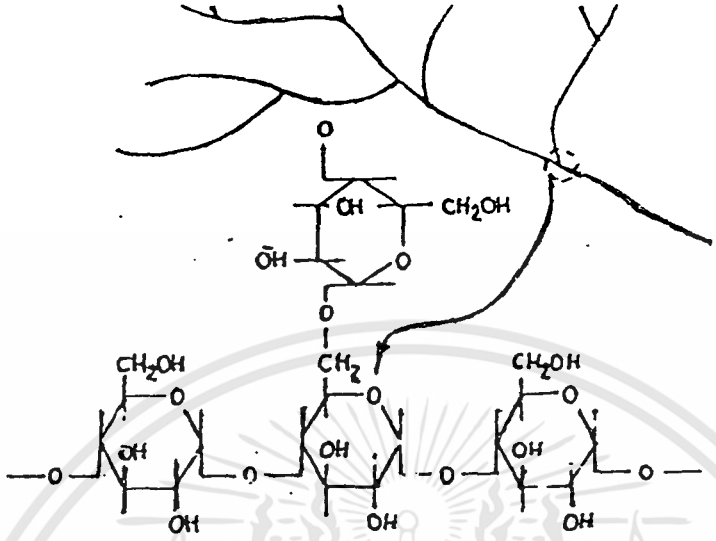


ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของอะมิโลส

ที่มา : นฤดม บุญหลง , 2537 : 1

2. อะมิโลเพคติน โครงสร้างประกอบด้วยอณูของกลูโคสหลายตัวต่อกันทั้งแบบ α-(1,4) และ α-(1,6) linkage มีลักษณะแยกสาขาเหมือนกิ่งไม้ ดังภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของอะมิโลเพคติน

ที่มา : นฤดม บุญหลง , 2537 : 1

ข้อแตกต่างระหว่างอะมิโลสและอะมิโลเพคติน มีดังต่อไปนี้

อะมิโลส	อะมิโลเพคติน
1. ละลายน้ำได้ดีกว่า	1. ละลายน้ำได้น้อยกว่า
2. เมื่อต้มกับน้ำมีลักษณะข้นน้อยแต่ขุ่นมาก	2. ลักษณะหนืดข้น ใสกว่า
3. ทำปฏิกิริยากับสารละลายของไอโอดีนให้สีน้ำเงินแก่	3. ทำปฏิกิริยากับสารละลายของไอโอดีนให้สีม่วงแดงหรือน้ำตาล
4. โมเลกุลเป็นเส้นตรง	4. โมเลกุลต่อเป็นกิ่งก้าน
5. จับตัวเป็นวุ้นเมื่อต้มและทิ้งให้เย็น	5. ไม่จับตัวเป็นวุ้น

ปริมาณของอะมิโลสและอมิโลเพคตินในธัญพืช ดังแสดงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินในแป้งธัญพืช

ชนิดแป้ง	% อะมิโลส	% อะมิโลเพคติน
แป้งข้าวโพด	24	76
แป้งข้าวโพดชนิดดัดแปลง	1	99
แป้งข้าวสาลี	25	75
แป้งข้าวเจ้า	18	82
แป้งข้าวเหนียว	1	99
แป้งข้าวฟ่าง	25	75
แป้งข้าวฟ่างชนิดดัดแปลง	1	99

ที่มา : The Starch Industry (J.W. Knight, 1969) (อ้างโดย นฤดม บุญหลง, 2537 : 1)

โดยปกติเม็ดแป้ง (Starch) ไม่ละลายในน้ำเย็น เมื่อให้ความร้อนกับแป้งเม็ดแป้งจะเกิดกระบวนการที่เรียกว่าเจลาติไนซ์เซชั่น (Gelatinization) กระบวนการดังกล่าวจะเกิดจากการแตกตัวของโมเลกุลภายในเม็ดแป้ง เมื่อให้ความร้อนถึงระดับที่เม็ดแป้งเข้าสู่กระบวนการเจลาติไนซ์เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวโดยการพองตัวได้ของแป้งจะเห็นได้ชัดเมื่ออุณหภูมิ 60° เซลเซียสหรือสูงกว่า การพองตัวของแป้งจะเกิดดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และน้ำแป้งจะเริ่มข้นขึ้นเรียกว่าการเกิดเพสติ้ง (pasting) หรือกระบวนการเจลาติไนซ์ กระบวนการดังกล่าวจะเกิดได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำแป้ง

ตารางที่ 2 แสดงอุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้งชนิดต่าง ๆ

ชนิดของแป้ง	อุณหภูมิเริ่มต้น(°C)	อุณหภูมิกึ่งกลาง(°C)	อุณหภูมิสุดท้าย(°C)
ข้าวโพด	62	66	70
ข้าวบาร์เล่ย์	51.5	57	59.5
ข้าวเจ้า	68	74.5	78
ข้าวไรย์	57	61	70
ข้าวสาลี	59.5	62.5	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

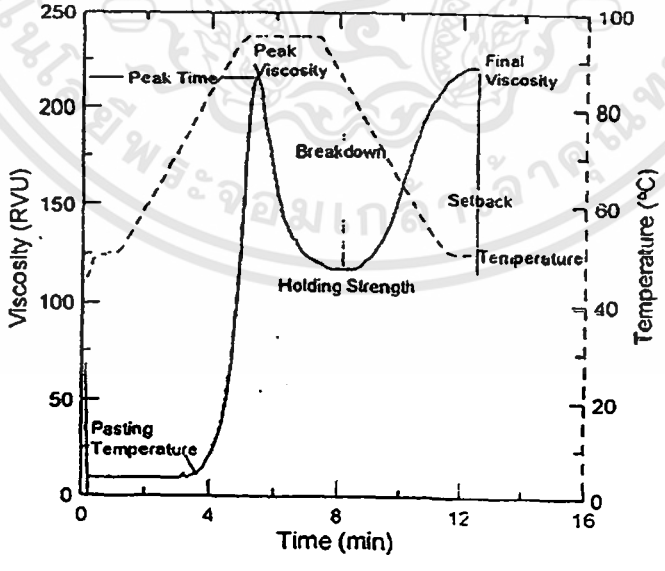
ตารางที่ 2 แสดงอุณหภูมิในการเกิดเจลของแป้งชนิดต่าง ๆ (ต่อ)

ชนิดของแป้ง	อุณหภูมิเริ่มต้น(°C)	อุณหภูมิกึ่งกลาง(°C)	อุณหภูมิสุดท้าย(°C)
ถั่ว	57	65	70
มันฝรั่ง	58	62	66
มันสำปะหลัง	52	59	64

ที่มา : อภิชญา ชูบัณฑิตกุล, 2542 : 2

เม็ดแป้งขนาดใหญ่จะพองตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าขนาดเล็ก เจลของแป้งต่างชนิดกันจะมีลักษณะต่างกัน เช่น เจลของแป้งข้าวโพดมีความข้น แข็งแรง ในขณะที่เจลของแป้งข้าวเจ้ามีลักษณะใสและนุ่ม เจลของแป้งสาลีมีลักษณะกึ่งกลางระหว่างแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพด ส่วนเจลของแป้งมันฝรั่งมีลักษณะเป็นสายไม่เหมาะกับการใช้ในการผลิตอาหารทั่วไป แป้งมันสำปะหลังให้เจลนุ่มเหนียว ตลอดจนมีความใส มีลักษณะเป็นเพสต์ที่ดีที่สุด ดังนั้นแป้งมันสำปะหลังจึงมีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ใช้เป็นส่วนผสมหลักในการทำข้าวเกรียบ

คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังมีผลโดยตรงต่อคุณภาพข้าวเกรียบเนื่องจากเป็นส่วนที่ทำให้แป้งเกิดการพองตัวได้



ภาพที่ 3 กราฟผลการวิเคราะห์ความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA

ที่มา : อภิชญา ชูบัณฑิตกุล, 2542 : 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่า แป้งจะมีคุณสมบัติในการเกิดความหนืดหลังจากการเกิดเจลาติไนซ์ได้ทั้งสองครั้ง ดังนั้นแป้งที่มีคุณสมบัติ setback from peak ต่ำ หรือมีความแตกต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดที่จุดสูงสุดมีค่าต่ำ แสดงว่าแป้งที่มีคุณสมบัติดังกล่าวจะเกิดการพองตัวได้ 2 ครั้ง พบว่าแป้งมันสำปะหลังจะมีคุณสมบัติดังกล่าว แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติความหนืดของแป้งแต่ละชนิดเมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA

แป้ง	Gel temp (^{0}C)	Peak Viscous.	Break down	Set back	Paste type	Paste clarity
สาลี	56-65	ต่ำ	ต่ำ/ปานกลาง	ปานกลาง/สูง	สั้น	ทึบแสง
ข้าวโพด	62-72	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	สั้น	ทึบแสง
ข้าวเหนียว	63-72	สูง	สูง	ต่ำ	ยาว	โปร่งแสง
ข้าวฟ่าง	68-78	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	สั้น	ทึบแสง
ข้าวเจ้า	61-78	ปานกลาง	ต่ำ/สูง	ปานกลาง	สั้น	ทึบแสง
มันสำปะหลัง	50-68	สูง	สูง	ต่ำ	ยาว	โปร่งแสง
มันฝรั่ง	56-69	สูง	สูง	ปานกลาง	ยาว	โปร่งแสง
สาคู	60-72	สูง	สูง	ต่ำ	ยาว	โปร่งแสง

ที่มา : อภิชญา ชูบัณฑิตกุล,2542 : 4

จากตารางที่ 3 แป้งสาลีและแป้งมันสำปะหลังจะมีอุณหภูมิในการเกิดเจลใกล้เคียงกัน ดังนั้นการนวดแป้งทั้งสองชนิดด้วยน้ำร้อนเพื่อการเกิดเจลาติไนซ์ครั้งแรก แป้งทั้งสองชนิดนี้จะเกิดเจลใกล้เคียงกัน ในขั้นตอนการนึ่งแป้ง แป้งสาลีจะเกิดเป็นเจลและเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดความหนืดสูงสุดและจะไม่เกิดการพองตัวอีกครั้งในขั้นตอนการทอดเนื่องจากมีค่า setback from peak สูง

ในการผลิตข้าวเกรียบโดยผสมแป้งสาลีลงไปด้วยเพื่อจุดประสงค์ให้แป้งสาลีเป็นตัวเก็บอากาศ เนื่องจากโปรตีนชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในแป้งสาลีมีความสำคัญทั้งในด้านคุณค่าทางอาหารและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะในส่วนของไกลอะดินและกลูเตนินที่รวมตัวกันเป็นกลูเต็นที่มีความยืดหยุ่นช่วยในการเก็บก๊าซ ดังนั้นเมื่อทอดข้าวเกรียบด้วยความร้อนสูง น้ำมันร้อนจะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งเกิดการพองตัว และด้วยคุณสมบัติในการเก็บก๊าซไว้สูงของแป้งสาลีจึงทำให้ข้าวเกรียบพองตัวได้มากขึ้นและมีความกรอบสูง (อภิชญา ชูบัณฑิตกุล , 2542 : 2-4)

เกรียงศักดิ์ นิติพงษ์สกุล (อ้างโดย นฤดม บุญหลง, 2537 : 4) กล่าวว่า อาหารทอดที่ผิวมีปริมาณน้ำมันสูง จะทำให้ผิวมีลักษณะเป็นมันเยิ้ม ลักษณะนี้มักจะต้องใช้วิธี draining บน vibrating screen สักระยะหนึ่งก่อนหลังจากการทอด ซึ่งประสิทธิภาพจะเร็วขึ้นหากมีการเป่าลมร้อนที่ไม่มีความชื้นผ่านผลิตภัณฑ์ด้วยพร้อมกัน นอกจากนั้นการแยกน้ำมันออกจากผลิตภัณฑ์อาจทำได้โดยใช้สาร difluorodichloromethane (R-12)

ส่วนผสมที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมันสำปะหลังมีรสชาติ คือ เครื่องเทศ เครื่องเทศจะถูกเติมลงไป ขณะทำการผสมหรือนวดแป้ง ตัวอย่างของเครื่องเทศที่ใช้ เช่น กระเทียม (Garlic) รากผักชี (Coriander root) หอมใหญ่ (Onion) และพริกไทย (Pepper)

กระเทียมในแง่ของการเป็นอาหาร กระเทียมทั้งสดและแห้งมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในหมู่ชาวตะวันออก น้ำมันกระเทียมใช้แต่งกลิ่นอาหารได้หลายชนิด รวมทั้งเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และไม่มีแอลกอฮอล์ แต่งกลิ่นอาหารแช่แข็ง ขนมหวาน ขนมผิง เยลลี่ แต่งกลิ่นน้ำซอส เนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ น้ำมัน น้ำจิ้ม ฯลฯ

พะยอม ตันติวัฒน์ (อ้างโดย นฤดม บุญหลง, 2537 : 5) กล่าวว่า ในตะวันตกผลกระเทียมและน้ำกระเทียมมีการขายกันในร้านขายอาหารเพื่อสุขภาพ (Health food store) ใช้แต่งกลิ่นอาหาร มีรสเผ็ดร้อน นิยมใส่อาหารที่ปรุงแล้ว แต่งกลิ่นเครื่องดื่ม เหล้า ลูกกวาด อาหารประเภทเนื้อ เนยแข็ง ช่วยถนอมอาหารพวกเนื้อ

อุสาห์ เจริญวัฒนา (อ้างโดย นฤดม บุญหลง, 2537 : 5) กล่าวว่า นอกจากนี้การเพิ่มรสชาติ ข้าวเกรียบอาจทำได้โดย การเติม flavors ลงในน้ำมันที่ใช้ทอด ซึ่งใช้ในรูป Emulsion หรืออาจเติมเป็นผงคลุกเคล้าภายหลังทอด กลิ่นรสที่ใช้กัน เช่น meat flavors, barbecue flavors, pizza flavors รวมทั้งกลิ่นรสต่าง ๆ ตามแต่ท้องถิ่น เช่น chilli flavors, curry flavors และอื่น ๆ

ภาชนะที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ ซึ่งจัดเป็นอาหารว่างที่มีความกรอบ มีไขมันและดูดความชื้นได้ง่าย ภาชนะบรรจุที่เหมาะสมตามหลักควรมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1. สามารถป้องกันการซึมผ่านของน้ำและอากาศ เพื่อให้ข้าวเกรียบมีความกรอบ ไม่นิ่ม และที่ต้องป้องกันอากาศเพื่อป้องกันการเกิดการหืนของไขมัน

2. สามารถป้องกันแสงได้ เพราะแสงเป็นตัวกระตุ้นการเกิดออกซิเดชันของไขมัน

3. สามารถป้องกันการซึมผ่านของไขมัน เพราะถ้าไม่สามารถป้องกันได้ ภายนอกภาชนะบรรจุจะมีไขมันเยิ้มสกปรก สีที่ใช้กับภาชนะอาจหลุดลอก ละลายมากับไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อาจมีความจำเป็นที่ภาชนะจะต้องสามารถป้องกันแรงกระแทก กรณีที่เป็นของราคาแพง

5. ภาชนะที่ใช้ควรมีความสวยงามดึงดูดผู้ซื้อและพยายามให้ราคาต่ำ (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ , 2541 : 22 – 25)

2.2 สับปะรด

สับปะรด (pineapple) จัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Ananas comosus (L.) Mers. มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ และจัดอยู่ในตระกูล Bromeliaceae จำพวกไม้ดิน (Terrestrial) คือ มีระบบรากอาหารอยู่ในดิน และยังสามารถเก็บน้ำเอาไว้ตามซอกใบได้เล็กน้อย และมีเซลพิเศษสำหรับเก็บน้ำเอาไว้ในใบ ทำให้ทนทานต่อช่วงแห้งแล้งได้ดี ขนาดของต้นแตกต่างกันออกไปจาก 1 นิ้วจนถึง 35 ฟุต หรือมากกว่านี้ การเติบโตอาจเป็นต้นเดี่ยว เป็นพุ่ม เป็นกอ บางครั้งอาจพบพืชตระกูลนี้บนโขดหิน บนที่ราบสูงหรือบนทะเลทราย (อุดม โกสัยสุก, 2536 : 1) สับปะรดเป็นพืชที่ปลูกง่าย การบำรุงรักษาไม่ยากและขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดแต่ดินที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกสับปะรดคือ ดินร่วนปนทราย น้ำไม่ขัง และค่อนข้างเป็นกรด สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล ทนแล้งได้ดี ชอบอากาศชุ่มชื้น ปลูกครั้งเดียวเก็บผลได้ถึง 3 ปี ระยะเวลาปลูก 10 เดือนจึงจะออกผล (ดุลย์จิรา สุขบุญญสถิตย์, 2538 : 5)

พันธุ์สับปะรดที่ใช้ปลูกเป็นการค้าโดยทั่วไปอาจแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ตามรูปร่างลักษณะของใบและผล คือ Cayenne , Queen , Pernambuco , Spanish และ Mordilona สำหรับพันธุ์สับปะรดที่ปลูกอยู่ในประเทศไทยจะพบเพียง 3 กลุ่มคือ

1. กลุ่ม Cayenne เป็นกลุ่มที่นิยมปลูกมากที่สุด เพื่อใช้ประโยชน์ทั้งผลสดและใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ Smooth Cayenne หรือพันธุ์ปัตตาเวีย ซึ่งมีลักษณะขอบใบเรียบ ผลมีขนาดประมาณ 1.0 – 2.5 กิโลกรัม รูปร่างค่อนข้างเป็นทรงกระบอก เนื้อมีสีเหลือง มีเยื่อใย (fiber) ปานกลาง ปริมาณกรดและน้ำตาลค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับสับปะรดในกลุ่มอื่น โดยเฉลี่ยมีปริมาณกรดซิตริก 0.3 – 0.7 % และปริมาณน้ำตาล 12 – 16 องศาบริกซ์ ตัวอย่างสับปะรดกลุ่มนี้ในประเทศไทยคือ พันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์นางแล

2. กลุ่ม Queen สับปะรดในกลุ่มนี้มีขนาดของต้นและผลเล็กกว่ากลุ่มแรกเล็กน้อย ใบมีสีเขียวอ่อนมีแถบสีชมพูบริเวณกลางใบ ขอบใบมีหนาม ผลมีขนาดประมาณ 1.0 กิโลกรัม รูปร่างเป็นทรงกระบอก เมื่อสุกเปลือกผลจะมีสีเหลืองเนื้อข้างในมีสีเหลืองเข้ม มีเยื่อใยน้อยกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ตัวอย่างของสับปะรดกลุ่มนี้ในประเทศไทยได้แก่ พันธุ์ภูเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กลุ่ม Spanish สับปะรดกลุ่มนี้มีขนาดของต้นและผลอยู่ระหว่างกลางของ Cayenne และ Queen ขอบใบมีหนามแหลมรูปโค้งงอ ผลมีรูปร่างกลมน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1.0 – 1.5 กิโลกรัม เนื้อข้างในมีสีเหลืองจางและปริมาณเยื่อใยสูง ตัวอย่างของพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์อินทรชิตและพันธุ์ขาว

แหล่งปลูกสับปะรดที่สำคัญของประเทศไทยอยู่ในภาคตะวันตก คือ บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และเพชรบุรี ซึ่งมีพื้นที่ปลูกมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของประเทศ รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก เช่น จังหวัดชลบุรี ระยอง เป็นต้น ในภาคเหนือได้แก่ จังหวัดลำปาง ในระยะหลังพื้นที่ปลูกสับปะรดได้แผ่ขยายออกไปทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้มากขึ้น จังหวัดที่ได้รับการจัดให้เป็นเขตเกษตรเศรษฐกิจสำหรับสับปะรดส่งโรงงานได้แก่ ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี อุทัยธานี ชลบุรี ระยอง ตราด ลำปาง หนองคาย และนครพนม (ธนารักษ์ จังขันธ์และคณะ, 2542 : 4-5)

องค์ประกอบทางเคมีของสับปะรด จะแปรตามพันธุ์ พื้นที่ที่ใช้ปลูก วิธีปลูกและความแก่อ่อนของสับปะรดขณะเก็บเกี่ยว องค์ประกอบทางเคมีของสับปะรดแสดงตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของสับปะรด

องค์ประกอบ	ร้อยละ (น้ำหนักสด)
ปริมาณน้ำ	81.2 – 86.2
ค่าความเป็นกรดในรูปของกรดซิตริก	0.6 – 1.62
ปริมาณน้ำตาล (°Brix)	10.8 – 17.8
เส้นใย	0.30 – 0.61
เถ้า	0.30 – 0.42
ไนโตรเจน	0.045 – 0.115

ที่มา : ณรงค์ ภูผา, 2540 : 20

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในผลไม้จะเปลี่ยนไปตาม metabolic activity เมื่อผลไม้แก่หรือสุก ปริมาณแป้งจะลดลง เพราะเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล รสหวานของผลไม้เกิดจากน้ำตาลกลูโคส ฟรักโทส และซูโครส ซึ่งจะหวานมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของน้ำตาลแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกส่วนหนึ่งของคาร์โบไฮเดรตในผลไม้ คือ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและสารพวกเพคตินที่มีอยู่ตามผนังเซลล์ ซึ่งร่างกายไม่สามารถย่อยได้จึงไม่มีความสำคัญในแง่ที่ให้คุณค่าทางอาหาร แต่มีประโยชน์ต่อการขับถ่ายและสำคัญต่อลักษณะเนื้อของผลไม้ (ดุลย์จิรา สุขบุญญสถิตย์ , 2538 : 6) สำหรับคาร์โบไฮเดรตในสับปะรดแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ประเภทและปริมาณคาร์โบไฮเดรตในสับปะรด

ประเภทคาร์โบไฮเดรต	ร้อยละ (น้ำหนักสด)
กลูโคส	1.0 – 3.2
ฟรักโทส	0.6 – 2.3
ซูโครส	5.9 – 12.0
แป้ง (starch)	<0.002
เซลลูโลส	0.43 – 0.54
เฮกโซแซน	0.10 – 0.15
เพนโตแซน	0.33 – 0.43
เพคติน	0.06 – 0.16

ที่มา : ดุลย์จิรา สุขบุญญสถิตย์, 2538 : 7

2.3 กากสับปะรด

สำหรับประเทศไทยผลผลิตสับปะรดส่วนใหญ่จะถูกแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องชนิดต่าง ๆ เช่น สับปะรดแว่น (pineapple slice) , สับปะรดชิ้นยาว (pineapple spear) , สับปะรดชิ้นใหญ่ (pineapple chunk) , สับปะรดชิ้นลิ้ม (pineapple tidbits) , สับปะรดลูกเต๋า (pineapple cube) และน้ำสับปะรด (pineapple juice) เป็นต้น และถูกส่งออกไปจำหน่ายในตลาดโลก ส่วนเนื้อติดเปลือก , เนื้อติดหัวท้าย , แกน และเศษสับปะรดที่ได้จากการเจียนตาจะถูกนำไปบีบอัดทำเป็นน้ำสับปะรด ส่วนที่เป็นเปลือกจะถูกนำไปบีบอัดเป็นน้ำสับปะรดเช่นกันแต่น้ำสับปะรดที่ได้เรียกว่า mill juice เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะมีของเหลือจากการทำน้ำสับปะรดทั้ง 2 ชนิด คือ กากสับปะรด ซึ่งจะนำไปเป็นอาหารสัตว์ต่อไป (ธนารักษ์ จังขันธ์และคณะ , 2542 : 5)

เมื่อเปรียบเทียบกับกากสับปะรดที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำสับปะรดแล้วปริมาณเส้นใยอาหารยังมีอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ จะมีปริมาณลดลง ดังแสดงตามตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของกากสับปะรด

องค์ประกอบ	ร้อยละ (น้ำหนักสด)
น้ำ	17.82
โปรตีน	3.65
ไขมัน	0.49
เส้นใยอาหาร	13.25
คาร์โบไฮเดรต	60.04
เถ้า	4.75

ที่มา : ธนารักษ์ จังขันธ์และคณะ, 2542 : 6

เมื่อนำกากสับปะรดผงมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า ใยอาหาร โปรตีน ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต (ตารางที่ 7) พบว่า ปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่วิเคาระห์ได้จากกากสับปะรดผงมีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตของกากสับปะรด แต่ปริมาณใยอาหารและไขมันจากกากสับปะรดผงมีมากกว่า ส่วนปริมาณเถ้าและความชื้นมีน้อยกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชนิดพันธุ์ของสับปะรดและกระบวนการผลิตมีมาตรฐานแตกต่างกันจึงทำให้องค์ประกอบเคมีที่วิเคราะห์ได้ต่างกัน

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของกากสับปะรดผง

องค์ประกอบทางเคมี	เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	3.53 ± 0.53
โปรตีน	2.73 ± 0.06
ไขมัน	20.2 ± 0.16
เถ้า	6.61 ± 0.23
ใยอาหาร	26.31 ± 1.91
คาร์โบไฮเดรต	58.81 ± 1.41

ที่มา : ธนารักษ์ จังขันธ์ และคณะ, 2542 : 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เส้นใยอาหาร (dietary fiber)

เส้นใยอาหาร คือ ส่วนประกอบของพืชที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของร่างกายมนุษย์โดยมีองค์ประกอบหลักเป็นพอลิแซ็กคาไรด์(polysaccharides) และลิกนิน(lignin) แม้ว่าเส้นใยอาหารจะไม่ใช่สารอาหาร ไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่ก็มีบทบาทสำคัญต่อร่างกายและการทำหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ในร่างกายอย่างมาก เช่น ควบคุมการทำงานของระบบทางเดินอาหาร ระบบย่อยและระบบดูดซึมของร่างกาย ควบคุมระดับและปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด รวมทั้งระดับปริมาณน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดด้วย เนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ที่มีอยู่ในเส้นใยอาหารเอง (ธนารักษ์ จังขันธ์และคณะ, 2542 : 2) แหล่งที่พบเส้นใยอาหารมากได้แก่ รำข้าว แป้งถั่วเหลือง แป้งข้าวโพด ข้าวโอ๊ต ขนมปังขาว ถั่วแดง ถั่วลิสง ข้าวโพด มันฝรั่ง ผักชี กะหล่ำ เห็ด มะเดื่อ พรุน ลูกเกด พีช ลำไย ส้ม สตรอเบอรี่ ลิ้นจี่ สับปะรด เป็นต้น (ธนวรรณ บุญปั้น, 2537 : 135) เส้นใยอาหารสามารถแบ่งได้ 2 กลุ่มตามองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

1. เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) ประกอบด้วย

ก. เซลลูโลส (cellulose) เป็นสายโพลิแซ็กคาไรด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสต่อกันด้วย บีตา 1,4 เซลลูโลสเป็นส่วนประกอบโครงสร้างหลักของพืชทั่วไป โดยเฉพาะผนังเซลล์ของพืชชั้นสูงในอาหารจำพวกผักและธัญพืชจะมีปริมาณเซลลูโลสสูงถึง 20 – 50 % ของน้ำหนักแห้ง

ข. เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) โครงสร้างหลักจะประกอบด้วยกลุ่มของน้ำตาลหลายชนิด โดยน้ำตาลกลุ่มใหญ่ที่สุด ได้แก่ น้ำตาลที่ประกอบด้วยคาร์บอน 5 ตัว เช่น น้ำตาลไซโลส รองลงมาได้แก่น้ำตาลที่ประกอบด้วยคาร์บอน 6 ตัว เช่น น้ำตาลกาแล็กโทส นอกจากนี้ยังมีน้ำตาลกลุ่มอื่น ๆ ที่ต่ออยู่กับโครงสร้างหลัก เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลอะราบิโนสและกรดกลูโคโลนิก ความแตกต่างของเซลลูโลสกับเฮมิเซลลูโลส คือ เฮมิเซลลูโลสสามารถละลายได้ในสารละลายเบสอ่อน ในพืชสามารถพบเฮมิเซลลูโลสอยู่รวมกับเพกตินแทรกอยู่ในชั้นของผนังเซลล์

ค. ลิกนิน (lignin) เป็นโครงสร้างโพลิเมอร์ที่ไม่ละลายน้ำ เกิดจากการรวมตัวกันของโมเลกุลแอลกอฮอล์ที่มีรูปร่างเป็นวงแหวน เช่น cinnamyl , syringyl , guaicyl

ง. คิวตินและไข พบร่วมกับส่วนที่เป็นโครงสร้างของพืช โดยมีองค์ประกอบของไขมันรวมกับน้ำ ปกติจะพบในปริมาณที่น้อย

2. เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) ส่วนใหญ่ประกอบด้วย

ก. เพกติน (pectin) โครงสร้างเป็นสายโพลิเมอร์ของ D-galacturonic acid ที่ต่อกันแบบแอลฟา 1,4 โดยมีน้ำตาลหลายชนิดที่รวมกันอยู่ในโครงสร้างหลัก เช่น น้ำตาลกาแล็กโตส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแรมโนส น้ำตาลอะราบิโนส เพกติน พบมากในผลไม้ตระกูลส้ม เช่น ส้ม ฝรั่ง และแอปเปิล เป็นต้น

ข. บีตา กลูแคน (β-glucan) ประกอบด้วยสายของน้ำตาลกลูโคสที่ต่อกันแบบ บีตา 1,3 และบีตา 1,4 คุณสมบัติโดยทั่วไปสามารถละลายน้ำได้ มีเพียงส่วนน้อยที่ไม่สามารถละลายน้ำ

ค. กัม (gum) ชนิดต่าง ๆ กัมเป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมาก บางหมู่มีกลุ่มกรดยูโรนิค ไม่มีโครงสร้างทางเคมีที่แน่นอน เช่น วุ้น อัลจิเนต คาราจีแนน เป็นต้น (ธนารักษ์ จังขันธ์และคณะ, 2542 : 2-3)

สมบัติเฉพาะทางกายภาพ 4 ประการของใยอาหารที่มีบทบาทสำคัญต่อร่างกายมีดังนี้

1. Bacterial Degradation of Polysaccharides

เอนไซม์ในลำไส้เล็กของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ไม่สามารถย่อยใยอาหารได้ แต่จุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในลำไส้ใหญ่ สามารถที่จะหมักได้ การถูกย่อยสลายจะเป็นไปได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับชนิดของใยอาหาร

ใยอาหารพวก pectin, mucilages และ gums ซึ่งเป็น soluble dietary fiber จะถูกแบคทีเรียย่อยสลายหมด ในขณะที่ insoluble dietary fiber เช่น cellulose จะถูกย่อยได้น้อยมาก เพียงบางส่วนเท่านั้น กระบวนการย่อยสลาย (fermentation process) นี้ ทำให้มีการเพิ่มจำนวนเซลล์แบคทีเรีย ทั้งจำนวนเซลล์แบคทีเรียที่เพิ่มขึ้น และปริมาณกากอาหารที่ได้จากใยอาหารประเภท insoluble dietary fiber เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีการเพิ่มมวลของอุจจาระ

2. Water Holding Capacity (WHC)

Soluble dietary fiber จำพวก pectin , mucilages และ gum มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ทำให้เกิด gel matrix และมีผลทำให้อาหารที่อยู่ในลำไส้เล็กมีความหนืดเพิ่มขึ้น ฉะนั้นการดูดซึมสารอาหารก็ช้าลง ส่วน insoluble dietary fiber จำพวก cellulose และ hemicelluloses บางชนิดก็มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีเช่นเดียวกัน จึงเป็นสาเหตุของการเพิ่มมวลของอุจจาระ ทำให้อุจจาระมีลักษณะอ่อนนุ่ม และง่ายต่อการขับถ่าย

เมื่อร่างกายได้รับใยอาหารเพิ่มมากขึ้น ระยะเวลาที่กากอาหารอยู่ในลำไส้ใหญ่จะสั้นลง ทั้งนี้เป็นเพราะลักษณะของกากอาหารที่อ่อนนุ่ม และมวลของอุจจาระที่เพิ่มขึ้นจะกระตุ้นให้ลำไส้มีการบีบตัวบ่อยขึ้น

จากสมบัติเฉพาะทางกายภาพดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ใยอาหารมีบทบาทสำคัญโดยตรงต่อการป้องกันโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal diseases)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น โรคท้องผูก (Constipation) โรคริดสีดวงทวารหนัก (Hemorrhoids) ที่มีสาเหตุมาจากแรงดันในช่องท้องสูงขณะเบ่งถ่าย

3. Absorption of Organic Molecules

สมบัติทางกายภาพของใยอาหารในข้อนี้ คือความสามารถในการดูดซับ organic molecules รวมถึงกรดน้ำดี (bile acids) โคเลสเตอรอล (cholesterol) และสารพิษต่าง ๆ (toxic compounds)

ใยอาหารจำพวก pectin , lignin และ gum เป็นตัวดูดซับกรดน้ำดี (bile acid absorbent) ที่ดี จึงเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ อันเนื่องจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1) ถ้ามีกรดน้ำดีอยู่ในลำไส้เป็นเวลานาน แบคทีเรียจะเปลี่ยนกรดน้ำดีเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogens) เช่น apcholic acid, 3-methyl-cholanthrene และlithocholate ฉะนั้นผู้ที่กินอาหารที่มีใยอาหารสูง อุจจาระจะเป็นก้อนโตอ่อนนุ่ม สามารถจับกรดน้ำดีได้มาก และอุจจาระถูกขับถ่ายออกภายใน 24 ชั่วโมง กรดน้ำดีที่ปนในอุจจาระไม่มีเวลาพอที่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่จะเปลี่ยนเป็นสารก่อมะเร็ง นอกจากนี้ใยอาหารยังสามารถดูดซับสารพิษที่ปนอยู่ในอาหาร และขับถ่ายออกมาพร้อมอุจจาระ ทำให้โอกาสที่จะเป็นมะเร็งลำไส้ (Colorectal cancer) น้อยลง

2) ในสภาพปกติ ร่างกายจะสร้างและเผาผลาญโคเลสเตอรอลให้อยู่ในสภาพเป็นกรดน้ำดีที่ตับ แล้วเคลื่อนย้ายออกมาสู่ลำไส้เล็ก กรดน้ำดีจะเปลี่ยนเป็นเกลือน้ำดี (bile salts) เพื่อทำหน้าที่ช่วยย่อยและดูดซึมไขมัน หลังจากนั้นกรดน้ำดีจะถูกดูดซึมกลับเข้าสู่ร่างกายตับจะเผาผลาญโคเลสเตอรอลและกรดน้ำดีได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปริมาณกรดน้ำดีที่ถูกดูดซึมกลับที่ลำไส้ เมื่อใยอาหารจับกรดน้ำดีไว้ และขับถ่ายออกไปพร้อมอุจจาระจึงมีการเผาผลาญโคเลสเตอรอลมากขึ้นเพื่อรักษาระดับเกลือน้ำดีในลำไส้เล็กให้คงที่ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจึงมีผลในการลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือดได้ ฉะนั้นโอกาสที่เสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน (Coronary heart disease) และโรคภาวะไขมันในเลือดสูง (Hyperlipidaemia) ก็ลดน้อยลง

4. Cation Exchange Capacity

ในอาหารที่มีใยอาหารสูง จะมีการจับตัวกับแร่ธาตุ และ electrolytes บางชนิด ทำให้ขับถ่ายออกมาพร้อมกับอุจจาระ เป็นผลให้ร่างกายดูดซึมแร่ธาตุบางตัวลดลง

นอกจากนี้ ใยอาหารที่ได้จากเมล็ดธัญพืช (cereal fiber) ยังมีสาร phytate หรือ phytic acid ซึ่งมีความสามารถในการจับแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น Ca , Fe , Mg , Zn และ P ถ้าร่างกายได้รับใยอาหารจากเมล็ดธัญพืชมากเกินไป ก็เป็นผลทำให้ร่างกายขาดแร่ธาตุบางตัวได้ (กรุณา ชัยเสถียร, 2536 : 11-13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ประโยชน์ของเส้นใยอาหารสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ทั้ง 2 ด้าน คือ

1. ด้านการแพทย์ เนื่องจากโครงสร้างของเส้นใยอาหารมีลักษณะคล้ายฟองน้ำและมีประจุไฟฟ้า จึงสามารถยึดจับกับสารอาหาร กรด น้ำดี สารพิษ และสารก่อมะเร็งต่าง ๆ ได้ดี โดยยึดเกาะในขณะที่เส้นใยอาหารเคลื่อนตัวไปตามระบบทางเดินอาหาร ระบบดูดซึมและย่อยอาหารของร่างกาย

2. ด้านอาหารและโภชนาการ การนำเส้นใยอาหารไปใช้ขึ้นอยู่กับประเภทของอาหารชนิดของอาหาร และจุดประสงค์ในการใช้ประโยชน์จากเส้นใยอาหารและคุณสมบัติทางเคมีของเส้นใยอาหารนั้น (ธนารักษ์ จังขันธ์และคณะ, 2542 : 3)

ปริมาณใยอาหารที่ร่างกายควรได้รับ

สถาบันมะเร็งแห่งชาติ (The National Cancer Institute) สมาคมโรคหัวใจ (The American Heart Association) และสมาคมโรคเบาหวาน (The American Diabetes Association) แห่งสหรัฐอเมริกา แนะนำว่า ปริมาณใยอาหารที่ร่างกายควรได้รับคือ 25 - 35 กรัม/คน/วัน (กรุณา ชัยเสถียร, 2536 : 13)

การเติมเส้นใยอาหารสามารถใช้ได้ทั้งในรูปที่สกัดเฉพาะเส้นใยอาหารบางส่วนมาใช้งาน ได้แก่ เซลลูโลส หรืออาจใช้ในรูปของเส้นใยอาหารจากพืชที่มีเส้นใยอาหารหลายชนิดอยู่ด้วยกัน เช่น รำข้าว ซึ่งประกอบด้วยเส้นใยอาหารหลายชนิด ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน แต่การนำเซลลูโลสและ soy fiber มาใช้งานพบว่าการใช้เซลลูโลสจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเส้นใยอาหารมากกว่าเมื่อใช้ในปริมาณใกล้เคียงกัน (ณัฐญา โกมลมณี , 2541 : 19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40300

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

3.1 วัตถุดิบ

1. แกนสับปะรด
2. แป้งมันสำปะหลัง
3. แป้งสาลี
4. พริกไทย
5. น้ำตาล
6. น้ำมันพืช
7. เกลือป่น
8. กระเทียม

3.2 สารเคมี

1. กรดกำมะถัน (H_2SO_4) 0.225 N
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.312 N

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หม้อ
2. ทัพพี
3. ตะหลิว
4. กะละมัง
5. เตาแก๊ส
6. ลังถึง
7. กระทะ
8. มีด
9. ถาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. จาน
11. แก้ว
12. ถุงพลาสติก
13. ตู้เย็น
14. เครื่องชั่ง
15. ตู้อบลมร้อน
16. เครื่องสไลด์
17. เครื่อง Blender
18. ผ้าขาวบาง
19. บีกเกอร์
20. ชุดวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านความชื้น , เส้นใย , เถ้า

3.4 วิธีการดำเนินงาน

1. สูตรการทำข้าวเกรียบจากเส้นใยสับปะรดที่มีปริมาณกากใยสับปะรดแตกต่างกัน 0, 10, 20, 30, 40 % และมีส่วนผสมอื่นเท่ากัน มีทั้งหมด 5 สูตร ดังนี้

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 0 % (กรัม)	สูตรที่ 2 10 % (กรัม)	สูตรที่ 3 20 % (กรัม)	สูตรที่ 4 30 % (กรัม)	สูตรที่ 5 40 % (กรัม)
กากสับปะรด	0	100	200	300	400
แป้งมันสำปะหลัง	1000	1000	1000	1000	1000
แป้งสาลี	150	150	150	150	150
เกลือป่น	10	10	10	10	10
พริกไทยป่น	18	18	18	18	18
น้ำตาลทราย	24	24	24	24	24
กระเทียมโขลกละเอียด	30	30	30	30	30

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการนวดแป้งจะใช้ในปริมารที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปริมาณส่วนผสมถ้ามีส่วนผสมมากก็จะใช้น้ำในการนวดมากเพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แปรรูปแกนสับปะรดให้เป็นผง โดยการอบแห้ง

แกนสับปะรดสด

↓

แกนสับปะรด สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ

↓

ปั่นด้วยเครื่อง blender กับน้ำสะอาด ให้ละเอียด

↓

กรองเอาน้ำออกด้วยผ้าขาวบาง

↓

นำกากที่ได้เกลี่ยใส่ถาดแล้วอบให้แห้งด้วย tray dryer ที่ 65 ^{0}C นาน 8 ชั่วโมง

↓

นำกากที่อบแห้งแล้วบดด้วยเครื่องบด blender

↓

ร่อนด้วยตะแกรงแล้วเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท

3. ผสมส่วนผสมทั้งหมด โดยใช้อัตราส่วนของกากสับปะรดในปริมาณ 0, 10, 20, 30, 40 % ของน้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง ดัดแปลงจากสูตรการทำข้าวเกรียบปลา (สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, ม.ป.ป. :21-23) ซึ่งมีสูตรดังนี้

เนื้อปลา	600	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	1000	กรัม
เกลือป่น	10	กรัม
พริกไทยป่น	18	กรัม
น้ำตาลทราย	24	กรัม
กระเทียมโขลกละเอียด	30	กรัม

ในการทำข้าวเกรียบจะต้องมีการเติมแป้งสาลีลงไปเพื่อให้ข้าวเกรียบพองตัวได้มากและมีความกรอบสูงโดยเติมลงไปในปริมาณ 15 % ของน้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง (ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก และคณะ, 2541 : 125 – 132)

แป้งสาลี	150	กรัม

4. ทำการนวดจนสังเกตว่าเนื้อแป้งเข้ากันดี แป้งไม่ติดมือ

5. แบ่งแป้งใส่ถุงพลาสติกที่เตรียมไว้ เพื่อป้องกันการติดกันของก้อนแป้งเมื่อพองตัว พยายามจัดรูปร่างให้เป็นทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำแป้งที่ได้ไปนึ่ง เวลาที่ใช้นึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ในการนวดแป้ง ถ้าใช้ปริมาณน้ำมากระยะเวลาในการนึ่งจะใช้เวลาน้อยเพราะเมื่อน้ำในก้อนแป้งถูกความร้อนจะทำให้แป้งสุกเร็วขึ้น นึ่งจนแป้งสุกสังเกตได้จากความใสของเนื้อแป้งเมื่อแป้งสุกแล้วพักไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

7. แช่ตู้เย็นประมาณ 12 ชั่วโมง เพื่อไม่ให้ก้อนแป้งเหนียวติดมือ

8. นำมาตัดเป็นแผ่น ๆ โดยใช้เครื่องสไลด์

9. อบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60 ^{0}C เวลา 3 ชั่วโมง

10. เก็บแผ่นข้าวเกรียบที่แห้งแล้วใส่ถุงพลาสติก ผนึกปากถุงเพื่อกันอากาศเข้า

11. ทอดโดยใช้การทอดแบบจุ่มน้ำมัน (Deep fat frying)

แปรรูปกากสับปะรดให้เป็นผง

↓

ผสมส่วนผสมทั้งหมด โดยใช้กากสับปะรดที่ 0, 10, 20, 30, 40 %

↓

นวดส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน

↓

แบ่งแป้งใส่ถุงพลาสติก จัดรูปร่างให้เป็นทรงกระบอก

↓

นำไปนึ่ง เมื่อสุกแล้วพักไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

↓

แช่ตู้เย็นประมาณ 12 ชั่วโมง

↓

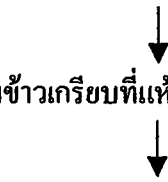
นำมาตัดเป็นแผ่น โดยใช้เครื่องสไลด์

↓

อบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ อุณหภูมิ 60 °C เวลา 3 ชม.

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการทำข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรด

3.5 การเก็บผลการทดลอง

3.5.1 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส

หลังจากได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากเส้นใยสับปะรดแล้วนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยพิจารณาในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส รวมทั้งการยอมรับโดยรวมของข้าวเกรียบ โดยใช้แบบทดสอบการยอมรับ และผู้ทดสอบ 20 คน โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากเส้นใยสับปะรดและให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสว่าตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากเส้นใยสับปะรดที่มีปริมาณกากใยสับปะรดแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0 % ,10 % , 20 % , 30 % และ 40 % ได้มากน้อยเพียงใด โดยมีช่วงของการยอมรับซึ่งให้เป็นคะแนนได้ดังนี้ ถ้าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบได้มากที่สุดให้คะแนนเท่ากับ 5 และยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบได้มากให้คะแนนเท่ากับ 4 ถ้ายอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบได้ปานกลางให้คะแนนเท่ากับ 3 ถ้าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ได้น้อยให้คะแนนเท่ากับ 2 และถ้าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ได้น้อยที่สุดให้คะแนนเท่ากับ 1 ซึ่งผู้ทดสอบชิมสามารถเขียนข้อเสนอแนะได้ตอนท้ายของแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบ ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบจากเส้นใยสับปะรด แสดงในภาคผนวก ก.

3.5.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบจากเส้นใยสับปะรด โดยทำการทดลองแบบ Proximate analysis ตามวิธี AOAC (1990) ซึ่งวิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ข. ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านต่าง ๆ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture contents)
2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านเยื่อใย
3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านปริมาณเถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.7 การวางแผนการทดลอง

การทดลองผลิตข้าวเกรียบจากเส้นใยสับปะรดที่ปริมาณกากใยสับปะรดแตกต่างกัน คือ 0 % , 10 % , 20 % , 30 % และ 40 % ซึ่งให้ผู้บริโภคทดสอบคุณภาพของข้าวเกรียบทางประสาทสัมผัส จำนวน 20 คน โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีวิเคราะห์แบบ Analysis of variance (ANOVA) ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD (Least significant difference) เพื่อต้องการศึกษาปริมาณของกากใยสับปะรดที่เหมาะสมในการทำข้าวเกรียบที่ผู้บริโภคยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของข้าวเกรียบได้ และนำข้าวเกรียบจากเส้นใยสับปะรดนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีทางด้านความชื้น การหาปริมาณเยื่อใย และการหาปริมาณเถ้า

3.8 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2543 - เดือนเมษายน พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การเพิ่มปริมาณกากใยอาหารจากเส้นใยสับปะรดในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบโดยใช้ปริมาณกากใยที่แตกต่างกันคือ 0, 10, 20, 30 และ 40% โดยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคหลังการทอดข้าวเกรียบ และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

4.1 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

ตารางที่ 8 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ของข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดในปริมาณ 0, 10, 20, 30 และ 40 %

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
A[1/]	2.88[b 2/]	2.91[b]	2.91[b]	3.28[b]	2.69[b]
B	3.98[a]	3.53[a]	3.89[a]	4.09[a]	3.68[a]
C	2.98[b]	2.96[b]	2.91[b]	3.31[b]	2.98[b]
D	2.79[b]	2.71[b]	2.56[c]	2.73[c]	2.64[b]
E	1.88[c]	2.68[b]	2.09[d]	1.58[d]	1.83[c]

[1/] ตัวอย่าง

A = ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 0 %

B = ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10 %

C = ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 20 %

D = ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 30 %

E = ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 40 %

[2/] คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 0, 10, 20, 30 และ 40 % โดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คน ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบทั้ง 5 สูตร เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$) ด้านสี ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10 % มีคะแนนการยอมรับสูงสุด ซึ่งแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) รองลงมา คือ ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 20, 0, 30 และ 40 % ตามลำดับ โดยข้าวเกรียบที่เพิ่ม กากใยสับปะรดในปริมาณ 0, 20, 30 % มีการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทอดเท่ากันอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนสีของข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10 และ 40 % แตกต่างกันสาเหตุที่สีมีความแตกต่างกันอาจเป็นเพราะมีปริมาณกากใยสับปะรดที่ต่างกันถ้ามีปริมาณกากใยสับปะรดมากเมื่อทอดสีก็จะเป็นสีน้ำตาลเข้มและความหนาบางของข้าวเกรียบไม่สม่ำเสมอเมื่อนำไปทอดสีของข้าวเกรียบจึงมีความแตกต่างกัน ด้านกลิ่น ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10 % มีคะแนนการยอมรับสูงสุด รองลงมา คือ ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 20, 0, 30 และ 40 % ตามลำดับ โดยข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดในปริมาณ 0, 20, 30 และ40% มีการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากเครื่องเทศที่ใช้คือ กระเทียมและพริกไทยซึ่งใช้ในปริมาณที่เท่ากันในแต่ละสูตรจึงทำให้ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนกลิ่นของข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10 % มีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่น ๆ สาเหตุที่กลิ่นมีความแตกต่างอาจเนื่องมาจาก ข้าวเกรียบมีปริมาณกากใยสับปะรดที่แตกต่างกันเพราะปริมาณกากใยที่เพิ่มขึ้นจะทำให้มีกลิ่นของกากสับปะรดเพิ่มขึ้นทำให้กลิ่นมีความแตกต่างกัน ด้านรสชาติ ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10 % มีคะแนนการยอมรับสูงสุด ซึ่งแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) รองลงมา คือ ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 20, 0, 30 และ 40 % ตามลำดับ โดยข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดในปริมาณ 0 และ 20 % มีการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P \leq 0.05$) ส่วนรสชาติของข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10 , 30 และ 40 % แตกต่างกันสาเหตุที่มีรสชาติแตกต่างกันทั้ง ๆ ที่ใช้ส่วนผสมในด้านเครื่องปรุงเท่ากันทุกสูตร ทั้งนี้คงเป็นเพราะปริมาณกากใยสับปะรดที่เติมลงไปในแต่ละสูตรทำให้ไปมีผลต่อรสชาติของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ ด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10 % มีคะแนนการยอมรับสูงสุด รองลงมา คือ ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 20, 0, 30 และ 40 % ตามลำดับ โดยข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 0 และ 20% มีการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P \leq 0.05$) ส่วนเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10, 30และ 40% แตกต่างกันสาเหตุที่เนื้อสัมผัสมีความแตกต่างอาจเป็นเพราะปริมาณกากใยสับปะรดที่แตกต่างกันถ้ามีปริมาณกากใยสับปะรดมากเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบจะแข็ง และความหนาของแผ่นข้าวเกรียบมีความหนามากการพองตัวเกิดน้อย จึงทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบแข็ง ทำให้ข้าวเกรียบทั้ง 5 สูตรมีความแตกต่างกันทางด้านเนื้อสัมผัส ส่วนทางด้านการยอมรับโดยรวมข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10% มีคะแนนการยอมรับสูงสุด โดยมีลักษณะของข้าวเกรียบคือ มีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นรสของเครื่องเทศ มีเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบที่ดีไม่แข็ง ซึ่งแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) รองลงมา คือ ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 20, 0, 30 และ 40% ตามลำดับ โดยข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 0, 20 และ 30% มีการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) ส่วนการยอมรับโดยรวมของข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10, 40% แตกต่างกันสาเหตุที่การยอมรับโดยรวมมีความแตกต่างกันอาจเนื่องมาจากผู้ทดสอบมีความชอบแตกต่างกัน หรือผู้ทดสอบขาดความรู้ความชำนาญในการแยกแยะลักษณะทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบทั้ง 5 สูตร จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ข้าวเกรียบทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยข้าวเกรียบที่เพิ่มปริมาณกากใยสับปะรด 10 % มีเนื้อสัมผัสดีที่สุด ซึ่งได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด

4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรด

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดในปริมาณ 0,10,20,30 และ 40 %

ตัวอย่าง	เถ้า (%)	ความชื้น (%)	เยื่อใย (%)
ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 0 %	1.35	2.15	0.05[1/]
ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 10 %	1.87	2.66	2.82
ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 20 %	2.65	2.76	5.64
ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 30 %	2.94	2.95	8.46
ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 40 %	3.17	3.65	11.28

[1/] ปริมาณเยื่อใยในข้าวเกรียบตามท้องตลาดยี่ห้อ ปูไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดในปริมาณ 0 , 10 , 20 , 30 และ 40 % ได้ผลดังตารางที่ 8

ปริมาณเถ้า พบว่า ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 40 % มีปริมาณเถ้าสูงสุด รองลงมาคือ ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดที่ 30 , 20 , 10 และ 0 % ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณเถ้า 3.17 , 2.94, 2.65 , 1.87 และ1.35 % ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะสับปะรดมีแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น แคลเซียม เหล็ก และฟอสฟอรัส จึงทำให้ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดในปริมาณมากก็จะมีปริมาณเถ้ามากขึ้นด้วย

ปริมาณความชื้น พบว่า ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 40 % มีปริมาณความชื้นสูงสุด รองลงมาคือ ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดที่ 30 , 20 , 10 และ 0 % ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณความชื้น 3.65 , 2.95 , 2.76 , 2.66 และ 2.15 % ตามลำดับ สาเหตุที่มีความชื้นแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำที่ใช้นวดส่วนผสมให้เข้ากันนั้นไม่เท่ากัน เมื่อเพิ่มปริมาณกากใยสับปะรดขึ้น น้ำที่ใช้นวดส่วนผสมก็ใช้ในปริมาณที่มากขึ้นกว่าเดิม ในการนึ่งแป้งให้สุกด้วยไอน้ำนั้นใช้เวลานึ่งไม่เท่ากันโดยข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดในปริมาณสูงจะใช้เวลาในการนึ่งนานกว่าข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดในปริมาณต่ำเพราะมีปริมาณส่วนผสมมากขึ้นและในการอบข้าวเกรียบให้แห้งนั้น มีการวางเรียงข้าวเกรียบแต่ละสูตรบนชั้นแต่ละชั้นของตู้อบ ซึ่งอาจเป็นได้ว่าข้าวเกรียบสูตรที่อยู่ใกล้ตำแหน่งที่ใช้ความร้อนนั้น ความชื้นจะถูกระเหยออกมากกว่าทั้งที่ใช้เวลาในการอบเท่ากัน

อภิชญา ชูบัณฑิตกุล (2542 : 7-8) กล่าวว่า การทำแห้งสามารถทำได้ด้วยวิธีการตากแดดหรืออบที่อุณหภูมิ 47 – 75 °C จนกระทั่งความชื้นในแป้งเหลือ 6 – 12 % ความชื้นที่เหมาะสมควรเป็น 8 % แต่สำหรับข้าวเกรียบที่ขายทั่วไปมีความชื้น 11 – 15 % คุณภาพของข้าวเกรียบหลังทอดแล้วความชื้นในผลิตภัณฑ์ควรมีน้อยกว่า 5 % เพราะถ้ามีความชื้นสูงจะเกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อราและทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่กรอบ ซึ่งจะเห็นว่าข้าวเกรียบที่ไม่เพิ่มกากใยสับปะรดและข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดนั้นมีความชื้นที่เหมาะสม คือ น้อยกว่า 5 %

ปริมาณเยื่อใย พบว่า ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด 40 % มีปริมาณเยื่อใยสูงสุด รองลงมาคือ ข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรดที่ 30 , 20 , 10 และ ข้าวเกรียบจากท้องตลาด ซึ่งมีปริมาณเยื่อใย 11.28 , 8.46 , 5.64 , 2.82 และ 0.05 % ตามลำดับ ธนวรรณ บุญปั้น (2537 : 135) กล่าวว่า สับปะรดมีปริมาณกากใยสูง เมื่อเติมลงไปในผลิตภัณฑ์อาหารก็จะเป็นการเพิ่มกากใยให้กับอาหารได้ เมื่อเทียบกับข้าวเกรียบในท้องตลาดบางชนิดไม่มีปริมาณกากใยอาหารเลยบางชนิดก็มีปริมาณไม่ถึง 1 กรัม ดังเช่นตัวอย่างข้าวเกรียบที่นำมาเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการเพิ่มปริมาณกากใยอาหารจากเส้นใยสับปะรดในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ เพื่อศึกษาปริมาณกากใยสับปะรดที่เหมาะสมในการทำข้าวเกรียบ และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อข้าวเกรียบที่นำกากใยสับปะรดมาเป็นส่วนผสม โดยใช้อัตราส่วนกากใยสับปะรด 0, 10, 20, 30 และ 40 % ของน้ำหนักแป้งมันสำปะหลัง สรุปได้ดังนี้

การเพิ่มปริมาณกากใยสับปะรดในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบในปริมาณ 0, 10, 20, 30 และ 40 % จะมีผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบเวลาทอดโดยเมื่อเพิ่มปริมาณกากใยสับปะรดขึ้น การพองตัวของข้าวเกรียบจะน้อยทำให้ข้าวเกรียบมีเนื้อสัมผัสแข็ง ข้าวเกรียบที่มีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค คือ ข้าวเกรียบที่เพิ่มปริมาณกากใยสับปะรดที่ 10 % มีการพองตัวที่ดีเวลาทอดและมีเนื้อสัมผัสดีที่สุดจากข้าวเกรียบทั้ง 5 สูตร

ผลการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวเกรียบที่เพิ่มปริมาณกากใยสับปะรด 10 % เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบ พบว่า การใช้กากใยสับปะรดเป็นส่วนผสมในข้าวเกรียบนั้น เมื่อเพิ่มปริมาณกากใยสับปะรดขึ้น ปริมาณเยื่อใยและเถ้าก็จะเพิ่มตามไปด้วย โดยข้าวเกรียบที่เพิ่มปริมาณกากใยสับปะรด 40 % พบว่ามีปริมาณเยื่อใยและเถ้าสูงที่สุดและความชื้นของข้าวเกรียบอยู่ในระดับที่เหมาะสม คือ น้อยกว่า 5 %

จากการเพิ่มปริมาณกากใยอาหารจากกากใยสับปะรดในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ พบว่า ข้าวเกรียบที่มีปริมาณกากใยสับปะรด 10% มีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งมีปริมาณเยื่อใย 2.82% เถ้า 1.87% และความชื้น 2.66% เมื่อเทียบกับข้าวเกรียบตามท้องตลาดบางชนิดไม่มีปริมาณกากใยอาหารบางชนิดก็มีไม่ถึง 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ทำการทดลองอย่างละเอียด

2. ควรมีการพัฒนาสูตรหรือปรับอัตราส่วนในการทำข้าวเกรียบที่เพิ่มกากใยสับปะรด เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น หรือนำไปผสมกับแหล่งกากใยชนิดอื่นที่มีมากและราคาถูก เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ดี มีความแปลกใหม่กว่าข้าวเกรียบในท้องตลาดทั่ว ๆ ไป จนสามารถแข่งขันกับข้าวเกรียบชนิดอื่นได้ต่อไปในอนาคต

3. ควรมีการวางแผนการทดลอง ก่อนที่จะทำการทดลองจริงทุกครั้ง เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดได้

4. ในการนวดแป้ง แป้งนิยมทำสุกบางส่วนก่อนด้วยการผสมกับน้ำเดือด นวดให้เข้ากันแล้วจึงค่อยเติมส่วนผสมที่เหลือกับน้ำเย็นทีละน้อย การใช้แป้งสุกน้อยเกินไปจะมีผลทำให้การนวดทำได้ยากจะมีผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบ น้ำที่ใช้ผสมต้องมีปริมาณเหมาะสม เพื่อให้ก้อนแป้งคงตัวและให้เนื้อสัมผัสที่กรอบของข้าวเกรียบ

5. ในการนึ่งระหว่างการนึ่งควรระมัดระวังไม่ให้หยดน้ำหยดลงบนก้อนแป้งมิฉะนั้นแป้งอาจจะเละได้

6. การสไลด์ท่อนข้าวเกรียบอาจสไลด์ด้วยมือหรือด้วยเครื่อง สิ่งที่ต้องระมัดระวัง คือ ความหนาของแผ่น ถ้าแผ่นข้าวเกรียบมีความหนามากการพองตัวเกิดน้อยเนื้อข้าวเกรียบจะแข็งแต่ถ้าแป้งบางการพองตัวจะมีมาก ความหนาที่นิยม คือ 1.0 – 1.75 มิลลิเมตร

7. การสไลด์ท่อนข้าวเกรียบแช่แข็งจะต้องรีบทำอย่างรวดเร็ว เพราะน้ำจากอากาศจะมาควบแน่นที่ผิวหน้าที่เย็นของข้าวเกรียบ ทำให้มีหยดน้ำที่ท่อนข้าวเกรียบ เวลาสไลด์แป้งเหนียวติดเครื่องสไลด์

8. การทอดข้าวเกรียบ หลังจากที่ข้าวเกรียบพองตัวเต็มที่แล้วภายใน 1 – 2 วินาที ถ้าไม่รีบช้อนขึ้นจากน้ำมัน ข้าวเกรียบจะเริ่มไหม้และมีกลิ่นรสขม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรุณา ชัยเสถียร. 2536. การใช้รำข้าวเป็นแหล่งใยอาหารในคุกกี้แคลอรี่ต่ำ. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. น. 8 – 13 .

ครุศาสตร์อุตสาหกรรม ,ภาควิชา. 2540. คู่มือการทำปัญหาพิเศษ. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์-อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 62 น.

จรัญ จันทลักขณา. 2523. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช. 468 น.

ชมพูนุท สีห์โสภณ. 2539. เอกสารประกอบการสอนวิชาควบคุมคุณภาพ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาด-กระบัง. 335 น.

ณรงค์ ภูผา. 2540. การนำกากสับปะรดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาด-กระบัง. 65 น.

ณัฐญา โกมลมณี. 2541. การทดแทนแป้งบางส่วนด้วยเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารเส้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. น. 13-43.

ดุลย์จิรา สุขบุญญสถิตย์. 2538. ตัวแปรที่มีผลต่อการทำแห้งสับปะรดด้วยวิธีออสโมซีสในซูโครสไซรัป. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. น. 5 – 7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดวงใจ ทิระบาลและนงนุช รักสกุลไทย. "ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อคุณภาพของข้าวเกรียบปลา" วารสารอาหาร.ปีที่ 20 เล่ม 1 (2533). น. 11-17.

ธนวรรณ บุญปั้น. " มากินใยอาหารกันเถิด " วารสารอาหาร. ปีที่ 24 เล่ม 2 (เมษายน – มิถุนายน 2537). น. 135-136.

ธนารักษ์ จังขันธ์, พิชญาภรณ์ พุ่มไพศาลชัย และพิมพ์ฤทัย มนต์พงศ์ชัย. 2542. การเสริมใยอาหารจากกากสับปะรดในผลิตภัณฑ์เค้กเนย. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. น. 2-6, 14-34.

นริศรา วาดพนม. 2542. การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบโดยการเติมแป้งถั่วเหลือง. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 50 น.

ปาริชาติ สักกะทำนุ. 2542. คุณค่าอาหารเส้นใยป้องกันบำบัดสรรพโรค. ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์รวมทรรศน์. 111 น.

ปราณิศา เชื้อโพธิ์หัก, นงนุช รักสกุลไทย และดวงเดือน กุลวิลัย. "การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบกุ้ง" วารสารอาหาร. ปีที่ 28 เล่ม 2 (เมษายน-มิถุนายน). น. 125-132.

ปุ่น คงเจริญเกียรติและสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์หยี่เฮง. 358 น.

พรรณี วงศ์ไกรศีทองและณรงค์ นิยมวิทย์. 2530. " การผลิตข้าวเกรียบปลาโดยใช้เครื่องรีดแผ่น" การประชุมวิชาการครั้งที่ 25 สาขาคหกรรมศาสตร์ 3-4 ก.พ. 2530. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. (พิมพ์)

วันเพ็ญ มีสมญา. "ใยอาหารอันทรงคุณค่า" วารสารอาหาร. ปีที่ 28 เล่ม 3 (กรกฎาคม – กันยายน 2541). น. 213-219.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. การแปรรูปสัตว์น้ำ. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 56 น.

อภิชญา ชูบัณฑิตกุล. 2542. ข้าวเกรียบหอมแดง. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 47 น.

อุดม โกสัยสุก. 2536. การปลูกพืชไร่. กรุงเทพฯ : ทิพยวิสุทธิ์. 46 น.

A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of Ossociation of Official Analytical Chemists. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists , Inc., Arlingtom, Virginia. 1298 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างแบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบ Hedonic Scale Test

ชื่อ.....วันที่.....

จงทดสอบคุณภาพด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(Texture) และการยอมรับโดยรวมของข้าวเกรียบแต่ละอย่าง โดยให้คะแนนตามความชอบ – ไม่ชอบ ดังนี้

ชอบมากที่สุด 5

ชอบมาก 4

ชอบปานกลาง 3

ชอบน้อย 2

ชอบน้อยที่สุด 1

ตัวอย่าง เลขที่	ระบุคะแนนแสดงระดับคุณภาพ (5-1)				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
154					
398					
475					
659					
265					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบจากเส้นใยสับปะรดที่ผู้บริโภคยอมรับโดยวิธี AOAC (1990)

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (Moisture contents)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. จานโลหะหรือจานกระเบื้องเคลือบ (porcelain dish) หรือกระป๋องสำหรับหาความชื้น (moisture can)
2. ตู้อบลมร้อน หรือตู้อบสูญญากาศ
3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. โถดูดความชื้น

วิธีการ

1. บันทึกลักษณะตัวอย่าง
2. เตรียมตัวอย่างอาหาร
3. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 5-10 กรัม ใส่ลงในกระป๋องโลหะ (aluminum can) พร้อมฝาปิดที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน ถ้าตัวอย่างมีความหนืดสูงอาจเติมทรายที่อบแห้งและทราบน้ำหนักใส่ลงไปด้วย
4. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3 ชั่วโมง เปิดฝาขณะอบ จากนั้นนำจานโลหะออกจากตู้อบและปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งหาน้ำหนักและนำไปอบซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนได้น้ำหนักคงที่
5. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(A-B) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}}$$

A = น้ำหนัก aluminum can + น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

B = น้ำหนัก aluminum can + น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

ชั่งตัวอย่างอาหาร 5-10 กรัม

↓

นำตัวอย่างอาหารใส่ลงในจานแพลตตินัม หรือจานกระเบื้อง

↓

นำไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

↓

นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

↓

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

ภาพภาคผนวกที่ ข.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านเยื่อใย

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องย่อยเยื่อใย
2. digestion beaker
3. Erlenmeyer flask ที่ติดกับ กรวยแยกที่เป็นกระเบื้อง
4. Crucible
5. เตาเผา
6. ตู้อบ
7. H_2SO_4 1.25 % (0.225 N)
8. NaOH 1.25 % (0.312 N)
9. น้ำกลั่น

วิธีการ

1. บันทึกลักษณะตัวอย่างอาหาร
2. นำตัวอย่างที่สกัดไขมันและระเหยความชื้นออกแล้ว บดแล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใส่ตัวอย่างลงใน digestion beaker แล้วเติมสารละลายกรดกำมะถัน 1.25 % (ที่อุ่นให้ร้อนในโถแก้ว) จำนวน 200 มิลลิลิตร นำไปย่อยนาน 30 นาที เพื่อสลายคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนโดยระหว่างการย่อยนำลูกแก้วที่เป็นตัวระบายความร้อนวางปิดบน Digestion beakre

4. เมื่อย่อยเสร็จแล้วกรองตะกอนผ่านผ้ากรองบน ผูกผ้าขาวบางให้ตึงกับกรวยแยกที่ต่อกับ Erlenmeyer flask

5. ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนประมาณ 3 ครั้ง จนหมดกรด

6. ใช้ช้อนสแตนเลสขูดตะกอนกลับลงในบีกเกอร์ แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 % ที่ร้อนจำนวน 200 มิลลิลิตร นำไปย่อยนาน 30 นาที โดนในระหว่างการย่อยนำลูกแก้วที่เป็นตัวระบายความร้อนวางปิดบน Digestion beaker เหมือนเดิม

7. กรองตะกอนที่ย่อยเสร็จแล้วกรองผ่านผ้าขาวบางโดยผูกผ้าให้ตึงติดกับกรวยแยกที่ต่อกับ Erlenmeyer flask ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง

8. ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 3 ครั้งจนหมดด่าง

9. นำช้อนสแตนเลสขูดตะกอนใส่ลงใน Crucible ไปอบแห้งในตู้อบ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักไว้

10. แล้วนำไปเผาใน muffle furnace ที่ 550 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักไว้ น้ำหนักที่หายไป คือ น้ำหนักของเยื่อใย

11. คำนวณหาปริมาณเยื่อใยในตัวอย่างอาหาร

$$\% \text{ เยื่อใย} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไปเป็นกรัม} \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย

ชั่งตัวอย่างอาหาร 1 g (Fo)

↓

นำตัวอย่างอาหารใส่ลงใน crucible

↓

นำ Erlenmeyer flask ไปต่อกับกรวยกรองที่เป็นกระเบื้อง

↓

เติม 1.25 % H_2SO_4 (ที่เดือด) 200 ml

↓ ⟶ ต้มให้เดือด 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรองตะกอนด้วยผ้าขาวบางที่ผูกตึงไว้กับกรวยกรอง

↓

ล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง ใช้ช้อนสแตนเลสขูดตะกอนกลับลงไปใน digestion beaker

↓

เติม 1.25 % NaOH (ที่เดือด) 200 ml

↓ → ต้มให้เดือด 30 นาที

กรองตะกอนด้วยผ้าขาวบางที่ผูกตึงไว้กับกรวยกรอง

↓

ล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง จนหมดด่าง

↓

กรองตะกอนด้วยผ้าขาวบางที่ผูกติดกับกรวยกรอง

↓

นำช้อนสแตนเลสขูดตะกอนออกนำไปใส่ใน crucible ไปอบที่ 250 ^{0}C นาน 2 ชั่วโมง

↓

ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

↓

ชั่งน้ำหนัก (F1)

↓

นำไปเผาที่ 550 ^{0}C นาน 30 นาที

↓

ทำให้เย็นใน Discator

↓

ชั่งน้ำหนัก (F2)

↓

หา % Crude Fiber = $\frac{F1 - F2}{Fo} \times 100$

ภาพภาคผนวกที่ ข.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านปริมาณเถ้า

อุปกรณ์และสารเคมี

1. จานแพลตตินัม หรือจานกระเบื้อง
2. เตาเผา (muffle furnace)
3. โถดูดความชื้น
4. กระดาษกรองเบอร์ 40
5. กรดกำมะถันเข้มข้น (conc. H_2SO_4) หรือกรดเกลือ (HCl)
6. กรดเกลือเข้มข้น 2 N

วิธีการ

1. บันทึกลักษณะตัวอย่างอาหาร
2. เตรียมตัวอย่างอาหาร
3. เตรียมจานสำหรับใส่ตัวอย่างอาหาร เขียนหมายเลขไว้ที่ตัวจานป้องกันการผิดพลาด
4. เผาจานแพลตตินัมหรือจานกระเบื้องซิลิก้าที่อุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งหาน้ำหนักของจานเปล่า

ก. การหาปริมาณเถ้าทั้งหมด (total ash)

1. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 2-5 กรัม ใส่ลงในจานสำหรับหาเถ้า ถ้าตัวอย่างเป็นของเหลวให้นำไปทำให้แห้งบนหม้อต้มน้ำที่ปรับอุณหภูมิได้
2. นำตัวอย่างอาหารไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 500-550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว ไม่มีส่วนที่เป็นสีดำเหลืออยู่ (ระยะเวลาที่ใช้เผาขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณตัวอย่าง) นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักเถ้า
3. คำนวณ % เถ้า (% Total ash) = $\frac{\text{น้ำหนักเถ้า} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$

ขั้นตอนการหาปริมาณเปอร์เซ็นต์เถ้าทั้งหมด (% Total ash)

ชั่งตัวอย่างอาหาร 2-5 กรัม

↓

นำตัวอย่างอาหารใส่ลงในจานแพลตตินัม หรือจานกระเบื้อง

↓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำตัวอย่างไปเผาที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส

↓

เผาจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว

↓

ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

↓

คำนวณหา % เถ้า (% Total ash)

ภาพภาคผนวกที่ ข.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเปอร์เซ็นต์เถ้าทั้งหมด (% Total ash)

ข. การหาปริมาณเถ้าที่ละลายและไม่ละลายในกรด (acid soluble and insoluble ash)

Soluble ash หมายถึง แร่ธาตุต่าง ๆ ในตัวอย่างอาหารที่มีคุณค่าทางอาหาร เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม โซเดียม คลอไรด์ ซัลเฟตและฟอสเฟต ส่วน Acid insoluble ash (AIA) หมายถึง แร่ธาตุพวกไม่มีคุณค่าอาหาร เช่น แร่ธาตุต่างๆ ที่รวมกันเป็นสารประกอบที่ไม่สามารถละลายในกรดเกลือได้ และสารจำพวก Silica

1. นำเถ้าทั้งหมดที่ได้จากข้อ ก. มาเติมกรดเกลือความเข้มข้น 10 N จำนวน 3-4 มิลิลิตร นำไประเหยแห้งบน hot plate โดยใช้ไฟอ่อน ๆ (เพื่อกันการกระเด็นของกรด) นานประมาณ 1 ชั่วโมง

2. เติมกรดเกลือ (HCl) 2 N จำนวน 20-25 ml ต้มต่อไปนาน 5-10 นาที

3. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 40 ชนิดปราศจากเถ้า แล้วล้างตะกอนที่กรองได้บนกระดาษด้วยน้ำร้อน ล้างจนหมดกรด (ทดสอบโดยกระดาษลิตมัส)

4. นำกระดาษกรองที่มีตะกอนไปใส่ในจานสำหรับหาเถ้าใบเดิม แล้วนำไปเผาซ้ำในเตาเผาให้เป็นเถ้าอีกครั้งหนึ่งนาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่ได้

5. คำนวณหาปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด

$$\% \text{ ของเถ้าที่ไม่ละลายในกรด} = \frac{(A-B) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

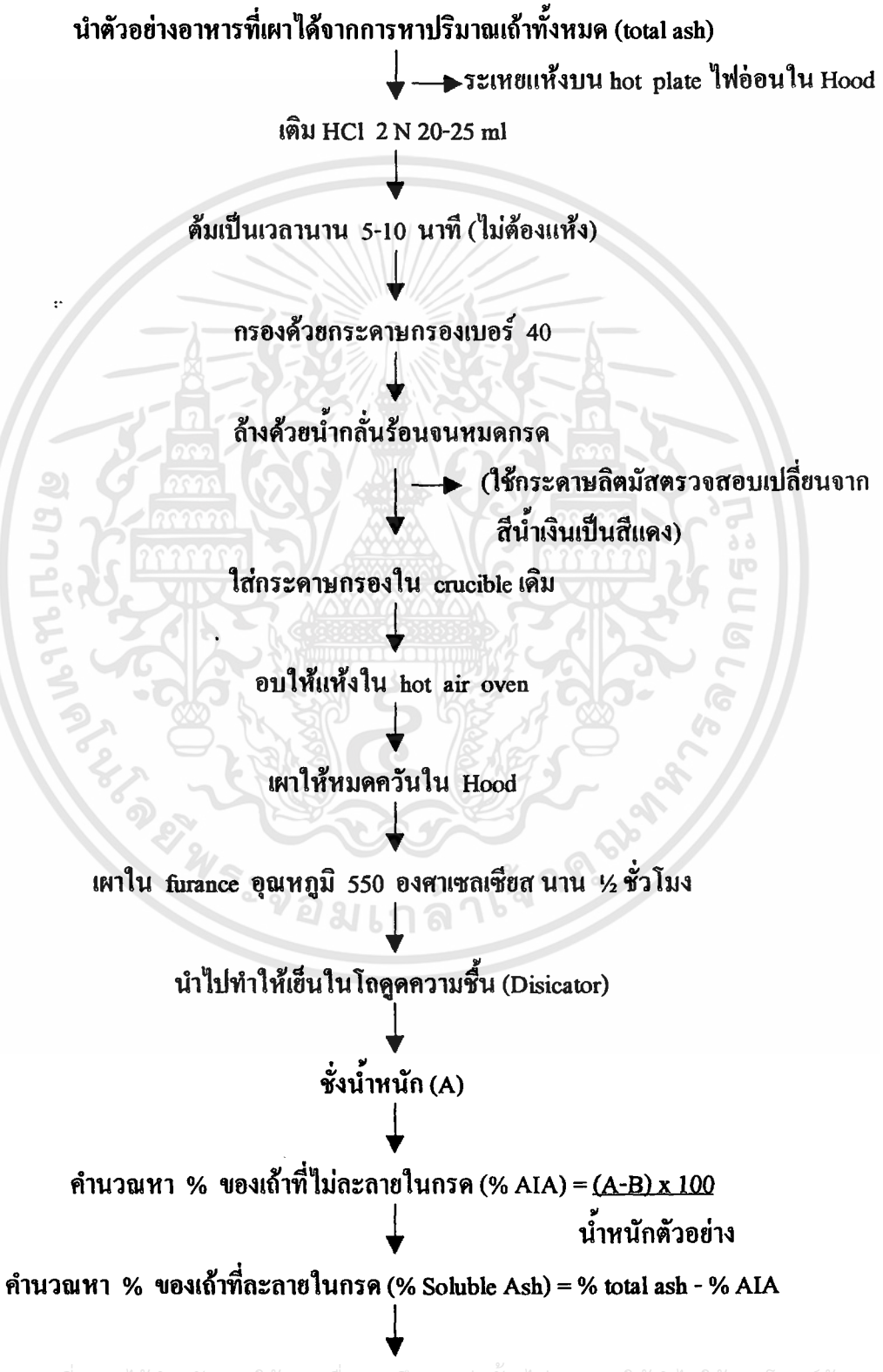
A : น้ำหนักถ้วยเผา + เถ้า

B : น้ำหนักถ้วยเผา

% ของเถ้าที่ละลายในกรด = % Total ash – % AIA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าที่ละลายและไม่ละลายในกรด (acid soluble and insoluble ash = AIA)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

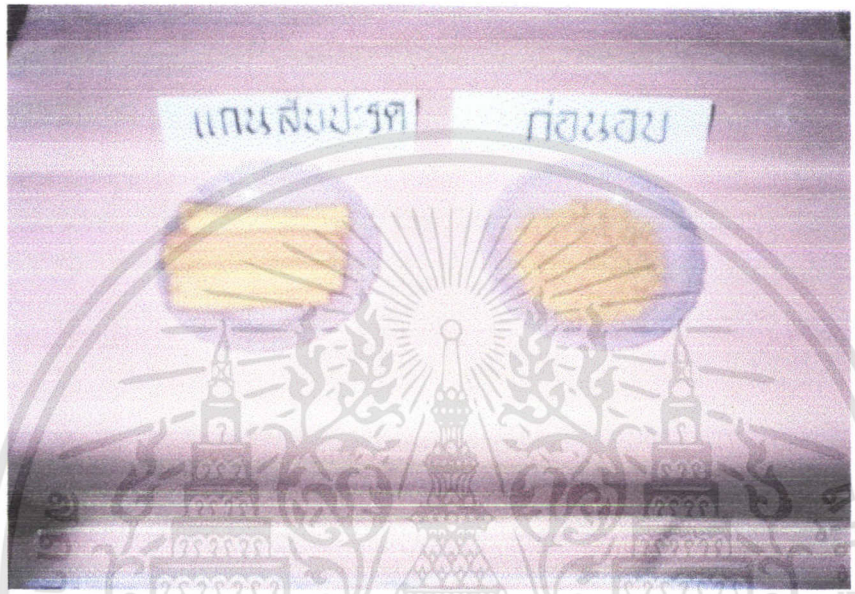
↓

ปริมาณ % เถ้า

<u>ภาพภาคผนวกที่ ข.4</u> ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าที่ละลายและไม่ละลายในกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.



ภาพภาคผนวกที่ ค.1 แกนสับปะรดสดและแกนสับปะรดบดก่อนอบแห้ง

ภาพภาคผนวกที่ ค.2 แกนสับปะรดบดหลังอบแห้งและแกนสับปะรดป่นเป็นผงหลังอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ ค.3 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบก่อนทอดในปริมาณกากใยสับปะรด 10 % และ 20 %

ภาพภาคผนวกที่ ค.4 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบก่อนทอดในปริมาณกากใยสับปะรด 30 % และ 40 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ ค.5 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหลังทอดในปริมาณกากใยสับปะรด 10 % และ 20 %

ภาพภาคผนวกที่ ค.6 ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหลังทอดในปริมาณกากใยสับปะรด 30 % และ 40 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

จากการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรดโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ในการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ จากนั้นนำผลที่ได้จากการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสแล้ว นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ในเรื่อง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยมีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ซึ่งปรากฏผลดังนี้

การกำหนดสัญลักษณ์มีดังนี้

A = ใช้ปริมาณเส้นใยสับปะรด 0 เปอร์เซ็นต์
B = ใช้ปริมาณเส้นใยสับปะรด 10 เปอร์เซ็นต์
C = ใช้ปริมาณเส้นใยสับปะรด 20 เปอร์เซ็นต์
D = ใช้ปริมาณเส้นใยสับปะรด 30 เปอร์เซ็นต์
E = ใช้ปริมาณเส้นใยสับปะรด 40 เปอร์เซ็นต์

การกำหนดการให้คะแนนสำหรับผู้บริโภค

5 = ชอบมากที่สุด
4 = ชอบมาก
3 = ชอบปานกลาง
2 = ชอบน้อย
1 = ชอบน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี

ผู้ทดสอบ ลำดับ	A = 0% 154	B = 10% 265	C = 20% 398	D = 30% 659	E = 40% 475	Total
1	3.00	3.00	3.00	3.00	1.33	13.33
2	2.66	3.00	3.00	3.00	1.33	12.99
3	2.66	3.00	3.00	3.00	1.00	12.66
4	3.00	3.66	3.00	3.00	3.00	15.66
5	3.00	4.66	3.00	3.00	2.33	15.99
6	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	16.00
7	2.66	4.00	3.00	3.00	1.66	14.32
8	3.00	5.00	3.00	3.00	1.66	15.66
9	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	15.00
10	3.00	4.33	3.00	3.00	2.00	15.33
11	2.66	4.33	3.00	3.00	2.00	14.99
12	3.00	3.66	3.00	2.00	1.00	12.66
13	3.00	5.00	3.00	2.00	2.00	15.00
14	3.00	4.00	3.33	2.33	2.00	14.66
15	3.00	4.00	2.66	2.66	1.00	13.32
16	2.33	4.00	3.00	2.66	1.66	13.65
17	3.00	4.33	2.66	2.33	2.66	14.98
18	3.00	4.00	3.00	3.00	2.33	15.33
19	2.66	3.66	3.00	3.00	2.00	14.32
20	3.00	4.00	3.00	3.00	1.66	14.66
Total	57.63	79.63	59.65	55.98	37.62	290.51
Sample Mean	2.88	3.98	2.98	2.79	1.88	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรดในด้านสี มีดังนี้

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	4	44.504	11.126	71.780**	2.49
Judges	19	4.430	0.233	1.503	1.72
Error	76	11.804	0.155		
Total	99	60.738			

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น

ผู้ทดสอบ ลำดับ	A = 0% 154	B = 10% 265	C = 20% 398	D = 30% 659	E = 40% 475	Total
1	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	15.00
2	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	15.00
3	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	16.00
4	2.66	3.00	3.00	3.00	2.00	13.66
5	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	14.00
6	2.66	3.00	3.00	3.00	2.00	13.66
7	2.66	3.00	2.66	2.33	2.66	13.31
8	3.00	4.00	3.00	2.33	2.00	14.33
9	3.00	3.33	3.00	2.66	2.66	14.65
10	3.00	3.33	3.00	3.00	2.66	14.99
11	3.33	4.00	3.00	2.00	3.00	15.33
12	2.66	4.00	3.00	2.00	3.00	14.66
13	3.00	3.66	3.00	3.00	3.00	15.66
14	3.00	3.33	3.00	3.00	3.00	15.33
15	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	16.00
16	2.66	3.33	2.66	2.66	3.00	14.31
17	3.00	3.66	3.00	2.66	2.66	14.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น (ต่อ)

ผู้ทดสอบ ลำดับ	A = 0% 154	B = 10% 265	C = 20% 398	D = 30% 659	E = 40% 475	Total
18	2.66	4.00	3.00	2.00	2.00	13.66
19	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	16.00
20	3.00	4.00	3.00	2.66	3.00	15.66
Total	58.29	70.64	59.32	54.30	53.64	296.19
Sample mean	2.91	3.53	2.96	2.71	2.68	

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรดในด้านกลิ่น มีดังนี้

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	4	9.331	2.332	22.423**	2.49
Judges	19	2.754	0.144	1.384	1.72
Error	76	7.932	0.104		
Total	99	20.017			

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ

ผู้ทดสอบ ลำดับ	A = 0% 154	B = 10% 265	C = 20% 398	D = 30% 659	E = 40% 475	Total
1	3.00	4.00	2.00	2.00	2.00	13.00
2	3.00	4.00	2.00	2.00	2.00	13.00
3	3.00	4.00	3.00	2.00	2.00	14.00
4	2.66	3.00	3.33	3.00	2.00	13.99
5	3.00	4.00	3.00	3.00	2.33	15.33
6	3.00	4.00	3.00	2.00	2.00	14.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ (ต่อ)

ผู้ทดสอบ ลำดับ	A = 0% 154	B = 10% 265	C = 20% 398	D = 30% 659	E = 40% 475	Total
7	3.00	4.33	3.00	3.00	1.66	14.99
8	2.66	4.00	2.33	3.00	1.66	13.65
9	3.00	3.66	2.66	2.33	1.33	12.98
10	2.66	4.00	3.00	2.00	2.00	13.66
11	3.00	4.33	3.00	2.00	2.00	14.33
12	2.66	4.00	3.00	2.33	2.00	13.99
13	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	15.00
14	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	16.00
15	2.66	4.00	3.66	2.33	3.00	15.65
16	3.33	3.33	3.00	2.66	2.00	14.32
17	3.00	4.00	3.33	3.00	2.00	15.33
18	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	15.00
19	2.66	3.66	3.00	3.00	3.00	15.32
20	3.00	3.66	3.00	2.66	2.00	14.32
Total	58.29	77.97	58.31	51.31	41.98	287.86
Sample mean	2.91	3.89	2.91	2.56	2.09	

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรดด้านรสชาติ มีดังนี้

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	4	34.973	8.743	67.775**	2.49
Judges	19	3.098	0.163	1.263	1.72
Error	76	9.836	0.129		
Total	99	47.907			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส

ผู้ทดสอบ ลำดับ	A = 0% 154	B = 10% 265	C = 20% 398	D = 30% 659	E = 40% 475	Total
1	3.00	3.00	4.00	3.00	2.00	15.00
2	3.00	3.00	4.00	3.00	2.00	15.00
3	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	14.00
4	3.00	5.00	4.00	3.00	2.00	17.00
5	4.00	5.00	2.66	3.00	1.66	16.32
6	3.00	5.00	2.66	2.00	1.66	14.32
7	3.00	4.00	3.00	3.00	1.00	14.00
8	4.00	5.00	3.33	3.00	1.00	16.33
9	3.00	4.00	3.00	3.00	1.66	14.66
10	3.00	4.00	3.33	2.66	1.33	14.32
11	4.00	4.66	4.00	2.00	1.66	16.32
12	3.66	4.00	3.00	2.00	1.00	13.66
13	3.00	4.00	3.66	2.00	1.33	13.99
14	4.00	4.66	3.00	2.66	1.66	15.98
15	3.00	4.00	3.00	2.66	1.00	13.66
16	3.00	4.00	3.66	3.00	1.66	15.32
17	3.00	3.66	3.00	3.66	1.66	14.98
18	3.00	4.00	3.66	3.00	1.33	14.99
19	3.66	4.00	3.33	2.66	2.00	15.65
20	3.33	4.00	3.00	2.33	2.00	14.66
Total	65.65	81.98	66.29	54.63	31.61	300.16
Sample mean	3.28	4.09	3.31	2.73	1.58	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรดในด้านเนื้อสัมผัส มีดังนี้

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	4	69.471	17.367	73.902**	2.49
Judges	19	3.701	0.194	0.825	1.72
Error	76	17.902	0.235		
Total	99	91.074			

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับโดยรวม

ผู้ทดสอบ ลำดับ	A = 0% 154	B = 10% 265	C = 20% 398	D = 30% 659	E = 40% 475	Total
1	2.66	3.00	3.00	3.00	2.00	13.66
2	2.66	3.00	3.00	3.00	2.00	13.66
3	2.66	3.00	3.00	3.00	2.00	13.66
4	3.00	3.00	4.00	3.00	2.33	15.33
5	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	15.00
6	2.00	3.66	2.66	3.00	2.00	13.32
7	2.66	3.00	3.00	3.00	1.66	13.32
8	2.66	3.00	3.00	2.66	2.00	13.32
9	3.00	4.00	3.00	2.66	1.66	14.32
10	3.00	4.00	3.00	2.00	2.00	14.00
11	2.00	5.00	3.00	2.00	1.00	13.00
12	3.00	3.66	2.66	2.00	2.00	13.32
13	3.00	4.00	2.66	2.33	2.00	13.99
14	3.00	4.00	2.66	2.66	2.00	14.32
15	2.66	3.66	3.00	2.66	1.00	12.98
16	3.00	3.66	3.00	2.33	2.00	13.99
17	2.00	4.00	3.00	3.00	2.00	14.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับโดยรวม (ต่อ)

ผู้ทดสอบ ลำดับ	A = 0% 154	B = 10% 265	C = 20% 398	D = 30% 659	E = 40% 475	Total
18	2.00	4.00	3.00	3.00	1.66	13.66
19	3.00	4.00	3.00	2.00	1.66	13.66
20	3.00	4.00	3.00	2.66	1.66	14.32
Total	53.96	73.64	59.64	52.96	36.63	276.83
Sample mean	2.69	3.68	2.98	2.64	1.83	

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ของข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรดในด้านการยอมรับโดยรวม มีดังนี้

ANOVA

SOV	Df	SS	MS	F_{cal}	$F_{0.05}$
Sample	4	35.552	8.888	50.214**	2.49
Judg	19	1.412	0.074	0.418	1.72
	76	13.469	0.177		
Total	99	50.433			

จากการวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ในคุณลักษณะต่าง ๆ ซึ่งค่าที่คำนวณได้ภายในตาราง ANOVA Analysis สามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ได้จากวิธีการคำนวณได้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง การคำนวณค่า Analysis of variance (RCBD) ทดสอบการยอมรับโดยรวมของข้าวเกรียบจากกากใยสับปะรด

1. การคำนวณหา CF (Correction factor)

$$= (\text{Total})^2 / \text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}$$

$$= \frac{(276.83)^2}{100}$$

$$= 766.348$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom) ของทุกตัวแปร

2.1 df sample

= จำนวนตัวอย่าง - 1

= 5 - 1

= 4

2.2 df judges

= จำนวนผู้ทดสอบ - 1

= 20 - 1

= 19

2.3 df total

= จำนวนการตรวจ - 1

= 100 - 1

= 99

2.4 df Error

= df total - df judges - df Sample

= 99 - 19 - 4

= 76

3. การคำนวณหา SS (Sum of square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

3.1 SS. sample $= \frac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ sample})^2}{\text{(จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ sample)}} - CF$

$= \frac{(53.96^2 + 73.64^2 + ... + 36.63^2)}{20} - 766.348$

$= 35.552$

3.2 SS. judges $= \frac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ judges})^2}{\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges}} - CF$

$= \frac{(13.66^2 + 13.66^2 + ... + 14.32^2)}{5} - 766.348$

$= 1.412$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 SS. total = $\underline{(\text{ผลรวมของค่าการประเมินทุกค่า})^2}$ - CF

= $(2.66^2 + 2.66^2 + ... + 1.66^2)$ - 766.348

= 50.433

3.4 SS. error = SS. total - SS. judges - SS. sample

= 50.433 - 1.412 - 35.552

= 13.469

4. การคำนวณหา MS (mean square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

4.1 MS. Sample = $\frac{\text{SS. sample}}{\text{df sample}}$

= $\frac{35.552}{4}$

= 8.888

4.2 MS. judges = $\frac{\text{SS. judges}}{\text{df judges}}$

= $\frac{1.412}{19}$

= 0.074

4.3 MS. eroor = $\frac{\text{SS. error}}{\text{df error}}$

= $\frac{13.469}{76}$

= 0.177

5. คำนวณหาค่า F (Variance ratio) ของ Sample และ Judges โดยจำแนกได้ดังนี้

5.1 F, Sample = $\frac{\text{MS. sample}}{\text{MS. error}}$

= $\frac{8.888}{0.177}$

= 50.214

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 F, judges $= \frac{\text{MS. judges}}{\text{MS. error}}$

$= \frac{0.074}{0.177}$

$= 0.418$

เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าของตาราง ANOVA Analysis เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในกรณีที่ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P \leq 0.05$) ซึ่งถ้าตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะต้องมีการเปรียบเทียบความแตกต่างกันของตัวอย่างโดยใช้วิธี Tukey ' s Test แต่ในกรณีที่ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติไม่มีความจำเป็นที่จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวอย่าง เนื่องจากตัวอย่างมีลักษณะไม่แตกต่างกัน และ วิธีการเปรียบเทียบในกรณีที่ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้วิธี Tukey ' s Test สามารถหาได้ดังนี้

1. เรียงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

B(3.68) C(2.98) A(2.69) D(2.64) E(1.83)

2. คำนวณหาค่า Standard Error (SE) โดยมีสูตรการคำนวณคือ

$$SE = \sqrt{\frac{\text{MS.error}}{\text{จำนวนผู้ทดสอบ}}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.177}{20}}$$

$$= 0.094$$

3. ได้ค่า SE แล้วเปิดตารางหา Significant Standantized Range at 5 % โดยดูจากจำนวนตัวอย่าง และค่า df error

ทำการเปิดตารางหาค่า Significant Standantized Range at 5 % โดยเปิดที่จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 5 และดูค่า df error เท่ากับ 76 ได้ค่า คือ 3.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คำนวณหาค่า Least Significant Difference (LSD.) โดยใช้สูตรการคำนวณ คือ

LSD = SE x Significant Standantized Range

= 0.094 x 3.92

= 0.37

โดยค่า LSD ที่ได้จะเป็นค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด ถ้าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละคู่มีค่ามากกว่าค่า LSD แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีความแตกต่างกัน ผลปรากฏค่าดังนี้

A(2.69)^{b} B(3.68)^{a} C(2.98)^{b} D(2.64)^{b} E(1.83)^{c}

จากการคำนวณค่า F ที่คำนวณได้ในตารางที่ระดับ P = 0.05 แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 5 ตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ,P > 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้