ผลของการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสด

Effect of Fish Meat Substitution with Soybean Meal in Palaw Keropok

ดลฤดี พิชัยรัตน์ * และ นพรัตน์ มะเห

Donrudee Pichairat * and Nopparat Mahae

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสด ทำการทดลองโดยทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดด้วยกากถั่วเหลืองสดที่ระดับร้อยละ 20, 40, 60 และ 80 ของน้ำหนักเนื้อปลา ผลจากการศึกษาพบว่าการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) ปริมาณความชื้น และค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้น แต่มีปริมาณโปรตีนลดลง โดยปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมที่ใช้ทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดคือร้อยละ 40 ของน้ำหนักเนื้อปลา สูตรข้าวเกรียบปลาสดที่ใช้กากถั่วเหลืองประกอบด้วยเนื้อปลาทูแขกร้อยละ 37.8 กากถั่วเหลืองสดร้อยละ 25.2 แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 31.5 เกลือป่นร้อยละ 1.8 น้ำตาลร้อยละ 3.5 และผงชูรสร้อยละ 0.2 ผลิตภัณฑ์หลังทอดมีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ปริมาณความชื้นร้อยละ 25.89 โปรตีนร้อยละ 11.46 ไขมันร้อยละ 12.52 เถ้าร้อยละ 2.96 ใยอาหารร้อยละ 4.45 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 42.72 โดยน้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม พบว่าข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองมีปริมาณใยอาหารสูงกว่า แต่มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าต่ำกว่าข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โดยให้คะแนนความชอบรวมในระดับชอบมาก และผู้บริโภคร้อยละ 94 สนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์เมื่อมีการวางจำหน่าย

คำสำคัญ: กากถั่วเหลือง, เนื้อปลา, ข้าวเกรียบปลาสด

สาขาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยเลขที่ 179 หมู่ที่ 3 ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

Food Industry and Fisheries Product Department, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, 179 Moo 3 Maifad, Sikao, Trang 92150, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e–mail): donrudee_oun@hotmail.com

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the appropriate amount of soybean meal for fish meat substitution in palaw keropok. The substitution of soybean meal in palaw keropok were 20, 40, 60 and 80 percent by weight of the fish meat. The results showed that water activity, moisture content and lightness value (L*) of palaw keropok increased as the content of soybean meal increased. Where as, protein content decreased as the content of soybean meal increased. It was found that 40 percent of soybean meal replacement in palaw keropok was the most suitable. This formula contained 37.8, 25.2, 31.5, 1.8, 3.5 and 0.2 percent of mackerel, soybean meal, tapioca flour, salt, sugar and monosodium glutamate respectively. The moisture content, protein, fat, ash, dietary fiber and carbohydrate percentage of fried products were 25.89, 11.46, 12.52, 2.96, 4.45 and 42.72 respectively. The product achieved contains higher amount of dietary fiber and lower amount of protein, fat and ash than the control product. For consumer test, the result showed that soybean meal substituted palaw keropok was accepted by consumer. The consumer overall acceptance score of the product was like very much and 94 percent of consumers attended to buy the product when it place on sale.

Key words: soybean meal, fish meat, palawkeropok

บทนำ

ถั่วเหลือง (soybean) เป็นพืชที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในประเทศแถบเอเชีย เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเป็นแหล่งของสารอาหารและแร่ธาตุที่สำคัญหลายชนิดโดยเฉพาะโปรตีน ซึ่งถั่วเหลืองนับเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่สำคัญ นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังประกอบด้วยสารพฤษเคมี (phytochemical) ที่สำคัญหลายชนิดที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่ กรดฟีนอลิก (phenolic acids) ไอโซฟลาโวน (isoflavone) แทนนิน (tannins) และซาโปนิน (saponins) (Anderson and Garner, 2000) โดยเฉพาะสารไอโซฟลาโวนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยป้องกันอาการที่เกิดขึ้นเนื่องจากภาวะการหมดประจำเดือน ภาวะการเกิดโรคกระดูกพรุน ควบคุมและป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง รวมทั้งช่วยลดระดับคลอเลสเตอรอลในเลือดซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด (Bordignon *et al*., 2004) ถั่วเหลืองสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด ทั้งผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก เช่น น้ำนมถั่วเหลือง (soy milk) เต้าหู้ (tofu) แป้งถั่วเหลือง (soy flour) โปรตีนถั่วเหลือง (soy protein) หรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการหมัก เช่น ซีอิ๊ว (soy sauce) เต้าหู้ยี้ (sofu) เต้าเจี้ยว (miso) และเทมเป้ (tempe) เป็นต้น (Jun *et al*., 2004)

การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองบางชนิด เช่น น้ำนมถั่วเหลือง และเต้าหู้มีเศษเหลือจากกระบวนการผลิต คือ กากถั่วเหลือง ซึ่งมักถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเป็นอาหารสัตว์ โดยเฉพาะกากถั่วเหลืองที่ได้จากการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองในระดับครัวเรือนที่มีปริมาณน้อย จึงมักถูกทิ้งไป โดยเปล่าประโยชน์ทั้งที่กากถั่วเหลืองยังมีคุณค่า

ทางโภชนาการสูง โดยเป็นแหล่งของใยอาหารและโปรตีนที่มีคุณภาพ นอกจากนี้ในกากถั่วเหลืองยังมีสารไอโซฟลาโวนซึ่งเป็นสารพฤษเคมีสำคัญที่ยังเหลืออยู่ (Li *et al*., 2012) ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการศึกษาการนำกากถั่วเหลืองมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ โดยการใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบและใช้ทดแทนเนื้อสัตว์ในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะใยอาหารและโปรตีน รวมถึงช่วยลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์และช่วยลดต้นทุนการผลิต (สวรรยา, 2552; ปิยะรัชช์ และ คณะ, 2553; ยุพร และ วิญญ์, 2554; สุนีย์ และ คณะ, 2555) นัจญ์มีย์ และ คณะ (2558) ศึกษาการนำกากถั่วเหลืองอบแห้งที่เป็นวัตถุดิบเศษเหลือจากการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองมาใช้ทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ระดับร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนักเนื้อปลา เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนและใยอาหาร พบว่าการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาที่ระดับร้อยละ 20 ของน้ำหนักเนื้อปลาเป็นระดับที่เหมาะสม โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสว่าง (L*) ปริมาณโปรตีนและใยอาหารเพิ่มขึ้น และมีปริมาณไขมันลดลงเมื่อเทียบกับข้าวเกรียบปลาสูตรปกติ ขณะที่นงเยาว์และ คณะ (2553) ศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองสดทดแทนเนื้อและมันหมูในผลิตภัณฑ์หมูก้อนทอดที่ระดับร้อยละ 30, 35, 40, 45 และ 50 โดยน้ำหนักของเนื้อหมูและมันหมูในสูตร พบว่าการใช้ปริมาณกากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นมีผลให้คะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ลดลง โดยสามารถใช้กากถั่วเหลืองสดทดแทนเนื้อและมันหมูได้ที่ระดับร้อยละ 40 ของน้ำหนักเนื้อและมันหมู ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสว่าง (L*) มากกว่าหมูก้อนสูตรพื้นฐาน มีค่าความแข็งและการเกาะตัวใกล้เคียงกับหมูก้อนสูตรพื้นฐาน มีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยสูงกว่าสูตรพื้นฐาน แต่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าสูตรพื้นฐาน

ข้าวเกรียบปลาสดหรือกรือโป๊ะเป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ ผลิตจากปลาซึ่งเป็นส่วนผสมหลักผสมกับส่วนผสมอื่นๆ เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาคู เครื่องปรุงรสและเครื่องเทศต่างๆ ผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ขึ้นรูป แล้วนำไปนึ่งหรือต้มให้สุกหั่นเป็นชิ้น และนำไปทอดให้สุกในน้ำมันโดยไม่ต้องผ่านกรรมวิธีการทำให้แห้งก่อนการบริโภค (Nor-Khaizura *et al*., 2009) ส่วนผสมของข้าวเกรียบสดประกอบด้วยปลาประมาณร้อยละ 60 แป้งสาคูประมาณร้อยละ 30 และแป้งมันสำปะหลังประมาณร้อยละ 25 (Mohamed *et al*., 2008)

การศึกษานี้สนใจนำกากถั่วเหลืองซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือที่ได้จากการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองในระดับครัวเรือนมาใช้ประโยชน์ทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสด เพื่อหาปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปริมาณการใช้เนื้อปลา อันเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิตแล้ว ผู้บริโภคยังได้รับประโยชน์จากใยอาหารและสารพฤษเคมีต่างๆ จากกากถั่วเหลือง อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดของเสียและเพิ่มมูลค่าของกากถั่วเหลืองได้อีกทางหนึ่งด้วย

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่าง

กากถั่วเหลืองที่ได้จากการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองในระดับครัวเรือนจากตลาดอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 3 ชั่วโมงหลังจากผลิต นำมาบีบน้ำออกจนมีความชื้นไม่เกิน

ร้อยละ 85 บรรจุใส่ถุงพลาสติกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เมื่อต้องการใช้นำมาละลายน้ำแข็งด้วยการแช่น้ำโดยไม่แกะถุงพลาสติก

2. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลือง

นำกากถั่วเหลืองที่เตรียมไว้ในข้อ 1 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)
- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)
- ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)
- ปริมาณใยอาหาร (AOAC, 2000)
- ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีคำนวณ

3. การศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสด

ศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองเพื่อใช้ทดแทนเนื้อปลาที่ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 20, 40, 60 และ 80 ของน้ำหนักเนื้อปลา โดยใช้สูตรที่มีส่วนผสมแสดงดังตารางที่ 1 ทำการผลิตตามวิธีการในภาพที่ 1 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ ตามวิธีการในข้อ 3.1, 3.2 และ 3.3 เปรียบเทียบกับข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม

3.1 คุณภาพทางกายภาพ

- ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Water Activity, a_w)
- ค่าการพองตัว (Huda *et al*., 2010)
- ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสีในระบบ CIE (L* a* b*)

3.2 คุณภาพทางเคมี

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)

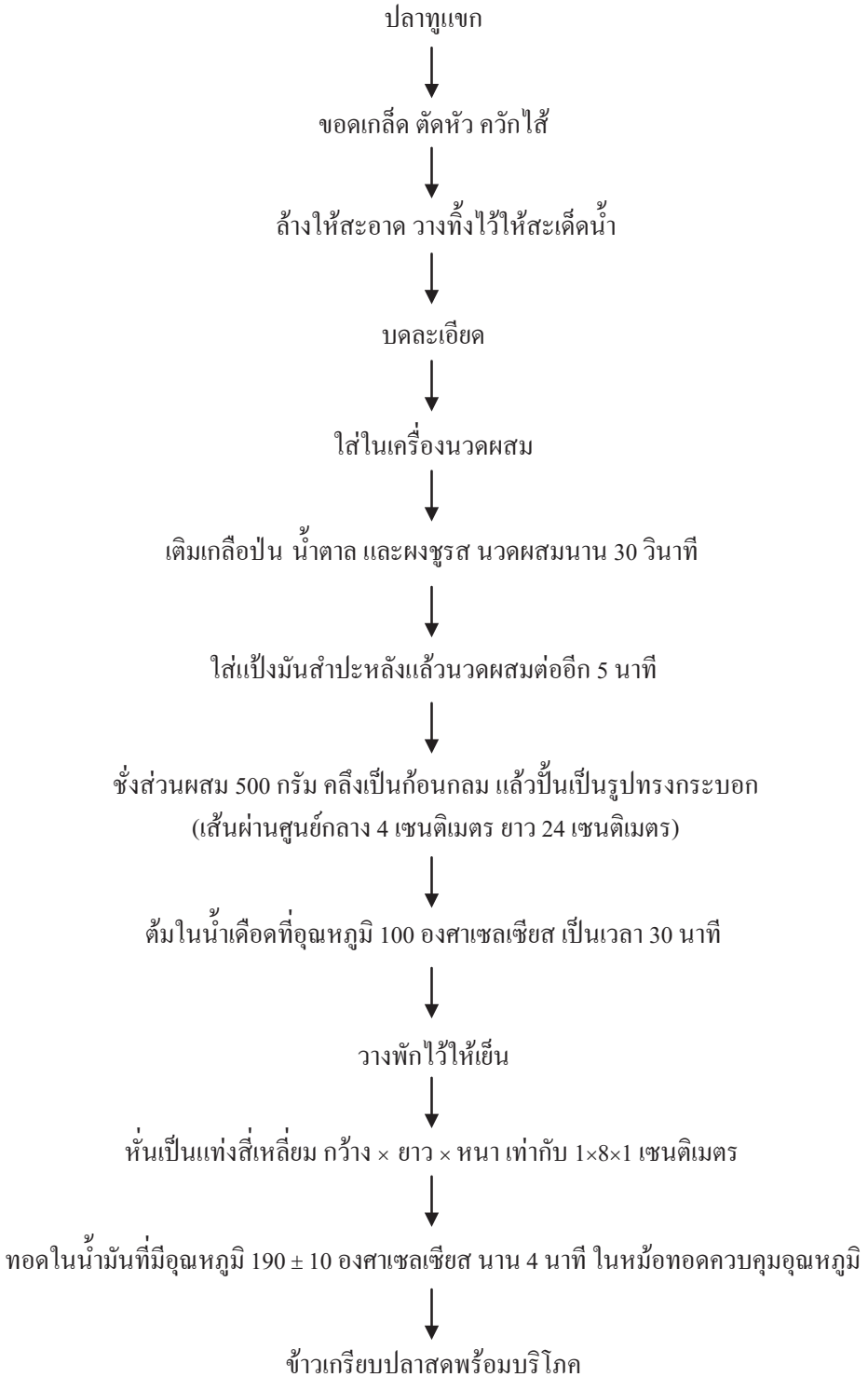
3.3 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับต่างๆ เปรียบเทียบกับข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม โดยการประเมินปัจจัยคุณภาพสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝน (Untrained panel) จำนวน 30 คน

ตารางที่ 1 ส่วนผสมข้าวเกรียบปลาสด

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)				
	สูตรควบคุม	สูตรที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลือง			
		ร้อยละ 20	ร้อยละ 40	ร้อยละ 60	ร้อยละ 80
ปลาทูแขก	63	50.4	37.8	25.2	12.6
แป้งมันสำปะหลัง	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5
เกลือป่น	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
น้ำตาล	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
ผงชูรส	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
กากถั่วเหลือง	-	12.6	25.2	37.8	50.4

ที่มา: ดัดแปลงจาก วิภาดา และ ภารดี (2558)



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบปลาสด
ที่มา: ดัดแปลงจาก วิภาดา และ ภารดี (2558)

คัดเลือกสูตรข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากปริมาณกากถั่วเหลืองที่สามารถทดแทนเนื้อปลาได้ปริมาณสูงสุด ร่วมกับการพิจารณาคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete randomized design, CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) สำหรับการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

4. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลือง

นำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองในระดับที่เหมาะสมที่ได้รับการคัดเลือกจากการศึกษาในข้อ 3 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม ดังนี้

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)
- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)
- ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)
- ปริมาณใยอาหาร (AOAC, 2000)
- ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีคำนวณ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete randomized design, CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

5. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลือง

เตรียมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองตามสูตรที่เหมาะสมที่ได้รับการคัดเลือกจากการศึกษาในข้อที่ 3 เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง แล้วนำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี 9-point hedonic scale ประเมินผลโดยการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลและการหาค่าร้อยละจากคะแนนการประเมินของผู้บริโภค

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลือง

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลืองสดที่นำมาใช้ในการทดลองได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

จากผลการศึกษาในตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลืองสดที่วิเคราะห์ได้พบว่าสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Li *et al*. (2012) ที่รายงานว่ากากถั่วเหลืองสดจะมีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 81.7-84.5 โดยน้ำหนัก ขณะที่นงเยาว์ และ คณะ (2553) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลืองสดซึ่งเป็นเศษเหลือจากการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 65.67 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 3.16, 1.19, 8.07, 21.12 และ 0.79 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ Turhan *et al*. (2007) พบว่ากากถั่วเหลืองสดที่นำมาใช้ในการทดลองมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 83.85, 4.48, 2.60,

0.73 และ 8.34 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งการที่กากถั่วเหลืองจากแต่ละแหล่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกันนั้น อาจเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างของสายพันธุ์ชนิดของถั่วเหลืองที่ใช้ (เต็มเมล็ด/ซีก) อัตราส่วนของถั่วต่อน้ำที่ใช้ในการผลิต รวมถึงกรรมวิธีการผลิตที่ต่างกัน จึงมีผลให้องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลืองที่ได้แตกต่างกัน (สุนีย์ และ คณะ, 2555; Li *et al*., 2012)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเหลืองสด

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
ความชื้น	84.56 ± 0.15
โปรตีน	4.26 ± 0.18
ไขมัน	2.34 ± 0.05
เถ้า	0.42 ± 0.01
ใยอาหาร	7.45 ± 0.12
คาร์โบไฮเดรต	0.97 ± 0.10

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ

2. การศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสด

การศึกษาปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมเพื่อทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสด โดยแปรปริมาณกากถั่วเหลืองที่ระดับร้อยละ 20, 40, 60 และ 80 ของน้ำหนักเนื้อปลา พิจารณาคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากปริมาณกากถั่วเหลืองที่สามารถทดแทนเนื้อปลาได้สูงสุด ร่วมกับการพิจารณาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3, 4 และ 5

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุมและข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทน เนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับต่างๆ (ตารางที่ 3) พบว่าข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) ก่อนทอดที่แตกต่างจากข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวเกรียบปลาสดที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองจะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตีเพิ่มขึ้นตามระดับการใช้กากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการใช้กากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นเช่นกัน ขณะเดียวกันการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาที่ระดับร้อยละ 20 และ 40 ของน้ำหนักเนื้อปลามีผลให้ข้าวเกรียบมีค่าการพองตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองมีผลให้ปริมาณโปรตีนในข้าวเกรียบปลาสดลดลง ซึ่งโปรตีนจะขัดขวางการพองตัวของข้าวเกรียบ ข้าวเกรียบปลาสดที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองจึงมีค่าการพองตัวเพิ่มขึ้น (Nurul *et al*., 2009; Taewee, 2011) อย่างไรก็ตามเมื่อปริมาณการใช้กากถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้นถึงระดับร้อยละ 60 และ 80 ของน้ำหนักเนื้อปลา กลับมีผลให้ค่า

การพองตัวของข้าวเกรียบลดลง ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากสมบัติในการอุ้มน้ำของใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำที่เป็นองค์ประกอบในกากถั่วเหลือง เมื่อปริมาณการใช้กากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น จึงทำให้ก้อนข้าวเกรียบหลังต้มมีลักษณะชื้นเนื้อสัมผัสนุ่มและมีความยืดหยุ่นน้อย (นัจญ์มีย์และ คณะ, 2558; Kuan and Liong, 2008) ส่งผลให้ค่าการพองตัวของข้าวเกรียบภายหลังการทอดลดลง เมื่อพิจารณาค่าสีของข้าวเกรียบปลาสด พบว่าการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลามีผลให้ข้าวเกรียบปลาสดทั้งก่อนทอดและหลังทอดมีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวเกรียบจะมีความสว่างเพิ่มขึ้นตามระดับการใช้กากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากกากถั่วเหลืองสดที่นำมาใช้มีสีเหลืองอ่อนออกขาว เมื่อนำมาใช้ทดแทนเนื้อปลาที่มีสีคล้ำในผลิตภัณฑ์จึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีที่สว่างมากขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของนัจญ์มีย์ และ คณะ (2558) ที่พบว่าการนำกากถั่วเหลืองแห้งมาใช้ทดแทนเนื้อปลาในข้าวเกรียบปลาที่ระดับร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนักเนื้อปลา มีผลให้ข้าวเกรียบปลามีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลือง เช่นเดียวกับ Turhan *et al*. (2007) ที่พบว่าการเสริมกากถั่วเหลืองสดในผลิตภัณฑ์แพตตี้เนื้อวัวในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์มีค่าเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพของข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาที่ระดับต่างๆ

คุณภาพทางกายภาพ	ข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม	ข้าวเกรียบปลาสดสูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาที่ระดับต่างๆ			
		ร้อยละ 20	ร้อยละ 40	ร้อยละ 60	ร้อยละ 80
ค่า aw (ก่อนทอด)	0.97±0.001^{c}	0.98±0.003^{b}	0.98±0.001^{b}	0.98±0.001^{b}	0.99±0.003^{a}
ค่าการพองตัว	1.17±0.01^{b}	1.32±0.07^{a}	1.36±0.02^{a}	1.10±0.01^{bc}	1.07±0.06^{c}
ค่าสี					
- ก่อนทอด					
L*	47.63±0.52^{e}	50.83±0.83^{d}	52.05±0.49^{c}	55.25±0.12^{b}	58.23±0.29^{a}
a*	2.15±0.02^{a}	1.91±0.06^{b}	1.48±0.26^{c}	0.84±0.04^{d}	0.20±0.09^{e}
b*	16.05±0.25^{a}	16.01±0.15^{a}	15.90±0.56^{ab}	15.39±0.16^{b}	14.17±0.09^{c}
- หลังทอด					
L*	48.69±1.10^{b}	51.18±1.13^{a}	51.87±1.28^{a}	51.95±0.64^{a}	52.23±0.89^{a}
a*	3.02±0.36^{b}	2.42±0.30^{c}	3.08±0.35^{b}	3.42±0.11^{b}	4.61±0.34^{a}
b*	21.80±1.52^{b}	21.83±2.03^{b}	22.57±0.91^{b}	22.53±0.52^{b}	25.05±0.12^{a}

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คุณภาพทางเคมีของข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาที่ระดับต่างๆ

คุณภาพทางเคมี	ข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม	ข้าวเกรียบปลาสดสูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาที่ระดับต่างๆ			
		ร้อยละ 20	ร้อยละ 40	ร้อยละ 60	ร้อยละ 80
ก่อนทอด					
-ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	50.61±0.08^{e}	52.77±0.05^{d}	53.73±0.15^{c}	54.32±0.07^{b}	56.59±0.32^{a}
-ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	13.40±0.10^{a}	11.76±0.06^{b}	9.39±0.30^{c}	6.76±0.21^{d}	4.51±0.06^{e}
หลังทอด					
-ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	25.12±0.09^{c}	24.27±0.75^{c}	24.56±0.93^{c}	28.92±0.74^{b}	31.59±0.20^{a}
-ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	17.68±0.28^{a}	14.31±0.17^{b}	11.79±0.08^{c}	9.10±0.22^{d}	6.76±0.14^{e}

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาที่ระดับต่างๆ

คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส	ข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม	ข้าวเกรียบปลาสดสูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาที่ระดับต่างๆ			
		ร้อยละ 20	ร้อยละ 40	ร้อยละ 60	ร้อยละ 80
สี	6.38±1.01^{d}	6.83±0.96^{c}	7.23±0.86^{bc}	7.67±0.87^{a}	7.40±1.07^{ab}
ลักษณะปรากฏ	6.97±0.96^{c}	7.00±0.92^{bc}	7.05±0.98^{bc}	7.60±1.04^{a}	7.43±1.16^{ab}
กลิ่น	7.45±0.85^{a}	7.52±0.77^{a}	7.43±0.82^{a}	7.12±0.96^{ab}	6.80±1.06^{b}
รสชาติ	7.08±0.95^{b}	7.23±0.86^{b}	7.62±0.74^{a}	7.07±0.83^{b}	6.93±1.09^{b}
เนื้อสัมผัส	7.08±0.74^{b}	7.13±0.82^{ab}	7.55±0.91^{a}	7.13±1.14^{ab}	6.95±1.18^{b}
ความชอบรวม	7.15±0.90^{b}	7.43±0.87^{b}	7.99±0.59^{a}	7.35±0.80^{b}	7.05±0.93^{b}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2.2 คุณภาพทางเคมี

เมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับต่างๆ (ตารางที่ 4) พบว่าข้าวเกรียบปลาสดที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองทั้งก่อนทอดและหลังทอดมีปริมาณความชื้นและโปรตีนแตกต่างจากข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวเกรียบปลาสดทั้งก่อนทอดและหลังทอดมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้กากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกากถั่วเหลืองสดที่นำมาใช้ในการทดลองมีปริมาณความชื้นสูงกว่าเนื้อปลา (กากถั่วเหลืองสดมีปริมาณความชื้นร้อยละ 84.56 เนื้อปลามีปริมาณความชื้นร้อยละ 72.63 โดยน้ำหนัก) เมื่อนำมาใช้ทดแทนเนื้อปลาก้อนข้าวเกรียบที่ได้จึงมีปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับกากถั่วเหลืองมีปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก ซึ่งใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมีสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี เมื่อนำก้อนข้าวเกรียบไปต้มในน้ำเดือดเพื่อทำให้สุกจึงทำให้เกิดการอุ้มน้ำได้มากขึ้น ข้าวเกรียบที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองในปริมาณที่มากขึ้นจึงมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามปริมาณกากถั่วเหลืองที่ใช้ (นัจญ์มีย์ และ คณะ, 2558; Kuan and Liong, 2008) ขณะเดียวกันการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองมีผลให้ข้าวเกรียบปลาสดทั้งก่อนทอดและหลังทอดมีปริมาณโปรตีนลดลงตามระดับการใช้กากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุมจะมีปริมาณโปรตีนสูงสุด ขณะที่ข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับร้อยละ 80 ของน้ำหนักเนื้อปลามีปริมาณโปรตีนต่ำสุด ซึ่งการลดลงของปริมาณโปรตีนเป็นผลเนื่องมาจากกากถั่วเหลืองสดที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นเศษเหลือที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำนมถั่วเหลืองจึงมีปริมาณโปรตีนเหลือน้อย (กากถั่วเหลืองสดมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 4.26 เนื้อปลามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 21.19 โดยน้ำหนัก) เมื่อมีการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณโปรตีนลดลง ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Turhan *et al.* (2007) ที่พบว่าการเสริมกากถั่วเหลืองสดในผลิตภัณฑ์แพตตี้เนื้อวัวส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังการทำให้สุกมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับแพตตี้สูตรควบคุม โดยปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามระดับการใช้กากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากคุณสมบัติในการอุ้มน้ำของกากถั่วเหลือง ซึ่งหลังการทำให้สุกพบว่าแพตตี้เนื้อที่มีการเสริมกากถั่วเหลืองมีร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก (cook loss) น้อยกว่าเมื่อเทียบกับแพตตี้สูตรควบคุม โดยร้อยละการสูญเสียน้ำหนักจะลดลงตามปริมาณกากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันผลิตภัณฑ์ที่มีการเสริมกากถั่วเหลืองกลับมีปริมาณโปรตีนลดลงตามปริมาณการใช้กากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นอันเป็นผลเนื่องมาจากการลดลงของปริมาณเนื้อแดงที่ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์

2.3 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

เมื่อพิจารณาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสด (แสดงดังตารางที่ 5) พบว่าการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลให้คะแนนความชอบด้านสีและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากกากถั่วเหลืองที่นำมาใช้ทดแทน

เนื้อปลาในผลิตภัณฑ์มีผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีขาวและสว่างขึ้นเมื่อเทียบกับข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุมที่มีสีคล้ำเนื่องจากการมีเนื้อปลาเป็นส่วนผสมในปริมาณมาก สอดคล้องกับค่าสี (L*) ของผลิตภัณฑ์ที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้กากถั่วเหลืองที่มากขึ้น นอกจากนี้การทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏที่ดีขึ้น กล่าวคือช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น ความเป็นรูพรุนลดลง ขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาที่ระดับร้อยละ 20 และ 40 ของน้ำหนักเนื้อปลา และคะแนนลดลงเมื่อมีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองในปริมาณที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่าการที่ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับหนึ่งนั้นเป็นเพราะการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาในระดับที่เหมาะสมมีผลให้ผลิตภัณฑ์หลังทอดมีกลิ่นคาวปลาที่น้อยลง เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความแข็งกรอบเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบจึงให้คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นกลับมีผลให้มีกลิ่นของกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์เริ่มมีเนื้อสัมผัสที่แข็งมากขึ้น คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมจึงมีแนวโน้มลดลง ซึ่งเมื่อพิจารณาคะแนนคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสทุกด้าน พบว่าข้าวเกรียบปลาสดที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับร้อยละ 40 ของน้ำหนักเนื้อปลาได้คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุด และปริมาณการทดแทนที่ระดับร้อยละ 80 ได้คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสน้อยที่สุด

การคัดเลือกสูตรข้าวเกรียบปลาสดที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมพิจารณาจากทั้งคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส โดยให้มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองให้ได้มากที่สุด และผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพที่ดีของข้าวเกรียบปลาสดไว้ได้ กล่าวคือผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเหลืองไม่มีกลิ่นผิดปกติ มีกลิ่นหอมของเนื้อปลามีรสเค็มนำและมีรสหวานจากเนื้อปลาเล็กน้อย มีเนื้อสัมผัสกรอบนอกนุ่มในและมีลักษณะปรากฏที่มีก้างปลาชิ้นเล็กๆ กระจายทั่ว ข้าวเกรียบ ฟู พองไม่ยุบตัวเมื่อเย็น ดังนั้นจึงเลือกสูตรข้าวเกรียบปลาสดที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับร้อยละ 40 โดยน้ำหนักเนื้อปลา เนื่องจากมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี ปริมาณความชื้น และปริมาณโปรตีนในระดับปานกลางที่ไม่ต่างจากสูตรควบคุมมากนัก แต่มีค่าความสว่าง (L*) ค่าการพองตัว และคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสที่ดีกว่าข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุมในทุกๆ ด้าน และผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพที่ดีของข้าวเกรียบปลาสดไว้ได้

3. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลือง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับร้อยละ 40 ของน้ำหนักเนื้อปลา ที่ได้รับการคัดเลือกจากการศึกษาข้อที่ 2 ได้ผลแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับร้อยละ 40 ของน้ำหนักเนื้อปลาหลังทอดเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสด	
	สูตรควบคุม	สูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนเนื้อปลาที่ระดับร้อยละ 40
ความชื้น	25.62 ± 0.14^{a}	25.89 ± 0.10^{a}
โปรตีน	16.11 ± 0.16^{a}	11.46 ± 0.50^{b}
ไขมัน	14.72 ± 0.08^{a}	12.52 ± 0.45^{b}
เถ้า	3.57 ± 0.19^{a}	2.96 ± 0.03^{b}
ใยอาหาร	2.70 ± 0.14^{b}	4.45 ± 0.19^{a}
คาร์โบไฮเดรต	37.28 ± 0.14^{b}	42.72 ± 0.25^{a}

หมายเหตุ: ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง 3 ซ้ำ
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวเลขต่างกันตามแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุมพบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองมีปริมาณใยอาหารและคาร์โบไฮเดรตที่สูงกว่าข้าวเกรียบปลาสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) แต่จะมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าน้อยกว่าข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) ขณะที่ปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบปลาสดทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาที่ได้แตกต่างจากผลการศึกษาของนงเยาว์ และคณะ (2553) ที่พบว่าการทดแทนเนื้อและมันหมูด้วยกากถั่วเหลืองสดที่ระดับร้อยละ 40 ของน้ำหนักเนื้อและมันหมูในผลิตภัณฑ์หมูก้อนทอด มีผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณเถ้าและไขมันที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ในสูตรควบคุม และมีปริมาณความชื้น โปรตีนและใยอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์หมูก้อนทอดนั้นอาจเป็นผลเนื่องจากการทดแทนส่วนของมันหมูที่ผสมในเนื้อหมูด้วยกากถั่วเหลืองจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์หมูก้อนทอดที่ได้มีปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นและมีปริมาณไขมันที่ลดลง ซึ่งแตกต่างจากการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่เมื่อปริมาณกากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ปริมาณเนื้อปลาที่ใช้จะน้อยลงจึงมีผลให้ปริมาณโปรตีนลดลงตามไปด้วย เช่นเดียวกับผลการศึกษาของสวรรยา (2552) ที่พบว่าการทดแทนเนื้อหมูที่ผสมมันหมูด้วยกากถั่วเหลืองแห้งที่ระดับร้อยละ 30 มีผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณโปรตีนและเยื่อใยที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณไขมันและเถ้าลดลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม

4. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลือง

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คนที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับร้อยละ 40 ของน้ำหนักเนื้อปลา จากข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 20-30 ปี การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี เป็นนักเรียน/นักศึกษา และมีรายได้น้อยกว่า 5,000 บาท/เดือน ผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 64 เคยรับประทานข้าวเกรียบปลาสด และหากมีการผลิตข้าวเกรียบปลาสดที่มีการทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองผู้บริโภคร้อยละ 94 สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ โดยมีเหตุผลในการซื้อ คือ มีคุณค่าทางอาหารสูงร้อยละ 40 และมีรสชาติดี ร้อยละ 38 โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 7

สรุป

การศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองเพื่อทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสด พบว่าปริมาณกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมที่ใช้ทดแทนเนื้อปลาในข้าวเกรียบปลาสดคือร้อยละ 40 ของน้ำหนักเนื้อปลา โดยสูตรข้าวเกรียบปลาสดประกอบด้วยเนื้อปลาทูแขก กากถั่วเหลืองสด แป้งมันสำปะหลัง เกลือป่น น้ำตาล และผงชูรส ร้อยละ 37.8, 25.2, 31.5, 1.8, 3.5 และ 0.2 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณใยอาหารและคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าลดลงเมื่อเทียบกับข้าวเกรียบปลาสดสูตรควบคุม โดยผลิตภัณฑ์หลังทอดประกอบด้วยความชื้น โปรตีน ไขมันเถ้า ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 25.89, 11.46, 12.52, 2.96, 4.45 และ 42.72 ตามลำดับ ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์และสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 94 ดังนั้นการใช้กากถั่วเหลืองเพื่อทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มปริมาณใยอาหารและลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากการบริโภคผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาสดที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยกากถั่วเหลืองสดที่ระดับร้อยละ 40 ของน้ำหนักเนื้อปลาในปัจจัยคุณภาพต่าง ๆ

ปัจจัยคุณภาพ	ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น
สี	7.13 ± 1.58	ชอบปานกลาง
ลักษณะปรากฏ	6.96 ± 1.31	ชอบปานกลาง
กลิ่น	7.02 ± 1.53	ชอบปานกลาง
รสชาติ	7.50 ± 1.35	ชอบมาก
เนื้อสัมผัส	7.74 ± 1.38	ชอบมาก
ความชอบรวม	7.51 ± 1.31	ชอบมาก

หมายเหตุ: คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 ชอบมากที่สุด 1 ไม่ชอบมากที่สุด)

เอกสารอ้างอิง

นงเยาว์ ชุสุข, อภิญญา จันทรวัฒนะ, สุคนธ์ นวลกำแหง, ศุภดิษฐ์ โชติสุภาพ และ ทินกร วชิรดุสิต. 2553. คุณภาพและการยอมรับผลิตภัณฑ์หมูก้อนทอดที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยกากถั่วเหลือง. **วารสารวิทยาศาสตร์ มข.** 38(1): 114-123.

นัจญ์มีย์ สะอะ, รอมลี เจะดอเลาะ และ อัชมาน อาแด. 2558. การผลิตและสมบัติของข้าวเกรียบปลาเสริมกากถั่วเหลือง. **วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต** 3(3): 351-359.

ปิยะรัชช์ กุลเมธี, อภิญญา จันทรวัฒนะ, หทัยชนก ศรีประไพ และ ภัทรพร เศรษฐโชดึก. 2553. การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง. **วารสารพระจอมเกล้าพระนครเหนือ** 20(1): 97-105.

ยุพร พืชกมุทร และ วิญญ์ ผิวนิ่ม. 2554. การปรับปรุงคุณภาพของขนมปังแซนวิชที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลี. **วารสารพระจอมเกล้าพระนครเหนือ** 21(3): 607-616.

วิภาดา มุนินทร์นพมาศ และ ภารดี พละไชย. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวข้าวเกรียบปลารสกระเทียมพริกไทยดำ. **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย** 7(1): 15-27.

สวรรยา เม้งเกร็ด. 2552. **รายงานวิจัยการทดแทนเนื้อหมูบางส่วนด้วยกากถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว.** มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.

สุนีย์ เอียดมุสิก, มีชัย ลัดดี และ นงเยาว์ ชูสุข. 2555. การทดแทนเนื้อหมูในกุนเชียงด้วยกากถั่วเหลืองที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อโมแนสคัส (*M. purpureus*). **วารสารพระจอมเกล้าพระนครเหนือ** 22(3): 622-631.

Anderson, J.J.B. and Garner, S.C. 2000. The soybean as a source of bioactive molecules, pp. 239-269. *In* Schmidl, M.K. and Labuza, T.P., eds. **Essentials of functional foods.** Aspen publishers, Inc., U.S.A.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International, (17thed.).** The Association of official analytical chemists, Washington DC, USA.

Bordignon, J.R., Nakahara, K., Yoshihashi, T. and Nikkuni, S. 2004. Hydrolysis of isoflavones and consumption of oligosaccharides during lactic acid fermentation of soybean milk. **Japan Agricultural Research Quarterly** 38(4): 259-265.

Huda, N., Ismail, N., Leng, A.L. and Yee, C.X. 2010. Chemical composition, colour and linear expansion properties of malaysian commercial fish cracker (keropok). **Asian Journal of Food and Agro-Industry** 3(5): 473-482.

Jun, Y.L., Te, L.L., Gui, L.Z., Tatsumi, E. and Saito, M. 2004. Changes in isoflavone contents and composition of sufu (fermented tofu) during manufacturing. **Food Chemistry** 87(4): 587-592.

Kuan, Y.H. and Liong, M.T. 2008. Chemical and physicochemical characterization of agro waste fibrous materials and residues. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 56(19): 9252-9257.

Li, B., Qiao, M. and Lu, F. 2012. Composition, nutrition and utilization of okara (Soybean residue). **Food Reviews International** 28: 231-252.

Mohamed, A., Jamilah, B., Abbas, K.A., AbdulRahman, R. and Roselina, K. 2008. Areview on physico-chemical and thermorheological properties of sago starch. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences** 3(4): 639-646.

Nor-Khaizura, M.A.R., Zaiton, H., Jamilah, B. and Gulam Rusul, R.A. 2009. Microbiological quality of keropok lekor during processing. **International Food Research Journal** 16: 215-223.

Nurul, H., Boni, I. and Noryati, I. 2009. The effect of different ratios of Dory fish to tapioca flour on the linear expansion, oil absorption, colour and hardness of fish crackers. **International Food Research Journal** 16: 159-165.

Taewee, T.K. 2011. MiniReview Cracker "Keropok": A review on factors influencing expansion. **International Food Research Journal** 18(3): 855-866.

Turhan, S., Temiz, H. and Sagir, I. 2007. Utilization of wet okara in low fat beef patties. **Journal of Muscle Foods** 18(2): 226-235.