

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด**
Product Development of Khao-Tang Supplemented with Calcium
from Grey Feather Back Fish Bone**

ผกาดี เอี่ยมกำแพง* และ โสรจ วรชุม อินเกต
หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Pakawadee Iamkampang* and Soraj Varachum Inget
Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะแคลเซียมที่มีมากในกระดูกปลา จากการเสริมผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสด ร้อยละ 20 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (30 กรัม) ผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด หนึ่งหน่วยบริโภคให้คุณค่าทางโภชนาการดังนี้ ความชื้นร้อยละ 3.80±0.11 โปรตีนร้อยละ 18.31±0.16 ไขมันร้อยละ 12.36±0.10 เถ้าร้อยละ 2.03±0.19 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 63.50±0.27 แคลเซียม 174 มิลลิกรัม และฟอสฟอรัส 114 มิลลิกรัม ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด พบว่ามีค่า Water Activity อยู่ในช่วง 0.34-0.55 ค่าสี L* a* b* เท่ากับ 35.01±0.27, 11.21±0.18 และ 17.10±0.15 ตามลำดับ เมื่อทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด บรรจุตัวอย่างโดยใช้ถุงพลาสติกโพลิเอทิลีน (Polyethylene) เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้นาน 4 สัปดาห์โดยพบการเจริญของยีสต์และราไม่เกิน 100 CFU/g.

คำสำคัญ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ข้าวตัง แคลเซียม ปลาสด

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)
e-mail: Pakawadee.00@hotmail.com

Product Development of Khao-Tang Supplemented with Calcium
from Grey Feather Back Fish Bone

**งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากกองทุนสนับสนุนและส่งเสริมการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Abstract

The objective of this study was to develop a Khao-Tang supplemented with calcium from grey feather back fish bones in order to add value to the raw material of fish bone powder. Calcium supplementation by using fish bone powder was able to provide 20 percent of the recommended daily intake in one serving (30 grams). One serving of Khao-Tang supplemented with calcium from grey feather back fish bone contained $3.80 \pm 0.11\%$ moisture, $18.31 \pm 0.16\%$ protein, $12.36 \pm 0.10\%$ fat, $2.03 \pm 0.19\%$ ash, $63.50 \pm 0.27\%$ carbohydrates, 174 mg calcium and 114 mg phosphorus. Physical quality analysis of Khao-Tang supplemented with calcium from grey feather back fish bone showed that water activity values ranged from 0.34 to 0.55 and $L^* a^* b^*$ were 35.01 ± 0.27 , 11.21 ± 0.18 and 17.10 ± 0.15 , respectively. Studies on the shelf life of Khao-Tang supplemented with calcium from grey feather back fish bone and packed in a polyethylene plastic bag at a temperature of 30 degree Celsius indicated that the shelf life was 4 weeks; yeast and mold were present at less than 100 CFU/g.

Keywords : Product Development, Khao-Tang, Calcium, Grey Feather Back Fish

บทนำ

คนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักมาช้านาน มีหลักฐานว่าประเทศไทยปลูกข้าวมานานกว่า 5,000 ปี ข้าวเจ้าได้แพร่เข้ามาในประเทศไทยราว พ.ศ. 1000 มีหลายกลุ่มชาติพันธุ์ที่บริโภคข้าวเจ้าเป็นอาหารหลัก จึงมีการหุงข้าวหลายวิธีเพื่อให้ได้ข้าวหลายลักษณะตามต้องการ (Bureau of Rice Research and Development, 2002) วิธีการหุงข้าวแบบต่างๆ เหล่านี้ ได้ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ๆ

“ข้าวตัง” เป็นอาหารอีกชนิดหนึ่งที่เป็นผลพลอยได้จากการหุงข้าวเลี้ยงคนจำนวนมาก เช่น ในวังหรือตามโรงเลื่อย โรงสี โรงงาน ที่มีคนจำนวนมาก จึงมีการหุงข้าวด้วยกระทะเพื่อให้ได้ข้าวปริมาณมาก เมื่อตักข้าวออกจากกระทะ จะเหลือข้าวติดก้นกระทะ เกรียม มีสีเหลืองและแข็ง เรียกว่า “ข้าวตัง” ใช้ตะหลิวแคะออกไปตากแห้ง เก็บไว้รับประทาน (Limsuwan, 2010) ต่อมาได้มีการผลิตข้าวตังออกจำหน่ายเพื่อเป็นอาหารว่าง และมีลักษณะการนำไปรับประทานหลากหลายรูปแบบ ได้แก่ ข้าวตังทอด ข้าวตังปิ้ง ข้าวตังเมี่ยงลาว ข้าวตังหน้าตั้ง เป็นต้น (Khongpun, 1991) ในปัจจุบันการบริโภคอาหารว่าง หรืออาหารขบเคี้ยวเป็นที่นิยมมากขึ้น และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในประเทศไทย รวมทั้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเจริญเติบโตทางการตลาดอย่างรวดเร็ว (Suvannasungkha, 2001) ข้าวตังเป็นอาหารว่างที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคในปัจจุบัน และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ชุมชนต่างๆ นิยมทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขายเพื่อเพิ่มรายได้ (Limsuwan,

2010) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังเพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและมูลค่าของวัตถุดิบ ตลอดจนเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากข้าว ประกอบกับ พื้นที่เขตภาคเหนือตอนล่างอยู่ติดแม่น้ำสายหลักหลายสายจึงทำให้มีประชากรในพื้นที่บางส่วนประกอบอาชีพการประมงปลาน้ำจืด และแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ เช่น ปลายอ ลูกชิ้นปลา ทอดมันปลา ซึ่งปลาสลาด เป็นปลาอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำเนื้อปลามาผลิตเป็นทอดมันปลาแทนเนื้อปลากลายที่มีราคาสูง จากการแปรรูป ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำข้างต้น กระดุกปลาสลาดจึงเป็นส่วนที่ได้จากเศษเหลือของสัตว์น้ำที่ได้จากการแปรรูป มีปริมาณมากถึงร้อยละ 40 - 60 ของวัตถุดิบ (Sangjindavong, 2002) โดยกระดุกปลาเป็นแหล่งของโปรตีน และมีแคลเซียมสูง ซึ่งแคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่พบมากในร่างกายและมีความสำคัญเพราะเป็นส่วนประกอบ ของกระดูกและฟัน จำเป็นในการสร้างกระดูกในวัยเด็ก วัยรุ่น วัยหนุ่มสาว และช่วยรักษาเนื้อกระดูกเมื่อ อายุมากขึ้น (Chulakarangka, 2007) กระดุกปลาจึงเหมาะสำหรับการนำมาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ข้าวตัง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังหน้าตังสำเร็จรูปที่มีการเสริมแคลเซียมจากกระดุก ปลาสลาด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวตังหน้าตังสำเร็จรูปที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และมีสารอาหารที่จำเป็นต่อ ร่างกาย เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณแคลเซียมในกระดุกปลาสลาด
2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดุกปลาสลาดโดยพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ให้มี แคลเซียมไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 20 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (30 กรัม)
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดุกปลาสลาด
4. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดุกปลาสลาด ระหว่างการเก็บรักษา

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาวิธีการเตรียมและทดสอบคุณภาพวัตถุดิบ

1.1 การเตรียมผงแคลเซียมจากกระดุกปลาสลาด

เตรียมผงแคลเซียมจากกระดุกปลาสลาดโดยดัดแปลงจากวิธีการผลิตของ Deeammart (2007) โดยนำกระดุกปลาสลาดมาล้างทำความสะอาด แล้วต้มในน้ำเดือดเพื่อแยกเนื้อปลาส่วนที่เหลือออก ด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 25-30 นาที จากนั้นเอาเนื้อปลาที่เหลือออก นำกระดุกปลาสลาดที่ได้แช่สารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0.8 ใช้ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง จากนั้นต้มในน้ำเดือดด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ต้มซ้ำประมาณ 2-3 ครั้ง นำกระดุก ปลาที่ได้ล้างด้วยน้ำสะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำไปอบด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

นำกระดูกปลาที่ผ่านการอบมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหารแห้งจนละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้ง ขนาด 30 Mesh จะได้ผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสด ทำการเก็บใส่ภาชนะบรรจุ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

1.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสด

1.2.1 ปริมาณแคลเซียม ตามวิธีของ AOAC (2000)

1.2.2 องค์ประกอบทางเคมี (ความชื้น โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต) ตามวิธีของ AOAC (2000)

2. การศึกษาวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด

2.1 การพัฒนาสูตรพื้นฐานข้าวตัง

2.1.1 การคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมเพื่อเป็นสูตรพื้นฐานข้าวตัง

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบของข้าวตัง จากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 ดัดแปลงจาก Khongpun (1991) สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก Limsuwan (2010) สูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก Sangkabhan (1998) ทดลองผลิตข้าวตังตามวิธีการของผลิตภัณฑ์ต้นแบบดังกล่าว โดยทั้งสามสูตรการทดลองใช้ข้าวเจ้าหอมพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียวเขี้ยวงูพันธุ์ กข6

2.1.2 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ข้าวตังสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร มาทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Hedonic Scaling (9 Scales) พิจารณาทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์จากค่า 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 5 = เฉย ๆ, 9 = ชอบมากที่สุด) (Chamber and Wolf, 1996) เพื่อคัดเลือกสูตรของข้าวตังที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด

2.2 การศึกษาปริมาณการเสริมผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสดที่เหมาะสม

2.2.1 การผลิตข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดโดยพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ให้มีแคลเซียมไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 20 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (30 กรัม) เป็นจำนวน 3 สูตร นำผลิตภัณฑ์ข้าวตังที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดจากข้อ 2.1.2 มาทดสอบโดยการเสริมผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสดลงในผลิตภัณฑ์ข้าวตัง โดยพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ข้าวตังให้มีแคลเซียมไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 20 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน ด้วยปริมาณผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสด 3 ระดับ (ร้อยละ 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักของข้าวสุกทั้งหมด)

2.2.2 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดทั้ง 3 สูตร มาทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบความชอบแบบ Hedonic Scaling (9 Scales) พิจารณาลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์จากค่า 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 5 = เฉยๆ, 9 = ชอบมากที่สุด) (Chamber

and Wolf, 1996) เพื่อทราบผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2.2.3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด (ความชื้น โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต) ตามวิธีของ AOAC (2000)

3. การศึกษาอายุการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดมาศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยบรรจุข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด 30 กรัม ในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ผนึกปากถุงด้วยเครื่องซีลปิดปากถุงแบบมือกด เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ทุก 2 สัปดาห์ นานต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน

3.1 คุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 ค่า Water Activity (a_w)

3.1.2 ค่าสี (L^* , a^* , b^*) (Color Reader CR-10/Japan)

3.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.2.1 การทดสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธีของ AOAC (2000)

3.2.2 การทดสอบจำนวนยีสต์และรา ตามวิธีของ AOAC (2000)

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Analysis)

นำข้อมูลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการแปลผลข้อมูลที่ได้โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการทดลอง

1. ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสด

ผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสดที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาวนวล โดยมีปริมาณความชื้นร้อยละ 6.93 ± 0.10 โปรตีนร้อยละ 21.84 ± 0.15 ไขมันร้อยละ 1.56 ± 0.11 ไขมันร้อยละ 65.81 ± 0.08 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 3.86 ± 0.09 ฟอสฟอรัส 10,130 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม และแคลเซียม 28,330 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม

2. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด

2.1 ผลการพัฒนาข้าวตังสูตรพื้นฐานและการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวตังสูตรพื้นฐาน 3 สูตร โดยสูตรที่ 1 ดัดแปลงจากวิธีการของ Khongpun (1991) สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก Limsuwan (2010) สูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก Sangkabhan (1998) จากนั้นทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยพิจารณาทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์ข้าวตังต้นแบบดังกล่าว พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวตังต้นแบบสูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบโดยรวมจากผู้ทดสอบสูงสุด ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 1 ผลิตภัณฑ์ข้าวตังต้นแบบสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวตังสูตรที่ 1 และข้าวตังสูตรที่ 3 ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบด้านกลิ่นของข้าวตังสูตรที่ 2 และข้าวตังสูตรที่ 3 ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ข้าวตังสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

คุณลักษณะ	ตัวอย่างข้าวตัง		
	KT-01	KT-02	KT-03
ลักษณะปรากฏ	6.33 ± 0.15^b	7.50 ± 0.12^a	6.70 ± 0.19^b
สี	6.53 ± 0.15^b	7.70 ± 0.11^a	6.70 ± 0.16^b
กลิ่น	6.30 ± 0.21^b	7.07 ± 0.20^a	6.67 ± 0.22^{ab}
รสชาติ	6.30 ± 0.16^b	7.57 ± 0.17^a	6.40 ± 0.16^b
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.00 ± 0.15^b	7.57 ± 0.10^a	6.37 ± 0.13^b
ความชอบโดยรวม	6.37 ± 0.18^b	7.90 ± 0.10^a	6.30 ± 0.18^b

หมายเหตุ :

*ข้าวสูตรพื้นฐาน 3 สูตร สูตรที่ 1 (KT-01) สูตรที่ 2 (KT-02) และสูตรที่ 3 (KT-03)

**ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบ 30 คน

***ตัวอักษรที่แตกต่างกันบนค่าเฉลี่ยแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยในแนวนอนทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2.2 ผลการศึกษาปริมาณการเสริมผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสดและการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดโดยพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด (สูตรที่ 2) จากข้อ 2.1 มาทดสอบโดยการเสริมผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสดลงในผลิตภัณฑ์ข้าวตัง ให้มีแคลเซียมไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 20 ของปริมาณที่แนะนำต่อวันต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (30 กรัม) เป็นจำนวน 3 สูตร ด้วยความเข้มข้น 3 ระดับ คือ เติมผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสด ร้อยละ 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักของข้าวสุกทั้งหมด จากนั้นทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยพิจารณาทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดสูตรที่ 1 (แคลเซียมร้อยละ 20) ได้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมจากผู้ทดสอบสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวตังเสริมแคลเซียมสูตรที่ 2 (แคลเซียมร้อยละ 30) และข้าวตังเสริมแคลเซียมสูตรที่ 3 (แคลเซียมร้อยละ 40) ($p \leq 0.05$) ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด

คุณลักษณะ	ตัวอย่างข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด		
	Ca-20	Ca-30	Ca-40
ลักษณะปรากฏ	7.40 ± 0.11^a	6.23 ± 0.12^b	5.43 ± 0.12^c
สี	7.30 ± 0.12^a	6.37 ± 0.10^b	5.60 ± 0.09^c
กลิ่น	7.50 ± 0.09^a	6.53 ± 0.10^b	6.00 ± 0.15^c
รสชาติ	7.67 ± 0.08^a	6.77 ± 0.09^b	6.17 ± 0.08^c
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.63 ± 0.08^a	6.80 ± 0.08^b	6.20 ± 0.08^c
ความชอบโดยรวม	7.83 ± 0.06^a	7.07 ± 0.09^b	6.77 ± 0.07^c

หมายเหตุ :

*ข้าวตังที่มีการเติมผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสด ร้อยละ 20 (KT-01) 30 (KT-02) และ 40 (KT-03)

**ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

***ตัวอักษรที่แตกต่างกันค่าเฉลี่ยแสดงถึงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยในแนวนอนทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2.3 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด

จากการนำผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดสูตรที่ 1 (แคลเซียมร้อยละ 20) ซึ่งได้รับคะแนนความชอบจากผู้บริโภคสูงสุดมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภค (30 กรัม) มีปริมาณความชื้นร้อยละ 3.80 ± 0.11 โปรตีนร้อยละ 18.31 ± 0.16 ไขมันร้อยละ 12.36 ± 0.10 เกลือร้อยละ 2.03 ± 0.19 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 63.50 ± 0.27 ฟอสฟอรัส 114 มิลลิกรัม และแคลเซียม 174 มิลลิกรัม (ให้แคลเซียมร้อยละ 21.75 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน)

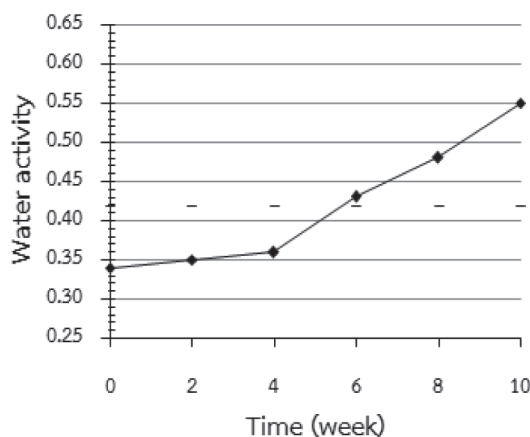
3. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา

จากการนำผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดมาทำการศึกษอายุการเก็บรักษาโดยการเก็บในรูปแบบบรรจุตัวอย่างโดยใช้ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน (Polyethylene) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) ทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ โดยมีผลการทดสอบดังนี้

3.1 คุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 ค่า Water Activity (a_w)

ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในถุงพลาสติก มีการเปลี่ยนแปลง คือ มีค่าสูงขึ้น โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในถุงพลาสติกจากสัปดาห์ที่ 0 (เริ่มต้นการเก็บรักษา) ถึงสัปดาห์ที่ 2 มีค่า a_w เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และหลังจากสัปดาห์ที่ 4 จนถึงสัปดาห์ที่ 10 ผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดมี ค่า a_w สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (แสดงดังภาพที่ 1) ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่าค่า a_w อยู่ในช่วง 0.34 - 0.55 ซึ่งปริมาณค่าดังกล่าวมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหาร Rattanapanone (2006) รายงานว่า ค่า a_w เป็นค่าที่แสดงระดับพลังงานของน้ำ มีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา การเสื่อมเสีย และความปลอดภัยของอาหาร มีค่าตั้งแต่ 0 - 1 ค่า a_w ของอาหารบางชนิดที่อยู่ในช่วง 0.03 - 0.50 จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้

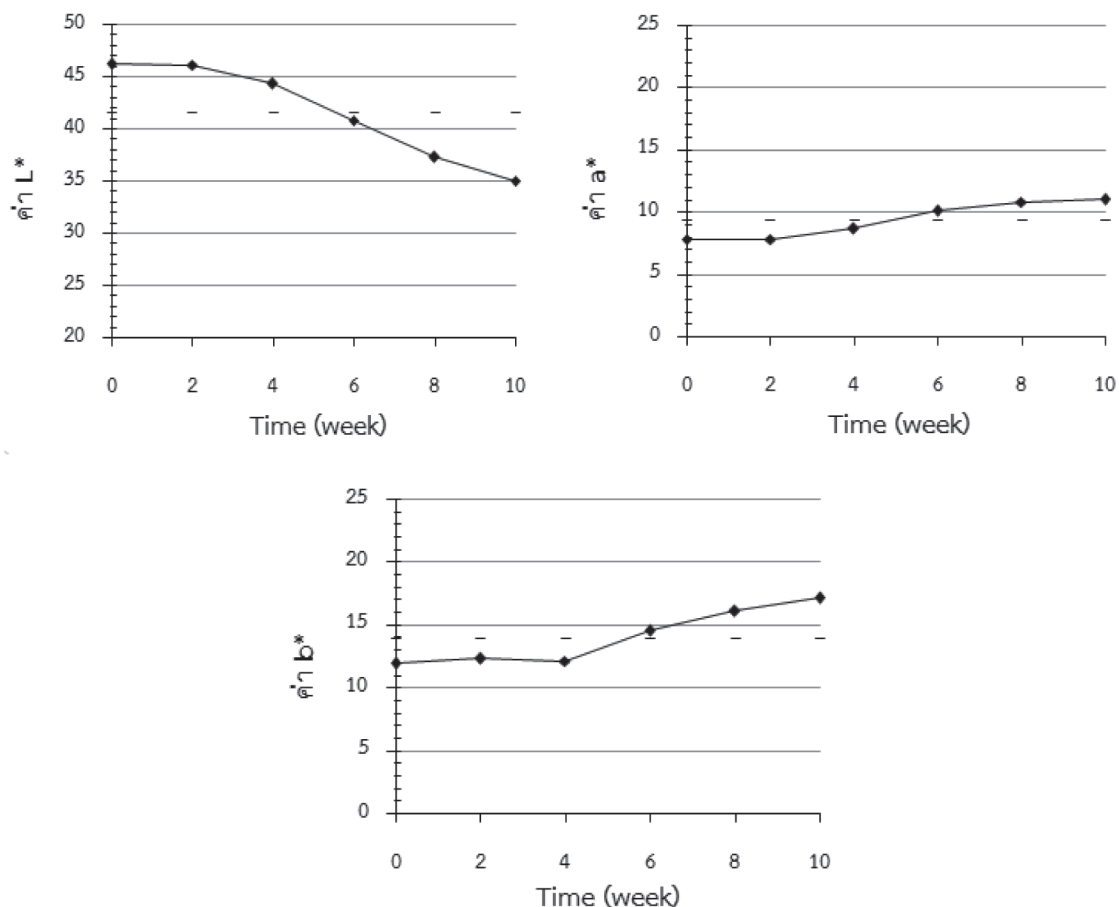


ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดบรรจุในถุงพลาสติกโพลิเอทิลีน (Polyethylene) เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

3.1.2 ค่าสี (L^* a^* b^*)

ค่าสี L^* a^* b^* แสดงความสว่างและสีของผลิตภัณฑ์ โดย ค่า L^* เป็นการวัดค่าความสว่าง เริ่มจากสีขาวมีค่า L^* เท่ากับ 100 จนถึงสีดำที่มีค่า L^* เท่ากับ 0 ส่วนค่า a^* เป็นการวัดค่าของสีแดง โดยเมื่อ ค่า a^* เป็นบวกจะมีค่าความเป็นสีแดงมาก และเมื่อค่า a^* เป็นลบจะมีความเป็นสีเขียวมาก สำหรับค่า b^* เป็นการวัดค่าของสีเหลือง โดยมีค่า b^* เป็นบวกจะมีความเป็นสีเหลืองมาก และเมื่อ ค่า b^* เป็นลบจะมีความเป็นสีน้ำเงินมาก

ซึ่งตลอดระยะเวลาในการทำการศึกษายูการเก็บรักษาโดยการเก็บในรูปแบบบรรจุถุงพลาสติกที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงคือ มีค่า L^* ลดลง ส่วนค่า a^* และค่า b^* มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน คือ มีค่าสูงขึ้น (แสดงดังภาพที่ 2 ตามลำดับ) จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่า การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำลง มีสีแดงและเหลืองเข้มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอุณหภูมิขณะเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่สูงจะเป็นสิ่งเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์อันเนื่องมาจากอันตรกิริยา (Interaction) ระหว่างน้ำตาลรีดิวซิงกับกรดอะมิโนที่มีในอาหารทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งมีสีเข้มขึ้น (Wisitudonkan, 1997)



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า L* a* และ b* ของผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดบรรจุใน ถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน (Polyethylene) เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

3.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

คุณภาพทางจุลินทรีย์ที่ทำการวิเคราะห์ระหว่างการเก็บรักษาคือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count: TVC) และจำนวนยีสต์ (Yeast) และรา (Mold)

การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา ของผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดระหว่างการเก็บรักษา แสดงดังตารางที่ 3 ผลิตภัณฑ์ข้าวตังมีจำนวน Total Viable Count ระหว่างการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 0 - 6 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 1.00×10^4 CFU/กรัม และผลิตภัณฑ์ข้าวตังมีจำนวน Total Viable Count เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงการเก็บสัปดาห์ที่ 8 - 10 จากรายงานของ Faithong et al. (2010) พบว่า การเติมเกลือลงในอาหารมีผลต่อการยับยั้งการ

เจริญของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ โดยการลด a_w ของอาหาร จากผลการทดลองผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด พบว่า มีจำนวน Total viable count เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น อาจเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของค่า a_w ส่วนจำนวนยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ ในระหว่างการเก็บรักษา 4 สัปดาห์แรก พบการเจริญของยีสต์และราไม่เกิน 100 CFU/g และมีจำนวนยีสต์และราเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 6 -10 จะเห็นได้ว่าข้าวตังที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเพิ่มจำนวนของยีสต์และราในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเนื่องจากระดับอุณหภูมิที่เก็บรักษาซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยส่วนใหญ่ยีสต์และราจะเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25 - 40 องศาเซลเซียส (Maijala et al., 1993)

จากผลการทดลองพบว่า สามารถเก็บรักษาสลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดที่อุณหภูมิห้องได้เป็นระยะเวลานาน 4 สัปดาห์ โดยไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ ยีสต์และรา ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์มี ค่า a_w อยู่ในช่วง 0.34 - 0.36 ซึ่งต่ำกว่าระดับที่จุลินทรีย์จะเจริญได้ Pornchaloempong (2014) กล่าวว่า อาหารที่มีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.03 - 0.50 จุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญได้

ตารางที่ 3 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) และจำนวนยีสต์ (Yeast) และรา (Mold) ระหว่างการเก็บรักษาสลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด บรรจุในถุงพลาสติก โพลีเอทิลีน (Polyethylene) เมื่อเก็บที่เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บผลิตภัณฑ์ (สัปดาห์)	คุณภาพทางจุลินทรีย์	
	Total Viable Count ($\times 10^4$ CFU/g)	Yeast and Mold ($\times 10^4$ CFU/g)
0	0.07 $\pm$ 0.01	ไม่เกิน 100 CFU/g
2	0.16 $\pm$ 0.01	ไม่เกิน 100 CFU/g
4	0.43 $\pm$ 0.02	ไม่เกิน 100 CFU/g
6	0.57 $\pm$ 0.01	0.06 $\pm$ 0.02
8	1.03 $\pm$ 0.01	0.59 $\pm$ 0.01
10	2.15 $\pm$ 0.01	1.00 $\pm$ 0.02

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิจารณ์ผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด เริ่มต้นจากการเตรียมผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสดจะได้ผงแคลเซียมที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาวนวล โดยมีปริมาณความชื้นร้อยละ 6.93 ± 0.10 โปรตีนร้อยละ 21.84 ± 0.15 ไขมันร้อยละ 1.56 ± 0.11 เถ้าร้อยละ 65.81 ± 0.08 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 3.86 ± 0.09 ฟอสฟอรัส 10,130 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม และแคลเซียม 28,330 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม จากนั้นทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตัง โดยการพัฒนาข้าวตังสูตรพื้นฐาน 3 สูตร พัฒนาสูตรโดยดัดแปลงจากวิธีการของ สูตรที่ 1 ดัดแปลงจาก Khongpun (1991) สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก Limsuwan (2010) และสูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก Sangkabhan (1998) จากนั้นทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยพิจารณาทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของผลิตภัณฑ์ข้าวตังต้นแบบดังกล่าว เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวตังต้นแบบสูตรที่ 2 ได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบสูงสุด เมื่อทำการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดโดยนำสูตรผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุด มาพัฒนาโดยการเสริมผงแคลเซียมจากกระดูกปลาสดลงในผลิตภัณฑ์ข้าวตัง ให้มีแคลเซียมไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 20 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (30 กรัม) เป็นจำนวน 3 ตัวอย่าง ด้วยความเข้มข้น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 20, 30 และ 40 และทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดสูตรที่ 1 (แคลเซียมร้อยละ 21.75) ได้คะแนนการยอมรับสูงสุด จึงนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยการเก็บในรูปแบบบรรจุถุงพลาสติกชนิดปากถุงด้วยเครื่องซีลปิดปากถุงแบบมือกด เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) ทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ข้าวตัง ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่าค่า a_w ในช่วง 0.34 - 0.55 ปริมาณค่าดังกล่าวมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Sangkabhan (1998) ที่ทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตังหน้าตั้งสำเร็จรูปจากนมเปี้ยว ถั่วลิสง และงา เมื่อทดสอบ ค่า a_w พบว่ามีค่า a_w เท่ากับ 0.34 ค่าสี L^* a^* b^* พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงคือ มีค่า L ลดลง ค่า a และค่า b มีค่าสูงขึ้น จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำลง มีสีแดงและเหลืองเข้มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็น เพราะอุณหภูมิขณะเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่สูงจะเป็นสิ่งเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์อันเนื่องมาจากอันตรกิริยา (Interaction) ระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอมิโนที่มีในอาหารทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งมีสีเข้มขึ้น (Wisitudonkan, 1997) การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable count: TVC) และจำนวนยีสต์ (Yeast) และรา (Mold) ระหว่างการเก็บรักษา พบว่าสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดที่อุณหภูมิห้องได้เป็นระยะเวลานาน 4 สัปดาห์ โดยไม่พบการเจริญของยีสต์และรา ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากผลิตภัณฑ์มี ค่า a_w อยู่ในช่วง 0.34 - 0.36 ซึ่งต่ำกว่าระดับที่จุลินทรีย์จะเจริญได้

สรุปผลการทดลอง

ปริมาณผงแคลเซียมมีความสำคัญต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด การเติมผงแคลเซียมร้อยละ 20 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน เป็นผลิตภัณฑ์ข้าวตังที่ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด โดยผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดมีปริมาณความชื้นร้อยละ 3.80 ± 0.11 โปรตีนร้อยละ 18.31 ± 0.16 ไขมันร้อยละ 12.36 ± 0.10 เกลือร้อยละ 2.03 ± 0.19 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 63.50 ± 0.27 ฟอสฟอรัส 114 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม และแคลเซียม 174 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม (ให้แคลเซียมร้อยละ 21.75 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน) เมื่อทำการเก็บรักษาแบบบรรจุในถุงพลาสติก โพลีเอทิลีน (Polyethylene) ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าระหว่างการเก็บรักษาลิพิดในข้าวตังมีค่า Water Activity อยู่ในช่วง 0.34 - 0.55 สีของผลิตภัณฑ์ข้าวตังมีสีคล้ำลง มีสีแดงและเหลืองเข้มขึ้น ผลิตภัณฑ์ข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้เป็นระยะเวลานาน 4 สัปดาห์ โดยพบการเจริญของยีสต์และราไม่เกิน 100 CFU/g

ข้อเสนอแนะ

ระหว่างการเก็บรักษาลิพิดในข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสด อาจมีลักษณะปรากฏที่ไม่พึงประสงค์ของผู้บริโภค เช่น การเกิดกลิ่น รส และเนื้อสัมผัสที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งอาจมาจากความชื้นและการเสื่อมเสียทางเคมี และสาเหตุอื่นๆ ในระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นจึงอาจมีการนำวิธีการถนอมอาหารแบบอื่นๆ เข้ามาประยุกต์ใช้กับการเก็บรักษาลิพิดในข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลิพิดในข้าวตังเสริมแคลเซียมจากกระดูกปลาสดต่อไป

References

- A.O.A.C. (2000). *Official Methods of Analysis*. (17th ed.). Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
- Bureau of Rice Research and Development. (2002). *Thailand food Candy Thailand and Drink of rice*. Bangkok: Printers Cooperative agriculture of Thailand.
- Chamber IV, E., & Wolf, M.B. (1996). *Sensory testing methods*. (2th ed.). Philadelphia: USA. American Society for Testing and Materials. USA.
- Chulakarangka, S (2007). *Foundation of Nutrition*. Bangkok: Publishing House Kasetsart University.

- Deeammart, J. (2007). *Cracker from Horm-nin Rice Flour added Calcium from Fish Bone*. Research Report master's degree, Kasetsart University.
- Faithong, N., Benjakul, S., Phatcharat S., & Binsan, W. (2010). Chemical composition and antioxidative activity of Thai traditional fermented shrimp and krill products. *Food Chem*, 119, 133-140.
- Khongpun, S. (1991). *Candy Thailand1*. Bangkok: Printing Center Polchai. (in Thai)
- Limsuwan, T. (2010). *Wisdom of Rice Dishes*. Bangkok: National Research Council of Thailand. (in Thai)
- Maijala, R.L., Eerola, S.H, Aho, M.A. & Hirn, J.A. (1993). The effect of GDL-induced pH decrease on the formation of biogenic amines in meat. *J. Food Prot.* 56, 125-129.
- Pornchaloempong, P. (2014). *Water activity*. Retrieved May 15, 2014. Retrieved from <http://www.foodnetworksolution.com>.
- Rattanapanone, N. (2006). *Food Science of Fats and Oils*. Bangkok: Publisher Odean Store. (in Thai)
- Sangjindavong, M. (2002). *fishery productsin Thai*. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. (1980). *Pnciple and procedure of statistics. (2nd ed.)*. Mac-Graw Hill. New York.
- Sangkabhan, S. (1998). *Development of ready-made Khao Tang Na Tang from rice, groundnut and sesame tempeh*. Research Report master's degree, Kasetsart University.
- Suvannasungkha, K. (2001). *Development of high protein and calcium from Fish*. Research Report master's degree, Mahidol University.
- Wisitudonkan, R. (1997). *Shelf Life Evaluation on of Foods*. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)

ผู้เขียน

อาจารย์ผกาดี เอี่ยมกำแพง

อาจารย์ประจำหลักสูตรคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง
จังหวัดพิษณุโลก 65000
e-mail: Pakawadee.00@hotmail.com

อาจารย์โสรัจ วรชุม อินเกต

อาจารย์ประจำหลักสูตรคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง
จังหวัดพิษณุโลก 65000
e-mail: bsorat5@hotmail.com

