การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว

Development of calcium supplement snacks from Thai River Sprat

ศศิมล มุ่งหมาย[1*] และอนัญญา วรรณา[1]
Sasimon Mungmai[1*] and Ananya Wanna[1]

บทคัดย่อ

ปลาซิวเป็นแหล่งแคลเซียมที่ดี ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการส่งผ่านของระบบประสาท และช่วยป้องกันโรคกระดูกพรุนในผู้สูงอายุ อาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว(แคลเซียมสแน็กบอล) จึงเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจสุขภาพ และสังคมปัจจุบันที่ต้องการความสะดวกสบายและเร่งรีบ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ดังนี้ (1) เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อแคลเซียมสแน็กบอล (2) เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อบรรจุภัณฑ์แคลเซียมสแน็กบอล (3) เพื่อศึกษาปริมาณปลาซิวป่นที่เหมาะสมในการทำแคลเซียมสแน็กบอล (4) เพื่อศึกษาปริมาณแคลเซียมและโปรตีนของแคลเซียมสแน็กบอล (5) เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของแคลเซียมสแน็กบอล พบว่าผู้บริโภคทั่วไปและผู้สูงอายุให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่เติมปลาซิวป่น 100 กรัม ในด้านความชอบรวมมากที่สุดมาก (6.92 ± 1.29 และ 8.42 ± 0.67 ตามลำดับ) มีปริมาณแคลเซียมและปริมาณโปรตีนมากกว่าสูตรที่ไม่เติมปลาซิวป่น 6.81 เท่า และ 1.53 ตามลำดับ (3,403.99 mg/kg และ 25.23%) ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาพบว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้นส่งผลให้ค่า Hardness1 สูงขึ้น ซึ่งจะสัมพันธ์กันกับค่า Cohesiveness และ Chewiness ที่สูงขึ้นตามไปด้วย ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่า L* ลดลง ถึงแม้ว่าจากลักษณะปรากฏนั้นผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะไม่แตกต่างจากวันที่ 0 มากนัก แต่ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาได้ 3 วัน เนื่องจากมีปริมาณยีสต์และรา เกินมาตรฐานที่กำหนด (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมบ้าบิ่น 100 โคโลนี ต่อ 1 กรัม เท่ากับ 2 log CFU/g) และพบว่าบรรจุภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด คือบรรจุภัณฑ์ถาด 6 หลุม เนื่องจากผู้บริโภคสามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ได้ชัดเจนมีปริมาณและราคาที่เหมาะสมคือ 6 ชิ้น/ราคา 60 บาท และมีปริมาณแคลเซียมที่เพียงพอต่อวัน

คำสำคัญ: อาหารว่าง ปลาซิว แคลเซียม

[1] สาขาธุรกิจอาหารและโภชนาการ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จ. อุบลราชธานี 34000.
[1] Food business and nutrition, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani Rajabhat University. 34000
*Corresponding author: s.sasimon2527@gmail.com

Abstract

Thai River Sprat (Clupeichthys aesarnensis) is rich in calcium. It is important to control contractions of the muscles, stimulate the transmission of the nervous system and also prevent osteoporosis in the elderly. Calcium supplement snack from Thai River Spat (CSB) is a product for consumer. The products were interested in their health and consumption with today's society to need comfort and urgency. The consumer acceptance of product, consumer acceptance of packaging, the suitable amount of the fish, nutritional value and the shelf life of CSB were investigated. Results showed that the consumer and the elderly gave the highest score of sensory evaluation of the CSB added with 100 g of RSP (6.92 ± 1.29 and 8.42 ± 0.67, respectively) These products showed the higher calcium and protein content than that of CSB added with 0 g RSP, which were 6.81 times and 1.53, respectively (3,403.99 mg/kg and 25.23%). The increasing of storage of products were also increased the hardness values. The values were significantly related to cohesiveness and chewiness ($p \leq 0.05$). L* value was decreased. Whereas, no significant different in the appearances were observed from the first storage time (day 0). The growth of yeast and mold were detected during storage for 3 days (Dessert community product standards, 2 cfu/g). The good packaging from consumer's acceptability was tray with six pits because the consumers could look the product clearly. The appropriate price was 6 pieces/ 60 baht and they have sufficient calcium content per day.

Keywords: Snack ball, Thai River Sprat, Calcium

บทนำ

ปลาซิวเป็นปลาที่มีมากในท้องถิ่นสามารถนำมาแปรรูปได้หลากหลายและอุดมไปด้วยแคลเซียม (วัลลภ, 2551 และ Schnepf and Madrick, 1991) มีประโยชน์ช่วยควบคุมการทำงานของระบบประสาท กล้ามเนื้อ และหัวใจ โดยควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อและกระตุ้นการส่งผ่านของระบบประสาท เป็นธาตุที่จำเป็นในการแข็งตัวของเลือด หญิงมีครรภ์ หญิงให้นมบุตร และทารกที่กำลังเจริญเติบโตไปจนถึงวัยรุ่นควรกินแคลเซียมมากกว่าปกติ และยังป้องกันโรคกระดูกพรุนในผู้สูงอายุด้วย (สุมนทิพย์, 2549) ซึ่งในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาสนใจสุขภาพมากยิ่งขึ้นจึงเลือกรับประทานอาหารที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ อาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว (CSB) จึงเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจสุขภาพ แล้วยังสามารถพกพาสะดวกในการบริโภคเหมาะกับสังคมปัจจุบันที่ต้องการความสะดวกสบายและเร่งรีบ(ประเวศ วุฒิ, 2559) สำหรับอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว (CSB) นั้น นอกจากจะเป็นทางเลือกเพื่อผู้บริโภคที่รักสุขภาพแล้ว ยังเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่แพ้นมวัวซึ่งไม่สามารถได้รับแคลเซียมจากนมวัวแต่สามารถได้รับแคลเซียมจากปลาซิวป่นได้อีกด้วย (ธีรวัฒน์, 2545 และ Abdel-Moemin, 2015)

บรรจุภัณฑ์อาหาร เป็นสิ่งแรกที่ผู้บริโภคมองเห็น แล้วทำให้ผู้บริโภคคาดหวังในผลิตภัณฑ์อาหารว่าเป็นอย่างไร โดยประเมินจากบรรจุภัณฑ์ ซึ่งการประเมินนั้นอาจจะใช้เวลาแค่ไม่กี่วินาทีในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆ ถ้าบรรจุภัณฑ์สามารถดึงดูดใจผู้บริโภคให้มาสนใจได้ ก็อาจจะมีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค (Ares and Deliza, 2010)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว(CSB) และบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมใน

เชิงพาณิชย์ที่ผู้บริโภคยอมรับ เพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค และสามารถนำผลิตภัณฑ์ที่มีในท้องถิ่นมาเพิ่มมูลค่าได้ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่จะใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

วิธีการศึกษา

1. การศึกษาส่วนผสมในการผลิตอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว โดยนำปลาซิวอบที่อุณหภูมิ 180 C เป็นเวลา 10นาที มาบดให้ละเอียด จากนั้นนำอัลมอนด์ อบที่อุณหภูมิ 180 C เป็นเวลา 10 นาที มาบดหยาบ แล้วนำ งาขาว งาดำคั่ว 10 นาที จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดผสมกันและเติมปลาซิวป่นปริมาณ 50 75 และ 100 กรัม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว

ส่วนผสม	สูตรมาตรฐาน	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ข้าวโอ๊ต (กรัม)	75	75	75	75
อัลมอนด์บดหยาบๆ (กรัม)	50	50	50	50
เมล็ดฟักทองบดหยาบ (กรัม)	50	50	50	50
งาขี้ม่อน (กรัม)	6	6	6	6
งาขาวคั่ว (กรัม)	6	6	6	6
งาดำคั่ว (กรัม)	6	6	6	6
เนยถั่ว (กรัม)	120	120	120	120
น้ำผึ้ง (กรัม)	225	225	225	225
น้ำตาลทรายแดง (กรัม)	22	22	22	22
ผงโกโก้ (กรัม)	8	8	8	8
เครนเบอรีปั่น (กรัม)	25	25	25	25
วานิลา (กรัม)	5	5	5	5
ปลาผง(กรัม)	0	50	75	100

2. การศึกษาการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

2.1 การทดสอบสูตรมาตรฐานอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน ประเมินคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นเนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับรวม และใช้การทดสอบการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale scoring ทั้งหมด 7 ระดับ (1 คือไม่ชอบมาก ถึง 7 คือชอบมาก) ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD)

2.2 การทดสอบสูตรอาหารว่างแคลเซียมสูง โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 50 คน และผู้สูงอายุ 50 คน ประเมินคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นเนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับรวม โดยใช้การทดสอบแบบ Hedonic scale scoring ทั้งหมด 9 ระดับ (1 คือไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 คือชอบมากที่สุด) ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD)

3. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี

1) วัดปริมาณโปรตีน (AOAC, 1999)

2) ปริมาณแคลเซียม โดยใช้เครื่อง AAS AA-6300 Atomic Absorption Spectrophotometer

4. การศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

ทดสอบความพึงพอใจโดยใช้ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน และผู้สูงอายุ 50 คน ซึ่งเป็นผู้ทดสอบกลุ่มเดียวกันกับที่ทดสอบคุณภาพการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับ จาก 1 คือไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 คือชอบมากที่สุด ซึ่งใช้บรรจุภัณฑ์ ดังนี้

1) กล่องพลาสติก 6 หลุม มีฝาใสมองเห็นผลิตภัณฑ์ จำนวน 6 ก้อน ราคา 60 บาท(Tray)

2) ใช้ถุงพลาสติกเล็กห่อผลิตภัณฑ์ทีละชิ้นแล้วบรรจุลงแล้วบรรจุลงในกระปุกพลาสติกใส จำนวน 10 ก้อน ราคา 100 บาท (Box)

3) ใช้กระดาษแก้วห่อผลิตภัณฑ์ใน ถุงพลาสติกใหญ่อีกครั้ง แล้วบรรจุลงในกล่องหูหิ้วแบบ กระดาษที่มีช่องมองเห็นผลิตภัณฑ์ จำนวน 10 ก้อน ราคา 95 บาท (Bag)

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยนำบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด บรรจุผลิตภัณฑ์อาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลา ชิวที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์ ทุกวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 ดังนี้

1) วัดปริมาณน้ำอิสระในอาหารด้วย เครื่อง Water activity (AquaLab 3TE, Decagon Devices, USA)

2) ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer ได้แก่ Hardness1 Hardness2 Cohesiveness และ Chewiness

3) ค่าสี L a* b* ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Lab, UltraScan PRO, D65). ประเทศสหรัฐอเมริกา

4) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ดัดแปลง จากวิธี A.O.A.C (1990)

5) ปริมาณยีสต์และรา ดัดแปลงจาก วิธี A.O.A.C (1990)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาชิว ที่เติมปลาชิวป่น 50, 75 และ 100 กรัม ซึ่งการเติมปลาชิวป่น 100 กรัม เป็นปริมาณที่มากที่สุดที่สามารถเติมได้ในผลิตภัณฑ์อาหารนี้ เนื่องจากถ้าเติมมากกว่า 100 กรัม ผลิตภัณฑ์จะไม่สามารถปั้นเป็นก้อนได้ ในตารางที่ 1 พบว่าในด้านลักษณะปรากฏ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) แต่ถ้านำคะแนนแต่ละสูตรมาเปรียบเทียบกัน สูตรที่เติมปลาชิว 100 กรัม มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด และมีคะแนนการยอมรับมากว่าสูตรมาตรฐาน เนื่องจาก เมื่อเติมปลาชิวป่นในปริมาณที่เพิ่มขึ้นสีของอาหารว่าง เสริมแคลเซียมจากปลาชิวจะเปลี่ยนแปลงไปตามสีของ เนื้อปลาป่นที่เพิ่มขึ้น และยังทำให้เนื้อสัมผัสมีความหนืด ลดลงเมื่อเคี้ยวจึงไม่ติดฟัน นอกจากนี้ยังมีกลิ่นจากปลาชิว ผงเพิ่มขึ้นซึ่งน่าจะเป็นกลิ่นที่ผู้บริโภคให้การยอมรับที่ สังเกตได้จากคะแนนการยอมรับที่มีค่าสูงสุด ส่วนในด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ เติมปลาชิว 100 กรัม มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดในทุก ด้าน ดังนี้ 6.26 ± 1.45 6.64 ± 1.43 6.92 ± 1.32 6.16 ± 1.31 และ 6.92 ± 1.29 ตามลำดับ ด้านสี สูตร มาตรฐานมีคะแนนการยอมรับต่ำที่สุด คือ 5.56 ± 1.21 ซึ่งมีคะแนนใกล้เคียงกับสูตรที่เติมปลาชิว 50 กรัม คือ 5.66 ± 1.14 ด้านกลิ่น และความชอบรวม สูตรมาตรฐาน มีคะแนนการยอมรับต่ำที่สุด คือ 5.62 ± 1.31 และ 5.88 ± 1.24 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสูตรที่เติมปลาชิว 50 และ 75 กรัม (ด้านกลิ่น 5.66 ± 1.45 และ 6.10 ± 1.27 ตามลำดับ ด้านความชอบรวม 5.88 ± 1.24 และ 5.94 ± 1.19 ตามลำดับ) ด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัส สูตร ที่เติมปลาชิว 50 กรัม มีคะแนนต่ำสุด คือ 5.58 ± 1.36 และ 5.56 ± 1.25 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสูตร มาตรฐานที่มีคะแนนการยอมรับ 5.62 ± 1.50 และ 5.60 ± 1.21 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาชิวที่ใช้ผู้บริโภคทั่วไป

คุณลักษณะ	สูตรอาหารว่างแคลเซียมสูง			
	สูตรมาตรฐาน	ปลาชิว 50 g	ปลาชิว 75 g	ปลาชิว 100 g
ลักษณะปรากฏ^{ns}	5.96 ± 1.34	6.14 ± 1.31	6.14 ± 1.31	6.38 ± 1.37
สี	5.56 ± 1.21^{b}	5.66 ± 1.14^{b}	5.82 ± 1.53^{ab}	6.26 ± 1.45^{a}
กลิ่น	5.62 ± 1.31^{b}	5.66 ± 1.45^{b}	6.10 ± 1.27^{b}	6.64 ± 1.43^{a}
รสชาติ	5.62 ± 1.50^{c}	5.58 ± 1.36^{c}	6.32 ± 1.28^{b}	6.92 ± 1.32^{a}
เนื้อสัมผัส	5.60 ± 1.21^{b}	5.56 ± 1.25^{b}	5.88 ± 1.33^{ab}	6.16 ± 1.31^{a}
ความชอบรวม	5.88 ± 1.24^{b}	5.94 ± 1.19^{b}	6.16 ± 1.18^{b}	6.92 ± 1.29^{a}

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาชิวของผู้สูงอายุ พบว่าในด้านรสชาติ และความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาชิวที่เติมปลาชิวป่น 100 กรัม มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด คือ 8.36 ± 0.92 และ 8.42 ± 0.67 ตามลำดับ ซึ่งจะสอดคล้องกับผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไปที่ให้การยอมรับการเติมปลาชิวป่น 100 กรัม เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 3 ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาชิวที่ใช้ผู้สูงอายุ

คุณลักษณะ	สูตรอาหารว่างแคลเซียมสูง			
	สูตรมาตรฐาน	ปลาชิว 50 g	ปลาชิว 75 g	ปลาชิว 100 g
ลักษณะปรากฏ^{ns}	8.16 ± 1.08	8.12 ± 1.10	8.22 ± 1.10	8.18 ± 1.10
สี^{ns}	7.36 ± 1.63	7.42 ± 1.64	7.28 ± 1.60	7.54 ± 1.68
กลิ่น^{ns}	7.84 ± 1.18	7.80 ± 1.18	7.82 ± 1.16	8.00 ± 1.18
รสชาติ	7.68 ± 1.08^{b}	7.44 ± 0.97^{b}	7.66 ± 1.02^{b}	8.36 ± 0.92^{a}
เนื้อสัมผัส^{ns}	7.80 ± 1.11	7.78 ± 1.07	7.78 ± 1.11	8.16 ± 1.06
ความชอบรวม	7.86 ± 0.81^{b}	7.82 ± 0.77^{b}	7.98 ± 0.82^{b}	8.42 ± 0.67^{a}

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี

จากตารางที่ 4 ปริมาณแคลเซียมของผลิตภัณฑ์อาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาชิวที่เติมปลาชิวป่นปริมาณ 50 75 และ 100 กรัม มีปริมาณแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นเป็น 4.5 – 6.8 เท่า ของอาหารว่างที่ไม่ได้เติมปลาชิว นอกจากแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นแล้วปริมาณโปรตีนยังเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากในปลาชิวยังมีส่วนที่เป็นโปรตีนคือเนื้อปลาด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรนุช และคณะ (2559) ได้ศึกษาผลของส่วนผสมระหว่างเนื้อหมู และปลาชิวแห้งผง ที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีของกุนเชียงเสริมแคลเซียมจากปลาชิวผง พบว่าถ้าเพิ่มปริมาณของปลาชิวแห้งผงในกุนเชียงจะทำให้กุนเชียงที่ผลิตได้มีปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า และปริมาณเส้นใยอาหาร เพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากมาว่าในปลาชิวแห้งผงมีปริมาณโปรตีน ไขมันและปริมาณเส้นใยอาหารสูงกว่าเนื้อหมู กุนเชียงที่มีปริมาณปลาชิวแห้งผงสูงจึงมีปริมาณเส้นใยอาหาร โปรตีนและไขมันสูงตามไปด้วย อีกทั้งกุนเชียงที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยปลาชิวแห้งผงยังมีปริมาณโปรตีนและปริมาณเส้นใยอาหารที่สูงกว่าอีกด้วย

ตารางที่ 4 ปริมาณแคลเซียมและโปรตีนของผลิตภัณฑ์อาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาชิว

Product	Calcium (mg/Kg)	Protein%
Original	500.00	16.48
snack50 g	2247.53	21.86
snack75 g	2958.11	23.62
snack100 g	3403.99	25.23

3. การศึกษาอายุการเก็บรักษา

ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นั้น ผู้วิจัยได้เลือกลิตภัณฑ์อาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาชิวสูตรที่ผู้บริโภคทั่วไปและผู้สูงอายุให้การยอมรับมากที่สุดในการศึกษา คืออาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาชิว ที่เติมปลาชิว 100 กรัม แล้วนำมาบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ Tray, Boxและ Bag และเก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์ ทุกวันที่ 0, 1, 3, 5 และ 7 ดังนี้

3.1 เนื้อสัมผัส (Texture)

ในการวิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัสของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันในแต่ละวัน ซึ่งหมายถึงบรรจุภัณฑ์ที่ต่างชนิดกันส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกัน แต่อายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติที่ต่างกัน จาก

ตารางที่ 5 พบว่าคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อใช้เวลาเก็บรักษานานขึ้น ค่า Hardness1 หรือค่าความแข็งจะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะสัมพันธ์กันกับค่า Cohesiveness หรือค่าการเกาะตัว ที่เพิ่มมากขึ้น และค่า Chewiness หรือค่าพลังงานในการเคี้ยว ที่เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเมื่อ Hardness1 เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกาะตัวกันแน่นมากยิ่งขึ้น จึงต้องใช้พลังงานในการเคี้ยวสูงขึ้นตามไปด้วย จึงส่งผลให้ค่า Hardness2 ต่ำกว่า Hardness1 (คณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, 2555) เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิต่ำลง จะเกิดการคืนตัวและเกิดการเรียงตัวของโครงสร้างที่แน่นมากขึ้นและสูญเสียน้ำจากเจล น้ำที่เคยจับอยู่กับหมู่ไฮดรอกซิลนั้นได้ถูกดึงออกเกิดเป็นโครงร่างตาข่ายสามมิติเมื่ออมิโลสและอมิโลแพกตินเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน โมเลกุลน้ำตาลกลูโคสในสายพอลิเมอร์จะเกิดการเชื่อมต่อกันเองใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจน และขับน้ำที่เคยจับอยู่ออกจากโมเลกุล การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างดังกล่าวทำให้เปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เช่น สูญเสียความฉ่ำน้ำและความนุ่ม ผลิตภัณฑ์มีความหนืดและเกิดการเกาะติดกันเป็นก้อนเพิ่มขึ้น (ธนาภร, 2559 และ สิริมาศ และคณะ, มปป.)

ตารางที่ 5 คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส(Texture) ของอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว 100 กรัม และใช้บรรจุภัณฑ์แบบ Tray

Day	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส (Texture)			
	Hardness1 (g)	Hardness2 (g)	Cohesiveness	Chewiness (mJ)
Day 0	483.33 ± 52.46^{ab}	300.33 ± 32.32^{ab}	0.18 ± 0.02^{a}	0.47 ± 0.14^{ab}
Day 1	394.41 ± 57.36^{b}	244.33 ± 32.54^{b}	0.07 ± 0.13^{b}	0.07 ± 0.18^{b}
Day 3	388.33 ± 40.06^{b}	254.41 ± 30.20^{b}	0.22 ± 0.01^{a}	0.38 ± 0.09^{ab}
Day 5	611.25 ± 236.51^{a}	416.25 ± 167.94^{a}	0.20 ± 0.01^{a}	0.87 ± 0.59^{a}
Day 7	616.33 ± 279.91^{a}	403.17 ± 195.82^{a}	0.15 ± 0.09^{ab}	0.83 ± 0.85^{a}

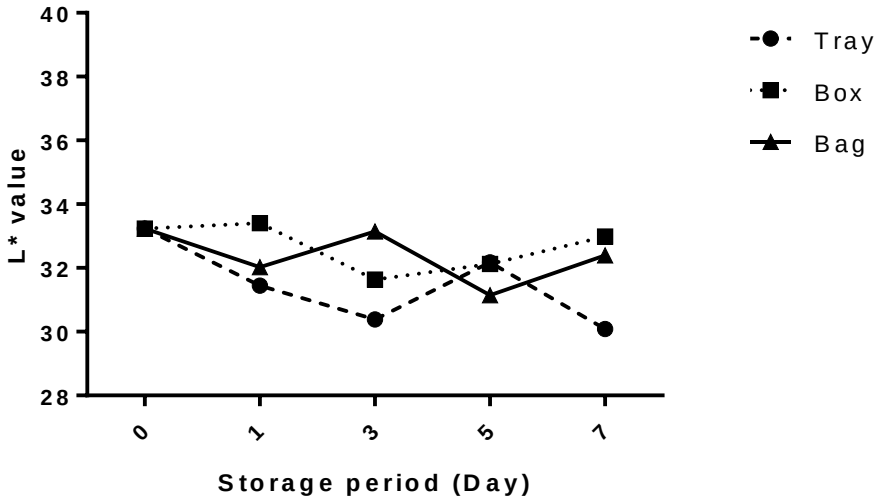
หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.2 ค่าสี L* a* b*

จากภาพที่ 1 พบว่าบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดมีค่า L* ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละวัน โดยบรรจุภัณฑ์แบบ Tray จะมีค่า L ต่ำที่สุดในทุกวันยกเว้นวันที่ 5 ซึ่งจะมีค่า L* ใกล้เคียงกันทั้ง 3 ชนิด เนื่องจากบรรจุภัณฑ์แบบ Tray เป็นบรรจุภัณฑ์แบบเดียวที่สามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ได้ชัดเจนเพราะมีบรรจุภัณฑ์ชั้นเดียว ซึ่งต่างจากบรรจุภัณฑ์อีก 2 แบบ ที่มีทั้งแบบ 2 ชั้น และ 3 ชั้น ดังนั้นจึงอาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับแสงมากที่สุดจนทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นจึงมีค่า L* ต่ำลง จึงสัมพันธ์กันกับค่า a_w ในตารางที่ 6 จะสังเกตว่าค่า a_w ในบรรจุภัณฑ์แบบ Tray มีค่าสูงกว่าบรรจุภัณฑ์อีก 2 แบบ ในทุกวัน เนื่องจากเมื่อปริมาณ a_w ต่ำกว่า 0.6 น้ำตาลกลูโคสกับกรดแอมิโนไกลซีนมีความคงตัวและไม่เกิดปฏิกิริยา เพราะฉะนั้นบรรจุภัณฑ์แบบ Tray มีค่า a_w ใกล้เคียง 0.6 ที่สุด จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ (non-enzymatic reaction) ได้มากที่สุดจึงทำให้เกิดสีที่เข้มขึ้นมากที่สุด (นิธิยา, 2557)

3.3 ปริมาณน้ำอิสระในอาหารด้วยเครื่อง Water activity (a_w)

จากตารางที่ 6 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบค่า a_w ในแต่ละวันนั้น ในวันที่ 3 และวันที่ 5 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยบรรจุภัณฑ์แบบ Tray มีปริมาณ a_w มากที่สุดทั้ง 2 วัน คือ 0.533 ± 0.01 และ 0.538 ± 0.02 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่า a_w ของแต่ละลักษณะบรรจุภัณฑ์ โดยบรรจุภัณฑ์แบบ Box และ Bag มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 1 ผลของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด และระยะเวลาในการเก็บรักษา ที่มีต่อค่าสี Lของอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว 100 กรัม

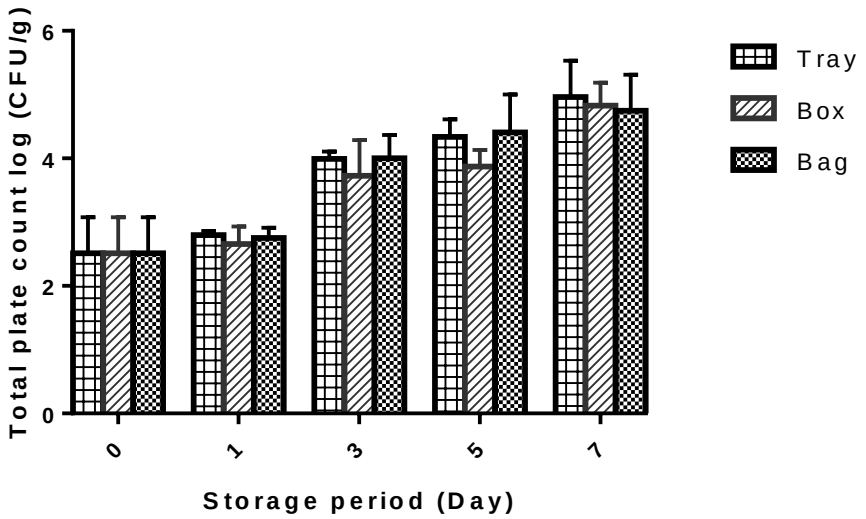
ตารางที่ 6 ผลปริมาณน้ำอิสระในอาหารด้วยเครื่อง Water activity (a_w) ของอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิวที่เติมปลาซิว 100 กรัม และใช้บรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 แบบ

Day	ลักษณะบรรจุภัณฑ์		
	Tray^{ns}	Box	Bag
Day 0^{NS}	0.535 ± 0.01	0.535 ± 0.01^{a}	0.535 ± 0.01^{a}
Day 1^{NS}	0.536 ± .01	0.528 ± 0.01^{a}	0.527 ± 0.01^{ab}
Day 3	0.533 ± 0.01^{A}	0.509 ± 0.01^{Cb}	0.520 ± 0.01^{Bb}
Day 5	0.538 ± 0.02^{A}	0.518 ± 0.01^{Bb}	0.510 ± 0.01^{Bc}
Day 7^{NS}	0.544 ± 0.03	0.529 ± 0.01^{a}	0.531 ± 0.01^{b}

หมายเหตุ NS A B C เปรียบเทียบความแตกต่างในแถวเดียวกัน
ns a b c เปรียบเทียบความแตกต่างในคอลัมน์เดียวกัน

3.4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากภาพที่ 2 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในวันที่ 5 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนวันอื่นๆนั้นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในปริมาณที่ใกล้เคียงกันทั้ง 3 บรรจุภัณฑ์ เมื่อตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (ขนมบ้าบิ่น) จะต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 6 log CFU/g ซึ่งบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 แบบ สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จนถึงวันที่ 7 ได้ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุด คือ 4.96 ± 0.57 log CFU/g ในบรรจุภัณฑ์แบบ Tray ที่เก็บรักษาในวันที่ 7



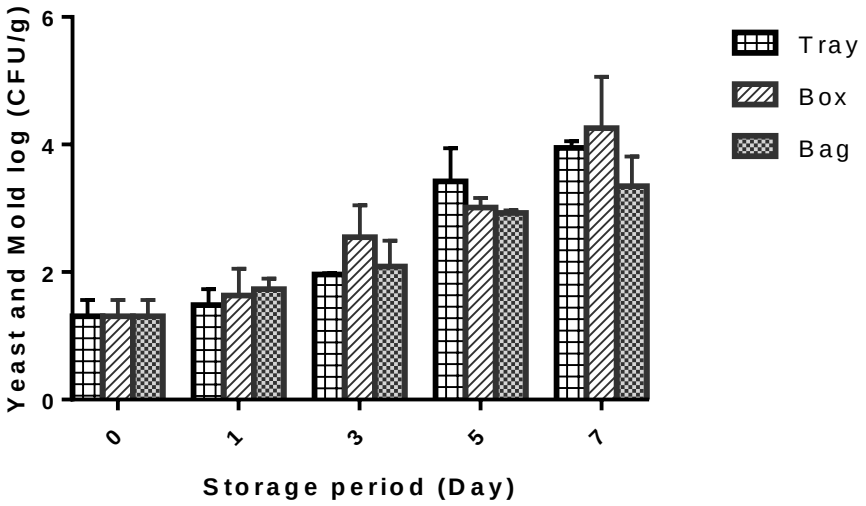
ภาพที่ 2 ผลของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว 100 กรัม

3.5 ปริมาณยีสต์และรา

จากภาพที่ 3 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในวันที่ 5 และวันที่ 7 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนวันอื่นๆนั้นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในปริมาณที่ใกล้เคียงกันทั้ง 3 บรรจุภัณฑ์ เมื่อตรวจสอบปริมาณยีสต์และราตามมาตรฐานลิตภัณฑ์ชุมชน (ขนมบ้าบิ่น) จะต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 2 log CFU/g โดยบรรจุภัณฑ์แบบ Tray สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ถึงวันที่ 3 ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด (1.96 ± 0.02 CFU/g) ส่วนบรรจุภัณฑ์แบบ Box และ Bag สามารถเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน เนื่องจากมีปริมาณยีสต์และราเกินมาตรฐานที่กำหนด และในส่วนผสมของอาหารว่างเสริมแคลเซียมมากปลาซิวนี้ส่วนผสมส่วนใหญ่จะเป็นของแห้ง เช่น เมล็ดฟักทอง อัลมอนด์ งา และโดยเฉพาะปลาซิวเองที่เป็นปลาแห้งแล้วจึงนำมาป่น ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าในผลิตภัณฑ์แห้งจะมีราปนเปื้อน ดังนั้นเมื่อนำผลิตภัณฑ์เหล่านี้มาแปรรูปแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิเย็นและอาจจะมีความชื้นที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตจึงทำให้มีปริมาณยีสต์และรามีปริมาณมากจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาสั้น

4. การศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

จากตารางที่ 7 ผลของการยอมรับบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด พบว่าบรรจุภัณฑ์แบบ Tray ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด มีคะแนน 7.28 ± 1.29 ส่วนในด้านราคาบรรจุภัณฑ์แบบ Bag ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด มีคะแนน 6.88 ± 1.29 ซึ่งมีคะแนนที่ใกล้เคียงกับบรรจุภัณฑ์แบบ Tray คือ 6.70 ± 1.30 ดังนั้นจึงควรเลือกบรรจุภัณฑ์แบบ Tray สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว เพราะนอกจากผู้บริโภคจะยอมรับบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวทั้งในด้านรูปแบบและราคาแล้ว บรรจุภัณฑ์นี้ยังสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานกว่าบรรจุภัณฑ์แบบอื่น สังเกตจากผลการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา ดังงานวิจัยของ ลินจง และคณะ (2546) รายงานว่าการวางจำหน่ายขนมไทยในตลาดสดมีการปนเปื้อนจาก *Staphylococcus aureus* มากกว่าในห้างสรรพสินค้า เนื่องจากในตลาดสดผู้ประกอบการไม่ได้ปกปิดขนมไว้ ข้อมูลดังกล่าวนี้แสดงให้ทราบว่าการแปรรูปอาหารด้วยความร้อนแม้จะทำให้เกิดการลดลงของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ แต่การปนเปื้อนหลังการผลิต โดยเฉพาะในระหว่างการขนส่งและการจัดจำหน่ายเป็นสาเหตุสำคัญของการเสื่อมเสีย ดังนั้นการบรรจุภัณฑ์ที่สามารถชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จึงมีความจำเป็น



ภาพที่ 3 ผลของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด และระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีต่อปริมาณยีสต์และรา ของอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว 100 กรัม

ตารางที่ 7 ผลการยอมรับบรรจุภัณฑ์อาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิวของผู้บริโภคทั่วไปและผู้สูงอายุ

คุณลักษณะ	บรรจุภัณฑ์		
	Tray = 60 บาท (6 ก้อน)	Box = 100 บาท (10 ก้อน)	Bag = 95 บาท (10 ก้อน)
บรรจุภัณฑ์	7.28 ± 1.29	6.86 ± 1.11	6.90 ± 1.18
ราคา	6.70 ± 1.30	6.38 ± 1.38	6.88 ± 1.29

สรุป

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว เพื่อคัดเลือกสูตรมาตรฐาน โดยใช้สูตรมาตรฐาน 3 สูตร ที่มีส่วนผสมที่แตกต่างกัน พบว่าการยอมรับคุณภาพด้านรสชาติ และเนื้อสัมผัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยในด้านรสชาติสูตรที่มีการยอมรับมากที่สุด คือ สูตรมาตรฐานที่ 2 มีคะแนน 5.74 ± 1.08 ซึ่งมีส่วนผสม ดังนี้ ข้าวโอ๊ต อัลมอนด์บดหยาบๆ เมล็ดฟักทองบดหยาบ งาขี้ม่อน งาขาวคั่ว งาดำคั่ว เนยถั่ว น้ำผึ้ง น้ำตาลทรายแดง ผงโกโก้ แครนเบอรีป่น เมื่อนำส่วนผสมทั้งหมดเติมปลาซิวป่น 50, 75 และ 100 กรัม ตามลำดับ (การเติมปลาซิวป่น 100 กรัม เป็นปริมาณที่มากที่สุดที่สามารถเติมได้ในผลิตภัณฑ์อาหารนี้ เนื่องจากถ้าเติมมากกว่า 100 กรัม ผลิตภัณฑ์จะไม่สามารถปั้นเป็นก้อนได้) พบว่าการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปในด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลิตภัณฑ์อาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว 100 กรัม ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับมากที่สุด สอดคล้องกับการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกลุ่มผู้สูงอายุที่มีคะแนนความชอบอาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิว 100 กรัม มากที่สุดเช่นเดียวกัน ส่วนปริมาณแคลเซียมของผลิตภัณฑ์อาหารว่างเสริมแคลเซียมจากปลาซิวที่เติมปลาซิวป่นปริมาณ 50 75 และ 100 กรัม มีปริมาณแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นเป็น 4.5 – 6.8 เท่า ของอาหารว่างที่ไม่ได้เติมปลาซิว อีกทั้งมีประมาณโปรตีนเพิ่มมากขึ้นถึง 1.5 เท่า ของอาหารว่างที่ไม่ได้เติมปลาซิว

จากนั้นศึกษาอายุการเก็บรักษาในด้านต่างๆ ดังนี้ (1) วิเคราะห์ด้านเนื้อสัมผัสของบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด พบว่าเมื่อใช้เวลาเก็บรักษานานขึ้น ค่า Hardness1 หรือค่าความแข็งจะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะสัมพันธ์กันกับค่า Cohesiveness หรือค่าการเกาะตัว ที่เพิ่มมากขึ้น และค่า Chewiness หรือค่าพลังงานในการเคี้ยว ที่เพิ่มสูงขึ้น (2) ค่าสี L* บรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละวัน โดยบรรจุภัณฑ์แบบ Tray จะมีค่า L* ต่ำที่สุดในทุกวันยกเว้นวันที่ 5 (3) ปริมาณน้ำอิสระในอาหารด้วยเครื่อง Water activity (a_w) ในวันที่ 3 และวันที่ 5 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยบรรจุภัณฑ์แบบ Tray มีปริมาณ a_w มากที่สุด ซึ่งส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ (non-enzymatic reaction) ที่ทำให้ค่า L ต่ำลง (4) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เมื่อตรวจสอบตามมาตรฐานลิตภัณฑ์ชุมชน (ขนมบ้าบิ่น) จะต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 6 CFU/g ซึ่งบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 แบบ สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จนถึงวันที่ 7 ได้ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด (5) ปริมาณยีสต์และรา เมื่อตรวจสอบตามมาตรฐานลิตภัณฑ์ชุมชน (ขนมบ้าบิ่น) จะต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม หรือ 2 log CFU/g โดยบรรจุภัณฑ์แบบ Tray สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ถึงวันที่ 3 ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด (1.96 ± 0.02 CFU/g) ส่วนบรรจุภัณฑ์แบบ Box และ Bag สามารถเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน เนื่องจากมีปริมาณยีสต์และราเกินมาตรฐานที่กำหนด

บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเสริมแคลเซียมคือ แบบ Tray เป็นบรรจุภัณฑ์แบบถาดหลุม 6 หลุม มีฝาพลาสติกใสครอบสามารถมองเห็นบรรจุภัณฑ์ได้ชัดเจน มีราคากล่องละ 60 บาท

6. ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้ถ้าจะยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ได้นานยิ่งขึ้น ในกรรมวิธีการอบส่วนผสมต่างๆ ที่เป็นของแห้งอาจต้องใช้อุณหภูมิ และเวลาสูงกว่านี้ จะทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนาภร รติธรรมธร. 2559. ผลของการให้ความร้อนและการทาให้เย็นที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการย่อยของแป้ง. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 21(2): 246-259.

ธีรวัฒน์ เทพใจกาศ. 2545. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากแป้งมันเทศและเนื้อปลาป่น. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557. เคมีอาหาร Food Chemistry. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ประเวศวุฒิ ไรวา. 2559. อุตสาหกรรมเบเกอรี่ไทย. ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร. ค้นเมื่อ 26 มิถุนายน 2561, http://fic.nfi.or.th/foodindustry_ceo.php?pro=5

ลินจง สุขลำภู พรรณชรินทร์ ศรัทธา และสุพรรณี เสนาอาด. 2546. การศึกษาการปนเปื้อนของ Staphylococcus aureus ในขนมไทย. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 วันที่3-7 กุมภาพันธ์ 2546, มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์; กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม; ทบวงมหาวิทยาลัย; กระทรวงศึกษาธิการ; สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ; สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

วัลลภ พรเรืองวงศ์. 2551. ตารางแสดงประเภทอาหารที่อุดมด้วยแคลเซียมทั่วไป. ค้นเมื่อ 26 มิถุนายน 2561
, www.gotoknow.org/posts/6629

สุมนทิพย์ คงตัน. 2549. แคลเซียมในร่างกายกับวัยทอง. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์ 5(1), 126-133.

สิริมาศ อุษสาธิต กมลวรรณ แจ้งชัด อนุวัตร แจ้งชัด และประชา บุญญสิริกูล. (มปป.). การศึกษาผลของฟลาวข่าวขาวดอกมะลิ 105 มันเทศและปลาป่นต่อคุณภาพอาหารขบเคี้ยวที่ ผ่านกระบวนการเอกซ์ทรูชัน. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรนุช สีหามาลา ศุภชัย ภูลายดอก หนูเดือน สาระบุตร ณัฏฐพงศ์ เจนวิพากษ์ พนิดา วงศ์ปรีดี พร ประภา ชุนถนอม และอนันต์ พันธ์พิบูลย์. 2559. การทดแทนเนื้อหมูจากปลาชิวในการทำกุนเชียงเสริมแคลเซียมจากปลาชิว. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์.

Abdel-Moemin, A. R. 2015. Healthy cookies from cooked fish bones. Food bioscience, 12, 114-121.

AOAC. 1999. Official method of analysis 16th ed. Washington (DC): Association of Official Analytical Chemists.

Ares, G., and R. Deliza. 2010. Studying the influence of package shape and colour on consumer expectations of milk desserts using word association and conjoint analysis. Food quality and preference. 21(8), 930-937.

Schnepf, M., and T. Madrick. 1991. The solubility of calcium from antacid tablets, calcium supplements and fortified food products. Nutrition Research, 11(9), 961-970.