



การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมจีบเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่

The Development of Shumai Supplemented with Calcium from Eggshell Powder

อชิรญาณ์ รงค์ทอง, อำพร แจ่มผล*, ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร, ทิพากร ม่วงถึก,
ศิริพร เรียบร้อย คิม

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

Achiraya Rongthong, Amporn Jamphon*, Taweesak Techakriengkrai,
Tipakorn Muangteuk, Siriporn Riebroy Kim

Department of Home Economics, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

Received 21 August 2021; Received in revised from 12 November 2021; Accepted 18 November 2021

บทคัดย่อ

เปลือกไข่ไก่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากการผลิตและแปรรูปของอุตสาหกรรมอาหารและในภาคครัวเรือนของประเทศไทย มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งเป็นแร่ธาตุที่ในร่างกายใช้ในการสร้างกระดูกทำให้กระดูกแข็งแรง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณแคลเซียมและแร่ธาตุบางชนิดในผงเปลือกไข่ไก่และศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของขนมจีบเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่ โดยทดลองเสริมผงเปลือกไข่ไก่ที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมขนมจีบทั้งหมด จากนั้นทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแคลเซียมในผงเปลือกไข่ไก่ที่มีปริมาณร้อยละ 39 และเมื่อเสริมในขนมจีบที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 พบว่าคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมลดลงเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ไก่เพิ่มมากขึ้น และการเสริมผงเปลือกไข่ไก่ที่ร้อยละ 5 ในขนมจีบ ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดด้วยผลคะแนนเฉลี่ยที่มากกว่า 7 คะแนนในทุกด้าน นอกจากนี้ยังมีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นจาก 25.16 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เป็น 2,023.33 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งไม่เกิน 2,500 มิลลิกรัมที่เป็นปริมาณสูงสุดที่ร่างกายสามารถรับได้ต่อวัน

คำสำคัญ: แคลเซียม; เปลือกไข่ไก่; ผงเปลือกไข่ไก่; ขนมจีบ

Abstract

Chicken eggshells are discarded as wastes from the food industry and the household sector in Thailand. This eggshell is very rich in calcium content, which use to build and maintain strong bones. Therefore, this research aimed to identify calcium and some mineral content in eggshell powder (ESP) and to study physical and chemical properties of shumai supplemented with eggshell powder. Sensory test of shumai supplemented with eggshell powder at 0, 5, 10, and 15% was evaluated with 9-point hedonic scale in terms of appearance, color, flavor, taste, texture and overall liking. The experimental design was a randomized completely block design (RCBD). From the result, the eggshell powder had a calcium content of 39%. The different ratios of eggshell powder had differences in sensory score, particularly texture and overall liking were reduced by increasing amounts of eggshell powder. The shumai supplemented with eggshell powder 5% was the most accepted by the consumer, which the average scores over 7 in all characteristics. Furthermore, the supplemented shumai 5% has increased in calcium content from the control 25.16 to 2,023.33 mg/100 g, which is not over the daily upper intake level of 2,500 mg.

Keywords: Calcium; Eggshell; Eggshell powder; Shumai

1. บทนำ

แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่สำคัญประมาณร้อยละ 99 ของแคลเซียมในร่างกายใช้ในการสร้างกระดูกและฟันเพิ่มความหนาแน่นให้กระดูก ทำให้กระดูกแข็งแรง หากร่างกายได้รับแคลเซียมไม่เพียงพอในแต่ละวันตั้งแต่วัยทารกถึงวัยเด็กจะส่งผลให้เกิดโรคกระดูกอ่อนได้ และเมื่อขาดเป็นระยะเวลานานร่างกายจะดึงแคลเซียมที่สะสมอยู่ในกระดูกมาใช้ ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุนในทุกช่วงวัยโดยเฉพาะผู้สูงอายุ ภาวะกระดูกพรุน ความแข็งแรงของกระดูกลดลงจึงมีความเสี่ยงแตกหักได้ง่าย แม้ว่าได้รับแรงกระแทกเพียงเล็กน้อย เมื่อเป็นโรคกระดูกพรุนอาจเกิดอาการต่างๆ เช่น ปวดหลัง กระดูกสันหลังยุบตัว กระดูกแขนขาเปราะและหัก มีปัญหาเกี่ยวกับกระดูกข้อมือ กระดูกสะโพก กระดูกสันหลัง ทำให้เกิดความพิการ เดินไม่ได้ เกิดอาการแทรกซ้อนคือปวดขวม ผลกดทับ ติดเชื้อ แขนขาใช้งานไม่ได้ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตได้ ดังนั้นการป้องกันโรคกระดูกพรุนต้องได้

รับแคลเซียมในปริมาณที่ไม่น้อยกว่าความต้องการของร่างกายในแต่ละวันและมีการสะสมปริมาณแคลเซียมในร่างกายตั้งแต่อายุน้อยจึงสามารถป้องกันและลดความเสี่ยงการเกิดภาวะกระดูกพรุนเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นได้ [1] เพศชายและเพศหญิง อายุ 9-18, 19-50 และ 50 ปีขึ้นไป ต้องการ แคลเซียม 1,300 1,200 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อวันตามลำดับ ส่วนหญิงตั้งครรภ์และให้นมบุตร ต้องการแคลเซียม 1,300 มิลลิกรัมต่อวัน [2] โดยร่างกายสามารถรับแคลเซียมได้สูงสุดถึง 2,500 มิลลิกรัมต่อวัน โดยปราศจากผลเสีย [3]

การผลิตและแปรรูปของอุตสาหกรรมอาหารและในภาคครัวเรือนของประเทศไทยมีการใช้ไข่ไก่ประมาณ 15,000 ล้านฟองต่อปี ทำให้มีเปลือกไข่ไก่เหลือทิ้งประมาณ 660 ตันต่อปี ต้องใช้งบประมาณในการกำจัดโดยวิธีการฝังกลบ ประมาณ 8,000,000 บาทต่อปี [4] และก่อให้เกิดปัญหาด้านมลภาวะที่เกิดจากการกำจัดขยะเปลือกไข่ไก่ [5] ในปัจจุบันเปลือกไข่ไก่เหลือทิ้งโดย

ส่วนใหญ่จะถูกนำไปเป็นอาหารสัตว์และปุ๋ย จากการศึกษาลักษณะสมบัติของเปลือกไข่พบว่าเปลือกไข่ไก่ ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 98.2 ของน้ำหนักเปลือกไข่ แมกนีเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.9 แคลเซียมฟอสเฟตร้อยละ 0.9 ที่เหลือเป็นแร่ธาตุอื่นรวมทั้งโปรตีนและน้ำ [6] จากการศึกษาพบว่าค่าการละลายของแคลเซียมจากเปลือกไข่ไก่ไม่แตกต่างจากแคลเซียมคาร์บอเนตทางการค้ายี่ห้อ CIPCAL-500 ที่ผลิตจากเปลือกหอยนางรม [7] และเมื่อเปรียบเทียบการละลายระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนตทางการค้ายี่ห้อ Iceland Spar แคลเซียมคาร์บอเนตบริสุทธิ์ และแคลเซียมจากเปลือกไข่ไก่ พบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตยี่ห้อ Iceland Spar มีค่าการละลายสูงที่สุดที่ร้อยละ 100 ตามมาด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากเปลือกไข่ไก่ที่ค่าการละลายร้อยละ 93 ซึ่งมีค่ามากกว่าแคลเซียมคาร์บอเนตบริสุทธิ์ ซึ่งค่าการละลายอยู่ที่ร้อยละ 80 [8] จากการศึกษาของ Schaafsma *et al.* ในปี 2002 พบว่าการให้แคลเซียมคาร์บอเนตจากผงเปลือกไข่ไก่แก่หญิงสาววัยหนุ่มสาวสามารถเพิ่มค่า Bone Mineral Density (BMD) ของกระดูกสะโพกได้ [9] นอกจากนี้เปลือกไข่ไก่ที่นำมาผลิตด้วยกระบวนการ Pulse Electric Field (PEF) แล้วนำไปผลิตเป็นเม็ดแคลเซียมสำหรับเคี้ยว พบว่าสามารถเพิ่มความหนาและยังเพิ่มอินทรีย์วัตถุของกระดูก femurs ได้ และเพิ่มปริมาณของแคลเซียมในกระดูกของหนูทดลองได้ ($P < 0.05$) [10]

ด้วยคุณสมบัติของเปลือกไข่ไก่ที่เป็นแหล่งของแคลเซียมจึงได้มีการศึกษาวิจัยเสริมผงเปลือกไข่ไก่ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อใช้เป็นแหล่งของแคลเซียม ได้แก่ การเสริมเปลือกไข่ไก่ผงในบิสกิต [11] ในขนมปังซาวร์โดว์ [12] ในเค้กช็อกโกแลต [13] ในกลูเตนฟรีเค้ก [14] การเพิ่มแคลเซียมแลคเตทที่ผลิตได้จากเปลือกไข่ไก่ และแคลเซียมแลคเตททางการค้าในผลิตภัณฑ์หมัมนานาโนไบนโยเจอร์ต [16,17] และใช้เปลือกไข่ไก่เพื่อเสริม

แคลเซียมในอาหารหลัก (Staple Food) ในชนบทของกลุ่มประเทศที่ตั้งอยู่ตอนใต้ของทะเลทรายซาฮาราในทวีปแอฟริกา (Sub-Saharan Africa) [18]

ขนมจีบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่นำแผ่นก๊วยหรือแผ่นแป้งมาห่อไส้ที่ทำจากเนื้อหมูปดผสมกับมันหมู เนื้อกุ้ง หรือเนื้อปู อย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกัน อาจผสมแป้ง มันแกว ไข่ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ น้ำซีอิ้ว พริกไทย น้ำมันงา อาจตกแต่งด้วยส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ไข่เค็มหั่นเป็นชิ้นเล็ก เนื้อปู เนื้อกุ้ง อาจนำไปนึ่งให้สุก บรรจุใส่ภาชนะ แล้วแช่เยือกแข็ง (freezing) หรือแช่เย็น (chilling) ก่อนบริโภคต้องนำไปให้ความร้อนให้สุก แผ่นก๊วยหรือแผ่นแป้งต้องไม่หลุดหรือฉีกขาด ต้องมีรูปทรงที่ดี มีสีและกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืน กลิ่นเหม็นบูด รสเปรี้ยว เนื้อสัมผัสส่วนแผ่นก๊วยหรือแผ่นแป้งต้องนุ่ม ไม่แข็งกระด้างหรือละลายตัวกันดี [19]

ขนมจีบเป็นอาหารที่นิยมบริโภคสะดวกต่อการหารับประทาน เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมหลักเป็นแผ่นแป้ง เนื้อสัตว์และไขมัน สารอาหารส่วนใหญ่จึงเป็นสารอาหารหลัก แต่ปัจจุบันผู้บริโภคคำนึงถึงสุขภาพมากขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับขนมจีบ จึงมีแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมจีบโดยการเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่เหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อเป็นการสร้างมูลค่าของเปลือกไข่ไก่ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับขนมจีบ

ดังนั้นการศึกษารังนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- 1) ศึกษาปริมาณแคลเซียมและแร่ธาตุบางชนิดในผงเปลือกไข่ไก่
- 2) ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของขนมจีบเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่ที่จะนำเปลือกไข่ไก่เหลือทิ้งนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยนำมาเป็นแหล่งของแคลเซียมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมจีบซึ่งเป็นอาหารที่นิยมบริโภคสะดวกต่อการหารับประทาน

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมผงเปลือกไข่ไก่

นำเปลือกไข่ไก่มาล้างด้วยน้ำสะอาดจนกระทั่งน้ำใส ลอกเยื่อเปลือกไข่ไก่ออก บีบเปลือกไข่ไก่ให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำเข้าเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ภายใต้แรงดัน 1.2 kg/cm^3 ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 20 นาที จากนั้นล้างเปลือกไข่ด้วยน้ำกลั่นเพื่อล้างเยื่อเปลือกไข่ที่หลงเหลือออก นำเปลือกไข่ไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนยี่ห้อ Binder รุ่น FD-115 ที่ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง [20] นำมาบดด้วยเครื่องบดแบบแห้ง (Planetary Ball Mill) จนละเอียดเป็นผง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.034 มิลลิเมตรหรือ 400 Mesh โดยตัดแปลงจาก [20] เก็บรักษาผงเปลือกไข่ไก่ในถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศเพื่อรอการวิเคราะห์และนำไปเสริมในผลิตภัณฑ์ขนมจีบต่อไป

2.2 วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผงเปลือกไข่ไก่

นำผงเปลือกไข่ไก่จากข้อ 1 มาทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ ปริมาณแคลเซียม แร่ธาตุบางชนิด และคุณภาพทางจุลินทรีย์ ดังนี้

2.2.1 วิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

ได้แก่ ค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)) ด้วยเครื่องวัดค่าสี (ColorFlex, HunterLab, USA) วิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (Water activity : a_w) ด้วยเครื่อง a_w meter (RS-232, AQUA LAB, USA)

2.2.2 ปริมาณแคลเซียมและแร่ธาตุบางชนิด

วิเคราะห์ปริมาณได้โดยวิธี Drying Method [21] วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) ฟอสฟอรัส (P) ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer : AAS (Thermo Scientific, iCE™ 3500 Dual, USA)

2.2.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, แบคทีเรียโคลิฟอร์ม, ยีสต์และรา ตามวิธีการของ BAM [22]

2.3 การคัดเลือกตำรับพื้นฐานขนมจีบ

ผลิตขนมจีบ 3 ตำรับ [23,24] โดยผสมส่วนผสมทั้งหมดของแต่ละตำรับ (Table 1) เข้าด้วยกันยกเว้นแผ่นกึ่งสำเร็จรูป ขนาดส่วนผสมด้วยเครื่องผสมอาหาร KitchenAid Professional 6 ความเร็วระดับ 1 ด้วยหัวผสมใบไม้ นาน 15 นาที คลุมส่วนผสมด้วยฟิล์มยืดถนอมอาหาร แล้วพักในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตักส่วนผสมประมาณ 20 กรัมแล้วห่อด้วยแผ่นกึ่งสำเร็จรูป นึ่งนาน 15 นาที แล้วพักในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทเพื่อใช้คัดเลือกเป็นตำรับพื้นฐานสำหรับการผลิตขนมจีบเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่ จากนั้นทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ไม่ผ่านการฝึกฝนแต่มีความคุ้นเคยกับการบริโภคขนมจีบโดยมีเกณฑ์การคัดเลือกเข้าอาสาสมัครผู้รับการวิจัย (Inclusion criteria) ดังนี้ เป็นเพศชายและหญิงสุขภาพดี มีอายุตั้งแต่ 18-60 ปี ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 50 คน ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) คัดเลือกตำรับที่ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดในด้านความชอบโดยรวมตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป เพื่อใช้เป็นตำรับพื้นฐานในการผลิตขนมจีบเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่ โดยได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์เลขที่ COE No. COE64/165 โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Table 1 Ingredients in the different recipes of shumai

Ingredients	Shumai (recipe)		
	1 [23]	2 [23]	3 [24]
Ground red meat of pork (grams)	500	500	700
Ground pork lard (grams)	300	300	300
Shrimp flesh (grams)	-	300	-
Whole egg (grams)	110	-	165
Egg white (grams)	-	35	-
Caster sugar (grams)	11	15	26
Salt (teaspoon)	-	0.5	0.25
White pepper powder (teaspoon)	2.5	1	2
Chopped Yam bean (grams)	400	-	115
Chopped soaked dry shiitake (grams)	90	-	-
Fish sauce (grams)	45	-	-
Sesame oil (grams)	15	18	18
Tapioca starch (grams)	-	6	-
Soy sauce (grams)	-	30	30
Chopped onion (grams)	-	-	110
Chopped carrot (grams)	-	-	110
Corn starch (grams)	-	-	20
Mashed coriander root (grams)	-	-	5
Seasoning soy bean sauce (grams)	-	-	30
Iced water (grams)	-	240	-
Wonton wrap (grams)	365 (73 sheets)	365 (sheets)	415 (sheets)

2.4 ศึกษาการเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่ในผลิตภัณฑ์ขนมจีบ

นำผลิตภัณฑ์ขนมจีบตำรับที่ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดในด้านความชอบโดยรวมที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3 จำนวน 1 ตำรับมาเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่โดยเสริมผงเปลือกไข่ไก่ที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมขนมจีบทั้งหมด จากนั้นประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คัดเลือกตำรับที่ผู้ทดสอบให้คะแนนเฉลี่ยในทุกด้านตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป มาวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

2.4.1 วิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ

ได้แก่ ค่าสี (ค่าความสว่าง (L^*), ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)) ด้วยเครื่องวัดค่าสี (ColorFlex, HunterLab, USA) วิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer (TA.XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., England) ด้วยหัววัด P/100 ด้วยสภาวะ Pre-test speed : 1 mm/s, Test speed : 1 mm/s, Post-test speed : 1 mm/s, Target mode : 60% strain, Time : 5 sec, Trigger type : Auto (Force), Tricker force : 5.0 G

2.4.2 องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์ปริมาณความชื้นด้วยการอบแห้งในเตาอบลมร้อนแล้วหาน้ำหนักที่หายไปตามวิธีการของ A.O.A.C. [21] ปริมาณเถ้าโดยวิธี Drying Method ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl Method ปริมาณไขมันโดยวิธี Soxhlet Extraction และปริมาณคาร์โบไฮเดรตตามวิธีการของ A.O.A.C. [21] วิเคราะห์พลังงานจาก Bomb Calorimeter รุ่น 6100 (Compensated Jacket Calorimeter, Parr, Pakistan) รายงานหน่วยเป็น

กิโลแคลอรี (Kilocalories) ต่อ 100 กรัม ปริมาณแคลเซียม (Ca) ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer : AAS

2.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Completely Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี One-way ANOVA วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 ตัวอย่างด้วย Paired Sample T-Test ที่ระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 คุณลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผงเปลือกไข่ไก่

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของผงเปลือกไข่ไก่ พบว่า มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาวปนสีน้ำตาลอ่อนเล็กน้อยสัมพันธ์กับค่า L^* คือเท่ากับ 81.94 ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความสว่าง ค่า a^* เท่ากับ 1.58 ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีแดงเล็กน้อย และค่า b^* เท่ากับ 6.17 (Table 2) ซึ่งบ่งบอกถึงความเป็นสีเหลืองเนื่องจากผงเปลือกไข่ไก่นั้นผลิตจากเปลือกไข่ไก่ที่มีสีบริเวณเปลือกเป็นสีน้ำตาลอ่อนไปจนถึงสีน้ำตาลเข้มซึ่งเป็นไข่ไก่ที่นิยมบริโภคและมีมากในประเทศไทย โดยสีน้ำตาลของเปลือกไข่ไก่เกิดจากรังควัตถุ Protoporphyrin IX ที่แม่ไก่ผลิตออกมาเคลือบเปลือกไข่ไก่ที่แข็งตัวแล้วภายในท่อนำไข่ โดยสีของเปลือกไข่ไก่นั้นขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของแม่ไก่ อายุ สุขภาพ ความเครียด อาหาร การเลี้ยงดู และฮอร์โมนของแม่ไก่ [25]

Table 2 Physical and chemical properties of eggshell powder

Properties	Eggshell powder
Physical properties:	
Color value	
L*	81.94 ± 0.07
a*	1.58 ± 0.05
b*	6.17 ± 0.05
Water activity : a _w	0.23 ± 0.02
Chemical properties : (%dry basis)	
Ash	98.39 ± 0.11
Calcium	39.01 ± 0.02
Magnesium	0.34 ± 0.01
Phosphorus	0.08

ผงเปลือกไข่ไก่ที่ผลิตได้เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและแร่ธาตุบางชนิดพบว่า มีปริมาณเถ้าร้อยละ 98.39 แคลเซียมร้อยละ 39.01 แมกนีเซียมร้อยละ 0.34 และฟอสฟอรัสร้อยละ 0.08 (Table 2) ซึ่งผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ [13,26,27] ที่พบว่าเปลือกไข่ไก่สีน้ำตาลมีแคลเซียมอยู่ร้อยละ 34.12, 37.6 และ 33.13 ตามลำดับ

เมื่อนำผงเปลือกไข่ไก่มาทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่า มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 CFU/g ปริมาณ *Escherichia coli*. น้อยกว่า 3 MPN/g ตรวจไม่พบ *Salmonella spp.* ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/g ปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 10 CFU/g

3.2 ผลการคัดเลือกตำรับพื้นฐานขนมจีบ

จากการผลิตขนมจีบจาก 3 ตำรับ [23,24] และนำขนมจีบที่ผลิตได้มาทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า คุณลักษณะด้านสีของขนมจีบที่ทั้งสามตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นรส ตำรับที่ 2 มีคะแนนสูงสุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับตำรับที่ 3 และในด้าน รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนตำรับที่ 3 มากที่สุด ($p < 0.05$) (Table 3) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกขนมจีบตำรับที่ 3 เพื่อเป็นตำรับพื้นฐานในการผลิตขนมจีบเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่ต่อไป

Table 3 Sensory acceptance from different recipes of shumai

Characteristics	Shumai (recipe)		
	1	2	3
Appearance	7.75 ± 1.15 ^b	8.23 ± 0.83 ^a	8.00 ± 0.68 ^{ab}
Color	7.95 ± 0.96 ^a	8.30 ^a ± 0.72 ^a	8.03 ± 0.69 ^a
Flavor	7.86 ± 0.94 ^b	8.27 ± 0.75 ^a	8.12 ± 0.76 ^a
Taste	7.53 ± 1.04 ^b	7.43 ± 0.96 ^b	8.65 ± 0.48 ^a
Texture	7.23 ± 1.08 ^b	7.20 ± 0.94 ^b	8.33 ± 0.92 ^a
Overall liking	7.27 ± 0.82 ^c	7.7 ± 0.91 ^b	8.53 ± 0.51 ^a

^{a,b,c} Means ± SD in the same row with difference superscripts are significantly different (p<0.05)

3.3 ผลการศึกษาการเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่ในผลิตภัณฑ์ขนมจีบ

นำตำรับขนมจีบที่ได้รับคะแนนสูงที่สุด(ตำรับที่ 3) มาเสริมผงเปลือกไข่ไก่ที่ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ขนมจีบที่เสริมผงเปลือกไข่ไก่อ้อยละ 5 ได้รับคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับสูตรควบคุม (ไม่ได้เสริมผงเปลือกไข่ไก่) มากที่สุด โดยพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผงเปลือกไข่ไก่เข้าไปในส่วนของไส้ขนมจีบมากขึ้นส่งผลให้คะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสในทุกๆ ด้านลดลง (Table 4) โดยเฉพาะด้านเนื้อสัมผัสเมื่อเพิ่มผงเปลือกไข่ไก่อ้อยละ 10 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน 4.24 และที่ใช้ผงเปลือกไข่ไก่อ้อยละ 15 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนลดลงเหลือเพียง 3.24 ทั้งนี้เนื่องจากผงเปลือกไข่

ไก่อประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 98.2 [7] ซึ่งมีความสามารถในการละลายน้ำได้ค่อนข้างต่ำ [20] เมื่อนำมาเสริมในผลิตภัณฑ์จะส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคจะรู้สึกได้ถึงเนื้อสัมผัสของผงเปลือกไข่ไก่ทำให้รู้สึกสากที่บริเวณลิ้นทำให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสลดลงและส่งผลต่อคะแนนด้านความชอบโดยรวมด้วย ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการเสริมผงเปลือกไข่ไก่ในเค้กช็อกโกแลต [13] ในเค้กปราศจากกลูเตน [14] ในขนมปังขาว [28] ซึ่งก็พบว่าคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมลดลงเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ไก่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ไก่ที่มากขึ้นทำให้ขนมจีบมีสีขาวซีดเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับค่าสี L* a* b* (Table 5)

Table 4 Sensory acceptance of shumai supplemented with eggshell powder

Characteristics	Shumai supplemented with eggshell powder			
	0%	5%	10%	15%
Appearance	8.98 ± 0.14 ^a	8.8 ± 0.40 ^b	7.88 ± 0.33 ^c	7.52 ± 0.51 ^d
Color	8.52 ± 0.51 ^a	8.14 ± 0.35 ^b	6.86 ± 0.35 ^c	6.26 ± 0.44 ^d
Flavor	8.58 ± 0.50 ^a	8.26 ± 0.44 ^b	7.82 ± 0.39 ^c	7.74 ± 0.44 ^c
Taste	8.98 ± 0.14 ^a	7.86 ± 0.35 ^b	7.26 ± 0.44 ^c	6.76 ± 0.43 ^d
Texture	8.9 ± 0.30 ^a	7.84 ± 0.55 ^b	4.24 ± 0.82 ^c	3.24 ± 0.82 ^d
Overall liking	8.98 ± 0.14 ^a	7.94 ± 0.24 ^b	4.74 ± 0.83 ^c	3.74 ± 0.83 ^d

^{a,b,c,d} Means ± SD in the same row with difference superscripts are significantly different (p<0.05)

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Table 4) จึงเลือกขนมจีบเสริมผงเปลือกไข่ไก่ที่ร้อยละ 5 ซึ่งเป็นสิ่งทดลองที่มีคะแนนเฉลี่ยในทุกด้านตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป มาวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับขนมจีบสูตรควบคุมที่ไม่ได้เพิ่มผงเปลือกไข่ไก่

พบว่า ค่าสีของส่วนที่ใส่ขนมจีบเสริมผงเปลือกไข่ไก่ที่ร้อยละ 5 มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 62.91 ซึ่งมากกว่าสูตรควบคุม (L* เท่ากับ 52.53) (Table 5)

เนื่องจากเปลือกไข่ไก่ด้านในมีสีขาวส่วนด้านนอกจะมีสีออกน้ำตาลเล็กน้อยเมื่อนำมาบดเป็นผงค่าความสว่าง (L*) ของผงเปลือกไข่ไก่จึงมีค่าที่สูงคือ 81.94 ดังนั้นเมื่อเสริมผงเปลือกไข่ไก่เข้าไปในไส้ขนมจีบจึงส่งผลให้สีของไส้ขนมจีบมีความขาวซีดเพิ่มขึ้นตามลักษณะสีของผงเปลือกไข่ไก่ ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการเสริมผงเปลือกไข่ไก่ในโยเกิร์ต [14] ในขนมปังขาว [28] และในผลิตภัณฑ์ข้าวเอ็กซ์ทราด [29] พบว่าค่าสี L* เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Table 5 Colors of shumai (control, ESP 0 %) and shumai supplemented with eggshell powder 5%

Colors	Filling (control)	Filling supplemented with ESP 5 %
L*	52.53 ± 0.14 ^b	62.91 ± 0.93 ^a
a*	3.86 ± 0.55 ^b	4.72 ± 0.46 ^a
b*	16.86 ± 0.30 ^b	18.53 ± 0.33 ^a

^{a,b} Means ± SD in the same row with different superscripts are significantly different (p<0.05)

เมื่อนำขนมจีบสูตรควบคุมและสูตรเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่อ้อยละ 5 ไปทำการวัดเนื้อสัมผัส พบว่าสูตรเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่อ้อยละ 5 มีค่าความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าความสามารถเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) และความสามารถในการคืนตัว (Resilience) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้น การทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ที่มีค่าลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าความเหนียว (Gumminess) เพิ่มขึ้นแต่ไม่มี

ความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 6) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ [28] ที่ทำการเสริมผงเปลือกไข่ไก่ในขนมปัง พบว่าขนมปังมีความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเปลือกไข่ไก่เพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ต้องใช้พลังงานในการกัด (Gumminess) เพิ่มขึ้นด้วย [30] อาจทำให้ผู้ทดสอบรู้สึกว่าเนื้อขนมจีบแข็งและแน่นสอดคล้องกันกับผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Table 4) ในด้านเนื้อสัมผัสมีคะแนนลดลงเมื่อปริมาณผงเปลือกไข่ไก่เพิ่มมากขึ้น

Table 6 Texture profile analysis (TPA) of shumai (control, ESP 0 %) and shumai with eggshell powder 5 %

Shumai	Texture profile analysis					
	Hardness (g)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess (g)	Chewiness (g)	Resilience
Control	4076.04 ± 285.54 ^b	0.74 ± 0.08 ^a	0.47 ± 0.10 ^a	1721.47 ± 298.47 ^a	1270.54 ± 242.52 ^a	0.2 ± 0.06 ^a
ESP5%	5803.06 ± 82.69 ^a	0.66 ± 0.04 ^b	0.31 ± 0.03 ^b	1800.72 ± 190.59 ^a	1180.58 ± 150.23 ^a	0.11 ± 0.01 ^b

^{a,b} Means ± SD in the same column with difference superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

Table 7 Chemical compositions of shumai (control, ESP 0 %) and shumai supplemented with eggshell powder (ESP) 5 %

Chemical compositions	Control, ESP 0 %	Shumai supplemented with ESP 5 %
Moisture (%ww)	57.39 ± 0.07 ^b	59.24 ± 0.03 ^a
Ash (%ww)	2.06 ± 0.11 ^b	6.38 ± 0.07 ^a
Protein (%ww)	16.87 ± 0.11 ^a	10.75 ± 0.26 ^b
Fat (%ww)	20.7 ± 0.32 ^b	21.86 ± 0.32 ^a
Carbohydrate (%ww)	22.75 ± 0.3 ^a	14.31 ± 0.23 ^b
Calcium (mg./ 100 gram)	25.16 ± 0.21 ^b	2,023.33 ± 30.55 ^a
Energy (Kilocalories/ 100 gram)	344.80 ± 1.63 ^a	320.20 ± 1.26 ^b

^{a,b} Means ± SD in the same row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

ขนมจีบสูตรควบคุมและเสริมแคลเซียมผงเปลือกไข่ไก่ร้อยละ 5 เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าขนมจีบที่เสริมผงเปลือกไข่ไก่ มีปริมาณเถ้าร้อยละ 6.38 และแคลเซียมร้อยละ 2.02 (Table 7) ซึ่งมากกว่าสูตรควบคุม เป็นผลมาจากปริมาณแคลเซียมที่พบในเปลือกไข่ไก่ที่มีปริมาณร้อยละ 39 (Table 2) ดังนั้นเมื่อเพิ่มผงเปลือกไข่ไก่เพียงร้อยละ 5 ก็ส่งผลทำให้ขนมจีบมีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นจาก 25.16 มิลลิกรัมต่อขนมจีบ 100 กรัมเพิ่มขึ้นเป็น 2,023.33 มิลลิกรัมต่อขนมจีบ 100 กรัม (ประมาณ 4 ซีน) โดยแคลเซียมที่อยู่ในผงเปลือกไข่ไก่กว่าร้อยละ 98 เป็นแคลเซียมคาร์บอเนต [5] ที่ประกอบไปด้วยแร่ธาตุแคลเซียมร้อยละ 39 ดังนั้นแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่จึงสามารถเป็นแหล่งของแคลเซียมสำหรับเสริมในผลิตภัณฑ์อาหารได้ การบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมจีบเสริมแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่จึงทำให้ร่างกายได้รับแคลเซียมไม่น้อยไปกว่าปริมาณที่ควรได้รับต่อวัน [2] โดยปลอดภัย ส่วนปริมาณโปรตีนและพลังงานต่อขนมจีบเสริมผงเปลือกไข่ไก่ร้อยละ 5 ปริมาณ 100 กรัม มีค่าลดลงจากร้อยละ 16.87 เป็น 10.75 และ 344.80 กิโลแคลอรี เป็น 320.20 กิโลแคลอรี

4. สรุป

ผงเปลือกไข่ไก่มีปริมาณแคลเซียมร้อยละ 39 เมื่อนำผงเปลือกไข่ไก่มาเสริมในผลิตภัณฑ์ขนมจีบจึงส่งผลให้ขนมจีบที่ทำการเสริมผงเปลือกไข่ไก่มีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นจากเดิมคือ 25.16 มิลลิกรัมต่อขนมจีบ 100 กรัมเพิ่มขึ้นเป็น 2,023.33 มิลลิกรัมต่อขนมจีบ 100 กรัม ดังนั้นแคลเซียมจากผงเปลือกไข่ไก่จึงสามารถเป็นแหล่งของแคลเซียมสำหรับเสริมในผลิตภัณฑ์อาหารได้

5. References

- [1] Vamvanij, V., Calcium Prevent Osteoporosis, Available Source: <https://www.si.mahidol.ac.th/Th/healthdetail.asp?aid=155>, August 21, 2020. (in Thai)
- [2] Leerapun, T., Important of calcium, Available Source: <https://sriphat.med.cmu.ac.th/th/knowledge-153>, October 29, 2021. (in Thai)
- [3] European Food Safety Authority, 2012, Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of calcium, EFSA J. 10(7): 19.
- [4] Pornchai, T., 2017, Utilization of eggshell waste, MSU Res. Digest. 6(2): 24-28. (in Thai)
- [5] Domrongpokkaphan, V., 2012, Utilization of eggshell, The J. Appl. Sci. 11(2): 75-83. (in Thai)
- [6] Popan, K. and Hanvongsa, S., 2017, Comparison of egg shell powder efficacy to extend the shelf life of oak leaf lettuce, RAJABHAT AGRIC. 16(2): 46-52. (in Thai)
- [7] Chakraborty, A. P., 2016, Chicken eggshell as calcium supplement tablet, IJSEM. 1(5): 45-49.
- [8] Szeleszczuk, L., Pisklak, D. M., Kuras, M. and Wawer, I., 2015, *In vitro* dissolution of calcium carbonate from the chicken eggshell: a study of calcium bioavailability, Int. J. Food Prop. 18: 2791-2799.
- [9] Schaafsma, A., van Dormaal, J. J., Muskiet, F. A. J., Hofstede, G. J. H., Pakan, I. and van der Veer, E., 2002, Positive effects of a chicken eggshell powder-enriched vitamin-mineral supplement on femoral neck bone mineral density in healthy late post-menopausal Dutch women, Br. J. Nutr. 87(3): 267-275.
- [10] Lin, S., Shen, T. and Ye, H., 2013, An absorption assessment of eggshell calcium citrate treated by PEF in mice,

- Adv. Mat. Res. 634-638(1): 1413-1416.
- [11] Hassan, N. M. M., 2015, Chicken eggshell powder as dietary calcium source in biscuits, *World J. Dairy & Food Sci.* 10(2): 199-206.
- [12] Bradauskiene, V., Montrimaite, K. and Moscenkova, E., 2017, Facilities of bread enrichment with calcium by using eggshell powder, *FOODBALT 2017.* 91-95.
- [13] Ray, S., Barman, A. K., Roy, P. K. and Singh, B.K., 2017, Chicken eggshell powder as dietary calcium source in chocolate cakes, *The Pharm. Innov. J.* 6(9): 1-4.
- [14] Asghari-pour, S., Noshad, M., Nasehi, B. and Ghasemi, P., 2020, The effect of spinach powder and egg-shell powder on physiochemical and edible qualities of gluten-free cake, *SNFS* 5(1): 29-37.
- [15] Deangprok, W., Garnjanagoonchorn, W. and Mine, Y., 2002, Fermented pork sausage fortified with commercial or hen eggshell calcium lactate, *Meat Sci.* 62: 199-204.
- [16] El-Shibiny, S., El-Gawad, M. A. E. -K. M. A., Assem, F. M. and El-Sayed, S. M., 2018, The use of nano-sized eggshell powder for calcium fortification of cow's and buffalo's milk yogurts, *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 17(1): 37-49.
- [17] Al Mijan, M., Choi, K. H. and Kwak, H. S., 2014, Physicochemical, microbial and sensory properties of nanopowdered eggshell-supplemented yogurt during storage, *J. Dairy Sci.* 97(6): 3273-3280.
- [18] Bartter, J., Diffey, H., Yeung, Y. H., O'Leary, F., Hasler, B., Maulaga, W. and Alders, R., 2018, Use of chicken eggshell to improve dietary calcium intake in rural sub-Saharan Africa, *Matern Child Nutr.* 14(s3): 1-10.
- [19] Thai Industrial Standards Institute, 2004, SHAOMAI, Available Source: http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps719_47.pdf, September 7, 2020.
- [20] Jeamjit, K., 2004, Quality of calcium carbonate produced from hen's eggshell, Master Thesis, Kasetsart University, Bangkok, 93 p. (in Thai)
- [21] Association of Official Chemist (AOAC), 2000, Official Method of Analysis of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, 17th Ed., Maryland, 2200 p.
- [22] Food and Drug Administration, 2020, Bacteriological Analytical Manual, Available Source: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam>, September 7, 2020.
- [23] People Media Books, 2013, Shumai the Low-Cost Business High Profits, People Media Co., Ltd., Bangkok, 92 p. (in Thai)
- [24] Sangdad, 2011, Steamed Stuffed Buns and Dumplings, Sangdad Co., Ltd., Bangkok, 98 p. (in Thai)
- [25] Samiullah, S., Roberts, J. R. and Chousalka, K., 2015, Eggshell color in brown-egg laying hens-a review, *Poult. Sci.* 94: 2566-2575.
- [26] Balaz, P., Calk, A., Zorkovska, A. and Balaz, M., 2013, Processing of eggshell biomaterial by electrical discharge assisted mechanical milling (EDAMM) and high

- energy milling (HEM) techniques, Mater. Manuf. Process. 28(4): 343-347.
- [27] Shwetha, A., Dhananjaya, Shravana, K. SM. and Ananda, 2018, Comparative study on calcium content in egg shells of different birds, Int. J. Zool. Stud. 3(4): 31-33.
- [28] Chilek, T. Z. T., Kairuaman, N. A., Ahmad, F., Wahab, R. A., Zamri, A. I. and Mahmood, A., 2018, Development of white bread fortified with calcium derived from eggshell powder, Malays. Appl. Biol. 47(6): 29-39.
- [29] Su, C.-W., 2007, Effects of eggshell powder addition on the extrusion behaviour of rice, J. Food Eng. 79(2): 607-612.
- [30] Sutcharittham, S., Runglerdkriangkrai, J. and Maneerote, J., 2015, Effect of surimi, emulsified soybean oil and tapioca flour ratio on physico-chemical properties and sensory evaluation in fish emulsion sausage, Proc. of 53rd Kasetsart Univ. Ann. Conf. Plants, Animal, Vet. Med., Fish., Agric. Ext. and Home Ec., p. 1595. (in Thai)