

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๑/๒๕๕๒



Technical Paper No. 1/2009

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว
จากกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ด้วยเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรูคู่
Development of Shrimp Crisps
from Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) by Twin Screw Extruder

อรวรรณ คงพันธุ์

Orawan Kongpun

วัชรี้ คงรัตน์

Watcharee Kongrat

รัศมีพร จิระเดชประไพ

Ratsamiporn Jiradetprapai

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ
กรมประมง
๒๕๕๒

Fishery Technological Development Division
Department of Fisheries

2009

รหัสงานวิจัย 51-0803-49102-005

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
บทนำ	3
วัตถุประสงค์	5
วิธีดำเนินการ	5
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	12
สรุปผลการทดลอง	26
คำขอขอบคุณ	26
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	29

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ชนิดสกรูคู่ (Berstorff รุ่น ZE 25 x 33D)	9
ภาพที่ 2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัสด้วยหัววัด probe P/75	10
ภาพที่ 3 เครื่องบรรจุปิดผนึกแบบอัด โนมัติ (Form fill seal) รุ่น DH 7	10
ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตอาหารขบเคี้ยวจากกึ่งขาว ชนิดอาหารเช้า (Breakfast cereal) และอาหารว่าง (Snack)	11
ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกึ่งขาวชนิดอาหารเช้าเคลือบรสวานิลลาคาราเมล	18
ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกึ่งขาวชนิดอาหารว่างรสป่าปริกาและน้ำพริกเผา	18
ภาพที่ 7 การวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกึ่งขาวแบบอาหารเช้าและ อาหารว่างด้วยเครื่อง Texture analyzer TA.TX2	19
ภาพที่ 8 ปริมาณค่าระเหยได้ทั้งหมดและกรดไทโอบาร์บิทูริกของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว จากกึ่งขาว แบบอาหารเช้าและอาหารว่างในระหว่างเก็บรักษา	20

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกึ่งขาวชนิดอาหารเช้า (breakfast cereal)	7
ตารางที่ 2 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากกึ่งขาวชนิดอาหารว่าง (snack)	7
ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารขบเคี้ยวจากกึ่งขาวแบบอาหารเช้า (Breakfast cereal) และ แบบอาหารว่าง (Snack)	21
ตารางที่ 4 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (คะแนน*) ของอาหารขบเคี้ยวจากกึ่งขาว แบบอาหารเช้าระหว่างเก็บรักษา	22
ตารางที่ 5 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (คะแนน*) ของอาหารขบเคี้ยวจากกึ่งขาว แบบอาหารว่างรสปลาปรีกระหว่างเก็บรักษา	23
ตารางที่ 6 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (คะแนน*) ของอาหารขบเคี้ยวจากกึ่งขาว แบบอาหารว่างรสน้ำพริกเผระหว่างเก็บรักษา	24
ตารางที่ 7 ปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อกึ่งขาวแวนนาไม	25

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ด้วยเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรูคู่

อรวรรณ คงพันธุ์* วชิร คงรัตน์ รัศมีพร จิระเดชประไพ

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

บทคัดย่อ

การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวแวนนาไม 2 ชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารเช้า และผลิตภัณฑ์อาหารว่าง โดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่ ทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์ละ 3 สูตรโดยแปรปริมาณกุ้งขาวแห้งป่นที่ใส่ผสม คือ 15% 20% และ 25% ใช้สภาวะการเดินเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์เหมือนกัน ทั้งสองผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าที่ได้มีลักษณะเป็นรูปกลมรีเคลือบรสด้วยคาราเมลกลิ่นวานิลลา ส่วนผลิตภัณฑ์อาหารว่างเป็นรูปโดนัทซึ่งนำมาเคลือบรส 2 แบบ คือรสป่าปริกาและรสน้ำพริกเผา ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าทั้งสามสูตรมีค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น วอเตอร์แอกติวิตี แคลเซียม และฟอสฟอรัส 13.45% 16.09% 18.48%; 1.24% 1.58% 1.65%; 1.93% 2.18% 2.43%; 1.70% 1.66% 1.66%; 0.21 0.24 0.40; 600.70 674.51 769.12 มก./100ก. และ 184.07 314.85 376.39 มก./100ก.ตามลำดับ สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารว่าง 3 สูตรละ 2 รสชาติ ทั้งรสป่าปริกาและรสน้ำพริกเผา มีค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนเป็น 16.97% 20.19% 23.49% และ 13.70% 16.24% 19.67% ตามลำดับ ส่วนปริมาณไขมัน เถ้า ความชื้น วอเตอร์แอกติวิตี แคลเซียม และฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ในช่วง 1.71-5.35% 3.37-4.05% 1.71-1.84% 0.24-0.28 6.7-6.8 674.80-796.25 มก./100ก. 295.17-391.29 มก./100ก.และ 11.24-12.50% 3.66-4.19% 2.50-2.93% 0.14-0.20 6.9 346.72-560.78 มก./100ก. 206.70-407.35 มก./100ก.ตามลำดับ ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคในทุกตัวอย่าง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คนให้คะแนนแบบ Hedonic scale (9 คะแนนคือดีที่สุด 7 คะแนนคือดี 4 คะแนนคือไม่ยอมรับ) ปรากฏว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด ทั้งสามสูตร และให้คะแนนในระดับดี โดยให้คะแนนสูตรที่มีกุ้งขาวป่น 20% ของทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์สูงสุด เพราะมีกลิ่นหอมของกุ้ง สีสวย รสอร่อย และกรอบกำลังดี นอกจากนี้ทดลองเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดโดยบรรจุในถุงเมททิลไลซ์พ่นก๊าซไนโตรเจน เก็บที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับในระดับดี ทั้งลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ตลอดการเก็บ 5 เดือน

คำสำคัญ: พัฒนาผลิตภัณฑ์ อาหารเช้า อาหารว่าง กุ้งขาวแวนนาไม

*เกษตรกลาง เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 029406130-45 e-mail : orawankp@fisheries.go.th

Development of Shrimp Crisps from Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) by Twin Screw Extruder

Orawan Kongpun*, Watcharee Kongrat, Ratsamiporn Jiradetprapai

Fishery Technological Development Division, Department of Fisheries

Abstract

The 2 kinds of shrimp crisp products was developed from Pacific white shrimp such as breakfast cereal and snack by twin screw extruder. Both products were produced by variation the amount of ground dried white shrimp 15%, 20%, and 25% as an ingredient. The running conditions of twin screw extruder for these products were the same. Breakfast cereal had oval shape and coated with vanilla caramel while snack had doughnut shape and glazed with 2 flavours of paprika and nam prik pao. The chemical analysis of all three recipes of breakfast cereal showed that the average of protein content, fat, ash, moisture, water activity (Aw), calcium and phosphorus were 13.45%, 16.09%, 18.48%; 1.24%, 1.58%, 1.65%; 1.93%, 2.18%, 2.43%; 1.70%, 1.66%, 1.66%; 0.21, 0.24, 0.40; 600.70, 674.51, 769.12 mg/100g and 184.07, 314.85, 376.39 mg/100g, respectively. The two flavours of three recipes of snack had the average of protein content as 16.97%, 20.19%, 23.49% and 13.70%, 16.24%, 19.67%. Fat, ash, moisture, water activity (Aw), calcium and phosphorus observed in the range of 1.71-5.35%, 3.37-4.05%, 1.71-1.84%, 0.24-0.28, 6.7-6.8, 674,80-796.25 mg/100g, 295.17-391.29 mg/100g and 11.24-12.50%, 3.66-4.19%, 2.50-2.93%, 0.14-0.20, 6.9, 346.72-560.78 mg/100g, 206.70-407.35 mg/100g, respectively. However, pathogenic bacteria were not detected in all samples. Sensory evaluation by 8 trained panelists using hedonic scale (9 score is the best, 7 is good, 4 is not accepted) found that all samples were accepted at the good level. Both products which contained 20% of ground dried shrimp had the highest score because of their good flavour, good colour, good taste and crispy. Moreover, storage life at room temperature of both products which packed in metallized bag under nitrogen gas was carried out. The panelists accepted all samples at the good level throughout 5 months of storage.

Keywords : Product development, breakfast cereal, snack, Pacific white shrimp

*Kasetklang, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel. 029406130-45 e-mail : orawankp@fisheries.go.th

บทนำ

อาหารขบเคี้ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน จะพบว่าตามร้านค้าทั่วไปรวมทั้งในซูเปอร์มาร์เก็ต มีอาหารขบเคี้ยววางจำหน่ายมากมายหลายชนิด ซึ่งสามารถแยกออกเป็นชนิดที่สามารถรับประทานได้ทันที ชนิดที่ต้องนำไปทอดหรืออบก่อนรับประทาน และชนิดที่ต้องทานร่วมกับนมสดเป็นอาหารเช้า (Breakfast cereal) จากการศึกษาพฤติกรรมการรับประทานอาหารขบเคี้ยวของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลจำนวน 200 ตัวอย่าง โดยสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างอายุไม่เกิน 35 ปี พบว่าร้อยละ 70 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีค่าใช้จ่ายหรือเงินที่ใช้ไปสำหรับการซื้ออาหารขบเคี้ยวรับประทาน ในระยะเวลา 1 เดือนเฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 21-50 บาทต่อครั้ง โดยพฤติกรรมซื้อทุกวันและซื้อ 1-2 วันต่อสัปดาห์ มีสัดส่วนเท่ากันคือ ร้อยละ 29.5 และเหตุผลที่ตัดสินใจซื้อมากที่สุดคือ มีรสชาติอร่อยร้อยละ 45.0 รองลงมาคือ ทานแล้วเพลินร้อยละ 31.0 และทานเพื่อเพิ่มบรรยากาศร้อยละ 4.5 ตามลำดับ (บริษัท นาโนเชิร์ช จำกัด 2550)

อาหารขบเคี้ยวส่วนใหญ่ทำมาจากแป้ง เช่น แป้งจากปลายข้าวหอมมะลิ แป้งมัน แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว เป็นต้น (ประชาและคณะ, 2539; นฤศันต์, 2541; รุ่งนภา และประชา, 2541) อาหารขบเคี้ยวที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดส่วนมากมีคุณค่าทางอาหารต่ำ ขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (Boonyasirikool *et al.*, 1986) ถ้าบริโภคกันบ่อย ๆ และเป็นจำนวนมากก็จะทำให้ความอยากรับประทานอาหารมีอหืดลดลง ดังนั้นการผลิตอาหารขบเคี้ยวโดยการเพิ่มปริมาณโปรตีนที่จำเป็นต่อร่างกายเข้าไปในอาหาร เพื่อให้ผู้บริโภคได้คุณค่าทางอาหารครบทั้ง 5 หมู่ จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก มีความพยายามเพิ่มปริมาณโปรตีนจากรั้วพืชลงไปในอาหารขบเคี้ยว เช่น ประชาและคณะ (2539) ได้ศึกษาการผลิตอาหารขบเคี้ยวจากถั่วเขียวโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรูคู่ และ รุ่งนภา และประชา (2541) ได้ศึกษาคุณสมบัติที่เหมาะสมของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวโดยหาอัตราส่วนที่เหมาะสมเมื่อนำมาผสมกับแป้งสาลีชนิดโปรตีนสูงหรือข้าวโพดคดหยาบ (คอร์นกริต) ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่เช่นกัน แต่โปรตีนจากรั้วพืชนอกจากมีโปรตีนต่ำกว่าในเนื้อสัตว์และไข่แล้ว ยังขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายบางชนิด เช่น ข้าว ขาดไลซีนและทรีโอนีน ข้าวสาลีขาดไลซีน ข้าวโพดขาดไลซีนและทรีปโตเฟน ส่วนถั่วเม็ดแข็ง แม้ว่าจะมีปริมาณโปรตีนสูง แต่มีระดับเมทิโอนีนต่ำ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม 9, 2528) อย่างไรก็ตามมีการพัฒนาขนมกรอบที่มีคุณค่าโภชนาการด้วยแคลเซียมและโปรตีนจากสัตว์น้ำ เช่น การพัฒนาขนมกรอบที่มีคุณค่าโภชนาการด้วยปลาผงแคลเซียมสูงโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูดชั่น (ประชา, 2542) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ ถั่วลิสง และปลากะตัก (ภัทรานี 2544) การใช้เนื้อปลาอุกบดใส่เพิ่มเข้าไปในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว (Rhee *et al.* 2004) และ วัชรและคณะ (2551) พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวแวนนาไมด้วยเครื่องอบไมโครเวฟสุญญากาศ เป็นต้น

อาหารขบเคี้ยวโดยทั่วไปต้องมีคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส คือ กรอบ มีการพองตัวที่ดี เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตอาหารประเภทนี้ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ โดยผ่านกระบวนการ extrusion ซึ่งประกอบด้วย การผสม การนวด การทำให้สุก การขึ้นรูป การตัด ในเครื่องเดียวกัน การทำงานของเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ คือ วัตถุดิบต้องอยู่ในรูปเม็ดหยาบๆ (granular) ใส่วัตถุดิบหรือส่วนผสมลงในท่อ (extruder barrel) ซึ่งจะมีสกรูเป็นตัวบีบส่วนผสมให้เคลื่อนที่รวมทั้งนวดส่วนผสมพร้อมกับการให้ความร้อน โดยมี steam-jacket barrel หรือ steam-heated screw ทำให้ส่วนผสมเปลี่ยนเป็นรูปกึ่งแข็งกึ่งเหนียว (semi-solid plasticized mass) แล้วสกรูจะบีบอัดส่วนผสมนี้ให้ผ่านช่องเล็กๆ เป็นรูปแบบต่างๆหรือหน้าแปลน (die) และตัดด้วยใบมีด ผ่านออกจากเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ในลักษณะที่พอง กรอบ และจะนำไปเคลือบรสชาติต่อไป กระบวนการ extrusion สามารถเพิ่มชนิดของอาหาร โดยการทำให้มีรูปร่าง เนื้อสัมผัส สี กลิ่น และรสชาติ แตกต่างจากส่วนผสมที่เหมือนกัน เป็นกระบวนการที่ใช้อุณหภูมิสูงเวลาดสั้น (High Temperature Short Time, HTST) สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ อย่างไรก็ตามการแปรรูปอาหารโดยใช้กระบวนการ extrusion นี้ อาหารที่ได้จะมีค่า Aw ต่ำ ทำให้เก็บรักษาอาหารได้นาน (Fellows, 1992) เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์มีสองรูปแบบ ได้แก่ เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรูเดี่ยว และเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรูคู่ สำหรับเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่ จะมีสกรู 2 ตัวในเครื่องซึ่งจะหมุนขบกันทิศทางเดียวกัน ข้อดีของเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรูคู่คือ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ไม่ขึ้นอยู่กับอัตราการป้อนวัตถุดิบ ทำให้ใช้วัตถุดิบในการเริ่มต้นต่ำกว่าแบบสกรูเดี่ยว มีอัตราการถ่ายเทความร้อนสูงกว่า สามารถใช้กับวัตถุที่มีน้ำมัน มีความเหนียว หรือมีความชื้นสูงได้ สามารถควบคุมทิศทางการลำเลียงโดยการควบคุมความดัน และช่วยในการผสมแป้งได้ดีขึ้น (วรวิชัย, 2541) ซึ่งเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรูคู่จะประกอบด้วยบาร์เรล 7 ท่อน มาเรียงต่อกัน มีส่วนที่ให้ความร้อนที่ควบคุมได้และแยกเป็นอิสระต่อกัน ผนังบาร์เรลเป็นแอ็คเก็ตสองชั้นที่มีท่อน้ำอยู่ด้านในสำหรับปั้มน้ำเย็นเข้าไปหมุนเวียนด้วยอัตราการไหลที่ควบคุมได้ เพื่อป้องกันการเกิดความร้อนที่สูงเกินไป อุณหภูมิของแต่ละบาร์เรลอ่านได้จากเทอร์โมคัพเปิดที่เสียบอยู่ที่ผนังแต่ละอัน อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์อ่านจากเทอร์โมคัพเปิดที่เสียบอยู่ที่หน้าแปลน (die) (ประชา, 2542)

ปัจจุบันเกษตรกรเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม่เพิ่มมากขึ้น จากสถิติผลผลิตกุ้งจากการเลี้ยงของไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2550 มีปริมาณ 380,000 ตัน 500,000 ตัน และ 550,000 ตัน ตามลำดับ แต่ราคากุ้งขาวมีแนวโน้มลดลงโดยกุ้งขนาด 100 ตัว/กก. ในปี 2548 มีราคาอยู่ระหว่าง 80-105 บาท และในปี 2549 มีราคา 65-90 บาท (นิรนาม, 2550) การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกุ้งขาวเพื่อเพิ่มความหลากหลายหรือเพิ่มผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ช่วยเพิ่มมูลค่า รวมทั้งเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเกษตรกรแก้ปัญหาในภาวะราคากุ้งขาวตกต่ำ กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง ได้มีโครงการวิจัยศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาว ด้วยเครื่องอบไมโครเวฟสุญญากาศในปี 2549 (วัชรวิ และคณะ 2551) เพื่อเพิ่มรูปแบบการแปรรูปกุ้งขาว เพิ่มปริมาณโปรตีนที่จำเป็นต่อร่างกายจากกุ้ง ให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการและมีประโยชน์ต่อร่างกาย ในปี 2550 ก็ยังมีการศึกษาวิจัยต่อเนื่อง โดยจะพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวด้วยเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์

วัตถุดิบ

เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวแวนนาไมอย่างน้อย 2 ชนิด ด้วยเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ชุดเครื่องแบบสกรู

วิธีดำเนินการ

1. วัสดุอุปกรณ์

- 1.1. วัตถุดิบ ใช้กุ้งขาวขนาด 120-130 ตัว ต่อ 1 กิโลกรัม ซื้อจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งในจังหวัดนครปฐม ขนส่งทางรถยนต์โดยแช่ในน้ำแข็งไปยังกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง ใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง
- 1.2. ผงปรุงรส 2 ชนิดคือ ปาปริกา (code TS0062) และน้ำพริกเผา (code TS115) จากบริษัท เมสอเดอร์ จำกัด กรุงเทพฯ
- 1.3. ส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า คอรันกรีต แป้งมันฝรั่ง น้ำตาล น้ำมันพืช เบะแซ และแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3)
- 1.4. บรรจุภัณฑ์ ถุงเมททิลไลซ์ ของบริษัท Thai Nissei Lamination ทำจาก laminated film (OPP20/INK8C/MCPP25) ฟิล์มชั้นในเป็น metalized coated polypropylene ทำให้ทึบแสงและมีความแวววาวคล้ายโลหะ มีค่า water vapor transmission rate ($\text{g/m}^2\text{d}$) Max 0.14 และค่า Oxygen transmission rate ($\text{cm}^3/\text{m}^2\text{dbar}$) Max 6.0
- 1.5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์
 - 1.5.1. ตู้อบลมร้อน
 - 1.5.2. เครื่องบดสับ DITO SAMA รุ่น K 55
 - 1.5.3. เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ชุดเครื่องสกรู (Berstorff รุ่น ZE 25 x 33D) (ภาพที่ 1)
 - 1.5.4. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyser TA.XT2 (ภาพที่ 2)
 - 1.5.5. เครื่องบรรจุปิดผนึกแบบอัตโนมัติ (Form fill seal) รุ่น DH 7 ของบริษัท เบทเทอร์แพค จำกัด (ภาพที่ 3)
 - 1.5.6. เครื่องบรรจุปิดผนึก รุ่น PFS-F 350x2 ของบริษัท เบทเทอร์แพค จำกัด

2. วิธีการทดลอง

2.1. การเตรียมวัตถุดิบกึ่งขาวแห้งป่น

นำกึ่งมาหักหัว คึงใส่ออก นำไปล้างน้ำ ก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 75°C นาน 6-7 ชั่วโมงหรือจนกว่ากึ่งจะแห้ง จากนั้นนำไปป่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดสับ (DITO SAMA รุ่น K 55) แล้วนำมาร่อนด้วยตะแกรงที่มีขนาดของรูตะแกรง 1x1 มม.

2.2. ทดลองผลิตอาหารขบเคี้ยว 2 ชนิด ได้แก่ อาหารเช้าแบบ Breakfast cereal และอาหารว่าง (Snack) โดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่ กระบวนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 4

2.2.1. อาหารเช้าแบบ Breakfast cereal ทดลองผลิต 3 สูตร โดยแปรส่วนผสมของกึ่งป่นเป็น 15% (BFS21) 20% (BFS22) และ 25% (BFS23) และแป้งข้าวเจ้าเป็น 23% 18% และ 13% โดยใส่คอร์นกริต น้ำตาล CaCO_3 และน้ำมันพืชในปริมาณเท่ากัน คือ 45% 4% 1% และ 1.5% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน แล้วนำมาป้อนเข้าเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ ชนิดสกรูคู่ (Berstorff รุ่น ZE 25 x 33D) ที่สกรูทั้งสองหมุนไปในทิศทางเดียวกัน อัตราส่วนความยาวเทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลางของสกรูเท่ากับ 825:25 มม. สภาพะที่ใช้ในการผลิตประกอบด้วย อัตราการป้อนวัตถุดิบ 280 ก./นาที ความเร็วรอบของสกรู 350 รอบ/นาที ปริมาณน้ำที่ป้อน 13.7 กรัม/นาที ปรับอุณหภูมิที่บาร์เรล 1-7 และที่หน้าแปลน (die) เป็นดังนี้ 35° 45° 55° 95° 125° 140° 130° และ 120°C ตามลำดับ การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์นั้นใช้หน้าแปลนรูปรีกบี่ ได้ผลิตภัณฑ์เป็นรูปรีกบี่ หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปเคลือบรสชาติด้วยคาราเมลผสมกลิ่นวานิลลา ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาล 300 กรัม น้ำตาลมะพร้าว 320 กรัม น้ำ 80 กรัม เนยแข็ง 128 กรัม วานิลลา 45 กรัม กลูโคสไซหรับ 120 กรัม โดยใช้อัตราส่วน ผลิตภัณฑ์อาหารเช้า (breakfast cereal) ต่อคาราเมลผสมกลิ่นวานิลลา เป็น 2.6 กก.ต่อ 993 ก. นำผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร บรรจุในถุงเมททิลไลซ์ ขนาด 11x10 ซม.อัดด้วยก๊าซไนโตรเจนและปิดผนึกด้วยเครื่องบรรจุและปิดผนึกแบบอัดโนมัติ (Form-fill seal) นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยา และกายภาพ

2.2.2. อาหารว่าง (Snack) ทดลองผลิต 3 สูตร โดยแปรส่วนผสมของกึ่งป่นเป็น 15% (SS17, SS21) 20% (SS18, SS22) และ 25% (SS20, SS23) ใช้แป้งข้าวเจ้า และคอร์นกริตในปริมาณเท่ากันคือ 39.75% 37.25% และ 34.75% ส่วนน้ำตาล CaCO_3 และน้ำมันพืชก็ใช้ในปริมาณเท่ากัน คือ 3% 1% และ 1.5% ตามลำดับ (ตารางที่ 2) นำส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากัน แล้วนำมาป้อนเข้าเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ ชนิดสกรูคู่ โดยใช้สภาวะการผลิตเหมือนกับการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเช้า (breakfast cereal) ข้างต้น แต่เปลี่ยนใช้หน้าแปลนรูปวงแหวน ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เป็นวงกลมมีรูตรงกลางคล้ายโดนัท หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ

80°C เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปเคลือบด้วยผงปรุงรสปาปริกา และน้ำพริกเผา โดยใช้ผงปรุงรส 9% ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร บรรจุในถุงเมททิลไลซ์ ขนาด 11x10 ซม. อัดด้วยก๊าซไนโตรเจนและปิดผนึกด้วยเครื่องบรรจุและปิดผนึกแบบอัดโนมัติ (Form fill seal) นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์อาหารเช้า

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อาหารเช้าที่ทำจากกึ่งขาวชนิดอาหารเช้า (breakfast cereal)

Table 1 The ingredients of breakfast cereal made from white shrimp

Ingredients	% by weight		
	Recipe BFS21	Recipe BFS22	Recipe BFS23
Rice flour	23	18	13
Potato flour	10.5	10.5	10.5
Corn grit	45	45	45
Sugar	4	4	4
CaCO ₃	1	1	1
Shrimp powder	15	20	25
Vegetable oil	1.5	1.5	1.5

ตารางที่ 2 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากกึ่งขาวชนิดอาหารว่าง (snack)

Table 2 The ingredients of shrimp snack made from white shrimp

Ingredients	% by weight		
	Recipe SS17, SS21	Recipe SS18, SS22	Recipe SS20, SS23
Rice flour	39.75	37.25	34.75
Corn grit	39.75	3.7.25	34.75
Sugar	3	3	3
CaCO ₃	1	1	1
Shrimp powder	15	20	25
Vegetable oil	1.5	15	1.5

2.3. ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

2.3.1. อาหารเช้าแบบ Breakfast cereal

นำผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรที่บรรจุในถุงเมททลไลซ์อัดด้วยก๊าซในโตรเจนเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสุ่มตัวอย่าง ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัส เดือนละครั้ง

2.3.2. อาหารว่าง (snack)

ทดลองเก็บรักษาเช่นเดียวกับอาหารเช้าแบบ Breakfast cereal

2.4. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

2.4.1. ทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณ โปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น แคลเซียม ฟอสฟอรัส ตามวิธีของ AOAC (1995) A_w โดยใช้เครื่อง Thermoconstanter Novasina TH/RTD 733 ปริมาณเกลือตามวิธีของ FAO (1981) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ปริมาณคลอเลสเทอรอล และปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อกึ่งตามวิธีของ Shimadzu HPLC Amino Acid Analysis System (Application Data Book) ในระหว่างการเก็บรักษาวิเคราะห์ปริมาณกรดบาริพิทุริก (Thiobarbituric acid, TBA) ตามวิธีของ Tarladgis *et al.* (1960) ปริมาณค่าระเหยได้ทั้งหมด (Total volatile bases, TVB) ตามวิธีของ MFRD (Siang and Kim, 1992)

2.4.2. ทางจุลชีววิทยา วิเคราะห์ประมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count), Coliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Vibrio cholerae* และ Yeast and Mold ตามวิธีของ FDA (1995)

2.4.3. ทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน และคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์สดวันน้ำจำนวน 8 คน ประเมินคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ให้คะแนนแบบ Hedonic scale 1-9 คะแนน (9 คะแนน คือดีที่สุด 7 คะแนน คือ ดี และ ≤ 4 คือ ไม่ยอมรับ) (ภาคผนวก 1)

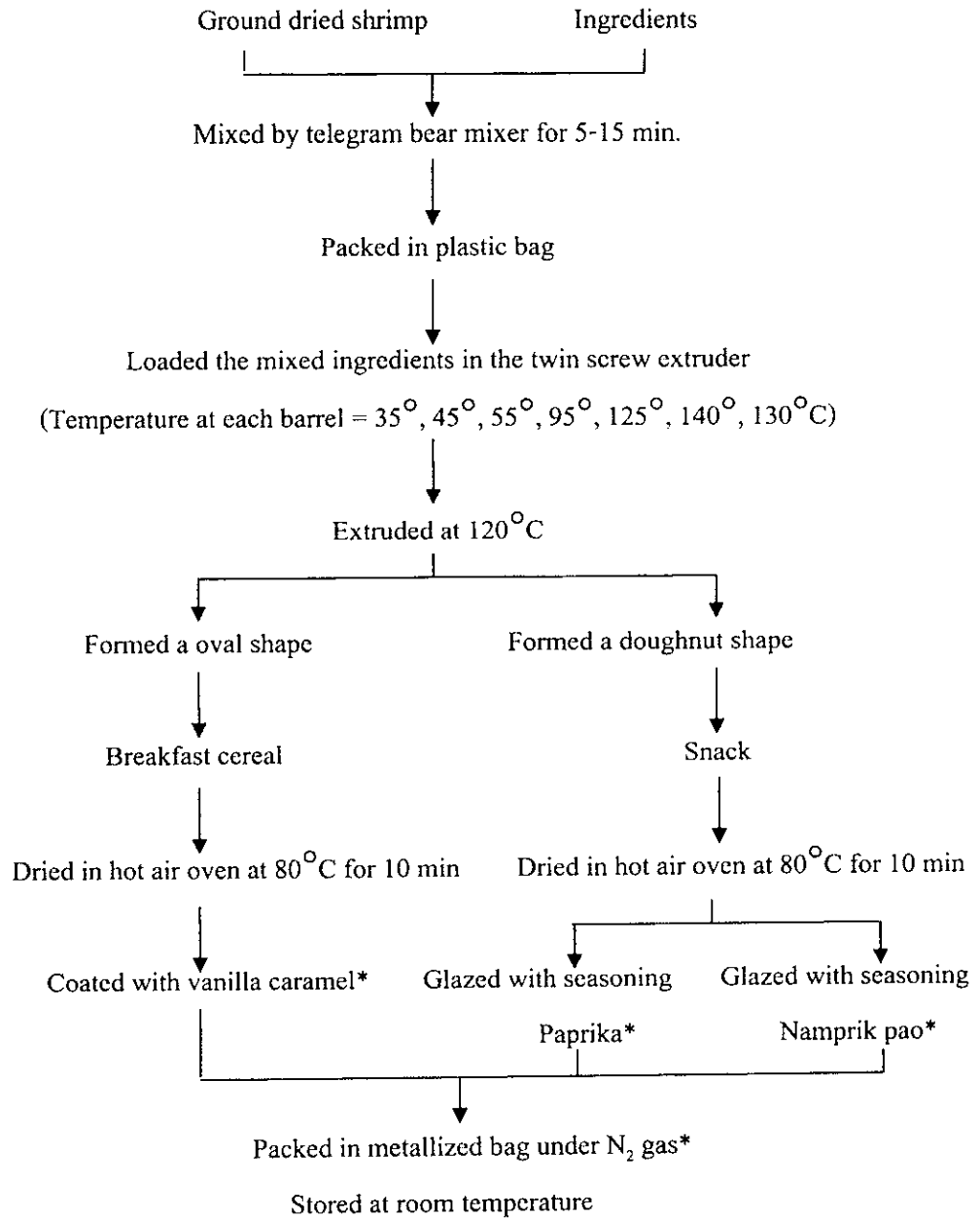
2.4.4. ทางกายภาพ วัดความกรอบ ด้วยเครื่อง Texture Analyser TA.TX2 probe P/75 Pre-test speed 2.0 mm/s Test speed 2.0 mm/s Post-speed 10.0 mm/s Acquisition rate 400 pps Trigger type Auto สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าแบบ breakfast cereal ใช้ Distance 3.0 mm และ ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง (snack) ใช้ Distance 4.0 mm

2.5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

2.6. ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทั้ง 2 แบบ ที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับสูงสุด ได้แก่ อาหารเช้า (breakfast cereal) สูตร BFS 22 เคลือบรสชาติด้วยคาราเมลผสมกลิ่นวานิลลา และอาหารว่าง (Snack) สูตร SS22 เคลือบรสน้ำพริกเผา ไปทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดประยูรวงศา



*Sampling the samples for chemical, microbiological and physical analysis

ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตอาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาว ชนิดอาหารเช้า (Breakfast cereal) และอาหารว่าง (Snack)

Figure 4 The process of white shrimp breakfast cereal and snack.

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าแบบ breakfast cereal

ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร ได้แก่ BFS21 BFS22 BFS23 มีปริมาณกึ่งปั่นเป็นส่วนผสม 15% 20% และ 25% ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นรูปกลมรีคล้ายลูกกรับ มีสีเหลืองนวลออกชมพูเคลือบด้วยคาราเมลกลิ่นวานิลลา (ภาพที่ 5) มีปริมาณโปรตีนเป็น 13.45% 16.09% และ 18.48% ไขมัน 1.24% 1.58% 1.65% เถ้า 1.93% 2.18% 2.43% ความชื้น 1.70% 1.66% 1.66% Aw 0.21 0.24 0.40 แคลเซียม 600.70 674.51 และ 769.12 มก./100ก. ฟอสฟอรัส 184.07 314.85 376.39 มก./100ก. ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ปริมาณโปรตีนและแคลเซียมเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละสูตรตามสัดส่วนกึ่งขาวที่ใส่เป็นส่วนผสม ปริมาณ Aw ของทั้ง 3 สูตรมีค่าต่ำกว่า 0.6 บ่งชี้ว่าจุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Fellows, 1992) ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาที่ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเช่นกัน ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสกรอบ ไม่โปร่งและไม่แน่นจนเกินไป มีรสอร่อย ผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร ให้คะแนนสูงกว่า 7 คะแนน โดยผลิตภัณฑ์สูตร BFS22 ได้คะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด คือได้ 8 คะแนน (ตารางที่ 4)

ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรนาน 5 เดือนพบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ในแต่ละสูตรไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และให้คะแนนสูงกว่า 7 คะแนน ตลอดการเก็บรักษาในทุกลักษณะ แต่ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านกลิ่นของสูตร BFS22 7.67 คะแนน ซึ่งมากกว่า BFS21 และ BFS23 อาจเนื่องจากสูตร BFS22 มีกลิ่นหอมของกึ่งกำลังดี แต่สูตร BFS21 มีกลิ่นกึ่งน้อยเกินไป และสูตร BFS23 มีกลิ่นกึ่งแรงไป ผลการวัดความกรอบด้วยเครื่อง Texture analyzer ทั้ง 3 สูตร สอดคล้องกับผลการทดสอบด้านเนื้อสัมผัสจากผู้ทดสอบตลอดการเก็บรักษาโดยแรงกดของสูตร BFS21 BFS22 และ BFS23 มีค่าอยู่ระหว่าง 1,714.41-1903.86 ก. 1,955.35-2,088.95 ก. 2,480.01-2,574.18 ก.ตามลำดับ (ภาพที่ 7) นอกจากนี้ผู้ทดสอบพบว่าปริมาณกึ่งปั่นที่ใส่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แข็งมากขึ้นด้วยซึ่งการศึกษาของรุ่งนภาและประชา (2541) ก็สรุปว่าโปรตีนอาจมีผลทำให้การพองตัวลดลง และ Feubion *et al.* (1982) พบว่าการขยายปริมาตรของธัญชาติกับแป้งจะลดลงเมื่อปริมาณโปรตีนของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าสู่เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์มากขึ้น สำหรับปริมาณค่าระเหยได้ทั้งหมด (TVB) และปริมาณกรดบิวทิริก (TBA) ของทั้ง 3 สูตร พบว่าปริมาณ TVB ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 10.76-12.64 มก./100ก. 13.45-13.61 มก./100ก. และ 11.93-15.50 มก./100ก. สำหรับสูตร BFS21 BFS22 และ BFS23 ตามลำดับ (ภาพที่ 8) อาจเนื่องจากการเสื่อมสภาพของโปรตีน ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสชาติเปลี่ยนไปได้ สำหรับปริมาณ TBA ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การเสื่อมสภาพของไขมันหรือเกิดกลิ่นหืน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะคล้ายรูปประฆังคว่ำ พบค่า TBA สูงสุดในเดือนที่ 3 ของสูตร BFS21 BFS 22 และ BFS23 คือ 0.50 0.29 และ 0.68 มก.มัลลธอนัลลิตีไฮด์/กก. ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบยังให้การยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรในระดับสูง คือ สูงกว่า 7.45 คะแนน ตลอดการเก็บรักษา (ตารางที่ 4)

2. ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง (snack)

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวแบบอาหารว่าง (snack) ด้วยเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรู ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นรูปกลมคล้ายโดนัทมีสีเหลืองน้ำตาล ปริมาณของเนื้อกุ้งที่ใส่ผสมในแต่ละสูตรคือ 15% 20% และ 25% เคลือบรสชาติ 2 แบบ คือ รสปลาปรีกาน้ำพริกเผา โดยรหัสที่ใช้ในการทดลองของอาหารว่าง (snack) ผสมกุ้งขาวรสปลาปรีกา คือ SS17 SS18 และ SS20 และรสน้ำพริกเผา คือ SS21 SS22 และ SS23 ตามลำดับ

2.1 อาหารว่าง (snack) ผสมกุ้งขาวรสปลาปรีกา

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสูตร SS17 SS18 และ SS20 (ตารางที่ 3) มีปริมาณโปรตีนและแคลเซียมสูงตามลำดับตามปริมาณกุ้งขาวป่นที่ใส่ผสมลงไป คือ 16.97% 20.19% 23.49% และ 674.80 764.31 796.25 มก./100ก. ตามลำดับ ปริมาณความชื้น Aw เถ้า เกลือ ความเป็นกรดค้างและฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ระหว่าง 1.38%-1.84% 0.24-0.28 3.37%-4.05% 1.21%-1.70% 6.7-6.8 และ 295.17-391.29 มก./100ก. ตามลำดับ ผลการทดลองของ Rhee *et al.* (2004) ที่พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารกรอบกรอบด้วยเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์โดยมีส่วนผสมเนื้อปลาตาก 20% แป้งข้าวโพด 74.74% และแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน 4.95% พบว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมัน <6% โปรตีน 11.4-11.7% ความชื้น 2.2-2.9% และเถ้า 1.1-1.2%

ในระหว่างการเก็บรักษานาน 5 เดือน ผลการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาตรวจไม่พบจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคในทุกตัวอย่าง สอดคล้องกับปริมาณน้ำอิสระที่มีค่าสูงสุดเพียง 0.28 ซึ่งจุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ถ้าปริมาณน้ำอิสระมีค่าต่ำกว่า 0.6 (Fellows, 1992) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 5) พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนสี รสชาติและการยอมรับรวม ของ SS18 สูงกว่าสูตร SS17 และ SS20 ($P < 0.05$) อาจเนื่องจากสูตร SS18 มีส่วนผสมของกุ้งที่พอเหมาะกำลังดี ผลคะแนนด้านลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัสของทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่าง ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามการวัดความกรอบของเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer พบว่าวัดแรงกดได้สูงขึ้นตามลำดับของกุ้งป่นที่ผสมลงไปคือ สูตร SS17 SS18 SS20 วัดได้ 8,984.60 ก. 10,993.00 ก. และ 13,383.37 ก.ตามลำดับ (ภาพที่ 7) ผู้ทดสอบให้ความเห็นว่าปริมาณกุ้งที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แข็งเพิ่มมากขึ้นซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสโปร่งหรือแข็งกระด้างจนเกินไปมีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบโดยเฉพาะผลการยอมรับรวม ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับรวมของสูตร SS18 สูงกว่าสูตร SS17 และ SS20 ($P < 0.05$) คือ 8.10 คะแนน ส่วนคะแนนด้านกลิ่นของสูตร SS18 และ SS20 สูงกว่า SS17 ($P < 0.05$) แต่ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรตลอดการเก็บรักษา 5 เดือนโดยให้คะแนนในทุกลักษณะสูงกว่า 7 คะแนน โดยสูตร SS18 ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด (ตารางที่ 5)

ส่วนปริมาณ TVB มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากโดยมีค่าที่วิเคราะห์ได้ของ SS17 SS18 และ SS20 อยู่ในช่วง 13.58-16.39 19.16-20.24 และ 21.05-23.77 มก./100ก. ส่วนค่า TBA มีการเปลี่ยนแปลงคล้ายรูประฆังคว่ำทั้ง 3 สูตร ค่า TBA ต่ำสุดของ SS17 SS18 และ SS20 คือ 0.048 0.045 และ 0.068 มก.มัลลอนัลดีไฮด์/กก. ส่วนค่าสูงสุด คือ 0.32 0.62 และ 0.57 มก.มัลลอนัลดีไฮด์/กก. ตามลำดับ (ภาพที่ 8) ตลอดระยะเวลา

การเก็บรักษานาน 5 เดือนผลิตภัณฑ์ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเหม็นเปรี้ยว ผู้ทดสอบให้การยอมรับทั้ง 3 สูตร ดังที่กล่าวข้างต้น

2.2 อาหารว่าง (snack) ผสมกึ่งขาวรสน้ำพริกเผา

ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรมีผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีคล้ายกับอาหารว่าง (snack) ผสมกึ่งขาวรสปาปrika (ตารางที่ 3) โดยสูตร SS21 ผสมกึ่ง 15% SS22 ผสมกึ่ง 20% และ SS23 ผสมกึ่ง 25% มีปริมาณโปรตีนและแคลเซียมในแต่ละสูตรเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณกึ่งที่ใส่ผสมคือ 13.70% 16.24% 19.67% และ 346.72 454.90 และ 560.78 มก./100 ก. ตามลำดับ ปริมาณความชื้น Aw เต้า เกลือ ความเป็นกรดต่าง และฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ระหว่าง 2.50-2.93% 0.14-0.20 3.66-4.19% 1.70-1.80% 6.9-6.9 และ 206.70-407.35 มก./100ก.

ในระหว่างการเก็บรักษานาน 5 เดือน ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สอดคล้องกับค่า Aw ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 0.2 ทั้ง 3 สูตร ซึ่งจุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ถ้า Aw ต่ำกว่า 0.6 (Fellows, 1992) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 8) พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทั้ง 3 สูตร ($P>0.05$) โดยได้คะแนนสูงกว่า 7 คะแนนซึ่งสูตร SS22 มีคะแนนสูงที่สุดในทุกลักษณะ แต่ผลการวัดความกรอบด้วยเครื่อง texture analyzer พบว่าแตกต่างกันโดยสูตร SS21 SS22 และ SS23 ต้องใช้แรงกดมากขึ้นตามลำดับตามปริมาณกึ่งปนที่ผสมลงไป วัดค่าได้ 5,490.89-6,624.76 ก. 6,938.62-7,789.50 ก.และ 8,391.51-10,352.85 ก. ตามลำดับ (ภาพที่ 7) ค่า TVB และค่า TBA มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์รสปาปrika ซึ่งผู้ทดสอบพบว่าผลิตภัณฑ์ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเหม็นเปรี้ยว (ภาพที่ 8)

ถ้าเปรียบเทียบระหว่างอาหารว่างผสมกึ่งขาวแห้งปนรสปาปrikaและรสน้ำพริกเผาในเรื่ององค์ประกอบทางเคมี คุณภาพด้านจุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัส จะให้ผลใกล้เคียงกัน แต่ผลการวัดความกรอบด้วยเครื่องวัด พบว่า อาหารว่างรสปาปrikaจะกรอบกว่าโดยวัดแรงกดได้สูงกว่าอาหารว่างรสน้ำพริกเผาทุกสูตร ซึ่งอาจเนื่องมาจากส่วนผสมของรสชาติที่นำมาเคลือบทำให้อาหารว่างรสปาปrikามีความชื้นต่ำกว่า คือ อาหารว่างรสปาปrikaทั้ง 3 สูตรมีค่าความชื้นระหว่าง 1.35-1.84% ส่วนอาหารว่างรสน้ำพริกเผาทั้ง 3 สูตรมีความชื้นอยู่ระหว่าง 2.50-2.93%

ผลการวิเคราะห์ปริมาณคลอเลสเตอรอล โดยเลือกผลิตภัณฑ์อาหารเข้า 1 สูตร คือ BFS22 และผลิตภัณฑ์อาหารว่าง (snack) รสน้ำพริกเผา จำนวน 1 สูตร คือ SS22 พบว่า มีค่า 53.24 และ 52.01 มก./ 100ก. ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อกึ่งขาวแวนนาไม (ตารางที่ 7) พบว่า เนื้อกึ่งมีกรดอะมิโน 15 ชนิด โดยไกลซีนและอะลานีนมีปริมาณสูงสุด คือ 393.86 และ 236.02 มก./100ก. ไลซีน ทรีโอนีน ฮีสติดีน กรดกลูตามิก และโปรลีน มีปริมาณ 68.25 64.73 53.21 52.30 และ 50.49 มก./100ก. ตามลำดับ ส่วนที่เหลือ ได้แก่ กรดแอสปาดิก ซีรีน วาลีน เมทไทโอนีน ไอโซลูซีน ลูซีน ไทโรซีน และ

4. ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเช้าและอาหารว่างผสมกุ้งขาว

4.1 ผลิตภัณฑ์อาหารเช้า

บรรจุถุงเมททลไลซ์ขนาด 14 x 17 ซม. อัดด้วยก๊าซไนโตรเจนก่อนปิดผนึก ปริมาณที่บรรจุเป็น 25 กรัมต่อถุง (1 กก.บรรจุได้ 40 ถุง) โดยมีค่าใช้จ่ายในการผลิตดังนี้

ส่วนผสมและกลิ่นรสที่ใช้เคลือบ	260.76 บาท / กก.
ค่าเช่าเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ในการผลิต	18.- บาท / กก.
ค่าถุงเมททลไลซ์ถุงละ 1.90 บาท	76.- บาท / กก.
ค่าก๊าซไนโตรเจนถึงละ 800.-บาท	
บรรจุได้ประมาณ 1,000 ถุง (0.80 บาท / ถุง)	32.- บาท / กก.
รวมต้นทุนการผลิต	386.76 บาท / กก.
หรือถุงละ	9.67 บาท

หมายเหตุ ไม่รวมค่าแรงงาน ค่าสาธารณูปโภค เช่น น้ำ ไฟฟ้า และค่าเสื่อมสภาพของเครื่องบรรจุ รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวกที่ 4

4.2 ผลิตภัณฑ์อาหารว่างทั้งรสปลาปรีก้าและน้ำพริกเผา

บรรจุถุงเมททลไลซ์ขนาด 14 x 17 ซม. อัดด้วยก๊าซไนโตรเจนก่อนปิดผนึก ปริมาณที่บรรจุเป็น 25 กรัมต่อถุง (1 กก.บรรจุได้ 40 ถุง) โดยมีค่าใช้จ่ายในการผลิตดังนี้

ส่วนผสมและกลิ่นรสที่ใช้เคลือบ	280.75 บาท / กก. (1 รสชาติ)
ค่าเช่าเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ในการผลิต	18.- บาท / กก.
ค่าถุงเมททลไลซ์ถุงละ 1.90 บาท	76.- บาท / กก.
ค่าก๊าซไนโตรเจนถึงละ 800.-บาท	
บรรจุได้ประมาณ 1,000 ถุง (0.80 บาท / ถุง)	32.- บาท / กก.
รวมต้นทุนการผลิต	406.75 บาท / กก.
หรือถุงละ	10.17 บาท

หมายเหตุ ไม่รวมค่าแรงงาน ค่าสาธารณูปโภค เช่น น้ำ ไฟฟ้า และค่าเสื่อมสภาพของเครื่องบรรจุ รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวกที่ 4

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวแบบอาหารเช้า (Breakfast cereal) และ แบบอาหารว่าง (Snack)

Table 3 Chemical composition of white shrimp breakfast cereal and snack ^{1/}

Samples	pH	Aw	Moisture (%)	NaCl (%)	Ash (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ca (mg/100g)	P (mg/100g)	Cholesterol (mg/100g) ^{2/}
Breakfast cereal										
BFS21	7.0±0.02	0.21±0.01	1.70±0.01	0.29±0.00	1.93±0.01	13.45±0.04	1.42±0.06	600.70±0.15	184.07±0.84	
BFS22	7.0±0.01	0.24±0.01	1.66±0.06	0.29±0.00	2.18±0.02	16.09±0.13	1.58±0.01	674.51±6.28	314.85±7.00	53.24
BFS23	7.0±0.02	0.40±0.00	1.66±0.02	0.29±0.00	2.43±0.00	18.48±0.03	1.65±0.04	769.12±0.33	376.39±11.57	
Snack										
Paprika										
SS17	6.7±0.03	0.28±0.01	1.71±0.13	1.21±0.09	3.37±0.02	16.97±0.04	1.71±0.13	674.80±7.45	307.11±5.68	
SS18	6.8±0.01	0.24±0.00	1.38±0.04	1.26±0.08	3.69±0.03	20.19±0.71	5.35±0.08	764.31±6.10	295.67±14.00	-
SS20	6.8±0.04	0.27±0.00	1.84±0.11	1.70±0.08	4.05±0.03	23.49±0.43	4.48±0.38	796.25±10.84	391.29±10.75	
Namprrik pao										
SS21	6.9±0.02	0.20±0.01	2.93±0.05	1.70±0.09	3.66±0.04	13.70±0.08	12.40±0.14	346.72±14.99	263.71±7.66	
SS22	6.9±0.02	0.16±0.01	2.63±0.07	1.79±0.09	3.90±0.08	16.24±0.16	11.24±0.22	454.90±8.13	206.70±2.01	52.01
SS23	6.9±0.02	0.14±0.01	2.50±0.06	1.80±0.09	4.19±0.03	19.67±0.08	12.50±0.13	560.78±14.16	407.35±3.93	

^{1/} 15% ground dried white shrimp (BFS21, SS17, SS21), 20% ground dried white shrimp (BFS22, SS18, SS22), 25% ground dried white shrimp (BFS23, SS20, SS23)

^{2/} Data are expressed in average±standard deviation of triplicate analyses ^{2/} Data are analysed by National Food Institute, Bangkok.

ตารางที่ 4 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (คะแนน*) ของอาหารขนมปังอาหารเช้าที่ทำจากกุ้งขาวแบบอาหารที่ระหว่างกับรักษา

Samples	Characteristic	Storage time (week)					
		0	4	8	12	16	20
BFS21 (15%ground dried shrimp)	Appearance	7.95±0.42	7.75±0.46	7.89±0.33	7.81±0.37	7.65±0.47	7.50±0.61
	Colour	7.95±0.47	7.50±0.76	7.83±0.35	7.94±0.18	7.55±0.50	7.61±0.49
	Odour	7.95±0.47	7.38±0.52	7.72±0.44	7.81±0.37	7.55±0.50	7.50±0.66
	Flavour	7.73±0.61	7.25±0.46	7.78±0.36	7.50±0.53	7.55±0.50	7.39±0.65
	Texture	7.77±0.52	7.63±0.52	7.78±0.44	7.63±0.52	7.70±0.35	7.39±0.55
Overall		7.77±0.41	7.56±0.50	7.78±0.36	7.69±0.46	7.75±0.35	7.44±0.53
BFS22 (20%ground dried shrimp)	Appearance	8.14±0.32	7.69±0.46	7.89±0.33	7.88±0.35	7.80±0.35	7.61±0.70
	Colour	8.05±0.35	7.63±0.44	7.78±0.36	7.94±0.42	7.50±0.67	7.50±0.71
	Odour	8.00±0.45	7.56±0.50	7.78±0.36	7.88±0.35	7.55±0.44	7.67±0.43
	Flavour	7.91±0.54	7.88±0.23	7.83±0.35	7.63±0.52	7.55±0.44	7.44±0.98
	Texture	7.95±0.47	7.94±0.18	7.83±0.35	7.94±0.18	7.60±0.39	7.44±0.98
Overall		8.00±0.45	7.94±0.18	7.83±0.25	7.81±0.37	7.55±0.44	7.61±0.70
BFS23 (25%ground dried shrimp)	Appearance	8.05±0.27	7.50±0.53	7.89±0.31	7.50±0.53	7.60±0.70	7.50±0.71
	Colour	7.91±0.58	7.50±0.53	7.44±0.44	7.38±0.52	7.35±0.67	7.22±0.51
	Odour	8.05±0.47	7.63±0.52	7.78±0.34	7.63±0.52	7.45±0.50	7.50±0.71
	Flavour	8.00±0.59	7.50±0.53	7.67±0.47	7.50±0.53	7.40±0.46	7.56±0.53
	Texture	7.95±0.57	7.75±0.46	7.44±0.44	7.38±0.44	7.45±0.44	7.28±0.97
Overall		7.86±0.55	7.63±0.44	7.56±0.50	7.44±0.50	7.50±0.47	7.33±0.61

* Average±standard deviation of sensory scores by 8 panelists

ตารางที่ 5 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (คะแนน*) ของอาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวอบอาหารว่างรสปลาปริการะหว่างเก็บรักษา

Table 5 Sensory evaluation (score*) of white shrimp snack "paprika flavour" during storage

Samples	Characteristic	Storage time (week)					
		0	4	8	12	16	20
SS17 (15%ground dried shrimp)	Appearance	8.18±0.44	7.80±0.42	7.75±0.42	7.81±0.37	7.72±0.57	7.63±0.52
	Colour	8.00±0.60	7.70±0.48	7.75±0.42	7.94±0.18	7.50±0.71	7.63±0.52
	Odour	7.73±0.62	7.00±0.67	7.40±0.70	7.63±0.52	7.11±0.49	7.25±0.46
	Flavour	7.59±0.73	7.05±0.50	7.50±0.71	7.44±0.50	7.17±0.56	7.13±0.64
	Texture	7.91±0.51	7.50±0.53	7.60±0.70	7.56±0.73	7.44±0.53	7.75±0.46
Overall		7.59±0.47	7.40±0.46	7.78±0.44	7.56±0.50	7.22±0.44	7.50±0.53
SS18 (20%ground dried shrimp)	Appearance	8.14±0.32	7.65±0.47	7.75±0.42	7.63±0.52	7.61±0.49	7.81±0.37
	Colour	8.09±0.54	7.55±0.44	7.50±0.53	7.75±0.46	7.44±0.46	7.56±0.50
	Odour	8.00±0.00	7.15±0.75	7.70±0.67	7.63±0.52	7.17±0.35	7.44±0.50
	Flavour	8.23±0.41	7.60±0.46	7.70±0.67	7.69±0.46	7.28±0.57	7.63±0.52
	Texture	8.05±0.47	7.25±0.92	7.60±0.66	7.63±0.52	7.50±0.50	7.56±0.50
Overall		8.14±0.23	7.35±0.67	7.72±0.44	7.44±0.50	7.50±0.50	7.69±0.37
SS20 (25%ground dried shrimp)	Appearance	7.82±0.78	7.05±0.60	7.30±1.03	7.19±0.53	7.44±0.58	7.00±0.53
	Colour	7.50±0.87	7.10±0.57	7.05±0.98	7.25±0.46	7.06±0.46	6.81±0.37
	Odour	7.73±0.47	7.00±0.67	7.35±0.67	7.63±0.52	7.06±0.53	7.06±0.42
	Flavour	7.73±0.82	7.20±0.63	7.35±1.00	7.69±0.46	7.17±0.71	7.38±0.52
	Texture	7.68±0.84	7.45±0.69	7.25±0.89	7.50±0.46	7.17±0.79	6.88±0.83
Overall		7.64±0.84	7.30±0.63	7.50±0.56	7.50±0.38	7.11±0.60	7.00±0.71

* Average±standard deviation of sensory scores by 8 panelists

ตารางที่ 6 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (คะแนน*) ของอาหารแช่แข็งจากกุ้งขาวแบบอาหารว่างสำเร็จรูปที่ผลิตระหว่างเก็บรักษา

Table 6 Sensory evaluation (score*) of white shrimp snack "Namprik pao flavour" during storage

Samples	Characteristic	Storage time (week)					
		0	4	8	12	16	20
SS21 (15%ground dried shrimp)	Appearance	7.63±0.64	7.50±0.47	7.63±0.52	7.70±0.67	7.40±0.52	7.30±0.42
	Colour	7.46±0.72	7.50±0.47	7.56±0.50	7.50±0.71	7.15±0.34	7.35±0.41
	Odour	7.25±0.45	7.20±0.79	7.44±0.50	7.05±0.64	6.90±0.22	7.17±0.35
	Flavour	7.17±0.58	7.30±0.63	7.25±0.46	7.22±0.51	7.15±0.47	7.00±0.00
	Texture	7.67±0.65	7.17±0.61	7.54±0.51	7.30±0.67	7.25±0.54	7.20±0.42
	Overall	7.27±0.52	7.40±0.74	7.31±0.46	7.35±0.47	7.25±0.35	7.17±0.25
SS22 (20%ground dried shrimp)	Appearance	7.88±0.53	7.65±0.47	7.81±0.65	7.80±0.35	7.60±0.46	7.70±0.42
	Colour	7.67±0.62	7.70±0.42	8.13±0.35	7.70±0.48	7.55±0.44	7.65±0.41
	Odour	7.50±0.52	7.55±0.76	7.44±0.73	7.30±0.63	7.00±0.35	7.15±0.75
	Flavour	7.38±0.77	7.60±0.57	7.44±0.50	7.61±0.49	7.35±0.41	7.50±0.47
	Texture	7.75±0.62	7.91±0.38	7.57±0.45	7.65±0.41	7.45±0.44	7.55±0.50
	Overall	7.45±0.57	7.85±0.47	7.50±0.46	7.65±0.47	7.50±0.41	7.55±0.44
SS23 (25%ground dried shrimp)	Appearance	7.75±0.62	7.60±0.52	7.56±0.73	7.60±0.52	7.50±0.47	7.45±0.55
	Colour	7.42±0.79	7.45±0.60	7.69±0.70	7.30±0.59	7.30±0.42	7.20±0.42
	Odour	7.50±0.52	7.45±0.69	7.31±0.70	7.25±0.68	7.08±0.49	7.00±0.71
	Flavour	7.63±0.48	7.60±0.57	7.50±0.53	7.39±0.55	7.35±0.47	7.25±0.42
	Texture	7.83±0.72	7.60±0.70	7.57±0.53	7.35±0.63	7.50±0.47	7.25±0.49
	Overall	7.55±0.72	7.80±0.42	7.50±0.60	7.40±0.66	7.35±0.41	7.25±0.42
Overall	7.64±0.84	7.30±0.63	7.50±0.56	7.50±0.38	7.11±0.60	7.00±0.71	

* Average±standard deviation of sensory scores by 8 panelists

ตารางที่ 7 ปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไม

Table 7 Amino acid composition of Pacific white shrimp meat

Amino acid	mg/100g
1. Aspartic acid	6.72
2. Threonine	64.73
3. Serine	29.56
4. Glutamic acid	52.30
5. Proline	50.49
6. Glycine	393.86
7. Alanine	236.02
8. Valine	26.24
9. Methionine	8.95
10. Isoleucine	11.90
11. Leucine	23.24
12. Tyrosine	23.71
13. Phenylalanine	18.67
14. Histidine	53.21
15. Lysine	68.25

สรุปผลการทดลอง

1. ได้ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์ชนิดสกรูคู่ในการผลิตจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อาหารเช้า (breakfast cereal) และ ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง (snack) เคลือบรสปลาปรีก้าและน้ำพริกเผา
2. ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณโปรตีนสูง และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย
3. ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบในระดับดี โดยผลิตภัณฑ์อาหารเช้า (breakfast cereal) และผลิตภัณฑ์อาหารว่าง (snack) ทั้งสองรสชาติที่มีกุ้งขาวแห้งปนเป็นส่วนผสม 20% ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับสูงสุด
4. ผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้ง 2 ชนิด บรรจุในถุงเมทัลไลซ์อัดด้วยก๊าซไนโตรเจนสามารถเก็บรักษานาน 5 เดือน โดยยังมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

คำขอขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณข้าราชการและพนักงานของกองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณคุณจารุลักษณ์ จารุณูช สถาบันคั้นควีนและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรูคู่เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- นฤศันส์ วาสิตคิลก. 2541. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 134 หน้า.
- นิรนาม. 2550. ลงกุ้งอย่างไรให้มีกำไร วารสารกุ้ง 19(231) : 3.
- บริษัท นาโนเซิร์ช จำกัด. 2550. พฤติกรรมอาหารขบเคี้ยว. <http://www.nanosearch.co.th> Oct 8, 2007.
- ประชา บุญญศิริกุล, จุฬาลักษณ์ จารุณู และ มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์. 2539. การผลิตอาหารขบเคี้ยวจากถั่วเขียวโดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์สกรู. วารสารอาหาร 26(1) : 14-33.
- ประชา บุญญศิริกุล. 2542. การพัฒนาขนมอบกรอบมีคุณค่าโภชนาการด้วยปลาผงเคลือบสูงโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชั่น. วารสารอาหาร 29(2) : 79-93.
- ภัทรานี เลิศพัฒนคม. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ ถั่วลิสง และปลากระตัก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 113 หน้า.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และ ประชา บุญญศิริกุล. 2541. รายงานการวิจัย “การศึกษาคุณสมบัติที่เหมาะสมของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์แบบสกรู”. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 27 หน้า.
- วรวิมล บุญญดี. 2541. การศึกษาเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์. ปัญหาพิเศษ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 58 หน้า.
- วัชรวิ กระจรัตน์, รัศมีพร จิระเดชประไพ และ อรวรรณ คงพันธุ์. 2551. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopeneus vannamei*) อบด้วยคลื่นไมโครเวฟสุญญากาศ. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. กรมประมง. 25 หน้า
- สถาบันอาหาร. 2550. วิธีวิเคราะห์หาโคเลสเตอรอลและกรดไขมันอิสระ. บางพลัด. กรุงเทพมหานคร.
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่ม 9. 2528. โภชนาการ. www.kanchanapisek.or.th/Kp6/GENERAL/search/search.htm/food Oct 8, 2007.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Vol 2. Chapter 35 and 39. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
- Boonyasirikol, P., S. Reungmanecpaitoon, S. Thippayang, and S. Prabhavat. 1986. Research on the production of high protein snack foods. Asean-Thailand Food Technology Research and Development 1982-1985. Institution of Food Research and Product Development, Kasetsart University. Bangkok. 67 pp.

- FAO. 1981. The prevention of losses in cured fish. FAO Fisheries Technical Paper (FAO) No.219. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 87 p.
- FDA. 1995. Bacteriological Analytical Manual, 8th ed. AOAC International. Gaithersburg, MD 20877 USA. pp.16.01-16.06.
- Faubion, J.M., R.C. Hosency and P.A. Seib. 1982. Functionality of grain components in extrusion. *Cereal Foods World*. 27: 212-5.
- Fellows, P.J. 1992. Food Processing Technology: Principle and Practice. Ellis Horwood Limited. Market Cross House, Cooper Street, Chichester, West Sussex. England. pp. 62-66.
- Rhee K.S., E.S. Kim, B.K. Kim, B.M. Jung and K.C. Rhee. 2004. Extrusion of minced catfish with corn and defatted soy flours for snack foods. *Journal of food processing preservation* 28:288-301.
- Siang, N.C. and L. L. Kim. 1992. Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedures on Fish and Fish Products. 2nd ed. Marine Fisheries Research Development, SEAFDEC, Singapore. pp. B-3.1-B-3.7.
- Tarladgis, B.G., B.M. Watts, M. Younathan and L. R. Dugan. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil chem. Soc.* 37(1):44-48.
-

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาว

Appendix 1 Sensory evaluation form of white shrimp snacks

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่ทดสอบ.....

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด
ลักษณะปรากฏ	คงรูปร่างตามลักษณะผลิตภัณฑ์ ไม่แตกหัก
สี	สีสรรสวยงาม คุณา์รับประทาน
กลิ่น	มีกลิ่นหอมของกุ้ง ไม่มีกลิ่นเหม็นหืน ไม่มีกลิ่นแอม โมเนียบ อับชื้น หรือเหม็นเปรี้ยว
รส	ต้องมีรสอร่อย กลมกล่อม
เนื้อสัมผัส	กรอบ ไม่แข็งกระด้าง ไม่นิ่ม
การยอมรับรวม	ยอมรับภาพรวมของผลิตภัณฑ์

ระดับคะแนน

9 คะแนน	ดีที่สุด	4 คะแนน	ไม่ยอมรับ
8 คะแนน	ดีมาก	3 คะแนน	แย่
7 คะแนน	ดี	2 คะแนน	แย่มาก
6 คะแนน	พอใช้	1 คะแนน	แย่ที่สุด
5 คะแนน	ยอมรับได้		

ภาคผนวกที่ 2 แบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวชนิดผลิตภัณฑ์อาหารเช้า
Appendix 2 Questionnaire of acceptability for white shrimp breakfast cereal

อายุ.....ปี เพศ.....

ให้รับประทานแล้วตอบคำถามข้อ 1-4 และหลังจากใส่นมสดแล้วรับประทานตอบคำถามข้อ 5-6

1. เคยรับประทานอาหารประเภทนี้หรือไม่

- เคย ไม่เคย

2. รสชาติของผลิตภัณฑ์

- อร่อย ไม่อร่อย

3. เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

- กรอบดี แข็งไป นุ่มไป

4. กลิ่นของผลิตภัณฑ์

- หอม กลิ่นกึ่งแรงไป กลิ่นกึ่งน้อยไป

5. หลังจากเติมนมสดลงไป รสชาติของผลิตภัณฑ์

- อร่อย ไม่อร่อย

6. ถ้ามีวงจำหน่าย จะซื้อรับประทานหรือไม่ เพราะอะไร

- ซื้อ ไม่ซื้อ

เพราะ..... เพราะ.....

ภาคผนวกที่ 3 แบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาวชนิดผลิตภัณฑ์อาหารว่าง
Appendix 3 Questionnaire of acceptability for white shrimp snack

อายุ.....ปี เพศ.....

ให้รับประทานแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. เคยรับประทานอาหารประเภทนี้หรือไม่

- เคย ไม่เคย

2. รสชาติของผลิตภัณฑ์

- อร่อย ไม่อร่อยจืดไป ไม่อร่อยเค็มไป ไม่อร่อยหวานไป

3. เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

- กรอบดี แข็งไป นุ่มไป

4. ถ้ามีวางจำหน่าย จะซื้อรับประทานหรือไม่ เพราะอะไร

- ซื้อ ไม่ซื้อ

เพราะ..... เพราะ.....

ภาคผนวกที่ 4 ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวจากกุ้งขาว

Appendix 4 Cost of white shrimp breakfast cereal and white shrimp snack

ผลิตภัณฑ์อาหารเช้า (Breakfast cereal)

ส่วนผสม	ราคา (บาท)	ปริมาณที่ใช้ผลิต ผลิตภัณฑ์ 1 กก.	ต้นทุนการผลิต (บาท / กก.)
แป้งข้าวเจ้า	40.-/ กก.	180 ก.	7.20
กุ้งขาวสด	120.-/ กก.	200 ก.	240.00
แป้งมันฝรั่ง	40.-/ กก.	105 ก.	4.20
แป้งข้าวโพดบดหยาบ	16.-/ กก.	450 ก.	7.20
น้ำตาลทราย	25.-/ กก.	40 ก.	1.00
แคลเซียมคาร์บอเนต	35.-/ กก.	10 ก.	0.35
น้ำมันพืช (1 ลิตร = 890 ก.)	48.-/ ลิตร	15 ก.	0.81
ส่วนผสมกลีขนรสที่เคลือบ			
น้ำตาลทราย	25.-/ กก.	300 ก.	7.5
น้ำตาลมะพร้าว	50.-/ กก.	320 ก.	16
ชีส	62.-/ กก.	128 ก.	63.49
กลีขนวนิลลา	14.50 / กก.	45 ก.	21.75
กลูโคสไซรัป	30.-/ กก.	120 ก.	3.6
รวมต้นทุนการผลิตต่อ 1 กก.			260.76
ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่อง			18.00
รวมต้นทุนการผลิตต่อ 1 กก. ทั้งหมด			278.76

ผลิตภัณฑ์อาหารว่าง (Snack)

ส่วนผสม	ราคา (บาท)	ปริมาณที่ใช้ผลิต ผลิตภัณฑ์ 1 กก.	ต้นทุนการผลิต (บาท / กก.)
แป้งข้าวเจ้า	40.-/ กก.	372.5 ก.	14.90
กุ้งขาวสด	120.-/ กก.	200 ก. (แห้งป่น)	240.00
แป้งข้าวโพดคบหยาบ	16.-/ กก.	372.5 ก.	5.96
น้ำตาลทราย	25.-/ กก.	30 ก.	0.75
แคลเซียมคาร์บอเนต	35.-/ กก.	10 ก.	0.35
น้ำมันพืช (1 ลิตร = 890 ก.)	48.-/ กก.	15 ก.	0.81
ส่วนผสมกลิ่นรสที่เคลือบ			
ผงกลิ่นรสน้ำพริกเผา	180.-/กก.	81 ก.	14.58
ผงกลิ่นรสปาปrika	180.-/กก.	81 ก.	14.58
น้ำมันพืช (1 ลิตร = 890 ก.)	48.-/ กก.	63 ก.	3.02
รวมต้นทุนการผลิตต่อ 1 กก. (1 รส)			280.75
ค่าใช้จ่ายในการเดินเครื่อง			18.00
รวมต้นทุนการผลิตต่อ 1 กก. ทั้งหมด (1 รส)			298.75

