



รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ
Product Development and Shelf Life Extension of Chewy Velvet
Tamarind Product

โดย นายรอมลี เจะดอเลาะ และคณะ

มีนาคม พ.ศ. 2561

สัญญาเลขที่ RDG5950121

รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหิ้วยี่เคี้ยวหนุบ
Product Development and Shelf Life Extension of Chewy Velvet
Tamarind Product

คณะผู้วิจัย		สังกัด
1. นายรอมลี	เจดอเลาะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
2. ผศ.มะหะมะดารี	แวโนะ	มหาวิทยาลัยฟาฏอนี
3. ผศ.สะอาด	อาแซ	มหาวิทยาลัยฟาฏอนี

ชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2559

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลูกหยีมีความสำคัญในการยกระดับผลิตภัณฑ์ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ โดยศึกษาข้อมูลวัตถุดิบและจัดการวัตถุดิบหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อนำวัตถุดิบลูกหยีใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ การวิจัยนี้มีการศึกษาข้อมูลทางการตลาดเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์กลุ่มเป้าหมายจากผู้ประกอบการและผู้บริโภคเป้าหมาย ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการในลูกหยีเพื่อแสดงถึงลักษณะเด่นของลูกหยี วิเคราะห์คุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบและสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์เบื้องต้นคัดเลือกและพัฒนาปรับปรุงตามความต้องการของผู้บริโภค โดยศึกษาอัตราส่วนผสมและสมบัติทางกายภาพและเคมีต่อความยอมรับของผู้บริโภค ศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ รวมถึงศึกษาต้นทุนการผลิต ทดสอบผลิตภัณฑ์ต่อความยอมรับของผู้บริโภค และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการ

วัตถุดิบลูกหยีในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้จากการเก็บเกี่ยวของผู้ประกอบการรายย่อย ซึ่งมีผลผลิตต่อต้นประมาณ 50-80 กิโลกรัมต่อต้น การเตรียมวัตถุดิบลูกหยีสดตากแห้งแล้วกะเทาะเปลือก นำเนื้อลูกหยีแดงตากแห้งจนมีปริมาณความชื้นร้อยละ 10-15 เก็บรักษาในถุงพลาสติกประมาณถุงละ 20 กิโลกรัม ลูกหยีมีปริมาณของสารที่มีลักษณะเด่นคือ วิตามินซี ประมาณ 23.70-28.90 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร สารต้านอนุมูลอิสระ 20.12-25.42 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เส้นใยอาหารร้อยละ 4.30-5.14 โพแทสเซียม 1,073.54-1281.48 มิลลิกรัม/100 กรัม การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามความต้องการกลุ่มเป้าหมายของผู้ประกอบการและผู้บริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีคุณลักษณะด้านรสชาติ กลิ่นรสตามธรรมชาติ มีความหวานและความเปรี้ยว มีรูปร่างทรงกลมหรือสี่เหลี่ยม ผู้บริโภคนิยมเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ในร้านสะดวกซื้อและเป็นผลิตภัณฑ์ การออกแบบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ มีส่วนผสมหลัก คือ ลูกหยี, น้ำตาล, กลูโคสไซรัป, แป้งมันสำปะหลังและน้ำ ในอัตราส่วนปริมาณ 100, 100, 50, 80 และ 20 กรัม ตามลำดับ พบว่า ลักษณะของสีเข้ม (เข้มมากไป) กลิ่นตามธรรมชาติ (พอดี) รสชาติหวานแต่ไม่เปรี้ยวเท่าที่ควร (น้อย) มีความเค็มเล็กน้อย (พอดี) เนื้อสัมผัสหยาบ (หยาบมากไป) นุ่มแต่่วน (นุ่มเกินไป) จึงมีการเพิ่มปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมร้อยละ 9 ปรับปริมาณของน้ำตาล และ กลูโคสไซรัปตามอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สูตรที่ยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบ โดยใช้ลูกหยี 400 กรัม (อัตราส่วนเนื้อลูกหยีและน้ำ 1:2) น้ำตาลทรายขาว 260 กรัม เกลือป่น 2 กรัม กลูโคสไซรัป 100 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 80 กรัม น้ำ (สำหรับละลายแป้ง) 70 กรัม และน้ำ (สำหรับปั่นผสมกับลูกหยี) 200 กรัม เจลาติน ร้อยละ 9 มีการเติมปริมาณกรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 และกลีเซอริน ร้อยละ 1 เมื่อเก็บ

รักษาผลิตภัณฑ์ลูกหยาเคี้ยวหนุบไว้ที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาได้ 6 เดือน ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกินตามที่มาตรฐานกำหนดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547) อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาความยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส เป็นที่ยอมรับที่ระยะเวลาเก็บรักษา 4 เดือน โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมในการเก็บในถุง AL 6.85 ± 0.59 (ชอบปานกลาง) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ลูกหยาเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาภายในระยะเวลา 4 เดือน ยังมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งต้นทุนในการผลิตอาจจะสูงกว่าการบรรจุในถุงพอลิโพรไพลีน (polypropylene; PP) แต่จะมีลักษณะหนา ทนต่อการเกิดรอยขีดข่วน สามารถป้องกันอากาศและปริมาณความชื้นซึมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ลูกหยาเคี้ยวหนุบ เมื่อขนส่งและจัดจำหน่ายจะมีอายุการเก็บรักษานานกว่า คຸ້ມທຸນຕໍາການລົງທຸນແລະຄັງຮັກສາໄວ້ຊຶ່ງຄຸນພາບຂອງຜົດຜົນຜົນຜົນຜົນຜົນຜົນ ໂດຍດັ່ງນັ້ນຂອງການຜົດຜົນຜົນຜົນຜົນຜົນ ພື້ນຜິດ 780 ກຣາມຕໍ່ 225.75 ບາດ ໄດ້ປະມານ 160 ຂຶ້ນ ໂດຍຈຳນວນ 1 ຂອງຖົງອາລູມີນຶຍຸມຟອຍ (aluminium foil bags; AL) ຂະໜາດ 5x6 ເສນຕີເມຕຣ ນ້ຳໜັກສຸກຣີ 45 ກຣາມ ຈຳນວນຜົດຜົນຜົນຜົນຜົນຜົນ 10 ຂຶ້ນ ໂດຍມີດັ່ງນັ້ນ 14.11 ບາດຕໍ່ຂອງ AL ສາມາດຈຳນວນໃນລາຄາ 25 ບາດຕໍ່ 1 ຂອງ ຊຶ່ງໃຫ້ຜົດຜົນຜົນຜົນຜົນຜົນ 77.18 ດັ່ງນັ້ນການພັດທະນາຜົດຜົນຜົນຜົນຜົນຜົນຜົນ ສາມາດຊ່ວຍໃນການເພີ່ມຜົດຜົນຜົນຜົນຜົນຜົນຜົນ ແລະເປັນທີ່ຍອມຮັບຂອງຜູ້ບຣິໂກດ

บทคัดย่อภาษาไทย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีความสำคัญต่อการเพิ่มทางเลือกของผู้บริโภคและเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลการเก็บเกี่ยวและการจัดการวัตถุดิบหลังการเก็บเกี่ยวลูกหยี องค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระของลูกหยี 2) เพื่อศึกษาทางการตลาดโดยการสำรวจความต้องการคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ 3) เพื่อศึกษาสูตรต้นแบบและอัตราส่วนและสมบัติต่อความยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ 4) เพื่อศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ และ 5) เพื่อศึกษาผลการตอบรับของผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการผลิตและถ่ายทอดเทคโนโลยี จากการศึกษา พบว่าช่วงฤดูผลผลิตของลูกหยีประมาณเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน ซึ่งปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 50-80 กิโลกรัมต่อต้น เมื่อคัดเกรดของลูกหยีดำ พบว่าปริมาณคุณภาพผลิตผล ร้อยละ 63.00-68.00 การเตรียมการอบลูกหยีดำก่อนการแปรรูป พบว่าวิธีการและอุณหภูมิการอบมีผลต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ลูกหยีมีลักษณะเด่นของคุณค่าทางโภชนาการของวิตามินซี สารต้านอนุมูลอิสระจำพวกฟีนอลิก และ โพลีฟีนอล มีปริมาณ 23.70-28.90 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร 20.12-25.42 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และ 1,073.54-1281.48 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่าค่า pH อยู่ในช่วง 2.83-2.98 ส่วนปริมาณความชื้นและ a_w อยู่ในช่วง ร้อยละ 10.10-15.56 และ 0.46-0.63 ตามลำดับ และมีปริมาณเส้นใยอาหารสูง ร้อยละ 4.30-5.14 การทดสอบทางประสาทสัมผัสคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของการอบแห้งและของผู้ประกอบการลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสด การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากการศึกษาข้อมูลทางการตลาดจากผู้ประกอบการและผู้บริโภค พบว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามความต้องการของผู้ประกอบการและผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายซึ่งผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบในรูปทรงรี กลมและเลียนแบบลูกหยีแดงสดหรืออาจจะทำเป็นเหลี่ยมก็ได้ สีแบบธรรมชาติ ไม่แต่งสี และกลั่น มีรสชาติเปรี้ยวอมหวาน เนื้อนุ่มปานกลาง มีความเค็มเล็กน้อย และมีความง่ายของการเคี้ยวไม่ติดฟัน ผู้ประกอบการมีความสามารถในการผลิตได้ ร้อยละ 100 หากทำเป็นเชิงธุรกิจเอสเอ็มอี (SME) และผู้บริโภคสนใจที่จะเลือกซื้อบริโภค ร้อยละ 66.00 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เริ่มจากการผลิตจากสูตรเบื้องต้นโดยใช้ส่วนผสมของ ลูกหยี, น้ำตาล, กลูโคสไซรัป, แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ ในปริมาณ 100, 100, 50, 80 และ 20 กรัม ตามลำดับ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just About Right; JAR) ในการทดสอบชิมตัวอย่างและทำการให้ความเห็นของแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่าง เพื่อประเมินความชอบใน ด้านลักษณะสี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ ความง่ายของการกลืน ความหวาน ความเค็ม ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม แต่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีเนื้อสัมผัสไม่เหนียวหนุบจึงใช้เจลาติน (ฮาลาล) ร้อยละ 9 เป็นส่วนผสมที่เหมาะสม

มีการปรับปริมาณของน้ำตาล และกลูโคสไซรัป ตามอัตราส่วนที่เหมาะสม ได้สูตรที่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบ ผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบใช้อัตราส่วนผสมของน้ำตาลุกหยาบ 400 กรัม (อัตราส่วนเนื้อลูกหยาบ และน้ำ 1:2) น้ำตาลทรายขาว 260 กรัม เกลือป่น 2 กรัม กลูโคสไซรัป 100 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 80 กรัม น้ำ (สำหรับละลายแป้ง) 70 กรัม และน้ำ (สำหรับปั่นผสมกับลูกหยาบ) 200 กรัม เจลาติน ร้อยละ 9 มีการเติมปริมาณกรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 และ กลีเซอริน ร้อยละ 1 เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาในถุง AL ได้นานกว่า 4 เดือน เป็น ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง โดยมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมในการเก็บในถุง AL 6.85 ± 0.59 (ชอบปานกลาง) และความปลอดภัยต่อผู้บริโภค คุณภาพของเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกินกว่าที่กฎหมายกำหนดที่ระดับ 1×10^4 โคโลนี/กรัม อาหาร การทดสอบทางการตลาด ผู้บริโภคต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 92.77 โดยต้นทุนของการผลิตในการผลิตต่อหน่วย 780 กรัมต่อ 225.75 บาท การจำหน่าย 1 ซองถุง AL ขนาด 5x6 เซนติเมตร น้ำหนักสุทธิ 45 กรัม โดยมีต้นทุน 14.11 บาท สามารถจำหน่ายในราคา 25 บาทต่อ 1 ซอง ซึ่งให้ผลกำไร ร้อยละ 77.18

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์ลูกหยาบเคี้ยวหนุบ คุณค่าทางโภชนาการ กระบวนการผลิต

Abstract

The development of chewy velvet tamarind products is important for maximizing consumers' options and producing new products. This study has aimed at i) investigating the information regarding the harvest of velvet tamarinds as raw materials and coping with them after the harvest and figuring out composition of physical and chemical properties, nutritional values of velvet tamarinds in the three southern border provinces, ii) studying market needs by exploring product features of chewy velvet tamarind products, iii) examining the formula, ratios and properties of consumers' acceptance towards chewy velvet tamarind products, iv) studying the packaging and shelf-life of chewy velvet tamarind products and v) studying the responses of product, production cost and technology transfer. This study revealed that the production of velvet tamarinds obtained from July to November was approximately 50-88 kilogram/tree. The grading of black velvet tamarinds showed that the quality of the production was 63.00-68.00%. The baking preparation of the black velvet tamarinds before privatization showed that methods and temperature of baking affected by physical and chemical properties were significantly different ($p \leq 0.05$). The nutritional composition of vitamin C, phenolic antioxidant compounds, Fiber Foods and potassium were contained approximately 237-289 mg / 100 g., 20.12-25.42 mg / 100 g, and 1,073.54-1281.48 mg/100 g, respectively. Chemical property analyses showed that pH range was 2.83-2.98, the moisture content and aw values were 10.10-15.56 and 0.46-0.63%, respectively and the highest fibers were also 4.30-5.14%. The sensory evaluation of the satisfactory level overall of the dry baking entrepreneurs decreased when compared with the fresh flesh of the velvet tamarinds. The development of the products from the present study regarding marketing information obtained from the entrepreneurs and consumers revealed that chewy velvet tamarind products were designed according to the needs of entrepreneurs and consumers. The shapes of the chewy velvet tamarinds were oval, round and square which imitated the fresh red velvet tamarinds. Natural color, no coloring and flavoring agents was applied and the taste was a bit sour and sweet mixing, moderately soft, a bit salty and simple to chew. The entrepreneurs are able to produce 100 percent if they are SMEs and the

consumers are interested in purchasing 66.00 %. The product development started from the production of the initial formulas using certain ingredients such as velvet tamarinds, sugar, glucose syrup, tapioca starch and water at the ratio of 100, 100, 50, 80 and 20 g respectively using the Just About Right (JAR) test in the process of sample sampling and giving comments on each single sample feature to evaluate preferences of color, flavors, tastes, texture of the flesh, chewiness, difficulty of swallowing, sweetness, saltiness, sourness and overall preferences. However, due to the insufficiency of the chewy products, the use of gelatin (halal) was applied around 9%. Also, certain amount of sugar and glucose syrup was adjusted according to the appropriate ratio which is acceptable for the formula of sensory testers in terms of chewy velvet tamarind product ingredients. The ingredients were velvet tamarind juice (400 g), white sugar (260 g), salt (2 g), glucose syrup (100g), tapioca (80 g water 70 g ;for dissolving flour) and water (200 g; for blending), gelatin (9%), tartaric acid (2%) and glycerin (1%), respectively. It was accepted by the sensory testers and entrepreneurs in the area. The products can be stored in the Aluminum foils bag for more than 4 months at the room temperature. The sensory quality is acceptable for the tester. The overall preference scores for AL bags were 6.85 ± 0.59 (moderate) and the consumers' safety regarding the quality of microorganisms does not exceed 1×10^4 colonies / g. Moreover, the marketing test revealed that the consumers wanted to buy 92.77 % of the products. The cost of the production per unit was 780 g per 225.75 baht. One pack of the products in AL which was 5 x 6 cm. bags, net weight 45 g cost 14.11 baht. This product can be sold at a price of 25 baht and provide 77.18 percent profit.

Keywords : chewy velvet tamarind products, Nutritional value, Production process

สารบัญ

	หัวข้อ	หน้า
	บทสรุปผู้บริหาร	(1)
	บทคัดย่อภาษาไทย	(3)
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(5)
	สารบัญ	(7)
	สารบัญตาราง	(9)
	สารบัญภาพ	(14)
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	2
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
	1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	5
	1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย	5
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	2.1 ข้อมูลพื้นฐานและคุณค่าทางโภชนาการของลูกหยี	8
	2.2 ผลิตภัณฑ์ลูกหยี	9
	2.3 ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	10
	2.4 ส่วนประกอบสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	13
	2.5 บรรจุภัณฑ์	28
	2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์	29
	2.7 แนวทางการศึกษางานการตลาด	32
	2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	39
	3.1 วัตถุประสงค์	40
	3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	40
	3.3 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ	42
	3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	43
บทที่ 4	ผลการวิจัย	61
	4.1 ศึกษากระบวนการเก็บเกี่ยวและการจัดการลูกหยีดำหลังการเก็บเกี่ยว	62

สารบัญ (ต่อ)

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัย (ต่อ)	61
4.2	การเปลี่ยนแปลงและข้อกำหนดของลูกหีหลังการเก็บเกี่ยว	63
4.3	องค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระของลูกหี	71
4.4	ศึกษาทางการตลาดโดยการสำรวจความต้องการคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบ	73
4.5	สูตรต้นแบบและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบ	96
4.6	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบ	99
4.7	บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบ	127
4.8	ผลการตอบรับของผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการผลิต และถ่ายทอดเทคโนโลยี	148
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	169
5.1	สรุปผลการวิจัย	170
5.2	ข้อเสนอแนะ	171
บรรณานุกรม		172
ภาคผนวก		176
ก.	ภาพการดำเนินการวิจัย	177
ข.	การนำไปใช้ประโยชน์	181
ค.	บทความส่งวารสาร	187
ง.	การทดสอบทางประสาทสัมผัส	201
จ.	การวิเคราะห์ทางสถิติ	202
ฉ.	การวิเคราะห์ทางเคมี	211
ช.	การวิเคราะห์ทางกายภาพ	222
ซ.	การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	222

สารบัญตาราง

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
ตารางที่ 2.1	คุณสมบัติของเจลลาติน Type A และ Type B	21
ตารางที่ 2.2	การใช้เจลลาตินในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดบางชนิด	23
ตารางที่ 2.3	คุณสมบัติทางเคมีของกรดซิตริก	27
ตารางที่ 2.4	อาหารแต่ละประเภทมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน	30
ตารางที่ 2.5	ประเภทของจุลินทรีย์แบ่งตามช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต	30
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	39
ตารางที่ 3.1	ปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบ	48
ตารางที่ 3.2	อัตราส่วนของปริมาณน้ำตาลในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	49
ตารางที่ 3.3	อัตราส่วนผสมของการใช้แป้งแต่ละชนิดในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	50
ตารางที่ 3.4	อัตราส่วนผสมของการใช้เจลลาตินในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	51
ตารางที่ 3.5	การออกแบบสูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามปริมาณของน้ำลูกหยีและวิธีการต่างกัน	52
ตารางที่ 3.6	อัตราส่วนของเนื้อลูกหยีและน้ำ ปริมาณน้ำตาล และกลูโคสไซรัปในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	54
ตารางที่ 3.7	อัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	56
ตารางที่ 3.8	อัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	58
บทที่ 4	ผลการวิจัย	61
ตารางที่ 4.1	การคำนวณร้อยละการคัดเลือกวัตถุดิบของลูกหยีสุก	65
ตารางที่ 4.2	ปริมาณของผลผลิตจากลูกหยีสดและลูกหยีอบแห้ง	66
ตารางที่ 4.3	การคำนวณร้อยละผลผลิตของลูกหยีสดและลูกหยีที่ผ่านการเตรียมโดยวิธีต่างกัน	67
ตารางที่ 4.4	การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของลูกหยีสดและลูกหยีที่ผ่านการอบแห้ง	70
ตารางที่ 4.5	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสลูกหยีที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีการต่างๆ	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัย (ต่อ)	61
ตารางที่ 4.6	ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของคุณค่าทางโภชนาการของลูกหยีสดและลูกหยีแห้งจากผู้ประกอบการ	72
ตารางที่ 4.7	ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการ	74
ตารางที่ 4.8	ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของรูปแบบผลิตภัณฑ์	77
ตารางที่ 4.9	ข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	79
ตารางที่ 4.10	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	80
ตารางที่ 4.11	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านเพศที่ส่งผลต่อความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	85
ตารางที่ 4.12	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านเพศที่ส่งผลต่อวัตถุประสงค์สำคัญที่สุดที่บริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	85
ตารางที่ 4.13	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านเพศที่ส่งผลต่อลักษณะหรือแบบร้านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	85
ตารางที่ 4.14	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านเพศที่ส่งผลต่อจำนวนถุงที่ซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต่อครั้ง	86
ตารางที่ 4.15	ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	87
ตารางที่ 4.16	ข้อมูลการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภคเกี่ยวกับคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	89
ตารางที่ 4.17	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านจังหวัดต่อความสนใจทดลองชิมผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	92
ตารางที่ 4.18	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านจังหวัดต่อวัตถุประสงค์สำคัญที่สุดที่บริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	92
ตารางที่ 4.19	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านจังหวัดต่อแรงจูงใจที่สามารถบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	92
ตารางที่ 4.20	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านจังหวัดต่อความต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	93
ตารางที่ 4.21	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านจังหวัดต่อรสชาติที่ชอบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัย (ต่อ)	
ตารางที่ 4.22	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านช่วงอายุในอนาคตคิดจะซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ	94
ตารางที่ 4.23	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านช่วงอายุต่อลักษณะสีที่ชอบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ	94
ตารางที่ 4.24	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านอาชีพต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบในอนาคต	95
ตารางที่ 4.25	การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านอาชีพต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ	95
ตารางที่ 4.26	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้วิธีการ hedonics scale และ Jar ปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ	98
ตารางที่ 4.27	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้วิธีการ hedonics scale และ Jar ปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เคียวหนุบ	99
ตารางที่ 4.28	ผลของแบ่งแต่ละชนิดต่อคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ	100
ตารางที่ 4.29	ผลของปริมาณเจลาตินต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ	104
ตารางที่ 4.30	ผลของปริมาณน้ำลูกหยีและกรรมวิธีการเตรียมน้ำลูกหยีต่อคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ	107
ตารางที่ 4.31	ผลของปริมาณน้ำลูกหยีและกรรมวิธีการเตรียมน้ำลูกหยีต่อคะแนนสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบแต่ละระดับ	111
ตารางที่ 4.32	ผลของอัตราส่วนเนื้อลูกหยีและน้ำ ปริมาณน้ำตาล และกลูโคสไฮรปต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ	115
ตารางที่ 4.33	ผลของชนิดเนื้ออัตราส่วนเนื้อลูกหยีและน้ำ ปริมาณน้ำตาลและกลูโคสไฮรปต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ	118
ตารางที่ 4.34	ผลของชนิดและปริมาณกรดต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ	119

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัย (ต่อ)	61
ตารางที่ 4.35	ผลของชนิดและปริมาณกรดต่อสมบัติทางกายภาพและเคมี และสารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	121
ตารางที่ 4.36	ผลของชนิดและปริมาณกรดต่อคะแนนทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	123
ตารางที่ 4.37	ผลการทดสอบคุณลักษณะทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบแต่ละระดับ	126
ตารางที่ 4.38	ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) ในผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	127
ตารางที่ 4.39	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน	132
ตารางที่ 4.40	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน	139
ตารางที่ 4.41	ผลการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน	144
ตารางที่ 4.42	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน	147
ตารางที่ 4.43	ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคทั่วไป	149
ตารางที่ 4.44	พฤติกรรมของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	150
ตารางที่ 4.45	การทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากผู้บริโภคเบื้องต้น	152
ตารางที่ 4.46	ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล	154
ตารางที่ 4.47	พฤติกรรมของผู้บริโภค	156
ตารางที่ 4.48	การทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากผู้บริโภคทั่วไป	158
ตารางที่ 4.49	ผลการตอบรับของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบของนักท่องเที่ยวในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้	160
ตารางที่ 4.50	พฤติกรรมของผู้ทดสอบทางการตลาด	162

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัย (ต่อ)	
ตารางที่	4.51 การทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจาก นักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยว	163
ตารางที่	4.52 ต้นทุนการผลิตและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต่อชุด การผลิต	164
ตารางที่	4.53 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการในพื้นที่ อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี	165
ตารางที่	4.54 ผลการประเมินการถ่ายทอดเทคโนโลยี	166
ตารางที่	4.55 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ประกอบการต่อผลิตภัณฑ์ลูก หยีเคี้ยวหนุบ	167

สารบัญภาพ

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
ภาพที่	1.1 กระบวนการผลิตและบรรจุภัณฑ์ของลูกหยี 3 รส	2
ภาพที่	1.2 กรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย	6
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
ภาพที่	2.1 โครงสร้างของกรด L-tartaric acid	25
ภาพที่	2.2 แสดงการผลิตกรดซิตริกผ่านวิถีไกลโคไลซิสของจุลินทรีย์	26
ภาพที่	2.3 แสดงกรดซิตริกในรูปผลึก Monohydrate	27
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย	39
ภาพที่	3.1 ลูกหยี (Velvet Tamarind)	40
ภาพที่	3.2 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามปริมาณของน้ำลูกหยีและวิธีการต่างกัน	53
ภาพที่	3.3 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามอัตราส่วนเนื้อลูกหยีและน้ำ ปริมาณน้ำตาล และกลูโคสไซรัป	54
ภาพที่	3.4 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามชนิดและปริมาณกรด	56
ภาพที่	3.5 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามปริมาณของกรดและกลีเซอริน	57
บทที่ 4	ผลการวิจัย	61
ภาพที่	4.1 การลงพื้นที่สำรวจต้นลูกหยีในการจอง ตอนที่ลูกหยียังไม่สุกและตกลงราคาก่อนเก็บผลผลิตเมื่อลูกหยีสุก	62
ภาพที่	4.2 การเตรียมตัวสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตลูกหยีและการขึ้นต้นลูกหยีต้องอาศัยความชำนาญการ	63
ภาพที่	4.3 ขั้นตอนการลูบหรือการเก็บลูกหยีดำแล้วบรรจุลงกระสอบ	63
ภาพที่	4.4 การเปลี่ยนแปลงของลูกหยีแก่จนถึงระยะสุกที่สามารถเก็บเกี่ยวได้	64
ภาพที่	4.5 ลูกหยีสดหลังการเก็บเกี่ยวจากต้นและลูกหยีสดที่ผ่านการคัดแยก	65
ภาพที่	4.6 ลักษณะการสูญเสียทางกายภาพของเปลือกที่แตกจากการกระแทก (ภาพ ก.) แผลงเจาะกิน (ภาพ ข.) และการขึ้นเชื้อราในตัวอย่างลูกหยี (ภาพ ค.)	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หัวข้อ	หน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัย (ต่อ)		61
ภาพที่	4.7	การเก็บตัวอย่างลูกหิที่ผ่านการเตรียมก่อนการแปรรูปโดยการอบด้วยตู้อบลมร้อนและวิธีการตากแดด	67
ภาพที่	4.8	การเตรียมวัตถุดิบก่อนการแปรรูปโดยการคำนวณร้อยละผลผลิตของลูกหิ	67
ภาพที่	4.9	ลักษณะของลูกหิที่ปอกเปลือกตามสภาวะการอบแห้ง	68
ภาพที่	4.10	ลักษณะปรากฏของลูกหิสดที่ผ่านการปอกเปลือกและเมล็ดของลูกหิ	69
ภาพที่	4.11	ลักษณะปรากฏและส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบเบื้องต้น	96
ภาพที่	4.12	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากการทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบ	97
ภาพที่	4.13	ผลของปริมาณน้ำตาลต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบ	99
ภาพที่	4.14	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบจากแป้งชนิดต่างๆ	101
ภาพที่	4.15	ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง	101
ภาพที่	4.16	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบในการทดสอบทางประสาทสัมผัส	102
ภาพที่	4.17	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบตามปริมาณของเจลาตินที่ใช้	103
ภาพที่	4.18	รูปร่างและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบที่ผลิตจากปริมาณน้ำลูกหิและกรรมวิธีการผลิตแตกต่างกัน	108
ภาพที่	4.19	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแต่ละด้านตามปริมาณน้ำลูกหิและกรรมวิธีแตกต่างกัน	108
ภาพที่	4.20	รูปร่างและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบที่ผลิตจากอัตราส่วนที่แตกต่างกัน	113
ภาพที่	4.21	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบที่มีอัตราส่วนแตกต่างกัน	114

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 4	ผลการวิจัย (ต่อ)	61
ภาพที่	4.22 ก. ผลิตรัณฑ์ลูกหยาเคี้ยวหนุบบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL) ข. ผลิตรัณฑ์ลูกหยาเคี้ยวหนุบบรรจุถุงพอลิโพรไพลีน (PP)	127
ภาพที่	4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตรัณฑ์ลูกหยาเคี้ยวหนุบต่อการเลือกซื้อ ผลิตรัณฑ์ของผู้บริโภค	152
ภาพที่	4.24 ข้อดีของผลิตรัณฑ์ลูกหยาเคี้ยวหนุบในมุมมองของผู้ประกอบการ	168
ภาพที่	4.25 ระดับความพึงพอใจต่อการนำผลิตรัณฑ์ลูกหยาเคี้ยวหนุบไปผลิตใน สถานประกอบการ	168

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ปัจจุบันพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้มีผลิตภัณฑ์ความหลากหลายและรูปแบบของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ได้แก่ ลูกหยีกวน ลูกหยีฉาบ และลูกหยีเคลือบน้ำตาล เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นสินค้าภายในท้องถิ่นจัดเป็นโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์หรือโอท็อป (One Tambon One Product; OTOP) ลำดับต้นๆ ในจังหวัดปัตตานี ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเป็นของฝากที่ได้จากการท่องเที่ยวในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ จึงส่งผลให้เกิดธุรกิจการค้าเพิ่มมูลค่าสินค้า และกระจายเม็ดเงินในพื้นที่ มีส่วนช่วยสร้างรายได้ให้ผู้ประกอบการได้เป็นอย่างดี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยม สามารถบริโภคได้ทุกเพศทุกวัย ซึ่งลูกหยีมีลักษณะเนื้อคล้ายกับเนื้อมะขาม กระบวนการแปรรูปของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด มีลักษณะที่โดดเด่นและรสชาติต่างกัน โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ลูกหยี 3 รส ซึ่งมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันตามอัตราส่วนผสมของผู้ประกอบการในแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตามยังคงผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการแปรรูปแบบดั้งเดิม และยังขาดการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ รวมทั้งวัตถุดิบลูกหยีสด (เปลือกสีดำ) นั้นสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตต่อปีเพียง 1 ครั้งเท่านั้น ดังนั้นต้องมีการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดและ ผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมหรือเอสเอ็มอี (Small and Medium Enterprises; SMEs) ยังขาดองค์ความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการผลิตและผู้ประกอบการที่เปิดกิจการอยู่เดิม รวมถึงผู้ประกอบการรายใหม่ยังขาดกระบวนการผลิตที่ถูกสุขลักษณะ เช่น การนำลูกหยีที่ผ่านการปอกเปลือกตากแดดในพื้นที่โล่งแจ้ง ทำให้มีการปนเปื้อนของฝุ่นละออง แมลง เศษหินทรายและเชื้อจุลินทรีย์ (ภาพที่ 1.1)

ก



ข



ภาพที่ 1.1 กระบวนการผลิตและบรรจุภัณฑ์ของลูกหยี 3 รส

- ก. การตากแดดของลูกหยีที่ผ่านการปอกเปลือก 1-2 วัน
- ข. ลูกหยี 3 รสที่บรรจุในถุงพลาสติก

ปัจจุบันการผลิตผลิตภัณฑ์จากลูกหยีได้ไม่ก่นิด เช่น ลูกหยีเคลือบน้ำตาล ลูกหยีกวนและลูกหยีเคลือบน้ำตาลไร้เมล็ด ซึ่งไม่มีความหลากหลายตามความต้องการของผู้บริโภค การสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่มีความจำเป็นต่อการพัฒนาและยกระดับการแข่งขันของตลาดและประชาชนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปได้จากลูกหยีออกสู่ตลาด ได้แก่ แยมลูกหยี ซอสลูกหยี ไอศกรีมลูกหยี น้ำลูกหยีเข้มข้น และน้ำลูกหยีผสมน้ำผลไม้ต่างๆ เป็นต้น ในการศึกษาเลือกการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารประเภทผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ อย่างไรก็ตามการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ต้องคำนึงถึงความยอมรับของผู้บริโภคและให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ฮาลาลในการรองรับตลาดอาเซียนต่อไป ดังนั้นการวิจัยนี้มีการศึกษาทางการตลาดเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกลุ่มเป้าหมายของผู้ประกอบการและผู้บริโภค วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการในการแสดงถึงลักษณะเด่นของลูกหยี ศึกษาคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบและสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์เบื้องต้น ศึกษาสูตรต้นแบบและมีการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ คัดเลือกและพัฒนาปรับปรุงตามความต้องการของผู้บริโภค โดยศึกษาอัตราส่วนและสมบัติต่อความยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ รวมถึงการศึกษาต้นทุนการผลิต ทดสอบผลิตภัณฑ์และความยอมรับในทางการตลาด และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนผู้ประกอบการเกี่ยวกับกระบวนการผลิตและองค์ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ เพื่อพัฒนาสินค้าท้องถิ่นให้ได้คุณภาพและเป็นที่ยอมรับ สามารถเป็นสินค้าเชิงการท่องเที่ยวเข้าสู่ประชาคมอาเซียนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลการเก็บเกี่ยวและการจัดการวัตถุดิบหลังการเก็บเกี่ยวลูกหยี ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้
- 1.2.2 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระของลูกหยี
- 1.2.3 เพื่อศึกษาทางการตลาดโดยการสำรวจความต้องการคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ
- 1.2.4 เพื่อศึกษาสูตรต้นแบบและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ
- 1.2.5 เพื่อศึกษาอัตราส่วนและสมบัติทางกายภาพและเคมีต่อความยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ
- 1.2.6 เพื่อศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ
- 1.2.7 เพื่อศึกษาผลการตอบรับของผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการผลิตและถ่ายทอดเทคโนโลยี

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาข้อมูลวัตถุดิบในการเก็บเกี่ยววัตถุดิบ การเตรียมวัตถุดิบก่อนการแปรรูป โดยการลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูลกำลังผลิตของผลผลิตของลูกหิ การศึกษาข้อกำหนดของการเก็บเกี่ยว และการจัดการผลลูกหิหลังการเก็บเกี่ยว

1.3.2 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพและเคมี คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w) เถ้า โปรตีน คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ วิตามินซี วิตามินเอ เกลือแร่ และสารต้านอนุมูลอิสระ

1.3.3 ศึกษาทางการตลาดก่อนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์โดยมีกลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่ม ผู้ประกอบการ SME, กลุ่มผู้บริโภควัยเด็กและวัยรุ่น ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ใช้ข้อมูลที่ได้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้ประกอบการและผู้บริโภค

1.3.4 การศึกษาสูตรต้นแบบผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบ โดยการออกแบบสูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบ ที่มีส่วนผสม ได้แก่ ลูกหิ น้ำตาล กลูโคสไซรัป แป้งมันสำปะหลัง น้ำ ที่มีส่วนผสม 100, 100, 50, 80 และ 20 กรัม ตามลำดับ ผลิตผลิตภัณฑ์และทดสอบทางประสาทสัมผัส และทดสอบผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย 50 คน เพื่อประเมินผลิตภัณฑ์ในการปรับปรุงสูตรและใช้ส่วนผสมที่เหมาะสมตามความต้องการของผู้บริโภค

1.3.5 การศึกษาอัตราส่วนผสมและสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบ ผลิตผลิตภัณฑ์และวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่า a_w และวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ค่าพีเอช วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี ปริมาณของแข็งทั้งหมด โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต และมีการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ทางสถิติเพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาต่อไป

1.3.6 การศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบ โดยใช้บรรจุภัณฑ์ชนิด PP และ AL เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน เมื่อครบเวลาที่กำหนดวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ความชื้น ปริมาณวิตามินซี ค่าสี สารต้านอนุมูลอิสระและคุณภาพของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด วิเคราะห์ปริมาณเชื้อยีสต์และรา

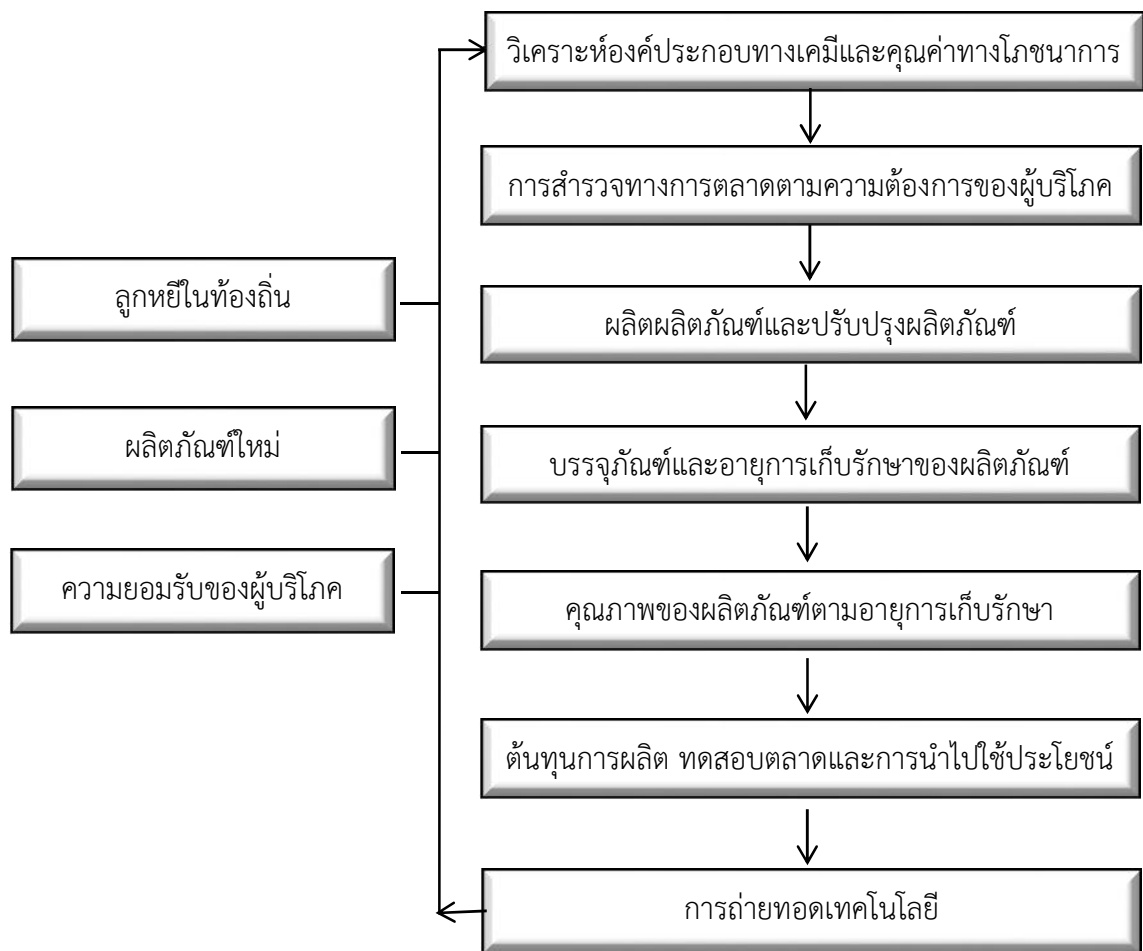
1.3.7 ประเมินต้นทุนการผลิต ทดสอบผลิตภัณฑ์ทางการตลาดและการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผู้ประกอบการเกี่ยวกับกระบวนการผลิตและองค์ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ โดยการใช้รูปแบบการอบรมเชิงปฏิบัติการและสาธิตเกี่ยวกับการแปรรูปเพื่อให้ผู้รับการถ่ายทอดเกิดประโยชน์สูงสุด มีการประเมินและติดตามเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- 1.4.1 ข้อมูลการเก็บเกี่ยวและการจัดการวัตถุดิบหลังการเก็บเกี่ยวลูกหิ ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้
- 1.4.2 ได้องค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระของลูกหิ
- 1.4.3 ได้ข้อมูลการตลาดการสำรวจความต้องการคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบ
- 1.4.4 ได้สูตรต้นแบบและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบ
- 1.4.5 ได้อัตราส่วนผสมและสมบัติทางกายภาพและเคมีต่อความยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบ
- 1.4.6 ได้บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบ
- 1.4.7 ทราบต้นทุนการผลิต ข้อมูลทางการตลาดและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนผู้ประกอบการเกี่ยวกับกระบวนการผลิตและองค์ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลูกหิมีความสำคัญในการช่วยเปิดช่องทางการเลือกบริโภคและนำสินค้าสู่ตลาดภายนอกพื้นที่ และต่างประเทศในกลุ่มประเทศอาเซียน โดยมีการดำเนินการวิจัยมีการวางกรอบแนวคิดและขอบเขตการวิจัย โดยการนำข้อมูลเชิงวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์การอาหารและการตลาด ทำการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการและการศึกษาข้อมูลวัตถุดิบ องค์ประกอบทางกายภาพและเคมี การออกแบบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ตามความต้องการทางการตลาดของสินค้าและผู้ประกอบการ โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบที่เป็นสินค้าที่มีอยู่ในท้องถิ่น รวมถึงการผลิตของผู้บริโภคเป็นสินค้าฮาลาล ที่สร้างความมั่นใจต่อผู้บริโภคในตลาดอาเซียนในอนาคต และศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ผู้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้แสดงดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีความสำคัญในการกระจายสินค้าให้เป็นที่ยอมรับของตลาดสินค้าทั้งในพื้นที่และภูมิภาค ส่วนในการเป็นผลิตภัณฑ์ของฝากทั้งในและต่างประเทศ อย่างไรก็ตามต้องมีการพิจารณาคุณภาพของผลิตภัณฑ์และความยอมรับของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานยังคงรักษาคุณภาพเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตใหม่ ข้อมูลลูกหยีไม่เป็นที่รู้จักนักและการศึกษามีน้อยจึงมีความจำเป็นในการนำเสนอ ข้อมูลพื้นฐานของลูกหยี รวมทั้งผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบแสดงรายละเอียดดังนี้

2.1 ข้อมูลพื้นฐานและคุณค่าทางโภชนาการของลูกหยี

ต้นไม้ยืนต้นชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ อาจจะมีชื่อเรียกที่แตกต่างตามภูมิภาค มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Dialium Indum* Linn ชื่อวงศ์ *LEGUMINOSAE-CAESALPINIOIDEA* ส่วนชื่อสามัญนั้นมีชื่อเรียก เขลง (ภาคกลาง), เขลียง, เคง, นางดำ, อีต้าง (นครราชสีมา), หมากเคง, กาหยี (มลายู-ปัตตานี, ยะลา, นราธิวาส), หยี (ภาคใต้) ต้นมีลักษณะที่มีความเฉพาะและมีเฉพาะพื้นที่เท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2560)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์: ไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงถึง 30 เมตร

ใบ: ใบเป็นช่อ แกนช่อใบยาว 5-12 เซนติเมตร ไม่มีขนปกคลุม ช่อใบมีใบย่อย 5-9 ใบ ขึ้นเยื้องสลับกันและมีใบย่อยที่ปลายแกนช่อใบ ทรงใบรูปไข่ป้อมถึงรูปมนกว้าง 1.5-4.5 เซนติเมตร ยาว 4-8 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลมหรือมนเส้นแขนงใบด้านข้างมี 6-10 คู่ ปลายเส้นเชื่อมติดกัน ใกล้ขอบใบ ก้านใบย่อยยาว 4-5 มิลลิเมตร

ดอก: ดอก ขนาดเล็ก ออกเป็นช่อใหญ่ ยาว 10-30 เซนติเมตร มีขนคลุมบางๆ ก้านดอกย่อย ยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร ดอกตูมรูปไข่ ยาว 3-4 เซนติเมตร กลีบรองกลีบดอกรูปมนยาว ประมาณ 4 มิลลิเมตร ด้านนอกมีขนสีเทาคลุมบางๆ ด้านในเกลี้ยงไม่มีขนก้านเกสรตัวผู้สั้นมาก ยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร รังไข่ มีขนนุ่มเป็นมันปกคลุม

ผล: รูปไข่ กว้าง 10 มิลลิเมตร ยาว 15 มิลลิเมตร ผิวนอกมีขนละเอียดคลุมประปราย เมล็ด รูปมน กว้าง 6 มิลลิเมตร ยาว 9 มิลลิเมตร มีริ้วตามทางยาว ผลแก่ระหว่างเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน

นิเวศวิทยา: ขึ้นอยู่ตามป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณขึ้นทั่วไปใกล้ลำธาร พบมากทางภาค ตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้พบขึ้นต่างๆ ตามป่าโปร่ง หรือป่าทุ่ง ที่มีปริมาณฝนสูงพอควร เช่น ทางภาคใต้

การขยายพันธุ์: เพาะเมล็ด

การนำไปใช้ประโยชน์: ราก รักษาแผล บำรุงน้ำมัน ช่วยเจริญอาหาร เปลือก แก้อท้องเสีย รักษาโรคจิตสืตวง ยอดอ่อน เป็นยาระบาย เมล็ด รักษาโรคผิวหนัง

2.2 ผลิตภัณฑ์ลูกหยี

การนำลูกหยีเข้าสู่ผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีมาช้านานแล้วในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มีการพัฒนาด้านบรรจุภัณฑ์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและจำหน่ายในพื้นที่และต่างภูมิภาคอื่นๆ ลูกหยีสดมีลักษณะที่มีเนื้อนุ่ม รสชาติหวานอมเปรี้ยว ละลายในปาก และรสชาติแต่ละปีไม่เหมือนกัน เนื่องจากสภาวะภูมิอากาศที่หลากหลาย ลูกหยีมีลักษณะเด่นของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วยวิตามินซีปริมาณสูง และมีสารอาหารอื่น เช่น โยอาหาร น้ำตาล คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดไขมันและไขมัน (Obasi *et al.*, 2013) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีให้มีรสชาติที่ตอบสนองตามความต้องการของผู้บริโภคนั้น ต้องคำนึงถึงปัจจัยการเลือกซื้อของลูกค้า ซึ่งซื้อในโอกาสการท่องเที่ยวเป็นของฝาก หรือบริโภคเอง โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์ในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้มีผลิตภัณฑ์ลูกหยีหลายชนิด ได้แก่ ลูกหยีกวน ลูกหยีเคลือบน้ำตาล ลูกหยีสด ลูกหยี 3 รส ลูกหยีไร้เมล็ด เป็นต้น ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ลูกหยีกวน การแปรรูปลูกหยีกวน โดยใช้ลูกหยีที่ผ่านการนำเมล็ดออกหรือมีเมล็ดก็ได้ โดยการนำเนื้อลูกหยีมากวนไม่มีเมล็ดแบบเนื้อหยาบโดยมีส่วนผสมคือ น้ำตาลทราย ลูกหยีไร้เมล็ด เกลือ และพริกขี้หนูที่ผ่านการบดละเอียด

ขั้นตอนการผลิต

1. เตรียมส่วนผสมตามที่กำหนด แล้วนำเนื้อลูกหยีผสมน้ำตาลทราย เกลือ พริกขี้หนูป่น ลงในกระทะเคี่ยวไฟอ่อนๆ อุณหภูมิประมาณ 90-95 องศาเซลเซียส เวลานาน 10-15 นาที
2. นำลูกหยีไร้เมล็ด เทลงในกะละมัง แล้วคลุกให้ทั่วประมาณ 10 นาที ทำการปั้นด้วยมือขณะที่อุ่น ๆ เพื่อช่วยในการก่อตัวของเนื้อเป็นก้อนได้ดี
3. นำกระดาษแก้วหรือกระดาษอื่น ๆ ห่อลูกหยีกวนตามขนาดความเหมาะสม

2.2.2 ลูกหยี 3 รส ผลิตภัณฑ์ลูกหยีมีรสชาติ หวาน เค็ม และเผ็ด อัตราส่วนมีความแตกต่างกันตามผู้ประกอบการ โดยมีส่วนผสมของ ลูกหยีมีเมล็ด น้ำตาลทราย เกลือ และพริกสด

ขั้นตอนการผลิต

1. นำส่วนผสมต่างๆ น้ำตาลทราย เกลือ และพริกบดละเอียด ผสมเข้าด้วยกัน แล้วใส่น้ำปริมาณที่เหมาะสมตั้งไฟอ่อนๆ ทำการเคี่ยวจนได้น้ำเชื่อมมีลักษณะข้นหนืดคล้ายยางมะตูม
2. นำกระทะลงจากเตาแก๊สหรือปิดแก๊สแล้วนำลูกหยี ทำการกวนอย่างรวดเร็วให้เนื้อลูกหยีและส่วนผสมเข้าได้ดี
3. นำลูกหยีที่ได้แบ่งใส่ในถาดพลาสติกหรือถาดสแตนเลส นำน้ำตาลทรายโรยอีกครั้งแล้วทำการกวนให้น้ำตาลผสมกันให้ทั่ว ทิ้งไว้ให้เย็นพร้อมบรรจุลงต่อไป

2.3 ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ในปลายศตวรรษที่ 11 เริ่มมีการผลิตลูกกวาดเป็นอุตสาหกรรมแต่เป็นในลักษณะที่นำไปใช้เป็นยา ดังนั้นในการซื้อขายจะต้องมีผู้ปรุงยาหรือหมอผู้ทำการรักษาเป็นผู้จำหน่ายให้โดยที่สูตรพื้นฐาน (basic formulations) จะมีเพียงส่วนผสม 2-3 ชนิด แต่ทำไว้เพื่อเป็นของขวัญสำหรับกษัตริย์ราชวงศ์ต่างๆ ขุนนางที่มีอำนาจและคหบดีที่ฐานะร่ำรวยเท่านั้น ต่อมาเมื่อยุคกลางปลายศตวรรษที่ 14 หรือต้นศตวรรษที่ 15 มีพ่อค้าชาวเวนิสได้นำน้ำตาลจากอาระเบียไปวางจำหน่าย จึงเริ่มมีการผลิตผลิตภัณฑ์จำพวกลูกกวาดออกเผยแพร่ไปทั่วยุโรป และขยายวงไปอย่างกว้างขวางรวดเร็ว คนทั่วไปก็สามารถหาซื้อได้ จนกระทั่งเมื่อศตวรรษที่ 18 มีการผลิตน้ำตาลมากขึ้นจึงเริ่มมีแนวทางไปสู่อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ (วีโลร์ตัน, 2557)

ลูกอม ตามพจนานุกรม หมายถึง ของหวานที่ทำด้วยน้ำตาล ลักษณะแน่นกลมและแข็ง บางครั้งอาจมีถั่วหรือสิ่งอื่นอยู่ด้านใน ซึ่งใช้เคี้ยวหรืออมจนค่อยๆ ละลายไปเอง (สุวรรณ, 2543) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยน้ำตาล มีลักษณะแข็ง เมื่อเคี้ยวจะแตกออก ทำมาจากน้ำตาล กลูโคสไซรัป และน้ำมาเคี้ยวละลายจนได้ที่ นวดผสมรีดอัดเป็นเม็ด แล้วทำให้เย็นลง ซึ่งในระหว่างที่ทำการวิธีดังกล่าวอาจมีการเติมส่วนประกอบอื่นๆ อีกได้ (วีโลร์ตัน, 2557) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 228) พ.ศ.2544 เรื่อง หมายฝรั่งและลูกอมให้ความหมายว่า “ผลิตภัณฑ์สำหรับใช้อมหรือเคี้ยวที่มีการแต่งรสใดๆ มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก และอาจมีส่วนประกอบอื่นๆ เพื่อปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยหรือไม่ก็ได้” และตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 265/2547) ลูกกวาดและทอฟฟี่ ลูกกวาดหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า “ลูกอม” หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยน้ำตาล มีลักษณะแข็ง เมื่อเคี้ยวจะแตก ได้จากการนำน้ำตาลและกลูโคสไซรัปมาเคี้ยวจนได้ที่ ทำให้เป็นก้อน ในระหว่างการเคี้ยวอาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น เนื้อมะขาม กาแฟ เพื่อแต่งสี กลิ่นรส หรือเนื้อสัมผัส ด้วยก็ได้ ส่วนทอฟฟี่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยน้ำตาล มีลักษณะนิ่มจนถึงค่อนข้างแข็ง ได้จากการนำน้ำตาล กลูโคสไซรัปและอาจมีส่วนประกอบอื่น เช่น นม เนื้อมะขาม เนื้อทุเรียน มาทวนจนเหนียวได้ที่ แล้วทำให้เป็นรูปร่างตามต้องการ อาจปรุงแต่งสี กลิ่นรส หรือเนื้อสัมผัสด้วยส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น เกลือ กะทิ และถั่วลิสง

ลูกกวาดเป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดอยู่ในพวกขนมหวานที่ผลิตจากน้ำตาล (confectionery) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก นอกเหนือจากการใช้น้ำตาลแล้วยังมีส่วนประกอบอื่นๆ ที่ใช้ในการผลิต โดยจำแนกออกได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของลูกอม และกรรมวิธีการผลิต (รวิวรรณ, 2551) ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีรูปแบบของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับใช้อมหรือเคี้ยว ที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก เนื้อผลไม้ และอาจมีส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ กัม ประเภทต่างๆ เพื่อปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยหรือไม่ก็ได้ และน้ำตาลที่ใช้ น้ำตาลทราย กลูโคสไซรัป มาทวนจนเหนียว ได้ที่ แล้วทำให้เป็นรูปร่างตามต้องการของผู้ผลิต อาจจะปรุงแต่งสี กลิ่นรส หรือเนื้อ

สัมผัสด้วยส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น เกลือ กะทิ ถั่วลิสงด้วยก็ได้ ผลิตภัณฑ์ลูกกวาดได้เริ่มมีมาตั้งแต่เมื่อสองพันปีก่อนคริสต์ศักราช คนชาติอียิปต์เป็นชาติแรกที่มีศิลปะในการทำผลิตภัณฑ์และประดิษฐ์เครื่องมือขึ้นมาใช้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ชนิดแรกที่ผลิตขึ้นมาเรียกว่า sweetmeats ทำจากการนำผลไม้ นัท สมุนไพรรสหวาน และเครื่องเทศ มาผสมกับน้ำผึ้ง ต่อมาชนชาติกรีกได้นำแบ่งเปียกมาช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงรูปมากขึ้น สิ่งที่ทำให้รสหวานในสมัยแรกนั้นจะเป็นน้ำผึ้ง เนื่องจากยังไม่มีการผลิตน้ำตาลทราย และส่วนประกอบในการทำผลิตภัณฑ์เหล่านี้ก็มีไม่มาก (สุวรรณ, 2543) และปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตลูกกวาดมีการแพร่หลาย มีระดับการผลิตตั้งแต่ขนาดเล็ก ตั้งแต่การผลิตภายในครัวเรือน จนอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ลูกกวาดที่มีน้ำตาลเป็นส่วนผสมหลัก มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน โดยไม่ต้องทำการแช่เย็น และสามารถวางขายในตลาดได้คราวละหลายปี (Edwards, 2000)

2.3.1 ผลิตภัณฑ์ลูกกวาดสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. Sugar confectionery เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยน้ำตาล เช่น high boiled sweet, toffee, fudge, fondant และ jellies เป็นต้น
2. Chocolate confectionery เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากช็อกโกแลตทั้งในรูปแท่งหรือแผ่น และรวมถึงพวกที่เคลือบผิวด้วยช็อกโกแลต
3. Flour confectionery เป็นผลิตภัณฑ์ที่อาจจัดอยู่ในพวกขนมอบ ส่วนใหญ่จะเป็นขนม เค้ก ชนิดพิเศษ หรืออยู่ในรูปแบบที่แปลกออกไปและอาจรวมถึงบิสกิตด้วย

2.3.2 ลูกกวาดแบ่งตามลักษณะทางกายภาพได้ 3 ประเภท คือ

1. ลูกกวาด (hard candies) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแข็ง เมื่อเคี้ยวจะแตก อาจมีการสอดไส้ด้วยก็ได้ ซึ่งผลิตโดยการละลายน้ำตาล กลูโคสไซรัป และน้ำ นำมาเคี่ยวจนได้ที่แล้ววัดผสมกัน แล้วรีดอัดเป็นเม็ด
2. ขนมเคี้ยว (chewy candies) ได้แก่ คาราเมล ที่มีลักษณะนิ่มจนถึงค่อนข้างแข็ง ผลิตโดยการนำน้ำตาลกลูโคสไซรัป น้ำ ไขมัน หรือส่วนประกอบอื่นผสมให้เข้ากันจนมีลักษณะเป็นอิมัลชันก่อนจึงนำมาเคี่ยวจนได้ที่ นวดผสม และรีดอัดเม็ด
3. ซอฟต์แคนดี้ (soft candies) ได้แก่ ครีม (creams), ฟัดจ์ (fudges), มาร์ชเมลโล (marshmallow) ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะนิ่มอ่อนตัวมากกว่าขนมเคี้ยว เนื่องจากมีปริมาณความชื้นมากกว่า (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2550)

รวีวรรณ (2551) ในประเทศสหรัฐอเมริกานิยมใช้คำว่า candies มากกว่าคำว่า confectionery และสามารถแบ่งกลุ่มของลูกกวาดตามลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ได้ ดังนี้

1) ลูกกวาดชนิดแข็ง (hard candies หรือ high boiled sweets) เป็นลูกกวาดที่มีรูปร่างคงที่แน่นอนตามความต้องการ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเคี่ยวน้ำตาลให้มีความเข้มข้นสูงๆ แล้วทำให้เย็นตัวลง มีความชื้นในผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า ร้อยละ 1 ส่วนประกอบที่เสริมเข้าไปกับน้ำตาลทราย คือ น้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar) หรือ กลูโคสไซรัป (glucose syrup) หรืออาจใช้ทั้ง 2 อย่างรวมกัน ทั้งนี้ขึ้นกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ สัดส่วน โดยทั่วไปจะประกอบด้วยน้ำตาลทราย 70 ส่วน ผสมกลูโคสไซรัป 30 ส่วน และทำการเคี่ยวให้เข้มข้นในแบบดั้งเดิม แต่ถ้าทำการเคี่ยวภายใต้สุญญากาศจะใช้น้ำตาลทราย 60 ส่วน ผสมกลูโคสไซรัป 40 ส่วน ถ้าต้องการให้ลูกกวาดละลายช้าๆ จะใช้สัดส่วนของกลูโคสไซรัปสูงขึ้น จากลักษณะทางกายภาพของลูกกวาดนี้ยังแบ่งตามลักษณะเนื้อสัมผัส ได้ 2 พวก คือ พวกที่แตกผลึก (grained type) จะมีลักษณะขุ่นขาว เนื่องจากมีฟองอากาศ กระจายไปทั่ว และแข็งน้อยกว่าชนิดที่ไม่แตกผลึก (non grained type) ซึ่งจะมีลักษณะ โปร่งใส โปร่งแสง และมีความแข็งสูงกว่า สำหรับลูกกวาดแบบที่แตกผลึก นิยมทำในผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า after dinner mint และทำเพื่อสอดไส้ด้วยแยม หรือช็อกโกแลตชั้น (chocolate paste) กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีการสอดไส้ 4 จะรวมเรียกว่า บอนบอนส์ (bonbons)

2) ลูกกวาดแบบเคี้ยว (chewy confections) เป็นลูกกวาดที่มีส่วนประกอบต่างไปจากประเภทแรก เนื่องจากมีส่วนของไขมันและ milk solid เข้ามาผสมกับน้ำตาลทราย และกลูโคสไซรัป แล้วเคี้ยวจนมีความชื้นเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 12-15 จึงทำให้มีลักษณะไม่แข็งมากนัก ในการอมลูกกวาดประเภทนี้จึงต้องเคี้ยวร่วมด้วย เนื่องจากลูกกวาดชนิดนี้ มีลักษณะเหนียวหนึบ และจะต้องมีลักษณะเนื้อสัมผัสเนียน ไม่หยาบ ชนิดของแบะแซหรือกลูโคสไซรัปชนิดนี้จะมียาค่า D.E. เท่ากับ 42 เพราะช่วยให้เนื้อสัมผัสเหมาะกับการเคี้ยวได้ดี (chew ability) ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ได้แก่ คาราเมลที่ไม่มีผลึก (non grain caramel หรือ chewy caramel) กัม และเยลลี่ทั้ง เพกตินเยลลี่ สตาร์ชเยลลี่ และ เยลลี่จากวุ้น

3) ลูกกวาดแบบมีฟองอากาศ (aerated confections) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเคี่ยวน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง แต่จะไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน ยังคงมี 2 ส่วนผสมกันอยู่คือ ส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมหรือของเหลวอื่นๆ ซึ่งมักเรียกว่า เฟสต่อเนื่อง (continuous phase) กับส่วนที่เป็นฟองอากาศหรือฟองก๊าซกระจายอยู่เรียกว่า เฟสกระจาย (disperse phase) ในส่วนนี้ อาจมีผลึกน้ำตาลที่เป็นของแข็งกระจายอยู่ด้วย ผลิตภัณฑ์ในรูปนี้บางสูตรจำเป็นต้องอาศัย สารลดแรงตึงผิว (surface active agent) เข้าช่วยทำหน้าที่ควบคุมความคงตัวของฟองก๊าซให้คงสภาพอยู่ และไม่เกิดการรวมตัวขึ้น ความหนืดและลักษณะเนื้อของผลิตภัณฑ์ ประเภทนี้จะขึ้นกับความเข้มข้นของเฟสต่อเนื่อง และขนาดของฟองก๊าซที่กระจายอยู่ ผลของการเติมอากาศ (aeration) จะทำให้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ลดลงเหลือประมาณ 0.2 ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่า เพราะเมื่อมองด้วยตาจะมีขนาดใหญ่ขึ้นในน้ำหนักที่เท่ากัน และยังมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสในแง่ความรู้สึกในปาก (mouth feel) ที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังมีผลกระทบ

ต่อกลิ่นรสด้วย แต่อายุการเก็บรักษาจะเปลี่ยนไป เนื่องจากผลของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ เช่น ช็อกโกแลตที่มีฟองอากาศ และ มาร์ชเมลโล (อัจฉรา, 2549)

2.3.3 ลูกอมชนิดเคี้ยว (chewy candies) (รวิวรรณ, 2551)

ลูกอมชนิดเคี้ยว (chewy candies) จัดเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มลูกกวาด (confectionery product) ชนิดที่มีน้ำตาลเป็นส่วนผสมหลัก (sugar confectionery) เป็นลูกกวาดแบบเคี้ยว

ทอฟฟี่และคาราเมล เป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มลูกอมชนิดเคี้ยว (chewy candies) เป็นพวกที่ต้องต้มเคี้ยวน้ำตาลส่วนผสมที่อุณหภูมิสูง แต่ไม่สูงเท่าลูกกวาดเนื้อแข็ง ส่วนที่แตกต่างจากลูกกวาดเนื้อแข็งคือจะมีส่วนผสมที่เป็นนมหรือผลิตภัณฑ์จากนม รวมทั้งไขมัน (ซึ่งเหมือนกับบัตเตอร์สก็อตช์) อยู่ด้วย มีความชื้นอยู่ในช่วงกว้าง โดยทั่วไประหว่างร้อยละ 6-8 ซึ่งจะเป็นพวกที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งเล็กน้อย แต่บางอย่างอาจมีความชื้นสูงถึงร้อยละ 12 หรือมากกว่านั้น โดยเฉพาะพวกที่นำไปใช้เป็นไส้ของผลิตภัณฑ์อื่นต่อ (เช่น เป็นไส้ของช็อกโกแลตแท่ง) บางครั้งจึงอาจเรียกผลิตภัณฑ์พวกนี้ว่า soft-boiled ส่วนผสมหลักได้แก่ น้ำตาล กลูโคสไซรัป น้ำตาลอินเวิร์ต นม ไขมัน เกลือ และกลีเซอรินกระบวนการผลิตจะทำโดยผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน ทำให้ละลายจนหมด แล้วต้มเคี้ยวจนได้ความเข้มข้นตามต้องการ ซึ่งความเข้มข้นสุดท้ายและปริมาณไขมันที่ใช้ จะเป็นตัวบอกความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิด กล่าวคือทอฟฟี่จะมีลักษณะค่อนข้างแข็งแต่เคี้ยวได้ ส่วนคาราเมลจะมีเนื้อนุ่มกว่า เป็นที่นิยมกันมากในสหรัฐอเมริกาช่วงศตวรรษที่ 19 ยังมีผลิตภัณฑ์อีกชนิดเรียกว่า แทฟฟี่ (taffy) เป็นลูกกวาดเนื้อเหนียวเคี้ยวได้ ใช้กลูโคสไซรัปค่อนข้างมากใส่นมผงหรือไขมันเพียงเล็กน้อย ต้มเคี้ยวจนมีความหนืดพอที่จะให้แข็งคงรูปและนิ่มพอเคี้ยวได้ เติมน้ำตาลเข้าไปโดยการตีหรือการเติม frappe ลงไป (สุวรรณ, 2543)

2.4 ส่วนประกอบสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต้องการพิจารณาส่วนผสมเบื้องต้นของการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความยอมรับ มีคุณภาพและตรงตามที่ข้อกำหนดของมาตรฐานอาหารอุตสาหกรรม วัตถุดิบสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ได้แก่ เนื้อมะพร้าว น้ำตาล กลูโคสไซรัป แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า เกลือ เกล็ดดิน น้ำ กรดทาร์ทาริก และกรดซิตริก แสดงดังรายละเอียดนี้

2.4.1 ลูกหยี

ลูกหยีที่ผ่านการตากแห้ง หรือการอบแห้งที่มีการนำเมล็ดออกแล้ว จะมีลักษณะที่เป็นเนื้อสีแสดรสชาติเปรี้ยว ซึ่งเนื้อมะพร้าวมีส่วนในการช่วยปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะที่น่ารับประทานเพิ่มขึ้น โดยนำเนื้อมะพร้าวผ่านการบดและผสมน้ำ แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำมาเป็นส่วนผสมของการผลิตเป็น

ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ต้องเป็นน้ำเนื้อมากกว่าเยื่อหรือ น้ำที่สกัดได้จากผลไม้ที่ผ่านการกรอง เพื่อให้ใส ปราศจากชิ้นหรือเศษของผลไม้ และอาจทำให้ข้นโดยการระเหยน้ำออก และปริมาณน้ำผลไม้หรือน้ำที่สกัดจากผลไม้ที่ใช้ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2521)

2.4.2 น้ำตาล

น้ำตาล (sugar) จัดเป็นสารชีวโมเลกุลคาร์โบไฮเดรตประเภทสารให้พลังงานที่มีรสหวาน ละลายได้ดีในน้ำ นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน อาทิ ใช้ปรุงอาหาร ใช้เป็นอาหารเสริมให้แก่ร่างกาย ชนิดของน้ำตาลที่นำมาใช้ประโยชน์มาก ได้แก่ น้ำตาลซูโครส หรือน้ำตาลทราย เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ผลิตจากอ้อย (sugar cane) ในเขตร้อน (ประมาณร้อยละ 60) และผลิตจากหัวบีท (beet root) ในเขตอบอุ่น (ประมาณร้อยละ 40) โดยมีกรรมวิธีการผลิตที่คล้ายกัน คือ การสกัดเอาสารละลายน้ำตาล นำมากรอง ต้มระเหยน้ำออก และสุดท้ายเป็นการตกผลึกได้เป็นก้อนน้ำตาลขนาดเล็ก (วิกิพีเดีย, 2559) เป็นสารที่ให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ซึ่งสารให้ความหวานที่อนุญาตให้ใช้ตาม มอก. 236-2521 มีหลายชนิด ได้แก่ น้ำตาลซูโครส (sucrose) น้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar) อินเวิร์ตไซรัป (invert syrup) เดกซ์โตรส (dextrose) ฟรุคโตสไซรัป (fructose syrup) กลูโคสไซรัป (glucose syrup) และทรายกลูโคสไซรัป (dried glucose syrup)

แหล่งกำเนิดของน้ำตาลมาจากผลิตผลที่เป็นพืชทั้งสิ้น โดยการผลิตน้ำตาลทรายเป็นอุตสาหกรรม มักผลิตจากต้นอ้อย (sugar cane) คือสกัดเอาสารละลายน้ำตาลออกมา จากนั้นต้มเพื่อระเหยเอาน้ำออกจนถึงระดับที่น้ำตาลสามารถผลึกแยกตัวออกมา (วิไลรัตน์, 2557)

น้ำตาลทรายหรือที่เรียกว่า “ซูโครส (sucrose)” เป็นน้ำตาลไดแซ็กคาไรด์ (disaccharides) ที่มีรสหวาน ละลายน้ำได้ง่าย ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุคโตส เชื่อมต่อพันธะแบบ glycosidic linkage น้ำตาลทรายสามารถผลิตได้จาก อ้อย เมเปิ้ล บีทรูท และปาล์มชนิดต่างๆ แต่ส่วนมาก น้ำตาลทรายที่ผลิต และใช้มากในประเทศไทย ผลิตมาจากอ้อย ที่เรียกว่า น้ำตาลทรายหรือน้ำตาลอ้อย นอกจากนั้น ยังมีการใช้น้ำตาลชนิดอื่น เช่น น้ำตาลปี๊บหรือน้ำตาลปึก ที่ผลิตได้จากมะพร้าวหรือจันทาล ซึ่งมีลักษณะที่เข้มข้น และมีกลิ่นหอมกว่าน้ำตาลทราย (วิกิพีเดีย, 2559)

สมบัติของน้ำตาลและสารละลายน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำตาลเป็นส่วนผสมหลัก มีสมบัติทั้งทางฟิสิกส์และเคมีฟิสิกส์ ดังต่อไปนี้

1. สมบัติในการให้ความหวาน น้ำตาลเป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และสามารถแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ รสหวานของน้ำตาลเกิดจากรสของต่อมรับรสบริเวณปลายลิ้น ด้านบน ค่าความหวานของน้ำตาลจะใช้ค่าความหวานของน้ำตาลซูโครสเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบกับความหวานของน้ำตาลอื่นๆ เนื่องจากน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลที่หวานมากที่สุดในบรรดาน้ำตาลทุกชนิด รองลงมาจะเป็นน้ำตาลกลูโคส มอลโทส และกาแลคโทส (วิกิพีเดีย, 2559) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการ

ที่น้ำตาลละลายในน้ำ ทำให้เวลาที่บริโภคหรือรับประทานผลิตภัณฑ์จะรู้สึกหวานเร็วกว่าการรับประทานผลิตภัณฑ์กลุ่มที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลเท่ากัน (วิลสัน, 2557)

2. สมบัติในการละลาย (solubility) น้ำตาลสามารถละลายได้ดีในน้ำ ปริมาณการละลายได้มากถึงร้อยละ 100 ขึ้นกับความเข้มข้น และอุณหภูมิ หากมีความเข้มข้นมากจะละลายได้น้อยลง หากมีอุณหภูมิสูงจะละลายได้มากขึ้นเช่นกัน ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาล เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ฟรุคโตส, ซูโครส, กลูโคสกับมอลโทส และแลคโตส (วิกิพีเดีย, 2559) และสามารถละลายได้ดีในอุณหภูมิห้อง (20 องศาเซลเซียส) โดยน้ำ 1 ส่วนจะสามารถละลายน้ำตาลได้ 2 ส่วน นั่นคือน้ำตาลจะละลายได้สูงสุด (หรืออิ่มตัว) อัตราเร็วของการละลาย (rate of dissolution) จะลดลงขณะที่ความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มขึ้น ดังนั้นในการเตรียมสารละลายน้ำตาลอิ่มตัวที่อุณหภูมิห้อง เมื่อใกล้จะถึงจุดอิ่มตัวน้ำตาลจะละลายช้าลงมากไม่ว่าจะคนแรงหรือเร็วเพียงใด ถ้าต้องการให้ละลายให้หมดจะต้องใช้ความร้อนเข้าช่วยเสมอ (Lee and Jackson, 1973)

3. สมบัติในการให้สารสีน้ำตาลในอาหาร สารสีน้ำตาลที่มาจากน้ำตาลเป็นรงควัตถุที่เกิดจากการไหม้ของน้ำตาล แต่ไม่ได้ไหม้สนิทจนเกิดสีดำ ซึ่งการทำให้เกิดการไหม้ของน้ำตาลจนมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลอมดำเป็นวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดสีของน้ำตาลสำหรับผสมหรือผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้ผสมสีไวต์ ซอสถั่วเหลือง และน้ำอัดลม เป็นต้น (วิกิพีเดีย, 2559)

4. สมบัติในการเกิดอินเวอร์ชัน (inversion) เนื่องจากน้ำตาลซูโครสเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดโมเลกุลคู่ โดยประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 ชนิด ได้แก่ กลูโคส (glucose) หรือเดกซ์โทรส (dextrose) และฟรุคโตส (fructose) หรือเลวูโลส (levulose) มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะทางเคมีชนิดที่ไม่แข็งแรงมาก โดยที่มีกรดหรือความร้อนหรือแร่ธาตุบางชนิด นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์อินเวอร์เทส (invertase) เป็นตัวก่อให้เกิดปฏิกิริยาดังกล่าวขึ้น ซึ่งกรดจะมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยามากที่สุด ซึ่งในการผลิตลูกกวาดต้องไม่ให้เกิดปฏิกิริยาอินเวอร์ชันในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากน้ำตาลอินเวอร์ชันมีสมบัติในการดูดความชื้นได้ง่าย (วิลสัน, 2557)

- น้ำตาลแต่ละชนิดจะสามารถดูดความชื้นได้แตกต่างกัน น้ำตาลฟรุคโตสเป็นน้ำตาลที่ดูดความชื้นได้ดีที่สุดรองลงมาเป็นน้ำตาลซูโครส มอลโทสและแลคโตส

- น้ำตาลเมื่อดูดซับความชื้น และเป็นส่วนผสมในอาหารจะทำให้อาหารมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น

- การเก็บรักษาความชื้นจากการดูดซับความชื้นของน้ำตาล ช่วยให้อาหารที่มีส่วนผสมของน้ำตาลมีความชุ่มชื้น ไม่แห้งง่าย และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน (วิกิพีเดีย 2559)

5. สมบัติในการให้น้ำหนักแก่ผลิตภัณฑ์ ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ลูกกวาดที่ปราศจากน้ำตาล (sugar-free confectionery) โดยใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ซึ่งจะต้องพิจารณาเลือกใช้สารที่ให้น้ำหนัก (bulking agent) แทนน้ำตาลด้วย (วิลสัน, 2557)

6. สมบัติจุดเดือดของสารละลายน้ำตาล ในการเพิ่มอุณหภูมิให้กับสารละลายน้ำตาลที่อิ่มตัว แล้วจะละลายได้เพิ่มขึ้นอีก และจุดเดือดของสารละลายจะสูงขึ้นจากเดิม เมื่อสารละลายน้ำตาลเดือด น้ำระเหยออกไป ความเข้มข้นของน้ำตาลจะเพิ่มขึ้น จุดเดือดจะสูงขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้ถ้าเปลี่ยนสถานะ นำไปต้มภายใต้สุญญากาศ จุดเดือดก็จะลดต่ำลง เพราะเมื่อน้ำตาลเคี้ยวที่อุณหภูมิในขณะนั้นแสดงว่า ในน้ำตาลเคี้ยว นั้นจะมีเนื้อน้ำตาลอยู่เป็นปริมาณที่สัมพันธ์กับอุณหภูมิเสมอ และยังมีลักษณะทางกายภาพเป็นเอกลักษณ์ ณ อุณหภูมินั้นๆ ด้วย

7. สมบัติในความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล ในการบอกความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล จะใช้บริกซ์หรือโบเมตามคำจำกัดความ ดังนี้

7.1 บริกซ์ (Brix หรือ Balling, °Bx) หมายถึง น้ำหนักน้ำตาลซูโครสเป็นร้อยละในสารละลายน้ำตาล วัดด้วยแฮนดรีแฟกโตมิเตอร์ (hand refractometer)

7.2 โบเม (Baume, °Be) มีค่าเท่ากับ M-M/S โดยที่ M มีค่า = 145 (ใช้ในสหรัฐอเมริกา และยุโรปบางประเทศ) หรือ = 144.3 (ใช้เฉพาะในสหราชอาณาจักร) ส่วน S = ความถ่วงจำเพาะของสารละลายน้ำตาล ซึ่งในการวัดค่าทั้งสองนี้จะต้องทำการวัดที่สารละลายมีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

8. สมบัติของค่าดัชนีการหักเห (refractive index; RI) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความเร็วของแสงในสุญญากาศต่อความเร็วของแสงในสารที่วัด ซึ่งค่าดัชนีการหักเหของแสงจะขึ้นกับอุณหภูมิ เนื่องจากอุณหภูมิและชนิดของน้ำตาลมีผลต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุล

9. สมบัติในการเป็นสารอิมัลชันยวดยืด สืบเนื่องจากสมบัติในการละลายของน้ำตาล ซึ่งจะละลายได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้น้ำตาลสามารถอยู่ในรูปของสารละลายอิมัลชันยวดยืด โดยที่จะไม่ตกผลึกง่ายนักเพราะสารละลายจะมีความหนืด (viscosity) สูง ณ ขณะนั้นจึงทำให้โมเลกุลของน้ำตาลไม่สามารถเคลื่อนมาจับเรียงตัวกันในแบบที่จะทำให้เกิดผลึกได้

10. สมบัติในการตกผลึกจากสารละลายอิมัลชันยวดยืด เมื่อสารละลายน้ำตาลอยู่ในสถานะอิมัลชันยวดยืดแล้ว ซึ่งสามารถควบคุมให้น้ำตาลตกผลึกและกระจายตัวในสารละลายได้เช่นกัน โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีพฤติกรรมการไหลเป็นแบบ non-Newtonian (ไม่สามารถไหลเทได้) มีความข้นและทึบเนื่องจากแสงที่หักเหออกจากผลึกเล็กๆจำนวนมาก

11. สมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับโปรตีนนม เมื่อเติมนมในสารละลายน้ำตาลจะเกิดสีน้ำตาลและกลิ่นหอมหวาน ซึ่งเป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยามอลาร์ดระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์ โดยปฏิกิริยาเกิดเมื่อน้ำตาลถูกอินเวิร์ตด้วยความร้อนกับโปรตีนนม (สุวรรณ, 2543)

2.4.3 กลูโคสไซรัป

กลูโคสไซรัปหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า คอร์นไซรัป (corn syrup) เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้เตรียมในระยะแรกๆ (ในสหรัฐอเมริกา) คือ ข้าวโพด ปัจจุบันจะเตรียมจากกระบวนการไฮโดรไลซ์แป้งที่บริโภคได้

เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง เพียงบางส่วน โดยผ่านการควบคุมทำให้บริสุทธิ์และทำให้เข้มข้น กลูโคสไซรัปที่ได้จะเป็นสารละลายเนื้อเดียวของดี (+)- กลูโคส มอลโตส และพอลิเมอร์อื่นๆ ของกลูโคส จัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญต่อการผลิตลูกกวาดทุกชนิดรองลงมาจากน้ำตาล จึงถูกเปรียบเทียบว่าทำหน้าที่เสมือนเป็นเนื้อของลูกกวาดแต่โดยแท้จริงแล้วหน้าที่สำคัญของกลูโคสไซรัป คือการทำหน้าที่เป็น “doctor sugar” ทำหน้าที่ให้น้ำตาลในลูกกวาดที่อยู่ในสถานะเป็นสารละลายอิมัลชันด้วยยังไม่ตกผลึกออกมา หรือเกิดผลึกข้างหรือน้อยลง นอกจากนั้นยังมีผลต่อรสชาติและอายุการเก็บของลูกกวาดอีกด้วย ขึ้นกับว่ากลูโคสไซรัปนั้นมีองค์ประกอบอย่างไร และถูกใช้ในสัดส่วนเท่าใดในสูตร

วัตถุดิบที่ใช้ทำกลูโคสไซรัป คือ แป้ง (starch) จะเป็นแป้งชนิดใดก็ได้ ขึ้นกับวัตถุดิบที่ท้องถิ่นนั้นมีอยู่ เช่น ในสหรัฐอเมริกาจะใช้แป้งข้าวโพด ในยุโรปใช้ทั้งแป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่งและแป้งสาลี ส่วนในประเทศไทยจะผลิตจากแป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว (สุวรรณ, 2543)

ประโยชน์ของกลูโคสไซรัป ในชีวิตประจำวันเราสามารถพบเห็นได้ทั่วไป เพราะมีการนิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยส่วนใหญ่จะนิยมนำมาทำเป็นกระยาสารท เพิ่มความเหนียวข้นในน้ำจิ้ม ไอศกรีม หรือแม้แต่ทอฟฟี่ ก็ล้วนแล้วแต่มีส่วนผสมของกลูโคสไซรัปอยู่ โดยเป็นสารให้ความหวานที่นิยมใช้ให้ ความหวานแทนน้ำตาล นิยมนำใช้กันทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร ผลิตภัณฑ์แปรรูป ขนมหวาน น้ำหวาน ลูกกวาด ลูกอม รวมทั้งอุตสาหกรรมยาอีกด้วย ดังนั้นกลูโคสไซรัปจึงเป็นสารให้ความหวาน โดยส่วนใหญ่จะใช้เพื่อทดแทนน้ำตาล หรือทำให้น้ำตาลเกิดการดูดตัวเร็วขึ้น มักใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและของหวานเป็นส่วนใหญ่ (กล้าณรงค์, 2542)

สมบัติและบทบาทของกลูโคสไซรัป (glucose syrup) น้ำเชื่อมกลูโคสใช้เป็นสารให้ความหวานเหมือนน้ำตาล ความหวาน ความใส และความหนืด (viscosity) ของน้ำเชื่อมกลูโคส ขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์ ที่แสดงด้วยค่า dextrose equivalent หรือ DE น้ำเชื่อมกลูโคสที่มี ค่า DE มาก จะมีปริมาณกลูโคสมาก จะมีรสหวานและใสมากขึ้น แต่ความหนืดน้อยลง (กล้าณรงค์, 2542) ปกติกลูโคสไซรัปที่ผลิตได้จะมีค่า DE อยู่ในช่วงกว้างมากจึงแบ่งได้ 5 ชนิดตาม DE ที่ผลิตได้ คือ ชนิด DE ต่ำ (low conversion) DE 20-38 ชนิด DE ปกติ (regular conversion) DE 38-48 ชนิด DE ปานกลาง (Intermediate conversion) DE 48-58 ชนิด DE สูง (high conversion) DE 58-68 และชนิด DE สูงมาก (extra high conversion) ซึ่งมีค่า DE มากกว่า 68 ขึ้นไป ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตลูกกวาด จะใช้อยู่ 3 ชนิด คือ ชนิด DE ต่ำ ประมาณ 20 ชนิดปานกลาง DE 40-42 และชนิดสูง DE 60-65 ทั้งนี้ องค์ประกอบของกลูโคสไซรัปที่มีค่า DE เท่ากันอาจจะแตกต่างกันได้ขึ้นกับวิธีการย่อยและตัวกลางที่ใช้ย่อย สามารถทำความเข้าใจง่ายๆ คือ จากตัวอย่างปฏิกิริยาการเกิดสึน้ำตาล กลูโคสไซรัปที่มีค่า DE สูง หมายความว่า แป้งถูกย่อยไปเป็นน้ำตาลมาก ดังนั้นโอกาสที่กลูโคสไซรัปจะเกิดปฏิกิริยาเป็นสารสีน้ำตาลจึงมากขึ้น หรือตัวอย่างในเรื่องความหนืด กลูโคสไซรัปที่มีค่า DE ต่ำ หมายความว่า แป้งถูกย่อยไปเป็นน้ำตาลน้อย กลูโคสไซรัปนั้นยังคงความเป็นแป้งไว้มาก เป็นต้น (สุวรรณ, 2543)

วัตถุดิบที่ใช้ในอาหาร เพื่อให้ความหวาน (sweetener) ป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล ปรับปรุงเนื้อสัมผัส (texture) และเป็นวัตถุดิบหลักของการผลิตฟรุคโตสไซรัป (fructose syrup) ซึ่งมีความหวานมากกว่า การใช้ฟรุคโตสไซรัปในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ เครื่องดื่ม (beverage) ครีมเทียม น้ำอัดลม (carbonated beverage) ขนมหวาน (confectionery) ลูกกวาด (candy) ไอศกรีม (ice cream) แยม (jam) ผลไม้กวน ซอส น้ำจิ้ม (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2559)

2.4.4 แป้งมันสำปะหลัง (วิกิพีเดีย, 2559)

แป้งมันสำปะหลัง (tapioca starch) แป้งมันสำปะหลัง เป็นแป้งที่ได้จากมันสำปะหลัง ลักษณะของแป้งมีสีขาว เนื้อเนียน ลื่นเป็นมัน เมื่อทำให้สุกด้วยการกวนกับน้ำไฟอ่อนปานกลาง แป้งจะละลายง่าย สุกง่าย แป้งเหนียวติดภาชนะ หนืดขึ้นเรื่อยๆ ไม่มีการรวมตัวเป็นก้อน เหนียวเป็นใย ติดกันหมด เนื้อแป้งใสเป็นเงา พอเย็นแล้วจะติดกันเป็นก้อนเหนียว ติดภาชนะ ใช้ทำลอดช่องสิงคโปร์ ครอบแครงแก้ว เป็นต้น

การผลิตแป้งมันสำปะหลัง ใช้วิธีการไม่มัน โดยหั่นมันสำปะหลังที่ผ่านการล้างและปอกเปลือกที่สะอาดจะถูกลำเลียงโดยสายพานเข้าสู่เครื่องโม้ (rasper) จะมีใบมีดขนาดใหญ่ในแนวตั้งฉากกับผิวหน้า โดยมีอัตราการหมุนประมาณ 1000 rpm และทำการติดตั้งใบมีดตั้งแต่ 100 ใบขึ้นไป ใบมีดแต่ละใบมีความยาว 30 เซนติเมตร ซึ่งในขั้นตอนนี้จะได้ของเหลวข้นที่มีส่วนผสมของแป้ง น้ำ กากมัน และสิ่งเจือปนต่าง ๆ ระหว่างกระบวนการจะไม่มีการจ่ายน้ำจากกระบวนการเพื่อช่วยในการทำงานของเครื่องให้สะดวกยิ่งขึ้น หลังจากนั้นมันสำปะหลังที่บดจนเป็นชิ้นละเอียดจากเครื่องขูดหรือบดซึ่งจะมีส่วนผสมของน้ำแป้ง กาก และเส้นใยจะถูกเติมน้ำก่อนจะนำเข้าสู่เครื่องสกัดแป้ง (extractor) หน้าที่ของหน่วยสกัดคือ การแยกแป้งออกจากเซลลูโลส เครื่องสกัดแป้งจะประกอบไปด้วยตะแกรงและผ้ากรองเป็นส่วนประกอบ หลักการทำงานของเครื่องจะใช้หลักการของแรงหมุนเหวี่ยง (centrifugal Force) โรงงานส่วนใหญ่จะใช้ชุดสกัด 3 ชุด แต่โรงงานขนาดใหญ่ อาจใช้ชุดสกัดถึง 4 ชุดต่อเนื่องกันเพื่อสกัดแป้งออกจากเซลลูโลสให้ได้มากที่สุด เครื่องสกัดแป้งแบ่งตามหน้าที่ตามการกรองออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดสกัดหยาบ (coarse extractor) และชุดสกัดละเอียด (fine Extractor) น้ำแป้งจะผ่านเข้าสู่ชุดสกัดหยาบก่อน เพื่อแยกกากหยาบออกแล้วจึงเข้าสู่ชุดสกัดละเอียดเพื่อแยกกากอ่อน กากหยาบและกากอ่อนที่ได้จะถูกเหวี่ยงออกทางด้านบนของตะกร้ากรองแล้วเข้าสู่เครื่องสกัดชุดสกัดกาก (pulp extractor : เป็นเครื่องสกัดหยาบ ทำหน้าที่สกัดแป้งที่หลุดออกไปกับกาก) และเครื่องอัดกากต่อไป โดยที่เครื่องสกัดหยาบมีตะกร้ากรองเป็นสแตนเลส (stainless screen) ขนาดรูกรอง 35-40 mesh มีการใช้น้ำหมุนเวียนหรือน้ำดี เพื่อช่วยในการสกัดแป้งออกจากกากหยาบ ส่วนเครื่องสกัดละเอียดตะกร้ากรองเป็นสแตนเลสมีรูกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร และใช้ผ้ากรองในลอนทรงกรวยเหมือนตะกร้ากรองวางด้านบนแล้วยึดด้วยสายรัดโลหะ ผ้ากรองที่ใช้มีขนาดรูกรองสองแบบ

คือ 100-120 mesh และ 140-200 mesh มีการใช้น้ำกำมะถันและน้ำดีช่วยในการสกัดแบ่งจากกากอ่อน น้ำกำมะถันช่วยกำจัดการเกิดเมือกที่จะไปอุดตันแผ่นกรอง ป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียแบ่งจากจุลินทรีย์และช่วยฟอกสีแบ่งให้ขาว กากมันสำปะหลังจะถูกแยกออกจากน้ำแบ่ง เพื่อนำเข้าสู่เครื่องอัดกากและนำไปตากแดด เพื่อนำไปผสมเป็นอาหารสัตว์หรือนำไปผสมกับมันเส้นเพื่อทำมันอัดเม็ด

2.4.5 แป้งข้าวเหนียว (วิกิพีเดีย, 2559)

แป้งข้าวเหนียวเป็นแป้งที่ได้จากข้าวเหนียว ในสมัยก่อนได้แบ่งโม่ ปัจจุบันนิยมใช้แป้งแห้ง ลักษณะของผงแป้งข้าวเหนียวมีสีขาวนวล สากมือน้อยกว่าแป้งข้าวเจ้า ขนมที่ทำจากแป้งข้าวเหนียวมีความเหนียวนุ่ม เช่น ขนมถั่วแปบ แป้งจี่ ขนมโค ขนมโก๋ไทย ขนมต้ม ขนมบ้าบิ่น ข้าวเหนียวตัด บัวลอย ขนมเทียน ขนมขี้หนู ข้าวเหนียวเปียก ขนมหัวล้าน เป็นต้น ถ้าไม่ต้องการให้ขนมเหนียวเกินไป จะผสมแป้งข้าวเจ้าลงไปด้วย

2.4.6 แป้งข้าวเจ้า (วิกิพีเดีย, 2559)

แป้งข้าวเจ้า หรือ แป้งญวน เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าว เป็นแป้งที่ใช้มากที่สุดในการทำขนมไทย ในสมัยก่อนใช้แป้งสดที่โม่จากข้าวสารแช่น้ำค้างคืน นำแป้งที่ได้จากการโม่มาทบน้ำออก ก็จะได้แป้งที่พร้อมนำไปทำขนม ปัจจุบันนิยมใช้แป้งแห้งที่ผลิตจากโรงงาน เนื้อแป้งข้าวเจ้ามีลักษณะสากมือ เป็นผงหยาบกว่าแป้งสาลี ขนมที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า เนื้อขนมจะมีความแข็งร่วน เช่น ขนมดอกจอก ขนมเบ๊อง ถ้วยฟู ขนมตาล ขนมชั้น ขนมกล้วย ถ้าต้องการให้ขนมลดความแข็งลงจะเพิ่มแป้งข้าวเหนียวเข้าไปในเนื้อขนม เช่น ขนมใส่ไส้ ขนมฝักบัว ขนมจาก

2.4.7 เกลือ

เกลือที่ใช้เป็นเกลือประกอบอาหารทั่วไป ประกอบด้วย โซเดียม ร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์ และซัลเฟตอื่นๆ (จิตธนา และอรอนงค์, 2546)

2.2.7.1 หน้าที่ของเกลือ (เชาวลิต และคณะ, 2556)

- ทำให้อาหารมีรสชาติขึ้น
- เน้น รส กลิ่น ของส่วนผสมอื่นๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยความเค็มของเกลือ
- ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป
- ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในอาหาร

2.2.7.2 ชนิดของเกลือ

- เกลือธรรมดา (normal salt) เป็นเกลือที่ใช้ในการประกอบอาหาร ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมซัลเฟต

- เกลือกรด (acid salt) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต หรือเบกิ้งโซดา แคลเซียมแอสซิไคโฟสเฟต ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟู หรือเบกิ้งพาวเดอร์และครีมออฟฟาร์ทาร์

- เกลือเบส (basic salt) เกลือชนิดนี้ไม่สำคัญสำหรับการทำผลิตภัณฑ์

2.2.7.3 คุณลักษณะที่ดีของเกลือ

- ละลายได้ดีในน้ำ

- น้ำเกลือควรใสสะอาด ถ้าขุ่นแสดงว่ามีสิ่งไม่บริสุทธิ์เจือปนอยู่

- ไม่ควรเป็นก้อน

- ควรเป็นเกลือที่บริสุทธิ์

- ไม่มีรสขม หรือเผื่อน

2.2.7.4 การเลือกซื้อ และการเก็บรักษาเกลือ

การเลือกซื้อเกลือป่นเม็ดละเอียดจะละลายได้ง่าย ขาวสะอาด ไม่มีสิ่งสกปรกปน หรือเผื่อน เมื่อละลายแล้วใส ไม่ขุ่น และไม่เป็นก้อน ในปัจจุบันมีเกลือป่นที่ผสมสารไอโอดีน เม็ดละเอียดขาว จึงควรเลือกใช้เกลือชนิดนี้ เพราะได้สารไอโอดีนเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกลือดูดความชื้นได้ดี ควรเก็บในภาชนะที่ไม่ทำปฏิกิริยากับเกลือ เช่น ภาชนะเคลือบแก้ว และไม่ควรถูกเก็บในที่อับชื้น (เขาวลิต และคณะ, 2556)

2.4.8 เจลาติน (gelatin)

เจลาติน เป็นส่วนผสมตัวหนึ่งที่มีบทบาทหลายหน้าที่ (multifunctional ingredient) ถูกนำไปใช้ในอาหารหลายประเภท โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการผลิตลูกกวาด เพราะเป็นส่วนผสมหลักที่ทำให้เกิดเนื้อสัมผัส โครงสร้าง และความคงตัวได้ตามต้องการ (สุวรรณ, 2543)

เจลาตินเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง ได้จากการไฮโดรไลซ์วัตถุดิบที่มีคอลลาเจน (fibrous protein collagen) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) กระดูก และเอ็นของสัตว์ทุกชนิด แต่วัตถุดิบที่จะนำมาไฮโดรไลซ์จะต้องมีคอลลาเจนมากๆ เช่น หนังวัว หนังหมู และกระดูก ผลที่ได้จะมีกรดอะมิโนเช่นเดียวกับที่พบจากการไฮโดรไลซ์โปรตีนทั่วไป ยกเว้นไม่มีทริปโตเฟน (tryptophane) และมีกรดอะมิโนบางตัวสูงเป็นพิเศษ ได้แก่ ไกลซีน (glycine) ร้อยละ 27 โพรลีน (proline) และไฮดรอกซีโพรลีน รวมร้อยละ 25 ที่รองลงมามีกรดกลูตามิก (glutamic acid) ร้อยละ 10 อะลานีน (alanine) ร้อยละ 9 อาร์จินีน (arginine) ร้อยละ 8 และกรดแอสปาร์ติก (aspartic acid) ร้อยละ 6 สามารถเซตตัวเป็นเจลได้เหมือนกับคอลลาเจน โดยเจลที่ได้จะมีลักษณะอ่อนนุ่ม มีจุด

หอยหลอดประมาณ 37 องศาเซลเซียส เท่ากับอุณหภูมิของร่างกาย ดังนั้นเมื่อรับประทานเข้าไปจึงให้ความรู้สึกในการรับประทานที่ดีมาก (สุวรรณ, 2543) เจลาตินจะประกอบไปด้วยกรดอะมิโนทั้งหมด 19 ชนิดต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ (peptide) เป็นสายยาวย่อยง่าย เจลาตินเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น คือ ทริปโตเฟน (tryptophane) เจลาตินที่ได้จากคนละแห่งจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน (Glicksman, 1969) องค์ประกอบโดยทั่วไปของเจลาตินประกอบไปด้วย คาร์บอน ร้อยละ 50.11 ไฮโดรเจน ร้อยละ 6.56 ไนโตรเจน ร้อยละ 17.81 ซัลเฟอร์ ร้อยละ 0.26 และออกซิเจน ร้อยละ 25.26 (Winton and Winton, 1949)

เจลาตินที่จำหน่ายในท้องตลาด มีอยู่ 2 ชนิด ตามกรรมวิธีการผลิต คือ เจลาติน type A ใช้กรดอินทรีย์เจือจางในการไฮโดรไลซ์ (acid process) และใช้หนังหมูเป็นวัตถุดิบ มีค่า pi ระหว่าง 7.5-9.5 หรือถ้าใช้กระดูกเป็นวัตถุดิบ จะมีค่า pi ระหว่าง 6.5-8.5 กับเจลาติน type B ซึ่งใช้ด่าง (lime) ในการไฮโดรไลซ์ (alkaline process) และใช้หนังวัวเป็นวัตถุดิบจะมีค่า pi ระหว่าง 4.8-5.2 รูปแบบที่จำหน่าย ได้แก่ ชนิดแผ่นบาง (leaf, sheet) ชนิดแกรนูล (granule) ชนิดผง (powder) และชนิดชิ้นหนา (slab) ในกระบวนการ ไฮโดรไลซ์นั้น โมเลกุลของคอลลาเจนจะเกิดการแตกหักลงไปเรื่อยๆ ดังนั้นในแต่ละขั้นตอนของการย่อยเจลาตินจะมีน้ำหนักโมเลกุลแตกต่างกันไป ซึ่งส่งผลให้สมบัติทางกายภาพของเจลาตินที่ได้ เช่น ความแข็งแรงของเจล ความหนืด ต่างกันไปด้วย หน่วยที่ใช้บอกความแข็งแรงของเจล เรียกว่า บลูม (bloom value) หมายถึง แรง (บันทึกเป็นน้ำหนักกรัม) ที่ต้องให้กับตัวกรด (blunger) ที่มีขนาดและรูปร่างแน่นอนตามกำหนด (สุวรรณ, 2543) เจลาตินทั้ง 2 ชนิดนี้จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเจลาติน Type A และ Type B

คุณสมบัติ	Type A	Type B
Moisture	8-12%	8-12%
pH	3.8-5.5	5.0-7.5
Isoelectric point	7.0-9.0	4.7-5.1
Gel strength	50-300 bloom	50-275 bloom
Viscosity	2.0-7.0 cP	2.0-7.5 cP
Ash	0.3%	0.5-2.0%

ที่มา : Glicksman (1969)

คุณสมบัติของเจลาติน Glicksman (1969) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของเจลาติน ดังนี้ คือ

1. การละลาย (solubility) เจลาตินจะไม่ละลายในน้ำเย็น แต่จะเกิดการพองตัวและสามารถละลายในน้ำร้อนได้ในอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นอกจากนี้เจลาตินยังสามารถละลายในสารละลายโพลีไฮดริกแอลกอฮอล์ (polyhydric alcohols) เช่น ซอร์บิทอล (sorbital) โพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) และกลีเซอริน (glycerin) แต่จะไม่ละลายในแอลกอฮอล์ (alcohol) และอะซิโตน (acetone)

2. ความหนืด (viscosity) ความหนืดเกิดจากเจลาตินละลายในน้ำ ความหนืดเป็นคุณสมบัติหนึ่งของเจลาตินที่มีความสำคัญ เจลาตินโดยทั่วไปจะมีความหนืดประมาณ 2-7 cP ความหนืดของเจลาตินจะขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลมากกว่าความแข็งแรงของเจล เจลาตินที่มีความแข็งแรงของเจลสูงจะมีความหนืดต่ำกว่าเจลาตินที่มีความแข็งแรงต่ำ ในสารละลายที่ไม่มีเกลือความหนืดจะต่ำสูงที่จุด isoelectric point ความหนืดของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเจลาตินสูงขึ้น และอุณหภูมิลดลง โดยสารละลายเจลาตินจะเริ่มเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิลดลง ความหนืดจะสูงขึ้นอย่างช้าๆจนกระทั่งการเกิดเจลคงที่

3. สี (color) สีของเจลาตินขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ และขั้นตอนการสกัดเจลาตินจากหนังหมูจะมีสีจางกว่าจากกระดูก แต่สีของเจลาตินไม่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของเจลาติน

4. ความขุ่น (turbidity) ความขุ่นเกิดจาก insoluble impurities ที่มาจากขั้นตอนการสกัด การเติมเกลือ (neutral salt) จะมีผลทำให้สี ความหนืด และความแข็งแรงของเจลของเจลาตินคงที่

5. ความแข็งแรงของเจล (gel strength) คุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของเจลาติน คือสามารถเปลี่ยนกลับได้ (reversible) โดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ (Borchard and Lechtenfeld, 2001) การเกิดเจลของเจลาตินเกิดจากโมเลกุลของเจลาตินจับกับน้ำด้วยพันธะไฮโดรเจน ความแข็งแรงของเจลจะวัดโดยใช้เครื่อง bloom gelometer ซึ่งเป็นเครื่องมือมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรม เจลาตินโดยทั่วไปจะมีความแข็งแรงประมาณ 50-300 bloom

6. ความแข็งของเจล (rigidity) เจลของเจลาตินจะมีความยืดหยุ่น (elastic) ความแข็งของเจลจะมีความสัมพันธ์ผกผันกับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิลดลงความแข็งแรงของเจลก็จะเพิ่มขึ้น เวลาในการเกิดเจลขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเจลาติน ความแข็งของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น

7. จุดหลอมเหลว (melt point) เจลาตินจะมีจุดหลอมละลายต่ำประมาณ 27-34 องศาเซลเซียส จุดหลอมละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของเจลาตินสูงขึ้น และจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักโมเลกุลของเจลาติน คือถ้าน้ำหนักโมเลกุลของเจลาตินสูง จุดหลอมละลายจะสูงขึ้น

เจลาตินแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามค่าบลูม (bloom value) ดังนี้

1. พวกที่มีบลูมต่ำ (น้อยกว่า 50) จะให้เจลที่เหนียวและมีความยืดหยุ่นสูง
2. พวกที่มีบลูมปานกลาง (150-220) นิยมใช้มากที่สุด

3. พวกที่มีปริมาณสูง (มากกว่า 220) ให้เจลที่ไม่ค่อยมีความยืดหยุ่น เนื้อแข็งและแน่น

การใช้เจลดินในผลิตภัณฑ์ จะต้องทำการละลายเจลดินให้หมดก่อนใช้ ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือแช่เจลดินในน้ำเย็น (soaking) ก่อน 1-5 ชั่วโมง หรือแช่ค้างคืนไว้ในห้องเย็น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา การเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ แล้วให้ความร้อนโดยการตุ๋น (ใช้หม้อ 2 ชั้น) ถึงประมาณ 60 องศาเซลเซียส หรือใช้วิธีค่อยๆ เติมเจลดินลงไปในน้ำร้อนอุณหภูมิ 75-90 องศาเซลเซียส พร้อมกับการกวนอย่างแรง และเร็ว โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมจะนิยมวิธีการใช้น้ำร้อนมากกว่า เพราะประหยัดทั้งเวลาและ สถานที่ แต่ทั้งนี้ต้องระวังไม่ให้ความร้อนกับสารละลายเจลดินที่อุณหภูมิสูงๆ เป็นเวลานาน โดยเฉพาะที่ pH ต่ำๆ เนื่องจากจะทำให้เสถียรภาพของสารละลายนั้นเปลี่ยนแปลง เพราะโมเลกุลของ เจลดินจะถูกไฮโดรไลซ์ต่อนั่นเอง

เจลดินสามารถทำหน้าที่ได้ทั้งเป็นสารทำให้เกิดเจล เป็นสารเพิ่มความข้นหนืดเป็นสารช่วยให้ เกิดความคงตัว เป็นอิมัลซิฟายเออร์ รักษาสภาพคอลลอยด์ ช่วยจับฟองอากาศและยังทำให้สารละลาย ใสได้ ซึ่งทั้งหมดนี้มาจากสมบัติทางเคมีและกายภาพที่เป็นเอกลักษณ์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 การใช้เจลดินในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดบางชนิด

ชนิดของลูกกวาด	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ปริมาณการใช้ (ร้อยละ)
ชนิดที่เป็นเจล	ไวน์กัม พาสติลล์ พวกกัมมี่	3-9
ชนิดที่มีฟองอากาศ	มาร์ชเมลโลว์แบบต่างๆ	2-4
		(ตามวิธีการผลิต)
ชนิดที่มีการดึง	ลูกกวาดที่เคี้ยวได้	0.5-1.5
ชนิดที่ขึ้นรูปด้วยการตอกเม็ดหรือ ใช้พิมพ์กด		0.5-1
ทอฟฟี่และคาราเมล		0.5-1
ลิกอร์ิช		0.5-1

ที่มา: สุวรรณ (2543)

ปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งแรงของเจลจากเจลดิน ได้แก่ เวลา ความเข้มข้น ค่าบวม pH และ อุณหภูมิ ดังนั้น ในการพัฒนาสูตรและพิจารณาเลือกกระบวนการผลิตจึงจะต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ ด้วย เช่น พบว่าเจลของเจลดินจะแข็งตัวเพิ่มขึ้นถ้าทิ้งไว้เป็นเวลานานขึ้น แต่จะมีค่าสูงสุดหลังจากทิ้งไว้ ประมาณ 14 ชั่วโมง ที่ pH มากกว่า 4 ค่าบวมจะเป็นอิสระจากค่า pH แต่ถ้า pH น้อยกว่า 4 ความ แข็งแรงของเจลจะลดลงอย่างมาก เนื่องจากโมเลกุลของเจลดินจะมีประจุบวกไปล้อมรอบอยู่มาก เกิด

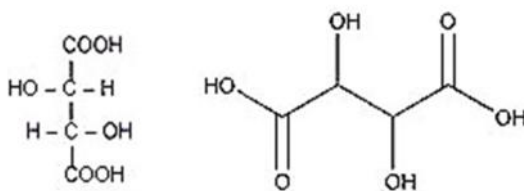
แรงผลักดันอย่างรุนแรง จนทำให้เกิดจังก์ชันได้น้อยหรือไม่เกิดเลย นอกเหนือไปจากการถูกไฮโดรไลซ์ ส่วนอุณหภูมินั้น พบว่าความแข็งแรงของเจลาคินจะเพิ่มขึ้นถ้าอุณหภูมิลดลง เพราะจะเกิดพันธะเชื่อมระหว่างโมเลกุลของเจลาคินมากขึ้น ดังนั้นในการทำให้เจลาคินเซตตัว จึงควรปล่อยให้ค่อยๆ เย็นลงและเจลาคินที่มีค่าบวมสูงกว่า จะให้เจลที่มีเนื้อแข็งและแน่นกว่าเจลาคินที่มีค่าบวมต่ำกว่า ทั้งยังสามารถปรับเปลี่ยนปริมาณการใช้ตามค่าบวมของเจลาคิน เพื่อยังคงให้เจลมีเนื้อสัมผัสเหมือนกัน (สุวรรณ, 2543)

2.4.9 น้ำ (water)

ในการผลิตลูกกวาดเกือบทุกชนิดน้ำจัดเป็นวัตถุดิบพื้นฐานชนิดหนึ่งทำหน้าที่ละลายสารตัวเชื่อม (binding agent) ซึ่งจะมีการใช้น้ำในปริมาณต่ำที่สุดเท่าที่จำเป็น เนื่องจากน้ำอาจจะมีผลต่อสีและกลิ่นในเรื่องของการละลายบ้างเล็กน้อย น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต ทำหน้าที่หลัก คือ การละลายส่วนผสมทั้งหมดให้หมด หลังจากนั้นจะถูกต้มเคี่ยวให้ระเหยออกไป นอกจากนี้น้ำควรมีฤทธิ์เป็นกลางหรือต่างเล็กน้อย เพราะถ้าหากมีฤทธิ์เป็นกรด จะทำให้เกิดอินเวอร์ชันที่ควบคุมไม่ได้ โดยเฉพาะถ้าต้มเคี่ยวนานๆ ปฏิกริยาอินเวอร์ชันจะเกิดที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส (วิลเลียมส์, 2557) น้ำ เป็นวัตถุดิบพื้นฐานชนิดหนึ่งในการผลิตลูกกวาดเกือบทุกชนิด โดยเป็นส่วนผสมที่ต้องมีในสูตร จะมียกเว้นบางชนิด เช่น เม็ดอมแบบตอกเม็ด ซึ่งถึงจะไม่มีภาชนะใช้น้ำในส่วนผสม ก็ยังต้องการน้ำบ้างเล็กน้อยสำหรับละลายสารตัวเชื่อม (binding agent) ในตำราบางเล่มจะไม่พูดถึงน้ำที่ใช้เลยเพราะถือว่าไม่ใช่วัตถุดิบสำคัญ หรือบางทีก็ไม่บอกสัดส่วนหรือปริมาณที่ต้องใช้ไว้แต่จะละไว้ในฐานเข้าใจว่ามีการใช้ปริมาณต่ำที่สุดเท่าที่จำเป็น น้ำอาจจะมีผลต่อสีและกลิ่นในลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยตรง น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตทำหน้าที่หลักคือละลายน้ำตาลที่ใช้ในส่วนผสมให้หมด หลังจากนั้นจะถูกต้มเคี่ยวให้ระเหยออกไป จนเหลือความชื้นเท่าที่ต้องการ อย่างไรก็ตามน้ำที่ใช้ต้องผ่านการตรวจสอบว่ามีความสะอาด ปราศจากสี กลิ่น แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค วัสดุที่มีธาตุเหล็กหรือออลิอันเหล็กเจือปน และไม่เป็นน้ำกระด้างอาจจะกรองก่อนเพื่อกำจัดตะกอนหรือสารแขวนลอย ควรมีฤทธิ์เป็นกลางหรือเป็นต่างเล็กน้อย เพราะถ้ามีฤทธิ์เป็นกรดจะทำให้น้ำตาลเกิดอินเวอร์ชันที่ควบคุมไม่ได้ โดยเฉพาะถ้าต้องต้มเคี่ยวนานๆ ปฏิกริยาอินเวอร์ชันนี้จะเกิดที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นต้นไป ในกรณีที่น้ำเป็นน้ำกระด้างถาวรต้องติดตั้งซอฟเทนเนอร์ (softener) เพื่อบำบัดน้ำด้วยสารเคมีให้หายกระด้างก่อนนำไปใช้ ถ้าเป็นน้ำกระด้างชั่วคราวเมื่อต้มให้เดือดความกระด้างก็จะลดลงไปได้ ในกรณีที่มีการกำหนดปริมาณการใช้น้ำไว้ในสูตร เวลาใช้จริงอาจใช้เพียงบางส่วนก่อน แล้วจึงเติมขณะต้ม (สำหรับกระบวนการที่ทำแบบกะ) เพื่อชะล้างน้ำตาลรอบๆ หม้อต้มให้แน่ใจว่าได้ละลายน้ำตาลจนหมด (สุวรรณ, 2543)

2.4.10 กรดทาร์ทาริก (tartaric acid)

กรดทาร์ทาริก (tartaric acid) เป็นกรดอินทรีย์ (organic acid) ชนิดหนึ่งที่พบตามธรรมชาติในผลไม้บางชนิด เช่น องุ่น มะขาม และเป็นกรดที่พบในไวน์ มีสูตรทางเคมีคือ $C_4H_6O_6$ อยู่ในรูป L-Tartaric acid อาจเรียกว่า L-2,3-Dihydroxysuccinic acid หรือ L-2,3-Dihydroxybutanedioic กรดทาร์ทาริกในธรรมชาติพบมากในมะขามโดยเฉพาะมะขามเปรี้ยว และกรดนี้ใช้เป็นส่วนผสมของผงฟู (baking powder) กรดทาร์ทาริก หรือกรดมะขาม เป็นกรดที่นิยมใช้มากในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน และยังมีรสเปรี้ยวแหลมกว่ากรดชนิดอื่นๆ มีลักษณะเป็นผลึก หากใช้ร่วมกับน้ำมันซิตรัส (citrus oil) จะทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ในผลิตภัณฑ์ นิยมใช้กลิ่น (flavor) องุ่นมากถึงร้อยละ 80 ของปริมาณการใช้กรดชนิดนี้ (วิลเลิร์ต, 2557) ซึ่งทำหน้าที่ในการเสริมฤทธิ์กันหืน จับอนุมูลโลหะ (sequesterant) อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) และปรับความเป็นกรดในอาหาร และเครื่องดื่ม (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2559)



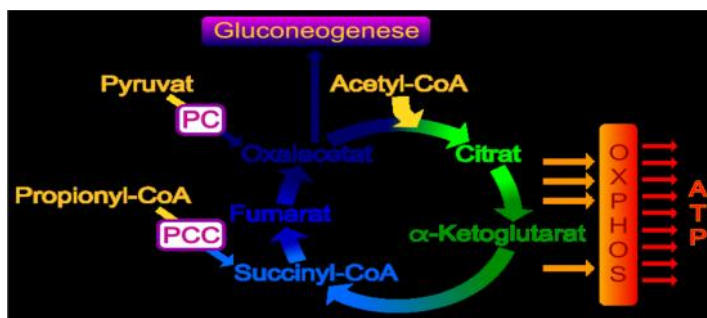
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของกรด l-tartaric acid

ที่มา: พิมพ์เพ็ญและนิธิยา (2559)

2.4.11 กรดซิตริก (citric acid)

กรดซิตริกเป็นกรดอ่อนใช้ประโยชน์ เพื่อการถนอมอาหารโดยมีบทบาทสำคัญ ในการเพิ่มรสชาติให้กับอาหารให้มีรสเปรี้ยว และมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่ามีความปลอดภัยในการบริโภค สามารถเติมลงไปในอาหารโดยไม่เกิดอันตราย และสามารถย่อยสลายได้ง่ายและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม กรดซิตริกพบได้ตามธรรมชาติโดยทั่วไปในผักและผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว โดยเฉพาะพืชตระกูลมะนาว สับปะรด และส้ม ซึ่งมีสัดส่วนกรดซิตริกเป็นองค์ประกอบสูง ในระยะแรกๆ การผลิตกรดซิตริกทำโดยคั้นมะนาวโดยตรงเพื่อให้ได้น้ำมะนาวซึ่งส่วนประกอบกรดซิตริกประมาณร้อยละ 7-9 แต่ในปัจจุบันมีโรงงานผลิตกรดซิตริกจำนวนน้อยกว่า 100 โรงงาน ทั่วโลก ซึ่งนิยมผลิตด้วยวิธีการสังเคราะห์กรดซิตริกจากน้ำตาลกลูโคสผ่านวิถีไกลโคไลซิส (glycolysis pathway) ได้เป็นสารออกซาโลอะซิเตท (oxaloacetate) แล้วสะสมเป็นกรดซิตริก โดยจุลินทรีย์ที่นิยมใช้ในการผลิตแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เชื้อรา *Aspergillus Niger* และยีสต์ *Candida Lipolytica*

กรดซิตริกเป็นกรดที่นิยมใช้มากที่สุดในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน เช่น ลูกกวาด เนื่องจากมีรสชาติดี และคุ้นเคยในการบริโภค มีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดหรือผงสีขาว ไม่มีกลิ่น มีจุดหลอมเหลวอยู่ในช่วง 135-150 องศาเซลเซียส โดยอาจใช้ในรูปแบบของสารละลายร้อยละ 50 หรือรูปแบบผงที่ละเอียดมาก เพื่อให้มีการกระจายตัวดี (วีไลรัตน์, 2557)



ภาพที่ 2.2 แสดงการผลิตกรดซิตริกผ่านวิถีไกลโคไลซิสของจุลินทรีย์

ที่มา: จิราภรณ์ (2525)

การผลิตกรดซิตริกเดิมเริ่มผลิตจากมะนาว โดยอิตาลีเป็นประเทศผู้เริ่มต้นผลิตตั้งแต่ปี 1920 และในปัจจุบันการผลิตกรดซิตริกจากมะนาวยังคงมีอยู่บ้างในบางพื้นที่ เช่นใน Sicily, California, Hawaii และ West Indies การผลิตกรดซิตริกจากมะนาวในปัจจุบันกำลังลดลง เนื่องจากต้นทุนสูง และภาคธุรกิจนิยมผลิตกรดซิตริกโดยใช้กระบวนการหมักน้ำตาลด้วยจุลินทรีย์ประเภทเชื้อราซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่าเป็นหลัก โดยมีประเทศผู้ผลิตที่สำคัญ คือ สาธารณรัฐประชาชนจีน สหรัฐอเมริกา อิตาลี เบลเยียม และฝรั่งเศส เป็นต้น ซึ่งในปี 2008 ปริมาณผลผลิตกรดซิตริกทั่วโลก อยู่ที่ระดับ 1.7 ล้านตัน/ปี คาดว่ามีอัตราการเติบโตของตลาดประมาณร้อยละ 3 ต่อปี โดยสาธารณรัฐประชาชนจีนมีผลผลิตกรดซิตริกมากกว่า 0.85 ล้านตัน/ปี ผลผลิตกรดซิตริก ส่วนที่เหลือจะผลิตในภูมิภาคยุโรปและอเมริกาเป็นหลัก สำหรับการบริโภคกรดซิตริกของโลกนั้น ส่วนใหญ่กรดซิตริกถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มอยู่ที่ร้อยละ 50 ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปร้อยละ 20 ใช้ในอุตสาหกรรมซักฟอกและทำความสะอาดร้อยละ 20 และใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางร้อยละ 10

กรดซิตริกที่ผลิตในปัจจุบันอยู่ในรูปผลึก Monohydrate ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$) ซึ่งมีน้ำประกอบอยู่ 1 โมเลกุล มีสีใส ไม่มีกลิ่น มีรสเปรี้ยว มีความสามารถละลายในน้ำเย็น (133 g/ml) มากกว่าการละลายในน้ำร้อน ราคากรดซิตริกในตลาดปัจจุบัน มีราคาอยู่ที่ระดับ 150-200 บาท/กิโลกรัม ไม่รวมค่าส่ง โดยกรดซิตริกมีคุณสมบัติทางเคมี ดังนี้

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางเคมีของกรดซิตริก

รายละเอียด	Anhydrous	Monohydrate
Molecular Weight	192.12	210.14
Specific Gravity	1.665	1.542
Melting Point	153 °C	70-75 °C
Boiling Point		175 °C

ที่มา: จิราภรณ์ (2525)



ภาพที่ 2.3 แสดงกรดซิตริกในรูปผลึก Monohydrate

ที่มา: จิราภรณ์ (2525)

กรดซิตริกมีคุณสมบัติที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ในหลายทาง นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เพื่อเป็นสารให้กลิ่น รส ในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป นอกจากนั้นยังใช้เป็นสารลดความฟาด ลดการตกผลึกของน้ำผลไม้ และสามารถควบคุมระดับค่า pH ในผลิตภัณฑ์อาหารทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นโทษไม่สามารถเติบโตได้ จึงเป็นที่นิยมใช้เพื่อการถนอมอาหารและเครื่องดื่ม กรดซิตริกยังมียุทธศาสตร์กับน้ำกระด้าง โดยกรดซิตริกจะจับกับโลหะหนัก ในน้ำโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออนกลายเป็นตะกอน Citric Complex ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว จึงนิยมนำมาใช้ในการทำสบู่ และน้ำยาล้างจาน และกรดซิตริกยังมีคุณสมบัติในการขัดคราบสนิม และคราบสกปรกที่พื้นและผนัง จึงนิยมนำมาใช้ขัดสนิมในอุปกรณ์วัสดุเหล็กในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ด้วย

การผลิตกรดซิตริกเชิงอุตสาหกรรมมีข้อจำกัด เนื่องจากตลาดที่มีอยู่ในปัจจุบันมีผู้ผลิตผูกขาดน้อยรายที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูง และยังมีเกราะกีดกันเทคโนโลยีของตนเองไว้ เพื่อกันไม่ให้มีผู้ประกอบการใหม่เข้ามาร่วมตลาด แต่อย่างไรก็ตามประเทศที่กำลังพัฒนาที่มีแหล่งกากน้ำตาลราคาถูก การผลิตกรดซิตริกจะเป็นทางเลือก เพื่อสนับสนุนให้ตลาดและการผลิตในภาคอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม และยา ของประเทศมีการพัฒนาได้ ซึ่งการผลิตกรดซิตริกด้วยกำลังการผลิตที่มากกว่าจุดคุ้มทุนจะก่อให้เกิดความประหยัดทางขนาด ซึ่งอาจทำได้ในเชิงอุตสาหกรรม (จิราภรณ์, 2525)

2.5 บรรจุภัณฑ์

การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลูกหยี โดยการพิจารณาองค์ประกอบของอาหารรูปร่างลักษณะภายนอกและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยเลือกบรรจุภัณฑ์ชนิดพลาสติกมีความแข็งแรง ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ซึ่งบรรจุภัณฑ์พลาสติกทำจาก วัสดุประเภทพอลิเมอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถทำให้ไหล (flow) และหล่อขึ้นรูป (mould) ได้ โดยใช้ความร้อนหรือความดันหรือทั้ง 2 อย่างร่วมกันโดยอุณหภูมิที่ใช้ต่ำกว่าการขึ้นรูปแก้วและโลหะมาก (งามทิพย์, 2550) โดยทั่วไปพลาสติกที่ใช้ในการแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1.) Thermoplastics หมายถึง พลาสติกที่เมื่อผ่านการขึ้นรูปมาแล้วสามารถนำมาหลอม และขึ้นรูปใหม่ได้อีก เช่น PE, PP, PS, PVC, PVA เป็นต้น และเป็นพลาสติกที่มีการใช้มากในอุตสาหกรรมบรรจุ

2.) Thermosets หมายถึงพลาสติกที่เมื่อผ่านการขึ้นรูปแล้วไม่สามารถนำกลับมาหลอม และขึ้นรูปได้อีก เช่น Phenol formaldehyde Epoxy เป็นต้น ส่วนมากใช้เป็นแลคเกอร์เคลือบกระป๋อง ฝาขวด วัสดุกันกระแทก กาว และเครื่องใช้ในครัว ซึ่งส่วนใหญ่พลาสติกที่ใช้มากในอุตสาหกรรมบรรจุอาหาร ส่วนใหญ่เป็น Thermoplastics

การศึกษานี้ใช้บรรจุภัณฑ์ที่จำหน่ายในพื้นที่โดยทั่วไป เพื่อให้มีความสอดคล้องกับผู้ประกอบการในพื้นที่สามารถนำมาใช้ได้สะดวกและราคาไม่แพง ซึ่งพลาสติกที่ใช้ ได้แก่ พอลิเอทิลีน และพอลิโพรไพลีน มีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 พอลิเอทิลีน

พอลิเอทิลีน (PE) เป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมบรรจุ เนื่องจากราคาต่ำ และมีสมบัติทางการบรรจุที่ดีหลายประการ การผลิต PE จากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันของเอทิลีน มอนอเมอร์ สามารถควบคุมให้มีโครงสร้างแบบกิ่ง หรือเชิงเส้นได้และสามารถผลิตได้ทั้งไฮโม่พอลิเมอร์ และโคพอลิเมอร์จะใช้โคมอนอเมอร์ประเภท แอลคีนที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ขึ้น ได้แก่ พรอฟีนบิวทีน เฮกซีน หรือ ออกทีนพอลิเอทิลีน (PE) ที่มีโครงสร้างเชิงเส้นจะเป็นโครงสร้างผลึกมากกว่า พอลิเอทิลีน (PE) ที่มีโครงสร้างแบบกิ่งโครงสร้างแบบผลึกทำให้ค่าความหนาแน่นสูงขึ้นจุดหลอมเหลวสูงขึ้นความแข็งแรงเชิงกลส่วนใหญ่สูงขึ้น และป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำดีขึ้น พอลิเอทิลีน (PE) มีความเฉื่อยต่อสารเคมีค่อนข้างสูง และมีความเป็นขี้ดต่ำ ทำให้ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำ ได้ดี แต่ยอมให้ออกซิเจนซึมผ่านได้ง่ายป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำดีขึ้น (งามทิพย์, 2550) พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำหรือ LDPE เป็นพลาสติกที่ใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมบรรจุทั้งในรูปวัสดุอ่อนตัว และภาชนะบรรจุคงรูปสมบัติทั่วไปของ LDPE คือ เหนียว โปร่งแสงทนทานต่อแรงดึงขาดได้ดีป้องกันการซึมผ่านของน้ำและไอน้ำได้ดี แต่ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนไม่ดี ซึ่งเหมาะสมสำหรับการบรรจุอาหารแช่แข็งมาก เนื่องจาก LDPE ทนทานต่ออุณหภูมิต่ำได้ดี แต่ไม่เหมาะกับการบรรจุอาหารร้อนอุณหภูมิ

สูงกว่า 70 องศาเซลเซียส และไม่เหมาะกับการบรรจุอาหารที่มีไขมันมาก เนื่องจากไขมันจะซึมผ่านพลาสติกนี้ออกมาได้

2.5.2 พอลิโพรไพลีน พอลิโพรไพลีน (PP) เป็นพลาสติกในตระกูลพอลิเลฟินส์ เช่นเดียวกับ PE และมีการใช้มากในอุตสาหกรรมบรรจุ ได้จากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของมอนอเมอร์โพรไพลีนมีทั้งโฮโมพอลิเมอร์และโคพอลิเมอร์ ซึ่งโฮโมพอลิเมอร์ PP ที่ใช้ทางการบรรจุส่วนใหญ่จะเป็น isotactic PP ผลิตจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันของมอนอเมอร์โพรไพลีน โดยใช้ ziegler- natta catalyst เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการจัดเรียงตามที่เป็นระเบียบ ทำให้เกิดผลึกได้ง่าย ฟิล์ม PP ที่ใช้ในการบรรจุมีทั้ง blown film และ cast film และถ้าต้องการเพิ่มความใสความแข็งแรง และการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ไอน้ำ และไขมัน จะใช้ในรูปแบบ (OPP) ซึ่งเหมาะสมการพิมพ์ด้วย จินนิยมใช้เป็นวัสดุหลักการทำของบรรจุอาหารแห้ง ขนมขบเคี้ยว และใช้เป็นฟิล์มหดรัดได้ด้วย ฟิล์ม PP ไม่เหมาะที่จะใช้บรรจุอาหารแช่เย็นหรือแช่แข็ง เพราะจะกรอบเปราะและเป็นสีขาวขุ่น ซึ่งฟิล์ม PP ที่ต้องการความใสมากๆ และแข็งแรงขึ้น (งามทิพย์, 2550)

2.5.3 ฟิล์มลามิเนต

ลามิเนต (laminated) ตามความหมายใน พจนานุกรม มีความหมายว่า “การทำให้เป็นแผ่นบางๆ ประกอบด้วยชั้นบางๆ” เช่นเดียวกับฟิล์มพลาสติกลามิเนต หมายถึง แผ่นฟิล์มพลาสติกที่ผ่านกระบวนการลามิเนตโดยการนำฟิล์มพลาสติกหลายๆ ชั้นมาเคลือบติดเข้าด้วยกันเป็นฟิล์มแผ่นเดียว หรือการเคลือบฟิล์มพลาสติกเข้ากับวัสดุอื่นๆ เช่น กระดาษหรือฟอยล์โลหะ โดยทำการยึดติดระหว่างชั้นฟิล์มด้วยการใช้ความร้อน หรือใช้กาว (adhesive) โดยฟิล์มลามิเนตจะมีจำนวนชั้นของฟิล์มมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ผลิต (เว็บไซต์ข้อมูลพลาสติกไทย, 2556)

2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีส่วนในการถนอมอาหารให้สามารถเก็บได้นานขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษามีวันหมดอายุและเก็บได้ระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น อาหารย่อมมีการเสียสภาพและมีการเปลี่ยนแปลงภายในอาหารเองและมีปัจจัยภายนอกนั้นคือจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโต ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสียได้ การเสื่อมเสียของอาหารมีความแตกต่างกันอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร ความชื้น ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น ระยะเวลาการเก็บ อุณหภูมิการเก็บและบรรจุภัณฑ์เป็นต้น อาหารประเภท ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก อาหารทะเลและนม ถั่ว มีส่วนประกอบของความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามิน ในปริมาณที่แตกต่างกัน ส่งผลให้มีค่า pH, water activity (a_w) ที่แตกต่างกัน ทำให้อาหารแต่ละประเภทมีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่เหมือนกันแสดงดังตารางที่ 2.4 โดยพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ (งามทิพย์, 2550)

ตารางที่ 2.4 อาหารแต่ละประเภทมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ต่างกัน

ประเภทอาหาร	ชนิดของจุลินทรีย์
การเสื่อมเสียของนม	<i>Micrococcus, Streptococcus, Pseudomonas</i>
การเสื่อมเสียของผักและผลไม้	<i>Erwinia, Botrytis, Penicillium, Bacillus, Escherichia</i>
การเสื่อมเสียของน้ำผลไม้	<i>Escherichia, Clostridium, Lactobacillus, Leuconostoc</i> , ยีสต์
การเสื่อมเสียของเมล็ดธัญพืช	รา (mold) ยีสต์ (yeast)
การเสื่อมเสียของอาหารแห้ง	<i>Bacillus, Clostridium</i> , รา (mold)
การเสื่อมเสียของอาหารกระป๋อง	<i>Clostridium nigrificans, Desulfotomaculum nigrificans</i>

ที่มา: ดัดแปลงจาก พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2556)

2.6.1 อุณหภูมิ ช่วงอุณหภูมิที่ตรวจพบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มีค่าตั้งแต่ -10 ถึง 80 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะเจริญเติบโตได้ดีเฉพาะช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมเท่านั้น จึงสามารถแบ่งประเภทของจุลินทรีย์ออกได้ 3 ประเภท ตามช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ประเภทของจุลินทรีย์แบ่งตามช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต

กลุ่ม	อุณหภูมิ (°C)		
	Minimum	Optimum	Maximum
Obligate Psychrophiles	-10	10-15	20
Psychrophiles	-10	20-30	42
Mesophiles	5	28-43	52
Thermophiles	30	50-65	70
Extreme Thermophiles	60	80-90	100

ที่มา: สัจจิตรา (2535)

เมื่อจุลินทรีย์อยู่ในรูปที่อุณหภูมิไม่เหมาะสมจะเจริญได้จำกัด เนื่องจากเอนไซม์จะเพิ่มขึ้น และความเข้มข้นของเอกซ์โพเนนเชียลเฟสจะลดลง

2.6.2 ค่าความเป็นกรด-เบส

จุลินทรีย์แต่ละชนิดเจริญเติบโตได้ดี เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีค่าความเป็นกรด-เบสเหมาะสม โดยทั่วไปแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็นกลาง (pH 6.0-7.5) ยกเว้นบางสายพันธุ์ เช่น *Clostridium pasteurianum*, *Clostridium butyricum*, และ *Bacillus coagulans* สามารถเจริญได้ที่ pH 4.0-4.5 สำหรับยีสต์เจริญเติบโตได้ในสภาพที่เป็นกรดและด่าง (pH 2.0-8.5) แต่ส่วนใหญ่จะชอบในสภาพที่เป็นกรดมากกว่า

2.6.3 ปริมาณออกซิเจน

จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตเรียก Aerobic organism ส่วนที่ไม่ต้องการออกซิเจนเรียก Anaerobic organism สำหรับจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ ทั้งในสภาพที่มีหรือไม่มีออกซิเจน เรียก Facultative Aerobic organism แบคทีเรียที่พบในอาหารจะมีทั้ง 3 ประเภท ยีสต์ส่วนใหญ่เจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีออกซิเจน ยกเว้นบางสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดการหมักจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพไม่มีออกซิเจน ส่วนราจะเจริญเติบโตในที่ที่มีออกซิเจนเพียงพอเท่านั้น ดังนั้นการควบคุมปริมาณออกซิเจนในสภาพแวดล้อมสามารถ ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางสายพันธุ์ได้

2.6.4 ค่า Water Activity (a_w)

แบคทีเรียทั่วไปเจริญเติบโตได้ดีในอาหารที่มีค่า a_w สูงตั้งแต่ 0.94 ยกเว้นบางสายพันธุ์ เช่น *Micrococcus* และ *Streptococcus* ที่เจริญได้ที่ a_w 0.86 และ *Halococcus* เจริญได้ที่ a_w 0.75 ยีสต์และราสามารถเจริญได้ที่ a_w ต่ำกว่า a_w (0.61-0.90) ยกเว้นบางสายพันธุ์ที่เจริญได้ที่ a_w 0.60-0.62 ค่า a_w ต่ำสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารจำแนกเป็น 2 ประเภทคือ จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (spoilage microorganisms) และจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ Pathogens อาหารที่เน่าเสียส่วนใหญ่สามารถสังเกตได้จากกลิ่น รสหรือสีที่ผิดปกติการมีเมือกหรือฟองอากาศ เป็นต้น ซึ่งเป็นอันตรายมากต่อผู้บริโภค

2.6.5 ปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย

จำนวนจุลินทรีย์มีผลต่อการเน่าเสียของอาหารแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของอาหาร แต่โดยทั่วไปจำนวนจุลินทรีย์ ซึ่งตรวจพบทำให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติ ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมีจำนวนประมาณ 10^6 - 10^9 โคโลนี/กรัม หรือต่อมิลลิลิตรหรือ ตารางเซนติเมตร แต่ในผลิตภัณฑ์อาหารหมัก (fermented food) จะมีปริมาณจุลินทรีย์สูง เป็นปกติแต่ไม่จัดเป็นการเน่าเสียของอาหาร เพราะทำให้เกิดคุณลักษณะที่ต้องการในอาหารในกรณีที่มีจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) ปริมาณของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาการของโรค ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ ซึ่งเรียกว่า infective dose เชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด เช่น shigella มีปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคมามาก คือ มี infective dose เพียง 10-100 โคโลนี/กรัมของอาหาร ก็ทำให้เกิดอาการของโรคได้ แต่แบคทีเรียก่อโรคบางชนิดก็มีปริมาณ infective dose สูง ถึง 10^9 โคโลนี/กรัม

2.7 แนวทางการศึกษางานการตลาด

แนวทางการศึกษางานการตลาด (the study of marketing) เป็นกิจกรรมที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้บริโภค มีความสัมพันธ์เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการมีความรู้เกี่ยวกับงานการตลาดมากบ้างน้อยบ้าง น่าจะมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของผู้บริโภคและต่อการประกอบอาชีพ เพื่อการดำรงชีวิตได้อย่างเป็นสุข มีข้อมูลสำคัญ 3 ประการ ที่บ่งชี้ให้เห็นความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้เรื่องการตลาด คือ (วันทนี, 2552)

1. ต้นทุนการตลาดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในสัดส่วนของค่าใช้จ่ายส่วนบุคคล (Personal expenditure) ในการซื้อสินค้าอุปโภคบริโภคต่าง ๆ ทุกวันนี้ ต้นทุนการผลิตของสิ่งที่เราซื้อจะน้อยกว่าต้นทุนการตลาด เสื้อตัวหนึ่งต้นทุนของผ้าวัสดุต่าง ๆ ค่าแรงงานเย็บ จนสำเร็จเป็นตัวเสื้อ อาจจะมีต้นทุนเพียง 30 บาท แต่หลังจากนั้นต้องมีค่าขนส่ง ค่าโฆษณา ค่าจ้างพนักงานขาย ส่วนลด ให้คนกลางต่าง ๆ จนขายไป ให้ผู้บริโภคคนสุดท้ายได้ ต้องตั้งราคาขาย 200 บาท เป็นตัวอย่างที่ เห็นได้ว่า เราจ่ายค่าต้นทุนการตลาด มากกว่าต้นทุนการผลิต ในการซื้อสินค้าบริการต่าง ๆ ดังนั้น การมีความรู้เกี่ยวกับงานการตลาด จะได้ทำให้เราผู้บริโภครู้จักหลีกเลี่ยงในการจ่ายต้นทุนการตลาดที่ไม่จำเป็นได้

2. ในธุรกิจต่าง ๆ กิจกรรมที่เกี่ยวกับการตลาดจะมีไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 - 40 ของงานต่างๆ ในกิจการธุรกิจจะเห็นได้ว่า การเรียนการตลาดทำให้ทำงานทำได้ง่าย แม้แต่เวลาเศรษฐกิจหดตัว นักการตลาด จะเป็นกลุ่มบุคคลที่กิจการจะยุบเลิกหรือลดจำนวนคน น้อยกว่าหน่วยงานอื่น ๆ เป็นหน่วยงานที่หารายได้เข้ามาในกิจการ

3. ความเจริญเติบโตทางการตลาดทำให้สามารถเกิดแรงสนับสนุนด้านสวัสดิการ สังคมต่าง ๆ ได้เพิ่มสูงขึ้นการเรียนรู้งานการตลาดทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับประโยชน์ที่จะนำไปใช้ สำหรับบุคคลทั่วไป อาจใช้การอ่านหนังสือต่าง ๆ การสอบถามจากผู้รู้ในระดับต่าง ๆ การไปฝึกงานกิตติ การทดลองทำการค้าที่ดี ไปเข้าโรงเรียนหรือสถานศึกษาใด ๆ เพื่อฟังการสอนหรือการอบรมสัมมนา ต่าง ๆ ล้วนเป็นวิธีที่จะทำให้รู้งานการตลาด อาจแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ การเรียนการตลาด ภาควิชา และเรียนภาคปฏิบัติจากประสบการณ์สำหรับผู้อยู่ในธุรกิจ มีหน้าที่จะต้องทำการตัดสินใจต่าง ๆ ในงานที่เกี่ยวกับการตลาด จะมีวิธีศึกษางานการตลาดได้ 4 วิธี คือ

(1) ศึกษาจากผลิตภัณฑ์ (product approach) เป็นการศึกษารายละเอียดด้านการตลาดจากผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด แต่ละรายการ

(2) ศึกษาจากสถาบันการค้า (institutional approach) เป็นการศึกษาถึงลักษณะขององค์กร หรือหน่วยงานที่เข้ามาเกี่ยวข้องในระบบการตลาด เช่น ศึกษาเรื่องธุรกิจห้างสรรพสินค้า เรื่องร้านสะดวกซื้อ หรือกิจการประกันชีวิต เป็นต้น

(3) ศึกษาจากหน้าที่ทางการตลาด (functional approach) เป็นการศึกษาถึงกลุ่ม กิจกรรมทางการตลาดกลุ่มหนึ่ง ว่ามีรายละเอียดการปฏิบัติงานอย่างไร เช่น การจัดซื้อ การขนส่ง หรือการคลังสินค้า

(4) ศึกษาจากภารกิจด้านการตัดสินใจ (decision-making approach) ในฐานะเป็นผู้บริหารระดับสูงขององค์กรธุรกิจหนึ่ง จะต้องทำหน้าที่ในการวางแผนงานล่วงหน้าอยู่เสมอ ดังนั้นจึงต้องเลือกการเรียนรู้งานการตลาด โดยเริ่มต้นมองภาพรวม ๆ ของกิจการ เพื่อค้นหาจุดเฉพาะที่ทำให้เกิดปัญหาในการดำเนินงาน เมื่อค้นพบแล้วจึงค่อยเจาะรายละเอียดของส่วนนั้น ๆ เพื่อค้นหา สาเหตุที่แน่ชัด จะได้ตัดสินใจได้ถูกต้อง วิธีที่ 1-3 จะทำให้เสียเวลาที่จะต้องปฏิบัติงานซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง เพราะกิจการ ไม่ได้มีสินค้าชนิดเดียว รายการเดียว แต่มีจำนวนชนิดหลากหลาย หรือลักษณะของธุรกิจแต่ละชนิดจะไม่เหมือนกัน จึงต้องเสียเวลาในการศึกษาและค้นหามาก ส่วนการศึกษาตามหน้าที่ในกิจการเดียวกัน ก็จะต้องปฏิบัติงานซ้ำ ๆ กว่าที่จะครบทุกหน้าที่ในองค์กร ดังนั้น ในกรณีรับด่วนที่กิจการมี ปัญหาต้องแก้ไข รอเวลาไม่ได้ หรือเสียค่าใช้จ่ายไม่คุ้ม ผู้บริหารจะต้องเลือกใช้วิธีที่ 4 ให้หน่วยงาน ต่าง ๆ สืบสวนในส่วนของตนเอง แล้วรายงานเข้ามาที่หัวหน้าหรือผู้บริหารระดับสูง เพื่อทำการ ตัดสินใจแต่ทุกวิธีล้วนมีประโยชน์ยิ่ง เมื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ คือการศึกษาจากผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดให้ละเอียด ตั้งแต่การผลิตจนถึงวิธีการจัดจำหน่ายที่เหมาะสมจะนำไปใช้ได้ดีในกรณีที่ต้องการจะออกผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์เก่า การศึกษาจากสถาบัน เหมาะสมสำหรับใช้ในกรณีต้องการเลือกช่องทางจำหน่ายหรือต้องการจะเปิดกิจการใหม่การศึกษาจากหน้าที่ทางการตลาด เหมาะสมสำหรับในกรณีที่กิจการต้องการปรับปรุงโครงสร้างขององค์กร เปลี่ยนแปลงเพิ่มหน่วยงานใหม่ ๆ ขึ้นในกิจการเดิม เพื่อให้เกิดการคล่องตัวเพิ่มขึ้นในการดำเนินงาน เป็นต้น

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิมาภรณ์ และคณะ (2546) ศึกษาผลของเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป และกรดซิตริก ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ โดยวิธี RSM พบว่าเมื่อเจลาตินเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความหนืด hardness, cohesiveness, chewiness และ gumminess เพิ่มขึ้น ส่วนเมื่ออัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป และปริมาณกรดซิตริกเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนืด, hardness และค่า chewiness ลดลงเล็กน้อย และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนความชอบด้านความง่ายในการเคี้ยวมากที่สุดที่ปริมาณเจลาติน ร้อยละ 7 และสารละลายกรดซิตริก (เข้มข้นร้อยละ 50) ร้อยละ 3.5

สุวรรณ (2543) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบเยลลี่มะขามโดยทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของน้ำมะขามทั้งหมด 3 ระดับความเข้มข้นคือ 10, 20 และ 30 เซนติเมตร/ปริมาตรตามลำดับ เมื่อทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสให้ผู้ทดสอบ 30 คนพบว่าระดับความเข้มข้นร้อยละ 20 ได้

คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดระดับของน้ำตาล คือร้อยละ 57.5 และ 36.3 ของเนื้อมะขาม ระดับของกลูโคสไซรัป คือ ร้อยละ 43.6 และ 39.6 ของเนื้อมะขาม ระดับของคาราจีแนน คือ ร้อยละ 2 และ 1.1 ของเนื้อมะขาม ที่มีต่อคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส (สีน้ำตาล ความเหนียว การเกาะตัวเป็นก้อน ความง่ายต่อการเคี้ยว รสเปรี้ยว และรสหวาน) ด้านกายภาพ (hardness springiness cohesiveness gumminess chewiness) ด้านเคมี (ความชื้นวอเตอร์แอกทิวิตี)

น้ำผึ้ง (2550) ศึกษาการลดปริมาณผลิตภัณฑ์บกพร่องในกระบวนการผลิตเยลลี่ผสมเจลาติน พบว่า ผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทเม็ดไม่เต็มมีจำนวนมากที่สุด ซึ่งปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดเม็ดเยลลี่ไม่เต็ม เม็ดมีนัยสำคัญมี 3 ปัจจัย คือ อุณหภูมิเยลลี่หลังผสม น้ำหนักของเยลลี่และความดันลมของกระบอกลม และจากการวิจัยพบว่าอุณหภูมิเยลลี่หลังผสมที่ 70 องศาเซลเซียส น้ำหนักของเยลลี่เท่ากับ 55 กรัม และความดันลมของกระบอกลมเท่ากับ 0.6 MPa ตามลำดับเป็นค่าที่เหมาะสม เมื่อนำประยุกต์ใช้ในสายการผลิตจึงมีผลทำให้ค่าสัดส่วนโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เยลลี่ผสมเจลาตินรสสตรอว์เบอร์รี่ประเภทเม็ดเยลลี่ไม่เต็มเม็ดลดลงจากร้อยละ 10.24 เหลือเพียงร้อยละ 3.42 จึงส่งผลให้สัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่องโดยรวมลดลงได้ตามเป้าหมายจากร้อยละ 19.40 เหลือร้อยละ 10.22

วิลาสินี (2551) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม โดยศึกษาผลของปริมาณเจลาติน อัตราส่วนของซูโครสต่อกลูโคสไซรัป และปริมาณกรดซิตริก ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเจลาติน ค่าความหนืดจะเพิ่มขึ้น แต่ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (water activity) ลดลง และเมื่ออัตราส่วนของซูโครสต่อกลูโคสไซรัป และปริมาณกรดซิตริกเพิ่มขึ้นจะมีผลให้ค่าความหนืดลดลง ส่วนวอเตอร์แอกทิวิตี (water activity) เพิ่มขึ้น โดยคะแนนความชอบมีค่าสูงสุดที่ปริมาณเจลาตินร้อยละ 10.05 อัตราส่วนของซูโครสต่อกลูโคสไซรัป เท่ากับ 1/1 และสารละลายกรดซิตริก (เข้มข้นร้อยละ 50) ร้อยละ 2.74 จากนั้นทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่มะขาม โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของน้ำมะขามทั้งหมด 3 สิ่งทดลอง คือ สิ่งทดลองที่ 1, 2 และ 3 ที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยมวลต่อปริมาตร ตามลำดับ เมื่อทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสให้ผู้ทดสอบ 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า สิ่งทดลองที่ 2 ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด

นารณรพี และโอปอัม (2551) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมจากกากฝรั่ง โดยใช้กากฝรั่ง 3 ระดับ วางแผนการทดลองแบบ RCBD และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับสูตรที่ 2 ที่มีอัตราส่วนกากฝรั่ง ร้อยละ 45 มากที่สุด จึงได้เลือกอัตราส่วนนี้มาทำการศึกษาปริมาณกลูโคสไซรัปที่เหมาะสมในการผลิตลูกอมจากกากฝรั่ง ซึ่งพบว่าปริมาณกลูโคสไซรัปที่เหมาะสมในการผลิตลูกอมจากกากฝรั่ง คือ 65 กรัม ในสูตรการผลิต นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยสามารถเก็บรักษาได้ 6 สัปดาห์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ลูกอมจากกากฝรั่งมีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

รวีวรรณ (2551) ศึกษาการพัฒนาสูตรลูกอมลำไยชนิดเคี้ยว โดยใช้ mixture design และ response surface methodology ด้วยการนำลูกอมทั้ง 15 สูตรที่ได้มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพทางเคมี และทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า สูตรที่เหมาะสมที่สุดได้นำผลการวิเคราะห์ที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยใช้ response surface methodology พบว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตประกอบด้วย เนื้อลำไยอบแห้งคั้นรูป 14.54 กรัม กลูโคสไซรัป 48.16 กรัม น้ำตาลทราย 14.54 กรัม เพกติน 9.56 กรัม หางนมผง 8.91 กรัม เนยขาว 3.30 กรัม และกลั่นลำไย 1.00 กรัม โดยมีราคาต้นทุนต่อลูกอม 100 กรัม เท่ากับ 28.67 บาท

วชิระ และคณะ (2551) จากการศึกษาผลิตภัณฑ์ลูกอมกระท้อนชนิดนุ่มในท้องตลาดมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี และปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.36 และ 1.4652 ตามลำดับ โดยคะแนนทางประสาทสัมผัสทางด้านสีน้ำตาล ความเหนียว การเกาะตัวเป็นก้อน ความยากง่ายต่อการเคี้ยว รสเปรี้ยว รสหวาน และ ค่าความเข้มข้นมีค่าเท่ากับ 7.58, 8.61, 8.91, 7.43, 7.73, 9.20 และ 7.83 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้จะนำมาเป็นต้นแบบของการผลิตลูกอมกระท้อนชนิดนุ่มต่อไปจากนั้นทำการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ลูกอมกระท้อนชนิดนุ่ม จากการเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดโดยคัดเลือกจากค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ได้สูตรที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย กระท้อน ร้อยละ 50.23 น้ำตาลทราย ร้อยละ 28.88 กลูโคสไซรัป ร้อยละ 19.89 และคาราจีแนน ร้อยละ 1 และสูตรที่ 4 ประกอบด้วย กระท้อน ร้อยละ 49.24 น้ำตาลทราย ร้อยละ 28.31 กลูโคสไซรัป ร้อยละ 21.47 และคาราจีแนน ร้อยละ 0.98 ซึ่งมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเท่ากับ 0.36 นำผลิตภัณฑ์ลูกอมกระท้อนชนิดนุ่มสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 มาพัฒนากระบวนการผลิตพบว่าลูกอมกระท้อนสูตรที่ 2 อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีมีปริมาณความชื้นใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดซึ่งสามารถลดต้นทุนและระยะเวลาในการผลิต ลูกอมกระท้อนได้

ชนัญญา (2552) ผลิตภัณฑ์ลูกอมชนิดแผ่นจะต้องมีคุณสมบัติละลายได้เร็วและมีรสชาติที่ผู้บริโภคยอมรับ โดยการทดลองเพื่อคัดเลือกสูตรในเบื้องต้นซึ่งใช้สารแทนอาหารเป็นตัวแทนของน้ำสับปะรด พบว่า สูตรที่เหมาะสมในการขึ้นรูปฟิล์มประกอบด้วย เพกติน 1 กรัม แป้งท้าวยาย่ม 1 กรัม กลีเซอรอล ร้อยละ 25 ของน้ำหนักของเพกตินและสารแทนอาหารที่พาสเจอร์ไรส์แล้วปริมาณ 98 มิลลิลิตร การพัฒนาในขั้นต่อมาใช้น้ำผลไม้จริง ขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อฟิล์มบาง (thin film casting) ได้เป็นผลิตภัณฑ์ลูกอมชนิดแผ่นที่ทำจาก น้ำสับปะรดกวนแลฟิล์มที่ผลิตได้มีความหนา 0.61 ± 0.01 มิลลิเมตร ปริมาณความชื้น ร้อยละ 15.04 ± 0.72 ความสามารถในการละลาย ร้อยละ 87.63 ± 2.43 และมีค่า E เท่ากับ 27.93 ± 1.15 เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อประเมินระดับความชอบ (hedonic scaling) และทดสอบการยอมรับ (just about right, JAR) กับผู้ประเมิน 50 คน พบว่าผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นได้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย 7.02 ± 0.37 (“ชอบปานกลาง” ถึง “ชอบมาก”) จากผลดังกล่าวพบว่า ผู้บริโภคพึงพอใจกับผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติตรงตามที่ต้องการ

พิรุณพร (2553) จากวิจัยนี้ใช้เนื้อมะขามหวานมาพัฒนาเป็นลูกอมมะขามหวาน โดยศึกษาผลของคาร์โบไฮเดรตและน้ำตาลชนิดต่างๆ ต่อการขึ้นรูปและคุณภาพของลูกอมมะขาม ทั้งทางด้านกายภาพและประสาทสัมผัส โดยพบว่าสูตรลูกอมมะขามหวานพื้นฐานที่ประกอบด้วยน้ำตาล กลีเซอรีน โมลโตเด็กซ์ตริน กลูโคสไซรัป และโซเดียมคาร์บอเนตซีเมธิลเซลลูโลส ร้อยละ 2, 1, 3, 2 และ 0.2 ตามลำดับมีคุณภาพทางกายภาพที่ดีและได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุด การเติมมันเทศบดระหว่าง ร้อยละ 5-15 ไม่มีผลให้คุณภาพของลูกอมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสูตรพื้นฐาน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงทางเลือกในการใช้ประโยชน์เนื้อมะขามที่ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด และแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระยะต่อไป นี่เป็นการนำเนื้อมะขามหวานพันธุ์สีทองมา พัฒนาเป็นลูกอมมะขาม โดยประเมินผลของส่วนผสมชนิดต่างๆคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตลอดทั้งศึกษาความเป็นไปได้ในการลดต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยส่วนผสมอื่นที่มีในพื้นที่

ธีรพงศ์ (2553) ศึกษาการพัฒนาลูกอมโยเกิร์ตชนิดนุ่ม พบว่า โยเกิร์ตที่ดีที่สุดในการผลิตลูกกวาดชนิดนุ่มคือ โยเกิร์ตชนิดคน ส่วนผสมของลูกกวาดชนิดนุ่มผสมโยเกิร์ต ประกอบด้วย กลูโคสไซรัป ร้อยละ 34.8, นมข้นหวาน ร้อยละ 26.2, น้ำตาลทราย ร้อยละ 25.0, โยเกิร์ตชนิดคน ร้อยละ 8.8, เนยขาว ร้อยละ 5.0, เลซิทีน ร้อยละ 0.1 และเกลือ ร้อยละ 0.1 และการศึกษาการทดแทนซูโครสด้วยน้ำผึ้งบางส่วน ช่วยลดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่พึงประสงค์ได้ เมื่อทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลูกกวาดชนิดนุ่มผสมโยเกิร์ตที่ผลิตจากโยเกิร์ตชนิดคนและซูโครส แล้วบรรจุในถุงอูมิเนียมพอยล์ ฤๅลามีเนต และถุงแก้ว (oriented polypropylene) ที่อุณหภูมิ 30 และ 45 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า สภาวะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บควรบรรจุลูกกวาดชนิดนุ่มผสมโยเกิร์ตในถุงอูมิเนียมพอยล์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

พัชร (2554) ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเจลาตินในการผลิตกัมมี่เยลลี่มะขามเปียก พบว่า ปริมาณโปรตีนและเถ้ามีแนวโน้มลดลงตามความเข้มข้นของเจลาตินที่ลดลง ตัวอย่างที่มีน้ำมะขามเป็นส่วนผสมจะให้ผลของสีออกไปทางค่าสีเหลืองผสมแดง (5YR 6/8-10) ในขณะที่หน่วยการควบคุมจะให้ผลของสีออกไปทางสีเหลือง (5Y 9/2) ค่าแรง firmness ที่ใช้ในการกดขึ้นผลิตภัณฑ์ (20% strain) มีแนวโน้มลดลงตามความเข้มข้นของเจลาตินที่ลดลง ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสีและกลิ่นรส พบว่า เจลาติน ร้อยละ 4.87 มีคะแนนการยอมรับสูงสุด ดังนั้นปริมาณเจลาติน ร้อยละ 4.87 ของน้ำหนักทั้งหมดเป็นปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการผลิตกัมมี่เยลลี่มะขามเปียก

วิไลรัตน์ (2557) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมสมุนไพรชนิดแข็ง โดยใช้สารให้ความหวานที่มาจากธรรมชาติ คือ stevioside เพื่อใช้ทดแทนน้ำตาลในส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 5 ชนิด คือ isomalt, lactital, maltitol, sorbitol และ xylitol พบว่าน้ำตาล lactital สามารถขึ้นรูป มีผลึกที่แข็งแรงและมีความคงตัวที่สุดสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ ส่วนสมุนไพรที่นำมาสกัด คือ สารสกัดชะเอมเทศและสารสกัดดอกคาร์โมมายล์โดยทำการสกัดด้วยวิธีการสกัดแบบหมัก (Maceration) โดยใช้สารละลายเอทานอลเจือจาง ร้อยละ 50 เป็นตัวทำละลาย ตั้งทิ้งไว้ 7 วัน ทำการกรองและระเหยเอาตัวทำละลายออก (Evaporation) นำสารสกัดสมุนไพรที่ได้ทั้งหมดมาผสมในผลิตภัณฑ์ด้วยอัตราส่วนระหว่างสารสกัดชะเอมเทศกับสารสกัดดอกคาร์โมมายล์ทั้งหมด 5 อัตราส่วน ดังนี้ 100:0, 0:100, 75:25, 50:50 และ 25:75 พบว่า อัตราส่วนที่ผู้บริโภคให้คะแนนมากที่สุดทุกคุณลักษณะ คือ 100:0 ทำการศึกษาและพัฒนาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความเย็นซ่า ด้านรสเปรี้ยวและรสหวาน โดยศึกษาปริมาณเมนทอล วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) ทดลอง 2 สิ่งทดลอง คือ ร้อยละ 0.25 และ 0.125 พบว่า ปริมาณเมนทอล ร้อยละ 0.125 มีคะแนนความชอบมากกว่าและมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ศึกษาปริมาณกรดซิตริก และสตีวียอไซด์ วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2 ปัจจัย 3 ระดับ โดยมีปริมาณกรดซิตริก 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.15, 0.10 และ 0.05 และปริมาณสตีวียอไซด์ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.30, 0.20 และ 0.10 พบว่าปริมาณกรดซิตริก ร้อยละ 0.05 และปริมาณสตีวียอไซด์ ร้อยละ 0.20 มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสและการเรียงลำดับความชอบมากที่สุด สำหรับการศึกษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ พบว่า อุณหภูมิมีผลต่อการคงตัวของผลิตภัณฑ์มากกว่าชนิดบรรจุภัณฑ์

น้ำทิพย์ และคณะ (2557) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีสมุนไพรที่มีฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระ โดยศึกษาน้ำสมุนไพร 7 ชนิด ได้แก่ น้ำตะไคร้ผสมน้ำอัญชัน น้ำคำฝอยผสมน้ำสับปะรด น้ำใบบัวบกผสมน้ำขิง น้ำมะละกอสผสมอบเชย น้ำกระเทียมผสมน้ำฝรั่ง น้ำมะนาวผสมอัญชัน และน้ำกระเจี๊ยบแดง พบว่า ผลิตภัณฑ์กัมมีสมุนไพรที่มีฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ และเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ได้จากน้ำสมุนไพร คือ น้ำมะนาวผสมน้ำดอกอัญชัน ปริมาณ 200 มิลลิลิตร น้ำตาล 200 กรัม กรดซิตริก 4 กรัม น้ำปริมาตร 40 มิลลิลิตร และเจลาติน 250 Bloom 40 กรัม ผลิตภัณฑ์กัมมีดังกล่าว มีความชื้น ร้อยละ 68.82 โปรตีน ร้อยละ 2.12 ไขมัน 0.11 เถ้า ร้อยละ 0.22 ใยอาหาร ร้อยละ 0.42 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 28.31 น้ำตาล ร้อยละ 19.76 โซเดียม 201 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และมีสารต้านอนุมูลอิสระ 219.42 มิลลิกรัมต่อสมมูล trolox equivalent ต่อ 100 กรัม

เศรษฐี และคณะ (2558) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากสารสกัดหมากเฒ่า ซึ่งทดสอบหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดหมากเฒ่า โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เอทานอล ร้อยละ 95, เอทานอล ร้อยละ 50 และน้ำ พบว่า สารสกัดหมากเฒ่าที่ได้จากการสกัดด้วยเอทานอล ร้อยละ 95 มีปริมาณแอนโทไซยานิน สารพอลิฟีนอล และฟลาโวนอยด์ สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กัมมีเยลลี่ที่มีปริมาณเจลาติน ร้อยละ 10 มีปริมาณความชื้นอิสระน้อยกว่า เจลาติน ร้อยละ 15 ทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า มีค่าความแข็ง (Firmness) และแรงที่ใช้ในการบดเคี้ยว (Chewiness) น้อยกว่าเช่นกัน รวมถึงไม่พบเชื้อจุลินทรีย์และโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ลูกหยี



ภาพที่ 3.1 ลูกหยี (Velvet Tamarind)

3.1.2 น้ำตาลทราย ตราลิน, ประเทศไทย

3.1.3 เกลือป่น ตราปฐกทิพย์, ประเทศไทย

3.1.4 กลูโคสไซรัป ตราปลาแฟนซีคาร์ฟ, ประเทศไทย

3.1.5 เจลาติน (250 bloom strength, type A), ประเทศไทย

3.1.6 กรดทาร์ทาริก (food grade), ประเทศไทย

3.1.7 กลีเซอริน (GLYCERIN U.S.P., food grade), ประเทศไทย

3.1.8 กรดซิตริก (CITRIC ACID B.P., food grade), ประเทศไทย

3.1.9 แป้งมันสำปะหลัง ตราแมวแดงดาวเทียมลูกโลก, ประเทศไทย

3.1.10 แป้งมันสาลี ตราดาวฟ้า, ประเทศไทย

3.1.11 แป้งข้าวเหนียว ตราช้างสามเศียร, ประเทศไทย

3.1.12 แป้งข้าวเจ้า ตราช้างสามเศียร, ประเทศไทย

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ มีดังต่อไปนี้

3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

3.2.1.1 อุปกรณ์งานครัว ได้แก่ ถ้วย ช้อน กระจอน ชามผสม กระทะทองเหลืองและไม้พาย เป็นต้น, ประเทศไทย

3.2.1.2 เครื่องปั่นผสม ตรา Tefal รุ่น BL116166, ประเทศไทย

3.2.1.3 เครื่องชั่งทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง (analytical balance) ตรา Mettler Toledo รุ่น AB 204, ประเทศไทย

3.2.1.4 เครื่องปิดผนึก ตรา Vac-star รุ่น S220, ประเทศไทย

3.2.1.5 แม่พิมพ์ซิลิโคนรูปวงรี, ประเทศไทย

3.2.1.6 เครื่องอบลมร้อน ตรา TRAY DRYER รุ่น TD-10 A, ประเทศไทย

3.2.1.7 ผ้าขาวบาง, ประเทศไทย

3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ

3.2.2.1 เครื่องวัดค่า water activity (a_w) ตรา Aqualab รุ่น Ss36090, ประเทศไทย

3.2.2.2 เครื่องวัดค่าสี (color flex) รุ่น Hunter lab CX 1471, ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.2.3 เครื่องวัดค่าบรีกซ์ (refractometer) ตรา ATAGO รุ่น PAL-1, ประเทศญี่ปุ่น

3.2.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านเคมี

3.2.3.1 เครื่องชั่งทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง (analytical balance) ตรา Mettler toledo รุ่น AL 204, ประเทศเยอรมัน

3.2.3.2 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง pH Meter ตรา Schott รุ่น G 0840, ประเทศไทย

3.2.3.3 เครื่องโฮโมจีไนซ์ (homogenizer) ตรา Ultra turrax รุ่น T25 basic, ประเทศไทย

3.2.3.4 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrometer) ตรา S6 รุ่น LIBRA, ประเทศอังกฤษ

3.2.3.5 เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน (protein analyzer and accessories) ตรา Foss รุ่น 520017830, ประเทศเยอรมัน

3.2.3.6 เครื่องมือวิเคราะห์เยื่อใยอาหาร ตรา VELP SCIENTIFICA รุ่น FIWE, ประเทศเยอรมัน

3.2.3.7 เครื่องมือวิเคราะห์ไขมัน (soxhlet fat analyzer) ตรา Gerhard รุ่น 4050226, ประเทศเยอรมัน

3.2.3.8 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) ตรา Eco cell รุ่น B031643, ประเทศไทย

3.2.3.9 โถดูดความชื้น (desiccator), ประเทศไทย

3.2.3.10 เตาเผาไฟฟ้า ตรา Carbolite รุ่น S302RR, ประเทศเยอรมัน

3.2.4 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยา

3.2.4.1 ตู้บ่มเชื้อ (incubator) ตรา Binder รุ่น 9010-0082, ประเทศไทย

3.2.4.2 เครื่องผสมสารละลาย (vortex mixer) รุ่น Vortex-5, ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.4.3 เครื่องตีปั่น (Stomacher) ตรา Seward รุ่น CIR 400, ประเทศฝรั่งเศส

3.2.4.4 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อแบบใช้ความดัน (Autoclave) ตรา Tomy รุ่น SX-500, ประเทศ

ไทย

3.2.5 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.2.5.1 กล่องพลาสติก ตราอีพีพี, ประเทศไทย

3.2.5.2 แก้วน้ำพลาสติก ตราถ้วยน้ำดื่ม พีพี, ประเทศไทย

3.2.5.3 ช้อนพลาสติก ตราดอกบัว, ประเทศไทย

3.2.5.4 กระดาษทิชชู ตราเซ็นท์ แอนด์รูว์ส, ประเทศไทย

3.3 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และ จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ มีดังนี้

3.3.1 กรดซัลฟูริก (sulfuric acid) (A.C.S. reagent), ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.3.2 คอปเปอร์ซัลเฟต (copper sulfate) (analytical reagent), ประเทศออสเตรเลีย

3.3.3 โพแทสเซียมซัลเฟต (potassium sulfate) (analytical reagent), ประเทศออสเตรเลีย

3.3.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) (analytical reagent), ประเทศเยอรมัน

3.3.5 กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) (A.C.S. reagent), ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.3.6 เมทิลเรด (methyl red) (A.C.S. reagent), ประเทศเยอรมัน

3.3.7 โบรมอซอลกรีน (bromocresol green) (laboratory chemical), ประเทศออสเตรเลีย

3.3.8 เอทานอล (ethanol) (A.C.S. reagent), ประเทศมาเลเซีย

3.3.9 ปีโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) (analytical reagent grade), ประเทศอังกฤษ

3.3.10 กรดเมตาฟอสฟอริก (metphosphoric acid) (analytical reagent), ประเทศ

เยอรมัน

3.3.11 กรดอะซิติก (acetic acid) (A R grade), ประเทศนิวซีแลนด์

3.3.12 โซเดียมอะซิเตดไตรไฮเดรต (sodium acetum acetate) (analytical reagent),

ประเทศออสเตรเลีย

3.3.13 กรดบอริก (boric acid) (analytical reagent), ประเทศออสเตรเลีย

3.3.14 โอฟีนิลีนไดเอมีน (o-phenylenediamine) (analytical reagent), ประเทศจีน

- 3.3.15 กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) (Laboratory reagent), ประเทศออสเตรเลีย
- 3.3.16 สารมาตรฐานดีพีพีเอช (2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl ; DPPH) (analytical reagent), ประเทศเยอรมัน
- 3.3.17 folin and ciocalteu phenol reagent (laboratory reagent), ประเทศอินเดีย
- 3.3.18 โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) (laboratory reagent), ประเทศออสเตรเลีย
- 3.3.19 อะซิโตน (acetone) (A.C.S. reagent), ประเทศเยอรมัน
- 3.3.20 เอนออกทานอล (n-octanol) (analytical reagent), ประเทศจีน
- 3.3.21 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) (analytical reagent), ประเทศเกาหลี
- 3.3.22 เพทเคาท์อาการ์ (plate count agar; PCA) (laboratory reagent), ประเทศอินเดีย
- 3.3.23 โพเตโตเดกซ์โทรสอาการ์ (potato dextrose agar; PDA) (laboratory reagent), ประเทศอินเดีย
- 3.3.24 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) (laboratory reagent), ประเทศอินเดีย
- 3.3.25 เมทานอล (methanol) (A.C.S. reagent), ประเทศเกาหลี
- 3.3.26 กรดทาร์ทาริก (tartaric acid) (analytical reagent), ประเทศออสเตรเลีย
- 3.3.27 กรดแกลลิกโมโนไฮเดรต (gallic acid monohydrate) (analytical reagent), ประเทศจีน

3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.4.1 ศึกษากระบวนการเก็บเกี่ยวและการจัดการลูกหิวดำหลังการเก็บเกี่ยว

1.) ลงพื้นที่ภาคสนามสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตลูกหิวดำจากต้น กรณีศึกษา 2 ผู้ประกอบการในพื้นที่จังหวัดยะลา คือ อามานีลูกหิย และแบยิกายี ช่วงเดือน กรกฎาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 โดยทำการบันทึกภาพ สัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้ประกอบการและผู้รับจ้างขึ้นต้นลูกหิยเกี่ยวกับ กระบวนการเก็บเกี่ยวลูกหิย ข้อมูลวัตถุดิบลูกหิย ปริมาณผลผลิตของลูกหิยที่ได้หลังจากเก็บเกี่ยวแต่ละ ต้น ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวลูกหิยจากต้น การจัดจ้างและราคาของวัตถุดิบลูกหิยดำ

2.) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของลูกหิวก่อนการเก็บเกี่ยวลูกหิยตั้งแต่ช่วงเดือน กรกฎาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 เพื่อทราบระยะเวลาที่เหมาะสมที่สามารถเก็บเกี่ยวลูกหิยได้ พร้อมกับถ่ายภาพการเปลี่ยนแปลงของลูกหิยและสอบถามข้อมูลจากเจ้าของต้นลูกหิยเกี่ยวกับระยะเวลาที่มี ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของลูกหิย

3.) วิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผล สรุปขั้นตอนกระบวนการเก็บเกี่ยวลูกหิยและการจัดการ ลูกหิยหลังการเก็บเกี่ยว

3.4.2 ศึกษาข้อตำหนิและร้อยละผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวของลูกหิ

1.) ลงพื้นที่จังหวัดยะลา พร้อมกับผู้ประกอบการและผู้รับจ้างป็นต้นลูกหิ โดยลงพื้นที่ในการเก็บผลผลิตลูกหิจากต้น จำนวน 5 ครั้ง แล้วทำการจัดจำแนกผลผลิตของลูกหิดำที่ผ่านการเก็บเกี่ยวบรรจุลงในกระสอบพลาสติกของผู้ประกอบการ 2 ราย คือ อามานีลูกหิ และแบยิกายี ทำการสุ่มตัวอย่างของลูกหิดำในกระสอบปริมาณ 1 กิโลกรัม จำนวน 3 ซ้ำ จำแนกลูกหิที่มีตำหนิ เช่น เปลือกแตก การร้าว ตำหนิจากแมลง เชื้อราและอื่น ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของลูกหิ แล้วชั่งตัวอย่างลูกหิ คำนวณร้อยละผลผลิตที่มีคุณภาพและข้อตำหนิต่าง ๆ

2.) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ t-test ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำหนักหลังคัดแยกวัตถุดิบที่มีคุณภาพ และน้ำหนักวัตถุดิบที่มีตำหนิจากผู้ประกอบการ 2 ราย หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นลูกหิ

3.4.3 ศึกษาการเตรียมผลผลิตก่อนการแปรรูปต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัสหลังการเก็บเกี่ยว

1.) นำลูกหิที่ผ่านการตากแดดที่ไม่มีการแกะเมล็ดออกและลูกหิสดจากผู้ประกอบการ อามานีลูกหิ ตำบลลำใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา จากต้นลูกหิหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตภายใน 2 วัน แล้วคัดเกรดและขนาดโดยคัดลูกหิที่มีตำหนิออก นำเฉพาะลูกหิสดปริมาณ 300 กรัม บรรจุลงในถาดอลูมิเนียม โดยมี 5 ชุดการทดลองคือ นำไปอบแห้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 (D_{60}) และ 50 (D_{50}) องศาเซลเซียส ที่ความเร็วลม 1,400 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง (2 ชุดการทดลอง) และลูกหิตากแดด (S_{50}) นาน 4 ชั่วโมง (1 ชุดการทดลอง) โดยมีการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดนำลูกหิตากะเทาะเปลือกลูกหิดำจนได้เนื้อลูกหิแดง เปรียบเทียบกับลูกหิจากการศึกษาากับลูกหิจากผู้ประกอบการ (O) และลูกหิสด (F) (2 ชุดการทดลอง)

2.) แกะเมล็ดโดยใช้มีดแกะสลักกรีดเอาเมล็ดลูกหิออก นำเนื้อลูกหิแดงวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมี ได้แก่ วัดค่าสี วิเคราะห์ปริมาณความชื้น a_w ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เยื่อใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน โดยวิธีการ AOAC (2000)

3.) นำลูกหิที่ได้จากการอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ ที่ผ่านการกะเทาะแล้ว ทดสอบทางประสาทสัมผัสลูกหิสดและลูกหิจากผู้ประกอบการเปรียบเทียบกับการใช้นักศึกษาและผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (untrained panel) จากมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาและบุคคลในพื้นที่ จำนวน 30 คน โดยใช้วิธี 9 - point hedonic scale (Meilgaard *et al.*, 1999) ได้แก่ สี ความกรอบ กลิ่น ความเปรี้ยว รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

4.) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.4 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพและเคมี คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระ

1.) น้ำลูกหยีสดและลูกหยีที่ผ่านการอบแห้ง (ในท้องตลาด) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตค่าสี วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) a_w (AOAC, 2000) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (AOAC, 2000) เยื่อใยอาหาร (AOAC, 2000) คาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) ไขมัน (AOAC, 2000) และโปรตีน (AOAC, 2000) วิเคราะห์ปริมาณเกลือแร่และวิตามิน ได้แก่ magnesium, sodium, iron, calcium, และ potassium (วิธี atomic absorption spectrophotometer method) วิตามินซี (AOAC, 2000) วิตามินเอ (AOAC, 2000) และวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging capacity assay (ดัดแปลงจากวิธีการของ Shimada *et al.*, 1992) และ วิเคราะห์ total phenolics content โดยใช้ Folin-Ciocalteu reagent (Piljac *et al.*, 2005)

2.) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ ค่า t-test ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระ ของตัวอย่างวัตถุดิบลูกหยีสดและลูกหยีแห้งจากผู้ประกอบการ

3.4.5 ศึกษาทางการตลาดโดยการสำรวจความต้องการคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

1.) การศึกษาโดยมีกลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่ม คือ ผู้ประกอบการ SME กลุ่มผู้บริโภควัยเด็กและวัยรุ่น ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ แสดงรายละเอียดดังนี้

1.1 กลุ่มผู้ประกอบการ ลงพื้นที่จัดสนทนากลุ่มของผู้ประกอบการในพื้นที่อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี โดยมีผู้เข้าร่วม 4 ผู้ประกอบการ เกี่ยวกับความต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ความเป็นไปได้ของการผลิตของผลิตภัณฑ์ รูปแบบของผลิตภัณฑ์ ความพร้อมของการลงทุน ปริมาณวัตถุดิบ แหล่งของวัตถุดิบ การจัดการและการตลาด และใช้แบบสอบถามเพื่อสอบถามถึงข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการ ได้แก่ กำลังการผลิต ปัญหาอุปสรรคต่อการผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์

1.2 กลุ่มผู้บริโภค ลงพื้นที่ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (จังหวัดปัตตานี ยะลาและนราธิวาส) โดยมีกลุ่มเป้าหมายผู้บริโภคช่วงอายุประมาณ 15-30 ปี สํารวจโดยใช้เครื่องมือแบบทดสอบจำนวน 400 ชุด การออกแบบทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ซึ่งมีแบบสอบถาม 3 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 ส่วนที่ 1 การสอบถามข้อมูลทั่วไปและความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีผลต่อการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ อาชีพ รายได้ รายจ่าย น้ำหนัก ส่วนสูง ระดับการศึกษา เป็นต้น

1.2.2 ส่วนที่ 2 สํารวจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบของผู้บริโภค เมื่อมีการพิจารณาแล้วให้คะแนนตามระดับความสำคัญ 1-7 โดยที่ 1 สำคัญน้อยที่สุด 4 สำคัญปานกลาง และ 7 สำคัญมากที่สุด (กัลยาวันิชย์, 2552) และมีการกำหนดปัจจัยสำหรับการพิจารณา 20 ปัจจัยคือ รสชาติ เนื้อสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ ลักษณะปรากฏ ยี่ห้อ ความสะอาด ความปลอดภัยในการบริโภค อายุการเก็บรักษา ความสะดวกในการบริโภค ราคา ความหลากหลายของขนาดบรรจุ รูปแบบบรรจุภัณฑ์ ความสะดวกในการหาซื้อ ความสะดวกในการพกพา ลดราคา ของสมนาคุณ สี กลิ่น รสหวาน และการโฆษณาผลิตภัณฑ์

1.2.3 ส่วนที่ 3 คุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ได้แก่ ความเฉพาะของรสชาติ ความเปรี้ยวหวาน การยืดเกาะเนื้อ และลักษณะรูปร่างของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ เป็นต้น

เกณฑ์ในการคัดเลือกประชากรในการศึกษาคั้งนี้คือผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยี ซึ่งไม่ทราบจำนวนที่แน่นอน จึงได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการคำนวณกรณีไม่ทราบขนาดของประชากร โดยใช้สูตรของ Cochran (สิทธิ์, 2551) ดังนี้

$$n = \frac{Z^2 p (1-p)}{e^2}$$

โดยที่ N แทนจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

Z แทนค่าสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนดไว้ (กำหนด Z ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีค่าเท่ากับ 1.96)

E แทนค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง (ในที่นี้กำหนด $e = 0.05$)

P แทนสัดส่วนของประชากรที่บริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยี (เนื่องจากไม่สามารถคาดคะเนสัดส่วนของประชากรได้จึงกำหนดให้ $p = 0.50$) เมื่อแทนค่าตัวแปรในสมการจะได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$$n = \frac{(1.96)^2 0.50 (1 - 0.50)}{(0.05)^2}$$

$$n = \frac{0.9604}{0.0025}$$

$$n = 384 \text{ ตัวอย่าง}$$

หมายเหตุ: เพื่อให้สะดวกในการเก็บข้อมูลจึงใช้ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 400 ตัวอย่าง

2.) นำข้อมูลจากการสนทนากลุ่มของผู้ประกอบการและกลุ่มผู้บริโภคดังกล่าว วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค factor analysis วิเคราะห์ทิศทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ซึ่งพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปเพื่อหาความสัมพันธ์ของ chi-square tests กับข้อมูลที่ได้จากการรู้จักผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเห็นด้วยกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์และความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

3.4.6 ศึกษาสูตรต้นแบบและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

3.4.6.1 การออกแบบสูตรเบื้องต้น

1.) นำข้อมูลจากการวิเคราะห์การตลาดของผลิตภัณฑ์ ในประเด็นของรสชาติ ความหวาน และเปรี้ยว รูปร่างและขนาดผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบโดยการออกแบบสูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ซึ่งมีส่วนผสมหลักคือ ลูกหยี น้ำตาล กลูโคสไซรัป แป้งมันสำปะหลังและน้ำ ในอัตราส่วนผสมปริมาณ 100, 100, 50, 80 และ 200 กรัม ตามลำดับ

2.) ผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยนำเนื้อลูกหยีบดละเอียด นำกระทะทองเหลืองตั้งไฟอ่อน นำน้ำและเนื้อลูกหยีใส่ลงในกระทะ แล้วใส่แป้ง น้ำตาล และ กลูโคสไซรัป เคี้ยวประมาณ 15 นาที ให้เนื้อลูกหยีเหนียว ตั้งให้เย็นเล็กน้อย นำเนื้อส่วนผสมลงในถาดอลูมิเนียม นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ปั่นขึ้นรูปทรงกลมห่อด้วยกระดาษแก้ว ผูกหัวและท้าย

3.) ทดสอบชิมโดยประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเบื้องต้น ด้านเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ ความหวาน และความเหนียวหนุบ ในการพัฒนาในลำดับต่อไป

3.4.6.2 การพัฒนาสูตรที่มีความพอดีของผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบ

1.) นำสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเบื้องต้นปรับส่วนผสมโดยการเพิ่มแป้งมันสำปะหลัง 80 กรัม และเพิ่มน้ำตาลทราย 150 กรัม (ตารางที่ 3.1) โดยนำเนื้อลูกหยีบดละเอียดผสมน้ำกับเครื่องปั่นผสมนาน 3 นาที นำกระทะทองเหลืองตั้งไฟอ่อน นำน้ำและเนื้อลูกหยีใส่ลงในกระทะแล้วใส่แป้ง น้ำตาล และ กลูโคสไซรัป กวนประมาณ 15 นาที ให้เนื้อลูกหยีเหนียว ตั้งให้เย็นเล็กน้อย

ตารางที่ 3.1 ปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบ

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
ลูกหยี	100
น้ำตาลทรายขาว	150
เกลือ	2
กลูโคสไซรัป	100
แป้งมันสำปะหลัง	80
น้ำ (สำหรับละลายแป้ง)	70
น้ำ (สำหรับปั่นผสมกับลูกหยี)	200

2.) นำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตัดเป็น 4 เหลี่ยม แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (untrained panel) จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน 1=ไม่ชอบอย่างยิ่ง, 9= ชอบอย่างยิ่ง) (Meilgaard *et al.*, 2007) โดยประเมินทางด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียว ความง่ายของการกลืน และความชอบโดยรวม เพื่อประเมินผลิตภัณฑ์ในการปรับปรุงสูตรและใช้ส่วนผสมที่เหมาะสมตามความต้องการของผู้บริโภค และประเมินปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยการทดสอบความพอดี (just about right; JAR) ในการทดสอบชิมตัวอย่างและทำการให้ความเห็นของแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่าง เพื่อประเมินความชอบในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียว ความง่ายของการกลืน และความชอบโดยรวม ที่ตรงกับความรู้สึกของผู้ทดสอบ โดยใช้ค่าในการตัดสินที่ร้อยละ 70 (cut off point >70%) (เพ็ญขวัญ, 2550)

3.) วิเคราะห์ทางสถิติค่าเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale และคำนวณการประเมิน just about right scales ให้เป็นร้อยละความพอดีให้มีค่ามากกว่า 70 ในด้านต่าง ๆ เพื่อเป็นการออกแบบการพัฒนาสูตรในลำดับต่อไป

3.4.6.3 การศึกษาผลของปริมาณน้ำตาลต่อความยอมรับของผู้บริโภค

1.) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเพื่อทดสอบความพอดีของสูตรโดยปรับ ความหวาน และรสชาติ ปรับชนิดของแป้งและเจลาตินในการแก้ปัญหาการยึดเกาะและความเหนียวหนุบของผลิตภัณฑ์ โดยปรับความหวานใช้น้ำตาลทราย ที่ระดับ 3 ระดับ คือ 200, 230 และ 260 กรัม ทำการผลิตผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบ (ตารางที่ 3.2) โดยนำเนื้อลูกหยีปั่นละเอียดผสมน้ำ นำกระทะทองเหลืองตั้งไฟอ่อน นำน้ำและเนื้อลูกหยีลงในกระทะแล้วเติมแป้ง น้ำตาล และกลูโคสไซรัป เคี้ยวประมาณ 15 นาที

ให้เนื้อลูกหยีเหนียว นำเนื้อส่วนผสมลงในถาดอลูมิเนียม นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมงตั้งให้เย็นเล็กน้อย

ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนของปริมาณน้ำตาลในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

สูตรต้นแบบ	สูตรที่ 1 (น้ำตาล 200 กรัม)	สูตรที่ 2 (น้ำตาล 230 กรัม)	สูตรที่ 3 (น้ำตาล 230 กรัม)
ลูกหยี	100	100	100
น้ำตาลทรายขาว	200	230	260
เกลือ	2	2	2
กลูโคสไซรัป	100	100	100
แป้งมันสำปะหลัง	80	80	80
น้ำ (สำหรับละลายแป้ง)	70	70	70
น้ำ (สำหรับปั่นผสมกับลูกหยี)	200	200	200

2.) นำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตัดเป็น 4 เหลี่ยม แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (untrained panel) จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน 1=ไม่ชอบอย่างยิ่ง, 9= ชอบอย่างยิ่ง) (Meilgaard *et al.*, 2007) โดยประเมินทางด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียว ความง่ายของการกลืน และความชอบโดยรวม

3.) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ชุดการทดลองที่มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสดีเหมาะสมที่สุดในการศึกษาในลำดับต่อไป

3.4.7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจะมีขั้นตอนการพัฒนาตามลำดับ เพื่อให้ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค แสดงได้ดังนี้

3.4.7.1 การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยแป้งชนิดต่าง ๆ

1.) นำสูตรจากข้อ 3.4.6.3 ในการพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวหนุบโดยใช้สารให้ความคงตัวที่ฮาลาล ซึ่งศึกษาอัตราส่วนของส่วนผสมที่ผ่านการออกแบบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยมี

การศึกษาปัจจัยชนิดของแป้ง 4 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และแป้งสาลี (ตารางที่ 3.3) โดยนำเนื้อลูกหยีปั่นละเอียดผสมน้ำ นำกระทะทองเหลืองตั้งไฟอ่อน นำน้ำและเนื้อลูกหยีลงในกระทะแล้วเติมแป้ง น้ำตาล และ กลูโคสไซรัป กวนประมาณ 15 นาที ให้เนื้อลูกหยีเหนียว นำเนื้อส่วนผสมเทลงในถาดอลูมิเนียม นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมงตั้งให้เย็นเล็กน้อย ทำแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized factorial design) ทำการศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามตัวแปรดังกล่าว 3 ซ้ำ

2.) นำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทดสอบผู้บริโภครุ่นเป่าหมายที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (untrained panel) จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน 1=ไม่ชอบอย่างยิ่ง, 9= ชอบอย่างยิ่ง) (Meilgaard *et al.*, 2007) โดยประเมินทางด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียว ความง่ายของการกลืน และความชอบโดยรวม และประเมินความต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

3.) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ชุดการทดลองที่มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสดีเหมาะสมที่สุดในการศึกษาในลำดับต่อไป

ตารางที่ 3.3 อัตราส่วนผสมของการใช้แป้งแต่ละชนิดในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (กรัม)			
	สำปะหลัง	แป้งสาลี	แป้งข้าวเจ้า	แป้งข้าวเหนียว
ลูกหยี	100	100	100	100
น้ำตาลทรายขาว	230	230	230	230
เกลือ	2	2	2	2
กลูโคสไซรัป	100	150	200	100
แป้งมันสำปะหลัง	80	80	80	80
น้ำ (ละลายแป้ง)	70	70	70	70
น้ำ (ปั่นผสมกับลูกหยี)	200	200	200	200

3.4.7.2 การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยแป้งและเจลาติน

1.) นำสูตรในการพัฒนาที่ใช้แป้งที่เหมาะสมต้องมีการปรับความเหนียวหนุบยังไม่ได้เท่าที่ควร จึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาโดยใช้เจลาตินฮาลาลในการปรับสูตร โดยศึกษาปริมาณของเจลาตินใน

การผลิตผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบซึ่งใช้ปริมาณของเจลาติน ร้อยละ 1.5, 3, 4.5, 6, 7.5 และ 9 ตามลำดับ ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยาเคี้ยวหนุบ (ตารางที่ 3.4) โดยนำเนื้อลูกหยาปั่นละเอียดผสมน้ำ นำกระทะทองเหลืองตั้งไฟอ่อน นำน้ำและเนื้อลูกหยาลงในกระทะแล้วเติมแป้ง น้ำตาล กลูโคสไซรัป และเจลาติน กวนประมาณ 15 นาที ให้เนื้อลูกหยาเหนียว นำเนื้อส่วนผสมเทลงในถาดอลูมิเนียม นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ตั้งให้เย็นเล็กน้อย

ตารางที่ 3.4 อัตราส่วนผสมของการใช้เจลาตินในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยาเคี้ยวหนุบ

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (กรัม)					
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
ลูกหยา	100	100	100	100	100	100
น้ำตาลทรายขาว	230	230	230	230	230	230
เกลือ	2	2	2	2	2	2
กลูโคสไซรัป	100	150	200	100	100	150
แป้งมันสะปะหลัง	80	80	80	80	80	80
น้ำ (ละลายแป้ง)	70	70	70	70	70	70
น้ำ (ปั่นผสมกับลูกหยา)	200	200	200	200	200	200
เจลาติน (%)	1.5	3	4.5	6	7.5	9

2.) นำผลิตภัณฑ์ลูกหยาเคี้ยวหนุบทดสอบผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (Untrained Panel) จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน 1=ไม่ชอบอย่างยิ่ง, 9= ชอบอย่างยิ่ง) (Meilgaard *et al.*, 2007) โดยประเมินทางด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียว ความยากง่ายของการกลืน และความชอบโดยรวม และประเมินความต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

3.) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ชุดการทดลองที่มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสดีเหมาะสมที่สุดในการศึกษาในลำดับต่อไป

3.4.7.3 การปรับรูปแบบและปริมาณน้ำลูกหยา

1.) นำสูตรในการเติมปริมาณเจลาตินทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาปริมาณน้ำลูกหยาที่มีความเข้มข้น ร้อยละ 10 (น้ำ 1000 กรัม ต่อเนื้อลูกหยา 100 กรัม ศึกษาปริมาณของน้ำลูกหยา 3

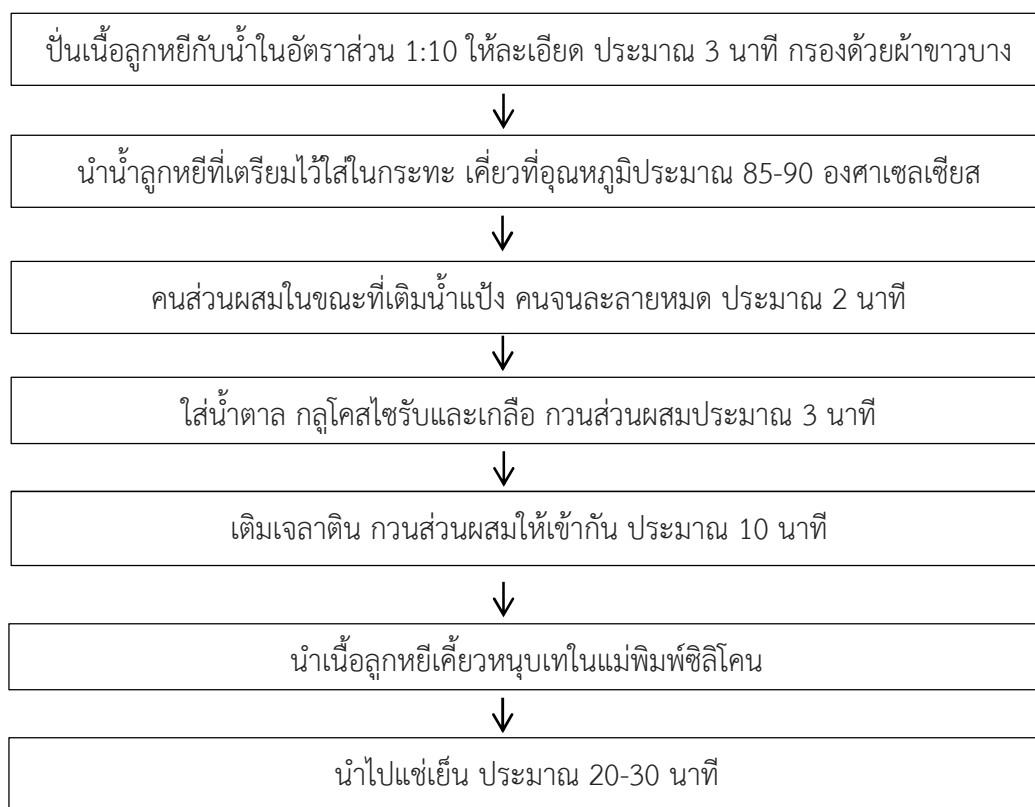
ระดับ คือ 200, 300 และ 400 กรัม และศึกษากระบวนการผลิต 2 รูปแบบ (ตารางที่ 3.5) คือการกรองและไม่กรองน้ำลูกหยี

2.) ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยนำเนื้อลูกหยีปั่นละเอียดผสมน้ำ นำกระทะทองเหลืองตั้งไฟอ่อน นำน้ำและเนื้อลูกหยีลงในกระทะแล้วเติมแป้ง น้ำตาล กลูโคสไซรัป และเจลาติน โดยวัดอุณหภูมิของเนื้อลูกหยีในกระทะ 85-90 องศาเซลเซียส กวนประมาณ 15 นาที (ภาพที่ 3.2) นำเนื้อผลิตภัณฑ์ตักด้วยช้อนใส่ในแม่พิมพ์ซิลิโคน ตั้งให้เย็นแล้วนำแช่เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง

3.) นำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบบวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ความชื้น ค่าพีเอช a_w และวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ปริมาณวิตามินซี เยื่อใยอาหาร ปริมาณของแข็งทั้งหมด โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) วิเคราะห์ตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging capacity assay (ดัดแปลงจากวิธีการของ Shimada *et al.*, 1992) และวิเคราะห์ total phenolic content โดยใช้ Folin-Ciocalteu reagent (Piljac *et al.*, 2005) และทดสอบผู้บริโภครายกลุ่มเป้าหมายที่ผ่านการฝึกฝน (untrained panel) จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน 1=ไม่ชอบอย่างยิ่ง, 9= ชอบอย่างยิ่ง) (Meilgaard *et al.*, 2007) โดยประเมินทางด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียว ความง่ายของการกลืน และความชอบโดยรวม และประเมินความต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 3.5 การออกแบบสูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามปริมาณของน้ำลูกหยีและวิธีการต่างกัน

อัตราส่วน/สูตร	น้ำลูกหยีที่ผ่านการกรอง			น้ำลูกหยีที่ไม่ผ่านการกรอง		
	สูตรที่ 1 (200 กรัม)	สูตรที่ 2 (300 กรัม)	สูตรที่ 3 (400 กรัม)	สูตรที่ 4 (200 กรัม)	สูตรที่ 5 (300 กรัม)	สูตรที่ 6 (400 กรัม)
น้ำลูกหยี	200	300	400	200	300	400
น้ำตาลทรายขาว	230	230	230	230	230	230
เกลือ	2	2	2	2	2	2
กลูโคสไซรัป	100	100	100	100	100	100
แป้งมันสำปะหลัง	80	80	80	80	80	80
น้ำ (ละลายแป้ง)	70	70	70	70	70	70
เจลาติน (%)	9	9	9	9	9	9



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบตามปริมาณของน้ำลูกหิและวิธีการต่างกัน

4.) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

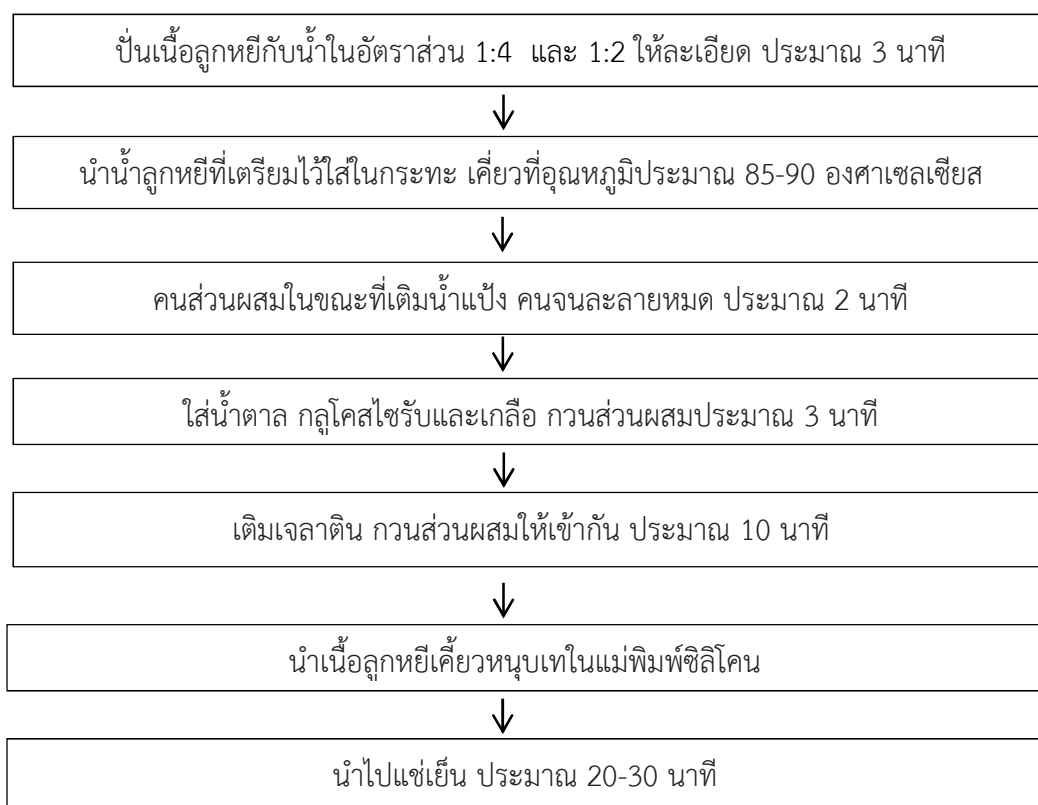
3.4.7.4 การปรับอัตราส่วนเนื้อลูกหิและน้ำ ปริมาณน้ำตาลและกลูโคสไซรัป

1.) การศึกษาอัตราส่วนของเนื้อลูกหิและน้ำ 2 ระดับคือ 1:4 และ 1:2 ปริมาณน้ำตาลทราย 230 และ 260 กรัม และกลูโคสไซรัป 100 และ 150 กรัม (ตารางที่ 3.6) ต่อความยอมรับของผู้บริโภคและพัฒนาสูตรให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2.) ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหิเคี้ยวหนุบ โดยนำเนื้อลูกหิปั่นละเอียดผสมน้ำ นำกระทะทองเหลืองตั้งไฟอ่อน นำน้ำและเนื้อลูกหิลงในกระทะแล้วใส่แป้ง น้ำตาล กลูโคสไซรัป และเจลาติน โดยวัดอุณหภูมิของเนื้อลูกหิในกระทะ 85-90 องศาเซลเซียส กวนประมาณ 15 นาที (ภาพที่ 3.3) นำเนื้อผลิตภัณฑ์ตักด้วยช้อนใส่ในแม่พิมพ์ซิลิโคน ตั้งให้เย็นแล้วนำแช่เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.6 อัตราส่วนของเนื้อมูกหีและน้ำ ปริมาณน้ำตาล และกลูโคสไซรัปในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบ

อัตราส่วน/สูตร	สูตรที่ 1 (1:4)	สูตรที่ 2 (1:4)	สูตรที่ 3 (1:2)	สูตรที่ 4 (1:2)	สูตรที่ 5 (1:4)	สูตรที่ 6 (1:4)	สูตรที่ 7 (1:2)	สูตรที่ 8 (1:2)
เนื้อมูกหี	400	400	400	400	400	400	400	400
น้ำตาลทรายขาว	230	230	230	230	260	260	260	260
เกลือ	2	2	2	2	2	2	2	2
กลูโคสไซรัป	100	150	100	150	100	150	100	150
แป้งมันสำปะหลัง	80	80	80	80	80	80	80	80
น้ำ (ละลายแป้ง)	70	70	70	70	70	70	70	70
เจลาติน (%)	9	9	9	9	9	9	9	9



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบตามอัตราส่วนเนื้อมูกหีและน้ำ ปริมาณน้ำตาล และกลูโคสไซรัป

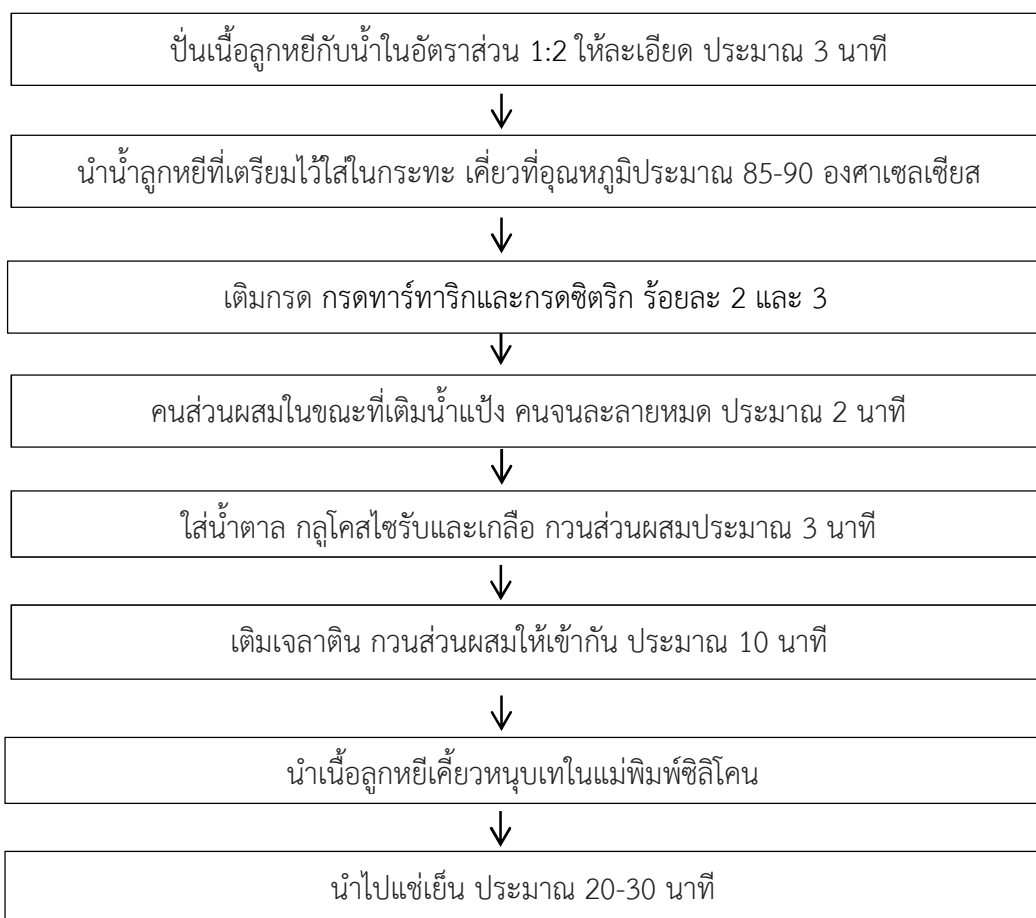
3.) นำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ความชื้น ค่าพีเอช a_w และวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ปริมาณวิตามินซี เยื่อใยอาหาร ปริมาณของแข็งทั้งหมด โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) วิเคราะห์ตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Capacity Assay (ดัดแปลงจากวิธีการของ Shimada *et al.*, 1992) และวิเคราะห์ total phenolic content โดยใช้ Folin-Ciocalteu reagent (Piljac *et al.*, 2005) และทดสอบผู้บริโภคร่วมเป้าหมายที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (untrained panel) จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน 1=ไม่ชอบอย่างยิ่ง, 9= ชอบอย่างยิ่ง) (Meilgaard *et al.*, 2007) โดยประเมินทางด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียว ความยากง่ายของการกลืน และความชอบโดยรวม และประเมินความต้องการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

4.) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.7.5 การปรับชนิดและปริมาณกรด

1.) การศึกษาปริมาณกรดทาร์ทาริกและกรดซิตริก ศึกษา 2 ระดับคือ ร้อยละ 2 และ ร้อยละ 3 โดยดัดแปลงจากการผลิตแยมผลไม้ (สรฤดี, 2552) ต่อความยอมรับของผู้บริโภค (ตารางที่ 3.7)

2.) ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยนำเนื้อมะม่วงป่นละเอียดผสมน้ำ นำกระทะทองเหลืองตั้งไฟอ่อน นำน้ำและเนื้อมะม่วงลงในกระทะแล้วเคี่ยว น้ำตาล กลูโคสไซรัป และเจลาติน โดยวัดอุณหภูมิของเนื้อมะม่วงในกระทะ 85-90 องศาเซลเซียส กวนประมาณ 15 นาที (ภาพที่ 3.4) นำเนื้อมะม่วงที่ต้กด้วยซอสในแม่พิมพ์ซิลิโคน ตั้งให้เย็นแล้วนำแช่เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบตามชนิดและปริมาณกรด

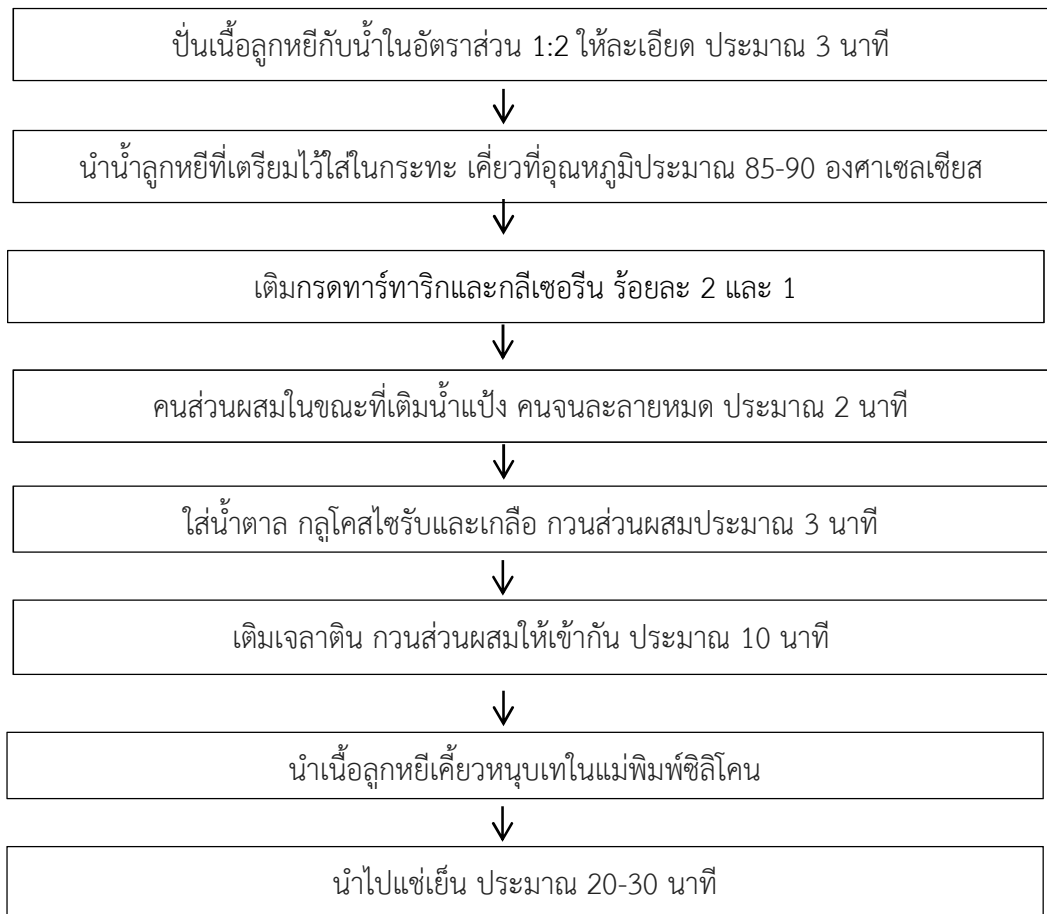
ตารางที่ 3.7 อัตราส่วนของการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบ

อัตราส่วน/สูตร	ชุดควบคุม (ไม่เติมกรด)	กรดทาร์ทริก แต่ละระดับ		กรดซิตริก แต่ละระดับ	
		ร้อยละ 2	ร้อยละ 3	ร้อยละ 2	ร้อยละ 3
น้ำลูกหี	400	400	400	400	400
น้ำตาลทรายขาว	260	260	260	260	260
เกลือ	2	2	2	2	2
กลูโคสไซรัป	100	100	100	100	100
แป้งมันสำปะหลัง	80	80	80	80	80
น้ำ (ละลายแป้ง)	70	70	70	70	70
เจลาติน (%)	9	9	9	9	9

3.4.7.6 การลดปริมาณค่าออกเตอร์แอคทีวิตี้ด้วยกลีเซอริน

1.) การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยการนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือก 3 สูตร มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางด้านเคมี ทางด้านกายภาพ และทางด้านจุลชีววิทยา

2.) ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ (ตารางที่ 3.8) ใช้ปริมาณของกลีเซอริน ร้อยละ 1 (วรรณศิริ และคณะ, 2555) โดยนำเนื้อลูกหยีปั่นละเอียดผสมน้ำ นำกระทะทองเหลืองตั้งไฟอ่อน นำน้ำและเนื้อลูกหยีลงในกระทะแล้วเติมน้ำตาล กลูโคสไซรัป และเจลาติน โดยวัดอุณหภูมิของเนื้อลูกหยีในกระทะ 85-90 องศาเซลเซียส กวนประมาณ 15 นาที (ภาพที่ 3.5) นำเนื้อผลิตภัณฑ์ตักด้วยช้อนใส่ในแม่พิมพ์ซิลิโคน ตั้งให้เย็นแล้วนำแช่เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามปริมาณของกรดและกลีเซอริน

ตารางที่ 3.8 อัตราส่วนของการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

อัตราส่วน/สูตร	ชุดควบคุม (ไม่เติมกรดและ กลีเซอริน)	ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบแต่ละสูตร		
		กรดทาร์ทาริก 2%	กลีเซอริน 1%	กรดทาร์ทาริก 2% และ กลีเซอริน 1%
น้ำลูกหยี	400	400	400	400
น้ำตาลทรายขาว	260	260	260	260
เกลือ	2	2	2	2
กลูโคสไซรัป	100	100	100	100
แป้งมันสำปะหลัง	80	80	80	80
น้ำ (ละลายแป้ง)	70	70	70	70
เจลาติน (%)	9	9	9	9

3.4.8 ศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

1.) ผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสมที่สุดตามข้อ 3.4.7.6 แล้วบรรจุลงชนิด PP และบรรจุลง AL ปิดผนึกด้วยความร้อน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 0, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน ทำแบบแฟคตอเรียลแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design) ทำการศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามตัวแปรดังกล่าว 3 ข้อ

2.) เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนด นำผลิตภัณฑ์วิเคราะห์สมบัติ ได้แก่ ความชื้น (AOAC, 2000) ปริมาณวิตามินซี (AOAC, 2000) ค่าสี (AOAC, 2000) และคุณภาพของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด วิเคราะห์ปริมาณเชื้อยีสต์และรา วิเคราะห์ตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging capacity assay (ดัดแปลงจากวิธีการของ Shimada *et al.*, 1992) และ วิเคราะห์ total phenolics content โดยใช้ Folin-Ciocalteu reagent (Piljac *et al.*, 2005) และทดสอบผู้บริโภครุ่นเป้าหมายที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (Untrained Panel) จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน 1=ไม่ชอบอย่างยิ่ง, 9= ชอบอย่างยิ่ง) (Meilgaard *et al.*, 2007) โดยประเมินทางด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ การยืดเกาะของเนื้อ ความเหนียว ความยากง่ายของการกลืน และความชอบโดยรวม และประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

3.) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) ทำการทดลอง 3 ข้อ และการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของชุดการทดลองโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.9 ศึกษาผลการตอบรับของผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการผลิตและถ่ายทอดเทคโนโลยี

1.) ทดสอบทางการตลาดเบื้องต้น โดยการลงพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ จังหวัดปัตตานี ยะลาและนราธิวาส ทดสอบผลิตภัณฑ์และแบบสอบถาม กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 63 รายในพื้นที่ โดยแยกประเด็นการศึกษา คือ ส่วนที่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคทั่วไป ส่วนที่ 2 พฤติกรรมของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ และส่วนที่ 3 ระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ด้วยวิธีการ 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน 1=ไม่ชอบอย่างยิ่ง, 9= ชอบอย่างยิ่ง) (Lawless and Heymann, 1999) ต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

2.) ทดสอบผู้บริโภคทั่วไป การศึกษาข้อมูลความต้องการของกลุ่มผู้บริโภค ผู้บริโภควัย อายุ ในช่วง 15-35 ปี จำนวน 300 คน จากผู้ประกอบการลูกหยีในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ในจังหวัดปัตตานี ยะลาและนราธิวาส โดยมีสถานที่การลงพื้นที่ ห้างสรรพสินค้า ตลาดนัด โรงเรียน วิทยาลัยและมหาวิทยาลัย แยกคุณสมบัติเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ส่วนที่ 2 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ และส่วนที่ 3 คุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยใช้กลุ่มบริโภคทั่วไปจำนวน 300 คน ด้วยวิธีการ 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน 1=ไม่ชอบอย่างยิ่ง, 9= ชอบอย่างยิ่ง) (Lawless and Heymann, 1999) ต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

3.) การทดสอบความยอมรับของนักท่องเที่ยว โดยศึกษาข้อมูลของนักท่องเที่ยว อายุในช่วง 15-35 ปี จำนวน 100 คน จากนักท่องเที่ยวในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี CLT (central location test) แยกคุณสมบัติเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ส่วนที่ 2 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ และส่วนที่ 3 คุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยใช้กลุ่มบริโภคทั่วไปจำนวน 300 คน ด้วยวิธีการ 9-point hedonic scale (ระดับคะแนน 1=ไม่ชอบอย่างยิ่ง, 9= ชอบอย่างยิ่ง) (Lawless and Heymann, 1999) ต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

4.) การคำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ จากวัตถุดิบ ค่าแรง ค่าเสียมราคา ค่าไฟฟ้า และค่าแก๊ส และความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงพาณิชย์

5.) แผนการส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย การถ่ายทอดเทคโนโลยีได้จัดทำในรูปแบบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติ โดยการสาธิตพร้อมกับการมีส่วนร่วมในการผลิตขณะอบรมของผู้ประกอบการ SME และ กลุ่มแม่บ้านในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ มีการให้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิต บรรจุภัณฑ์ อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

6.) ประเมินผลการส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลสำเร็จที่คาดว่าจะได้รับเมื่อสิ้นสุดโครงการของกลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจในเทคโนโลยีที่ได้รับการส่งเสริมและการถ่ายทอดและมีความเข้าใจในกระบวนการผลิตโดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายในเรื่องการส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมของโครงการ อุปสรรคและปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้รับ

7.) การวัดผลความพึงพอใจของผู้ประกอบการ กลุ่มแม่บ้าน กลุ่มเป้าหมายต่อผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการตอบรับของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และการขยายเชิงพาณิชย์ของผลิตภัณฑ์

บทที่ 4

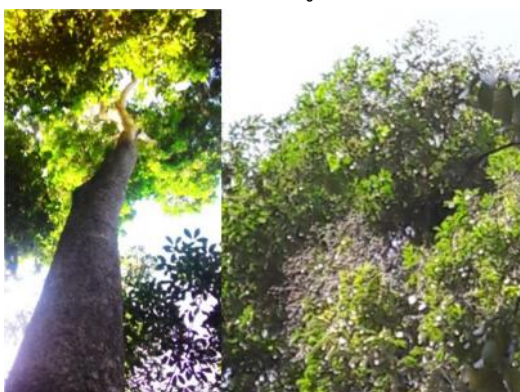
ผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีการศึกษาข้อมูลทางองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระของลูกหยีในการจัดการและรักษาคุณค่าทางโภชนาการระหว่างการแปรรูปอาหาร การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องมีการศึกษาข้อมูลทางการตลาดของผู้บริโภค รวมถึงศึกษาข้อมูลความพร้อมของสถานประกอบการเกี่ยวกับกระบวนการผลิตและรูปแบบของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามความต้องการของผู้ประกอบการ นำข้อมูลวิเคราะห์และประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย มีการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม มีการทดสอบทางการตลาดสำหรับผู้บริโภคในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ และนักท่องเที่ยวต่างชาตินำองค์ความรู้ที่ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการที่ผลิตผลิตภัณฑ์จากลูกหยีในการนำไปใช้ประโยชน์ในลำดับต่อไป

4.1 ศึกษากระบวนการเก็บเกี่ยวและการจัดการลูกหยีดำหลังการเก็บเกี่ยว

การลงพื้นที่ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ เพื่อหาแหล่งของผู้ประกอบการในการลงเก็บเกี่ยวลูกหยีจากต้น โดยมีการติดตามในช่วงฤดูผลผลิตประมาณเดือนกันยายน-ธันวาคม จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการขนาดเล็กชื่อว่า “อามานีลูกหยี” และ “แบยิกายี” ที่ตั้งในพื้นที่ตำบลลำใหม่ อำเภอเมืองจังหวัดยะลา โดยมีขั้นตอนการเก็บเกี่ยวลูกหยีจากต้น แสดงได้ดังนี้

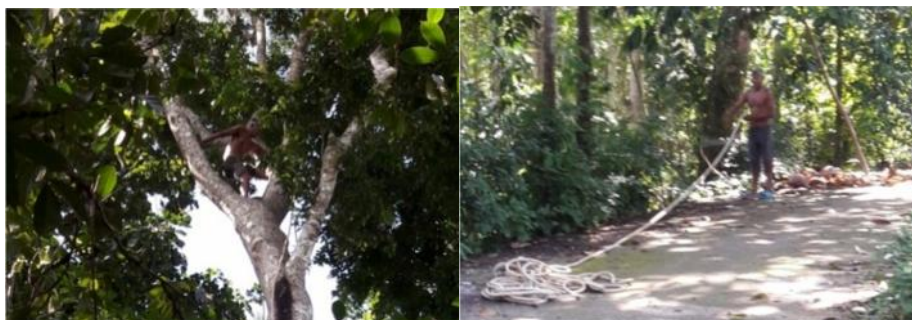
1.1) การติดตามและติดต่อกับผู้ที่ขายลูกหยีเป็นประจำทุกปี และมีการลงพื้นที่สำรวจโดยการส่องด้วยกล้องทางไกล ผู้ประกอบการตกลงราคากับเจ้าของต้นลูกหยี มีการตกลงราคา 2 วิธีการคือวิธีการที่ 1 การขายแบบเหมาจ่ายทั้งต้นตามราคาที่ตกลงไว้ เช่น ทั้งต้นราคา 3,000 บาท และวิธีการที่ 2 การขายโดยชั่งน้ำหนักตามจำนวนของลูกหยีที่ได้รับจากการตัดและได้ผลผลิตเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ราคาขึ้นลงแตกต่างกันในแต่ละปี ประจำปี 2559 ราคาลูกหยีสดประมาณ 50-70 บาท (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 การลงพื้นที่สำรวจต้นลูกหยีในการจอง ตอนที่ลูกหยียังไม่สุกและตกลงราคาก่อนเก็บผลผลิตเมื่อลูกหยีสุก

1.2) การขึ้นต้นลูกหยีในการตัด โดยทางผู้ประกอบการจะมีการจ้างผู้ตัดอีกครั้ง โดยคิดรอบละ 1,000 บาท ต่อ 1 ต้น หรือตามปริมาณงานที่ได้ตกลงกันไว้ประมาณ 1,500-2,000 บาท หรือการคิดในอัตราผลผลิต 15 บาทต่อกิโลกรัม

1.3) เมื่อตกลงราคาไว้แล้วจะมีการขึ้นไปตัดลูกหยีโดยใช้เชือกนำ เพื่อใช้ในการไต่ขึ้นไป ตัดกิ่งขนาดเล็กปลาย ๆ ของต้นลูกหยี และยังช่วยให้มีความปลอดภัยต่อผู้ที่ขึ้นไปตัดด้วย ผู้ที่รับจ้างขึ้นไปตัดลูกหยียังจะเลือกตัดกิ่งที่มีลูกหยีติดอยู่ เมื่อทำการตัดลูกหยีแล้วจะตกลงสู่พื้นดิน (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 การเตรียมตัวสำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตลูกหยีและการขึ้นต้นลูกหยีต้องอาศัยความชำนาญการ

1.4) ผู้ที่อยู่ได้ต้นลูกหยีจะรวบรวมและมีการลูบลูกหยีดำ พบว่า ค่าจ้างในการลูบลูกหยี 6 บาทต่อกิโลกรัม แล้วทำการบรรจุลงในกระสอบขาว แล้วทำการชั่งน้ำหนัก (ภาพที่ 4.3) ปริมาณของลูกหยี ที่ได้แต่ละต้น จากการศึกษ พบว่า ปริมาณลูกหยีแต่ละต้นที่ตัดมีปริมาณลูกหยีประมาณ 50-80 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับขนาดของต้นและจำนวนกิ่งของต้นลูกหยี



ภาพที่ 4.3 ขั้นตอนการลูบหรือการเก็บลูกหยีดำแล้วบรรจุลงกระสอบ

4.2 การเปลี่ยนแปลงและข้อตำหนิของลูกหยีหลังการเก็บเกี่ยว

4.2.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลลูกหยีระหว่างการพัฒนาของผล

การตัดลูกหยีจากต้นต้องมีความรู้เกี่ยวกับระยะเวลาสุกและระยะเวลาที่เหมาะสมของลูกหยี เนื่องจากลูกหยีที่เก็บเกี่ยวต้องผ่านการเตรียมกะเทาะเปลือกหลังจากการตากแดด กรณีที่ลูกหยีสุกบน

ต้นมากเกินไปจะส่งผลให้เกิดการสลัดลูกหยีบริเวณในรอบ ๆ ต้น ส่งผลต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตลูกหยีได้ปริมาณน้อย หากไม่สุกจะทำให้ลูกหยีมีปัญหาต่อการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ และเปลือกลูกหยีดำยังคงติดอยู่กับเนื้อลูกหยี เมื่อมีการตากแดดแล้วกะเทาะเปลือก ซึ่งจะส่งผลต่อการนำลูกหยีไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ จะมีสีดำของเปลือกติดไปด้วย การเปลี่ยนแปลงของลูกหยีที่ออกดอกและติดผลจะมีลักษณะสีเขียวที่ยังไม่สุก (ภาพที่ 4.4 ภาพขวามือสุด) จนมีการเปลี่ยนแปลงจนสุก (ภาพที่ 4.4 ซ้ายมือสุด) ระยะเวลาที่ออกดอกและสุกของลูกหยีประมาณ 5 เดือน การสุกของต้นลูกหยีในพื้นที่สุกไม่พร้อมกัน เนื่องจากการออกดอกของต้นลูกหยีแตกต่างกันจึงเป็นข้อดีของผู้เก็บเกี่ยวสามารถวางแผนในการตัดลูกหยีได้และมีการจัดเตรียมลูกหยีในการตากแดดและเตรียมการแปรรูปในลำดับต่อไป



ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงของลูกหยีแก่จนถึงระยะสุกที่สามารถเก็บเกี่ยวได้

4.2.2 ข้อตำหนิของลูกหยีหลังการเก็บเกี่ยว

จากการคัดเลือกและคุณภาพของวัตถุดิบหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ลูกหยีที่ผ่านการตัดจากต้นมีสิ่งเจือปนของเศษใบไม้ เศษหญ้า และดิน ในปริมาณเล็กน้อย (ภาพที่ 4.5) เมื่อสุ่มตัวอย่างจากลูกหยีสต 1 กิโลกรัม พบว่า ลูกหยีที่ได้มีข้อตำหนิจากการกระแทกของลูกหยี (ภาพที่ 4.6) ขณะการตกจากที่สูง และการลู่บรรจุลงถุงกระสอบ การวิเคราะห์คัดเลือกวัตถุดิบลูกหยี 2 ผู้ประกอบเกี่ยวกับคุณภาพและข้อตำหนิของลูกหยี พบว่า น้ำหนักของลูกหยีที่มีคุณภาพและตำหนิแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผู้ประกอบการอามานีลูกหยี มีร้อยละของลูกหยีมีคุณภาพ ร้อยละ 68.00 ± 2.67 สูงกว่าผู้ประกอบการแบยิกายีที่มีปริมาณร้อยละ คุณภาพของลูกหยี ร้อยละ 63.00 ± 2.14 (ตารางที่ 4.1) ซึ่งมีการแตก ร้อยละ 37.00 ± 2.14 - 32.00 ± 2.67 (ภาพที่ 4.6 และ 4.6 ก. และตารางที่ 4.1) ส่วนข้อตำหนิจากการขึ้นราและแมลง (ภาพที่ 4.6 ข. และ ค.) ค่าที่ได้มีความแตกต่างกัน เนื่องจากแต่ละแห่ง มีการจ้างตัดลูกหยี ซึ่งมีขนาดและความสูงของต้นลูกหยีแตกต่างกัน ส่งผลต่อการตกของกิ่งลูกหยีที่กระแทกแตกต่างกัน จึงทำให้ค่าการคัดเลือกคุณภาพของลูกหยีแตกต่างกัน รวมถึงปัจจัยความชำนาญของผู้ตัดและการวางแผนการเก็บผลผลิตระหว่างการลู่ลูกหยีบรรจุกระสอบ



ก.

ข.

ค.

ภาพที่ 4.5 ลูกหยีสตหลังการเก็บเกี่ยวจากต้นและลูกหยีสตที่ผ่านการคัดแยก

ก. ลูกหยีสตหลังการเก็บเกี่ยวจากต้นลูกหยี

ข. ลูกหยีสตที่มีลักษณะที่ดีและไม่มีข้อตำหนิ

ค. ลูกหยีที่มีข้อตำหนิ จากการกระแทก การขนส่งและการrubเอาผลลูกหยีออก



ก.

ข.

ค.

ภาพที่ 4.6 ลักษณะการสูญเสียทางกายภาพของเปลือกที่แตกจากการกระแทก (ภาพ ก.) แผลงเจาะกิน (ภาพ ข.) และการขึ้นเชื้อราในตัวอย่างลูกหยี (ภาพ ค.)

ตารางที่ 4.1 การคำนวณร้อยละการคัดเลือกวัตถุดิบของลูกหยีสุก

ผู้ประกอบการ	ปริมาณลูกหยีต่อการเก็บเกี่ยวลูกหยี (กิโลกรัม)	น้ำหนักลูกหยีสตที่ใช้ในการคัดคุณภาพ (กรัม)	ร้อยละการคัดคุณภาพของลูกหยี	
			น้ำหนักหลังคัดแยก	น้ำหนักข้อตำหนิ
อามานิลูกหยี	60, 66, 72	1,000	68.00±2.67 ^a	32.00±2.67 ^a
แบยิกายี	65, 68	1,000	63.00±2.14 ^b	37.00±2.14 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.2.3 การเตรียมผลผลิตก่อนการแปรรูปต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกหยี

4.2.3.1 การศึกษาการสูญเสียของน้ำหนักจากการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนและการตากแดด

การศึกษาปัจจัยของการเตรียมวัตถุดิบของลูกหยีดำด้วยวิธีการตากแดดตามวิธีปกติของผู้ประกอบการและการใช้ตู้อบลมร้อนที่ใช้ความร้อนในการอบ 50 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ความเร็วลมที่ 1,400 รอบ/วินาที จากการศึกษา พบว่า การอบแบบใช้ตู้อบลมร้อนและการตากแดด มีผลต่อการระเหยน้ำที่มีอยู่ในตัวอย่างลูกหยีดำแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่การอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะทำให้น้ำระเหยออกจากตัวอย่างลูกหยีดำ ร้อยละ 14.49 ± 0.17 ขณะที่การอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพียงร้อยละ 12.54 ± 0.28 ส่วนวิธีดั้งเดิมโดยการตากแดด 11.36 ± 0.19 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณของผลผลิตจากลูกหยีสดและลูกหยีอบแห้ง

สภาวะการอบลูกหยี (องศาเซลเซียส)	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (กรัม)	ร้อยละการ สูญเสียน้ำหนัก
60 (4 ชั่วโมง)	200.07 ± 0.083^a	171.07 ± 0.27^c	29.00 ± 0.36^a	14.49 ± 0.17^a
50 (4 ชั่วโมง)	200.16 ± 0.096^a	175.05 ± 0.48^b	25.11 ± 0.57^b	12.54 ± 0.28^b
40 (ตากแดด) (4 ชั่วโมง)	200.17 ± 0.084^a	177.43 ± 0.38^a	22.74 ± 0.37^c	11.36 ± 0.19^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การวิเคราะห์ลักษณะขององค์ประกอบทางกายภาพของลูกหยีดำที่ผ่านการเตรียมก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูป โดยทั่วไปผู้ประกอบการจะทำการตากแดด การศึกษาเปรียบเทียบการเตรียมลูกหยีดำอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.7 และ 4.8) แล้วคำนวณร้อยละผลผลิตที่ได้จากการนำเนื้อลูกหยีไปใช้ประโยชน์ในการแปรรูป จากการศึกษา พบว่า ลูกหยีสดมีปริมาณของเนื้อลูกหยี ร้อยละ 33.66 ± 0.56 (ตารางที่ 4.3) ซึ่งได้ปริมาณร้อยละผลผลิตที่น้อย เนื่องจากมีปริมาณของเปลือกลูกหยีและเมล็ดมีน้ำหนักรวมถึง ร้อยละ 66 ส่วนการเตรียมลูกหยีดำในรูปของลูกหยีแห้ง (ลูกหยีแดง) จากกระบวนการที่แตกต่าง พบว่า วิธีการเตรียมลูกหยีดำให้เป็นลูกหยีแดงแต่ละวิธีการมีผลต่อปริมาณของร้อยละผลผลิตลูกหยีแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยการอบแห้งมีปริมาณเนื้อลูกหยีที่ผ่านการเอาเมล็ดออกที่ ร้อยละ 36.92-37.87 ซึ่งการอบแห้งมีผลต่อการทำให้บริเวณผิวของเปลือกลูกหยีได้รับความร้อน และถูกลมร้อนเป่า ทำให้ความชื้นจากเปลือกลดลง

และมีการแพร่ของน้ำจากเมล็ดสู่เนื้อและสู่เปลือกในลำดับต่อไป เมื่อมีการคำนวณร้อยละผลผลิตของเนื้อลูกหิจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากความชื้นในเปลือกและเมล็ดลดลง จึงจัดส่วนของการเปรียบเทียบร้อยละของเนื้อลูกหิเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.3 การคำนวณร้อยละผลผลิตของลูกหิสดและลูกหิที่ผ่านการเตรียมโดยวิธีต่างกัน

ลูกหิ	ปริมาณ (ร้อยละ)		
	เนื้อลูกหิ	เปลือกลูกหิ	เมล็ดลูกหิ
สด	33.66±0.56 ^c	30.59±0.61 ^a	35.75±1.16 ^a
อบแห้ง 50 องศาเซลเซียส	36.92±0.73 ^a	30.67±0.22 ^a	32.40±0.50 ^b
อบแห้ง 60 องศาเซลเซียส	37.87±0.08 ^b	30.26±0.33 ^a	31.87±0.24 ^b
ตากแดด	38.64±1.90 ^a	30.46±0.36 ^a	31.55±0.11 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



ลูกหิตากแดด

อบที่ 50 องศาเซลเซียส

อบที่ 60 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 4.7 การเก็บตัวอย่างลูกหิที่ผ่านการเตรียมก่อนการแปรรูปโดยการอบด้วยตู้อบลมร้อนและวิธีการตากแดด

เปลือกลูกหิ

เนื้อลูกหิที่เอาเมล็ดออก

เมล็ดลูกหิ

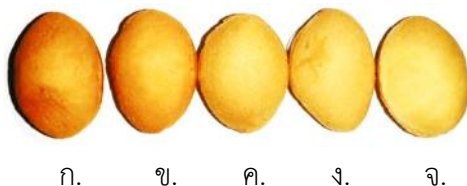


ภาพที่ 4.8 การเตรียมวัตถุดิบก่อนการแปรรูปโดยการคำนวณร้อยละผลผลิตของลูกหิ

4.2.3.2 การเตรียมผลผลิตก่อนการแปรรูปต่อการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีและทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกหยีดำ

การวิเคราะห์ลูกหยีสดและลูกหยีที่ผ่านการอบแห้ง (ในท้องตลาด) และลูกหยีที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 50 องศาเซลเซียส และลูกหยีตากแดด 4 ชั่วโมง พบว่า แหล่งที่มาของลูกหยีสดและลูกหยีที่มีจำหน่ายในพื้นที่ 3 จังหวัด และลูกหยีที่ผ่านการอบแห้งมีผลต่อค่าสี ค่า pH ค่า a_w ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ($^{\circ}\text{Brix}$) เยื่อใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และเถ้า ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.4) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สมบัติทางกายภาพ การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของลูกหยีที่ผ่านการตากแดดและอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าสีของเนื้อลูกหยีมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่เนื้อลูกหยีจากแหล่งของผู้ประกอบการในพื้นที่ อำเภอยะรังมีค่าความสว่างจะน้อยกว่าเนื้อลูกหยีสดและเนื้อลูกหยีที่ผ่านการอบแห้ง ($p \leq 0.05$) เนื่องจากลูกหยีที่นำมาจากแหล่งของผู้ประกอบการเป็นลูกหยีที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1-2 ปี ซึ่งมีผลจากการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและสีจากการตากแดดของลูกหยีระยะนานกว่าการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 4.9 และตารางที่ 4.4) และ ค่า a^* มีค่า 14.47 ± 0.01 ซึ่งผลลูกหยีที่ผ่านการเก็บรักษาและตากแดดมีผลต่อลูกหยีมีสีแดงมาก จากการเปลี่ยนแปลงของลูกหยีของรังสี UV ต่อการดูดกลืนแสงและสารที่อยู่ในลูกหยีเข้มข้นจากการระเหยน้ำออกโดยใช้ความร้อน แสดงดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 ลักษณะของลูกหยีที่ปอกเปลือกตามสภาวะการอบแห้ง

- ก. ลูกหยีที่ผ่านการเตรียมจากผู้ประกอบการในพื้นที่ ยะรัง
- ข. ลูกหยีที่ผ่านการตากแดดเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง
- ค. ลูกหยีที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง
- ง. ลูกหยีที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง
- จ. ลูกหยีสดที่ไม่ผ่านการอบแห้ง

สมบัติทางเคมี การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของลูกหยีที่ผ่านการตากแดดและอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีในการประเมินการเปลี่ยนแปลงของลูกหยีที่ผ่านการอบแห้ง โดยใช้วิธีการดั้งเดิมและการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน พบว่า ค่า pH ของตัวอย่างของเนื้อลูกหยีมีค่าความเป็นกรดสูง ซึ่งลูกหยีสดมีค่า pH 2.78 ± 0.01 เมื่อผ่านการอบแห้ง ส่งผลต่อค่าความเป็น

กรดลดลง เนื่องจากกระบวนการผลิตมีการใช้ความร้อนและเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานการสูญเสียของวิตามินซี จึงทำให้ค่า pH สูงขึ้นเป็น 2.83 ± 0.005 (อบที่ 50 องศาเซลเซียส) และ 2.98 ± 0.01 (ลูกหีจากแหล่งผู้ประกอบการ) ตามลำดับ ส่วนปริมาณความชื้นและค่า a_w พบว่า ลูกหีสดมีปริมาณความชื้นและ a_w สูงที่สุด และจะลดลงตามการอบแห้ง โดยที่วัตถุดิบที่ผู้ประกอบการเก็บรักษาที่สามารถเก็บเป็นระยะเวลานานได้นั้น โดยการลดปริมาณความชื้นต่ำที่ ร้อยละ 6.59 ± 0.74 ดังนั้นการอบแห้งที่ระดับความชื้นอยู่ในระดับนั้นต้องมีการอบลูกหีแดงหลังจากการอบ เพื่อการกะเทาะเปลือกเท่านั้น (ภาพที่ 4.10) ซึ่งนำเนื้อลูกหีวิเคราะห์ปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง ร้อยละ 10.10 ± 3.80 - 15.56 ± 0.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) ซึ่งสอดคล้องกัน Osanaiye *et al.* (2013) ศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่าง *Dialium guineense* จากแอฟริกา พบว่า มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 10.53 ในการพิจารณาองค์ประกอบเบื้องต้นของลูกหี พบว่า เนื้อลูกหี มีปริมาณของไขมันและโปรตีนต่ำ ซึ่งพืชสวนมีปริมาณของไขมันและโปรตีน (จริงแท้และธีรนุต, 2549) ในขณะที่มีปริมาณเส้นใยอาหารที่อยู่ในระดับ ร้อยละ 4.30 ± 0.096 - 5.14 ± 0.51 ซึ่งสามารถช่วยในการขับถ่ายของระบบย่อยอาหารได้เป็นอย่างดี ซึ่งการศึกษาของ Adepoju (2009) การศึกษาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของพืชบางชนิดที่ขึ้นในพื้นที่ป่าทางตะวันตกเฉียงใต้และแถบกลางของประเทศไนจีเรีย ได้แก่ *Mombin Spondias*, *Dialium guineense* และ *Mordii whytii* โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐาน AOAC พบว่า มีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 2.6-8.3 กรัม, ไขมัน 1.6-2.0 กรัม, เยื่อใยอาหาร 0.6 -11.8 และ ปริมาณเถ้า 1.0-6.8 กรัม/100 กรัม ซึ่งสายพันธุ์และแหล่งการเพาะปลูกมีผลต่อองค์ประกอบของลูกหีแตกต่างกันไปด้วย



ภาพที่ 4.10 ลักษณะปรากฏของลูกหีสดที่ผ่านการปอกเปลือกและเมล็ดของลูกหี

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของลูกหยีสดและลูกหยีที่ผ่านการอบแห้ง

สมบัติ		ตัวอย่างลูกหยี				
		ผลอบแห้งจาก ผู้ประกอบการ	ตากแดด	การอบแห้ง (องศาเซลเซียส)		ผลสด
				60 °C	50 °C	
ค่าสี	<i>L</i> [*]	22.38±1.02 ^d	28.68±0.39 ^d	26.41±1.04 ^c	30.00±0.02 ^b	41.68±0.84 ^a
	<i>a</i> [*]	14.47±0.01 ^a	11.29±0.05 ^b	11.65±0.39 ^b	11.28±0.51 ^b	11.51±0.25 ^b
	<i>b</i> [*]	12.17±0.02 ^b	8.36±0.04 ^d	9.47±0.69 ^c	8.36±0.53 ^d	15.37±0.67 ^a
ค่า pH	^{**}	2.98±0.01 ^a	2.85±0.07 ^b	2.85±0.01 ^b	2.83±0.005 ^b	2.77±0.01 ^c
ค่า a _w		0.46±0.01 ^d	0.62±0.01 ^{ab}	0.49±0.005 ^c	0.61±0.01 ^b	0.63±0.005 ^a
ปริมาณความชื้น (%)		6.59±0.74 ^e	15.80±0.09 ^b	10.10±3.80 ^d	15.56±0.50 ^c	20.55±3.42 ^a
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (°Brix)	^{**}	11.02±0.02 ^a	6.58±0.11 ^c	7.14±0.04 ^b	6.62±0.07 ^a	6.59±0.04 ^a
เยื่อใยอาหาร (%)		5.14±0.51 ^a	4.48±0.05 ^c	4.85±0.094 ^b	4.51±0.077 ^c	4.30±0.096 ^d
คาร์โบไฮเดรต [*]		83.25±0.11 ^a	76.60±5.52 ^{ab}	78.31±4.12 ^{ab}	73.79±6.14 ^{bc}	69.32±3.79 ^c
ไขมัน (%)		1.29±0.55 ^a	1.09±0.12 ^c	1.15±0.03 ^b	1.04±0.05 ^c	1.00±0.02 ^c
โปรตีน (%)		2.37±0.19 ^a	1.77±0.33 ^d	1.86±0.065 ^b	1.63±0.066 ^c	1.54±0.062 ^{cd}
เถ้า (%)		1.36±0.10 ^a	1.20±0.07 ^{bc}	1.33±0.045 ^a	1.25±0.025 ^a	1.11±0.060 ^{bc}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) * ปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากการคำนวณ การวิเคราะห์โดยนำเนื้อลูกหยี 5 กรัม และน้ำกลั่น 50 กรัม มาบดละเอียด แล้ววัดค่า pH และ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

การทดสอบทางประสาทสัมผัส การทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกหยีดำที่ผ่านการเตรียมตัวอย่างโดยการอบที่อุณหภูมิ 50, 60 องศาเซลเซียส ลูกหยีสด และลูกหยีผ่านการตากแดด (ลูกหยีจากผู้ประกอบการชุดควบคุม) แล้วการกะเทาะเปลือกเป็นลูกหยีแดงทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ hedonic scale 9 point พบว่า การทดสอบทางประสาทสัมผัสสี กลิ่น ความเปรี้ยว เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ขณะที่รสชาติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.5) คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส มีทดสอบให้คะแนนของการเตรียมวัตถุดิบแตกต่างกับลูกหยีสด เนื่องจากการอบแห้งและการตากแดดทำให้ปริมาณของความชื้นลดลงและสีเปลี่ยนมีสีแดงมากขึ้นและทำให้เพิ่มความกรอบของเนื้อลูกหยี แต่จะลดเนื้อสัมผัสและความเปรี้ยวของเนื้อลูกหยีลดลง ดังนั้นการนำลูกหยีใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ควรเลือกที่ใช้ลูกหยีที่มีความเหมาะสม เช่น การผลิตลูกหยีเคลือบน้ำตาลใช้ลูกหยีเก็บรักษาประมาณ 1 ปี หรือลูกหยีใหม่ ส่วนเนื้อลูกหยีที่มีอายุมากกว่าสามารถใช้ในการผลิตเป็นลูกหยีกวนหยาบและลูกหยีกวนละเอียด เป็นต้น

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสลูกหยีที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีการต่าง ๆ

คุณลักษณะ	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (9 hedonic scale)				
	ผลอบแห้งจาก	ตากแดด	การอบแห้ง (องศาเซลเซียส)		ผลสด
	ผู้ประกอบการ		60 °C	50 °C	
สี	6.33±0.71 ^b	7.23±0.67 ^a	7.10±0.71 ^a	7.33±0.66 ^a	7.26±0.67 ^a
ความกรอบ	7.86±0.77 ^a	6.83±0.65 ^b	7.56±0.81 ^a	7.10±0.66 ^b	4.63±0.66 ^c
กลิ่น	6.30±0.83 ^b	7.13±0.93 ^a	7.10±0.70 ^a	7.13±0.81 ^a	7.43±0.77 ^a
ความเปรี้ยว	6.50±0.97 ^a	6.26±0.78 ^{abc}	5.86±1.01 ^c	5.90±0.95 ^{bc}	6.40±1.00 ^{ab}
รสชาติ ^{ns}	6.43±1.10	5.83±1.26	5.86±1.10	5.93±1.11	6.26±1.08
เนื้อสัมผัส	6.73±0.69 ^b	6.96±0.66 ^b	7.00±0.74 ^b	6.70±0.59 ^b	7.50±0.50 ^a
ความชอบโดยรวม	6.46±0.73 ^b	6.70±0.66 ^{ab}	6.56±0.62 ^a	6.70±0.65 ^{ab}	7.03±0.71 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

4.3 องค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระของลูกหยี

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการ และสารต้านอนุมูลอิสระของลูกหยีสดและลูกหยีที่ผ่านการเก็บรักษาจากผู้ประกอบการในพื้นที่ อำเภอยะรัง จังหวัด

ปัตตานี ผลการวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณวิตามินซี สารประกอบฟีนอลิก และสารต้านอนุมูลอิสระของลูกหยีจากผู้ประกอบการมีค่าน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับลูกหยีสตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ขณะที่คุณค่าทางโภชนาการของเกลือแร่บางชนิดต่างเพิ่มขึ้น เนื่องจากลูกหยีแห้งมีปริมาณของความชื้นที่น้อยกว่าลูกหยีสต รวมทั้งสารดังกล่าวไม่ถูกทำลายระหว่างกระบวนการเก็บรักษาหรือการเตรียมวัตถุดิบลูกหยีก่อนการแปรรูป ได้แก่ แคลเซียม โพแทสเซียม เหล็ก และ แมกนีเซียม ลูกหยีแห้งมีปริมาณของ โพแทสเซียม สูง 1,073.54-1281.48 มิลลิกรัม/100 กรัม (ตารางที่ 4.6) องค์ประกอบของเกลือแร่รูปแบบคล้ายกันกับการศึกษาของ Ofosu *et al.* (2013) ทำการศึกษาองค์ประกอบแร่ธาตุในลูกหยีโดยแยกชนิดของเนื้อลูกหยี, เมล็ดและเปลือกนอกของลูกหยี (*Dialium Guineense*) การศึกษาด้วยเทคนิคการวิเคราะห์โดยการอาบนิวตรอน พบว่า เนื้อลูกหยี, เมล็ดและเปลือกนอกของลูกหยี มีปริมาณของแมงกานีส เท่ากับ 23.40 ± 1.57 ไมโครกรัม/กรัม, คลอรีน เท่ากับ 205.40 ± 37.59 ไมโครกรัม/กรัม, แคลเซียม เท่ากับ $5,671.00 \pm 2,132.30$ ไมโครกรัม/กรัม, โซเดียม เท่ากับ 332.95 ± 8.76 ไมโครกรัม/กรัม และโพแทสเซียมเท่ากับ $6,190.00 \pm 711.85$ ไมโครกรัม/กรัม ขณะที่การศึกษาของ Arogba *et al.* (1994) พบว่า เนื้อลูกหยี มีรสชาติดหวาน (น้ำตาลรวม 582.1 กรัมต่อกิโลกรัม) มีสภาพเป็นกรด (pH 3.3) และมีปริมาณของโปรตีนน้อย (61.3 กรัมต่อกิโลกรัม) และน้ำมัน (70 กรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนเมล็ดของลูกหยี มีสภาพเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5) และมีน้ำมันน้อยเช่นเดียวกันกับเนื้อลูกหยี (60.1 กรัมต่อกิโลกรัม)

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของคุณค่าทางโภชนาการของลูกหยีสตและลูกหยีแห้งจากผู้ประกอบการ

การวิเคราะห์	ปริมาณที่วิเคราะห์	
	ลูกหยีสต	ลูกหยีแห้ง
วิตามินซี (mg/100 ml)	28.90 ± 0.82^a	23.70 ± 0.56^b
วิตามินเอ as B carotene (ug/g)	3.37 ± 0.13^b	5.18 ± 0.19^a
calcium (mg/100g)	39.67 ± 1.32^b	52.30 ± 0.26^a
sodium (mg/100g)	37.30 ± 0.57^b	54.83 ± 0.14^a
Potassium (mg/100g)	$1,073.54 \pm 19.86^b$	1281.48 ± 1.94^a
Iron (mg/100g)	1.38 ± 0.06^b	1.95 ± 0.09^a
Magnesium (mg/100g)	28.49 ± 0.56^b	38.05 ± 1.73^a
DPPH assay (IC ₅₀) (μg/ml)	20.12 ± 0.65^b	25.42 ± 0.19^a
TPC (mg GAE/g sample)	363.23 ± 1.62^a	351.67 ± 1.35^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.4 ข้อมูลทางการตลาดโดยการสำรวจความต้องการคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกหยี เคี้ยวหนุบ

1) กลุ่มผู้ประกอบการ ลงพื้นที่จัดสนทนากลุ่มของผู้ประกอบการในพื้นที่อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี โดยมีผู้เข้าร่วม 4 ผู้ประกอบการ เกี่ยวกับความต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ความเป็นไปได้ของการผลิตของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ รูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ความพร้อมของการลงทุน ปริมาณวัตถุดิบ แหล่งของวัตถุดิบ การจัดการและการตลาด และใช้แบบสอบถาม เพื่อสอบถามถึงข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการ ได้แก่ กำลังการผลิต ปัญหาอุปสรรคต่อการผลิต

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการ

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากผู้ประกอบการลูกหยีในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ในพื้นที่ จังหวัดปัตตานี พบว่า ผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีการบริหารงานโดยเพศหญิงเป็นส่วนใหญ่ มีอายุช่วงวัยที่แตกต่างกันโดยแบ่ง 2 ช่วงวัย บุคคลรุ่นอายุ 25-29 และ 30-34 ปี โดยมีการศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 75 ซึ่งผู้ประกอบการมีรายได้ขึ้นอยู่กับขนาดของกิจการโดยรายได้เฉลี่ยประมาณ 5,000-20,000 บาท/เดือน เนื่องจากมีกำลังการผลิตที่สูงวันละ 70 กิโลกรัมของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (ร้อยละ 75) การผลิตมีต้นทุนสูงโดยมีต้นทุนต่อ 1 กิโลกรัมละ 250-300 บาท ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผู้ประกอบการมีปัญหาของการดำเนินกิจการทั้งหมดของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยเฉพาะการจัดการด้านวัตถุดิบ (ร้อยละ 44) ซึ่งมีต้นทุนสูงในการรับซื้อและบางปีมีปริมาณของวัตถุดิบน้อยจึงมีการกักตุนวัตถุดิบในโกดังเก็บ ซึ่งมีปัญหาก่อให้เกิดการเจริญเติบโตและเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงในลูกหยีแดง ส่วนการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลูกหยี พบว่า ผู้ประกอบการให้ความสนใจกับผลิตภัณฑ์เสริมคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ร้อยละ 40 รองลงมาเสริมปริมาณวิตามินและเส้นใยอาหาร ร้อยละ 20 ผู้ประกอบการสนใจรูปแบบของผลิตภัณฑ์น้ำลูกหยีและขนมลูกอมลูกหยีเคี้ยวหนุบ ร้อยละ 31 ขณะที่ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้แก่ ลูกอมและเยลลี่ลูกหยีให้ความสนใจเพียง ร้อยละ 15 (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการ

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
1. เพศ		
ชาย	0	0
หญิง	4	100
2. อายุระหว่าง		
15-19 ปี	0	0
20-24 ปี	0	0
25-29 ปี	0	0
30-34 ปี	1	25
35-39 ปี	1	25
40 ขึ้นไป	2	50
3. การศึกษา		
ประถมศึกษา	0	0
มัธยมศึกษาตอนต้น	1	25
มัธยมศึกษาตอนปลาย	0	0
อนุปริญญา/ปวส.	0	0
ปริญญาตรี อื่นๆ	3	75
4. รายได้เฉลี่ยโดยประมาณ		
น้อยกว่า 5,000 บาท	0	0
5,000-10,000 บาท	2	50
10,0001-20,000 บาท	2	50
20,0001-30,000 บาท	0	0
5. กำลังการผลิต		
น้อยกว่า 30 กิโลกรัม/วัน	1	25
31-40 กิโลกรัม/วัน	0	0
41-50 กิโลกรัม/วัน	1	25
51-60 กิโลกรัม/วัน	0	0
61-70 กิโลกรัม/วัน	0	0
มากกว่า 70 กิโลกรัม/วัน	2	50

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการ

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
6. ต้นทุนการผลิตลูกหยี		
น้อยกว่า 50 บาท/กิโลกรัม	0	0
50-100 บาท/กิโลกรัม	0	0
101-200 บาท/กิโลกรัม	0	0
201-300 บาท/กิโลกรัม	4	100
401-500 บาท/กิโลกรัม	0	0
มากกว่า 500 บาท/กิโลกรัม	0	0
7. ท่านมีปัญหาการผลิตของผลิตภัณฑ์ลูกหยีหรือไม่ (ถ้ามีตอบข้อ 8 ถ้าไม่มีข้ามไปตอบข้อ 9)		
มี	4	100
ไม่มี	0	0
8. ท่านมีปัญหาการผลิตของด้านใดบ้าง		
กำลังการผลิต	0	0
รสชาติของผลิตภัณฑ์ลูกหยี	0	0
อายุการเก็บรักษา	4	36.5
การตลาด	4	36.5
คุณภาพของลูกหยี	0	0
กระบวนการผลิต	0	0
เครื่องหมายทางการค้า	1	9
ตราและยี่ห้อ	1	9
อื่นๆ โปรดระบุ (ไม่มีแดด ตากไม่แห้ง)	1	9
9. ท่านมีปัญหาของต้นทุนการผลิตของกระบวนการใด		
ค่าวัตถุดิบ	3	33
ค่าจ้าง	1	11
ค่าไฟฟ้าและน้ำ	0	0
เครื่องจักร	2	22
ค่าขนส่ง	2	22
อื่นๆ โปรดระบุ.....	0	0

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการ

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
10. ท่านมีความต้องการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ลูกหิย (ถ้าต้องการ ตอบข้อ 11 ถ้าไม่ต้องการข้ามไปตอบข้อ 12)		
ต้องการ	4	100
ไม่ต้องการ	0	0
11. ท่านมีความต้องการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ลูก หิยด้านใดบ้าง		
เส้นใยอาหาร	0	0
สารต้านอนุมูลอิสระ	2	67
วิตามิน	1	33
แคลเซียม	0	0
อื่นๆ ระบุ.....	0	0
12. ท่านต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลูกหิยในรูปแบบใดบ้าง		
น้ำลูกหิย	4	31
เยลลี่	2	15
ผลิตภัณฑ์ลูกหิยเคี้ยวหนุบ	4	31
น้ำผลไม้เข้มข้น	1	8
ลูกอม	2	15
อื่น ๆ ระบุ.....	0	0

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของรูปแบบผลิตภัณฑ์ความต้องการของผู้ประกอบการ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหิยเคี้ยวหนุบโดยสอบถามผู้ประกอบการ 4 ราย ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ พบว่า ผู้ประกอบการต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหิยเคี้ยวหนุบลักษณะ 4 เหลี่ยมผืนผ้า ลักษณะกลม และลักษณะรียาว เท่า ร้อยละ 33 33 และ 17 ตามลำดับ โดยมีรสชาติเปรี้ยวอมหวาน เนื้อนุ่มปานกลาง มีความเค็มเล็กน้อยและมีความง่ายของการเคี้ยวไม่ติดฟัน (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของรูปแบบผลิตภัณฑ์

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
1. ท่านต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบลักษณะใด		
ลักษณะ 4 เหลี่ยมผืนผ้า	2	33
ลักษณะกลม	2	33
ลักษณะรียาว แ่ง	1	17
ทรงกระบอก	0	0
อื่น ๆ ระบุ รูปทรงต่างๆที่น่าสนใจและดึงดูด	1	17
2. ท่านชอบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ รสชาติใด		
หวานอมเปรี้ยว	3	60
เปรี้ยวอมหวาน	2	40
เปรี้ยวจัดแต่มีความหวาน	0	0
หวานจัดแต่มีความเปรี้ยว	0	0
อื่น ๆ โปรดระบุ.....	0	0
3. ท่านต้องการลักษณะความเข้มของสีของลูกหยีเคี้ยวหนุบ		
สีเข้มมาก	0	0
สีเข้ม	2	67
สีปานกลาง	1	33
สีอ่อน	0	0
สีอ่อนมาก	0	0
อื่น ๆ โปรดระบุ.....	0	0
4. ท่านคิดว่ากลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีกลิ่นรสอย่างไร		
กลิ่นตามธรรมชาติ	4	100
แต่งกลิ่น	0	0

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของรูปแบบผลิตภัณฑ์

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
5. ท่านคิดว่าลักษณะของความนุ่มของผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบ		
นิ่มนุ่มมาก	0	0
นิ่มนุ่ม	0	0
นิ่มนุ่มปานกลาง	4	100
เนื้อแข็ง	0	0
เนื้อแข็งมาก	0	0
อื่น ๆ ระบุ.....	0	0
6. ท่านคิดว่ารสชาติความเค็มของผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบ		
เค็มมาก	0	0
เค็ม	0	0
เค็มปานกลาง	0	0
เค็มเล็กน้อย	4	100
อื่น ๆ ระบุ.....	0	0
7. ท่านคิดว่าความยากง่ายของการเคี้ยว		
เคี้ยวไม่ติดปากและฟัน	1	20
เคี้ยวติดปากและฟัน	0	0
เคี้ยวง่าย	4	80
เคี้ยวละลายในปาก	0	0
อื่น ๆ ระบุ.....	0	0

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการผลิตของผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพจากการสนทนากลุ่ม พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามีความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบในระดับ SME ร้อยละ 100 โดยที่ผู้ประกอบการมีความพร้อมในการลงทุน เนื่องจากปรับกระบวนการผลิตเล็กน้อยเท่านั้น และเพิ่มวัตถุดิบเพิ่มเติมสำหรับการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เมื่อพิจารณาประเด็นความพร้อมของวัตถุดิบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบ พบว่า มีปริมาณวัตถุดิบเนื้อลูกหีมีความเพียงพอต่อการผลิตลูกอมเคี้ยวหนุบและสามารถในการจัดการบริหารได้ตลอดปี รวมถึงการจัดการและการตลาดของผลิตภัณฑ์ลูกหีเคี้ยวหนุบในระดับดี (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
1. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีความเป็นไปได้ในการผลิตในระดับ SME		
เป็นไปได้	4	100
เป็นไปได้	0	0
อื่น ๆ โปรดระบุ.....	0	0
2. ท่านคิดว่าสถานประกอบมีความพร้อมในการลงทุนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ		
มีความพร้อมสูงมาก	0	0
มีความพร้อมสูง	0	0
มีความพร้อม	3	75
ไม่มีความพร้อม	1	25
ไม่มีความพร้อมเลย	0	0
3. ท่านคิดว่าแหล่งของวัตถุดิบมีความเพียงพอต่อการผลิตลูกหยีเคี้ยวหนุบหรือไม่		
เพียงพอ	4	100
ไม่เพียงพอ เพราะ.....	0	0
4. ท่านคิดว่าการจัดการและการตลาดของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบในระดับใด		
จัดการได้ดีมาก	0	0
จัดการได้ดี	1	25
จัดการได้	3	75
ไม่สามารถจัดการได้	0	0
ไม่สามารถจัดการได้เลย	0	0

2) **กลุ่มผู้บริโภค** การศึกษาข้อมูลความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากผู้ประกอบการลูกหยีในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดปัตตานี ยะลาและ นราธิวาส โดยลงพื้นที่ ณ สถานที่สำคัญ ได้แก่ ห้างสรรพสินค้า ตลาดนัด โรงเรียน วิทยาลัยและ มหาวิทยาลัย จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 67.5 ซึ่งอยู่ในวัยรุ่นอายุ 15-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 50.00 และ อายุ 21-25 ปี ร้อยละ 27.5 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่

ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบตามเป้าหมาย (จากการทดสอบแบบสอบถามก่อนลงพื้นที่จริง 30 คน กลุ่มบริโภคมียุมากกว่า 40 ปี ส่วนใหญ่ไม่เป็นที่รู้จักของผลิตภัณฑ์ประเภทเคี้ยวหนุบ ดังนั้นจึงปรับกลุ่มเป้าหมายในการลงพื้นที่ช่วงอายุ 15-30 ปี) ส่วนใหญ่กำลังศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 30.3 จากการศึกษาผู้บริโภคนิยมเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบในร้านค้าสะดวกซื้อและร้านขายของชำทั่วไป ร้อยละ 41.3 และ 37.8 ตามลำดับ โดยเหตุผลที่เลือกซื้อร้านดังกล่าว เนื่องจากสะดวกหรือใกล้ตัว มีให้เลือกผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิดหลายยี่ห้อ และเป็นอาหารฮาลาล คิดเป็นร้อยละ 40.5 31.8 และ 19.8 ตามลำดับ วัตถุประสงค์สำคัญที่บริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ เนื่องจากติดใจในรสชาติ เพื่อระงับกลิ่นปาก และชุ่มคอ ระงับอาการระคายคอ ร้อยละ 41.8, 21.3 และ 18.0 ตามลำดับ โดยที่ตนเองมีการตัดสินใจเองในการเลือกซื้อ ร้อยละ 73.3 ขณะที่ญาติหรือเพื่อนมีอิทธิพลเพียง ร้อยละ 12.3 การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค พบว่าเลือกซื้อสินค้าเมื่อตอนที่ว่าง ร้อยละ 51.3 และ เวลาทำงาน ร้อยละ 21.3 โดยที่จ่ายกับผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต่อครั้งประมาณ 8-10 บาท ร้อยละ 60.5 ซื้อผลิตภัณฑ์ครั้งละ 1-2 ถุง ร้อยละ 79.3 (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
1. เพศ		
ชาย	130	32.5
หญิง	270	67.5
2. อายุระหว่าง		
15-20 ปี	200	50.0
21-25 ปี	110	27.5
26- 30 ปี	78	19.5
31-35 ปี	4	1.0
36-40 ปี	3	0.8
41-45 ปี	2	0.5
46-50 ปี	2	0.5
51-55 ปี	0	0
56-60 ปี	1	0.3

ตารางที่ 4.10 (ต่อ) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
3. สถานภาพ		
โสด	304	76.0
สมรส	93	23.3
ม่าย/หย่าร้าง	3	0.8
4. การศึกษา		
ประถม	14	3.5
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	82	20.5
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	121	30.3
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	61	15.3
ปริญญาตรี	115	28.8
5. อาชีพ		
นักเรียน	149	37.3
นักศึกษา	138	34.5
รับจ้าง	64	16.0
ธุรกิจส่วนตัว	27	6.8
การเกษตร	9	2.3
อื่น ๆ ระบุ แม่บ้าน/ไม่มีงานทำ	13	3.3
6. รายได้		
น้อยกว่า 5,000 บาท	290	72.5
5,001–10,000 บาท	79	19.8
10,001–15,000 บาท	18	4.5
15,001–20,000 บาท	8	2.0
มากกว่า 20,001 บาท	5	1.3
7. รายจ่าย		
น้อยกว่า 5,000 บาท	308	77.0
5,001–10,000 บาท	75	18.8
10,001–15,000 บาท	10	2.5
15,001–20,000 บาท.	1	0.3
มากกว่า 20,001 บาท	6	1.5

ตารางที่ 4.10 (ต่อ) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
8. น้ำหนัก		
30-40 กิโลกรัม	54	13.5
41-50 กิโลกรัม	167	41.8
51-60 กิโลกรัม	113	28.3
61-70 กิโลกรัม	66	16.5
9. ส่วนสูง		
130-140 เซนติเมตร	19	4.8
141-150 เซนติเมตร	71	17.8
151-160 เซนติเมตร	172	43.0
161-170 เซนติเมตร	138	34.5
171-180 เซนติเมตร	0	0
10. หากท่านบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบบ่่อยเพียงใด		
เป็นประจำทุกวัน	50	12.5
สัปดาห์ละ 2 – 3 ครั้ง	185	46.3
เดือนละ 2 – 3 ครั้ง	94	23.5
น้อยกว่าเดือนละ 1 ครั้ง	71	17.8
อื่น ๆ ระบุ.....	0	0
11. หากท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสถานที่ใดมากที่สุด		
ร้านค้าสะดวกซื้อ	165	41.3
ซูเปอร์มาร์เก็ต	28	7.0
ร้านขายของชำทั่วไป	151	37.8
ร้านสะดวกซื้อ	52	13.0
ร้านค้าออนไลน์	2	0.5
อื่น ๆ ระบุ.....	2	0.5

ตารางที่ 4.10 (ต่อ) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
12. เหตุผลสำคัญที่สุดที่ท่านซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจาก สถานที่จำหน่ายจากข้อ 11		
มีให้เลือกได้หลายชนิด หลายยี่ห้อ	127	31.8
สะดวกหรือใกล้ตัว	162	40.5
มีส่วนลดราคา	28	7.0
อาหารฮาลาล	79	19.8
อื่น ๆ ระบุ.....	4	1.0
13. วัตถุประสงค์สำคัญที่สุดที่ท่านบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยี เคี้ยวหนุบ		
ติดใจในรสชาติ	167	41.8
อยากลอง	42	10.5
เพื่อระงับกลิ่นปาก	85	21.3
ชุ่มคอระงับอาการระคายคอ	72	18.0
แก้แหว่งนอน	28	7.0
อื่น ๆ โปรดระบุ.....	6	1.5
14. ผู้ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบของ ท่านมากที่สุดคือ		
ญาติ / เพื่อน	55	13.8
ตัดสินใจด้วยตนเอง	293	73.3
โฆษณา, พนักงานประชาสัมพันธ์	49	12.3
อื่น ๆ ระบุ	3	0.8
15. ท่านมักจะบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเมื่อใดมากที่สุด		
เวลาว่าง	205	51.3
เวลาหิว	46	11.5
เวลาทำงาน	85	21.3
เวลาว่าง	36	9.0
เวลาเครียด	25	6.3
อื่น ๆ ระบุ	3	0.8

ตารางที่ 4.10 (ต่อ) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
16. ค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบรับประทานแต่ละครั้ง		
8-10 บาท	242	60.5
11-15 บาท	54	13.5
16-20 บาท	65	16.3
มากกว่า 20 บาท	29	7.3
อื่น ๆ ระบุ	10	2.5
17. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต่อครั้งจำนวนถุง		
1-2 ถุง	317	79.3
3-6 ถุง	65	16.3
7-12 ถุง	16	4.0
อื่น ๆ ระบุ.....	2	0.5
18. ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากร้านที่มีลักษณะแบบใด		
มีเคาน์เตอร์แนะนำคุณประโยชน์สินค้าและมีการให้ทดลองชิมผลิตภัณฑ์	91	22.8
ใกล้สถานที่ทำงาน/โรงเรียน/ออกกำลังกาย	221	55.3
มีการดูแลที่มีความเย็นตลอดเวลา	62	15.5
อื่นๆ ระบุ.....	26	6.5

การพิจารณาเพศชายและหญิงที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่าเพศมีผลต่อความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบและวัตถุประสงค์ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.11-4.14) โดยที่เพศหญิงจะบริโภคที่มีความถี่สูงกว่าเพศชาย ขณะที่พฤติกรรมการบริโภคของเพศต่อลักษณะหรือแบบร้านที่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจำนวนถุงที่ซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต่อครั้งและค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้งเพศชายและหญิงไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) เป็นต้น (ตารางที่ 4.11) ซึ่งการผลิผลิตผลิตภัณฑ์มีข้อดีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตรงกับความต้องการและไม่ขึ้นอยู่กับเพศ สามารถจำหน่ายได้ทุกเพศ

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านเพศที่ส่งผลต่อความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยี
เคี้ยวหนุบ

		ความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ				รวม
		ทุกวัน	อาทิตย์ละ 2-3 ครั้ง	เดือนละ 2-3 ครั้ง	น้อยกว่าเดือนละ 1 ครั้ง	
เพศ	ชาย	24	53	21	32	130
	หญิง	26	132	73	39	270
รวม		50	185	94	71	400

$$X^2=16.264 \quad \text{Sig.}=.001$$

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านเพศที่ส่งผลต่อวัตถุประสงค์สำคัญที่สุดที่บริโภคผลิตภัณฑ์
ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

		วัตถุประสงค์สำคัญที่สุดที่บริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ						รวม
		ติดใจ	อยาก ลอง	ระงับ กลิ่นปาก	ชุ่มคอ	แก้แหว่ง	อื่นๆ	
เพศ	ชาย	62	20	21	21	4	2	130
	หญิง	105	22	64	51	24	4	270
รวม		167	42	85	72	28	6	400

$$X^2=12.96 \quad \text{Sig.}=0.024$$

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านเพศที่ส่งผลต่อลักษณะหรือแบบร้านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์
ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

		ลักษณะหรือแบบร้านที่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ				รวม
		มีเคาน์เตอร์	ใกล้สถานที่	มีตู้แช่	อื่นๆ	
เพศ	ชาย	32	63	24	11	130
	หญิง	59	158	38	15	270
รวม		91	221	62	26	400

$$X^2=4.13 \quad \text{Sig.}=0.248$$

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านเพศที่ส่งผลต่อจำนวนถุงที่ซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนูป
ต่อครั้ง

		จำนวนถุงที่ซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนูปต่อครั้ง				รวม
		1-2 ถุง	4-6 ถุง	8-12 ถุง	อื่นๆ	
เพศ	ชาย	99	21	9	1	130
	หญิง	218	44	7	1	270
รวม		317	65	16	2	400

$$X^2=4.62 \quad \text{Sig.}=0.210$$

ส่วนที่ 2 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนูป

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากผู้ประกอบการลูกหยีในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการตัดสินใจเลือกซื้อในประเด็นของปัจจัยหลักและมีความสำคัญมากคือ รสชาติของผลิตภัณฑ์ คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ ยี่ห้อของผลิตภัณฑ์ ความสะอาดของผลิตภัณฑ์ ความปลอดภัยในการบริโภคของผลิตภัณฑ์ อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ราคาของผลิตภัณฑ์ ลดราคาของผลิตภัณฑ์ ของสมนาคุณของผลิตภัณฑ์ สีของผลิตภัณฑ์ กลิ่นของผลิตภัณฑ์ รสหวานและเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ การโฆษณาผลิตภัณฑ์ ส่วนเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ ความสะดวกในการบริโภคของผลิตภัณฑ์และความสะดวกในการพกพาของผลิตภัณฑ์มีความสำคัญปานกลางในการเลือกซื้อ (ตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.15 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	สำคัญน้อยที่สุด	สำคัญน้อย	สำคัญค่อนข้างน้อย	สำคัญปานกลาง	สำคัญค่อนข้างมาก	สำคัญมาก	สำคัญมากที่สุด
1. รสชาติของผลิตภัณฑ์	10.00	6.80	5.30	14.80	17.30	<u>26.50</u>	19.50
2. เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์	4.80	8.50	7.80	23.30	20.30	<u>24.50</u>	11.00
3. คุณค่าทางโภชนาการของ ผลิตภัณฑ์	5.30	7.30	8.80	17.30	19.30	18.30	<u>24.00</u>
4. ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์	4.80	7.50	8.50	<u>24.00</u>	21.50	18.80	15.00
5. ยี่ห้อของผลิตภัณฑ์	5.30	8.30	13.30	<u>24.30</u>	13.50	19.00	16.50
6. ความสะอาดของผลิตภัณฑ์	8.00	3.30	4.50	8.50	15.80	23.00	<u>37.00</u>
7. ความปลอดภัยในการบริโภคของ ผลิตภัณฑ์	7.50	3.50	4.50	8.30	19.30	20.30	<u>36.80</u>
8. อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์	5.80	5.00	4.50	9.80	19.00	22.30	<u>33.80</u>
9. ความสะดวกในการบริโภคของ ผลิตภัณฑ์	4.80	7.50	6.50	18.80	22.50	<u>24.00</u>	16.00
10. ราคาของผลิตภัณฑ์	4.80	9.30	8.50	17.00	21.50	<u>24.50</u>	14.50
11. ความหลากหลายของขนาดบรรจุ ภัณฑ์	5.50	7.50	7.30	<u>24.00</u>	27.00	17.50	11.30
12. รูปแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์	4.80	7.00	11.30	21.00	<u>24.50</u>	20.80	10.80
13. ความสะดวกในการหาซื้อของ ผลิตภัณฑ์	4.50	6.30	7.30	21.80	22.80	<u>22.80</u>	14.80
14. ความสะดวกในการพกพาของ ผลิตภัณฑ์	5.80	6.30	8.30	19.00	22.30	<u>24.00</u>	14.50

ตารางที่ 4.15 (ต่อ) ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	สำคัญน้อยที่สุด	สำคัญน้อย	สำคัญค่อนข้างน้อย	สำคัญปานกลาง	สำคัญค่อนข้างมาก	สำคัญมาก	สำคัญมากที่สุด
15. การลดราคาของผลิตภัณฑ์	3.50	8.50	10.80	19.00	20.00	24.80	13.50
16. ของสมนาคุณของผลิตภัณฑ์	5.30	8.00	9.00	22.00	21.50	22.50	11.80
17. สีของผลิตภัณฑ์	4.50	6.80	9.80	19.30	22.50	21.30	16.00
18. กลิ่นของผลิตภัณฑ์	7.50	5.50	3.30	15.00	23.00	27.80	18.00
19. รสหวานและเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์	5.80	5.50	5.30	15.50	19.80	28.00	20.30
20. การโฆษณาผลิตภัณฑ์	8.80	7.00	6.80	19.80	18.00	21.30	18.50

ส่วนที่ 3 คุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากผู้บริโภคลูกหยีในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ จังหวัดปัตตานี ยะลาและนราธิวาส พบว่า ผู้บริโภคมีความสนใจต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากไม่มีผลิตภัณฑ์ลักษณะแบบนี้ในตลาด หากมีการผลิตผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคให้ความสนใจลองชิมในระดับปานกลางและสนใจมาก ร้อยละ 36.3 และ 35.8 ตามลำดับ กรณีการนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจำหน่ายในอนาคตพบว่า ผู้บริโภคจะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 66.00 และไม่แน่ใจ ร้อยละ 27.75 โดยที่ผู้บริโภคต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีลักษณะกลมและสีเหลือง ร้อยละ 29.5 และ 38.5 ตามลำดับ ส่วนลักษณะความต้องการของผลิตภัณฑ์โดยที่ผู้บริโภคชอบรสหวานอมเปรี้ยว ร้อยละ 59.0 มีลักษณะของสีปานกลาง ร้อยละ 53.5 กลิ่นตามธรรมชาติ ร้อยละ 81.5 เนื้อนุ่มปานกลางไม่แข็ง ร้อยละ 39.8 มีความเค็มเล็กน้อย ร้อยละ 40.0 และความยากง่ายในการเคี้ยว เคี้ยวไม่ติดฟัน ร้อยละ 40.5 และเคี้ยวง่าย ร้อยละ 32.3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.16 ข้อมูลการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภคเกี่ยวกับคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
1. ถ้ามีผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบคุณจะให้ความสนใจลองชิมมากน้อยเพียงใด		
มากที่สุด	68	17.0
มาก	143	35.8
ปานกลาง	145	36.3
น้อย	32	8.0
น้อยที่สุด	2	.5
เฉยๆ	10	2.5
2. ในอนาคตท่านคิดจะซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบรับประทานหรือไม่		
ซื้อ	264	66.0
ไม่แน่ใจ	111	27.75
ไม่ซื้อ	25	6.25
3. แรงจูงใจให้ท่านซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ		
ผลิตภัณฑ์ตัวใหม่	179	44.8
คุณสมบัติ (แร่ธาตุ, วิตามิน)	100	25.0
เพื่อนๆ /ครอบครัว	27	6.8
พนักงานขายแนะนำ	7	1.8
กระแสนิยม	83	20.8
อื่น ๆ ระบุ.....	4	1.0
4. ท่านต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบลักษณะใด		
ลักษณะสีเหลี่ยมผืนผ้า	154	38.5
ลักษณะกลม	118	29.5
ลักษณะรียาว	76	19.0
ทรงกระบอก	43	10.8
อื่น ๆ ระบุ.....	9	2.3

ตารางที่ 4.16 (ต่อ) ข้อมูลการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภคเกี่ยวกับคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
5. ท่านชอบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบรสชาติใด		
หวานอมเปรี้ยว	236	59.0
เปรี้ยวอมหวาน	125	31.3
เปรี้ยวจัดแต่มีความหวาน	21	5.3
หวานจัดแต่มีความเปรี้ยว	18	4.5
อื่น ๆ ระบุ.....	0	0
6. ท่านชอบลักษณะความเข้มข้นของสีของลูกหยีเคี้ยวหนุบบ้างใด		
สีเข้มมาก	37	9.3
สีเข้ม	51	12.8
สีปานกลาง	214	53.5
สีอ่อน	70	17.5
สีอ่อนมาก	21	5.3
อื่น ๆ ระบุ.....	7	1.8
7. ท่านคิดว่ากลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบควรมีกลิ่นรสอย่างไร		
กลิ่นตามธรรมชาติ	326	81.5
แต่งกลิ่น	59	14.8
ไม่มีกลิ่นรส	9	2.3
อื่น ๆ ระบุ.....	6	1.5
8. ท่านคิดว่าลักษณะความนุ่มของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบบ้างใด		
เนื้อนุ่มมาก	107	26.8
เนื้อนุ่ม	112	28.0
เนื้อนุ่มปานกลาง	159	39.8
เนื้อแข็ง	14	3.5
เนื้อแข็งมาก	2	.5
อื่น ๆ ระบุ.....	6	1.5

ตารางที่ 4.16 (ต่อ) ข้อมูลการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภคเกี่ยวกับคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ข้อมูล	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
9. ท่านคิดว่าความเค็มของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบอยู่ในระดับใด		
เค็มมาก	31	7.8
เค็ม	33	8.3
เค็มปานกลาง	106	26.5
เค็มเล็กน้อย	160	40.0
เค็มเล็กน้อยมาก	64	16.0
อื่น ๆ ระบุ.....	6	1.5
10. ท่านคิดว่าความยากง่ายของการเคี้ยว		
เคี้ยวไม่ติดปากและฟัน	162	40.5
เคี้ยวติดปากและฟัน	71	17.8
เคี้ยวง่าย	129	32.3
เคี้ยวละลายในปาก	36	9.0
อื่น ๆ ระบุ.....	2	0.5

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรของจังหวัด เพศ อายุ การศึกษา อาชีพที่มีผลต่อการทดลองชิมลูกหยีเคี้ยวหนุบในอนาคต การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ รูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบรสชาติ สี กลิ่นรส ความนุ่ม ความเค็มและความยากง่ายของการเคี้ยว พบว่า พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ จังหวัดปัตตานี ยะลาและนราธิวาส มีความสนใจในการเลือกชิมผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบแตกต่างกัน ซึ่งจังหวัดนราธิวาสสนใจมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ (ตารางที่ 4.17-4.21) ส่วนเพศชายและเพศหญิงให้ผลความต้องการของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านจังหวัดต่อความสนใจทดลองชิมผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

		ความสนใจลองชิมผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ						รวม
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	เฉยๆ	
จังหวัด	ปัตตานี	12	61	50	7	2	2	134
	ยะลา	24	49	40	15	0	5	133
	นราธิวาส	32	33	55	10	0	3	133
รวม		68	143	145	32	2	10	400

$$X^2=7.71 \quad \text{sig.} = 0.002$$

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านจังหวัดต่อวัตถุประสงค์สำคัญที่สุดที่บริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

		ในโอกาสคิดจะซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ			รวม
		ซื้อ	ไม่แน่ใจ	ไม่ซื้อ	
จังหวัด	ปัตตานี	93	39	2	134
	ยะลา	84	40	9	133
	นราธิวาส	87	32	14	133
รวม		264	111	25	400

$$X^2=10.206 \quad \text{sig.} = 0.037$$

ตารางที่ 4.19 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านจังหวัดต่อแรงจูงใจที่สามารถบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

		แรงจูงใจที่สามารถบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ						รวม
		ตัวใหม่	คุณสมบัติ	เพื่อน	พนักงาน	กระแส	อื่นๆ	
จังหวัด	ปัตตานี	53	45	10	2	23	1	134
	ยะลา	75	13	10	2	31	2	133
	นราธิวาส	51	42	7	3	29	1	133
รวม		179	100	27	7	83	4	400

$$X^2=27.40 \quad \text{sig.} = 0.002$$

ตารางที่ 4.20 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านจังหวัดต่อความต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยี
เคี้ยวหนุบ

		ความต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ					รวม
		ผืนผ้า	กลมรี	แท่งเรียว	กระบอก	อื่นๆ	
จังหวัด	ปัตตานี	42	49	29	11	3	134
	ยะลา	66	24	30	11	2	133
	นราธิวาส	46	45	17	21	4	133
รวม		154	118	76	43	9	400

$$X^2=25.07 \quad \text{sig.} = 0.002$$

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านจังหวัดต่อรสชาติที่ชอบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

		รสชาติที่ชอบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ				รวม
		หวานอมเปรี้ยว	เปรี้ยวอมหวาน	เปรี้ยวจัด	หวานจัด	
จังหวัด	ปัตตานี	73	49	7	5	134
	ยะลา	90	30	7	6	133
	นราธิวาส	73	46	7	7	133
รวม		236	125	21	18	400

$$X^2=7.79 \quad \text{sig.} = 0.254$$

อายุของกลุ่มผู้บริโภค พบว่า การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบในอนาคตโดยมีกลุ่มช่วงอายุระหว่าง 15-20 ปี จะเลือกซื้อสินค้ามากที่สุด (ตารางที่ 4.22) และมีความต้องการของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.23) โดยที่ผู้บริโภคชอบสีปานกลางไม่เข้มหรืออ่อนจนเกินไป

ตารางที่ 4.22 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านช่วงอายุในอนาคตคิดจะซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

		ในอนาคตคิดจะซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ			รวม
		ซื้อ	ไม่แน่ใจ	ไม่ซื้อ	
ช่วงอายุ	15-20	115	71	14	200
	21-25	85	20	5	110
	26-30	58	15	5	78
	31-35	3	1	0	4
	36-40	1	2	0	3
	41-45	1	1	0	2
	46-50	1	0	1	2
	56-60	0	1	0	1
	รวม	264	111	25	400

$X^2=78.13$ sig.= 0.001

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านช่วงอายุต่อลักษณะสีที่ชอบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

		ลักษณะสีที่ชอบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ						รวม
		อ่อน มาก	อ่อน	ปาน กลาง	เข้ม	เข้ม มาก	อื่นๆ	
ช่วง อายุ	15-20	16	28	109	27	14	6	200
	21-25	9	14	64	22	1	0	110
	26-30	10	5	39	17	6	1	78
	31-35	0	3	1	0	0	0	4
	36-40	0	0	0	3	0	0	3
	41-45	0	0	1	1	0	0	2
	46-50	1	1	0	0	0	0	2
	56-60	1	0	0	0	0	0	1
	รวม	37	51	214	70	21	7	400

$X^2= 64.95$ sig.= 0.002

อาชีพของผู้บริโภคต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่า อาชีพมีผลต่ออนาคตคิดจะซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบและความต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.24 และ 4.25)

ตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านอาชีพต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบในอนาคต

		ในอนาคตคิดจะซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ			รวม
		ซื้อ	ไม่แน่ใจ	ไม่ซื้อ	
อาชีพ	นักเรียน	89	46	14	149
	นักศึกษา	91	41	6	138
	รับจ้าง	49	15	0	64
	ธุรกิจ	21	6	0	27
	เกษตร	6	2	1	9
	อื่นๆ ระบุ	8	1	4	13
รวม		264	111	25	400

$$X^2 = 27.69 \quad \text{sig.} = 0.002$$

ตารางที่ 4.25 การวิเคราะห์ตัวแปรอิสระด้านอาชีพต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

		ความต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ					รวม
		ผืนผ้า	กลมรี	แท่งเรียวยาว	กระบอก	อื่นๆ	
อาชีพ	นักเรียน	65	41	27	14	2	149
	นักศึกษา	50	40	33	14	1	138
	รับจ้าง	23	22	9	4	6	64
	ธุรกิจ	6	10	1	10	0	27
	เกษตร	5	0	3	1	0	9
	อื่นๆ ระบุ	5	5	3	0	0	13
รวม		154	118	76	43	9	400

$$X^2 = 52.92 \quad \text{sig.} = 0.000$$

4.5 สูตรต้นแบบและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

1.) การออกแบบสูตรเบื้องต้น

ออกแบบสูตรต้นแบบเบื้องต้นผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเบื้องต้นจากข้อมูลผู้ประกอบการและผู้บริโภค ในรูปแบบและคุณลักษณะประสาทสัมผัส ด้านรสชาติ ความหวานและความเปรี้ยว รูปร่างและขนาดผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยการออกแบบสูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ซึ่งมีส่วนผสมหลัก คือ เนื้อลูกหยี น้ำตาล กลูโคสไซรัป แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ ปริมาณ 100, 100, 50, 80 และ 20 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 4.11) ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่าลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่มีสีเข้มและกลืน (พอดี) กลืนตามธรรมชาติ (พอดี) ขณะที่คุณลักษณะประสาทสัมผัสด้าน รสชาติ ความหวานความเปรี้ยวเท่าที่ควร (น้อย) และมีเนื้อสัมผัสหยาบ (หยาบมากไป) เนื้อนุ่มแต่ร่วน (นุ่มเกินไป) ยังขาดรสเค็ม ดังนั้นต้องมีการปรับสูตรพัฒนาให้มีความเปรี้ยวโดยเพิ่มปริมาณของเนื้อลูกหยีเพิ่มขึ้น และเพิ่มเนื้อสัมผัสให้เนียนโดยการนำเนื้อลูกหยีบดผสมกับน้ำ ความหนุบของผลิตภัณฑ์โดยการใช้สารให้ความคงตัว ได้แก่ ชนิดของแป้ง และเจลาติน เป็นต้น ในลำดับต่อไป



ภาพที่ 4.11 ลักษณะปรากฏและส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเบื้องต้น

2.) การพัฒนาสูตรที่มีความพอดีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรเบื้องต้นตามความเหมาะสม โดยปรับปริมาณน้ำตาลและเกลือ ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยการทดสอบความพอดี (Just About Right, JAR) (ภาพที่ 4.12) เพื่อประเมินความชอบในด้านลักษณะสี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ ความง่ายของการกลืน ความหวาน ความเค็ม ความเปรี้ยวและความชอบโดยรวม ที่ตรงกับความรู้สึกของผู้ทดสอบ โดยใช้ค่าในการตัดสินที่ ร้อยละ 70 (cut off point >70%) (เพ็ญขวัญ, 2550) จากการศึกษา พบว่า คุณลักษณะด้าน รสชาติ การยึดเกาะ

ของเนื้อ ความเหนียวหนุบและความหวานของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีระดับความพืดน้อยกว่า ร้อยละ 70 ส่วนลักษณะสี กลิ่นรส ความยากง่ายของการกลืน ความเค็ม และความเปรี้ยว ยังคงใช้อัตราส่วนเท่าเดิม เนื่องจากความพืดมากกว่า ร้อยละ 70 (ตารางที่ 4.26) ดังนั้นต้องมีการพัฒนาโดยเพิ่มน้ำตาลทรายในการเพิ่มความหวานและรสชาติ การปรับชนิดของแป้งและเจลาตินในการแก้ปัญหาการยึดเกาะและความเหนียวหนุบของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากการทดสอบความพืดของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ตารางที่ 4.26 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้วิธีการ hedonics scale และ Jar ปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

คุณลักษณะ	ทิศทางการปรับปรุง							
	คะแนน	ลดลง	ลดลง	ลดลง	พอดี/ไม่	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
	ความชอบเฉลี่ย	มาก	เล็ก น้อย	ปาน กลาง	ต้อง ปรับปรุง	เล็ก น้อย	ปาน กลาง	มาก
ลักษณะสี	6.24±0.87	0.00	0.00	12.00	72.00	16.00	0.00	0.00
กลิ่นรส	6.32±1.05	0.00	0.00	2.00	76.00	22.00	0.00	0.00
รสชาติ	5.78±0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	46.00	12.00
การยึดเกาะของเนื้อ	6.22±0.84	0.00	0.00	0.00	46.00	40.00	14.00	0.00
ความเหนียวหนุบ	5.80±0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	36.00	28.00	24.00
ความง่ายของการกลืน	6.12±0.96	0.00	0.00	4.00	70.00	26.00	0.00	0.00
ความหวาน	5.92±0.92	0.00	0.00	0.00	20.00	32.00	40.00	8.00
ความเค็ม	6.52±0.99	0.00	0.00	0.00	82.00	18.00	0.00	0.00
ความเปรี้ยว	6.26±0.69	0.00	0.00	10.00	76.00	14.00	0.00	0.00
ความชอบโดยรวม	6.34±0.62							

3.) ผลของปริมาณน้ำตาลต่อความยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

การผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยการใช้น้ำตาลทรายในการเพิ่มความหวาน 3 ระดับ คือ 200, 230 และ 260 กรัม ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่า การเพิ่มปริมาณของน้ำตาลมีผลต่อความยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านรสชาติ ความเหนียวหนุบ ความง่ายของการกลืน ความหวาน ความเค็ม ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม แตกต่างกัน โดยเลือกปริมาณน้ำตาลที่ระดับ 230 กรัม มีลักษณะปรากฏสีน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 4.13) และมีระดับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยสูงสุด 7.08 (ชอบปานกลาง) (ตารางที่ 4.27) ในการศึกษาในลำดับต่อไป



ภาพที่ 4.13 ผลของปริมาณน้ำตาลต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ตารางที่ 4.27 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้วิธีการ hedonics scale ร่วมกับ Just about right ปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

สูตรต้นแบบ	สูตรที่ 1 (น้ำตาล 200 กรัม)	สูตรที่ 2 (น้ำตาล 230 กรัม)	สูตรที่ 3 (น้ำตาล 230 กรัม)
ลักษณะสี ^{*ns}	6.92±1.27 ^{ns}	7.32±1.55 ^{ns}	7.08±0.89 ^{ns}
กลิ่นรส ^{*ns}	6.62±1.25 ^{ns}	6.80±1.42 ^{ns}	7.04±0.83 ^{ns}
รสชาติ	6.36±0.92 ^b	7.24±0.82 ^a	6.68±1.09 ^b
การยึดเกาะของเนื้อ ^{*ns}	7.16±1.18 ^{ns}	7.32±1.44 ^{ns}	7.30±0.86 ^{ns}
ความเหนียวหนุบ	6.04±0.83 ^b	6.82±0.66 ^a	6.80±0.88 ^a
ความยากง่ายของการกลืน ^{*ns}	7.16±1.05 ^{ns}	7.36±1.17 ^{ns}	7.40±0.78 ^{ns}
ความหวาน	6.32±0.81 ^b	7.14±1.06 ^a	6.80±1.02 ^a
ความเค็ม	6.46±0.86 ^b	6.90±0.64 ^a	6.40±0.92 ^b
ความเปรี้ยว	6.24±0.86 ^c	7.16±0.81 ^a	6.72±1.03 ^b
ความชอบโดยรวม	6.54±0.90 ^b	7.08±0.96 ^a	6.86±0.69 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{*ns} ในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

4.6.1 การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยแป้งชนิดต่าง ๆ

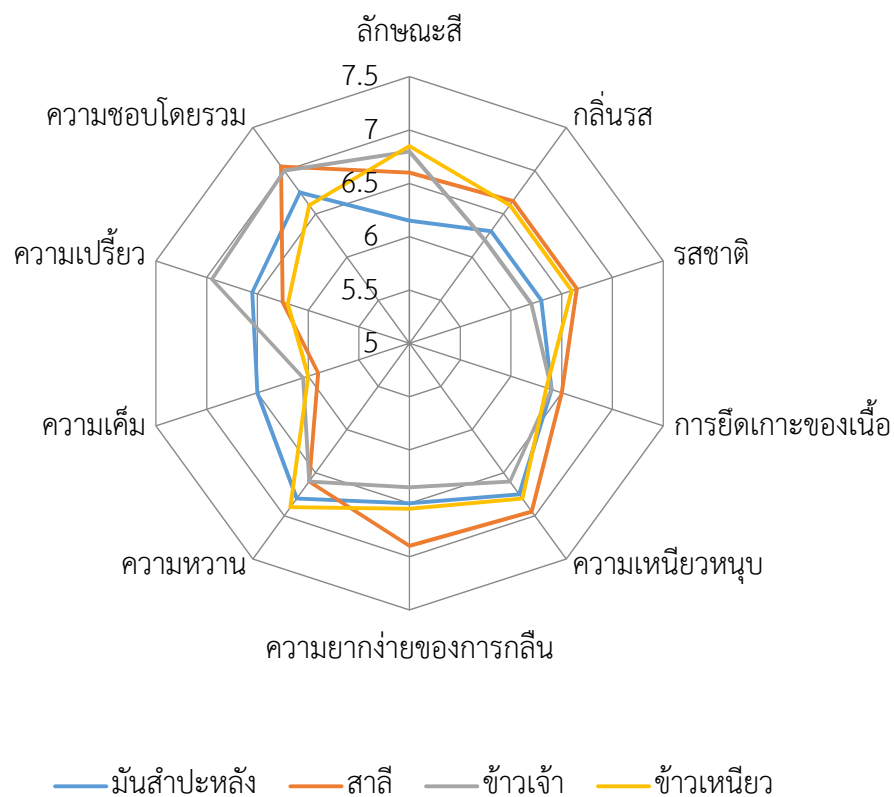
การพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการศึกษาอัตราส่วนผสมและสมบัติของผลิตภัณฑ์ต่อความยอมรับของผู้บริโภค การพัฒนาใช้แป้ง 4 ชนิด ได้แก่ แป้งสาลี แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวเหนียว พบว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบด้านรสชาติและความชอบโดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสการเติมแป้งมันสำปะหลังให้คะแนนการทดสอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวม คือ 7.50 ± 0.69 และ 7.35 ± 0.81 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.28 และภาพที่ 4.14) ขณะที่ลักษณะสี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ

ความเหนียวหนุบ ความยากง่ายของการกลืน ความหวาน ความเค็ม และความเปรี้ยว ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.28) เนื่องจากการเติมปริมาณแป้งในปริมาณที่น้อยและผู้ทดสอบชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างของเนื้อสัมผัสชนิดแป้งได้เท่าที่ควร ดังนั้นในการเลือกชนิดของแป้งมันสำปะหลังในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ เนื่องจากได้คะแนนการทดสอบความชอบโดยรวมสูงที่สุดของการศึกษานี้ เพื่อใช้ในการทำการแปรรูปในระดับวิสาหกิจ (ภาพที่ 4.15)

ตารางที่ 4.28 ผลของแป้งแต่ละชนิดต่อคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	แป้งแต่ละชนิด			
	มันสำปะหลัง	สาลี	ข้าวเจ้า	ข้าวเหนียว
ลักษณะสี ^{*ns}	6.47±1.18	6.74±1.24	6.80±1.01	6.85±1.18
กลิ่นรส ^{*ns}	6.71±1.05	6.84±1.07	6.50±1.10	6.60±0.99
รสชาติ	7.35±0.81 ^a	7.05±0.60 ^{ab}	6.95±0.83 ^{ab}	6.60±0.89 ^b
การยืดเกาะของเนื้อ ^{*ns}	6.84±0.96	6.83±0.86	6.76±0.97	6.68±1.16
ความเหนียวหนุบ ^{*ns}	7.11±1.17	6.84±0.88	6.68±0.95	6.80±1.24
ความยากง่ายของการกลืน	6.63±1.12	6.90±0.97	6.35±1.23	6.55±0.89
ความหวาน ^{*ns}	6.95±1.03	6.74±0.99	6.89±1.08	6.90±0.85
ความเค็ม ^{*ns}	6.68±1.00	6.22±1.35	6.11±0.88	6.11±0.74
ความเปรี้ยว ^{*ns}	6.55±1.19	6.65±1.00	7.05±0.91	6.32±0.67
ความชอบโดยรวม	7.50±0.69 ^a	7.00±0.65 ^b	7.25±0.85 ^{ab}	6.90±0.79 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$)



ภาพที่ 4.14 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากแป้งชนิดต่างๆ



ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง

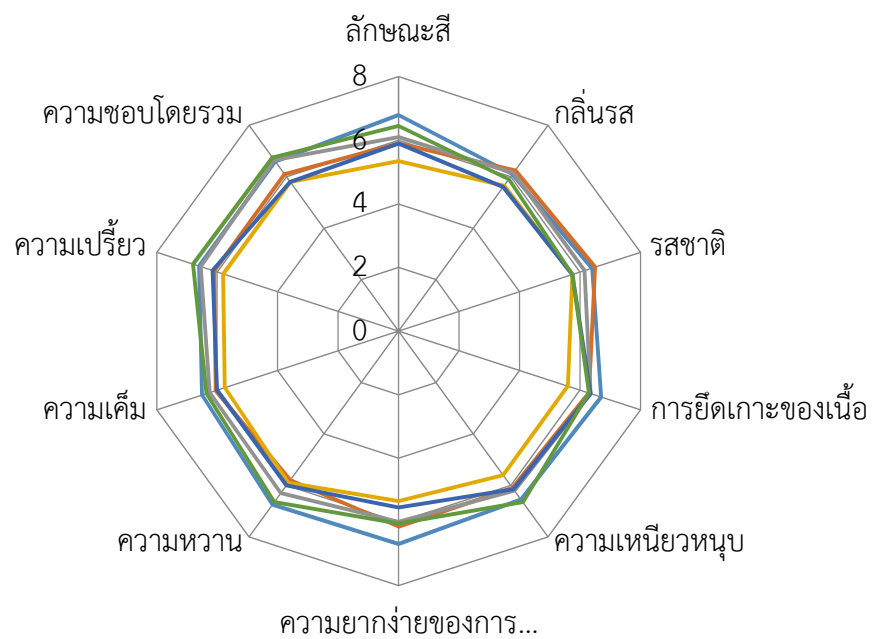
4.6.2 การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยแป้งและเจลาติน

นำสูตรผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากการศึกษาข้อ 4.6.1 ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติความเหนียวหนุบและยืดเกาะของเนื้อไม่ดีเท่าที่ควร จึงมีการใช้เจลาตินในการปรับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาปริมาณของเจลาตินในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบโดยใช้เจลาตินปริมาณ ร้อยละ 1.5,

3, 4.5, 6, 7.5 และ 9 ตามลำดับ จากการศึกษา พบว่า การเพิ่มปริมาณของเจลาตินส่งผลต่อความยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะสี การยืดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ ความง่ายของการกลืน ความหวานและความเปรี้ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ภาพที่ 4.16-4.17 และตารางที่ 4.29) โดยมีระดับคะแนนความยอมรับทางด้านความชอบโดยรวม คือ 6.75 ± 1.92 (ชอบปานกลาง) การพิจารณาการเลือกชุดการทดลองโดยใช้เกณฑ์ของการทดสอบด้านความชอบโดยรวม ดังนั้นการศึกษานี้เลือกปริมาณการเติมของเจลาติน ร้อยละ 9 ซึ่งให้คะแนนการทดสอบความชอบโดยรวมสูงที่สุด เพื่อใช้ในการศึกษาในลำดับต่อไป



ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบในการทดสอบทางประสาทสัมผัส



— ร้อยละ 1.5 — ร้อยละ 3 — ร้อยละ 4.5 — ร้อยละ 6 — ร้อยละ 7.5 — ร้อยละ 9

ภาพที่ 4.17 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยา้เคี้ยวหนุบตามปริมาณของ
เจลลาตินที่ใช้

ตารางที่ 4.29 ผลของปริมาณเจลาตินต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	ร้อยละ 1.5	ร้อยละ 3	ร้อยละ 4.5	ร้อยละ 6	ร้อยละ 7.5	ร้อยละ 9
ลักษณะสี	6.80±1.06 ^a	5.90±1.02 ^{ab}	6.10±1.37 ^{ab}	5.35±1.50 ^b	5.90±1.33 ^{ab}	6.45±1.47 ^a
กลิ่นรส ^{*ns}	6.10±1.45	6.25±0.79	6.15±1.27	5.65±1.23	5.60±1.57	5.90±1.33
รสชาติ ^{*ns}	6.40±1.43	6.50±1.00	6.15±1.31	5.75±1.29	5.75±1.42	5.75±1.62
การยืดเกาะของเนื้อ	6.70±1.22 ^a	6.30±1.08 ^{ab}	6.35±1.14 ^{ab}	5.60±1.93 ^b	6.35±0.93 ^{ab}	6.30±0.92 ^{ab}
ความเหนียวหนุบ	6.55±1.36 ^a	6.10±1.12 ^{ab}	6.20±1.01 ^{ab}	5.60±1.43 ^b	6.15±1.35 ^{ab}	6.65±0.99 ^a
ความยากง่ายของการกลืน	6.70±1.03 ^a	6.15±0.99 ^{ab}	6.00±1.01 ^{ab}	5.35±1.66 ^b	5.55±1.28 ^b	6.05±1.50 ^{ab}
ความหวาน	6.75±0.64 ^a	5.80±1.36 ^c	6.30±1.30 ^{abc}	5.90±1.17 ^{bc}	6.00±1.08 ^{abc}	6.65±1.27 ^{ab}
ความเค็ม ^{*ns}	6.50±0.89	6.05±1.23	6.25±0.97	5.75±1.16	6.00±1.08	6.35±1.31
ความเปรี้ยว	6.60±1.27 ^{ab}	6.10±1.33 ^{ab}	6.55±1.19 ^{ab}	5.80±1.28 ^b	6.15±1.14 ^{ab}	6.80±1.44 ^a
ความชอบโดยรวม ^{*ns}	6.60±1.67	6.10±1.48	6.65±1.46	5.80±1.85	5.80±1.54	6.75±1.92

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{*ns} ในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

4.6.3 การปรับรูปแบบและปริมาณน้ำลูกหยี

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสูตรการเติมปริมาณเจลาติน ร้อยละ 9 พัฒนาสูตรในการเพิ่มกลิ่นรสของเนื้อลูกหยี โดยศึกษาปริมาณของน้ำลูกหยี 3 ระดับ คือ 200, 300 และ 400 กรัม และกรรมวิธีการผลิต 2 รูปแบบ คือน้ำลูกหยีที่กรองและไม่กรอง จากการศึกษา พบว่า ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความยอมรับด้านลักษณะสี กลิ่นรส รสชาติ การยืดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ ความยากง่ายของการกลืน ความหวาน ความเค็ม ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.30) มีรายละเอียดดังนี้

4.6.3.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

สี ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ผลิตจากน้ำลูกหยีที่ผ่านกรรมวิธีการกรองและไม่กรอง พบว่า ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนที่มีการเติมน้ำลูกหยี 400 กรัม และไม่ผ่านการกรองมากที่สุด ให้คะแนนในระดับ 7.04 ± 1.95 (ตารางที่ 30) เนื่องจากผู้ทดสอบมีความเคยชินกับผลิตภัณฑ์ที่เป็นลูกหยีที่ต้องมีสีเข้มและออกสีน้ำตาลดำ (ภาพที่ 4.18)

กลิ่นรส กลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่า การเพิ่มปริมาณของน้ำลูกหยีทำให้ผู้ทดสอบได้รับกลิ่นรสของเนื้อลูกหยีซึ่งเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำลูกหยี ที่ปริมาณ 400 กรัม มีระดับคะแนน 6.26 ± 1.27 (ขอบปานกลาง) มีลักษณะกลิ่นรสเฉพาะส่งผลต่อการให้คะแนนของผู้ทดสอบสูงสุดสำหรับการใส่ปริมาณของน้ำลูกหยีที่เพิ่มตามลำดับที่ปริมาณ 200 กรัม จะแตกต่างกับที่ระดับปริมาณของน้ำลูกหยี 300 และ 400 กรัม ซึ่งที่ระดับ 300 และ 400 กรัม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.30)

รสชาติ รสชาติของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ใช้น้ำลูกหยีที่ผ่านการกรองปริมาณ 200 กรัม ซึ่งใช้น้ำลูกหยีปริมาณน้อยส่งผลต่อรสชาติมีระดับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสคะแนนต่ำ คือ ระดับคะแนน 4.68 ± 2.18 (ไม่ชอบเล็กน้อย) เมื่อเทียบกับชุดของน้ำลูกหยีที่ผ่านการกรอง เช่นเดียวกันที่ระดับปริมาณน้ำลูกหยี 400 กรัม ซึ่งมีระดับคะแนน 6.52 ± 1.45 (ขอบปานกลาง) เมื่อพิจารณาการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ลูกหยีที่ผลิตจากน้ำลูกหยีที่ไม่ผ่านการกรอง ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนใกล้เคียงกัน คือ 6.44 ± 1.79 (ตารางที่ 4.30)

การยืดเกาะของเนื้อ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อสัมผัสด้านการยืดเกาะของเนื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่า ปริมาณและกรรมวิธีการกรองและไม่กรองน้ำลูกหยีมีผลต่อการยืดเกาะของเนื้อ โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากน้ำลูกหยีที่ไม่กรองน้ำลูกหยีมีคะแนนการทดสอบน้อย การยืดเกาะของเนื้อเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ผ่านการกรอง โดยที่การใช้น้ำลูกหยีที่ผ่านการกรองมีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด คือ มีระดับคะแนน 6.46 ± 1.61 (ตารางที่ 4.30 และ ภาพที่ 4.19)

ความเหนียวหนุบ ความเหนียวหนุบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจะให้ผลคะแนนที่สอดคล้องกับการทดสอบทางด้านการยึดเกาะของเนื้อ โดยที่น้ำลูกหยีปริมาณเพิ่มขึ้นและผ่านการกรองจะมีผลต่อความเหนียวหนุบมากขึ้น ขณะที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ใช้น้ำลูกหยีที่ไม่ผ่านการกรองจะส่งผลต่อคะแนนการทดสอบน้อยลง เนื่องจากมีปริมาณของกากเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้นจึงมีส่วนในการขัดขวางการเกิดตาข่ายและการเกิดเซตเจลของเจลาติน (ภาพที่ 4.18)

ความยากง่ายของการกลืน การผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ผ่านการผลิตจากน้ำลูกหยีที่ผ่านการกรองและไม่กรอง และปริมาณของน้ำลูกหยี 200 300 และ 400 กรัม มีผลต่อความยากง่ายของการกลืนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ปริมาณของการใช้น้ำลูกหยีที่ระดับ 400 กรัม และไม่ผ่านการกรองผู้ทดสอบให้คะแนนการทดสอบสูงสุด คือ 6.58 ± 2.33 (ตารางที่ 4.30 และ ภาพที่ 4.19)

ความหวาน การทดสอบทางความหวานของผลิตภัณฑ์ พบว่า น้ำลูกหยีที่ผ่านการกรองและไม่กรอง และปริมาณของน้ำลูกหยี 200, 300 และ 400 กรัม มีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.19) โดยที่ปริมาณน้ำลูกหยี 400 กรัม และกรรมวิธีที่ไม่ผ่านการกรองให้คะแนนความยอมรับสูงสุด คือ 6.74 ± 2.10 (ขอบปานกลาง) (ตารางที่ 4.30 และ ภาพที่ 4.19)

ความเค็ม การพัฒนารสชาติโดยการเพิ่มปริมาณเกลือ 2 กรัม ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์โดยพบว่า น้ำลูกหยีที่ผ่านการกรองและไม่กรอง และปริมาณของน้ำลูกหยี 200 300 และ 400 กรัม มีผลต่อความยอมรับของผู้ทดสอบแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ซึ่งสูตรที่ใช้ปริมาณของน้ำลูกหยี 400 กรัมและไม่ผ่านการกรองมีระดับคะแนนการทดสอบมากที่สุด คือ 6.10 ± 1.40 (ตารางที่ 4.30 และ ภาพที่ 4.19)

ความเปรี้ยว การเพิ่มปริมาณของน้ำลูกหยีและกรรมวิธีไม่ผ่านการกรองมีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยผู้ทดสอบให้คะแนนการทดสอบสูตรที่ 6 (น้ำลูกหยี 400 คือ มีระดับคะแนน 6.64 ± 2.10 สูงที่สุด (ตารางที่ 4.30 และ ภาพที่ 4.19)

ความชอบโดยรวม การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบโดยใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบโดยรวม พบว่า สูตรที่ 6 มีผู้ทดสอบให้คะแนนสูงสุด ด้านคุณลักษณะความชอบโดยรวม 6.90 ± 2.17 (ขอบปานกลาง) (ตารางที่ 4.30 และ ภาพที่ 4.19)

การพิจารณาการคัดเลือกชุดการทดสอบโดยใช้เกณฑ์ของการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ และความชอบโดยรวม ซึ่งชุดการทดลองสูตรที่ 6 ให้คะแนนทั้ง 3 ด้านสูงที่สุดในการคัดเลือกศึกษาในลำดับต่อไป

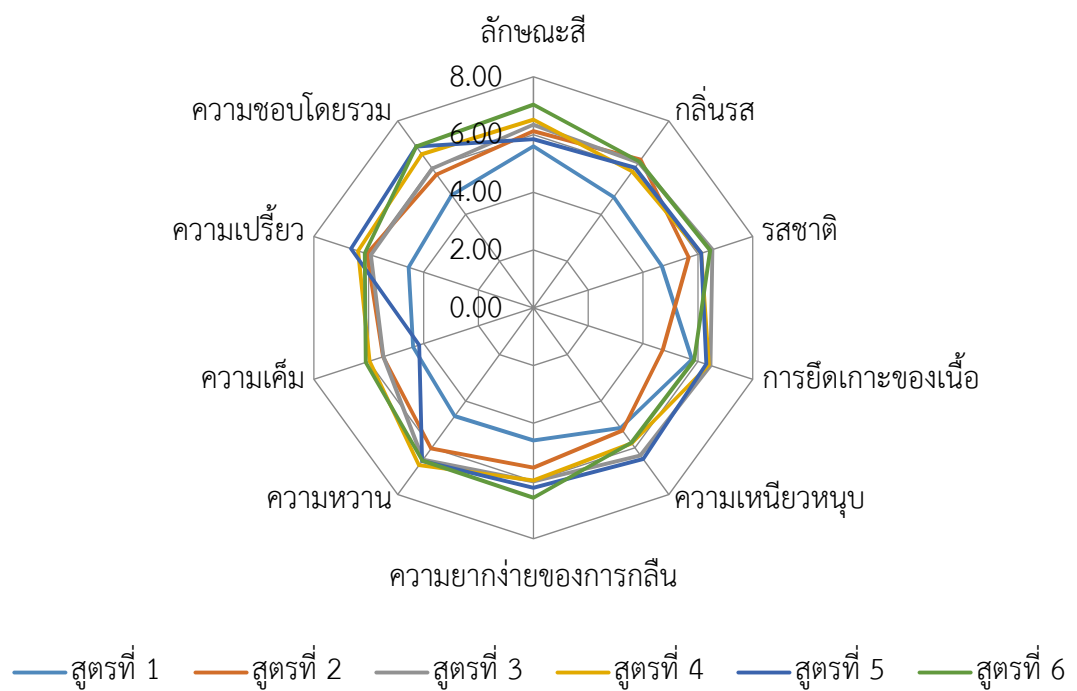
ตารางที่ 4.30 ผลของปริมาณน้ำลูกหยีและกรรมวิธีการเตรียมน้ำลูกหยีต่อคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	น้ำลูกหยีที่ผ่านการกรอง			น้ำลูกหยีที่ไม่ผ่านการกรอง		
	สูตรที่ 1 (200 กรัม)	สูตรที่ 2 (300 กรัม)	สูตรที่ 3 (400 กรัม)	สูตรที่ 4 (200 กรัม)	สูตรที่ 5 (300 กรัม)	สูตรที่ 6 (400 กรัม)
ลักษณะสี	5.60±1.55 ^d	6.12±1.19 ^{bcd}	6.34±1.33 ^{cd}	6.52±1.84 ^{ab}	5.84±1.43 ^{cd}	7.04±1.95 ^a
กลิ่นรส	4.74±2.03 ^b	6.34±1.21 ^a	6.22±1.00 ^a	5.84±1.57 ^a	6.00±1.12 ^a	6.26±1.27 ^a
รสชาติ	4.68±2.18 ^c	5.66±1.41 ^b	6.52±1.45 ^a	6.12±1.99 ^{ab}	6.12±1.36 ^{ab}	6.44±1.79 ^a
การยึดเกาะของเนื้อ	5.78±1.68 ^a	4.72±2.27 ^b	6.46±1.61 ^a	6.40±2.42 ^a	6.30±2.05 ^a	5.86±1.95 ^a
ความเหนียวหนุบ	5.14±1.99 ^b	5.26±1.65 ^b	6.32±1.42 ^a	5.80±2.16 ^{ab}	6.48±2.37 ^a	5.78±1.85 ^{ab}
ความยากง่ายของการกลืน	4.60±2.76 ^c	5.54±1.22 ^b	6.02±1.76 ^{ab}	5.98±2.03 ^{ab}	6.24±1.84 ^{ab}	6.58±2.33 ^a
ความหวาน	4.64±2.69 ^b	6.02±1.33 ^a	6.50±1.30 ^a	6.74±2.10 ^a	6.56±1.57 ^a	6.54±1.73 ^a
ความเค็ม	4.38±2.46 ^b	5.48±1.16 ^a	5.46±1.57 ^a	5.96±1.48 ^a	4.16±2.57 ^b	6.10±1.40 ^a
ความเปรี้ยว	4.54±2.13 ^b	6.06±1.32 ^a	5.92±1.18 ^a	6.38±1.78 ^a	6.14±1.28 ^a	6.64±2.10 ^a
ความชอบโดยรวม	4.82±2.29 ^d	5.70±1.59 ^c	5.96±1.93 ^{bc}	6.58±2.22 ^{ab}	6.90±2.10 ^a	6.90±2.17 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4.18 รูปร่างและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ผลิตจากปริมาณน้ำลูกหยีและกรรมวิธีการผลิตแตกต่างกัน



ภาพที่ 4.19 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแต่ละด้านตามปริมาณน้ำลูกหยีและกรรมวิธีแตกต่างกัน

4.6.3.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมี

การใช้เจลาตินในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่แตกต่างกัน ศึกษาปริมาณน้ำลูกหยีและกรรมวิธีการเตรียมน้ำลูกหยีที่มีผลต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยผลิตผลิตภัณฑ์จากปริมาณของน้ำลูกหยี 3 ระดับ คือ 200 300 และ 400 กรัม และกรรมวิธี 2 รูปแบบ คือการกรองและไม่กรองน้ำลูกหยี จากการศึกษา พบว่า ปริมาณของน้ำลูกหยีและการกรองและไม่กรองมีผลต่อค่าสี ปริมาณความชื้น ค่า a_w และค่า pH แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ค่าสี ปริมาณน้ำลูกหยีและกรรมวิธีมีผลต่อค่าสี ความสว่าง (L^*) โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากการกรองน้ำลูกหยีทำให้เนื้อของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีลักษณะที่ใส เมื่อวัดค่าสีพบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ผ่านการกรองค่าความสว่าง (L^*) ในช่วง $35.41 \pm 0.5 - 41.11 \pm 1.25$ ขณะที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ผลิตจากน้ำลูกหยีที่ไม่กรองจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มออกน้ำตาลดำซึ่งมีค่าสี ความสว่าง (L^*) เท่ากับ $13.82 \pm 0.04 - 22.77 \pm 1.04$ เมื่อพิจารณาน้ำลูกหยีที่ไม่ผ่านการกรอง ที่ระดับปริมาณน้ำลูกหยีที่เพิ่มขึ้นจาก 300 เป็น 400 กรัม ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีสีเข้มขึ้นตามลำดับ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.31)

ความชื้น การเพิ่มปริมาณน้ำลูกหยีในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจะมีความแตกต่างกันโดยการนำน้ำลูกหยีที่ผ่านการกรองและไม่ผ่านการกรองแตกต่างกัน โดยน้ำลูกหยีที่ผ่านการกรองมีปริมาณความชื้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ไม่ผ่านการกรองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าปริมาณความชื้นในช่วง ร้อยละ $9.99 \pm 1.44 - 11.33 \pm 1.15$ และ $4.96 \pm 1.02 - 7.04 \pm 2.33$ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.31)

ค่า a_w การวัดค่า a_w การใช้น้ำลูกหยีในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ผ่านการกรองและไม่กรอง พบว่า ค่า a_w ที่ผ่านการกรองมีค่าสูงกว่าแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยค่า a_w อยู่ในช่วง $0.68 \pm 0.02 - 0.71 \pm 0.01$ และ $0.66 \pm 0.01 - 0.69 \pm 0.01$ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.31)

ค่า pH ค่าความเป็นกรด-ด่างมีความสำคัญต่อการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ จากการศึกษา พบว่า ค่า pH ที่ใช้น้ำที่ผ่านและไม่ผ่านการกรองมีความแตกต่างกัน โดยผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ใช้น้ำลูกหยีไม่ผ่านการกรองมีค่า pH ต่ำกว่า เนื่องจากยังมีเนื้อและกากลูกหยีในตัวอย่างน้ำลูกหยีอยู่ ส่งผลให้มีความเปรี้ยวของน้ำและยังถูกสกัดออกมาได้ในระหว่างการผลิต (ตารางที่ 4.31) โดยปกติความเป็นกรด-ด่าง มาตรฐานของผลิตภัณฑ์เยลลี่อยู่ระหว่าง 2.8-3.5 ส่วนความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมอยู่ที่ 3.2 ตามมอก. 263-2521

ปริมาณของแข็งทั้งหมด ค่าของแข็งทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ใช้น้ำลูกหยีที่ผ่านการกรองมีค่าของแข็งทั้งหมดที่สูงกว่าเนื่องจากการกำจัดกากในขั้นตอนการกรอง ส่งผลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ เพื่อตรวจ

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีค่าของแข็งทั้งหมดมากกว่าการใช้น้ำลูกหยีที่ไม่ผ่านการกรอง (ตารางที่ 4.31)

ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (ด้วยวิธี DPPH) การพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการศึกษาปริมาณน้ำลูกหยีและกรรมวิธี พบว่า ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นตามปริมาณของน้ำลูกหยีที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีค่า DPPH assay (IC_{50}) ในช่วง 89.11 ± 4.54 - 109.46 ± 7.87 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เมื่อใช้น้ำลูกหยีที่ไม่ผ่านการกรองในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบส่งผลให้ค่า DPPH assay (IC_{50}) เพิ่มขึ้นที่สัดส่วนของปริมาณลูกหยีที่เท่ากัน ซึ่งค่า DPPH assay (IC_{50}) เท่ากับ 6.53 ± 0.19 - 10.99 ± 0.37 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (ตารางที่ 4.31)

วิตามินซี (vitamin c) ปริมาณวิตามินซีที่ผ่านการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่า ปริมาณน้ำลูกหยีและกรรมวิธีการเตรียมน้ำลูกหยี มีผลต่อปริมาณวิตามินซีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปริมาณน้ำลูกหยี 400 กรัม และไม่ผ่านการกรอง มีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด คือปริมาณ 10.99 ± 0.37 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร (ตารางที่ 4.31) วิตามินซีจะลดลงจากการให้ความร้อน ส่งผลให้วิตามินซีเสื่อมสภาพไป เพราะวิตามินซีไม่คงทนต่อความร้อน หากภาชนะไม่มีฝาครอบและการหุงต้มใช้เวลานาน (สมใจ, 2521)

ปริมาณฟีนอลรวม (total phenolics content) จากการวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณน้ำลูกหยีและกรรมวิธีการเตรียมน้ำลูกหยี มีผลต่อค่าสารฟีนอลิกทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ปริมาณของสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดที่สูตรที่ 6 ที่ใช้ปริมาณน้ำลูกหยี 400 กรัม และไม่ผ่านการกรอง มีค่า 163.21 ± 0.02 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่าง (ตารางที่ 4.31)

ตารางที่ 4.31 ผลของปริมาณน้ำลูกหยีและกรรมวิธีการเตรียมน้ำลูกหยีต่อคะแนนสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบแต่ละระดับ

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	น้ำลูกหยีที่ผ่านการกรอง			น้ำลูกหยีที่ไม่ผ่านการกรอง		
	สูตรที่ 1 (200 กรัม)	สูตรที่ 2 (300 กรัม)	สูตรที่ 3 (400 กรัม)	สูตรที่ 4 (200 กรัม)	สูตรที่ 5 (300 กรัม)	สูตรที่ 6 (400 กรัม)
ค่าสี						
L^*	41.11±1.25 ^a	33.94±1.13 ^b	35.41±0.56 ^b	22.77±1.04 ^c	21.02±1.30 ^c	13.82±0.04 ^d
a^*	1.28±0.12 ^e	1.95±0.27 ^d	3.04±0.20 ^c	6.36±0.21 ^a	3.57±0.18 ^b	3.02±0.09 ^c
b^*	10.51±0.02 ^a	10.54±0.67 ^a	10.92±0.57 ^a	6.27±0.27 ^b	2.58±0.13 ^c	1.92±0.05 ^c
ความชื้น (%)	9.99±1.44 ^a	10.40±1.28 ^a	11.33±1.15 ^a	7.04±2.33 ^b	5.77±1.43 ^b	4.96±1.02 ^b
a_w	0.68±0.02 ^c	0.69±0.01 ^b	0.71±0.01 ^a	0.69±0.01 ^b	0.69±0.01 ^b	0.66±0.01 ^d
pH	4.41±0.01 ^a	4.18±0.01 ^b	4.18±0.02 ^b	4.01±0.01 ^d	4.03±0.02 ^c	4.18±0.02 ^b
ของแข็งทั้งหมด (B)	5.80±0.10 ^c	6.53±0.32 ^b	7.77±0.35 ^a	5.90±0.10 ^c	4.40±0.10 ^d	4.67±0.31 ^d
วิตามินซี (mg/100 ml)	0.960±0.21 ^f	3.27±0.12 ^e	6.22±0.56 ^d	6.53±0.19 ^c	8.29±0.63 ^b	10.99±0.37 ^a
DPPH assay (IC ₅₀) (μg/ml)	109.46±7.87 ^a	96.37±1.96 ^b	89.11±4.54 ^b	73.64±4.16 ^c	64.64±1.25 ^d	53.64±0.95 ^e
TPC (mg GAE/g sample)	7.94±0.42 ^f	42.06±0.01 ^e	130.52±0.02 ^b	67.06±0.04 ^d	74.75±0.05 ^c	163.21±0.02 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

4.6.4 การปรับอัตราส่วนเนื้อลูกหยีและน้ำ ปริมาณน้ำตาล และกลูโคสไซรัป

4.6.4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การศึกษาอัตราส่วนของเนื้อลูกหยี และน้ำ 2 ระดับ คือ 1:4 และ 1:2 ปริมาณน้ำตาลทราย 230 และ 260 กรัม และกลูโคสไซรัป 100 และ 150 กรัม ต่อการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่การทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะสี ความยากง่ายของการกลืนและความเค็มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.32) โดยมีรายละเอียดดังนี้

สี ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ผลิตจากอัตราส่วนเนื้อลูกหยีและน้ำ น้ำตาลและกลูโคสไซรัป พบว่า ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนสูตรที่ 7 มีคะแนน 6.88 ± 1.04 (ชอบปานกลาง) (ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.21) ซึ่งผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบน้ำตาลดำ มีอัตราส่วนของเนื้อลูกหยี 1:2 น้ำตาล 260 กรัม และกลูโคสไซรัป 100 กรัม (ภาพที่ 4.20)

กลิ่นรส การเพิ่มปริมาณของอัตราส่วนของเนื้อลูกหยี น้ำตาล และกลูโคสไซรัปในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ส่งผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามต้องมีการใช้อัตราส่วนผสมทั้งหมดมีความเหมาะสม โดยสูตรที่ 7 (อัตราส่วนของเนื้อลูกหยีและน้ำ 1:2 น้ำตาล 260 และกลูโคสไซรัป 100 กรัม) ผู้ทดสอบให้ระดับคะแนนมากที่สุด คือ 6.86 ± 0.97 (ชอบปานกลาง) (ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.21)

รสชาติ รสชาติผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเกิดจากส่วนประกอบของอาหารและอัตราส่วนของ การเติมที่เหมาะสม การเพิ่มปริมาณน้ำตาลและกลูโคสไซรัป มีผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่สูตรที่ 7 ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสชอบ โดยรวมเฉลี่ย 6.76 ± 0.97 (ชอบปานกลาง) (ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.21)

การยึดเกาะของเนื้อ ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ผ่านการผลิตจากการใช้อัตราส่วนเนื้อลูกหยี เพิ่มขึ้น การยึดเกาะของเนื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจะน้อยลงตามลำดับ เนื่องจากมีปริมาณของเส้นใยอาหารเป็นตัวแทรกในระหว่างของเจลเจลาตินการยึดเกาะไม่แน่นเท่าที่ควร โดยที่อัตราส่วนที่เหมาะสมที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้การยอมรับ คือสูตรที่ 7 มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส 6.46 ± 1.23 (ชอบปานกลาง) (ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.21)

ความเหนียวหนุบ ความเหนียวหนุบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเกิดจากการเติมของ เจลาติน จากการศึกษาโดยใช้ปริมาณของเจลาตินที่เท่ากัน ซึ่งตัวแปรจากอัตราส่วนเนื้อลูกหยีและน้ำที่ไม่ผ่านการกรองมีผลต่อการทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเหนียวหนุบลดลง อย่างไรก็ตามแต่การผลิต ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต้องการรักษาความเป็นอัตลักษณ์ของลูกหยีทั้งสีและรสชาติ (ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.21)

ความยากง่ายของการกลืน การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่า ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 6 มีคะแนนการทดสอบสูงสุด คือ 6.86 ± 1.03 โดยที่ปริมาณของการใช้น้ำลูกหยีและน้ำ 1:4 และน้ำตาลและกลูโคสไซรัป 260 และ 150 กรัม ตามลำดับ เนื่องจากการใช้ปริมาณของน้ำลูกหยีน้อย ส่งผลให้ปริมาณของกากน้อยกว่า ที่อัตราส่วนน้ำและน้ำ 1:2 จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เมื่อมีการกลืนจะง่ายกว่าที่มีกากอาหารสูง (ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.21)

ความหวาน ปริมาณความหวานที่ได้จากผลิตภัณฑ์ คือ น้ำตาลทรายและกลูโคสไซรัป การเพิ่มปริมาณน้ำตาลมีผลต่อการยอมรับของผู้ทดสอบมากขึ้นตามลำดับ โดยที่ระดับความเหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ (ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.21)

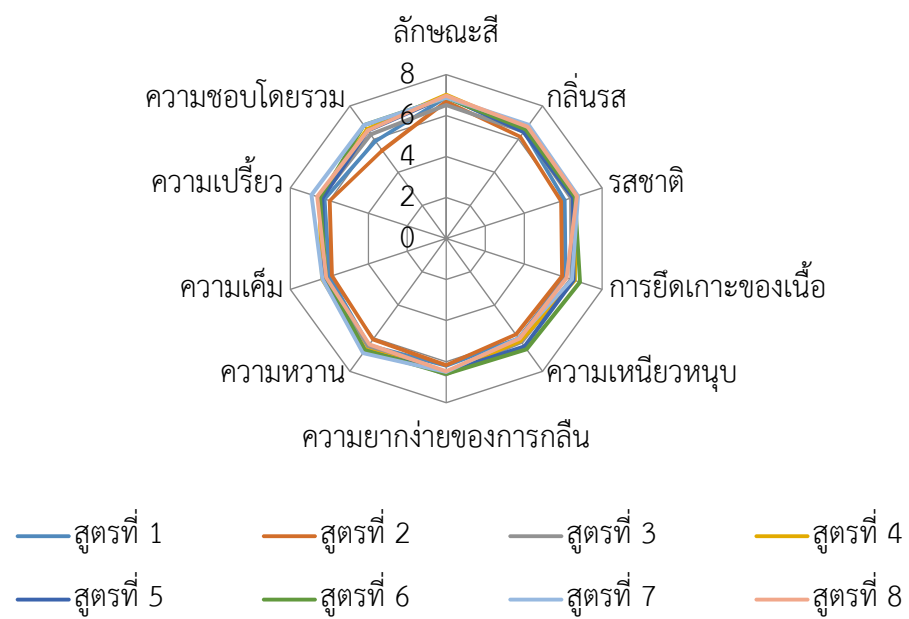
ความเค็ม การศึกษาอัตราส่วนของน้ำลูกหยี และน้ำ 2 ระดับ คือ 1:4 และ 1:2 ปริมาณน้ำตาลทราย 230 และ 260 กรัม และกลูโคสไซรัป 100 และ 150 กรัม พบว่า อัตราส่วนและปริมาณน้ำตาลและกลูโคสไซรัป ไม่มีผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเค็มของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการพัฒนารสชาติโดยการเพิ่มปริมาณเกลือ 2 กรัม ที่เท่ากันทุกสูตร (ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.21)

ความเปรี้ยว การเพิ่มปริมาณน้ำลูกหยีเพิ่มขึ้น มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีคะแนนความชอบเฉลี่ยของสูตรที่ 7 สูงที่สุด คือ 6.92 ± 1.39 (ชอบปานกลาง) (ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.21)

ความชอบโดยรวม การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้คะแนนความชอบโดยรวมในการตัดสินใจคัดเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อศึกษาต่อ โดยมีระดับคะแนนความชอบโดยรวมแตกต่างกัน โดยสูตรที่ 6 และ 7 มีระดับคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกัน คือ 6.84 ± 1.54 และ 6.84 ± 1.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.32 และ ภาพที่ 4.21) แต่มีระดับคะแนนการทดสอบด้านอื่นมากกว่า ดังนั้นการศึกษานี้เลือกสูตรที่ 7 ในการศึกษาต่อไป



ภาพที่ 4.20 รูปร่างและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่ผลิตจากอัตราส่วนที่ต่างกัน



ภาพที่ 4.21 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีอัตราส่วนแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.32 ผลของอัตราส่วนเนื้อลูกหยีและน้ำ ปริมาณน้ำตาล และกลูโคสไซรัปต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

คุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส							
	สูตรที่ 1 (1:4)	สูตรที่ 2 (1:4)	สูตรที่ 3 (1:2)	สูตรที่ 4 (1:2)	สูตรที่ 5 (1:4)	สูตรที่ 6 (1:4)	สูตรที่ 7 (1:2)	สูตรที่ 8 (1:2)
ลักษณะสี ^{*ns}	6.90±1.25	6.70±1.42	6.52±1.31	7.02±1.06	6.92±1.08	6.88±1.17	6.88±1.04	6.98±1.15
กลิ่นรส	6.46±1.15 ^{ab}	6.14±1.16 ^b	6.46±1.07 ^{ab}	6.62±1.32 ^{ab}	6.42±1.03 ^{ab}	6.60±0.95 ^{ab}	6.86±0.97 ^a	6.74±1.03 ^a
รสชาติ	6.08±1.4 ^{bc}	5.90±1.36 ^c	6.40±1.31 ^{abc}	6.66±1.10 ^a	6.50±1.15 ^{ab}	6.60±1.14 ^{ab}	6.76±1.06 ^a	6.70±1.13 ^a
การยึดเกาะของเนื้อ	6.12±1.39 ^{bc}	5.94±1.46 ^c	6.42±1.28 ^{abc}	6.60±1.25 ^{ab}	6.54±1.01 ^{ab}	6.86±1.03 ^a	6.46±1.23 ^{abc}	6.18±1.37 ^{bc}
ความเหนียวหนุบ	6.02±1.53 ^{bc}	5.78±1.74 ^c	6.24±1.29 ^{abc}	6.18±1.51 ^{abc}	6.50±1.23 ^{ab}	6.68±1.00 ^a	6.00±1.43 ^{bc}	6.06±1.42 ^{bc}
ความง่ายของ การกลืน ^{*ns}	6.20±1.53	6.18±1.62	6.64±1.10	6.50±1.50	6.50±1.39	6.60±1.28	6.50±1.27	6.48±1.25
ความหวาน	6.44±1.37 ^{ab}	6.08±1.29 ^b	6.50±1.05 ^{ab}	6.70±1.13 ^a	6.76±1.04 ^a	6.74±1.12 ^a	6.90±1.22 ^a	6.38±1.18 ^{ab}
ความเค็ม ^{*ns}	6.00±1.36	5.86±1.32	6.28±1.14	6.38±1.34	6.26±1.14	6.16±1.25	6.36±1.08	6.16±1.18
ความเปรี้ยว	6.24±1.41 ^{bc}	5.98±1.55 ^c	6.44±1.25 ^{abc}	6.52±1.36 ^{abc}	6.36±1.22 ^{abc}	6.48±1.22 ^{abc}	6.92±1.37 ^a	6.62±1.23 ^{ab}
ความชอบโดยรวม	5.88±2.01 ^{bc}	5.32±2.13 ^c	6.28±1.60 ^{ab}	6.60±1.64 ^{ab}	6.50±1.49 ^{ab}	6.84±1.54 ^a	6.84±1.62 ^a	6.52±1.98 ^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{*ns} ในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

4.6.4.2 สมบัติทางกายภาพและเคมี

การศึกษาอัตราส่วนของเนื้อลูกหอย และน้ำ 2 ระดับ คือ 1:4 และ 1:2 ปริมาณน้ำตาลทราย 230 และ 260 กรัม และกลูโคสไซรัป 100 และ 150 กรัม ต่อสมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าสี ปริมาณความชื้น ค่า a_w ค่า pH และปริมาณของแข็งทั้งหมด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ค่าสี ผลิตภัณฑ์ลูกหอยเคี้ยวหนุบ ค่าสี (L^*) ความสว่างน้อยลง (สีเข้มขึ้น) ของผลิตภัณฑ์ลูกหอยเคี้ยวหนุบเกิดจากการเพิ่มปริมาณลูกหอยที่สูตรที่ 1 กับสูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 กับสูตรที่ 4 (ตารางที่ 4.33) ส่วนน้ำตาลทรายมีผลต่อค่าสี เนื่องจากการให้ความร้อนก่อให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ขณะที่กลูโคสไซรัปไม่มีผลต่อการก่อให้เกิดสีเข้มในผลิตภัณฑ์ลูกหอยเคี้ยวหนุบ

ความชื้น การเพิ่มอัตราส่วนของเนื้อลูกหอยและปริมาณน้ำตาลทรายมีผลต่อปริมาณของความชื้น ในขณะที่ปริมาณของกลูโคสไซรัปไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น (ตารางที่ 4.33) การศึกษาปริมาณความชื้นที่วิเคราะห์ในช่วง $10.09 \pm 2.52 - 12.79 \pm 0.38$

ค่า a_w การวิเคราะห์ค่า a_w ในผลิตภัณฑ์ลูกหอยเคี้ยวหนุบการใช้อัตราส่วนลูกหอยเพิ่มขึ้นมีผลต่อค่า a_w เพิ่ม เนื่องจากมีปริมาณของกาไยอาหารที่สามารถอุ้มน้ำได้ และเป็นตัวขัดขวางการเกิดเจลของเจลาติน ค่า a_w อยู่ในช่วง $0.31 \pm 0.24 - 0.63 \pm 0.01$ (ตารางที่ 4.33)

ค่า pH ค่าความเป็นกรด-ด่างของอัตราส่วนของเนื้อลูกหอยและน้ำ ปริมาณน้ำตาลและกลูโคสไซรัป พบว่า มีผลต่อค่า pH โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหอยเคี้ยวหนุบที่ค่า pH $3.31 \pm 0.01 - 3.59 \pm 0.01$ ซึ่งอยู่ในมาตรฐานของผลิตภัณฑ์เยลลี่อยู่ระหว่าง 2.8-3.5 ส่วนความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมอยู่ที่ 3.2 ตามมอก. 263-2521 (ตารางที่ 4.33)

ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ลูกหอยเคี้ยวหนุบมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยปัจจัยที่มีมากที่สุดคือปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ลูกหอยเคี้ยวหนุบ และจะลดลงในอัตราส่วนของเนื้อลูกหอยที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.33)

ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (ด้วยวิธี DPPH) พบว่า อัตราส่วนของเนื้อลูกหอยและน้ำ ปริมาณน้ำตาลและกลูโคสไซรัป มีผลต่อปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระ $34.05 \pm 0.83 - 50.66 \pm 0.57$ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่สูตรที่ 3 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงถึง 34.05 ± 0.83 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร การลดสัดส่วนของน้ำลูกหอยทำให้ค่าที่ได้น้อยลง เนื่องจากส่วนผสมถูกเจือจางลงและความแปรปรวนของวัตถุดิบที่ไม่แน่นอน (ตารางที่ 4.33)

วิตามินซี (vitamin c) อัตราส่วนของเนื้อลูกหอยและน้ำ ปริมาณน้ำตาลและกลูโคสไซรัป พบว่า อัตราส่วนของเนื้อลูกหอยและน้ำ ปริมาณน้ำตาลและกลูโคสไซรัป มีผลต่อปริมาณวิตามินซี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปริมาณน้ำลูกหอย 400 กรัม (ตารางที่ 4.33)

ปริมาณฟีนอลรวม (total phenolics content) จากการวิเคราะห์ พบว่า อัตราส่วนของเนื้อลูกหอยและน้ำ ปริมาณน้ำตาลและกลูโคสไซรัป มีผลต่อค่าสารฟีนอลิกทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ปริมาณของสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดสูตรที่ 8 มีค่า 122.83 ± 0.02 มิลลิกรัม สมมูลของกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่าง (ตารางที่ 4.33)

จากการศึกษาอัตราส่วนของน้ำและเนื้อลูกหยี ปริมาณน้ำตาลทราย และกลูโคสไซรัปมาแล้ว ข้างต้น ผู้บริโภคให้การยอมรับสูตรที่ 7 คือ เนื้อลูกหยีและน้ำที่ระดับ 1:2 น้ำตาลทรายที่น้ำหนัก 260 กรัม และกลูโคสไซรัปที่น้ำหนัก 100 กรัม มากที่สุด จึงนำสูตรดังกล่าวเพื่อทำการพัฒนาต่อไป

ตารางที่ 4.33 ผลของชนิดเนื้ออัตราส่วนเนื้อลูกหยีและน้ำ ปริมาณน้ำตาลและกลูโคสที่รับประทานต่อของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

คุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์	สูตรที่ 1 (1:4)	สูตรที่ 2 (1:4)	สูตรที่ 3 (1:2)	สูตรที่ 4 (1:2)	สูตรที่ 5 (1:4)	สูตรที่ 6 (1:4)	สูตรที่ 7 (1:2)	สูตรที่ 8 (1:2)
ค่าสี L^*	18.56±0.17 ^a	19.07±0.91 ^a	17.88±1.05 ^a	17.93±2.49 ^a	14.96±0.96 ^b	14.66±0.94 ^b	13.84±1.74 ^b	13.37±0.64 ^b
a^*	2.95±0.51 ^a	2.34±0.46 ^{ab}	3.00±0.34 ^a	1.31±0.20 ^c	2.35±0.34 ^{ab}	2.04±0.28 ^b	2.40±0.39 ^{ab}	2.70±0.02 ^{ab}
b^*	1.75±0.46 ^a	1.20±0.43 ^a	1.70±0.21 ^a	0.31±0.15 ^b	1.71±0.31 ^a	1.37±0.27 ^a	1.38±0.24 ^a	1.45±0.02 ^a
ความชื้น (%)	10.09±2.52 ^b	10.24±0.84 ^b	12.37±0.88 ^{ab}	12.74±0.21 ^a	10.77±1.48 ^{ab}	10.53±0.68 ^{ab}	12.89±1.70 ^a	12.79±0.38 ^a
pH	3.59±0.01 ^a	3.60±0.01 ^a	3.42±0.11 ^c	3.30±0.02 ^d	3.53±0.01 ^{ab}	3.51±0.01 ^b	3.31±0.01 ^d	3.32±0.01 ^d
a_w	0.46±0.01 ^d	0.47±0.01 ^d	0.64±0.01 ^a	0.62±0.01 ^b	0.57±0.01 ^c	0.64±0.01 ^a	0.63±0.01 ^b	0.63±0.01 ^b
ปริมาณของแข็ง ทั้งหมด (B)	6.83±0.12 ^{bcd}	6.13±0.81 ^d	6.83±0.31 ^{bcd}	6.63±0.21 ^{cd}	9.03±0.65 ^a	7.06±0.10 ^b	7.20±0.30 ^{bc}	9.30±0.17 ^a
วิตามินซี (mg/100ml)	0.87±0.24 ^e	2.25±0.23 ^d	12.15±0.57 ^a	11.81±0.21 ^{ab}	1.39±0.32 ^e	1.11±0.21 ^e	12.36±0.26 ^a	10.01±0.21 ^c
DPPH assay (IC ₅₀) (μg/ml)	46.52±0.64 ^b	50.66±0.57 ^a	34.05±0.83 ^f	38.15±1.26 ^e	47.31±1.14 ^b	52.12±1.81 ^a	40.51±0.62 ^d	42.84±0.73 ^c
TPC (mg GAE/g sample)	57.44±0.01 ^h	65.14±0.01 ^e	101.67±0.70 ^c	155.52±0.0 ^a	63.21±0.19 ^f	61.29±0.01 ^g	95.90±0.05 ^d	122.83±0.02 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.6.5 การปรับชนิดและปริมาณกรด

4.6.5.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบโดยมีการเพิ่มความเปรี้ยวในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ใช้กรด 2 ชนิด ได้แก่ กรดทาร์ทาริก และ กรดซิตริก ที่ระดับ ร้อยละ 2 และ 3 จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ชนิดและปริมาณของกรดที่เพิ่มมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่นรส รสชาติ ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ขณะที่คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะสี การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ ความยากง่ายของการกลืน ความหวาน และความเค็ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.34) การใช้กรดทาร์ทาริกที่ระดับ ร้อยละ 2 ให้คะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุด 7.65 ± 0.83 คะแนน (ความชอบระดับค่อนข้างดี) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ (ตารางที่ 4.34)

ตารางที่ 4.34 ผลของชนิดและปริมาณกรดต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ลักษณะคุณภาพ	ชุดควบคุม	กรดทาร์ทาริก		กรดซิตริก	
		ร้อยละ 2	ร้อยละ 3	ร้อยละ 2	ร้อยละ 3
ลักษณะสี ^{*ns}	7.14±1.07	7.42±0.68	7.39±1.08	7.41±0.89	7.43±0.87
กลิ่นรส	7.42±0.97 ^a	7.15±0.94 ^b	7.19±0.82 ^b	7.01±0.74 ^b	7.03±0.98 ^b
รสชาติ	7.52±0.76 ^a	7.63±1.01 ^a	7.28±1.07 ^a	6.76±0.65 ^b	6.56±0.81 ^b
การยึดเกาะของเนื้อ ^{*ns}	7.26±1.12	7.26±1.02	7.29±1.04	7.13±1.07	7.24±1.10
ความเหนียวหนุบ ^{*ns}	7.36±0.76	7.29±0.87	7.23±0.91	7.12±1.02	7.03±1.14
ความยากง่ายของการกลืน ^{*ns}	7.44±0.87	7.58±0.87	7.47±1.03	7.36±1.19	7.43±1.01
ความหวาน ^{*ns}	7.12±1.24	6.83±1.02	6.88±1.06	6.84±1.03	6.84±1.02
ความเค็ม ^{*ns}	6.94±0.86	6.78±1.07	6.64±0.98	6.69±1.08	6.79±1.09
ความเปรี้ยว	7.44±1.23 ^a	7.55±1.01 ^a	7.14±1.02 ^b	7.16±1.07 ^b	7.04±1.21 ^b
ความชอบโดยรวม	7.32±1.06 ^a	7.65±0.83 ^a	7.24±0.85 ^a	7.01±0.76 ^{ab}	6.57±0.71 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{*ns} ในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกการใช้กรดทาร์ทาริกและกรดซิตริกในความเข้มข้นแต่ละระดับข้างต้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดทาร์ทาริก ความเข้มข้น ร้อยละ 2 มีคะแนนการทดสอบทางประสาท

สัมพัทธ์ด้านความชอบโดยรวม 7.65 ± 0.83 (ชอบค่อนข้างมาก) ดังนั้นจึงนำกรดดังกล่าวเพื่อทำการปรับสูตรในขั้นต่อไป

4.6.5.2 สมบัติทางกายภาพและเคมี

การศึกษาปริมาณกรดทาร์ทาริกและกรดซิตริก ศึกษา 2 ระดับคือ ร้อยละ 2 และ ร้อยละ 3 ต่อการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า สมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าสี ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ปริมาณวิตามินซีและปริมาณฟีนอลรวม (total phenolics content) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณความชื้น ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดทาร์ทาริกและกรดซิตริกทั้ง 2 ระดับ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดทาร์ทาริกมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดซิตริก ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 17.21 ± 0.83 - 17.35 ± 0.12 โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดซิตริกมีค่าอยู่ในช่วง 20.61 ± 0.53 - 22.05 ± 1.45 (ตารางที่ 4.35)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดทาร์ทาริกและกรดซิตริกทั้ง 2 ระดับ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดทาร์ทาริก มีค่า pH อยู่ในช่วง 3.06 ± 0.01 - 3.12 ± 0.01 และผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดซิตริก มีค่า pH อยู่ในช่วง 3.16 ± 0.01 - 3.10 ± 0.01 (ตารางที่ 4.35)

ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) การวัด ค่า a_w ที่ใช้กรดทาร์ทาริกและกรดซิตริกทั้ง 2 ระดับในผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่า ค่า a_w มีค่าความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยค่า a_w อยู่ในช่วง 0.82 ± 0.01 - 0.84 ± 0.01 (ตารางที่ 4.35)

ค่าสี วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดทาร์ทาริกและกรดซิตริกทั้ง 2 ระดับ พบว่า ปริมาณกรดร้อยละ 2 จะมีสีเข้มมากกว่าปริมาณกรด ร้อยละ 3 (ตารางที่ 4.35) ผลการวิเคราะห์ค่า L^* (ค่าความสว่าง) อยู่ในช่วง 13.86 ± 0.01 - 17.75 ± 0.01 ค่า a^* (บวก หมายถึง สีแดง และ ลบ หมายถึง สีเขียว) อยู่ในช่วง 0.45 ± 0.01 - 1.78 ± 0.02 และ ค่า b^* (บวก หมายถึง สีแดง และ ลบ หมายถึง สีเขียว) อยู่ในช่วง 0.02 ± 0.02 - 1.18 ± 0.02 (ตารางที่ 4.35)

ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (ด้วยวิธี DPPH) ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดทาร์ทาริกและกรดซิตริกทั้ง 2 ระดับ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดทาร์ทาริก มีสารต้านอนุมูลอิสระ อยู่ในช่วงระหว่าง 43.13 ± 1.02 - 45.29 ± 0.79 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดซิตริก มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 45.50 ± 0.63 - 48.05 ± 1.29 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จากการวิเคราะห์การใช้กรดซิตริก จะมีค่าสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการใช้กรด ทาร์ทาริก (ตารางที่ 4.35)

วิตามินซี (vitamin c) ผลิตภัณฑ์การใช้กรดทาร์ทาริกและกรดซิตริก ทั้ง 2 ระดับ พบว่า มีปริมาณวิตามินซี อยู่ในช่วง 7.82 ± 0.87 - 10.06 ± 0.01 มิลลิกรัม/100มิลลิลิตร (ตารางที่ 4.35) โดยจะเห็นว่าปริมาณวิตามินซีลดลงทั้ง 2 ระดับ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ผ่านการฆ่าเชื้อและผ่านการเคี้ยวโดยใช้

ความร้อนเป็นเวลานาน ส่งผลให้วิตามินซีเสื่อมสภาพไป เพราะวิตามินซีไม่คงทนต่อความร้อน หากภาชนะไม่มีฝาครอบและการหุงต้มใช้เวลานาน (สนใจ, 2521)

ปริมาณฟีนอลรวม (total phenolics content) จากการวิเคราะห์ พบว่า ผลผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 มีปริมาณฟีนอลรวมสูงสุด เท่ากับ 70.19 ± 0.45 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่าง รองลงมา ได้แก่ ผลผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 3 เท่ากับ 70.13 ± 3.41 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่าง ส่วนผลผลิตภัณฑ์ที่ใช้กรดซิตริก มีปริมาณฟีนอลรวมน้อยที่สุด ซึ่งอยู่ในช่วง 61.00 ± 6.25 - 67.23 ± 3.25 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่าง (ตารางที่ 4.35)

ตารางที่ 4.35 ผลของชนิดและปริมาณกรดต่อสมบัติทางกายภาพและเคมี และสารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหุบ

ลักษณะคุณภาพ	ชุดควบคุม	กรดทาร์ทาริก แต่ละระดับ		กรดซิตริก แต่ละระดับ	
		ร้อยละ 2	ร้อยละ 3	ร้อยละ 2	ร้อยละ 3
ความชื้น	16.55 ± 0.60^b	17.21 ± 0.83^b	17.35 ± 0.12^b	20.61 ± 0.53^a	22.05 ± 1.45^a
pH	3.35 ± 0.05^c	3.06 ± 0.01^d	3.12 ± 0.01^{bc}	3.16 ± 0.01^b	3.10 ± 0.01^{cd}
a_w	0.63 ± 0.01^d	0.82 ± 0.01^c	0.83 ± 0.01^{ab}	0.83 ± 0.01^{ab}	0.84 ± 0.01^a
ค่าสี					
L^*	13.74 ± 0.50^c	11.02 ± 0.01^d	17.75 ± 0.01^a	14.86 ± 0.01^b	13.86 ± 0.01^c
a^*	2.33 ± 0.20^a	1.78 ± 0.02^b	0.45 ± 0.01^d	0.64 ± 0.02^c	0.47 ± 0.03^d
b^*	1.43 ± 0.10^a	1.18 ± 0.02^b	0.07 ± 0.02^d	0.17 ± 0.01^c	0.02 ± 0.02^d
วิตามินซี (mg/100ml)	11.23 ± 1.12^a	10.06 ± 0.01^b	9.67 ± 0.15^b	8.72 ± 0.13^b	7.82 ± 0.87^b
DPPH assay (IC ₅₀) (μg/ml)	41.45 ± 1.19^c	43.13 ± 1.02^c	45.29 ± 0.79^b	45.50 ± 0.63^b	48.05 ± 1.29^a
TPC (mg GAE/g sample)	95.41 ± 1.65^a	70.19 ± 0.45^b	67.23 ± 3.25^b	70.13 ± 3.41^b	61.00 ± 6.25^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{*ns} ในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

4.6.6 การลดปริมาณค่าออกเตอร์แอคทีวิตีด้วยกลีเซอริน

การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยการนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเติมกรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 ศึกษาการใช้กลีเซอรินในการลดค่า a_w ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และทางด้านจุลชีววิทยา

4.6.6.1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยใช้กรดและกลีเซอริน โดยการคัดเลือกสูตร 3 สูตร ได้แก่ 1) กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 2) กลีเซอริน ร้อยละ 1 3) กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 และกลีเซอริน ร้อยละ 1 ต่อการยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า การทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่นรส รสชาติ ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะสี การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ ความง่ายต่อการกลืน และความหวาน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ลักษณะสี สีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ทั้ง 3 สูตร มีสีน้ำตาลเข้ม เนื่องจากในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์มีลูกหยีและน้ำตาลเป็นองค์ประกอบหลัก เมื่อได้รับความร้อนทำให้โมเลกุลของน้ำตาลสลาย (thermolysis) และเกิดโพลีเมอร์ไรเซชันของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารสีน้ำตาล ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการเมลเลเซชัน (caramelization) (ระวีวรรณ, 2551) คะแนนการยอมรับด้านลักษณะสีพบว่า ลักษณะสีของแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยคะแนนอยู่ในช่วง 7.28 ± 0.93 - 7.50 ± 0.91 (ตารางที่ 4.36)

กลิ่นรส ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเพิ่มกรด เพิ่มกลีเซอรินมีผลต่อคะแนนกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ลดลงจากชุดควบคุมผลิตภัณฑ์ยังคงมีกลิ่นรสของลูกหยีคงเดิม ซึ่งคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรส พบว่า กลิ่นรสของแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยคะแนนอยู่ในช่วง 6.98 ± 1.24 - 7.26 ± 0.88 (ตารางที่ 4.36)

รสชาติ รสชาติของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่า รสชาติทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสูตรกรดมีคะแนนการยอมรับสูงที่สุด สูตรเติมกรด สูตรกลีเซอริน สูตรกรดและกลีเซอริน 7.64 ± 1.23 , 7.23 ± 1.09 และ 7.12 ± 1.05 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.36)

การยึดเกาะของเนื้อ การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสทางด้านการยึดเกาะของเนื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ 3 สูตร พบว่า การยึดเกาะของเนื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ 3 สูตร มีคะแนนการยอมรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยคะแนนอยู่ในช่วง 6.98 ± 1.57 - 7.24 ± 1.39 (ตารางที่ 4.36)

ความเหนียวหนุบ ความเหนียวหนุบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเกิดจากการเติมของเจลาติน โดยใช้ปริมาณของเจลาตินที่เท่ากันทั้ง 3 สูตร ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสทางด้าน

ความเหนียวหนุบ พบว่า คะแนนการทดสอบด้านความเหนียวหนุบของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยคะแนนอยู่ในช่วง 7.16 ± 1.21 - 7.28 ± 1.29 (ตารางที่ 4.36)

ความหวาน ปริมาณความหวานที่ได้จากผลิตภัณฑ์ คือ น้ำตาลทรายและกลูโคสไซรัป โดยผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 3 สูตร มีคะแนนการยอมรับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยคะแนนอยู่ในช่วง 6.78 ± 1.43 - 6.88 ± 1.66 (ตารางที่ 4.36)

ความเปรี้ยว การเพิ่มกรดทาร์ทาริกมีผลต่อความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์และช่วยในเรื่องการลดค่า pH ในผลิตภัณฑ์ด้วย ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสทางด้านความเปรี้ยว พบว่า ความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยคะแนนอยู่ในช่วง 7.12 ± 1.49 - 7.54 ± 1.31 (ตารางที่ 4.36)

ความชอบโดยรวม การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้คะแนนความชอบโดยรวมในการตัดสินในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร โดยมีระดับคะแนนความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยสูตรกรดมีคะแนนสูงที่สุด (7.98 ± 0.94) รองลงมา คือ สูตรกลีเซอริน (7.74 ± 1.05) และสูตรกรดกับกลีเซอริน (7.48 ± 1.39) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.36)

ตารางที่ 4.36 ผลของชนิดและปริมาณกรดต่อคะแนนทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

คุณลักษณะ	ชุดควบคุม	ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบแต่ละสูตร		
		กรด	กลีเซอริน	กรดและกลีเซอริน
ลักษณะสี ^{*ns}	7.24 ± 1.13	7.50 ± 0.91	7.44 ± 0.95	7.28 ± 0.93
กลิ่นรส	7.36 ± 0.85^a	7.26 ± 0.88^b	7.18 ± 1.02^b	6.98 ± 1.24^b
รสชาติ	7.57 ± 0.68^a	7.64 ± 1.23^a	7.23 ± 1.09^b	7.12 ± 1.05^b
การยืดเกาะของเนื้อ ^{*ns}	7.28 ± 1.08	7.24 ± 1.39	7.16 ± 1.15	6.98 ± 1.57
ความเหนียวหนุบ ^{*ns}	7.26 ± 0.86	7.28 ± 1.29	7.16 ± 1.21	7.18 ± 1.33
ความง่ายของการกลืน ^{*ns}	7.42 ± 0.87	7.54 ± 0.73	7.36 ± 1.24	7.24 ± 1.27
ความหวาน ^{*ns}	7.01 ± 1.02	6.78 ± 1.43	6.88 ± 1.66	6.80 ± 1.37
ความเค็ม ^{*ns}	7.06 ± 0.98	6.54 ± 1.27	6.64 ± 1.29	6.48 ± 1.18
ความเปรี้ยว	7.44 ± 1.23^a	7.54 ± 1.31^a	7.12 ± 1.49^b	7.16 ± 1.65^b
ความชอบโดยรวม	7.72 ± 1.25^{ab}	7.98 ± 0.94^a	7.74 ± 1.05^{ab}	7.48 ± 1.39^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

^{*ns} ในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

4.6.6.2 การวิเคราะห์สมบัติกายภาพและเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 3 สูตร ได้แก่ 1) กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 2) กลีเซอริน ร้อยละ 1 3) กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 และ กลีเซอริน ร้อยละ 1 ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w) ค่าสี ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ปริมาณวิตามินซีและปริมาณฟีนอลรวม (total phenolics content) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณความชื้น ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 3 สูตร พบว่า ปริมาณความชื้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 14.33 ± 3.11 – 42.41 ± 7.29 และสูตรที่ 3 มีปริมาณความชื้นต่ำสุดเท่ากับ 14.33 ± 3.11 สูตรที่ 1 และ 2 มีปริมาณความชื้นสูงสุดเท่ากับ 42.41 ± 7.29 และ 35.23 ± 2.26 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.37)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ผลการวิเคราะห์ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 3 สูตร พบว่า ค่า pH มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร มีค่า pH อยู่ระหว่าง 2.94 ± 0.02 – 3.28 ± 0.01 โดยสูตรที่ 1 มีค่า pH ต่ำที่สุดเท่ากับ 2.94 ± 0.02 สูตรที่ 2 และ 3 มีค่า pH สูงสุดเท่ากับ 3.28 ± 0.01 และ 2.97 ± 0.01 ตามลำดับ วิลาสินี (2552) กล่าวว่า ถ้า pH น้อยกว่า 4 จะมีผลต่อความแข็งแรงของเจลเจลาติน ซึ่งจากตารางที่ 4.37 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 3 สูตร มีค่า pH ต่ำกว่า 4 กรดนอกจากจะช่วยในเรื่องของกลิ่นรสแล้ว ยังมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย กรดจะมีผลต่อการเกิดเจล และการเกิดอินเวอร์ชันในระหว่างการผลิตด้วย (ศิวาพร, 2535)

ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w) ผลการวิเคราะห์ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 3 สูตร พบว่า ค่า a_w มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.85–0.89 และสูตรที่ 3 มีค่า a_w ต่ำสุดเท่ากับ 0.085 ± 0.01 สูตรที่ 1 และ 2 มีค่า a_w สูงสุดเท่ากับ 0.89 ± 0.01 และ 0.87 ± 0.01 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.37) ปริมาณเจลาตินมีผลต่อปริมาณความชื้นอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์ เมื่อเพิ่มปริมาณเจลาตินขณะที่ส่วนประกอบอื่นๆ มีปริมาณคงที่ มีผลทำให้ปริมาณความชื้นอิสระ (a_w) สูงขึ้น (เศรษฐิณี และคณะ, 2558)

ค่าสี ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่า ค่า L^* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่า L^* อยู่ในช่วงระหว่าง 16.68–17.51 สูตรที่ 1 มีค่า L^* ต่ำที่สุดเท่ากับ 16.68 ± 0.01 สูตรที่ 3 และ 2 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 17.51 ± 0.01 และ 17.20 ± 0.01 ตามลำดับ ค่า a^* อยู่ในช่วงระหว่าง 1.01–1.96 โดยสูตรที่ 1 และ 3 มีค่า a^* ต่ำสุดเท่ากับ 1.01 ± 0.01 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ในขณะที่สูตรที่ 2 มีค่า a^* สูงที่สุดเท่ากับ 1.96 ค่า b^* พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) อยู่ในช่วงระหว่าง 0.02–0.63 สูตรที่ 1 มีค่า b^* ต่ำที่สุด

เท่ากับ 0.02 ± 0.02 สูตรที่ 2 และ 3 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.63 ± 0.01 และ 0.34 ± 0.01 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.37)

ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (ด้วยวิธี DPPH) ผลการวิเคราะห์ค่าสารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 3 สูตร พบว่า ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 41.21 ± 0.99 - 43.45 ± 0.98 โดยสูตรที่ 4 เติมกรดและกลีเซอริน และกรดอย่างเดียว มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุดเท่ากับ 43.45 ± 0.98 และ 43.16 ± 1.04 ตามลำดับ ส่วนสูตรที่เติมกลีเซอรินอย่างเดียวมีสารต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 42.98 ± 0.76 และ 41.21 ± 0.99 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.37) ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระหรือสารต้านออกซิเดชัน (Antioxidant) คือ สารที่ทำหน้าที่ยับยั้งหรือต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือสามารถกำจัดอนุมูลอิสระออกจากร่างกาย แบ่งตามกลไกของการยับยั้งออกซิเดชันได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ สารกลุ่มป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ (Preventive antioxidant) สารกลุ่มทำลายหรือยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น (Scavenging antioxidant) และสารกลุ่มทำให้ลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระสิ้นสุดลง (Chain breaking antioxidant) (ปิยะศิริ, 2551)

วิตามินซี (Vitamin c) ผลการวิเคราะห์ค่าวิตามินซีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 3 สูตร พบว่า ปริมาณวิตามินซีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่า ปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 8.46 ± 0.25 - 10.153 ± 0.25 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร โดยสูตรที่ 3 มีปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุดเท่ากับ 8.46 ± 0.25 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร (ตารางที่ 4.37)

ผลการวิเคราะห์ค่าฟีนอลรวมของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 3 สูตร พบว่าปริมาณฟีนอลรวมของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 70.13 ± 2.15 - 79.012 ± 5.14 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่าง

ปริมาณฟีนอลรวม (Total phenolics content) สารประกอบฟีนอลิกประเภทโพลีฟีนอลมีประโยชน์หลายประการ เช่น มีส่วนช่วยป้องกันมะเร็ง ป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือดสมองเนื่องจากช่วยลดโคเลสเตอรอลชนิดแอลดีแอลและไตรกลีเซอไรด์ และช่วยเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด (จารนัย และคณะ, 2007) (ตารางที่ 4.37)

ตารางที่ 4.37 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ลักษณะคุณภาพ	ชุดควบคุม (ไม่เติมกรดและ กลีเซอริน)	ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบแต่ละสูตร		
		กรด	กลีเซอริน	กรดและ กลีเซอริน
ความชื้น	16.56±0.48 ^b	42.41±7.29 ^a	35.23±2.26 ^a	14.32±3.11 ^b
pH	3.37±0.08 ^a	2.94±0.02 ^c	3.28±0.01 ^c	2.97±0.01 ^c
a _w	0.64±0.01 ^d	0.89±0.01 ^a	0.87±0.01 ^b	0.85±0.01 ^c
ค่าสี				
L*	13.67±0.01 ^c	16.68±0.01 ^b	17.20±0.01 ^a	17.51±0.01 ^a
a*	2.36±0.23 ^a	1.01±0.01 ^c	1.9567±0.01 ^b	1.01±0.01 ^c
b*	1.46±0.11 ^a	0.02±0.02 ^d	0.63±0.01 ^b	0.34±0.01 ^c
วิตามินซี (mg/100 ml)	13.14±0.10 ^a	10.153±0.25 ^b	11.23±0.15 ^b	8.46±0.25 ^b
DPPH assay (IC ₅₀) (µg/ml)	41.21±0.99 ^b	43.16±1.04 ^a	42.98±0.76 ^{ab}	43.45±0.98 ^a
TPC (mg GAE/g sample)	93.74±1.63 ^a	70.13±2.15 ^b	79.012±5.14 ^b	74.23±3.87 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

4.6.6.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

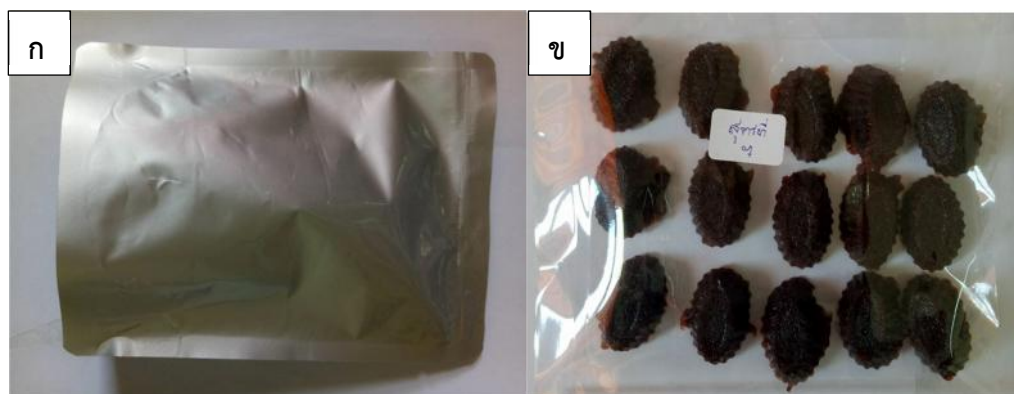
ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 3 สูตร ได้แก่ 1) กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 2) กลีเซอริน ร้อยละ 1 3) กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 และกลีเซอริน ร้อยละ 1 (ตารางที่ 4.38) ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.519/2547) และใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ทั้งนี้ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เยลลี่อ่อน (มผช.519/2547) ได้กำหนดไว้ว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 3 สูตร ยังอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 4.38 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา (โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) ในผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ลักษณะคุณภาพ	ชุดควบคุม (ไม่เติมกรดและ กลีเซอริน)	ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบแต่ละสูตร		
		กรด	กลีเซอริน	กรดและ กลีเซอริน
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	2.2×10^2	3.2×10^2	1.04×10^3	6.8×10^2
ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g)	1.2×10	3.2×10	8.6×10	4.0×10

4.7 บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

การศึกษาดังกล่าวและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 ชุดควบคุม สูตรที่ 2 (กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2) สูตรที่ 3 (กลีเซอริน ร้อยละ 1) และสูตรที่ 4 (กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 และกลีเซอริน ร้อยละ 1) บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิโพรไพลีน (PP) เก็บที่สภาวะอุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 4.22) ระยะเวลาการเก็บรักษา 6 เดือน และตรวจสอบคุณภาพ ทุก ๆ 1 เดือน พบว่าบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อคุณภาพประสาทสัมผัส สมบัติทางกายภาพและเคมี และทางด้านจุลชีววิทยา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 4.22 ก ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (AL)
ข ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบบรรจุถุงพอลิโพรไพลีน (PP)

4.7.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะด้านสี กลิ่นรส รสชาติ การยืดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ ความยากง่ายของการกลืน ความหวาน ความเค็ม ความเปรี้ยวและความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ทั้ง 4 สูตร ภายใต้สภาวะการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ถุงออลูมิเนียมฟอยล์ (AL) และถุงพอลิโพรไพลีน (PP) ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน แสดงผลดังตารางที่ 4.39

ลักษณะสี เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่การเก็บรักษาในถุง AL สามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าถุงชนิด PP ทุกระยะเวลาเก็บ 1-6 เดือน ซึ่งคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มน้อยลงตามระยะเวลาที่เก็บ โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน ไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุมที่ระยะเวลา 1-5 เดือน ขณะที่ระยะเวลา 6 เดือน คะแนนจะแตกต่างจากชุดควบคุม เนื่องจากมีการเติมกรดและกลีเซอรินมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงให้สีเข้มขึ้น ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนน้อยลง โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมกรดและกลีเซอริน ระยะเวลาเก็บรักษา 6 เดือน มีช่วงคะแนนการทดสอบ 5.28 ± 0.33 - 5.40 ± 0.46 ส่วนชุดควบคุมมีคะแนน 6.46 ± 0.47 - 6.58 ± 0.36 เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน คะแนนการทดสอบด้านสีจะมีความแตกต่างกันเริ่มที่ระยะเวลา 5 เดือน เมื่อเทียบกับระยะเวลา 0 เดือน ทั้งชุดควบคุม และชุดการเติมกรดและกลีเซอริน จากคะแนนการทดสอบที่ระยะเวลา 0 เดือน อยู่ในช่วง 7.11 ± 0.38 - 7.48 ± 0.50 เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 5 เดือน ทั้งถุง PP และ AL มีคะแนนอยู่ในช่วง 6.66 ± 0.33 - 6.83 ± 0.30 ซึ่งมีระดับคะแนนดังกล่าวแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 4.39)

กลิ่นรส การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่บรรจุถุง PP และ AL ที่ผ่านการเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 0-6 เดือน พบว่า ระดับคะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบด้านกลิ่นรส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เติมกรดทาร์ทาริกและกลีเซอริน สามารถรักษากลิ่นรสไม่แตกต่างกับชุดควบคุมตลอดอายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน แต่จะแตกต่างที่ระยะเวลา 6 เดือน ทั้งการเก็บผลิตภัณฑ์ในถุง PP และ AL โดยที่การเก็บรักษาในถุง AL สามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าถุงชนิด PP ทุกระยะเวลาเก็บ 1-6 เดือน ซึ่งคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มน้อยลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมกรดและกลีเซอริน ที่ระยะเวลาเก็บ 6 เดือน คือมีช่วงคะแนน 6.07 ± 0.46 - 6.31 ± 0.27 ส่วนชุดควบคุมมีคะแนน 6.41 ± 0.53 - 6.44 ± 0.51 เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน คะแนนการทดสอบด้านกลิ่นรส จะมีความแตกต่างกันที่ระยะเวลา 6 เดือน เมื่อเทียบกับระยะเวลา 0 เดือน ทั้ง

ชุดควบคุมและชุดการเติมกรดและกลีเซอริน จากคะแนนการทดสอบที่ 0 เดือน อยู่ในช่วง $7.04 \pm 0.27 - 7.39 \pm 0.40$ เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 5 เดือน ทั้งชุด PP และ AL อยู่ในช่วง $5.82 \pm 0.55 - 6.44 \pm 0.51$ (ตารางที่ 4.39)

รสชาติ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่การเก็บรักษาในถุง AL สามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าถุงชนิด PP ทุกระยะเวลาการเก็บรักษา 1-6 เดือน ซึ่งคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มน้อยลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน ไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุมที่ระยะเวลา 1-6 เดือน โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมกรดและกลีเซอริน ที่ระยะ 6 เดือน คือช่วงคะแนน $5.54 \pm 0.40 - 5.80 \pm 0.49$ ส่วนชุดควบคุมมีคะแนน $5.53 \pm 0.64 - 6.53 \pm 0.64$ เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน คะแนนการทดสอบด้านรสชาติจะมีความแตกต่างกันเริ่มที่ระยะเวลา 4 เดือน เมื่อเทียบกับระยะเวลา 0 เดือน ทั้งชุดควบคุมและชุดการเติมกรดและกลีเซอริน จากคะแนนการทดสอบที่ 0 เดือน อยู่ในช่วง $7.01 \pm 0.22 - 7.42 \pm 0.31$ เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน ทั้งชุด PP และ AL อยู่ในช่วง $5.97 \pm 0.43 - 6.53 \pm 0.62$ (ตารางที่ 4.39)

การยืดเกาะของเนื้อ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยืดเกาะของเนื้อของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ซึ่งคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มน้อยลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน ไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุมที่ระยะเวลา 1-3 เดือน ขณะที่ระยะเวลา 4-6 เดือน คะแนนจะแตกต่างจากชุดควบคุม เนื่องจากมีการเติมกรดและกลีเซอรินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ การปรับสภาวะเป็นกรดสูงขึ้นส่งผลต่อความแข็งแรงของเจลลาตินที่เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ลดลง การยืดเกาะของเนื้อผลิตภัณฑ์ต่ำลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนน้อยลง โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมกรดและกลีเซอริน ที่ระยะ 6 เดือน คือช่วงคะแนน $4.11 \pm 0.27 - 4.30 \pm 0.30$ ส่วนชุดควบคุมมีคะแนน $5.14 \pm 0.57 - 6.03 \pm 0.31$ เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน คะแนนการทดสอบด้านสีจะมีความแตกต่างกันเริ่มที่ระยะเวลา 4 เดือน เมื่อเทียบกับระยะเวลา 0 เดือน ทั้งชุดควบคุมและชุดการเติมกรดและกลีเซอริน จากคะแนนการทดสอบที่ 0 เดือน อยู่ในช่วง $6.83 \pm 0.28 - 7.36 \pm 0.38$ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน ทั้งชุด PP และ AL อยู่ในช่วง $4.57 \pm 0.55 - 6.44 \pm 0.39$ (ตารางที่ 4.39)

ความเหนียวหนุบ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเหนียวหนุบของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ซึ่งคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มน้อยลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน ไม่แตกต่างกับชุดควบคุมที่ระยะเวลา 1-6 เดือน โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมกรดและกลีเซอริน ที่ระยะ 6 เดือน คือช่วงคะแนน 5.78 ± 0.66 - 5.87 ± 0.64 ส่วนชุดควบคุมมีคะแนน 5.82 ± 0.46 - 6.49 ± 0.46 เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน คะแนนการทดสอบด้านความเหนียวหนุบ จะมีความแตกต่างกันเริ่มที่ระยะเวลา 6 เดือน (ที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ PP) เมื่อเทียบกับระยะเวลา 0 เดือน ทั้งชุดควบคุมและชุดการเติมกรดและกลีเซอริน จากคะแนนการทดสอบที่ 0 เดือน อยู่ในช่วง 6.84 ± 0.36 - 7.41 ± 0.43 เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 6 เดือน ทั้งถุง PP และ AL อยู่ในช่วง 5.71 ± 0.66 - 6.49 ± 0.46 (ตารางที่ 4.39)

ความง่ายของการกลืน เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความง่ายของการกลืนของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน คะแนนการทดสอบด้านนี้จะมีความแตกต่างกันเริ่มที่ระยะเวลา 5 เดือน เมื่อเทียบกับระยะเวลา 0 เดือน ทั้งชุดควบคุมและชุดการเติมกรดและกลีเซอริน จากคะแนนการทดสอบที่ 0 เดือน อยู่ในช่วง 7.11 ± 0.48 - 7.25 ± 0.64 เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน ทั้งถุง PP และ AL อยู่ในช่วง 5.88 ± 0.63 - 6.81 ± 0.54 (ตารางที่ 4.39)

ความหวาน เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหวานของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน ไม่แตกต่างกับชุดควบคุมที่ระยะเวลา 1-6 เดือน โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมกรดและกลีเซอริน ที่ระยะ 6 เดือน คือช่วงคะแนน 5.55 ± 0.61 - 5.61 ± 0.74 ส่วนชุดควบคุมมีคะแนน 6.56 ± 0.70 - 6.75 ± 0.54 เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน อยู่ในช่วง 6.73 ± 0.50 - 7.44 ± 0.48 เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน ทั้งถุง PP และ AL อยู่ในช่วง 5.64 ± 0.38 - 6.75 ± 0.54 (ตารางที่ 4.39)

ความเค็ม เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะ

อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความหวานของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน ไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุมที่ระยะเวลา 1-6 เดือน โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมกรดและกลีเซอริน ที่ระยะ 6 เดือน คือช่วงคะแนน 6.03 ± 0.24 - 6.51 ± 0.39 ส่วนชุดควบคุมมีคะแนน 6.40 ± 0.80 - 6.59 ± 0.66 เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน อยู่ในช่วง 6.71 ± 0.55 - 7.08 ± 0.34 เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 6 เดือน ทั้งถุง PP และ AL อยู่ในช่วง 5.88 ± 0.63 - 6.59 ± 0.66 (ตารางที่ 4.39)

ความเปรี้ยว เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน ไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุมที่ระยะเวลา 1-6 เดือน โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่เติมกรดและกลีเซอริน ที่ระยะ 6 เดือน คือช่วงคะแนน 5.94 ± 0.70 - 5.91 ± 0.48 ส่วนชุดควบคุมมีคะแนน 6.22 ± 0.58 - 6.59 ± 0.66 เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน อยู่ในช่วง 6.71 ± 0.55 - 7.08 ± 0.34 เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 6 เดือน ทั้งถุง PP และ AL อยู่ในช่วง 5.88 ± 0.63 - 6.59 ± 0.66 (ตารางที่ 4.39)

ความชอบโดยรวม เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่การเก็บรักษาในถุง AL สามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าถุงชนิด PP ทุกระยะเวลาเก็บรักษา 1-6 เดือน ซึ่งคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มน้อยลงตามระยะเวลาที่เก็บ โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน ไม่แตกต่างกันกับชุดควบคุมที่ระยะเวลา 1-5 เดือน ขณะที่ระยะเวลา 6 เดือน คะแนนจะแตกต่างจากชุดควบคุม ที่ระยะเวลา 6 เดือน คือ ช่วงคะแนน 5.07 ± 0.50 - 5.92 ± 0.73 ส่วนชุดควบคุมมีคะแนน 6.13 ± 0.39 - 6.48 ± 0.58 เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษา 0-6 เดือน คะแนนการทดสอบด้านความชอบโดยรวมจะมีความแตกต่างกันเริ่มที่ระยะเวลา 4 เดือน เมื่อเทียบกับระยะเวลา 0 เดือน ทั้งชุดควบคุมและชุดการเติมกรดและกลีเซอริน จากคะแนนการทดสอบที่ 0 เดือน อยู่ในช่วง 7.13 ± 0.28 - 7.51 ± 0.33 เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน ทั้งถุง PP และ AL อยู่ในช่วง 5.81 ± 0.37 - 6.85 ± 0.59 ซึ่งมีระดับคะแนนแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด (ตารางที่ 4.39)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ บรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ PP และ AL ดังนั้นการศึกษานี้ควรมีการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบในถุง AL สามารถเก็บรักษาได้ 4 เดือน ยังคงให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกด้านเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยมีการเติมกรดและกลีเซอริน

ตารางที่ 4.39 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุ่ยที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ลูกหยีเคี้ยวหนุ่ย	สภาวะการ บรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
			0	1	2	3	4	5	6
ลักษณะสี	ชุดควบคุม	PP	7.48±0.50 ^a	7.31±0.36 ^{abc}	7.11±0.18 ^{abc}	6.97±0.23 ^{abc}	6.65±0.27 ^{abc}	6.57±0.37 ^{bc}	6.58±0.36 ^{bc}
		AL	7.38±0.54 ^{ab}	7.30±0.61 ^{abc}	6.79±0.71 ^{abc}	6.91±0.27 ^{abc}	6.70±0.61 ^{abc}	6.83±0.30 ^{abc}	6.46±0.47 ^c
	กรด ^{**ns}	PP	7.41±0.33	7.44±0.47	7.12±0.23	6.99±0.36	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	7.49±0.37	7.31±0.38	7.27±0.37	7.30±0.40			
	กลีเซอริน	PP	7.11±0.38 ^{ab}	6.94±0.55 ^{ab}	6.97±0.25 ^{ab}	6.83±0.46 ^{ab}	6.22±0.91 ^{bc}	6.66±0.33 ^{abc}	5.78±0.52 ^c
		AL	7.45±0.15 ^a	7.39±0.33 ^a	7.21±0.21 ^a	7.11±0.36 ^{ab}	6.78±0.71 ^{ab}	6.60±0.64 ^{abc}	5.81±0.46 ^c
	กรด และกลีเซอริน	PP	7.38±0.44 ^a	6.97±0.15 ^{ab}	6.87±0.33 ^{abc}	6.84±0.30 ^{abcd}	6.55±0.38 ^{bcd}	6.24±0.26 ^d	5.28±0.33 ^e
		AL	7.26±0.29 ^a	7.09±0.16 ^{ab}	7.02±0.18 ^{ab}	6.90±0.30 ^{ab}	6.76±0.30 ^{abcd}	6.28±0.50 ^{cd}	5.40±0.46 ^e
	ชุดควบคุม	PP	7.39±0.40 ^{ab}	6.89±0.44 ^{abc}	6.96±0.25 ^{abc}	6.98±0.50 ^{abc}	6.63±0.51 ^{abc}	6.55±0.52 ^{abc}	6.41±0.53 ^c
		AL	7.44±0.51 ^a	7.41±0.52 ^{ab}	7.37±0.45 ^{ab}	6.64±0.41 ^{abc}	6.44±0.51 ^c	6.51±0.50 ^{bc}	6.44±0.51 ^c
กลิ่นรส	กรด	PP	7.34±0.38 ^a	7.29±0.40 ^a	6.52±0.43 ^{ab}	6.21±0.22 ^b	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	7.20±0.47 ^a	7.20±0.58 ^a	6.78±0.43 ^{ab}	6.11±0.83 ^b			
	กลีเซอริน	PP	7.04±0.27 ^{abc}	6.43±0.67 ^{abc}	6.38±0.43 ^{abc}	6.22±0.39 ^{bc}	6.39±0.74 ^{abc}	6.17±0.58 ^{bc}	6.08±0.44 ^{bc}
		AL	7.26±0.31 ^a	7.27±0.30 ^a	6.80±0.40 ^{abc}	6.23±0.59 ^{bc}	6.45±0.74 ^{abc}	6.39±0.44 ^{abc}	5.82±0.55 ^c
	กรด และกลีเซอริน	PP	7.16±0.29 ^a	6.93±0.30 ^{ab}	6.73±0.46 ^{abc}	6.68±0.42 ^{abc}	6.46±0.54 ^{abc}	6.48±0.28 ^{abc}	6.31±0.27 ^{bc}
		AL	7.16±0.29 ^a	7.17±0.15 ^a	6.90±0.36 ^{ab}	6.67±0.42 ^{abc}	6.60±0.52 ^{abc}	6.41±0.57 ^{abc}	6.07±0.46 ^c

ตารางที่ 4.39 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	สภาวะการบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)							
	ลูกหยีเคี้ยวหนุบ		0	1	2	3	4	5	6	
รสชาติ	ชุดควบคุม	PP	7.36±0.42 ^{ab}	6.89±0.39 ^{abc}	6.71±0.61 ^{bcd}	6.61±0.54 ^{bcd}	6.35±0.31 ^{cd}	6.25±0.23 ^{cd}	5.77±0.69 ^d	
		AL	7.68±0.39 ^a	7.34±0.35 ^{ab}	7.31±0.43 ^{ab}	6.81±0.45 ^{abc}	6.53±0.62 ^{bcd}	6.51±0.50 ^{bcd}	6.53±0.64 ^{bcd}	
	กรด	PP	7.36±0.34 ^a	6.96±0.56 ^a	7.03±0.46 ^a	6.07±0.89 ^b	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่ามาตรฐานกำหนด			
		AL	7.42±0.31 ^a	7.25±0.26 ^a	7.19±0.33 ^a	6.68±0.40 ^{ab}				
	กลีเซอริน	PP	7.01±0.32 ^a	6.71±0.51 ^{abc}	6.11±0.38 ^{cd}	6.31±0.51 ^{abcd}	5.97±0.46 ^{cd}	6.00±0.20 ^{cd}	5.64±0.59 ^d	
		AL	7.05±0.38 ^a	6.97±0.26 ^{ab}	6.54±0.73 ^{abc}	6.21±0.47 ^{bcd}	6.15±0.45 ^{cd}	5.97±0.36 ^{cd}	5.96±0.25 ^{cd}	
	กรดและกลีเซอริน	PP	7.01±0.22 ^{ab}	6.88±0.34 ^{abc}	6.85±0.31 ^{abc}	6.83±0.48 ^{abc}	6.05±0.75 ^{cd}	5.60±0.41 ^d	5.54±0.49 ^d	
		AL	7.31±0.43 ^a	6.87±0.33 ^{abc}	6.31±0.58 ^{bcd}	6.20±0.70 ^{bcd}	6.00±0.20 ^d	6.01±0.20 ^d	5.80±0.44 ^d	
การยืดเกาะของเนื้อ	ชุดควบคุม	PP	7.15±0.48 ^{ab}	6.45±0.51 ^{bc}	6.90±0.27 ^{abc}	6.52±0.51 ^{abc}	6.20±0.20 ^{cd}	5.42±0.56 ^{de}	5.14±0.57 ^e	
		AL	7.36±0.38 ^a	6.32±0.71 ^{bc}	6.24±0.55 ^{bcd}	6.05±0.42 ^{cd}	6.44±0.39 ^{bc}	6.48±0.54 ^{bc}	6.03±0.31 ^{cd}	
	กรด ^{**ns}	PP	7.30±0.34	6.82±0.45	6.49±0.56	6.55±0.51	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่ามาตรฐานกำหนด			
		AL	7.21±0.50	7.03±0.33	6.89±0.50	6.62±0.54				
	กลีเซอริน	PP	6.90±0.32 ^{ab}	6.50±0.71 ^{abc}	6.45±0.66 ^{abc}	6.58±0.54 ^{abc}	4.57±0.55 ^d	4.44±0.66 ^d	4.31±1.10 ^d	
		AL	7.01±0.40 ^a	6.39±1.03 ^{abc}	6.21±0.36 ^{abc}	5.39±2.15 ^{bcd}	5.70±0.47 ^{abcd}	5.07±0.33 ^{cd}	4.62±0.52 ^d	
	กรดและกลีเซอริน	PP	6.83±0.28 ^{ab}	6.80±0.26 ^{ab}	6.12±0.54 ^{bc}	5.94±0.53 ^{cd}	5.03±0.25 ^{ef}	4.64±0.54 ^{efg}	4.11±0.27 ^g	
		AL	7.26±0.47 ^a	6.51±0.79 ^{abc}	6.39±0.45 ^{bc}	6.08±0.67 ^{bc}	5.29±0.45 ^{de}	4.87±0.24 ^{efg}	4.30±0.30 ^{fg}	

ตารางที่ 4.39 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	สภาวะการ บรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
			0	1	2	3	4	5	6
ความเหนียวหนุบ	ชุดควบคุม	PP	7.31±0.43 ^a	7.05±0.30 ^a	6.97±0.36 ^a	7.01±0.22 ^a	6.58±0.41 ^{ab}	5.84±0.67 ^b	5.82±0.77 ^b
		AL	7.41±0.43 ^a	7.12±0.58 ^a	7.14±0.36 ^a	7.10±0.39 ^a	6.88±0.43 ^a	6.69±0.51 ^{ab}	6.49±0.46 ^{ab}
	กรด ^{**ns}	PP	7.38±0.33	7.11±0.67	7.05±0.66	7.05±0.44	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	7.32±0.34	7.23±0.69	7.04±0.25	6.92±0.47			
	กลีเซอริน	PP	7.14±0.45 ^a	6.83±0.38 ^{ab}	6.59±0.60 ^{ab}	6.51±1.13 ^{ab}	6.35±0.68 ^{ab}	6.43±1.03 ^{ab}	5.71±0.66 ^b
		AL	6.84±0.39 ^{ab}	6.81±0.45 ^{ab}	6.80±0.44 ^{ab}	6.75±0.45 ^{ab}	6.44±0.46 ^{ab}	6.39±0.44 ^{ab}	6.24±0.47 ^{ab}
	กรด และกลีเซอริน	PP	7.16±0.23 ^a	6.50±0.44 ^{abcd}	6.51±0.29 ^{abcd}	6.75±0.32 ^{abc}	6.50±0.22 ^{abcd}	5.93±0.59 ^{cd}	5.78±0.66 ^d
		AL	7.21±0.51 ^a	6.50±0.41 ^{abcd}	6.56±0.49 ^{abcd}	6.70±0.26 ^{abc}	6.45±0.57 ^{abcd}	6.21±0.41 ^{bcd}	5.87±0.64 ^{cd}
	ชุดควบคุม	PP	7.44±0.47 ^a	7.33±0.28 ^{ab}	6.73±0.28 ^{abc}	6.55±0.57 ^{bcd}	6.44±0.46 ^{cd}	6.41±0.33 ^{cd}	5.82±0.67 ^d
		AL	7.43±0.46 ^{ab}	7.42±0.40 ^{ab}	6.95±0.28 ^{abc}	6.72±0.47 ^{abc}	6.75±0.46 ^{abc}	6.45±0.59 ^{cd}	6.33±0.47 ^{cd}
ความยากง่ายของ การกลืน	กรด ^{**ns}	PP	7.25±0.64	7.28±0.57	7.19±0.44	7.22±0.45	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	7.41±0.70	7.27±0.63	7.15±0.47	7.24±0.77			
	กลีเซอริน	PP	7.25±0.49 ^a	6.91±0.61 ^{ab}	6.89±0.54 ^{ab}	6.89±0.54 ^{ab}	6.67±0.42 ^{ab}	6.81±0.54 ^{ab}	6.18±0.40 ^b
		AL	7.11±0.48 ^{ab}	7.02±0.65 ^{ab}	7.11±0.48 ^{ab}	6.92±0.55 ^{ab}	6.98±0.59 ^{ab}	6.95±0.65 ^{ab}	6.77±0.50 ^{ab}
	กรด	PP	7.19±0.60 ^a	7.01±0.52 ^a	6.79±0.51 ^{abc}	6.88±0.33 ^{abc}	6.26±0.54 ^{abc}	5.95±0.44 ^{bc}	5.88±0.63 ^c
		AL	7.15±0.43 ^a	7.02±0.43 ^a	6.85±0.49 ^{abc}	6.90±0.61 ^{ab}	6.92±0.68 ^{ab}	6.85±0.59 ^{abc}	6.81±0.54 ^{abc}

ตารางที่ 4.39 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	สภาวะการ บรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
			0	1	2	3	4	5	6
ความหวาน	ชุดควบคุม ^{**ns}	PP	7.44±0.48	7.39±0.51	6.92±0.71	6.58±0.71	6.95±0.62	6.83±0.45	6.56±0.70
		AL	7.18±0.35	7.05±0.61	7.21±0.48	6.85±0.45	6.61±0.40	6.72±0.54	6.75±0.54
	กรด	PP	7.13±0.30 ^a	6.75±0.41 ^{ab}	6.33±0.32 ^b	6.94±0.22 ^{ab}	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	7.10±0.32 ^a	7.05±0.38 ^a	6.85±0.49 ^{ab}	6.95±0.47 ^{ab}			
	กลีเซอริน ^{**ns}	PP	6.79±0.46	6.23±0.64	6.76±0.45	6.13±0.79	6.05±0.62	6.03±0.92	5.64±0.65
		AL	6.69±0.36	6.72±0.49	6.67±0.50	6.16±0.65	6.23±0.50	6.05±0.78	6.12±0.38
	กรด และกลีเซอริน	PP	6.73±0.50 ^{ab}	6.47±0.76 ^{ab}	6.10±0.82 ^{ab}	6.03±0.85 ^{ab}	5.35±0.28 ^b	6.00±0.78 ^{ab}	5.61±0.74 ^{ab}
		AL	6.98±0.47 ^a	6.59±0.86 ^{ab}	6.36±1.09 ^{ab}	6.05±0.85 ^{ab}	6.00±0.80 ^{ab}	5.91±0.70 ^{ab}	5.55±0.61 ^{ab}
ความเค็ม	ชุดควบคุม ^{**ns}	PP	7.08±0.34	6.60±0.35	6.57±0.62	6.71±0.55	6.55±0.68	6.61±0.60	6.59±0.66
		AL	6.81±0.61	6.73±0.55	6.77±0.45	6.73±0.63	6.64±0.43	6.64±0.61	6.40±0.81
	กรด ^{**ns}	PP	6.99±0.41	6.66±0.49	6.55±0.41	6.65±0.56	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	6.85±0.43	6.81±0.34	6.76±0.43	6.73±0.45			
	กลีเซอริน ^{**ns}	PP	6.75±0.51	6.11±0.48	6.01±0.71	6.10±0.46	6.05±0.66	6.13±0.40	5.98±0.27
		AL	6.71±0.55	6.69±0.49	6.18±0.53	6.03±0.73	6.01±0.74	5.83±0.70	5.88±0.63
	กรด และกลีเซอริน	PP	6.73±0.49 ^{ab}	6.59±0.36 ^{ab}	6.27±0.70 ^{ab}	6.26±0.40 ^{ab}	6.14±0.32 ^{ab}	5.89±0.35 ^b	6.51±0.39 ^{ab}
		AL	6.91±0.34 ^a	6.73±0.26 ^{ab}	6.43±0.60 ^{ab}	6.48±0.62 ^{ab}	6.13±0.81 ^{ab}	6.05±0.48 ^{ab}	6.03±0.24 ^{ab}

ตารางที่ 4.39 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	สภาวะการ บรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
			0	1	2	3	4	5	6
ความเปรี้ยว	ชุดควบคุม	PP	7.40±0.71 ^a	7.05±0.27 ^{ab}	6.89±0.51 ^{ab}	6.76±0.39 ^{ab}	6.71±0.46 ^{ab}	6.66±0.66 ^{ab}	6.39±0.48 ^b
		AL	7.48±0.54 ^a	6.95±0.23 ^{ab}	6.98±0.59 ^{ab}	6.43±0.48 ^b	6.63±0.42 ^{ab}	6.65±0.43 ^{ab}	6.22±0.58 ^b
	กรด ^{**ns}	PP	7.38±0.58	7.18±0.43	7.05±0.38	6.93±0.64	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	7.18±0.43	7.11±0.38	7.06±0.40	6.89±0.54			
	กลีเซอริน	PP	6.95±0.83 ^{ab}	6.87±0.50 ^{abc}	6.71±0.41 ^{abc}	6.31±0.77 ^{abc}	5.81±0.56 ^{cd}	5.78±0.69 ^{cd}	4.95±0.35 ^d
		AL	7.18±0.34 ^a	6.93±0.21 ^{ab}	6.81±0.45 ^{abc}	6.39±0.99 ^{abc}	6.02±0.63 ^{cd}	6.14±0.39 ^{abc}	6.00±0.36 ^{bc}
	กรด ^{**ns} และกลีเซอริน	PP	6.79±0.51	6.94±0.39	6.49±0.60	6.78±0.50	6.79±0.51	6.58±0.59	5.91±0.48
		AL	6.79±0.51	6.64±0.73	6.82±0.55	6.84±0.48	6.82±0.55	6.77±0.59	5.94±0.70
	ชุดควบคุม	PP	7.30±0.48 ^a	6.87±0.42 ^{abc}	6.84±0.48 ^{abc}	6.77±0.52 ^{abc}	6.46±0.26 ^{bc}	6.11±0.36 ^c	6.13±0.39 ^c
		AL	7.34±0.32 ^a	7.02±0.33 ^{ab}	6.97±0.16 ^{ab}	6.70±0.56 ^{abc}	6.69±0.48 ^{abc}	6.48±0.50 ^{bc}	6.48±0.58 ^{bc}
ความชอบ โดยรวม	กรด	PP	7.51±0.33 ^a	6.91±0.54 ^{ab}	5.83±1.19 ^b	5.89±0.77 ^b	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	7.43±0.50 ^a	7.41±0.42 ^a	6.86±0.50 ^{ab}	6.00±0.63 ^b			
	กลีเซอริน	PP	7.38±0.37 ^a	7.01±0.36 ^{ab}	6.78±0.83 ^{abcd}	6.87±0.52 ^{abc}	5.81±0.37 ^{ef}	6.07±0.41 ^{cde}	4.97±0.38 ^f
		AL	7.23±0.25 ^a	7.03±0.64 ^{ab}	6.97±0.56 ^{abc}	6.93±0.21 ^{abc}	5.92±0.39 ^{de}	6.11±0.27 ^{bcde}	5.45±0.85 ^{ef}
	กรด	PP	7.23±0.24 ^a	6.99±0.49 ^a	6.87±0.62 ^a	6.89±0.35 ^a	6.31±0.45 ^{abc}	5.31±0.81 ^d	5.07±0.50 ^d
		AL	7.13±0.23 ^a	6.96±0.45 ^a	6.73±0.64 ^{ab}	6.96±0.44 ^a	6.85±0.15 ^a	5.83±0.35 ^{cd}	5.92±0.73 ^{bcd}
	และกลีเซอริน	PP	7.23±0.24 ^a	6.99±0.49 ^a	6.87±0.62 ^a	6.89±0.35 ^a	6.31±0.45 ^{abc}	5.31±0.81 ^d	5.07±0.50 ^d
		AL	7.13±0.23 ^a	6.96±0.45 ^a	6.73±0.64 ^{ab}	6.96±0.44 ^a	6.85±0.15 ^a	5.83±0.35 ^{cd}	5.92±0.73 ^{bcd}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{*ns} ในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

4.7.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมี

ผลการศึกษาคูณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ค่าสี (ค่า L^* a^* b^*) ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (ด้วยวิธี DPPH) วิตามินซี (Vitamin c) ปริมาณฟีนอลรวม (Total phenolics content) ดังนี้

ปริมาณความชื้น เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่การเก็บรักษาในถุง AL สามารถป้องกันความชื้นและไอน้ำได้ดีกว่าถุงชนิด PP ทุกระยะเวลาเก็บ 1-6 เดือน ซึ่งปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากถุง AL สามารถป้องกันความชื้น ไขมัน และแสงได้ สามารถป้องกันไม่ให้อากาศเข้าได้ดีสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ได้ (ชาลินี และธิตี, 2554) โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน มีปริมาณความชื้นในตัวอย่างน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ ที่ระยะเวลา 6 เดือน ที่เก็บในถุง PP และ AL มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 20.18 ± 0.90 - 25.03 ± 0.95 (ตารางที่ 4.40)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1.. ชุดควบคุม 2.การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อค่า pH แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้ง 4 สูตร ที่ระยะเวลา 0 เดือน ผลิตภัณฑ์มีค่า pH อยู่ในช่วงระหว่าง 2.98 ± 0.02 - 3.34 ± 0.01 เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นค่า pH มีค่าสูงขึ้นที่ระยะเวลา 6 เดือน ซึ่งมีค่า pH อยู่ในช่วง 3.24 ± 0.03 - 3.42 (ตารางที่ 4.40) ซึ่งค่า pH อยู่ในช่วงที่ต่ำกว่า 3.5 สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี

ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่การเก็บรักษาในถุง AL สามารถป้องกันความชื้นและไอน้ำได้ดีกว่าถุงชนิด PP ทุกระยะเวลาเก็บ 1-6 เดือน ซึ่งค่า a_w มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากถุง AL สามารถป้องกันความชื้น ไขมัน และแสงได้ สามารถป้องกันไม่ให้อากาศเข้าได้ดีสามารถยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ได้ (ชาลินี และธิตี, 2554) โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน มีค่า a_w ในตัวอย่างต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ ที่ระยะเวลา 6 เดือน ที่เก็บในถุง PP และ AL มีค่า a_w ช่วง 0.57 ± 0.03 - 0.63 ± 0.02 (ตารางที่ 4.40)

ค่าสี วัดค่าสี (ค่า L^* a^* b^*) ของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ถุง PP และ AL ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผล ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ทั้ง 4 สูตร โดยที่ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความเป็นคล้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งระยะเวลา 0 เดือน ที่เก็บในถุง PP และ AL มีค่า L^* อยู่ในช่วงระหว่าง 15.21 ± 0.06 - 17.52 ± 0.79 เมื่อเก็บรักษา 6 เดือน มีค่า L^* อยู่ในช่วง 12.22 ± 0.07 - 14.04 (ตารางที่ 4.40) ซึ่งค่า L^* เป็นค่าความสว่าง เริ่มจากสีขาวที่มีค่า L^* เท่ากับ 100 จนถึงสีดำที่มี L^* เป็น 0 ในกรณีที่มีค่า L^* ที่วัดได้จากตัวอย่างที่มีค่าเพิ่มขึ้นแสดงว่าสีของตัวอย่างมีความสว่างมากขึ้นหรือตัวอย่างมีสีซีดลง ในทางกลับกันค่า L^* ที่ลดลงหมายถึงตัวอย่างมีสีคล้ำขึ้น (จริยา และคณะ, 2555) ขณะที่ค่า สีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ซึ่งค่า a^* เป็นบวก หมายถึง ความเป็นสีแดง ค่า a^* เป็นลบ หมายถึง ความเป็นสีเขียว และ ค่า b^* เป็นบวก หมายถึง ความเป็นสีเหลือง ค่า b^* เป็นลบ หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน (กูรอซียะห์, 2549)

ตารางที่ 4.40 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	สภาวะการ บรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
	ลูกหยีเคี้ยวหนุบ		0	1	2	3	4	5	6
ความชื้น	ชุดควบคุม	PP	18.55±0.08 ^h	19.15±0.06 ^g	20.39±0.06 ^e	21.18±0.09 ^d	22.62±0.18 ^c	24.29±0.34 ^b	24.89±0.62 ^a
		AL	18.55±0.09 ^h	18.54±0.14 ^h	19.18±0.13 ^g	19.11±0.29 ^g	19.91±0.08 ^f	20.25±0.17 ^f	20.53±0.29 ^e
	กรด	PP	23.92±0.39 ^c	24.44±0.051 ^b	28.53±0.092 ^a	28.93±0.18 ^a	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	20.23±0.09 ^d	24.37±0.45 ^{bc}	24.07±0.38 ^{bc}	23.90±0.14 ^c			
	กลีเซอริน	PP	15.53±0.61 ^h	18.34±0.66 ^e	18.73±0.45 ^e	23.15±1.07 ^b	25.49±0.71 ^a	25.66±1.02 ^a	25.03±0.95 ^a
		AL	15.15±0.86 ^{gh}	15.87±0.66 ^{gh}	16.69±0.44 ^{fg}	17.66±0.71 ^{ef}	20.48±0.66 ^d	21.54±1.36 ^{cd}	22.28±0.96 ^{bc}
	กรด และกลีเซอริน	PP	14.92±0.51 ^g	15.55±0.40 ^{gh}	17.61±0.54 ^{de}	21.05±0.89 ^c	24.63±0.55 ^b	26.13±0.63 ^a	25.65±1.23 ^{ab}
		AL	14.82±0.50 ^h	15.69±0.62 ^{fgh}	16.90±0.19 ^{ef}	16.51±1.13 ^{efg}	17.39±0.26 ^{de}	18.34±0.53 ^d	20.18±0.9c ^d
	ชุดควบคุม	PP	0.67±0.01 ^g	0.67±0.01 ^{fg}	0.70±0.01 ^e	0.71±0.01 ^d	0.73±0.01 ^c	0.74±0.01 ^b	0.77±0.01 ^a
		AL	0.65±0.01 ^h	0.65±0.01 ^h	0.65±0.01 ^h	0.67±0.01 ^g	0.68±0.01 ^{ff}	0.70±0.01 ^e	0.71±0.01 ^{de}
	กรด	PP	0.76±0.01 ^a	0.75±0.006 ^{ab}	0.75±0.006 ^{ab}	0.77±0.01 ^a	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	0.72±0.31 ^b	0.73±0.02 ^b	0.74±0.01 ^{ab}	0.75±0.02 ^{ab}			
ค่า a _w	กลีเซอริน	PP	0.63±0.01 ^{bc}	0.63±0.01 ^{ab}	0.64±0.01 ^{ab}	0.65±0.03 ^{ab}	0.65±0.01 ^{ab}	0.65±0.01 ^{ab}	0.67±0.02 ^a
		AL	0.59±0.01 ^d	0.57±0.01 ^d	0.58±0.02 ^d	0.59±0.02 ^d	0.60±0.03 ^{cd}	0.60±0.03 ^{cd}	0.60±0.01 ^{cd}
	กรด	PP	0.56±0.04 ^{bcd}	0.56±0.03 ^{cd}	0.56±0.02 ^{bcd}	0.58±0.01 ^{bcd}	0.59±0.02 ^{abc}	0.60±0.03 ^{ab}	0.63±0.02 ^a
		AL	0.54±0.01 ^d	0.54±0.02 ^d	0.55±0.02 ^{cd}	0.55±0.01 ^d	0.55±0.01 ^d	0.57±0.02 ^{bcd}	0.57±0.03 ^{bcd}
	และกลีเซอริน	PP	0.56±0.04 ^{bcd}	0.56±0.03 ^{cd}	0.56±0.02 ^{bcd}	0.58±0.01 ^{bcd}	0.59±0.02 ^{abc}	0.60±0.03 ^{ab}	0.63±0.02 ^a
		AL	0.54±0.01 ^d	0.54±0.02 ^d	0.55±0.02 ^{cd}	0.55±0.01 ^d	0.55±0.01 ^d	0.57±0.02 ^{bcd}	0.57±0.03 ^{bcd}

ตารางที่ 4.40 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	สภาวะการ บรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
			0	1	2	3	4	5	6
ค่า pH	ชุดควบคุม	PP	3.32±0.01 ^f	3.34±0.01 ^{de}	3.35±0.01 ^{cd}	3.37±0.01 ^{bc}	3.38±0.01 ^b	3.38±0.01 ^b	3.41±0.01 ^a
		AL	3.34±0.01 ^{ef}	3.34±0.01 ^{de}	3.35±0.01 ^{cd}	3.37±0.01 ^b	3.37±0.01 ^b	3.37±0.01 ^b	3.42±0.01 ^a
	กรด	PP	2.85±1.18 ^c	2.95±0.03 ^{bc}	3.01±0.05 ^{ab}	3.04±0.07 ^a	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	2.91±0.03 ^c	2.94±0.02 ^{bc}	2.95±0.04 ^{bc}	3.01±0.02 ^{ab}			
	กลีเซอริน	PP	3.11±0.02 ^{ef}	3.17±0.06 ^{de}	3.22±0.07 ^{cde}	3.33±0.09 ^{abc}	3.30±0.07 ^{bc}	3.43±0.09 ^{ab}	3.45±0.05 ^a
		AL	3.02±0.07 ^f	3.26±0.06 ^{cd}	3.31±0.10 ^{bc}	3.33±0.06 ^{abc}	3.30±0.10 ^{cd}	3.25±0.06 ^{cd}	3.29±0.07 ^{cd}
	กรด	PP	2.97±0.03 ^b	3.06±0.04 ^{ab}	3.04±0.05 ^b	3.05±0.04 ^{ab}	3.09±0.01 ^{ab}	3.17±0.01 ^{ab}	3.35±0.11 ^a
	และกลีเซอริน	AL	2.98±0.02 ^b	2.96±0.58 ^b	3.07±0.06 ^{ab}	3.05±0.04 ^{ab}	3.06±0.03 ^{ab}	3.06±0.04 ^{ab}	3.24±0.03 ^{ab}

ตารางที่ 4.40 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษา ไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	สภาวะการ บรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
			0	1	2	3	4	5	6
L*	ชุดควบคุม	PP	15.21±0.06 ^a	14.98±0.14 ^b	14.32±0.09	13.37±0.11 ^{de}	13.20±0.10 ^e	12.31±0.13 ^h	12.22±0.07 ^h
		AL	15.22±0.10 ^a	15.22±0.11 ^a	14.86±0.15 ^b	13.47±0.10 ^c	13.21±0.10 ^e	12.76±0.12 ^f	12.51±0.06 ^g
	กรด	PP	16.05±0.56 ^a	16.11±0.90 ^a	13.16±0.02 ^b	12.75±0.45 ^b	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	16.53±0.46 ^a	16.11±0.80 ^a	13.24±0.15 ^b	12.83±0.28 ^b			
	กลีเซอริน	PP	17.07±1.01 ^a	16.30±1.13 ^{abc}	15.21±1.06 ^{cd}	14.07±1.01 ^{de}	13.67±0.47 ^{ef}	13.45±0.48 ^{ef}	12.41±0.86 ^f
		AL	17.52±0.79 ^a	16.74±0.42 ^{ab}	16.39±0.27 ^{abc}	15.49±0.43 ^{bcd}	14.46±0.87 ^{de}	14.47±0.46 ^{ed}	14.04±1.00 ^{de}
	กรด และกลีเซอริน	PP	16.86±0.64 ^a	16.68±0.42 ^a	14.91±0.51 ^b	14.49±0.75 ^{bc}	12.64±0.73 ^{ef}	13.11±0.74 ^{def}	12.41±0.65 ^f
		AL	17.49±0.61 ^a	17.14±0.77 ^a	14.53±0.75 ^{bc}	13.94±0.78 ^{bcd}	13.63±0.34 ^{cde}	13.55±0.27 ^{def}	12.87±0.15 ^{def}
	ชุดควบคุม	PP	2.13±0.02 ^a	2.12±0.04 ^a	1.83±0.10 ^b	1.76±0.11 ^{bc}	1.65±0.11 ^{cd}	1.55±0.04 ^{de}	1.47±0.07 ^{ef}
		AL	2.15±0.06 ^a	2.10±0.10 ^a	1.87±0.11 ^b	1.66±0.08 ^{cd}	1.66±0.09 ^{cd}	1.57±0.07 ^{de}	1.38±0.07 ^f
a*	กรด	PP	1.27±0.42 ^d	1.46±0.31 ^{cd}	2.41±0.42 ^a	1.89±0.08 ^{bc}	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	1.10±0.16 ^d	1.43±0.10 ^{cd}	2.31±0.19 ^{ab}	1.82±0.15 ^c			
	กลีเซอริน	PP	2.06±0.09 ^{ab}	1.82±0.07 ^{bc}	1.63±0.07 ^{cd}	1.55±0.09 ^d	1.20±0.15 ^{ef}	1.06±0.06 ^{fg}	1.04±0.18 ^{fg}
		AL	1.98±0.03 ^a	1.92±0.08 ^{ab}	1.66±0.10 ^{cd}	1.37±0.14 ^e	1.16±0.08 ^f	0.95±0.07 ^g	1.00±0.20 ^{fg}
	กรด และกลีเซอริน	PP	1.05±0.05 ^{cd}	1.13±0.07 ^{abcd}	1.12±0.18 ^{abcd}	0.98±0.06 ^d	1.15±0.12 ^{abcd}	1.08±0.13 ^{bcd}	1.00±0.20 ^d
		AL	1.19±0.16 ^{abcd}	1.29±0.11 ^{abc}	1.31±0.06 ^{abc}	1.29±0.01 ^{abc}	1.33±0.10 ^{ab}	1.36±0.16 ^a	1.06±0.25 ^{cd}

ตารางที่ 4.40 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	สภาวะการ บรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
			0	1	2	3	4	5	6
b*	ชุดควบคุม	PP	1.43±0.11 ^h	1.61±0.03 ^f	2.11±0.10 ^e	2.41±0.06 ^d	2.61±0.09 ^c	2.73±0.09 ^{bc}	3.13±0.12 ^a
		AL	1.45±0.11 ^{gh}	1.58±0.05 ^{fg}	2.07±0.06 ^e	2.59±0.09 ^c	2.61±0.08 ^c	2.79±0.09 ^b	3.14±0.06 ^a
	กรด	PP	0.50±0.78 ^c	2.65±0.72 ^e	2.24±0.07 ^{ab}	2.20±0.05 ^{ab}	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	0.17±0.14 ^c	1.53±0.42 ^b	2.18±0.20 ^{ab}	2.10±0.05 ^{ab}			
	กลีเซอริน	PP	0.63±0.07 ^c	0.56±0.05 ^{cde}	0.17±0.02 ^g	0.45±0.02 ^f	0.65±0.06 ^c	0.78±0.03 ^b	1.22±0.09 ^a
		AL	0.65±0.10 ^c	0.53±0.04 ^{def}	0.08±0.01 ^h	0.52±0.03 ^{ef}	0.45±0.06 ^f	0.62±0.03 ^{cd}	0.85±0.07 ^b
	กรด	PP	0.40±0.05 ^{fg}	0.32±0.08 ^{gh}	0.19±0.05 ^h	0.50±0.06 ^f	0.80±0.06 ^d	0.97±0.04 ^c	1.11±0.10 ^b
	และกลีเซอริน	AL	0.44±0.17 ^{fg}	0.48±0.08 ^f	0.50±0.04 ^f	0.64±0.01 ^e	1.25±0.06 ^a	0.74±0.10 ^{de}	1.33±0.10 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

^{*ns} ในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

4.7.3 ผลการศึกษาคุณภาพสารต้านอนุมูลอิสระ

ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (ด้วยวิธี DPPH) เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อค่าสารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่การเก็บรักษาในถุง AL สามารถรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าถุงชนิด PP ทุกระยะเวลาเก็บ 1-6 เดือน ซึ่งปริมาณค่าสารต้านอนุมูลอิสระมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณลดลงจากสภาวะการเก็บทั้งความชื้น แสง และปัจจัยอื่นๆ โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ในระยะเวลา 0 เดือน 41.89 ± 0.60 - 43.68 ± 0.86 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เมื่อเก็บรักษา 6 เดือน ที่เก็บในถุง PP และ AL มีปริมาณความชื้นช่วง 49.13 ± 0.81 - 53.71 ± 0.42 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (ตารางที่ 4.41)

ปริมาณฟีนอลรวม (Total phenolics content) เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณ TPC ของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยการเก็บรักษาในถุง AL สามารถรักษาวิตามินซีของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าถุงชนิด PP ทุกระยะเวลาเก็บ 1-6 เดือน ซึ่งปริมาณ TPC มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณลดลงจากสภาวะการเก็บทั้งความชื้น แสง และปัจจัยอื่น ๆ โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน มีปริมาณ TPC ในระยะเวลา 0 เดือน 0.13 ± 0.001 - 7.22 ± 0.12 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่าง เมื่อเก็บรักษา 6 เดือน ที่เก็บในถุง PP และ AL มีปริมาณ TPC อยู่ในช่วง 0.02 ± 0.001 - 4.22 ± 0.08 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมตัวอย่าง (ตารางที่ 4.41)

วิตามินซี (Vitamin c) เมื่อนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากสูตรที่เหมาะสม คือ 1. ชุดควบคุม 2. การเติมกรด 3. การเติมกลีเซอริน และ 4. การเติมกรดและกลีเซอริน บรรจุในถุง PP และ AL ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่การเก็บรักษาในถุง AL สามารถรักษาวิตามินซีของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าถุงชนิด PP ทุกระยะเวลาเก็บ 1-6 เดือน ซึ่งปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณลดลงจากสภาวะการเก็บทั้งความชื้น แสง และปัจจัยอื่น ๆ โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน มีปริมาณวิตามินซี ในระยะเวลา 0 เดือน 0.01 ± 0.005 - 2.18 ± 0.11 มิลลิกรัม/100มิลลิลิตร เมื่อเก็บรักษา 6 เดือน ที่เก็บในถุง PP และ AL มีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 0.01 ± 0.005 - 1.57 ± 0.06 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร (ตารางที่ 4.41)

ตารางที่ 4.41 ผลการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	สถานะ การบรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
			0	1	2	3	4	5	6
DPPH assay (IC50) (µg/ml)	ชุดควบคุม	PP	41.89±0.60 ^h	43.59±0.56 ^{fg}	45.49±0.39 ^e	47.16±0.82 ^d	48.82±0.97 ^c	50.16±0.87 ^b	51.49±0.66 ^a
		AL	42.03±0.54 ^h	42.58±0.34 ^{hg}	43.35±0.66 ^{fg}	44.35±0.35 ^f	46.01±0.63 ^e	48.01±0.64 ^{cd}	49.01±0.84 ^c
	กรด	PP	43.68±0.86 ^e	45.56±0.70 ^d	47.06±0.47 ^{bc}	48.77±0.38 ^a	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	43.63±0.43 ^e	44.83±0.45 ^d	46.72±0.53 ^c	48.11±0.83 ^{ab}			
	กลีเซอริน	PP	43.21±0.24 ⁱ	44.89±0.46 ^h	46.64±0.61 ^f	48.49±0.84 ^{ed}	49.96±0.64 ^c	51.93±0.61 ^b	53.71±0.42 ^a
		AL	43.11±0.47 ⁱ	44.00±0.68 ^{hi}	45.11±0.35 ^{gh}	45.01±0.90 ^h	46.13±0.70 ^{fg}	47.75±0.52 ^e	49.13±0.81 ^{cd}
	กรด และกลีเซอริน	PP	43.62±0.52 ^g	45.55±0.67 ^f	46.68±0.33 ^e	47.95±0.18 ^d	49.65±0.37 ^{bc}	50.52±0.71 ^b	51.48±0.50 ^a
		AL	43.62±0.51 ^g	44.85±0.43 ^f	45.53±0.58 ^f	46.85±0.56 ^e	47.94±0.52 ^d	49.21±0.44 ^c	50.08±0.83 ^{bc}
	ชุดควบคุม		7.22±0.12 ^a	6.60±0.10 ^{bc}	6.45±0.05 ^c	5.69±0.08 ^f	5.10±0.10 ^g	4.13±0.11 ⁱ	3.73±0.11 ^j
			7.12±0.14 ^a	6.69±0.17 ^b	6.62±0.07 ^{bc}	6.11±0.10 ^d	5.91±0.09 ^e	4.72±0.08 ^h	4.22±0.08 ⁱ
TPC (mg GAE/g sample)	กรด	PP	0.16±0.04 ^{ab}	0.21±0.09 ^a	0.18±0.06 ^{ab}	0.11±0.01 ^b	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	0.16±0.04 ^{ab}	0.13±0.02 ^b	0.12±0.01 ^b	0.12±0.01 ^b			
	กลีเซอริน	PP	0.18±0.025 ^a	0.13±0.030 ^b	0.11±0.012 ^c	0.02±0.005 ^d	0.03±0.009 ^d	0.02±0.007 ^d	0.04±0.005 ^d
		AL	0.18±0.010 ^a	0.15±0.011 ^b	0.14±0.016 ^b	0.03±0.004 ^d	0.03±0.004 ^d	0.03±0.010 ^d	0.03±0.003 ^d
	กรด และกลีเซอริน	PP	0.13±0.01 ^{bc}	0.13±0.02 ^{bc}	0.11±0.01 ^c	0.06±0.02 ^c	0.47±0.36 ^a	0.34±0.25 ^{ab}	0.05±0.02 ^c
		AL	0.15±0.02 ^{bc}	0.14±0.02 ^{bc}	0.14±0.01 ^{bc}	0.08±0.01 ^c	0.08±0.01 ^c	0.08±0.02 ^c	0.02±0.02 ^c

ตารางที่ 4.41 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	สภาวะ การ บรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
			0	1	2	3	4	5	6
วิตามินซี (mg/100 ml)	ชุดควบคุม	PP	2.14±0.15 ^a	2.15±0.14 ^a	1.75±0.05 ^b	1.66±0.10 ^{bc}	1.52±0.03 ^c	1.35±0.05 ^d	1.13±0.05 ^e
		AL	2.18±0.11 ^a	2.07±0.06 ^a	2.00±0.10 ^a	1.81±0.11 ^b	1.79±0.09 ^b	1.68±0.08 ^{bc}	1.57±0.06 ^c
	กรด	PP	0.18±0.14 ^a	0.14±0.10 ^a	0.21±0.17 ^a	0.11±0.09 ^a	ยุติการเก็บรักษาเนื่องจากมีปริมาณเชื้อเกินกว่า มาตรฐานกำหนด		
		AL	0.17±0.14 ^a	0.11±0.08 ^a	0.09±0.06 ^a	0.07±0.05			
	กลีเซอริน	PP	0.030±0.0016 ^{ab}	0.015±0.0036 ^b	0.018±0.0015 ^b	0.015±0.0026 ^b	0.015±0.0037 ^b	0.015±0.0035 ^b	0.018±0.0060 ^b
		AL	0.014±0.0055 ^b	0.021±0.0058 ^b	0.017±0.0045 ^b	0.072±0.093 ^a	0.017±0.0046 ^b	0.016±0.0093 ^b	0.021±0.0078 ^b
	กรด และกลีเซอริน	PP	0.03±0.03 ^b	0.03±0.01 ^b	0.02±0.01 ^b	0.08±0.01 ^a	0.02±0.01 ^b	0.02±0.009 ^b	0.02±0.01 ^b
		AL	0.01±0.01 ^b	0.03±0.01 ^b	0.02±0.001 ^b	0.02±0.01 ^b	0.02±0.01 ^b	0.02±0.01 ^b	0.01±0.01 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

^{*ns} ในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

4.7.4 ผลการศึกษาคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีความสำคัญต่อการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบทั้งสูตร 3 สูตร ได้แก่ 1) กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 2) กลีเซอริน ร้อยละ 1 3) กรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 และกลีเซอริน ร้อยละ 1 บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ถุงอูมิเนียมพอยล์ (AL) และถุงพอลิโพรไพลีน (PP) ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ โดยการเก็บรักษาในถุง AL สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าถุงชนิด PP ทุกระยะเวลาการเก็บรักษา 1-6 เดือน ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณลดลงจากสภาวะการเก็บทั้งความชื้น แสง และปัจจัยอื่น ๆ โดยที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่มีการเติมกรดและกลีเซอริน มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ในระยะเวลา 0 เดือน 1.04×10^3 - 3.2×10^3 และ <10 CFU/g ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษา 6 เดือน ที่เก็บในถุง PP และ AL มีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราช่วง 4.4×10^3 - 7.72×10^5 และ 5.98×10 - 7.77×10^3 CFU/g ตามลำดับ (ตารางที่ 4.42) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เยลลี่เหลว เยลลี่อ่อน และเยลลี่แข็ง (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547) และใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ทั้งนี้ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนได้กำหนดไว้ว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เติมกรด มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้ จึงยุติการเก็บรักษาเพียงเท่านี้ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบสูตรที่ 2 และ 3 ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 4.42 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 เดือน

คุณลักษณะ	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	สภาวะการ บรรจุ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)						
			0	1	2	3	4	5	6
ปริมาณจุลินทรีย์ ทั้งหมด (CFU/g)	ชุดควบคุม	PP	2.45×10^2	1.23×10^3	2.78×10^3	3.62×10^3	4.71×10^3	5.98×10^3	6.83×10^3
		AL	1.32×10^2	2.65×10^2	2.29×10^3	3.01×10^3	3.97×10^3	4.35×10^3	5.27×10^3
	กรด	PP	3.2×10^2	1.64×10^3	3.23×10^3	5.23×10^3	6.29×10^4	2.48×10^5	7.72×10^5
		AL	3.2×10^3	1.42×10^3	3.87×10^3	6.10×10^3	5.24×10^4	1.9×10^5	6.21×10^5
	กลีเซอริน	PP	1.04×10^3	2.67×10^3	3.0×10^3	4.24×10^3	5.5×10^3	5.82×10^3	6.02×10^3
		AL	1.04×10^3	2.21×10^3	1.8×10^3	3.13×10^3	3.0×10^3	3.19×10^3	4.17×10^3
	กรด และกลีเซอริน	PP	6.8×10^3	2.32×10^3	3.3×10^3	4.10×10^3	4.6×10^3	5.12×10^3	5.9×10^3
		AL	6.8×10^3	2.36×10^3	2.8×10^3	3.03×10^3	3.2×10^3	3.78×10^3	4.4×10^3
ยีสต์และรา (CFU/g)	ชุดควบคุม	PP	≤ 10	1.55×10	1.78×10	2.25×10	3.25×10	3.96×10	7.49×10
		AL	≤ 10	1.31×10	1.62×10	1.80×10	2.45×10	4.21×10	6.20×10
	กรด	PP	≤ 10	1.67×10	4.23×10	5.12×10	2.56×10^2	4.40×10^2	7.27×10^3
		AL	≤ 10	1.58×10	3.62×10	6.34×10	2.67×10^2	3.25×10^2	6.89×10^3
	กลีเซอริน	PP	≤ 10	1.45×10	1.52×10	1.87×10	2.07×10	4.23×10	7.12×10
		AL	≤ 10	1.23×10	1.45×10	1.79×10	2.03×10	3.87×10	6.82×10
	กรด และกลีเซอริน	PP	≤ 10	1.43×10	1.63×10	1.82×10	2.23×10	3.10×10	6.19×10
		AL	≤ 10	1.28×10	1.47×10	1.71×10	1.97×10	3.25×10	5.98×10

4.8 ผลการตอบรับของผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการผลิตและถ่ายทอดเทคโนโลยี

ผลการยอมรับทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคนักท่องเที่ยวที่เที่ยวในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่ นักท่องเที่ยวมาเลเซีย จีน ฯลฯ และนักท่องเที่ยวต่างภูมิภาค และผู้บริโภควัย 15-40 จำนวน 300 คน ออกแบบสอบถามที่เกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม พฤติกรรมการบริโภคและความชอบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบให้คะแนนด้านลักษณะสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เป็นต้น

4.8.1 ทดสอบทางการตลาดเบื้องต้น

การทดลองทางการตลาดเบื้องต้นของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบลูกหยีในด้านความหวาน (คะแนน 1-9) โดยเป็นการหาช่วงอายุของผู้ทดสอบความยอมรับของผู้บริโภคที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบบ่อยแค่ไหนต่อสัปดาห์ และหากมีการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเพื่อจัดจำหน่าย คุณคิดว่าจะซื้อหรือไม่ จากการศึกษา พบว่า อายุที่เหมาะสมในการทดสอบทางการตลาดคือช่วงอายุกลุ่มเป้าหมาย 21-30 ปี และสนใจเลือกซื้อจากร้อยละ 50.8 โดยการเลือกร้านสะดวกซื้อมากที่สุด ร้อยละ 68.3 เลือกบริโภคในปริมาณ 1-2 ลูกต่อวัน และเลือกซื้อแหล่งที่มีผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงสถานที่ทำงาน โรงเรียนและสถานที่ออกกำลังกาย ร้อยละ 61.7

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคทั่วไป

การทดสอบข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ สำหรับการทดสอบทางการตลาด โดยสำรวจกลุ่มบริโภคทั่วไปใน พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ในจังหวัดปัตตานี ยะลา และนราธิวาส พบว่า ผู้ทดสอบเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย อายุระหว่าง 21-50 ปี โดยผู้ทดสอบประกอบอาชีพค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ลูกจ้าง เกษตรกร และนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 25.4, 22.2, 15.9 และ 12.7 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.43)

ตารางที่ 4.43 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (N)	ร้อยละ(%)
1. เพศ		
ชาย	31	49.2
หญิง	32	50.8
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	7	11.1
21-30 ปี	32	50.8
31-40 ปี	8	12.7
41-50 ปี	10	15.9
51-60 ปี	3	4.8
มากกว่า 60 ปี	3	4.8
3. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	8	12.7
พนักงานบริษัท/พนักงานราชการ	6	9.5
เกษตรกร	10	15.9
ลูกจ้าง	16	25.4
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	14	22.2
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	2	3.2
แม่บ้าน/พ่อบ้าน	5	7.9
ว่างงาน	2	3.2
4. รายได้ต่อเดือน		
น้อยกว่า 5,000 บาท	29	46.0
5,001-10,000 บาท	21	33.3
10,001-20,000 บาท	11	17.5
20,001-25,000 บาท	1	1.6
25,001-30,000 บาท	1	1.6
มากกว่า 30,000 บาท	0	0

ตารางที่ 4.43 (ต่อ) ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (N)	ร้อยละ(%)
5. ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่า ม.6	37	58.7
อนุปริญญา/ปวส.	10	15.9
ปริญญาตรี	16	25.4
ปริญญาโท	0	0
สูงกว่าปริญญาโท	0	0
6. ภูมิลำเนา		
นราธิวาส	1	1.6
ปัตตานี	12	19.0
ยะลา	46	73.0
สงขลา	4	6.3

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ

การทดสอบทางการตลาดเบื้องต้นในพฤติกรรมของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ พบว่า ผู้บริโภคชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 92.1 โดยรับประทานสัปดาห์ครั้งละ 2-3 ครั้ง จากแหล่งที่ซื้อร้านสะดวกซื้อ ราคาการจำหน่ายถุงละ 8-10 บาท จำนวน 1-2 ถุง โดยมีสถานที่ซื้อใกล้สถานที่ทำงาน/โรงเรียน/สถานที่ออกกำลังกาย (ตารางที่ 4.44)

ตารางที่ 4.44 พฤติกรรมของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ

พฤติกรรมของผู้บริโภค	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
1. ท่านชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบหรือไม่		
ชอบ	58	92.1
ไม่ชอบ	5	7.9
2. ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบบ่อยแค่ไหนต่อสัปดาห์		
น้อยกว่า 1 ครั้ง	28	44.4
2-3 ครั้ง	29	46.0
4-6 ครั้ง	5	7.9
มากกว่า 6 ครั้ง	1	1.6

ตารางที่ 4.44 (ต่อ) พฤติกรรมของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

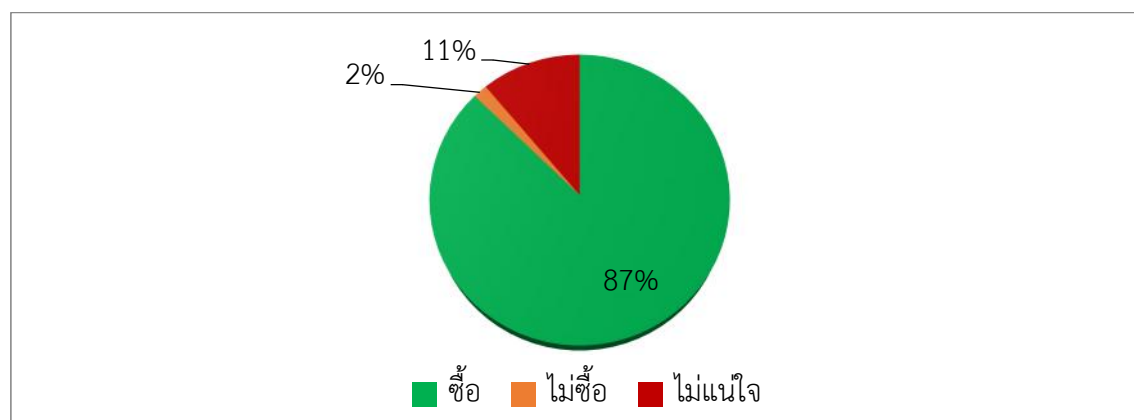
พฤติกรรมของผู้บริโภค	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
3. ท่านสามารถเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบรับประทานมาจากสถานที่ใดมากที่สุด		
ร้านค้าสะดวกซื้อ	27	42.9
ซูเปอร์มาร์เก็ต	8	12.7
ร้านชำทั่วไป	24	38.1
ตลาด	4	6.3
ร้านค้าออนไลน์	0	0
4. ค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบรับประทานแต่ละครั้ง		
8-10 บาท	35	55.6
11-15 บาท	17	27.0
16-20 บาท	5	7.9
สูงกว่า 20 บาท	6	9.5
อื่นๆ ระบุ.....	0	0
5. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต่อครั้งจำนวนถุง		
1-2 ถุง	53	84.1
3-6 ถุง	8	12.7
7-12 ถุง	2	3.2
6. ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากร้านที่มีลักษณะแบบใด		
ใกล้สถานที่ทำงาน/โรงเรียน/ออกกำลังกาย	50	79.4
มีตู้แช่ที่มีความเย็นตลอดเวลา	11	17.5
มีเคาน์เตอร์แนะนำคุณประโยชน์สินค้าและมีการให้ทดลองผลิตภัณฑ์	2	3.2

ส่วนที่ 3 ระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

การทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากผู้บริโภคเบื้องต้น พบว่า ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ การยืดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ ความง่ายของการกลืน ความหวาน ความเค็ม ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม มีระดับความชอบดีมากของผู้ทดสอบ ร้อยละ 33.3-46.0 (ตารางที่ 4.45) และสนใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 87 (ภาพที่ 4.23)

ตารางที่ 4.45 การทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากผู้บริโภคเบื้องต้น

ระดับ ความชอบ (ร้อยละ)	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากที่สุด
ลักษณะสี	15.90	38.10	25.40	12.70	3.20	3.20	1.60	0.00	0.00
กลิ่นรส	17.50	33.30	30.20	12.70	3.20	1.60	0.00	0.00	1.60
รสชาติ	33.30	41.30	19.00	3.20	0.00	1.60	0.00	0.00	1.60
การยืดเกาะ ของเนื้อ	19.00	44.40	23.80	9.50	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00
ความเหนียว หนุบ	15.90	46.00	27.00	1.60	4.80	0.00	3.20	1.60	0.00
ความง่าย ของการกลืน	23.80	41.30	20.60	11.10	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00
ความหวาน	25.40	39.70	20.60	11.10	1.60	0.00	1.60	0.00	0.00
ความเค็ม	20.60	27.00	27.00	14.30	1.60	3.20	1.60	3.20	1.60
ความเปรี้ยว	33.30	31.70	14.30	6.30	6.30	1.60	1.60	1.60	1.60
ความชอบ โดยรวม	41.30	42.90	4.80	4.80	1.60	3.20	1.60	0.00	0.00



ภาพที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

4.8.2 ทดสอบผู้บริโภคทั่วไป

การทดสอบทางการตลาดในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ มีผู้ทดสอบทางการตลาด 300 คน ช่วงอายุประมาณ 20-35 ปี จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อ เพื่อบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ร้อยละ 91.7 โดยที่เพศหญิงชื่นชอบมากกว่าเพศชาย ร้อยละ 69.7 ซึ่งแสดงว่าผลิตภัณฑ์เป็นที่น่าสนใจและดึงดูดผู้บริโภค แต่ราคาที่ผู้บริโภคต้องการ 8-10 บาท มากที่สุด ร้อยละ 60.7 กลุ่มอาชีพหลักของผลิตภัณฑ์ คือนักศึกษา นักเรียน และลูกจ้าง มีการศึกษาปริญญาตรี โดยการบริโภคผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยเลือกซื้อในร้านสะดวกซื้อ ซึ่งใช้ค่าใช้จ่ายในการซื้อประมาณ 8-10 บาท ซื้อครั้งละ 1-2 ถุง ผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบทางการตลาดมีความยอมรับด้านสี รสชาติ กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ในเกณฑ์ในระดับชอบมาก ซึ่งมีข้อมูลที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์หลายปัจจัย คือ

1. พื้นที่แต่ละจังหวัดมีการเลือกทั้งหมด จังหวัด 3 จังหวัดมีผลต่อสถานที่ซื้อ โดยเลือกร้านสะดวกซื้อมากที่สุด ร้อยละ 62.3 ในจำนวนนี้จังหวัดยะลาความนิยมของผู้บริโภคเลือกร้านสะดวกซื้อมากที่สุด ร้อยละ 38.0 ของปริมาณการเลือกซื้อร้านสะดวกซื้อทั้ง 3 จังหวัด ซึ่งร้านสะดวกซื้อโดยเลือกที่สถานที่ใกล้ที่ทำงาน โรงเรียน สถานที่ออกกำลังกายสูงถึง ร้อยละ 6.17 มีผลต่อลักษณะรูปแบบของผลิตภัณฑ์โดยผู้บริโภคชอบรูปทรงวงรีสูงที่สุด ร้อยละ 32.0

2. เพศของผู้บริโภคมีผลต่อการทำให้การเลือกซื้อการใช้จ่ายในการเลือกราคาต่อถุงแตกต่างกัน และมีผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นรส รสชาติ และความง่ายของการกลืนของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบแตกต่างกัน

3. อาชีพของการทดสอบทางการตลาดมีผลต่อค่าใช้จ่ายในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต่อการเลือกซื้อ ร้านที่เลือกซื้อ โดยเลือกซื้อจากร้านสะดวกซื้อ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการเลือกผลิตภัณฑ์จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้านความเหนียวหนุบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ และความหวานของผลิตภัณฑ์

4. รายได้ของการทดสอบทางการตลาด มีผลต่อค่าใช้จ่ายในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ สถานที่ซื้อของผลิตภัณฑ์และลักษณะสี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะ ความเหนียวหนุบ ความง่ายต่อการกลืนความหวาน ความเค็ม ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม

5. การศึกษามีผลต่อค่าใช้จ่ายในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ลักษณะรูปแบบของผลิตภัณฑ์เป็นแบบวงรีมากที่สุด และความง่ายของการกลืน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล

การทดสอบกลุ่มบริโภคในพื้นที่ 3 จังหวัดชายภาคใต้ โดยที่เพศหญิงมากกว่าเพศชาย ร้อยละ 69.7 ร้อยละ 69.8 มีอายุของผู้ทดสอบ 21-30 ปี ร้อยละ 58.0 ซึ่งเป็นนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 49.7

เป็นข้อมูลของกลุ่มเป้าหมายในการทดสอบทางการตลาดสอดคล้องกับการทดสอบเบื้องต้นตามข้อ 4.8.1 (ตารางที่ 4.46)

ตารางที่ 4.46 ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
1. เพศ		
ชาย	91	30.3
หญิง	209	69.7
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	50	16.7
21-30 ปี	174	58.0
31-40 ปี	39	13.0
41-50 ปี	30	10.0
51-60 ปี	6	2.0
60 ปีขึ้นไป	1	0.3
3. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	149	49.7
พนักงานบริษัท/พนักงานราชการ	8	2.7
เกษตรกร	17	5.7
ลูกจ้าง	72	24.0
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	41	13.7
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	3	1.0
แม่บ้าน/พ่อบ้าน	10	3.3
4. รายได้ต่อเดือน		
น้อยกว่า 5,000 บาท	172	57.3
5,000-10,000 บาท	90	30.0
10,001-20,000 บาท	32	10.7
20,001-25,000 บาท	3	1.0
25,001-30,000 บาท	0	0
มากกว่า 30,000 บาท	3	1.0

ตารางที่ 4.46 (ต่อ) ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
5. ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่า ม.6	109	36.3
อนุปริญญา/ปวส.	27	9.0
ปริญญาตรี	164	54.7
ปริญญาโท	0	0
สูงกว่าปริญญาโท	0	0
6. ภูมิลำเนา		
นราธิวาส	116	38.7
ปัตตานี	108	36.0
ยะลา	68	22.7
อื่นๆ (เช่น พังงา, พัทลุง, สุราษฎร์ธานี, สตูล, ประจวบคีรีขันธ์และสงขลา)	8	2.7

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมของผู้บริโภค

การทดสอบผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนูบในทางการตลาดในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ จำนวน 300 คน พบว่า ผู้บริโภคชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 91.7 ซึ่งต่ำกว่าการทดสอบทางการตลาดเบื้องต้นเล็กน้อย ผู้บริโภครับประทานอาหาร น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์ โดยมีแหล่งที่ซื้อร้านสะดวกซื้อ ราคาการจำหน่ายถุงละ 8-10 บาท จำนวนการซื้อจำนวน 1-2 ถุง โดยมีสถานที่ซื้อใกล้สถานที่ทำงาน/โรงเรียน/สถานที่ออกกำลังกาย สอดคล้องกับข้อมูลการทดสอบทางการตลาดเบื้องต้น (ตารางที่ 4.47)

ตารางที่ 4.47 พฤติกรรมของผู้บริโภค

พฤติกรรมในการเลือกรับประทาน	จำนวน (N)	ร้อยละ(%)
1. ท่านชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบหรือไม่		
ชอบ	275	91.7
ไม่ชอบ	25	8.3
2. ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบบ่อยแค่ไหนต่อสัปดาห์		
น้อยกว่า 1 ครั้ง	173	57.7
2-3 ครั้ง	113	37.7
4-6 ครั้ง	8	2.7
มากกว่า 6 ครั้ง	6	2.0
3. ท่านสามารถเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบรับประทานมาจากสถานที่ใด		
ร้านค้าสะดวกซื้อ	205	68.3
ซูเปอร์มาร์เก็ต	17	5.7
ร้านชำทั่วไป	59	19.7
ตลาด	16	5.3
ร้านค้าออนไลน์	2	0.7
สหกรณ์ในสถานศึกษา	1	0.3
4. ค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบรับประทานแต่ละครั้ง		
8-10 บาท	182	60.7
11-15 บาท	63	21.0
16-20 บาท	41	13.7
สูงกว่า 20 บาท	14	4.7
5. การซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต่อครั้ง (จำนวนถุง)		
1-2 ถุง	233	77.7
3-6 ถุง	64	21.3
7-12 ถุง	3	1.0

ตารางที่ 4.47 (ต่อ) พฤติกรรมของผู้บริโภค

ระดับความชอบ	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
6. ลักษณะหรือแบบร้านที่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ		
ใกล้สถานที่ทำงาน/โรงเรียน/ออกกำลังกาย	185	61.7
มีตู้แช่ที่มีความเย็นตลอดเวลา	96	32.0
มีแคน์เตอร์แนะนำคุณประโยชน์สินค้าและมีการให้ทดลอง	19	6.3
ชิมผลิตภัณฑ์		
7. หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเพื่อการจำหน่ายในอนาคต ท่านต้องการให้มีลักษณะรูปแบบใด		
รูปวงรี	96	32.0
รูปวงกลม	90	30.0
รูปสี่เหลี่ยม	17	5.7
รูปหัวใจ	37	12.3
รูปหมี	30	10.0
รูปคิตตี้	20	6.7
อื่นๆ (เช่น รูปศิลปะแบบคลาสิก)	10	3.3

ส่วนที่ 3 ระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

การทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากผู้บริโภคเบื้องต้น พบว่า ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ การยืดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ ความง่ายของการกลืน ความหวาน ความเค็ม ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม มีระดับความชอบดีมากของผู้ทดสอบ ร้อยละ 33.3-46.0 เช่นเดียวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภคเบื้องต้น (ตารางที่ 4.48)

ตารางที่ 4.48 การทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบจากผู้บริโภคทั่วไป

ระดับ ความชอบ (ร้อยละ)	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากที่สุด
ลักษณะสี	11.33	35.00	34.33	9.00	7.33	2.33	0.33	0.33	0.00
กลิ่นรส	13.67	40.67	31.00	9.00	3.33	1.67	0.33	0.33	0.00
รสชาติ	22.00	38.33	27.67	7.00	3.00	1.00	1.00	0.00	0.00
การยืดเกาะ ของเนื้อ	9.00	30.00	31.33	16.00	4.67	5.67	2.00	1.00	0.33
ความเหนียว หนุบ	14.00	28.00	28.33	15.00	8.67	3.00	2.00	0.67	0.33
ความยากง่าย ของการกลืน	16.67	37.67	26.33	10.00	5.33	2.67	0.67	0.67	0.00
ความหวาน	17.00	40.67	22.67	11.67	4.00	2.00	1.33	0.00	0.67
ความเค็ม	12.00	36.33	25.33	13.67	6.00	2.67	2.00	1.00	1.00
ความเปรี้ยว	23.00	41.00	26.33	4.67	3.00	1.33	0.67	0.00	0.00
ความชอบ โดยรวม	26.33	41.67	24.00	5.67	1.67	0.33	0.33	0.00	0.00

4.8.3 การทดสอบนักท่องเที่ยว

การทดสอบทางการตลาดของนักท่องเที่ยวในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ จำนวน 100 คน โดยที่กลุ่มนักท่องเที่ยวให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดยที่ตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 94.2 โดยที่ปัจจัยสำคัญต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์หลายปัจจัย เพศ อายุ การศึกษา ของนักท่องเที่ยว ซึ่งเพศหญิงจะรักสุขภาพบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย สามารถเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ได้ง่าย เช่น ร้านสะดวกซื้อ ร้านขายของชำ แต่ราคาให้ผู้บริโภคต้องการ 8-10 บาท มากที่สุด ร้อยละ 83.7 ซึ่งมีข้อมูลที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์หลายปัจจัยดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล

ผลการทดสอบการยอมรับของนักท่องเที่ยวที่เที่ยวในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ พบว่า มีเพศชาย ร้อยละ 48.8 และเพศหญิง ร้อยละ 51.2 คน ส่วนใหญ่อายุระหว่าง 21-30 ปี ร้อยละ 93.0 โดยมีอาชีพนักเรียนและนักศึกษา ร้อยละ 98.8 รองลงมาคืออาชีพลูกจ้างทั่วไป เพียงร้อยละ 1.2 เท่านั้น รายได้ส่วนใหญ่มีรายได้น้อยกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 95.3 ระดับการศึกษาปริญญาตรี ร้อยละ 94.2 และการศึกษาต่ำกว่ามัธยมศึกษาปีที่ 6 ร้อยละ 4.7 นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มาจากประเทศพระราชอาณาจักรัมพูชา ร้อยละ 51.2 รองลงมาสาธารณรัฐประชาชนจีน ร้อยละ 10.5 สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ร้อยละ 9.3 สาธารณรัฐเคนย่าและมาเลเซีย ร้อยละ 8.1 สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ร้อยละ 5.8 สาธารณรัฐอินโดนีเซีย ร้อยละ 2.3 สูดท้ายประเทศรัฐเอกราชปาปัวนิวกินี สาธารณรัฐอิสลามปากีสถาน สาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) และสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา ร้อยละ 1.2 โดยแต่ละประเทศให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ร้อยละ 94.2 และให้คะแนนระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ (ชอบมาก) ร้อยละ 31.4

ตารางที่ 4.49 ผลการตอบรับของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบของนักท่องเที่ยวในพื้นที่ 3 จังหวัด
ชายแดนภาคใต้

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
1. เพศ		
ชาย	42	48.8
หญิง	44	51.2
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	4	4.7
21-30 ปี	80	93.0
31-40 ปี	2	2.3
41-50 ปี	0	0
51-60 ปี	0	0
60 ปีขึ้นไป	0	0
3. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	85	98.8
พนักงานบริษัท/พนักงานราชการ	0	0
เกษตรกร	0	0
ลูกจ้าง	1	1.2
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	0	0
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	0	0
แม่บ้าน/พ่อบ้าน	0	0
4. รายได้ต่อเดือน		
น้อยกว่า 5,000 บาท	82	95.3
5,000-10,000 บาท	3	3.5
10,001-20,000 บาท	0	0
20,001-25,000 บาท	1	1.2
25,001-30,000 บาท	0	0
มากกว่า 30,000 บาท	0	0

ตารางที่ 4.49 (ต่อ) ผลการตอบรับของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบของนักท่องเที่ยวในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
5. ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่า ม.6	4	4.7
อนุปริญญา/ปวส.	0	0
ปริญญาตรี	81	94.2
ปริญญาโท	1	1.2
สูงกว่าปริญญาโท	0	0
6. ประเทศ		
สาธารณรัฐเซเนกัล	7	8.1
รัฐเอกราชปาปัวนิวกินี	1	1.2
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว	8	9.3
สาธารณรัฐอิสลามปากีสถาน	1	1.2
สาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน)	1	1.2
สาธารณรัฐประชาชนจีน	9	10.5
สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา	1	1.2
สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม	5	5.8
มาเลเซีย	7	8.1
สาธารณรัฐอินโดนีเซีย	2	2.3
พระราชอาณาจักรกัมพูชา	44	51.2

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมของผู้บริโภค

การผลิตผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากนักท่องเที่ยวในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ พบว่า นักท่องเที่ยวชื่นชอบต่อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 94.2 โดยรับประทานผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 77.2) ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยบริโภค 8-10 บาท (ร้อยละ 83.7) โดยมีการซื้อครั้งละ 1-2 ซองต่อการเลือกซื้อแต่ละครั้ง โดยเลือกซื้อในร้านสะดวกซื้อและที่ตั้งของร้านอยู่ในบริเวณที่ทำงานหรือสถานศึกษาและสถานที่ออกกำลังกาย

ตารางที่ 4.50 พฤติกรรมของผู้ทดสอบทางการตลาด

พฤติกรรมการเลือกรับประทาน	จำนวน (N)	ร้อยละ (%)
1. ท่านชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบหรือไม่		
ชอบ	81	94.2
ไม่ชอบ	5	5.8
2. ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบบ่อยแค่ไหนต่อสัปดาห์		
น้อยกว่า 1 ครั้ง	67	77.9
2-3 ครั้ง	18	20.9
4-6 ครั้ง	1	1.2
มากกว่า 6 ครั้ง	0	0
3. ท่านสามารถเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบรับประทานมาจากสถานที่ใด		
ร้านค้าสะดวกซื้อ	38	44.2
ซูเปอร์มาร์เก็ต	12	14.0
ร้านชำทั่วไป	19	22.1
ตลาด	17	19.8
ร้านค้าออนไลน์	0	0
สหกรณ์ในสถานศึกษา	0	0
4. ค่าใช้จ่ายในการซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบรับประทานแต่ละครั้ง		
8-10 บาท	72	83.7
11-15 บาท	10	11.6
16-20 บาท	2	2.3
สูงกว่า 20 บาท	2	2.3
5. การซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต่อครั้ง (จำนวนถุง)		
1-2 ถุง	82	95.3
3-6 ถุง	4	4.7
7-12 ถุง	0	0
6. ลักษณะหรือแบบร้านที่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ		
ใกล้สถานที่ทำงาน/โรงเรียน/ออกกำลังกาย	67	77.9
มีตู้แช่ที่มีความเย็นตลอดเวลา	12	14.0
มีเคาน์เตอร์แนะนำคุณประโยชน์และมีการให้ทดลองผลิตภัณฑ์	7	8.1

ส่วนที่ 3 ระดับความชอบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

การนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์การทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากนักท่องเที่ยวนั้นพบว่า ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ การยึดเกาะของเนื้อ ความเหนียวหนุบ ความยากง่ายของการกลืน ความหวาน ความเค็ม ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม มีระดับความชอบดีเช่นเดียวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภคเบื้องต้น (ตารางที่ 4.51)

ตารางที่ 4.51 การทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจากนักท่องเที่ยวนั้น

ระดับความชอบ (ร้อยละ)	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากที่สุด
ลักษณะสี	39.5	25.6	12.8	10.5	8.1	3.5	0	0	0
กลิ่นรส	31.4	36	15.1	12.8	3.5	1.2	0	0	0
รสชาติ	41.9	26.7	20.9	5.8	3.5	0	1.2	0	0
การยึดเกาะของเนื้อ	16.3	33.7	20.9	15.1	10.5	2.3	1.2	0	0
ความเหนียวหนุบ	20.9	27.9	27.9	10.5	5.8	4.7	2.3	0	0
ความยากง่ายของการกลืน	18.6	27.9	29.1	15.1	5.8	1.2	2.3	0	0
ความหวาน	12.8	34.9	24.4	16.3	5.8	5.8	0	0	0
ความเค็ม	14	24.4	22.1	16.3	15.1	3.5	2.3	0	2.3
ความเปรี้ยว	14	26.7	33.7	11.9	8.1	4.7	0	1.2	0
ความชอบโดยรวม	22.1	31.4	27.9	11.6	4.7	1.2	1.2	0	0

4.8.4 ต้นทุนการผลิต

การคำนวณต้นทุนการผลิตและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ พบว่า การผลิตต่อครั้งให้ผลผลิต 160 ชิ้น ชิ้นละ 4.5 กรัม ต้นทุนการผลิตจากค่าแรง ค่าเสื่อมราคา ค่าไฟฟ้า และค่าแก๊ส 90 บาท/ครั้ง และบรรจุภัณฑ์ รวมเป็นเงิน 225.75 บาท เมื่อต้องการจำหน่ายในบรรจุภัณฑ์และค่าบรรจุภัณฑ์ AL ขนาด 5x6 เซนติเมตร ต้นทุนถุงละ 14.11 บาท (ตารางที่ 4.52) ขายในตลาดราคา 25 บาท/ถุง ให้กำไร ร้อยละ 77.18 การบรรจุในถุง AL มีข้อดี คือ บรรจุภัณฑ์จะมีลักษณะหนา ทนต่อการเกิดรอยขีดข่วน สามารถป้องกันอากาศและความชื้นซึมเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ เมื่อขนส่งและจัดจำหน่ายจะมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า คำนวณต้นทุนการลงทุนและคงรักษาไว้ซึ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ตารางที่ 4.52 ต้นทุนการผลิตและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบต่อชุดการผลิต

ส่วนผสม/ค่าใช้จ่าย/บรรจุภัณฑ์	ราคาต่อหน่วย (บาท/กิโลกรัม)	น้ำหนัก (กรัม)	ต้นทุน
น้ำลูกหยี	100	400	40.00
น้ำตาลทรายขาว	25	260	7.50
เกลือป่น	26	2	0.052
กลูโคสไซรัป	34	100	3.40
แป้งมันสำปะหลัง	34	80	2.72
เจลาติน	380	65	24.70
กรดทาร์ทาริก	550	8	4.40
กลีเซอริน	445	4	1.78
ค่าแรง+ค่าเสื่อมราคา +ค่าไฟฟ้า+ค่าแก๊ส			90
ต้นทุนบรรจุภัณฑ์ PP	จำนวน 16 ถุง		4.80
ต้นทุนบรรจุภัณฑ์ AL	จำนวน 16 ถุง		51.20
ต้นทุนการผลิตในถุง PP			179.35 (11.21 บาท/ถุง)
ต้นทุนการผลิตในถุง AL			225.75 (14.11 บาท/ถุง)

หมายเหตุ : น้ำลูกหยีเตรียมจากเนื้อลูกหยีต่อน้ำสะอาด 1:2 เตรียมน้ำลูกหยี 1000 กรัม ใช้เนื้อลูกหยี 333.33 ต่อน้ำ 666.333 กรัม เนื้อลูกหยีแกะเมล็ดราคา 300 บาท/กิโลกรัม ดังนั้นต้นทุนเนื้อลูกหยี 333.33 กรัม เท่ากับ 100 บาท

4.8.5 ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชนและวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

การถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยลงพื้นที่ในสถานประกอบการ 4 ผู้ประกอบการ ได้แก่ วีรวงศ์ 3 แม่เลื่อน ฮามีตะห์ ในอำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี และอามานีลูกหยี ตำบล ลำใหม่ อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา และให้ผู้ประกอบการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ตารางที่ 4.53) ซึ่งมีระดับความชอบต่อผลิตภัณฑ์โดยรวม 8.43 ± 0.76 (ตารางที่ 4.55) จากการประเมินการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยเฉพาะถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยนำไปใช้ประโยชน์ต่อยอดในการผลิต ซึ่งทางผู้ประกอบการต้องการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคเลือกซื้อ ร้อยละ 72 (ภาพที่ 4.24 และตารางที่ 4.54) ผู้ประกอบการสนใจในการนำสูตรและกระบวนการผลิตใช้ในสถานประกอบการได้ต่อไปร้อยละ 86.00 (ภาพที่ 4.25)

ตารางที่ 4.53 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการในพื้นที่ อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (N)	ร้อยละ(%)
1. เพศ		
ชาย	0	0
หญิง	14	100
2. อายุ		
ต่ำกว่า 30 ปี	3	21.4
30-39 ปี	4	28.6
40-49 ปี	7	50
50 ปีขึ้นไป	0	0
3. ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าอนุปริญญา	7	50
ปริญญาตรี	5	35.7
ปริญญาโท	2	14.3
ปริญญาเอก	0	0

ตารางที่ 4.53 (ต่อ) ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการในพื้นที่ อำเภอยะรัง จังหวัดปัตตานี

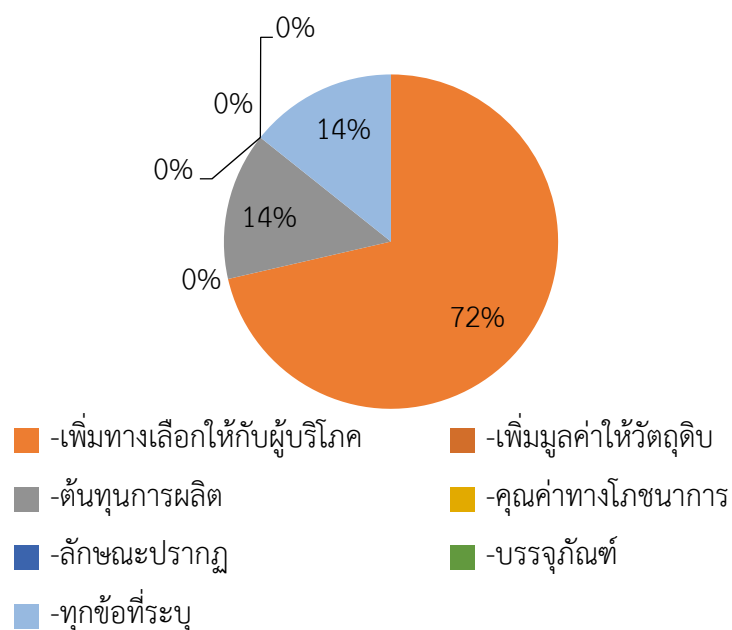
ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (N)	ร้อยละ(%)
4. อาชีพ		
ข้าราชการ	1	7.1
แม่บ้าน/พ่อบ้าน	6	42.9
นักศึกษา	0	0
ลูกจ้าง	5	35.7
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	1	7.1
ว่างงาน	1	7.1

ตารางที่ 4.54 ผลการประเมินการถ่ายทอดเทคโนโลยี

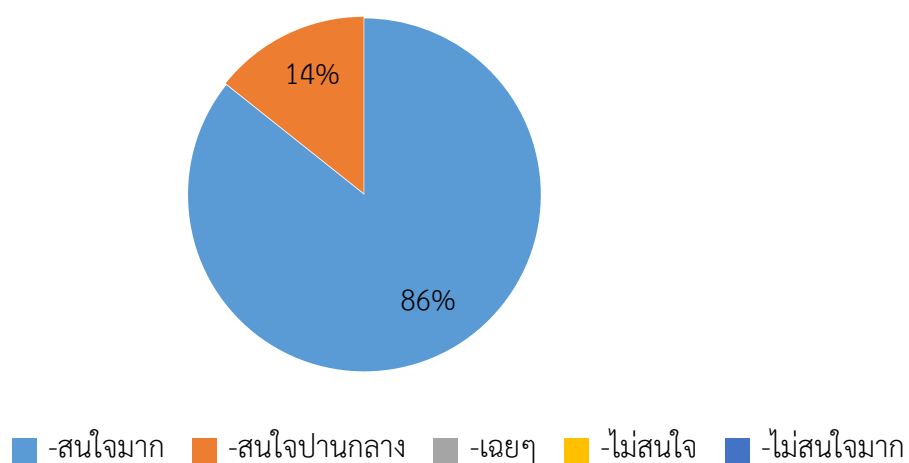
ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	มากที่สุด	สำคัญ มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
	5	4	3	2	1
1 รูปแบบและขั้นตอนในการดำเนินการ	50.00	14.30	14.30	21.40	0.00
2 เอกสารที่ใช้ประกอบการ	50.00	14.30	14.30	21.40	0.00
3 วิทยากรมีความรู้ ความชำนาญในเรื่องที่บรรยาย	14.30	14.30	14.30	0.00	14.30
4 วิทยากรมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ เป็นอย่างดี	57.10	21.40	0.00	14.30	7.10
5 ระยะเวลาที่ใช้ในการบรรยายมีความเหมาะสม	50.00	14.30	14.30	14.30	7.10
6 มีการเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมประชุมซักถาม	50.00	14.30	14.30	7.10	14.30
7 ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้	50.00	28.60	0.00	7.10	14.30
8 มีความพึงพอใจด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ	50.00	14.30	28.60	7.10	0.00
9 สถานที่จัดประชุมมีความสะอาดและเป็น ระเบียบเรียบร้อย	42.90	14.30	14.30	28.60	0.00
10 มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยและเหมาะสม	50.00	21.40	21.40	7.10	0.00
11 สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆที่ใช้ในการประชุม เพียงพอและเหมาะสม	50.00	21.40	28.60	0.00	0.00
12 โดยภาพรวมมีความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวก	57.10	7.10	21.40	0.00	14.30

ตารางที่ 4.55 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ประกอบการต่อผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคียวหนุบ

ระดับ ความชอบ (ร้อยละ)	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากที่สุด	ค่าเฉลี่ย
ลักษณะสี	42.9	14.3	7.1	0	0	0	0	0	42.9	8.07±0.92
กลิ่นรส	35.7	14.3	0	0	0	0	0	0	35.7	8.36±0.74
รสชาติ	14.3	14.3	0	0	0	0	0	0	14.3	8.57±0.76
การยืดเกาะ ของเนื้อ	42.9	14.3	0	0	0	0	0	0	42.9	8.29±0.73
ความเหนียว หนุบ	42.9	0	0	0	0	0	0	0	42.9	8.57±0.51
ความยากง่าย ของการกลืน	14.3	14.3	0	0	0	0	0	0	14.3	8.57±0.76
ความหวาน	28.6	14.3	0	0	0	0	0	0	28.6	8.43±0.76
ความเค็ม	35.7	14.3	0	0	0	0	0	0	35.7	8.36±0.74
ความเปรี้ยว	7.1	14.3	0	0	0	0	0	0	7.1	8.64±0.74
ความชอบ โดยรวม	28.6	14.3	0	0	0	0	0	0	28.6	8.43±0.76



ภาพที่ 4.24 ข้อดีของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบในมุมมองของผู้ประกอบการ



ภาพที่ 4.25 ระดับความพึงพอใจต่อการนำผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบไปผลิตในสถานประกอบการ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลการเก็บเกี่ยวของผลผลิตวัตถุดิบ การเก็บเกี่ยวลูกหยีสดบนต้นที่มีอายุของลูกหยีประมาณ 4 เดือน หลังจากการออกดอก โดยการเก็บ ลูกหยีแต่ละต้นให้ผลผลิตประมาณ 50-80 กิโลกรัม เมื่อนำมาเตรียมกะเทาะเปลือกที่ผ่านการตากแดด หรือการอบแห้งร้อยละผลผลิตของเนื้อลูกหยี ร้อยละ 36.92-37.87 ซึ่งวิเคราะห์สมบัติของลูกหยีที่ กระเทาะเปลือกมีปริมาณความชื้น ในช่วง ร้อยละ 10.10 ± 3.80 - 15.56 ± 0.50 ซึ่งต้องผ่านการตากแดด หรืออบแห้งอีกรอบ เพื่อลดความชื้นให้ได้ ร้อยละ 6.59 ± 0.74 ซึ่งจะใกล้เคียงกับลูกหยีที่ผู้ประกอบการ เก็บรักษาได้นาน ลูกหยีแดงมีความเป็นกรดสูง ซึ่งมีค่า pH 2.83 - 2.98 ± 0.01 มีปริมาณเส้นใยอาหารที่ อยู่ในระดับ ร้อยละ 4.30 ± 0.09 - 5.14 ± 0.51 ซึ่งสามารถช่วยระบบขับถ่ายได้เป็นอย่างดี องค์ประกอบ ทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระของลูกหยี ลูกหยีแห้งมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 6.59 ± 0.74 ค่าความสว่าง L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 30.10 ± 0.01 , 14.49 ± 0.01 และ 12.16 ± 0.01 ตามลำดับ ปริมาณไขมันในปริมาณน้อยเพียง ร้อยละ 1.29 ± 0.55 ส่วนคุณค่าทางโภชนาการของ เปลือกแร่ พบว่า ลูกหยีแห้งมีปริมาณของโพแทสเซียม มีปริมาณสูง 1281.48 ± 1.94 มิลลิกรัม/100 กรัม รองลงมามีปริมาณของแคลเซียม 52.30 ± 0.26 มิลลิกรัม/100 กรัม

ข้อมูลทางการตลาดโดยการสำรวจความต้องการคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ลูกหยี เคี้ยวหนุบ ผู้บริโภคให้ความสนใจลองชิมในระดับปานกลางและสนใจมาก ร้อยละ 36.3 และ 35.8 หาก มีการจำหน่ายในอนาคต พบว่า ผู้บริโภคจะเลือกซื้อ ร้อยละ 66.00 และไม่แน่ใจ ร้อยละ 27.75 โดยที่ ผู้บริโภคต้องการรูปแบบของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบมีลักษณะกลม และสีเหลือง ร้อยละ 29.5 และ 38.5 ตามลำดับ โดยที่ผู้บริโภคชอบรสหวานอมเปรี้ยว ร้อยละ 59.0 มีลักษณะของสีปานกลาง ร้อยละ 53.5 กลิ่นตามธรรมชาติ ร้อยละ 81.5 เนื้อนุ่มปานกลางไม่แข็ง ร้อยละ 39.8 มีความเค็มเล็กน้อย ร้อยละ 40.0 และความง่ายในการเคี้ยวไม่ติดฟัน ร้อยละ 40.5 และเคี้ยวง่าย ร้อยละ 32.3

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบโดยสูตรต้นแบบและการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ได้สูตรต้นแบบ คือ ลูกหยี น้ำตาลทรายขาว เกลือป่น กลูโคสไซรัป แป้ง มันสำปะหลัง น้ำ (สำหรับละลายแป้ง) และน้ำ (สำหรับปั่นผสมกับลูกหยี) 100, 230, 2, 100, 80, 70 และ 200 กรัม ตามลำดับ จากการศึกษาอัตราส่วนและสมบัติต่อความยอมรับของผู้บริโภคของ ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ผู้บริโภคให้การยอมรับอัตราส่วนของสูตรที่ 7 คือ น้ำลูกหยี น้ำตาลทรายขาว เกลือป่น กลูโคสไซรัป เจลาติน 400, 260, 2, 100 และ 60 กรัม ตามลำดับ และได้สูตรที่เหมาะสมใน การผลิต คือ น้ำลูกหยี 400 กรัม น้ำตาลทรายขาว 260 กรัม เกลือป่น 2 กรัม กลูโคสไซรัป 100 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 80 กรัม เจลาติน 65 กรัม มีการเติมปริมาณกรดทาร์ทาริก ร้อยละ 2 และกลีเซอริน ร้อยละ 1 ผลผลิตผลิตภัณฑ์แล้วบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ โดย บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ คือ บรรจุภัณฑ์ AL สามารถเก็บ

รักษาได้ 4 เดือน เนื่องจากสามารถป้องกันปริมาณความชื้นซึ่งเป็นสาเหตุหลักในการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น โดยการทดสอบทางการตลาด โดยต้นทุนของการผลิตในการผลิตต่อหน่วย 780 กรัมต่อ 225.75 บาท ได้ปริมาณ 160 ชิ้น โดยจำหน่าย 1 ซอง AL ขนาด 5x6 เซนติเมตร น้ำหนักสุทธิ 45 กรัม จำนวนผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ 10 ชิ้น โดยมีต้นทุน 14.11 บาทต่อซอง AL สามารถจำหน่ายในราคา 25 บาทต่อ 1 ซอง ซึ่งให้ผลกำไร ร้อยละ 77.18

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลปริมาณของวัตถุดิบในพื้นที่ยังไม่มีข้อมูลของจำนวนต้นลูกหยีและปริมาณผลผลิตทั้งหมด และการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลูกหยีเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ มากขึ้น เพื่อส่งเสริมการเพาะปลูกและอนุรักษ์ต้นลูกหยีที่มีอยู่คู่กับพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

บรรณานุกรม

- กองโภชนาการ กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข. 2544. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยใส่ส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.
- กัลยวานิชย์ บัญชา. 2552. สถิติสำหรับงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ ฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- กูรอชีเยร์ ยามิรุติง. 2549. การประเมินคุณภาพโดยวิธีทางประสาทสัมผัส. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม .2550. การบรรจุอาหาร. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช., 48:51-121.
- จรรยา สุขจันทร์, พาริตะ ปือราเฮง และคอรุณนิสา มะลุม. 2555. การพัฒนากระบวนการผลิตและยืดอายุการเก็บรักษาลดภัณฑ์อาหารพื้นบ้านเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2546. เบเกอร์เทคโนโลยีเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชนัญญา บุญจวง, สิริยุภา เนตรมัย และฐิติศิลป์ กิจเชวงกล. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมชนิดแผ่นจากสับปะรดฤดูแล (Ananas comosus) สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร. สำนักวิชาสหวิทยาการ. มหาวิทยาลัยมหิดล.
- เชาวลิต อุปลาก, วไลกรณ์ สุทธา และปานทิพย์ ผดุงศิลป์. 2556. การศึกษากรรมวิธีการทำเปลือกแตงโมปรุงรส. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ธีรพงศ์ ศงสนันท์. 2553. การพัฒนาลูกอมโยเกิร์ตชนิดนุ่ม. วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นารณพี เสนเกลี้ยง และโอบอุ้ม ศรีสุดดี. 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมจากกากฝรั่ง. แผนงานพิเศษมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ.
- น้ำทิพย์ วงษ์ประทีป, สุขสมาน สังโยคะ และปวีนา น้อยทัพ. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีสมุนไพรมีฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระ. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม มหาวิทยาลัยเนเรศวร. หน้า 34-41.
- น้ำผึ้ง เอกศรีสกุล. 2550. การลดปริมาณผลิตภัณฑ์บกพร่องในกระบวนการผลิตเยลลี่ผสมเจลาติน. สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พัชร อัดม. 2544. การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเจลาตินในการผลิตกัมมีเยลลี่มะขามเปียก. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และนิธิยา รัตนพานนท์. 2556. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร (ออนไลน์). สืบค้นได้ www.foodnetworksolution.com/, [15 กันยายน 2557].
- พิรุณพร อินธา. 2553. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมมะขามหวาน. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รวิวรรณ สันตา. 2551. การพัฒนาสูตรลูกอมลำไยชนิดเคี้ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- วันทนี แสงภักดี. 2552. วิจัยตลาด. คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- วชิระ เจริญทอง, ศิริญา ศรีประไพและสมเจตร อำนาจศิลป์เจริญ. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมกระเทียมชนิดนุ่ม. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2559. (ออนไลน์). สืบค้นได้ <https://th.wikipedia.org/wiki/เจลาติน> [31 กรกฎาคม 2559]
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2559. (ออนไลน์). สืบค้นได้ <https://th.wikipedia.org/wiki/แป้งข้าวเจ้า> [20 กรกฎาคม 2559]
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2559. (ออนไลน์). สืบค้นได้ <https://th.wikipedia.org/wiki/แป้งข้าวเหนียว> [20 กรกฎาคม 2559]
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2559. (ออนไลน์). สืบค้นได้ <https://th.wikipedia.org/wiki/แป้งสาลี> [20 กรกฎาคม 2559]
- วิกิพีเดีย. 2559. (ออนไลน์). สืบค้นได้ <https://th.wikipedia.org/wiki/น้ำตาล>, [20 กรกฎาคม 2559]
- วิลาสินี ดีปัญญา. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- วิไลรัตน์ จงหอมขจร. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมสมุนไพรชนิดแข็ง. วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิไลรัตน์ จงหอมขจร. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกอมสมุนไพรชนิดแข็ง. วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เว็บไซต์ข้อมูลพลาสติกไทย. 2556. รู้จักกับฟิล์มลามิเนต. (ออนไลน์). สืบค้นได้จาก: <http://plastic.oie.go.th/Articles/2010/11/Plastic>. [30 ธันวาคม 2556].

- ศิมาภรณ์ มีแสง, ไพศาล วุฒิจำนงค์, รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และสุนันรัตน์ ชื่นพุฒิ. 2546. ผลของ
เจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป และกรดซิตริกต่อคุณสมบัติทางกายภาพและ
คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิวาพร ศิวเวช. 2535. วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและการเกษตร
แห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- เศรษฐินี แสงอ่อน, สุภาวดี ดาวดี และดวงกมล ศักดิ์เลิศสกุล. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่
จากสารสกัดหมากเฒ่า. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมใจ ศิริเวช. 2521. ความร้อนกับคุณค่าอาหาร ในนิตยสารแม่บ้าน, ปีที่ 2 เล่มที่ 5: หน้า 35-38.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2560. เอลง. แหล่งที่มา
<http://www.tistr.or.th/sakaerat/plant%20in%20sakaerat/plant%20list/039%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%A5%E0%B8%87.pdf> (สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2560).
- สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.กระทรวงสาธารณสุข. 2544. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
ฉบับที่ 228.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เยลลี่เหลว เยลลี่อ่อน และเยลลี่
แข็ง 519/2547. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน.
- สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.
265/2547.
- สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.
519/2547.
- สุจิตรา เลิศพฤกษ์. 2535. "เอกสารประกอบการบรรยาย วิชา ทอ 470.เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อ"
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร.คณะธุรกิจการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.
- สุวรรณา สุภิมารส. (2543). เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัจฉรา เทียมภักดี. 2549 "ผลของพีเอชเจลาติน เพกทิน น้ำตาล และน้ำผลไม้ ที่มีต่อลักษณะเนื้อ
สัมผัสของกัมมีเยลลี่ วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis of the association of official analytical
chemists, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia.

- Adepoju, O. T. 2009. Proximate composition and micronutrient potentials of three locally available wild fruits in Nigeria. *African Journal of Agricultural Research* 4(9): 887-892.
- Edwards, W.P. 2000. The science of sugar confectionery. The Royal Society of Chemistry, UK.
- Glicksman, M. 1969. Gum Technology in Food Industry. Academic Press, New York.
- Lee, R. and E. B. Jackson. 1973. Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture Leonerd Hill Books, U.K.295 p.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. 1999.Sensory Evaluation Techniques.3rd ed., CRC Press, New York. 387p.
- Obasi, N. E., Okorocha, C. and Orisakwe, O. F. 2013. Production and evaluation of Velvet tamarind (*DIALIUM GUINEESEWILD*) candy. *European Journal of Food Science and Technology*.Vol.1, No.1, pp.1-8.
- Piljac, J., Martinez, S., Valek, L. and Ganic, K.K. (2005). A comparison of methods used to define the phenolic content and antioxidant activity of Croatian wines. *Food Technol. Biotechnol.* 43: 271-276.
- Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K. and Nakamura, T. 1992. Antioxidative Properties Of Xanthans on the Autoxidation of Soybean Oil in Cyclodextrin Emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 40 (6) : 945 – 948.
- Winton, A.L. and Winton, K.B. 1949. The Structure and Composition of Foods. Vol. 3. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ภาพการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบ



วัตถุดิบลูกหยีที่ผ่านการแกะเมล็ด



ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบที่ใช้แบ่งแต่ละชนิด



อบผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง



ทดสอบทางประสาทสัมผัส



การจัดการทดสอบผลิตภัณฑ์และบริการวิชาการ
งานวิทยาศาสตร์ มรย. 18-22 สิงหาคม 2559



การสาธิตและผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ
งานวิทยาศาสตร์ มรย. 18-22 สิงหาคม 2559

2. การเตรียมวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์เคียวหนูบ



การเตรียมน้ำลูกหยี



การกรองน้ำลูกหยี



ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เคียวหนูบที่ใช้แบ่งแต่ละชนิด



ซ้าย น้ำลูกหยีที่ผ่านการกรองในการผลิตผลิตภัณฑ์เคียวหนูบ

ขวา น้ำลูกหยีที่ไม่กรองในการผลิตผลิตภัณฑ์เคียวหนูบ



ตัวอย่างแม่พิมพ์การผลิตผลิตภัณฑ์เคียวหนูบ



ผลิตภัณฑ์กัมมี่ที่ผลิตจากน้ำลูกหยีที่ผ่านการกรอง



ผลิตภัณฑ์กัมมี่ในแม่พิมพ์



ผลิตภัณฑ์กัมมี่ในแม่พิมพ์ชนิดต่าง

3. การวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมี



การวัดค่าสีของตัวอย่างลูกหยา



การวัดปริมาณค่า a_w



การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด



การวิเคราะห์ค่า pH

3. การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา



การวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา

ภาคผนวก ข. การนำไปใช้ประโยชน์

ด่วนที่สุด

ที่ ศธ ๕๑๐๔.๑/๖๘๖



รับที่	๑๘๗๗
วันที่	๓ เมษายน ๒๕๖๐
☐	กลุ่มบริหารวิชาการ
☐	กลุ่มส่งเสริมพัฒนาฯ
☐	กลุ่มพัฒนาคูฯ ๑
☐	กลุ่มพัฒนาคูฯ ๒
☐	กลุ่มพัฒนาคูฯ ๓

สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา
กระทรวงศึกษาธิการ
กทม. ๑๐๓๐๐

๓ เมษายน ๒๕๖๐

เรื่อง ผลการรับรองหลักสูตรการพัฒนาข้าราชการครูของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

เรียน เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

อ้างถึง หนังสือสำนักงานเลขาธิการคุรุสภา ที่ ศธ ๕๑๐๔.๑/๖๗๑ ลงวันที่ ๓๑ มีนาคม ๒๕๖๐

สิ่งที่ส่งมาด้วย ผลการรับรองหลักสูตร ฯ

จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึงสำนักงานเลขาธิการคุรุสภาได้แจ้งผลการรับรองหลักสูตรการพัฒนาข้าราชการครูของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในรอบแรก และยังมีอีกจำนวน ๗๗ หลักสูตรที่ยังไม่ได้รับการประเมินเนื่องจากข้อมูลหลักสูตรเป็นเอกสารแยกจากหลักสูตรส่วนใหญ่ ซึ่งคณะทำงานประเมินเพื่อการรับรองหลักสูตรการพัฒนาข้าราชการครูของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจะดำเนินการประเมิน ฯ และส่งผลการรับรองทั้งหมดให้อีกครั้ง ภายในวันจันทร์ที่ ๓ เมษายน ๒๕๖๐ ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

ในการนี้ คณะทำงานประเมินเพื่อการรับรองหลักสูตรการพัฒนาข้าราชการครูของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ประเมิน ฯ หลักสูตร ฯ ทั้ง ๗๗ หลักสูตร เรียบร้อยแล้วสรุปได้ว่ามีหลักสูตรที่ขอรับการรับรองทั้งหมด จำนวน ๑,๖๘๗ หลักสูตร ผ่านเกณฑ์การรับรอง จำนวน ๑,๔๖๐ หลักสูตร ไม่ผ่านเกณฑ์การรับรอง จำนวน ๒๒๗ หลักสูตร รายละเอียดดังสิ่งที่ส่งมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุรพาทิศ พลอยสุวรรณ)
รองเลขาธิการคุรุสภา ปฏิบัติการแทน
เลขาธิการคุรุสภา

สำนักพัฒนาและส่งเสริมวิชาชีพ
โทรศัพท์ - โทรสาร ๐ ๒๒๘๐ ๖๓๖๖

**รายชื่อหลักสูตรการพัฒนาข้าราชการครู
ที่ผ่านเกณฑ์การรับรองโดยสถาบันคุรุพัฒนา**

รหัสหลักสูตร	ชื่อหลักสูตร	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
60000010	พีแอลซี โพรอินวัน	ศูนย์มาตรฐานวิชาชีพครู มรภ.สุรินทร์
60000011	การสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community : PLC) เพื่อยกระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน	สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
60000013	จิตวิทยาท้องถิ่นสำหรับผู้บริหารโรงเรียนในศตวรรษที่ 21 (School Principals as Organizational Leaders)	Thammasat & Learn Education Academy (คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และ วิทยาลัยเพื่อสังคม บริษัท เลิร์น เอ็ดดูเคชั่น)
60000014	เปลี่ยนห้องเรียนเป็นเกมโชว์	บริษัท วิชวัน อินโฟ จำกัด
60000015	หลักสูตรการจัดการเรียนรู้การออกแบบชิ้นงานสามมิติ	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
60000016	คอร์สเวิร์ดเกม เอแม็ท คำคม และซูโดกุ เพื่อการเรียนรู้การสอนสำหรับครู	สมาคมคอร์สเวิร์ดเกม เอแม็ท คำคม และซูโดกุ แห่งประเทศไทย
60000017	โครงการ การอนุรักษ์ผลิตภัณ์จากลูกหยีสู่การเรียนรู้ชายแดนใต้	มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
60000018	การเสริมสร้างศักยภาพของครู สู่คุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน (หลักสูตรที่ 2)	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
60000019	เทคนิคการจัดการใช้ Interactive Notebook เพื่อสืบเสาะเนื้อหาและพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 สำหรับห้องเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	บริษัท วัฒนาเลิร์นนิ่งดีไซน์ จำกัด
60000020	การจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างสำนึกรักบ้านเกิดในสังคมพหุวัฒนธรรม	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
60000021	การพัฒนาศักยภาพครูและบุคลากรทางการศึกษาด้านการแนะแนวให้คำปรึกษาและการพัฒนาเด็กที่มีความต้องการพิเศษตามหลักวิชาชีพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
60000022	การออกแบบการเรียนรู้การตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับครูประถมศึกษา และมีธยมศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

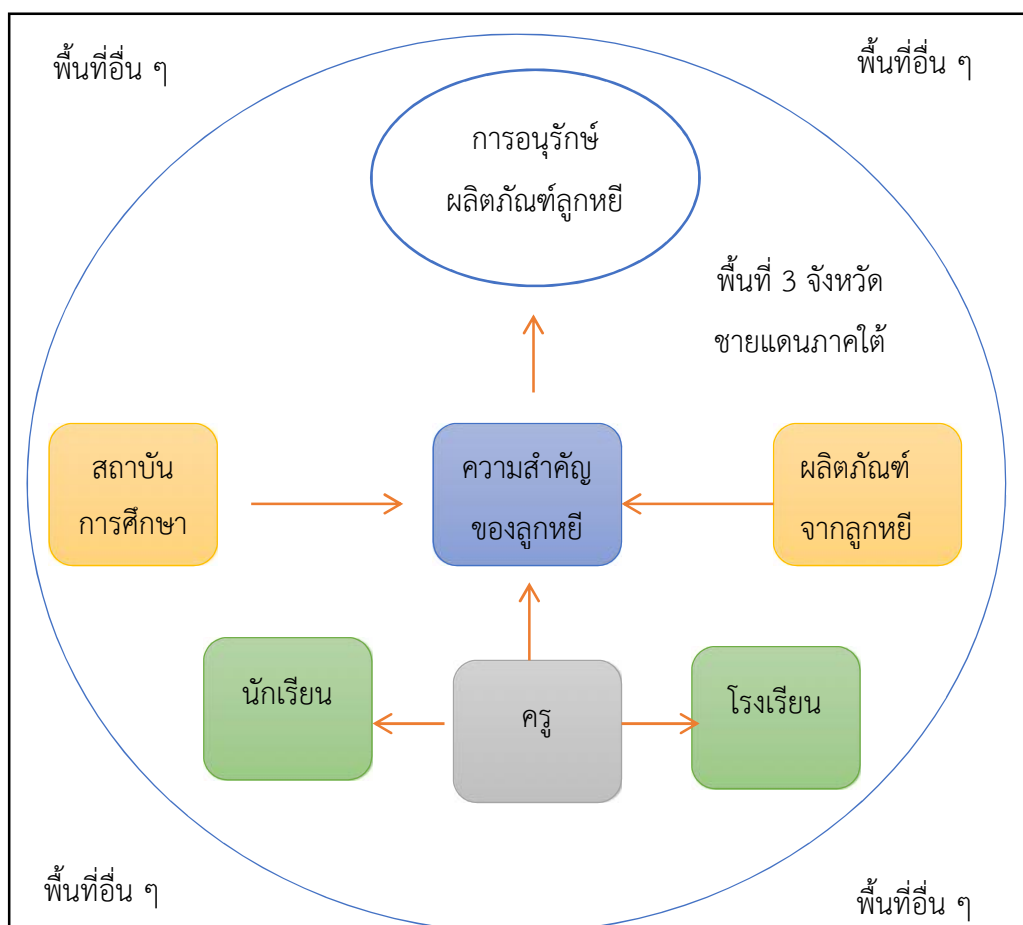
โครงการ “การอนุรักษ์ผลิตภัณฑ์จากลูกหิสู่การเรียนรู้ชายแดนใต้”

1. ชื่อโครงการ การอนุรักษ์ผลิตภัณฑ์จากลูกหิสู่การเรียนรู้ชายแดนใต้

2. หัวหน้าโครงการ อาจารย์รอมลี เจะดอเลาะ

3. หลักการและเหตุผล

กระบวนการจัดการเรียนรู้ในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ต้องให้ความสำคัญกับครูให้เข้าใจกับวิถีชีวิตและศิลปวัฒนธรรมในบริบทพหุวัฒนธรรม โดยเฉพาะการบริโภคอาหารที่มีความหลากหลายในพื้นที่ โดยเฉพาะอาหารประเภทผลไม้ที่มีแหล่งผลิตปริมาณน้อยและเป็นอัตลักษณ์ในพื้นที่นั้นๆ นั่นคือ ผลิตภัณฑ์จากลูกหิ ซึ่งแนวโน้มผลผลิตลดลงและต้นหิถูกตัดทำเป็นไม้ในการสร้างที่อยู่อาศัย และมีโอกาสการสูญหาย จึงควรได้รับการอนุรักษ์ต้นลูกหิ และส่งเสริมการปลูก โดยสามารถให้ความรู้ ปลูกจิตสำนึกเกี่ยวกับความสำคัญของต้นหิ เพื่อนำลูกหิผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร และสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่ ๆ สร้างมูลค่าเพิ่ม และให้ลูกหิมีจำหน่ายเป็นสินค้าส่งออก ดังนั้นโครงการนี้จัดการให้ความรู้ สร้างครูให้มีคุณสมบัติรักและหวงแหนต่อการอนุรักษ์สินค้าที่ผลิตจากพื้นที่ สร้างกิจกรรมให้เห็นความสำคัญของการนำลูกหิเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ให้อยู่เคียงคู่กับ 3 จังหวัดชายแดนใต้ แล้วครูสามารถนำองค์ความรู้นี้เผยแพร่ต่อนักเรียนและผู้อื่น ๆ ในสังคมต่อไป



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของครูร่วมอบรมต่อการอนุรักษ์ผลิตภัณฑ์ลูกหิ

4. วัตถุประสงค์

- 4.1 เพื่อสร้างองค์ความรู้สู่การอนุรักษ์ผลิตภัณฑ์ลูกหยีพื้นเมืองใน 3 จังหวัดชายแดนใต้
- 4.2 เพื่อสร้างความเข้าใจและอธิบายขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์จากลูกหยีพื้นเมือง
- 4.3 เพื่อนำองค์ความรู้ความสำคัญของลูกหยีจากผลิตภัณฑ์ลูกหยีพื้นเมืองถ่ายทอดสู่นักเรียนในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

5. คุณสมบัติผู้เข้าอบรม

- 5.1 ครูที่สอนสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- 5.2 ครูผู้สอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สุขศึกษาและพลศึกษา และการงานอาชีพและเทคโนโลยี

6. สาระของหลักสูตร

- 6.1 ข้อมูลเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาและความสำคัญของการอนุรักษ์ของลูกหยีพื้นเมืองผ่าน การเรียนรู้ผลิตภัณฑ์ลูกหยีในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้
- 6.2 การเก็บเกี่ยวผลผลิต และการเก็บรักษาลูกหยีพื้นเมือง
- 6.3 การฝึกปฏิบัติการแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำลูกหยีพาสเจอร์ไรส์และลูกหยีเคี้ยวหนุบ

7. ความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้

การอบรมนี้มีการบูรณาการหลายกลุ่มสาระ คือ 1) สาระที่ 5 ภูมิศาสตร์ (มาตรฐาน ส 5.2; ม. 2-6) 2) สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (มาตรฐาน ว 2.2; ม. 4 - ม. 6) 3) สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับ กระบวนการดำรงชีวิต (มาตรฐาน ว 1.1) และ 4) สาระที่ 4 การสร้างเสริมสุขภาพ สมรรถภาพและการ ป้องกันโรค (มาตรฐาน พ 4.1; ป1-5, ม.1 และ ม.3)

8. จำนวนผู้เข้ารับการอบรม

30 คน (ปิดรับสมัครเมื่อครบจำนวน/ 3 วันก่อนการอบรม)

9. เปิดรับสมัคร

สมัครผ่าน email ที่ ramlee_chedoloh@hotmail.com หรือสมัครทางไปรษณีย์ จัดส่งมาที่ อาจารย์รอมลี เจะดอเลาะ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

และการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 133 ถ.เทศบาล 3 ต.สะเตง อ.เมือง จ.ยะลา 95000
สอบถามรายละเอียดได้ที่ 087-9119291

10. ระยะเวลาการในการอบรม

อบรม 2 รุ่น รุ่นที่ 1 14-15 สิงหาคม 2560 และ รุ่นที่ 2 14-15 กันยายน 2560

11. สถานที่

ณ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 133 ถ.เทศบาล 3 ต.สะเตง อ.เมือง จ.ยะลา 95000

12. กำหนดการฝึกอบรม

วันที่ 14 สิงหาคม 2560/14 กันยายน 2560	
8.30-9.00 น.	ลงทะเบียน
9.00-10.00 น.	กิจกรรม “ประวัติและความสำคัญของลูกหยี” โดย ผศ.จริยา สุขจันทร์
10.00-10.30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.30-12.00 น.	กิจกรรม “กว่าจะได้ลูกหยีมาบริโภค” โดย อาจารย์รอมลี เจดอเลาะ
12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00-15.00น.	กิจกรรม “เล่าสู่กันฟังจากผู้ประกอบการ” โดย ผู้ประกอบการ อ.ยะรัง จ.ปัตตานี
15.100-15.30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
15.30-16.30 น.	กิจกรรมลง “อภิปรายร่วมสถานการณ์ของลูกหยี ณ ปัจจุบัน” โดย ดร.กูรอซียะห์ ยามิรุเต็ง
16.30-17.00 น.	ถาม-ตอบ
วันที่ 15 สิงหาคม 2560/15 กันยายน 2560	
8.30-9.00 น.	ลงทะเบียน
9.00-10.00 น.	กิจกรรม “ปฏิบัติการแปรรูปน้ำลูกหยีพาสเจอร์ไรส์” โดย อาจารย์นุชนันดา ตาเย๊ะ
10.00-10.30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.30-12.00 น.	กิจกรรม “ปฏิบัติการแปรรูปน้ำลูกหยีพาสเจอร์ไรส์”

	โดย อาจารย์นุชนันดา ตาเย๊ะ
12.00-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00-15.00น.	กิจกรรม “ปฏิบัติการแปรรูปผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบฮาลาล” โดย อาจารย์รอมลี เจดอเลาะ
15.100-15.30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
15.30-16.30 น.	กิจกรรม “ปฏิบัติการแปรรูปผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบฮาลาล” โดย อาจารย์รอมลี เจดอเลาะ
16.30-17.00 น.	ถาม-ตอบ

13. วิธีการจัดกิจกรรมการพัฒนาสูตร

การจัดการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมทำความเข้าใจเกี่ยวกับลูกหอยตั้งแต่ประวัติของลูกหอย การเก็บเกี่ยวของลูกหอย การจัดเตรียมวัตถุดิบ แล้วนำความรู้จากสถานประกอบการจริง และแปรรูปผลิตภัณฑ์โดยฝึกปฏิบัติการ 2 ผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อให้เห็นถึงความสำคัญสามารถนำองค์ความรู้ การอนุรักษ์ต้นหอยที่มีอยู่ และพัฒนาการเพาะปลูกต้นหอย ซึ่งตัวบ่งชี้ความสำเร็จครูสามารถนำองค์ความรู้ถ่ายทอดองค์ความรู้ต่อนักเรียนในสาระการเรียนรู้การทำงานอาชีพและเทคโนโลยี และสร้างครูให้รู้ถึงความสำคัญและการบริโภคอาหารในท้องถิ่น ซึ่งสามารถให้ครูเป็นแบบอย่างให้กับนักเรียนในอนาคตได้

14. ตัวบ่งชี้ความสำเร็จ

ตัวบ่งชี้	การแสดงผล
ผลผลิต (output)	องค์ความรู้และความสำคัญของลูกหอยตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ
ผลลัพธ์ (outcome)	การให้ความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์จากลูกหอย
ผลกระทบ (impact)	การอนุรักษ์ผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น

15. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลการพัฒนาของหลักสูตร

การติดตามประเมินผลจากการได้รับองค์ความรู้ก่อนและหลังการเข้าร่วมโครงการ และติดตามผลการเกิดพัฒนาหลังจากกลับเข้าสู่โรงเรียนโดยใช้การประเมินจากนักเรียนต่อผลของครูที่ได้จากการเข้าร่วมโครงการ โดยจัดการประเมินลงพื้นที่กลุ่มผู้อบรมปีละ 1 ครั้ง

16. อัตราค่าลงทะเบียนของหลักสูตรต่อครูหนึ่งคน/ปี

ค่าลงทะเบียน 1,000 บาท ต่อครูหนึ่งคน ซึ่งเป็นค่าอาหารกลางวัน อาหารว่าง ค่าวัสดุวัตถุดิบ อุปกรณ์การอบรม เอกสารการอบรม และค่าวิทยากร

ภาพผนวก ค. บทความส่งวารสาร

RMUTSVJ ออก ณ วันที่ 14 /ก.ย./2560



หนังสือรับรองการตีพิมพ์บทความวิจัย บทความทางวิชาการ
วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ขอรับรองว่าบทความวิจัย

เรื่อง

การศึกษาด้านการจัดการหลังเก็บเกี่ยวของผลลูกหิยี่คำสดและวิธีการทำแห้ง
ต่อสมบัติและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลลูกหิยี่แห้ง
Study of Post-harvest Management of Fresh Black Velvet Tamarind and Dehydrating Methods
on the Properties and Sensory Test the Pre-processed Product

โดย

นายรอนดี เจ๊ะคอเลาะ

ได้ผ่านการพิจารณาจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ให้ตีพิมพ์ในวารสารวิจัย มทร.ศรีวิชัย ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2561

ลงชื่อ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวินทร์ ธิญูรส)

บรรณาธิการ วารสารวิจัย มทร.ศรีวิชัย

การศึกษาการจัดการหลังเก็บเกี่ยวของผลลูกหยีดำสดและวิธีการทำแห้ง ต่อสมบัติและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลลูกหยีแห้ง

Study of Post-harvest Management of Fresh Black Velvet Tamarind and Dehydrating Methods on the Properties and Sensory Test the Pre-processed Product

รอมลี เจดอเลาะ^{1*}

Romlee chedoloh

บทคัดย่อ

การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของผลลูกหยีดำ (*Dialium Indum Linn*) มีความสำคัญต่อการยกระดับผลิตภัณฑ์ลูกหยีพื้นเมืองใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการการเก็บเกี่ยวและการจัดการผลลูกหยีสดหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงวิธีการทำผลลูกหยีแห้ง จากการศึกษา พบว่า ฤดูผลผลิตลูกหยีอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายน มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 50-80 กิโลกรัมต่อต้น เมื่อคัดเกรดของผลลูกหยีสดหลังการเก็บ พบว่า มีปริมาณคุณภาพผลผลิตร้อยละ 63.00-68.00 วิธีการและอุณหภูมิการอบผลก่อนการแปรรูป มีผลต่อสมบัติทางกายภาพ และเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยการใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ส่งผลต่อปริมาณความชื้นออกจากลูกหยีสูงที่สุด ร้อยละ 14.49 ค่าสีของเนื้อลูกหยีดำจากแหล่งของผู้ประกอบการมีค่าความสว่างน้อยกว่าเนื้อลูกหยีสดและเนื้อลูกหยีดำใหม่ที่ผ่านมาการอบแห้ง ($p \leq 0.05$) การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่า ค่า pH อยู่ในช่วง 2.83-2.98 ปริมาณความชื้นและ a_w อยู่ในช่วง ร้อยละ 10.10-15.56 และ 0.46-0.63 ตามลำดับ ปริมาณเส้นใยอาหารสูง ร้อยละ 4.30-5.14 การทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยของลูกหยีอบแห้ง และของผู้ประกอบการลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อลูกหยีสด ดังนั้นการจัดการวัตถุดิบหลังการเก็บเกี่ยวและการใช้ตู้อบลมร้อนในการอบลูกหยีมีความสำคัญต่อคุณภาพลูกหยีและการนำเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป

คำสำคัญ: ลูกหยี, คุณค่าทางโภชนาการ, การทดสอบทางประสาทสัมผัส, การอบแห้ง

¹ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000

¹ Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Muang, Yala 92150, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): romalee.c@yru.ac.th

Abstract

Improvement of the Post-harvested technologies of Fresh Black Velvet Tamarind (*Dialium Indum Linn*) is important for entrepreneurs in order to upgrade the local food products in the Three boundary Provinces of Southern Thailand. This study aimed to study of the processes started from harvesting procedures, Post-harvest management until dehydrating techniques for Black Velvet Tamarind. It was found that the production of Velvet Tamarind started from July to November, which produced average 50-88 kilograms/tree. There was only 63.00-68.00% acceptance of Harvested Black Velvet Tamarind fruit by traditional collections.%. Dehydration of Black Velvet Tamarind before privatization showed that the methods and drying temperatures significantly affected physically and chemically properties ($p \leq 0.05$). Using an incubation in hot air oven at 60°C for 4 hours was best to reduce the moisture contents (14.49%). The colors of Black Velvet Tamarind meat from entrepreneurs was less brightness than fresh meat ($p \leq 0.05$). Chemical properties analysis showed that pH range of the meat were 2.83-2.98, the moisture content and a_w values were 10.10-15.56 and 0.46-0.63% respectively, whereas the fibers were highest at 4.30-5.14%. The sensory evaluations of overall samples of dried samples from hot air oven and from entrepreneurs, were less than the fresh meat. Thus, the Post-harvest management and using an incubation in hot air oven were important for Velvet Tamarind quality and development of raw material will be benefit to create the products.

Keywords: Velvet Tamarind, Nutrition Value, Sensory Evaluation, Drying

บทนำ

พื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้มีความหลากหลายทางชีวภาพของพืชพันธุ์นานาชนิด ขณะที่ต้นหยี เป็นต้นไม้ยืนต้นแต่มีจำนวนไม่มาก ส่งผลต่อปริมาณของวัตถุดิบ ลูกหยีเป็นอัตลักษณ์เฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ โดยเฉพาะจังหวัดปัตตานีมีการใช้เป็นส่วนหนึ่งคำขวัญของจังหวัด ความว่า “บูดูสะอาด หาดทรายสวย รวย น้ำตก นกเขาดี ลูกหยีอร่อย หอยแครงสด” โดยลูกหยีมีลักษณะเด่นคือมีคุณค่าทางโภชนาการ มีวิตามินซีสูง และมีสารอาหารอื่น เช่น โยอาหาร น้ำตาล คาร์โบไฮเดรต โปรตีน เกลือแร่ และไขมัน (Obasi *et al.*, 2013) ซึ่งมีการดำเนินกิจการและธุรกิจที่เกี่ยวกับลูกหยีมาเป็นเวลานานมากกว่า 100 ปี การผลิตสินค้าจากลูกหยี จำเป็นต้องมีการจัดการวัตถุดิบตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การบริหารจัดการเกี่ยวกับการเก็บผลผลิตจากต้นลูกหยีดำ (ลูกหยีที่ไม่ได้กะเทาะเปลือก) ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีเปลือกที่อ่อนและแตกง่าย เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอมทั้งกายภาพ รวมทั้งการเตรียม ลูกหยีดำเป็นลูกหยีแดง (ลูกหยีที่ผ่านการตากแห้งและกะเทาะเปลือกออก) ของผู้ประกอบการแตกต่างกัน

ส่งผลต่อคุณภาพของลูกหิยต่างกันด้วย ต้นลูกหิยจะออกผลผลิตในช่วงปลายปี ประมาณช่วงเดือน สิงหาคม-ธันวาคม ของทุกปี ขณะที่อาจมีผลผลิตปีเว้นปี บางปีมีผลผลิตสูงทำให้ราคาตกต่ำซึ่งมีราคาเพียง 30 บาทต่อกิโลกรัม ขณะที่ บางปีมีผลผลิตน้อยราคาอยู่ในช่วง 30-150 บาทต่อกิโลกรัม ผลลูกหิยสดมีราคาสูงถึง 150 บาทต่อกิโลกรัม ผู้ประกอบการขนาดเล็กเก็บเกี่ยวลูกหิยโดยการจ้างผู้ชำนาญการโดยเฉพาะ เพื่อปิ่นและตัดกิ่งที่มีผลของต้นลูกหิยสูงสุ่มขึ้น ซึ่งต้องอาศัยความสามารถเฉพาะตัวและความชำนาญเป็นอย่างสูง เมื่อกิ่งตกลงสู่พื้นจะทำให้ลูกหิยกระทบกับกิ่งไม้อื่น หรือกระแทกกับพื้นดิน ทำให้ลูกหิยมีการแตกและชำได้ ส่งผลให้ได้ผลผลิตลูกหิยต่ำสุดมีคุณภาพน้อยลง รวมถึงขั้นตอนการลูบลูกหิยดำออกจากกิ่งของผู้รับจ้าง อาจทำให้ลูกหิยเกิดการแตกและเสียหายมากขึ้นได้ตามด้วยการเก็บบรรจุลูกหิยดำในกระสอบพลาสติกหรือกระสอบฟ้าย เพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการผลิตลูกหิยแดงโดยการตากแห้งนานประมาณ 1 วัน กระบวนการนี้ มีความสำคัญต่อการรักษาผลผลิตของลูกหิย แต่เนื่องจากผลลูกหิยที่แตก และมีความชื้นจะเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพด้านเชื้อจุลินทรีย์เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยเฉพาะในช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวที่เป็นฤดูฝนซึ่งทำให้การเตรียมวัตถุดิบด้วยการตากแห้งมีปัญหา นอกจากนี้การตากแดดของผู้ประกอบการเป็นการทำแบบเปิดกอง ที่ไม่มีการคลุมป้องกัน มักมีผลต่อการปนเปื้อนของเศษดิน หินหรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จึงน่าจะมีความจำเป็นที่ต้องใช้เครื่องอบลมร้อนเพื่อทำแห้งลูกหิยดำ รวมไปถึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพทางกายภาพและเคมีในระหว่างการตากแห้งและการอบแห้งของลูกหิย ขณะที่ในประเทศไทยข้อมูลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการลูกหิยมีไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษานี้ ศึกษากระบวนการเก็บเกี่ยวและการจัดการลูกหิยดำหลังการเก็บเกี่ยว ศึกษาข้อตำหนิและปริมาณผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว และศึกษาการเตรียมผลผลิตก่อนการแปรรูปต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีและทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลลูกหิยดำแห้งเพื่อนำไปสู่การจัดการวัตถุดิบลูกหิยให้มีปริมาณเพียงพอต่อการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการจำหน่ายเป็นของฝากในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ในลำดับต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการเก็บเกี่ยวและการจัดการลูกหิยดำหลังการเก็บเกี่ยว

1.1) เก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อศึกษาการเก็บเกี่ยวลูกหิยดำจากต้น สายพันธุ์ *Dialium Indum* Linn ขนาดต้นเส้นรอบวง 1-2 เมตร ความสูงประมาณ 20-30 เมตร ซึ่งปลูกเป็นพืชผสม จากผู้ประกอบการ จำนวน 2 ราย ในพื้นที่ตำบลลำใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ได้แก่ 1) อามานีลูกหิย และ 2) แบียกายี ซึ่งเป็นผู้ประกอบการรายย่อยในการเก็บเกี่ยวผลลูกหิยและส่งให้ผู้ประกอบการรายใหญ่ในรูปแบบของลูกหิยสดหรือลูกหิยแดงตากแห้ง ในช่วงเดือน กรกฎาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 โดยการบันทึกภาพ สัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการเก็บเกี่ยวลูกหิยจากผู้ประกอบการและผู้รับจ้างปิ่นต้นลูกหิย ปริมาณลูกหิยที่ได้หลังจากเก็บเกี่ยว ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวลูกหิยจากต้น การจัดจ้างและราคาของวัตถุดิบลูกหิยดำ

1.2) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลลูกหิยสดในระหว่างเดือน กรกฎาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ซึ่งเป็นระยะก่อนการเก็บเกี่ยวลูกหิย ไปจนถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวลูก

หยา การเปลี่ยนแปลงของลูกหยา และการสอบถามข้อมูลระยะเวลาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของลูกหยาจากเจ้าของต้นลูกหยา

1.3) วิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผล โดยสรุปขั้นตอนกระบวนการเก็บเกี่ยวลูกหยาและการจัดการลูกหยาหลังการเก็บเกี่ยว

2. ศึกษาข้อตำหนิและสัดส่วนของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวของลูกหยา

2.1) ลงพื้นที่ ตำบลลำพะยา ตำบลเปาะเส้ง ตำบลลำใหม่ อำเภอเมือง ตำบลยะหา อำเภอยะหา ในจังหวัดยะลา และตำบลป่าไร่ อำเภอแม่ลาน จังหวัดปัตตานี เพื่อเก็บตัวอย่าง พร้อมกับผู้ประกอบการ 2 ราย คือ อามานี ลูกหยา และแบยิกายี และผู้รับจ้างป็นต้นลูกหยา ทำการเก็บผลผลิตลูกหยาจากต้น จำนวน 5 ต้น โดยเก็บเกี่ยวจากผู้รับจ้างป็นต้นลูกหยา จากนั้นจำแนกผลผลิตลูกหยาตามที่ได้จากการเก็บเกี่ยว แล้วบรรจุลงในกระสอบพลาสติก สุ่มตัวอย่างของลูกหยาในแต่ละกระสอบปริมาณ 1 กิโลกรัม จำนวน 3 ซ้ำ จำแนกลูกหยาที่มีตำหนิ เช่น เปลือกแตก การร้าว ตำหนิจากแมลง เชื้อราและอื่น ๆ คำนวณร้อยละผลผลิตที่มีคุณภาพและข้อตำหนิต่าง ๆ

2.2) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ t-test เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำหนักลูกหยาที่มีคุณภาพ และข้อตำหนิจากผู้ประกอบการทั้ง 2 ราย

3. ศึกษาการเตรียมผลผลิตก่อนการแปรรูปต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกหยาหลังการเก็บเกี่ยว

3.1) นำผลลูกหยาที่ผ่านการตากแห้งที่ยังไม่แกะเมล็ดออกและลูกหยาสดจากต้นของผู้ประกอบการ อามานีลูกหยา และแบยิกายี ที่ได้หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตภายใน 2 วัน คัดขนาดโดยคัดลูกหยาที่มีตำหนิออก นำลูกหยาสดน้ำหนัก 300 กรัม บรรจุลงในภาดอลูมิเนียม เพื่อเตรียมการทำแห้ง โดยมี 5 ชุดการทดลองได้แก่ 1) D_{50} คือ ลูกหยาตำบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1,400 รอบต่อนาที นาน 4 ชั่วโมง 2) D_{60} คือ ลูกหยาตำบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1,400 รอบต่อนาที นาน 4 ชั่วโมง 3) S_{40} คือ ลูกหยาตากแดด ที่อุณหภูมิ 40 ± 1 องศาเซลเซียส (วัดอุณหภูมิบรรยากาศด้วยเทอร์โมมิเตอร์) นาน 4 ชั่วโมง 4) O คือ ลูกหยาตากแห้งจากผู้ประกอบการ ตากแห้ง 1 วัน และ 5) F คือ ลูกหยาสด เมื่อทำแห้งครบระยะเวลาที่กำหนดจึงกะเทาะเปลือกลูกหยาตำออกจนได้นื้อลูกหยาแดง จากนั้นจึงเปรียบเทียบกับลูกหยาตากแห้งจากผู้ประกอบการ และลูกหยาสด

3.2) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมีของนื้อลูกหยา โดยใช้มีดแกะสลักกริดเอาเมล็ดลูกหยาออก นำนื้อลูกหยาแดงมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าสี ความชื้น (AOAC, 2000) ค่า a_w (AOAC, 2000) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (AOAC, 2000) เยื่อใยอาหาร (AOAC, 2000) คาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) ไขมัน (AOAC, 2000) และโปรตีน (AOAC, 2000)

3.3) การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยนำลูกหยาที่ได้จากการอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ ลูกหยาสดและลูกหยาจากผู้ประกอบการ ที่ผ่านการกะเทาะเปลือกแล้ว ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้นักศึกษาและผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (Untrained Panel) จากมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาและบุคคลในพื้นที่ จำนวน 30

คน โดยใช้วิธี 9 - point Hedonic scale (Meilgaard *et al.*, 1999) เพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านต่าง ๆ ได้แก่ สี ความกรอบ กลิ่น ความเปรี้ยว รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

3.4) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของชุดการทดลองโดยใช้ Duncan' new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (รอมลี และสะอาด, 2560)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. กระบวนการเก็บเกี่ยวลูกหิและการจัดการลูกหิหลังการเก็บเกี่ยว

การลงพื้นที่ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ เพื่อหาแหล่งของผู้ประกอบการในการลงเก็บเกี่ยวลูกหิ จากต้น โดยติดตามการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงฤดูผลผลิตประมาณเดือนกรกฎาคม-พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการขนาดเล็กชื่อว่า “อามานีลูกหิ” และ “แบยิกายี” ในพื้นที่ตำบลลำใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดยะลา โดยมีขั้นตอนการเก็บเกี่ยวลูกหิจากต้น ดังนี้

1.1) การตกลงราคาซื้อขายและราคาลูกหิจากการติดตาม ตกลงราคาเพื่อการขายมี 2 วิธีได้แก่ 1) การขายแบบเหมาจ่ายทั้งต้นตามราคาที่ตกลงไว้ เช่น ทั้งต้นราคา 3,000 บาท และ 2) การขายโดยชั่งน้ำหนักจริงผลผลิต ลูกหิที่ได้จากการตัดกิ่งต้นหิ ราคาอาจแตกต่างกันไปในแต่ละปี ประจำปี 2559 ราคาลูกหิสดประมาณ 50-70 บาท (ภาพที่ 1 a, b)

1.2) ค่าจ้างการป็นเพื่อเก็บเกี่ยวผลลูกหิ โดยผู้ประกอบการจ้างผู้รับจ้างคนป็นขึ้นต้นเพื่อตัดกิ่งที่มีผลลูกหิ รอบละ 1,000 บาท ต่อ 1 ต้น หรือตามปริมาณงานที่ตกลงกัน (ประมาณ 1,500-2,000 บาท) หรือการคิดตามน้ำหนักผลผลิตของลูกหิที่ได้จากการเก็บเกี่ยวในราคา 15 บาทต่อกิโลกรัม ภายหลังตกลงราคา ผู้รับจ้างจะป็นขึ้นตัดกิ่งลูกหิ โดยการใช้เชือกนาเพื่อการไต่ป็นต้น การใช้เชือกยังช่วยให้มีความปลอดภัยต่อผู้ป็นตัดส่ง การตัดเฉพาะกิ่งที่มีลูกหิ ให้ตกลงสู่พื้นดิน (ภาพที่ 1 c)

1.3) การรวบรวมลูกหิ การรวบรวมลูกหิดำ ออกจากกิ่งโดยการลูบหรือเด็ดผลลูกหิราคา 6 บาทต่อกิโลกรัม และบรรจุลงในกระสอบขาว ชั่งน้ำหนักของลูกหิที่ได้จากแต่ละต้น แต่ละต้นเก็บลูกหิได้ประมาณ 50-80 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับขนาดของต้นและจำนวนกิ่งของต้นลูกหิ (ภาพที่ 1 d)

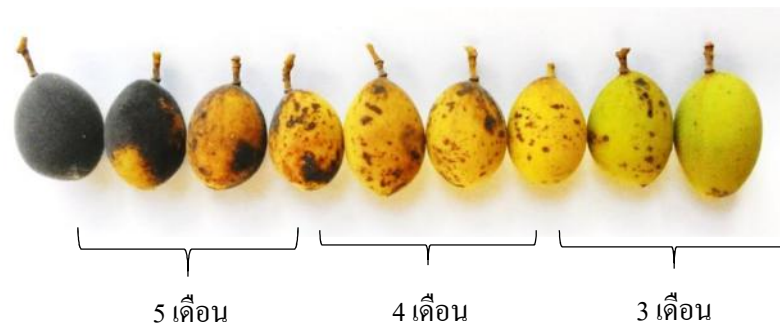


ภาพที่ 1 การสำรวจและเก็บเกี่ยวลูกหยีในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

- การลงพื้นที่สำรวจต้นลูกหยีในการจับจองตอนที่ลูกหยียังไม่สุกและตกลงราคาก่อนตัดลูกหยีเมื่อลูกหยีสุก
- ต้นลูกหยีที่มีผลลูกหยีพร้อมจะเก็บเกี่ยว
- การเตรียมตัวสำหรับการขึ้นตัดลูกหยีและการขึ้นต้นลูกหยีต้องอาศัยความชำนาญการ
- ขั้นตอนการลูบหรือการเก็บลูกหยีดำแล้วบรรจุลงกระสอบ

2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพผลลูกหยีระหว่างการพัฒนาของผล

การเก็บเกี่ยวลูกหยีจากต้นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับระยะเวลาสุกของผลที่เหมาะสม เนื่องจากลูกหยีที่เก็บเกี่ยวมาแล้วต้องไปผ่านการตากแห้งและตามด้วยการกะเทาะเปลือกต่อไป การเปลี่ยนของผิวเปลือกลูกหยีบ่งชี้ถึงคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างภายในของเนื้อลูกหยี กรณีที่ลูกหยีสุกบนต้นมากเกินไปจะส่งผลให้เกิดการหลุดร่วงตกสู่บริเวณรอบ ๆ ต้น ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตลูกหยีลดลง แต่หากลูกหยีไม่สุกเท่าที่ควรจะทำให้เปลือกสีดำติดแน่นกับเนื้อลูกหยี ทำให้มีความยุ่งยากในขั้นตอนการลอกออกยากตอนกะเทาะเปลือกต่อไป ปัญหาในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีดำทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับและยังทำให้เนื้อสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป การเปลี่ยนแปลงของลูกหยีมีลักษณะสีเขียวที่ยังไม่สุก (ภาพที่ 2 ระยะเวลา 3 เดือน) มีการเปลี่ยนแปลงจนสุกเต็มที่ (ภาพที่ 2 ระยะเวลา 5 เดือน) ระยะเวลาการพัฒนาตั้งแต่ออกดอกจนผลลูกหยีสุกเต็มที่ใช้เวลาประมาณ 5 เดือน ตลอดระยะเวลาการสุกของลูกหยีในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ แต่ละพื้นที่ไม่พร้อมกัน เนื่องจากการออกดอกของต้นลูกหยีไม่พร้อมกัน ซึ่งนับเป็นข้อดีสำหรับผู้เก็บเกี่ยวที่จะสามารถวางแผนการตัดลูกหยีได้ และผู้รับซื้อลูกหยีสำหรับการจัดเตรียมการตากแห้งและเตรียมการแปรรูปลูกหยีในลำดับต่อไป



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของผลลูกหิ้วยีระหว่างการพัฒนาของผล ตั้งแต่ระยะเริ่มแก่เขียว (3 เดือน หลังดอกบาน) จนถึงสุกเต็มแก่ที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ (5 เดือนหลังดอกบาน)

3. ข้อตำหนิและคุณภาพผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว

3.1 ข้อตำหนิของลูกหิวยีหลังการเก็บเกี่ยว

จากการคัดเลือกและประกันคุณภาพของวัตถุดิบหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ลูกหิวยีที่ผ่านการตัดจากต้น มีสิ่งเจือปน เช่น เศษใบไม้ เศษหญ้า และดิน ในปริมาณเล็กน้อย เมื่อสุ่มตัวอย่างจากลูกหิวยีสต์ 1 กิโลกรัม ผลลูกหิวยีมีข้อตำหนิจากความเสียหายจากการกระแทก (ภาพที่ 3) ขณะตกจากที่สูง การลูบเก็บลูกหิวยี และการบรรจุลงถุงกระสอบ การวิเคราะห์คัดเลือกวัตถุดิบลูกหิวยีจากผู้ประกอบ 2 ราย เกี่ยวกับคุณภาพและข้อตำหนิพบว่า น้ำหนักของลูกหิวยีที่ได้คุณภาพและผลที่มีตำหนิแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยได้ลูกหิวยีมีคุณภาพจากผู้ประกอบการอามานิลูกหิวยี ปริมาณ ร้อยละ 68.00 ± 2.67 สูงกว่าผู้ประกอบการแบยิกายีมีปริมาณ ร้อยละ 63.00 ± 2.14 (ตารางที่ 1) มีการแตก ร้อยละ 32.00 ± 2.67 - 37.00 ± 2.14 (ภาพที่ 3 a และ ตารางที่ 1) เนื่องจากสถานประกอบการอามานิลูกหิวยี เก็บเกี่ยวใช้ผู้รับจ้างป็นต้นลูกหิวยีและผู้รับจ้างการลูบลูกหิวยีออกจากกิ่งคนละชุดกับผู้ประกอบการแบยิกายี จึงทำให้ความสมบูรณ์ของผลลูกหิวยีสต์แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเนื้อภายในของลูกหิวยีที่มีตำหนิจากการกระแทกยังมีคุณภาพดีพอสำหรับการเตรียมลูกหิวยีแดงต่อไปได้ ส่วนข้อตำหนิจากการขึ้นราและแมลง (ภาพที่ 3 b. และ c) เนื่องจากแต่ละแหล่ง มีการจ้างตัดลูกหิวยีซึ่งมีขนาดและความสูงต่างกัน ส่งผลต่อการตกของกิ่งลูกหิวยีทำให้ได้รับการกระแทกต่างกัน รวมถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความชำนาญของผู้ตัดและการวางแผนการเก็บผลผลิตระหว่างการลูบลูกหิวยี และการบรรจุกระสอบจึงทำให้คุณภาพของลูกหิวยีแตกต่างกัน



ภาพที่ 3 ลักษณะการสูญเสียทางกายภาพของเปลือกที่แตกจากการตกกระแทก (a) แมลงเจาะกิน (b) และการขึ้น เชื้อราในตัวอย่างลูกหยา (c)

ตารางที่ 1 ลูกหยาที่ผ่านการคัดคุณภาพจากการสุ่มตัวอย่างหลังการเก็บเกี่ยวจากผู้ประกอบการ

ผู้ประกอบการ	น้ำหนักสด (กรัม)	ปริมาณลูกหยาต่อการ เก็บเกี่ยว (กิโลกรัม)	สัดส่วนคุณภาพของลูกหยา	
			น้ำหนักหลังคัดแยก (ร้อยละ)	น้ำหนักข้อตำหนิ (ร้อยละ)
อามานิลูกหยา	1000	66.00±6.00 ^a	68.00±2.67 ^a	32.00±2.67 ^a
แบยิกายี	1000	66.50±2.12 ^a	63.00±2.14 ^b	37.00±2.14 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4. การเตรียมผลผลิตก่อนการแปรรูปต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกหยาหลังการเก็บเกี่ยว

4.1 การสูญเสียน้ำหนักจากการทำแห้ง

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมวัตถุดิบของลูกหยาด้วยวิธีการตากแห้งตามปกติของผู้ประกอบการและการใช้ตู้อบลมร้อนที่ 50 และ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ความเร็วลมที่ 1,400 รอบ/วินาที พบว่า การใช้ตู้อบลมร้อนและการตากแห้ง มีผลต่อการระเหยน้ำในตัวอย่างลูกหยาที่แตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำระเหยออกจากตัวอย่าง ร้อยละ 14.49±0.17 ขณะที่การอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพียงร้อยละ 12.54±0.28 ส่วนวิธีดั้งเดิมโดยการตากแห้งระเหยออกไปเพียง ร้อยละ 11.36±0.19 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) การอบที่อุณหภูมิสูงกว่าช่วยในการระเหยน้ำออกจากลูกหยาได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากอัตราการถ่ายเทความร้อนมีค่าสูงกว่าทำให้ความร้อนสามารถถ่ายเทจากอากาศร้อนไปสู่ผิวเปลือกลูกหยา เพื่อใช้ในการระเหยน้ำได้มากกว่า จึงทำให้การระเหยน้ำในการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงเกิดขึ้นได้เร็วกว่าการระเหยน้ำที่อุณหภูมิต่ำ (จารุวรรณ และคณะ, 2550)

ตารางที่ 2 ปริมาณผลผลิตจากลูกหยีอบแห้ง

สภาวะการอบ ลูกหยี	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ/ตาก แห้ง (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (กรัม)	การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)
D ₅₀	200.16±0.096 ^a	175.05±0.48 ^b	25.11±0.57 ^b	12.54±0.28 ^b
D ₆₀	200.07±0.083 ^a	171.07±0.27 ^c	29.00±0.36 ^a	14.49±0.17 ^a
S ₅₀	200.17±0.084 ^a	177.43±0.38 ^a	22.74±0.37 ^c	11.36±0.19 ^c
O	200.14±0.072 ^a	171.86±1.30 ^c	28.28±1.33 ^a	14.13±0.66 ^a
F	-	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ชุดการทดลอง F เป็นลูกหยีสตไม่ได้ผ่านการอบแห้ง

การวิเคราะห์องค์ประกอบของคุณภาพทางกายภาพของลูกหยีดำที่ผ่านการเตรียมก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูป โดยการเปรียบเทียบการเตรียมลูกหยีดำตากแห้งกับการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส และคำนวณสัดส่วนผลผลิตเนื้อมากหยีที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการแปรรูปต่อไป พบว่า ลูกหยีสตมีปริมาณของ เนื้อมากหยี ร้อยละ 33.66±0.56 (ตารางที่ 3) ซึ่งปริมาณสัดส่วนของผลผลิตที่ใช้ได้น้อยลงขณะที่มีส่วนของเปลือกลูกหยีและเมล็ดมีน้ำหนักรวมถึง ร้อยละ 66 การเตรียมลูกหยีดำเป็นลูกหยีแดงโดยการอบแห้งแต่ละวิธีการมีผลต่อปริมาณผลผลิตลูกหยีแดงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยการอบแห้งให้เนื้อมากหยีภายหลังการเอาเมล็ดออกที่ ร้อยละ 36.92-37.87 การอบแห้งมีผลทำให้ผิวของเปลือก ลูกหยีได้รับความร้อน และลมร้อนทำให้ความชื้นจากเปลือกลดลง และมีการแพร่ของน้ำจากเมล็ดไปสู่เนื้อ มีผลทำให้ร้อยละผลผลิตของเนื้อมากหยีเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 การคำนวณสัดส่วนผลผลิตของลูกหยีสตและลูกหยีที่ผ่านการเตรียมโดยวิธีต่างกัน

สภาวะการเตรียม	ปริมาณ (ร้อยละ)		
	เนื้อมากหยี	เปลือกลูกหยี	เมล็ดลูกหยี
D ₅₀	36.92±0.73 ^{ab}	30.67±0.22 ^a	32.40±0.50 ^b
D ₆₀	37.87±0.08 ^b	30.26±0.33 ^a	31.87±0.24 ^b
S ₄₀	38.64±1.90 ^a	30.46±0.36 ^a	31.55±0.11 ^b
O	37.79±0.72 ^{ab}	30.23±0.11 ^a	31.97±0.67 ^b
F	33.66±0.56 ^c	30.59±0.61 ^a	35.75±1.16 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

4.2 การเตรียมผลผลิตก่อนการแปรรูปต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีและทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกหยีดำ

การวิเคราะห์คุณภาพลูกหยีสดลูกหยีที่ผ่านการอบแห้ง (ในท้องตลาดที่จำหน่ายในพื้นที่ 3 จังหวัด) ลูกหยี ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 50 องศาเซลเซียส และลูกหยีตากแห้ง นาน 4 ชั่วโมง พบว่า แหล่งที่มาของลูกหยีสดและลูกหยีตากแดดและลูกหยีอบแห้งมีค่าสี ค่า pH ค่า a_w ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (B°) เยื่อใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต* ไขมัน โปรตีน และเถ้า ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4)

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของลูกหยีที่ผ่านการตากแห้งและอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าสีของเนื้อลูกหยีมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยที่เนื้อลูกหยีจากแหล่งของผู้ประกอบการอามานีลูกหยีและแบยิกายี มีค่าความสว่างน้อยกว่าเนื้อลูกหยีสดและเนื้อลูกหยีที่ผ่านการอบแห้ง ($p \leq 0.05$) เนื่องจากลูกหยีที่นำมาจากแหล่งของผู้ประกอบการเป็นลูกหยีที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1-2 ปี ซึ่งมีผลจากการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและสีจากการตากแดดของลูกหยีระยะนานกว่าการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ (ตารางที่ 4) และ ค่า a^* มีค่าเพิ่มขึ้น ลูกหยีจะมีลักษณะสีแดงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ตากและอบแห้ง โดยเฉพาะลูกหยีจากผู้ประกอบการ มีค่า a^* มีค่า 14.47 ± 0.01 การเปลี่ยนแปลงของสีในเนื้อลูกหยีเกิดจากแอนโทไซยานินเพื่อทำการตากแดดและอบแห้งทำให้น้ำระเหยออกทำให้ลูกหยีมีสภาวะความเป็นกรดและสารมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นการแสดงออกของสารนี้เห็นได้ชัด

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีในการประเมินการเปลี่ยนแปลงของลูกหยีที่ผ่านการอบแห้ง โดยใช้วิธีดั้งเดิมและการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน พบว่า เนื้อลูกหยีมีค่าความเป็นกรดสูง ลูกหยีสดมีค่า pH 2.78 ± 0.01 เมื่อผ่านการอบแห้ง จะทำให้ค่าความเป็นกรดลดลง เนื่องจากกระบวนการผลิตมีการใช้ความร้อนและเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานทำให้เกิดการสูญเสียของวิตามินซี จึงทำให้ค่า pH สูงขึ้นเป็น 2.83 ± 0.00 (อบที่ 50 องศาเซลเซียส) และ 2.98 ± 0.01 (ลูกหยีจากแหล่งผู้ประกอบการ) ตามลำดับ ขณะที่ลูกหยีสดมีปริมาณความชื้นและ a_w สูงที่สุด และ จะลดลงตามการอบแห้ง โดยวัตถุดิบที่ผู้ประกอบการเก็บไว้เป็นเวลานานมีความชื้นต่ำที่ ร้อยละ 6.59 ± 0.74 และมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตอยู่ในช่วง ร้อยละ 69.32-83.25 ซึ่งมีปริมาณสูง เนื่องจากเป็นกลุ่มของเส้นใยอาหารสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ Gnansounou *et al.* (2013) รายงานปริมาณ คาร์โบไฮเดรตในตัวอย่างลูกหยีอาฟริกามีปริมาณ ร้อยละ 80 ดังนั้นการอบแห้งที่ระดับความชื้นอยู่ในระดับนั้นต้องมีการอบลูกหยีแดง เพื่อการกะเทาะเปลือกเท่านั้น ซึ่งทำให้เนื้อลูกหยีมีความชื้นอยู่ในช่วง 10.10 ± 3.80 - 15.56 ± 0.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Asoiro *et al.* (2017) ที่รายงานปริมาณความชื้นในตัวอย่างลูกหยีสายพันธุ์ *Dialium guineense* ที่กะเทาะ จากประเทศไนจีเรียเท่ากับ ร้อยละ 19.03 ± 1.52 การใช้ตู้อบลมร้อนที่ใช้อุณหภูมิที่ 50-60 องศาเซลเซียส จะช่วยให้การลดปริมาณความชื้นได้เร็วกว่าและลดความชื้นได้มากกว่าการตากแห้งแบบวิธีดั้งเดิมแตกต่างกัน (ตารางที่ 4) รวมทั้งสามารถใช้ในการป้องกันการปนเปื้อนทางกายภาพและเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกัน Osanaiye *et al.* (2013) ซึ่งได้เปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่าง *Dialium guineense* จากอาฟริกา และพบว่ามีปริมาณความชื้น ร้อยละ 10.53 เนื้อลูกหยี มีปริมาณของไขมันและโปรตีนต่ำ (จริงแท้และธีรนุต, 2549)

ในขณะที่มีปริมาณเส้นใยอาหาร ร้อยละ 4.30 ± 0.096 - 5.14 ± 0.51 ซึ่งสามารถช่วยในการขับถ่ายได้เป็นอย่างดี การศึกษาของ Adepoju (2009) เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของในป่าทางตะวันตกเฉียงใต้และแถบกลางของประเทศไนจีเรีย ได้แก่ *Mombin Spondias*, *Dialium guineense* และ *Mordii whytii* โดยการวิเคราะห์ด้วย วิธีมาตรฐาน AOAC พบว่า มีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 2.6-8.3 กรัม, ไขมัน 1.6-2.0 กรัม, เยื่อใย 0.6 -11.8 และ ปริมาณเถ้า 1.0-6.8 กรัม/100 กรัม ดังนั้นลูกหยีมีความแตกต่างของสมบัติทางกายภาพและเคมีขึ้นอยู่กับชนิดของสายพันธุ์พื้นที่ สภาพภูมิอากาศ และธาตุอาหารของพืชที่ได้รับจึงทำให้ลูกหยีแตกต่างกันไปด้วย

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของลูกหยีสดและลูกหยีที่ผ่านการอบแห้ง

การวิเคราะห์		ชุดการทดลอง				
		D ₅₀	D ₆₀	S ₄₀	O	F
ค่าสี	L [*]	30.00±0.02 ^b	26.41±1.04 ^c	28.68±0.39 ^d	22.38±1.02 ^d	41.68±0.84 ^a
	a [*]	11.28±0.51 ^b	11.65±0.39 ^b	11.29±0.05 ^b	14.47±0.01 ^a	11.51±0.25 ^b
	b [*]	8.36±0.53 ^d	9.47±0.69 ^c	8.36±0.04 ^d	12.17±0.02 ^b	15.37±0.67 ^a
ค่า pH		2.83±0.005 ^b	2.85±0.01 ^b	2.85±0.07 ^b	2.98±0.01 ^a	2.77±0.01 ^c
ค่า a _w		0.61±0.01 ^b	0.49±0.005 ^c	0.62±0.01 ^{ab}	0.46±0.01 ^d	0.63±0.005 ^a
ความชื้น (%)		15.56±0.50 ^c	10.10±3.80 ^d	15.80±0.09 ^b	6.59±0.74 ^e	20.55±3.42 ^a
น้ำตาลทั้งหมด (°B)		6.62±0.07 ^a	7.14±0.04 ^b	6.58±0.11 ^c	11.02±0.02 ^a	6.59±0.04 ^a
เยื่อใยอาหาร (%)		4.51±0.077 ^c	4.85±0.094 ^b	4.48±0.05 ^c	5.14±0.51 ^a	4.30±0.096 ^d
คาร์โบไฮเดรต [*]		73.79±6.14 ^{bc}	78.31±4.12 ^{ab}	76.60±5.52 ^{ab}	83.25±0.11 ^a	69.32±3.79 ^c
ไขมัน (%)		1.04±0.05 ^c	1.15±0.03 ^b	1.09±0.12 ^c	1.29±0.55 ^a	1.00±0.02 ^c
โปรตีน (%)		1.63±0.066 ^c	1.86±0.065 ^b	1.77±0.33 ^d	2.37±0.19 ^a	1.54±0.062 ^{cd}
เถ้า (%)		1.25±0.025 ^{ab}	1.33±0.045 ^a	1.20±0.07 ^{bc}	1.36±0.10 ^a	1.11±0.060 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9- point Hedonic scale ของลูกหยีดำที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 50, 60 องศาเซลเซียส ลูกหยีสด และลูกหยีผ่านการตากแห้ง แล้วการกะเทาะเปลือกเป็นลูกหยีแดง พบว่า สี ความกรอบ กลิ่น ความเปรี้ยว เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกัน (p<0.05) ขณะที่รสชาติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) (ตารางที่ 5) คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และเนื้อสัมผัส ลูกหยีอบแห้งทุกวิธีแตกต่างกับลูกหยีสด เนื่องจากการทำแห้งทำให้ปริมาณของความชื้นลดลงและสีเปลี่ยนไปโดยมีสีแดงมากขึ้นและเพิ่มความกรอบของเนื้อลูกหยี แต่จะลดเนื้อสัมผัสและความเปรี้ยวของเนื้อลูกหยีลง การใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนด้านความกรอบลูกหยี ที่ยอมรับมากกว่า การตากแห้งลูกหยีแบบดั้งเดิมแตกต่างกัน (p<0.05) โดยมีคะแนนการ

ทดสอบเท่ากับ 7.56 ± 0.81 และ 6.83 ± 0.65 ตามลำดับ ดังนั้นการนำลูกหยีใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป ควรเลือกใช้ลูกหยีให้มีความเหมาะสม เช่น การผลิตลูกหยีเคลือบน้ำตาลควรใช้ลูกหยีที่เก็บรักษาประมาณ 1 ปี หรือลูกหยีใหม่ ส่วนเนื้อลูกหยีที่มีอายุมากกว่าอาจใช้ในการผลิตลูกหยีกวนหยาบและละเอียด เป็นต้น

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสลูกหยีที่ผ่านการเตรียมด้วยวิธีการต่าง ๆ

การทดสอบทางประสาทสัมผัส	ชุดการทดลอง				
	D ₅₀	D ₆₀	S ₄₀	O	F
สี	6.33 ± 0.71^b	7.26 ± 0.67^a	7.10 ± 0.71^a	7.33 ± 0.66^a	7.23 ± 0.67^a
ความกรอบ	7.86 ± 0.77^a	4.63 ± 0.66^c	7.56 ± 0.81^a	7.10 ± 0.66^b	6.83 ± 0.65^b
กลิ่น	6.30 ± 0.83^b	7.43 ± 0.77^a	7.10 ± 0.70^a	7.13 ± 0.81^a	7.13 ± 0.93^a
ความเปรี้ยว	6.50 ± 0.97^a	6.40 ± 1.00^{ab}	5.86 ± 1.01^c	5.90 ± 0.95^{bc}	6.26 ± 0.78^{abc}
รสชาติ	6.43 ± 1.10^a	6.26 ± 1.08^a	5.86 ± 1.10^a	5.93 ± 1.11^a	5.83 ± 1.26^a
เนื้อสัมผัส	6.73 ± 0.69^b	7.50 ± 0.50^a	7.00 ± 0.74^b	6.70 ± 0.59^b	6.96 ± 0.66^b
ความชอบโดยรวม	6.46 ± 0.73^b	7.03 ± 0.71^a	6.56 ± 0.62^a	6.70 ± 0.65^{ab}	6.70 ± 0.66^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สรุป

การจัดการเก็บเกี่ยวลูกหยีมีความสำคัญในการรักษาคุณภาพของลูกหยี โดยการประเมินระยะเวลาการสุกของลูกหยี การเก็บเกี่ยวผลผลิต รวมถึงการจัดเตรียมวัตถุดิบลูกหยี โดยการทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนหรือเครื่องอบชนิดอื่นที่สามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งแปลกปลอมที่อาจจะส่งผลต่อคุณภาพของลูกหยี การเก็บเกี่ยวลูกหยีสดบนต้นที่มีอายุของลูกหยีประมาณ 5 เดือน หลังจากการออกดอก จะได้ปริมาณของผลผลิตสูง แต่ขึ้นอยู่กับขนาดของต้น อายุและการเก็บเกี่ยว โดยทั่วไปให้ผลผลิตประมาณ 50-80 กิโลกรัม เมื่อนำลูกหยีแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นั้นต้องผ่านการเตรียมลูกหยีดำเป็นลูกหยีแดง โดยการกะเทาะเปลือกที่ผ่านการตากแดดหรือการอบแห้ง ผลผลิตของเนื้อลูกหยี ร้อยละ 36.92-37.87 การใช้ตู้อบลมร้อนที่มีอุณหภูมิต่างกันทำให้ปริมาณความชื้นสุดท้ายต่างกันเล็กน้อย ซึ่งปริมาณความชื้นในช่วง ร้อยละ 10.10-15.56 ลูกหยีมีจุดเด่นมีปริมาณเส้นใยอาหารที่อยู่ในระดับ ร้อยละ 4.30-5.14 ซึ่งสามารถช่วยระบบขับถ่ายได้เป็นอย่างดี เนื้อลูกหยีมีสถานะเป็นกรด ซึ่งมีค่า pH $2.83-2.98 \pm 0.01$ ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้นาน แต่อย่างไรก็ตาม สีของวัตถุดิบจะเปลี่ยนแปลง ดังนั้นต้องมีการจัดลำดับการนำวัตถุดิบจากห้องเก็บมาแปรรูปตามความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด และควรเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันความชื้น หรือแต่ละปีควรนำลูกหยีที่เก็บรักษามาตากแห้งหรืออบแห้งเพื่อไล่ความชื้นเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแหล่งทุนการวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ประจำปี 2559 และคณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่สนับสนุนเครื่องมือและสถานที่ในการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช และ ชีรนต์ ร่มโพธิ์ภักดิ์. 2549. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, น.100. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนศูนย์ ส่งเสริมและฝึกอบรม การเกษตรแห่งชาติ.
- จารุวรรณ กุลวิศ, สมเกียรติ ปรัชญาวรากร และสมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2550. ผลของอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อสาร ระเหยง่าย และคุณภาพทางกายภาพในกล้วยแผ่น, น.1-11. ใน **รายงานประชุมวิชาการด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ ครั้งที่ 1**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพมหานคร.
- รอมลี เจดอเลาะ และสะอาด อาแซ. 2560. บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษามะตะบะฮาลาลพื้นเมืองสำเร็จรูป. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา** 22(1): 78-91.
- Adepoju, O.T. 2009. Proximate composition and micronutrient potentials of three locally available wild fruits in Nigeria. **African Journal of Agricultural Research** 4(9): 887-892.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis of association of official chemists (17th). Washinton DC: The Association of official Analytical Chemists Inc.
- Asoiro, F.U., Ezeoha. S.L., Ugwu, C.B. and Ezenne G.I. 2017. Physical properties of unshelled, shelled and kernel of velvet tamarind (*Dialium guineense*) fruit from Nigeria. **Cogent Food And Agriculture**. 3: 1287618.
- Gnansounou, S. M., Noudogbessi, J. P., Yehouenou, B., Gbaguidi, A. N. M., Dovonon, L., Aina, M. P., Ahissou, H. and Sohounhloue, D. 2014. Proximate composition and micronutrient potentials of *Dialium guineense* wild growing in Benin. **International Food Research Journal** 21(4): 1603-1607.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. 1999. **Sensory Evaluation Techniques** (3rd). 387p. CRC Press, New York.
- Obasi, N. E., Okorocho, C. and Orisakwe, O. F. 2013. Production and evaluation of Velvet tamarind (*Dialium Guineesewild*) candy. **European Journal of Food Science and Technology** 1(1) : 1-8.

Osanaiye, F.G, Alabi, M.A., Sunday, R.M., Olowokere, T, Salami, E. T., Otunla, T. A. and Odiaka S.C. 2013. Proximate Composition of Whole Seeds and Pulp of African Black Velvet Tamarind (*Dialium guineense*). **Journal of Agriculture and Veterinary Science** 5(3):49-52.

ชุดที่.....

ภาคผนวก ง. การทดสอบทางประสาทสัมผัส
แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 - point Hedonic scale

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ วันที่/...../2559

คำแนะนำ: กรุณาชิมตัวอย่างแต่ละรหัสแล้วให้คะแนนตามลักษณะต่างๆที่กำหนดให้แล้วให้คะแนนความชอบตรงตามความรู้สึก โดยให้คะแนนตามระดับความชอบดังนี้

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด | คะแนน 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย |
| คะแนน 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก | คะแนน 7 หมายถึง ชอบปานกลาง |
| คะแนน 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง | คะแนน 8 หมายถึง ชอบมาก |
| คะแนน 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย | คะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด |
| คะแนน 5 หมายถึง เฉยๆ | |

ลักษณะของผลิตภัณฑ์	รหัสตัวอย่าง							
ลักษณะสี								
กลิ่นรส								
รสชาติ								
การยึดเกาะของเนื้อ								
ความเหนียวหนุบ								
ความง่ายของการกลืน								
ความหวาน								
ความเค็ม								
ความเปรี้ยว								
ความชอบโดยรวม								

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบ่งแต่ละชนิดของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	SS	df	MS	F	Sig.
ลักษณะสี	Treatment (t)	8.142	5	1.628	0.990	0.427
	Error (E)	187.450	114	1.644		
	Total	195.592	119			
กลิ่นรส	Treatment (t)	10.042	5	2.008	1.162	0.332
	Error (E)	196.950	114	1.728		
	Total	206.992	119			
รสชาติ	Treatment (t)	6.367	5	1.273	0.713	0.615
	Error (E)	203.500	114	1.785		
	Total	209.867	119			
การยืดเกาะ ของเนื้อ	Treatment (t)	.967	5	.193	0.140	0.982
	Error (E)	156.900	114	1.376		
	Total	157.867	119			
ความเหนียว หนุบ	Treatment (t)	2.475	5	.495	0.341	0.887
	Error (E)	165.450	114	1.451		
	Total	167.925	119			
ความยากง่าย ของการกลืน	Treatment (t)	8.300	5	1.660	1.091	0.369
	Error (E)	173.400	114	1.521		
	Total	181.700	119			
ความหวาน	Treatment (t)	6.000	5	1.200	0.895	0.487
	Error (E)	152.800	114	1.340		
	Total	158.800	119			

ตารางที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยี
เคี้ยวหนุบแต่ละระดับ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	SS	df	MS	F	Sig.
ความเค็ม	Treatment (t)	5.367	5	1.073		
	Error (E)	184.100	114	1.615		
	Total	189.467	119			
ความเปรี้ยว	Treatment (t)	17.167	5	3.433	2.118	0.068
	Error (E)	184.800	114	1.621		
	Total	201.967	119			
ความชอบรวม	Treatment (t)	20.942	5	4.188	1.797	0.119
	Error (E)	265.650	114	2.330		
	Total	286.592	119			

ตารางที่ จ.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยี
เคี้ยวหนุบสูตรเพิ่มเจลาตินแต่ละระดับ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	SS	df	MS	F	Sig.
ลักษณะสี	Treatment (t)	25.067	5	5.013	2.944	0.015
	Error (E)	194.100	114	1.703		
	Total	219.167	119			
กลิ่นรส	Treatment (t)	7.342	5	1.468	0.875	0.500
	Error (E)	191.250	114	1.678		
	Total	198.592	119			
รสชาติ	Treatment (t)	7.067	5	1.413	0.766	0.576
	Error (E)	210.400	114	1.846		
	Total	217.467	119			

ตารางที่ จ.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยี
เคี้ยวหนุบสูตรเพิ่มเจลาตินแต่ละระดับ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	SS	df	MS	F	Sig.
การยึดเกาะของเนื้อ	Treatment (t)	12.967	5	2.593	1.656	0.151
	Error (E)	178.500	114	1.566		
	Total	191.467	119			
ความเหนียวหนุบ	Treatment (t)	13.942	5	2.788	1.871	0.105
	Error (E)	169.850	114	1.490		
	Total	183.792	119			
ความยากง่ายของการกลืน	Treatment (t)	22.667	5	4.533	2.621	0.028
	Error (E)	197.200	114	1.730		
	Total	219.867	119			
ความหวาน	Treatment (t)	15.967	5	3.193	2.372	0.044
	Error (E)	153.500	114	1.346		
	Total	169.467	119			
ความเค็ม	Treatment (t)	7.300	5	1.460	1.172	0.327
	Error (E)	142.000	114	1.246		
	Total	149.300	119			
ความเปรี้ยว	Treatment (t)	14.167	5	2.833	1.732	0.133
	Error (E)	186.500	114	1.636		
	Total	200.667	119			
ความชอบรวม	Treatment (t)	19.067	5	3.813	1.379	0.237
	Error (E)	315.300	114	2.766		
	Total	334.367	119			

ตารางที่ จ.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยี
เคี้ยวหนุบแต่ละระดับ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	SS	df	MS	F	Sig.
ลักษณะสี	Treatment (t)	65.617	5	13.123	5.303	0.000
	Error (E)	727.620	294	2.475		
	Total	793.237	299			
กลิ่นรส	Treatment (t)	89.240	5	17.848	8.989	0.000
	Error (E)	583.760	294	1.986		
	Total	673.000	299			
รสชาติ	Treatment (t)	115.777	5	23.155	7.794	0.000
	Error (E)	873.460	294	2.971		
	Total	989.237	299			
การยึดเกาะของเนื้อ	Treatment (t)	106.480	5	21.296	5.237	0.000
	Error (E)	1195.600	294	4.067		
	Total	1302.080	299			
ความเหนียวหนุบ	Treatment (t)	73.017	5	14.603	3.912	0.002
	Error (E)	1097.580	294	3.733		
	Total	1170.597	299			
ความง่ายของการกลืน	Treatment (t)	119.307	5	23.861	5.705	0.000
	Error (E)	1229.680	294	4.183		
	Total	1348.987	299			
การยึดเกาะของเนื้อ	Treatment (t)	106.480	5	21.296	5.237	0.000
	Error (E)	1195.600	294	4.067		
	Total	1302.080	299			
ความเหนียวหนุบ	Treatment (t)	73.017	5	14.603	3.912	0.002
	Error (E)	1097.580	294	3.733		
	Total	1170.597	299			

ตารางที่ จ.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยี
เคี้ยวหนุบแต่ละระดับ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	SS	df	MS	F	Sig.
ความยากง่ายของ การกลืน	Treatment (t)	119.307	5	23.861	5.705	.000
	Error (E)	1229.680	294	4.183		
	Total	1348.987	299			
ความหวาน	Treatment (t)	154.307	5	30.861	9.025	0.000
	Error (E)	1005.360	294	3.420		
	Total	1159.667	299			
ความเค็ม	Treatment (t)	163.417	5	32.683	9.515	0.000
	Error (E)	1009.820	294	3.435		
	Total	1173.237	299			
ความเปรี้ยว	Treatment (t)	134.907	5	26.981	9.601	0.000
	Error (E)	826.240	294	2.810		
	Total	961.147	299			
ความชอบรวม	Treatment (t)	165.857	5	33.171	7.783	0.000
	Error (E)	1252.980	294	4.262		
	Total	1418.837	299			

ตารางที่ จ.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยว
หนูปแต่ละระดับ

คุณภาพ	SV	SS	df	MS	F	Sig.
a _w	Treatment (t)	0.003	5	0.001	125.800	0.000
	Error (E)	0.000	12	0.000		
	Total	0.004	17			
pH	Treatment (t)	0.312	5	0.062	2.249E3	0.000
	Error (E)	0.000	12	0.000		
	Total	0.313	17			
ความชื้น	Treatment (t)	106.677	5	21.335	9.470	0.001
	Error (E)	27.036	12	2.253		
	Total	133.714	17			
ของแข็งทั้งหมด	Treatment (t)	22.944	5	4.589	78.667	0.000
	Error (E)	0.700	12	0.058		
	Total	23.644	17			
L*	Treatment (t)	1616.958	5	323.392	327.445	0.000
	Error (E)	11.851	12	0.988		
	Total	1628.809	17			
a*	Treatment (t)	46.208	5	9.242	258.707	0.000
	Error (E)	0.429	12	0.036		
	Total	46.637	17			
b*	Treatment (t)	257.898	5	51.580	359.593	0.000
	Error (E)	1.721	12	0.143		
	Total	259.619	17			

ตารางที่ จ.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยี
เคี้ยวหนุบแต่ละระดับ

ปัจจัยคุณภาพ	SV	SS	df	MS	F	Sig.
ลักษณะสี	Treatment (t)	9.320	7	1.331	0.936	0.478
	Error (E)	557.680	392	1.423		
	Total	567.000	399			
กลิ่นรส	Treatment (t)	16.978	7	2.425	2.038	0.049
	Error (E)	466.460	392	1.190		
	Total	483.438	399			
รสชาติ	Treatment (t)	33.480	7	4.783	3.202	0.003
	Error (E)	585.520	392	1.494		
	Total	619.000	399			
การยึดเกาะของเนื้อ	Treatment (t)	30.640	7	4.377	2.747	0.009
	Error (E)	624.520	392	1.593		
	Total	655.160	399			
ความเหนียวหนุบ	Treatment (t)	29.417	7	4.202	2.117	0.041
	Error (E)	778.260	392	1.985		
	Total	807.678	399			
ความยากง่ายของ การกลืน	Treatment (t)	10.120	7	1.446	0.763	0.619
	Error (E)	742.880	392	1.895		
	Total	753.000	399			
ความหวาน	Treatment (t)	24.418	7	3.488	2.504	0.016
	Error (E)	546.020	392	1.393		
	Total	570.437	399			
ความเค็ม	Treatment (t)	11.217	7	1.602	1.057	0.391
	Error (E)	594.460	392	1.516		
	Total	605.678	399			

ตารางที่ จ.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยี
เคี้ยวหนุบแต่ละระดับ (ต่อ)

ปัจจัยคุณภาพ	SV	SS	df	MS	F	Sig.
ความเปรี้ยว	Treatment (t)	26.430	7	3.776	2.138	0.039
	Error (E)	692.360	392	1.766		
	Total	718.790	399			
ความชอบรวม	Treatment (t)	94.037	7	13.434	4.300	0.000
	Error (E)	1224.660	392	3.124		
	Total	1318.698	399			

ตารางที่ จ.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เคี้ยวหนุบ
ลูกหยีแต่ละระดับ

คุณภาพ	SV	SS	df	MS	F	Sig.
a _w	Treatment (t)	1.380	7	0.197	10.309	0.000
	Error (E)	0.306	16	0.019		
	Total	1.686	23			
pH	Treatment (t)	0.328	7	0.047	27.850	0.000
	Error (E)	0.027	16	0.002		
	Total	0.355	23			
ความชื้น	Treatment (t)	32.701	7	4.672	2.754	0.044
	Error (E)	27.139	16	1.696		
	Total	59.839	23			
ของแข็งทั้งหมด	Treatment (t)	27.526	7	3.932	23.018	0.000
	Error (E)	2.733	16	0.171		
	Total	30.260	23			
L*	Treatment (t)	111.173	7	15.882	9.794	0.000
	Error (E)	25.946	16	1.622		
	Total	137.119	23			
a*	Treatment (t)	6.210	7	0.887	7.359	0.000
	Error (E)	1.929	16	0.121		
	Total	8.139	23			
b*	Treatment (t)	4.563	7	0.652	7.578	0.000
	Error (E)	1.376	16	0.086		
	Total	5.940	23			

ผนวก ฉ. การวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (A.O.A.C, 2000)

อุปกรณ์

1. ภาชนะปิดความชื้น (Moisture can)
2. โถดูดความชื้น (Desiccator)

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Analytical Balance)
2. ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า (Hot air oven)

วิธีวิเคราะห์

1. อบภาชนะปิดความชื้นพร้อมฝาที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W_1)
2. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน 2 กรัม ใส่ในภาชนะปิดความชื้นที่อบและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว (W_2)
3. นำภาชนะปิดความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝานำไปอบที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง
4. นำภาชนะปิดความชื้นออกจากตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าโดยปิดฝาทันทีและทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
5. นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมงจนได้น้ำหนักที่คงที่ (น้ำหนักที่คงที่หมายความว่าผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้ง 2 ครั้งติดกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม (W_3))

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้นร้อยละของน้ำหนักรวบรวม} = \frac{(W_2 - W_3) \times 100}{(W_2 - W_1)}$$

W_1 = น้ำหนักของภาชนะปิดความชื้น (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของภาชนะปิดความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักของภาชนะปิดความชื้นและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

2. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (A.O.A.C, 2000)

อุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ
2. ตะเกียงเบนเซน
3. เดซิเคเตอร์ (Desiccator)

เครื่องมือ

1. เตาเผาไฟฟ้าที่ปรับและควบคุมอุณหภูมิได้
2. เตาเผาไฟฟ้า
3. ตู้อุดควัน
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

วิธีวิเคราะห์

1. เมาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส (เท่ากับอุณหภูมิที่ใช้เผาตัวอย่าง) นาน 30 นาที ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ชั่งน้ำหนัก (W_1) และใส่ตัวอย่างในถ้วยกระเบื้องเคลือบ ชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม (W_2)

2. นำไปเผาด้วยตะเกียงเบนเซน โดยเพิ่มความร้อนขึ้นทีละน้อย จนตัวอย่างไหม้เกรียมและเผาจนหมดควัน

3. นำไปเผาต่อในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาวทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ (ถ้าเถ้าที่ได้ไม่ขาวให้นำเถ้าออกมาจากเตาเผา ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วหยดน้ำเล็กน้อย พอเปียกชุ่มระวังอย่าให้เถ้าฟุ้งกระเด็น นำไประเหยให้แห้งบนเครื่องอังน้ำและทำซ้ำตามข้อ 2 จนเถ้าขาวและได้น้ำหนักคงที่) (น้ำหนักคงที่ หมายถึง ผลต่างของการชั่ง 2 ครั้งติดกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) ชั่งน้ำหนักที่ได้ (W_3)

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมดร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(W_3 - W_1) \times 100}{(W_2 - W_1)}$$

W_1 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบมีหน่วยเป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผาหน่วยเป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังหน่วยเป็นกรัม

3. การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย (A.O.A.C, 2000)

อุปกรณ์

1. ชุดการวิเคราะห์เยื่อใย
2. ปีกเกอร์

เครื่องมือ

1. ตู้อบลมร้อน
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
3. โถดูดความชื้น

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างใส่ในถ้วยกรองที่ผ่านการอบไล่ความชื้น แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักของตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยกรอง จากนั้นนำเข้าเครื่องเติมสารละลาย H_2SO_4 ความเข้มข้น ร้อยละ 1.25 ปริมาตร/ปริมาตร ที่ร้อน โดยการให้ความร้อนก่อนบนแผ่นให้ความร้อนเดิมในช่องย่อยจนถึงระดับ 150 มิลลิลิตร
2. หลังจากนั้นทำให้ร้อนด้วยแผ่นให้ความร้อนเพื่อลดเวลาในการต้มให้เดือดหยุดสารป้องกันการเกิดฟอง (N-octanol) ประมาณ 3 หยด หลังจากมีการเดือดแล้วต้มต่อไปอีก 30 นาที ทำการระบายกรด H_2SO_4 ออกแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละประมาณ 30 มิลลิลิตร
3. แล้วเติมสารละลาย KOH ความเข้มข้น ร้อยละ 1.25 น้ำหนัก/ปริมาตร ที่ทำให้ร้อนลงไป 150 มิลลิลิตรพร้อมกับหยด N-octanol ประมาณ 3 หยด แล้วต้มให้เดือดนาน 30 นาที
4. ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนอีก 3 ครั้ง ล้างด้วยน้ำกลั่นเย็นอีกครั้ง แล้วล้างอีก 3 ครั้ง ด้วย acetone ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เปิดให้ความร้อนเข้าทุกครั้งที่ทำกราล้างแล้วทำให้ถ้วยกรองแห้งโดยอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ ซึ่งค่าที่ได้นี้เป็นค่าน้ำหนักของเยื่อใยรวมกับน้ำหนักของเถ้า

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณเยื่อใย(ร้อยละของน้ำหนัก)} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W}$$

W = น้ำหนักของตัวอย่างเป็นกรัม

W_1 = น้ำหนักของครุชีเบลและกากหลังจากอบแล้วเป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของครุชีเบลและกากหลังจากอบแล้วลบด้วยน้ำหนักกระดาษกรองเป็นกรัม

4. การหาปริมาณไขมันด้วยวิธีซอกซ์เลท (Extractable lipid :Soxhlet method (A.O.A.C, 2000)

วัสดุอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน
2. หลอดใส่ตัวอย่าง
3. เครื่องปั่นตัวอย่าง
4. ตู้อบไฟฟ้า
5. โทดูดความชื้น
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. ปีโตรเลียมอีเทอร์

วิธีการวิเคราะห์

1. ทำตัวอย่างอาหารให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน นำตัวอย่างที่แห้งประมาณ 3 กรัม วางบนกระดาษกรองและห่อใส่ลงใน extraction thimble และทำการสวม adapter นำเข้าเครื่องวิเคราะห์ไขมัน
2. ชั่งปีกเกอร์ประจำเครื่องสกัดให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนละเอียดถึงหน่วยมิลลิกรัม แล้วใส่ตัวทำละลายคือ petroleum ether ใส่ลงในปีกเกอร์ประมาณ 70 มิลลิลิตร ใส่ thimble บรรจุตัวอย่างลงในหลอด soxhlet ปรับอัตราการไหลของน้ำผ่านเครื่องสกัดให้เหมาะสม
3. กลั่นระบบรีฟลักซ์ด้วยระบบ steam bath เป็นเวลา 30 นาที และหลังจากนั้นทำการระเหยตัวทำละลายเป็นเวลา 30 นาที โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นทิ้งให้เย็นในโทดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักที่แน่นอนถึงหน่วยมิลลิกรัม

วิธีการคำนวณ

$$\text{ไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W}$$

W_1 = น้ำหนักของตัวอย่างเป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักแห้งของถ้วยไขมันและตัวอย่างก่อนอบเป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักแห้งของถ้วยไขมันและตัวอย่างหลังอบเป็นกรัม

5. วิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมด (Total sugar) (A.O.A.C. 1999)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. ปิเปต ขนาด 10 และ 50 มิลลิลิตร
3. บิวเรต ขนาดความจุ 50 มิลลิลิตร
4. ขวดปรับปริมาตร ขนาด 250 มิลลิลิตร, 500 มิลลิลิตร
5. เตาให้ความร้อน หรือตะเกียงเบนเสน
6. กระดาษกรองเบอร์ 1 และเบอร์ 4

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายใสของน้ำตาลตัวอย่าง 50 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมกรดไฮโดรคลอริก 5 มิลลิลิตร
3. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
4. ต้มให้เดือดเบา ๆ เป็นเวลา 10 นาที
5. ทำให้เย็น
6. ถ่ายสารละลายลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 250 มิลลิลิตร
7. ทำให้สารละลายเป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล โดยใช้ฟีนอล์ฟทาไลน์เป็นอินดิเคเตอร์
8. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 250 มิลลิลิตร
9. ไตเตรทหาปริมาณน้ำตาลเช่นเดียวกับวิธีไตเตรทหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์
10. คำนวณหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

6. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนรวม โดยวิธี Kjeldahl Method (A.O.A.C, 2000)

วัสดุอุปกรณ์

1. ขวดแก้ววิเคราะห์โปรตีน (Kjeldahl Apparatus)
2. เครื่องย่อย (Digestion Apparatus)
3. เครื่องกลั่น (Distillation)
4. ขาดังและบิวเรตสำหรับไตเตรตสารละลาย
5. ขวดรูปชมพู่ ขนาด (Erlenmeyer flask) 250 มิลลิลิตร
6. กระบอกตวง ขนาด 25, 100 และ 300 มิลลิลิตร

7. น้ำกลั่น
8. ปีกเกอร์
9. glass bead or boiling chip
10. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. Cone. Sulfuric acid
2. Mix Catalyst (สารผสมระหว่าง copper sulfate: potassium sulfate อัตราส่วน 1:10)
3. Sodium hydroxide เข้มข้นร้อยละ 40 โดยใช้ Sodium hydroxide 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร
4. Hydrochloric เข้มข้น 0.1 N
5. Boric acid เข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยตมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรให้ร้อน แล้วใส่ผงกรดบอริก ลงไป 4.0 กรัม ต้มจนละลายหมด ทิ้งไว้จนสารละลายเย็นลงแล้วจึงเติมน้ำ
6. Indicator เตรียมโดยใช้ (mixed indicator: methyl red 0.1 กรัม:bromocresol green 0.1 กรัม ใน ethanol 100 มิลลิลิตร)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 2-5 กรัม (ควรมีโปรตีนประมาณ 5 กรัม) ใส่ลงในKjeldalh flask เติม Mixed catalyst: CuSO_4 0.1 กรัม, NaSO_4 2 กรัม และconc. H_2SO_4 25 กรัม

การย่อย (Digestion)

2. ย่อยบน heating mantle โดยให้ความร้อนอ่อนๆจนกระทั่งหมดฟอง แล้วค่อยเพิ่มความร้อนอุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส จนกระทั่งสารละลายใส ทิ้งไว้ให้เย็น

การกลั่น (Distillation)

3. เติมน้ำกลั่นลงในหลอดย่อย 10-15 มิลลิลิตร นำหลอดย่อยมาต่อเข้ากับเครื่องกลั่น
4. เติม 40% NaOH 40-50 มิลลิลิตร
5. นำ receiving flask ที่มี 4% boric acid อยู่ 20-25 มิลลิลิตร และเติม indicator เรียบร้อยแล้วมา รองรับสารละลายที่กลั่นได้
6. กลั่นจนได้สารละลายประมาณ 25 มิลลิลิตร
7. ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วย 0.1 N HCl จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสี เขียว เป็นสีม่วงอมชมพู
8. ทำ blank ตามข้อ 1-7 โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่าง

9. คำนวณหาปริมาณโปรตีนจากสูตร

การคำนวณ

การวิเคราะห์โปรตีนโดยวิธีนี้ ควรทำตัวอย่างไว้ตรวจสอบ เรียกว่า Blank (โดยใส่สารเคมี และ ขั้นตอนการวิเคราะห์เช่นเดียวกับตัวอย่าง)

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = ((A-B) \times N \times 1.4 \times F) / W_t$$

A คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับ blank (มิลลิลิตร)

W_t คือ น้ำหนักของตัวอย่าง

N คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (N)

F คือ ค่าแฟคเตอร์

7. ตรวจสอบฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH radical scavenging activity

(Shimada *et al.*, 1992)

วัสดุอุปกรณ์

1. แท่งแก้วคน
2. เครื่องชั่ง
3. ปีกเกอร์
4. ไมโครปิเปต
5. Vortex mixer
6. Spectrophotometer

สารเคมี

1. 2, 2-Diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH)

วิธีวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างโปรตีนไฮโดรไลเสต เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมโปรตีนต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เติมน้ำละลาย DPPH เข้มข้น 0.15 มิลลิโมลาร์ ที่ละลายอยู่ใน Ethanol ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร

2. ผสมสารละลายให้เข้ากันวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง UV-1800

spectrophotometer คำนวณกิจกรรมการยับยั้งอนุมูลอิสระในหน่วยร้อยละ (%) Radical-scavenging activity)

$$\text{Radical-scavenging activity (\%)} = [(B-A)/B] \times 100$$

เมื่อ A = ค่าความยาวคลื่นของตัวอย่าง

B = ค่าความยาวคลื่นของ Blank

3. คำนวณหาค่า IC₅₀ ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ทำให้ยับยั้งอนุมูลอิสระ จากกราฟระหว่างร้อยละการยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระกับความเข้มข้นของตัวอย่าง

8. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

วัสดุอุปกรณ์

1. หลอดแก้ว
2. แท่งแก้วคน
3. เครื่องชั่ง
4. ไมโครปิเปต
5. ปีกเกอร์
6. Shaker incubator
7. หลอดหยด
8. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง
9. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 5
10. Vortex
11. Evaporator

สารเคมี

1. Folin and Ciocalteu Phenol Reagent
2. Sodium carbonate (Na₂CO₃)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ละลายในแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95 ปริมาตร 40 มิลลิลิตร จากนั้น นำไปเขย่าบนเครื่อง Shaker incubator ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมงในที่มืด
2. กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 5 นำส่วนใสที่ได้ไปประเหยแห้งด้วยเครื่อง evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

3. ตัวอย่างที่ได้ 20 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย Folin-Ciocalteu ความเข้มข้น 2N ปริมาตร 100 ไมโครลิตรและปรับปริมาตรเป็น 1600 ไมโครลิตรด้วยน้ำกลั่น เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (0.2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ปริมาตร 300 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 45 นาที ในที่มืด

4. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบลนด์ ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดจะแสดงเป็นค่าของกรดแกลล ลิตเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิต

9. การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

Hand refractometer

วิธีการ

1. ตัวอย่างที่เป็นของแข็ง ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ลงในบีกเกอร์แล้วเติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน 50 มิลลิลิตร
2. ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์
3. นำส่วนใสของผลิตภัณฑ์ วัดด้วย hand refractometer อ่านปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในหน่วย °บrix

10. การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซี โดยวิธี Microfluorometric method (A.O.A.C.,2000)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. Spectrofluorophotometer
2. Vortex mixer
3. ปิเปต ขนาด 2, 5 และ 10 มิลลิลิตร
4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
5. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร
6. ขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร
7. กรวยแก้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15-20 เซนติเมตร
8. กระดาษกรอง เบอร์ 42
9. หลอดทดลองกลาง ขนาด 10 มิลลิลิตร

สารเคมีและการเตรียม

1. สารละลาย A (metphosphoric acid 3% w/v) เตรียมโดยชั่งกรดเมตาฟอสฟอริก 30 กรัม เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดอะซิติก 80 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร แล้วกรอง เก็บที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน
2. สารละลาย B (sodium acetium acetate solution) เตรียมโดยชั่งโซเดียมอะซิเตดไตรไฮเดรต 500 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บที่ 4 °C นาน 1 เดือน
3. สารละลาย C (boric acid-sodium acetate solution) เตรียมโดยชั่งกรดบอริก 3 กรัม ละลายด้วย สารละลาย B ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยต้องเตรียมใหม่ทุกครั้ง
4. สารละลาย D (O-phenylenediamine solution) เตรียมโดยชั่งโอฟินิลีนไดเอมีน 40 มิลลิกรัม ละลายด้วยน้ำ DI 200 มิลลิลิตร ควรเตรียมก่อนใช้ทันที
5. สารละลาย E (ascorbic acid standard) เตรียมโดยชั่งกรดแอสคอร์บิกมาตรฐาน 100 มิลลิกรัม ละลายด้วย สารละลาย A ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. เจือจาง สารละลาย E: โดยนำสารละลาย E 1, 3, 5 และ 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย A จะได้ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายกรดแอสคอร์บิกมาตรฐานเป็น 10, 30, 50 และ 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ
2. นำสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก และสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้ มา 100 มิลลิลิตร เติมน้ำในขวดรูปชมพู่ กรองผ่านกระดาษลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร จนได้สารละลายใส
3. การทำ blank ของตัวอย่างและสารละลายมาตรฐาน โดยนำสารละลายใสจากข้อ 2 ของสารละลายมาตรฐานและตัวอย่างมาอย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลาย C ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI เขย่าตั้งทิ้งไว้ 15 นาที
4. นำสารละลายใสจากข้อ 2 ของสารละลายมาตรฐานและตัวอย่างมาอย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร เติม สารละลาย B จำนวน 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI เขย่าตั้งทิ้งไว้ 15 นาที
5. นำสารละลายจากข้อ 3 และ 4 มา 2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง อย่างละ 2 หลอด
6. เติมสารละลาย D หลอดละ 5 มิลลิลิตร เขย่าด้วย vortex mixer ตั้งทิ้งไว้ในห้องมืด 35 นาที เริ่มจับเวลาตั้งแต่เริ่มเขย่าหลอดทดลองครั้งแรก
7. เปิด spectrophotometer ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที เพื่อ warm up เครื่อง
8. ใช้ค่า EX เป็น 350 นาโนเมตร บันทึกค่าของ blank, sample และ standard
9. การคำนวณทำกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแอสคอร์บิก

10. คำนวณปริมาณกรดแอสคอร์บิกในตัวอย่างหน่วยเป็น ไมโครกรัม/มิลลิลิตร จากกราฟมาตรฐาน

11. ปริมาณกรดแอสคอร์บิก คำนวณในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

12. รายงานผลเป็น มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตรตัวอย่าง

11. การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีของ A.O.A.C. (2000)

วิธีการคำนวณ

$$\% \text{ คาร์โบไฮเดรต (โดยผลต่าง)} = 100\% - (\% \text{ ความชื้น} + \% \text{ ลิพิด} + \% \text{ โปรตีน} + \% \text{ เถ้า})$$

12. การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยวิธีของ A.O.A.C (1999)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. ปีกเกอร์ (beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. เครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในปีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
2. วัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter
3. อ่านค่าและบันทึกผล

ผนวก ข. การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. การวัดสีระบบ Hunter ตามวิธีของ Minolta Co., Ltd.

เป็นการวัดค่าสี L^* ค่าสี a^* และค่าสี b^* ของผลิตภัณฑ์โดยค่า L^* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a^* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness / greenness) และ b^* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness / blueness) L^* คือ ค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 a^* คือ ค่าสีแดงและสีเขียว เมื่อ a^* มีค่าบวก เป็นสีแดง เมื่อ a^* มีค่าลบ เป็นสีเขียว b^* คือ ค่าสีเหลืองและน้ำเงิน เมื่อ b^* มีค่าบวก เป็นสีเหลืองเมื่อ b^* มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

2. ค่าออเตอร์แอคทีวิตีด้วยเครื่อง a_w meter (A.O.A.C, 2000)

บรรจุผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งลงในภาชนะวัดปิดฝาเครื่องหมუნปั้มวัดเพื่ออ่านค่า รอนจนเครื่องทำงานเสร็จจะมีเสียงเตือน บันทึกค่า a_w ที่ได้

ผนวก ข. การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

1. การวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

วัสดุอุปกรณ์

1. Sterile Petri dish
2. Test tube
3. Duran ขนาด 250, 500 มิลลิลิตร
4. Auto pipette
5. Pipette ขนาด 1, 10 มิลลิลิตร

เครื่องมือ

1. Autoclave
2. Vortex
3. Alcohol burner
4. Laminar flow
5. Stomacher
6. Water bath
7. Incubator

สารเคมี

1. Plate count Agar (PCA)
2. 0.1% Peptone water
3. 70% Alcohol

วิธีการวิเคราะห์

1. นำผลิตภัณฑ์ 25 มิลลิกรัม ใส่ในถุง stomacher เดิมสารละลาย peptone water ร้อยละ 0.1 จำนวน 225 กรัม นำเข้าเครื่องตีปน stomacher นาน 1-2 นาที
2. ทำเจือจางอาหารโดยปิเปตมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย peptone water ร้อยละ 0.1 ปริมาณ 9 มิลลิลิตร และทำการเจือจางต่อจนได้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม
3. ปิเปตสารละลายอาหารที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกันจำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ
4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 44-46 องศาเซลเซียส ประมาณ 12-15 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ แล้วเอียงจานไปมาให้กระจายทั่วจานเพาะเชื้อ
5. ปลอ่ยให้อาหารอุ่นแข็งตัวแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อในถุงพลาสติก นำไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 48±3 ชั่วโมง
6. นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี คำนวณ โคโลนี /กรัม หรือ โคโลนี/มิลลิลิตร ของอาหารได้ตามสมการดังนี้

$$\text{โคโลนี /กรัม หรือ โคโลนี/มิลลิลิตร} = \frac{C}{(v_1 n_1 + 0.1 n_2) / d}$$

- เมื่อ V_1 = ปริมาตรของสารละลายอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ
 Z = ผลรวมของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี
 n = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก
 n_2 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นที่ 2
 d = ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

2. การวิเคราะห์เชื้อยีสต์และรา (A.O.A.C, 2000)

วัสดุอุปกรณ์

1. Sterile Petri dish
2. Test tube
3. Duran ขนาด 250, 500 มิลลิลิตร
4. Auto pipette
5. Pipette ขนาด 1, 10 มิลลิลิตร

เครื่องมือ

1. Autoclave
2. Vortex
3. Alcohol burner
4. Laminar flow
5. Stomacher
6. Water bath
7. Incubator

สารเคมี

1. Potato Dextrose Agar (PDA)
2. 10% Tartaric acid (Merck, Germany)
3. 0.1% Peptone water
4. 70% Alcohol

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ลงใน 0.1% Peptone water 225 มิลลิลิตร จากนั้น homogenized ด้วยเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 60 วินาที ที่อุณหภูมิห้อง
2. ทา Serial dilution ที่ 3 ระดับการเจือจาง โดยใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน 0.1% Peptone water 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex
3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างในระดับความเจือจางต่ำที่สุดปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 จาน (duplicate) จากนั้นใช้ปิเปตอันเดิมดูดตัวอย่างที่ระดับการเจือจางเพิ่มมากขึ้นอันดับถัดไป ใส่ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 จานเช่นเดียวกัน

4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ pH 3.5 (ปรับ pH ด้วยการเติม 10% Tartaric acid ปริมาณ 1.8 มิลลิลิตร ต่ออาหารเลี้ยงเชื้อ PDA 100 มิลลิลิตร) อุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส ปริมาณ 10-15 มิลลิลิตร ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้จากข้อ 3 ผสมสารละลายตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้กระจายเข้ากันดี โดยเขย่าไปข้างหน้า-หลัง 5 ครั้ง เขย่าไปทางซ้าย-ขวา 5 ครั้ง ในขณะที่เขย่าควรระมัดระวังไม่ให้อาหารเลี้ยงเชื้อเลอะติดฝาจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

5. วางจานอาหารเลี้ยงเชื้อไว้ให้วันแห้งตัว และนำจานอาหารเลี้ยงเชื้อบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 4-5 วัน ในที่มืด (โดยไม่ต้องคว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อ)

6. นับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโคโลนีขึ้นอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี นำไปคำนวณหาจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในตัวอย่างเป็น CFU/g

ชื่อโครงการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ
สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3

ตารางเปรียบเทียบผลผลิต (Output) ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ดำเนินการได้จริงในรอบ 12 เดือน

ผลผลิต (Output)		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ ท่านระบุสาเหตุและการแก้ไขที่ท่าน ดำเนินการ
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจาก การปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	
1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพและเคมี คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระ	100%	
2. ศึกษาการศึกษาสูตรต้นแบบและการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	100%	
3. ศึกษาทางการตลาดโดยการสำรวจความต้องการคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	100%	
4. ศึกษาการศึกษาอัตราส่วนและสมบัติต่อความยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	100%	
5. ศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ลูกหยีเคี้ยวหนุบ	100%	
6. ศึกษาต้นทุนการผลิต การตลาดและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน ผู้ประกอบการเกี่ยวกับกระบวนการผลิต และองค์ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์	100%	

ลงนาม.....

นายรอมลี เจดอเลาะ
หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
มีนาคม 2561

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อ สกว.

-

ลงนาม.....

นายรอมลี เจดอเลาะ
หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
มีนาคม 2561