

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ

Development of Crispy Dragon Fruit Peel-sheet Product

สุทธิพงษ์ ยศสุวรรณ¹ และชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร²

Sutipong Yodsuwan¹ and Chanirat Phungbunhan²

^{1,2} สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

Department of Home Economics, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun
Rajabhat University, Phetchabun 67000

² Corresponding Author: E-mail: june_chani@hotmail.com

Received: 23 Aug. 2022; Revised: 18 Nov. 2022; Accepted: 28 Nov. 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ผลของปริมาณน้ำตาลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ 2) ชนิดของผงปรุงรสต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบของผู้บริโภค 3) องค์ประกอบทางเคมีและพลังงานที่ได้รับทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำ โดยเตรียมผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบที่มีปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ สูตรที่ 1 ไม่เสริมงาดำ สูตรที่ 2, 3 และ 4 เสริมงาดำ ร้อยละ 1, 1.5 และ 2 ตามลำดับ โดยคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักเปลือกแก้วมังกรต้มสุกปั่นละเอียด จากนั้นนำมาศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) ค่า pH และ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) และการยอมรับทางประสาทสัมผัส แล้วนำผลที่ได้ไปคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมเพื่อศึกษาชนิดของผงปรุงรสต่อการยอมรับของผู้บริโภค โดยมีผู้ทดสอบจำนวน 40 คน เป็นนักศึกษาและอาจารย์สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน โยอาหาร คาร์โบไฮเดรต และพลังงานที่ได้รับทั้งหมด

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำตาล มีผลต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ โดยปริมาณน้ำตาลที่มากขึ้นส่งผลให้ค่าสี (L^* , a^* และ b^*) มีค่าลดลง ในขณะที่ค่า pH และค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) นั้นมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า สูตรที่ 3 เสริมงาดำ ร้อยละ 1.5 ได้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบที่ใช้ผงปรุงรส รสพริกมากที่สุด โดยมีค่าคะแนนการยอมรับในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมที่ระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก ผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำ ในน้ำหนัก 100 กรัม มีปริมาณความชื้น 2.98 กรัม เถ้า 7.88 กรัม โปรตีน 5.64 กรัม ไขมัน 26.29 กรัม โยอาหาร 23.73 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 33.48 กรัม และให้พลังงานทั้งหมด 393.09 กิโลแคลอรี

คำสำคัญ: เปลือกแก้วมังกร งาดำ ผงปรุงรส อาหารแผ่นกรอบ ขนมขบเคี้ยว

Abstract

The objectives of this research were to investigate: 1) the effects of fortified black sesame on the quality of the product, 2) the types of seasoning powder on the consumer acceptance towards the product, and 3) the chemical compositions and nutritional properties of the product. Four formulae of the crispy dragon fruit peel-sheet product were prepared by mixing different percentages of black sesame to the boiled fine ground dragon fruit peels at 0, 1, 1.5, and 2 percent respectively. The physical, chemical properties, color (L^* , a^* and b^*), pH, water activity (A_w), and sensory evaluation were analyzed. The results were selected for the appropriate recipes to study the acceptance of consumers per each type of seasoning powder. The sensory evaluation was carried out with a group of forty trained panels who were students and lecturers in Home Economics Branch, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University). The Nutritional composition and energy of crispy dragon fruit peel-sheet fortified with black sesame product were analyzed.

The results showed that the amount of black sesame had an effect on the chemical and physical quality of the dragon fruit peel products. The increasing amount of black sesame in the dragon fruit peel products resulted in the decrease in the color (L^* , a^* , b^*) ($p \leq 0.05$) while pH and water activity (A_w) were increased ($p \leq 0.05$). The sensory evaluation suggested that Formula 3 (added with 1.5% black sesame) had the highest acceptability for color, flavor, taste, and overall liking. In addition, the types of the seasoning powder were evaluated using Hedonic ratings for the sensory attributes and found that the highest acceptability for the color, flavor, taste, crispness, and overall liking was on paprika seasoning powder. In conclusion, the best formula for the crispy dragon fruit peel-sheet product fortified with black sesame of 100 gram contains 2.98 grams of moisture, 7.88 grams of ash, 5.64 grams of protein, 26.29 grams of fat, 23.73 grams of dietary fiber, and 33.48 grams of carbohydrates, and provides a total energy of 393.09 kcal.

Keywords: Dragon Fruit Peels, Black Sesame, Seasoning Powder, Crisps, Snacks

1. บทนำ

ในประเทศไทยมีการปลูกแก้วมังกรในหลายพื้นที่ 5 อันดับแรกที่เพาะปลูกแก้วมังกรมากที่สุดได้แก่ จังหวัดเลย นครราชสีมา สมุทรสาคร แพร่ และมุกดาหาร ในปี 2563 มีปริมาณผลผลิต 36,053 ตัน มีราคาเฉลี่ย 15.81 บาท ต่อ กิโลกรัม สถานการณ์ส่งออกในช่วง 5 เดือนแรกของปี 2564 (ม.ค.-พ.ค.) ประเทศไทยส่งออกแก้วมังกร ปริมาณ 446.91 ตัน มูลค่า 22.58 ล้านบาท โดยตลาดส่งออกที่สำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ รัสเซีย เมียนมา ซาอุดีอาระเบีย คูเวต และสหราชอาณาจักร [1] รูปแบบการขายแก้วมังกรโดยทั่วไปขาย ผลสด หรือทำการตัดแต่ง ให้พร้อมรับประทาน และนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ แก้วมังกรอบแห้ง ผลิตเป็นไอศกรีมแก้วมังกร แยมแก้วมังกร

เครื่องดื่มจากแก้วมังกร เป็นต้น ในขั้นตอนการแปรรูป นั้นส่งผลให้มีเปลือกแก้วมังกรเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก สารสำคัญที่พบในเนื้อและเปลือกสีแดงของแก้วมังกร คือ สารในกลุ่ม บีตาเลน (Betalains) นิยมนำมาทำเป็น สีส้มอาหารเพราะมีความปลอดภัยสูง มีการศึกษาฤทธิ์ ทางเภสัชวิทยา พบว่า แก้วมังกรมีฤทธิ์ต้านจุลชีพ ด้าน อนุมูลอิสระ ด้านเซลล์มะเร็ง ด้านการอักเสบ ลดไขมัน ในเลือด ด้านภาวะเบาหวาน และมีฤทธิ์ปกป้องตับ ซึ่งส่วนใหญ่ยังเป็นการศึกษาในระดับสัตว์ทดลอง [2] ในเนื้อเปลือกแก้วมังกร มีสารสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อ สุขภาพอยู่มาก และสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคที่พบใน อาหาร พบการนำเปลือกแก้วมังกรไปทดแทนหนังหมู

และสารไนเตรทในผลิตภัณฑ์แหนม [3] รวมถึงมีการนำเปลือกแก้วมังกร ไปใช้ประโยชน์ทางด้านเครื่องสำอาง เพราะมีสมบัติช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวหนัง [4] ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้วิจัยได้นำประโยชน์จากเปลือกแก้วมังกรที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทาน และอาหารประเภทขนมขบเคี้ยว เช่น น้ำพริกผัดจากเปลือกแก้วมังกร [5] และเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย [6] การพัฒนาขนมขบเคี้ยวในปัจจุบัน มีการเสริมคุณค่าทางโภชนาการจากธาตุพืชอย่างแพร่หลายเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพ งาดำจัดเป็นธัญพืชที่อุดมไปด้วยแคลเซียม และมีไฟเบอร์เพิ่มขึ้นมากขึ้นถึงร้อยละ 95 ในขนมขบเคี้ยวไส้ธัญพืช [7] และจากคือนิยมขนมที่มีเนื้อสัมผัสกรอบบาง และปรุงรสด้วยผงปรุงรสรสชาติต่าง ๆ หรือมีการเพิ่มรสชาติด้วยน้ำจิ้มอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาแผ่นกรอบที่เสริมเครื่องปรุงรสที่แตกต่างกัน คือ สูตรน้ำจิ้ม สูตรปาปริก้า และสูตรต้มยำ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับสูตรน้ำจิ้มมากที่สุด [8] หากมีการใช้เปลือกแก้วมังกรมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำ และใช้ผงปรุงรสร่วมด้วยจะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม อีกทั้งยังได้ผลิตภัณฑ์ใหม่จากเปลือกแก้วมังกร เพื่อส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ โดยศึกษาปริมาณงาดำที่เหมาะสมต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ และศึกษาการใช้ผงปรุงรสที่เป็นที่ยอมรับโดยใช้เปลือกแก้วมังกรเหลือทิ้งมาต้มให้สุกนำไปปั่นละเอียดเสริมงาดำนำไปอบแห้งแล้วทอดให้กรอบ และปรุงรสด้วยผงปรุงรสรสชาติต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบที่มีคุณค่าทางโภชนาการ

ตารางที่ 1 ส่วนผสมในการผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)			
	สูตรที่ 1 (ไม่เสริมงาดำ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 1)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 1.5)	สูตรที่ 4 (ร้อยละ 2)
เปลือกแก้วมังกร	800	800	800	800
งาดำคั่ว	-	8	12	16

และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาผลของปริมาณงาดำต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ

2.2 เพื่อศึกษาชนิดของผงปรุงรสต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบของผู้บริโภค

2.3 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและพลังงานที่ได้รับทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาผลของปริมาณงาดำต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ

1) การเตรียมเปลือกแก้วมังกร ใช้เปลือกแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดงมาตัดส่วนที่เป็นใบเลี้ยง สีเขียวออกแล้วนำไปแช่น้ำเปล่าที่ผสมโซเดียมไบคาร์บอเนต (Baking Soda) 10 กรัม ต่อ น้ำ 10 ลิตร นาน 15 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด วิธีการนี้สามารถลดสารพิษตกค้างได้ถึงร้อยละ 90-95 [9] จากนั้นหั่นเปลือกแก้วมังกรเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำลงต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ตักขึ้นพักไว้ให้สะเด็ดน้ำแล้วนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า (ยี่ห้อ Electrolux, รุ่น EBR7804S) ใช้ความเร็วระดับสูงที่สุด นาน 4 นาที

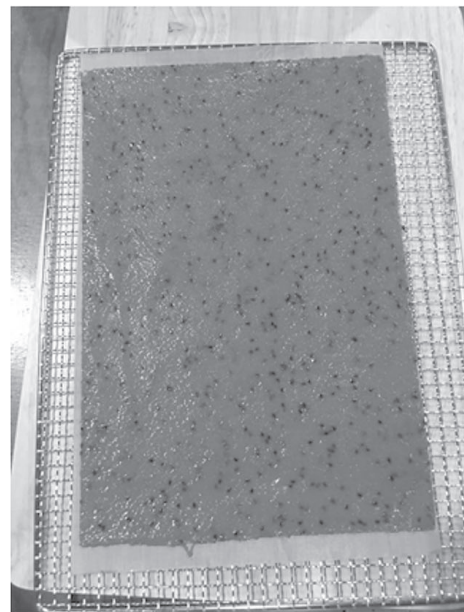
2) การเตรียมงาดำ นำงาดำลงคั่วในกระทะด้วยไฟอ่อน จนสุก ยกออกจากเตา พักไว้ให้เย็น และนำมาศึกษาปริมาณงาดำที่เหมาะสมต่อคุณภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ การเสริมงาดำคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักเปลือกแก้วมังกรต้มสุกปั่นละเอียดโดยมีส่วนผสมในการผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบแสดงในตารางที่ 1

ซึ่งส่วนผสมตามสูตร นำมาดำนามสกับเปลือก แก้วมังกรที่เตรียมไว้ ผสมให้เข้ากันจนงาดำกระจายทั่ว ตักใส่ตะแกรงที่รองด้วยแผ่นซิลิโคนรองอบ เกลี่ยเป็น แผ่นเรียบ ให้มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร อบแห้ง ด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ลอกเปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบออกจากแผ่น ซิลิโคนรองอบ นำมาตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 2x4 เซนติเมตร จากนั้นเตรียมทอดโดยตั้งกระทะบนไฟอ่อน

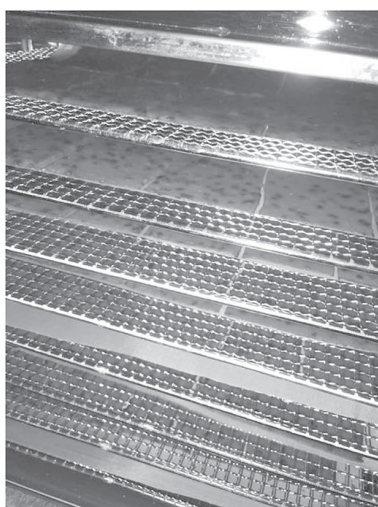
ใส่น้ำมันปาล์ม 1 ถ้วย เมื่อน้ำมันมีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นำเปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบลงทอด 10 วินาที ใช้ตะหลิวพลิกด้าน ทอดต่อ 5 วินาที และตักขึ้นพักไว้ให้ สะเด็ดน้ำมัน ใช้กระดาษซับน้ำมันสำหรับของทอดช่วยซับ ไม่ให้ผลิตภัณฑ์อมน้ำมัน ผึ่งให้เย็นนำผลิตภัณฑ์เปลือก แก้วมังกรแผ่นกรอบบรรจุในถุงไนลอนปิดปากถุงให้สนิท จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี



ภาพที่ 1 เกลี่ยให้เป็นแผ่นเรียบ มีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2 เปลือกแก้วมังกรเสริมงาดำที่เกลี่ย เป็นแผ่นเรียบก่อนนำเข้าอบ



ภาพที่ 3 อบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง



ภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ บรรจุในถุงไนลอน

เมื่อได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ ทั้ง 4 สูตร นำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมี ดังนี้

1) การวัดค่าสีตามระบบ CIE $L^* a^* b^*$ โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Color Flex, Hunter Lab, USA) วิเคราะห์ ค่า 5 ซ้ำ บันทึกค่า $L^* a^*$ และ b^* ค่าความสว่าง (L^*) มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a^*) เมื่อค่า a^* มีค่าบวก แสดงถึงความเป็นสีแดง ค่า a^* มีค่าลบแสดงถึงความเป็นสีเขียว และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) เมื่อค่า b^* มีค่าบวกแสดงถึงความเป็นสีเหลือง ค่า b^* มีค่าลบแสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน

2) การวัดค่า pH หั่นผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบให้มีขนาดเล็ก ใช้ปริมาณ 3 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร ตั้งไว้ในที่มืดไม่มีแสงเข้าถึงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทำการโฮมจีไนซ์ด้วยเครื่องโฮมจีไนเซอร์ ความเร็วรอบ 7,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที เทตัวอย่างลงในขวดสำหรับเซนติฟิวส์ที่มีตัวอย่าง เขย่าเป็นเวลา 2 นาที และนำส่วนใสของตัวอย่างที่ได้หลังจากการเซนติฟิวส์มาวัดค่าด้วยเครื่อง pH meter ทำการวิเคราะห์ 5 ซ้ำ อ่านค่าและบันทึกผล

3) การวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) หั่นผลิตภัณฑ์

เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบให้มีขนาดเล็ก บรรจุลงในตลับพลาสติกตามระดับที่ตลับกำหนด นำตลับตัวอย่างใส่ใน chamber ของเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) ตั้งไว้จนสภาพภายใน chamber สมดุลที่อุณหภูมิที่กำหนดไว้ แล้วอ่านค่า และบันทึกผล

4) การประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) ทำการประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวนทั้งหมด 40 คน เป็นนักศึกษาและอาจารย์สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

3.2 การศึกษาชนิดของผงปรุงรสต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบของผู้บริโภค

ใช้ผงปรุงรส (YUMMY) จำนวน 5 รสชาติ คลุกเคล้าเพื่อเพิ่มรสชาติให้แก่ผลิตภัณฑ์เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดย สูตรที่ 1 ไม่ใส่ผงปรุงรส สูตรที่ 2 ผงปรุงรส รสไข่เค็ม สูตรที่ 3 ผงปรุงรส รสบาร์บีคิว สูตรที่ 4 ผงปรุงรส รสต้มยำ สูตรที่ 5 ผงปรุงรส รสปาปริก้า และสูตรที่ 6 ผงปรุงรส รสชีส ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบและชนิดผงปรุงรส

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)					
	สูตรที่ 1 ไม่ใส่ผงปรุงรส	สูตรที่ 2 รสไข่เค็ม	สูตรที่ 3 รสบาร์บีคิว	สูตรที่ 4 รสต้มยำ	สูตรที่ 5 รสปาปริก้า	สูตรที่ 6 รสชีส
เปลือกแก้วมังกร	100	100	100	100	100	100
แผ่นกรอบ						
ผงปรุงรส รสไข่เค็ม	-	30	-	-	-	-
ผงปรุงรส รสบาร์บีคิว	-	-	30	-	-	-
ผงปรุงรส รสต้มยำ	-	-	-	30	-	-
ผงปรุงรส รสปาปริก้า	-	-	-	-	30	-
ผงปรุงรส รสชีส	-	-	-	-	-	30

ซึ่งส่วนผสมตามปริมาณที่กำหนด คลุกเคล้าให้เข้ากัน และนำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) ทำการประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบปรุงรสในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวนทั้งหมด 40 คน เป็นนักศึกษาและอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

3.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและพลังงาน วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและพลังงาน ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต โยอาหารทั้งหมด และทำการคำนวณหาพลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี/100 กรัม)

3.4 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ผลการศึกษา

1) การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ค่าสี ค่า pH และค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางสถิติ (Analysis of Variance: ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของ

ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2) การประเมินทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางสถิติ (Analysis of Variance: ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลของปริมาณงาดำต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ โดยนำงาดำมาเสริมในผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ ที่ร้อยละ 1 1.5 และ 2 ของน้ำหนักเปลือกแก้วมังกรต้มสุกปั่นละเอียดก่อนการอบแห้ง กับสูตรควบคุมที่ไม่มีการเสริมงาดำ แล้ววิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี คือค่าสี (L^* a^* b^*) ค่า pH และ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำที่ระดับต่าง ๆ

คุณภาพทางกายภาพและเคมี	ผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำที่ระดับต่าง ๆ (ร้อยละ)			
	0	1	1.5	2
ค่าสี				
L^*	43.39 ± 0.15^a	38.82 ± 0.13^b	37.68 ± 0.13^c	32.63 ± 0.25^d
a^*	25.28 ± 0.11^a	24.30 ± 0.19^b	23.68 ± 0.50^b	21.82 ± 0.79^c
b^*	-1.32 ± 0.16^d	2.16 ± 0.10^a	1.02 ± 0.15^b	0.49 ± 0.39^c
ค่า pH	5.54 ± 0.01^d	5.64 ± 0.01^c	5.95 ± 0.01^b	6.04 ± 0.01^a
ค่า a_w	0.33 ± 0.00^d	0.34 ± 0.00^c	0.51 ± 0.00^b	0.59 ± 0.00^a

หมายเหตุ : อักษร a, b, c, d หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าสีของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบที่เสริมงาดำในปริมาณที่แตกต่างกันทั้ง 4 ระดับ พบว่าผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ สูตรที่ 1 ไม่เสริมงาดำ มีค่าความสว่าง (L^*) สูงที่สุด และสูตรที่ 4 เสริมงาดำ ร้อยละ 2 มีค่า L^* ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นสีแดง (a^*) พบว่าสูตรที่ 1 ไม่เสริมงาดำ มีค่า a^* สูงที่สุด และสูตรที่ 4 เสริมงาดำ ร้อยละ 2 มีค่า a^* ต่ำที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) พบว่าสูตรที่ 2 เสริมงาดำ ร้อยละ 1 มีค่า b^* สูงที่สุด และสูตรที่ 4 เสริมงาดำ ร้อยละ 2 มีค่า b^* ต่ำที่สุด และมีค่า pH ที่แตกต่างกันอย่างมีนัย-

สำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่า pH เพิ่มขึ้นตามปริมาณงาดำ ผลการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) พบว่าทุกสูตรมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) เพิ่มขึ้นตามปริมาณงาดำที่เสริมเข้าไปในผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำ มีผลการยอมรับทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำที่ระดับต่าง ๆ			
	สูตรที่ 1 ไม่เสริมงาดำ	สูตรที่ 2 ร้อยละ 1	สูตรที่ 3 ร้อยละ 1.5	สูตรที่ 4 ร้อยละ 2
สี	6.80 ± 0.79^{bc}	6.88 ± 1.22^b	7.90 ± 0.77^a	6.38 ± 1.21^c
กลิ่นรส	5.70 ± 1.18^c	6.68 ± 1.34^b	7.95 ± 0.71^a	8.13 ± 0.68^a
รสชาติ	5.48 ± 1.19^c	6.70 ± 1.04^b	7.73 ± 1.08^a	7.98 ± 0.62^a
ความกรอบ ^{ns}	6.75 ± 1.01	6.79 ± 1.22	6.83 ± 1.43	6.80 ± 1.28
ความชอบโดยรวม	6.15 ± 0.08^c	6.75 ± 0.98^b	7.55 ± 0.55^a	6.85 ± 0.83^b

หมายเหตุ: อักษร a, b, c หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ พบว่า สูตรที่ 1 ไม่เสริมงาดำ มีค่าการยอมรับในทุกคุณลักษณะอยู่ที่ระดับเฉลี่ย ๆ ถึงความชอบเล็กน้อย สูตรที่ 2 เสริมงาดำ ร้อยละ 1 มีค่าการยอมรับในทุกคุณลักษณะอยู่ที่ระดับความชอบเล็กน้อย สูตรที่ 3 เสริมงาดำ ร้อยละ 1.5 มีค่าการยอมรับในทุกคุณลักษณะอยู่ที่ระดับความชอบเล็กน้อย ถึงความชอบปานกลาง และสูตรที่ 4 เสริมงาดำ ร้อยละ 2 มีค่าการยอมรับในทุกคุณลักษณะอยู่ที่ระดับความชอบเล็กน้อย ถึงความชอบปานกลาง ซึ่งแต่ละสูตร มีค่าคะแนนความชอบที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ สูตรที่ 3 เสริมงาดำ ร้อยละ 1.5 มีค่าคะแนนการยอมรับสูงที่สุดในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ

และความชอบโดยรวม คือสูตรที่มีความเหมาะสมของปริมาณงาดำที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

4.2 ผลการศึกษาชนิดของผงปรุงรสต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบของผู้บริโภค การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ สูตรที่ 3 เสริมงาดำ ร้อยละ 1.5 นำมาศึกษาการปรุงรส โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) ในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมที่กำหนดให้ สูตรที่ 1 ไม่ใส่ผงปรุงรส สูตรที่ 2 ผงปรุงรสรสไข่เค็ม สูตรที่ 3 ผงปรุงรส รสบาร์บีคิว สูตรที่ 4 ผงปรุงรสรสต้มยำ สูตรที่ 5 ผงปรุงรส รสป้าปริก และสูตรที่ 6 ผงปรุงรส รสชีส มีค่าคะแนนดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ

ผลิตภัณฑ์เปลือก แก้วมังกรแผ่นกรอบปรุงรส	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี ^{ns}	กลิ่นรส	รสชาติ	ความกรอบ ^{ns}	ความชอบรวม
ไม่ใส่ผงปรุงรส	7.70 ± 1.15	6.10 ± 1.51 ^c	5.65 ± 1.46 ^c	7.55 ± 0.95	6.35 ± 1.23 ^c
รสไข่เค็ม	7.68 ± 0.99	7.25 ± 1.51 ^{ab}	7.38 ± 1.35 ^b	7.68 ± 0.94	7.50 ± 0.90 ^b
รสบาร์บีคิว ^{ns}	7.90 ± 0.77	7.53 ± 1.06 ^{ab}	7.53 ± 1.06 ^{ab}	7.63 ± 0.77	7.80 ± 0.72 ^{ab}
รสตั๋มยำ ^{ns}	7.78 ± 1.02	7.35 ± 1.35 ^{ab}	7.50 ± 1.35 ^{ab}	7.63 ± 0.97	7.65 ± 1.35 ^{ab}
รสปาปริก้า ^{ns}	7.82 ± 0.87	7.68 ± 1.26 ^a	8.08 ± 1.22 ^a	7.88 ± 1.04	8.10 ± 1.08 ^a
รสชีส	7.58 ± 1.01	6.98 ± 1.31 ^b	6.92 ± 1.24 ^b	7.40 ± 1.12	7.30 ± 1.24 ^b

หมายเหตุ: อักษร a, b, c หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบปรุงรส พบว่าทั้ง 6 สูตร มีคะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยระดับคะแนนความชอบของทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.65 ถึง 8.10 คะแนน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับตั้งแต่ชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก ผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบที่ไม่ใส่ผงปรุงรส มีค่าคะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะน้อยที่สุด ผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบปรุงรส ชีส ไข่เค็ม ตั๋มยำ บาร์บีคิว และปาปริก้า มีค่าคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น รสชาติและ ความชอบรวม มากขึ้นตามลำดับ

ค่าคะแนนในด้านความกรอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.3 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและพลังงานของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำ นำผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำร้อยละ 1.5 รสปาปริก้า ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและพลังงานใน 100 กรัม ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณใยอาหาร ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และคำนวณหาพลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี/100 กรัม)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีและพลังงาน (100 กรัม) ของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำร้อยละ 1.5 ปรุงรสปาปริก้า

องค์ประกอบทางเคมี	ผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำร้อยละ 1.5 รสปาปริก้า
ความชื้น (กรัม)	2.98
เถ้า (กรัม)	7.88
โปรตีน (กรัม)	5.64
ไขมัน (กรัม)	26.29
ใยอาหาร (กรัม)	23.73
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	33.48
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	393.09

จากตารางที่ 6 แสดงองค์ประกอบทางเคมีและพลังงานของผลิตภัณฑ์ของเปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ เสริมงาดำร้อยละ 1.5 รสปลาปึก้า พบว่าน้ำหนัก 100 กรัม มีปริมาณความชื้น 2.98 กรัม เถ้า 7.88 กรัม โปรตีน 5.64 กรัม ไขมัน 26.29 กรัม โยอาหาร 23.73 กรัม คาร์โบไฮเดรต 33.48 กรัม และมีพลังงาน 393.09 กิโลแคลอรี

5. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลและอภิปรายผล

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ โดยศึกษาปริมาณงาดำที่เหมาะสมต่อคุณภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ พบว่าปริมาณของงาดำที่เสริมในผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ ที่ได้รับการคัดเลือก คือ สูตรที่ 3 เสริมงาดำ ร้อยละ 1.5 มีค่า pH 5.95 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) 0.51 เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำ สูตรที่ 3 เสริมงาดำ ร้อยละ 1.5 มีค่าคะแนนการยอมรับในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงสุด คือสูตรที่มีความเหมาะสมของปริมาณงาดำมากที่สุด การศึกษาชนิดของผงปรุงรสในการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบปรุงรสที่ใช้ผงปรุงรส ชนิดรสปลาปึก้า มีคะแนนการยอมรับมากที่สุดในทุกคุณลักษณะได้รับคะแนนความชอบรวมในระดับชอบมาก (8.10 จากคะแนนเต็ม 9.00) การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 กรัม พบว่ามีโปรตีน 5.64 กรัม ไขมัน 26.29 กรัม โยอาหาร 23.73 กรัม คาร์โบไฮเดรต 33.48 กรัม และมีพลังงาน 393.09 กิโลแคลอรี

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ โดยศึกษาปริมาณงาดำที่แตกต่างกันทั้ง 4 ระดับแล้วนำมาวัดค่าสี จะเห็นได้ว่า สูตรที่ 1 ไม่เสริมงาดำ นั้นมีค่า L^* ความสว่างสูงสุด ค่า a^* สีแดงสูงสุด และค่า b^* มีค่าเป็นลบบ่งบอกถึงความเป็นสีน้ำเงิน เนื่องจากเปลือกแก้วมังกรมีรงควัตถุชนิดบีตาเลนที่ให้สีชมพูแดง และไม่ได้เสริมงาดำ จึงมีค่าความสว่างและสีแดงที่ชัดเจนมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณงาดำที่เสริมในสูตรที่มากขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่า pH ของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกร

แผ่นกรอบ สูตรที่ 4 เสริมงาดำ ร้อยละ 2 มีค่า pH สูงที่สุด คือ 6.04 เนื่องจากงาดำมีค่า pH 6.51 [10] ดังนั้นสูตรที่ 4 มีการเสริมปริมาณงาดำที่มากกว่าทุกสูตร จึงเพิ่มค่า pH ของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้นตามปริมาณงาดำ ในขณะที่สูตรที่ 1 ไม่เสริมงาดำ จึงมีค่าความเป็นกรดสูงกว่าทุกสูตร คือ มีค่า pH อยู่ที่ 5.54 สำหรับค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) ของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ อยู่ที่ 0.33 - 0.59 สูตรที่ 4 เสริมงาดำ ร้อยละ 2 มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) สูงที่สุด แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของคุณภาพอาหารแห้งที่กำหนดให้มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) น้อยกว่า 0.6 เพราะเป็นค่าที่จุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญได้ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี (a_w) จากผลการทดลองนี้มีค่าที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้แห้ง (มผช. 136/2558) [11] ส่วนการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำ พบว่า สูตรที่ 3 เสริมงาดำ ร้อยละ 1.5 มีคะแนนการยอมรับที่ดีในทุกด้าน เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏของการกระจายตัวของเมล็ดงาดำทั่วบนแผ่นเปลือกแก้วมังกรอบแห้ง เมล็ดงาดำไม่บาง หรือหนาแน่นจนเกินไปไม่เกิดพื้นที่ว่างระหว่างกันมากมีการกระจายตัวที่พอดีดูสวยงามคล้ายกับการกระจายตัวของเมล็ดแก้วมังกรในเนื้อแก้วมังกรเนื้อแดง และกลิ่นของงาดำสามารถช่วยเพิ่มความหอมให้แก่ผลิตภัณฑ์อีกทั้งยังมีเนื้อสัมผัสที่กรอบกรอบจึงเพิ่มความอร่อยให้แก่เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ

การศึกษานิตของผงปรุงรสในการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ พบว่า ชนิดของผงปรุงรสที่มีรสชาติต่างกัน ส่งผลทำให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบปรุงรสต่างกันในด้านกลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวม ($p < 0.05$) ส่วนการยอมรับด้านสี และความกรอบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สูตรที่ 1 ไม่ใส่ผงปรุงรส มีค่าคะแนนการยอมรับในคุณลักษณะด้านกลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวมน้อยที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำ ร้อยละ 1.5 ไม่ได้มีส่วนผสมของเครื่องปรุงรสมีเพียงเปลือกแก้วมังกรกับงาดำเท่านั้น ผลิตภัณฑ์จึงมีกลิ่นของเปลือกแก้วมังกรเล็กน้อย มีรสจืด และความมันจากน้ำมันใน

การทอดกรอบ ไม่มีรสชาติอื่น ๆ ร่วมด้วย จึงส่งผลให้ค่าคะแนนของความชอบรวมน้อยกว่าสูตรที่มีผงปรุงรสทุกสูตร สูตรที่มีค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดในทุกคุณลักษณะ คือ สูตรที่ 5 รสปลาปrik้า มีค่าคะแนนความชอบปานกลางในด้านกลิ่นรส ได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มากกว่าทุกสูตร เนื่องจากผงปรุงรส รสปลาปrik้า มีกลิ่นเฉพาะตัวของพริกปลาปrik้าที่จัดว่าเป็นเครื่องเทศที่มีกลิ่นหอม ช่วยกลบกลิ่นของเปลือกแก้วมังกรได้ สูตรที่ 5 รสปลาปrik้า มีค่าคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ระดับความชอบมากในด้านรสชาติ และความชอบรวม เพราะรสชาติของผงปรุงรส รสปลาปrik้า มีรสเค็มพอดี มีความเผ็ดเล็กน้อย เป็นรสชาติที่นิยมบริโภคช่วยยื้อยื้อทางการค้าหลากหลายยี่ห้อที่เป็นที่นิยมในท้องตลาดนิยมใช้ผงปรุงรส รสปลาปrik้าในการผสมเพื่อเพิ่มรสชาติให้แก่ผลิตภัณฑ์ขนมกรุบกรอบตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้สูตรที่ 5 รสปลาปrik้า จึงมีค่าคะแนนความชอบรวมมากที่สุด ดังนั้นผงปรุงรส รสปลาปrik้า ในผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบปรุงรส จึงเป็นชนิดของผงปรุงรสที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและพลังงานของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำร้อยละ 1.5 พบว่ามีปริมาณความชื้น 2.98 กรัม เถ้า 7.88 กรัม โปรตีน 5.64 กรัม ไขมัน 26.29 กรัม โยอาหาร 23.73 กรัม คาร์โบไฮเดรต 33.48 กรัม และมีพลังงาน 393.09 กิโลแคลอรี จะเห็นได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีค่าไขมันค่อนข้างสูง เนื่องจากผ่านขั้นตอนการทอดกรอบที่มีการใช้น้ำมันสำหรับทอด จึงส่งผลให้มีค่าพลังงานที่สูงขึ้นด้วย สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายพวงองุ่นทอดปรุงรส ที่มีปริมาณไขมันสูงกว่าสาหร่ายอบแห้ง และสาหร่ายสด [12] อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบเสริมงาดำยังสามารถที่จะพัฒนากระบวนการผลิตให้เป็นอาหารว่างที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีได้เพราะมีจุดเด่นที่ปริมาณโยอาหาร และแร่ธาตุสูงที่มาจากทั้งเปลือกแก้วมังกรและงาดำ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรศึกษาการขึ้นรูปแผ่นกรอบและการทำแห้งโดยวิธีการศึกษาเครื่องทำแห้งประเภทอื่น เช่น เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Dry) เครื่องทำแห้งแบบสายพาน

(Belt Drier)

2) ควรศึกษาการทอดผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ โดยวิธีการศึกษาเครื่องทอดสุญญากาศ เพื่อลดการอมน้ำมันและกรอบนานยิ่งขึ้น

3) ควรศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า กองนโยบายการสร้างเสริมความเข้มแข็งทางการค้า กลุ่มพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก. (2564). [ออนไลน์]. วิเคราะห์สถานการณ์เศรษฐกิจการค้าไทยรายภูมิภาค ประจำเดือนมิถุนายน 2564. [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2565]. จาก http://www.tpsoc.moc.go.th/sites/default/files/wiekhraahsthaankaarnesrsthkcichkaarkhaaraayphuumi_mithunaayn_64_0.pdf.
- [2] กฤติยา ไชยนอก. (2559). [ออนไลน์]. แก้วมังกร ผลไม้เชื่อมมงคล. จุลสารข้อมูลสมุนไพร, 33(4), 3-15.
- [3] กัญฐา ภูมิ. (2562). [ออนไลน์]. การใช้เปลือกแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ทดแทนหนังหมูและสารไนเตรทในผลิตภัณฑ์แฮม. งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิตประจำปี 2562. [สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2564]. จาก <https://rsucon.rsu.ac.th/files/proceedings/nation2019/NA19-033.pdf>.
- [4] พิษขภา โอจงเพียร พาณี ปิมปา และเพ็ญศักดิ์ จันทราวุธ. (2560). การพัฒนามาสกี้ได้ตาที่มีสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร. วารสารเกษตร, 33(3), 415-425.
- [5] ชนิตันต์ ผึ้งบรรหาร กฤษณา เกตุคำ การันต์ ผึ้งบรรหาร และอมรรัตน์ สิริอนันตตระกูล. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกผัดเปลือกแก้วมังกร. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมทางวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 4 พ.ศ. 2564 มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, บุรีรัมย์.

- [6] ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร การ์รันต์ ผึ้งบรรหาร และธเนศ เรืองเดช. (2564). การผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบัว. วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี, 15(3), 116-130.
- [7] พฤษ หะมั่งคะ. (2554). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมชาโกล่งดำ: กรณีศึกษา บริษัท ชาโกล่ง จำกัด. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา ยุทธศาสตร์การพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ ราชนครินทร์, ฉะเชิงเทรา.
- [8] ศลิษา ศรีสุข และจันทร์เพ็ญ ไชยน้อย. (2562). ศึกษา ชนิดของเครื่องปรุงรสต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ ปลาแผ่นกรอบ. วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1, 4(1), 119-126.
- [9] มูลนิธิหมอชาวบ้าน. (2561). [ออนไลน์]. การล้างผัก. [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2564]. จาก <https://www.thaihealth.or.th/การล้างผัก/>.
- [10] Ibrahim, A., et al. (2011). Fundamental Elements to Produce Sesame Yoghurt from Sesame Milk. American Journal of Applied Sciences, 8(11), 1086-1092.
- [11] กระทรวงอุตสาหกรรม สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2558). [ออนไลน์]. มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 136/2558) ผักและผลไม้แห้ง. [สืบค้นเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2565]. จาก [http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0136_58\(ผักและผลไม้แห้ง\).pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0136_58(ผักและผลไม้แห้ง).pdf).
- [12] อุไรวรรณ วัฒนกุล วัฒนา วัฒนกุล และนพรัตน์ มะเห. (2562). ผลการอบแห้งและการทอด ต่อการเปลี่ยนแปลงสารอาหารในผลิตภัณฑ์จากสาหร่าย พวงอุ้ง (C. Lentillifera). การประชุมวิชาการ ระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 29 ประจำปี 2562 มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง สถาบันวิจัยและพัฒนา, พัทลุง.