การผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

Dragon Fruit Peels Leather Mixed Plum Powder Products

- ชนิรัตน์ ผึ่งบรรหาร
  อาจารย์ประจำสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
  Chanirat Phungbunhan
  Lecturer, Department of Home Economics, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, E-mail: june_chani@hotmail.com
- การันต์ ผึ่งบรรหาร
  อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
  Karun Phungbunhan
  Lecturer, Department of Agricultural management, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, E-mail: poagron@hotmail.com
- ธเนศ เรืองเดช
  อาจารย์ประจำสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
  Thanet Ruangdech,
  Lecturer, Department of Home Economics, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, E-mail: pannering1234@gmail.com

Received: *June 23, 2021;* ***Revised:*** *July 10, 2021;* ***Accepted:*** *October 7, 2021*

Abstract

This research aims to study the amount of plum powder suitable for the quality of dragon fruit peels leather mixed plum powder products, to study the nutritional value of dragon fruit peels leather mixed plum powder products and study consumer acceptance. By studying the amount of plum powder with 4 different levels: 0 percent (control formula), 1, 2, and 3 percent by weight of all ingredient, and then studying consumer acceptance. Study physical and chemical properties including color values (L* a* and b*), toughness Stickiness, Water Activity (Aw) and pH study nutritional values include moisture, ash, protein, fat, fiber, carbohydrates and calories. The results showed

that the amount of plum powder used in the dragon fruit peels leather mixed plum powder products. Affects consumer acceptance, effects on physical and chemical properties and nutritional value of dragon fruit peels leather mixed plum powder products. When there is a larger amount of plum powder, the color values (L* and b*), toughness and stickiness are reduced, while the color values (a*) and pH are statistically significantly increased ($p < 0.05$) and have a nutritional value of moisture, ash, protein, fat, fiber, carbohydrates and calories to 29.22, 11.76, 3.07, 0.14, 3.79 and 81.22 grams per 100 grams and calories 338.42 kcal. The moisture content, ash, protein, fat and fiber of dragon fruit peels leather mixed plum powder products increased statistically significantly. However the total amount of carbohydrates and calories decreased, according to the study, and consumers accepted the dragon fruit peels leather mixed plum powder products with the highest amount of plum powder at 3 percent. There is a moderate to very like acceptance score in all features.

Keywords: Dragon Fruit Peels, Dehydrated, Plum Powder, Agricultural Waste Material

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณผงบ๊วยที่เหมาะสมต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยทำการศึกษาปริมาณผงบ๊วยที่มีปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 1, 2 และ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด จากนั้นนำมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าสี (L* a* และ b*) ค่าแรงตัด(Toughness) ค่าความเหนียว (Stickiness) ค่า Water Activity (Aw) และ ค่า pH ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต และพลังงานที่ได้รับทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณผงบ๊วยที่ใช้ในการผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ผลต่อสมบัติทางกายภาพและเคมี และคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย เมื่อมีปริมาณของผงบ๊วยที่มากขึ้นส่งผลให้ค่าสี (L* และ b*) ค่าแรงตัด (Toughness) และค่าความเหนียว (Stickiness) มีค่าลดลง ในขณะที่ค่าสี (a*) และ ค่า pH นั้นมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการมีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 29.22, 11.76, 3.07, 0.14, 3.79 และ81.22 กรัมต่อ 100 กรัม และพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 338.42 กิโลแคลอรี ปริมาณค่าความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และใยอาหารของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและพลังงานทั้งหมดลดลง จากการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

ที่มีปริมาณของผงบ๊วยที่ร้อยละ 3 มากที่สุด มีค่าคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมากในทุกคุณลักษณะ

คำสำคัญ : เปลือกแก้วมังกร ผงบ๊วย อบแห้ง วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

บทนำ

ในประเทศไทยมีการปลูกแก้วมังกรในเนื้อที่ประมาณ 21,665 ไร่ จำนวนเกษตรกร 5,082 ราย พื้นที่ปลูก 58 จังหวัด ผลผลิตรวมต่อปี 25,887 ตัน ผลผลิตต่อไร่ 1,827 กิโลกรัม ราคาขายได้ต่อกิโลกรัม 23.60 บาท (Department of Agricultural Extension, 2017) มีการขายปลีก ขายส่ง รวมไปถึงส่งออกต่างประเทศในรูปแบบผลสด ตัดแต่งพร้อมรับประทาน และมีการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ แก้วมังกรอบแห้ง ไอศกรีมแก้วมังกร แยมแก้วมังกร เครื่องดื่มจากแก้วมังกร เป็นต้น ในขั้นตอนการแปรรูป หรือการตัดแต่งเพื่อการส่งออกส่งผลให้มีเปลือกแก้วมังกรเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ในเนื้อเปลือกแก้วมังกรมีสาระสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพอยู่มากช่วยต้านอนุมูลอิสระ (Masomrong and Suntornsuk, 2014) และมีเพคตินประกอบอยู่ด้วยซึ่งสมบัติของเพคตินนี้สามารถทดแทนไขมันที่เป็นส่วนประกอบในน้ำสลัดได้ (Sakkaekaew et al., 2020) นอกจากนี้สารสกัดจากเปลือกแก้วมังกรสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคที่พบในอาหาร และมีการนำเปลือกแก้วมังกรไปทดแทนหนังหมูและสารไนเตรทในผลิตภัณฑ์แหนม (Boonmee, 2019) รวมถึงมีการนำเปลือกแก้วมังกรไปใช้ประโยชน์ทางด้านเครื่องสำอางเพราะมีสมบัติช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวหนังได้ (O-Chongpian et al., 2017)

จากแนวทางการใช้ประโยชน์ของเปลือกแก้วมังกรที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่ผ่านมายังไม่พบการนำเปลือกแก้วมังกรไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทาน อาหารประเภทขบเคี้ยว รสชาติขนมที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบันจะมีรสชาติเปรี้ยวอมหวานและเค็มตามครบสามรส อย่างบ๊วยแผ่น มีกรรมวิธีการผลิตโดยการนำเนื้อบ๊วยดองมาปั่นผสมกับส่วนผสมอื่นแล้วนำไปอบแห้ง (Jangchud et al., 2006) ซึ่งบ๊วยสดในประเทศไทยมีราคาสูงและหาซื้อได้ค่อนข้างยาก หากมีการใช้เปลือกแก้วมังกรมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย จะเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม และทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่จากเปลือกแก้วมังกร เพื่อส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้มีมูลค่าสูงขึ้น ผงบ๊วยสามารถช่วยเพิ่มรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ให้แก่ผลิตภัณฑ์ได้ดี ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการผลิต์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย โดยศึกษาปริมาณผงบ๊วยที่เหมาะสมต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย โดยใช้เปลือกแก้วมังกรเหลือทิ้งมาทำการดอง ทดแทนการใช้บ๊วยดอง และปรุงรสด้วยผงบ๊วยแล้วนำไปอบแห้ง เพื่อให้ได้เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเป็นต้นแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากเปลือกแก้วมังกร

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาปริมาณผงบ๊วยที่เหมาะสมต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย
2) เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย
3) เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

ขอบเขตการวิจัย

1) การพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ใช้เปลือกแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดง จากร้านผลไม้ที่นำแก้วมังกรมาตัดแต่งลอกเปลือกออกเอาแต่เนื้อจัดใส่ถุงเพื่อนำไปขายให้เป็นแบบพร้อมรับประทาน ในจังหวัดเพชรบูรณ์

2) ศึกษาปริมาณผงบ๊วยสำเร็จรูป (ตราอีแอล) ในการผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ที่ปริมาณร้อยละ 1, 2 และ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

3) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากเปลือกแก้วมังกร ให้เป็นอาหารพร้อมรับประทาน ในรูปแบบขนมขบเคี้ยว หรือของว่าง และเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้มีมูลค่าสูงขึ้น

การทบทวนวรรณกรรม

แก้วมังกรเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์ทั้งผลรวมถึงเปลือก เปลือกแก้วมังกรเป็นแหล่งที่มีศักยภาพของสารสีม่วงแดงและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในระดับปานกลาง เหมาะสำหรับนำไปตกแต่งอาหาร และผลิตเป็นเครื่องสำอางได้ (Lourith and Kanlayavattanakul, 2013) นอกจากนี้ Nur Izalin และคณะ(2016) ศึกษาการเพิ่มมูลค่าให้กับเปลือกแก้วมังกรที่เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมน้ำผลไม้ พบว่า เพคตินที่สกัดได้จากเปลือกแก้วมังกร มีคุณสมบัติในการทำงานได้ดี และสามารถประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตแยมได้ ในแง่ของคุณสมบัติของเพคตินจากเปลือกแก้วมังกรมีสมบัติหลายประการที่คล้ายกับเพคตินที่ได้จากแอปเปิ้ล และเพคตินที่พบในส้ม เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำของเพคตินคล้ายคลึงกับเพคตินของแอปเปิ้ล ความสามารถในการกักเก็บน้ำมันและความสามารถในความพองตัวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p> 0.05$) แนะนำให้ใช้เพคตินนี้เป็นสารเพิ่มความข้นในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มที่มีความหนืดมาก ผลไม้แผ่นจัดว่าเป็นอาหารที่มีความชื้นปานกลาง ซึ่งได้จากการลดความชื้นของผลไม้ลง ให้เหลืออยู่ในช่วง 10-40 เปอร์เซ็นต์ ด้วยการเติมน้ำตาลและวัตถุเจือปนในอาหาร เช่น กลูโคสไซรัป และเพคติน เป็นต้น แล้วทำให้แห้ง Jangchud และคณะ(2006) การพัฒนาบ๊วยแผ่นจากบ๊วยดอง พบว่า ชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ (กัวร์กัมหรือเพคติน) มีผลต่อการอบแห้งบ๊วยแผ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่มีอิทธิพลต่อความชอบ

รวม และการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ร่วมกับน้ำตาลซูโครส มีอิทธิพลต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อความชอบรวมของบ๊วยแผ่น และในการศึกษาผลของสารให้ความหวาน (กลูโคสไซรัปและซูโครส) ต่อคุณภาพของบ๊วยแผ่น พบว่า กลูโคสไซรัปและน้ำตาลซูโครสมีอิทธิพลต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อความชอบรวมของบ๊วยแผ่น การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสามารถผลิตบ๊วยแผ่นโดยอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 ชั่วโมง ใช้กัวร์กัมหรือเพคตินเป็นสารปรับปรุงเนื้อสัมผัส การผลิตแผ่นบ๊วยจากเปลือกแก้วมังกรใช้น้ำตาลซูโครสเป็นสารให้ความหวาน และใช้แซนแทนกัม (xanthan gum) เป็นส่วนผสมที่ร้อยละ 0.57 – 0.60 มีสมบัติช่วยเพิ่มความเข้มข้นและความหนืด ใช้เป็นสารก่อโฟม (foaming agent) และใช้เป็นสารเพิ่มเนื้อ (thickening agent) ในผลิตภัณฑ์ (Papagiannopoulos et all., 2016)

บ๊วยปรุงรสชนิดผง หรือ ผงบ๊วย (Plum powder) ผงบ๊วยที่มีขายตามท้องตลาดที่พบได้โดยทั่วไปจะเป็นผงบ๊วยสำเร็จรูปเป็นผงละเอียดมีสีชมพูแดง นำผงบ๊วยไปใช้ในการเพิ่มรสชาติให้แก่ผลไม้ เช่น เป็นผงจิ้มกินกับผลไม้สดหรือผลไม้ดอง คลุกมะขามโรยหน้าไอศกรีมผลไม้ ทำผลไม้แช่บ๊วย ซึ่งผงบ๊วยชนิดนี้กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน อย่างผงบ๊วยตราอีแอลที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ผลิตจากวัตถุดิบผลไม้ภายในประเทศไทย ไม่หวาน ไม่เค็มจนเกินไป ช่วยเพิ่มรสชาติของผลไม้สดทุกชนิดให้มีรสชาติอร่อยเพิ่มขึ้น สามารถผสมกับน้ำตาล พริก และเกลือ เพื่อให้ได้รสชาติตามต้องการ (Stk-th, 2019)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Masomrong and Suntornsuk (2014) ได้ศึกษาเรื่อง ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และต้านแบคทีเรียของสารสกัดเปลือกแก้วมังกร ของเบต้าไซยานินในเปลือกแก้วมังกรสายพันธุ์ Hylocercus undatus (Haw) Britton & Rose และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการต้านแบคทีเรียของสารสกัดเปลือกแก้วมังกร พบว่า สารสกัดเปลือกแก้วมังกรสามารถออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และ ABTS ในขณะที่ความสามารถในการต้านแบคทีเรียของสารสกัดดังกล่าวพบว่า ที่ความเข้มข้นสารสกัด 50.93 มิลลิกรัม ต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคที่พบในอาหารได้ ดังนั้นสารสกัดเปลือกแก้วมังกรเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านแบคทีเรียจากธรรมชาติ และอาจนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ทางยาได้ Sakkaekaew และคณะ(2020) ศึกษาผลของการทดแทนไขมันด้วยเพคตินจากเปลือกแก้วมังกรต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของน้ำสลัด พบว่า สัดส่วนของเพคตินที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าพลังงานและไขมันของน้ำสลัดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำสลัดที่มีการทดแทนเพคตินที่ร้อยละ 1.36 มากที่สุด นอกจากการสกัดเปลือกแก้วมังกรแล้วยังมีการใช้เปลือกแก้วมังกรทั้งชิ้นเป็นส่วนประกอบในอาหาร จากการศึกษาการใช้เปลือกแก้วมังกร (Hylocereusundatus) ทดแทนหนังหมูและสารไนเตรทในผลิตภัณฑ์แหนมของ Boonmee (2019) พบว่า แหนมจากเปลือกแก้วมังกรสดร้อยละ 10 มีความเหมาะสมที่สุด ในแง่การนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเครื่องสำอางมีการศึกษาพัฒนามาสก์ใต้ตาที่มีสารสกัดจากเปลือกแก้วมังกร ของ O-Chongpian และคณะ(2017) ซึ่งได้ผลดีไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองและช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ผิวหนังได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณผงบ๊วยที่เหมาะสมต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

นำเปลือกแก้วมังกรไปล้างทำความสะอาด และนำไปดองเกลือ นำไปปั่นผสมกับส่วนผสมอื่นๆ และใช้ผงบ๊วยเพื่อปรับปรุงรสชาติให้มีความใกล้เคียงกับ ผลิตภัณฑ์บ๊วยแผ่น โดยเติมผงบ๊วย ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 1, 2 และ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ดังตารางที่ 1 แล้วนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

1.1 การดองเปลือกแก้วมังกร

ใช้เปลือกแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวเปลือกแดงมาตัดส่วนที่เป็นใบเลี้ยงออก แล้วนำไปแช่น้ำที่ผสมโซเดียมไบคาร์บอเนต (Baking Soda) 10 กรัม ต่อ น้ำ 10 ลิตร แช่เปลือกแก้วมังกรทิ้งไว้ 15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด สามารถลดสารพิษได้ร้อยละ 90 - 95 (Diawkee, 2018) จากนั้นนำไปหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ เตรียมน้ำเกลือเข้มข้น ร้อยละ 10 น้ำหนักเปลือกแก้วมังกร ต่อ น้ำเกลือ ที่ 1 ต่อ 1 ระยะเวลาในการดอง 72 ชั่วโมง นำเปลือกแก้วมังกรดองไปล้างน้ำแบบไหลผ่าน 1 นาที พักให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้ายี่ห้อ Electrolux รุ่น EBR7804S ให้ละเอียด บรรจุในถุงไนลอนซีลสุญญากาศ (ถุงละ 800 กรัม) เก็บรักษาไว้ในตู้เย็น (อุณหภูมิ 1-4 องศาเซลเซียส) สำหรับเตรียมพร้อมใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

1.2 การผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

นำเปลือกแก้วมังกรดองที่เตรียมได้จากข้อ 1.1 มาผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย โดยใช้เปลือกแก้วมังกรดองทดแทนบ๊วยดองทั้งหมดในสูตร ศึกษาการเติมผงบ๊วย (ตราอีแอล) ได้ 4 สูตร คือ

สูตรที่ 1 ใช้ผงบ๊วย ร้อยละ 0 ใช้สัญลักษณ์ DP0 (สูตรควบคุม)

สูตรที่ 2 ใช้ผงบ๊วย ร้อยละ 1 ใช้สัญลักษณ์ DP1

สูตรที่ 3 ใช้ผงบ๊วย ร้อยละ 2 ใช้สัญลักษณ์ DP2

สูตรที่ 4 ใช้ผงบ๊วย ร้อยละ 3 ใช้สัญลักษณ์ DP3

ทำโดยชั่งส่วนผสมตามสูตร ในตารางที่ 1 นำส่วนผสมทั้งหมดลงในโถปั่น และปั่นให้ส่วนผสมเข้ากันดี นำไปเทลงในกระทะเทปล่อน ใช้ไฟอ่อนกวนที่อุณหภูมิประมาณ 90-100 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการกวน 15 นาที จนได้เนื้อที่ข้นหนืด จึงยกลง เทใส่ถาดที่รองด้วยกระดาษไข เกลี่ยให้เรียบ ให้ได้ความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร นำมาทำให้แห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ลอกออกจากกระดาษไข นำมาตัดเป็นชิ้น จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางกายภาพและเคมีต่อไป

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนผสมของสูตรเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

ส่วนผสม	ปริมาณ กรัม (คิดเป็นร้อยละ)			
	DP0	DP1	DP2	DP3
เปลือกแก้วมังกรดอง	200 (30.12)	200 (29.82)	200 (29.53)	200 (29.22)
น้ำ	350 (52.71)	350 (52.19)	350 (51.67)	350 (51.15)
น้ำตาลทราย	100 (15.06)	100 (14.91)	100 (14.75)	100 (14.60)
แซนแทนกัม	4 (0.60)	4 (0.59)	4 (0.58)	4 (0.57)
กรดซิตริก	10 (1.51)	10 (1.49)	10 (1.47)	10 (1.46)
ผงบ๊วย	0 (0.00)	6.64 (1.00)	13.28 (2.00)	19.92 (3.00)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Jangchud และคณะ(2006)

1.2.1 วิเคราะห์ทางกายภาพของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

เมื่อได้ตัวอย่างเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยทั้ง 4 สูตรจากข้อ 1.2 นำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมีดังนี้

1.2.1.1 ค่าสีตามระบบ CIE L* a* b* โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Color Flex, Hunter Lab, USA) วิเคราะห์ค่า 5 ซ้ำแล้วบันทึกค่า L* a* และ b* โดยค่าความสว่าง (L*) มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a*) เมื่อค่า a* มีค่าบวกบ่งบอกถึงความเป็นสีแดง หากค่า a*ค่าลบบ่งบอกถึงความเป็นสีเขียว และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) เมื่อค่า b* มีค่าบวกบ่งบอกถึงความเป็นสีเหลือง หากค่า b* ค่าลบบ่งบอกถึงความเป็นสีเขียว

1.2.1.2 วัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ตามวิธีของ Dangkrajang และคณะ (2009) รายงานค่าแรงตัด (Toughness) สูงสุด ในหน่วยนิวตัน (N) ที่ใช้ในตัดตัวอย่างขนาด 2.5 × 2.5 เซนติเมตร ด้วยหัววัดแบบใบมีดตัด (knife and blade) เป็นระยะทาง 20 มิลลิเมตร ที่อัตราเร็ว 2 มิลลิเมตร/วินาที และรายงานค่าความเหนียว (Stickiness) ในหน่วยกรัม (g) ซึ่งเป็นค่าแรงติดลบสูงสุดที่ใช้ในการถอนหัววัดทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (Cylinder probe; P/6) ขึ้นจากผิวหน้าตัวอย่างเป็นระยะทาง 20 มิลลิเมตร ที่อัตราเร็ว 2 มิลลิเมตร/วินาที ทำการวิเคราะห์ 5 ซ้ำ บันทึกผล

1.2.1.3 ค่า pH ทำการหั่นเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยให้มีขนาดเล็ก ชั่งปริมาณ 3 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร และตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทำการโฮโมจีไนซ์ด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ความเร็วรอบ 7,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที เทตัวอย่างลงในขวดสำหรับเซนตริฟิวส์ที่มีตัวอย่าง เขย่าเป็นเวลา 2 นาที และนำส่วนใสของตัวอย่างที่ได้หลังการเซนตริฟิวส์มาวัดค่าด้วยเครื่อง pH meter ทำการวิเคราะห์ 5 ซ้ำ อ่านค่า และบันทึกผล

1.2.1.4 ค่า Water Activity (Aw) ทำการสับเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยให้มีขนาดเล็ก จากนั้นบรรจุลงในตลับพลาสติกไม่ให้เกินระดับที่ตลับกำหนด นำตลับตัวอย่างใส่ใน chamber ของเครื่องวัด

ค่า Water Activity (Aw) ตั้งทิ้งไว้จนสภาพภายใน chamber สมดุลที่อุณหภูมิที่กำหนดไว้แล้วอ่านค่า และบันทึกผล

1.3 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางสถิติ (Analysis of Variance: ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

นำผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ทั้ง 4 สูตร มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการ ดังต่อไปนี้ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณใยอาหารทั้งหมด โดยทำตามวิธีการของ A.O.A.C., (2000) ใช้ตู้อบลมร้อน (Binder รุ่น FD-115), เตาเผาไฟฟ้า (LENTON รุ่น EF 11/8), เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง (Sartorius รุ่น BSA2245-CW), เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน - เครื่องย่อย (GERHARDT รุ่น Kjeldatherm KB) - เครื่องดับจับไอกรด (GERHARDT รุ่น Turbosog) - เครื่องกลั่น (Gerhardt รุ่น Vapodest 20), เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Buchi รุ่น E-816 Soxhlet), เครื่องวิเคราะห์เส้นใยหยาบ (Gerhardt รุ่น FT12) และโถดูดความชื้น และคำนวณหาพลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี/100 กรัม)

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ทำการประเมินคุณลักษณะของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวนทั้งหมด 40 คน (นักศึกษาสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาปริมาณผงบ๊วยที่เหมาะสมต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

การผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ที่เติมผงบ๊วยในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 1, 2 และ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด โดยวิเคราะห์ค่าทางกายภาพและเคมีของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยได้ผลการทดลองดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

ตารางที่ 2 ผลของลักษณะทางกายภาพและเคมีของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี	เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยที่เติมผงบ๊วยที่ระดับต่าง ๆ			
	DP0	DP1	DP2	DP3
ค่าสี				
L*	$52.44^{a} \pm 0.74$	$36.43^{b} \pm 0.03$	$34.02^{c} \pm 0.13$	$28.85^{d} \pm 0.23$
a*	$9.89^{c} \pm 0.10$	$21.98^{a} \pm 0.13$	$22.33^{a} \pm 0.22$	$17.83^{b} \pm 0.27$
b*	$26.60^{a} \pm 0.26$	$19.09^{b} \pm 0.25$	$14.31^{c} \pm 0.65$	$8.45^{d} \pm 0.40$
ค่า pH	$2.67^{c} \pm 0.01$	$2.76^{b} \pm 0.01$	$2.76^{b} \pm 0.01$	$2.80^{a} \pm 0.01$
ค่า Aw	$0.51^{c} \pm 0.00$	$0.55^{b} \pm 0.00$	$0.55^{b} \pm 0.00$	$0.57^{a} \pm 0.00$
ค่าแรงตัด(N)	$0.0714^{a} \pm 0.00$	$0.0674^{a} \pm 0.01$	$0.0193^{b} \pm 0.00$	$0.0126^{b} \pm 0.00$
ค่าความเหนียว(g)	$0.2866^{b} \pm 0.02$	$0.4209^{a} \pm 0.05$	$0.4200^{a} \pm 0.04$	$0.3187^{b} \pm 0.04$

หมายเหตุ อักษร $^{a, b,..}$ ในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยที่เติมผงบ๊วยในปริมาณที่แตกต่างกันทั้ง 4 ระดับ ได้แก่ DP0 DP1 DP2 และ DP3 ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย DP0 มีค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด และเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย DP3 มีค่า L* ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นสีแดง (a*) พบว่า เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย DP2 มีค่า a* สูงที่สุด และเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย DP0 มีค่า a* ต่ำที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นสีเหลือง (b*) พบว่า เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย DP0 มีค่า b* สูงที่สุด และเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย DP3 มีค่า b* ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าสีของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ทั้ง 4 สูตร จะเห็นได้ว่า สูตร DP0 (สูตรควบคุม) ที่ไม่เติมผงบ๊วย (ผงบ๊วยที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีสีชมพูแดง) จึงมีค่า L* ความสว่าง สูงที่สุด ค่า a* สีแดงต่ำที่สุด และค่า b* สีเหลืองสูงที่สุด เนื่องจากเปลือกแก้วมังกรโดยธรรมชาติที่มีเบต้าเลนให้สีชมพูแดง แต่เมื่อได้รับความร้อนจากการกวนนาน 15 นาที มีอุณหภูมิประมาณ 90-100 องศาเซลเซียส ส่งผลให้สีชมพูแดงลดลงจางหายไปเปลี่ยนเป็นสีเหลืองออกน้ำตาล ปริมาณผงบ๊วยที่เติมในสูตรมากขึ้นจึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นปรุงรสบ๊วยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยจากการเติมผงบ๊วยที่ระดับต่าง ๆ มีค่า pH ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งค่า pH ของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย DP3 มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากผงบ๊วยมีส่วนประกอบของผงแป้งสีชมพูแดงร่วมด้วย จึงเป็นส่วนเพิ่มค่าความเป็นด่างให้แก่ผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้นตามปริมาณผงบ๊วยที่เติมลงไปเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย DP3 เติมผงบ๊วยในปริมาณมากกว่าทุกสูตร จึงมีค่าความเป็นกรดต่ำกว่าทุกสูตร มีค่า pH อยู่ที่ 2.80

เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่า Water Activity (Aw) พบว่าทุกสูตรมีค่า Water Activity (Aw) ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เพิ่มขึ้นตามปริมาณผงบ๊วยที่เติมลงไปในแต่ละสูตร มีค่า Water

Activity (Aw) อยู่ที่ 0.51-0.57 สูตร DP3 มีค่า Water Activity (Aw) สูงที่สุด แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ของการจำแนกชนิดอาหารแห้ง (dried food) หมายถึงอาหารที่มีค่า water activity น้อยกว่า 0.6 จุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญได้ ค่า Water Activity (Aw) จากผลการทดลองได้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้แห้ง (มผช. 136/2558) ที่มีการกำหนดให้ค่าWater Activity (Aw) ต้องไม่เกิน 0.6 (Office of Industrial Product Standards., 2015)

ค่าแรงตัด (Toughness) ที่วัดได้ ไม่แตกต่างกันในสูตร DP0 กับ DP1 และไม่แตกต่างกันในสูตร DP2 กับ DP3 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของสูตร DP0, DP1 กับสูตร DP2, DP3 สูตรที่มีปริมาณผงบ๊วยมากขึ้นมีค่าแรงตัดลดลง สูตร DP0 มีค่าแรงตัดมากที่สุด คือ 0.0714 นิวตัน สูตร DP3 มีค่าแรงตัดน้อยที่สุด คือ 0.0126 นิวตัน

จากการวัดค่าความเหนียว (Stickiness) ของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยที่เติมผงบ๊วยในระดับต่าง ๆ นั้นไม่แตกต่างกันในสูตร DP0 กับ DP3 และไม่แตกต่างกันในสูตร DP1 กับ DP2 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ของสูตร DP0, DP3 กับสูตร DP1, DP2 โดยค่าความเหนียวนี้เป็นผลจากเพคติน (pectin) ที่มีในเปลือกแก้วมังกร เพคตินเป็นโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ใช้ในอาหารจำนวนมากเป็นสารก่อเจลและเป็นสารเพิ่มความข้นมีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ (Dayang et all., 2017) จากการเติมผงบ๊วยที่มีส่วนประกอบเป็นน้ำตาลอยู่ด้วยนั้น และในส่วนผสมของสูตรการผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยนี้มีปริมาณน้ำตาลอยู่ที่ร้อยละ 14.06 -15.06 ด้วยคุณสมบัติของน้ำตาลจึงเป็นส่วนช่วยเพิ่มความเหนียวให้กับสูตรที่มีการเติมผงบ๊วย แต่สูตรที่เติมผงบ๊วยมากที่สุด ที่ร้อยละ 3 กลับมีค่าความเหนียวลดลงมาน้อยกว่าสูตรที่เติมผงบ๊วย ร้อยละ 1 และ 2 ตามลำดับ เนื่องจากในผงบ๊วยนั้นมีเนื้อบ๊วยดองเป็นส่วนประกอบ สูตรที่เติมผงบ๊วยในปริมาณมากขึ้นจึงเกิดความหนาแน่นจากเนื้อบ๊วยดองในผลิตภัณฑ์มากขึ้นตามไปด้วยส่งผลให้ได้ค่าความเหนียวลดลง

2. ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ที่เติมผงบ๊วยในปริมาณที่แตกต่างกันทั้ง 4 ระดับ มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ใยอาหารทั้งหมด คาร์โบไฮเดรต และพลังงานที่ได้รับทั้งหมด ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 กรัมของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

คุณค่าทางโภชนาการ	**เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยที่เติมผงบ๊วยที่ระดับต่าง ๆ**			
	DP0	**DP1**	**DP2**	**DP3**
ความชื้น (g)	28.24^{bc}	28.43^{b}	27.99^{c}	29.22^{a}
เถ้า (g)	9.96^{c}	10.99^{b}	11.71^{a}	11.76^{a}
โปรตีน (g)	3.72^{a}	2.02^{d}	2.49^{c}	3.07^{b}
ไขมัน (g)	0.05^{b}	0.01^{c}	0.03^{bc}	0.14^{a}

คุณค่าทางโภชนาการ	เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยที่เติมผงบ๊วยที่ระดับต่าง ๆ			
	DP0	DP1	DP2	DP3
ใยอาหาร (g)	3.02[b]	3.57[a]	3.71[a]	3.79[a]
คาร์โบไฮเดรต (g)	83.23[a]	83.38[a]	82.04[b]	81.22[c]
พลังงาน (Kcal)	348.25[a]	341.69[b]	338.39[d]	338.42[c]

หมายเหตุ อักษร [a, b,..] ในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 3 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ที่เติมผงบ๊วยในปริมาณที่แตกต่างกันทั้ง 4 ระดับ พบว่า ทั้ง 4 สูตร มีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย (สูตรควบคุม) กับเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยเติมผงบ๊วยร้อยละ 3 สามารถช่วยลดพลังงานได้ถึง 9.83 กิโลเคลอรี และมีใยอาหารเพิ่มขึ้น 0.77 กรัม

3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยที่เติมผงบ๊วยในปริมาณที่แตกต่างกันทั้ง 4 ระดับ ได้แก่ DP0 DP1 DP2 และDP3 (ดังตารางที่ 4) พบว่า ทั้ง 4 สูตร มีคะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีระดับคะแนนความชอบของทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.21 ถึง 8.04 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับตั้งแต่ไม่ชอบเล็กน้อย ถึงชอบมาก เมื่อพิจารณาเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ทั้ง 4 สูตร พบว่าเมื่อเติมผงบ๊วยในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลทำให้การยอมรับเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ระดับต่าง ๆ เพิ่มขึ้นในทุกคุณลักษณะ ยกเว้นค่าเนื้อสัมผัสที่มีค่าคะแนนลดลง เนื่องจากการเพิ่มปริมาณของผงบ๊วยส่งผลทางประสาทสัมผัส ด้านสีมีสีเข้มขึ้นจากสีชมพูแดงของผงบ๊วย ด้านกลิ่นมีกลิ่นบ๊วยชัดเจนขึ้น สามารถกลบกลิ่นเปลือกแก้วมังกรได้ ด้านรสชาติมีรสเปรี้ยวนำ เนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้มีกรดซิตริกเป็นส่วนประกอบที่ร้อยละ 1.46 - 1.51 มีค่า pH อยู่ที่ 2.67-2.80 จึงมีความเป็นกรดมากการรับรสของลิ้นจึงรับรสเปรี้ยวได้ก่อน มีรสเค็ม รสหวาน และรสชาติของบ๊วยตามมา รสชาติทั้งหมดจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณผงบ๊วยที่เติมในสูตร ด้านความชอบโดยรวม เพิ่มขึ้นตามปริมาณของผงบ๊วยที่เติมในสูตร ส่วนด้านเนื้อสัมผัส พบว่า มีค่าลดลงเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการวิเคราะห์ทางกายภาพจากการวัดค่าความเหนียว (Stickiness) สูตรที่เติมผงบ๊วยมากที่สุด DP3 มีค่าความเหนียวลดลงมาน้อยกว่าสูตรDP1 และ DP2 ตามลำดับ จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ที่มีปริมาณผงบ๊วย ร้อยละ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดสูตร DP3 มีค่าคะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะมากที่สุดยกเว้นค่าเนื้อสัมผัสที่รองลงมาจากสูตร DP1 คะแนนความชอบอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 7.50 ถึง 8.04 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับตั้งแต่ชอบปานกลาง ถึงชอบมาก สูตรDP3 จึงเป็นสูตรที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

คุณลักษณะ	เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยที่เติมผงบ๊วยที่ระดับต่าง ๆ			
	DP0	DP1	DP2	DP3
สี	$4.21^{d} \pm 1.12$	$5.38^{c} \pm 0.93$	$6.04^{b} \pm 1.31$	$7.63^{a} \pm 0.88$
กลิ่น	$6.03^{d} \pm 1.15$	$6.57^{c} \pm 1.07$	$7.07^{b} \pm 0.71$	$8.04^{a} \pm 0.65$
รสชาติ	$5.09^{d} \pm 0.26$	$6.45^{c} \pm 0.79$	$7.27^{b} \pm 0.64$	$7.96^{a} \pm 0.71$
เนื้อสัมผัส	$7.21^{c} \pm 0.77$	$7.75^{a} \pm 0.77$	$7.35^{bc} \pm 0.65$	$7.50^{b} \pm 0.64$
ความชอบโดยรวม	$6.61^{d} \pm 1.03$	$7.00^{c} \pm 0.69$	$7.28^{b} \pm 0.50$	$7.82^{a} \pm 0.66$

หมายเหตุ อักษร $^{a, b,..}$ ในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการศึกษาปริมาณผงบ๊วยที่เหมาะสมต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย ผลของสมบัติทางกายภาพและเคมี การยอมรับทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย สูตร DP3 มีค่า L* ความสว่างน้อยที่สุด ส่วนค่า pH และค่า Water Activity (Aw) ซึ่งเป็นปัจจัยภายในอาหารที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ สูตร DP3 มีค่า pH 2.80 จัดว่าเป็นอาหารที่เป็นกรดจัด (High acid food) มีความเป็นกรด – ด่าง ต่ำกว่า 3.7 ทางด้านค่า Water Activity (Aw) อยู่ที่ 0.57 มีค่าน้อยกว่า 0.6 ในส่วนคะแนนความชอบของผู้ทดสอบให้การยอมรับในทุกคุณลักษณะ ค่าคะแนนสูงกว่าทุกสูตรยกเว้นด้านเนื้อสัมผัสที่รองจากสูตร DP1 แต่สูตรที่มีการเติมผงบ๊วยทั้ง 3 สูตร มีค่าคะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะที่มีคะแนนดีกว่าสูตรควบคุม DP0 อยู่ในช่วงค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.38 ถึง 8.04 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับตั้งแต่รู้สึกเฉยๆ ถึงชอบมาก ดังนั้นการเติมผงบ๊วยในการผลิตเปลือกแก้วมังกรสบ๊วย ที่ร้อยละ 3 (สูตร DP3) จึงให้ผลดีที่สุด ผลทางด้านคุณค่าทางโภชนาการของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย สูตร DP3 มีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 29.22, 11.76, 3.07, 0.14, 3.79 และ81.22 กรัมต่อ 100 กรัม พลังงานทั้งหมดเท่ากับ 338.42 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม

สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย โดยศึกษาการใช้ผงบ๊วยปริมาณที่เหมาะสมของผงบ๊วย พบว่า ปริมาณของผงบ๊วยที่เติมในการผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยที่มีการยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 3 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (สูตร DP3) การใช้ผงบ๊วยในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลต่อการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ที่มีค่าคะแนนสูงขึ้น แต่ด้านเนื้อสัมผัสมีค่าคะแนนลดลง ในด้านสมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่า ปริมาณผงบ๊วยส่งผลทำให้ค่าสีแดง ค่า pH และค่า Water Activity (Aw) เพิ่มขึ้น แต่ค่าแรงตัด (Toughness) และ ค่าความเหนียว (Stickiness) มีค่าลดลง เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยที่มีการเพิ่มปริมาณผงบ๊วยมากขึ้น ส่งผลทำให้คาร์โบไฮเดรต และพลังงานทั้งหมดลดลงอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบสูตร DP0 (สูตรควบคุม) กับ สูตร DP3 การเพิ่มปริมาณผงบ๊วยสามารถช่วยลดพลังงานได้ถึง 9.83 กิโลเคลอรี และมีใยอาหารเพิ่มขึ้น 0.77 กรัม ทางด้านคุณค่าทางโภชนาการ สูตร DP3 มีปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 29.22, 11.76, 3.07, 0.14, 3.79 และ81.22 กรัมต่อ 100 กรัม พลังงานทั้งหมดเท่ากับ 338.42 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม

ข้อเสนอแนะ

การผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วยสามารถเป็นต้นแบบการนำไปสู่การผลิตและจัดจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้ ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของชนิดของสารเสริมที่ส่งผลดีต่อเนื้อสัมผัสของเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบ๊วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้

References

AOAC. (2000). *Official Method of Analysis*, Association of Official Analytical Chemists, Virginia.

Boonmee, K. (2019). *Used of Dragon Fruit (Hylocereusundatus) Shell Substitute Pork Skin and Nitrate in Nham. National Academic Conference Rangsit University Year 2019*. (Online). Available from: https://rsucon.rsu.ac.th/files/proceedings/nation2019/NA19-033.pdf. 20 December 2020. (in Thai)

Dangkrajang, S., Sirichote, A. and Suwansichon, T. (2009). Development of roselle leather from roselle (Hibiscus sabdariffa L.) by-product. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. 2(04): 788-795.

Dayang Norulfairuz Abang Zaidel, Jamaeyah Md Rashida, Nurul Hazirah Hamidona, Liza Md. Salleha, and Angzzas Sari Mohd Kassim. (2017). Extraction and Characterisation of Pectin from Dragon Fruit (Hylocereus Polyrhizus) Peels. *Chemical Engineering Transactions*. Vol. 56: 805-810.

Department of Agricultural Extension. (2017). *Agricultural Production Information System : Dragon Fruit.* (Online). Available from: http://www.agriinfo.doae.go.th/year60/plant/rortor/fruit1/dragonfruit.pdf. 20 January 2018. (in Thai)

Diawkee, T. (2018). *Washing vegetables.* (Online). Available from: https://www.thaihealth.or.th/Content/43286%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A5%E0%B9%89%E0

%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%9C%E0%B8%B1%E0%B8%81%20.html . 20 January 2018. (in Thai)

Jangchud, A., Tungsawas, P., Taratornkul, A., Luangwilai, S. and Jangchud, K. (2006). *Development of apricot leather from salted apricot.* Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference : Agro-Industry, Economics and Business Administration. pp. 514-524. (in Thai)

Lourith, N. and Kanlayavattanakul, M. (2013). Antioxidant and stability of dragon fruit peel colour. *Agro FOOD Industry Hi Tech*. 24(3): 56-58.

Masomrong, K. and Suntornsuk, W. (2014). Antioxidant and Antibacterial Activities of Natural Extract from Dragon Fruit Peel. *Agri Sci. J.* 45(2) (Suppl.): 269-272 (in Thai)

Nur Izalin, M. Z., Kharidah, M., Jamilah, B., Noranizan, M. A. (2016). Functional properties of pectin from dragon fruit (Hylocereus polyrhizus) peel and its sensory attributes. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.* 44(1): 95 – 101.

O-Chongpian, P., Pimpa, P. and antrawut, P. (2017). Development of Eyes Mask Containing Dragon Fruit Peel Extract. *Journal of Agriculture*. 33(3): 415 – 425. (in Thai)

Office of Industrial Product Standards. (2015). *THAI COMMUNITY PRODUCT STANDARD (136/2015) DRIED FRUITS AND VEGETABLES*. (Online). Available from: http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0136_58 (ผลไม้แห้ง).pdf. 22 November 2020. (in Thai)

Papagiannopoulos, A., Sotiropoulos, K., and Radulescu, A. (2016). Scattering investigation of multiscale organization in aqueous solutions of native xanthan. *Carbohydrate polymers.* 153, 196-202.

Sakkaekaew, K., Pasukamonset, P. and Siriwong, N. (2020). Effects of Fat Replacement by Pectin from Dragon Fruit Peels on Physicochemical Properties of Salad Dressing. *Dusit Thani College Journal*. 14(3): 328-342. (in Thai)

Stk-th. (2019). *Is Eating Fruit Difficult for You?*. (Online). Available from: http://www.stk-th.com. 24 January 2019. (in Thai)



Chanirat Phungbunhan, Master of Science (Home Economics) Kasetsart University. (2010), Lecturer, Department of Home Economics, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, Thailand.



Karun Phungbunhan, Master of Science (Agronomy) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (2007), Lecturer, Department of Agricultural management, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, Thailand.



Thanet Ruangdech, Master of Science (Home Economics) Kasetsart University. (2019), Lecturer, Department of Home Economics, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, Thailand.