



การพัฒนาสูตรกล้วยกวนปรุงรสโดยผสมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรส

Development of Formulation for Seasoning Banana Puree by Mixing with Tropical Fruits Paste Mixed with Banana Peel Powder and Passion Fruit Puree

อินทิรา ลิจันทรพร* นันทชนก นันทะไชย ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์ และ ภุรินทร์ อัครกุลธร

Intira Lichanporn*, Nanchanok Nanthachai, Palida Tanganurat and Purin Akkarakultron

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*Corresponding author e-mail: intira_l@rmutt.ac.th

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: February 22, 2023

Revised: April 12, 2023

Accepted: April 17, 2023

Available online: April 28, 2023

DOI: 10.14456/jarst.2023.9

Keywords: Banana peel, banana paste, passion fruit, antioxidant

This study aimed to develop a formulation for tropical fruit paste mixed with banana peel and passion fruit puree. Banana peel powder is fine-grained brown, and L^* , a^* and b^* were 38.38, -0.21, and 2.74%. Total soluble solids, pH, and titratable acidity were 3.16%, 6.50, and 10.73%, respectively. The total phenolic and antioxidant content of banana peel powder were 76.86 μg GAE/gDW and 45.47 μg Trolox/gDW, respectively. The effects of banana peel powder mixed with passion fruit puree on physical, chemical, and sensory qualities in banana paste were determined by using banana peel to passion fruit puree ratios of 0:0(control; BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4), and 75:75(B5) g. The results showed that banana products used banana peel to passion fruit puree ratios of 50:100(B3), with the highest overall taste, color, and preference, equal to 8.52, 8.28, and 8.49 scores, respectively. The color (L^* , a^* , and b^*) of banana products using banana peel to passion fruit puree ratios of 50:100 was 40.92, -1.01, and 2.09, respectively. It has a pH, titratable acidity, and total soluble solids of 5.22, 1.87%, and 23.27%. The phenolic content and antioxidant compounds were 7.70 μg GAE/gDW and 43.42 μg Trolox/gDW. The post-seasoning banana paste product contains phenolic compounds and antioxidants with 10.54 μg GAE/gDW and 43.04 μg Trolox/gDW. While paste banana products use banana peel to passion fruit puree

ratios of 0:0(BC) and 0:100(B4), they have the lowest overall color, taste, texture, and acceptability scores. Therefore, adding banana peel powder and passion fruit puree to banana paste products can help increase antioxidants.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรกล้วย กวนผสมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรส โดยเลือกกล้วยผงมีสีน้ำตาลเนื้อละเอียด มีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 38.38 -0.21 และ 2.74 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดร้อยละ 3.16 ความเป็นกรดต่าง 6.50 ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 10.73 ส่วนฟีนอลิกทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 76.86 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง และ 45.47 ไมโครกรัมสมมูลของโพลีฟีนอล/กรัมน้ำหนักแห้ง การศึกษาปริมาณผงเปลือกกล้วยผสมน้ำเสาวรสต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์กล้วยกวน โดยใช้ผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(ชุดควบคุม;BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4) และ 75:75(B5) กรัม พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยกวนใช้อัตราส่วนเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 50:100(B3) มีรสชาติ สี และความชอบโดยรวมมากที่สุด เท่ากับ 8.52 8.28 และ 8.49 คะแนน ตามลำดับ มีค่า L^* a^* b^* เท่ากับ 40.92 -1.01 และ 2.09 ตามลำดับ มีค่ากรดต่างเท่ากับ 5.22 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำร้อยละ 1.87 และ 23.27 ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนก่อนปรุงรสมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 7.70 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง และ 43.42 ไมโครกรัมสมมูลของโพลีฟีนอล/กรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนผลิตภัณฑ์กล้วยกวนหลังปรุงรสมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 10.54 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง และ 43.04 ไมโครกรัมสมมูลของโพลีฟีนอล/กรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนใช้อัตราส่วนเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(BC) และ 0:100(B4) มีคะแนนด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่ำที่สุดเนื่องจากไม่มีส่วนผสมของผงเปลือกกล้วยจึงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าชุดการทดลองอื่น

ดังนั้นการเติมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสลงในผลิตภัณฑ์กล้วยกวนจึงช่วยเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระได้

คำสำคัญ: เปลือกกล้วย กล้วยกวน เสาวรส สารต้านอนุมูลอิสระ

บทนำ

ผลไม้กวนในปัจจุบันถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนแบ่งในตลาดค่อนข้างสูง และยังเป็นที่ยอดนิยมของทุกวัย ซึ่งในหลายบริษัทได้มีการแข่งขันกันเพื่อลดปริมาณน้ำตาลในผลไม้กวนและสร้างผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพมากขึ้น กล้วยกวน (Banana Paste) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากกล้วยที่สุกงอม และเลือกมีสีตามาใช้ในการแปรรูปโดยกวนกับน้ำตาลหรืออาจมีกะทิเป็นส่วนผสม กวนจนมีลักษณะตามที่ต้องการ [1] ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนที่ดีควรใช้วัตถุดิบที่อยู่ในสภาพดี ไม่เน่าเสีย ผลิตภัณฑ์จะต้องมีลักษณะเนื้อสัมผัสตามชนิดของผลไม้ มีสีสม่ำเสมอ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ และจะต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอม [2] จากงานวิจัยของ Wiesoppa และ Kwanmuang [3] ได้พัฒนากล้วยกวน โดยปรับอัตราส่วนการใช้สับประรด สตรอว์เบอร์รี โปรตีนถั่วเหลือง สก๊ต และรีบาร์ไอโซต์ พบว่าสูตรกล้วยกวนที่ผู้บริโภคยอมรับประกอบด้วยกล้วย น้ำว่า สับประรดสตรอว์เบอร์รี น้ำกระเจียวแดงเข้มข้น น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลมะพร้าว น้ำกะทิ กลูโคสไซรัป โปรตีนถั่วเหลืองสก๊ตรีบาร์ไอโซต์ และเกลือ ในปริมาณร้อยละ 48 15.67 9.40 6.27 2.35 0.78 18.81 1.57 1.07 0.012 และ 0.19 มีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธีทดสอบแบบ 9 ระดับ เท่ากับ 6.22 ± 1.67 ค่า สี L^* a^* และ b^* ความแข็ง (N) ค่าความเป็นกรดต่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) เท่ากับ 29.72, 5.97, 5.92, 4.56, 4.38 และ 53.33 ตามลำดับ คุณค่าทางโภชนาการของกล้วยกวน 100 กรัม ให้พลังงาน 316 กิโลแคลอรี มีคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันร้อยละ 58.2, 4.57 และ 7.17 โดยมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ไม่น้อยกว่า 90 วัน ในปัจจุบันการ

ใช้ประโยชน์จากเปลือกกล้วยซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่มีต้นทุนต่ำยังมีการศึกษากันน้อย

เปลือกกล้วยเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากการนำเนื้อมีกล้วยไปแปรรูป อีกทั้งยังมีคุณค่าทางอาหารสูงเปลือกกล้วย (Banana Peel) ซึ่งอุดมไปด้วยสารอาหาร เช่น แร่ธาตุ น้ำตาล เส้นใยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระ [4] ดังนั้นการสูญเสียวัสดุทิ้งที่เหลือทิ้งนี้จึงเป็นการสูญเสียคุณค่าทางสารอาหารไปโดยเปล่าประโยชน์ โดยได้มีการนำต้นกล้วยซึ่งเป็นสารชีวโมเลกุลมาเพิ่มมูลค่า เช่น เส้นใยเซลลูโลส เป็นวัตถุดิบสำหรับกระดาษ [5] ปุ๋ยอินทรีย์ [6] ไบโอดีท [7] และกรดแลคติก [8] เป็นต้น เปลือกกล้วยเป็นแหล่งฟีนอลิกที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ เปลือกคิดเป็นร้อยละ 40 ของน้ำหนักทั้งหมด [9] และเปลือกเหล่านี้ปัจจุบันใช้เป็นปุ๋ยหรือกำจัดทิ้งในหลาย ๆ ประเทศ [10] จากข้อมูลของสถาบันมาตรฐานมะเร็งแห่งชาติ [11] พบว่าสารสกัดจากเปลือกกล้วยจัดว่าไม่เป็นพิษต่อเซลล์ปกติของมนุษย์ ดังนั้นสามารถใช้เป็นแหล่งสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติได้อย่างปลอดภัย นอกจากนี้เส้นใยอาหารและสารเพคตินของเปลือกกล้วยสูงกว่าเปลือกผลไม้อื่น ๆ เปลือกกล้วยมีเส้นใยอาหารสูง (ร้อยละ 50 ของเปลือกกล้วย) ทำให้มีแนวโน้มที่จะนำไปใช้งานที่หลากหลายในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพแม้ว่าเปลือกกล้วยจะมีฟีนอลิก และเส้นใยอาหารปริมาณมาก แต่สามารถบริโภคได้เพียงน้อยมาก เนื่องจากเมื่อผสมในส่วนประกอบอาหารส่งผลต่อรสชาติและเนื้อสัมผัส อย่างไรก็ตามเปลือกกล้วยยังอุดมไปด้วยเพคติน (ร้อยละ 9-22) [12] ดังนั้นจึงอาจเป็นไปได้ที่จะผลิตผลไม้กวนผสมเปลือกกล้วยปรุงรสซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่บริโภคได้ในทุกกลุ่มอายุ

เสาวรสร อุดมด้วยวิตามินซี คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ โยอาหาร และน้ำตาล กรดอะมิโนอิสระจำพวก ลูซีน วาลีน โปรตีน อาร์จินีน และกรดแอสปาดิก นอกจากนี้ยังมีไขมัน แร่ธาตุ แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม และสังกะสี [13] จากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำเสาวรสน้ำอ้อยที่มีต่อการผลิตเสาวรสมผสมน้ำอ้อยพบว่าน้ำเสาวรสมีวิตามินเอและซี สูงสุดเท่ากับ 35.94 ไมโครกรัม/100 กรัมและ 4.44 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ การผสมน้ำเสาวรสน้ำอ้อยในอัตราส่วนเท่ากับ 20:80 ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดซึ่งการใช้น้ำเสาวรสน้ำอ้อยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพ [14] ปริมาณฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระใน

น้ำผลไม้มีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น แหล่งที่มาของวัตถุดิบ กระบวนการล้าง การให้ความร้อน การคั้นน้ำ การบรรจุภัณฑ์และการเก็บรักษาที่ส่งผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำผลไม้ [15] Chayrat และ Sathongin [16] ได้ศึกษาผลไม้กวนที่มีปริมาณฟีนอลิกส้มโอร้อยละ 2.50 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำทั้งหมด และมีปริมาณฟีนอลิกมากที่สุด คือ 13.0 °Brix และ 13.70 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ค่าสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในช่วงร้อยละ 15.62 – 26.62 ผลไม้กวนที่มีเปลือกส้มโอปริมาณร้อยละ 0.50 มีแนวโน้มได้รับการยอมรับทางด้านการประสาทสัมผัสมากที่สุด Phayung และคณะ [17] ได้นำน้ำใบย่านางมาสกัดที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสพบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระหลังจากผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น และเมื่อนำน้ำใบย่านางมาผสมกับผลไม้กวนมีการเก็บได้ไม่เกิน 4 สัปดาห์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส

ปัจจุบันพบว่าเปลือกกล้วยใช้ผลิตแป้งเค้ก [18] และโดนัท [19] มาผสมในกล้วยกวน ดังนั้นการผลิตกล้วยกวนจากเปลือกกล้วยผสมน้ำเสาวรสน้ำอ้อยมาปรุงรสด้วยพริก เกลือ จึงเป็นทางเลือกที่ดี เนื่องจากเปลือกกล้วยมีใยอาหาร สารประกอบฟีนอลิก และสารต้านอนุมูลอิสระ เมื่อผสมในกล้วยกวนช่วยเพิ่มสารอาหาร และการเพิ่มเสาวรสน้ำอ้อยในผลิตภัณฑ์กล้วยกวนช่วยเพิ่มวิตามินซี และปรับปรุงรสชาติของกล้วยกวนได้ อีกทั้งช่วยเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทิ้ง มีต้นทุนในการผลิตต่ำ ด้วยเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเปลือกกล้วย และปริมาณฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มรายได้แก่ชุมชน ลดของเหลือทิ้งทางการเกษตรได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัสดุทดลอง

การเตรียมวัตถุดิบเปลือกกล้วยหอม ดัดแปลงจาก Adisakwattana [20] โดยนำเปลือกกล้วยหอมสุก

100% มาล้างทำความสะอาด ตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ (1.5×1.5 เซนติเมตร) และลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส (เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาล) นาน 3 นาที จากนั้น นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 ชั่วโมง (ความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 7) บดให้ละเอียด ร้อนผ่านตะแกรงที่มีความถี่ 200 เมช และบรรจุใส่ถุงซิปล็อค นำใส่โถดูดความชื้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

2. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเปลือกกล้วย

นำผงเปลือกกล้วยที่ผ่านการอบแห้งมาวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้ การวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี Minolta และแสดงผลในรูป ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) การวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (Total Soluble Solid Content, TSS) ด้วยเครื่อง Hand refractometer 0 – 32 °Brix การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง pH meter (ยี่ห้อ Sartorius) ปริมาณกรดทั้งหมด (Total Acidity) [21] ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin Ciocalteu reagent คัดแปลงจาก Tsai และคณะ [22] และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH assay คัดแปลงจาก Shimada และคณะ [23] และ Brahmahirankul [24]

3. ศึกษาปริมาณเปลือกกล้วยผสมน้ำเสาวรสต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์กล้วยกวนจากเปลือกกล้วย

3.1 การเตรียมน้ำเสาวร

นำผลเสาวรที่แก่จัดและยังสดอยู่ล้างทำความสะอาด แล้วผ่าออกเป็น 2 ซีก ตักเนื้อพร้อมทั้งเมล็ดขยี้ผ่านตะแกรงที่มีรูเล็กพอที่เมล็ดจะลอดลงไปไม่ได้ จากนั้นนำเสาวรสมากรองผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้น [25] แล้วนำน้ำเสาวรไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

3.2 ขั้นตอนกระบวนการผลิตกล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวร

เตรียมส่วนผสมการผลิตกล้วยกวน ดังนี้ ชั่งน้ำตาลทราย (100 กรัม) และเบะแซ (100 กรัม) น้ำกะทิ (250 กรัม) เกลือ (6 กรัม) จากนั้นเติมส่วนผสมดังกล่าวในกระทะทองเหลือง ยกเว้นเบะแซ กวนโดยใช้ไฟปานกลางจนขึ้นเหนียว เพื่อให้ส่วนผสมร้อนสม่ำเสมอและไม่เกิดการไหม้ เติมเบะแซและกวนต่อจนขึ้น

ส่วนผสมเริ่มร้อนจากกระทะและเวลาพักไม่ไหลง่าย ระยะเวลาการกวนประมาณ 30-45 นาที การเตรียมส่วนผสมการผลิตกล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวร โดยชั่งส่วนผสมเหมือนการผลิตกล้วยกวน แต่ผสมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรในส่วนผสมด้วยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มีสิ่งทดลองทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง แต่ละสิ่งทดลองใช้ 3 ซ้ำ จัดสิ่งทดลองได้ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวร 0:0 กรัม
 สิ่งทดลองที่ 2 ผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวร 150:0 กรัม
 สิ่งทดลองที่ 3 ผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวร 100:50 กรัม
 สิ่งทดลองที่ 4 ผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวร 50:100 กรัม
 สิ่งทดลองที่ 5 ผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวร 0:150 กรัม
 สิ่งทดลองที่ 6 ผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวร 75:75 กรัม

จากนั้นนำกล้วยกวนไปแผ่บนแผ่นพลาสติกใส วางทับด้วยแผ่นพลาสติกใสด้านบนอีกหนึ่งแผ่น และรีดให้ได้ความหนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร นำไปวางบนถาดสำหรับอบแห้ง ลอกแผ่นพลาสติกด้านบนออกเพื่อให้ผลไม้กวนแห้งได้ดี ต้องรีดผลไม้กวนให้เป็นแผ่นที่มีความหนาสม่ำเสมอ เพื่อให้อบแห้งได้เท่า ๆ กัน นำไปอบในตู้อบลมร้อน ให้แห้งถ้าใช้ตู้อบลมร้อน อบที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 28-30 ชั่วโมง เมื่อผิวด้านบนของแผ่นผลไม้กวนแห้งแล้วจึงกลับด้าน และลอกแผ่นพลาสติกใสออก อบต่อจนแห้งทั้ง 2 ด้าน สังเกตโดยใช้มือแตะที่ผลไม้กวนต้องไม่แห้งหรือแข็งเกินไป บรรจุใส่ในถุงพลาสติกปิดถุงให้สนิท เพื่อบรรจุการนำแผ่นผลไม้กวนให้แห้งเป็นชิ้นขนาด 3×10 มิลลิเมตร คลุกเนื้อผลไม้กวนที่แห้งแล้วกับเครื่องปรุง ประกอบด้วย น้ำตาลทราย เกลือ พริกป่น และผงเซเมอปริมาณเท่ากับ 20 20 5 และ 2 กรัม ตามลำดับ บรรจุในถุงพลาสติกปิดให้สนิท [26] นำไปวิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป

3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี และคุณภาพทางเคมีดังนี้ การวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี Minolta และแสดงผลในรูป ค่าความสว่าง (L^*), ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) การวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ด้วยเครื่อง Hand refractometer 0 – 32 °Brix การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด [21]

การวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดดัดแปลงจาก Tsai และคณะ [22] การวิเคราะห์หาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH assay ดัดแปลงจาก Shimada และคณะ [23] และ Brahmahirankul [24] การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยนำผลไม้จากเปลือกกล้วยปรงรสมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยการให้คะแนนความชอบด้วยวิธี Hedonic scale [27] เพื่อวัดคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน แล้วใช้แผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) [28]

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ/สิ่งทดลอง วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Anova (Analysis of Variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's Multiple Range Test

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเปลือกกล้วยผง พบว่าเปลือกกล้วยผงมีสีน้ำตาลอ่อนละเอียด ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ผงเปลือกกล้วยหอม

จากตารางที่ 1 แสดงคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผงเปลือกกล้วยหอมพบว่ามีค่า L^* a^* และ b^*

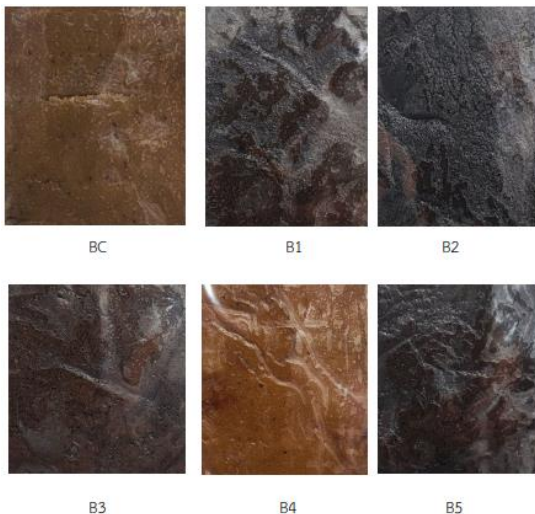
เท่ากับ 38.38 -0.21 และ 2.74 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดร้อยละ 3.16 ความเป็นกรด-ด่าง 6.50 ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 10.73 ส่วนฟีนอลิกทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 76.86 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง และ 45.47 ไมโครกรัมสมมูลของโทรล๊อกซ์/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เปลือกกล้วยเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารประกอบฟีนอลิก สารเหล่านี้มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง ต้อต่านวัย และมีคุณสมบัติด้านการอักเสบ และมีความสำคัญต่อสุขภาพของมนุษย์ สารประกอบฟีนอลิก และแทนนินมีปริมาณสูงสุดเท่ากับ 6411 มิลลิกรัม/100 กรัมของเปลือกแห้ง และ 1056 มิลลิกรัม/100 กรัมของเปลือกแห้ง ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังพบว่ากล้วยสุกมีสารประกอบฟีนอลิก (GAE) และแทนนิน (TAE) ลดลง [29] จากงานวิจัยของ Anhwange และคณะ [30] ได้วิเคราะห์เปลือก *Musa sapientum* พบว่ามีปริมาณแร่ธาตุ ได้แก่ โพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม เหล็ก แมงกานีส โบรมีน รูบิเดียม สตรอนเทียม เซอร์โคเนียม และไนโอเบียม เป็น 78.10, 19.20, 24.30, 0.61, 76.20, 0.04, 0.21, 0.03, 0.02 และ 0.02 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเส้นใย เท่ากับร้อยละ 0.90, 1.70, 59.00 และ 31.70 ตามลำดับ ดังนั้นเปลือกกล้วยจึงเป็นแหล่งที่ดีของสารประกอบฟีนอลิก และสารต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งแร่ธาตุและองค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ นำไปใช้ประโยชน์ด้านอาหารได้

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเปลือกกล้วยหอม

คุณภาพทางกายภาพและเคมี	ปริมาณ
ค่าสี	
L^* value	38.38
a^* value	-0.21
b^* value	2.74
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (%)	3.16
ความเป็นกรด-ด่าง	6.50
ปริมาณกรดทั้งหมด (%)	10.73
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (μg GAE/g. DW)	76.86
สารต้านอนุมูลอิสระ (μg Trolox/g. DW)	45.47

จากการนำผงเปลือกกล้วยผสมเสาวรสมาผลิตผลไม้กวนจากเปลือกกล้วยโดยใช้อัตราส่วนเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(ชุดควบคุม;BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4) และ 75:75(B5) กรัม พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยกวนมีสีแตกต่างกันตามปริมาณของผงเปลือกกล้วยที่เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนที่ไม่ได้ผสมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรส (B1) มีสีน้ำตาล แต่เข้มกว่าผลิตภัณฑ์กล้วยกวนที่ไม่เติมผงเปลือกกล้วยแต่เติมน้ำเสาวรส (B4) ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เติมผงเปลือกกล้วยมีสีดำ (รูปที่ 2)

ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนที่ผสมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสนำมาปรุงรสด้วยพริกป่น น้ำตาล เกลือ และผงเชอเมโดยใช้อัตราส่วนผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(ชุดควบคุม;BI-C), 150:0(BI-1), 100:50(BI-2), 50:100(BI-3), 0:150(BI-4) และ 75:75(BI-5) กรัม พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยกวนที่มีอัตราส่วนของเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:150(BI-4) มีสีน้ำตาลอ่อน ในขณะที่ชุดควบคุมมีสีน้ำตาลเข้ม และผลิตภัณฑ์กล้วยกวนที่ผสมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสในอัตราส่วน150:0(BI-1), 100:50(BI-2), 50:100(BI-3) และ 75:75(BI-5) มีสีดำ (รูปที่ 3)



รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4), 75:75(B5)



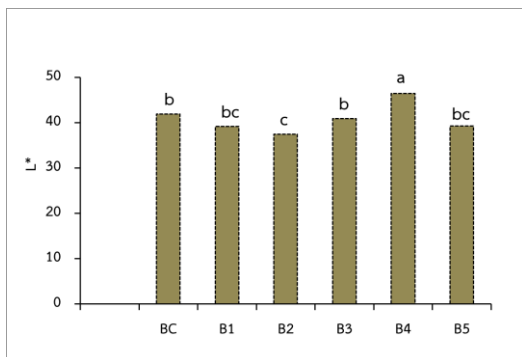
รูปที่ 3 ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสที่ผ่านการปรุงรสด้วย น้ำตาลทราย เกลือ พริกป่น และผงเชอเม ปริมาณเท่ากับ 20 20 5 และ 2 กรัม อัตราส่วนของผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(BI-C), 150:0(BI-1), 100:50(BI-2), 50:100(BI-3), 0:150(BI-4), 75:75(BI-5)

สีของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนขึ้นอยู่กับปริมาณของผงเปลือกกล้วย เมื่อเพิ่มปริมาณของผงเปลือกกล้วยส่งผลให้ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนมีสีน้ำตาลเข้มมากขึ้น กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 150:0(B1) 100:50(B2) และ 75:75(B5) มีค่า L^* น้อยกว่ากล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรส ในอัตราส่วน 0:0(BC) 50:100(B3) และ 0:150(B4) ซึ่งสัมพันธ์กับค่า a^* และ b^* ที่มีสีเข้มมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากเปลือกของกล้วยยังคงมีกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสอยู่ และเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลระหว่างเอนไซม์และสารประกอบฟีนอลิกในเปลือกกล้วย และจากงานวิจัยของ Wohlt และคณะ [31] พบว่าการใช้ความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เวลา 5-15 นาที สามารถยับยั้งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้ ซึ่งเป็นไปได้ว่าการใช้ความร้อนในการอบแห้งเปลือกกล้วยหอมการกวน และอบแห้งผลิตภัณฑ์กล้วยกวนซึ่งใช้อุณหภูมิระหว่าง 60-80 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งเอนไซม์ดังกล่าวได้บางส่วน แต่ยังคงมีเอนไซม์ที่ทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนมีสีน้ำตาลเข้มจึงถึงสีดำตามปริมาณผงเปลือกกล้วยที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่การผสมน้ำเสาวรสช่วยให้ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนมีสีน้ำตาล โดยผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยอัตราส่วน 0:150(B4) มีค่า L^* มากที่สุดเท่ากับ 46.43 รองลงมา

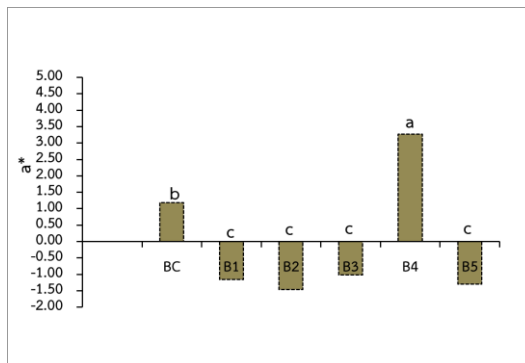
คืออัตราส่วน 0:0(BC) 50:100(B3) 75:75(B5) 150:0(B1) และ 100:50(B2) มีค่า L^* เท่ากับ 41.87 40.92 39.31 39.15 และ 37.45 ตามลำดับ (รูปที่ 4) ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อและน้ำเสาวรสมีสารแคโรทีนอยด์อยู่ในปริมาณ 3.83 มิลลิกรัมสมมูลของเบต้าแคโรทีนอยด์/100 กรัมตัวอย่าง และมีฟลาโวนอยด์เท่ากับ 70.10 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีติน/100กรัมของตัวอย่าง [32] ซึ่งทั้งสองชนิดเป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลือง ดังนั้นเมื่อผสมในกล้วยกวนในปริมาณมากอีกทั้งไม่มีการเติมผงเปลือกกล้วยที่มีสีดำ จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนมีสีน้ำตาลอ่อน

ค่าสีแดง (a^*) ของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 0:150(B4) มีสีแดงมากที่สุด เนื่องจากมีส่วนผสมของน้ำเสาวรอยู่มากที่สุดจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดง โดยมีค่า a^* เท่ากับ 3.27 กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรในอัตราส่วน 0:0(BC) 150:0(B1) 100:50(B2) 50:100(B3) และ 75:75(B5) มีค่า a^* 1.19 -1.16 -1.46 -1.01 และ -1.29 ตามลำดับ (รูปที่ 5)

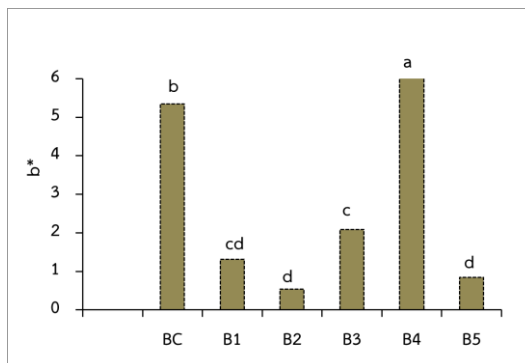
ค่าสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรในอัตราส่วน 0:150(B4) มีสีเหลืองมากที่สุดเท่ากับ 7.72 รองลงมาคือผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรในอัตราส่วน 0:0(BC) 50:100(B3) 150:0(B1) 75:75(B5) และ 100:50(B2) มีค่า b^* เท่ากับ 5.35 2.09 1.31 0.84 และ 0.54 ตามลำดับ (รูปที่ 6)



รูปที่ 4 ค่าสี L^* ของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรเท่ากับ 0:0(BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4), 75:75(B5)



รูปที่ 5 ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรเท่ากับ 0:0(BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4), 75:75(B5)

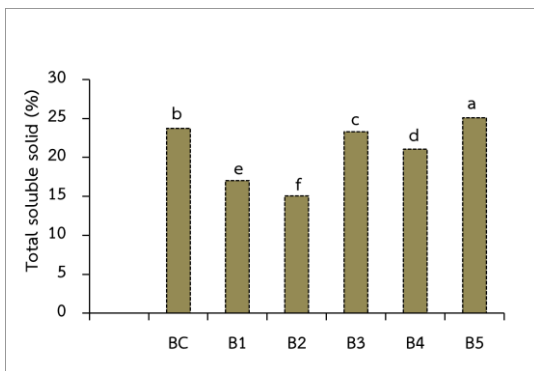


รูปที่ 6 ค่า b^* ของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรเท่ากับ 0:0(BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4), 75:75(B5)

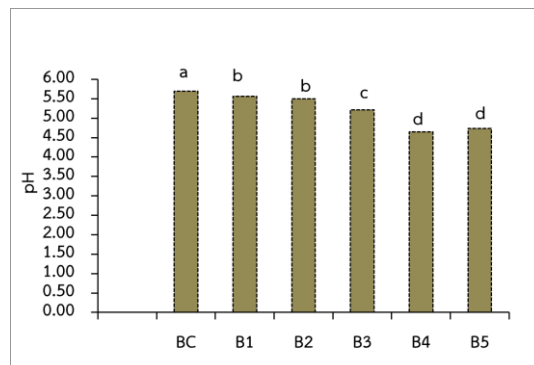
ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดน้อยเมื่อเติมผงเปลือกกล้วย ในปริมาณ 100(B2) และ 150(B1) กรัม โดยมีปริมาณเท่ากับร้อยละ 15.07 และ 17.03 ในขณะที่ชุดควบคุมและผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรในอัตราส่วน 50:100(B3) 0:150(B4) และ 75:75(B5) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 23.73 23.27 21.07 และ 25.10 ตามลำดับ (รูปที่ 7) Oliveira และคณะ [33] รายงานว่าเนื้อเสาวรสมีสารของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 7.7 ± 0.20 °Brix ส่วนน้ำตาลรีดิวซ์ 3.13 กรัม/100 กรัม ซึ่งจากการทดลองนี้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ในช่วงร้อยละ 15-24 โดยการเติมผงเปลือกกล้วยส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ลดลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์กล้วยกวนที่ไม่เติมผงเปลือกกล้วย

ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรในอัตราส่วน 0:150 และ 75:75 มีความเป็นกรด-

ต่างต่ำกว่าผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 0:0 150:0 100:50 และ 50:100 โดยผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 0:0(BC) มีความเป็นกรดต่ำสูงสุด รองลงมาคือผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 150:0(B1) 100:50(B2) 50:100(B3) 75:75(B5) และ 0:150(B4) เท่ากับ 5.69 5.57 4.49 5.22 4.73 และ 4.65 ตามลำดับ (รูปที่ 8) จากงานวิจัยของ Oliveira และคณะ [33] ได้ศึกษาองค์ประกอบของเนื้อเสาวรสโดยกรด-ต่างของน้ำเสาวรสเท่ากับ 2.8 และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ คือ 2.87 ดังนั้นการเติมน้ำเสาวรสที่มากขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนมีค่ากรด-ต่างต่ำกว่าไม่เติมน้ำเสาวรส



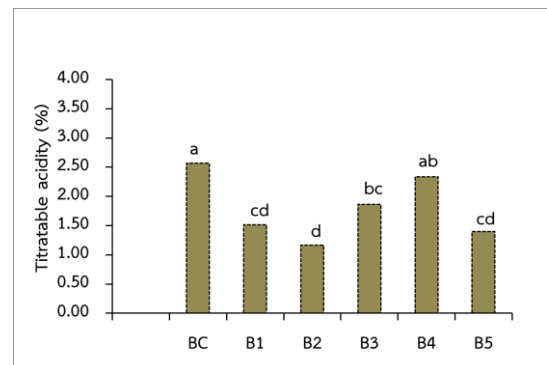
รูปที่ 7 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4), 75:75(B5)



รูปที่ 8 ค่าความเป็นกรด-ต่างของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0 (BC), 150:0 (B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4), 75:75(B5)

ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 0:0(BC) (ร้อยละ 2.57) มีปริมาณ

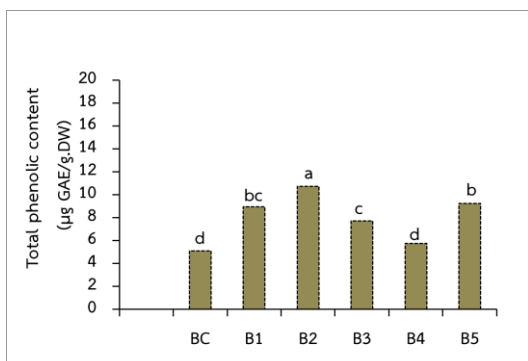
กรดทั้งหมดสูงสุดไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 0:150(B4) (ร้อยละ 2.33) การเติมผงเปลือกกล้วยในผลิตภัณฑ์กล้วยกวนส่งผลให้ปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.87-1.17 โดยผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 150:0(B1) 100:50(B2) 50:100(B3) และ 75:75(B5) มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 1.52 1.17 1.87 และ 1.40 ตามลำดับ (รูปที่ 9) การเติมน้ำเสาวรสในผลิตภัณฑ์กล้วยกวนส่งผลให้ปริมาณกรดทั้งหมดต่ำกว่าผลิตภัณฑ์กล้วยกวนที่ไม่เติมน้ำเสาวรสทั้งนี้มียางานว่าเสาวรสมีวิตามินซีเท่ากับ 44.40 มิลลิกรัมของกรดแอสคอร์บิก/ 100 กรัม [34] น้ำเสาวรสประกอบด้วยกรดอินทรีย์หลายชนิดได้แก่ กรดซิตริก กรดมาลิก กรดแลกติก กรดแอสคอร์บิก เป็นต้น [35] ดังนั้นจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนมีปริมาณกรดทั้งหมดต่ำ



รูปที่ 9 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0 (BC), 150:0 (B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4), 75:75(B5)

ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 0:0(BC) และ 0:150(B4) มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด น้อยกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณเท่ากับ 5.12 และ 5.76 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากการไม่มีการเติมผงเปลือกกล้วย โดยผงเปลือกกล้วยจะมีสารประกอบฟีนอลิกเป็นส่วนประกอบ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 100:50(B2) มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุดเท่ากับ 10.72 ไมโครกรัมสมมูลของ

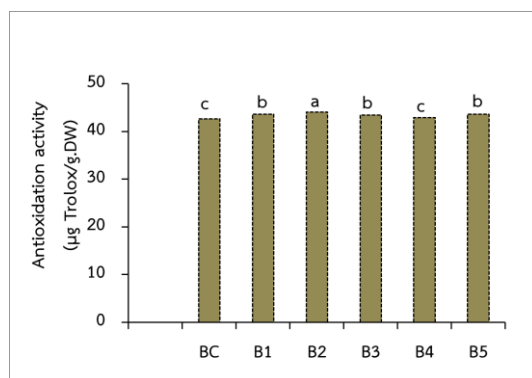
กรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 75:75(B5) ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 150:0(B1) และผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 50:100(B3) ซึ่งมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 9.24 8.94 และ 7.70 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (รูปที่ 10) ในงานวิจัยนี้เปลือกกล้วยมีสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 76.86 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง และจากหลายรายงานพบว่าสารประกอบฟีนอลิกหลักในเปลือกกล้วยประกอบด้วยกลุ่มของฟลาโวนอยด์ เช่น Rutin และ myricetin [36] โดยปริมาณ Rutin มีอยู่ในแป้ง buckwheat (ร้อยละ 0.08–0.20) [37] ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีว่าเป็นแหล่ง Rutin ที่สำคัญในอาหาร อีกทั้งเปลือกกล้วยยังมี Carotenoids ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ สารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านการก่อมะเร็ง และป้องกันโรคอ้วนได้ [38] กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยนอกจากมีสารประกอบฟีนอลิกแล้ว ในส่วนของผลเสาวรสยังมีสารประกอบฟีนอลิกอยู่ด้วยซึ่งมีรายงานเท่ากับ 81 มิลลิกรัม/100 กรัม [39] ดังนั้นการผลิตกล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าผลิตภัณฑ์กล้วยกวนเพียงอย่างเดียว



รูปที่ 10 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยก่อนปรุงรสต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4), 75:75(B5)

ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 150:0(B1) มีปริมาณสารต้านอนุมูล

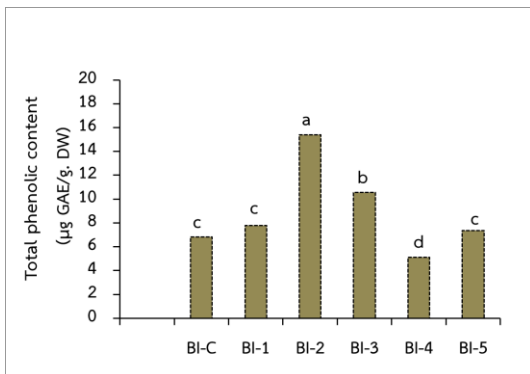
อิสระสูงสุดเท่ากับ 44.11 ไมโครกรัมสมมูลของโทร็อกซ์/กรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 75:75(B5) ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 150:0(B1) และผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 50:100(B3) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 43.66 43.61 และ 43.42 ไมโครกรัมสมมูลของโทร็อกซ์/กรัมน้ำหนักแห้ง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 0:0(BC) และผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสในอัตราส่วน 0:150(B4) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระต่ำสุดเท่ากับ 42.67 และ 42.92 ไมโครกรัมสมมูลของโทร็อกซ์/กรัมน้ำหนักแห้ง (รูปที่ 11) เปลือกกล้วยเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะสาร Galocatechin ซึ่งมีอยู่ในเปลือกกล้วย และเนื้อของกล้วยและแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ [40] สารต้านอนุมูลอิสระจะป้องกัน Reactive Oxygen Species (ROS) ดังนั้นในการทดลองนี้ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนที่ผสมเปลือกกล้วยมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด อีกทั้งการเติมน้ำเสาวรสในผลิตภัณฑ์กล้วยกวนยังช่วยเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระด้วย โดยมีรายงานว่าเสาวรสมีสารต้านอนุมูลอิสระในเนื้อเท่ากับ 869.05 ไมโครโมลสมมูลของโทร็อกซ์/กรัมน้ำหนักแห้ง [41]



รูปที่ 11 สารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยก่อนปรุงรสต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4), 75:75(B5)

ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสหลังจากปรุงรสด้วยพริกป่น เกลือ น้ำตาล และผงอะม๊อ พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยกวนปรุงรสที่ไม่มี

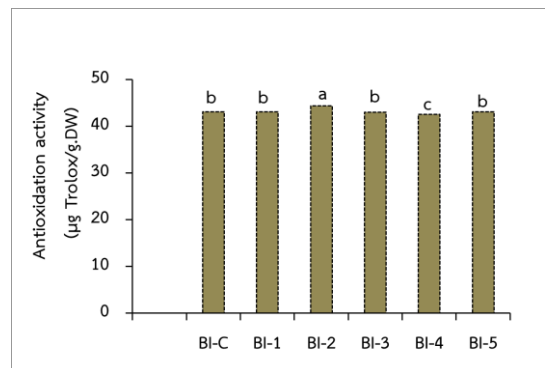
ส่วนผสมของผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสมีปริมาณฟีนอลิกเพิ่มขึ้นจากผลิตภัณฑ์กล้วยกวนที่ไม่ปรุงรสเดิม 5.12 เป็น 6.83 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัม น้ำหนักแห้ง และมีมากกว่าผลิตภัณฑ์กล้วยกวนปรุงรสที่มีผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสอัตราส่วน 100:50(B4) มีปริมาณฟีนอลิกมากที่สุดเท่ากับ 15.39 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัม น้ำหนักแห้ง รองลงมาคือผลิตภัณฑ์กล้วยกวนปรุงรสที่มีผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสอัตราส่วน 50:100(B3) ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนปรุงรสที่มีผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสอัตราส่วน 150:0(B2) และ ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนปรุงรสที่มีผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสอัตราส่วน 75:75(B5) มีปริมาณฟีนอลิกเท่ากับ 10.54 7.78 และ 7.34 ไมโครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (รูปที่ 12) ผงปรุงรสมีส่วนผสมของชะเอม และพริกป่นซึ่งมีส่วนประกอบของประกอบฟีนอลิก ดังนั้นจึงช่วยส่งเสริมให้มีปริมาณฟีนอลิกเพิ่มขึ้นได้



รูปที่ 12 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสที่ผ่านการปรุงรสด้วย น้ำตาลทราย เกลือ พริกป่น และผงชะเอม ปริมาณเท่ากับ 20 20 5 และ 2 กรัม (อัตราส่วนของผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(BI-C), 150:0(BI-1), 100:50(BI-2), 50:100(BI-3), 0:150(BI-4), 75:75(BI-5))

ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสทั้งก่อนและหลังปรุงไม่มีความแตกต่างของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสหลังปรุงรสในอัตราส่วน 150:0(B1) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับ 44.38 ไมโครกรัมสมมูลของโทรลิกซ์/กรัม น้ำหนักแห้ง รองลงมาคือผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อ

น้ำเสาวรสหลังปรุงรสในอัตราส่วน 75:75(B5) ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสหลังปรุงรสในอัตราส่วน 150:0(B1) และผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสหลังปรุงรสในอัตราส่วน 50:100(B3) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 43.07 43.07 และ 43.04 ไมโครกรัมสมมูลของโทรลิกซ์/กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสหลังปรุงรสในอัตราส่วน 0:0(BC) และผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสหลังปรุงรสในอัตราส่วน 0:150(B4) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระต่ำสุดเท่ากับ 43.07 และ 42.57 ไมโครกรัมสมมูลของโทรลิกซ์/กรัม น้ำหนักแห้ง (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสที่ผ่านการปรุงรสด้วย น้ำตาลทราย เกลือ พริกป่น และผงชะเอม ปริมาณเท่ากับ 20 20 5 และ 2 กรัม (อัตราส่วนของผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(BI-C), 150:0(BI-1), 100:50(BI-2), 50:100(BI-3), 0:150(BI-4), 75:75(BI-5))

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนหลังปรุงรสที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 50:100 และ 75:75 มีคะแนนการยอมรับด้านสีมากที่สุด มีคะแนนเท่ากับ 8.52 และ 8.32 ตามลำดับ รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนหลังปรุงรสที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 100:0 100:50 และ 0:0 มีคะแนนเท่ากับ 7.68 7.62 และ 6.30 ตามลำดับ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนหลังปรุงรสที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:150 มีคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 5.58

ทั้งนี้สีของเสาวรสเป็นสีเหลืองเมื่อเติมลงในกล้วยกวน โดยไม่มีผงเปลือกกล้วยจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลอ่อน การเติมผงเปลือกกล้วยซึ่งมีสีดำส่งผลให้ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนมีสีดำ

ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนทั้งที่เติมและไม่เติมผงเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรสพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์อาจเป็นไปได้ว่าการกวนใช้อุณหภูมิสูงจึงส่งผลให้กลิ่นระเหยไประหว่างการผลิต อย่างไรก็ตามการเติมน้ำเสาวรสในผลิตภัณฑ์กล้วยกวนมีคะแนนสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ทั้งนี้มีรายงานว่าเสาวรสมีส่วนประกอบของ Esters, Alcohols และ Terpenes, Ethyl butanoate และ Ethyl hexanoate

อีกกลุ่มหนึ่งคือกลุ่มของ Alcohols รวมทั้ง Hexanol และ Heptan-2-ol (ร้อยละ 0.28) [33]

ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนหลังปรุงรสที่มีส่วนผสมของน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:150 มีรสชาติเปรี้ยวมากจากการเติมเสาวรสจึงได้คะแนนน้อยที่สุดมีคะแนนเท่ากับ 5.40 ส่วนผลิตภัณฑ์กล้วยกวนหลังปรุงรสที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 50:100 มีคะแนนด้านรสชาติมากที่สุดเท่ากับ 8.28 ทั้งนี้เสาวรสช่วยเพิ่มรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์กล้วยกวนให้มีรสเปรี้ยวไม่มาก และกล้วยกวนที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยและน้ำเสาวรส 150:0 100:50 75:75 และ 0:0 มีคะแนนเท่ากับ 6.63 6.53 6.50 และ 6.03 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนหลังปรุงรสที่มีส่วนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4), 75:75(B5)

กล้วยกวนผสมผงเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรส (กรัม)	การยอมรับทางประสาทสัมผัส				
	สี*	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ*	เนื้อสัมผัส*	ความชอบโดยรวม*
0:0 (ชุดควบคุม)	6.30±0.16 ^c	6.56±0.15	6.03±0.06 ^c	6.80±0.19 ^{ab}	6.13±0.12 ^c
150:0	7.68±0.14 ^b	6.53±0.16	6.63±0.09 ^b	7.00±0.08 ^{ab}	6.20±0.11 ^c
100:50	7.62±0.15 ^b	6.60±0.13	6.53±0.08 ^{bc}	6.23±0.11 ^{bc}	7.68±0.18 ^b
50:100	8.52±0.16 ^a	6.46±0.12	8.28±0.08 ^a	7.23±0.15 ^a	8.49±0.15 ^a
0:150	5.58±0.12 ^d	6.83±0.14	5.40±0.12 ^d	5.53±0.12 ^c	5.56±0.10 ^d
75:75	8.32±0.14 ^a	6.43±0.16	6.50±0.14 ^b	6.93±0.05 ^{ab}	7.55±0.13 ^b

^{ns} แสดงถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

^{a-d} แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวนอน ($P \leq 0.05$)

ด้านเนื้อสัมผัสของกล้วยกวนปรุงรสที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 50:100 มีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 7.23 ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์กล้วยกวนปรุงรสที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 150:0 75:75 และ 0:0 มีคะแนนด้านเนื้อสัมผัสเท่ากับ 7.00 6.93 6.80 ตามลำดับ ส่วนผลิตภัณฑ์กล้วยกวนปรุงรสที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 0:150 มีคะแนนเนื้อสัมผัสต่ำสุดเท่ากับ 5.53 อาจเนื่องจากลักษณะผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่มมีรสชาติเปรี้ยวมากจึงส่งผลให้คะแนนเนื้อสัมผัสต่ำ

ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์กล้วยกวนปรุงรสที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 50:100 มีคะแนนมากที่สุดเท่ากับ 8.49 เนื่องจากผู้ทดสอบชอบด้านสี รสชาติ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นี้จึงให้คะแนนสูง รองลงมาคือผลิตภัณฑ์กล้วยกวนปรุง

รสที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 75:75 50:100 150:0 และ 0:0 มีคะแนนเท่ากับ 7.55 7.68 6.20 และ 6.13 ตามลำดับ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์กล้วยกวนปรุงรสที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสอัตราส่วน 0:150 มีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 5.56 (ตารางที่ 2)

สรุปผล

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเปลือกกล้วยผงพบว่าเปลือกกล้วยผงมีสีน้ำตาลเนื้อละเอียด มีค่า L^* a^* และ b^* เท่ากับ 38.38 -0.21 และ 2.74 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดร้อยละ 3.16 ความเป็นกรด-ด่าง 6.50 ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 10.73 ส่วนฟีนอลิกทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 76.86

ไม่โครกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง และ 45.47 ไมโครกรัมสมมูลของโพลีฟีนอล/กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และจากการนำผงเปลือกกล้วยผสมเสาวรส มาผลิตผลไม้กวนจากเปลือกกล้วยโดยใช้อัตราส่วน เปลือกกล้วยต่อน้ำเสาวรสเท่ากับ 0:0(ชุดควบคุม;BC), 150:0(B1), 100:50(B2), 50:100(B3), 0:150(B4) และ 75:75(B5) กรัม พบว่าความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ กล้วยกวนปรุงรสที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยต่อน้ำ เสาวรสอัตราส่วน 50:100 มีคะแนนมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ กล้วยกวนมีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ มีค่า L^* a^* b^* เท่ากับ 40.92 -1.01 และ 2.09 ตามลำดับ มีค่ากรด-ต่างเท่ากับ 5.22 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของแข็งที่ ละลายน้ำร้อยละ 1.87 และ 23.27 ผลิตภัณฑ์กล้วยกวน ก่อนปรุงรสปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 7.70 ไมโครกรัมสมมูลของกรด แกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง และ 43.42 ไมโครกรัมสมมูล ของโพลีฟีนอล/กรัมน้ำหนักแห้ง ส่วนผลิตภัณฑ์กล้วย กวนหลังปรุงรสมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสาร ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 10.54 ไมโครกรัมสมมูลของกรด แกลลิก/กรัมน้ำหนักแห้ง และ 43.04 ไมโครกรัมสมมูล ของโพลีฟีนอล/กรัมน้ำหนักแห้ง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนกาพัฒนา วิทยาศาสตร์วิจัย และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชภัฏจันทรบุรี ภายใต้กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัย และนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ. ศ. 2565 (รหัส ทุน ววน. FRB650070/0168 และรหัสโครงการวิจัย FRB65E0204F.3)

เอกสารอ้างอิง

1. Agricultural Product Promotion and Development Group. Banana products. bangkok: Office of Technology Transfer Development, Department of Agricultural Promotion. 2004. Thai.
2. Thai community product standard. Candied fruits and vegetables, Phak Lae Phonlamai Kuan. [Internet]. Bangkok: Thai industrial standards institute; 2015 [cited 2023 Jan 09].

Availability from: [http:// tcps.tisi.go.th/pub/tcps0035_58.pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0035_58.pdf). Thai.

3. Wiesoppa N, Kwanmuang P. Development of banana products stirred using pineapple Strawberry and soy protein extract. Proceeding of Academic Conference of Kasetsart University 57th: Science and Genetic Engineering, Architecture and Engineering, Agro-Industrial, Natural Resources and Environment. 2019. Thai.
4. Wolfe K, Xianzhong WU, Liu RH. Antioxidant activity of apple peels. J Agric Food Chem. 2003;51(3):609–14.
5. Li XL, Sun CJ, Zhou BX, He Y. Determination of hemicellulose, cellulose and lignin in Moso bamboo by near infrared spectroscopy. Sci Rep. 2015;5(1):17210.
6. De Carvalho LMJ, Gomes PB, de Oliveira Godoy RL, Pacheco S, do Monte PHF, de Carvalho JLV, et al. Total carotenoid content, α -carotene and β -carotene, of Landrace Pumpkins (*Cucurbita moschata* Duch): A Preliminary Study. Food Res Int. 2012;47(2):337–40.
7. Ingale S, Joshi SJ, Gupte A. Production of bioethanol using agricultural waste: Banana pseudo stem. Braz J Microbiol. 2014;45(3): 885–92.
8. Idrees M, Adnan A, Malik F et al. Enzymatic saccharification and lactic acid production from banana pseudo-stem through optimized pretreatment at lowest catalyst concentration. Excli J. 2013;12(1):269–81.
9. Tchobanoglous T, Theisen H, Vigil S. Integrated Solid Waste Management-Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, NY, USA. 1993. p. 3-22.

10. Zhang P, Whistler RL, BeMiller JN, Hamaker BR. Banana starch: Production, physicochemical properties, and digestibilitya review. *Carbohydr Polym.* 2005;59(4):443-58.
11. Someya S, Yoshiki Y, Okubo K. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). *Food chem.* 2002;79(3):351-54.
12. Emaga TH, Andrianaivo RH, Wathelet B, Tchango JT, Paquot M. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chem.* 2007;103(2):590-600.
13. USDA Food Composition Databases. [Internet]. 2019. [cited 2019 April 1]. Availability from: <https://fdc.nal.usda.gov/>
14. Wirivutikorn W. [Effect of Passion Fruit Juice and Sugarcane Juice Ratios on Blended Passion Fruit juice and Sugarcane Juice Production]. *Agricultural Sci J.* 2018;49(3):229-35. Thai.
15. Srimul R, Tajai S. Total phenolic content and antioxidant activity in processed juices in Chanthaburi province: Chanthaburi: Rajamangala University of Technology East; 2013. Thai.
16. Chayrat R, Sathongin S. Development of fruit products stirred grapefruit peel juice: Phathumthani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi; 2014. Thai.
17. Phayung R, Vajreya Pongsirisan V, Poonpol B. Study of extraction temperature and optimum sweetness in the production of granny leaf stirring fruits. Phathumthani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi; 2014. Thai.
18. Turker B, Savlak N, Huzeyyen BK. Effect of green banana peel flour substitution on physical characteristics of gluten-free cakes. *Curr Res Nutr Food Sci.* 2016;4(SI.2):197-204.
19. Mutia AK, Pakaya D. The effect of using banana peel flour on the Organoleptic quality of the donut cake. *Agropolitan.* 2018; 3(3):45-54.
20. Adisakwattana S. Strain differences in anti-oxidation and high-fat anti-fat abilities of grapefruit meat in Thailand. Department of Nutrition and Dietetics, Chulalongkorn University. 2014. Thai.
21. AOAC International. Official methods of analysis of AOAC International. 17th ed. 2000.
22. Tsai TH, Tsai PJ, Ho SC. Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Several Commonly Used Spices. *J Food Sci.* 2005;70(1):93-7.
23. Shimada K, Fujikawa K, Yahara K, Nakamura T. Antioxidative properties of xanthans on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *J Agric Food Chem.* 1992; 40(6):945-48.
24. Brahmahirankul P. Evaluation of antioxidants in fruits, stirrings, herbs, and Thai wines. *Medical Substances Maharaj Nakhon Ratchasima Hospital.* 2008;32(2):101-8. Thai.
25. Saisit P. Passion Fruit: Juices of the Tropical World. *Journal of Food.* 1988;18(3):165-77. Thai.
26. Bhavasut A, Kongthong C, Thamsuvarorn N, Jamkord, J, Sukjitpigno K, Jitsakta N. A study selecting mango varieties on high ground for processing. Changmai: Highland Research and Development Institute (Public Organization). 2015. Thai.
27. Meilgaard M, Civille CV, Carr BT. *Sensory Evaluation Techniques.* 3rd ed. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.1999.
28. Viriyajari P. Sensory evaluation. Department of Product Development Technology.

- Faculty of Agro-Industry. Chiang Mai University. 2002. Thai.
29. Alfredo E, Stalin S. Phenolic compounds from the peel of *Musa cavendish*, *Musa acuminata* and *Musa cavandanaish*. *Revista Politécnica-Enero*. 2017;38(2):69
 30. Anhwange BA, Ugye TJ, Nyiaatagher TD. Chemical composition of *Musa Sapientum* (BANANA) Peels. *Elec J Env Agric. Food Chem*. 2009;8(6):437-42.
 31. Wohlt D, Schwarz E, Schieber A, Bader-Mittermaier S. Effects of extraction conditions on banana peel polyphenol oxidase activity and insights into inactivation kinetics using thermal and cold plasma treatment. *Foods*. 2021;10(5):1022.
 32. Septembre-Malaterre A, Stanislas G, Douraguia E, Gonthier MP. Evaluation of nutritional and antioxidant properties of the tropical fruits banana, litchi, mango, papaya, passion fruit and pineapple cultivated in Réunion French Island. *Food Chem*. 2016; 212:225–33.
 33. Oliveira PN, Alcarde AR, Bortoletto AM, Leite Neta MTS, Narain N, Abud AK de S, et al. Characterization and volatile profile of passion fruit spirit. *Int J Gastron Food Sci*. 2020;21:100223.
 34. Wang QF, Li LP, Gao L. Determination of organic acids in passiflora by reversed - phase high performance liquid chromatography. *Journal of Tropical Crops*. 2015;36(1):1511-17.
 35. Tsamo CVP, Herent MF, Tomekpe K, Emaga TH, Quetin-Leclercq J, Rogez H, Andre CM. Effect of boiling on phenolic profiles determined using HPLC/ESI-LTQ-Orbitrap-MS, physico-chemical parameters of six plantain banana cultivars (*Musa sp*). *J Food Compos Anal*. 2015;44(1):158–69.
 36. Behiry SI, Okla MK, Alamri SA, EL-Hefny M, Salem MZM, Alaraidh IA, et al. Antifungal and antibacterial activities of *Musa paradisiaca* L. peel extract: HPLC analysis of phenolic and flavonoid contents. *Processes*. 2019;7(4):215.
 37. Kreft I, Fabjan N, Yasumoto K. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food chem*. 2006;98(3):508–12.
 38. Zaini HM, Roslan J, Saallah S, Munsu E, Sulaiman NS, Pindi W. Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry. *J Funct Foods*. 2022;92(1):105054
 39. Murillo E, Britton GB, Durant AA. Antioxidant activity and polyphenol content in cultivated and wild edible fruits grown in Panama. *J Pharm BioAllied Sci*. 2012;4(4): 313–7.
 40. Someya S, Yoshiki Y, Okubo K. Antioxidant compounds from bananas (*Musa Cavendish*). *Food chem*. 2002;79(3): 351–4.
 41. Morais DR, Rotta EM, Sargi SC, Schmidt, EM, Bonafe EG, Eberlin MN, et al. Antioxidant activity, phenolics and UPLC-ESI (-) -MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. *Food Res Int*. 2015;77(1):392–9.