

อิทธิพลของส่วนผสมต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากเศษกล้วยกรอบและข้าวแต๋น

หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล^{1*} และ ตริสินธุ์ โพธาราส²¹สาขาวิชาความปลอดภัยทางอาหารในธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยพะเยา อ. เมือง จ. พะเยา 56000

²คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อ. องครักษ์ จ. นครนายก 26120

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสัดส่วนของสารให้ความหวานและวัตถุบดหลักที่เหมาะสมในการผลิตขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากเศษกล้วยกรอบและข้าวแต๋น เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพชนิดใหม่ และเพิ่มมูลค่าให้กับเศษเหลือจากกระบวนการผลิตของกล้วยกรอบและข้าวแต๋น โดยศึกษาผลของสัดส่วนน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัป 3 ระดับ ได้แก่ 1:2, 1:1 และ 2:1 ต่อคุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งเพิ่มขึ้นและเกาะตัวกันได้ดี ในขณะที่การเพิ่มกลูโคสไซรัปทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวมากขึ้นและความกรอบลดลง สัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัปในการผลิตขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งเท่ากับ 2:1 หรือ 20% และ 10% ตามลำดับ เมื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของเศษกล้วยกรอบต่อข้าวแต๋นในการผลิตขนมขบเคี้ยวชนิดแท่ง 3 ระดับ ได้แก่ 1:3, 1:1 และ 3:1 พบว่าการเพิ่มปริมาณกล้วยกรอบทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งลดลง แต่กร่นง่ายขึ้น โดยสัดส่วนที่เหมาะสมของเศษกล้วยกรอบต่อข้าวแต๋นในผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้เท่ากับ 1:3 หรือ 12.5% และ 37.5% ตามลำดับ คะแนนความชอบรวมเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบปานกลาง ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งที่พัฒนาได้มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน โยอาหาร เกล็ด และคาร์โบไฮเดรต โดยประมาณของน้ำหนักแห้งเท่ากับ 5.31%, 4.73%, 16.80%, 7.46%, 0.37% และ 65.33% ตามลำดับ

คำสำคัญ : คุณภาพ, สารให้ความหวาน, เศษกล้วยกรอบและข้าวแต๋น, ขนมขบเคี้ยวชนิดแท่ง

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: hataakira@hotmail.com / โทรศัพท์ 054-466666 ต่อ 3447

Effect of ingredients on qualities of snack bar from broken banana chip and rice crackers

Hataitip Nimitkeatkai^{1*} and Treesin Potaros²

¹*Division of Food Safety in Agri-Business, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao,
Phayao 56000, Thailand*

²*Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University (Ongkharak),
Nakhornnayok 26120, Thailand*

Abstract

This research studied the optimum ratio of sweetener and major ingredients in the production of snack bar from broken banana chip and rice crackers to develop a new healthy product and add value to the by-product from the banana chip and rice cracker manufacturing process. The effects of ration of sugar to glucose syrup on physical quality and sensory evaluation were studied by varying into 3 levels 1:2, 1:1 and 2:1. The results showed that increasing of sugar content increase the hardness and cohesiveness of snack bar, while increasing of glucose syrup content resulting in sticky product with lower crispness. The optimum ratio of sugar to glucose syrup for snack bar was 2:1 or 20% sugar and 10% glucose syrup, respectively. Then, the optimum ration of banana chip to rice cracker on the quality of snack bar was studied by varying into 3 levels 1:3, 1:1 and 3:1, the results showed that increasing of banana chip content decrease the hardness and became brittleness. The optimum ratio of banana chip to rice cracker for snack bar was 1:3 or 12.5% banana chip and 37.5% rice cracker, respectively. The average overall liking scores from sensory evaluation is at moderate level. Chemical compositions of snack bar developed from broken banana chip and rice crackers include moisture, protein, fat, fiber, ash and carbohydrate were 5.31%, 4.73%, 16.80%, 7.46%, 0.37% and 65.33%, respectively.

Keywords: Quality, sweetener, broken banana chip and rice crackers, snack bars

* Corresponding author: E-mail: hataakira@hotmail.com /

ขนมขบเคี้ยวชนิดแท่ง (Snack bars) เป็นขนมขบเคี้ยวชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะเป็นแท่งรับประทานได้ทันที สะดวกในการพกพา เป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานและคุณค่าทางโภชนาการ สามารถรับประทานเป็นอาหารเช้าหรือทดแทนมื้อใดมื้อหนึ่งในแต่ละวันได้ (ศิริภัทร์ และคณะ, 2551) ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจเรื่องสุขภาพมากขึ้น ทำให้ขนมขบเคี้ยวที่ทำจากแป้งได้รับความนิยมลดลง ในทางกลับกันกระแสการบริโภคขนมขบเคี้ยวจากผักและผลไม้ได้รับความนิยมสูงขึ้น (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2555) ดังนั้นขนมขบเคี้ยวที่แปรรูปจากผักและผลไม้จึงเป็นสินค้าที่น่าสนใจและยังมีช่องว่างให้ผู้ประกอบการ SMEs เข้ามาเติมเต็มต่อยอดธุรกิจได้ (SMELeader, 2558)

ผลิตภัณฑ์กล้วยกรอบเป็นสินค้า OTOP ขึ้นชื่อของจังหวัดพะเยา มีลักษณะบางกรอบ มีรสชาติที่กลมกล่อมหอมกลิ่นกล้วย จึงเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค อย่างไรก็ตามในกระบวนการผลิตกล้วยทอดกรอบเกิดเศษเหลือ คือเศษกล้วยเนื่องจากการแตกหักไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.11, 2546) ประมาณ 10% ในแต่ละวัน (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์) ซึ่งเศษเหลือเหล่านี้ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่นเดียวกับกระบวนการผลิตข้าวแต๋นซึ่งเกิดเศษเหลือเนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดการแตกหักไม่ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.36, 2546) ด้วยเหตุนี้จึงมีความเป็นไปได้ที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษเหลืดังกล่าวโดยการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและสารอาหาร โดยเสริมธัญพืช ได้แก่ งา และเมล็ดฟักทอง เป็นต้น

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า สัตว์ส่วนของสารให้ความหวาน ได้แก่ กลูโคสไซรัป ซูโครส และ ไฮฟรุกโทส-ไซรัป มีผลต่อความแข็งและความหวานของอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร (ปาริสุทธิ์, 2550) นอกจากนี้ ศิริภัทร์ และคณะ (2551) ยังพบว่าสัตว์ส่วนของส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ แอกซ์ทริบูเตต คอนเฟล็ก โปรตีนเกษตร และผักผลไม้ผสมแผ่น มีอิทธิพลต่อคุณภาพและคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะของอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากธัญชาติและผักผลไม้ผสม

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ ศึกษาผลของระดับสารให้ความหวาน ได้แก่ น้ำตาลและกลูโคสไซรัป และสัตว์ส่วนของเศษกล้วยกรอบและข้าวแต๋น ต่อคุณภาพของอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่ง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพชนิดใหม่ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษเหลือจากกระบวนการผลิตกล้วยกรอบและข้าวแต๋น

1. กรรมวิธีการผลิตขนมขบเคี้ยวชนิดแท่ง

การผลิตขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากเศษกล้วยกรอบและข้าวแต๋น ได้ดัดแปลงสูตรและกรรมวิธีการผลิตมาจากสุธิตา (2553) ประกอบด้วยเศษกล้วยกรอบ และเศษข้าวแต๋น (บดให้มีขนาดประมาณ 2.5 mm) เมล็ดฟักทอง งา ลูกเกด น้ำตาล และกลูโคสไซรัป โดยนำส่วนผสมต่างๆ ที่จะทำน้ำเชื่อม ได้แก่ น้ำตาล กลูโคสไซรัป และน้ำสะอาด นำมาให้ความร้อนจนเดือดเป็นฟองละเอียด ใช้เวลาประมาณ 10 นาที ผสมส่วนผสมที่เหลือให้เข้ากัน และนำไปขึ้นรูปเป็นแท่งขนาด $3 \times 5 \times 1.5 \text{ cm}^3$ จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

2. การพัฒนาสูตรขนมขบเคี้ยวชนิดแท่ง

2.1 ศึกษาผลของสัดส่วนสารให้ความหวานต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวชนิดแท่ง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) เมื่อใช้ระดับของน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัป 3 ระดับ ได้แก่ 1:2, 1:1 และ 2:1 คิดเป็น 30% ของส่วนผสมทั้งหมด โดยมีปริมาณส่วนผสมแห้งคงที่ในอัตราส่วนต่อน้ำเชื่อมเท่ากับ 2:1 นำมาผ่านกรรมวิธีการผลิตขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งดังข้อ 1

ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่องวัดค่า water activity (Rotronic รุ่น HygroLab c1) วัดความแข็งและความเปราะแตกบริเวณกลางชิ้น โดยใช้เครื่อง Texture analyzer รุ่น TA.XT plus โดยใช้หัวกดแบบ three-point bending ความเร็วในการกด 1 mm/s กดจนกระทั่งแผ่นตัวอย่างผลิตภัณฑ์แตกออกจากกัน แรงสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างการกดใช้อ้างอิงเป็นค่าความแข็งของตัวอย่าง ส่วนระยะทางที่ตัวอย่างด้านแรงกดก่อนที่จะแตกหักใช้อ้างอิงเป็นค่าความเปราะแตก ทำการทดสอบ 3 ซ้ำกับตัวอย่างต่างชิ้นกัน และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความเข้มในคุณลักษณะด้านรสหวาน ความเหนียว และความกรอบ ด้วยวิธีการชิมแบบสเกลเชิงเส้นตรง ความยาว 10 cm ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 5 คน ซึ่งคัดเลือกจากผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกการให้คะแนนความเข้มในแต่ละคุณลักษณะ และสามารถบอกความเข้มตามสเกลดังกล่าวได้ โดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบและตัวอย่างอ้างอิงของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

2.2 ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของเศษกล้วยกรอบและข้าวแต๋นสำหรับขนมขบเคี้ยวชนิดแท่ง

ใช้สูตรผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งที่คัดเลือกได้จากการศึกษาในข้อ 2.1 มาศึกษาสัดส่วนของเศษกล้วย

กรอบและข้าวแต่นที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ 3 ระดับ วางแผนการทดลองแบบ CRD ได้แก่ 1:3, 1:1 และ 3:1 คิดเป็น 50% ของส่วนผสมทั้งหมด โดยมีสัดส่วนของน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัปที่ นำมาผ่านกรรมวิธีการผลิตขนมขบเคี้ยวชนิดแห้งดังข้อ 2.1

วัดค่าทางกายภาพได้แก่ a_w ความแข็งและความเปราะแตก ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยพิจารณาจากสี ลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale (1: ไม่ชอบมากที่สุด, 3: ไม่ชอบปานกลาง, 5: บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ, 7: ชอบปานกลาง, 9: ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน อายุระหว่าง 17-45 ปี

วิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 19

2.3 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่พัฒนาได้

นำผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดแห้งที่ได้คะแนนความชอบรวมมากที่สุด จากการศึกษาในข้อ 2.2 มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการของ A.O.A.C (2000)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1) ผลของสัดส่วนสารให้ความหวานต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวชนิดแห้ง

จากการศึกษาสัดส่วนสารให้ความหวาน 3 ระดับ ได้แก่ 1:2, 1:1 และ 2:1 ต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวชนิดแห้งจากเศษกล้วยกรอบและข้าวแต่น นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 1 และ 2

จากตารางที่ 1 ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดแห้งจากเศษกล้วยกรอบและข้าวแต่นมีค่า a_w อยู่ในช่วง 0.38-0.46 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มอาหารประเภทแห้ง มีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในการเจริญของจุลินทรีย์ในระดับต่ำ จึงปลอดภัยจากการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้เก็บรักษาได้เป็นเวลานาน เพราะส่วนประกอบของสารให้ความหวานที่ให้พลังงานได้แก่ น้ำตาลซูโครส และกลูโคสไซรัป นอกจากให้ความหวานแล้ว ยังให้ความหนืด เนื้อสัมผัสและความรู้สึกใน

ปาก สามารถจับและรวมตัวกับน้ำเพื่อให้ผลิตภัณฑ์คงความชุ่มชื้นและยังเป็นการป้องกันการเสื่อมเสีย ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา โดยการลดค่า a_w (สุวรรณ, 2543)

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพของขนมขบเคี้ยวชนิดแห้งที่มีสัดส่วนของสารให้ความหวานแตกต่างกัน

น้ำตาล: กลูโคสไซรัป	a_w	ความแข็ง (g force)	ความเปราะ (mm)
1:2	0.38 ± 0.01 ^b	971.3 ± 54.5 ^b	14.9 ± 1.0 ^{ns}
1:1	0.38 ± 0.01 ^b	1552.2 ± 126.1 ^a	14.7 ± 1.3 ^{ns}
2:1	0.46 ± 0.01 ^a	1668.7 ± 409.8 ^a	14.7 ± 1.3 ^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการทดลองพบว่า เมื่อสัดส่วนของน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัปที่ระดับ 2:1 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า a_w สูงกว่าที่ระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลูโคสไซรัปหรือเบสแซ ที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง เป็น น้ำเชื่อมกลูโคสที่มีค่า dextrose equivalent ต่ำกว่าน้ำตาลซูโครส จึงมีขนาดโมเลกุลที่ใหญ่ทำให้มีโอกาสเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้มาก (ปาริสุทธิ์ และคณะ, 2550) เป็นผลให้ค่า a_w ลดลงเมื่อสัดส่วนของกลูโคสไซรัปเพิ่มสูงขึ้น

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพด้านความแข็งพบว่า ชุดทดลองที่มีสัดส่วนของน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัปเท่ากับ 1:2 มีค่าความแข็งต่ำกว่าที่ระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าความแข็งเท่ากับ 971.3 g ในขณะที่ระดับ 1:1 และ 2:1 มีค่าความแข็งเท่ากับ 1668.7 g และ 1552.2 g ตามลำดับ เนื่องจากกลูโคสไซรัปมีค่า dextrose equivalent มีความหนืดสูง เมื่อใช้ในสัดส่วนที่สูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียว ในขณะที่การใช้น้ำตาลในสัดส่วนที่สูงจะให้ลักษณะของการติดแน่นของผลิตภัณฑ์มากกว่า ทำให้มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น (สุวรรณ, 2543) ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปาริสุทธิ์ และคณะ (2550) ที่พบว่าการผลิตอาหารขบเคี้ยวชนิดแห้งจากข้าวกล้องและสมุนไพร์ ปริมาณน้ำตาลซูโครสที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความร่วนมากขึ้น มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านการเกาะตัวกันมีแนวโน้มลดลง อาจเป็นผลมาจากค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ที่วัดได้ในการทดลองนี้มีความแปรปรวน (SD) สูงเนื่องจากตัวอย่างที่ใช้ทดสอบมีจำนวนน้อย ในขณะที่สัดส่วนของน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัปไม่มีผลต่อความเปราะแตกของผลิตภัณฑ์ ($P > 0.05$)

เมื่อพิจารณาคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 2 พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัปมีผลทำให้คะแนนความเข้มข้นในคุณลักษณะด้านรสหวานสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากกลูโคสไซรัปมีระดับความหวานเพียง 0.8 เท่าของน้ำตาล (สุวรรณ, 2543) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติของการประเมินคุณลักษณะด้านความหวานในผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนของสารให้ความหวานแตกต่างกัน ($P>0.05$)

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความเหนียวและความกรอบ ให้ผลเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน โดยเมื่อเพิ่มสัดส่วนน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัป เป็น 2:1 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวต่ำกว่าและความกรอบสูงกว่าที่ระดับ 1:2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) เนื่องจากกลูโคสไซรัปมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น (ปาริสุทธิ์ และคณะ, 2550) หากใช้ในปริมาณที่สูงเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเหนียวนุ่ม กรอบน้อย มีความโค้งงอมาก

ตารางที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวชนิดแห้งที่มีสัดส่วนของสารให้ความหวานแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	น้ำตาล:กลูโคสไซรัป		
	1:2	1:1	2:1
รสหวาน	6.8 ± 0.8 ^{ns}	6.4 ± 0.6 ^{ns}	7.2 ± 0.5 ^{ns}
ความเหนียว	7.0 ± 0.7 ^a	6.4 ± 0.6 ^{ab}	6.0 ± 0.7 ^b
ความกรอบ	5.8 ± 0.4 ^b	6.2 ± 0.5 ^{ab}	6.8 ± 0.5 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างของข้อมูลในแนวนอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จะเห็นได้ว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสมีความสอดคล้องกับคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงเลือกใช้สัดส่วนของน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัปที่ 2:1 มาพัฒนาต่อไป เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีการเกาะตัวกันได้ดี และมีความกรอบมากกว่าชุดทดลองอื่น

2) สัดส่วนที่เหมาะสมของเศษกล้วยกรอบและข้าวแต๋นสำหรับขนมขบเคี้ยวชนิดแห้ง

จากการศึกษาสัดส่วนของกล้วยกรอบต่อข้าวแต๋น 3 ระดับ ได้แก่ 1:3, 1:1 และ 3:1 โดยใช้สัดส่วนของสารให้ความหวานที่เหมาะสมจากการทดลองแรก นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 3 และ 4

จากการวัดคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 3 พบว่า ค่า a_w ของทุกชุดทดลอง อยู่ในช่วง 0.44-0.49 และพบความแตกต่างทางสถิติของค่า a_w ($P\leq 0.05$)

ในผลิตภัณฑ์เนื่องจากสัดส่วนของวัตถุดิบกล้วยกรอบและข้าวแต๋นที่แตกต่างกัน

สัดส่วนของกล้วยกรอบและข้าวแต๋น มีอิทธิพลต่อค่าความแข็งและความเปราะแตกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) โดยเมื่อสัดส่วนของข้าวแต๋นเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งสูงขึ้น ในขณะที่ความเปราะแตกลดลง เนื่องจากข้าวแต๋นมีลักษณะโค้งงอ จึงมีพื้นที่ผิวสัมผัสน้ำเชื่อมมากกว่าเศษกล้วยกรอบซึ่งมีลักษณะเป็นชิ้นแบนบาง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเกาะตัวกันดีกว่า ซึ่งการวัดแบบ three-point bending เป็นการวัดค่าความแข็งที่เกิดจากการเกาะตัวกันของผลิตภัณฑ์ (ศิริภัทร์ และคณะ, 2551)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพของขนมขบเคี้ยวชนิดแห้งที่มีสัดส่วนของกล้วยกรอบต่อข้าวแต๋นแตกต่างกัน

กล้วยกรอบ:ข้าวแต๋น	a_w	ความแข็ง (g force)	ความเปราะ (mm)
1:3	0.44 ± 0.00 ^b	1382.2 ± 231.1 ^a	16.6 ± 0.7 ^b
1:1	0.43 ± 0.01 ^b	1197.1 ± 205.2 ^b	16.1 ± 1.1 ^b
3:1	0.49 ± 0.00 ^a	1170.2 ± 211.2 ^b	19.1 ± 1.8 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษร a-b ที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวชนิดแห้งที่มีสัดส่วนของกล้วยกรอบและข้าวแต๋นแตกต่างกัน

คุณลักษณะ	กล้วยกรอบ:ข้าวแต๋น		
	1:3	1:1	3:1
สี	7.53 ± 0.90	7.27 ± 1.08	7.37 ± 1.00
ลักษณะปรากฏ	7.37 ± 0.93	7.10 ± 1.12	7.17 ± 0.99
กลิ่นรส	7.37 ± 1.22	7.17 ± 1.05	7.40 ± 0.97
เนื้อสัมผัส	7.20 ± 1.21	7.13 ± 1.46	6.90 ± 1.45
ความชอบรวม	7.53 ± 1.14	7.37 ± 1.13	7.30 ± 1.21

หมายเหตุ ไม่มี ความแตกต่างของข้อมูลในแนวนอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนของกล้วยกรอบต่อข้าวแต๋น เท่ากับ 1:3 สูงที่สุด อย่างไรก็ตามไม่พบแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ของคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะอยู่ในช่วงชอบปานกลาง (6.90-7.53)

จากการทดลองดังกล่าว พบว่าการเพิ่มปริมาณข้าวแต๋นมีผลต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงเลือกใช้สัดส่วนของกล้วยกรอบต่อข้าวแต๋น เท่ากับ 1:3 มาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวอัดแท่งจากเศษกล้วยกรอบและข้าวแต๋น

3) องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากเศษกล้วยกรอบและข้าวแต๋น

ผลการศึกษาค่าคุณภาพทางเคมีของขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากเศษกล้วยกรอบและข้าวแต๋นที่พัฒนาได้ พบว่ามีปริมาณความชื้นเท่ากับ $5.31 \pm 2.25\%$, โปรตีน $4.73 \pm 0.62\%$, ไขมัน $16.80 \pm 0.06\%$, โยอาหาร $7.46 \pm 1.90\%$, เถ้า $0.37 \pm 0.05\%$ และ คาร์โบไฮเดรต $65.33 \pm 4.88\%$ โดยประมาณของน้ำหนักแห้ง

ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่พัฒนาได้มีวัตถุดิบหลักคือข้าวแต๋น จึงทำให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง โดยมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบอยู่ในปริมาณน้อย ส่วนไขมันที่พบมาจากกระบวนการผลิตกล้วยกรอบและข้าวแต๋นที่มีการทอดในน้ำมัน อย่างไรก็ตามในกล้วยและข้าวมีวิตามินและเกลือแร่ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ จึงช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ส่วนใหญ่มีแป้งเป็นวัตถุดิบหลักให้สูงขึ้นได้ เช่นเดียวกับที่มีการเสริมใยบัวบกทั้งต้นสดบดในปริมาณร้อยละ 4 โดยน้ำหนักและใยด้วยใยบัวบกแห้งบดร้อยละ 10 โดยน้ำหนักในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวพองกรอบจากแป้งข้าวโพดบดหยาบผสมปลายข้าวหอมมะลิบด พบว่าทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น (นันทิยา, 2552) จึงเป็นไปได้ว่า

สารสำคัญในกล้วยและข้าวมีศักยภาพในการนำไปใช้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวได้

สรุปผลการวิจัย

สัดส่วนของสารให้ความหวานมีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งจากเศษกล้วยกรอบและข้าวแต๋น เมื่อปริมาณน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งเพิ่มขึ้นและเกาะตัวกันได้ดี ในขณะที่การเพิ่มกลูโคสไซรัปทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวมากขึ้นและความกรอบลดลง โดยสัดส่วนที่เหมาะสมของน้ำตาลต่อกลูโคสไซรัปในการผลิตขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งเท่ากับ 2:1 หรือ 20% และ 10% ตามลำดับ

การเพิ่มปริมาณกล้วยกรอบทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งลดลง แต่กร่นง่ายขึ้น โดยสัดส่วนที่เหมาะสมของเศษกล้วยกรอบต่อข้าวแต๋นในผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้เท่ากับ 1:2 หรือ 12.5% และ 37.5% ตามลำดับ คะแนนความชอบรวมเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบปานกลาง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ โดยการอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้การสนับสนุนทุนและวัสดุอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- นันทิยา ภวภูตานนท์. 2552. การผลิตขนมขบเคี้ยวพองกรอบเสริมบัวบกโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปารีสุทธิ สงทิพย์. 2550. การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพรมะขาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปารีสุทธิ สงทิพย์, กมลวรรณ แจ่มชัด และไพศาล วุฒิจำนงค์. 2550. การศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของสารให้ความหวานในการผลิตอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งการข้าวกล้องและสมุนไพรมะขาม. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2550: 547-553.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 11. 2546. กล้วยทอดกรอบ. สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 36. 2546. ข้าวแต๋น. สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สุวรรณ สุกิมารส. 2543. เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อคโกแลต. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ. 15-37 น.
- สุจิตา กิจจาวรเสถียร. 2553. ผลิตภัณฑ์ธัญพืชผสมใยบัวบกอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา

คหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 101 หน้า.

ศิริภัทร์ จันทร์อร่าม, กมลวรรณ แจ่มชัด และอนุวัตร แจ่มชัด. 2551. อิทธิพลของส่วนผสมต่อคุณภาพอาหารขบเคี้ยวชนิดแห้งจากธัญชาติและผักผลไม้ผสม. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร 29 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ 2551: 579-587.

ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. 2555. ผักผลไม้อบแห้ง คู่ค้าและคู่แข่งอาเซียนที่น่ามอง. (สืบค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2559) Available from: URL: <http://www.kasikornresearch.com/TH/Pages/Default.aspx>.

SMELeader. 2558. ผักและผลไม้แปรรูป...โอกาสจับเทรนด์ความต้องการอาหารเพื่อสุขภาพ (Start-up business). (สืบค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2559) Available from: URL: <http://www.smeleader.com/ผักและผลไม้แปรรูป-start-up-business/>.

A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis 16th ed. Association of Official Analytical Chemist. Virginia.