



# การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวดำ (*Oryza sativa* L.) สายพันธุ์ลิ้มผัว

## Product Development of Snack from Black Glutinous Rice

### (*Oryza sativa* L.) cv. Leum Phua

ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา<sup>1\*</sup> และ ธนาวรรณ สุขเกษม<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

<sup>2</sup>สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

\*Corresponding Author, E-mail: kwanjit.anu@pcru.ac.th

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผัว โดยพบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมของข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผัวในการผลิตขนมขบเคี้ยวคือ 80:20 เนื่องจากผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสี ความกรอบ ความแข็ง ความเหนียว และความชอบโดยรวมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) และจากการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของผงปรุงแต่งกลิ่นรสในขนมขบเคี้ยว พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผัวที่ปรุงแต่งกลิ่นรสชีส ร้อยละ 8 มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) หลังจากนั้นจึงนำขนมขบเคี้ยวที่มีสัดส่วนของข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผัว 80:20 ปรุงแต่งกลิ่นรสชีสความเข้มข้นร้อยละ 8 มาทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่า มีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 3.22 2.02 6.56 0.21 2.85 และ 85.14 ตามลำดับ มีค่าการพองตัวเท่ากับ 1.77 มีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.35 ทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ ที่อุณหภูมิห้อง แล้ววิเคราะห์คุณภาพทางด้านสีและเนื้อสัมผัสทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นไม่มีอิทธิพลต่อค่าสี ( $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$ ) และไม่มีอิทธิพลต่อค่าความแข็ง และความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

#### ABSTRACT

The objective of this research was to develop snack product from black glutinous rice strain of Leum Phua. The appropriate proportion of white glutinous and black glutinous strain of Leum Phua for produce snack was 80:20 because the panelists gave the significantly higher hedonic scores of color, crispness, hardness, adhesiveness and overall liking. The study on the types and amount of seasoning showed that snack seasoned with 8% cheese flavor had the significantly higher score of overall liking. The snack made from 80:20 white glutinous and black glutinous strain of Leum Phua seasoned with 8% cheese flavor contained moisture, fat, protein, crude fiber, ash and carbohydrate contents were 3.22, 2.02, 6.56, 0.21, 2.85 and 85.14% respectively, 1.77 expansion ratio and 0.35  $a_w$ . Studies of the changes in the color and texture every two weeks for eight weeks were analyzed after storage in aluminium foil bag in room temperature. The results showed that storage time was

not significantly affected on color quality ( $L^* a^* b^*$ ) and were not affected on hardness and fracturability of product ( $p>0.05$ ).

**คำสำคัญ:** การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ขนมขบเคี้ยว ข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผั่ว

**Keywords:** Product Development, Snack, Black Glutinous Rice cv. Leum Phua

## บทนำ

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรไปสู่สังคมผู้สูงอายุ สังคมเมืองที่ขยายตัว และพฤติกรรมของผู้บริโภคยุคใหม่ที่มีวิถีชีวิตอันเร่งรีบ มีเวลาการออกกำลังกายน้อยลง ทำให้ผู้คนเริ่มตระหนักในสำคัญของการบริโภคอาหารที่มีคุณประโยชน์มากขึ้น กระแสอาหารเพื่อสุขภาพจึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และมีได้จำกัดเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุเท่านั้น แต่ยังรวมถึงกลุ่มคนทั่วไปที่มีรายได้ปานกลาง ซึ่งมีกำลังซื้อเพิ่มมากขึ้นไปจนถึงกลุ่มคนรุ่นใหม่ที่มีใส่ใจในสุขภาพด้วย จากการสำรวจของ Euromonitor พบว่ามูลค่าตลาดอาหารเพื่อสุขภาพทั่วโลกมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง และคาดการณ์ว่าภายในปี 2560 มูลค่าตลาดจะสูงถึง 1 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณร้อยละ 15 ของมูลค่าอาหารและเครื่องดื่มทั้งหมด สำหรับประเทศไทยนั้น ตลาดอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพปี 2558 มีมูลค่ากว่า 1.7 แสนล้านบาท มีอัตราการเติบโตเฉลี่ยปีละ 9.1% ซึ่งเป็นอัตราขยายตัวที่ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับตลาดอาหารโดยรวมของประเทศซึ่งเติบโตเพียง 3-5% ต่อปีเท่านั้น (สุทธิรัตน์, 2559)

ข้าวสี เป็นข้าวที่กำลังได้รับความสนใจให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพ มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากมีสารประกอบฟีนอลจำนวนมาก โดยเฉพาะแอนโทไซยานิน (Oranuch et al., 2017; Maria et al., 2016; Kanitha and Wanida, 2010; Finocchiaro et al., 2007) ข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผั่ว เป็นหนึ่งในพันธุ์ข้าวพระราชทานในพระราชพิธีพืชมงคลจรดพระนังคัลแรกนาขวัญ ประจำปี 2560 ได้รับการประกาศรับรองพันธุ์เมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2555 เป็นข้าวเหนียวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องสีดำที่อุดมไปด้วยสารที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น แอนโทไซยานิน และแกมมาโอไรซานอล กรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น โอเมก้า3 โอเมก้า6 และโอเมก้า9 วิตามิน เช่น วิตามินอี ธาตุอาหาร เช่น ธาตุเหล็ก แคลเซียม และแมงกานีส มีสรรพคุณในการป้องกันการเกิดโรคหัวใจ โรคเบาหวาน ลดการแข็งตัวของเลือด ลดการขยายของเซลล์มะเร็ง ช่วยบำรุงตับ

ป้องกันโรคมองเสื่อม ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผั่วมีลักษณะที่ดีในการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสำหรับเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ และยังเป็นข้าวเหนียวที่โดดเด่นด้านรสชาติ มีกลิ่นหอม หากสีเป็นข้าวกล้องเมื่อหุงสุกลักษณะสัมผัสเมื่อเคี้ยวภายนอกจะกรุบหนึบ ภายในนุ่มเหนียว (กรมการข้าว, 2556)

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผั่วที่สามารถบริโภคได้ทั้งเด็กและผู้ใหญ่ เพื่อเป็นการส่งเสริมตลาดผลิตภัณฑ์ข้าวแปรรูป และเป็นการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบในท้องถิ่น

## วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ตัวอย่างข้าวลิ้มผั่วจากศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อ.วังทอง จ.พิษณุโลก ข้าวเหนียวขาว กข 6 จากข้าวเหนียวบัวแดง คัดพิเศษ เกรด A จังหวัดอุดรธานี

2. ศึกษาสัดส่วนข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผั่วที่เหมาะสมในการผลิตขนมขบเคี้ยว

นำข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผั่วมาแยกสิ่งสกปรกและเมล็ดเสียออก ผสมข้าวเหนียวทั้งสองชนิด ในสัดส่วนของข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวดำดังนี้คือ 90:10 85:15 และ 80:20 นำข้าวไปแช่น้ำ เป็นเวลา 16 ชั่วโมง นำข้าวที่แช่น้ำแล้วมาบดให้ละเอียด นึ่งด้วยไอน้ำเป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นนำมารีดให้เป็นแผ่นหนา 1 มิลลิเมตร นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ตัดเป็นชิ้นขนาด 2.5 x 3 เซนติเมตร แล้วนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปอบให้สุกด้วยหม้ออบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที พักไว้ให้เย็น บรรจุใส่ถุงพอยด์

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผั่ว โดยใช้วิธี 9-Points Hedonic Scale (1= ไม่ชอบมากที่สุด และ 9= ชอบมากที่สุด) ประเมิน

คุณภาพทางด้านสี ความกรอบ ความแข็ง ความเหนียว และ ความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

3. ศึกษาชนิดและปริมาณของผงปรุงแต่งกลิ่นรสในขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวคั่วสายพันธุ์ลิ้มผิว

นำขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวคั่วสายพันธุ์ลิ้มผิวที่ได้คะแนนความชอบรวมมากที่สุด มาปรุงแต่งกลิ่นรส ด้วยผงปรุงแต่งกลิ่นรส 3 กลิ่นรส คือ กลิ่นรสชีส กลิ่นรสต้มยำ และกลิ่นรสบาร์บีคิว ความเข้มข้นร้อยละ 5 และ 8 ของน้ำหนักข้าว แล้วนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อหาชนิดและความเข้มข้นของผงปรุงแต่งกลิ่นรสที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด โดยใช้วิธี 9-Points Hedonic Scale (1= ไม่ชอบมากที่สุด และ 9= ชอบมากที่สุด) ประเมินคุณภาพทางด้านสี ความกรอบ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

4. ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปรุงแต่งกลิ่นรสจากข้าวเหนียวคั่วสายพันธุ์ลิ้มผิว

นำขนมขบเคี้ยวปรุงแต่งกลิ่นรสจากข้าวเหนียวคั่วสายพันธุ์ลิ้มผิวที่ได้คะแนนความชอบรวมมากที่สุด มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่างๆ ดังนี้

#### 4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)

#### 4.2 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

4.2.1 ค่าการพองตัว (ดัดแปลงจาก Nurul et al., 2010) วัดค่าการพองตัวด้วยการใช้วิธีแทนที่เมล็ดงา โดยการนำเมล็ดงาเทลงในแก้วปากเรียบให้เต็ม และปาดให้เรียบ นำมาวัดปริมาตรโดยใช้กระบอกตวง จดปริมาตรที่ได้ ( $V_1$ ) นำข้าวอบแห้งก่อนสุก จำนวน 10 กรัม ใส่แก้ว ใบเดมใส่เมล็ดงาลงไปจนเต็มปากแก้ว ปาดให้เรียบ แยกเอาข้าวอบแห้งก่อนสุกออก นำเมล็ดงาที่เหลือไปวัดปริมาตร ( $V_2$ ) ความแตกต่างระหว่างปริมาตรของเมล็ดงา ( $V_1 - V_2$ ) คือ ปริมาตรของข้าวอบแห้งก่อนอบสุก หลังจากนั้นนำข้าวอบแห้งขึ้นเดมไปอบให้สุก ข้าวที่ได้จะนำมาหาปริมาตร ( $V_3$ ) ด้วยวิธีเดียวกัน จะได้ปริมาตรของข้าวอบแห้งหลังอบสุก ( $V_1 - V_3$ ) อัตราส่วนของการพองตัว คือ ปริมาตรของข้าวอบแห้งหลังอบสุก

$$\text{ค่าการพองตัว} = \frac{\text{ปริมาตรของข้าวอบแห้งหลังอบสุก}}{\text{ปริมาตรของข้าวอบแห้งก่อนอบสุก}}$$

4.2.2 ค่าปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ) นำตัวอย่างขนมขบเคี้ยวมาดให้ละเอียด บรรจุลงในช่องใส่ตัวอย่างของเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ Aqua lab รุ่น Pawkit

4.2.3 ค่าสี วัดค่าสีในระบบ CIELAB ค่าที่วัด ได้แก่ ค่า  $L^*$  (ค่าความสว่างของสีซึ่งมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง สีดำ, 100 หมายถึง สีขาว)  $a^*$  (“+” หมายถึง วัตถุที่มีสีแดง, “-” หมายถึง วัตถุที่มีสีเขียว) และ  $b^*$  (“+” หมายถึง วัตถุที่มีสีเหลือง, “-” หมายถึง วัตถุที่มีสีน้ำเงิน) โดยใช้เครื่องวัดสี (colorimeter) รุ่น CR-10 จากบริษัท Minolta Co., Ltd.

4.2.4 ค่าเนื้อสัมผัส การทดสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส ทำการทดสอบในลักษณะของแรงกด โดยใช้วิธีกด 3 จุด (3-Point Bending test) ความเร็วในการกด 1 mm/s แรงสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างการกดใช้อ้างอิงเป็นค่าความแข็งของตัวอย่าง ส่วนระยะทางที่ตัวอย่างต้านแรงกดก่อนที่จะแตกหักใช้อ้างอิงเป็นค่าความกรอบ โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) รุ่น TA.XT.plus: บริษัท Charpa Techcenter Co., Ltd.

#### 4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพมาคำนวณค่าทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan’s New Multiple Range Test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนข้อมูลคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้ค่าเฉลี่ยความชอบมากที่สุด

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

#### 1. ผลการศึกษาสัดส่วนข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวคั่วสายพันธุ์ลิ้มผิวที่เหมาะสมในการผลิตขนมขบเคี้ยว

จากการผลิตขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวคั่วสายพันธุ์ลิ้มผิว ได้ทำการศึกษาสัดส่วนของข้าวเหนียวขาว ต่อข้าวเหนียวดำ โดยใช้สัดส่วนต่างๆ กันดังนี้คือ 90:10 85:15 และ 80:20 และนำขนมขบเคี้ยวที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการให้คะแนนความชอบในด้านสี ความกรอบ ความแข็ง ความเหนียว และความชอบโดยรวม ได้ผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 พบว่าขนมขบเคี้ยวที่มีสัดส่วนข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวดำ 80:20 ได้คะแนนความชอบ ด้านสี ความเหนียว และความชอบโดยรวมมากที่สุด สำหรับปริมาณข้าวเหนียวดำที่เพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านความกรอบ และความแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ นวรัตน์ และคณะ (2553) ที่ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครกเกอร์ข้าวเหนียวที่มีการผสมข้าวเหนียวดำร้อยละ 5 10 และ 15 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความกรอบไม่แตกต่างกัน จากการทดลองของนบรัตน์ (2554) ที่ทำการศึกษาความชอบด้านสี

ของผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าวเหนียว กข6 ชัดขาว ข้าวเหนียวดำ และข้าวเหนียวดำกลิ้ง พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีของอาหารจากข้าวเหนียวดำ และข้าวเหนียวดำกลิ้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่คะแนนจะต่ำกว่าอาหารจากข้าวเหนียว กข6 ชัดขาว เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวสีล้วนๆ ไม่มีการผสมข้าวขาวนั้น สีดำจะเข้มเกินไป ดูคล้ายถ่านไม่น่ารับประทาน จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีของขนมขบเคี้ยวที่มีสัดส่วนข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวดำ 80:20 มากที่สุด เนื่องจากมีการผสมกันของข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำจึงทำให้สีไม่เข้มจนเกินไป

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มฝัวสัดส่วนต่างๆ

สัดส่วน ข้าวขาว:ข้าวดำ	คะแนนความชอบ				
	สี	ความกรอบ <sup>ns</sup>	ความแข็ง <sup>ns</sup>	ความเหนียว	ความชอบโดยรวม
90:10	6.80 <sup>b</sup> ±0.55	7.43±0.81	6.36±0.71	6.50 <sup>b</sup> ±0.62	6.63 <sup>b</sup> ±0.57
85:15	6.96 <sup>b</sup> ±0.34	7.32±0.71	6.46±0.78	6.56 <sup>b</sup> ±0.56	6.93 <sup>b</sup> ±0.80
80:20	7.80 <sup>a</sup> ±0.30	7.45±0.48	6.33±0.60	7.33 <sup>a</sup> ±0.54	7.56 <sup>a</sup> ±0.18

หมายเหตุ ตัวอักษร a-b ในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

**2. ผลการศึกษาชนิดและปริมาณของผงปรุงแต่งกลิ่นรสในขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มฝัว**

นำขนมขบเคี้ยวที่มีสัดส่วนของข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มฝัว 80:20 ซึ่งได้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดจากการทดลองที่ 1 มาทำการปรุงแต่งกลิ่นรส 3 กลิ่นรส

คือ กลิ่นรสชีส กลิ่นรสต้มยำ และกลิ่นรสบาร์บีคิว โดยใช้ความเข้มข้น 2 ระดับ คือ ร้อยละ 5 และร้อยละ 8 แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวปรุงแต่งกลิ่นรสจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มฝัว

กลิ่นรส	ความเข้มข้น (ร้อยละ)	คะแนนความชอบ				
		สี <sup>ns</sup>	ความกรอบ <sup>ns</sup>	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
ชีส	5	7.70±0.95	7.40±0.96	6.73 <sup>b</sup> ±0.62	6.63 <sup>b</sup> ±0.75	6.46 <sup>b</sup> ±0.58
	8	7.83±0.31	6.90±0.70	7.83 <sup>a</sup> ±0.57	7.56 <sup>a</sup> ±0.62	7.46 <sup>a</sup> ±0.47
ต้มยำ	5	7.70±0.95	7.30±0.91	6.30 <sup>b</sup> ±0.96	6.43 <sup>bc</sup> ±0.89	6.33 <sup>bc</sup> ±0.57
	8	7.80±0.87	7.16±1.13	6.50 <sup>b</sup> ±0.88	6.03 <sup>c</sup> ±0.86	6.06 <sup>c</sup> ±0.73
บาร์บีคิว	5	7.60±0.84	6.93±1.15	5.90 <sup>c</sup> ±1.20	6.10 <sup>c</sup> ±1.09	6.36 <sup>bc</sup> ±0.69
	8	7.56±0.80	7.30±0.83	6.33 <sup>b</sup> ±1.14	6.30 <sup>bc</sup> ±0.83	6.40 <sup>bc</sup> ±0.50

หมายเหตุ ตัวอักษร a-c ในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ )

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสี และความกรอบของผลิตภัณฑ์ที่ปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยผงปรุงแต่งกลิ่นรสทั้ง 3 กลิ่นรสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของขนมขบเคี้ยวที่ปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยกลิ่นรสชีส ร้อยละ 8 มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ ) เนื่องจากกลิ่นรสของชีสเข้ากันกับกลิ่นหอมของข้าว แต่กลิ่นรสต้มยำ และกลิ่นรสบาร์บีคิว มีกลิ่นรสเฉพาะของเครื่องเทศ และมีความเผ็ด จึงไปกลบกลิ่นรสของข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มฝัว ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบน้อยลง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สุชาติดา และขวัญชัย (2555) ที่ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากข้าวกล้องหอมมะลิผสมข้าวแดง (อังกัก) และพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับแครกเกอร์ที่ปรุงแต่งกลิ่นรสชีสมากกว่ากลิ่นรสคอร์นชีส ชาวคริม

บาร์บีคิว และสาหร่าย และงานวิจัยของเชิญพร และคณะ (2555) ที่ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์แห้วทอดกรอบปรุงรส และพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์แห้วทอดกรอบปรุงแต่งกลิ่นรสชีส มากกว่าต้มยำ และบาร์บีคิว

### 3. ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปรุงแต่งกลิ่นรสจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มฝัว

นำขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มฝัวที่มีการปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยผงปรุงแต่งกลิ่นรสชีสความเข้มข้นร้อยละ 8 ที่ได้จากการทดลองที่ 2 มาทำการวัดคุณภาพในด้านต่างๆ ดังนี้

#### 3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มฝัวที่มีการปรุงแต่งกลิ่นรสชีส ความเข้มข้นร้อยละ 8 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปรุงแต่งกลิ่นรสชีสจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มฝัว

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
ความชื้น	3.22±0.12
ไขมัน	2.02±0.05
โปรตีน	6.56±0.25
เส้นใยหยาบ	0.21±0.00
เถ้า	2.85±0.03
คาร์โบไฮเดรต	85.14±0.32

จากตารางที่ 3 ขนมขบเคี้ยวปรุงแต่งกลิ่นรสชีสจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มฝัว มีปริมาณไขมัน และโปรตีนเท่ากับ 2.02 และ 6.56 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ นบนรัตน์ (2554) ที่ทำการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน และโปรตีนของอาราเร่จากข้าวเหนียว กข6 ชัดขาว มีค่าเท่ากับ 0.24 และ 1.06 ตามลำดับ และอาราเร่จาก ข้าวเหนียวดำ มีค่าเท่ากับ 2.75 และ 8.36 ตามลำดับ โดยขนมขบเคี้ยวที่ทำการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ (สัดส่วนของข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวดำ 80:20) มีปริมาณไขมัน และโปรตีนอยู่ระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ ข้าวเหนียวขาวมีปริมาณไขมัน และโปรตีนน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวเหนียวดำ เนื่องจากข้าวเหนียวดำมีส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีเข้ม ซึ่งเป็นแหล่งไขมัน โปรตีน เหล็ก สังกะสี และวิตามิน แต่ข้าวเหนียวขาวผ่านกระบวนการขัดสีจนส่วนของเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด เยื่อชั้นใน รวมทั้งคัพภะหลุดออกไป ทำให้เมล็ดข้าวสารมีสีขาวขึ้น และมีปริมาณสารซีเพิ่มขึ้น (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2553)

#### 3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

จากการวิเคราะห์ค่าการพองตัวของขนมขบเคี้ยวปรุงแต่งกลิ่นรสชีส พบว่ามีค่าการพองตัวเท่ากับ 1.77 แสดงว่ามีการขยายปริมาตร 1.77 เท่าหลังได้รับความร้อนเปรียบเทียบกับก่อนได้รับความร้อน โดยขนมขบเคี้ยวที่ทำจากข้าวเหนียวดำจะมีอัตราการพองตัวต่ำกว่าขนมขบเคี้ยวที่ทำจากข้าวเหนียวขาว เนื่องจากข้าวเหนียวดำมีปริมาณใยอาหาร โปรตีน และไขมันมากกว่าข้าวเหนียวขาว (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2553) ซึ่งใยอาหารจะขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้ง ทำให้ผลิตภัณฑ์พองตัวได้น้อยและไม่สม่ำเสมอ สำหรับไขมันจะลดการพองตัวของเม็ดแป้งเนื่องจากจะมีผลต่อการดูดซึมน้ำของแป้ง (สิงหนาท และคณะ, 2550) และ ปริมาณโปรตีนในเม็ดแป้งจะยับยั้งความสามารถในการพองตัวของเม็ดแป้งเมื่อได้รับความร้อน (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2550) คาร์บ (2546) รายงานว่า ปริมาณโปรตีนมีผลต่อการขยายตัวในเชิงปริมาตรของแครกเกอร์ข้าวเหนียว เมื่อปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นทำให้ค่าการพองตัวใน

ผลิตภัณฑ์ลดลง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ วรวิทย์ และคณะ (2550) ที่พบว่าการเพิ่มอัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องมันปูทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น ในขณะที่ความชื้น ค่า  $a_w$  และค่าการพองตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากผลการวิเคราะห์ค่า  $a_w$  ของขนมขบเคี้ยวปรุงแต่งกลิ่นรสซีสมิค่าเท่ากับ 0.35 ซึ่งถือเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้งสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่ต้องแช่เย็น แต่ทั้งนี้ควรเก็บในที่แห้ง เพื่อรักษาคุณภาพ และต้องเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้ต่ำ ป้องกันการดูดน้ำกลับ (นิธิยา, 2545)

สำหรับการวิเคราะห์ค่าสี ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ ) และค่าเนื้อสัมผัส (ความแข็ง และความกรอบ) ทำการวัดค่าคุณภาพทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ แสดงผลดังตารางที่ 4

จากการศึกษาคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปรุงแต่งกลิ่นรสซีสมิจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผัวพบว่า อายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในช่วง 8 สัปดาห์ ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) และไม่มีอิทธิพลต่อค่าความแข็ง และความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แสดงว่าผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพทางด้านสี และด้านเนื้อสัมผัสได้ดีที่อายุการเก็บรักษา 8 สัปดาห์

## สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผัว เริ่มจากการศึกษาสัดส่วนของข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผัวที่เหมาะสมในการผลิตขนมขบเคี้ยวพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสี ความกรอบ ความแข็ง ความเหนียว และความชอบโดยรวมของขนมขบเคี้ยวที่มีสัดส่วนของข้าวเหนียวขาวต่อข้าวเหนียวดำ 80:20 มากที่สุด ( $p \leq 0.05$ ) และจากการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของผงปรุงแต่งกลิ่นรสในขนมขบเคี้ยวจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผัว พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของขนมขบเคี้ยวที่ปรุงแต่งกลิ่นรสสี ความเข้มข้นร้อยละ 8 มากที่สุด ( $p \leq 0.05$ ) จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของขนมขบเคี้ยวพบว่า มีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 3.22 2.02 6.56 0.21 2.85 และ 85.14 ตามลำดับ มีค่าการพองตัวเท่ากับ 1.77 มีค่า  $a_w$  เท่ากับ 0.35 ทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้อง แล้ววิเคราะห์คุณภาพทางด้านสีและเนื้อสัมผัสทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์พบว่าอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นไม่มีอิทธิพลต่อค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) และไม่มีอิทธิพลต่อค่าความแข็ง และความกรอบของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แสดงว่าผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพทางด้านสี และด้านเนื้อสัมผัสได้ดีที่อายุการเก็บรักษา 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าสี และค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปรุงแต่งกลิ่นรสซีสมิจากข้าวเหนียวดำสายพันธุ์ลิ้มผัว

คุณภาพทางกายภาพ	อายุการเก็บรักษา (สัปดาห์)				
	0	2	4	6	8
ค่าสี					
- $L^*$ <sup>ns</sup>	40.36±0.78	39.19±0.82	39.79±0.53	39.98±0.62	40.24±1.03
- $a^*$ <sup>ns</sup>	9.38±0.87	8.81±0.57	9.07±0.41	9.34±0.82	9.25±0.69
- $b^*$ <sup>ns</sup>	12.54±0.94	11.87±0.64	12.09±0.34	12.45±0.68	12.37±0.63
ค่าเนื้อสัมผัส					
- ความแข็ง <sup>ns</sup> (กรัม)	1639.30±280.60	1280.20±480.07	1326.04±350.67	1354.73±406.49	1475.61±442.64
- ความกรอบ <sup>ns</sup> (มม.)	3.42±0.45	3.44±0.67	3.43±0.85	3.57±0.52	2.97±0.61

หมายเหตุ <sup>ns</sup> หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

## เอกสารอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2550). เทคโนโลยีของแป้ง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เกษตรศาสตร์. 303 หน้า.
- คำรบ สมะวรรณ. (2546). ผลของเจลาตินในเซชันและรีโทรกราเดชันต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวจากข้าว. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- เชิญพร จันทรสยาม, สุพรรณิการ์ โกสุม และอมรรัตน์ เจริญชัย. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวทอดกรอบปรุงรส. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ 2(1): 54-63.
- นบรัตน์ เฉลยถิ่น. (2554). การผลิตอาหารแรมและแฮมเบ้จากข้าวไทยมีสี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- นวรรตน์ เศรษฐสุวรรณ, น้ำตาล เนื่องจาง และอโนชา สุขสมบูรณ์. (2553). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเหนียว (อาราแรม) จากข้าวเหนียวดำ”. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41(3/1) (พิเศษ): 165-168.
- นิธยา รัตนานนท์. (2545). เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียน สโตร์. 487หน้า.
- วิรัชย์ อารีกุล, สิริยาภรณ์ ไกรมาก, สาวิตรี เพ็ชรเกลี้ยง และรินดา รัชพร. (2550). การปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เหมาะสมของขนมอบกรอบจากข้าวกล้องมันปู. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิงหนาท พวงจันทร์แดง, ศุภชัย ภูลายดอก, เกษม นันทชัย, วิเชียร วรพุทธพร, สุนันทา ทองทา และ วีระ สุวรรณศรี. (2550). อิทธิพลของแป้ง ธัญชาติชนิดต่างๆ ต่อสมบัติทางฟิสิกส์ของผลิตภัณฑ์พองตัวที่ผ่านกระบวนการเอกซ์ทรูชัน. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น 12(4): 431-441.
- สุชาติ ไม้สนธิ์ และขวัญชัย คูเจริญไพศาล. (2555). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์จากข้าวกล้องหอมมะลิ และข้าวแดง (อังกัก) วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร 7(2): 26-40.
- สุทธิรัตน์ รักจิตร. (2559). โอกาสของอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ. ผู้จัดการออนไลน์, แหล่งข้อมูล: <http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews.aspx?NewsID=9590000039873>. ค้นเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2560.
- สำนักงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว. (2553). ข้าวก๋ามหัตถ์จรรยาพื้นบ้านแห่งล้านนา. แหล่งข้อมูล: <http://www.riceproduct.org>. ค้นเมื่อวันที่ 28 มกราคม 2560.
- A.O.A.C. (2000). Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (16th ed). Washinton DC: The Association of Official Analytical Chemists Inc.
- Finocchiaro, F., Ferrari, B. and Gianinetti, A., Dall’Asta, C., Galaverna, G., Scazzina, F. (2007). Characterization of antioxidant compounds of red and white rice and changes in total antioxidant capacity during processing. Molecular Nutrition and Food Research 51: 28-34.
- Kanitha Tananuwong and Wanida Tewaruth. (2010). Extraction and application of antioxidants from black glutinous rice. Food Science and Technology 43: 476-481.
- Nurul, H., Ang, L. L., Chung, X.Y. and Herpandi. (2010). Chemical composition, colour and linear expansion properties of malaysian commercial fish cracker (keropok). Asian Journal of Food and Agro-Industry 3(5): 473-482.
- Norkaew, O., Boontakham, P., Dumri, K., Noenplab, ANL., Sookwong, P., Mahatheeranont, S. (2017). Effect of post-harvest treatment on bioactive phytochemicals of Thai black rice. Food Chemistry 217: 98-105.
- Zuapa, M., Ganino, T., Dramis, L., Pellegrini, N. (2016). Anatomical study of the effect of cooking on differently pigmented rice varieties. Food Structure 7: 6-12.

