

Received: January 28, 2021; Revised: March 24, 2021; Accepted: April 16, 2021

ผลของการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยผงเมล็ดกระบกต่อคุณภาพ  
ของผลิตภัณฑ์เค้ก

Effect of wheat flour partial substitution with *Irvingia malayana*  
on quality of cupcake product

ณัฐวณิชกุล เศรษฐพรโมทย์<sup>1</sup> นิตยา ภูงาม<sup>1\*</sup> วิจารณ์ ลักขร<sup>1</sup> และอรวรรณ อยู่ดีรัมย์<sup>1</sup>

Natwalinkhol Settapramote<sup>1</sup>, Nittaya Phungam<sup>1\*</sup>, Wiparat Luckason<sup>1</sup>

and Orawan Yindeeram<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

\*Corresponding Author E-mail Address : Nittaya.ph@rmuti.ac.th and pampam.302@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดกระบก จากการคัดเลือกสูตรเค้กพื้นฐาน 3 สูตร จากนั้นทำการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการ 9 Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน พบว่าสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด (7.4) และมีค่าแรงกดสูงสุดมีค่าต่ำที่สุด (47.23 N) ดังนั้นเค้กสูตรที่ 3 จึงถูกคัดเลือกไปศึกษาอัตราส่วนในการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงเมล็ดกระบก 0, 5, 10 และ 15% (w/w) พบว่าการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส และปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity;  $a_w$ ) ของเค้กทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่อย่างไรก็ตามเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีจากผงเมล็ดกระบกมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) สูงกว่าสูตรควบคุม ( $p \leq 0.05$ ) นอกจากนี้เค้กที่ทดแทนด้วยแป้งเมล็ดกระบกในปริมาณที่สูงขึ้นส่งผลให้มีค่าแรงกดสูงสุดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ดังนั้นเมื่อพิจารณาการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงเมล็ดกระบก 15% (w/w) จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด

คำสำคัญ: แป้งเมล็ดกระบก การทดแทน แป้งสาลี เบเกอร์ คัพเค้ก

## Abstract

The objective of this study was to develop a cupcake product by substituting *Irvingia Malayana* Flour for wheat flour. Three selected basis formulas were studied. Sensory evaluations on color, odor, flavor, texture, and overall liking by the untrained panel (n=30) were studied. The result showed that three basic formulas were significantly different ( $p \leq 0.05$ ). Formula No.3 was the highest of overall liking score (7.4) and it was the lowest of the maximum compression force (47.23 N). Therefore, formula No.3 was selected for the substitution of *Irvingia Malayana* Flour for wheat flour in varying different levels (0, 5, 10, and 15% (w/w), respectively). Sensory evaluation and water activity were not a significant difference ( $p > 0.05$ ). However, the lightness ( $L^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ) of cupcake by substitution of *Irvingia Malayana* Flour had higher ( $p \leq 0.05$ ) than the control treatment. Furthermore, the maximum compression force of the cupcake was decreased when increased substitution of *Irvingia Malayana* Flour. Consequently, the optimum formula of cupcake product by substitution of *Irvingia Malayana* Flour for wheat flour was 15% (w/w).

**Keyword:** *Irvingia Malayana* flour, Substitution, Wheat flour, Cupcake, Bakery

## บทนำ

เค้กเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่และเป็นผลิตภัณฑ์ที่หาซื้อได้ง่ายเหมาะกับทุกเพศทุกวัย ซึ่งส่วนผสมของเค้กจะประกอบไปด้วยแป้งสาลี เหนียว ไข่ นม และน้ำตาล เป็นต้น คุณลักษณะที่ดีของเค้กจะต้องมีเนื้อที่คงรูปและนุ่มเบา ซึ่งลักษณะแบบนี้เกิดจากแป้งสาลีมีองค์ประกอบของโปรตีนที่เรียกว่า กลูเตน (Gluten) ที่มีการดูดซับน้ำเข้าไปในโครงสร้างและเกิดลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น ภายหลังจากการอบจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มและฟูมากยิ่งขึ้น (Gallagher et al., 2004) ในปัจจุบันการพัฒนารูปแบบของเค้กได้มีการนำวัตถุดิบจากธรรมชาติ เช่น แป้งข้าว แป้งมันเทศ และกล้วย เป็นต้น โดยการนำวัตถุดิบข้างต้นมาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์เค้กมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น เช่น โปรตีน โยอาอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุ เป็นต้น นอกจากนี้เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าทางการตลาดให้กับวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่น เมล็ดกระบกมีรสชาติเหมือนเมล็ดอัลมอน ดังนั้นเมล็ดกระบกจึงได้ชื่อว่าเป็น “อัลมอนอีสาน” มีรสชาติหอมมันอร่อย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีแนวความคิดในการนำเมล็ดกระบกที่เป็นวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นทั่วไปตามภูมิภาคอีสานเพื่อนำมาเพิ่มมูลค่าทางการตลาดให้กับเมล็ดกระบกอีกทางหนึ่งด้วย นอกจากนี้เมล็ดกระบกเป็นวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน โยอาอาหาร แร่ และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 13.6, 60.4, 3.9 2.1 และ 20.1% (w/w) ตามลำดับ ซึ่งเมล็ดกระบกจะมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง (Unsaturated fatty acid) (65 g ต่อ 100 g) รวมทั้งมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (Essential amino acid) เช่น ไลซีน (Lysine) เท่า 35 mg ต่อ 100 g (นรินทรา, 2545) จากคุณค่าทางโภชนาการดังกล่าวของเมล็ดกระบกหากนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เค้กจะสามารถเป็นผลิตภัณฑ์อีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์เค้กและมีคุณค่าทางสารอาหาร นอกจากนี้เป็นการส่งเสริมเพื่อเพิ่มรูปแบบของการใช้ประโยชน์ของเมล็ดกระบกให้หลากหลายมากขึ้น และอาจจะเพิ่มการสร้างรายได้ให้กับชุมชนที่มีการเก็บเมล็ดกระบกมาจำหน่ายเพื่อสร้างรายได้เลี้ยงตนเองและครอบครัวได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่นำเมล็ดกระบกมาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เค้กที่มีรสชาติที่หอมมันอร่อยมากยิ่งขึ้น

## วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

### 1. ศึกษาการคัดเลือกสูตรการผลิตเค้กสูตรพื้นฐาน

#### 1.1 วิธีการเตรียมผลิตภัณฑ์เค้กสูตรพื้นฐาน

ซึ่งส่วนผสมตามตารางที่ 1 จากนั้นร่อนส่วนที่เป็นของแห้ง ได้แก่ แป้งเค้ก ผงฟู และเกลือ นำเนยใสในอ่างผสมและตีเนยกับน้ำตาลจนฟู เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไข่ขาวไปตีจนขึ้นฟูด้วยเครื่องผสม เป็นเวลา 5 นาที แล้วค่อย ๆ เติมน้ำตาลทรายขาวป่นตีต่อจนน้ำตาลละลาย แล้วเติมส่วนของแห้งลงไปผสมกับไข่แดง นำเนยละลาย และนมจืดใส่ไข่ขาวที่ตีได้ใช้ไม้พายคนให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นตักส่วนผสมเค้กใส่ลงในถ้วย ขนาด 4.5x3.4x5.5 cm ปริมาณ 25 g นำไปอบที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 13-15 นาที ทดสอบการสุกด้วยการนำไม้จิ้มจุ่มตรงกลางขนมหากไม่มีเนื้อขนมติดออกมาหมายถึงสุก นำออกจากเตาพักให้เย็น ณ อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพตามที่กำหนดไว้ (ปริญา และพรพิน, 2553)

ตารางที่ 1 สูตรส่วนผสมขนมเค้กสูตรพื้นฐาน

| วัตถุดิบ      | สูตรที่ 1 (g) | สูตรที่ 2 (g) | สูตรที่ 3 (g) |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| แป้งเค้ก      | 70            | 80            | 100           |
| เนยจืด        | 85            | 100           | 100           |
| น้ำตาลทรายป่น | 65            | 80            | 120           |
| ไข่ไก่        | 100           | 100           | 200           |
| ผงฟู          | 4             | 4             | 8             |
| กลิ่นวนิลา    | 2             | 2             | 4             |
| เกลือป่น      | 2             | 3             | 2             |
| นมจืด         | 30            | 70            | 80            |

ที่มา: สูตรที่ 1 ดัดแปลงจาก ปริญา และพรพิน (2553); สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก ชมดาว (2561); สูตรที่ 3 ดัดแปลงจาก วิสนันท์ (2562)

#### 1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพ และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กสูตรพื้นฐาน

##### 1) การประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์เค้กสูตรพื้นฐานมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการ 9-Point-Hedonic Scaling test ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ประเมินคุณภาพด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งให้คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 5 = เฉย ๆ และ 9 = ชอบมากที่สุดของผลิตภัณฑ์เค้ก

##### 2) วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

นำตัวอย่างเค้กมาวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส ทำการตัดชิ้นตัวอย่างให้มีขนาด 2x2x4 cm โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ใช้หัวทดสอบทรงกระบอก (Cylindrical probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm (P/50) โหลดเซลล์ (Load cell) ขนาด 500 N กำหนดค่าในการทดสอบด้วยความเร็ว 1.0 mm/sec. กดลงระยะ 50% ของขนาดความสูงของตัวอย่าง โดยทดสอบแรงกดสูงสุด (Maximum Force, N) แสดงค่าความแข็ง (Hardness, N) ของผลิตภัณฑ์เค้ก ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ (Replicates) (ชมดาว, 2561)

## 3) วิเคราะห์ค่าสี

นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าสีโดยใช้เครื่อง Colorimeter ใช้ระบบ CIE  $L^*a^*b^*$  โดยค่า  $L^*$  หมายถึง ค่า 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว ค่า  $a^*$  หมายถึง ค่าของสีแดง ( $+a^*$ ) และสีเขียว ( $-a^*$ ) และค่า  $b^*$  หมายถึง ค่าของสีเหลือง ( $+b^*$ ) และสีน้ำเงิน ( $-b^*$ ) ดำเนินการศึกษาน้ำหนัก 3 ซ้ำ (Replicates)

4) วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity:  $a_w$ )

วัดปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่องวัดค่า  $a_w$  โดยบรรจุตัวอย่างคัพเค้กลงในภาชนะวัดค่า  $a_w$  รอจนเครื่องทำงานเสร็จบันทึกค่าที่ได้ ดำเนินการศึกษาน้ำหนัก 3 ซ้ำ (Replicates)

## 5) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลอง โดยใช้ Duncan Multiple's Range Test (DMRT) สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพได้แก่ ลักษณะเนื้อสัมผัส ค่าสี และปริมาณน้ำอิสระ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลอง โดยใช้ Duncan Multiple's Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

## 2. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีด้วยผงเมล็ดกระบองในผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

## 2.1 การเตรียมผงเมล็ดกระบอง

กะเทาะเปลือกเมล็ดกระบองออกล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด นำไปเกลี่ยลงบนตะแกรง โดยเกลี่ยให้ทั่วห้ามซ้อนทับกัน จากนั้นนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ  $60^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าเมล็ดกระบองจะมีความชื้นร้อยละ 14 ครบเวลาดังตั้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปบดด้วยเครื่องบดของแห้งจากนั้นร่อนด้วยตะแกรง ขนาด 80 เมช (mesh) บรรจุในถุงอูมิเนียมฟรอยด์เก็บรักษาไว้ในที่แห้ง (ดัดแปลงจาก ดารารัตน์ และคณะ, 2554)

## 2.2 วิธีการเตรียมคัพเค้กที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงเมล็ดกระบอง

นำสูตรที่ผ่านการคัดเลือกจาก หัวข้อ 1 มาทำการเตรียมผลิตภัณฑ์คัพเค้ก โดยสูตรที่ผ่านการคัดเลือกคือ สูตรที่ 3 เตรียมส่วนผสม ตามสูตรที่ 3 (ตารางที่ 1) อัตราส่วนในการทดแทนแป้งสาลี 0, 5, 10 และ 15% (w/w) โดยวิธีการผลิตคัพเค้กและทดสอบคุณภาพตามที่ระบุไว้ในข้อ 2.3

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพ และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของคัพเค้กสูตรพื้นฐาน และสูตรทดแทนแป้งเมล็ดกระบอง

## 1) การประเมินทางด้านประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์คัพเค้กสูตรพื้นฐานมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการ 9-Point-Hedonic Scaling test ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ประเมินคุณภาพด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งให้คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 5 = เฉย ๆ และ 9 = ชอบมากที่สุดของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก

## 2) วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

นำตัวอย่างคัพเค้กมาวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส ทำการตัดชิ้นตัวอย่างให้มีขนาด  $2 \times 2 \times 4$  cm โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ใช้หัวทดสอบทรงกระบอก (Cylindrical Probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 mm (P/50) โหลดเซลล์ (Load Cell) ขนาด 500 N กำหนดค่าในการทดสอบด้วยความเร็ว 1.0 mm/sec. กดลงระยะ 50% ของขนาดความสูงของตัวอย่าง โดยทดสอบแรงกดสูงสุด (Maximum Force, N) แสดงค่าความแข็ง (Hardness, N) ของผลิตภัณฑ์คัพเค้ก ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ (Replicates) (ชมดาว, 2561)

3) วิเคราะห์ค่าสี  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$

นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าสีโดยใช้เครื่อง Colorimeter ใช้ระบบ CIE  $L^*a^*b^*$  โดยค่า  $L^*$  หมายถึง ค่า 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว ค่า  $a^*$  หมายถึง ค่าของสีแดง ( $+a^*$ ) และสีเขียว ( $-a^*$ ) และค่า  $b^*$  หมายถึง ค่าของสีเหลือง ( $+b^*$ ) และสีน้ำเงิน ( $-b^*$ ) ดำเนินการศึกษากำหนด 3 ซ้ำ (Replicates)

#### 4) วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity: $a_w$ )

วัดปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่อง Water Activity บรรจุตัวอย่างคัพเค้กลงในภาชนะ ใส่ช่องฝาเครื่อง หมุนปุ่มวัดเพื่ออ่านค่า รอจนเครื่องทำงานเสร็จจะมีเสียงเตือน บันทึกค่าที่ได้

#### 5) วิเคราะห์ค่าทางสถิติของการศึกษา

การวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design : RCBD โดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลอง โดยใช้ Duncan Multiple's Range Test (DMRT) สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพได้แก่ ลักษณะเนื้อสัมผัส ค่าสี และปริมาณน้ำอิสระ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลอง โดยใช้ Duncan Multiple's Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป ดำเนินการศึกษากำหนด 3 ซ้ำ (Replicates)

## ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของคัพเค้กสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 ดัดแปลงจากปริญญา และพรพิน (2553); สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก ชมดาว (2561); สูตรที่ 3 ดัดแปลง วิสนันท์ (2562) เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คัพเค้กทดแทนแป้งเมล็ดกระบะก พบว่า สูตรที่ 3 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงที่สุด เนื่องจากมีค่าคะแนนคุณลักษณะทางด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด (7.0 7.4 7.1 และ 7.4 ตามลำดับ) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับคัพเค้กสูตรที่ 1 และ 2 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของคัพเค้กสูตรพื้นฐาน

| สูตรคัพเค้ก | คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส |                       |                       |                       |                       |
|-------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|             | สี                           | กลิ่น                 | รสชาติ                | เนื้อสัมผัส           | ความชอบโดยรวม         |
| สูตรที่ 1   | 6.2±0.22 <sup>b</sup>        | 6.3±0.15 <sup>a</sup> | 6.6±0.96 <sup>b</sup> | 6.7±0.05 <sup>b</sup> | 6.7±0.12 <sup>b</sup> |
| สูตรที่ 2   | 6.0±0.49 <sup>b</sup>        | 5.7±0.41 <sup>b</sup> | 6.1±0.02 <sup>b</sup> | 6.3±0.12 <sup>b</sup> | 6.3±0.02 <sup>b</sup> |
| สูตรที่ 3   | 7.0±0.94 <sup>a</sup>        | 6.3±0.49 <sup>a</sup> | 7.4±0.12 <sup>a</sup> | 7.1±0.24 <sup>a</sup> | 7.4±0.32 <sup>a</sup> |

หมายเหตุ <sup>a, b</sup> อักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

นอกจากนี้ได้มีการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คัพเค้กสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3 เพื่อประกอบการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม ในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คัพเค้กทดแทนแป้งเมล็ดกระบะก พบว่า ค่า  $a_w$  ของทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (ค่าอยู่ในช่วง 0.85-0.88) ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) พบว่า สูตรที่ 3 มีค่า  $L^*$  ต่ำสุด (82.03) ( $p \leq 0.05$ ) แต่มีค่า  $a^*$  และค่า  $b^*$  สูงสุด (4.37 และ 28.40 ตามลำดับ) ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1 และ 2 นอกจากนี้สูตรที่ 3 มีค่าเนื้อสัมผัส (ค่าแรงกดสูงสุดที่กระทำต่อตัวอย่าง) ต่ำกว่า (47.23 N) ( $p \leq 0.05$ ) สูตรที่ 1 และ 2 (65.67 และ 47.23 N) แสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 3 มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่มและเบาจึงมีแรงที่กระทำต่อตัวอย่างต่ำที่สุด

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คัพเค้กสูตรพื้นฐาน

| สูตรคัพเค้ก | คุณภาพทางกายภาพ                            |                         |                        |                         |                                   |
|-------------|--------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
|             | ค่า Water activity ( $a_w$ ) <sup>ns</sup> | ค่าสี                   |                        |                         | ค่าเนื้อสัมผัส (ค่าแรงสูงสุด : N) |
|             |                                            | ค่าความสว่าง (L*)       | ค่าสีแดง (a*)          | ค่าสีเหลือง (b*)        |                                   |
| สูตรที่ 1   | 0.85±0.01                                  | 76.36±0.35 <sup>a</sup> | 3.67±0.21 <sup>b</sup> | 26.77±0.23 <sup>b</sup> | 88.08±0.19 <sup>a</sup>           |
| สูตรที่ 2   | 0.88±0.01                                  | 74.23±0.28 <sup>b</sup> | 3.58±0.22 <sup>b</sup> | 26.96±0.25 <sup>b</sup> | 65.67±0.23 <sup>b</sup>           |
| สูตรที่ 3   | 0.88±0.01                                  | 73.03±0.23 <sup>c</sup> | 4.37±0.31 <sup>a</sup> | 28.40±0.17 <sup>a</sup> | 47.23±0.03 <sup>c</sup>           |

หมายเหตุ <sup>a, b</sup> อักษรในแนวดังที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากการคัดเลือกสูตรคัพเค้กที่เหมาะสมด้วยการวิเคราะห์คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คัพเค้กทดแทนแป้งเมล็ดกระบองที่อัตราส่วน 0, 5, 10 และ 15% (w/w) พบว่า ผลิตภัณฑ์คัพเค้กทดแทนแป้งเมล็ดกระบองที่อัตราส่วนที่ 15% (w/w) ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด เนื่องจากมีค่าคะแนนคุณลักษณะทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด (7.2, 6.7 7.2, 7.3 และ 7.4 ตามลำดับ) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์คัพเค้กทดแทนแป้งเมล็ดกระบองของอัตราส่วน 0, 5 และ 10% (w/w) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของคัพเค้กเสริมแป้งเมล็ดกระบองอัตราส่วนร้อยละ 0, 5, 10 และ 15% (w/w)

| ปริมาณแป้งเมล็ดกระบอง (%) | คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส |                       |                       |                       |                       |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                           | สี                           | กลิ่น                 | รสชาติ                | เนื้อสัมผัส           | ความชอบโดยรวม         |
| 0                         | 6.2±0.22 <sup>b</sup>        | 6.3±0.15 <sup>b</sup> | 6.6±0.96 <sup>b</sup> | 6.7±0.02 <sup>b</sup> | 6.7±0.27 <sup>b</sup> |
| 5                         | 6.4±0.19 <sup>b</sup>        | 6.3±0.11 <sup>b</sup> | 6.7±0.03 <sup>b</sup> | 6.0±0.13 <sup>c</sup> | 6.8±0.18 <sup>b</sup> |
| 10                        | 6.2±0.63 <sup>b</sup>        | 5.5±0.70 <sup>c</sup> | 6.6±0.14 <sup>b</sup> | 6.9±0.14 <sup>b</sup> | 6.9±0.73 <sup>b</sup> |
| 15                        | 7.2±0.13 <sup>a</sup>        | 6.7±0.32 <sup>a</sup> | 7.2±0.26 <sup>a</sup> | 7.3±0.11 <sup>a</sup> | 7.4±0.26 <sup>a</sup> |

หมายเหตุ <sup>a, b</sup> อักษรในแนวดังที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คัพเค้กทดแทนแป้งเมล็ดกระบอง อัตราส่วน 0, 5, 10 และ 15% (w/w) แสดงให้เห็นว่า ปริมาณน้ำอิสระ ( $a_w$ ) ของทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (ค่าอยู่ในช่วง 0.85-0.91) รวมทั้งการเพิ่มอัตราส่วนของแป้งเมล็ดกระบองในปริมาณสูงขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L\*) ของผลิตภัณฑ์คัพเค้กทดแทนแป้งเมล็ดกระบองมีแนวโน้มสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์คัพเค้กที่ทดแทนด้วยแป้งเมล็ดกระบองในอัตราส่วน 15% (w/w) มีค่า L\* สูง (91.02) และ มีค่า a\* และ b\* ต่ำ (3.17 และ 25.10 ตามลำดับ) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์คัพเค้กทดแทนแป้งเมล็ดกระบองของอัตราส่วน 0, 5 และ 10% (w/w) และการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของคัพเค้กทดแทนแป้งเมล็ดกระบอง 15% (w/w) มีค่าแรงกดสูงสุดที่กระทำต่อตัวอย่างต่ำที่สุด เนื่องจากเนื้อคัพเค้กมีความเบาและนุ่มกว่าสูตรอื่น ๆ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คัพเค้กเสริมแป้งเมล็ดกระบองอัตรส่วน 0, 5, 10 และ 15% (w/w)

| ปริมาณแป้งเมล็ดกระบอง<br>(%) | คุณลักษณะทางกายภาพ                            |                         |                        |                         |                                      |
|------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
|                              | ค่า Water<br>activity ( $a_w$ ) <sup>ns</sup> | ค่าสี                   |                        |                         | ค่าเนื้อสัมผัส<br>(ค่าแรงสูงสุด : N) |
|                              |                                               | ค่าความสว่าง<br>(L*)    | ค่าสีแดง<br>(a*)       | ค่าสีเหลือง<br>(b*)     |                                      |
| 0                            | 0.85±0.01                                     | 77.26±0.35 <sup>c</sup> | 8.57±0.11 <sup>a</sup> | 31.37±0.13 <sup>a</sup> | 47.23±0.01 <sup>a</sup>              |
| 5                            | 0.91±0.01                                     | 78.63±0.28 <sup>c</sup> | 6.18±0.02 <sup>b</sup> | 28.16±0.35 <sup>b</sup> | 23.93±0.93 <sup>b</sup>              |
| 10                           | 0.90±0.01                                     | 85.12±0.23 <sup>b</sup> | 4.17±0.21 <sup>c</sup> | 27.30±0.07 <sup>c</sup> | 21.68±0.69 <sup>c</sup>              |
| 15                           | 0.90±0.01                                     | 91.02±0.13 <sup>a</sup> | 3.17±0.21 <sup>d</sup> | 25.10±0.09 <sup>d</sup> | 14.63±0.37 <sup>d</sup>              |

หมายเหตุ <sup>a, b</sup> อักษรในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ); <sup>ns</sup> ในแนวนอน  
ไม่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

## ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของคัพเค้กสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คัพเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยผงเมล็ดกระบอง พบว่า สูตรที่ 3 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด เนื่องจากลักษณะของคัพเค้กมีสีเหลืองทอง รสชาติหวานกำลังดี เนื้อสัมผัสมีความนุ่มฟู จากลักษณะความนุ่มฟู ที่ได้ของคัพเค้กอาจเนื่องมาจากสูตรที่ 3 มีการเติมผงฟู และไข่ในปริมาณสูงกว่าสูตรอื่น ๆ จึงส่งผลให้คัพเค้กนุ่มฟูมากกว่าสูตรอื่น ๆ เพราะผงฟู หรือ โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate) เมื่อผสมเข้าไปในแป้งและน้ำทำให้เกิดแก๊สขึ้นในระหว่างผสมหรือ ระหว่างอบ แก๊สที่เกิดขึ้นจะทำให้ขนมที่อบสุกแล้ว ขยายขึ้นมีปริมาณมากขึ้น มีลักษณะเบาไม่อัดแน่นและมีเนื้อสัมผัสนุ่ม และภายในเนื้อเค้กมีความเป็นรูพรุนสม่ำเสมอ เนื้อเค้กจึงไม่หนัก มีความชุ่มฉ่ำ และมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มทำให้ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของคัพเค้กสูตรที่ 3 มี ค่าความสว่าง (L\*) ต่ำที่สุด และมีค่าสีแดง (a\*) และค่าสีเหลือง (b\*) สูงที่สุด เนื่องจากภายในสูตรมีการใช้อัตราส่วนของน้ำตาลสูงที่สุดจึงส่งผลให้ในระหว่างกระบวนการอบทำให้น้ำตาลโดนความร้อนและเกิดปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล (Caramelization) ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์คัพเค้กเกิดขึ้นได้ค่าความสว่างต่ำ และส่งผลให้มีค่าสีแดง และสีเหลืองสูงตามไปด้วย (พิศมัย, 2547; Ashwini et al., 2009)

จากการผลิตผลิตภัณฑ์คัพเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยผงเมล็ดกระบองที่อัตราส่วน 0, 5, 10 และ 15% (w/w) พบว่า ผลิตภัณฑ์คัพเค้กทดแทนแป้งสาลีด้วยผงเมล็ดกระบองที่อัตราส่วน 15% (w/w) ได้คะแนนการยอมรับสูง (ตารางที่ 4) เนื่องจากเนื้อคัพเค้กที่ได้มีความหอมหวาน มัน และเนื้อสัมผัสของคัพเค้กนุ่ม และฟู การเพิ่มอัตราส่วนของแป้งเมล็ดกระบองปริมาณสูงยิ่งส่งผลดีเพราะลักษณะเด่นของเมล็ดกระบองจะมีรสชาติที่หวานมัน และมีกลิ่นหอมใกล้เคียงกับเมล็ดอัลมอนจึงทำให้ผลิตภัณฑ์คัพเค้กที่ได้มีรสชาติหวานมันอร่อยเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้การทดแทนแป้งสาลีด้วยผงเมล็ดกระบองในปริมาณสูงส่งผลให้ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์คัพเค้กสูง เนื่องจากลักษณะสีของแป้งเมล็ดกระบองมีลักษณะเป็นสีขาวจึงทำให้ค่าความสว่างสูงขึ้นไปด้วย (นรินทร, 2545) เมื่อเปรียบเทียบกับคัพเค้กสูตรควบคุมจะมีค่าความสว่างที่ต่ำกว่าสูตรทดแทนเนื่องจากแป้งสาลีมีองค์ประกอบของน้ำกลุ่มไดแซ็กคาร์ไรด์ที่สามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาลซึ่งเป็นปฏิกิริยาแบบไมซ์เอนไซม์ แต่สามารถเกิดปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วเมื่อให้ความร้อนที่ประมาณ 140 ถึง 165°C และการใช้อุณหภูมิสูง ๆ ในการอบคัพเค้กจะทำให้เกิดคาราเมลของน้ำตาล หรือแป้ง (Caramelization) หรือน้ำตาลรีดิซิง จึงส่งผลให้อาหารสีน้ำตาล จึงทำให้ค่าความสว่างของคัพเค้กสูตรควบคุมมีค่าความสว่างต่ำกว่าสูตรทดแทน (Lifes, 2019) อีกทั้ง



การเพิ่มปริมาณผงแป้งเมล็ดกระบองในระดับสูงทำให้เค้กมีความนุ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ค่าแรงกดสูงสุดที่กระทำต่อตัวอย่างมีค่าต่ำ เนื่องจากแป้งเมล็ดกระบองเมื่อเกิดเจลจะมีความหนืดสูง โดยแป้งเมล็ดกระบองจะดูดซับน้ำไว้ในโมเลกุลของแป้งในระหว่างกระบวนการผสม จากนั้นเมื่อนำเค้กไปเข้าอบในระหว่างนั้นแป้งเมล็ดกระบองจะได้รับความร้อนแป้งจะเกิดการพองตัว เมื่อความร้อนสูงขึ้นแป้งจะขยายตัวและเกิดการแตกตัวจนเข้าสู่สภาวะที่เกิดเจล เมื่อพิจารณาค่าเนื้อสัมผัสของเค้กสูตรทดแทนจะมีความนุ่มสูงกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากในแป้งเมล็ดกระบองอาจมีปริมาณของกลูเตน (Gluten) เป็นไกลโคโปรตีนที่พบในส่วนที่เป็นเอนโดสเปอร์มของธัญพืช (Cereal grain) ในปริมาณที่เพียงพอทำให้ในการดูดซับน้ำ หรืออุ้มน้ำไว้จนเกิดลักษณะโด (Dough) โดยจะสร้างพันธะไดซัลไฟด์ (Disulfide bond) ทำให้กลูเตนมีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่นไม่ละลายในน้ำจึงส่งผลให้เค้กที่ได้มีความนุ่มฟูได้ (นรินทร์รา, 2545; พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2562; Mau et al., 2015)

## บทสรุป

การนำแป้งเมล็ดกระบองมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กในสูตรเค้กพื้นฐานที่ 3 ซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ โดยรวมสูงที่สุด (7.2 6.7 7.2 7.3 และ 7.4) และมีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่ม ฟู โดยมีการทดแทนแป้งเมล็ดกระบองที่อัตราส่วน 15% (w/w) ของแป้งสาลี ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดในการทดแทนในการศึกษาครั้งนี้

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ สำหรับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

## เอกสารอ้างอิง

- ชมดาว สิกขะมณฑล. (2561). แป้งเค้กไรซ์เบอร์รี่สำเร็จรูป. รายงานการวิจัย. สำนักงานงานวิจัยแห่งชาติ กรุงเทพฯ.
- ดาร์รัตน์ นาคละอ, อาภัสรา แสงนาค และกุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์. (2554). การปรับปรุงคุณภาพของแป้งเมล็ดขนุนโดยวิธีการพรีเจลลาไทน์. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 16(1): 12-21.
- นรินทร์รา ชวฤชัย. (2545). สารอาหารและสารต่อต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดมะกอกและเมล็ดกระบอง. รายงานการวิจัย. คณะเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม.
- ปริญญา วิสารพรวุฒิ และพรพิน ไพบูลย์วงศ์. (2553). การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ cupcake เสริมแป้งถั่วเหลือง. ปริญญานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์ (2562). Gluten / กลูเตน. (ออนไลน์). ค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2564. [http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0351/gluten-%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%B9%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%99#google\\_vignette](http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0351/gluten-%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%B9%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%99#google_vignette)
- พิศมัย ศรีชาเชช. (2547). ผลของสภาวะการผลิตและกระบวนการให้ความร้อนต่อคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของคาราเมล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิสนันท์ ถาวรสวัสดิ์. (2562). เค้กเค้กถั่วเหลืองเลมอน. รายงานการวิจัย. ภาควิชาอุตสาหกรรมอาหาร การท่องเที่ยวและการบริการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพฯ.



- Ashwini A., Jyotsna R. and Indrani D. (2009). Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *Food Hydrocolloids*. 23(1): 700-707.
- Gallagher E., Gormley T.R. and Arendt E.K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*. 15(4): 143-152.
- Lifes. (2019). Maillard reaction, Browning reaction. Accessed 17 April 2021. <http://elife-news.blogspot.com/2019/10/maillard-reaction-browning-reaction.html?view=timeslide>.
- Mau J.L., Lu T.M., Lee C.C., Lin L.Y., Cheng C.H. and Lin S.D. (2015). Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chiffon cakes fortified with various tea powder. *Journal of Food Processing and Preservation*. 39(2): 443-450.