

# ผลของปริมาณผงจิ้งหรีดต่อคุณภาพทางเนื้อสัมผัส คุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของบราวนี่ฟลาวมันสำปะหลัง

## Effects of House Cricket (*Acheta domesticus*) Powder on the Texture, Sensory Properties and Nutritional Values of Cassava Flour-brownies

สุทธิดา สุเต็น<sup>1</sup>, นันท์ยง เฟื่องขจรฟุ้ง<sup>1\*</sup>, ปัทมา หิรัญยงภาส<sup>1</sup>, จิราพร เวณุตตรานนท์<sup>1</sup> และธิดารัตน์ แสนพรหม<sup>1</sup>

Suttida Suten<sup>1</sup>, Nunyong Fuengkajhornfung<sup>1\*</sup>, Patthama Hirunyophat<sup>1</sup>, Jiraporn Weenuttranon<sup>1</sup>, and Tidarat Sanphom<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร 10300.

<sup>1</sup>Department of Home economic Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, 10300.

\*Corresponding author: E-mail: nunyong.fu@ssru.ac.th

Received: 05 October 2020 /Revised: 04 November 2020 /Accepted: 16 December 2020

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาปริมาณของผงจิ้งหรีดต่อคุณภาพทางเนื้อสัมผัส คุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของบราวนี่ฟลาวมันสำปะหลัง โดยในการศึกษาได้ใช้บราวนี่ฟลาวมันสำปะหลังที่มีการเสริมปริมาณของผงจิ้งหรีดระดับร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้งทั้งหมด และเปรียบเทียบกับบราวนี่ที่ผลิตจากแป้งสาลี (สูตรควบคุม) จากผลการทดสอบคุณภาพทางเนื้อสัมผัส พบว่าปริมาณผงจิ้งหรีดที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความแน่นเนื้อ (firmness) มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความยืดหยุ่น (springiness) มีค่าลดลง ( $p \leq 0.05$ ) การเพิ่มปริมาณของผงจิ้งหรีด (10, 20 และ 30%) มีค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ขอบเล็กน้อยถึงขอบปานกลาง ดังนั้นปริมาณที่เหมาะสมของผงจิ้งหรีด คือ ร้อยละ 30 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้งทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่าประกอบไปด้วยพลังงานทั้งหมด 401 กิโลแคลอรี/100 กรัม ความชื้น ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ร้อยละ 17.99, 6.94, 15.78, 1.37 และ 57.92 ตามลำดับ โดยเฉพาะโปรตีน มีค่าเพิ่มขึ้น 2.06 เท่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม

**คำสำคัญ:** ผงจิ้งหรีด ฟลาวมันสำปะหลัง บราวนี่ โปรตีน



## Abstract

The objective of this study was to investigate cricket powder on the texture and sensory properties of cassava flour-brownies. The different levels of cricket powder in cassava flour-brownies including 10, 20, 30% (by total dry weight) and brownies made from 100% wheat flour (control) were studied. The increase of the cricket powder resulted in increased firmness, while springiness content seemed to be decreased compared to the control ( $p \leq 0.05$ ). Increasing the amount of cricket powder (10, 20 and 30%) showed the liking score as slightly to moderately favorable. Therefore, the optimum amount was 30% cricket powder. The nutritional values showed the content of total energy, moisture, fat, ash, and carbohydrates as 401 kcal/100 g, 17.99%, 6.94%, 15.78%, 1.37% and 57.92%, respectively. Interestingly, the protein was increased by 2.06 times compared with the control sample.

**Keywords:** Cricket powder, Cassava flour, Brownies, Protein

## บทนำ

องค์การอาหารและการเกษตรของสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization) หรือ FAO ได้คาดการณ์ว่าในปี พ.ศ.2593 ประชากรโลกจะเพิ่มขึ้น 9,000 ล้านคน โดยจำนวนประชากรกว่า 1 พันล้านคนทั่วโลก อยู่ในภาวะขาดแคลนอาหารและขาดสารอาหาร ทำให้ต้องมีการผลิตอาหารเพิ่มขึ้น เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการอาหารของประชากรโลก แต่ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้พื้นที่ทางการเกษตรลดลง ส่งผลอย่างมากต่อการผลิตอาหาร ประชากรส่วนใหญ่ไม่สามารถเข้าถึงอาหารที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนา และด้อยพัฒนา ดังนั้นแมลงจึงเป็นตัวเลือกที่มีการผลิตที่ยั่งยืน FAO ได้ออกมาแนะนำให้แมลงเป็นแหล่งอาหารสำหรับคนทั่วโลก [1] โดยเฉพาะจิ้งหรีดเป็นหนึ่งในแมลงที่ได้รับความนิยมในการเลี้ยง

มากที่สุดเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุที่สำคัญหลายชนิด [2] นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งของโปรตีนที่มีคุณภาพ โดยเป็นแหล่งของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (Essential amino acid) ซึ่งใกล้เคียงโปรตีนจากไข่ไก่ หมูบด และเนื้อไก่ [3] ทำให้มีการประยุกต์ใช้ผงจิ้งหรีดในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ คุกกี้ ขนมขบเคี้ยว และอาหารเสริม เป็นต้น

บรวนนี่เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทุกวัยในรูปแบบของอาหารว่าง ลักษณะที่เด่นชัดของบรวนนี่จะเป็นขนมอบที่มีเนื้อสัมผัสแน่น มีสีน้ำตาลเข้มซึ่งเกิดจากผงโกโก้ ให้กลิ่นและรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ ส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตบรวนนี่คือ แป้งสาลี ซึ่งมีโปรตีนกลูเตนิน (Glutenin) และ โกลอะดิน (Gliadin) ที่มีผลโดยตรงต่อโครงสร้างและเนื้อขนม ที่ได้จากการเกิดกลูเตน

(gluten) ทำให้บราวนี่ขึ้นฟูและนิ่ม [4] แต่อย่างไรก็ตามพบผู้บริโภคที่ป่วยด้วยโรคแพ้กลูเตนจากแป้งสาลีเพิ่มขึ้น ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ปราศจากกลูเตน (Gluten-free diet) จึงมีความสำคัญต่อกลุ่มผู้บริโภคที่แพ้กลูเตน [5] ในปัจจุบันมีข้อมูลจากงานวิจัยระบุว่าสามารถใช้ฟลาวมันส์สำหรับแป้งสาลีในการทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบ โดยมีคุณภาพเทียบเท่ากับแป้งสาลี ได้แก่ เค้ก และขนมปัง เป็นต้น [6] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณผงจิ้งหรีดต่อคุณภาพทางเนื้อสัมผัส คุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการของบราวนี่ฟลาวมันส์สำหรับแป้งสาลี เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับมันส์สำหรับแป้งสาลี และที่สำคัญทำให้กลุ่มผู้บริโภคที่แพ้กลูเตนสามารถเข้าถึงอาหารที่มีคุณภาพได้มากขึ้น

## วิธีการวิจัย

### 1. การศึกษาปริมาณผงจิ้งหรีดในบราวนี่ฟลาวมันส์สำหรับแป้งสาลี

#### 1.1 การเตรียมผงจิ้งหรีด

เริ่มจากการจิ้งหรีดมาลวกด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที [7] นำเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง [8] จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบดผสม และผ่านตะแกรงเมชที่ความละเอียด 100 เมช จะได้ผงจิ้งหรีดที่มีปริมาณความชื้น เท่ากับร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแห้ง

### 1.2 การผลิตบราวนี่ฟลาวมันส์สำหรับแป้งสาลี

การพัฒนาสูตรบราวนี่ฟลาวมันส์สำหรับแป้งสาลี มีการดัดแปลงสูตรจากชัยวัฒน์ (2550) และการทดลองงานวิจัยเบื้องต้น (Preliminary test) พบว่าสูตรบราวนี่ฟลาวมันส์สำหรับแป้งสาลี ประกอบด้วย ฟลาวมันส์สำหรับแป้งสาลี (ตราซาว่า) ร้อยละ 24.40 เนยสดชนิดเค็ม ร้อยละ 16.25 น้ำตาลทรายขาว ร้อยละ 16.25 น้ำตาลทรายแดง ร้อยละ 16.25 ไข่ไก่ ร้อยละ 10.83 ผงวนิลา ร้อยละ 0.43 น้ำมันไขมันเต็ม ร้อยละ 10.83 ผงโกโก้ชนิดเข้ม ร้อยละ 4.33 และโซดาไบคาร์บอเนต ร้อยละ 0.43 โดยการเสริมปริมาณผงจิ้งหรีดที่ระดับร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด สำหรับวิธีการผลิตบราวนี่เริ่มจากการร่อนส่วนผสมที่เป็นของแข็งเข้าด้วยกัน (ฟลาวมันส์สำหรับแป้งสาลี ผงวนิลา ผงโกโก้ชนิดเข้ม และโซดาไบคาร์บอเนต) จากนั้นนำไปผสมกับเนยสดชนิดเค็ม น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลทรายแดง โดยใช้เครื่องผสมอาหาร เมื่อส่วนผสมเข้ากันดีให้เติมไข่ไก่ และน้ำมันไขมันเต็ม ซึ่งส่วนผสมทั้งหมด 800 กรัม ใส่น้ำมันพืชที่เหลี่ยมนขนาด 22x23x5 เซนติเมตร นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที พักให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วตัดเป็นชิ้นขนาด 5x5 เซนติเมตร [9] จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเนื้อสัมผัสและประสาทสัมผัส เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมซึ่งเป็นบราวนี่ที่ผลิตจากแป้งสาลี

### 1.3.1 คุณภาพทางเนื้อสัมผัส

นำตัวอย่างบรวนนี้ที่ตัดเป็นชิ้นแล้วมาวัดคุณภาพเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer (TA.XT2, Stable Micro System Ltd., UK) ใช้หัววัดชนิดทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (P/100) กดลงบนตัวอย่างอาหาร 2 ครั้ง (Texture Profile Analysis, TPA) โดยตั้งค่าความเร็วก่อนวัดและขณะวัด 1 มิลลิเมตร/วินาที และความเร็วหลังวัด 10 มิลลิเมตร/วินาที เป็นระยะทางร้อยละ 25 ของความสูงตัวอย่าง ในการกดครั้งที่ 2 ให้ทิ้งระยะห่างนาน 60 วินาที [10] การรายงานผลเป็นค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) และความยืดหยุ่น (Springiness)

### 1.3.2 คุณภาพประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยให้ผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ปฏิเสธการบริโภค บรวนนี้รับประทานจึงหัดได้ ไม่มีประวัติการแพ้แมลง ไคติน และโรคภูมิแพ้มาก่อน โดยนำบรวนนี้หลังออกจากการอบ 2 ชั่วโมง เพื่อตัวอย่างเย็นตัวลงเหมาะสมต่อการทดสอบ โดยใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 50 คน ทั้งผู้หญิงและผู้ชาย อายุระหว่าง 18-35 ปี เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยคะแนนเท่ากับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุดและคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

## 2. การศึกษาปริมาณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

นำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ดังนี้

2.1 พลังงานทั้งหมด โดยการคำนวณจากผลรวมของร้อยละคาร์โบไฮเดรต  $\times$  4 ร้อยละไขมัน  $\times$  9 และร้อยละโปรตีน  $\times$  4 [11]

2.2 ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า จากนั้นนำมาคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยการคำนวณจากสูตร 100 - (ผลรวมของปริมาณร้อยละความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า) [11]

## 3. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเนื้อสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพประสาทสัมผัส และวางแผนการทดลองแบบ Independent-Sample T-test สำหรับการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

## ผลการศึกษา

### 1. ผลคุณภาพทางเนื้อสัมผัสของปริมาณผงจิ้งหรีดในบราวนี่ฟลาวมันส์สำหรับหลัง

ผลการศึกษาคูณภาพทางเนื้อสัมผัสของบราวนี่ฟลาวมันส์สำหรับหลัง จากการเสริมปริมาณผงจิ้งหรีดที่ระดับร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้งทั้งหมด (Table 1) พบว่าเมื่อปริมาณ

ผงจิ้งหรีดเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ค่าความแน่นเนื้อ มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความยืดหยุ่น มีค่าลดลง ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยการใช้ฟลาวมันส์สำหรับหลัง ซึ่งมีใยอาหารสูง [12] ร่วมกับผงจิ้งหรีดอาจมีผลต่อโครงสร้างของบราวนี่ โดยทำให้ส่วนผสมก่อนอบมีลักษณะขึ้นเหนียวลง และผลิตภัณฑ์หลังอบมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น

Table 1. Texture properties of cricket powder with different levels of cassava flour-brownies

Texture properties	Cricket powder (%)			
	Control*	10	20	30
Firmness (g force)	1009.50±60.10 <sup>c</sup>	1044.50±36.06 <sup>b</sup>	1045.00±2.82 <sup>b</sup>	1379.00±21.21 <sup>a</sup>
Springiness (%)	32.69±21.21 <sup>a</sup>	30.06±0.79 <sup>b</sup>	28.73±0.90 <sup>bc</sup>	28.14±0.19 <sup>c</sup>

<sup>a-c</sup> Means in the same row with different superscripts are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

### 2. ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณผงจิ้งหรีดในบราวนี่ฟลาวมันส์สำหรับหลัง

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของจากการเสริมปริมาณผงจิ้งหรีดที่ระดับร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้งทั้งหมด (Table 2) พบว่าการใช้ฟลาวมันส์สำหรับหลังร่วมผงจิ้งหรีด ส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัส ( $p \leq 0.05$ ) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองการวัดคุณภาพทางเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer บราวนี่ที่ได้มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากการที่ฟลาวมันส์สำหรับหลังมีองค์ประกอบของใยอาหารจึงทำให้ในระหว่างการอบสามารถกักเก็บความชื้นไว้ได้ บราวนี่ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสแน่น มีคะแนน

ความชอบอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับของผู้บริโภค อยู่ในช่วง 6.58-6.68 (ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง) ในขณะที่การเพิ่มปริมาณผงจิ้งหรีดในบราวนี่ ฟลาวมันส์สำหรับหลังไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.56-6.95 (ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง) ซึ่งมีคะแนนความชอบใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากผงโกโก้ที่สามารถปกปิดกลิ่นรสของผงจิ้งหรีดได้ จากผลการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์บราวนี่ฟลาวมันส์สำหรับหลังเสริมผงจิ้งหรีดร้อยละ 30 มากที่สุด

**Table 2.** Sensory properties of cricket powder with different levels of cassava flour-brownies

Sensory attributes	Cricket powder (%)			
	Control*	10	20	30
Appearance <sup>ns</sup>	6.71±0.73	6.71±0.78	6.65±0.79	6.95±0.76
Color <sup>ns</sup>	6.60±0.74	6.85±0.79	6.88±0.73	6.85±0.68
Odor <sup>ns</sup>	6.61±0.78	6.60±0.88	6.76±6.7 6.76±0.74	6.66±0.84
Taste <sup>ns</sup>	6.56±1.15	6.56±0.83	6.58±0.92 6.58±0.97	
Texture	5.96±1.23 <sup>b</sup>	6.61±0.85 <sup>ab</sup>	6.58±0.99 <sup>ab</sup> 6.68±0.99 <sup>a</sup>	
Overall liking <sup>ns</sup>	6.40±0.99	6.66±0.80	6.70±0.78	

<sup>a, b</sup>Means in the same row with different superscripts are significantly different ( $p \leq 0.05$ ).

<sup>ns</sup>Means of all treatments in the same row are not significantly different ( $p > 0.05$ ).

\* Control is brownies made from 100% wheat flour

### 3. คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

เมื่อนำตัวอย่างควบคุมซึ่งเป็นบราวนี่ที่ผลิตจากแป้งสาลี และผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่พัฒนาได้ คือ บราวนี่ฟลาวมันสำปะหลังเสริมผงจิ้งหรีดร้อยละ 30 มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (Table 3) พบว่า ผลิตภัณฑ์บราวนี่ที่พัฒนาได้ มีปริมาณพลังงานทั้งหมด ความชื้น ไขมัน และเถ้าไม่แตกต่างจาก ตัวอย่างควบคุม ( $p > 0.05$ ) ในขณะที่ปริมาณโปรตีน มีค่าเพิ่มขึ้น และคาร์โบไฮเดรต มีค่าลดลง ( $p \leq 0.05$ )

โดยเฉพาะโปรตีน มีค่าเพิ่มขึ้นจากตัวอย่างควบคุม 2.06 เท่า ซึ่งอาจเกิดจากอิทธิพลของปริมาณผงจิ้งหรีด นอกจากนั้นการเพิ่มขึ้นของโปรตีนยังสามารถทดแทนปริมาณโปรตีนที่หายไปจากการฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี โดยรายงานของ ขนมน้องที่มีการใช้แป้งสาลี ร้อยละ 100 จะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าการใช้แป้งสาลีร่วมกับ ฟลาวมันสำปะหลัง [13]

Table 3. Nutritional values of control brownies and cassava flour-brownies with 30% cricket powder supplement

Nutritional values	Control*	Developed cassava flour-brownies
Energy (calories) <sup>ns</sup>	399.57±1.01	401.46±0.46
Moisture (%) <sup>ns</sup>	18.17±0.17	17.99±0.43
Protein (%)	3.37±0.03 <sup>b</sup>	6.94±0.05 <sup>a</sup>
Fat (%) <sup>ns</sup>	15.45±0.51	15.78±0.21
Ash (%) <sup>ns</sup>	1.25±0.04	1.37±0.03
Carbohydrate (%)	61.76±0.68 <sup>a</sup>	57.92±0.67 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup>Means in the same row with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

<sup>ns</sup>Means of all treatments in the same row are not significantly different ( $p > 0.05$ ).

\* Control is brownies made from 100% wheat flour

## อภิปรายผล

จากผลการศึกษากการเสริมปริมาณผงจิ้งหรีดที่ระดับร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักส่วนผสมแห้งทั้งหมด พบว่าปริมาณผงจิ้งหรีดที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความแน่นเนื้อ มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความยืดหยุ่น มีค่าลดลง เนื่องจากการใช้ฟลาวมันส์ล่าปะหลัง ซึ่งมีใยอาหารสูง [12] ร่วมกับการใช้ผงจิ้งหรีด จะไปลดบทบาทการทำหน้าที่ของโปรตีนกอลลูเตน ซึ่งพบมากในแป้งสาลี โดยโปรตีนกอลลูเตนทำให้เกิดโครงสร้างความยืดหยุ่น และความนุ่มให้กับผลิตภัณฑ์ [4] ทำให้ส่วนผสมก่อนอบมีลักษณะชั้นเหนียวลดลง และผลิตภัณฑ์หลังอบมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นการเพิ่มปริมาณผงจิ้งหรีด ยังส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัส ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่ส่งผลต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวม ( $p > 0.05$ ) เนื่องจากการลดลงขนาดอนุภาคให้อยู่ในรูปของผงจิ้งหรีด ทำให้ผู้บริโภคมีการ

ยอมรับในผลิตภัณฑ์อาหารจากแมลงมากกว่าอยู่ในลักษณะเป็นชิ้นหรือเป็นตัว [14] อีกทั้งผงโกโก้ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของบราวนี่ฟลาวมันส์ล่าปะหลังสามารถปกปิดลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และรสชาติของผงจิ้งหรีดได้ ทำให้มีคะแนนความชอบใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม นอกจากนี้การเสริมผงจิ้งหรีดยังมีผลทำให้คะแนนความชอบทางเนื้อสัมผัสเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลคุณภาพทางเนื้อสัมผัสจากการใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส โดยการเสริมผงจิ้งหรีดมีผลทำให้ความแน่นเนื้อของบราวนี่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์บราวนี่ชนิดเนื้อสัมผัสแน่น เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการผลิตภัณฑ์บราวนี่ฟลาวมันส์ล่าปะหลังเสริมผงจิ้งหรีดร้อยละ 30 พบว่ามีปริมาณพลังงานทั้งหมด ความชื้น ไขมัน และเถ้า ใกล้เคียงกับบราวนี่ที่ผลิตจากแป้งสาลี แต่มีโปรตีนเพิ่มขึ้น 2.06 เท่า สามารถทดแทนปริมาณโปรตีนที่หายไปจากการฟลาว



มันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี [13] สอดคล้องกับงานวิจัยการเสริมปริมาณผงจิ้งหรีดในผลิตภัณฑ์อาหาร ตั้งแต่ระดับร้อยละ 5-30 ในขนมปัง [15] เส้นพาสต้า [16] และขนมขบเคี้ยว [17] Agbali และคณะ [18] รายงานว่าการเสริมผงจิ้งหรีดที่ระดับร้อยละ 20-30 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดพองกรอบมีคุณลักษณะทางกายภาพ คุณภาพประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการสูงสุด โดยเฉพาะเป็นแหล่งของโปรตีนที่สำคัญ ซึ่งพบว่าผงจิ้งหรีด (*Acheta Domesticus*) มีโปรตีนสูงถึง 60 กรัม/100 กรัม [16] ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ปริมาณร้อยละ 46-96 ของกรดอะมิโนทั้งหมด [19] นอกจากนี้จิ้งหรีดยังเป็นแหล่งของพลังงาน เส้นใยอาหาร และแร่ธาตุที่สำคัญ ได้แก่ เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส เป็นต้น [20] ซึ่งสามารถแก้ปัญหาทุพโภชนาการ จากภาวะโภชนาการต่ำ (Undernutrition) ได้ เช่น โรคขาดพลังงาน และโปรตีน [21] เป็นต้น โดยปริมาณพลังงาน และโปรตีน ที่ควรได้รับประจำวันเท่ากับ 1000-2400 กิโลแคลอรีต่อวัน และ 50 กรัมต่อวัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุ เพศ และกิจกรรมในระหว่างวัน [22]

## สรุปผลการวิจัย

จากผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่ฟลาวมันสำปะหลังโดยปราศจากกลูเตน ปริมาณที่เหมาะสมของผงจิ้งหรีด คือ ร้อยละ 30 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ซึ่งทำให้ได้บราวนี่ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสแน่น และมีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส อยู่ในช่วงขอบเล็กน้อยถึงขอบปานกลางซึ่งหมายถึงผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์บราวนี่ฟลาวมันสำปะหลังเสริมผงจิ้งหรีด ยังเป็นแหล่งที่ดีของโปรตีนอีกด้วย

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาคุณศาตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ เป็นอย่างดี

## เอกสารอ้างอิง

1. Van Huis, A., van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G. and Vantomme, P. 2013. *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security*. Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
2. อุษาศรี เขียวระยับ. โปรตีนจิ้งหรีดสูงกว่าเนื้อวัว ทูตพาณิชย์แนะส่งออกบ่อนคนมะกันนิยมเปิบแมลง [online] เข้าถึงได้จาก: [https://www.matichon.co.th/news-monitor/news\\_1541023](https://www.matichon.co.th/news-monitor/news_1541023). 2562.
3. สีนีนากู ศิริ และนฤมล แสงประดับ. 2553. *ความหลากหลายและคุณค่าทางโภชนาการของแมลงกินได้ในพื้นที่ห้วยกุ่ม*. ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, กรุงเทพฯ.
4. ถนนนท์ แดงสังวาล. 2552. *การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีในบราวนี่*. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.





5. Pichai, S. and Ratmanee, P. 2018. Product Development of Gluten-free Cracker. *Prawarun Agricultural Journal*. 15: 289-296.
6. สุณีย์ โชติวีรนาท. แป้ง SAVA – ฟลาวมัน สำหรับทำ ไสยาโนดัดทำ ทางเลือกใหม่ ไร้กูเตน [online] เข้าถึงได้จาก: <https://www.nstda.or.th/th/news/11507>. 2560.
7. Kamau, E., Mutungi, C., Kinyuru, J., Imathiu, S., Tanga, C., Affognon, H., Fiaboe, K. K. M. 2018. Moisture Adsorption Properties and Shelf-life Estimation of Dried and Pulverised Edible House Cricket *Acheta domesticus* (L.) and Black Soldier Fly Larvae *Hermetia illucens* (L.). *Food Research International*. 106: 420-427.
8. Lucas-González, R., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A. and Viuda-Martos, M. 2019. Effect of Drying Processes in the Chemical, Physico-chemical, Techno-Functional and Antioxidant Properties of Flours obtained from House cricket (*Acheta domesticus*). *European Food Research and Technology*. 245: 1451-1458.
9. ชัยวัฒน์ แดงสังวาลย์. 2550. *บรวานี้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม่บ้าน.
10. Gomez, M., Doyague, M.J. and Hera. E. 2012. Addition of Pin-milled Peaflour and Air-classified Fractions in Layer and Sponge Cakes. *LWT-Food Science and Technology*. 46: 142-147.
11. AOAC. 2000 . *Official Methods of Analysis* (17<sup>th</sup> ed.). Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.
12. Dufer, D., O'Brien, G.M. and Best, R. 1996. *Cassava Flour and Starch: Progress in Research and Development*. Colombia: CIAT International Center for Tapioca Agriculture.
13. Masamba. K. and Jinazali, H. 2014. Effect of Cassava Flour Processing Methods and Substitution Level on Proximate Composition, Sensory Characteristics and Overall Acceptability of Bread Made from Wheat-Cassava Flour Blends. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 14: 2190-2203.
14. Gmuer, A., Guth, J. N., Hartmann, C. and Siegrist, M. 2016. Effects of the Degree of Processing of Insect Ingredients in Snacks on Expected Emotional Experiences and Willingness to Eat. *Food Quality and Preference*. 54: 117–127.
15. Osimani, A., Milanovic, V., Cardinali, F., Roncolini, A., Garofalo, C., Clementi, F., et al. 2018. Bread Enriched with Cricket Powder (*Acheta domesticus*): A Technological, Microbiological and Nutritional Evaluation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 48: 150-163.



16. Duda, A., Adamczak, J., Chelminska, P., Juskiewicz, J. and Kowalczewski, P. 2019. Quality and Nutritional/Textural Properties of Durum Wheat Pasta Enriched with Cricket Powder. *Foods*. 8.
17. Igual, M., García-Segovia, P. and Martínez-Monzó, J. 2020. Effect of *Acheta domestica* (house cricket) Addition on Protein Content, Color, Texture, and Extrusion Parameters of Extruded Products. *Journal of Food Engineering*. 282.
18. Agbali, F., Woome, J. and Adedeji, A. A. 2017. Determination of Extrusion Parameters on the Properties of Ready-to-Eat Expanded Millet Snack Enriched with Arthropod (Cricket) Flour. *The 2017 American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting (ASABE 2017), July 16-19, 2017*. Spokane, Washington.
19. Kourimska, L. and A. Adamkova. 2016. Nutritional and Sensory Quality of Edible Insects. *NFS Journal*. 4: 22-26.
20. Ghosh, S., S.M. Lee, C. Jung. and Meyer-Rochow, V. B. 2017. Nutritional Composition of Five Commercial Edible Insects in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 20: 686-694.
21. Bawa, M., Songsermpong, S., Kaewtapee, C. and Chanput, W. 2020. Nutritional, Sensory, and Texture Quality of Bread and Cookie Enriched with House Cricket (*Acheta domestica*) Powder. *Journal of Food Processing and Preservation*. 8: e14601.
22. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2563. ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2563. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ.วี. โปรเกอร์สซีฟ