http://journal.rmutp.ac.th/

ผลของจิ้งหรีดผง โปรตีนถั่วเหลืองสกัด และแซนแทนกัมที่มีต่อคุณภาพคุกกี้แป้งข้าวเจ้า

พงศ์พิพัฒน์ สนม และ กมลวรรณ แจ้งชัด*

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

รับบทความ 1 พฤษภาคม 2563 แก้ไขบทความ 13 มิถุนายน 2563 ตอบรับบทความ 23 กรกฎาคม 2563

บทคัดย่อ

คุกกี้จากแป้งข้าวเจ้าเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบปราศจากกลูเตน จิ้งหรีดผงและโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเป็นแหล่งของโปรตีนทางเลือกที่ให้คุณค่าทางโภชนาการ แซนแทนกัมเป็นไฮโดรคอลลอยด์ชนิดหนึ่งที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของคุกกี้ งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของจิ้งหรีดผง โปรตีนถั่วเหลืองสกัด และแซนแทนกัมต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของคุกกี้แป้งข้าวเจ้า จากศึกษาการแทนที่แป้งข้าวเจ้าด้วยแหล่งโปรตีน 2 ชนิด คือจิ้งหรีดผงร้อยละ 25 และ 35 ร่วมกับโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 0, 25 และ 35 ที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยการจัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียล (2x3) ในแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณจิ้งหรีดผง หรือลดปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด ส่งผลให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น แต่ค่าความแข็งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การศึกษาผลของปริมาณแซนแทนกัมที่ร้อยละ 0, 0.14, 0.28 และ 0.42 ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ พบว่าเมื่อปริมาณแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ ความชื้น และความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ขณะที่คะแนนความชอบด้านความแข็ง และความชอบโดยรวมมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมของคุกกี้แป้งข้าวเจ้า คือ ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยจิ้งหรีดผงร้อยละ 25 โปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 35 และไม่ใส่แซนแทนกัม

คำสำคัญ : คุกกี้; แป้งข้าวเจ้า; จิ้งหรีดผง; โปรตีนถั่วเหลืองสกัด; แซนแทนกัม

*** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +66 2562 5007, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: fagikwj@ku.ac.th***

http://journal.rmutp.ac.th/

Effect of Cricket (Acheta Domesticus) Powder, Soy Protein Isolate and Xanthan Gum on the Qualities of Rice Flour-based Cookies

Pongpipat Sanom and Kamolwan Jangchud*

Department of product development, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University
50 Ngamwongwan Road, Ladyao, Chatuchak, Bangkok, 10900

Received 1 May 2020; Revised 13 June 2020; Accepted 23 July 2020

Abstract

Rice flour-based cookies are gluten-free products. Cricket powder and isolated soy protein are alternative protein sources, which can provide desirable nutrition. Xanthan gum is one of the hydrocolloids affecting the texture of cookies. This study investigated the effect of cricket powder (CP), isolated soy protein (ISP) and xanthan gum on the physical, chemical and sensory qualities of rice flour-based cookies. The substitution of rice flour with two protein sources, CP (25 and 35%) and ISP (0, 25, and 35%) in the cookie formulations, which were evaluated for their qualities using a 2x3 factorial arrangement in a completely randomized design. The result showed that when CP increased or ISP decreased, the diameter of the product significantly ($p \leq 0.05$) increased but the hardness of the product significantly ($p \leq 0.05$) decreased. The effect of xanthan gum (0, 0.14, 0.28 and 0.42%) on the quality of products was also evaluated. It indicated that the increase in xanthan gum content significantly ($p \leq 0.05$) increased water activity, moisture content and hardness of product while the liking score for hardness and overall liking significantly ($p \leq 0.05$) decreased. Therefore, the optimal formula of rice flour cookies was 25% CP and 35% ISP for rice flour replacement without xanthan gum.

Keywords : Cookies; Rice Flour; Cricket Powder; Isolated Soy Protein; Xanthan Gum

** Corresponding Author. Tel.: +66 2562 5007, E-mail Address: fagikwj@ku.ac.th*

1. บทนำ

คุกกี้เป็นอาหารว่างชนิดหนึ่งในกลุ่มขนมอบที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องด้วยรสชาติที่หลากหลาย พกพาสะดวก และบริโภคได้ทุกช่วงวัย ซึ่งตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน แป้งสาลีเป็นส่วนประกอบหลักชนิดหนึ่งในคุกกี้ซึ่งมีกลูเตนที่เป็นโปรตีนทำให้เกิดอาการแพ้กับผู้ป่วยด้วยโรคเซลิแอค (Coeliac Disease) [1] ดังนั้นการนำแป้งจากแหล่งวัตถุดิบชนิดอื่น เช่น แป้งข้าวเจ้า ที่ไม่มีกลูเตนมาใช้เป็นส่วนผสมทดแทนแป้งสาลีในขนมอบ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่แพ้กลูเตน เช่น การผลิตแครกเกอร์จากแป้งข้าวเจ้าที่มีคุณภาพและเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับแครกเกอร์จากแป้งสาลี เมื่อใช้คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลสร้อยละ 1.5 หรือ ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 1.5 [2] การพัฒนาคุกกี้ปราศจากกลูเตนที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้าและแป้งบักวีตพบว่าปริมาณแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งบักวีตที่เหมาะสมคือ 90:10 และ 80:20 [3] ดังนั้นนอกจากจะนำมาเป็นส่วนผสมเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากกลูเตนแล้วยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ข้าวเจ้าอีกด้วย

สารอาหารโปรตีนมีความจำเป็นต่อผู้บริโภคทุกวัย โดยเฉพาะวัยเด็กและวัยรุ่นเพื่อเสริมสร้างกล้ามเนื้อ และเป็นแหล่งพลังงานสำหรับกิจกรรมต่างๆ [4] ดังนั้นการเสริมโปรตีนในอาหารจึงมีความสำคัญ และคุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่ได้รับความนิยม จึงเหมาะที่จะนำพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมโปรตีน โดยแหล่งของโปรตีนสามารถเลือกได้ทั้งจากสัตว์และจากพืช จิ้งหรีดเป็นแมลงที่เป็นแหล่งโปรตีนที่น่าสนใจ นำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารได้ มีโปรตีนประมาณร้อยละ 70 โดยน้ำหนักแห้ง มีกรดอะมิโนที่สำคัญ ได้แก่ กรดกลูตามิค ฟีนิลอะลานีน ลูซีน และวาลีน เป็นต้น [5] จิ้งหรีดเป็นแมลงในกลุ่มที่มีการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเชิงพาณิชย์มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์อาหารว่าง [6] สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากจิ้งหรีดผงในผลิตภัณฑ์เบเกอรี พบว่าสามารถใช้จิ้งหรีดผงร้อยละ 10 ทดแทนแป้งสาลีในขนมปังเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร และมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค [7] จากการศึกษาการใช้จิ้งหรีดผงเพื่อทดแทนแป้งสาลีในมัฟฟิน พบว่าปริมาณจิ้งหรีดผงที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 2 [8] และการศึกษาคุณภาพของขนมปังจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพด พบว่าการใช้จิ้งหรีดผงที่ร้อยละ 20 ให้ขนมปังที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 12.52 [9]

โปรตีนถั่วเหลืองสกัดจัดเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง มีการใช้ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างแพร่หลาย โดยใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการเพิ่มคุณค่าทางอาหารและปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสให้กับผลิตภัณฑ์ [10] เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูงอยู่ในช่วงร้อยละ 80–95 มีกรดอะมิโนที่สำคัญ ได้แก่ ลูซีน ฟีนิลอะลานีน ไลซีน และวาลีน เป็นต้น [11]

แซนแทนกัมเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่มีผลต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส สามารถกักเก็บความชุ่มชื้น เพิ่มความคงตัวให้กับผลิตภัณฑ์ [12] และยังทำหน้าที่เป็นโครงสร้างให้กับผลิตภัณฑ์อาหารที่ปราศจากกลูเตนอีกด้วย [13] งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำแซนแทนกัมไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เบเกอรีปราศจากกลูเตน ได้แก่ การศึกษาผลของแซนแทนกัมต่อเนื้อสัมผัสของเค้กจากแป้งข้าวเจ้าและข้าวโพด พบว่าปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 0.3 และ 0.4 ให้เค้กที่มีความแน่นเนื้อน้อยกว่า และมีปริมาตรมากกว่าที่แซนแทนกัมร้อยละ 0.2 [14] มีการศึกษาผลของแซนแทนกัมที่ร้อยละ 1.5, 2.5 และ 3.5 ต่อสมบัติของขนมปังปราศจากกลูเตน ผลิตจากแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด และควินัว พบว่าแซนแทนกัมร้อยละ 1.5–2.5 เป็นปริมาณที่เหมาะสม ให้ขนมปังมีค่าความแน่นเนื้อลดลง ค่าความยืดหยุ่นและปริมาตรจำเพาะสูงขึ้น [15] และการศึกษาการใช้แซนแทนกัมช่วงร้อยละ 0.5–1.5 ในส่วนผสมของบิสกิตจากแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งถั่วลูกไก่

พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแซนแทนกัม ทำให้บิสกิตมีค่าความแข็งลดลง แต่ไม่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส [16]

จากการรวบรวมผลงานวิจัย พบว่ามีการศึกษาผลของจิ้งหรีดผงในผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีแป้งสาลีเป็นส่วนผสม แต่ยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาผลของจิ้งหรีดผงและโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และไฮโดรคอลลอยด์ในผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งข้าวเจ้าที่ปราศจากกลูเตน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของจิ้งหรีดผง โปรตีนถั่วเหลืองสกัด และแซนแทนกัม ต่อคุณภาพของคุกกี้จากแป้งข้าวเจ้าที่มีจิ้งหรีดผงและโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเป็นแหล่งของโปรตีน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค และยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดการขยายตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารที่มีแมลงเป็นส่วนผสม นอกจากแมลงจะเป็นแหล่งโปรตีนแล้วยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนอีกด้วย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 วัตถุดิบและการวิเคราะห์คุณภาพ

จิ้งหรีดผงพันธุ์ทองแดงลายร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช จากห้างหุ้นส่วนจำกัด นีท ฟูดส์ ประเทศ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีการของ AOAC [17] สำหรับโปรตีนถั่วเหลืองสกัดได้จากบริษัทอาร์เชอร์ แดเนียลส์ มิดแลนด์ ประเทศสหรัฐอเมริกา วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพโดยการวัดค่าสีของจิ้งหรีดผง และโปรตีนถั่วเหลืองสกัด

2.2 การศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าต่อคุณภาพของคุกกี้

ศึกษาผลของปริมาณแป้งข้าวเจ้าต่อคุณภาพของคุกกี้เพื่อหาสูตรพื้นฐานของคุกกี้แป้งข้าวเจ้า โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) เพื่อศึกษาอัตราส่วนแป้งข้าวเจ้า (ตราใบหยก) ต่อส่วนผสมชนิดอื่นที่ไม่รวมแป้ง 3 ระดับ คือ 38:100, 44:100 และ 50:100 โดยน้ำหนัก มีปริมาณส่วนผสมชนิดอื่นคงที่ ได้แก่ เนยจืด 40 กรัม น้ำตาลทราย 24 กรัม ไข่ไก่ 24 กรัม น้ำ 9.6 กรัม ผงฟู 0.4 กรัม เกลือ 0.4 กรัม และวานิลา 1.6 กรัม ส่วนผสมและกรรมวิธีการผลิตดัดแปลงมาจาก A. G. Roberts [18] มีกรรมวิธีการผลิตคือ ร่อนแป้งข้าวเจ้าและผงฟูเข้าด้วยกัน และพักไว้ ตีเนยจืดกับน้ำตาลทรายให้เข้ากันด้วยเครื่องตีผสมยี่ห้อ KitchenAid รุ่น OFM5K5SSWH ด้วยความเร็วปานกลาง 2 นาที จากนั้นเติมไข่ไก่ เกลือ และวานิลาลงไป ตีผสมด้วยความเร็วสูง 5 นาที จนได้เนื้อครีมที่เนียน จากนั้นนำส่วนผสมแป้งที่เตรียมไว้ผสมให้เข้ากันด้วยความเร็วต่ำ 2 นาที จนเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน นำแบทเทอร์ที่ได้ไปพักในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4–8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วหยอดลงบนถาดอบเป็นทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5±0.5 เซนติเมตร โดยแต่ละชิ้นหนัก 4.0±1.0 กรัม นำไปอบด้วยเตาอบไฟฟ้ายี่ห้อ Teka รุ่น HI605 ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และอบต่อที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 นาที นำคุกกี้มาพักให้เย็นบนตะแกรง และนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพโดยการวัดค่าความแข็ง วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-Point Hedonic Scale)

2.3 การศึกษาผลของปริมาณจิ้งหรีดผงและโปรตีนถั่วเหลืองสกัดต่อคุณภาพของคุกกี้แป้งข้าวเจ้า

เลือกสูตรที่มีปริมาณแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสม ที่ได้จากข้อ 2.2 มาศึกษาโดยจัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียล 2x3 ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ศึกษาปริมาณส่วนผสมที่เป็นแหล่งโปรตีน 2 ชนิด ได้แก่ ปริมาณจิ้งหรีดผง 2 ระดับ คือ ร้อยละ 25 และ 35 และปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0,

25 และ 35 โดยเติมลงไปทดแทนปริมาณแป้งข้าวเจ้า ทั้งนี้ปริมาณของจิ้งหรีดผงและโปรตีนถั่วเหลืองสกัดที่ระดับต่ำสุดเป็นปริมาณที่สามารถกล่าวอ้างทางโภชนาการของคุกกี้ได้ว่าเป็นแหล่งของโปรตีน เมื่อผสมส่วนผสมแล้ว มีกรรมวิธีการผลิตคุกกี้ตามวิธีการผลิตข้อ 2.2 จากนั้นนำคุกกี้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพโดยการวัดค่าความแข็ง และประเมินคุณภาพทางประสาทด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ

2.4 การศึกษาผลของแซนแทนกัมต่อคุณภาพคุกกี้แป้งข้าวเจ้า

เลือกสูตรที่เหมาะสมที่ได้จากผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงและมีปริมาณโปรตีนสูงจากผลการทดลองข้อที่ 2.3 มาศึกษาผลของแซนแทนกัมต่อคุณภาพคุกกี้ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ศึกษาปริมาณแซนแทนกัม 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 0.14, 0.28 และ 0.42 เตรียมสารละลายแซนแทนกัม โดยนำแซนแทนกัมละลายในน้ำที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส 30 กรัม พักไว้ให้เย็น มีกรรมวิธีผลิตตามข้อ 2.2 โดยเติมสารละลายแซนแทนกัมสลับกับส่วนผสมแป้ง และวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพโดยการวัดค่าสี ความแข็ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ และนำคุกกี้สูตรที่เหมาะสมมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

2.5 การวิเคราะห์คุณภาพ

2.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

2.5.1.1 วัดค่าสีในระบบ CIE L* a* b* ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM 3500D ประเทศญี่ปุ่น โดยตั้งค่าสภาวะในการวัดของเครื่องให้บันทึกค่า L* a* และ b* โดยค่าความสว่าง L* มีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึงวัตถุมีสีดำ 100 หมายถึงวัตถุมีสีขาว a* (+ หมายถึงวัตถุมีสีแดง, - หมายถึงวัตถุมีสีเขียว) และ b* (+ หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน) ทำการวัดค่า 3 ซ้ำ

2.5.1.2 วัดค่าความแข็งโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.XT plus ประเทศอังกฤษ หัววัดชนิด Three-point Bending ใช้ความเร็วในการทดสอบที่ 5 มิลลิเมตรต่อวินาที โดยกดชิ้นคุกกี้ลงร้อยละ 50 ของความสูงคุกกี้ ทำการวัดค่า 10 ซ้ำ

2.5.1.3 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยใช้เวอร์เนียร์ (Vernier Caliper) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของคุกกี้ 3 ตำแหน่งต่อคุกกี้ 1 ชิ้น ทำการวัดค่า 3 ซ้ำ

2.5.1.4 วัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ด้วยเครื่องวัดค่า a_w ยี่ห้อ Decagon Aqua Lab รุ่น 3TE ประเทศสหรัฐอเมริกา ทำการวัดค่า 3 ซ้ำ

2.5.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณตามวิธีการของ AOAC [17] ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต

2.5.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9-Point Hedonic Scale) ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นโดยรวม รสหวาน กลิ่นรสโดยรวม ความแข็ง และความชอบโดยรวม ประเมินโดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

2.6 การประเมินผลทางสถิติ

นำข้อมูลคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และหากสิ่งทดลองมีความแตกต่าง จะทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS® เวอร์ชั่น 12

3. ผลและวิจารณ์การทดลอง

3.1 คุณภาพวัตถุดิบ

จิ้งหรีดผง มีลักษณะเป็นผงหยาบสีน้ำตาลดำ มีกลิ่นรสเฉพาะตัว โดยอาหารที่ใช้เลี้ยงเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อกรดไขมันซึ่งเป็นองค์ประกอบของแมลง [19] ซึ่งกลิ่นรสของจิ้งหรีดนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณลิพิดที่เป็นองค์ประกอบในจิ้งหรีด [20] จิ้งหรีดผงมีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เท่ากับ 45.24, 6.03 และ 20.15 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณพบว่า มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 3.27, 60.80, 21.24, 7.10, 3.77 และ 3.82 โดยน้ำหนักเปียกตามลำดับ สำหรับโปรตีนถั่วเหลืองสกัด มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเหลืองครีม มีกลิ่นเฉพาะของถั่ว มีค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองเท่ากับ 87.07, 1.03 และ 1.89 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ พบว่าโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 6.30, 84.33, 3.75, 0.17, 4.69 และ 0.76 โดยน้ำหนักเปียกตามลำดับ

3.2 การศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้าต่อคุณภาพของคุกกี้

การศึกษาพบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวเจ้าเพิ่มขึ้นทำให้คุกกี้มีเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง และมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อส่วนผสมชนิดอื่นเท่ากับ 50:100 ได้คุกกี้มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุด (3.63 เซนติเมตร) และมีค่าความแข็งมากที่สุด (9.75 นิวตัน) (ตารางที่ 1) ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเจ้าในสูตร ทำให้แป้งดูดน้ำมากขึ้น ส่งผลให้แบทเทอร์มีความหนืดมากขึ้น และมีการแผ่กระจายตัวลดลง จึงทำให้คุกกี้ที่ควบคุมน้ำหนักแต่ละชิ้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง นอกจากนี้เมื่อแป้งข้าวเจ้าซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของคุกกี้มีปริมาณสูงขึ้น ยังส่งผลให้คุกกี้มีความแข็งมากขึ้นอีกด้วย

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะต่าง ๆของคุกกี้ที่มีแป้งข้าวเจ้าเป็นส่วนผสมในระดับต่างๆ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเจ้าทำให้คุกกี้มีคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรสเนย และรสหวานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นโดยรวม ความแข็ง และความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวในสูตร นอกจากจะทำให้คุกกี้ที่ได้มีกลิ่นแป้งข้าวมากขึ้นแล้ว ยังทำให้มีความแข็งมากขึ้นอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแข็งทางกายภาพที่วัดได้ ส่งผลให้ความชอบรวมลดลง ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่มีอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อส่วนผสมชนิดอื่นเท่ากับ 38:100 โดยน้ำหนัก ซึ่งมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.6) ไปศึกษาผลของการเติมแหล่งโปรตีนลงในคุกกี้ต่อไป

3.3 ผลของปริมาณจิ้งหรีดผงและโปรตีนถั่วเหลืองสกัดต่อคุณภาพของคุกกี้แป้งข้าวเจ้า

การวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าจิ้งหรีดผงที่เติมระดับร้อยละ 25 และ 35 มีอิทธิพลต่อค่า L*, b*, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความแข็งของคุกกี้ โปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีอิทธิพลต่อค่า b*, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความแข็งคุกกี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพของคุกกี้พบว่ามีค่าความสว่างปานกลาง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 49.32–53.50 เมื่อพิจารณาที่แต่ละระดับของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด พบว่าการเพิ่มปริมาณจิ้งหรีดผงส่งผลให้

คุกกี้มีค่า L* และ b* ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากจิ้งหรีดผงมีสีน้ำตาลดำ จึงทำให้คุกกี้มีความสว่างและความเป็นสีเหลืองลดลง และพบว่าเมื่อปริมาณจิ้งหรีดผงเพิ่มขึ้นที่แต่ละระดับของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด มีผลให้ความแข็งของคุกกี้มีค่าลดลง แต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคุกกี้มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากปริมาณไขมันในจิ้งหรีดผง ซึ่งมีส่วนประกอบอยู่ถึงร้อยละ 21.24 และที่แต่ละระดับของจิ้งหรีดผงเมื่อปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคุกกี้มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3) เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีความสามารถในการอุ้มน้ำ [21] จึงทำให้แบทเทอร์ของคุกกี้มีความหนืดมาก การแผ่กระจายตัวจึงลดลง เมื่อนำมาอบทำให้ได้คุกกี้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง นอกจากนี้พบว่าสมบัติการอุ้มน้ำของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดทำให้คุกกี้มีเนื้อสัมผัสนุ่มและแน่น ส่งผลให้การแตกหักยากขึ้น และทำให้ค่าความแข็งที่วัดได้มีค่าสูงขึ้น

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าจิ้งหรีดผงมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นโดยรวม และความชอบโดยรวมของคุกกี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าเมื่อปริมาณจิ้งหรีดผงเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าคะแนนความชอบด้านคุณลักษณะดังกล่าวมีแนวโน้มลดลง แต่ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านรสหวาน กลิ่นรสโดยรวม และความแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4) และพบอิทธิพลของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่แต่ละระดับของโปรตีนถั่วเหลืองสกัด เมื่อปริมาณจิ้งหรีดผงเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความชอบโดยรวมลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากกลิ่นรสเฉพาะของจิ้งหรีด และความรู้สึกสากคอระหว่างกลืนผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาถึงการเพิ่มปริมาณจิ้งหรีดผงในขนมปังส่งผลให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ลดลง [7] อย่างไรก็ตามขนาดของจิ้งหรีดผงมีผลต่อเนื้อสัมผัสของคุกกี้ ดังนั้นการลดขนาดของจิ้งหรีดผงให้เล็กกว่า 60 เมช จะเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดความรู้สึกสากคอระหว่างกลืนผลิตภัณฑ์ได้

สำหรับสูตรที่มีจิ้งหรีดผงร้อยละ 35 และโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 25 และสูตรที่มีจิ้งหรีดผงร้อยละ 35 และโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 35 ของแป้งข้าวเจ้า พบว่าแม้ผู้ทดสอบจะให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง แต่มีข้อเสนอแนะว่าผลิตภัณฑ์มีกลิ่นอับของแมลง และมีเนื้อสัมผัสที่ระคายคอระหว่างกลืน จึงอาจจะไม่เป็นที่ยอมรับหากบริโภคในปริมาณมาก ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่มีปริมาณจิ้งหรีดผงหรือโปรตีนถั่วเหลืองสกัดสูง ร่วมกับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดเพื่อนำไปศึกษาผลของแซนแทนกัมต่อคุณภาพคุกกี้ ได้สูตรที่มีปริมาณจิ้งหรีดผงร้อยละ 25 ของแป้งผสมและโปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 35 ของแป้งข้าวเจ้า

ตารางที่ 1 ค่าความแข็งและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคุกกี้ที่มีอัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อส่วนผสมอื่นต่างกัน

อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อส่วนผสมอื่น (โดยน้ำหนัก)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)	ความแข็ง (นิวตัน)
38:100	3.93 ± 0.07^{a}	7.38 ± 1.26^{b}
44:100	3.78 ± 0.11^{b}	9.05 ± 1.16^{a}
50:100	3.63 ± 0.07^{c}	9.75 ± 1.27^{a}

หมายเหตุ $^{a-c}$ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบที่มีต่อคุณลักษณะต่างๆของคุกกี้ที่มีอัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อส่วนผสมอื่นต่างกัน

อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อส่วนผสมอื่น	ลักษณะปรากฏ^{ns}	กลิ่นโดยรวม	กลิ่นรสเนย^{ns}	รสหวาน^{ns}	ความแข็ง	ความชอบโดยรวม
38:100	6.9 ±1.4	7.5 ±0.8^{a}	7.1 ±1.1	7.3 ±0.8	7.3 ±1.2^{a}	7.6 ±0.8^{a}
44:100	7.2 ±1.3	7.6 ±0.9^{a}	7.1 ±0.9	7.3 ±0.9	7.2 ±1.4^{a}	7.1 ±1.0^{b}
50:100	7.3 ±1.1	7.3 ±1.0^{b}	6.9 ±1.2	7.1 ±0.9	6.8 ±1.2^{b}	7.2 ±0.8^{b}

หมายเหตุ $^{a-b}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่มีจิ้งหรีดผงและโปรตีนถั่วเหลืองสกัดในระดับต่าง ๆ

จิ้งหรีดผง (ร้อยละ)	โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (ร้อยละ)	ค่าสี			เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	ความแข็ง (นิวตัน)
		L*	a*^{ns}	b*		
25	0	53.50 ± 0.49^{a}	8.86 ± 0.21	29.23 ± 0.33^{a}	3.86 ± 0.05^{b}	6.52 ± 0.76^{b}
	25	51.36 ± 0.52^{bc}	8.93 ± 0.40	27.97 ± 0.91^{b}	3.13 ± 0.10^{d}	8.02 ± 0.59^{a}
	35	52.91 ± 1.18^{ab}	8.93 ± 0.65	27.91 ± 1.30^{b}	2.97 ± 0.06^{d}	8.01 ± 0.54^{a}
35	0	49.90 ± 0.63^{cd}	9.10 ± 0.62	26.05 ± 0.81^{c}	4.26 ± 0.21^{a}	4.95 ± 0.58^{d}
	25	50.27 ± 0.76^{cd}	9.25 ± 0.43	25.56 ± 0.17^{c}	3.33 ± 0.06^{c}	5.87 ± 0.54^{c}
	35	49.32 ± 1.98^{d}	8.76 ± 0.21	24.98 ± 0.70^{c}	3.04 ± 0.13^{d}	7.56 ± 0.78^{a}

หมายเหตุ $^{a-d}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบที่มีต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่มีจิ้งหรีดผงและโปรตีนถั่วเหลืองสกัดในระดับต่าง ๆ

จิ้งหรีดผง (ร้อยละ)	โปรตีนถั่วเหลืองสกัด (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นโดยรวม	รสหวาน^{ns}	กลิ่นรสโดยรวม^{ns}	ความแข็ง^{ns}	ความชอบโดยรวม
25	0	7.1 ± 1.7^{a}	7.8 ± 1.1^{a}	7.4 ± 1.3	7.2 ± 1.2	7.4 ± 1.5	7.6 ± 1.2^{a}
	25	7.0 ± 1.3^{a}	7.5 ± 1.2^{ab}	7.0 ± 1.4	7.6 ± 1.0	7.3 ± 1.7	7.8 ± 0.9^{a}
	35	6.7 ± 1.4^{b}	7.4 ± 1.5^{ab}	7.3 ± 1.3	7.3 ± 1.3	7.0 ± 1.6	7.7 ± 0.8^{a}
35	0	6.5 ± 2.0^{abc}	7.4 ± 1.2^{ab}	7.2 ± 1.4	7.5 ± 1.0	7.3 ± 1.7	7.6 ± 1.3^{a}
	25	6.0 ± 1.5^{c}	6.9 ± 1.3^{b}	7.0 ± 1.4	6.9 ± 1.5	7.3 ± 1.5	7.0 ± 1.3^{b}
	35	6.1 ± 1.3^{c}	7.0 ± 1.2^{b}	6.9 ± 1.5	7.0 ± 1.1	7.1 ± 1.6	6.9 ± 1.2^{b}

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$

3.4 ผลของแซนแทนกัมต่อคุณภาพคุกกี้แป้งข้าวเจ้า

นำสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงจากผลการทดลองข้อ 3.3 มาศึกษาผลของแซนแทนกัมต่อคุณภาพคุกกี้ ผลการการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าปริมาณแซนแทนกัมมีอิทธิพลต่อค่า L*, a*, b*, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง, ความแข็ง, a_w และความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คุกกี้แต่ละสูตรมีสีน้ำตาล และมีค่าความสว่างระดับปานกลางอยู่ในช่วง 48.21–51.44 ค่า a* อยู่ในช่วง 9.92–11.90 และค่า b* อยู่ในช่วง 24.16–27.76 (ตารางที่ 5) เมื่อปริมาณแซนแทนกัมเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น แต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคุกกี้มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 6) การเพิ่มปริมาณแซนแทนกัมทำให้คุกกี้มีการเกาะตัวกันมากขึ้น ต้องใช้แรงมากเพื่อทำให้คุกกี้แตก จึงส่งผลให้มีค่าความแข็งมากขึ้น แซนแทนกัมเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของคุกกี้ โดยหมู่ไฮดรอกซิลในโครงสร้างของไฮโดรคอลลอยด์จะจับกับน้ำด้วยพันธะไฮโดรเจน ทำให้ค่าความสามารถในการจับกับน้ำ (Water Holding Capacity) ของแป้งในส่วนผสมมีค่ามากขึ้น [22] และสอดคล้องกับการศึกษาผลของไฮโดรคอลลอยด์ต่างชนิดกัน ได้แก่ กัมอาคาเชีย กัวกัม แซนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส ต่อคุณภาพคุกกี้ พบว่าการเพิ่มไฮโดรคอลลอยด์ลงไปในแป้งข้าวฟ่างและแป้งสาลีทำให้ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งเพิ่มขึ้น และพบว่าคุกกี้ที่ใส่แซนแทนกัมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุด [23] นอกจากนี้แซนแทนกัมยังมีผลทำให้คุกกี้หลังอบมีปริมาณความชื้น และค่า a_w สูงขึ้น (ตารางที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาบิสกิตจากแป้งข้าวผสมแป้งถั่วลูกไก่ปราศจากกลูเตน ที่พบว่าค่าความชื้น และค่า a_w เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแซนแทนกัม [16]

ตารางที่ 5 ค่าสีของคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่มีปริมาณแซนแทนกัมต่างกัน

แซนแทนกัม (ร้อยละ)	ค่าสี		
	L*	a*	b*
0	51.44 ± 0.35^{a}	9.92 ± 0.30^{c}	27.76 ± 0.37^{a}
0.14	50.13 ± 0.76^{b}	12.23 ± 0.22^{a}	24.16 ± 1.01^{d}
0.28	50.06 ± 0.40^{b}	11.90 ± 0.89^{a}	25.26 ± 0.49^{c}
0.42	51.07 ± 0.54^{a}	10.91 ± 0.54^{b}	27.08 ± 0.66^{b}

หมายเหตุ $^{a-e}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 ค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่มีปริมาณแซนแทนกัมต่างกัน

แซนแทนกัม (ร้อยละ)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	ความแข็ง (นิวตัน)	a_w	ความชื้น (ร้อยละ)
0	3.53 ± 0.05^{a}	5.95 ± 0.46^{d}	0.31 ± 0.01^{d}	2.13 ± 0.04^{c}
0.14	3.34 ± 0.04^{b}	11.70 ± 2.44^{c}	0.42 ± 0.00^{c}	2.15 ± 0.04^{c}
0.28	3.20 ± 0.03^{c}	18.83 ± 2.36^{b}	0.45 ± 0.00^{b}	3.47 ± 0.02^{b}
0.42	3.22 ± 0.03^{c}	21.91 ± 2.57^{a}	0.51 ± 0.00^{a}	4.33 ± 0.02^{a}

หมายเหตุ $^{a-g}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณแซนแทนกัมมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ ความแข็ง และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$ โดยปริมาณแซนแทนกัมส่งผลให้ค่าคะแนนความชอบคุณลักษณะดังกล่าวลดลง (ตารางที่ 7) เนื่องจากปริมาณแซนแทนกัมที่เพิ่มขึ้น ทำให้คุกกี้มีขนาดเล็กลง ความหนาเพิ่มขึ้น เนื้อสัมผัสของคุกกี้มีความนุ่มและแน่นมากขึ้น จึงส่งผลให้คะแนนความชอบด้านความแข็ง และความชอบโดยรวมลดลง จากการศึกษาพบว่าผู้ทดสอบชอบคุกกี้ที่มีการเกาะตัวกันดี มีเนื้อสัมผัสไม่นุ่มและแน่นเกินไป แสดงได้จากค่าคะแนนความชอบด้านความแข็งของสูตรที่ไม่ได้ใส่แซนแทนกัมมีคะแนนมากที่สุดเท่ากับ 7.2 ซึ่งมีค่าความแข็งที่วัดได้น้อยที่สุดเท่ากับ 5.95 นิวตัน (ตารางที่ 6) และพบว่าสูตรนี้ได้รับคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะสูงสุดอยู่ในระดับชอบปานกลาง โดยได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.2 ดังนั้นจึงได้สูตรคุกกี้ที่เหมาะสมประกอบด้วยจิ้งหรีดผงร้อยละ 25 โปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 35 โดยไม่ใส่แซนแทนกัม จะเห็นได้ว่าในการศึกษานี้ไม่จำเป็นต้องใส่แซนแทนกัมในสูตรคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่มีโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเป็นส่วนผสม เนื่องจากสมบัติด้านความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดีของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดนั้นสามารถช่วยด้านการเกาะตัวกันและเนื้อสัมผัสของคุกกี้ได้อย่างเหมาะสม และสูตรที่ได้นี้ยังมีปริมาณโปรตีนสูง จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่าคุกกี้มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 26.14 คิดเป็น 7.84 กรัม ต่อคุกกี้ 30 กรัม หรือหนึ่งหน่วยบริโภค ดังนั้นคุกกี้สูตรนี้สามารถกล่าวอ้างทางโภชนาการได้ว่า “เป็นแหล่งของโปรตีน” เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 10-19 ของปริมาณโปรตีน (50 กรัม) ที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทย หรือคิดเป็น 5-9.5 กรัม ต่ออาหารหนึ่งหน่วยบริโภค [24]

ตารางที่ 7 คะแนนความชอบที่มีต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่มีปริมาณแซนแทนกัมต่างกัน

แซนแทนกัม (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นโดยรวม^{ns}	รสหวาน^{ns}	กลิ่นรสโดยรวม^{ns}	ความแข็ง	ความชอบโดยรวม
0	7.3±1.2^{a}	7.2±1.1	7.3±1.2	6.8±1.7	7.2±0.9^{a}	7.2±1.0^{a}
0.14	5.5±1.8^{b}	6.8±0.7	6.8±1.3	6.4±1.4	6.3±1.3^{b}	6.4±1.1^{b}
0.28	6.4±1.6^{b}	6.8±0.9	7.0±1.0	6.9±1.0	6.3±1.2^{b}	6.5±1.0^{b}
0.42	6.3±1.7^{b}	6.8±1.0	7.1±0.9	6.8±1.4	6.4±1.9^{b}	6.5±1.5^{b}

หมายเหตุ $^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
^{ns} ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4. สรุป

ผลการศึกษาพบว่าการเพิ่มปริมาณจิ้งหรีดผงทำให้ค่าความแข็งของคุกกี้ลดลง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคุกกี้มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่การเพิ่มปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัดส่งผลให้ค่าความแข็งของคุกกี้มีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง และแซนแทนกัมที่เติมลงไปส่งผลให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคุกกี้มีค่าลดลง ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ และค่าความแข็งมีค่าเพิ่มขึ้น โดยคุกกี้จากแป้งข้าวเจ้ามีปริมาณจิ้งหรีดผงและโปรตีนถั่วเหลืองสกัดที่เหมาะสมเท่ากับร้อยละ 25 และ 35 ของแป้งข้าวเจ้าตามลำดับ และไม่ต้องใส่แซนแทนกัม ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณโปรตีนมากถึงร้อยละ 26.14 จึงจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นแหล่งของโปรตีนทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] T. Duangruthai, J. Wipawan and W. Rungtiwa, *Bread and gluten-free bakery*, 1st ed. Bangkok: Petchprakai Publishers, 2017.

[2] N. Nammakuna, S. Suwansri, P. Thanasukan and P. Ratanatriwong "Effects of hydrocolloids on quality of rice crackers made with mixed-flour blend," *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, vol. 2, no. 4, pp. 780–787, 2009.

[3] A. Torbica, M. Hadnađev and T. D. Hadnađev, "Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality," *Food Research International,* vol. 48, no. 1, pp. 277–283, 2012.

[4] World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations and United Nations University, *Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition*, 1st ed. Geneva: WHO Press, pp. 79–89, 2007.

[5] L. Yi, C. M. M. Lakemond, L. M. C. Sagis, V. Einner-Schadler, A. van Huis and M. A. J. S. van Boekel, "Extraction and characterisation of protein fractions from five insect species," *Food Chemistry*, vol. 141, pp. 3341–3348, 2013.

[6] Global New Products Database. (2018, November 30). Cricket [Online]. Available: http://www.gnpd.com/database/cricket.

[7] A. Osimani, V. Milanovic, F. Cardinali, A. Roncolini, C. Garofalo, F. Clementi, M. Pasquini, M. Mozzon, R. Foligni, N. Raffaelli, F. Zamporlini and L. Aquilanti, "Bread enriched with cricket powder (*Acheta domesticus*): A technological microbiological and nutritional evaluation," *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 48, pp. 150–163, 2018.

[8] P. Pauter, M. Rózanska, P. Wiza, S. Dworczak, N. Grobelna, P. Sarbak and P. L. Kowalczewski, "Effects of the replacement of wheat flour with cricket powder on the characteristics of muffins," *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, vol. 17, no. 3, pp. 227–233, 2018.

[9] C. da Rosa Machado and R. C. S. Thys, "Cricket powder (*Gryllus assimilis*) as a new alternative protein source for gluten-free breads," *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 56, pp. 102180, 2019.

[10] P. Singh, R. Kumar, S. N. Sabapathy and A. S. Bawa, "Functional and edible uses of soy protein products," *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 7, pp. 14–28, 2008.

[11] M. Sugano, *Soy in Health and Disease Prevention*, 1st ed. New York: CRC Press Publishers, 2006.

[12] A. Nussinovitch, *Hydrocolloid Applications: Gum technology in food and the other industries*, 1st ed. London: Blackie Academic & Professional Publishers, 1997.

[13] C. M. Rosell and R. Garzon, *Food Microstructure and Its Relationship with Quality and Stability*, 1st ed. Duxford: Woodhead Publishing, 2018.

[14] L. D. Preichardt, C. T. Vendruscolo, M. A. Gularte and A. S. Moreira, "The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients," *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 46, pp. 2591–2597, 2011.

[15] C. R. Encina-Zelada, V. Cadavez, F. Monteiro, J. A. Teixeira and U. Gonzales-Barron, "Combined effect of xanthan gum and water content on physicochemical and textural properties of gluten-free batter and bread," *Food Research International*, vol. 111, pp. 544–555, 2018.

[16] S. Benkadri, A. Salvador, M. N. Zidoune and T. Sanz, "Gluten-free biscuits based on composite rice-chickpea flour and xanthan gum," *Food Science and Technology International*, vol. 24, no. 7, pp. 607–616, 2018.

[17] Association of Official Analytical Chemists, *Official Methods of Analysis*, 19th ed. Maryland: AOAC International Publishers, 2012.

[18] A. G. Roberts, *Gluten-free baking classics*, 2nd ed. Chicago: Surrey Books Publishers, 2008.

[19] S. G. F. Bukkens, "Insect in the human diet: nutrition aspects," in *Ecological Implications of Minilivestock: Potential of Insect, Rodents, Frogs and Snails*, M. G. Paoletti, ed., New Hampshire: Science Publishers, 2005, pp. 545–577.

[20] J. C. Ribeiro, R. C. Lima, M. R. G. Maia, A. A. Almeida, A. J. M. Fonseca, A. R. J. Cabrita and L. M. Cunha, "Impact of defatting freeze-dried edible crickets (Acheta domesticus and Gryllodes sigillatus) on the nutritive value, overall liking and sensory profile of cereal bars," *LWT- Food Science and Technology*, vol. 113, pp. 1–7, 2019.

[21] S. A. O. Adeyeye, A. O. Adebayo-Oyetoro and S. A. Omoniyi, "Quality and sensory properties of maize flour cookies enriched with soy protein isolate," *Cogent Food and Agriculture*, vol. 3, pp. 1–11, 2017.

[22] C. M. Rosell, J. A. Rojas and C. B. de Barber, "Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality," *Food Hydrocolloids*, vol. 15, pp. 75–81, 2001.

[23] R. Devisetti, R. Ravi and S. Bhattacharya, "Effect of Hydrocolloids on Quality of Proso

Millet Cookie," *Food and Bioprocess Technology*, vol. 11, pp. 2298–2308, 2015.

[24] *Nutrition labeling*, Notification of the Ministry of Public Health 182, 1998.