

# การพัฒนาคุกกี้หน่อกะลา (*Alpinia nigra* Burrt) ปราศจากกลูเตน Development of Gluten-free *Alpinia nigra* Burrt Cookies

นรินทร์ เจริญพันธ์\*

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว  
ถนนสุวรรณศร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว 27160

จิราณี พันธ์มุล

คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ  
ศูนย์นนทบุรี ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

สุธิษา เละเซ็น

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ  
ศูนย์นนทบุรี ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

Narin Charoenphun\*

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University, Sa Kaeo Campus,  
Suwannasorn Road, Watthananakhon, Sa Kaeo 27160

Jiranee Phanmool

Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Suvannabhumi,  
Nonthaburi Centre, Suan Yai, Muang, Nonthaburi 11000

Suthisa Leasen

Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvannabhumi,  
Nonthaburi Centre, Suan Yai, Muang, Nonthaburi 11000

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้หน่อกะลาปราศจากกลูเตน โดยวางแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ ซึ่งประกอบด้วยหน่อกะลาร้อยละ 5-12 แป้งสาลีร้อยละ 30-50 และเนยสดชนิดเค็มร้อยละ 25-45 ได้ส่วนประกอบหลักของคุกกี้จำนวน 7 สูตร วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบทั่วไป พบว่าร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของคุกกี้แปรผันตรงกับปริมาณเนย ความแข็งและค่าความสว่างของคุกกี้แปรผันตรงกับปริมาณหน่อกะลา โดยสูตรที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้หน่อกะลา คือ สูตรที่มีหน่อกะลา แป้งสาลี และเนยสดชนิดเค็มร้อยละ 10, 47 และ 43 ตามลำดับ เป็นสูตรที่ได้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ ( $7.17 \pm 1.02$ ) กลิ่น ( $7.17 \pm 0.79$ ) เนื้อสัมผัส ( $7.03 \pm 0.89$ ) รสชาติ ( $7.13 \pm 0.97$ ) และความชอบ

\*ผู้รับผิดชอบบทความ : narinch@buu.ac.th

รวม ( $7.33 \pm 0.88$ ) สูงที่สุด จากนั้นศึกษาการใช้แป้งชนิดต่าง ๆ ในการทดแทนแป้งสาลี พบว่าคุกกี้หน่อกล้วยผลิตจากแป้งผสม (ประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 65 แป้งมันฝรั่งร้อยละ 25 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 10) เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการทดแทนแป้งสาลี เนื่องจากมีสมบัติทางกายภาพ (ด้านการสูญเสียน้ำหนัก) และคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ (ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม) ใกล้เคียงกับสูตรที่ผลิตจากแป้งสาลี คุกกี้หน่อกล้วยปราศจากกลูเตนที่ผลิตได้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกหนึ่งที่สามารถตอบโจทย์ให้กับผู้บริโภคที่ต้องการหลีกเลี่ยงอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตน

**คำสำคัญ :** หน่อกล้วย; คุกกี้; อาหารชนิดปราศจากกลูเตน

## Abstract

This research aimed to optimize the formula to produce gluten-free *Alpinia nigra* Burrrt cookies. The seven formulations of gluten-free *A. nigra* cookies consisting of *A. nigra* (5-12 %), wheat flour (30-50 %) and salted butter (25-45 %) were studied by using mixture design. Physical properties and sensory evaluation by untrained panelists were investigated. The results showed that weight loss of cookies varied directly to the amount of butter. The hardness and the brightness of cookie varied directly to the amount of *A. nigra*. Obviously, an optimal formulation of the gluten-free cookies was 10 % *A. nigra*, 47 % wheat flour and 43 % salted butter. This formulation had the highest score of appearance ( $7.17 \pm 1.02$ ), flavor ( $7.17 \pm 0.79$ ), texture ( $7.03 \pm 0.89$ ), taste ( $7.13 \pm 0.97$ ) and overall liking ( $7.33 \pm 0.88$ ). Furthermore, using various types of flour replacement with wheat flour was studied. The results discovered that cookies made from mixed flour (contain 65 % of rice flour, 25 % of potato flour and 10 % of cassava flour) were the most suitable formula for wheat flour replacement. Apparently, physical properties (weight loss) and sensory evaluation score (appearance, flavor, texture, taste and overall liking) of cookies made from mixed flour formula were similar to that from wheat flour formula. Therefore, gluten-free *A. nigra* cookie is an alternative product for consumers who want to avoid gluten foods.

**Keywords:** *Alpinia nigra*; cookie; gluten-free food

## 1. บทนำ

หน่อกล้วย (*Alpinia nigra* Burrrt) หรือข่าน้ำ เป็นพืชพื้นเมืองของไทยตระกูลเดียวกับข่า ขิง แต่ต่างชนิด (species) กัน มีกลิ่นอ่อนกว่าข่า รสชาติเล็กน้อย พบมากที่เกาะเกร็ด จังหวัดนนทบุรี [1] หน่อกล้วยมีสรรพคุณเป็นสมุนไพร ช่วยขับลม แก้อ่อนใน แก้อืด

ผื่นคันตามผิวหนัง ใช้ฆ่าเชื้อและพอกแผล เสริมความแข็งแรงให้กระดูก และใช้ในสตรีที่ประจำเดือนมาไม่ปกติ เป็นต้น สารสำคัญที่พบในลำต้นอ่อน มีน้ำมันหอมระเหยที่มีองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็น trans-caryophyllene และ beta-selinene บริเวณเหง้าพบน้ำมันหอมระเหยที่มีองค์ประกอบของ 1,8-

cineole และ limonene รากพบสาร 1-Acetoxychavicol acetate สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของหน่อกะลามีสสมบัติเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ด้านอนุมูลอิสระ ด้านจุลินทรีย์ ป้องกันระบบประสาท เป็นต้น [2] หน่อกะลาเป็นพืชพื้นบ้านที่นิยมนำมาบริโภคโดยการลอกเปลือกนอกออกเหลือเพียงหน่ออ่อน ใช้ประกอบอาหารได้หลายชนิด สามารถรับประทานสดหรือจิ้มน้ำพริก ท่อหมก แกงคั่วหอย ใช้แทนชาในการทำแกงส้ม ต้มชากั๊ก หรือต้มยา รวมไปถึงใช้แทนถั่วฝักยาวทำทอดมันหน่อกะลา การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากหน่อกะลาจะช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบในท้องถิ่น อีกทั้งยังเป็นแนวทางหนึ่งในการอนุรักษ์พืชสมุนไพรท้องถิ่นของไทยให้คงอยู่และเป็นที่รู้จักของคนรุ่นหลังต่อไป

คุกกี้ (cookie) เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลี หรือแป้งสาลีผสมกับแป้งชนิดอื่น ผสมกับน้ำตาล ไขมันหรือน้ำมัน ไข่ เบกกิ้งโซดา (โซเดียมไบคาร์บอเนต) ผงฟูหรือเบกกิ้งเพาเดอร์ (โซเดียมไบคาร์บอเนตผสมกรดหรือเกลือของกรด) นม วัตถุแต่งกลิ่นรส เกลือ อาจมีส่วนผสมอื่น เช่น โกโก้ เมล็ดธัญพืช สมุนไพร ผลไม้แห้ง กุ้งแห้งป่น ปลาหยองป่น ผสมให้เข้ากัน ทำเป็นชิ้นโดยการหยอด หั่น ปั้น กดด้วยพิมพ์ หรือวิธีอื่นที่เหมาะสม แล้วนำไปอบจนสุก อาจใส่ไส้หรือตกแต่งหน้าด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น แยม ผลไม้ น้ำตาลไอซิ่ง ช็อกโกแลต ธัญพืช ลูกเกด ถั่ว ผลไม้แห้ง ก่อนหรือหลังอบ [3] โดยทั่วไปแป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลักในการผลิตคุกกี้ กลูเตนเป็นโปรตีนที่พบมากในแป้งสาลีสามารถจับตัวเป็นโครงสร้างของโดที่มีสมบัติด้านความเหนียวและยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์อาหารโดยการเกิดพันธะไดซัลไฟด์ระหว่างโมเลกุลของกรดอะมิโน กลูเตนประกอบด้วยโปรตีนกลูเตนินและโปรตีนไกลอะดิน ปัจจุบันมีรายงานการแพ้กลูเตนของผู้บริโภคเพิ่มสูงขึ้น โปรตีนไกลอะดินมีผลต่อระบบ

ภูมิคุ้มกันและเป็นพิษต่อผู้ป่วยที่เป็นโรคแพ้กลูเตน (coeliac disease) ซึ่งสาเหตุของโรคอาจเกิดจากพันธุกรรมหรือจากการกระตุ้นโดยสารที่อยู่ในสภาวะแวดล้อม สภาวะเครียด การตั้งครรภ์ รวมทั้งไวรัสและการติดเชื้อ [4] แนวโน้มในการพัฒนาอาหารชนิดปราศจากกลูเตน (gluten-free food) จะเน้นการพัฒนาปรับปรุงด้านลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสให้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ปกติ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้หน่อกะลาปราศจากกลูเตนโดยประเมินสมบัติกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค เพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบของผลิตภัณฑ์คุกกี้หน่อกะลาปราศจากกลูเตน องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ สำหรับผู้บริโภคที่ต้องการหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตน นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากหน่อกะลาพืชสมุนไพรท้องถิ่นให้เป็นที่รู้จักและแพร่หลายมากขึ้น

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 การศึกษาผลของหน่อกะลา แป้งสาลี และเนยสดชนิดเค็มต่อคุณภาพของคุกกี้หน่อกะลา

หน่อกะลาที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ ซื้อจากเกษตรกรผู้ปลูกหน่อกะลาในพื้นที่เกาะเกร็ด จังหวัดนนทบุรี โดยการนำต้นหน่อกะลามาลอกเปลือกนอกออกเหลือเพียงหน่ออ่อน ๆ หั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก อบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด (Dxfill, Model DXM-500, China) ที่ความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 2 นาที

การทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้หน่อกะลา ใช้แผนการทดลองแบบมิกเจอร์

ดีไซน์ (mixture design) โดยกำหนดปริมาณหน่อกล้วยในช่วงร้อยละ 5-12 แป้งสาลีร้อยละ 30-50 และเนยสดชนิดเค็มร้อยละ 25-45 คัดเลือกสูตรสำหรับใช้ในการทดลองโดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจุดบนพื้นที่รูปสามเหลี่ยมจากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์

ที่กระจายอยู่ทุก ๆ ส่วนของบริเวณที่กำหนด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมสูตรในขอบเขตที่แปรผันส่วนประกอบมากที่สุด ได้สูตรที่คัดเลือกมา 7 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 1

**Table 1** Formulations of cookies by mixture designs

| Ingredients                    | Formulations |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                | 1            | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |
| <i>Alpinia nigra</i> Burrt (%) | 5            | 12  | 7   | 12  | 11  | 11  | 10  |
| Wheat flour (%)                | 50           | 50  | 49  | 43  | 49  | 45  | 47  |
| Salted butter (%)              | 45           | 38  | 44  | 45  | 40  | 44  | 43  |
| Total                          | 100          | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

ซึ่งส่วนผสมของผงหน่อกล้วย แป้งสาลี และเนยสดชนิดเค็ม ตามสูตรในตารางที่ 1 ในทุกสูตรจะมีการเติมน้ำตาลทราย ไข่ไก่ และผงฟู ร้อยละ 20, 14 และ 1 ของน้ำหนักส่วนทั้งหมด (ประกอบด้วยหน่อกล้วย แป้งสาลี และเนยสดชนิดเค็ม) ตามลำดับ วิธีการผลิตคุกกี้เริ่มจากร่อนแป้งสาลี ผงหน่อกล้วย ผงฟูให้เข้ากัน จากนั้นตีเนยให้เป็นสีขาว ใส่ น้ำตาลทรายผสมให้เข้ากัน ใส่ไข่ไก่ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำส่วนผสมที่ร่อนไว้ผสมให้เข้ากัน ขึ้นรูปด้วยพิมพ์คุกกี้ให้มีขนาดเท่ากันทุกชิ้น [3] อบที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

สังเกตลักษณะปรากฏของคุกกี้หน่อกล้วย ทั้ง 7 สูตร วิเคราะห์หาค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการอบ เริ่มจากการชั่งน้ำหนักคุกกี้ก่อนอบด้วยเครื่องชั่ง (Zepper EPS-3001, จีน) และชั่งน้ำหนักหลังการอบ นำค่าน้ำหนักที่ได้มาคำนวณเป็นร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก =  $[(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}) \div \text{น้ำหนักก่อนอบ}] \times 100$  วัดความแข็งของคุกกี้ด้วย

เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Daiichi FG 520K, Japan) ค่าแรงกดที่วัดได้เป็นหน่วยนิวตัน (N) วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Minolta colorimeter CR-400, Japan) ด้วยระบบ CIE ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic ใช้วิธี one-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) [5] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม 1 สูตร เพื่อผลิตเป็นคุกกี้หน่อกล้วย โดยค่าคุณภาพที่ได้ คือ ค่าการสูญเสียน้ำหนัก ความแข็ง ค่าที่ได้จากการวัดสี และผลจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยสร้างกราฟคอนทัวร์ (contour plot) มาซ้อนทับกันเพื่อหาจุดที่เหมาะสมของปริมาณหน่อกล้วย ปริมาณแป้งสาลี และปริมาณเนยสดชนิดเค็ม เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่

สุดในการผลิตคุกกี้หน่อเกลาปราศจากกลูเตนต่อไป

## 2.2 การศึกษาผลของแป้งต่างชนิดกันต่อคุณภาพของคุกกี้

### 2.2.1 การเตรียมแป้งกล้วยน้ำว้า

นำกล้วยน้ำว้าดิบมาล้างทำความสะอาด ลวกในน้ำเดือด 1 นาที จากนั้นปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นบาง ๆ แขนในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เป็นเวลา 30 นาที นำขึ้นมาพักให้สะเด็ดน้ำ นำไปอบในตู้อบลมร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 ชั่วโมง ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด (Dxfill, Model DXM-500, China) ที่ความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 2 นาที ร่อนด้วยตะแกรงสำหรับร่อนแป้ง เก็บในภาชนะบรรจุปิดสนิท

### 2.2.2 การเตรียมแป้งมันเทศเนื้อสีส้ม

นำมันเทศเนื้อสีส้มมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ลวกในน้ำเดือด 5 วินาที นำขึ้นมาพักให้สะเด็ดน้ำ นำไปอบในตู้อบลมร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 ชั่วโมง ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด (Dxfill, Model DXM-500, China) ที่ความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 2 นาที ร่อนด้วยตะแกรงสำหรับร่อนแป้ง เก็บในภาชนะบรรจุปิดสนิท

นำคุกกี้หน่อเกลาสูตรที่ถูกคัดเลือกจากข้อ 2.1 มาศึกษาผลของแป้งชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้หน่อเกลา ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยเปรียบเทียบผลของการใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์ (สูตรควบคุม) ทดลองใช้แป้งชนิดต่าง ๆ ในการทดแทนการใช้แป้งสาลีทั้งหมดในสูตร ประกอบด้วยสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้า แป้งกล้วยน้ำว้า แป้งมันเทศเนื้อสีส้ม และแป้งผสม (แป้งข้าวเจ้า : แป้งมันฝรั่ง : แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 65, 25 และ 10 โดยน้ำหนัก) [6] ในการผลิตคุกกี้หน่อเกลาตามวิธีการผลิตในข้อ 2.1

สังเกตลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตได้ วิเคราะห์หาค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการอบ วัดความแข็ง ค่าสี รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์ดังรายละเอียดข้างต้น แล้วทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมกับผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี one-way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test [5] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

## 2.3 การศึกษาผลของการเติมถั่วลิสงและงาดำในผลิตภัณฑ์คุกกี้หน่อเกลาปราศจากกลูเตนต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การเตรียมถั่วลิสง: นำถั่วลิสงแห้งมาคั่วในกระทะด้วยไฟปานกลางจนสุกมีกลิ่นหอม แยกเปลือกออก นำไปลดขนาดด้วยเครื่องปั่น (Philips HR1847, จีน) ปั่นหยบด้วยความเร็วปานกลางเป็นเวลา 2 นาที เก็บในภาชนะบรรจุปิดสนิท

การเตรียมงาดำ: นำเมล็ดงาดำอบแห้งมาคั่วในกระทะด้วยไฟปานกลางจนสุกมีกลิ่นหอม พักให้เย็น เก็บในภาชนะบรรจุปิดสนิท

ศึกษาเปรียบเทียบคุกกี้สูตรถั่วลิสงและสูตรงาดำกับสูตรควบคุม (สูตรที่ถูกคัดเลือกจากข้อ 2.2) โดยมีการเติมถั่วลิสงและงาดำในอัตราส่วนร้อยละ 5 ทำการผลิตตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น นำคุกกี้ที่ผลิตได้ทั้ง 3 สูตร ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมกับผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี One-way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test [5] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95



Figure 1 Appearance of cookies by mixture designs

### 3. ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 3.1 ผลของหน่อกะลา แป้งสาลี และเนยสด ชนิดเค็มต่อคุณภาพของคุกกี้หน่อกะลา

การสังเกตลักษณะปรากฏของคุกกี้หน่อกะลาทั้ง 7 สูตร หลังการอบ (รูปที่ 1) พบว่าคุกกี้ทั้ง 7 สูตร ให้ลักษณะปรากฏที่ต่างกัน โดยสูตรที่ 1 และ 3 มีสีเหลืองอ่อน ผิวหน้าของคุกกี้เรียบเนียน มีกลิ่นหอมหน่อกะลาล็กน้อย เนื้อสัมผัสกรอบ ร่วน สูตรที่ 2 และ 4 สีเหลืองออกน้ำตาลเข้ม ผิวหน้าของคุกกี้ค่อนข้างขรุขระ มีกลิ่นหน่อกะลาออกฉุนมากเกินไป เนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง สูตรที่ 5 และ 6 สีเหลืองออกน้ำตาลเล็กน้อย ผิวหน้าขรุขระเล็กน้อย มีกลิ่นหน่อกะลาออกฉุน เนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง สูตรที่ 7 สีเหลืองออกน้ำตาลเล็กน้อย ผิวหน้าค่อนข้างเรียบ มีกลิ่นหอมหน่อกะลาไม่ฉุนหรืออ่อนเกินไป เนื้อสัมผัสกรอบ ร่วน

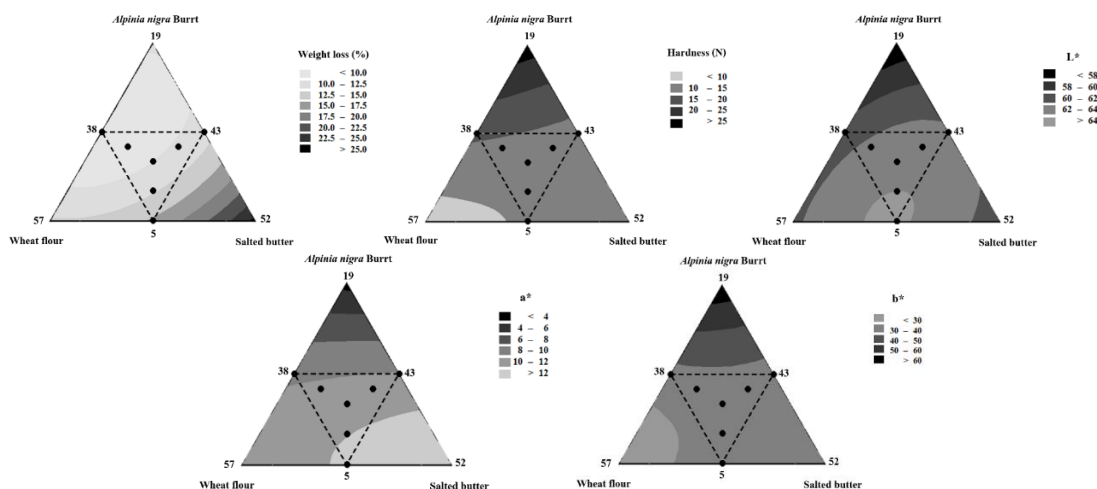
ร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการอบ ความแข็ง และการเปลี่ยนแปลงค่าสีของคุกกี้หน่อกะลาจากพื้นผิว contour plot แสดงในรูปที่ 2 พบว่าคุกกี้หน่อกะลาทั้ง 7 สูตร มีค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการอบของคุกกี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับปริมาณเนยสดชนิดเค็มที่เพิ่มขึ้นในสูตร อาจเนื่องจากการผลิตคุกกี้มีส่วนผสมหลัก 2 กลุ่ม คือ ส่วนผสมที่เป็นของแข็งและส่วนผสมที่เป็นของเหลว เมื่อเปรียบเทียบส่วนผสมระหว่างหน่อกะลา แป้งสาลีและเนยสดชนิดเค็ม เนยสดชนิดเค็มมีปริมาณ

ความชื้นสูงกว่าหน่อกะลาและแป้งสาลี ดังนั้นในระหว่างการอบปริมาณน้ำอิสระในเนยสดชนิดเค็มจะระเหยออกไป ส่งผลให้ค่าการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการอบสูง โดยเฉพาะในสูตรที่มีปริมาณเนยมาก โดยระหว่างการอบจะมีการถ่ายเทความร้อนทั้งแบบการพา ความร้อนร่วมกับการแผ่รังสีไปที่ผิวหน้าของคุกกี้ และนำความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในชั้นคุกกี้ ระหว่างการอบยังมีการถ่ายเทมวลออกจากผิวของคุกกี้ ทำให้คุกกี้มีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยเฉพาะบริเวณผิวหน้า น้ำในคุกกี้จะระเหยออกไป [7] สอดคล้องกับการรายงานของ Budzaki และคณะ [8] ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของคุกกี้ระหว่างการอบ พบว่าการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการอบของคุกกี้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นแปรผันตรงกับปริมาณความชื้นเริ่มต้นในส่วนผสมของคุกกี้ก่อนอบ

ค่าความแข็งของคุกกี้แปรผันตรงกับปริมาณหน่อกะลา อาจเนื่องจากหน่อกะลาเป็นพืชที่มีใยอาหารค่อนข้างสูง โดยส่วนที่เป็นหน่ออ่อนที่นำมาบริโภคกันทั่วไปมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และใยอาหารร้อยละ 1.40, 15.86, 0.85 และ 17.04 ตามลำดับ [9] โดยทั่วไปใยอาหารเป็นส่วนผนังเซลล์ของพืชที่ไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหาร จึงไม่ให้พลังงาน แต่เป็นมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ผนังเซลล์พืชประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพกทิน จัดเรียงตัวกันเป็นโครงข่ายประสานกันบริเวณลำต้นของหน่อกะลาทำให้เกิดความแข็งแรง และส่งผลโดยตรงต่อเนื้อสัมผัส [10] คุกกี้สูตรที่มีการเติมหน่อ

กะลาปริมาณสูงจึงมีปริมาณใยอาหารในสูตรสูง ส่งผลให้คุกกี้มีความแข็งเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานของสุพิชญา [11] ที่ศึกษาผลของการเติมผงดอกโสนอบแห้งต่อความแข็งของคุกกี้เนย พบว่าค่าความแข็งของคุกกี้เนยแปรผันตรงกับปริมาณผงดอกโสน ซึ่งใน

ดอกโสนมีปริมาณเส้นใยสูงประมาณร้อยละ 15.7 เส้นใยมีความเป็นรูพรุนประกอบด้วยเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส สามารถแทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดแป้ง ซึ่งมีสมบัติในการรวมตัวกับน้ำได้ดี เป็นปัจจัยหนึ่งส่งผลต่อค่าความแข็งของคุกกี้เนย



**Figure 2** Mixture response surface contour plots displaying combined effects of *Alpinia nigra* Burrt wheat flour and salted butter on weight loss, hardness and color of cookies formulations.

การวิเคราะห์ค่าสีระบบ CIE ค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  ของคุกกี้หน่อกะลาทั้ง 7 สูตร แตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) พบว่า ค่า  $L^*$  (ความสว่าง) มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณหน่อกะลาเพิ่มขึ้น ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่า  $a^*$  มีแนวโน้มอยู่ในช่วงระหว่างสีแดงและสีเขียว เมื่อหน่อกะลามีปริมาณเพิ่มขึ้นค่า  $a^*$  มีแนวโน้มลดลง ซึ่งเข้าใกล้ช่วงสีเขียว ส่วนค่า  $b^*$  มีแนวโน้มอยู่ในช่วงสีเหลือง โดยสีเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณหน่อกะลาเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับสีที่สังเกตจากลักษณะปรากฏสีเมื่อเพิ่มปริมาณหน่อกะลาคุกกี้จะมีสีออกน้ำตาลเข้มขึ้น สีของหน่อกะลาขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีในหน่อกะลา รวมถึงรงควัตถุที่เป็นองค์ประกอบ เช่น คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุที่มีสีเขียวอยู่ในคลอโรพลาสต์มี

ความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อสร้างเป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานในเซลล์ของพืช คลอโรฟิลล์ไม่คงตัวต่อความร้อน เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นฟิโอฟิตินทำให้สีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเขียวน้ำตาล [7]

ผลของหน่อกะลา แป้งสาลี และเนยสดชนิดเค็มต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ (ตารางที่ 2) พบว่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไป 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) สูตรที่ 7 ซึ่งประกอบด้วยหน่อกะลา 10 กรัม แป้งสาลี 47 กรัม เนยสดชนิดเค็ม 43 กรัม น้ำตาล

ทราย 20 กรัม ไข่ไก่ 14 กรัม และผงฟู 1 กรัม เป็นสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ ( $7.17 \pm 1.02$ ) กลิ่น ( $7.17 \pm 0.79$ ) เนื้อสัมผัส ( $7.03 \pm 0.89$ ) รสชาติ ( $7.13 \pm 0.97$ ) และความชอบรวม ( $7.33 \pm 0.88$ ) สูงที่สุด ซึ่งอยู่ในระดับขอบปานกลาง สอดคล้องกับผลการสังเกตลักษณะปรากฏ สูตรที่ 7 สีเหลืองออกน้ำตาลเล็กน้อย ผิวหน้าค่อนข้างเรียบ มีกลิ่นหอมหน่อกะลาไม่ฉุนหรืออ่อนเกินไป เนื้อสัมผัสกรอบ ร่วน ใกล้เคียงกับคุกกี้เนยทั่วไป

เมื่อนำข้อมูลของค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนัก ค่าความแข็ง ค่าสี และการประเมินทางประสาทสัมผัสมาสร้างกราฟคอนทัวร์ โดยนำกราฟมาซ้อนทับกันเพื่อหาพื้นที่ (รูปที่ 3) ในการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม โดยเลือกจากพื้นที่ที่มีค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักมีค่า 6-12 ความแข็งมีค่า 9-13 นิวตัน  $L^*$  มีค่า 60-70  $a^*$  มีค่า 10-20  $b^*$  มีค่า 30-40 ค่าคะแนนเฉลี่ยการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมมีค่า 6-9 คะแนน เป็นเกณฑ์กำหนดในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม รูปที่ 3 พบว่าพื้นที่ทับกัน (อักษร A) เป็น

พื้นที่ที่มีความเหมาะสมของส่วนผสมในการผลิตคุกกี้หน่อกะลา โดยสูตรที่ 7 เป็นสูตรที่มีปริมาณอยู่ในพื้นที่ทับกัน ซึ่งมีปริมาณหน่อกะลา แป้งสาลี และเนยสดชนิดเค็มร้อยละ 10, 47 และ 43 ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลที่ได้ไปพิจารณาร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตลักษณะปรากฏ ค่าร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการอบ ค่าความแข็ง ค่าสี และคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าสูตรที่ 7 เป็นสูตรที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการผลิตคุกกี้หน่อกะลาปราศจากกลูเตนต่อไป

### 3.2 ผลของแป้งต่างชนิดกันต่อคุณภาพของคุกกี้หน่อกะลา

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการผลิตคุกกี้ เนื่องจากแป้งสาลีมีกลูเตน ซึ่งเป็นไกลโคโปรตีน พบในเอนโดสเปิร์มของข้าวสาลี กลูเตนเกิดจากการรวมตัวของโปรตีนกลูเตนินและไกลอะดิน โดยสร้างพันธะไดซัลไฟด์ ทำให้กลูเตนมีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น ไม่ละลายในน้ำ [7] การใช้แป้งชนิดอื่นทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้หน่อกะลานั้น จัดเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคที่ต้องการ

**Table 2** The liking score (n = 30) for 7 formulations of cookies

| Formulations | Attributes             |                        |                         |                        |                        |
|--------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|              | Appearance             | Flavor                 | Texture                 | Taste                  | Overall liking         |
| 1            | 6.30±0.99 <sup>b</sup> | 4.97±0.76 <sup>b</sup> | 6.37±1.03 <sup>b</sup>  | 5.67±0.71 <sup>b</sup> | 6.10±0.80 <sup>b</sup> |
| 2            | 4.67±0.99 <sup>c</sup> | 3.27±1.48 <sup>c</sup> | 3.87±1.22 <sup>c</sup>  | 3.73±0.98 <sup>c</sup> | 2.93±1.53 <sup>c</sup> |
| 3            | 6.03±0.72 <sup>b</sup> | 5.10±0.76 <sup>b</sup> | 6.50±1.20 <sup>ab</sup> | 5.87±1.11 <sup>b</sup> | 6.37±1.03 <sup>b</sup> |
| 4            | 4.80±1.03 <sup>c</sup> | 3.37±1.43 <sup>c</sup> | 3.97±1.10 <sup>c</sup>  | 3.80±0.92 <sup>c</sup> | 3.00±1.51 <sup>c</sup> |
| 5            | 6.23±0.68 <sup>b</sup> | 5.40±1.16 <sup>b</sup> | 6.70±1.18 <sup>ab</sup> | 6.07±1.20 <sup>b</sup> | 6.43±1.10 <sup>b</sup> |
| 6            | 6.33±0.71 <sup>b</sup> | 5.57±1.25 <sup>b</sup> | 6.83±1.21 <sup>ab</sup> | 6.20±1.30 <sup>b</sup> | 6.63±1.25 <sup>b</sup> |
| 7            | 7.17±1.02 <sup>a</sup> | 7.17±0.79 <sup>a</sup> | 7.03±0.89 <sup>a</sup>  | 7.13±0.97 <sup>a</sup> | 7.33±0.88 <sup>a</sup> |

Mean ± SD; <sup>a-c</sup> Means within each column indicate significant differences ( $p \leq 0.05$ ) using Duncan's multiple range test.

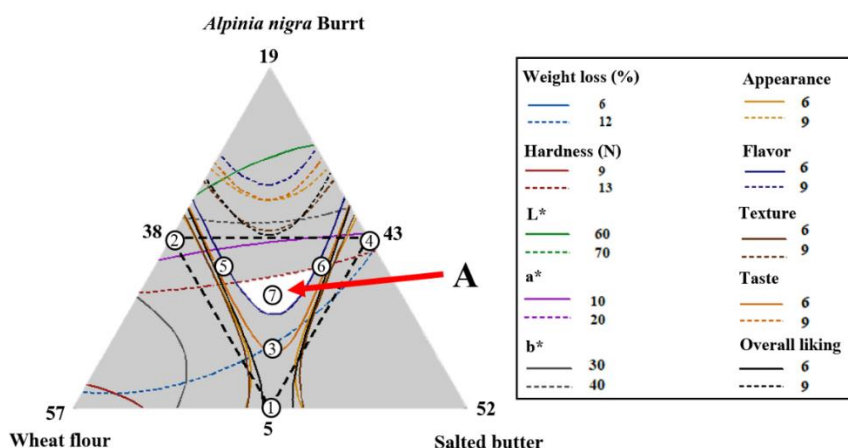


Figure 3 Contour plot for optimum overlapping (A) of cookie formulations



Figure 4 Appearance of cookies from various flour

หลักเลียงอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตน การสังเกตลักษณะปรากฏของคุกกี้หน่อกะลาจากการใช้แป้ง 5 ชนิด ประกอบด้วยแป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งกล้วย แป้งมันเทศเนื้อสีส้ม และแป้งผสม (รูปที่ 4) พบว่า คุกกี้หน่อกะลาที่ผลิตจากแป้งสาลี และแป้งผสมให้ลักษณะปรากฏที่ใกล้เคียงกัน มีเนื้อสัมผัส กรอบร่วน ไม่แข็งหรือเกินไป อาจเนื่องจากสูตรที่ใช้แป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง ทำให้เกิดการทำงานร่วมกันเป็นโครงสร้างที่มีสมบัติใกล้เคียงกับแป้งสาลี ซึ่งมีโปรตีนหลักเป็น คือ กลูเตน คุกกี้สูตรแป้งข้าวเจ้าให้เนื้อสัมผัสที่แน่นกว่าแป้งสาลีเล็กน้อย สีขาวนวล เนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง คุกกี้สูตรแป้งกล้วยสีออกน้ำตาลคล้ำ เนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง คุกกี้สูตรแป้งมันเทศสีส้มออกน้ำตาล เนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง

ผลของแป้งชนิดต่าง ๆ ต่อค่าการสูญเสีย น้ำหนักระหว่างการอบ ค่าความแข็ง และค่าสีของคุกกี้หน่อกะลา โดยใช้สูตรการผลิตที่คัดเลือกมาข้างต้น แสดงในตารางที่ 3 พบว่าคุกกี้ที่เตรียมจากแป้งต่างชนิดกันมีค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการอบไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ค่าความแข็งพบว่าคุกกี้ที่ผลิตจากแป้งกล้วยมีค่าความแข็งสูงที่สุด รองลงมา คือ แป้งมันเทศ แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี และแป้งผสม ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงสีของคุกกี้พบว่าคุกกี้จากแป้งกล้วยมีค่าความสว่างน้อยที่สุด ค่า  $a^*$  ของคุกกี้ทุกสูตรที่ค่าเป็นบวก ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงสีแดง ส่วนค่า  $b^*$  ของคุกกี้ทุกสูตรมีค่าอยู่ในช่วงสีเหลือง

ลักษณะปรากฏและสมบัติทางกายภาพที่ต่างกันของคุกกี้เกิดจากองค์ประกอบทางเคมีของแป้งแต่ละชนิด และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแป้งเมื่อ

ผ่านการให้ความร้อน โดยการอบคุกกี้ทำให้แบ่งเกิดการเจลาติไนซ์และโปรตีนเสียสภาพธรรมชาติ การอบทำให้เกิดการขยายตัวของผลิตภัณฑ์คุกกี้จากปฏิกิริยาของสารที่ทำให้ขึ้นฟู เกิดเป็นโครงสร้างที่มีรูอากาศภายใน และเกิดเปลือกแข็งที่ผิวของคุกกี้ การเจลาติไนซ์เป็นปรากฏการณ์ของน้ำแบ่งเมื่อได้รับความร้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง โดยความร้อนจะทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตราซในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลสและอะไมโลเพกทินที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ เม็ดแป้งพองตัวและความหนืดของน้ำแบ่งเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อุณหภูมิที่สตราซเริ่มเกิดการเจลาติไนซ์ของแป้งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีและลักษณะโครงสร้างของแป้งแต่ละชนิด [12] แป้งสาลีเป็นแป้งที่มีโปรตีนกลูเตนเป็นองค์ประกอบทำให้ส่วนผสมของคุกกี้ระหว่างการขึ้นรูปมีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น กลูเตนสามารถเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เอาไว้ [7] ทำให้รักษารูปร่างของผลิตภัณฑ์ คุกกี้เกิดลักษณะปรากฏที่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งชนิดอื่น ๆ ที่ใช้ในการทดลอง คือ แป้งข้าวเจ้า แป้งกล้วย แป้งมันเทศ และแป้งผสม (ประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง) ซึ่งเป็นแป้งที่ไม่มีโปรตีนกลูเตน ทำให้ลักษณะส่วนผสมของคุกกี้ระหว่างการขึ้นรูปมีความเหนียวและยืดหยุ่นน้อยกว่าแป้งสาลี ความแข็งแรงและลักษณะของร่างแหภายในเม็ดแป้งเกี่ยวข้องกับจำนวนและชนิดของพันธะภายในเม็ดแป้งในระดับโมเลกุล มีหลายปัจจัยที่มีผลกระทบต่อจำนวนพันธะ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ส่วนประกอบและการกระจายตัวของร่างแหภายในเม็ดแป้ง อัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน น้ำหนักโมเลกุล การกระจายตัวของโมเลกุล จำนวนกิ่งก้านสาขา การจัดเรียงตัว และความยาวของสาขาในอะไมโล

เพกทิน [12]

ปัจจัยที่ส่งผลต่อสีของคุกกี้ อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีในแป้งแต่ละชนิด เช่น คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งกล้วยมีสีออกน้ำตาลคล้ำ อาจเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากการทำงานของเอนไซม์ (enzymatic browning) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดขึ้นเมื่อแป้งกล้วยผ่านการลดขนาดให้เป็นผงละเอียดทำให้เอนไซม์ สารที่ทำปฏิกิริยา และออกซิเจนในบรรยากาศเข้ามาสัมผัสกัน สารโมโนฟีนอลจะถูกออกซิไดซ์เป็นไดฟีนอล และถูกออกซิไดซ์ต่อเป็นโอ-ควิโนน (o-quinone) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับกรดแอมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาล รวมถึงปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดแอมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยา [13] คุกกี้ที่ผลิตจากแป้งมันเทศมีสีส้มบนน้ำตาล อาจเกิดจากความร้อนระหว่างการอบคุกกี้ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุที่อยู่ในเนื้อมันเทศ โดยทั่วไปเนื้อมันเทศจะมีแคโรทีนอยด์ 7.47-15.47 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุสีเหลือง ส้ม แดง พบทั่วไปในพืช โดยจะทำงานร่วมกับคลอโรฟิลล์ที่เป็นรงควัตถุที่มีสีเขียว ทำหน้าที่ดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงและช่วยการเจริญเติบโตของพืช [14] ส่วนแป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า และแป้งผสมเป็นแป้งทางการค้า องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรต ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ จะถูกสกัดแยกออกไปในระหว่างกระบวนการผลิตแป้ง ส่งผลให้เนื้อแป้งที่ไม่มีสีขาว การเปลี่ยนแปลงสีโดยเฉพาะที่ผิวของคุกกี้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนหรือกรดแอมิโนกับน้ำตาลในภาวะที่มีอุณหภูมิสูง สีของคุกกี้ที่ผลิตได้หลังการอบจึงมีสีเหลืองอ่อนออกน้ำตาลเล็กน้อย

**Table 3** Weight loss, hardness and color changing of cookies from various flour

| Types of flour | Weight loss (%)         | Hardness (N)            | Color                   |                         |                         |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                |                         |                         | L*                      | a*                      | b*                      |
| Wheat          | 9.38±0.78 <sup>ns</sup> | 12.00±0.05 <sup>d</sup> | 63.21±0.06 <sup>c</sup> | 11.39±0.04 <sup>c</sup> | 34.75±0.06 <sup>c</sup> |
| Rice           | 9.28±0.52 <sup>ns</sup> | 14.34±0.04 <sup>c</sup> | 68.10±0.09 <sup>a</sup> | 3.59±0.10 <sup>e</sup>  | 31.24±0.06 <sup>e</sup> |
| Banana         | 9.11±0.54 <sup>ns</sup> | 17.38±0.03 <sup>a</sup> | 53.41±0.09 <sup>e</sup> | 15.84±0.14 <sup>b</sup> | 33.81±0.15 <sup>d</sup> |
| Sweet potato   | 9.02±0.77 <sup>ns</sup> | 16.51±0.04 <sup>b</sup> | 53.76±0.06 <sup>d</sup> | 18.15±0.07 <sup>a</sup> | 48.73±0.26 <sup>a</sup> |
| Mixed flour    | 9.79±1.29 <sup>ns</sup> | 11.02±0.06 <sup>e</sup> | 66.22±0.12 <sup>b</sup> | 10.77±0.08 <sup>d</sup> | 35.16±0.06 <sup>b</sup> |

Mean ± SD; <sup>a-d</sup> Means within each column indicate significant differences ( $p \leq 0.05$ ); <sup>ns</sup> Means not statistically significant ( $p > 0.05$ ) using Duncan's multiple range test.

**Table 4** Means of sensory evaluation of cookies from various flour

| Types of flour | Attributes              |                         |                        |                        |                         |
|----------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
|                | Appearance              | Flavor                  | Texture                | Taste                  | Overall liking          |
| Wheat          | 7.17±1.02 <sup>a</sup>  | 7.17±0.79 <sup>a</sup>  | 7.03±0.89 <sup>a</sup> | 7.13±0.97 <sup>a</sup> | 7.33±0.88 <sup>a</sup>  |
| Rice           | 6.50±1.28 <sup>b</sup>  | 6.97±1.03 <sup>ab</sup> | 6.43±1.04 <sup>a</sup> | 6.47±1.04 <sup>b</sup> | 6.67±1.06 <sup>b</sup>  |
| Banana         | 5.83±1.09 <sup>c</sup>  | 6.43±1.17 <sup>b</sup>  | 5.67±1.24 <sup>b</sup> | 5.87±1.22 <sup>c</sup> | 5.93±1.31 <sup>b</sup>  |
| Sweet potato   | 5.57±1.68 <sup>c</sup>  | 6.40±1.61 <sup>b</sup>  | 5.13±1.89 <sup>b</sup> | 5.93±0.78 <sup>c</sup> | 5.67±1.45 <sup>c</sup>  |
| Mixed flour    | 7.07±0.87 <sup>ab</sup> | 7.00±0.79 <sup>ab</sup> | 7.00±0.74 <sup>a</sup> | 7.10±0.92 <sup>a</sup> | 7.23±0.77 <sup>ab</sup> |

Mean ± SD; <sup>a-c</sup> Means within each column indicate significant differences ( $p \leq 0.05$ ) using Duncan's multiple range test.

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale (ตารางที่ 4) พบว่าคุกกี้หน่อ กล้วยสุตรที่ผลิตจากแป้งผสม เป็นสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ย ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมสูงกว่าสูตรที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้า แป้ง กล้วย และแป้งมันเทศ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) และมีคะแนน เฉลี่ยในทุกด้านไม่แตกต่างจากสูตรที่ผลิตจากแป้งสาลี เมื่อพิจารณาจากผลของลักษณะปรากฏที่สังเกตได้จาก

ลักษณะปรากฏภายนอก ความแข็ง และผลจากการ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส สูตรที่ใช้แป้งผสม ให้ลักษณะปรากฏที่ดีและมีคะแนนการยอมรับทาง ประสาทสัมผัสสูงไม่ต่างกับสูตรที่ใช้แป้งสาลี ดังนั้นสูตร ที่ใช้แป้งผสมจึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็น วัตถุดิบในการผลิตคุกกี้หน่อกล้วยสุตรจากกล้วยเตนใน ขั้นตอนต่อไป

**3.3 ผลของการเติมถั่วลิสงและงาดำในผลิตภัณฑ์คุกกี้หน่อกล้วยสุตรจากกล้วยเตนต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส**

การปรับปรุงคุณภาพของคุกกี้หน่อกล้วยปราศจากกลูเตนด้วยการเติมถั่วลิสงและงาดำ เปรียบเทียบกับสูตรดั้งเดิม (รูปที่ 5) เมื่อนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน (ตารางที่ 5) พบว่าสูตรที่มีงาดำนั้นมีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ ( $7.50 \pm 1.43$ ) กลิ่น ( $7.57 \pm 1.01$ ) เนื้อสัมผัส ( $7.63 \pm 1.07$ ) รสชาติ ( $7.70 \pm 1.12$ ) และความชอบรวม ( $7.73 \pm 0.91$ ) สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น โดยภาพรวมสูตรที่มีการเติมงาดำและถั่วลิสงมีแนวโน้มคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงกว่าสูตรดั้งเดิม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสูตรที่มีการเติมงาดำและถั่วและลิสงมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกัน ในทางสถิติ การเติมงาดำและถั่วลิสงเป็นการเสริมคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์คุกกี้ซึ่งประโยชน์ต่อผู้บริโภค ถั่วลิสงอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ อาทิ กรดคูมาริก (p-cumaric acid) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ไขมันชนิดต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ กรดโอเลอิกและกรดลิโนเลอิก ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ช่วยลดปัญหาการอุดตันของไขมันในเส้นเลือด โดยมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 80-88 ของไขมันทั้งหมด ถั่วลิสงเป็นแหล่งของโปรตีนและพลังงาน เนื่องจากมี

โปรตีนร้อยละ 25-30 และไขมันร้อยละ 40-50 [15] เมล็ดงามีขนาดเล็ก รูปร่างเกือบเป็นรูปไข่ มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ และรสชาติดี มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้มีการใช้เมล็ดงาในยาแผนโบราณเพื่อป้องกันและบำบัดโรค เมล็ดงาประกอบด้วยไขมันร้อยละ 44-58 โปรตีนร้อยละ 18-25 น้ำมันงาเป็นแหล่งของสารอาหาร เช่น กรดไขมันโอเมก้า 6 ฟลาโวนอยด์ ฟลีนิลิก สารต้านอนุมูลอิสระ วิตามิน และเส้นใย ซึ่งมีความสำคัญการต่อต้านมะเร็งและส่งเสริมสุขภาพ [16] ดังนั้นการเสริมวัตถุดิบต่าง ๆ เข้าไปในคุกกี้หน่อกล้วยปราศจากกลูเตน นอกจากจะช่วยปรับปรุงคุณภาพแล้ว ยังช่วยเสริมคุณค่าทางโภชนาการและสร้างความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย ซึ่งจะช่วยตอบโจทย์ให้กับกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพให้มีความเลือกในการรับประทานมากขึ้น

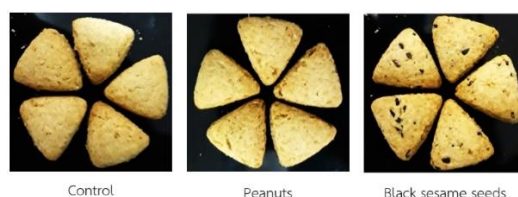


Figure 5 Appearance of gluten-free (*Alpinia nigra* Burtt) cookies

Table 5 Means of sensory evaluation of gluten-free (*Alpinia nigra* Burtt) cookies

| Formulations       | Attributes           |                      |                      |                      |                      |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                    | Appearance           | Flavor               | Texture              | Taste                | Overall liking       |
| Control            | $7.07 \pm 0.87^{ns}$ | $7.00 \pm 0.79^b$    | $7.00 \pm 0.74^b$    | $7.10 \pm 0.92^b$    | $7.23 \pm 0.77^b$    |
| Peanuts            | $7.30 \pm 0.99^{ns}$ | $7.30 \pm 0.92^{ab}$ | $7.40 \pm 1.00^{ab}$ | $7.37 \pm 0.93^{ab}$ | $7.47 \pm 0.73^{ab}$ |
| Black sesame seeds | $7.50 \pm 1.43^{ns}$ | $7.57 \pm 1.01^a$    | $7.63 \pm 1.07^a$    | $7.70 \pm 1.12^a$    | $7.73 \pm 0.91^a$    |

Mean  $\pm$  SD; <sup>a-b</sup> Means within each column indicate significant differences ( $p \leq 0.05$ ); <sup>ns</sup> Means not statistically significant ( $p > 0.05$ ) using Duncan's multiple range test.

#### 4. สรุป

สูตรที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้หน่อกล้วยปราศจากกลูเตน ประกอบด้วยหน่อกล้วย 10 กรัม แป้งผสม 47 กรัม เนยสดชนิดเค็ม 43 กรัม น้ำตาลทราย 20 กรัม ไข่ไก่ 14 กรัม และผงฟู 1 กรัม ตามลำดับ คุกกี้หน่อกล้วยปราศจากกลูเตนที่ผลิตได้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่หลีกเลี่ยงอาหารที่มีส่วนประกอบของกลูเตน นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากหน่อกล้วยพืชสมุนไพรท้องถิ่นมาให้เป็นที่ยอมรับและแพร่หลายมากขึ้น องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากหน่อกล้วยที่สามารถต่อยอดสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ อาจมีการนำหน่อกล้วยไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอื่นที่มีความหลากหลายได้

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกหน่อกล้วยตำบลเกาะเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ที่อนุเคราะห์วัตถุดิบหน่อกล้วยเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คุณประพันธ์ โพธิ์พลพรหม และคุณนราธิป คำฟู ผู้ประสานงานโครงการวิจัย

#### 6. References

- [1] Kankamol, C., 2010, Factors Affecting *in vitro* Microrhizome Induction of *Alpinia galanga* Swartz and *Alpinia nigra* Burtt, Research Report, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, 80 p. (in Thai)
- [2] Pratuangdejkul, A., 2009, Orchid ginger, Med. Plant Newslett. 26(2): 12-17. (in Thai)
- [3] Thai Industrial Standards Institute, 2012, Community Product Standards: Cookie (118/2555), Available Source: <https://www.tisi.go.th>, July 1, 2018. (in Thai)
- [4] Surojanamethakul, V. and Hiraga, C., 2013, Coeliac disease and importance of the gluten-free food, Food 43(3): 16-21. (in Thai)
- [5] Duncan, D.B., 1995, Multiple range and multiple F tests, Biometrics 11: 1-42.
- [6] Charoenphun, N. and Kwanhian, W., 2018, Effect of flour from durian waste on quality of gluten free pasta, Thai J. Sci. Technol. 26(5): 803-814. (in Thai)
- [7] Rattanapanone, N., 2006, Food Chemistry, Odeon Store, Bangkok, 504 p. (in Thai)
- [8] Budzaki, S., Komlenic, D.K., Cacic, J.L., Cacic, F., Jukic, M., and Kozul, Z., 2014, Influence of cookies composition on temperature profiles and qualitative parameters during baking, Croat. J. Food Sci. Technol. 6(2): 72-78.
- [9] Ounta, N., 2013, Chemical Composition and Biological Activity from *Alpinia nigra* Burtt., Burapha University, Chonburi, 46 p. (in Thai)
- [10] Suphamityotin, P., 2013, Fruit and Vegetable Technology, Odeon store, Bangkok, 280 p. (in Thai)
- [11] Khumkhom, S., 2018, Effect of additional dried sesbania (*Sesbania Javanica* Miq.) flowers powder on physical, nutritional and organoleptic characteristics of butter cookies, Phranakhon Rajabhat Res. J. (Sci.

- Technol.) 13(1): 139-154. (in Thai)
- [12] Srirod, K and Piyajomkhawn K., 2003, Flour Technology, Kasetsart University, Bangkok, 303 p. (in Thai)
- [13] Boonkong, J., Bunmee, T. and Ruenkeaw, P., 2015, Application of resistant starch from unripe banana “Hom Thong” (*Musa sapientum* L., AAA group) in pasta, J. Food Tech. Siam Univ. 10(1): 19-29. (in Thai)
- [14] Vimala, B., Nambisan, B. and Hariprakash, B., 2011, Retention of carotenoids in orange-fleshed sweet potato during processing, J. Food Sci. Technol. 48: 520-524.
- [15] Tantakasem, S. and Ruangchai, S., 2011, Using ground peanuts as a fat substitute in cookies, Univ. Thai Chamber Commerce J. 13(2): 114-125. (in Thai)
- [16] Srisayam, M., Weerapreeyakul, N. and Sribuarin, P., 2014, *In vitro* antioxidant activity of white, black and red sesame seeds, Isan J. Pharm. Sci. 10(2): 136-146. (in Thai)