

## ประสิทธิภาพของควินัวในผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน

พัทธนันท์ ฉัตรอนุมานนท์<sup>1</sup>

ดร.กมลวรรณ ชูชีพ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร และอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

อีเมล : pattananchartanumanon@gmail.com

รับเมื่อ 7 ตุลาคม 2565 แก้ไขเมื่อ 26 ตุลาคม 2565 ตอรับเมื่อ 27 ธันวาคม 2565

### จุดเด่น

- ประสิทธิภาพของเมล็ดควินัว
- ผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้ป่วยโรคแพ้กลูเตน
- การใช้ควินัวทดแทนแป้งสาลี

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีประชากรจำนวนไม่น้อยในผู้ที่มีอาการแพ้กลูเตนและโรคเซลิแอค (Coeliac disease) ซึ่งเกิดจากการแพ้ภูมิตัวเอง จะแสดงอาการเมื่อร่างกายสร้างภูมิต้านทาน โดยสารต่อต้านกลูเตนจะทำลายลำไส้เล็กทำให้ไม่สามารถดูดซึมอาหารได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้ป่วยโรคแพ้กลูเตน โดยใช้ส่วนผสมของควินัว (quinoa) ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนจำเป็นถึง 9 ชนิด และมีโปรตีนสูง ทำการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีในวัตถุดิบควินัว พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนที่ผลิตจากแป้งควินัว วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ เนื้อสัมผัส รวมทั้งคุณภาพทางประสาทสัมผัส ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนที่ผลิตจากแป้งควินัวจากผลการทดลองพบว่า ในวัตถุดิบมีปริมาณสารซาโปนินในระดับที่ไม่ทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย (โดยไม่ควรมีปริมาณสูงกว่า 7.3 g/ml) ซึ่งเมล็ดควินัวสีแดงที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณ 6.34±0.06 g/ml และเมล็ดควินัวสีขาวมีปริมาณสารซาโปนิน 6.51±0.01 g/ml และในผลิตภัณฑ์พบว่า มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 6.46% ซึ่งสูงมากกว่าในผลิตภัณฑ์ขนมปังธัญพืชทั่วไป ผลค่าสีของผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดพบว่า เนื้อของผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตน ( $L^* 36.27 \pm 0.93$ ,  $a^* 9.68 \pm 1.40$  และ  $b^* 23.77 \pm 3.57$ ) มีสีเข้มกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาด ( $L^* 73.8 \pm 4.79$ ,  $a^* -0.47 \pm 0.12$  และ  $b^* 13.13 \pm 0.29$ ) เมื่อเปรียบเทียบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กับผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดมีความแข็ง



ความสามารถในการยึดเกาะ ความหยุ่น ความเหนียว และความรู้สึกในการเคี้ยวได้ ( $720.12 \pm 56.13$ ,  $0.44 \pm 0.16$ ,  $0.64 \pm 0.47$ ,  $316.85 \pm 0.02$  และ  $2.02 \pm 0.04$  ตามลำดับ) น้อยกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตน ( $1161.79 \pm 154.03$ ,  $0.57 \pm 0.3$ ,  $0.89 \pm 0.59$ ,  $661.77 \pm 0.16$  และ  $6.49 \pm 0.27$  ตามลำดับ) และในขนมปังควินัวปราศจากกลูเตน มีปริมาณน้ำอิสระไม่ต่างจากขนมปังทั่วไป และในแง่ของการศึกษาการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนที่ผลิตจากแป้งควินัวพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.2 คะแนน) และยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 80

**คำสำคัญ :** ควินัว ขนมปัง ขนมปังปราศจากกลูเตน



## The effectiveness of quinoa in gluten-free bread

Pattanan Chartanumanon<sup>1</sup>

Kamonwan Chuccheep<sup>1</sup>, Ph.D

<sup>1</sup>Food and agricultural biotechnology

King's Mongkut of Technology Ladkrabang Prince of Chumphon Campus

E-mail : pattananchartanumanon@gmail.com

Received 7 October 2022; Revised 26 October 2022; Accepted 27 December 2022

### Highlights

- The effectiveness of quinoa seeds
- Coeliac patient alternative product
- Using quinoa as wheat replacement

### Abstract

Nowadays, the number of people who have coeliac disease, a chronic, lifelong disease caused by the body's exposure to gluten-containing foods, increases. Therefore, this research aimed to develop a product to increase the choice for patients with gluten intolerance by using a mixture of quinoa which is rich in nutrients that are containing nine essential amino acid, and high in protein. The chemical composition of quinoa, raw material was analyzed. A gluten-free bread recipe was developed using quinoa flour instead of wheat flour. The chemical properties, color, and texture properties, water activity ( $a_w$ ) content were evaluated as well as sensory evaluation to estimate consumer acceptance of the gluten-free bread products made from quinoa flakes. The quality of prototype product was investigated and compared with the normally gluten-free commercial bread. The results showed that the raw materials contained very low amount of saponin content that had no harmful for consumption (more than 7.3 g/ml is harmful), red quinoa contained  $6.34 \pm 0.06$  g/ml and white quinoa contained  $6.51 \pm 0.01$  g/ml. The protein content of the product was higher than whole wheat bread (6.46%) in the market. According to colorimetric evaluation, the gluten-free bread products from the market ( $L^* 73.8 \pm 4.79$ ,  $a^* -0.47 \pm 0.12$  and  $b^* 13.13 \pm 0.29$ ) presented lighter color than the prototype product ( $L^* 36.27 \pm 0.93$ ,  $a^* 9.68 \pm 1.40$  and  $b^*$

23.77±3.57). The texture of the gluten-free quinoa bread; hardness (g), cohesiveness (g.sec/g.sec), springiness (sec/sec), gumminess (g) (720.12±56.13, 0.44±0.16, 0.64±0.47, 316.85±0.02 and 2.02±0.04) was significantly different from the commercial gluten-free bread (1161.79±154.03, 0.57±0.3, 0.89±0.59, 661.77±0.16 and 6.49±0.27). For sensory evaluation, the overall acceptance value of the product was around 6.2 and 80% of the total panelists accepted the prototype product.

**Keywords :** quinoa, bread, gluten-free bread

## บทนำ

ควินัว (quinoa) เป็นพืชพันธุ์พื้นเมืองในเขตที่แหล่งปลูกดั้งเดิมมาจากกลุ่มประเทศในเขตเทือกเขาแอนดิส (Andes) ในทวีปอเมริกาใต้ เป็นสุดยอดอาหารของชาวอินคา โดยควินัวนั้นได้ถูกเปรียบเทียบให้เป็นเหมือนทองของชาวอินคา หรืออีกนัยหนึ่งคือสุดยอดธัญพืช (super grain) ควินัวนั้นอุดมไปด้วยสารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ประกอบไปด้วยกรดอะมิโนจำเป็นถึง 8 ชนิด สูงถึง 12-18% ซึ่งร่างกายจะนำมาสร้างเป็นโปรตีน เพื่อซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย โดยโปรตีนที่มาจากควินัวนั้นจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับโปรตีนที่มีในนมแม่ มีไฟเบอร์สูงกว่าข้าวกล้องถึงสองเท่า อุดมไปด้วยธาตุเหล็ก โพแทสเซียม และไขมันที่เป็นประโยชน์ และนอกจากนั้นยังมีคาร์โบไฮเดรตต่ำ จึงทำให้ควินัวนั้นกลายเป็นที่นิยมของกลุ่มคนที่รักสุขภาพ เนื่องจากควินัวนั้นสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลากหลายไม่ว่าจะเป็นอาหารคาว หรืออาหารหวานเพราะสามารถนำไปแปรรูปเป็นแป้งหรือรับประทานทั้งรูปเมล็ด คือการนำมาหุงแบบข้าว เป็นต้น นอกจากนี้ควินัวยังสามารถรับประทานแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ จึงเป็นที่นิยม

ของกลุ่มผู้ชื่นชอบอาหารมังสวิรัต เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโรคโปรตีน อย่างไรก็ตามในควินัวไม่ควรบริโภคปริมาณสารซาโปนิน สูงกว่า 7.3 g/ml<sup>(1)</sup> ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย

ปัจจุบันมีผู้คนบริโภคขนมปังกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการความสะดวกรวดเร็วในชีวิตประจำวัน เช่น นักเรียน นักศึกษา หรือกลุ่มคนที่มีความเร่งรีบในชีวิตประจำวัน<sup>(2)</sup> ขนมปังจัดเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มขนมอบที่ได้รับความนิยมอีกชนิดหนึ่งที่ทำขึ้นได้ง่ายและราคาไม่แพง ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่มีเวลาจำกัด ต้องการความสะดวกและรวดเร็ว เนื่องจากขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่คุ้นเคย และมีลักษณะเนื้อละเอียดนุ่ม สามารถรับประทานคู่กับเนยหรือแยมได้อย่างหลากหลาย โดยสามารถรับประทานเป็นอาหารหลัก หรือเป็นอาหารว่างได้<sup>(3)</sup> แต่ในทางกลับกันก็มีประชากรบนโลกจำนวนไม่น้อยที่ไม่สามารถรับประทานขนมปังได้ เนื่องจากมีอาการแพ้ หรือป่วยเป็นโรคแพ้กลูเตน (coeliac disease) ซึ่งเป็นโรคเรื้อรังตลอดชีวิตที่เกิดจากการที่ร่างกาย

ได้รับอาหารที่มีกลูเตน และเมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายอาหารดังกล่าวจะผ่านเข้าสู่ผนังลำไส้ ซึ่งมีวิลไล (villi) ในผู้ที่แพ้กลูเตนระบบภูมิคุ้มกันอัตโนมัติของร่างกายจะผลิตแอนติบอดีออกมาตอบสนองวิลไล และทำร้ายวิลไลทำให้เกิดอาการลำไส้เล็กอักเสบ ซึ่งการที่เนื้อเยื่อในลำไส้เล็กถูกทำลายจะทำให้ลำไส้เล็กไม่สามารถดูดซึมสารอาหารได้ ซึ่งในปัจจุบันไม่มียารักษา วิธีการป้องกันที่ดีที่สุดคือหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของกลูเตน หรือสามารถรับประทานได้เพียงแค่อาหารที่ปราศจากกลูเตนเท่านั้น

นอกจากนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังทุกครั้งจำเป็นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จะส่งผลต่อการยอมรับและพฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภค เช่น ความนุ่ม ความแข็ง รสหวาน ซึ่งสาเหตุของรสชาติล้วนเป็นผลมาจากอัตราส่วนของวัตถุดิบที่นำมาทำขนมปัง ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งหวังว่าผลที่ได้จากการวิจัยจะสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ในอนาคต

### วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนที่ผลิตจากควินัวให้อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของขนมปังปราศจากกลูเตนที่ผลิตจากควินัว

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### วัตถุดิบ

เมล็ดควินัวสีขาวและสีแดงในอัตราส่วน 1:1 แป้งมันฝรั่ง แชนแทนกัม เกลือ ยีสต์แห้ง น้ำมัน ไข่ไก่ และน้ำอุ่น (40-50 °C)

#### อุปกรณ์

กระดาษไข ตะกร้า ผ้าขาวบาง พลาสติกคลุมอาหาร ถาดรองอบ ตาชั่งอิเล็กทรอนิกส์ โถผสม และเตาอบขนาดกลาง

#### การเตรียมแป้งควินัว

##### 1. ขั้นตอนการกำจัดสารซาโปนินในควินัว

ล้างทำความสะอาดเมล็ดควินัวด้วยน้ำต่างอุณหภูมิ 40°C (ปรับค่า pH ด้วยเบกกิ้งโซดาค่าอยู่ระหว่าง 7.5-8.0) ในอัตราส่วนเมล็ดควินัวต่อน้ำต่าง 1:2 จำนวน 8 ครั้ง โดยในการล้างครั้งสุดท้ายแช่พักไว้เป็นเวลา 30 นาที จึงเทน้ำออก จากนั้นนำไปนึ่งโดยใช้น้ำที่อุณหภูมิ 60°C ในอัตราส่วนเมล็ดควินัวต่อน้ำ 1:2 นาน 30 นาที และนำไปทำให้เป็นผงแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งผงควินัวที่ได้เก็บในถุงปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง

##### 2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัว

ทำการปรับปรุงสูตรผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับผู้ที่มีอาการแพ้กลูเตน โดยเริ่มต้นจากส่วนประกอบข้างต้น โดยในแต่ละสูตรจะมีการเพิ่มเติมส่วนประกอบแตกต่างกันออกไปดัง Table 1 โดยจะทำการเปรียบเทียบเบื้องต้นโดยการเปรียบเทียบรูพรุนของขนมปังและความใกล้เคียงจากรูปลักษณะภายนอก

**Table 1** The different between each recipe of the gluten-free bread

no.	vinegar	baking soda	baking powder	water
1	✓			
2		✓	✓	
3	✓	✓	✓	
4	✓	✓	✓	✓

### 3. การวิเคราะห์คุณภาพแป้งควินัว

ทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) assay และวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging capacity วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method วิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ด้วยวิธี Aluminium Chloride Colorimetric method และวิเคราะห์ปริมาณสารซาโปนินด้วยวิธี Spectrophotometric method

### 4. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวคุณภาพทางเคมี

วิเคราะห์ปริมาณเถ้า ไขมัน และโปรตีนด้วยวิธี AOAC (2019) วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตด้วยวิธี Nutrition Labeling (1993) และวิเคราะห์ปริมาณความชื้นด้วยเครื่อง Moisture Analyzer รุ่น HB43 ของ Mettler Toledo

### คุณภาพทางกายภาพ

วิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่อง Datacolor Spectraflash Spectrophotometer SF600 วิเคราะห์ค่า  $a_w$  (Water activity) ด้วยเครื่อง LABMASTER-AW และวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Profile analysis) โดยใช้หัว probe ขนาด P/25 ด้วยเครื่อง TA.XTplus Texture Analyzer

### 5. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบสอบถามความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวเพื่อศึกษาความยอมรับได้ในผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธีการ 9-points hedonic scale test โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยมีคะแนนความชอบจากเลข 1-9 โดย 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด ไปจนเลข 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด โดยทำการทดสอบคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รส ความนุ่ม และความชอบโดยรวม และทดสอบการยอมรับเบื้องต้น

### 6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้สถิติเชิงพรรณนาที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

## ผลการทดลอง

### 1. ผลการเปรียบเทียบสูตรในผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัว

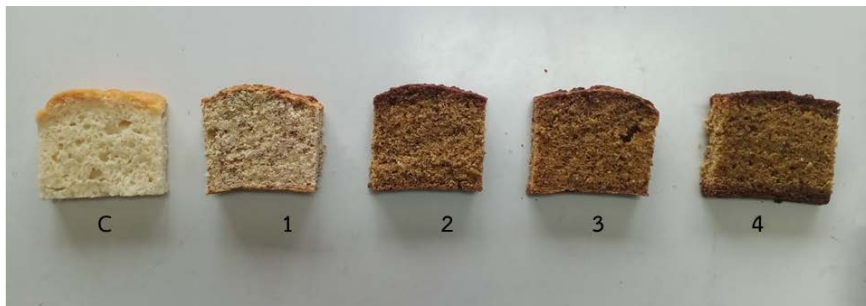


Figure 1 The physical different between each recipe; C : commercial gluten free bread; 1 : quinoa bread No.1; 2 : quinoa bread No.2; 3 : quinoa bread No.3; 4 : quinoa bread No.4

จาก Figure 1 เพื่อต้องการพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวมีความใกล้เคียงกับขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดมากที่สุดจึงทำการเปรียบเทียบเบื้องต้นด้วยการนำขนมปังควินัวที่ทำการพัฒนามาทำการเปรียบเทียบความนุ่มและรูพรุนของขนมปังกับขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดได้ผลออกมาว่าขนมปังควินัวสูตรที่ 4 มีความใกล้เคียงกับขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดมากที่สุด

### 2. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของวัตถุดิบควินัว

2.1 ผลการศึกษาทางเคมีของวัตถุดิบควินัว ในการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบควินัว ที่มีการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ การวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ และการวิเคราะห์ปริมาณสารซาโปนิน ได้ผลดัง Table 2 ที่แสดงค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ คือในวัตถุดิบควินัว ธรรมชาติสีแดงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากวิธี FRAP

ปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากกว่าควินัวธรรมชาติสีขาวเนื่องจากในควินัวสีแดงนั้นมีสารเบต้าไซยานินเป็นองค์ประกอบมากกว่าในควินัวสีขาว ซึ่งแตกต่างจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากวิธี DPPH ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณสารซาโปนินของวัตถุดิบธรรมชาติสีขาวที่มีค่ามากกว่า

2.2. ผลการศึกษาทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนดัง Table 3 ที่แสดงให้เห็นว่าในผลิตภัณฑ์มีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และเถ้าร้อยละตามลำดับ สาเหตุที่ในผลิตภัณฑ์มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงอาจเนื่องมาจากการเติมแป้งมันฝรั่งในปริมาณที่มากกว่าควินัว และ Table 4 ที่แสดงให้เห็นว่าในผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดนั้นมีปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ปริมาณไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนที่ทำจากผงควินัว

**Table 2** The result of the raw material quinoa

sample	FRAP assay ( $\mu$ M)	DPPH assay ( $\mu$ M)	total flavonoid content (mg/mL)	total phenolic content (mg/L)	total saponin content (mg/L)
red quinoa powder	2.13 $\pm$ 0.23 <sup>a</sup>	1.43 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	633.74 $\pm$ 9.04 <sup>a</sup>	0.98 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	6.34 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>
white quinoa powder	2.01 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup>	1.52 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	573.47 $\pm$ 9.95 <sup>b</sup>	1.91 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	6.51 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>

Note: difference superscript letter means significant difference ( $p < 0.05$ ) between column.

**Table 3** The chemical component in quinoa bread (%)

content (%)	protein	fat	carbohydrate	ash
quinoa bread	6.46	8.28	38.26	2.08

**Table 4** The moisture content of gluten-free bread from quinoa and gluten-free commercial bread

sample	moisture content (%)
QB	39.19 $\pm$ 0.23 <sup>ns</sup>
MB	39.77 $\pm$ 0.43 <sup>ns</sup>

Note: QB = quinoa bread; MB = gluten-free bread in market; ns = no significant difference

2.3 ผลการศึกษาด้านกายภาพในผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัว ผลการตรวจวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดได้ผลดังตารางที่ 5 โดยกำหนดให้ L\* คือค่าความสว่าง a\* คือค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีแดง และ b\* คือค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเหลือง โดย Table 5 จะแสดงให้เห็นค่าสีของขนมปังทั้งสองชนิดพบว่า ค่า L\* ที่บ่งบอกถึงค่าความสว่างของเนื้อผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตน และเนื้อขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาด ขอบขนมปังควินัวปราศจากกลูเตน และขอบขนมปังปราศจากกลูเตน

ตามท้องตลาด มีค่าความสว่างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่า a\* ที่บ่งบอกถึงแนวโน้มที่ผลิตภัณฑ์มีความใกล้เคียงสีแดงนั้น เนื้อขนมปังควินัวปราศจากกลูเตน และเนื้อผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ขอบผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตน และขอบขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยหากมีค่า a\* ที่ต่ำนั้นหมายถึงผลิตภัณฑ์มีสีใกล้เคียงกับสีเขียวมากกว่านั้น และค่า b\* ที่บ่งบอกถึงแนวโน้มที่ผลิตภัณฑ์มีค่าสีใกล้เคียงกับสีเหลืองนั้นหมายความว่าผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น



โดยชอบผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตน ชอบขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาด เนื้อขนมปังควินัวปราศจากกลูเตน และเนื้อขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นปริมาณน้ำอิสระที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิด จาก Table 4 แสดงให้เห็นว่า ความเสี่ยงที่ผลิตภัณฑ์จะเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย

และแบคทีเรียก่อโรคทั้งในขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาด และผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนที่ทำขึ้นใหม่ และโดยทั่วไปปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ขนมปังธัญพืชจะอยู่ที่ 0.95<sup>(4)</sup> (Ishida และ Steel, 2014) ซึ่งจากตารางทำให้เห็นว่าในผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนมีปริมาณน้ำอิสระที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

**Table 5** The color value of gluten-free bread from quinoa and gluten-free commercial bread

sample	L*	a*	b*
QB	36.27±0.93 <sup>c</sup>	9.68±1.40 <sup>b</sup>	23.77±3.57 <sup>b</sup>
QB-Crust	27.63±0.47 <sup>d</sup>	8.50±1.16 <sup>c</sup>	8.36± 1.70 <sup>d</sup>
MB	73.80±4.79 <sup>a</sup>	-0.47±0.12 <sup>d</sup>	13.13±0.29 <sup>c</sup>
MB-Crust	55.77±0.90 <sup>b</sup>	15.33±1.67 <sup>a</sup>	34.80±1.04 <sup>a</sup>

**Note:** QB = quinoa bread; QB-Crust = crust of quinoa bread; MB = gluten-free bread in market; MB-Crust = crust of gluten-free bread in market; difference superscript letter means significant difference ( $p < 0.05$ ) between column.

**Table 6** The difference in water activity ( $a_w$ ) between the gluten-free bread from quinoa and gluten-free commercial bread

water activity ( $a_w$ )	sample
QB	0.884±0.001 <sup>a</sup>
MB	0.976±0.001 <sup>b</sup>

**Note:** QB = quinoa bread; MB = gluten-free bread in market; difference superscript letter means significant difference ( $p < 0.05$ )

จากการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาด มีค่าความแข็งตัว ความสามารถในการยืดเกาะ ความหยุ่น ความเหนียว และค่าความเคี้ยวได้น้อยกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตน แสดงให้เห็นว่าขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนนั้นยังมีความแข็งกระด้าง

และเคี้ยวได้ยากกว่าขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดดัง Table 7

**Table 7** The analysis from the texture analyzer between the gluten-free bread from quinoa and gluten-free commercial bread

attribute	sample	
	QB	MB
hardness (g)	1161.79±154.03	720.12±56.13
adhesiveness (g.sec)	0.89±0.04	2.27±0.163
cohesiveness (g.sec/g.sec)	0.57±0.3	0.44±0.16
springiness (sec/sec)	0.89±0.59	0.64±0.47
gumminess (g)	661.77±0.16	316.85±0.02
chewiness (g)	6.49±0.27	2.02±0.04

**Note:** QB = quinoa bread; MB = gluten-free bread in market.

### 3. ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

**Table 8** The result from the sensory 9-points hedonic scale test of the gluten-free bread from quinoa

parameter	color	appearance	odor	flavor	texture	overall	acceptability (%)
QB	6.43±1.45	6.37±1.75	6.67±1.45	6.10±1.79	6.07±1.89	6.23±1.74	80

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสตั้ง Table 8 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มผู้ทดสอบมีความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย โดยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความร่วนแห้งเกินไป และมีความใกล้เคียงกับเนื้อขนมเค้กมากกว่าขนมปัง ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการที่เติมสารที่ทำให้ขึ้นฟู โดยจากการสำรวจทั้งหมด 30 คน ทั้งหมดให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 80

#### วิจารณ์

คุณสมบัติด้านโภชนาการของควินัวทำให้ควินัวได้รับการส่งเสริมให้มีการปลูกและมีการปรับปรุง

สายพันธุ์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศของประเทศไทย ซึ่งปัจจุบันควินัวได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารอย่างแพร่หลายมากขึ้นในกลุ่มคนรักสุขภาพ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาคุณสมบัติของขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนพบว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณโปรตีนสูงกว่าที่พบในขนมปังที่ผลิตจากแป้งสาลี (ไม่แสดงผลในบทความ) มีค่า  $a_w$  ต่ำกว่าขนมปังที่ผลิตจากแป้งสาลีอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเบื้องต้น ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 80 โดยมีความชอบโดยรวมอยู่ที่ระดับความชอบเล็กน้อยทั้งนี้เนื่องจากส่วนผสมของขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนในงานวิจัยนี้มี

ส่วนผสมที่ทำให้เนื้อขนมปังมีความใกล้เคียงกับเนื้อเค้กมากกว่าเนื้อขนมปัง และยังมีความร่วนแข็งกระด้าง ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาสูตรต่อไปเพื่อให้ได้รสชาติและเนื้อสัมผัสที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในระดับความพึงพอใจสูงในอนาคต

## สรุป

1. ผลการเปรียบเทียบสูตรผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนพบว่าในขนมปังสูตรที่ 4 ที่ประกอบด้วย ผงฟู เบกกิ้งโซดา น้ำส้มสายชู และน้ำที่มากขึ้น นั้นมีความใกล้เคียงกับขนมปังต้นแบบมากที่สุด คือมีความนุ่ม เด้ง และมีรูพรุนใกล้เคียงมากที่สุดจากขนมปังทุกสูตรที่ทำการชิมเปรียบเทียบ

2. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพในวัตถุดิบและในผลิตภัณฑ์สามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารทางเคมีในส่วนของวัตถุดิบควินัวร์ิมทรายสีแดงนั้นมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากกว่าวัตถุดิบควินัวร์ิมทรายสีขาว แต่มีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดน้อยกว่า ในขณะที่คุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารซาโปนินไม่แตกต่างกัน

2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตในผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนนั้นมีองค์ประกอบของโปรตีนที่สูงกว่าปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ขนมปังจากข้าวสาลีเต็มเมล็ดที่มีอยู่เพียง 4.35%<sup>(5)</sup>

2.3 ปริมาณความชื้นที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิด ผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดมีปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตน

2.4 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปัง ในการวัดปริมาณน้ำอิสระภายในผลิตภัณฑ์แล้วพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนนั้นมีปริมาณน้ำอิสระอยู่น้อยกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญ

2.5 ในการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวที่ทำการพัฒนาขึ้นมา นั้นมีความแข็งกระด้างและมีความเหนียวเคี้ยวได้ยากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาด

2.6 ในการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนมีสีเข้มขึ้นและมีสีเข้มกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนตามท้องตลาดเมื่อมองด้วยตาเปล่า และมีความแตกต่างกันในทางสถิติ

3. ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับในผลิตภัณฑ์ขนมปังควินัวปราศจากกลูเตนพบว่า ผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค



## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้หากไม่ได้รับความช่วยเหลือความเมตตากรุณา และการเอาใจใส่จากหลายฝ่าย อาทิ คุณวนิดา เทวารุทธิ์ ชิติสรร์กุล ฝ่ายโภชนาการและสุขภาพ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร และ อาจารย์ ดร.กมลวรรณ ชูชีพ อาจารย์ที่ปรึกษา ไม่ว่าจะเป็นการให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ รวมทั้งติดตามความก้าวหน้าของงานอย่างใกล้ชิด ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

## เอกสารอ้างอิง

1. Carnivore Aurelius [Internet]. Wyoming: Carnivore Aurelius; c2019. The Science of Saponins: 5 Dangers of Eating Them; 2019 [cited 2022 Jun 8]; [about 17 screens]. Available from: <https://carnivoreaurelius.com/saponins/>
2. จิตรา สิงห์ทอง. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพจากแป้งแก่นตะวัน (Helianthus tuberosus L.). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ม.ค.-เม.ย. 2562;21(1):71-83.
3. สุจิตตา เรืองรัมย์, กนกวรรณ จัควงษ์, อบเชย วงศ์ทอง. การพัฒนาสูตรขนมปังแซนด์วิชโดยใช้รำข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลี. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร. ม.ค.-มิ.ย. 2561; 21(1):123-138.
4. Ishida MGP, Steel CJ. Physiochemical and sensory characteristics of pan bread samples available in the Brazilian market. Food Sci. Technol, Campinas. 2014;Oct-Dec 34(4):746-754.
5. Calforlife.com [Internet]. กรุงเทพมหานคร: Calforlife; c2015. พลังงานและสารอาหารจาก ขนมปัง, โฮลวีต, ฟาร์มเฮาส์ ไรย์; 2565. [เข้าถึงเมื่อ 8 เม.ย. 2565]; [ประมาณ 2 น.] เข้าถึงได้จาก: <https://www.calforlife.com/th/calories/bread-whole-wheat-farmhouse-royal>