

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตนผสมผักโขมและเสริมใยอาหาร

## Development of gluten-free spinach snack products fortified with dietary fiber

วาสนา นาราศรี<sup>a,\*</sup>, ทิพย์ธิดา แก้วตาทิพย์<sup>b</sup>

<sup>a</sup>ฝ่ายโภชนาการและสุขภาพ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

<sup>b</sup>ฝ่ายเคมีและกายภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตนผสมผักโขมและเสริมใยอาหาร โดยหาอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียว และปริมาณ แขนแทนกันที่เหมาะสม พบว่า มีอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียว เท่ากับ 50:50 โดยน้ำหนัก ปริมาณผงผักโขม อินูลิน และแขนแทนกันร้อยละ 6, 15 และ 1 ของน้ำหนักแป้ง ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นร้อยละ 3.89 ค่าวอเตอร์แอกติวิตีเท่ากับ 0.28 ค่าความสว่าง (L\*) 55.10 ค่าความเป็นสีเขียว (a\*) -4.37 ค่าความเป็นสีเหลือง (b\*) 29.71 ค่าความแข็ง 18.44 นิวตัน ค่าความหนาแน่น 0.47 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.1 คะแนน) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ทดสอบด้วยวิธี DPPH และ FRAP มีค่าเท่ากับ 0.32 และ 0.78 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อกรัมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ตามลำดับ ขนมขบเคี้ยวหนึ่งหน่วยบริโภค (30 กรัม) มีปริมาณใยอาหารหยาบ 1.2 กรัม และใยอาหารทั้งหมด 2.68 กรัม ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าของขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตน และส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค

**คำสำคัญ:** ขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตน, แป้งข้าวเจ้า, แป้งข้าวเหนียว, ผงผักโขม, ใยอาหาร

This research aimed to develop a gluten-free snack product fortified with spinach and dietary fiber. The study focused on determining the optimal ratio of rice flour to glutinous rice flour and the appropriate amount of xanthan gum. The results showed that the optimal formulation consisted of a rice flour to glutinous rice flour ratio of 50:50 with spinach powder, inulin and xanthan gum at 6%, 15% and 1% of flour weight, respectively. The snack product had a moisture content of 3.89%, water activity of 0.28 and color values of L\* = 55.10, a\* = -4.37 and b\* = 29.71. The hardness and bulk density were 18.44 N and 0.47 g/cm<sup>3</sup>, respectively. Sensory evaluation revealed that the product achieved an overall acceptability score of 7.1, corresponding to a moderate liking level. The antioxidant activities, determined using the DPPH and FRAP assays, were 0.32 and 0.78 mg Trolox equivalents per gram of snack product, respectively. One serving of the snack (30 g) contained 1.2 g of crude dietary fiber and 2.68 g of total dietary fiber. This represents an added value for gluten-free snack products and contributes positively to consumer health.

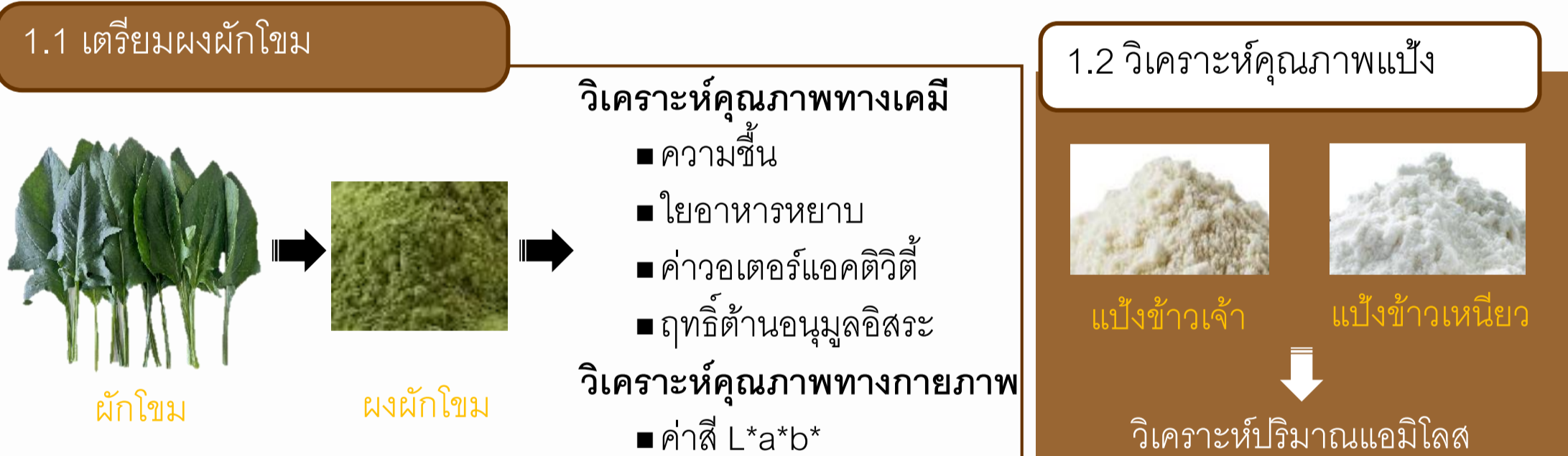
**Keywords:** Dietary fiber, Gluten-free snack, Glutinous rice flour, Rice flour, Spinach powder

### คำนำ

ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตนมีช่องว่างทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ใยอาหาร วิตามิน แร่ธาตุ และมีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสลดลง โดยเฉพาะความแข็งที่ส่งผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส การศึกษาครั้งนี้ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตนผสมผักโขมและเสริมใยอาหาร โดยใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบหลัก เพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระจากผักโขม และเสริมใยอาหารจากอินูลิน และปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยใช้แขนแทนกัน ซึ่งจะเน้นแนวทางในการยกระดับคุณค่าทางโภชนาการและตอบสนองความต้องการด้านสุขภาพของผู้บริโภค

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 1. การเตรียมวัตถุดิบและวิเคราะห์คุณภาพ



#### 2. ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียวต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตนผสมผักโขม

อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียว 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 โดยน้ำหนัก ปริมาณแป้งผสม (2 ชนิดรวมกัน) เท่ากับร้อยละ 54 ผงผักโขมร้อยละ 6 และส่วนผสมอื่น ๆ มีปริมาณคงที่ ได้แก่ สารขึ้นฟู แขนแทนกัน น้ำตาลทราย และเกลือเท่ากับร้อยละ 1.5, 0.2, 10 และ 0.2 ตามลำดับ มีปริมาณของเหลว (น้ำและไขทั้งหมด) เท่ากับร้อยละ 21 และน้ำมันพืชเท่ากับร้อยละ 7.1 รวมน้ำหนักของส่วนผสมทั้งหมด 100 กรัม

กรรมวิธีการผลิต : การผสม ขึ้นรูปเป็นก้อนกลม อบที่อุณหภูมิ 150 °C 20 นาที และบรรจุ

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	คุณภาพทางประสาทสัมผัส
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ความชื้น</li> <li>■ ค่าวอเตอร์แอกติวิตี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ค่าสี L*a*b*</li> <li>■ เนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง)</li> <li>■ ค่าความหนาแน่น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 9-point hedonic scale</li> </ul>

#### 3. ศึกษาผลของแขนแทนกันต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตนผสมผักโขมและเสริมใยอาหาร

นำขนมขบเคี้ยวสูตรที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 2 มาศึกษาปริมาณแขนแทนกันทดแทนแป้งผสม 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 1, 2 และ 3 และแทนที่แป้งผสมด้วยอินูลินในระดับร้อยละ 15 การผลิตและวิเคราะห์คุณภาพตามข้อ 2

#### 4. วิเคราะห์คุณภาพของขนมขบเคี้ยวที่พัฒนาได้

- ปริมาณใยอาหารหยาบ
- ปริมาณใยอาหารทั้งหมด
- ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

#### 5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

### เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2566. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 445) พ.ศ. 2566 เรื่อง ฉุกเฉินโภชนาการ. <https://food.fda.moph.go.th/food-law/announ-moph-445>, 18 สิงหาคม 2568.

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 1. คุณภาพของวัตถุดิบ

- ผงผักโขมมีความชื้น ร้อยละ 4.84 ใยอาหารหยาบ ร้อยละ 7.94 ค่าวอเตอร์แอกติวิตี เท่ากับ 0.25
- ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH และวิธี FRAP มีค่าเท่ากับ 0.43 และ 3.2 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อกรัมของผงผักโขม ตามลำดับ
- มีลักษณะสีเขียวเข้ม มีค่าความสว่าง (L\*) 39.95 ค่าความเป็นสีเขียว (a\*) -7.00 และค่าความเป็นสีเหลือง (b\*) 12.20 แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวมีปริมาณแอมิโลสเท่ากับ ร้อยละ 33.15 และ 6.40 ตามลำดับ

#### 2. ผลของอัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวต่อคุณภาพของขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตนผสมผักโขม

จาก Table 1 ขนมขบเคี้ยวที่มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 3.51–3.70 ค่าวอเตอร์แอกติวิตีอยู่ในช่วง 0.25–0.29 ค่าความสว่าง (L\*) อยู่ในช่วง 53.84–57.39 ค่าความเป็นสีเขียว (a\*) อยู่ในช่วง -8.14 ถึง -7.64 และค่าความเป็นสีเหลือง (b\*) อยู่ในช่วง 31.08–32.19 การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเหนียวมีผลทำให้ค่าความแข็งและค่าความหนาแน่นลดลง อาจเนื่องจากคุณสมบัติของแป้งข้าวเหนียวมีปริมาณแอมิโลเพคตินสูงและมีปริมาณแอมิโลสต่ำ โดยแป้งที่มีแอมิโลเพคตินสูงจะมีโครงสร้างที่หลวม ทำให้น้ำสามารถทำปฏิกิริยากับแป้งได้ง่ายและขยายตัวได้ดี อีกทั้งเกิดการคืนตัวของแป้งต่ำ ขนมขบเคี้ยวที่ได้จากอัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวที่เพิ่มขึ้น จึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์ขยายตัวได้ดีและมีความหนาแน่นลดลง

Table 1 Moisture content, water activity, color, hardness and bulk density of gluten-free spinach snack products.

Quality	Rice flour to glutinous rice flour					
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100	
Moisture content (%)	3.51±0.09 <sup>a</sup>	3.62±0.00 <sup>ab</sup>	3.57±0.02 <sup>b</sup>	3.70±0.02 <sup>a</sup>	3.63±0.11 <sup>ab</sup>	
Water activity	0.29±0.01 <sup>a</sup>	0.26±0.00 <sup>b</sup>	0.29±0.04 <sup>a</sup>	0.25±0.01 <sup>b</sup>	0.28±0.01 <sup>a</sup>	
Color	L*	53.84±2.38 <sup>b</sup>	55.17±0.75 <sup>ab</sup>	56.06±1.87 <sup>a</sup>	57.14±1.49 <sup>a</sup>	57.39±0.77 <sup>a</sup>
	a*	-8.04±0.36 <sup>a</sup>	-8.14±0.26 <sup>a</sup>	-7.72±0.17 <sup>ab</sup>	-7.64±0.16 <sup>ab</sup>	-7.65±0.33 <sup>ab</sup>
	b*	31.08±1.30 <sup>b</sup>	32.19±0.80 <sup>a</sup>	31.44±1.56 <sup>ab</sup>	32.02±0.94 <sup>a</sup>	31.57±1.85 <sup>ab</sup>
Hardness (N)	33.04±2.61 <sup>a</sup>	30.11±2.67 <sup>ab</sup>	25.88±11.67 <sup>b</sup>	20.42±13.64 <sup>bc</sup>	16.50±23.59 <sup>c</sup>	
Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	0.87±1.20 <sup>a</sup>	0.84±0.85 <sup>a</sup>	0.75±1.19 <sup>b</sup>	0.69±1.48 <sup>bc</sup>	0.67±1.30 <sup>c</sup>	

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียวอัตราส่วน 50:50 โดยน้ำหนัก มีผลให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงสุด

#### 3. ผลของปริมาณแขนแทนกันทดแทนแป้งผสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตนผสมผักโขมที่เสริมใยอาหารจากอินูลิน

Table 2 Moisture content, water activity, color, hardness and bulk density of gluten-free spinach snack products fortified with dietary fiber.

Quality	Xanthan gum				
	0%	1%	2%	3%	
Moisture content (%) <sup>ns</sup>	3.84±0.16	3.89±0.00	3.91±0.10	3.88±0.06	
Water activity <sup>ns</sup>	0.28±0.10	0.28±0.03	0.26±0.00	0.27±0.02	
Color	L*	56.35±0.60 <sup>ab</sup>	55.10±1.49 <sup>b</sup>	55.96±2.07 <sup>ab</sup>	57.64±1.07 <sup>a</sup>
	a*	-4.10±0.15 <sup>b</sup>	-4.37±0.24 <sup>b</sup>	-4.30±0.26 <sup>b</sup>	-5.10±0.28 <sup>a</sup>
	b* <sup>ns</sup>	31.65±1.05	29.71±1.25	30.60±1.04	31.64±2.53
Hardness (N)	25.76±8.42 <sup>c</sup>	18.44±8.12 <sup>c</sup>	52.60±5.42 <sup>b</sup>	73.50±12.77 <sup>a</sup>	
Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	0.73±0.86 <sup>a</sup>	0.47±1.26 <sup>bc</sup>	0.54±0.70 <sup>b</sup>	0.67±1.00 <sup>ab</sup>	

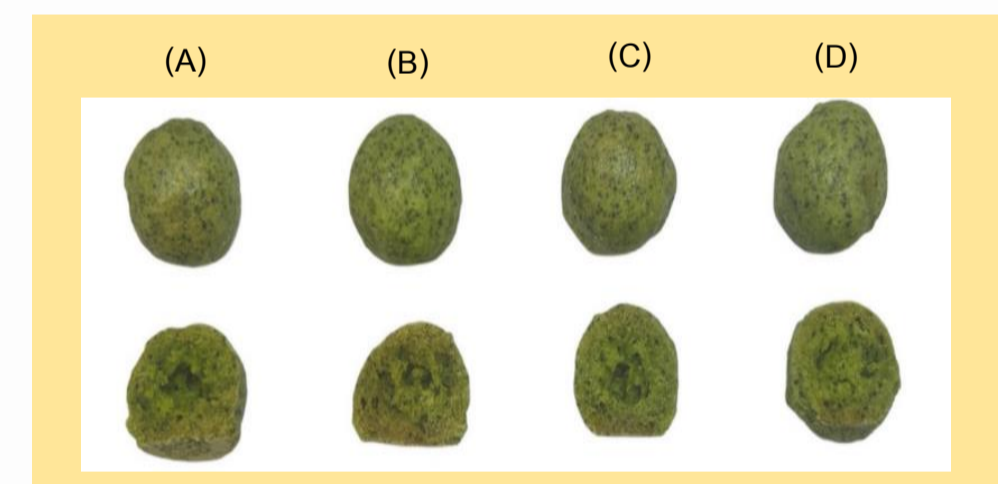


Fig. 1 Gluten-free spinach snack products fortified with dietary fiber containing different levels of xanthan gum: (A) 0%, (B) 1%, (C) 2%, and (D) 3%

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณแขนแทนกันไม่มีผลต่อคุณลักษณะด้านสี และกลิ่น ( $p > 0.05$ ) แต่ปริมาณแขนแทนกันมีผลต่อคะแนนความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ( $p \leq 0.05$ ) การใช้แขนแทนกันร้อยละ 1 มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส 7.3 คะแนน และความชอบโดยรวมสูงสุด 7.1 คะแนน สำหรับการใส่แขนแทนกันร้อยละ 2 และร้อยละ 3 ทำให้ความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมีคะแนนลดลง เพราะผลิตภัณฑ์มีความแข็งเพิ่มขึ้น จากภาพตัดขวาง Fig. 1 (C และ D) ผลิตภัณฑ์มีรูพรุนน้อยและมีความหนาแน่นสูง

#### 4. คุณภาพของขนมขบเคี้ยวที่พัฒนาได้

- ปริมาณใยอาหารหยาบ ร้อยละ 3.97
- ปริมาณใยอาหารทั้งหมด ร้อยละ 8.92 ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ร้อยละ 6.20 และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำร้อยละ 2.72

- ขนมขบเคี้ยวหนึ่งหน่วยบริโภค 30 กรัม มีใยอาหารหยาบ 1.2 กรัม และใยอาหารทั้งหมด 2.68 กรัม  
- ปริมาณใยอาหารทั้งหมดมีค่าสูงกว่า ร้อยละ 10 ของ Thai RDIs (2.5 กรัม, กระทรวงสาธารณสุข (2566)) ผลิตภัณฑ์นี้สามารถกล่าวอ้างได้ว่าเสริมใยอาหาร

- ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จากการทดสอบด้วยวิธี DPPH และวิธี FRAP มีค่าเท่ากับ 0.32 และ 0.78 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อกรัมของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ตามลำดับ

### สรุป

ขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตนที่พัฒนาได้มีความแข็งและค่าความหนาแน่นต่ำ มีโครงสร้างที่ขยายตัวมีรูพรุนจำนวนมาก ขนมขบเคี้ยวมีคุณค่าทางโภชนาการด้านใยอาหารที่สามารถกล่าวอ้างได้ว่าเสริมใยอาหาร และมีอินูลินประมาณ 4 กรัม (จากการคำนวณ) ที่มีฤทธิ์เป็นพรีไบโอติกมีประโยชน์ต่อสุขภาพ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คุณภาพทางประสาทสัมผัสมีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.1 คะแนน) งานวิจัยนี้เป็นแนวทางการเสริมคุณค่าทางโภชนาการ (ใยอาหาร พรีไบโอติก สารต้านอนุมูลอิสระ) ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวปราศจากกลูเตน ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลต่อสุขภาพ และสร้างความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในด้านรสชาติ และกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มโอกาสในการผลิตสู่เชิงพาณิชย์

### ติดต่อเพิ่มเติม

- นางสาววาสนา นาราศรี ifwvsn@ku.ac.th 029428629-35
- สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์