



ข้อเสนอโครงการ กลุ่ม “ปิ๊ชู้” โรงเรียนสบเมยวิทยาคม

โดนัทข้าวดอยปิ๊ชู้ (Black Rice)  
นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพและมีสารต้านอนุมูลอิสระ

คณะผู้จัดทำ

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1. เด็กหญิงฐิติภา แก้ววิเชียรกุล | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 |
| 2. เด็กหญิงชโลธร เพียรวัชวงศ์    | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 |
| 3. เด็กหญิงปัญญริศา พันธุ์พงษ์   | ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 |

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

คุณครู สมภาพร สุยะ  
คุณครู ธนภรณ์ สุวรรณสังข์

โรงเรียนสบเมยวิทยาคม  
 ร่วมส่งผลงานนวัตกรรมอาหาร “โครงการนวัตกรรมอาหารยั่งยืน”  
 พัฒนาความรู้ ทักษะ และกระบวนการคิดเพื่อสร้างสรรค์อาหารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม  
 ภายใต้มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี  
 ร่วมกับ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

## ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

### 1.1 ชื่อโครงการ

“โดนัทข้าวดอยปีอีซู (Black Rice) นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพและมีสารต้านอนุมูลอิสระ”  
 “Donut Pi-ei-su Black Rice : Antioxidant-Rich Food Innovation for Health”

### 1.2 คำสำคัญ (Keywords)

(ภาษาไทย) ข้าวดอยสายพันธุ์ปีอีซู, ข้าวดอย  
 (ภาษาอังกฤษ) Black Rice

## ส่วนที่ 2 ข้อมูลโครงการ

### 2.1 แผนการดำเนินงาน

#### 2.1.1 หลักการและเหตุผล

ข้าวเป็นอาหารหลักและพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยมาอย่างยาวนาน โดยในแต่ละพื้นที่มีการปลูกข้าวที่แตกต่างกันตามสภาพภูมิประเทศและวิถีชีวิตของคนในชุมชน หนึ่งในนั้นคือ ข้าวดอย ซึ่งเป็นข้าวที่ปลูกบนพื้นที่สูงโดยชาวเขา และส่วนใหญ่เป็นการปลูกแบบธรรมชาติหรือกึ่งอินทรีย์ ทำให้ลดการใช้สารเคมีและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวดอยพื้นเมือง โดยเฉพาะ ข้าวดอยสายพันธุ์ปีอีซู (Black Rice) ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ดั้งเดิมของชาวกะเหรี่ยง ข้าวชนิดนี้มีลักษณะเด่นคือมีกลิ่นหอม มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีสารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มแอนโทไซยานิน ซึ่งช่วยดูแลสุขภาพและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ

ในปัจจุบัน เกษตรกรส่วนใหญ่นำข้าวดอยไปจำหน่ายในรูปแบบข้าวสาร ซึ่งมีราคาค่อนข้างต่ำ และอาจเกิดการสูญเสียผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว การนำข้าวดอยมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับข้าว และช่วยใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

คณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจจัดทำโครงการ “โดนัทข้าวดอยปีอีซู (Black Rice) นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพและมีสารต้านอนุมูลอิสระ” โดยนำข้าวดอยสายพันธุ์ปีอีซูจากชุมชนในอำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน มาแปรรูปเป็นโดนัทเพื่อสุขภาพ ซึ่งเป็นการนำวัตถุดิบท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นอาหารรูปแบบใหม่ โครงการนี้ไม่เพียงช่วยเพิ่มมูลค่าให้ข้าวดอย แต่ยังส่งเสริมการบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

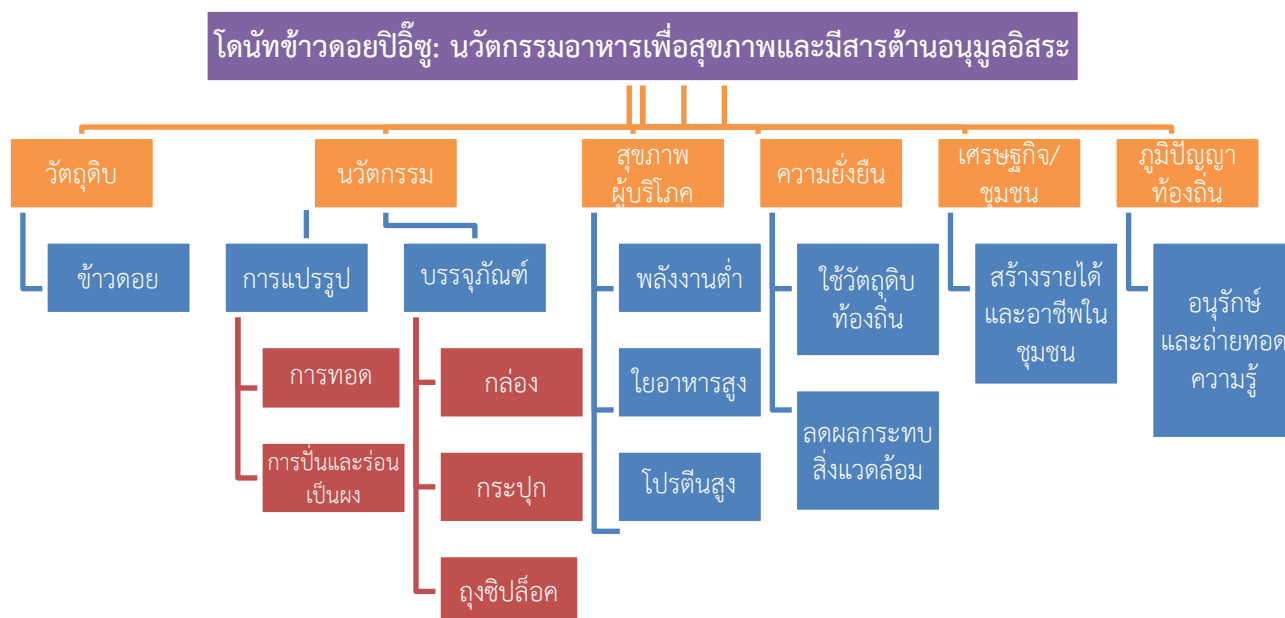
### 2.1.2 โครงการตอบโต้ภัยอาหารเพื่อความยั่งยืนด้านใด

- ☐ การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (ลดการสูญเสียของวัตถุดิบในกระบวนการผลิต เช่น ใช้เศษเหลือจากการแปรรูปทางการเกษตร (by-product) มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่)
- ☐ การลดระยะทางและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เช่น ใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อลดการขนส่ง ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและกระจายสินค้า
- ☐ การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิต (เช่น การใช้พลังงานหมุนเวียน ระบบบำบัดน้ำเสีย การลดการใช้พลาสติก การใช้พลังงานแสงอาทิตย์)
- ☒ การอนุรักษ์พันธุ์พืชหรือวัตถุดิบในพื้นที่
- ☐ การสร้างอาชีพและเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) เช่น สร้างรายได้หมุนเวียนให้กับเกษตรกรและชุมชนในท้องถิ่น

### 2.1.3 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อพัฒนาและแปรรูปข้าวดอยสายพันธุ์ข้าวปี้ชู ซึ่งเป็นข้าวพื้นเมืองที่ปลูกโดยชาวเขาในอำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน
- 2) เพื่อส่งเสริมการใช้วัตถุดิบท้องถิ่นและภูมิปัญญาการปลูกข้าวบนพื้นที่สูง
- 3) เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวดอยสายพันธุ์ข้าวปี้ชู ซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรของชุมชนชาวเขาในพื้นที่สูง

### 2.1.4 กรอบการทดลอง



### 2.1.5 แนวคิด ทฤษฎี และสมมติฐานการทดลอง

โครงการนี้ใช้ข้าวดอยบดละเอียดแทนแป้งสาลีบางส่วนในการทำโดนต์ เพื่อเพิ่มใยอาหาร และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ สมมติฐานคือ การใช้ข้าวดอยในสัดส่วนที่เหมาะสม จะได้โดนต์ที่มีรสชาติอร่อย เนื้อสัมผัสนุ่ม และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เป็นการเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้ให้ชุมชน โดยยึดหลักโภชนาการที่เน้นใยอาหารสูงและพลังงานต่ำ รวมทั้งสนับสนุนความยั่งยืนด้วยการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สมมติฐานคือ การเพิ่มปริมาณข้าวดอยในสูตรโดนต์ในระดับที่เหมาะสม จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยไม่ทำให้เนื้อสัมผัสของโดนต์เสียไปเหมาะกับผู้ที่รักสุขภาพ และกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจะช่วยส่งเสริมความยั่งยืน พร้อมทั้งผลิตภัณฑ์นี้จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคและช่วยสร้างรายได้ให้กับชุมชนได้จริง

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อภิรัตน์ โตลำดับ และคณะ (2567) ศึกษาข้าวพื้นเมืองเป็นแหล่งพันธุกรรมในลักษณะคุณภาพพิเศษที่สำคัญ โดยเฉพาะข้าวเหนียวดำพื้นเมืองมีสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในร่างกาย แต่เนื่องจากประชากรข้าวพื้นเมืองมีความหลากหลายภายในสายพันธุ์ ดังนั้นการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตข้าวคุณภาพพิเศษสูงและการใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์จึงจำเป็นต้องจำแนกพันธุกรรมเดี่ยว ๆ ออกจากประชากรด้วยวิธีการคัดเลือกสายพันธุ์บริสุทธิ์ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้คัดเลือกพันธุ์ข้าวพื้นเมือง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและคัดเลือกข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองที่มีสารแอนโทไซยานินในเมล็ดสูง ที่ได้จากการรวบรวมพันธุ์จากที่สูงในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย คัดเลือกจนได้สายพันธุ์ที่มีสารแอนโทไซยานินในเมล็ดสูง 6 สายพันธุ์ นำมาปลูกประเมินลักษณะทางสัณฐาน พืชไร่ และวิเคราะห์สารแอนโทไซยานินในข้าวกล้องเป็นเวลา 2 ปี ในปีแรกปลูกในฤดูนาปีในกระถางสภาพไร่ไม่ขังน้ำ ปีที่ 2 ปลูกในฤดูนาปีในแปลงทดลองสภาพไร่ไม่ขังน้ำ ผลการศึกษาพบว่า การประเมินพันธุ์ปีีซึ่งมีสารแอนโทไซยานินสูง 6 สายพันธุ์ ในปี 1 ไม่พบการกระจายตัวของลักษณะทางสัณฐานในแต่ละสายพันธุ์ และการประเมินปริมาณสารแอนโทไซยานิน สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีแอนโทไซยานินสูง 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ปีีซึ่ง 1 และปีีซึ่ง 3 นำมาปลูกประเมินในแปลงทดลองในปี 2 พบว่า สายพันธุ์ปีีซึ่ง 1 มีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด เฉลี่ยจาก 2 ปีอยู่ระหว่าง 28.4-37.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม มากกว่าพันธุ์ข้าวเหนียวดำพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐานถึงสองเท่า ให้ผลผลิตเท่ากับ 656 กิโลกรัมต่อไร่ ใกล้เคียงกับข้าวไร่พันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน ดังนั้นสายพันธุ์ปีีซึ่ง 1 ซึ่งเป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์และมีแอนโทไซยานินสูงเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค สามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ข้าวไทยในอนาคตต่อไป

จิตรวดี ตั้งหิรัญรัตน์ และคณะ (2564) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากข้าวเหนียวดำที่สกัดด้วยเอทานอล 70% และ 95% เพื่อนำมายับยั้งกลิ่นหืนในมายองเนส โดยศึกษาปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณแอนโทไซยานินรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทดสอบด้วยวิธี DPPH ABTS+ และ FRAP ผลการทดลองพบว่า สารสกัดข้าวเหนียวดำที่สกัดด้วยเอทานอล 70% มีปริมาณฟีนอลิกรวม และปริมาณแอนโทไซยานินรวม ค่า IC50 ต่อ DPPH ค่า IC50 ต่อ ABTS+ และค่า FRAP value สูงสุด เท่ากับ  $97.20 \pm 0.08$  mg GAE/g crude extract  $267.62 \pm 30.85$  mg cyanidin-3-glucoside/g crude extract  $0.17 \pm 0.02$  mg/ml  $0.43 \pm 0.05$  mg/ml และ  $7.82 \pm 0.20$  mg TE/g crude extract ตามลำดับ ซึ่งปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ปริมาณแอนโทไซยานินรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอล 70% สูงกว่าสารสกัดจากเอทานอล 95% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อนำสารสกัดมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์มายองเนสโดยทดสอบค่า

Peroxide value (PV) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าสี และการวิเคราะห์จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์พบว่าผลิตภัณฑ์มายองเนสที่ใส่สารสกัดข้าวเหนียวดำ 0.20% สามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์ได้ดีที่สุด มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ค่าสีมีค่า  $L^*$  และค่า  $b^*$  ลดลงแต่มีค่า  $a^*$  เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (ปราศจากสารต้านออกซิเดชัน) และการวิเคราะห์จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ด้วยการทดสอบ Total Plate Count, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ Yeast & Mold พบว่าผลิตภัณฑ์มายองเนสมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์  $<10$  CFU/g ในการวิเคราะห์ Total Plate Count และ Yeast & Mold พบ *Escherichia coli*  $<3$  MPN/g และไม่พบ *Salmonella* spp. ในอาหาร 25 กรัม และไม่พบ *Staphylococcus aureus* ในอาหาร 1 กรัม เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนซึ่งแสดงให้เห็นถึงคุณภาพและความปลอดภัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารกันหืนจากธรรมชาติในผลิตภัณฑ์อาหารได้

สุนัน ปานสาคร และจตุรงค์ ลังกาพินธุ์ (2565) ศึกษาผลของชนิดข้าวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารแอนโทไซยานินและสมบัติทางกายภาพในผลิตภัณฑ์บะจ่าง ข้าวที่ใช้คือ ข้าวเหนียวขาว ข้าวเหนียวดำ และข้าวไรซ์เบอร์รี่ แบ่งเป็นตัวอย่างที่ 1 ข้าวเหนียวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างที่ 2 ข้าวเหนียวขาวผสมข้าวเหนียวดำอย่างละ 50 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างที่ 3 ข้าวเหนียวขาวผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่อย่างละ 50 เปอร์เซ็นต์ และตัวอย่างที่ 4 ข้าวเหนียวดำผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่อย่างละ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการใช้ข้าวเหนียวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ให้วอเตอร์แอกติวิตีต่ำสุด 0.854 ในขณะที่ใช้ข้าวเหนียวสูตรผสมวอเตอร์แอกติวิตีมีค่าระหว่าง 0.888-0.929 สอดคล้องกับความชื้นที่มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 4 ตัวอย่าง (51.30- 57.25 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก) ค่าความแข็งของการใช้ข้าวเหนียวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าความแข็งสูงสุด 32.14 นิวตัน ในขณะที่ตัวอย่างข้าวเหนียวดำผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ ให้ค่าต่ำสุด 8.97 นิวตัน เมื่อนำไปทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าข้าวเหนียวดำผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ มีคะแนนความชอบที่ระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (6.60-7.57) ซึ่งสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี รสชาติ และความชอบโดยรวม การทดสอบค่าสีพบว่าการใช้ข้าวเหนียวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่า  $L^*$  สูงสุดและมีแนวโน้มลดลงเมื่อผสมกับข้าวชนิดอื่นและให้ผลเช่นเดียวกับค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) เพิ่มขึ้นเมื่อนำข้าวเหนียวดำผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ และการทดสอบสารแอนโทไซยานินในข้าวเหนียวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าปริมาณสารแอนโทไซยานินต่ำสุดเท่ากับ 0.063 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อนำข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเหนียวดำ มาผสมพบว่าปริมาณสารแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นและให้ค่าระหว่าง 0.193-0.220 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง

### 2.1.6 ผลผลิตและผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ผลผลิต-ผลที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรม
  - โดนต์จากข้าวดอยในรูปแบบแปรรูปที่มีคุณภาพดี
  - สูตรและขั้นตอนการผลิตโดนต์ข้าวดอยที่เหมาะสมและสามารถทำซ้ำได้
  - รายงานโครงการที่ประกอบด้วยข้อมูลการตลาด ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- 2) ผลลัพธ์-ผลที่เกิดจากการนำผลผลิตไปใช้ให้เกิดประโยชน์
  - ผลิตภัณฑ์โดนต์ข้าวดอยที่มีใยอาหารสูง พลังงานต่ำ ไขมันต่ำ เหมาะกับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ
  - เพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบท้องถิ่นอย่างยั่งยืน
  - การสร้างรายได้และส่งเสริมอาชีพให้กับชุมชนท้องถิ่น
  - ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการแปรรูปอาหารจากพืชพื้นบ้าน และการส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม
  - การอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับการใช้พืชพื้นบ้านในรูปแบบที่ทันสมัยและตอบสนองความต้องการตลาด

## 2.2 วิธีดำเนินการทดลอง

### 2.2.1 วัสดุ-อุปกรณ์

- 1) ข้าวดอย ( ข้าวสายพันธุ์ปี้ฮู )
- 2) แป้งสาลี / แป้งเค้ก
- 3) น้ำตาลทราย
- 4) ไข่ไก่
- 5) นมสด
- 6) น้ำมันพืช
- 7) เครื่องชั่ง, เครื่องผสมแป้ง, แม่พิมพ์โดนต์, เตาทอด/หม้อทอด

### 2.2.2 วิธีดำเนินการทดลอง

#### ขั้นตอนที่ 1: เตรียมวัตถุดิบ

1. เตรียมข้าวดอยบดและส่วนผสมอื่น ๆ โดยใช้วิธีการนำข้าวสารที่ผ่านกระบวนการสีแล้วนำมาปั่นและร่อนจนได้แป้งข้าวดอยที่มีเนื้อละเอียด
2. ผสมแป้งสาลี ข้าวดอยบด ยีสต์ น้ำตาล ไข่ และนมสด จนได้เนื้อแป้งที่เนียน
3. หมักให้ขึ้นฟู
4. ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์โดนต์
5. ทอดหรืออบจนสุก
6. ตรวจวัดคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต
7. ประเมินรสชาติ เนื้อสัมผัส ความพึงพอใจ

## ขั้นตอนที่ 2: ประเมินผล

1. ทดสอบประสาทสัมผัสโดยใช้แบบฟอร์ม Hedonic Scale (คะแนน 1–5) โดยใช้ผู้ประเมินจำนวน 100 คน กลุ่มช่วงอายุ 13-18 ปี เป็นผู้ประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส
2. วัดอายุการเก็บรักษา ด้วยวิธีวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในอาหาร โดยใช้เครื่องมือวัด pH meter และดูระยะเวลาในการเก็บรักษา (จำนวนวัน) จนกว่าอาหารจะมีการเปลี่ยนแปลง
3. วัดคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต โดยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

โครงการ: โดนต์ข้าวดอยปีอีซู (Black Rice) นวัตกรรมอาหารเพื่อสุขภาพและมีสารต้านอนุมูลอิสระ

| คำถามการทดลอง                                                     | ระเบียบวิธีทดลอง                    | กิจกรรม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ข้าวดอยปีอีซู (Black Rice) สามารถนำมาทำโดนต์เพื่อสุขภาพได้หรือไม่ | ทำการทดลองผสมแป้งโดนต์ข้าวดอยปีอีซู | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เตรียมข้าวดอยบดและส่วนผสมอื่น ๆ โดยใช้วิธีการนำข้าวสารที่ผ่านกระบวนการสีแล้วนำมาปั่นและร่อนจนได้แป้งข้าวดอยที่มีเนื้อละเอียด</li> <li>2. ผสมแป้งสาลี ข้าวดอยบด ยีสต์ น้ำตาล ไข่ และนมสด จนได้เนื้อแป้งที่เนียน</li> <li>3. หมักให้ขึ้นฟู</li> <li>4. ขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์โดนต์</li> <li>5. ทอดหรืออบจนสุก</li> <li>6. ตรวจวัดคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต</li> <li>7. ประเมินรสชาติ เนื้อสัมผัส ความพึงพอใจ</li> </ol> |

## 2.3 ผลการทดลอง

### 2.3.1 ผลการทดลอง

1. ผลการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวคั่วคั่วคั่วทั้ง 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 แป้งข้าวคั่วคั่วคั่ว

สูตรที่ 2 แป้งข้าวคั่วคั่วคั่ว : แป้งขนมปัง (4:1)

สูตรที่ 3 แป้งข้าวคั่วคั่วคั่ว : แป้งขนมปัง (3:2)

ตาราง 1 แสดงผลคะแนนการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวคั่วคั่วทั้ง 3 สูตร

| ผลิตภัณฑ์<br>โดนัทข้าว<br>คั่วคั่ว | คะแนนการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ |                       |           |           |           |                       |                           |
|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|---------------------------|
|                                    | สี                              | กลิ่น<br>ข้าวคั่วคั่ว | รสหวาน    | รสเค็ม    | ความนุ่ม  | ความ<br>กรอบ/<br>แข็ง | ความพึง<br>พอใจ<br>โดยรวม |
| สูตร 1                             | 3.41±0.64                       | 4.11±0.58             | 3.88±0.92 | 3.41±0.65 | 4.15±0.73 | 3.56±0.88             | 4.10±0.72                 |
| สูตร 2                             | 3.79±0.82                       | 4.32±0.70             | 3.92±0.76 | 3.35±0.65 | 4.58±0.86 | 3.60±0.96             | 4.44±0.96                 |
| สูตร 3                             | 3.87±0.95                       | 4.10±0.91             | 3.83±0.79 | 3.10±0.50 | 4.36±0.91 | 3.69±0.64             | 4.12±0.61                 |

หมายเหตุ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบ 3 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 4 = ชอบ 5 = ชอบมากที่สุด

จากตาราง 1 แสดงผลคะแนนการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวคั่วคั่วทั้ง 3 สูตร พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับในคุณลักษณะต่าง ๆ อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับชอบ โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ในช่วง 3.10–4.58 คะแนน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวคั่วคั่วทุกสูตรได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในภาพรวม

เมื่อพิจารณาด้านสี พบว่าสูตรที่ 3 (แป้งข้าวคั่วคั่วคั่ว : แป้งขนมปัง อัตราส่วน 3:2) ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด (3.87±0.95) รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเติมแป้งขนมปังในสัดส่วนที่มากขึ้นมีผลต่อการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ ในด้านกลิ่นข้าวคั่วคั่ว สูตรที่ 2 ให้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด (4.32±0.70) ซึ่งอยู่ในระดับชอบ แสดงว่าสัดส่วนแป้งข้าวคั่วคั่วคั่วต่อแป้งขนมปังที่เหมาะสมสามารถช่วยเสริมกลิ่นเฉพาะของข้าวคั่วคั่วให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น ขณะที่สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ให้คะแนนใกล้เคียงกัน สำหรับด้านรสชาติ ได้แก่ รสหวานและรสเค็ม พบว่าทุกสูตรได้รับคะแนนอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน โดยรสหวานมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.83–3.92 คะแนน และรสเค็มอยู่ในช่วง 3.10–3.41 คะแนน ซึ่งบ่งชี้ว่ารสชาติของผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคประทับใจ แต่สูตรที่ 3 มีคะแนนรสเค็มต่ำที่สุด สะท้อนว่าผู้ทดสอบอาจรับรู้ถึงความเค็มน้อยกว่าสูตรอื่น ในด้านเนื้อสัมผัส พบว่าสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนด้านความนุ่มสูงสุด (4.58±0.86) รองลงมาคือสูตรที่ 3 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งอาจเกิดจากการใช้แป้งขนมปังร่วมกับแป้งข้าวคั่วคั่วในสัดส่วนที่เหมาะสม ส่งผลให้โครงสร้างเนื้อผลิตภัณฑ์มีความนุ่มมากขึ้น ขณะที่ด้านความกรอบ/ความแข็ง ทุกสูตรได้รับคะแนนในระดับใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาความพึงพอใจโดยรวม พบว่าสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด (4.44±0.96) อยู่ในระดับชอบมาก รองลงมาคือสูตรที่ 3 (4.12±0.61) และสูตรที่ 1 (4.10±0.72) แสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 2 ซึ่งใช้แป้งข้าวคั่วคั่วคั่วผสมกับแป้งขนมปังในอัตราส่วน 4:1 เป็นสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดโดยรวม ซึ่งผลการวิเคราะห์ One-way ANOVA (ที่ N=100) ค่าเฉลี่ยความชอบของ

ทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แต่ "สูตรที่ 2" คือสูตรที่ได้รับการยอมรับดีที่สุด โดยมีความโดดเด่นเหนือกว่าสูตรอื่นอย่างชัดเจนในด้านความนุ่มและความพึงพอใจโดยรวม

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สัดส่วนของแป้งข้าวดอยปี้ชูและแป้งขนมปังมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคในด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส และความพึงพอใจโดยรวม ซึ่งสูตรที่ 2 แสดงศักยภาพสูงสุดในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ต่อไป

## 2. ผลการทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวดอยปี้ชูทั้ง 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 แป้งข้าวดอยปี้ชู

สูตรที่ 2 แป้งข้าวดอยปี้ชู : แป้งขนมปัง (4:1)

สูตรที่ 3 แป้งข้าวดอยปี้ชู : แป้งขนมปัง (3:2)

ตาราง 2 แสดงคะแนนความพอดีของผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวดอยปี้ชูทั้ง 3 สูตร

| ผลิตภัณฑ์โดนัท<br>ข้าวดอยปี้ชู | คะแนนความพอดีของผลิตภัณฑ์ |           |           |
|--------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|
|                                | กลิ่นข้าวดอย              | รสหวาน    | รสเค็ม    |
| สูตร 1                         | 2.32±0.58                 | 2.26±0.63 | 2.17±0.52 |
| สูตร 2                         | 2.25±0.52                 | 2.33±0.47 | 2.15±0.41 |
| สูตร 3                         | 2.31±0.61                 | 2.22±0.61 | 2.06±0.54 |

หมายเหตุ 1 = น้อยเกินไป 2 = พอดี 3 = มากเกินไป

จากตาราง 2 แสดงคะแนนความพอดีของผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวดอยปี้ชูทั้ง 3 สูตร ในด้านกลิ่นข้าวดอย รสหวาน และรสเค็ม โดยใช้เกณฑ์การประเมินความพอดีแบบ 3 ระดับ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของทุกคุณลักษณะในทั้ง 3 สูตรมีค่าอยู่ใกล้เคียงระดับ 2 ซึ่งหมายถึงอยู่ในระดับพอดี สะท้อนให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวดอยปี้ชูทุกสูตรมีการปรับองค์ประกอบด้านกลิ่นและรสชาติได้อย่างเหมาะสม

เมื่อพิจารณาด้านกลิ่นข้าวดอย พบว่าสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.32±0.58, 2.25±0.52 และ 2.31±0.61 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันและอยู่ในระดับพอดี แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของแป้งข้าวดอยปี้ชูและแป้งขนมปังในแต่ละสูตรไม่ส่งผลให้กลิ่นข้าวดอยรุนแรงหรือน้อยเกินไปจนเกิดการปฏิเสธจากผู้บริโภค ในด้านรสหวาน พบว่าสูตรที่ 2 ให้คะแนนความพอดีสูงสุด (2.33±0.47) รองลงมาคือสูตรที่ 1 (2.26±0.63) และสูตรที่ 3 (2.22±0.61) ซึ่งคะแนนทั้งหมดอยู่ใกล้เคียงระดับพอดี แสดงว่าการปรับปริมาณน้ำตาลในสูตรสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างเหมาะสม โดยสูตรที่ 2 มีแนวโน้มให้ความสมดุลของรสหวานมากที่สุด สำหรับ รสเค็ม พบว่าทุกสูตรมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ต่ำกว่า 2 เล็กน้อย โดยสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีค่าเท่ากับ 2.17±0.52, 2.15±0.41 และ 2.06±0.54 ตามลำดับ แม้ว่าคะแนนจะยังคงอยู่ใกล้ระดับพอดี แต่สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด แสดงว่าผู้ทดสอบอาจรับรู้ว่ามีรสเค็มค่อนข้างน้อย ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบการยอมรับด้านรสเค็มในตารางที่ 1

โดยสรุป ผลการทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวดอยปี้ชูทั้ง 3 สูตร พบว่ากลิ่นข้าวดอย รสหวาน และรสเค็มอยู่ในระดับพอดีทั้งหมด แสดงถึงความเหมาะสมของการกำหนดสูตรผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะสูตรที่ 2 ซึ่งให้ค่าความพอดีของรสหวานสูงที่สุด และมีความสมดุลของคุณลักษณะด้านรสชาติและกลิ่นมากที่สุดเมื่อพิจารณาโดยรวมผู้ทดสอบ 100 คน รู้สึกว่าผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวดอยปี้ชูทั้ง 3 สูตรมีความพอดีของกลิ่นข้าวดอย รสหวาน และรสเค็ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

### 3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวดอยปี้ชูทั้ง 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 แป้งข้าวดอยปี้ชู

สูตรที่ 2 แป้งข้าวดอยปี้ชู : แป้งขนมปัง (4:1)

สูตรที่ 3 แป้งข้าวดอยปี้ชู : แป้งขนมปัง (3:2)

ตาราง 3 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวดอยปี้ชูทั้ง 3 สูตร

| ลักษณะทางกายภาพและเคมี | สูตร 1    | สูตร 2    | สูตร 3     |
|------------------------|-----------|-----------|------------|
| ค่าความชื้น (ร้อยละ)   | 6.24±0.09 | 9.07±0.05 | 11.03±0.02 |
| ค่าความสว่าง (L*)      | -         | 2.39±0.01 | 4.08±0.29  |
| ค่าสีแดง (a*)          | -         | 7.73±0.30 | 48.71±0.11 |
| ค่าสีเหลือง (b*)       | -         | 9.31±0.39 | 59.19±0.01 |
| ค่า pH                 | 6.48±0.04 | 6.60±0.00 | 6.70±0.00  |
| ค่าความหวาน (2 กรัม)   | 0.87±0.31 | 0.98±0.42 | 1.27±0.06  |
| ค่าความเค็ม (2 กรัม)   | 0.83±0.12 | 1.47±0.22 | 1.87±0.58  |

จากตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์โดนัทข้าวดอยปี้ชูทั้ง 3 สูตร พบว่า สูตรผลิตภัณฑ์ที่ต่างกันส่งผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน โดยเฉพาะค่าความชื้น สี ค่า pH และค่าความหวาน-ความเค็ม

ในด้านค่าความชื้น พบว่าสูตรที่ 1 มีค่าความชื้นต่ำที่สุด (6.24±0.09%) รองลงมาคือสูตรที่ 2 (9.07±0.05%) และสูตรที่ 3 มีค่าความชื้นสูงที่สุด (11.03±0.02%) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มสัดส่วนแป้งขนมปังในสูตรมีผลต่อความสามารถในการดูดและกักเก็บความชื้นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแป้งขนมปังมีโครงสร้างกลูเตนที่สามารถอุ้มน้ำได้ดีกว่าแป้งข้าวดอยปี้ชู ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบด้านความนุ่มจากการประเมินทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 1 สำหรับค่าสี พบว่า สูตรที่ 3 มีค่าความสว่าง (L\*) ค่าสีแดง (a\*) และค่าสีเหลือง (b\*) สูงกว่าสูตรที่ 2 อย่างชัดเจน แสดงว่าผลิตภัณฑ์สูตรที่ 3 มีสีค่อนข้างสว่างและมีโทนสีเหลือง-แดงมากกว่า ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Maillard reaction) และการคาราเมลไลเซชันที่ต่างกันตามสัดส่วนของแป้งและองค์ประกอบทางเคมี ส่งผลให้ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างและสอดคล้องกับผลการยอมรับด้านสีจากผู้บริโภค ในด้านค่า pH พบว่าทุกสูตรมีค่า pH อยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน คือ 6.48–6.70 ซึ่งจัดอยู่ในช่วงเป็นกรดอ่อนถึงเป็นกลาง แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนแป้งไม่ส่งผลต่อความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ และอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการบริโภค สำหรับค่าความหวานและค่าความเค็ม พบว่าสูตรที่ 3 มีค่าความหวาน (1.27±0.06) และค่าความเค็ม (1.87±0.58) สูงที่สุด รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนแป้งขนมปังที่เพิ่มขึ้นอาจมีผลต่อการรับรู้รสชาติและการกระจายของสารให้รสในผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบความพอติและการยอมรับด้านรสชาติจากตารางที่ 1 และ 2 และการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่าสูตรที่ต่างกันส่งผลต่อค่าความชื้น, pH และความเค็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในขณะที่ค่าความหวานไม่พบความแตกต่างทางสถิติ

### 2.3.2 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากผลการศึกษาพบว่าสัดส่วนของแป้งข้าวดอยปี้ชู้และแป้งขนมปังมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดนัททั้งในด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัส ความพอดีของกลิ่นและรสชาติ รวมถึงคุณภาพทางกายภาพและเคมีอย่างชัดเจน โดยสูตรที่ 2 ซึ่งใช้แป้งข้าวดอยปี้ชู้ผสมกับแป้งขนมปังในอัตราส่วน 4:1 ได้รับความพึงพอใจโดยรวมสูงที่สุด สะท้อนให้เห็นว่าสัดส่วนดังกล่าวมีความเหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ผลการทดสอบด้านเนื้อสัมผัสและความนุ่ม พบว่า สูตรที่มีการผสมแป้งขนมปังให้ค่าความนุ่มสูงกว่าสูตรที่ใช้แป้งข้าวดอยเพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจเนื่องมาจากแป้งขนมปังมีโปรตีนกลูเตนที่ช่วยสร้างโครงสร้างของผลิตภัณฑ์และเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ส่งผลให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีความนุ่มมากขึ้น ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Saroot และคณะ (2016) ที่ศึกษาการใช้แป้งผสมในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และพบว่า การเพิ่มแป้งที่มีกลูเตนช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและความนุ่มของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

ในด้านค่าความชื้น พบว่าสูตรที่ 3 ซึ่งมีสัดส่วนแป้งขนมปังสูงที่สุดมีค่าความชื้นมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Gómez et al. (2010) ที่ระบุว่าแป้งที่มีปริมาณโปรตีนสูงสามารถดูดซับและกักเก็บน้ำได้ดี ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นและความนุ่มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ความชื้นที่สูงเกินไปอาจส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ จึงควรพิจารณาความเหมาะสมร่วมกับการยอมรับของผู้บริโภค

สำหรับลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าสูตรที่มีสัดส่วนแป้งขนมปังสูงมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) สูงขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ดและการคาราเมลไลเซชันระหว่างกระบวนการทอด โดย Purilis (2010) รายงานว่าปริมาณโปรตีนและน้ำตาลรีดิวซ์ในวัตถุดิบมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และอาหารทอด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้

การทดสอบ ความพอดีของกลิ่นและรสชาติ พบว่าผลิตภัณฑ์ทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ใกล้ระดับพอดี แสดงถึงความสมดุลของสูตรผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะสูตรที่ 2 ซึ่งให้ค่าความพอดีของรสหวานและกลิ่นข้าวดอยสูงที่สุด สอดคล้องกับแนวคิดของ Lawless และ Heymann (2010) ที่ระบุว่าความสมดุลของรสชาติเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าความเข้มข้นของรสใดรสหนึ่ง

ดังนั้น จากผลการทดลองและการเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่าสูตรที่ 2 เป็นสูตรที่มีความเหมาะสมที่สุดทั้งในด้านคุณภาพทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัส จึงมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์และต่อยอดการวิจัยในอนาคต

## 2.4 คุณค่าของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งแวดล้อม/สังคม/ชุมชน



ภาพที่ 1 วงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment - LCA) โดนัทข้าวดอปปี้ชู

ภาพนี้แสดงวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment - LCA) ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ โดยสรุปแก่นสำคัญไว้ตรงกลางว่าผลิตภัณฑ์นี้ "อร่อย ดีต่อสุขภาพ ช่วยชุมชน รักสิ่งแวดล้อม" ซึ่งขยายความได้ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

### 1. ต้นน้ำ: การได้มาซึ่งวัตถุดิบ (Raw Material Acquisition)

- ภาพสื่อความหมาย: ชาวกะเหรี่ยงยิ้มแย้มในนาขั้นบันไดที่อุดมสมบูรณ์ พร้อมรวงข้าวสีดํา
- คุณค่าต่อชุมชนและสังคม (S/G):
  - สืบสานภูมิปัญญา: เป็นการอนุรักษ์ "วิถีชุมชน" และพันธุกรรมข้าวพื้นเมือง (ป๊อชุน) ไม่ให้สูญหายไป สร้างความภาคภูมิใจในมรดกทางวัฒนธรรม
- คุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม (E):
  - เกษตรยั่งยืน: เน้นการปลูกแบบดั้งเดิมที่ "ไม่ใช้สารเคมี" ช่วยรักษาคุณภาพดินและน้ำในพื้นที่ต้นน้ำ

### 2. กลางน้ำ: การผลิตในชุมชน (Production)

- ภาพสื่อความหมาย: โรงครัวเล็ก ๆ ในชุมชนที่มีการโม่แป้งและอบขนม แสดงถึงกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน
- คุณค่าต่อชุมชนและเศรษฐกิจ (S/G):
  - สร้างเศรษฐกิจฐานราก: เกิดการ "สร้างงาน" ให้คนในพื้นที่ จากการตั้งโรงแปรรูปข้าวเป็นแป้งและผลิตโดนัท เพิ่มมูลค่าให้วัตถุดิบท้องถิ่น
- คุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม (E):
  - ใช้พลังงานต่ำ: กระบวนการผลิตในระดับชุมชนมักใช้เครื่องจักรขนาดเล็กและ "ใช้พลังงานต่ำ" กว่าโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

### 3. การจำหน่ายและการกระจายสินค้า (Distribution B2C/B2B)

- ภาพสื่อความหมาย: รถส่งของคันเล็ก กล่องพัสดุ B2B และการซื้อขายผ่านสมาร์ทโฟน
- คุณค่าต่อชุมชนและเศรษฐกิจ (S/G):
  - ขยายโอกาสทางการตลาด: การขายออนไลน์ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ชุมชนเข้าถึงผู้บริโภควงกว้าง (B2C) และเชื่อมโยงกับผู้ประกอบการอื่น (B2B) ได้ง่ายขึ้น
- คุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม (E):
  - ลดโลจิสติกส์: การเน้น "ส่งตรงจากตอย" หรือจำหน่ายในท้องถิ่น ช่วย "ลดการขนส่ง" ระยะไกล ซึ่งช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Footprint)

### 4. ปลายทาง: การใช้งาน/บริโภค (Usage & Consumption)

- ภาพสื่อความหมาย: เด็ก ๆ และผู้บริโภคทานโดนัทอย่างมีความสุข พร้อมข้อความเน้นเรื่อง "สารต้านอนุมูลอิสระ"
- คุณค่าต่อสังคม (S):
  - ส่งเสริมสุขภาพ: ผู้บริโภคได้รับประทานขนมที่ "อร่อยดีมีประโยชน์" โดยเฉพาะคุณค่าจากสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวสีดำ ซึ่งเป็นทางเลือกที่ดีกว่าขนมทั่วไป

### 5. ปลายทาง: การกำจัดซาก (End-of-Life)

- ภาพสื่อความหมาย: ถังหมักปุ๋ยที่มีไส้เดือนและต้นไม้ แสดงการย่อยสลายของบรรจุภัณฑ์
- คุณค่าต่อสิ่งแวดล้อม (E):
  - ลดขยะ: การเลือกใช้ "บรรจุภัณฑ์ย่อยสลายได้" ทำให้ขยะไม่ตกค้างในสิ่งแวดล้อม สามารถหมุนเวียนกลับเป็น "ปุ๋ยคูลู่ดิน" ได้ตามแนวทางเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)

สรุป: แผนผังนี้สื่อให้เห็นว่า "โดนัทข้าวตอยป๊อชู" ไม่ใช่แค่ขนม แต่เป็นนวัตกรรมที่ออกแบบมาเพื่อสร้างผลกระทบเชิงบวกในทุกมิติ ตั้งแต่การดูแลต้นน้ำบนตอย ไปจนถึงสุขภาพผู้บริโภค และการรับผิดชอบต่อขยะที่ปลายทางครับ



ภาพที่ 2 ภาพผลิตภัณฑ์ + บรรจุภัณฑ์ (ระบุปริมาณสุทธิ, โลโก้/ชื่อผลิตภัณฑ์)

## โด้นัทข้าวดอยปีอีซู



พร้อมทาน พกง่าย ได้คุณค่า

- ✓ พร้อมรับประทาน
- ✓ สีสธรรมชาติจากข้าวดอย
- ✓ วัตถุดิบจากชุมชน
- ✓ พกพาสะดวก

เหมาะสำหรับ  
Gen Z (อายุ 13-28 ปี) / Lifestyle เริงร่า / นักท่องเที่ยว

- ต้นทุน 40 บาท/กระปุก (กำไร 47.5 %)



ราคา 59 บาท/กระปุก (จำนวน 5 ชิ้น)

(เก็บรักษาในตู้เย็นได้ 5 วัน)

6

## ผงแป้งข้าวดอยปีอีซูสำเร็จรูป



ราคา 129 บาท (ปริมาณ 200 กรัม)

(เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 30 วัน)

- ต้นทุน 70 บาท (กำไร 84.3%)

ผลิตภัณฑ์ชุมชน จากข้าวดอยแท้

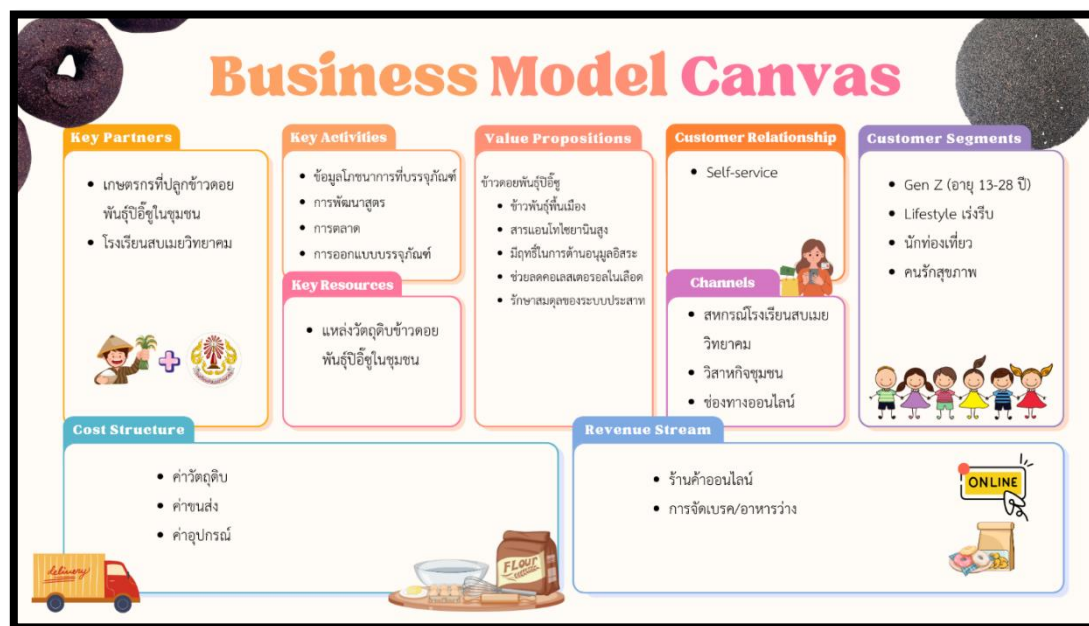
- ✓ แปรรูปจากวัตถุดิบท้องถิ่น
- ✓ ส่งสำเร็จรูปที่ใช้สะดวก
- ✓ ประหยัดเวลา ได้รสชาติสม่ำเสมอ
- ✓ DIY ได้ตามความชอบ

เหมาะสำหรับ  
Gen Z (อายุ 13-28 ปี) / นักท่องเที่ยว/คนรักสุขภาพ

7

ภาพที่ 3 ผลิตภัณฑ์แบบต่าง ๆ

## 2.5 แนวทางการขยายผล การต่อยอด แผนพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอนาคต



### 1. ขยายกลุ่มลูกค้า (Customer Segments) : จาก "วัยเรียน" สู่ "วัยรักสุขภาพ"

**กลุ่ม Gen Z (13-18 ปี):** กลุ่มคนที่นิยมทานขนม และของหวาน

**กลุ่มคนวัยทำงาน (23-40 ปี):** กลุ่มนี้มีกำลังซื้อสูงและมองหาของว่างที่มีประโยชน์ (Healthy Snack) สำหรับทานคู่กาแฟ หรือรองท้องระหว่างทำงาน

**กลุ่มรักสุขภาพ** เนื่องจากจุดเด่นของข้าวป๊อปปี้คือ "สารต้านอนุมูลอิสระ" และ "ช่วยลดคอเลสเตอรอล" ซึ่งตรงกับความต้องการของกลุ่มนี้มาก (อาจปรับสูตรหวานน้อย หรือใช้หญ้าหวาน)

**นักท่องเที่ยว (Tourist):** อำเภอสเบเมยและแม่ฮ่องสอนเป็นแหล่งท่องเที่ยว สามารถผลักดันให้เป็น "ของฝากประจำถิ่น" ได้

### 2. ยกระดับคุณค่า (Value Propositions) : จาก "ขนม" สู่ "นวัตกรรมอาหาร"

สิ่งที่มีอยู่แล้วคือ "ข้าวตอยพันธุ์พื้นเมือง" และ "สารแอนโทไซยานิน" สิ่งที่เราควรเพิ่มเติมในอนาคตคือ: การรับรองมาตรฐาน (Certification): ในอนาคตควรขอ อย., ฮาลาล, หรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) เพื่อสร้างความเชื่อมั่น

**Functional Food:** เน้นย้ำผลวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (ตามที่วางแผนไว้ในขั้นตอน R&D) ว่าสารต้านอนุมูลอิสระในโดนต์ 1 ชิ้น เทียบเท่ากับอะไร เพื่อให้ผู้บริโภคเห็นภาพชัดเจน

**Gluten-Free Option:** พัฒนาสูตรที่ใช้แป้งข้าวตอย 100% (ไม่ผสมแป้งสาลี) เพื่อจับกลุ่มคนที่แพ้กลูเตน (ซึ่งเป็นเทรนด์ใหญ่ในตลาดสุขภาพ)

### 3. เพิ่มช่องทางรายได้และผลิตภัณฑ์ (Revenue Streams & Product Line)

ในภาพจะบ่งชี้ได้จาก "ร้านค้าออนไลน์" และ "การจัดเบรค" สามารถต่อยอดได้ดังนี้:

**แตกไลน์สินค้า (Product Diversification):**

**B2B (Business-to-Business):** ขาย "ผงแป้งโดนต์สำเร็จรูป (Pre-mix Flour)" ให้ร้านกาแฟ หรือร้านเบเกอรี่อื่น ๆ นำไปทำขาย เป็นการกระจายวัตถุดิบชุมชนได้ปริมาณมาก

DIY Kit: ชุดทำโดนัทเองที่บ้าน สำหรับกิจกรรมครอบครัว

**สินค้าเกี่ยวเนื่อง (By-products):** หากมีรำข้าวหรือเศษเหลือจากการสีข้าว สามารถนำไปทำ ข้าวข้าวคั่ว หรือ สบู่สครับผิว ได้ (Zero Waste)

#### 4. ขยายช่องทางจำหน่าย (Channels) : จาก “โรงเรียน” สู่ “ตลาดภายนอก”

Café Partnership: ติดต่อร้านอาหารแพ่ชื่อดังในจังหวัดแม่ฮ่องสอน หรือเชียงใหม่ เพื่อวางจำหน่ายโดนัทหรือฝากขาย

Online Marketplace: ขยายจาก Social Media ส่วนตัว ไปสู่ Platform อย่าง Shopee/Lazada (โดยเฉพาะหมวดสินค้า OTOP หรือสินค้าเกษตรแปรรูป) หรือ TikTok Shop ที่มีกร Live ขายสินค้าชุมชน

#### 5. เสริมแกร่งพันธมิตร (Key Partners)

ขอความสนับสนุนจากหน่วยงานวิชาการ: เช่น มหาวิทยาลัยในท้องถิ่น เพื่อช่วยเรื่องการตรวจวิเคราะห์สารอาหารและการยืดอายุการเก็บรักษา (Shelf-life) หรือจากหน่วยงานท่องเที่ยว: การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) หรือสำนักงานพัฒนาชุมชน เพื่อช่วยโปรโมทในฐานะสินค้าภูมิปัญญา

## 2.6 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

### 2.6.1 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ

ปัญหาการเน่าเสียเร็ว (Spoilage) เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ "ไม่ใส่วัตถุกันเสีย" และทำจากวัตถุดิบธรรมชาติที่มีความชื้น (โดนัทสด) ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้น หากส่งขายออนไลน์หรือวางขายหน้าร้านนานอาจเกิดเชื้อราได้ง่าย รวมไปถึงสีและรูปลักษณ์ (Appearance) ข้าวป๊อชมีสีดำ/ม่วงเข้ม เมื่อนำมาทอดเป็นโดนัท สีอาจดูคล้าย "ของไหม้" หรือดูไม่น่ารับประทานสำหรับกลุ่มเป้าหมายวัยรุ่นบางกลุ่มที่ไม่คุ้นเคย

## ส่วนที่ 3 เอกสารอ้างอิง

### เอกสารอ้างอิง

จิตรวดี ตั้งหิรัญรัตน์ และคณะ. (2564). ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดข้าวเหนียวดำในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 26(2), พฤษภาคม-สิงหาคม 2564.

สุนัน ปานสาคร และ จตุรงค์ ลังกาพินธุ์. (2565). ผลของชนิดข้าวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารแอนโทไซยานินและสมบัติทางกายภาพในผลิตภัณฑ์บะจ่าง. *Journal of Engineering, RMUTT (JERMUTT)*, 20(2), กรกฎาคม-ธันวาคม 2565.

อภิรัตน์ โตลำดับ และคณะ. (2567). การคัดเลือกสายพันธุ์ป๊อชข้าวเหนียวดำที่มีปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดสูงจากประชากรข้าวพื้นเมืองภาคเหนือของประเทศไทย. *วารสารแก่นเกษตร*, 48(5), 1042-1055. สืบค้นจาก

<https://li01.tcithaijo.org/index.php/agkasetkaj/article/view/251919>

### ประวัติย่อของคณะผู้จัดทำโครงการ

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>ชื่อ-สกุล เด็กหญิงฐิติภา แก้ววิเชียรกุล หัวหน้ากลุ่ม<br/>         วันเดือนปีเกิด 11 มกราคม 2554 อายุ 14 ปี<br/>         ที่อยู่ปัจจุบัน 538 หมู่ 6 ตำบลแม่คะตวน อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน<br/>         โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 080-9825742<br/>         การศึกษาปัจจุบัน<br/>         ระดับชั้นปี มัธยมศึกษาปีที่ 3<br/>         สาขาวิชา/แผนการเรียน -<br/>         สถานศึกษา โรงเรียนสบเมยวิทยาคม</p>                                       |
|   | <p>ชื่อ-สกุล เด็กหญิงปัญญริศา พันธุ์พงษ์ สมาชิกกลุ่ม<br/>         วันเดือนปีเกิด 1 เมษายน 2556 อายุ 12 ปี<br/>         ที่อยู่ปัจจุบัน 326 หมู่ 8 ตำบลแม่สวด อำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอน<br/>         โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 097-0848361<br/>         การศึกษาปัจจุบัน<br/>         ระดับชั้นปี มัธยมศึกษาปีที่ 1<br/>         สาขาวิชา/แผนการเรียน ห้องเรียนวิทย์พลังสิบ<br/>         สถานศึกษา โรงเรียนสบเมยวิทยาคม</p>                         |
|  | <p>ชื่อ-สกุล เด็กหญิงชโลธร เพียรวิช่วงค์ สมาชิกกลุ่ม<br/>         วันเดือนปีเกิด 12 ธันวาคม 2555 อายุ 13 ปี<br/>         ที่อยู่ปัจจุบัน 290 หมู่ 6 ตำบลแม่สะเรียง อำเภอแม่สะเรียง<br/>         จังหวัดแม่ฮ่องสอน<br/>         โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 082-6395248<br/>         การศึกษาปัจจุบัน<br/>         ระดับชั้นปี มัธยมศึกษาปีที่ 1<br/>         สาขาวิชา/แผนการเรียน ห้องเรียนวิทย์พลังสิบ<br/>         สถานศึกษา โรงเรียนสบเมยวิทยาคม</p> |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>ชื่อ-สกุล นางสาวธนภรณ์ สุวรรณสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษา<br/>         วิชาที่สอน วิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับชั้น ม.4<br/>         ที่อยู่ปัจจุบัน 78 หมู่ 3 โรงเรียนสบเมยวิทยาคม ต.แม่คะตวน<br/>         อ.สบเมย จ.แม่ฮ่องสอน<br/>         โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 061-583-1275</p> |
|  | <p>ชื่อ-สกุล นางสาวสมาพร สุยะ อาจารย์ที่ปรึกษา<br/>         วิชาที่สอน วิทยาศาสตร์, ฟิสิกส์ ระดับชั้น ม.4-6<br/>         ที่อยู่ปัจจุบัน 78 หมู่ 3 โรงเรียนสบเมยวิทยาคม ต.แม่คะตวน<br/>         อ.สบเมย จ.แม่ฮ่องสอน<br/>         โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 098-4526905</p>     |