



การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ  
Development of Bread Products Using  
Low Glycemic Index Rice Flour

สุรีย์รัตน์ เอ็มพรหม  
SUREERAT AEMPROM

คุณิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาคุณิพนธ์บัณฑิต  
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมณฑลพระนคร

2567



คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

|                      |                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------|
| ชื่อคุณูปนิพนธ์      | การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ |
| ชื่อ นามสกุล         | สุริย์รัตน์ เอมพรหม                              |
| ชื่อปริญญา           | ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)                 |
| สาขาวิชา             | คหกรรมศาสตร์                                     |
| คณะ                  | เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์                            |
| อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ ไสตรโยม               |
| อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร กี่อารีโย          |
| อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร         |

คณะกรรมการสอบคุณูปนิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบคุณูปนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริมา สีนุสสารัญ)

.....กรรมการ

(ดร.จักรกฤษณ์ ทองคำ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร กี่อารีโย)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ ไสตรโยม)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้ับ  
คุณูปนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ ไสตรโยม)

วันที่ 8 เดือน เมษายน พ.ศ. 2568

|                      |                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------|
| ชื่อคุณิพนธ์         | การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ |
| ชื่อ นามสกุล         | สุริย์รัตน์ เอมพรหม                              |
| ชื่อปริญญา           | ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)                 |
| สาขาวิชา และคณะ      | คหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์            |
| อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม               |
| อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร ก่ออารีโย          |
| อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร         |
| ปีการศึกษา           | 2567                                             |

### บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการวิจัยเพื่อ 1) ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง 2) ศึกษาปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้แป้งข้าว กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี 3) ศึกษามิวซิเลจจากพืชที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ 4) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ และ 5) จัดทำคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ ผลการศึกษาพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 40 โดยคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สีของผิวนอกและเนื้อในขนมปัง ไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน ( $p \leq 0.05$ ) ผู้บริโภคยอมรับการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลร้อยละ 60 โดยผลประเมินความพอดี (Just-About-Right (3-Point JAR)) มีค่า Net Score 9.62 ไม่ต้องปรับปรุงความหวาน ผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่เสริมมิวซิเลจจากพืชมีความสูงของโด ปริมาตรจำเพาะ และค่าน้ำหนักที่สูญเสียหลังอบน้อยกว่าสูตรควบคุม แต่มีค่าความแข็งสูงกว่าสูตรควบคุม ( $p \leq 0.05$ ) ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่เสริมมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก เมล็ดเจีย และไซเลียมฮัสค์ ตามลำดับ ร้อยละ 60 80 และ 80 ของแป้งข้าวเจ้า กข 43 โดยผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่เสริมมิวซิเลจจากไซเลียมฮัสค์ ร้อยละ 80 มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ( $p \leq 0.05$ ) ผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 40 ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลร้อยละ 60 และเสริมมิวซิเลจจากไซเลียมฮัสค์ ร้อยละ 80 มีใยอาหารชนิดละลายน้ำ 1.94 กรัม และค่าดัชนีน้ำตาล 56.94 pGI ต่อ 100 กรัม ผู้บริโภคมีความคิดเห็นว่าเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่น่าสนใจ ร้อยละ 60.6 ยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 98.5 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ด้านเนื้อหา ด้านความสวยงาม และด้านการใช้ประโยชน์ มีผลคะแนน 4.77 4.65 และ 4.90 คะแนน ตามลำดับ ทุกด้านมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด

**คำสำคัญ:** การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปัง, แป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ, คู่มือขนมปังแบบอิเล็กทรอนิกส์



|                           |                                                                   |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Dissertation Title</b> | Development of Bread Products Using Low Glycemic Index Rice Flour |
| <b>Author</b>             | Sureerat Aemprom                                                  |
| <b>Degree</b>             | Doctor of Philosophy (Home Economics)                             |
| <b>Major Program</b>      | Home Economics, Faculty of Home Economics Technology              |
| <b>Advisor</b>            | Assistant Professor Dr.Thanapop Soteyome                          |
| <b>Co-Advisor</b>         | Assistant Professor Dr.Chayapat Kee-ariyo                         |
| <b>Co-Advisor</b>         | Assistant Professor Dr.Nomjit Suteebut                            |
| <b>Academic Year</b>      | 2024                                                              |

## ABSTRACT

This research titled "Development of Bread Products Using Low Glycemic Index Rice Flour" aimed to: 1) investigate the optimal proportion of RD43 low glycemic index (GI) rice flour as a substitute for wheat flour in bread products, 2) determine the suitable level of sugar substitute in bread made with RD43 rice flour and wheat flour blends, 3) study appropriate plant-derived mucilage for incorporation in bread formulated with low glycemic index rice flour, 4) assess consumer acceptance of bread products formulated with low glycemic index rice flour, and 5) develop an electronic handbook on bread production using low glycemic index rice flour. The findings revealed that bread containing 40% RD43 rice flour as a wheat flour replacement was well accepted by consumers. The external crust color and internal crumb appearance of the bread received sensory scores not significantly different from the control formulation ( $p \leq 0.05$ ). Consumers accepted formulations containing 60% sugar substitute, with a Just-About-Right (3-Point JAR) evaluation yielding a net score of 9.62, indicating no need for sweetness adjustment. Bread products supplemented with plant mucilage showed increased dough height and specific volume, as well as reduced post-bake weight loss, compared to the control formulation. However, these breads exhibited higher firmness values ( $p \leq 0.05$ ), compared to the control formulation. Consumer acceptance was high for formulations containing mucilage from basil seeds, chia seeds, and psyllium husk at substitution levels of 60%, 80%, and 80% of the RD43 rice flour content, respectively. Notably, the bread supplemented with 80% psyllium husk mucilage showed no significant sensory difference from the control formula ( $p \leq 0.05$ ). The final bread formulation, which included 40% RD43 rice flour, 60% sugar substitute, and 80% psyllium husk mucilage, provided 1.94 grams of soluble dietary

fiber and had a predicted glycemic index (pGI) of 56.94 per 100 grams. Approximately 60.6% of consumers perceived it as a promising health-oriented product, with an overall acceptance rate of 98.5%. The satisfaction evaluation results for the low-glycemic index rice flour bread product manual showed scores of 4.77, 4.65, and 4.90 points for content, design aesthetics, and usefulness aspects, respectively. All aspects demonstrated the highest level of satisfaction.

**Keywords:** Development of Bread Products, Low Glycemic Index Rice Flour, Electronic Bread-Making Handbook



## กิตติกรรมประกาศ

ดุขฉินิพนธ์เรื่อง การพัฒนาผลิถัณห์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ดุขฉินิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จจุล่งได้เป็นอย่างดี ด้วยความกรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสทรโยม อาจารย์ที่ปรึกษาดุขฉินิพนธ์หลัก และการดูแล ห่วงใย ใส่ใจเป็นพิเศษจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร ก่อาริโย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร อาจารย์ที่ปรึกษา ดุขฉินิพนธ์ร่วม ดร.จักรกฤษณ์ ทองคำ กรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริมา สินธุสำราญ ประธานกรรมการสอบ ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอดระยะเวลา ทำการศึกษา

ขอขอบพระคุณผู้ทรงวุฒิทุกท่านที่ได้สละเวลาให้เกียรติพิจารณาเครื่องมือ ให้คำแนะนำจน ทำให้การจัดทำคู่มือผลิถัณห์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำสำเร็จจุล่ง และขอขอบพระคุณ ผู้ประกอบธุรกิจด้านอาหาร นักวิชาการ และบุคคลผู้สนใจทุกท่าน ที่ได้เข้าร่วมใช้คู่มือผลิถัณห์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ (บัณฑิตศึกษา) เพื่อนร่วมรุ่นปริญญาเอก คณาจารย์จากคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เพื่อน ร่วมงานจากคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และผู้มีส่วน เกี่ยวข้องท่านอื่นที่ได้เื้อยนามในกิตติกรรมประกาศนี้ สำหรับการสนับสนุนและความช่วยเหลือที่ทำให้กระบวนการศึกษาครั้งนี้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัว ผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จอย่างแท้จริง สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวัง เป็นอย่างยิ่งว่า การทำวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ ต่อสังคมและประเทศชาติต่อไป

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

สุริย์รัตน์ เอ็มพรหม

## สารบัญ

|                                                                       | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อ                                                              | (2)  |
| Abstract                                                              | (2)  |
| กิตติกรรมประกาศ                                                       | (5)  |
| สารบัญ                                                                | (6)  |
| สารบัญตาราง                                                           | (7)  |
| สารบัญภาพ                                                             | (9)  |
| สารบัญแผนภูมิ                                                         | (10) |
| บทที่ 1 บทนำ                                                          | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา                                    | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์                                                      | 2    |
| 1.3 ขอบเขตของการศึกษา                                                 | 3    |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ                                         | 3    |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                                | 5    |
| 2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของขนมปัง                                 | 5    |
| 2.2 ข้าวเจ้า กข 43                                                    | 11   |
| 2.3 ค่าดัชนีน้ำตาล                                                    | 14   |
| 2.4 สารให้ความหวานแทนน้ำตาล                                           | 16   |
| 2.5 มิวซิเลจจากพืช                                                    | 17   |
| 2.6 พฤติกรรมผู้บริโภค                                                 | 26   |
| 2.7 การจัดทำคู่มือ                                                    | 29   |
| 2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                                           | 30   |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย                                            | 40   |
| 3.1 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง                              | 40   |
| 3.2 วิธีการทดลอง                                                      | 42   |
| 3.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ                                              | 60   |
| 3.4 สถานที่ทำการวิจัย                                                 | 60   |
| 3.5 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย                                            | 60   |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล                              | 61   |
| 4.1 ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง | 61   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                                                                  | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.2 ผลการศึกษาปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้ข้าวเจ้า กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี | 65   |
| 4.3 ผลการศึกษาปริมาณมิวซิเลจจากพืชที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าว กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี   | 68   |
| 4.4 ผลศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดชนีน้ำตาลต่ำ                  | 82   |
| 4.5 ผลของการจัดทำคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์                  | 88   |
| บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ                                                                      | 95   |
| 5.1 สรุปผล                                                                                       | 95   |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ                                                                                   | 97   |
| เอกสารอ้างอิง                                                                                    | 98   |
| ภาคผนวก                                                                                          | 109  |
| ภาคผนวก ก ใบรับรองการประเมินจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์                                             | 110  |
| ภาคผนวก ข หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย                                    | 113  |
| ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย                                                             | 118  |
| ภาคผนวก ง สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)                                                       | 140  |
| ภาคผนวก จ คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์                         | 157  |
| ประวัติการศึกษาและการทำงาน                                                                       | 159  |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                          | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 ค่าสีของข้าวเจ้า กข 43 และแบ่งข้าวเจ้า กข 43                                                                  | 12   |
| 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสาร กข 43 และข้าวเจ้าขาว กข 43                                                        | 14   |
| 2.3 ระดับค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic index)                                                                          | 15   |
| 2.4 ค่าดัชนีน้ำตาลในข้าวเจ้าขาว กข 43 ข้าวกล้อง กข 43 และแบ่งข้าวเจ้า กข 43                                       | 15   |
| 2.5 องค์ประกอบเมล็ดแมงลัก                                                                                         | 20   |
| 2.6 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของมิวซิเลจเมล็ดแมงลัก                                                  | 20   |
| 2.7 โยอาหารทั้งหมดของมิวซิเลจเมล็ดแมงลัก                                                                          | 21   |
| 2.8 อุณหภูมิของการสกัดมิวซิเลจเมล็ดเจีย                                                                           | 22   |
| 2.9 คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดเจียต่อปริมาณ 100 กรัม                                                               | 24   |
| 2.10 องค์ประกอบเมล็ดเจีย ( <i>Salvia hispanica</i> L.) ต่อปริมาณ 100 กรัม                                         | 24   |
| 2.11 คุณค่าทางโภชนาการของไซเลียม ร้อยละของน้ำหนักต่อน้ำหนัก                                                       | 25   |
| 3.1 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ขนมปัง จำนวน 3 สูตร                                                                    | 43   |
| 3.2 สภาวะการสกัดมิวซิเลจจากพืช                                                                                    | 48   |
| 4.1 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน                                                         | 62   |
| 4.2 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังแบ่งข้าวเจ้า กข 43<br>ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง                | 64   |
| 4.3 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล                                          | 66   |
| 4.4 ความพอดี (Just-about-right (3-Point JAR)) ด้านความหวานของผลิตภัณฑ์ขนมปัง                                      | 67   |
| 4.5 สีของมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ก่อนและหลังแช่เย็น                                                             | 68   |
| 4.6 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจเมล็ดแมงลัก<br>ในแบ่งข้าวเจ้า กข 43                    | 70   |
| 4.7 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจเมล็ดเจีย<br>ในแบ่งข้าวเจ้า กข 43                      | 71   |
| 4.8 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจไซเลียมฮัสค์<br>ในแบ่งข้าวเจ้า กข 43                   | 73   |
| 4.9 ค่าความสูงของโด ปริมาตรจำเพาะ น้ำหนักที่สูญเสียหลังการอบ ของผลิตภัณฑ์<br>ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด | 74   |
| 4.10 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด                                                        | 75   |
| 4.11 คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด                                     | 76   |
| 4.12 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด                                     | 79   |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่                                                                                         | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.13 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรควบคุม และสูตรเสริมมิวซิเลจ<br>ไซเลียมฮัสค์          | 80   |
| 4.14 ค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรควบคุมและผลิตภัณฑ์ขนมปัง<br>เสริมมิวซิเลจไซเลียม        | 81   |
| 4.15 ต้นทุนวัตถุดิบสำหรับผลิตมิวซิเลจจากไซเลียมฮัสค์                                             | 82   |
| 4.16 ต้นทุนวัตถุดิบทางตรงผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ                                | 83   |
| 4.17 ข้อมูลประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจาก<br>แป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ | 85   |
| 4.18 ความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้บริโภค                          | 87   |
| 4.19 ผลการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้บริโภค                          | 88   |
| 4.20 ผลประเมินความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ                       | 89   |
| 4.21 ดัชนีประสิทธิผลของการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ                      | 90   |
| 4.22 ผลการเปรียบเทียบความรู้จากการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ              | 90   |
| 4.23 ข้อมูลประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจาก<br>แป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ | 91   |
| 4.24 ความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ                                | 93   |





## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                                 | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 ขั้นตอนการเตรียมโต                                                 | 7    |
| 2.2 ข้าวเจ้า กข 43                                                     | 11   |
| 2.3 ลักษณะของข้าวเจ้า กข 43 และแป้งข้าวเจ้า กข 43                      | 12   |
| 2.4 แป้งข้าวเจ้า กข 43                                                 | 13   |
| 2.5 แป้งข้าวเจ้า กข 43 กำลังขยาย 100x (A) และ 1500x (B)                | 13   |
| 2.6 Stevia rebaudiana Bertoni                                          | 16   |
| 2.7 หน้าที่และประโยชน์ของมิวซิเลจ                                      | 18   |
| 2.8 ลักษณะเมล็ดแมงลัก (A) และเมล็ดแมงลักหลังแช่น้ำ (B)                 | 18   |
| 2.9 Basil seed (A) Hydrated basil seed (B) จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน | 19   |
| 2.10 การสกัดมิวซิเลจเมล็ดแมงลัก                                        | 19   |
| 2.11 ลักษณะเมล็ดเจีย (A) และเมล็ดเจียหลังจากแช่น้ำ (B)                 | 21   |
| 2.12 การสกัดมิวซิเลจเมล็ดเจีย                                          | 23   |
| 2.13 ลักษณะไซเลียมฮัสค์ (A) และไซเลียมหลังแช่น้ำฮัสค์ (B)              | 25   |
| 4.1 ลักษณะผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน 3 สูตร                            | 61   |
| 4.2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลี     | 63   |
| 4.3 สีผิวภายนอกและภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้สารทดแทนความหวาน   | 65   |
| 4.4 สีผิวภายนอกและภายในเนื้อขนมปังที่ใช้มิวซิเลจเมล็ดแมงลัก            | 69   |
| 4.5 สีผิวภายนอกและภายในเนื้อขนมปังที่ใช้มิวซิเลจเมล็ดเจีย              | 71   |
| 4.6 สีผิวภายนอกและภายในเนื้อขนมปังที่ใช้มิวซิเลจไซเลียมฮัสค์           | 72   |
| 4.7 โครงสร้างทางจุลภาคของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด | 78   |
| 4.8 ผิวภายนอกและภายในเนื้อขนมปังที่ใช้มิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด        | 79   |

## สารบัญแผนภูมิ

| แผนภูมิที่                                        | หน้า |
|---------------------------------------------------|------|
| 3.1 วิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 1 | 44   |
| 3.2 วิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 2 | 45   |
| 3.3 วิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 3 | 46   |
| 3.4 วิธีการเตรียมมิวชิเลอเมล็ดแมงลัก              | 49   |
| 3.5 วิธีการเตรียมมิวชิเลอเมล็ดเจีย                | 50   |
| 3.6 วิธีการเตรียมมิวชิเลอไซเลียมฮัสค์             | 51   |



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคปัจจุบัน การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพและเพิ่มความหลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อความชอบที่เปลี่ยนไป ตามบริบทของผู้บริโภคที่มีแนวโน้มใส่ใจด้านสุขภาพ โดยให้ความสำคัญกับอาหารที่ป้องกันโรค และผู้บริโภคมีความเต็มใจที่จ่ายเงิน (Willingness to Pay) เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านั้น (Sgroi et al., 2024) ความนิยมของผู้บริโภคต่ออาหารเพื่อสุขภาพเพิ่มขึ้น ได้กระตุ้นให้ผู้ผลิตสร้างอาหารเพื่อสุขภาพที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี (Raungrusmee et al., 2022) และอาหารที่เป็นแหล่งของเส้นใยจากพวกพืช ผัก ผลไม้ ธัญพืช และเมล็ดพันธุ์ต่างๆ ยังเป็นที่สนใจ เนื่องจากใยอาหารประเภทที่มีคุณสมบัติเกิดเจล (Gel-forming types of dietary fiber) ที่เป็นปัจจัยส่งผลต่ออหิพลดัชนีน้ำตาลต่ำ โดยค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index, GI) เป็นค่าการตอบสนองของระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากรับประทานอาหาร (Arvidsson-Lenner et al., 2004) เมื่ออาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต เกิดการดูดซึมน้ำตาลในเลือดค่าน้อยกว่า 55 ส่งผลดีต่อสุขภาพ (กรมอนามัย, 2561) อีกทั้งทางระบบการทำงานของลำไส้ให้เป็นปกติ ระดับน้ำตาลในเลือดเกิดความสมดุล และการเผาผลาญไขมัน (Bojarczuk et al., 2022)

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ประเภทขนมปังแพร่หลายมากที่สุดในโลก เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนที่มีความสำคัญต่อร่างกาย อย่างไรก็ตามการบริโภคขนมปังสีขาว อาจส่งผลต่อการตอบสนองระดับดัชนีน้ำตาลในเลือดให้เพิ่มสูงขึ้นได้เนื่องจากการย่อยแป้งสามารถเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว (Li et al., 2022) เมื่อร่างกายได้รับสารคาร์โบไฮเดรต ตัวบ่งชี้การตอบสนองของการย่อยกลูโคสเกิดขึ้น คือ ดัชนีน้ำตาล (GI) หากมีค่าสูง ( $GI \geq 70$ ) ส่งผลเสียต่อสุขภาพ เกิดโรคเมตาบอลิซึม โรคอ้วน โรคหัวใจ และหลอดเลือด (Yun et al., 2021) ข้าว กข43 (*Oryza sativa* L.) มีปริมาณอะมิโลสต่ำ (Amylose) เป็นข้าวสายพันธุ์ผสมระหว่างข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรีกับข้าวสุพรรณบุรี 1 เมื่อผู้ที่มีภาวะก่อนเบาหวานบริโภคข้าว กข 43 เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ส่งผลให้ระดับน้ำตาลกลูโคส อินซูลิน น้ำตาลเฉลี่ยสะสม ตัวชี้วัดสำหรับการดื้อต่ออินซูลินในเลือดภายหลังอดอาหารลดลง (Suklaew, 2020a) เมื่อนำข้าว กข 43 แปรรูปเป็นแป้ง ฟลาวัวร์ (RD43 rice flour) พบว่ามีค่าดัชนีน้ำตาล (Estimated glycemic index; eGI) 51.38 แสดงถึงระดับค่า GI ต่ำ (ธาริณี นิลกำแหง, 2564) ทั้งนี้แป้งข้าวเจ้า กข 43 จึงอาจใช้เป็นทางเลือกในการลดดัชนีน้ำตาลในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารได้ (Suklaew et al., 2020b)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ยังคงให้ความสำคัญต่อรสชาติที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ ดังนั้นทางเลือกหนึ่งสำหรับการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลดังเช่น หญ้าหวาน (Stevia) อิริทริทอล (Erythritol) และซูคราโลส (Sucralose) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความน่าสนใจเนื่องจากสามารถใช้เพิ่มรสชาติด้านความหวานในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่โดยไม่ส่งผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส

(อัญธิศร สิริทรัพย์เจริญ และคณะ, 2565) และไม่เพิ่มแคลอรี (Boesten et al., 2015) เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เพื่อช่วยลดค่าดัชนีน้ำตาลในเลือด (GI) (Jariyah et al., 2024) มิวซิเลจ (Mucilage) ได้จากพืช เช่น เมล็ดเจีย (Chai seed) เมล็ดแมงลัก (Basil seed) และ ไซเลียมฮัสค์ (Psyllium Husk) ทั้งนี้มิวซิเลจสามารถสกัดได้โดยการแช่ส่วนของพืชลงในน้ำ และให้ความร้อน รวมด้วยมิวซิเลจมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ (Cakmak et al., 2023) โดยมิวซิเลจจากเมล็ดเจียสามารถใช้เป็นส่วนผสมอาหารสำหรับการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพ เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) เป็นตัวทดแทนไข่ ไขมัน และกลูเตน (Zettel & Hitzmann, 2018) โดยการใช้มิวซิเลจจากเมล็ดพืชช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติ (Monteiro et al., 2023) มิวซิเลจเมล็ดแมงลักมีความสามารถดูดซับน้ำ เกิดฟอง และเป็นอิมัลชันมีความคงตัว (Nazir & Wani, 2021a) และมิวซิเลจไซเลียมฮัสค์เป็นแหล่งของใยอาหารธรรมชาติ มีการดูดซับน้ำเมื่อได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิ เกิดคุณสมบัติของเจล ทำให้เส้นใยเกิดโครงสร้างและรวมเป็นก้อนระหว่างการทำให้เย็น (Ren et al., 2020; Noguerol et al., 2022) ไซเลียมมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด คอเลสเตอรอล โรคเบาหวานชนิดที่ 2 โรคอ้วนจากภาวะน้ำหนักตัวมากกว่าปกติ (Franco et al., 2020) ทั้งนี้ไซเลียมสามารถใช้เป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน และการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ (Franco et al., 2020; Ren et al., 2020)

การศึกษานี้ จึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากแป้งข้าวเจ้า กข 43 ร่วมกับการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลทราย และการใช้มิวซิเลจ (Mucilage) ที่ได้จากพืช เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำให้ตอบโจทย์ผู้รักสุขภาพที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และสร้างความแตกต่างของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีในท้องตลาดทั่วไป โดยการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำเพื่อสุขภาพ และการจัดทำคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำเพื่อเผยแพร่ความรู้ให้ผู้สนใจต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี
- 1.2.3 เพื่อศึกษาปริมาณมิวซิเลจจากพืช ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ
- 1.2.4 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำเสริมมิวซิเลจ
- 1.2.5 เพื่อจัดทำคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

### 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำมีขอบเขตของการศึกษาตามวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

#### 1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.3.1.1 การศึกษาผลิตภัณฑ์ขนมปังประเภทมีปริมาณไขมันปานกลาง (Loaf Bread)

1.3.1.2 การศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 โดยใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 (RD43 Rice Flour) ตราเหรียญทองคู่

1.3.1.3 การศึกษาปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาล โดยใช้ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อลิน (ดีไลท์ พลัส 0 แคลอรี สตีเวีย)

1.3.1.4 การศึกษาปริมาณมิวซิเลจจากพืช (Plant Mucilage) โดยใช้มิวซิเลจจากพืช 3 ชนิดดังนี้

- |                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| 1) เมล็ดแมงลัก (Basil Seed)           | ตราไร้ทิพย์             |
| 2) เมล็ดเจีย (Chai Seed)              | ตราไร้พระจันทร์         |
| 3) ไซเลียมฮัสค์ชนิดผง (Psyllium Husk) | บริษัทกรุงเทพเคมี จำกัด |

#### 1.3.2 ขอบเขตประชากร

1.3.2.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ผู้บริโภค จำนวน 132 คน ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปี – 55 ปี

1.3.2.2 ผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 7 คน ที่มีประสบการณ์สอนด้านผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และผู้ประกอบการด้านอาหาร อย่างน้อย 5 ปี สำหรับประเมินแบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

1.3.2.3 ผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 7 คน ที่มีประสบการณ์สอนด้านผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และผู้ประกอบการด้านอาหาร อย่างน้อย 5 ปี สำหรับประเมินคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ใช้เป็นแนวทางการผลิตขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำเพื่อสุขภาพ ให้แก่นักวิชาการ/นักโภชนาการ/ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน และผู้ประกอบการ สามารถประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตสู่อุตสาหกรรมต่อไป

1.4.2 ใช้เป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่มีคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ อาจารย์/นักวิชาการ/ นักศึกษา/บุคคลทั่วไป /ผู้ที่บริโภคผลิตภัณฑ์ขนมปัง

1.4.3 เพิ่มมูลค่าแป้งข้าวเจ้า กข 43 ที่เป็นผลผลิตของประเทศไทยให้กับกลุ่มเกษตรกรไทย และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้จำหน่ายข้าว กข43 สู่ท้องตลาดในกระบวนการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพให้มีความหลากหลาย

1.4.4 ได้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบ  
อิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นสื่อเผยแพร่ความรู้และการประยุกต์ใช้ให้แก่อาจารย์/นักวิชาการ/ นักศึกษา/  
บุคคลทั่วไป /ผู้ที่บริโภคผลิตภัณฑ์ขนมปัง



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ในครั้งนี้ได้การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษา ประกอบด้วย แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของขนมปัง ข้าวเจ้า กข 43 ค่าดัชนีน้ำตาล หย้าหวาน มิวซิเลจจากพืช พฤติกรรมผู้บริโภค การจัดทำคู่มือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของขนมปัง

##### 2.1.1 ความหมายผลิตภัณฑ์ขนมปัง

ขนมปัง (Bread) ความหมาย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.747/2555) หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมแป้งชนิดอื่น น้ำ เกลือ ยีสต์หรือสารที่ช่วยให้ขึ้นฟู และส่วนผสมอื่น เช่น น้ำตาล นม ไขมัน วัตถุแต่งกลิ่นรส นวดผสมให้เข้ากัน อาจมีส่วนประกอบอื่น ผสมในเนื้อแป้ง เช่น ธัญพืช ผลไม้แห้ง ช็อกโกแลต ผักหรือพืชสมุนไพร ทำให้เป็นรูปทรงที่ต้องการโดยปั้นหรือใส่ในพิมพ์ขนมปัง หมักจนได้ที่ แล้วนำไปอบจนสุก มีลักษณะรูปทรงต่าง ๆ เช่น สี่เหลี่ยม ก้อนกลม และรูปทรงอื่น ๆ เช่น ขนมปังปอนด์ ขนมปังกะโหลก ขนมปังโฮลวีท ขนมปังนม ขนมปังฝรั่งเศส (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2555)

##### 2.1.2 ลักษณะโดยทั่วไปของผลิตภัณฑ์ขนมปัง

ขนมปัง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นฟูโดยใช้ยีสต์ในการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีรูปร่างได้หลากหลายแบบ เช่น ก้อนกลม เป็นแผ่นสี่เหลี่ยม เป็นแท่ง และแบบโรล ขึ้นอยู่กับวิธีการผลิต เนื้อสัมผัสมีลักษณะ ได้หลายแบบอีกเช่นกัน ได้แก่ แบบกรอบ แบบนุ่ม และแบบกรอบนอกนุ่มใน เป็นต้น ส่วนด้านรสชาติ ถ้าเป็นขนมปังจืดจะไม่มีรสชาติหวาน ได้แก่ ขนมปังแซนด์วิช ขนมปังฝรั่งเศสหรือ บาเก็ต (Baguette) เป็นต้น ขนมปังที่มีรสชาติหวานน้อย ได้แก่ ขนมปังชอฟท์โรล ขนมปังแอมเบเกอร์

##### 2.1.3 การแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ขนมปัง

ผลิตภัณฑ์ขนมปังสามารถแบ่งชนิดตามปริมาณของไขมันได้ดังต่อไปนี้ (จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2554)

2.1.3.1 ขนมปังที่มีปริมาณไขมันต่ำ หรือเรียกว่าขนมปังผิวแข็ง (Hard Bread) มีไขมันเพียงร้อยละ 3 เป็นขนมปังที่มีลักษณะผิวและเนื้อขนมปังค่อนข้างแข็ง ได้แก่ ขนมปังฝรั่งเศส และขนมปังขาไก่

2.1.3.2 ขนมปังที่มีปริมาณไขมันปานกลาง หรือเรียกว่าขนมปังจืด (Loaf Bread) มีไขมันร้อยละ 3 - 6 เป็นขนมปังจืด ได้แก่ ขนมปังแซนด์วิช และขนมปังหัวกะโหลก

2.1.3.3 ขนมปังที่มีปริมาณไขมันสูง หรือเรียกว่าขนมปังกึ่งหวาน (Soft Bun) มีปริมาณไขมันร้อยละ 6-12 ลักษณะของขนมปังหวานจะมีเนื้อสัมผัสนุ่ม ได้แก่ ขนมปังชอฟบัน ขนมปังฮอตดอก และขนมปังแฮมเบอร์เกอร์

2.1.3.4 ขนมปังที่มีปริมาณไขมันสูงที่สุด หรือเรียกว่าขนมปังหวาน (Sweet Dough) มีไขมันร้อยละ 12-24 ขนมปังประเภทนี้จะบรรจุไส้ ได้แก่ ขนมปังมะพร้าว และซินนามอนบัน

#### 2.1.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง

วัตถุดิบที่สำคัญในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง (จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2554) ได้แก่ แป้งสาลี ยีสต์ น้ำ เกลือ ไขมัน ไข่ไก่ และนม

2.1.4.1 แป้งสาลีชนิดแข็ง (Hard wheat flour) จากการรวมตัวของโปรตีน 2 ชนิด ผสมอยู่ ได้แก่ กลูเตนิน (Glutenin) ไกลอะดิน (Gliadin) แป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า “กลูเตน” (gluten) ลักษณะเหนียว ยืดหยุ่น กลูเตนเป็นตัวเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากการหมัก

2.1.4.2 ยีสต์ (Yeast) เป็นสายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* อาจเขียนย่อว่า *S. cerevisiae* ยีสต์ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังมี 3 ชนิดคือ ยีสต์สด ยีสต์แห้งชนิดเม็ด และยีสต์แห้งชนิดผง ยีสต์เป็นส่วนผสมสำคัญที่ทำหน้าที่ระหว่างการหมัก โดยการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) ตัวช่วยให้กลูเตนมีความนุ่มและยืดตัวได้ดีจากเอนไซม์ โปรตีเอส (Protease) และช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังมีกลิ่นรสเฉพาะตัว

2.1.4.3 น้ำ (Water) ช่วยให้เกิดกลูเตนในระหว่างการผสม ช่วยทำละลายเกลือ และช่วยกระจายยีสต์ให้ทั่วก้อนโด ช่วยควบคุมความชื้นของโด และช่วยลดอุณหภูมิความร้อนภายในก้อนโด ทั้งนี้ น้ำที่ใช้สามารถใช้ น้ำเย็น เพื่อลดการทำงานของยีสต์ให้ช้าลง หรือถ้าต้องการให้ยีสต์ทำหน้าที่ได้เร็วสามารถใช้ น้ำอุ่นอุณหภูมิ 110 - 115 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 43 - 46 องศาเซลเซียส

2.1.4.4 เกลือ (Salt) น้ำที่สำคัญของเกลือช่วยให้รสชาติ และควบคุมอัตราการหมักให้โดขึ้นฟูในปริมาณที่เหมาะสม โดยเติมลงในส่วนผสมร้อยละ 1 - 2 ของส่วนผสมทั้งหมด แต่ถ้าใส่เกลือปริมาณสูงกว่าร้อยละ 3 ยีสต์หยุดการทำงานและปริมาณของก้อนโดไม่ขึ้นฟู

2.1.4.5 ไขมัน (Fat) เนื้อสัมผัสที่นุ่มของขนมปังมีผลมาจากปริมาณของไขมันที่ใช้เติมในส่วนผสม และเพิ่มกลิ่นรสที่ดีให้แก่ผลิตภัณฑ์ขนมปัง ส่วนใหญ่ไขมันที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง ได้แก่ เนยสดที่ปริมาณไขมันจากนมร้อยละ 80 เนยผสมมีปริมาณไขมันจากนมและไขมันพืช และน้ำมันพืช

2.1.4.6 ไข่ไก่ (Egg) ไข่ทั้งฟอง ทำหน้าที่ช่วยให้ขนมปังมีความมันมีกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสที่ดีจากโปรตีนของไข่ และช่วยเสริมให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ขนมปัง

2.1.4.7 นม (Milk) ที่ใช้ใส่ลงในส่วนผสม สามารถใช้เป็นนม หรือนมผง (Dry milk) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังมีรสชาติที่ดี และช่วยให้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ขนมปังมีลักษณะมันวาว



### 2.1.5 กรรมวิธีการเตรียมโด

กรรมวิธีการเตรียมโด แบ่งออกได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการเตรียมโด  
ที่มา: สุริย์รัตน์ เอมพรหม (2566)

#### 2.1.5.1 การเตรียมวัตถุดิบ (Preparation ingredients)

- 1) ก่อนชั่งน้ำหนักแป้งควรร่อนแป้งเพื่อแยกสิ่งแปลกปลอมออก และเพื่อช่วยให้แป้งกระจายตัวออกจากกัน
- 2) วัตถุดิบที่ใช้ในส่วนผสมควรควบคุมอุณหภูมิให้ที่เหมาะสมตามที่สูตรกำหนด
- 3) ไขมันประเภทเนยสด ควรใช้ไขมันที่มีลักษณะไม่แข็งจนเกินไป เพราะจะทำให้ส่วนผสมกระจายตัวได้ช้า มีผลต่อระยะเวลาในการนวดแป้งโดเพิ่มขึ้น

#### 2.1.5.2 การผสมแป้ง (Mixing)

- 1) การผสมแป้งให้เกิดเป็นก้อนโด เกิดจากส่วนผสมทั้งหมดคลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกัน โปรตีนในแป้งรวมตัวกับน้ำเกิดกลูเตนเป็นก้อนแป้งที่มีลักษณะเหนียว และความยืดหยุ่น
- 2) การทดสอบคุณภาพก้อนโด ควรมีลักษณะโดเรียบเนียนไม่ติดกับข้างอ่างผสม เมื่อใช้มือจับดูก้อนโดแป้งมีความยืดหยุ่นดึงขึ้นมาจะไม่เหนียวติดมือ และสามารถดึงให้เป็นแผ่นบาง ๆ ได้โดยไม่ฉีกขาด ก้อนแป้งที่มีลักษณะดังกล่าวหลังจากการผสมแล้วเรียกว่า "โด"
- 3) ข้อควรระวังไม่ควรผสมก้อนโดนานเกินไปเพราะจะทำให้ก้อนโดมีอุณหภูมิสะสมสูงขึ้นในระหว่างการนวด ส่งผลให้กลูเตนในโดฉีกขาดทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรต่ำ

#### 2.1.5.3 การหมักโด (Fermenting)

กระบวนการหมักเกิดขึ้นหลังการผสมวัตถุดิบเข้าด้วยกันจนได้เป็นก้อนโด ซึ่งในขั้นตอนนี้ยีสต์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงจากอุณหภูมิที่เริ่มขึ้นตั้งแต่ 33 องศาฟาเรนไฮต์ จนถึง 130 องศาฟาเรนไฮต์ ยีสต์จะสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น 90 องศาฟาเรนไฮต์ ส่งผลด้านรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ต่อผลิตภัณฑ์ขนมปัง ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้เหมาะสม โดยมีวิธีการหมักโด ดังต่อไปนี้

- 1) การหมักก้อนโดในภาชนะ และวางในบริเวณที่ ปราศจากกลิ่น ป้องกันไม่ให้ไนโตรเจนหรือไฮโดรเจนซัลไฟด์จากภายนอก รักษาผิวหน้าของก้อนโดไม่ให้เปื่อยหรือแห้งจนเกินไป
- 2) หมักโดในตู้ เป็นตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยให้มีอุณหภูมิอยู่ประมาณ 95 - 98 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 35 - 37 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์

ร้อยละ 80-83 เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นภายในโด ซึ่งยีสต์ใช้น้ำตาลบางส่วนเป็นอาหาร และสตาร์ชจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล จนในที่สุดกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอล์ ซึ่งก๊าซนี้มีส่วนทำให้โดขยายตัว เอนไซม์โปรติเอสที่มีอยู่ในยีสต์จะช่วยให้กลูเตนนุ่มและยืดหยุ่นตัวได้อีกประการหนึ่งในขณะที่หมักโดไว้นั้นจะมีกรดเกิดขึ้นภายในโด ช่วยให้โดยืดตัวได้หลังจากที่หมักโดไว้ระยะเวลาหนึ่งโดจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น

#### 2.1.5.4 โไล่อากาศ (Punching)

1) การไล่อากาศออกจากก้อนโดที่ขึ้นฟูแล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อให้โดมีอุณหภูมิเท่ากันหมดทั้งก้อน การไล่อากาศคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีมากเกินไปออกจากก้อนโด จากนั้นนำอากาศบริสุทธิ์เข้าไปแทนในก้อนโดเพื่อให้ยีสต์ทำงานได้ดีขึ้น ช่วยให้กลูเตนที่ขยายตัวออกเป็นโครงสร้างใหม่มีความแข็งแรงขึ้น

2) การทดสอบและควบคุมคุณภาพของก้อนโดที่พร้อมจะลดปริมาตรหรือไล่อากาศออกได้ เมื่อหมักจนขึ้นฟูในครั้งแรกนั้นจะกระทำเมื่อหมักโดไปได้แล้วประมาณร้อยละ 80 ของระยะเวลาที่ใช้หมัก การทดสอบมีขั้นตอนดังนี้ใช้นิ้วกดลงไปบนก้อนโด มีความลึกประมาณ 2 - 4 เซนติเมตร ถัรรอยนิ้วที่กดลงไปถูกดัน แสดงว่าก้อนโดนั้นพร้อมที่จะไล่อากาศออก

3) ไม่ควรไล่อากาศในก้อนโดหลายครั้งเพราะจะทำให้แป้งหมักมีความเหนียว ทั้งนี้ระยะเวลาในการหมักโดจะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ทำขึ้น โดยการหมักโดที่เป็นไปอย่างถูกต้อง มีระยะเวลาการหมักและปริมาณของยีสต์เหมาะสม จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสชาติที่ดี

#### 2.1.6 กรรมวิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ขนมปัง

กรรมวิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ขนมปัง เริ่มจากการแบ่งก้อนโด คลึงให้เป็นก้อนกลม พักให้คลายตัว ก่อนนำไปขึ้นรูป และพักให้ยีสต์สร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อให้ขนมปังเกิดโครงสร้างภายในได้ดีขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

##### 2.1.6.1 แบ่งก้อนโด (Scaling the Dough)

การแบ่งก้อนโดก่อนที่จะนำลงใส่ในพิมพ์ขนมปังโดยการตัดแบ่งโดให้เป็นชิ้นโดยใช้ อุปกรณ์ มีด หรือแผ่นโลหะ หรือแผ่นพลาสติก ตัดโดมีขนาดเท่ากัน ควบคุมน้ำหนักเพื่อที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างที่ดี ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังสุกพร้อมกันและมีสีที่สม่ำเสมอ

##### 2.1.6.2 คลึงโดเป็นก้อนกลม (Rounding)

เมื่อตัดแบ่งโดให้เป็นก้อนมีน้ำหนักและขนาดตามต้องการแล้ว ต้องนำมากลึงให้เป็นก้อนกลมซึ่งเป็นขั้นตอนที่จำเป็น เพราะเป็นการทำให้ก้อนโดที่ถูกตัดแบ่งมามีผิวเรียบทั้งก่อนและป้องกันไม่ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไปได้ทางผิวที่ถูกตัด ทำให้โดสามารถเก็บกักก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ได้ดียิ่งขึ้น อีกประการหนึ่งเมื่อตัดแบ่งโดออกมานั้นโครงสร้างของกลูเตนเรียงอยู่ไม่เป็นระเบียบ จึงต้องคลึงให้เป็นก้อนกลมมีผิวเรียบเนียน โดยมีวิธีการคลึงโดเป็นก้อนกลมโดยใช้อุ้งมือดึงผิวหน้าส่วนด้านบนของโดให้เรียบ คลึงก้อนโดให้เป็นก้อนกลมและมีผิวเรียบเนียน

##### 2.1.6.3 พักให้โดคลายตัว (Bench Proofing)

การพักโดหลังจากคลึงเป็นก้อนกลม หลังจากคลึงโดให้เป็นก้อนกลมเรียบเนียนแล้วควรพักโด เพื่อให้โดคลายตัวจากการคลึง โดยทั่วไปใช้เวลาพัก ประมาณ 8 - 15 นาที ขึ้นอยู่

กับสภาพของโดและสภาพของห้องทำงาน จากการพักโดจะส่งผลต่อคุณลักษณะของโดที่เกิดขึ้น กับผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างได้สัดส่วน จากขนาดของโดที่มีความสม่ำเสมอ เมื่อนำโดใส่พิมพ์ขนมปังขึ้นรูปโดจะขึ้นฟูเต็มพิมพ์ขนมปังได้ดี เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์จะสม่ำเสมอ กลูเตนจะยึดตัวอย่างซ้ำๆ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรเพิ่มขึ้นและมีรูปร่างสม่ำเสมอ

#### 2.1.6.4 ขึ้นรูปโด (Shaping Dough)

การขึ้นรูปโดสามารถทำได้จากการม้วนโดเพื่อให้โดมีลักษณะเป็นก้อน ก่อนนำไป ขึ้นรูป โดยใช้ไม้คลึงแบ่งหรือใช้เครื่องรีดให้ก้อนโดเป็นแผ่นหนาหรือบางตามต้องการ การรีดโดก็เป็นการไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการพักโดออกไป และเพื่อให้โพรงอากาศที่เกิดขึ้นภายในก้อนโดมีขนาดเท่า ๆ กัน

#### 2.1.6.5 พักให้โดขึ้นฟูเต็มที่ (Proofing)

ขั้นตอนนี้เป็นการนำโดเข้าไปพักเป็นรอบสุดท้าย โดยนำโดที่ขึ้นรูปใส่ในพิมพ์ขนมปังหรือถาดแล้ว ไปวางพักในพื้นที่ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น อุณหภูมิประมาณ 95 - 98 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 35 - 37 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80 - 83 วัตถุประสงค์ของการพักตัวครั้งสุดท้าย

- 1) เพื่อให้โดมีปริมาตรเพิ่มขึ้นหลังจากการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- 2) เพื่อยืดเกิดปฏิกิริยาโดยมีอุณหภูมิที่เหมาะสม จะทำให้กลูเตนเกิดการขยายตัวได้ดีและมีรูปร่างที่สวยงาม
- 3) การพักโดครั้งสุดท้ายนี้ให้โดขึ้นฟูเต็มที่ โดยต้องใช้ระยะเวลาการพักที่เพิ่มขึ้นกว่าครั้งแรก
- 4) การตรวจสอบคุณภาพของโดที่พักจนขึ้นฟูเต็มที่และพร้อมนำเข้าเตาอบสามารถใช้นิ้วมือแตะลงบนผิวหน้าโด ถ้ามีรอยนิ้วติดอยู่ สามารถนำเข้าเตาอบได้ แต่ถ้ารอยนิ้วหายไปเมื่อยกนิ้วขึ้นหรือรอยนิ้วถูกดันขึ้นมาจนหายไปแสดงว่า โดยังคลายตัวได้ไม่เต็มที่ ต้องพักต่อ หรือถ้าใช้นิ้วกดแล้วเป็นรอยจมลงไปลึก ไม่ถูกดันกลับขึ้นมาแสดงว่า พักโดนานเกินไป ซึ่งจะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ผ่านการอบสุกเกิดผิวหน้าที่มีลักษณะเหี่ยวย่น

### 2.1.7 กรรมวิธีการอบและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมปัง

2.1.7.1 กรรมวิธีการอบและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังระหว่างเข้าอบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) การอบโดที่อุณหภูมิระหว่าง 305 - 480 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 150 - 250 องศาเซลเซียส
- 2) ระยะเวลาของการอบผลิตภัณฑ์ขนมปัง ประมาณ 25 - 60 นาที โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดของผลิตภัณฑ์ขนมปัง
- 3) ความร้อนภายในเตาอบที่เหมาะสมจะทำให้โดสุกได้ดี และขณะที่นำโดเข้าเตาอบ การหมักของก้อนโดมีอัตราเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในโดขยายตัวเต็มที่ส่งผลให้ปริมาตรของโดเพิ่มสูงขึ้น
- 4) อุณหภูมิและความร้อนช่วยระเหยน้ำออกจากผิวนอกของโดทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของเปลือกนอกเป็นสีน้ำตาลเนื่องจากปฏิกิริยาของความรอนกับน้ำตาล

5) เม็ดสตาร์ชที่มีอยู่ในกลูเตนขยายตัวขึ้นที่อุณหภูมิ 149 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 65 องศาเซลเซียสและจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโดยเอนไซม์อะมิเลส ซึ่งจะมีการทำงานต่อไปจนถึง อุณหภูมิประมาณ 157 - 167 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 70 - 75 องศาเซลเซียส กลูเตนจะแข็งตัวเป็น โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 165 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 73 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิ สูงขึ้นเปลือกนอกของโดก็จะแห้งและแข็งเป็นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จึงได้เป็นคุณภาพทางด้านลักษณะ ของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีโครงสร้างภายนอกแข็งและภายในโปร่งเบาและอ่อนนุ่มน่ารับประทาน

#### 2.1.7.2 การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่อบสุกแล้ว ทดสอบได้ดังนี้

- 1) เมื่อใช้มือสัมผัสผิวของผลิตภัณฑ์จะไม่ติดมือ
- 2) ผลิตภัณฑ์มีโครงสร้างที่แข็งแรงจากปริมาณน้ำที่ระเหยออกไปทำให้รูปร่าง ของผลิตภัณฑ์ทรงตัวได้ดี
- 3) ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนสีจากโดที่เป็นสีขาว เป็นสีน้ำตาล และมีกลิ่นรสชวน รับประทาน

#### 2.1.7.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมปังในระหว่างการเข้าอบ มีดังต่อไปนี้

- 1) ขนาดและรูปร่างของผลิตภัณฑ์ ถ้าผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่ต้องใช้อุณหภูมิ ลดลง เพื่อไม่ให้เปลือกนอกไหม้ก่อนที่เนื้อในของผลิตภัณฑ์สุก ถ้าผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็กต้องเพิ่ม อุณหภูมิในเตาอบให้สูงขึ้นเพื่อให้เปลือกนอกและเนื้อในของผลิตภัณฑ์สุกพร้อมกัน
- 2) ปริมาณของน้ำตาลที่มีอยู่ในโดขณะอบ สูตรที่มีน้ำตาลสูงจะต้องลด อุณหภูมิของเตาอบให้ต่ำลงเพื่อที่จะไม่ให้เปลือกนอกไหม้ ถ้ามีน้ำตาลอยู่น้อย ควรเพิ่มอุณหภูมิของ เตาอบให้สูงขึ้น เพื่อให้เปลือกนอกมีสีน้ำตาล
- 3) โดที่มีปริมาณนํมยอยู่ประมาณร้อยละ 3 หรือมากกว่าจะทำให้เปลือก นอกของผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น
- 4) ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีเปลือกหนาและแข็ง เช่นขนมปังฝรั่งเศส แสดงว่ามี เเปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลและไขมันอยู่ต่ำ ต้องการเวลาในการอบนานขึ้นและต้องการอุณหภูมิสูงขึ้นกว่า การอบขนมปังธรรมดา
- 5) ผลิตภัณฑ์ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีและฟิสิกส์หลาย ขั้นตอน ถ้านำผลิตภัณฑ์ขนมปังออกจากเตาอบก่อนที่ปฏิกิริยาจะเสร็จสิ้นลง จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ ขนมปังที่มีกลิ่นรสและคุณภาพไม่ดีพอ ถึงแม้ว่าจะได้สีของเปลือกนอกสวยก็ตาม
- 6) สีและความหนาของเปลือกนอกของขนมปังนั้นขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการ อบและปริมาณน้ำตาลที่มีในโด ถ้าอบขนมไม่สุกจะทำให้มีกลิ่นรสไม่ดี ทำให้โครงสร้างภายใน ผลิตภัณฑ์ขนมปังนุ่มเกินไป

2.1.7.4 การพักให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังเย็น (Cooling) เป็นขั้นตอนการทำให้ความชื้นที่ ยังคงเหลืออยู่ภายในระเหยออกไป มีวิธีการพักดังต่อไปนี้

- 1) นำผลิตภัณฑ์ออกจากพิมพ์ขนมปังหรือถาดอบ
- 2) ปลอ่ยให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังเย็นเองตามธรรมชาติ จากการวางพักไว้บน ตะแกรงที่มีอากาศถ่ายเทและอยู่ในอุณหภูมิห้อง

3) เมื่อผลิตภัณฑ์ขนมปังเย็น จะมีอุณหภูมิอยู่ที่ 80 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 27 องศาเซลเซียส

4) ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เย็นแล้ว สามารถนำไปหั่นขึ้นรูป เช่น ขนมปังแซนด์วิช จะทำได้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เรียบ แต่ถ้าตัดหรือหั่นขนมปังในขณะที่ยังร้อนอยู่จะทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์เกิดการเสียรูปร่าง

#### 2.1.7.5 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (Storage)

ผลิตภัณฑ์ขนมปัง ต้องเก็บรักษาในสภาวะที่เหมาะสมเพื่อให้ผลิตภัณฑ์คงคุณภาพที่ดีทางด้านเนื้อสัมผัส และกลิ่น โดยการเก็บรักษาไว้ในที่สะอาด และใส่ในบรรจุภัณฑ์ที่มีการปิดมิดชิดเพื่อป้องกันการปนเปื้อน มีการควบคุมอุณหภูมิเหมาะสม ประมาณ 25 องศาเซลเซียส เพื่อลดการสูญเสียความชื้นที่อาจส่งผลต่อโครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์

## 2.2 ข้าวเจ้า กข 43

### 2.2.1 ข้าวเจ้า กข 43

ข้าวเจ้า กข 43 (RD43) ชื่อพันธุ์ กข 43 (*Oryza sativa* L.) เป็นข้าวที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรีกับข้าวสุพรรณบุรี 1 โดยมีลักษณะของเมล็ดข้าวกล้อง ยาว 7.5 มิลลิเมตร กว้าง 2.1 มิลลิเมตร และหนา 1.8 มิลลิเมตร ทั้งนี้ข้าวเจ้า กข 43 ถูกนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แป้งข้าวเจ้า กข 43 เพื่อใช้ในการผลิตอาหาร



ภาพที่ 2.2 ข้าวเจ้า กข 43

ที่มา: กองวิจัยและพัฒนาข้าว (2559)

### 2.2.2 ลักษณะของข้าวเจ้า

กข 43 จากข้าวขาว และข้าวกล้อง และแบ่งข้าวเจ้า กข 43 มีค่าสี ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่าสีของข้าวเจ้า กข 43 และแบ่งข้าวเจ้า กข 43

| ค่าสี | ชนิดข้าวเจ้า กข 43 |                 |
|-------|--------------------|-----------------|
|       | ข้าวขาว กข 43      | ข้าวกล้อง กข 43 |
| L*    | 95.05              | 88.77           |
| a*    | - 0.11             | - 0.03          |
| b*    | 5.81               | 84.19           |

ที่มา: Ngo et al. (2024)

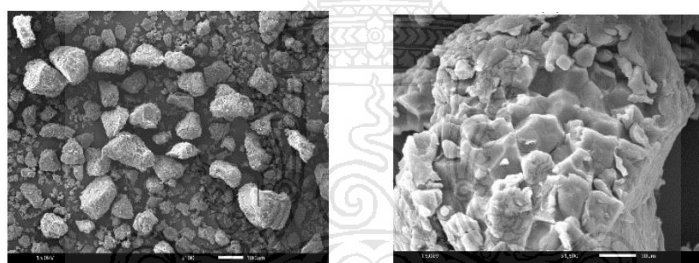


ภาพที่ 2.3 ลักษณะของข้าวเจ้า กข 43 และแบ่งข้าวเจ้า กข 43

ที่มา: Ngo et al. (2024)



ภาพที่ 2.4 แป้งข้าวเจ้า กข 43  
ที่มา: ภาพถ่ายโดยผู้เขียน



A

B

ภาพที่ 2.5 แป้งข้าวเจ้า กข 43 กำลังขยาย 100x (A) และ 1500x (B)  
ที่มา: Suklaew et al. (2020a)

### 2.2.3 ประโยชน์ของข้าว กข 43

ข้าว กข 43 มีค่าดัชนีน้ำตาลลดต่ำจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการอย่างง่ายในการประเมินค่า ดัชนีน้ำตาลโดยประมาณ (estimated glycemic index, eGI) อยู่ที่ 40.5 (Saeva & Srikaeo, 2022) ผลการทดลองจากการย่อยแป้ง กข 43 และแป้งข้าวหอมมะลิในหลอดทดลอง เปรียบเทียบกัน พบว่า เมื่อข้าว กข 43 ถูกย่อยเป็นเวลา 20 นาที ปลดปล่อยกลูโคสและ IAUC (Incremental Area Under the Curve) ได้ต่ำกว่าการย่อยข้าวหอมมะลิ ตลอดเวลาจนถึง 180 นาที แสดงให้เห็นถึงผลกระทบในทางบวกของข้าว กข 43 จากค่าแป้งที่ถูกย่อยได้เร็ว (Rapidly digestible starch; RDS) มีค่าต่ำปริมาณการถูกย่อยแป้งได้ช้า (Slowly digestible starch; SDS) จึงส่งผลดีต่อสุขภาพ เพราะสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดหลังมื้ออาหารได้ (Postprandial blood glucose) (Suklaew, 2020a) โดยข้าวสาร กข 43 และข้าวเจ้าขาว กข 43 คุณค่าทางโภชนาการ ตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสาร กข 43 และข้าวเจ้าขาว กข 43

| สารอาหาร                    | ปริมาณสารอาหาร                     |                               |
|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
|                             | ข้าวสาร กข 43                      | ข้าวเจ้าขาว กข 43             |
|                             | อ้างอิง<br>(Suklaew et al., 2020a) | อ้างอิง<br>(Ngo et al., 2024) |
| พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี) | 353.33                             | 362.73                        |
| คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)       | 80.64                              | 78.17                         |
| โปรตีน (ร้อยละ)             | 5.96                               | 8.55                          |
| ไขมัน (ร้อยละ)              | 0.77                               | 1.76                          |
| ใยอาหารทั้งหมด (ร้อยละ)     | 1.10                               | 1.18                          |
| อะมิโลส (ร้อยละ)            | 19.04                              | -                             |

## 2.3 ค่าดัชนีน้ำตาล

### 2.3.1 ความหมายของค่าดัชนีน้ำตาล

ค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index, GI) หมายถึง ค่าของระดับน้ำตาลในเลือด โดยถูกกำหนดในช่วงเวลา 0 ถึง 2 ชั่วโมงจากการรับประทานคาร์โบไฮเดรตประมาณ 50 กรัม ซึ่งแสดงเป็นร้อยละของพื้นที่เกี่ยวข้องหลังจากบริโภคคาร์โบไฮเดรตในปริมาณที่เท่ากันจากผลิตภัณฑ์อาหารอ้างอิง ทั้งนี้ค่าดัชนีน้ำตาล ที่สูงขึ้นเกี่ยวข้องกับการตอบสนองของอินซูลินสูง ซึ่งหมายความว่าร่างกายจะปล่อยอินซูลินมากขึ้นเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และค่าดัชนีน้ำตาลที่กำหนดสำหรับอาหาร เพื่อคาดการณ์การตอบสนองของระดับน้ำตาลในเลือดของมื้ออาหาร (Arvidsson-Lenner et al., 2004)

### 2.3.2 แนวคิดของดัชนีน้ำตาลในอาหาร

แนวคิดเรื่องของค่าดัชนีน้ำตาล สามารถช่วยในการเลือกบริโภคอาหารที่ให้สารคาร์โบไฮเดรตได้เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายส่งเสริมให้มีสุขภาพดี และป้องกันโรค แต่อย่างไรก็ตามค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ไม่ควรเป็นปัจจัยเดียวในการเลือกรับประทานอาหาร เนื่องจากการตอบสนองระดับน้ำตาลในเลือดต่ออาหารมีความแปรผันระหว่างบุคคล แม้ว่าจะมีข้อจำกัด แต่เมื่อแยกอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลแตกต่างกัน มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดสำหรับผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน และไขมัน ทั้งนี้ค่าดัชนีน้ำตาลต่ำจะมีประโยชน์ต่อสุขภาพ มากขึ้นเมื่อผู้บริโภคอาหารมีวิถีชีวิตเหมาะสม โดยเฉพาะผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก (Mann et al., 2007)



### 2.3.3 ค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic index) ในกลุ่มอาหาร

อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเมื่อบริโภคเข้าสู่ร่างกาย ในระหว่างการดูดซึม ส่งผลต่อค่าความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด สามารถแบ่งกลุ่มอาหารที่มีระดับค่าดัชนีน้ำตาล ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ระดับค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic index)

| ระดับค่าดัชนีน้ำตาล<br>ในอาหาร | ระดับค่าดัชนีน้ำตาล<br>อ้างอิง<br>(กรมอนามัย, 2561) | ระดับค่าดัชนีน้ำตาล<br>อ้างอิง<br>(Li & Hu, 2022) |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| ค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ              | <55                                                 | <55                                               |
| ค่าดัชนีน้ำตาลปานกลาง          | 55-70                                               | 55-69                                             |
| ค่าดัชนีน้ำตาลสูง              | >70                                                 | >70                                               |

### 2.3.4 อาหารที่มีปัจจัยส่งผลต่ออิทธิพลของระดับดัชนีน้ำตาลต่ำ

อาหารที่มีปัจจัยส่งผลต่ออิทธิพลของระดับดัชนีน้ำตาลต่ำ (Avidsson-Lenner et al., 2004) สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.3.4.1 อาหารที่มีส่วนประกอบของ อะไมโลส แบบไม่แตกกิ่ง (Amylose unbranched) เป็นคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide)

2.3.4.2 เส้นใยอาหาร ประเภทที่มีคุณสมบัติเป็นเจล (Gel-forming types of dietary fiber) ที่เป็นกากอาหารของพวกพืช ผัก ผลไม้ ธัญพืช เช่น ข้าวเจ้า กข 43 มีระดับดัชนีน้ำตาลต่ำ

2.3.4.3 กรดอินทรีย์ (Organic Acid) สารประกอบอินทรีย์จากกระบวนการหมักเพื่อเพิ่มกรด

2.3.4.4 สารยับยั้งอะไมเลส (Amylase inhibitor) เป็นสารที่ช่วยยับยั้งเอนไซม์ที่ใช้ย่อยคาร์โบไฮเดรต

การศึกษาข้าว และผลิตภัณฑ์จากข้าว ด้วยวิธีการหาค่าดัชนีน้ำตาล eGI (estimated glycemic index) ตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ค่าดัชนีน้ำตาลในข้าวเจ้าขาว กข 43 ข้าวกล้อง กข 43 และแป้งข้าวเจ้า กข 43

| ข้าวเจ้า กข 43     | ค่าดัชนีน้ำตาล | อ้างอิง                 |
|--------------------|----------------|-------------------------|
| ข้าวเจ้า กข 43     | 51.22          | (Ngo et al., 2024)      |
| ข้าวกล้อง กข 43    | 47.08          | (Ngo et al., 2024)      |
| แป้งข้าวเจ้า กข 43 | 51.38          | (ธาริณี นิลกำแหง, 2564) |

## 2.4 สารให้ความหวานแทนน้ำตาล

### 2.4.1 หญ้าหวาน

หญ้าหวาน (Stevia) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Stevia rebaudiana*. วงศ์ Asteraceae มีถิ่นกำเนิดในบางภูมิภาคของอเมริกาใต้ (Yildiz-ozturk. et al., 2015) มีสตีวียออลไกลโคไซด์ (Steviol glycoside) ที่ให้ความหวาน 100–300 เท่าของซูโครส เป็นสารให้ความหวานและสารทดแทนน้ำตาลในอุตสาหกรรมอาหาร (Ahmad et al., 2020)



ภาพที่ 2.6 *Stevia rebaudiana* Bertoni  
ที่มา: Lemus-Mondaca et al. (2012)

ประโยชน์ของหญ้าหวานที่ใช้ในการผลิตอาหาร ทนความร้อนได้แม้ในอุณหภูมิสูงถึง 200 องศาเซลเซียส เหมาะสมสำหรับใช้ในอาหารปรุงสุก *S. rebaudiana* (Lemus-Mondaca et al., 2012) หญ้าหวานที่ใช้ในการผลิตอาหารหญ้าหวานเป็นพืชที่มีรสหวานและใช้เชิงพาณิชย์ในหลายประเทศ ใช้งานในอุตสาหกรรม สำหรับการผลิตอาหาร เครื่องดื่ม (Ahmad et al., 2020) การใช้หญ้าหวานในผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวโอ๊ตโดยวิธีการอบ ศึกษาปริมาณของสารสกัดจากหญ้าหวาน *rebaudiana* Bertoni (var. Morita II) ทดแทนน้ำตาลทราย ร้อยละ 25 50 75 และ 100 ศึกษาความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวโอ๊ต จากผู้ประเมินจำนวน 120 คน ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส (9-points) การเปรียบเทียบปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวานที่ใช้ทดแทนน้ำตาลทราย ทั้ง 4 ระดับ ผลการทดลองพบว่า ร้อยละ 50 ด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และความประทับใจโดยรวม ของผู้ประเมินให้คะแนนการยอมรับสูงสุด (Antonio et al., 2018)

### 2.4.2 อิริทริทอล (Erythritol)

อิริทริทอล น้ำตาลแอลกอฮอล์ (Sugar Alcohols) เป็นสารให้ความหวานกลุ่มโพลิออล (Polyols) เป็นสารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงานหรือ 0 แคลอรี โดยมีความหวานประมาณร้อยละ 60–70% ของซูโครส ลักษณะเป็นผลึกสีขาวหรือเป็นผง สารเหล่านี้ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ช้ากว่าและไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้บางส่วนของสารเหล่านี้ถูกขับถ่ายออกก่อนที่จะถูกดูดซึม ไม่กระตุ้นการหลั่งอินซูลินอย่างรวดเร็ว อิริทริทอลสามารถถือเป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์ป้องกันต่อสุขภาพในบริบทของการจัดการความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับระดับน้ำตาลในเลือดสูง ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน (Boesten et al., 2015) มีการศึกษาผลิตภัณฑ์มาการอง (Macarons) โดยเติมสารให้ความหวานแทนน้ำตาล อิริทริทอล 4 ระดับ 0 20 40 และ 60 กรัม พร้อมกับแป้งอัลมอนต์ 125

กรัม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการเติมอิทธิพลลงในแป้งมาการง การเก็บรักษาและการสูญเสียจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของอิทธิพลอยู่ที่ 40 กรัม และจะลดลงเมื่อปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 60 กรัม นอกจากนี้ การเติมอิทธิพลที่ 40 กรัมให้ความเสถียรสูงสุดแก่แป้งมาการง การเติมอิทธิพลในปริมาณ 60 กรัมมีผลเสียต่อคุณสมบัติทางรีโอโลยีของแป้งและความเสถียรก่อนการอบ แต่อาจส่งผลให้ปริมาตรสุดท้ายของมาการงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การเพิ่มความเข้มข้นของอิทธิพลยังส่งผลให้ผิวของมาการงที่ผลิตมีความเรียบเนียนมากขึ้น (Nastaj et al., 2023)

#### 2.4.3 ซูคราโลส Sucralose

ซูคราโลสสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ซึ่งมีความหวานสูงเป็น 600 เท่าของน้ำตาลทราย ให้ใช้เป็นสารให้ความหวานทั่วไป (general-purpose sweetener) หน้าที่ให้รสหวานโดยไม่เพิ่มแคลอรี ซึ่งทำให้เหมาะสำหรับการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการลดปริมาณน้ำตาล เช่น อาหารหวาน เครื่องดื่ม ขนมหวาน และผลิตภัณฑ์ที่มีแคลอรีต่ำหรือไม่มีน้ำตาล มีการวิจัยที่นำซูคราโลสไปเติมลงในผลิตภัณฑ์บราวนี่ โดยศึกษาอัตราส่วนของข้าวชียานาพันธุ์ กข. 43 ที่หุงสุกซึ่งใช้ทดแทนแป้งข้าวสาลีและศึกษาปริมาณของสารให้ความหวานซูคราโลสที่ใช้ทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์บราวนี่ พบว่า อัตราส่วน 50:50 ของข้าวและซูคราโลสได้รับคะแนนความชอบสูงสุด โดยมีค่าความหมายทางสถิติที่  $p \leq 0.05$  (อัญธิสร สิริทรัพย์เจริญ และคณะ, 2565) และมีการศึกษาความเข้มข้นของซูคราโลสและน้ำเชื่อมฟรุคโตสต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของบิสกิต รวมถึงการประเมินดัชนีน้ำตาลในเลือด (GI) ในผู้ป่วยโรคเบาหวาน ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างซูคราโลสและน้ำเชื่อมฟรุคโตส ส่งผลต่อดัชนีน้ำตาลในเลือด และดัชนีภาวะน้ำตาลในเลือด (GL) ( $P \leq 0.05$ ) อย่างไรก็ตาม ไม่มีผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และค่าของแคลอรีของบิสกิต ( $P \geq 0.05$ ) ผลิตภัณฑ์บิสกิตที่มีความเข้มข้นของซูคราโลสที่ ร้อยละ 0.03 และน้ำเชื่อมฟรุคโตส ร้อยละ 3.00 ได้รับการพิจารณาว่าดีที่สุด มีค่าดัชนีน้ำตาลในเลือดอยู่ที่ 23.44 และดัชนีภาวะน้ำตาลในเลือดอยู่ที่ 4.28 (Jariyah et al., 2024)

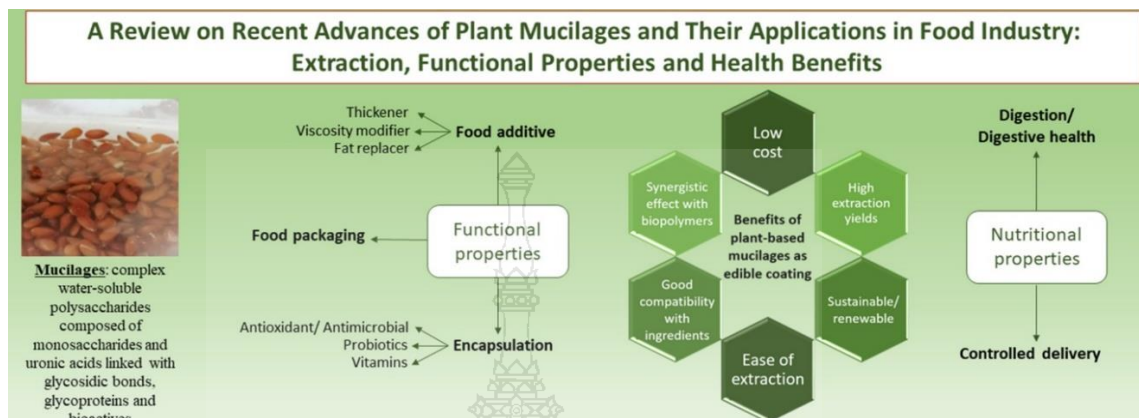
### 2.5 มิวซิเลจจากพืช

#### 2.5.1 มิวซิเลจ (Mucilage)

มิวซิเลจ เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ที่จัดอยู่ในกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์ที่สามารถละลายน้ำ เป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนมีโครงสร้างประกอบด้วยโพลิเมอร์ของโมเลกุล (Monosaccharide) จับกับส่วนของกรดยูโรนิค (Uronic acid) สามารถพบได้ทั่วไปในส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ เมล็ด (Seed) ลำต้น (Stems) และใบ (Leaves) และทำหน้าที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์พืช (Kučka, et al., 2022) มิวซิเลจมีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์อีกทั้งยังมีศักยภาพที่สำคัญในส่วนอุตสาหกรรมอาหาร (Kučka, et al, 2022; Tosif et al., 2021)

คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของมิวซิเลจที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของอาหารด้านวัตถุเจือปนอาหารที่ช่วยให้มีความหนืด เป็นสารทดแทนไขมัน ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหาร เป็นตัวห่อหุ้ม เพื่อป้องกันวิตามิน สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) โพรไบโอติกส์ (Probiotics) อีกทั้งมิวซิเลจยังช่วยให้ระบบทางเดินอาหารทำหน้าที่ได้มีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาถึงประโยชน์เพื่อการประยุกต์ใช้ใน

อุตสาหกรรมอาหารพบว่ามิวซิเลจมีต้นทุนต่ำ สกัดได้ง่ายให้ผลผลิตสูงหลังจากการสกัด และสามารถใช้เป็นส่วนผสมร่วมกับวัตถุดิบได้ดี โดยแสดงคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของมิวซิเลจดังแสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.7 หน้าที่และประโยชน์ของมิวซิเลจ

ที่มา: Cakmak et al. (2023)

### 2.5.2 มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก (basil seed)

มิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก (basil seed) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ocimum basilicum* L. จัดเป็นพืชสมุนไพรประจำปีที่อยู่ในวงศ์ Lamiaceae (Nazir & Wani, 2021b) มีความยาวประมาณ 20-60 ซม. มีดอกสีขาว ม่วง ใบรูปไข่ และก้านใบมีขนเมล็ดทรงรีสีดำมีขนาดเล็ก (Nazir et al., 2017)

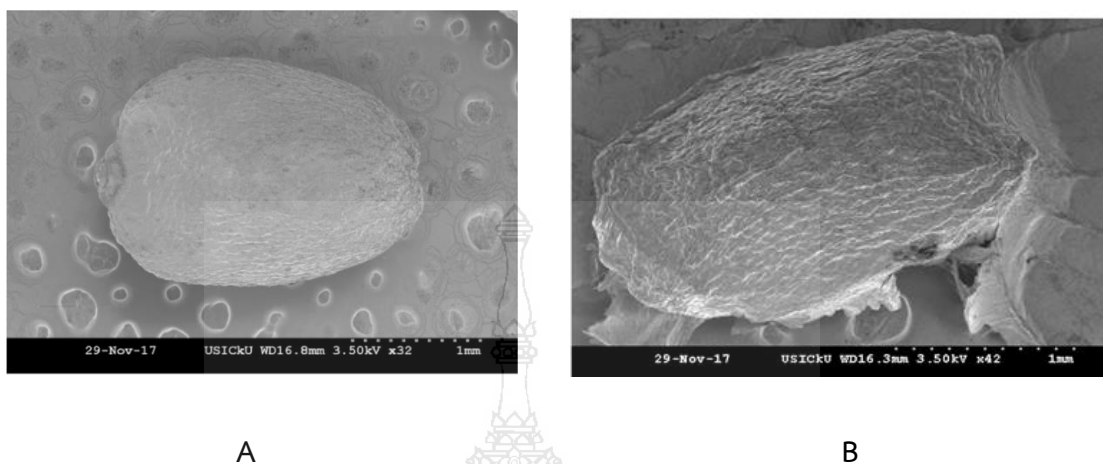


A

B

ภาพที่ 2.8 ลักษณะเมล็ดแมงลัก (A) และเมล็ดแมงลักหลังแช่น้ำ (B)

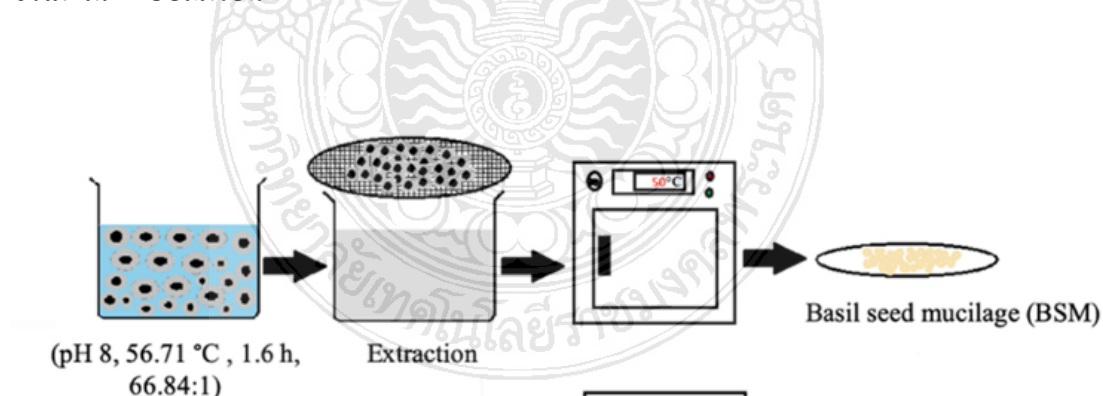
ที่มา: ภาพถ่ายโดยผู้เขียน



ภาพที่ 2.9 Basil seed (A) Hydrated basil seed (B) จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน  
ที่มา: Nazir and Wani (2021b)

#### 2.5.2.1 การสกัดมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลัก (Extraction of Basil Seed Mucilage)

การสกัดเมือกจากเมล็ดแมงลักโดยใช้น้ำกลั่นปรับ ค่า pH 8 โดยอัตราส่วนเมล็ดแมงลักต่อน้ำกลั่นคือ 1 ต่อ 66.84 โดยกวนให้เมล็ดแมงลักกระจายตัวและคงอุณหภูมิที่ 56.71 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1.6 ชั่วโมง เมื่อกากเมล็ดถูกส่งผ่านตะแกรงตาข่ายขนาด 10 เมช เพื่อแยกเมือกออกจากแกนเมล็ด เมือกที่แยกจากกันถูกทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 ชั่วโมงในเตาอบลมร้อน



ภาพที่ 2.10 การสกัดมิวซิเลจเมล็ดแมงลัก

ที่มา: Nazir and Wani (2022)

2.5.2.2 องค์ประกอบของเมล็ดแมงลัก ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของมิวซิเลจเมล็ดแมงลัก ตารางที่ 2.6 และใยอาหารทั้งหมดของมิวซิเลจเมล็ดแมงลักตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบเมล็ดแมงลัก

| สารอาหาร                                      | ปริมาณ |
|-----------------------------------------------|--------|
| ความชื้น (ร้อยละ)                             | 8.90   |
| เถ้า (ร้อยละ)                                 | 5.20   |
| คาร์โบไฮเดรต (by difference) (ร้อยละ)         | 43.50  |
| โปรตีน (ร้อยละ)                               | 9.40   |
| ไขมัน (ร้อยละ)                                | 33.01  |
| ใยอาหารทั้งหมด (Total dietary fiber) (ร้อยละ) | 36.30  |

ที่มา: Nazir and Wani (2021b)

ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของมิวซิเลจเมล็ดแมงลัก

| สมบัติ                                      | ปริมาณ |
|---------------------------------------------|--------|
| ความชื้น (ร้อยละ)                           | 9.43   |
| โปรตีน (ร้อยละ)                             | 0.56   |
| ไขมัน (ร้อยละ)                              | 8.85   |
| เถ้า (ร้อยละ)                               | 3.50   |
| คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (ร้อยละ)                | 77.66  |
| ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) หน่วย (g/mL)  | 0.15   |
| การทำให้เปียก (Wettability) หน่วย (minutes) | 2.00   |
| การกระจายตัว (Dispersibility) (ร้อยละ)      | 7.70   |
| การละลาย (Solubility) (ร้อยละ)              | 30.00  |
| ค่าสี L*                                    | 50.84  |
| ค่าสี a*                                    | 1.00   |
| ค่าสี b*                                    | 27.55  |

ที่มา: Nazir and Wani (2022)



## ตารางที่ 2.7 โยอาหารทั้งหมดของมิวซีเลจเมล็ดแมงลัก

| สารอาหาร                                                 | ปริมาณ |
|----------------------------------------------------------|--------|
| โยอาหารทั้งหมด (Total Dietary Fiber) (ร้อยละ)            | 98.50  |
| โยอาหารที่ละลายน้ำ (Soluble Dietary Fiber) (ร้อยละ)      | 96.6   |
| โยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble Dietary Fiber) (ร้อยละ) | 1.90   |

ที่มา: Nazir and Wani (2021a)

### 2.5.4 มิวซีเลจจากเมล็ดเจีย (Chai seeds)

เมล็ดเจียเป็นไม้ล้มลุกตระกูล Lamiaceae ชื่อวิทยาศาสตร์ *Salvia hispanica* L. หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าเจีย คำว่า “chia” “เจีย” เป็นภาษาสเปนที่ดัดแปลงมาจาก “chian” หรือ “chien” ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (Botanical Characteristics) พืชชนิดนี้อาจสูงถึง 1 เมตร ใบหยักเรียงตรงข้ามยาว 4-8 เซนติเมตร กว้าง 3-5 เซนติเมตร ดอกสีขาวหรือสีน้ำเงิน 3-4 มิลลิเมตร เมล็ดรูปไข่ ยาว 2 มิลลิเมตร และกว้าง 1 มิลลิเมตร ผิวเมล็ดเรียบเป็นมันวาวมีสี สีขาวและสีเทา หรือ สีน้ำตาลมีจุดดำเรียงไม่สม่ำเสมอ ต้นเจียปลูกในสภาพอากาศเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนปัจจุบันมีการปลูกทั่วโลก (Kobus-Cisowska et al., 2019)



ภาพที่ 2.11 ลักษณะเมล็ดเจีย (A) และเมล็ดเจียหลังจากแช่น้ำ (B)

ที่มา: ภาพถ่ายโดยผู้เขียน

เมล็ดเจีย (*Salvia hispanica* L.) มีโปรตีน ไฟเบอร์ แร่ธาตุ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจำนวนมาก การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่ผลของเมล็ดเจียในอาหารต่อการปรับปรุงการเผาผลาญกลูโคสที่เปลี่ยนแปลงไปในรูปแบบสัตว์ทดลอง พบว่าภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ มีความต้านทานต่ออินซูลินและความอ้วนในอวัยวะภายใน (Oliva et al., 2019) พอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากเมล็ดเจีย (*Salvia hispanica*) รู้จักกันในชื่อ Chia mucilage ได้รับความสนใจอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหารเนื่องจากมีสมบัติทำงานที่เป็นเอกลักษณ์ มีเส้นใยอาหาร สารอาหารหลัก และปริมาณมิวซิเลจเมล็ดเจีย ยังมีโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่ส่งเสริมสุขภาพมากมายที่สามารถรวมเข้ากับอาหารเพื่อสุขภาพได้ที่ดี (Hong et al., 2021)

#### 2.5.4.1 การสกัดมิวซิเลจเมล็ดเจีย (Mucilage extraction)

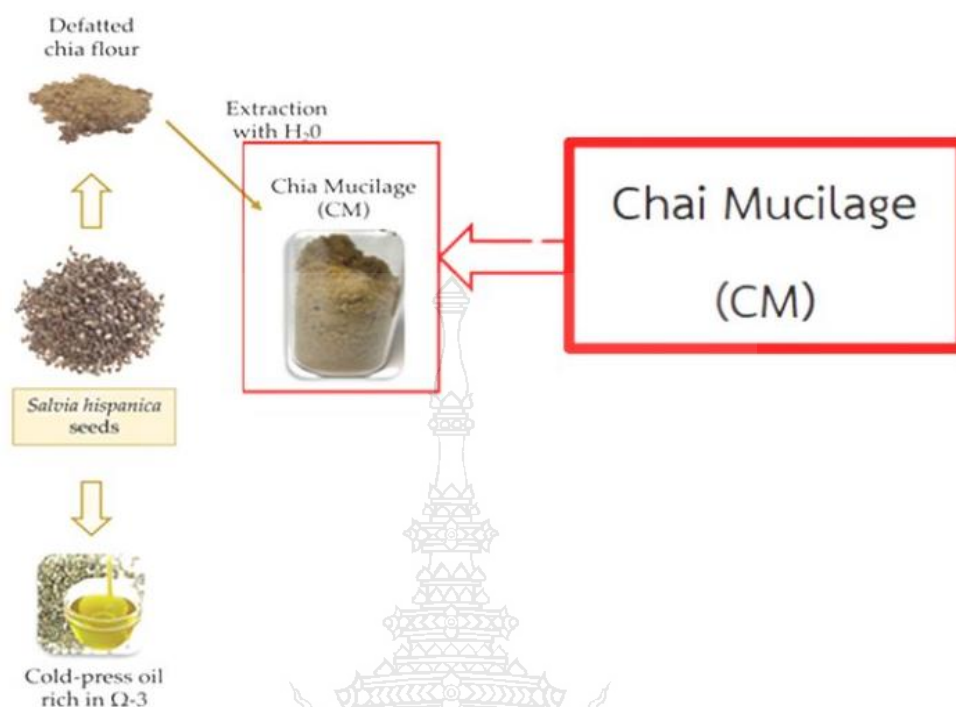
กระบวนการเติมน้ำลงในเมล็ดเจีย โดยควบคุมระยะเวลา 1 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง ส่งผลต่อประสิทธิภาพการแยกของมิวซิเลจ ที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.14 และร้อยละ 9.70 โดยให้ผลผลิตสูงสุดที่ 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนของเมล็ดพันธุ์เจีย (Chia seeds) ต่อน้ำ 1:40 มวล/ปริมาตร (Wt/V) อีกทั้งให้กวนอย่างต่อเนื่องเพื่อกระตุ้นการเกิดเมือกของเมล็ดเจีย (Orifici et al., 2018) โดยอุณหภูมิของการสกัดมิวซิเลจเมล็ดเจีย ตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 อุณหภูมิของการสกัดมิวซิเลจเมล็ดเจีย

| มิวซิเลจ<br>(%) | อุณหภูมิ<br>(องศาเซลเซียส) |
|-----------------|----------------------------|
| 5.39            | 15                         |
| 9.01            | 50                         |
| 12.17           | 85                         |

ที่มา: Orifici et al. (2018)





ภาพที่ 2.12 การสกัดมิวซิเลจเมล็ดเจีย

ที่มา: Muñoz-T et al. (2022)

เมื่อเมล็ดเจียแช่อยู่ในน้ำ ทำให้การสกัด (Extraction) มิวซิเลจเกิดขึ้นโดยจากกระบวนการให้ความชุ่มชื้น (Hydration) ทั้งนี้มิวซิเลจที่ได้นำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลาย และสามารถประยุกต์สำหรับการผลิตภัณฑ์อาหารในอนาคต (Chiang et al., 2021)

#### 2.5.4.2 ประโยชน์ของเมล็ดเจียในผลิตภัณฑ์อาหาร

เมล็ดเจียเป็นส่วนผสมอาหารที่มีคุณค่าสำหรับการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพ ตัวอย่างเช่นการใช้เจียในขนมอบมีประโยชน์ไม่เพียง แต่จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และทำหน้าที่เป็นไฮโดรคอลลอยด์ หรือเป็นตัวทดแทนไข่ ไขมัน และกลูเตน อีกทั้งเพิ่มความเสถียรของน้ำมัน และการใช้งานเป็นสารเพิ่มความข้นของอาหารให้เกิดรูปแบบใหม่ ทั้งนี้การใช้เมล็ดเจียสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างมากในอนาคต (Zettel & Hitzmann, 2018) เมล็ดเจียมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังแสดงในตารางที่ 2.9 และองค์ประกอบของเมล็ดเจีย ตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.9 คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดเจียต่อปริมาณ 100 กรัม

| สารอาหาร       | หน่วย             | ปริมาณ |
|----------------|-------------------|--------|
| พลังงานทั้งหมด | กิโลแคลอรี (Kcal) | 562    |
| คาร์โบไฮเดรต   | กรัม (g)          | 26.9   |
| โปรตีน         | กรัม (g)          | 24.2   |
| ไขมัน          | กรัม (g)          | 40.2   |
| ใยอาหารทั้งหมด | กรัม (g)          | 30.2   |
| แคลเซียม       | มิลลิกรัม (mg)    | 456    |
| ฟอสฟอรัส       | มิลลิกรัม (mg)    | 919    |
| โพแทสเซียม     | มิลลิกรัม (mg)    | 726    |
| สังกะสี        | มิลลิกรัม (mg)    | 6.47   |
| แมกนีเซียม     | มิลลิกรัม (mg)    | 449    |
| เหล็ก          | มิลลิกรัม (mg)    | 9.18   |

ที่มา: Jin et al. (2012)

ตารางที่ 2.10 องค์ประกอบเมล็ดเจีย (*Salvia hispanica* L.) ต่อปริมาณ 100 กรัม

| สารอาหาร                                                 | ปริมาณ |
|----------------------------------------------------------|--------|
| ความชื้น (ร้อยละ)                                        | 5.82   |
| เถ้า (ร้อยละ)                                            | 4.07   |
| ใยอาหารทั้งหมด (Total Dietary Fiber) (ร้อยละ)            | 37.50  |
| ใยอาหารที่ละลายน้ำ (Soluble Dietary Fiber) (ร้อยละ)      | 2.43   |
| ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble Dietary Fiber) (ร้อยละ) | 35.07  |

ที่มา: Marineli et al. (2014)

### 2.5.3 มิวซีเลจจากไซเลียมฮัสค์ (Psyllium Husk)

ไซเลียม (Psyllium) ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Plantago ovata* Forssk ในประเทศอินเดียมีการเพาะปลูกพืชไซเลียม (psyllium) เชิงพาณิชย์ ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมและการแพทย์อย่างกว้าง ลักษณะของไซเลียม มีเมล็ดขนาดเล็กมาก และมีรูปร่างคล้ายกับหูของม้า (Badi et al., 2004; Gholami & Paknahad, 2023) ไซเลียมเป็นแหล่งของใยอาหารที่ได้จากธรรมชาติ มีความสามารถในการดูดซับน้ำและการเกิดเจล โดยมีอิทธิพลจากอุณหภูมิทำให้เกิดคุณสมบัติของเจลที่แข็งแรงขึ้น เกิดโครงสร้างเส้นใยและโครงสร้างรวมเป็นก้อนระหว่างการทำให้เย็น จากนั้นจะละลายและ

คืนสภาพเดิมได้ในระหว่างการให้ความร้อน ไชเลียมจึงถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตขนมปังปราศจากกลูเตนและซีเรียล (Ren et al., 2020)



ภาพที่ 2.13 ลักษณะไชเลียมฮัสค์ (A) และไชเลียมหลังแช่น้ำฮัสค์ (B)

ที่มา: ภาพถ่ายโดยผู้เขียน

#### 2.5.3.1 การสกัดมิวซีเลจจากไชเลียม

นำผงไชเลียมไปละลายในน้ำเย็น ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 นาที โดยใช้ผงไชเลียมร้อยละ 5 จากนั้นนำไปผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 นาที แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง และก่อนนำตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์ ให้พักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (Noguerol et al., 2022)

2.5.3.2 คุณค่าทางโภชนาการของไชเลียมต่อปริมาณ 100 กรัม ที่มีปริมาณสารอาหารสำคัญตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 คุณค่าทางโภชนาการของไชเลียม ร้อยละของน้ำหนักต่อน้ำหนัก

| สารอาหาร                                            | ปริมาณสารอาหาร |
|-----------------------------------------------------|----------------|
| โปรตีน (Protein)                                    | 1.38           |
| ไขมันทั้งหมด (Total lipid)                          | 0.95           |
| คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)                         | 82.87          |
| ใยอาหาร (Fiber)                                     | 71.42          |
| ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (Soluble dietary fiber)       | 67.20          |
| ใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber) | 4.21           |

ที่มา: Raymundo et al. (2014)

### 2.5.3.3 ประโยชน์ของไซเลียมฮัสค์

ไซเลียมต่อสุขภาพ มีผลต่อการควบคุมคอเลสเตอรอล โรคเบาหวานชนิดที่ 2 ภาวะดื้ออินซูลิน (Insulin Resistance) เกิดจากการตอบสนองต่อเซลล์ในร่างกายได้น้อย (Gholami & Paknahad, 2023) โรคอ้วน จากภาวะการมีน้ำหนักตัวมากกว่าปกติ และการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ผลิตภัณฑ์ที่มีไซเลียมสามารถเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงการทำงานและผลิตอาหารเพื่อสุขภาพ จากการเติมไซเลียมลงในผลิตภัณฑ์อาหาร ดังเช่น เบเกอรี่ ผลิตภัณฑ์นม เนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์ปราศจากกลูเตน (Franco et al., 2020) งานวิจัยแสดงให้เห็นว่าเส้นไซเลียมผสมกับแป้งข้าวสาลีที่ผ่านวิธีการนี้ และอบโดยใช้ระยะเวลา และอุณหภูมิ แตกต่างกัน มีผลกระทบต่อการย่อยแบ่งในหลอดทดลอง จากการเติมเส้นใยจากไซเลียมในระหว่างขั้นตอนการเตรียมทำให้เกิดเจลลาติในเซชันของแป้งและโครงสร้าง ทั้งนี้จึงส่งผลดีต่อระบบการขับถ่ายช่วยเพิ่มปริมาตรของอุจจาระ ทำให้อุจจาระเคลื่อนตัวผ่านลำไส้ใหญ่ได้ง่ายขึ้น (Güler & Sensoy, 2023) อีกทั้งเส้นใยไซเลียมมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ที่เกี่ยวข้องอย่างมากกับคุณสมบัติการเกิดเจล หรือความสามารถในการกักเก็บน้ำโดยไซเลียมแบบผงยังมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกสูง และปริมาณของไซเลียมร้อยละ 4 - 7 สามารถช่วยทำให้เกิดโครงสร้างที่ดีในผลิตภัณฑ์อาหาร (Noguerol et al., 2022)

## 2.6 พฤติกรรมผู้บริโภค

### 2.6.1 พฤติกรรมผู้บริโภค (Consumer Behavior)

เพื่อตอบสนองความต้องการ จากกระบวนการที่ใช้ในการเลือก ความปลอดภัย การใช้การจัดการผลิตภัณฑ์ บริการ ประสบการณ์ และแนวคิดการตอบสนองต่อความต้องการ โดยมีผลกระทบจากมุมมองของผู้บริโภค ซึ่งมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจบริโภค การใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภคเพื่อพัฒนา กลยุทธ์ทางการตลาดให้มีประสิทธิภาพหรือเพื่อกระตุ้นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของสังคม ตลอดจนปัจจัยและแนวโน้มที่กำหนดพฤติกรรมผู้บริโภค การทำความเข้าใจและการตีความในเรื่องที่ผู้บริโภคต้องการ จึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อค้นหาว่าผู้บริโภคต้องการหรือคิดอย่างไรต่อผลิตภัณฑ์ (Hawkins & Mothersbaugh, 2010) โดยมีตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

- 2.6.1.1 ผู้บริโภคมีทัศนคติอย่างไรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์
- 2.6.1.2 ผู้บริโภคคิดเกี่ยวกับการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อย่างไร
- 2.6.1.3 ความคาดหวังของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์
- 2.6.1.4 วิธีการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ
- 2.6.1.5 บทบาทและความสำคัญของผลิตภัณฑ์ต่อครอบครัวและสังคม

### 2.6.2 กระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภค (Decision Process)

ผู้บริโภคเป็นส่วนสำคัญของรากฐานของกลยุทธ์ทางการตลาดและปฏิบัติการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ทั้งหมดเป็นตัวกำหนดความสำเร็จหรือความล้มเหลวของกลยุทธ์ ก่อนที่จะให้ภาพรวมของพฤติกรรมผู้บริโภค ควรมีการตรวจสอบและกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดดังต่อไปนี้

2.6.2.1 กระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภค (Consumer decision process) ประกอบด้วย

- 1) การรับรู้ปัญหา (Problem recognition)
- 2) การค้นหาข้อมูล (Information search)
- 3) การประเมินทางเลือก (Alternative evaluation)
- 4) การซื้อ (Purchase)
- 5) การใช้ (Use)
- 6) การประเมิน (Evaluation)

2.6.2.2 กระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภค จากปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอก ได้แก่ เรื่องของชนชั้นทางสังคม ครอบครัว วัฒนธรรม และสถานะทางสถานการณ์ของผู้บริโภคที่แตกต่างกัน

2.6.2.3 กระบวนการตัดสินใจของผู้บริโภค จากอิทธิพลส่วนบุคคล ได้แก่ ความรู้ ค่านิยม แรงจูงใจ และบุคลิกภาพ โดยทางจิตวิทยากระบวนการเหล่านี้ ช่วยให้เรียนรู้ถึงพฤติกรรมของผู้บริโภคเพื่อดำเนินการค้นหาข้อมูล และประเมินผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นำไปสู่ขั้นตอนการเรียนรู้และกำหนดว่าบุคคลจะมีส่วนร่วมในการซื้อ จากปัจจัยภายนอก จากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ทักษะ และการประมวลผลข้อมูล (Hawkins & Mothersbaugh, 2010)

### 2.6.3 การคำนวณต้นทุน

คำว่า ต้นทุนหมายถึง มูลค่าที่วัดได้เป็นจำนวนเงินทางสินทรัพย์ ที่ได้จากการลงทุนไป เพื่อให้ได้สินค้า หรือการบริการในรูปแบบต่าง ๆ สามารถวิเคราะห์ต้นทุน แบ่งออกได้ดังนี้ (ดวงมณี โกมารทัต, 2555)

2.6.3.1 การจำแนกต้นทุนจากระยะเวลา เมื่อดำเนินงานของธุรกิจ สิ่งที่เกิดขึ้นคือ ต้นทุนจากระยะเวลา โดยสามารถแบ่งออก ได้ 3 ประเภท ดังนี้

- 1) ต้นทุนที่เกิดขึ้นในอดีต (Historical) หรือที่เรียกว่าต้นทุนจริง
- 2) ต้นทุนการเปลี่ยนทดแทน (Replacement cost) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของราคาปัจจุบัน
- 3) ต้นทุนจากลักษณะของการดำเนินงาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.1) ต้นทุนการผลิต (Manufacturing cost) หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการดำเนินงานแปรรูปวัตถุดิบ เช่น แผนกตัด แผนกขึ้นรูป และแผนกตกแต่ง อีกทั้งยังรวมถึงต้นทุนในผลิตภัณฑ์สินค้า

3.2) ต้นทุนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิต (Nonmanufacturing cost) หมายถึง การจำแนกต้นทุนตามหน้าที่ (Functional) และลักษณะการปฏิบัติงาน ได้แก่ ต้นทุนการจัดซื้อวัตถุดิบสินค้า (Merchandise cost) ต้นทุนทางการตลาด (Marketing cost) ต้นทุนในการบริหาร (Administrative cost) ต้นทุนทางการเงิน (Financing cost) และต้นทุนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Development cost)

2.6.3.2 การจำแนกต้นทุนจากส่วนประกอบหรือวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ เป็นต้นทุนที่เกิดจากส่วนประกอบ จากวัตถุดิบ ค่าแรง และค่าใช้จ่ายการผลิต มีดังต่อไปนี้

1) วัตถุดิบ (Materials) ที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1.1) วัตถุดิบทางตรงหรือวัตถุดิบโดยตรง (Direct materials) หมายถึง วัตถุดิบที่นำไปใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่สามารถคำนวณออกมาได้ง่าย เช่น แป้งสาลี เนยสด นมข้นจืด และไข่ไก่

1.2) วัตถุดิบทางอ้อม (Indirect materials) หมายถึง วัตถุดิบที่ใช้เป็นจำนวนน้อย เช่น ผงฟู และสารเสริมคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมปัง

2) ค่าแรง (Labor) เป็นค่าตอบแทนแรงงานในการผลิตสินค้า หรือบริการ โดยการจ่าย ในรูปของเงินเดือน ค่าตอบแทนเป็นรายวัน หรือรายชั่วโมง

3) ค่าใช้จ่ายการผลิต หรือค่าโสหุ้ยการผลิต (Manufacturing overhead) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงเช่น ค่าสาธารณูปโภค ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าเช่าพื้นที่ และค่าซ่อมแซมเครื่องมือ

2.6.3.3 การจำแนกต้นทุนจากปริมาณของกิจกรรม สามารถจำแนกออกเป็น ต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่ ต้นทุนกึ่งผันแปร และต้นทุนกึ่งคงที่

1) ต้นทุนผันแปร (Variable cost) หมายถึง จำนวนรวมเปลี่ยนแปลงขึ้นหรือลงเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับปริมาณกิจกรรม

2) ต้นทุนคงที่ (Fixed costs) หมายถึงจำนวนรวมไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงการพิจารณา (Relevant Range) ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกิจกรรมในทางเพิ่มขึ้น

3) ต้นทุนกึ่งผันแปร (Semi variable cost) หมายถึงการเกิดขึ้นจากการผสมต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร เช่น ค่าสาธารณูปโภค ค่าเบี้ยประกันภัย และค่าซ่อมบำรุง

4) ต้นทุนกึ่งคงที่ (Semi fixed cost) หมายถึง ต้นทุนซึ่งคงที่ในช่วยกิจกรรม และเมื่อกิจกรรมมีการเปลี่ยนแปลง ต้นทุนจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

2.6.3.4 การจำแนกต้นทุนจากการควบคุมและวัดผลจากการปฏิบัติงานออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ต้นทุนทางตรงของหน่วยงาน (Direct departmental cost) เช่น เงินเดือน ค่าแรงของพนักงานของหน่วยงาน และค่าวัสดุสิ้นเปลืองของหน่วยงาน

2) ต้นทุนทางอ้อมของหน่วยงาน (Indirect departmental cost) หมายถึง ต้นทุนที่ไม่สามารถ ระบุได้ว่าเป็นของหน่วยงานใด

2.6.3.5 การจำแนกต้นทุนเพื่อการตัดสินใจ (Relevant cost) หมายถึงต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ โดยแบ่งได้หลายประเภทดังนี้

1) ต้นทุนส่วนแตกต่าง (Differential cost) หมายถึงต้นทุนส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอันเป็นผลมาจากการตัดสินใจ

2) ต้นทุนที่หลีกเลี่ยงได้ (Avoidable cost) หมายถึงต้นทุนที่ยังคงมีอยู่ หากกิจการยังคงกระทำกิจกรรมนั้น

3) ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity cost) หมายถึงมูลค่าของผลตอบแทนที่กิจการจะต้องสูญเสียไปจากการเลือกตัดสินใจ ในทางเลือกปัจจุบันแทนทางเลือกอื่น ๆ

## 2.7 การจัดทำคู่มือ

### 2.7.1 ความหมายของคู่มือ

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2554) ได้ให้ความหมาย ของคู่มือ (นาม) หมายถึง สมุดหรือหนังสือที่ให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ต้องการรู้เพื่อให้ประกอบตำรา เพื่ออำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการศึกษาหรือปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือเพื่อนำอุปกรณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

### 2.7.2 ประเภทของคู่มือ

ประเภทของคู่มือสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท มีดังนี้ (ศักรินทร์ สุวรรณโรจน์ และคณะ, 2535)

2.7.2.1 คู่มือการสอนหรือคู่มือการจัดกิจกรรม ทำหน้าที่เป็นสื่อให้ความรู้และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสอนในหลักสูตรต่าง ๆ และการจัดกิจกรรม

2.7.2.2 คู่มือหนังสือเรียน ทำหน้าที่ช่วยอธิบายหลักการใช้นหนังสือ ให้ถูกต้อง และเกิดประสิทธิภาพ ในการดำเนินการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาของหนังสือเรียน เพื่อสร้างความเข้าใจในการกระทำเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ คู่มือหลักสูตร คู่มือฝึกงาน และคู่มือนักเรียน

### 2.7.3 การสร้างคู่มือ

การสร้างคู่มือสำหรับใช้ฝึกอบรมทักษะอาชีพ ควรมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้ (จิราพัทธ์ แก้วศรีทอง, 2563) แบ่งออกเป็น 6 ด้านดังนี้

2.7.3.1 ด้านเนื้อหา (Content)

2.7.3.2 ด้านการใช้ภาษา (Language Use)

2.7.3.3 ด้านการออกแบบ (Design)

2.7.3.4 ด้านรูปเล่ม (Printing)

2.7.3.5 ด้านภาพประกอบ (Figure)

2.7.3.6 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ (Utilization)

### 2.7.4 ลักษณะที่ดีของคู่มือ

คู่มือที่ดีควรมีลักษณะแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

2.7.4.1 ด้านเนื้อหา ประกอบด้วย เนื้อหาสาระหรือรายละเอียดในคู่มือควรตรงกับเรื่องที่ศึกษา และเนื้อหา มีการนำเสนอให้เหมาะสม กับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนหรือผู้ที่ต้องการศึกษา เนื้อหาภายในควรเหมาะสมที่จะนำไปอ้างอิงได้ อีกทั้งในเนื้อหาควรมีการยกตัวอย่างในบางเรื่องประกอบ เพื่อให้ผู้ศึกษาเกิดความเข้าใจได้เร็วขึ้น และควรมีเนื้อหาของคู่มือให้ทันสมัย

2.7.4.2 ด้านรูปแบบ ที่ดีควรมีความชัดเจนของตัวอักษร หรือภาพที่นำมาใส่ในคู่มือ และควรมีภาพประกอบกับเนื้อหาในบางส่วนเพื่อให้ผู้ใช้คู่มือเข้าใจได้เร็ว รูปเล่มควรมีการจัดให้มีลักษณะที่น่าสนใจ ใช้ภาษาในการสื่อสารอย่างเป็นทางการหรือเข้าใจง่าย และมีการนำเสนอคู่มือโดยเริ่มจากง่ายไปหายาก

2.7.4.3 ด้านการนำไปใช้ คู่มือควรระบุขั้นตอน มีแผนภูมิตาราง หรือแผนผัง กระบวนการ ประกอบเพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติ มีการเสนอส่วนที่เป็นข้อมูลเพิ่มเติมที่สามารถใช้ ประสานงาน ต่าง ๆ ได้สะดวก อธิบายสิทธิประโยชน์และข้อควรปฏิบัติ ให้ผู้ใช้คู่มือเข้าใจ

## 2.7.5 หลักการเรียนรู้

การเรียนรู้ประกอบด้วย 7 หลักการ ดังนี้ (เกศินี จุฑาวิจิตร, 2542)

2.7.5.1 บุคคลแต่ละคนจะมีความสามารถในการเรียนรู้ที่ต่างกัน การศึกษาในเรื่องต่าง ๆ จำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย เป็นต้นว่ากลุ่มคนที่อยู่ในวัยใดเพื่อ จะได้เรียนรู้ได้เร็ว และเข้าใจง่าย

2.7.5.2 การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับการตอบสนองทางอารมณ์โดยทั่วไปแล้ว จะเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ทางเชิงบวก แต่บางครั้งหากมีสิ่งทีกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองทาง อารมณ์ก็อาจทำให้การเรียนรู้ในเชิงรุนแรง

2.7.5.3 การเรียนรู้ในเรื่องที่ซับซ้อนโดยวิธี การแสดงให้เห็นว่าควรทำอย่างไร ดี กว่า การบอกเฉย ๆ เพราะเป็นการแสดงถึงวิธีการให้ผู้รับสารได้เห็นว่าควรทำอย่างไร

2.7.5.4 ทศนคติที่ ผู้รับสารมีต่อผู้ส่งสารจะมีผลต่อทัศนคติที่มีต่อสารนั้น ด้วยบางครั้งการที่บอกว่า ใครเป็นผู้พูด มีความสำคัญมากพอ ๆ กับบอกว่า พูดอะไร

2.7.5.5 ความจำมีความสัมพันธ์กับความใหม่ของเรื่องราว หรือเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นมักจะจำ และมีการตอบสนองต่อข่าวสารที่ได้รับ และการให้ข่าวสารซ้ำ ๆ กันจะก่อให้เกิด การจดจำและเก็บสารนั้นไว้

2.7.5.6 การมีส่วนร่วมทำให้เกิดการเรียนรู้ จากการทดลองทำ

2.7.5.7 การนำเสนอด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ เป็นวิธีที่ช่วยการกระตุ้นให้เกิดการ ตอบสนองทางอารมณ์สูงจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้มากกว่าการนำเสนอด้วยวิธีธรรมดา

## 2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้ทำการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับขนมปัง ข้าวเจ้า พันธุ์ กข 43 ค่าดัชนีน้ำตาล สารให้ความหวานแทนน้ำตาล มิวซิเลจจากพืช พฤติกรรมผู้บริโภค และ การจัดทำคู่มือ โดยมีผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

### 2.8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขนมปัง

Perri et al. (2021) ผลการทดลองทางประสาทสัมผัสของขนมปังชาวโดว์ (Sourdough) ที่มีส่วนผสมของแป้งจากถั่วเลนทิลเต็มเมล็ดและแป้งจากถั่วเลนทิลงอก โดยใช้ผู้ ทดสอบที่ผ่านการฝึกอบรมด้านการชิมอาหาร จำนวน 10 คน ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ในลักษณะที่ปรากฏตามการมองเห็นด้านสีของเปลือกนอกและสีภายในของผลิตภัณฑ์ขนมปัง ความ ยืดหยุ่น ความสม่ำเสมอ และความร่วน ส่วนรสชาติ ประเมินด้านรสเปรี้ยว ความหวาน เค็ม และรส



ขนม ส่วนการรับรู้กลิ่น ประเมินด้านความเป็นกรด ส่วนด้านเนื้อสัมผัสประเมินจากการเคี้ยว ความเปื่อยขึ้นของผลิตภัณฑ์ขนมปัง และประเมินกลิ่นหอมโดยรวม โดยเตรียมตัวอย่างของขนมปังด้วยวิธีนำออกมาทำละลายที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 - 6 ชั่วโมง จากนั้นหั่นเป็นชิ้นมีความหนา 1.5 เซนติเมตร แล้วหั่นขนมปังออกเป็น 4 ชิ้น จัดเสิร์ฟตัวอย่างละ 2 ชิ้น

Qin et al. (2021a) ผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวเจ้าที่ผ่านกระบวนการทำลายเม็ดสตาร์ชให้เสียหายจากการไม่โดนเตรียมตัวอย่างโดยหั่นขนมปังเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 15x15x15 มิลลิเมตร ใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร (TA-XT2i, Stable Micrio System, England) หัววัดอะลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 มิลลิเมตร (P/36) ใช้การทดสอบแบบ Texture profile analysis (TPA) ด้วยแรงกดที่ ร้อยละ 50 ของตัวอย่าง 2 ครั้ง ตั้งค่าความเร็วหัววัดก่อนถึงจุดกระทบพื้นผิวขนมปัง (Pre-test speed) 1 mm/s ความเร็วหัววัดเคลื่อนที่กลับจุดเริ่มต้น (Post-test speed) 1 mm/s ความเร็วของหัววัดเมื่อถึงจุดกระทบพื้นผิวขนมปัง (Test speed) 1 mm/s และแรงกด (Trigger force) 5 กรัม โดยศึกษาค่าความแข็ง (Hardness) การคืนตัว (Resilience) ค่าการยึดเกาะ (Cohesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) พลังงานการกัด (Gumminess) พลังงานการเคี้ยว (Chewiness)

Qin et al. (2021b) ผลิตภัณฑ์ขนมปังปลอดกลูเตน (Gluten-free rice bread) โดยวิธีเรพชิต พบว่าปริมาตรจำเพาะ (Specific volume) คำนวณเป็นอัตราส่วนปริมาตรมิลลิลิตรต่อกรัม (mL/g) โดยโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ขนมปัง และเนื้อสัมผัสขนมปัง จากการเพิ่มแป้งข้าวเจ้าที่ผ่านกระบวนการทำลายเม็ดสตาร์ชให้เสียหายจากการไม่ (Damaged starch; DS) ที่ร้อยละ 4 และร้อยละ 6 มีปริมาตรจำเพาะสูงใกล้เคียงกัน (2.82 มิลลิลิตรต่อกรัม และ 2.83 มิลลิลิตรต่อกรัม) ในขณะที่ขนมปังที่เติมน้ำร้อยละ 12 มีปริมาตรเฉพาะขนมปังต่ำที่สุด (1.83 มิลลิลิตรต่อกรัม) ความแตกต่างเหล่านี้เป็นผลมาจากความสามารถในการดูดซับน้ำที่มากเกินไปของแป้งข้าวเจ้าที่มีค่าการถูกทำลายเม็ดสตาร์ชสูงจากการไม่

Yun et al. (2021) ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งด้านทานการย่อยจากวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยมีปริมาณ ร้อยละ 20 30 และ 50 ของน้ำหนักรับเทียบกับสูตรควบคุม การประเมินทางประสาทสัมผัสจากผู้ผ่านการฝึกอบรมจำนวน 26 คน แบ่งเป็นผู้หญิง 19 คน ผู้ชาย 7 คน มีอายุระหว่าง 20 - 29 ปี เพื่อประเมินความชอบให้คะแนนแบบ 9 Point Hedonic Scale โดย 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด 5 หมายถึง เฉยๆ หรือบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด การเตรียมผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีลักษณะหน้าตัด เพื่อประเมินด้านรูปร่างปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ตัดขวาง ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ทั้งนี้คะแนนความชอบ  $\geq 6$  จึงจะถูกรับและคำนวณเป็นร้อยละของการยอมรับ เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ประเมินทั้งหมด พบว่า แป้งด้านทานการย่อยปริมาณร้อยละ 20 ผู้ประเมินให้การยอมรับ ถึงร้อยละ 50 จากจำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

## 2.8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้าวเจ้าพันธุ์ กข 43

ธาริณี นิลกำแหง (2564) การประเมินค่าดัชนีน้ำตาลของข้าว กข 43 มีปริมาณอะมิโลสต่ำและค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง จึงนำแป้งฟลาว์จากข้าวพันธุ์ดังกล่าวมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปังและขนมเค้กเพื่อวัตถุประสงค์ในการลดอัตราการดูดซึมน้ำตาลใน

ร่างกาย โดยวิธีการประเมินดัชนีน้ำตาลดำเนินการโดยใช้เทคนิคเลียนแบบการย่อยอาหารในหลอดทดลอง ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ค่าการปล่อยน้ำตาลกลูโคสที่ปล่อยเร็ว (Rapidly available glucose, RAG) การปล่อยกลูโคสที่ปล่อยช้า (Slowly available glucose, SAG) ค่าคงที่ของการย่อย (Kinetic constant, k) ค่าดัชนีการย่อย (Hydrolysis index, HI) และดัชนีความสามารถในการย่อย (estimated Glycemic index, eGI) ซึ่งผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าสารแป้งฟลาว์จากข้าวพันธุ์ กข 43 ช่วยลดค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์อาหาร เมื่อเปรียบเทียบกับขนมปังจากแป้งฟลาว์ดังกล่าว พบค่า eGI เท่ากับ 63.64 ซึ่งอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานของดัชนีน้ำตาลระดับปานกลาง (GI=56-69) ในขณะที่ขนมเค้กมีค่า eGI สูงถึง 285.92 ซึ่งอยู่ในกลุ่มระดับสูง (GI>70)

Ngo et al. (2024) การตรวจสอบและเปรียบเทียบคุณสมบัติทางโภชนาการ ภายภาคองค์ประกอบทางเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระ การย่อยแป้งข้าวกล้อง และแป้งข้าวขาวจากข้าวไทย 4 สายพันธุ์ ได้แก่ หลวงปะทิว ข้าวเจ้า กข 43 (RD43) และหอมมะลิ เนื่องจากมีความแตกต่างของสีอย่างมีนัยสำคัญ องค์ประกอบทางเคมี พบว่ามี ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต ความชื้น ในอาหารทั้งหมด และแคลอรีของแป้งข้าวเจ้าเหล่านี้เท่ากับร้อยละ 6.94 – 10.2, 1.68 – 3.16, 0.554 – 1.442, 71.20 – 79.68, 9.79 – 10.53, 1.07 – 3.64 และ 350.82 – 362.73 kcal/100g ตามลำดับ ข้าวกล้อง RD43 ร้อยละ 18.4 และข้าวขาวหลวงปะทิว ร้อยละ 26.5 มีปริมาณอะมิโลสต่ำที่สุดและสูงที่สุด แป้งข้าวเจ้าหลวงปะทิวคุณสมบัติทางความร้อนสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ความผันแปรของคุณสมบัติการให้ความชุ่มชื้นและดัชนีการดูดซึมน้ำมัน สังเกตเห็นได้ชัดเจนในแป้งข้าวเจ้าเหล่านี้ นอกจากนี้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในระดับสูงสุด และมีดัชนีน้ำตาลโดยประมาณต่ำสุด (eGI = 62.92) พบในข้าวกล้อง มีคุณสมบัติทางเคมีกายภาพที่หลากหลายและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับคุณสมบัติของแป้ง 2 ชนิดจากข้าว 4 สายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวจากประเทศไทยเป็นครั้งแรก แสดงให้เห็นถึงความสามารถที่เป็นไปได้สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวต่างๆ ที่ส่งเสริมสุขภาพตามลักษณะในระดับอุตสาหกรรม

Suklaew et al. (2020b) ผลของการย่อยแป้งข้าวเจ้า กข 43 (*Oryza sativa* L.) ผลทางกายภาพ เคมีและการนำมาประยุกต์ใช้ในอาหาร จากการย่อยแป้งมีค่าดัชนีดูดซับน้ำ (Water absorption index ;WAI) 12.41 และดัชนีการทำละลายน้ำ (Water solubility index ;WSI) 7.33 แป้งข้าวเจ้า กข 43 มีเส้นใยอาหารทั้งหมดอยู่ที่ร้อยละ 1.1 มีค่าความชื้นร้อยละ 11.5 เมื่อนำแป้งข้าวเจ้า กข 43 มาเปรียบเทียบกับแป้งข้าวหอมมะลิ พบว่า แป้งข้าวเจ้า กข 43 มีปริมาณอะมิโลส (Amylose) สูงกว่าแป้งข้าวหอมมะลิ แต่แป้งข้าวเจ้า กข 43 มีขนาดอนุภาคเล็กกว่าแป้งข้าวหอมมะลิ นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 และแป้งข้าวหอมมะลิ ในผลิตภัณฑ์มัฟฟินนึ่ง (Steamed Muffin) เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ผลการวิจัยแสดงให้เห็น ว่าคะแนนทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินนึ่งที่ทำแป้งข้าวเจ้า กข 43 และแป้งข้าวหอมมะลิ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านคุณลักษณะ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส ความแข็งรสชาติ และการยอมรับโดยรวม ทั้งนี้แป้งข้าวเจ้า กข 43 อาจใช้เป็นทางเลือกในการลดดัชนีน้ำตาลได้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

### 2.8.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องค่าดัชนีน้ำตาล

ธาริณี นิลกำแหง (2564) การประเมินค่าดัชนีน้ำตาลของแป้งพลาจาร์จากข้าว กข 43 พบว่ามีค่าดัชนีน้ำตาล เท่ากับ 51.38 ซึ่งอยู่ในช่วงค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ  $GI \leq 55$  การศึกษาจึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโดยใช้แป้งพลาจาร์จากข้าว กข 43 โดยศึกษาปริมาณแป้งสาลีสำหรับทำขนมปัง ร้อยละ 50 ต่อแป้งพลาจาร์จากข้าว กข 43 ร้อยละ 50 ของน้ำหนัก และมีวัตถุดิบในส่วนผสมได้แก่ น้ำตาลทราย ยีสต์ และเกลือ ทั้งนี้การศึกษาแบ่งก้อนน้ำหนัก 185 กรัม ขึ้นรูปเป็นก้อนกลมใส่พิมพ์ขนมปังพักไว้ให้ขึ้นฟูที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที จากนั้นจึงนำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที นำออกจากเตาพักไว้ให้เย็นในอุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำไปประเมินค่าดัชนีน้ำตาล พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังมีค่าดัชนีน้ำตาล eGI เท่ากับ 63.64 ซึ่งอยู่ในช่วงค่าดัชนีน้ำตาลปานกลาง ( $GI = 56 - 69$ )

Sanpawithayakul et al. (2023) การรับประทานข้าวที่มีค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index, GI) ปริมาณต่ำ ถึงปานกลาง จากข้าว กข 43 ( $GI = 56.9$ ) และข้าวหอมมะลิ ( $GI = 80.1$ ) ในผู้หญิงตั้งครรภ์ที่มีภาวะเบาหวาน (Gestational diabetes mellitus, GDM) โดยมีผู้เข้าร่วมที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์จำนวน 48 คน ทำการทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุม พบว่าสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และการใช้อินซูลินลดลงได้ อย่างมีประสิทธิภาพ จากการบริโภคข้าว กข 43 อีกทั้งการศึกษามีข้อเสนอแนะการรับประทานอาหารที่มีกากใยสูง ธัญพืชที่ไม่ละลายน้ำ อาจเพิ่มความต้านทานต่ออินซูลิน

Rakmai et al. (2021) การพัฒนาแพนเค้กจากข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำและปราศจากกลูเตน ใช้การทดสอบค่าดัชนีน้ำตาลในสภาวะจำลองที่หลอดทดลอง (In vitro glycemic index) วิธีของ Goni, Garcia-Alonso และ Saura-Calixto การทดลองครั้งนี้ใช้ขนมปังขาวเป็นผลิตภัณฑ์อ้างอิงเพื่อทดสอบค่าดัชนี (Glycemic index; GI) การพัฒนาแพนเค้กโดยใช้วัตถุดิบจากแป้งข้าวหอมมะลิ และแป้งข้าวสาลีสังเคราะห์พัฒนาแพนเค้ก อีกทั้งเติมเส้นใยที่ละลายน้ำ เป็นมอลโทเดกซ์ทรินต้านทานการย่อย (Resistant Maltodextrin; RM) ต่อปริมาณแป้งข้าวที่ใช้ ร้อยละ 10 20 และ 30 โดยใช้ซูคราโลส (Sucralose) เป็นสารให้ความหวาน โดยทำการเปรียบเทียบค่า GI กับผลิตภัณฑ์แพนเค้กสูตรควบคุมจากแป้งข้าวที่แตกต่างสายพันธุ์ พบว่า แพนเค้กที่ผลิตจากแป้งข้าวหอมมะลิสูตรควบคุมมีค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ที่ 60.8 เมื่อเติม RM ที่ร้อยละ 10 ค่า GI ลดลง 58.4 และเมื่อเติมซูคราโลสร้อยละ 25 ร่วมด้วยส่งผลให้ลดค่า GI 51.9 ส่วนแพนเค้กที่ใช้แป้งข้าวสาลีสังเคราะห์สูตรควบคุม ค่า GI 58.2 เมื่อเติม RM ร้อยละ 10 ค่า GI 54.1 และเมื่อเติมซูคราโลสร้อยละ 25 ร่วมด้วยทำให้ลดค่า GI 49.3 งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ผลของการเติม RM ร่วมกับซูคราโลสมีผลทำให้ ค่า GI ในผลิตภัณฑ์แพนเค้กมีแนวโน้มลดลง

#### 2.8.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

Misra et al. (2023) การตระหนักถึงการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ และมีคุณค่าทางโภชนาการในการพัฒนาอาหารฟังก์ชันนัล (Functional Food) ความต้องการผลิตภัณฑ์อาหารที่ปราศจากกลูเตนและไม่ใช้น้ำตาลทราย ทำให้เกิดแนวคิดอิริทริทอล (Erythritol) เป็นสารให้ความหวานกลุ่มโพลีออล ผสมแป้งหลายชนิด (Multigrain Flour; MG) คือแป้งที่ผลิตจากการรวมกันของธัญพืชหลายชนิด โดยเติมอิริทริทอลร้อยละ 0 - 70 ต่อแป้ง 100 กรัม ผลการศึกษาพบว่าแป้ง MG ที่มีอิริทริทอลร้อยละ 20 - 40 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิปกติ ที่ระยะเวลา 5 เดือน แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ และผลิตภัณฑ์ที่มีการอัดขึ้นรูปที่มีคุณภาพดี สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

Ding and Yang (2021) ให้เหตุผลว่าผู้บริโภคมีความกังวลเกี่ยวกับน้ำตาลสูงและคุณภาพการเก็บรักษาในขนมปังมากขึ้นเรื่อยๆ การใช้สารทดแทนน้ำตาลแอลกอฮอล์เป็นสารทดแทนน้ำตาล ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เป็นวิธีปฏิบัติที่พบได้แก่ อิริทริทอล (Erythritol) เนื่องจากสามารถปรับกระบวนการได้คุณสมบัติที่ปรับปรุงคุณภาพและประโยชน์ต่อสุขภาพ มีแคลอรีต่ำ และสามารถใช้ร่วมกับสารให้ความหวานอื่น ๆ เพื่อให้ได้รสชาติและระดับความหวานที่ต้องการ อีกทั้งช่วยปรับปรุงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่บางชนิดเช่น ขนมปัง และอาหารธัญพืชอื่นๆ เพื่อให้ได้โครงสร้างที่มั่นคงและแข็งแรง รสชาติอร่อย และอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน และข้อมูลเชิงลึกเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำตาลแอลกอฮอล์ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่พบว่า โครงสร้างโมเลกุล ขนาด และระดับของน้ำตาลแอลกอฮอล์ในขนมปังอาจมีผลต่อการยึดตัวของแป้ง (Gelatinization) ส่งผลคุณภาพของขนมปัง

Antonio et al. (2018) การใช้หญ้าหวานในผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวโอ๊ตโดยวิธีการอบศึกษาปริมาณของสารสกัดจากหญ้าหวาน *rebaudiana Bertonii* (var. Morita II) ทดแทนน้ำตาลทราย ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ศึกษาความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวโอ๊ต จากผู้ประเมินจำนวน 120 คน ประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส (9-points) เปรียบเทียบปริมาณสารสกัดจากหญ้าหวานที่ใช้ทดแทนน้ำตาลทรายทั้ง 4 ระดับ ผลการทดลองพบว่า ร้อยละ 50 ด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏและความประทับใจโดยรวม ของผู้ประเมินให้คะแนนการยอมรับสูงสุด

Mariotti and Cristina (2012) การใช้สารทดแทนซูโครสในผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลต่ำเชิงอุตสาหกรรมอาหารมีความสนใจเพิ่มขึ้น เนื่องจากการปรับเปลี่ยนปริมาณน้ำตาลอาจส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางรีโอโลยีและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบของสารให้ความหวานที่แตกต่างกัน ได้แก่ ซูโครส ฟรุคโตส และซูคราโลส ต่อคุณสมบัติทางกลศาสตร์และรีโอโลยีของแป้งที่ใช้ในขนมอบหวาน ผลิตภัณฑ์ครัวซองต์ จากการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบโครงสร้างของแป้งและคาดการณ์พฤติกรรมในกระบวนการผลิตพบว่า ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าแป้งที่มีการเติมซูคราโลส มีคุณสมบัติทางกลศาสตร์และรีโอโลยี ที่คล้ายคลึงกับแป้งที่ผลิตโดยไม่เติมน้ำตาล โดยมีลักษณะความแข็งแรง และความสามารถในการทนต่อแรงดึงที่สูงกว่า ในขณะที่แป้งที่มีซูโครสมีค่าความหนืดที่สูงกว่า ส่งผลให้การใช้ซูคราโลสเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการผลิตขนมอบที่รักษาคุณภาพที่ดีในลักษณะของน้ำตาลต่ำ

## 2.8.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมิวซีเลจจากพืช

### 2.8.5.1 มิวซีเลจจากเมล็ดแมงลัก (Basil seed)

Nazir et al. (2017) การสกัดมิวซีเลจ (*Ocimum basilicum* L.) โดยใช้การกรองเป็นเทคนิคทางกลจากการศึกษาอุณหภูมิ 40 – 91 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1.6 – 3.3 ชั่วโมง และอัตราส่วนเมล็ด ต่อน้ำ 1 ต่อ 18 ถึง 1 ต่อ 77 สกัดโดยใช้น้ำกลั่น ค่า pH ของน้ำถูกปรับเป็น 8 โดยใช้สารละลาย 0.2 โมลาร์ (M) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือ กรดไฮโดรคลอริก (HCl) เมล็ดถูกเพิ่มลงในสัดส่วนของน้ำที่อุณหภูมิที่ต้องการ สารละลายถูกรักษาไว้ที่อุณหภูมิคงที่และกวนอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องกวนสาร และใช้แม่เหล็กคน ภายใต้สภาวะกรดไหลย้อนตลอดระยะเวลาการสกัด มิวซีเลจถูกแยกออกจากเมล็ดโดยใช้ไม้พายยางบนปาดเอามิวซีเลจออกผ่านตาข่ายกรอง ขนาด 10 เมช แล้วนำมิวซีเลจที่แยกออกจากสารแขวนลอย และทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10 ชั่วโมงในเตาอบลมร้อน นอกจากนี้มิวซีเลจที่เกาะติดจากเมล็ดแห้งยังถูกแยกออกจากกันโดยใช้ตาข่ายขนาด 40 เมช

Naji-Tabasi et al. (2016) การสกัดและการทำให้บริสุทธิ์ของเมล็ดแมงลัก โดยนำเมล็ดทำความสะอาดก่อนจากนั้น นำไปแช่ในน้ำกลั่น ในอัตราส่วนเมล็ดต่อน้ำ 1 ต่อ 20 ควบคุมอุณหภูมิ 68 องศาเซลเซียส ค่า pH 7 และคนผสมต่อเนื่อง เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นทำการแยกมิวซีเลจออกจากเมล็ดที่พอง โดยใช้เทคนิคการดูด เมล็ดถูกส่งผ่านเครื่องสกัดที่ติดตั้งไว้ที่แผ่นหมุน ทำชุดชั้นเมือกบนพื้นผิวเมล็ด สารละลายที่สกัดออกมาจะถูกกรองและทำให้บริสุทธิ์ โดยการผสมกับเอทานอลร้อยละ 96 เพื่อพอลิแซ็กคาไรด์ตกตะกอน แล้วนำไปละลายในน้ำกลั่นและทำให้แห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส เมื่อได้กัมแห้งถูกบดกรองบรรจุและเก็บไว้ในที่เย็นและแห้ง เมล็ดแมงลัก

### 2.8.5.2 มิวซีเลจจากเมล็ดเจีย (Chai seed)

Wolever et al. (2023) ประโยชน์ของเมล็ดเจียต่อสุขภาพ ทั้งนี้เมล็ดเจียกำลังได้รับความสนใจในฐานะอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ จากการตอบสนองของความหิว ความอึด และระดับน้ำตาลในเลือด จากการนำคุกกี้ปริมาณ 30 กรัมที่มีปริมาณเมล็ดเจียที่ระดับ 0, 3, 5 หรือ 7 กรัม ให้พลังงาน 140 – 150 กิโลแคลอรี, ไขมัน 7 - 8 กรัม, โปรตีน 4 กรัม, เส้นใยอาหาร 0 – 2 กรัม, คาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ 16 กรัม โดยใช้การออกแบบไขว้แบบสุ่มแบบอำพรางสองฝ่าย ผู้ใหญ่ที่อดอาหารข้ามคืน (ชาย 24 คน หญิง 22 คน) บริโภคคุกกี้ทดสอบโดยวัดจุดสิ้นสุดก่อนและเป็นประจำ เป็นเวลา 3 ชั่วโมงหลังรับประทานอาหาร พื้นที่ทั้งหมดภายใต้เส้นโค้ง (tAUC0-3 h) สำหรับความหิวมีความคล้ายคลึงกันระหว่างเมล็ดเจียส่งผลต่อการตอบสนองของระดับน้ำตาลในเลือด

Chiang et al. (2021) โพลีแซ็กคาไรด์ที่ได้จากเมล็ดพืช เช่น Chia (*Salvia hispanica*) ได้รับความสนใจอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหารในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา เนื่องจากมีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ที่เป็นเอกลักษณ์ รู้จักกันในชื่อมิวซีเลจจากเมล็ดเจีย (Chai Mucilage; CM) เป็นส่วนผสมที่มีประโยชน์ซึ่งมีเส้นใยอาหารและสารอาหาร มีโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพมากมาย ซึ่งสามารถนำมารวมไว้ในอาหารเพื่อสุขภาพได้ที่ดีที่สุดได้ การสกัดมิวซีเลจจากเมล็ดเจีย(CM ) มีผลมาจาก สภาวะการให้น้ำ (อุณหภูมิ เวลา อัตราส่วนน้ำ เมล็ดพืช และ pH) วิธีการสกัดและการทำ

ให้บริสุทธิ์ และพารามิเตอร์การนำกลับมาใช้ใหม่ นอกจากนี้ CM เป็นตัวทดแทนส่วนผสม ได้แก่ ไขมันหรือน้ำมัน ไข่ กลูเตน อิมัลซิไฟเออร์หรือสารทำให้คงตัว และสารทดแทนฟอสเฟตในอาหารต่างๆ เช่น อาหารอบ ธัญพืช นม และเนื้อสัตว์ ข้อค้นพบและ มีการสรุปผลของกระบวนการแยกและพารามิเตอร์การประมวลผลต่อผลผลิตจากการทดลองและองค์ประกอบใกล้เคียงของ CM ที่ผลิตขึ้น การใช้ CM เป็นตัวทดแทนส่วนผสม ซึ่งให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจคุณสมบัติเชิงหน้าที่เฉพาะของ CM เพื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ สรุปได้ว่า CM เป็นส่วนผสมอาหารที่มีคุณค่าซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลาย และศักยภาพในการใช้ CM จะเพิ่มขึ้นในอนาคต

Oliva et al. (2019) การประยุกต์ใช้เมล็ดเจีย เพื่อส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันการดื้ออินซูลิน (Insulin resistance; IR) เป็นจุดเด่นที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของโรคอ้วนโรคเบาหวานประเภท 2 ความดันโลหิตสูงไขมันในเลือดผิดปกติและโรคหลอดเลือดหัวใจ ความผิดปกติที่รวมอยู่ในภาวะที่เกิดจากการเผาผลาญอาหารของร่างกายที่ผิดปกติไปหรือที่เรียกว่าเมตาบอลิกซินโดรม (Metabolic Syndrome) ในช่วงภาวะดื้ออินซูลินปริมาณอินซูลินปกติไม่เพียงพอที่จะยับยั้งการส่งออกกลูโคสในตับและเพื่อผลิตการดูดซึมกลูโคสตามปกติจากเนื้อเยื่อไขมันและกล้ามเนื้อ

Campos et al. (2016) การศึกษาผลกระทบเมล็ดเจีย ต่ออุณหภูมิในการสกัดที่ 30 - 80 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาในการสกัดที่ 2-4 ชั่วโมง โดยอัตราส่วนของเมล็ดเจียต่อน้ำ 1 ต่อ 10 ถึง 1 ต่อ 30 ประยุกต์ใช้ครีมตัวอย่างที่เหมาะสมคือ เมล็ดเจียที่สกัดในอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสกัด 4 ชั่วโมง อัตราส่วนเมล็ดเจีย 1 ต่อ 30 มีความเหมาะสมต่อไอศกรีมถูกเตรียมโดยใช้มิวซิเลจจากเมล็ดเจียที่สกัดภายใต้สภาวะที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) และสารทำให้คงตัวทดแทนทั้งหมด ผลการทดสอบเนื้อสัมผัส ระยะเวลาสำหรับการขยายตัว และการหลอมละลายของไอศกรีม พบว่า มิวซิเลจจากเมล็ดเจียสามารถทดแทนอิมัลซิไฟเออร์ และความคงตัวในสูตรไอศกรีมได้ โดยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ อย่างไรก็ตามสีเข้มของเมือกส่งผลต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมโดยรวม

### 2.8.5.3 มิวซิเลจจากไซเลียม

Güler and Sensoy (2023) การศึกษาโครงสร้างของแป้งสาลีและเส้นใยไซเลียม ที่ผ่านความร้อน 2 วิธี ได้แก่วิธีการนี้ และการอบ พบว่า เมื่อสังเกตแป้งสาลีมีลักษณะเป็นเม็ดกลม และแบน ส่วนลักษณะของเส้นใยไซเลียมมีรูปร่างแบนไม่สม่ำเสมอ อีกทั้งยังมีพื้นผิวที่ใหญ่ทำให้ดูดซับน้ำฟองตัวขึ้น และเกิดเจล โดยตัวอย่างที่มีเส้นใยไซเลียมยังทำให้เม็ดแป้งติดอยู่ภายในเมทริกซ์เส้นใยโปรตีน อีกทั้งเส้นใยไซเลียมที่ได้รับอุณหภูมิ เวลา และวิธีการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน ทำให้โครงสร้างของแป้งและเม็ดแป้งมีปฏิสัมพันธ์กับส่วนประกอบอื่น ๆ โดยตัวอย่างที่มีเส้นใยไซเลียมนำไปผ่านความร้อนด้วยวิธีการนี้ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ส่งผลให้โครงสร้างเป็นรอยแยกมากกว่าแป้งสาลี หลังจากการย่อยแป้งเป็นเวลา 20 นาที แสดงให้เห็นว่าการให้ความร้อนแบบนี้มีความชื้นช่วยปรับปรุงการย่อยอาหาร เส้นใยไซเลียมยังทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันทางกายภาพและสารเพิ่มความชื้นเพื่อลดการเคลื่อนไหวของเอนไซม์ จากการศึกษาผลของเส้นใยไซเลียมต่อการย่อยแป้งสาลีที่ผ่านกระบวนการทำให้สุกด้วยวิธีนี้และค่าในสภาวะจำลองการย่อยในระบบทางเดินอาหาร

ในหลอดทดลอง โดยวิธีจาก Englyst et al. (1992) ด้วยชุดวิเคราะห์ ปริมาณกลูโคส อะเซ คิท (Glucose Assay kit GOPOD) จาก Megazyme Int. Ltd., Bray, Ireland) โดยคำนวณจากสมการของค่าแบ่งที่ถูกละลายได้เร็ว (Rapidly digestible starch; RDS) แบ่งที่ถูกละลายได้ช้า (Slowly digestible starch; SDS) และแบ่งต้านทานการย่อย (Resistant starch; RS) จากอาหารตัวอย่าง ปริมาณ 20 กรัม เมื่อแบ่งที่ผ่านการย่อยและเปลี่ยนเป็นกลูโคสในช่วง 20 นาที ค่ากลูโคสที่ผ่านการดูดซึมหลังจาก 120 นาที ค่าของกลูโคสทั้งหมดในตัวอย่าง และปริมาณสตาร์ชทั้งหมด

Al-Foudari et al. (2022) การศึกษาการสัณฐานวิทยาของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีส่วนผสมของไซเลียม ร้อยละ 3 และร้อยละ 5 และรำข้าวสาลีบด ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscope; SEM) แบบส่องกราด ที่กำลังการขยาย 2500 เท่า เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ ของผลิตภัณฑ์ขนมปังในส่วนที่เป็นพื้นผิวของเปลือกด้านนอก (Outside Crust Surface) และพื้นผิวภายในของเปลือกขนมปัง (Inside crust surface) และศึกษาการเกิดเจลาติไนเซชัน (Gelatinization) ของเม็ดแป้งจากรำข้าวที่ผ่านความร้อนด้วยน้ำในปริมาณจำกัด โดยสังเกตอนุภาค (Particle) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงส่วนประกอบของโปรตีน เม็ดแป้ง ที่มีขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ แต่พื้นผิวอนุภาคของไซเลียม จะเห็นเป็นส่วนสูงชันเป็นแนวจากพื้นผิว แต่ไม่แสดงขอบเขตของเซลล์ อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ไซเลียมมีความสามารถในการกักเก็บน้ำเพิ่มขึ้น อีกทั้ง พบว่าเม็ดแป้งไม่แสดงการบอบสลายที่พื้นผิวของเปลือกด้านนอก แต่ที่พื้นผิวภายในของเปลือกขนมปัง เมทริกซ์ (Matrix) ของแป้งเกิดเจลาติไนซ์ได้อย่างสมบูรณ์

Noguerol et al. (2022) การพัฒนาอาหารโดยใช้เจลของไซเลียม มีวิธีเตรียมผง ไซเลียมเพื่อให้เกิดเจล จากการนำผงไซเลียมไปละลายในน้ำเย็น ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 นาที ที่ความเข้มข้น ร้อยละ 1 - 7 จากนั้น นำตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ชุด เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่ใช้เตรียมตัวอย่างแตกต่างกัน โดยชุดที่หนึ่ง เก็บตัวอย่างในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง จนเกิดเจลที่มีลักษณะคงตัว ส่วนชุดที่สองนำไปผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 นาที แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง และหลังจากการจัดเก็บก่อนนำตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์ ให้ตัวอย่างออกมาพักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Fratelli et al. (2018) ขนมปังปลอดกลูเตนที่เติมไซเลียมร้อยละ 2.86 ต่อ น้ำร้อยละ 82.14 มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับขนมปังข้าวสาลี และเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารจากร้อยละ 2.5 ในสูตรควบคุม ขนมปังปลอดกลูเตนเป็นร้อยละ 4.00 ทั้งนี้ ผลลัพธ์ยังแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเพิ่มจะเติมไซเลียมร้อยละ 17.14 ต่อ น้ำร้อยละ 117.86 ลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังปลอดกลูเตน ที่มีคะแนนยอมรับได้ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม โดยมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นได้ถึง 4 เท่า อีกทั้งส่งผลให้การตอบสนองระดับน้ำตาลในเลือดลดลงร้อยละ 33

Raymundo et al. (2014) ผลิตภัณฑ์บิสกิต เกิดการรวมตัวของไซเลียมและ แป้งสาลี จากการทดสอบโดยใช้ปริมาณร้อยละ 3 6 10 13 และ 15 ร้อยละโดยน้ำหนัก พบว่า ปริมาณเส้นใยจากไซเลียมสูงสุดที่รวมอยู่ในผลิตภัณฑ์บิสกิตร้อยละ 9 เนื่องจากมีความสามารถอุ้มน้ำ ได้สูง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และจากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไซเลียม พบว่า มีใยอาหาร (Fiber) ร้อยละ 71.42 ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (Soluble dietary fiber) ร้อยละ 67.20

และเส้นใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber) ร้อยละ 4.21 เมื่อวิเคราะห์ค่าความชื้น เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ไม่เติมโซเลียม พบว่า ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์บิสกิตลดลงตามปริมาณการเติมโซเลียมที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยมีปริมาณค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 1.88-3.27 ของน้ำหนัก โดยค่าความชื้นของสูตรควบคุมร้อยละ 4.32 มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้ผลการวิจัยแสดงค่าน้ำอิสระ (Water activity; aw) ในบิสกิตที่เติมโซเลียมมีค่าน้ำอิสระลดลง เมื่อโซเลียมเพิ่มขึ้น ข้อมูลนี้อาจนำไปสู่การควบคุมคุณภาพอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้นในบิสกิตที่อุดมไปด้วยใยอาหารจากโซเลียม

## 2.8.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ขนมปังและเบเกอรี่เพื่อสุขภาพ

นันทิยา เกตุแก้ว และคณะ (2567) การศึกษาได้สำรวจปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเบเกอรี่เพื่อสุขภาพของผู้สูงอายุวัยต้นในร้านสะดวกซื้อกรุงเทพมหานคร โดยการเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุระหว่าง 60 - 69 ปี ซึ่งมีสุขภาพแข็งแรงและเคยซื้อเบเกอรี่เพื่อสุขภาพจำนวน 400 คน ผลการศึกษาพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีช่วงอายุ 65-69 พบว่าปัจจัยทางจิตวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเบเกอรี่เพื่อสุขภาพของผู้สูงอายุวัยต้นได้แก่ ปัจจัยด้านความต้องการด้านความปลอดภัยและปัจจัยด้านความต้องการทางสังคม มีส่วนช่วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกลยุทธ์ทางการตลาดที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มผู้บริโภคนี้

วีระชาติ อุดรนคร (2566) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่เพื่อสุขภาพในกรุงเทพมหานครสามารถแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ความต้องการด้านความปลอดภัย และความต้องการด้านสังคม ผลการศึกษาพบว่า ด้านผลิตภัณฑ์ถือเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลมากที่สุด ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มุ่งเน้นการรักษาสุขภาพและความปลอดภัยของส่วนผสม รวมถึงความหลากหลายของรสชาติ ซึ่งตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มลูกค้าที่ใส่ใจสุขภาพ นอกจากนี้ ด้านราคาเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ พบว่าราคาเบเกอรี่เพื่อสุขภาพมีความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับคุณค่าทางโภชนาการที่ได้รับ ลูกค้ายังมีตัวเลือกในระดับราคาที่หลากหลาย ทำให้สามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์ได้ง่ายและมีความยอมรับในราคาอย่างสูง ความเหมาะสมของราคาเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งเสริมความพึงพอใจในการซื้อ สำหรับด้านช่องทางจัดจำหน่าย แม้ว่าจะไม่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ แต่ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าลูกค้ามักเลือกซื้อจากร้านค้าที่มีความน่าเชื่อถือในคุณภาพ ความเชื่อมั่นในคุณภาพของร้านค้าแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการสร้างความน่าเชื่อถือในตลาดเบเกอรี่เพื่อสุขภาพ โดยลูกค้ามักมองหาสถานที่ที่สามารถไว้วางใจในสินค้าและบริการได้มากกว่าการจัดจำหน่ายในรูปแบบที่หลากหลาย

## 2.8.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำคู่มือและสื่อการเรียนรู้

คานิ่ง เจนการ และ วิภา รัตน์แสงจันทร์ (2567) การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านความสามารถการเขียนแผนจัดการเรียนรู้ โดยวัดผลก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรม โดยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การหาค่า t-test (Dependent sample) อีกทั้งยังทำการศึกษาความคิดเห็นของครูช่างอุตสาหกรรม ที่มีต่อชุดฝึกทักษะโดยใช้เครื่องมือการวิจัยเป็นแบบประเมินความพึงพอใจ โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ งานวิจัยเรื่องนี้ยังได้ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปว่าควรมีการศึกษาเรื่องการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติ โดยเริ่มการ



ฝึกอบรมในช่วงเวลาเช้า เพื่อให้ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมที่ยังไม่มั่นใจได้ทบทวนเพิ่มเติมในเวลาช่วงบ่าย พร้อมกับสร้างบรรยากาศการฝึกอบรมให้ผู้เข้าร่วมรู้สึกผ่อนคลาย ไม่เครียด และอยากเรียนรู้ตลอดเวลา

ณัฐศรีพันธุ์ วงศ์เตชะ และ คณะ (2563) ผลการใช้สื่อวีดิทัศน์สองภาษาต่อความรู้และทักษะการทำอาหารทางสายสำหรับผู้ดูแลผู้ป่วยที่ใส่สายในอาหารโรงพยาบาลแม่สอด จังหวัดตาก ระหว่างก่อน (Pretest) และหลัง (Posttest) การใช้สื่อ โดยมีวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่หนึ่งก่อนการทดลอง โดยทำการประชาสัมพันธ์โครงการเพื่อหาผู้เข้าร่วมที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ ซึ่งแจ้งความเป็นมาวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการ อธิบายขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ระยะเวลา เก็บข้อมูลโดยการให้ทำแบบวัดความรู้ (Pretest) และประเมินความรู้ที่เกี่ยวกับทักษะในการทำอาหารทางสาย ก่อนให้ผู้เข้าร่วมได้เรียนผ่านสื่อวีดิทัศน์ ขั้นที่สอง ดำเนินการทดลอง โดยให้ผู้เข้าร่วมเป็นแบบรายกลุ่ม ได้รับชมวีดิทัศน์การสอนแบบสาธิต เป็นระยะเวลา 25 นาที ที่มีเนื้อหาทั้งหมด 9 กิจกรรม ได้แก่ 1) แนะนำชื่อผลิตภัณฑ์พร้อมกับตรวจสอบฉลาก วันหมดอายุ 2) วิธีการผสม 3) ปริมาณที่ให้ (ปริมาณ 1 หน่วยบริโภค) 4) เทคนิคการเตรียมและการผลิต 5) วิธีการเก็บรักษาอาหารก่อนและหลังเตรียม 6) การทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต 7) การป้องกันการปนเปื้อนและติดเชื้อ 8) วิธีการล้างมือก่อนและหลัง การประกอบอาหาร 9) การประเมินผลลัพธ์ ขั้นที่สามหลังการทดลอง หลังจากเสร็จสิ้นการสอน ผู้ช่วยนักวิจัยประเมินความรู้ และทักษะในการทำอาหารทางสาย (Posttest)

Namjaidee and Dhammapissamai (2022) การศึกษาโปรแกรมออนไลน์สำหรับการเรียนรู้ของครูเพื่อเพิ่มพูนทักษะการรู้เท่าทันสื่อของนักเรียน" วิธีการวิจัยและพัฒนา (R&D) ประกอบด้วยโครงการพัฒนาการเรียนรู้ของครู และการนำผลการเรียนรู้ของครูไปใช้ในโครงการพัฒนาผู้เรียน โครงการแรกได้คู่มือการเรียนรู้ของครูจำนวน 6 เล่ม ส่วนโครงการที่ 2 ประกอบด้วยคู่มือปฏิบัติการ 1 เล่ม ที่นำผลการเรียนรู้ของครูมาส่งเสริมการพัฒนานักเรียน คู่มือได้รับการประเมินในโรงเรียนที่กลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนขยายโอกาสภายใต้คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งออกแบบให้มีการทดสอบก่อน และหลังเรียนแบบกลุ่มเดียว (1 group pre-test/post-test) มีกลุ่มทดลองจำนวน 12 คน และนักเรียน 59 คน แบบประเมินทักษะการรู้เท่าทันสื่อของนักเรียนเป็นแบบออนไลน์ผ่าน Google form กำหนดให้คะแนนแบบ 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ทั้งนี้แบบฟอร์มการประเมินได้รับการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ในสาขาหลักสูตรการสอนและการวัดผลโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์รายการ (IOC) พบว่าทุกคำถามมีค่า IOC สูงกว่า 0.50 จึงสามารถวัดกลุ่มเป้าหมายได้ ผลการวิจัย พบว่าโปรแกรมออนไลน์ที่คิดค้นขึ้นมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับสมมติฐานของการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบทดสอบหลังการทดลองสำหรับครูได้มาตรฐาน 90/90 2) คะแนนเฉลี่ยหลังการทดสอบของครูสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ 3) หลังการทดลองพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในการประเมินทักษะการรู้เท่าทันสื่อสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง

##### 3.1.1 วัตถุดิบ

|                                             |                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 3.1.1.1 แป้งสาลีสำหรับใช้ทำขนมปัง           | ยี่ห้อหงส์ขาว                             |
| 3.1.1.2 แป้งสาลีชนิดพิเศษ                   | ยี่ห้อบัวแดง                              |
| 3.1.1.3 แป้งข้าวเจ้า กข 43 ดัชนีน้ำตาลต่ำ   | ยี่ห้อเหรียญทองคู่                        |
| 3.1.1.4 ยีสต์แห้งสำเร็จรูป                  | ยี่ห้อซาฟอินสแตนท์                        |
| 3.1.1.5 เกลือป่น                            | ยี่ห้อปรุททิพย์                           |
| 3.1.1.6 นมข้นจืดระเหย                       | ยี่ห้อคาร์เนชั่น                          |
| 3.1.1.7 เนยสดชนิดเค็ม                       | ยี่ห้อออร์คิด                             |
| 3.1.1.8 ไข่ไก่เบอร์ 3                       | ยี่ห้อซีพี ซีเล็คชั่น                     |
| 3.1.1.9 น้ำ                                 | ยี่ห้อคริสตัล                             |
| 3.1.1.10 นมผงสำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่        | ยี่ห้อแดรี่รัช                            |
| 3.1.1.11 น้ำตาลเบเกอรี่                     | ยี่ห้อลิน                                 |
| 3.1.1.12 สารให้ความหวานแทนน้ำตาล            | ยี่ห้อลิน (ดีไลท์ พลัส 0 แคลอรี่ สตีเวีย) |
| 3.1.1.13 เมล็ดเจีย (Chai Seed)              | ยี่ห้อไร่พระจันทร์                        |
| 3.1.1.14 เมล็ดแมงลัก (Basil Seed)           | ยี่ห้อไร่ทิพย์                            |
| 3.1.1.15 ไซเลียมฮัสค์ชนิดผง (Psyllium Husk) | บริษัทกรุงเทพเคมี จำกัด                   |

##### 3.1.2 อุปกรณ์

|                                                            |               |
|------------------------------------------------------------|---------------|
| 3.2.1.1 อุปกรณ์สำหรับทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง                     |               |
| 1) พิมพ์ขนมปังมีฝาปิดขนาด (ก.10 ซม. x ย.10 ซม. x ส.10 ซม.) | ยี่ห้อ Anchor |
| 2) ถ้วยตวงของเหลว                                          | ยี่ห้อ Wanana |
| 3) ที่หั่นขนมปังสี่เหลี่ยม                                 | ยี่ห้อมัลลาย  |
| 4) มีดหั่นขนมปัง                                           |               |

### 3.2.1.2 อุปกรณ์สำหรับทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมปัง

- 1) ซิลิกาเจล เม็ดสีน้ำเงิน (Silicagel Blue)
- 2) โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 3) กระป๋องเก็บตัวอย่าง อะลูมิเนียม ขนาด 3 ออนซ์ (Moisture can)

### 3.1.3 เครื่องมือในการทดลอง

#### 3.1.3.1 เครื่องมือในการทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง

- 1) เครื่องผสมอาหาร ขนาด 6.7 ลิตร ยี่ห้อ Kenwood  
รุ่น KCC9040S
- 2) เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ยี่ห้อ K scale
- 3) ตู้หมักแป้งขนมปัง ยี่ห้อ King Machines
- 4) เตาอบแก๊สควบคุมไฟฟ้าขนาด 9 ถาด 3 ชั้น ยี่ห้อ Mallory

#### 3.1.3.2 เครื่องมือสำหรับทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ขนมปัง

- 1) เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ HunterLab  
รุ่น UltraScan VIS
- 2) เครื่องวัดน้ำอิสระ (aw) ยี่ห้อ Novasina  
รุ่น LabMaster-aw neo
- 3) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Memmert, Germany
- 4) เครื่อง Scanning electron microscope (SEM)  
Model : JSM-IT700HR
- 5) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius

#### 3.1.3.3 เครื่องมือทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปัง

- 1) แบบประเมินประสาทสัมผัส ให้คะแนนแบบ 9-Point Hedonic Scale
- 2) ถูงชิปลือคพลาสติก MMP (Food Contact) ขนาด 7x10 เซนติเมตร
- 3) น้ำดื่ม
- 4) อุปกรณ์เครื่องเขียน

## 3.2 วิธีการทดลอง

### 3.2.1 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งวิธีการดำเนินงานออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การศึกษาสูตรขนมปังพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด 2) การศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังจำนวน 3 ระดับ และเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม โดยแสดงรายละเอียดของการศึกษาดังต่อไปนี้

#### 3.2.1.1 ศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมปังพื้นฐาน

ศึกษาสูตรขนมปังพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร เพื่อนำสูตรที่มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดคัดเลือกเป็นสูตรควบคุมในการผลิตขนมปังดัชนีน้ำตาลต่ำเพื่อสุขภาพ วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) ผลิตภัณฑ์ขนมปังพื้นฐานตามสูตรดังตารางที่ 3.1 และวิธีการผลิตดังแผนภูมิที่ 3.1 - 3.2 ในสูตรที่ 1,2,3 ตามลำดับ การทดสอบทางประสาทสัมผัส เตรียมตัวอย่าง โดยมีวิธีดังนี้ นำขนมปังหั่นชิ้น 4 เหลี่ยม ความหนา 1.5 เซนติเมตร ความกว้าง 4 เซนติเมตร และความยาว 4 เซนติเมตร บรรจุใส่ถุงซิปล็อคพลาสติก ขนาด 7x10 เซนติเมตร และรหัสเลขสุ่ม 3 หลักระบุกำกับที่ด้านหน้าถุง จากนั้นจัดเรียงตัวอย่างใส่ถาดพร้อมแบบประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสทั้งด้านลักษณะปรากฏ สีผิวด้านนอกขนมปัง สีภายในเนื้อขนมปัง กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ให้คะแนนแบบ 9-Point Hedonic Scale โดยมีเกณฑ์ 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คะแนน หมายถึงชอบมากที่สุด ทำการทดสอบโดยผู้บริโภคทั่วไป ใช้สูตรคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางของ Krejcie and Morgan (1970) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 52 คน การสุ่มแบบความสะดวก (Convenience sampling) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' New Multiple Range Test, (DMRT) เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐานที่ได้คะแนนการยอมรับสูงสุด โดยผู้วิจัยนำไปเป็นสูตรควบคุม (สูตรควบคุมพื้นฐาน) ไปการศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังต่อไป

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ขนมปัง จำนวน 3 สูตร

| ส่วนผสม                    | สูตรพื้นฐาน (กรัม) |           |           |
|----------------------------|--------------------|-----------|-----------|
|                            | สูตรที่ 1          | สูตรที่ 2 | สูตรที่ 3 |
| แป้งสาลียี่ห้อหงส์ขาว      | 300                | 400       | 500       |
| แป้งสาลีบัวแดงยี่ห้อบัวแดง | 75                 | -         | -         |
| ยีสต์แห้งสำเร็จรูป         | 4                  | 6.5       | 8         |
| เกลือป่น                   | 4                  | 2.5       | 7.5       |
| นมข้นจืด                   | 25                 | -         | -         |
| เนยสดชนิดเค็ม              | 80                 | 125       | 50        |
| ไข่ไก่เบอร์ 1              | 50                 | 60        | 30        |
| น้ำเย็น                    | 180                | 225       | 300       |
| นมผง                       | -                  | -         | 20        |
| น้ำตาลเบเกอรี่             | 85                 | 75        | 60        |

ที่มา: สูตรที่ 1 สัมภาษณ์จาก ชญาภัทร กี่อารีโย (วันที่ 5 พฤษภาคม 2567)

สูตรที่ 2 ดัดแปลงจาก ญัฐนรี จันทเปรมจิตร (2567)

สูตรที่ 3 ดัดแปลงจากมณฑิรา เนตรทิพย์ (ม.ป.ป.)

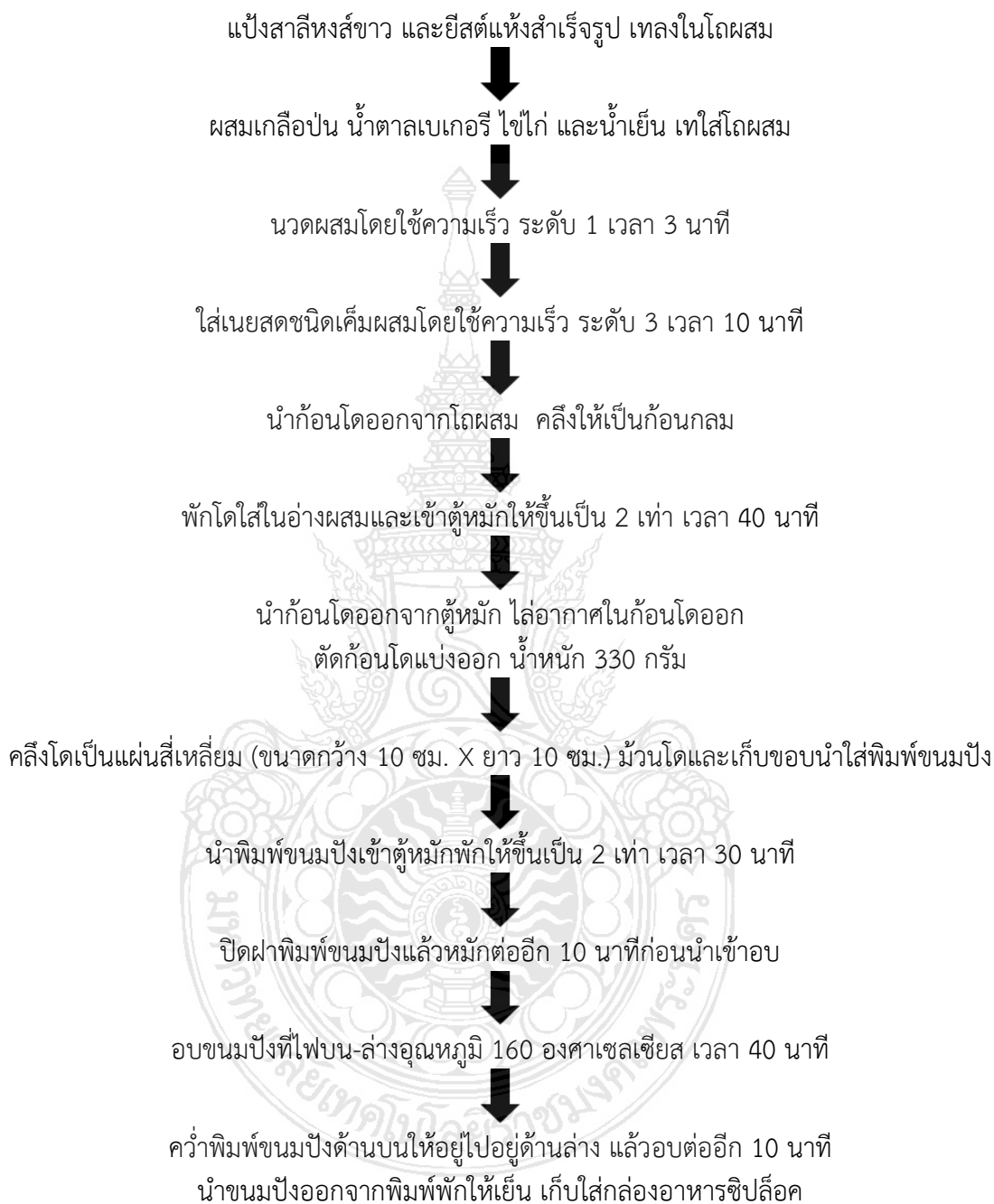
### วิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 1



แผนภูมิที่ 3.1 วิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 1

ที่มา: ชญภัทร กี่อาริโอ (วันที่ 5 พฤษภาคม 2567)

## วิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 2



แผนภูมิที่ 3.2 วิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 2

ที่มา: ดัดแปลงจาก ญัฐนรี จันทเปรมจิตร (2567)

### วิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 3



แผนภูมิที่ 3.3 วิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 3

ที่มา: ดัดแปลงจากมณฑิรา เนตรทิพย์ (ม.ป.ป.)



### 3.2.1.2 ศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

การศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนปริมาณแป้งสาลีในสูตรขนมปังพื้นฐานจำนวน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุมพื้นฐาน) 30, 40 และ 50 วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไป ใช้วิธีเดียวกับการศึกษาสูตรขนมปังพื้นฐาน เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีส่วนผสมแป้งข้าวเจ้า กข 43 ที่มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุด โดยผู้วิจัยนำไปเป็นสูตรควบคุม (สูตรควบคุมแป้งข้าวเจ้า กข 43) ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ที่เหมาะสมต่อไป

### 3.2.2 ศึกษาปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

การศึกษาปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ในผลิตภัณฑ์ขนมปังปริมาณ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุมแป้งข้าวเจ้า กข 43) ร้อยละ 40, 50 และ 60 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไป ใช้วิธีเดียวกับการศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมปังพื้นฐาน และประเมินความพอดีของความหวานในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่พัฒนาขึ้น โดย ให้คะแนนแบบ (Just about right scale, JAR) ใช้ค่า scale 3 ระดับ ได้แก่ 1 หมายถึง หวานน้อยไป (not sweet enough) 2 หมายถึง หวานพอดี (just about right) และ 3 หมายถึง หวานมากเกินไป (much too sweet) วิเคราะห์ความพอดีของความหวาน กำหนดระดับความพอดีที่ร้อยละ 60 การปรับปรุงโดย net score คำนวณจากร้อยละของ คำตอบที่มากเกินไป ลบด้วยร้อยละของคำตอบน้อยเกินไป โดยค่า กำหนดค่า net score  $\leq 20$  หมายถึงผลิตภัณฑ์มีความพอดีแล้ว ไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมปัง แต่ถ้าหากค่า net score  $> 20$  หมายถึงผลิตภัณฑ์ขนมปังควรปรับปรุงคุณลักษณะตามทิศทางของร้อยละของ คำตอบที่มีค่ามากกว่า ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการคัดเลือกสูตรขนมปังที่มี net score  $< 20$  เพื่อนำไปพัฒนาต่อ พร้อมทั้งพิจารณาผลิตภัณฑ์ขนมปังที่คะแนนการยอมรับสูงที่สุดและมีความหวานพอดี โดยผู้วิจัยนำไปเป็นสูตรควบคุม (สูตรควบคุมสารให้ความหวานแทนน้ำตาล) ไปศึกษาปริมาณมิวซีเลจจากพืช ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่เหมาะสมต่อไป

### 3.2.3 ศึกษาปริมาณมิวซีเลจจากพืช ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

3.2.3.1 วิธีการเตรียมมิวซีเลจจากพืช ได้แก่ เมล็ดแมงลัก เมล็ดเจีย และไซเลียมฮัสค์ โดยใช้อัตราส่วน ปริมาณน้ำ อุณหภูมิ และเวลาในการสกัด ที่แตกต่างกันตามชนิดของพืชที่ใช้ ดังแสดงในตารางที่ 3.2 อีกทั้งผลผลิตของมิวซีเลจที่ได้จะถูกทำการบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปศึกษาต้นทุนของการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำต่อไป

ตารางที่ 3.2 สภาวะการสกัดมิวซีเลจจากพืช

| ตัวอย่าง                 | อัตราส่วน<br>ตัวอย่าง:น้ำ | อุณหภูมิ<br>(องศาเซลเซียส) | เวลา<br>สกัด<br>(นาที) | อ้างอิง<br>ดัดแปลงจาก                                 |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------|
| เมล็ดแมงลัก<br>ร้อยละ 2  | 20 กรัม: 1 ลิตร           | 68                         | 20                     | Aaliya et al. (2024);<br>Naji-Tabasi et al.<br>(2016) |
| เมล็ดเจีย<br>ร้อยละ 5    | 50 กรัม: 1 ลิตร           | 50                         | 30                     | Segura campos et al.<br>(2014)                        |
| ไซเลียมฮัสค์<br>ร้อยละ 1 | 10 กรัม: 1 ลิตร           | 65                         | 20                     | Fratelli et al.<br>(2018);Noguerol et<br>al. (2022)   |



### วิธีการเตรียมมิวซีเลจเมล็ดแมงลัก



### แผนภูมิที่ 3.4 วิธีการเตรียมมิวซีเลจเมล็ดแมงลัก

ที่มา: ดัดแปลงจาก Aaliya et al. (2024); Naji-Tabasi et al. (2016)

### วิธีการเตรียมมิวซีเลจเมล็ดเจีย

เตรียมเมล็ดเจียกับน้ำเปล่า

อัตราส่วน (50 กรัม: 1 ลิตร)



เปิดเครื่องผสม Kenwood

อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที

คนผสม ระดับความเร็ว 1



เทส่วนผสมที่ได้ลงใส่ภาชนะพักให้เย็นในอุณหภูมิห้อง



นำมิวซีเลจเทใส่เครื่องผสมอาหารปั่นความเร็วระดับ 6 เวลา 5 นาที



นำมิวซีเลจใส่ภาชนะเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง



พักมิวซีเลจเมล็ดเจีย ในอุณหภูมิห้อง 15 นาทีก่อนนำไปใช้



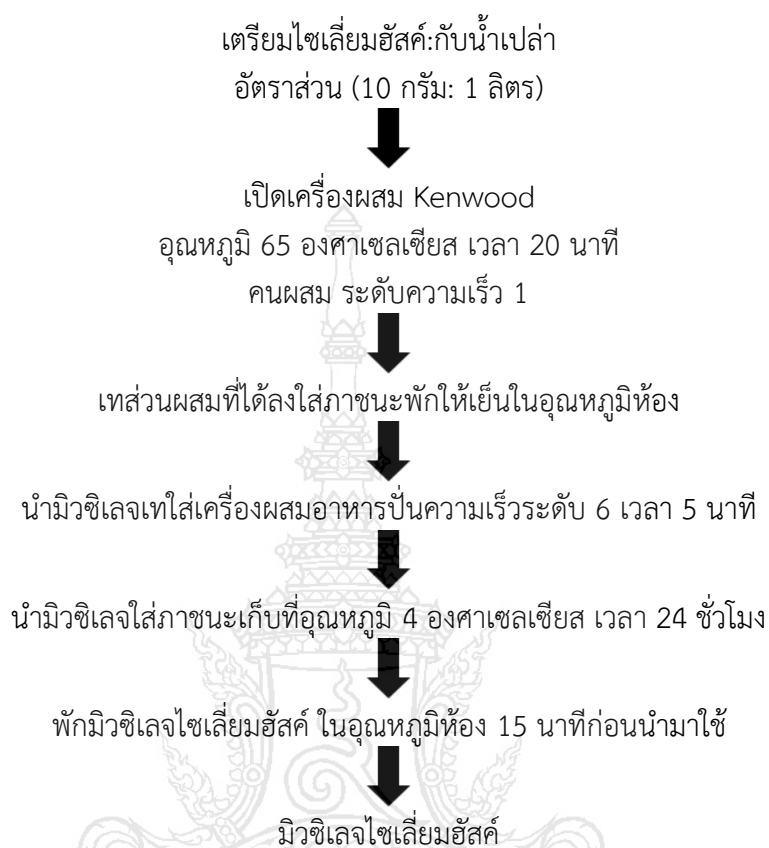
มิวซีเลจเมล็ดเจีย



แผนภูมิที่ 3.5 วิธีการเตรียมมิวซีเลจเมล็ดเจีย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Segura campos et al. (2014)

### วิธีการเตรียมมิวซิเลจไชลีเยมฮัสค์



แผนภูมิที่ 3.6 วิธีการเตรียมมิวซิเลจไชลีเยมฮัสค์

ที่มา: ดัดแปลงจาก Fratelli et al. (2018); Noguerol et al. (2022)

### 3.2.3.2 ศึกษาปริมาณมิวซีเลจเมล็ดแมงลักในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

ศึกษาปริมาณมิวซีเลจเมล็ดแมงลักที่ 4 ระดับคือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุมสารให้ความหวานแทนน้ำตาล) 60, 80 และ 100 ของแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทั้งนี้การสกัดมิวซีเลจเมล็ดแมงลักมีส่วนผสมของน้ำอยู่ ผู้วิจัยจึงต้องลดปริมาณน้ำที่อยู่ส่วนผสมลงตามปริมาณของมิวซีเลจเมล็ดแมงลักที่ใช้ในแต่ละระดับ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไป ใช้วิธีเดียวกับการศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมปังพื้นฐาน พิจารณาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดแมงลักที่คะแนนการยอมรับสูงที่สุดไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่เสริมมิวซีเลจจากพืช 3 ชนิดต่อไป

### 3.2.3.3 ศึกษาปริมาณมิวซีเลจเมล็ดเจียในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

ศึกษาปริมาณมิวซีเลจเมล็ดเจียที่ 4 ระดับคือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุมสารให้ความหวานแทนน้ำตาล) 60, 80 และ 100 ของแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทั้งนี้การสกัดมิวซีเลจเมล็ดเจียมีส่วนผสมของน้ำอยู่ ผู้วิจัยจึงต้องลดปริมาณน้ำที่อยู่ส่วนผสมลงตามปริมาณของมิวซีเลจเมล็ดเจียที่ใช้ในแต่ละระดับ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไป ใช้วิธีเดียวกับการศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมปังพื้นฐาน พิจารณาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดเจียที่คะแนนการยอมรับสูงที่สุดไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่เสริมมิวซีเลจจากพืช 3 ชนิดต่อไป

### 3.2.3.4 การศึกษามิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

ศึกษาปริมาณมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ที่ 4 ระดับคือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุมสารให้ความหวานแทนน้ำตาล) 60, 80 และ 100 ของแป้งข้าวเจ้า กข 43 43 ทั้งนี้การสกัดมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์มีส่วนผสมของน้ำอยู่ ผู้วิจัยจึงต้องลดปริมาณน้ำที่อยู่ส่วนผสมลงตามปริมาณของมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ที่ใช้ในแต่ละระดับ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไป ใช้วิธีเดียวกับการศึกษาสูตรขนมปังพื้นฐาน พิจารณาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ที่คะแนนการยอมรับสูงที่สุดไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่เสริมมิวซีเลจจากพืช 3 ชนิดต่อไป

### 3.2.3.5 ศึกษาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่เสริมมิวซีเลจ จากพืชทั้ง 3 ชนิด

การศึกษาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่เสริมมิวซีเลจ จากพืชทั้ง 3 ชนิดได้แก่ ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดแมงลัก ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดเจีย และผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ เปรียบเทียบกับสูตรควบคุมพื้นฐาน การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทั่วไป ใช้วิธีเดียวกับการศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์ขนมปังพื้นฐาน พิจารณาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจที่คะแนนการยอมรับสูงที่สุดไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำต่อไป จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ขนมปังทั้ง 4 ตัวอย่างไปศึกษาสมบัติทางกายภาพ และคัดเลือกผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจที่คะแนนการยอมรับสูงที่สุดไป

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่ต่อไป และศึกษาทางเคมี โดยเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมพื้นฐาน

### 3.2 3.5 การศึกษาคุณลักษณะค่าสีของมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด

การศึกษาคูณลักษณะค่าสีของมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ มิวซีเลจเมล็ดแมงลัก มิวซีเลจเมล็ดเจีย และมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ โดยการศึกษาค่าสี ทำการวิเคราะห์ 5 ข้อต่อตัวอย่าง ใช้ดัชนีในการวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

ค่า  $L^*$  หมายถึงค่าความสว่าง (lightness)

ค่า  $a^*$  หมายถึงค่าความเป็นสีแดง (redness)

ค่า  $b^*$  หมายถึงค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness)

โดยผู้วิจัยศึกษาค่าสีของมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ทำการศึกษา 2 ช่วงดังนี้

1) ศึกษาสีของมิวซีเลจก่อนนำไปแช่เย็น

2) ศึกษาสีของมิวซีเลจหลังเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง

### 3.2.3.6 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชใน

แป้งข้าวเจ้า กข 43

ศึกษาสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ โดยคัดเลือกผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจของพืชทั้ง 3 ชนิด ที่ได้คะแนนการยอมรับสูงสุดในแต่ละชนิดของมิวซีเลจ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดแมงลัก ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดเจีย และผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, (DMRT) โดยแสดงรายละเอียดการศึกษาดังนี้

1) ความสูงของโดที่เปลี่ยนแปลงไปภายหลังการบ่ม ใช้ไม้บรรทัดวัดความสูงของโดก่อนนำเข้าตู้นึ่ง และวัดความสูงของโดภายหลังครบเวลา 1 ชั่วโมง โดยค่าความสูงวัดบริเวณจุดกึ่งกลางของโด และคำนวณหาค่าความสูงของโดที่เปลี่ยนแปลงไปจากการคำนวณ (อภิชาญา ห่วงทอง, 2564)

ค่าความสูงของโด = ค่าความสูงของโดหลัง 1 ชั่วโมง - ค่าความสูงของโดก่อนนำเข้าตู้นึ่ง

2) ค่าการสูญเสียน้ำหนักที่หายไป (Weight Loss) ในผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ซึ่งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ก่อนอบ และน้ำหนักของผลิตภัณฑ์หลังการอบ คำนวณหาน้ำหนักที่หายไป (Hera et al., 2013) โดยทำ 3 ซ้ำ

3) ปริมาตรจำเพาะ (Specific Volume) คัดแปลงวิธีจาก Qin et al. (2021) คำนวณปริมาตรจำเพาะ ดังนี้

(V) = ปริมาตรที่ถูกละแทนที่

(W) = น้ำหนักของขนมปัง

ปริมาตรจำเพาะ (Specific Volume) = ปริมาตร (V) / น้ำหนัก (W)

#### 4) ค่าสี

ศึกษาค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ วิเคราะห์โดยใช้เครื่องวัดสี (Ultra Scan VIS Spectrophotometer Hunter Lab) ศึกษาค่าสี 2 ส่วน ได้แก่ เนื้อภายในขนมปัง (Crumb) และเปลือกขนมปัง (Crust) ทำการวิเคราะห์ 5 ซ้ำต่อตัวอย่าง ใช้ดัชนีในการวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

ค่า L\* หมายถึงค่าความสว่าง (Lightness)

ค่า a\* หมายถึงค่าความเป็นสีแดง (Redness)

ค่า b\* หมายถึงค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness)

5) เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ภายใน (Crumb Texture) โดยศึกษา ค่าความแข็ง (Hardness) การคืนตัว (Resilience) ค่าการยึดเกาะ (Cohesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) พลังงานการกัด (Gumminess) พลังงานการเคี้ยว (Chewiness) ทำการวิเคราะห์ 5 ซ้ำต่อตัวอย่าง (Qin et al., 2021)

6) ศึกษาโครงสร้างภายใน แบบภาพตัดขวาง (Cross Section) ตรวจสอบรูปร่างจากผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ตัดขึ้น ติดอยู่ที่อะลูมิเนียมโดยใช้เทปคาร์บอน เคลือบภายใต้สุญญากาศ ด้วยทองคำ การถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด โดยใช้เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) ที่กำลังขยาย 3 ระดับ 500 เท่า 1000 เท่า และ 2000 เท่า

#### 3.2.3.6 การศึกษาทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ที่มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดเพื่อนำไปศึกษาทางเคมี โดยเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมต่อไป

1) วิเคราะห์ความชื้นของผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ วิธี (AOAC, 2000)

2) วิเคราะห์เถ้า (Ash) โดยใช้วิธี (AOAC, 2023, 923.03)

3) วิเคราะห์โปรตีน (Protein) โดยใช้วิธี (In-house method WI-TMC-03 based on AOAC, 2023, 991.20)

4) วิเคราะห์ไขมัน (Fat) โดยใช้วิธี (In-house method WI-TMC-100 based on AOAC, 2023, 2003.5.)

5) โยอาหารทั้งหมด (Total Dietary Fiber) โดยใช้วิธี (AOAC, 2023, 985.29)

6) โยอาหารที่ละลายน้ำ (Soluble dietary Fiber) โดยใช้วิธี (AOAC, 2023, 993.19)



7) โยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary Fiber) โดยใช้วิธี (AOAC, 2023, 991.42)

8) คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (Carbohydrate Total) โดยใช้วิธีของค่านวน (AOAC 1995) ดังนี้

ค่าพลังงานคาร์โบไฮเดรต =  $100 - (\text{ไขมัน} + \text{โปรตีน} + \text{เส้นใย} + \text{ความชื้น} + \text{เถ้า})$

9) ค่าดัชนีน้ำตาล การวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาลที่ได้จากการทำนาย (Predicted Glycemic index: pGI) วิธีที่พัฒนาโดยห้องปฏิบัติการ In vitro analytical method (ดัดแปลงจาก Goni, 1997 และ AOAC 2002.2)

10) ค่าออเตอร์แอกทีวิตี (aw) ด้วยเครื่อง LabMaster-aw neo/ Novasina

### 3.2.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

#### 3.2.4.1 วิเคราะห์ต้นทุนผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตขนมปังดัชนีน้ำตาลต่ำ โดยศึกษาจากต้นทุนวัตถุดิบทางตรง ต้นทุนค่าแรงงานทางตรง และต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิต เพื่อกำหนดราคาขายผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ การศึกษาใช้สูตรคำนวณต้นทุนการผลิตดัดแปลงจาก (ภาวินี ธารอนวัช, 2020)

1) การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำต่อหน่วย โดยแสดงวิธีคำนวณ ดังนี้

ต้นทุนการผลิต = ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง + ค่าแรงงานทางตรง + ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

การแสดงรายละเอียดวิธีการคำนวณดังนี้

1.1) การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบทางตรง (บาท) จำนวนที่ผลิตได้ (แผ่น) วิธีคำนวณ ดังนี้

ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง =  $\frac{\text{วัตถุดิบขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาล}}{\text{จำนวนที่ผลิตได้}}$

1.2) การกำหนดต้นทุนค่าแรงงาน ค่าจ้างชั่วโมงละ 30 บาท จำนวนเวลา 3 ชั่วโมง วิธีคำนวณ ดังนี้

ต้นทุนค่าแรงงาน =  $\frac{(\text{ค่าจ้างชั่วโมง} \times \text{จำนวนเวลา})}{\text{ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง}}$

1.3) ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ในการผลิต คิดเป็นร้อยละ 5 ของต้นทุนวัตถุดิบทางตรงของขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาล วิธีคำนวณ ดังนี้

ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ในการผลิต =  $\frac{\text{ต้นทุนวัตถุดิบขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาล} \times \text{ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ}}{\text{ต้นทุนวัตถุดิบทางตรง}}$

2) การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ โดยกำหนดผลกำไร คิดเป็นร้อยละ 30 ของต้นทุนการผลิต

$$\text{กำไร} = \frac{\text{ต้นทุนการผลิต} \times \text{ร้อยละของผลกำไร}}{100}$$

100

3) การวิเคราะห์ราคาขายผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ จากอัตราบวกเพิ่มจากต้นทุนของสินค้า (Markup on Cost) กำหนดราคาขายจากต้นทุนรวม (Total Cost Concept) ผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

$$\text{อัตราการบวกเพิ่ม} = \frac{\text{กำไรที่ต้องการ}}{\text{ต้นทุนทั้งหมด}}$$

$$\text{ราคาขาย} = \text{ต้นทุนรวม} + (\text{อัตราการบวกเพิ่ม} \times \text{ต้นทุนรวม})$$

3.2.4.2 ศึกษาการยอมรับจากผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

การประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ใช้สูตรคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางของ Krejcie and Morgan (1970) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 132 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่มีอายุ 20 ปีบริบูรณ์ ปี ถึง 55 ปี มีสุขภาพ โดยใช้เครื่องมือเป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้บริโภค โดยให้ผู้บริโภคตรวจสอบรายการ (Checklist) ทั้งนี้ใช้การจัดข้อมูลของ เพศ ระดับการศึกษา และอาชีพ ลักษณะแบบนามบัญญัติ (Nominal scale) ส่วนข้อมูลอายุ และรายได้ แบบเรียงลำดับ (Ordinal Scale)

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้บริโภค โดยให้ผู้บริโภคตรวจสอบรายการ (Checklist) ทั้งนี้ใช้การจัดข้อมูลลักษณะแบบนามบัญญัติ (Nominal scale) และแบบเรียงลำดับ (Ordinal Scale)

ส่วนที่ 3 การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้บริโภคโดยให้คะแนนความพึงพอใจ และการแปลความหมายของคะแนน ดังนี้

|         |         |                |
|---------|---------|----------------|
| คะแนน 9 | หมายถึง | ชอบมากที่สุด   |
| คะแนน 8 | หมายถึง | ชอบมาก         |
| คะแนน 7 | หมายถึง | ชอบปานกลาง     |
| คะแนน 6 | หมายถึง | ชอบเล็กน้อย    |
| คะแนน 5 | หมายถึง | เฉย ๆ          |
| คะแนน 4 | หมายถึง | ไม่ชอบเล็กน้อย |
| คะแนน 3 | หมายถึง | ไม่ชอบปานกลาง  |
| คะแนน 2 | หมายถึง | ไม่ชอบมาก      |

|                                             |         |                 |
|---------------------------------------------|---------|-----------------|
| คะแนน 1                                     | หมายถึง | ไม่ชอบมากที่สุด |
| ค่าคะแนนค่าเฉลี่ย และการแปลความหมายของคะแนน |         |                 |
| คะแนน 8.12 - 9.00                           | หมายถึง | ชอบมากที่สุด    |
| คะแนน 7.23 - 8.11                           | หมายถึง | ชอบมาก          |
| คะแนน 6.34 - 7.22                           | หมายถึง | ชอบปานกลาง      |
| คะแนน 5.45 - 6.33                           | หมายถึง | ชอบเล็กน้อย     |
| คะแนน 4.56 - 5.44                           | หมายถึง | เฉย ๆ           |
| คะแนน 3.67 - 4.55                           | หมายถึง | ไม่ชอบเล็กน้อย  |
| คะแนน 2.78 - 3.66                           | หมายถึง | ไม่ชอบปานกลาง   |
| คะแนน 1.89 - 2.77                           | หมายถึง | ไม่ชอบมาก       |
| คะแนน 1.00 - 1.88                           | หมายถึง | ไม่ชอบมากที่สุด |

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนี

น้ำตาลต่ำ

3.2.4.3 การทดสอบเครื่องมือแบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

การทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบสอบถามการยอมรับจากผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ โดยผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา และโครงสร้างแบบสอบถาม หลังจากนั้นนำแบบสอบถามส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 7 คน ที่มีประสบการณ์สอนด้านผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และผู้ประกอบการด้านอาหาร อย่างน้อย 5 ปี จากนั้นนำผลประเมินแบบสอบถามวิเคราะห์ โดยเลือกข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับข้อคำถาม (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และเมื่อข้อคำถามที่ต่ำกว่า 0.50 นั้น ดำเนินการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำแบบสอบถามเก็บข้อมูลจริง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 แน่ใจว่ามีความเหมาะสมเห็นควรนำไปใช้สร้างแบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ
- 0 ไม่แนใจว่ามีความเหมาะสมเห็นควรนำไปใช้สร้างแบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ
- 1 แน่ใจว่าไม่มีความเหมาะสมเห็นควรนำไปใช้สร้างแบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ทั้งนี้เมื่อนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญของทุกด้านไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์  
วัดค่า IOC มีค่ามากกว่า 0.50 ถือว่ามีความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ได้

### 3.2.5 จัดทำคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบ อิเล็กทรอนิกส์

#### 3.2.5.1 จัดทำคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

1) จัดทำร่างคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ โครงสร้าง  
เนื้อหาให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน จำนวน 7 คนที่มีประสบการณ์สอนด้านผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ผลิตภัณฑ์  
อาหารเพื่อสุขภาพ และผู้ประกอบการด้านอาหาร อย่างน้อย 5 ปี แบบประเมินคู่มือ โดยการ  
ตรวจสอบตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จากนั้นนำผลประเมินวิเคราะห์ เพื่อสร้างคู่มือโดยเลือก  
ข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับข้อคำถาม (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 แน่ใจว่ามีความเหมาะสมเห็นควรนำไปใช้สร้างคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปัง

จากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

0 ไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมเห็นควรนำไปใช้สร้างคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปัง

จากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

-1 แน่ใจว่าไม่มีความเหมาะสมเห็นควรนำไปใช้สร้างคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปัง

จากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

ทั้งนี้เมื่อนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญของทุกด้านไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์  
วัดค่า IOC มีค่ามากกว่า 0.50 ถือว่ามีความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ได้

2) ประเมินความเหมาะสมคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาล  
ต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญประเมิน เพื่อจัดทำคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจาก  
แป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำสร้างแบบประเมินความคิดเห็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธี  
ของลิเคิร์ท (Likert) 5 ระดับ ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้กับช่วง  
ของข้อมูล โดยมีการแปลความหมายของคะแนน ดังนี้

| ระดับคะแนน                                  | ความหมายของคะแนน |                   |
|---------------------------------------------|------------------|-------------------|
| คะแนน 5                                     | หมายถึง          | เหมาะสมมากที่สุด  |
| คะแนน 4                                     | หมายถึง          | เหมาะสมมาก        |
| คะแนน 3                                     | หมายถึง          | เหมาะสมปานกลาง    |
| คะแนน 2                                     | หมายถึง          | เหมาะสมน้อย       |
| คะแนน 1                                     | หมายถึง          | เหมาะสมน้อยที่สุด |
| ค่าคะแนนค่าเฉลี่ย และการแปลความหมายของคะแนน |                  |                   |
| 4.51 - 5.00                                 | หมายถึง          | เหมาะสมมากที่สุด  |
| 3.51 - 4.50                                 | หมายถึง          | เหมาะสมมาก        |
| 2.51 - 3.50                                 | หมายถึง          | เหมาะสมปานกลาง    |

|             |         |                   |
|-------------|---------|-------------------|
| 1.51 - 2.50 | หมายถึง | เหมาะสมน้อย       |
| 1.00 - 1.50 | หมายถึง | เหมาะสมน้อยที่สุด |

กำหนดเกณฑ์การยอมรับคุณภาพ 3.51 ขึ้นไป

3.2.5.2 การทดลองใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำวางแผน  
ดำเนินการดังต่อไปนี้

1) สถานที่ทดลองใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบ  
อิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2) กำหนดคุณสมบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ได้แก่

กลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นผู้ที่  
อาศัยอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้แก่ บุคคลทั่วไป หรือนักวิชาการ หรืออาจารย์  
หรือนักศึกษา หรือผู้บริหารคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์  
จำนวน 30 คน มีอายุ 20 ปีบริบูรณ์ ถึง 55 ปี มีสุขภาพดี

3) การวัดผลก่อนและหลังการใช้คู่มือดำเนินการในสองช่วง โดยผู้วิจัย  
กำหนดให้ผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมทำการวัดผลก่อนใช้คู่มือ และอีกครั้งหลังใช้คู่มือโดยใช้วิธีการ  
ทดลองแบบกึ่งทดลอง Quasi Experimental Research แบบ One group pretest-posttest  
Designs มีการวัดผลก่อนการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรมข้อคำถามแบบปรนัยทั้งหมด 15 ข้อ โดย  
มีตัวเลือกตอบ ข้อละ 4 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน เมื่อตอบข้อที่ถูกต้องให้ 1 คะแนน หากตอบ  
ผิดให้ 0 คะแนน โดยแต่ละช่วงใช้เวลา 30 นาที

4) ขั้นตอนการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบ  
อิเล็กทรอนิกส์ มีขั้นตอนต่อไปนี้

4.1) ชี้แจงรายละเอียดการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนี  
น้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

4.2) กำหนดระยะเวลาการทดลองใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนี  
น้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ 3 ชั่วโมง 30 นาที

4.3) แจกคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

4.4) ประเมินผลคุณภาพของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนี  
น้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

5) ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปัง  
จากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยให้คะแนนความพึงพอใจ และการแปลความหมาย  
คะแนน ดังนี้

|                                  |   |                   |                   |
|----------------------------------|---|-------------------|-------------------|
| คะแนน                            | 5 | หมายถึง           | พึงพอใจมากที่สุด  |
| คะแนน                            | 4 | หมายถึง           | พึงพอใจมาก        |
| คะแนน                            | 3 | หมายถึง           | พึงพอใจปานกลาง    |
| คะแนน                            | 2 | หมายถึง           | พึงพอใจน้อย       |
| คะแนน                            | 1 | หมายถึง           | พึงพอใจน้อยที่สุด |
| คะแนนค่าเฉลี่ย และการแปลความหมาย |   |                   |                   |
| 4.21 - 5.00                      |   | พึงพอใจมากที่สุด  |                   |
| 3.41 - 4.20                      |   | พึงพอใจมาก        |                   |
| 2.61 - 3.40                      |   | พึงพอใจปานกลาง    |                   |
| 1.81 - 2.60                      |   | พึงพอใจน้อย       |                   |
| 1.00 - 1.80                      |   | พึงพอใจน้อยที่สุด |                   |

### 3.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การศึกษาดำเนินการรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ประกอบด้วย การแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

สถิติอ้างอิงแบบมีพารามิเตอร์ (Parametric Inference) โดยตัวอย่างมากกว่าสองกลุ่ม วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan' New Multiple Range Test, DMRT)

การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรมสถิติ SPSS เวอร์ชัน 23

### 3.4 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

### 3.5 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

กันยายน 2567 – เมษายน 2568

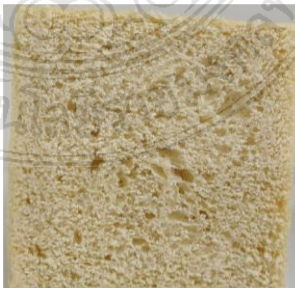
## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

#### 4.1 ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

##### 4.1.1 ผลการศึกษาสูตรขนมปังพื้นฐาน

ผลการศึกษาสูตรขนมปังพื้นฐานจำนวน 3 สูตร ภาพที่ 4.1 ได้แก่ A01 A02 และ A03 ผลการศึกษาจะเน้นความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน ตารางที่ 4.1 พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปัง A02 ในด้านคุณลักษณะปรากฏ สีภายในเนื้อขนมปัง รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนคุณลักษณะด้านสีผิวภายนอกขนมปัง และกลิ่น พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ขนมปังของ A01 และ A02 ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกสูตร A02 เป็นสูตรพื้นฐานเพื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังต่อไป

| ขนมปังสูตรพื้นฐาน  |  |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|--------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |  | A01                                                                                 | A02                                                                                  | A03                                                                                   |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  |  |  |  |  |
| สีภายในเนื้อขนมปัง |  |  |  |  |

ภาพที่ 4.1 ลักษณะผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

ตารางที่ 4.1 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน

| คุณลักษณะ          | ผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรพื้นฐาน |                        |                        |
|--------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
|                    | A01                        | A02                    | A03                    |
| ลักษณะปรากฏ        | 7.01±1.03 <sup>b</sup>     | 7.71±0.77 <sup>a</sup> | 6.80±1.01 <sup>b</sup> |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  | 7.32±1.06 <sup>a</sup>     | 7.61±0.88 <sup>a</sup> | 6.65±0.90 <sup>b</sup> |
| สีภายในเนื้อขนมปัง | 7.15±1.07 <sup>b</sup>     | 7.57±0.95 <sup>a</sup> | 6.71±1.01 <sup>c</sup> |
| กลิ่น              | 7.38±0.99 <sup>a</sup>     | 7.69±0.87 <sup>a</sup> | 6.55±1.07 <sup>b</sup> |
| รสชาติ             | 7.34±1.18 <sup>b</sup>     | 7.80±0.76 <sup>a</sup> | 6.55±0.97 <sup>c</sup> |
| เนื้อสัมผัส        | 7.11±1.07 <sup>b</sup>     | 7.92±0.76 <sup>a</sup> | 6.65±1.11 <sup>c</sup> |
| ความชอบโดยรวม      | 7.38±0.97 <sup>b</sup>     | 8.03±0.62 <sup>a</sup> | 6.80±0.95 <sup>c</sup> |

หมายเหตุ: a-c หมายถึง ตัวอักษรที่ แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

A01 สูตรของ ชญาภัทร กี่อารีโย

A02 ดัดแปลงจาก ณัฐนรี จันทเปรมจิตร

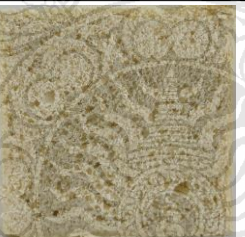
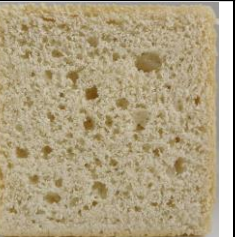
A03 ดัดแปลงจากมณฑิรา เนตรทิพย์

ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับมากที่สุดให้แก่ผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตร A02 ในด้านลักษณะปรากฏ สีภายในเนื้อขนมปัง รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมปัง ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ผู้บริโภคให้การยอมรับจากปัจจัยด้านคุณลักษณะที่ปรากฏ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์ขนมปัง (Garcia-Gómez et al., 2022) การยอมรับทางประสาทสัมผัส มีอิทธิพลต่อการยอมรับของผู้บริโภค (Heenan et al., 2008) ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสจึงมีบทบาทสำคัญในการใช้เป็นแนวทางสำหรับการศึกษาความต้องการและพฤติกรรมของผู้บริโภคด้านความชอบและการรับรู้ผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค การประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสและความพึงพอใจของผู้บริโภคจึงควรให้ความสำคัญ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้ต่อไป (Drake et al., 2023)



#### 4.1.2 ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

ผลศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง ปริมาณ 4 ระดับ ภาพที่ 4.2 ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรพื้นฐาน), 30, 40 และ 50 ผลการศึกษาจะเน้นการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลี ตารางที่ 4.2 พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวเจ้า กข 43 ปริมาณร้อยละ 30 และร้อยละ 40 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 ปริมาณร้อยละ 40 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมพื้นฐานด้านลักษณะปรากฏ สีผิวของขนมปัง และสีภายในเนื้อขนมปัง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผู้วิจัยได้คัดเลือกผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้า กข 43 ร้อยละ 40 เป็นสูตรควบคุม เพื่อนำไปศึกษาปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมปังต่อไป

| ร้อยละของแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลี |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | ร้อยละ 0<br>(สูตรพื้นฐาน)                                                           | ร้อยละ 30                                                                           | ร้อยละ 40                                                                            | ร้อยละ 50                                                                             |
| สีผิวภายนอกขนมปัง                         |   |   |   |   |
| สีภายในเนื้อขนมปัง                        |  |  |  |  |

ภาพที่ 4.2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลี

ตารางที่ 4.2 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

| คุณลักษณะ          | แป้งข้าวเจ้า กข 43        |                        |                         |                        |
|--------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|                    | ร้อยละ 0<br>(สูตรพื้นฐาน) | ร้อยละ 30              | ร้อยละ 40               | ร้อยละ 50              |
| ลักษณะปรากฏ        | 7.36±1.23 <sup>a</sup>    | 7.07±1.15 <sup>a</sup> | 7.23±1.05 <sup>a</sup>  | 6.11±1.13 <sup>b</sup> |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  | 7.42±0.87 <sup>a</sup>    | 7.00±0.97 <sup>b</sup> | 7.25±0.92 <sup>ab</sup> | 6.19±1.12 <sup>c</sup> |
| สีภายในเนื้อขนมปัง | 7.40±1.12 <sup>a</sup>    | 7.11±0.98 <sup>a</sup> | 7.34±1.01 <sup>a</sup>  | 6.23±1.04 <sup>b</sup> |
| กลิ่น              | 7.59±1.07 <sup>a</sup>    | 6.90±1.08 <sup>b</sup> | 6.92±0.98 <sup>b</sup>  | 5.53±1.07 <sup>c</sup> |
| รสชาติ             | 7.61±1.10 <sup>a</sup>    | 7.15±1.09 <sup>b</sup> | 7.11±1.07 <sup>b</sup>  | 5.48±1.11 <sup>c</sup> |
| เนื้อสัมผัส        | 7.63±1.15 <sup>a</sup>    | 7.05±1.19 <sup>b</sup> | 7.07±1.16 <sup>b</sup>  | 5.51±1.09 <sup>c</sup> |
| ความชอบโดยรวม      | 7.84±1.01 <sup>a</sup>    | 7.21±1.01 <sup>b</sup> | 7.30±1.02 <sup>b</sup>  | 5.88±1.04 <sup>c</sup> |

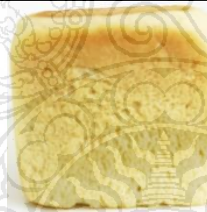
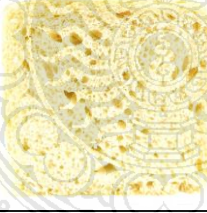
หมายเหตุ: a-c หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลคะแนนจากการศึกษาทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม สะท้อนถึงการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้าที่แตกต่างกัน (Rakmai et al., 2021) ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ร้อยละ 30 และ 40 ที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี แสดงคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันทางสถิติ บ่งชี้ว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น ปริมาณการทดแทนแป้งข้าวเจ้า กข 43 ร้อยละ 40 จึงใช้เป็นแนวทางพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ช่วยควบคุมค่าดัชนีน้ำตาลให้ลดลง จากผลการวิจัยพบว่าการบริโภคข้าวที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำถึงปานกลาง มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะเบาหวานขณะตั้งครรภ์ (Sanpawithayakul et al., 2023) แป้งข้าวเจ้า กข 43 มีคุณสมบัติช่วยลดค่าดัชนีน้ำตาลในเลือดได้ การใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 จึงเป็นวัตถุดิบทางเลือกสำหรับการพัฒนาอาหารที่ดีต่อสุขภาพ (Suklaew et al., 2020b)

## 4.2 ผลการศึกษาปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้ข้าวเจ้า กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี

### 4.2.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล

ผลการศึกษาคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล โดยใช้ปริมาณ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 40, 50 และ 60 พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลปริมาณ ร้อยละ 60 สูงที่สุดในด้านความชอบโดยรวม ( $p < 0.05$ ) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรควบคุมแป้งข้าว กข43 พบว่า คะแนนการยอมรับด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ขนมปังใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลปริมาณ ร้อยละ 60 ร่วมกับการประเมินของผู้บริโภคด้านความพอดีของความหวานในผลิตภัณฑ์ขนมปัง ก่อนคัดเลือกเป็นสูตรควบคุมสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ภาพที่ 4.3 ผลการศึกษาคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ตารางที่ 4.3

| สารให้ความหวานแทนน้ำตาล |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | ร้อยละ 0                                                                            | ร้อยละ 40                                                                           | ร้อยละ 50                                                                            | ร้อยละ 60                                                                             |
| สีผิวภายนอกขนมปัง       |  |  |  |  |
| สีภายในเนื้อขนมปัง      |  |  |  |  |

ภาพที่ 4.3 สีผิวนอกและภายในเนื้อของผลิตภัณฑ์ขนมปังใช้สารทดแทนความหวาน

ตารางที่ 4.3 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล

| คุณลักษณะ          | สารให้ความหวานแทนน้ำตาล |                        |                         |                        |
|--------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|                    | ร้อยละ 0                | ร้อยละ 40              | ร้อยละ 50               | ร้อยละ 60              |
| ลักษณะปรากฏ        | 7.11±0.87 <sup>a</sup>  | 6.73±0.99 <sup>b</sup> | 7.13±1.08 <sup>a</sup>  | 7.40±0.89 <sup>a</sup> |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  | 7.01±0.87 <sup>ab</sup> | 6.75±0.86 <sup>b</sup> | 7.05±1.01 <sup>ab</sup> | 7.34±1.00 <sup>a</sup> |
| สีภายในเนื้อขนมปัง | 6.98±1.03 <sup>ab</sup> | 6.76±1.00 <sup>b</sup> | 7.13±0.92 <sup>ab</sup> | 7.32±0.92 <sup>a</sup> |
| กลิ่น              | 6.86±1.12 <sup>b</sup>  | 6.78±1.24 <sup>b</sup> | 6.96±1.20 <sup>ab</sup> | 7.46±0.93 <sup>a</sup> |
| รสชาติ             | 6.69±1.22 <sup>bc</sup> | 6.53±1.25 <sup>c</sup> | 7.09±0.95 <sup>ba</sup> | 7.50±1.03 <sup>a</sup> |
| เนื้อสัมผัส        | 6.71±1.12 <sup>b</sup>  | 6.69±1.05 <sup>b</sup> | 7.19±0.95 <sup>a</sup>  | 7.40±1.17 <sup>a</sup> |
| ความชอบโดยรวม      | 6.88±1.13 <sup>bc</sup> | 6.73±0.81 <sup>c</sup> | 7.23±0.85 <sup>b</sup>  | 7.69±0.94 <sup>a</sup> |

หมายเหตุ: a-c หมายถึง ตัวอักษรที่ แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.2.2 ผลการศึกษาความพอดี (Just-about-right (3-Point JAR)) ด้านความหวานของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล

ผลการศึกษาความพอดี (Just-about-right (3-Point JAR)) ด้านความหวานของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล พบว่า ผู้บริโภคประเมินความพอดีของความหวานในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ร้อยละ 60 มีค่า net score อยู่ที่ 9.62 ซึ่งน้อยกว่า 20 หมายถึงผลิตภัณฑ์ขนมปังมีความหวานพอดีแล้ว ไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมปัง ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเป็นสูตรใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ร้อยละ 60 เพื่อศึกษาปริมาณมิวซีเลจจากพืชในผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำต่อไป โดยแสดงผลการศึกษาความพอดี (Just-about-right (3-Point JAR)) ด้านความหวานของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความพอดี (Just-about-right (3-Point JAR)) ด้านความหวานของผลิตภัณฑ์ขนมปัง

| ร้อยละ<br>สารให้ความหวาน<br>แทนน้ำตาล | ระดับความพอดี<br>(3-Point JAR) | ร้อยละของ<br>ผู้ทดสอบ | Net Score | ทิศทางการ<br>ปรับปรุงความ<br>หวาน |
|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------------------|
| 0                                     | หวานน้อยไป                     | 73.08                 | 69.23     | ปรับปรุงความ<br>หวานเพิ่มขึ้น     |
|                                       | หวานพอดี                       | 23.08                 |           |                                   |
|                                       | หวานมากไป                      | 3.85                  |           |                                   |
| 40                                    | หวานน้อยไป                     | 57.69                 | 51.92     | ปรับปรุงความ<br>หวานเพิ่มขึ้น     |
|                                       | หวานพอดี                       | 36.54                 |           |                                   |
|                                       | หวานมากไป                      | 5.77                  |           |                                   |
| 50                                    | หวานน้อยไป                     | 51.92                 | 44.23     | ปรับปรุงความ<br>หวานเพิ่มขึ้น     |
|                                       | หวานพอดี                       | 40.38                 |           |                                   |
|                                       | หวานมากไป                      | 7.69                  |           |                                   |
| 60                                    | หวานน้อยไป                     | 19.23                 | 9.62      | ไม่ต้องปรับปรุง<br>ความหวาน       |
|                                       | หวานพอดี                       | 71.15*                |           |                                   |
|                                       | หวานมากไป                      | 9.62                  |           |                                   |

ผลการศึกษาความพอดี (Just-about-right (3-Point JAR)) ด้านความหวานของผลิตภัณฑ์ขนมปัง ช่วยให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับความชอบและความไม่ชอบของผู้บริโภค ซึ่งช่วยในการประเมินลักษณะความหวานในผลิตภัณฑ์ขนมปัง ทำให้ได้แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค การใช้เครื่องมือ Just about Right (JAR) พบว่า ความพึงพอใจของผู้บริโภคมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์ในด้านคุณลักษณะ ผู้บริโภคอาจรู้สึกว่าคุณลักษณะ “มากเกินไป” หรือ “น้อยเกินไป” ซึ่งส่งผลต่อระดับความชอบโดยรวม (Yang & Lee, 2020) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ผู้บริโภคระบุถึงความพอดีทางด้านรสชาติความหวาน ช่วยบอกถึงความรู้สึกต่อความหวานในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีมากเกินไป หรือ ความหวานน้อยเกินไป หรือความหวานพอดีแล้วให้ผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผู้บริโภคพอใจกับระดับความหวานที่มีอยู่ และไม่ต้องการปรับเปลี่ยนในส่วนนี้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มช็อกโกแลต (Palma-Morales et al., 2024) จากผลการทดลอง จึงเลือกใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่ระดับร้อยละ 60 สำหรับการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

### 4.3 ผลการศึกษาปริมาณมิวซีเลจจากพืชที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าว กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี

#### 4.3.1 ผลการศึกษาคูณลักษณะค่าสีของมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด

ผลการศึกษาคุณลักษณะ สีของมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เมล็ดแมงลัก เมล็ดเจีย และไซเลียมฮัสค์ ก่อนแช่เย็น พบว่า มิวซีเลจจากไซเลียมฮัสค์ มีความสว่าง ( $L^*$ ) สูงที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) และค่าความสีเหลือง ( $b^*$ ) มิวซีเลจ จาก เมล็ดเจีย มีค่าสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) สำหรับผลการศึกษาสีของ มิวซีเลจหลังแช่เย็น พบว่า มิวซีเลจจากไซเลียมฮัสค์ มีค่า  $L^*$  และ  $b^*$  สูงที่สุด และแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) ของมิวซีเลจจากเมล็ดมีค่าสูงที่สุดและ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยแสดงผลการศึกษาคูณลักษณะสีของมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด เมล็ดแมงลัก เมล็ดเจีย และไซเลียมฮัสค์ ก่อนและหลังแช่เย็นดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 สีของมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ก่อนและหลังแช่เย็น

| คุณลักษณะ                | มิวซีเลจจากพืช          |                         |                         |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                          | เมล็ดแมงลัก             | เมล็ดเจีย               | ไซเลียมฮัสค์            |
| สีของมิวซีเลจก่อนแช่เย็น |                         |                         |                         |
| $L^*$                    | 20.42±0.21 <sup>c</sup> | 21.42±0.69 <sup>b</sup> | 75.13±0.62 <sup>a</sup> |
| $a^*$                    | 4.80±0.11 <sup>b</sup>  | 5.81±0.16 <sup>a</sup>  | 1.31±0.01 <sup>c</sup>  |
| $b^*$                    | 14.71±0.42 <sup>b</sup> | 17.28±0.24 <sup>a</sup> | 8.95±0.16 <sup>c</sup>  |
| สีของมิวซีเลจหลังแช่เย็น |                         |                         |                         |
| $L^*$                    | 3.14±0.28 <sup>c</sup>  | 6.02± 0.49 <sup>b</sup> | 81.32±0.90 <sup>a</sup> |
| $a^*$                    | 5.28±0.42 <sup>b</sup>  | 8.06±0.57 <sup>a</sup>  | 1.37±0.32 <sup>c</sup>  |
| $b^*$                    | 4.78±0.39 <sup>c</sup>  | 8.87±0.31 <sup>b</sup>  | 9.32±0.09 <sup>a</sup>  |

หมายเหตุ: a-c หมายถึง ตัวอักษรที่ แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

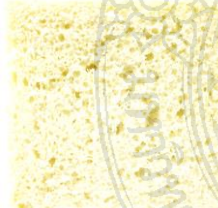
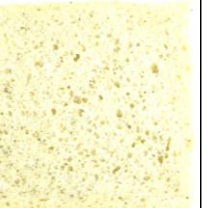
ผลการศึกษาสี  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  ของมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด เมล็ดแมงลัก เมล็ดเจีย และ ไซเลียมฮัสค์ ก่อนและหลังแช่เย็น โดยมิวซีเลจแต่ละตัวถูกเตรียมโดยใช้อุณหภูมิและปริมาณน้ำที่ต่างกัน จึงมีส่งผลให้ค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  ของมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีผลการศึกษาไซเลียมฮัสค์ และไซเลียม ชนิดผง เพื่อคุณสมบัติการเกิดเจล โดยใช้อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และไม่ผ่าน ความร้อนแต่ควบคุมอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้เจลมีเสถียรภาพในสภาพเย็น พบว่าค่าสี  $L^*$ , และ  $a^*$  ของเจลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) โดยเจลของไซเลียมชนิด



ผง มีแนวโน้มเพิ่มสีที่เข้มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มความเข้มข้นของเส้นใยทั้งในกรณีที่ควบคุมอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Noguerol et al., 2022)

#### 4.3.2 ผลการศึกษาปริมาณมิวซีเลจเมล็ดแมงลัก

ผลการศึกษาปริมาณมิวซีเลจเมล็ดแมงลัก 4 ระดับ ภาพที่ 4.4 ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 60, 80 และ 100 โดยการเสริมมิวซีเลจเมล็ดแมงลักลงในแป้งข้าวเจ้า กข 43 พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจเมล็ดแมงลักร้อยละ 60 สูงที่สุดในคุณลักษณะ ด้านลักษณะปรากฏ สีภายนอก สีภายใน รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจ ( $p < 0.05$ ) แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ไม่เสริมมิวซีเลจ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ผู้วิจัยคัดเลือกเป็นผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวเจ้าชนิดน้ำตาลต่ำ เพื่อนำไปศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ผลการศึกษาคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดแมงลักในแป้งข้าวเจ้า กข 43 ภาพที่ 4.4 และตารางที่ 4.6

|                    |  | มิวซีเลจเมล็ดแมงลัก                                                                 |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|--------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |  | ร้อยละ 0<br>(สูตรควบคุม)                                                            | ร้อยละ 60                                                                           | ร้อยละ 80                                                                            | ร้อยละ 100                                                                            |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  |  |  |  |  |  |
| สีภายในเนื้อขนมปัง |  |  |  |  |  |

ภาพที่ 4.4 สีผิวภายนอกและภายในเนื้อขนมปังที่ใช้มิวซีเลจเมล็ดแมงลัก

**ตารางที่ 4.6** คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดแมงลักในแป้งข้าวเจ้า กข 43

| คุณลักษณะ          | มิวซีเลจเมล็ดแมงลัก      |                        |                         |                        |
|--------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|                    | ร้อยละ 0<br>(สูตรควบคุม) | ร้อยละ 60              | ร้อยละ 80               | ร้อยละ 100             |
| ลักษณะปรากฏ        | 7.86±0.65 <sup>a</sup>   | 6.73±0.84 <sup>b</sup> | 6.23±1.05 <sup>c</sup>  | 5.53±1.27 <sup>d</sup> |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  | 7.30±1.22 <sup>a</sup>   | 6.63±1.04 <sup>b</sup> | 6.55±1.40 <sup>bc</sup> | 6.09±1.20 <sup>c</sup> |
| สีภายในเนื้อขนมปัง | 7.46±1.01 <sup>a</sup>   | 6.76±0.98 <sup>b</sup> | 6.05±1.19 <sup>c</sup>  | 5.51±1.32 <sup>d</sup> |
| กลิ่น              | 7.17±1.33 <sup>a</sup>   | 6.21±1.47 <sup>b</sup> | 5.96±1.38 <sup>b</sup>  | 5.94±1.77 <sup>b</sup> |
| รสชาติ             | 8.09±1.01 <sup>a</sup>   | 6.98±1.19 <sup>b</sup> | 5.98±1.14 <sup>c</sup>  | 5.84±1.68 <sup>c</sup> |
| เนื้อสัมผัส        | 7.84±0.93 <sup>a</sup>   | 6.63±0.92 <sup>b</sup> | 5.67±0.94 <sup>c</sup>  | 5.19±1.02 <sup>d</sup> |
| ความชอบโดยรวม      | 8.15±0.95 <sup>a</sup>   | 6.71±1.14 <sup>b</sup> | 5.96±1.18 <sup>c</sup>  | 5.55±1.22 <sup>c</sup> |

**หมายเหตุ:** a-d หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

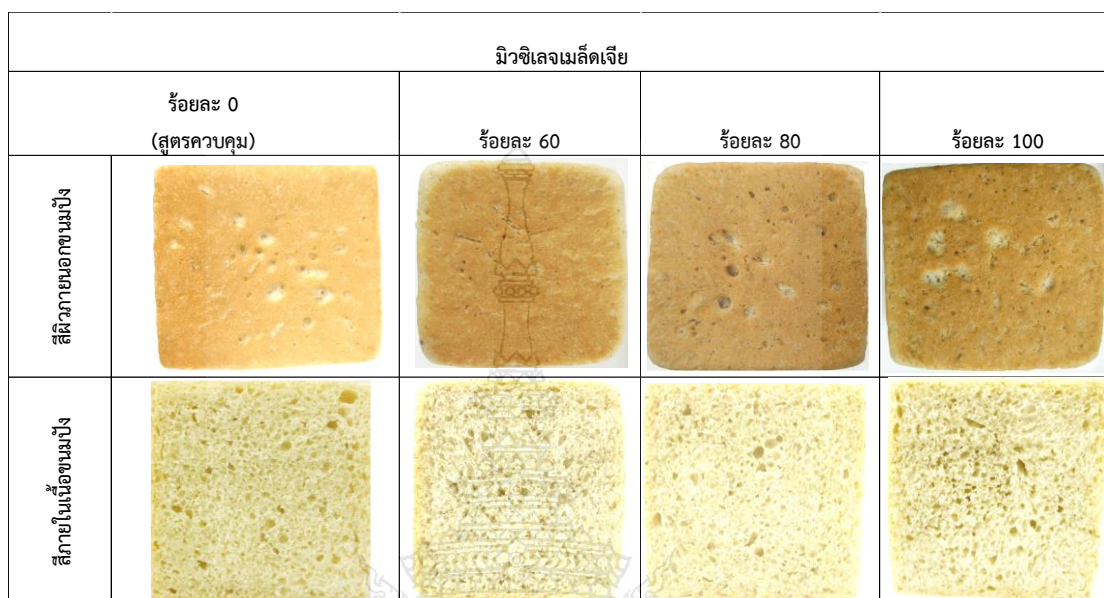
การยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ที่เสริมมิวซีเลจเมล็ดแมงลัก ที่มีคะแนนสูงสุด คือร้อยละ 60 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมมีความแตกต่างกันทางสถิติ แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีส่วนผสมของมิวซีเลจเพื่อพัฒนาเป็นอาหารเพื่อสุขภาพจึงมีความน่าสนใจจากงานวิจัยมิวซีเลจจากเมล็ดผักชี และเมล็ดโหระพาหวาน สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบที่สามารถใช้แทนไขมันในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มชื้นและนุ่มนวล และมีคุณสมบัติทางโภชนาการ ที่เป็นแหล่งของใยอาหารที่ละลายน้ำรวมถึงเกี่ยวข้องกับภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (hypoglycemic) (Neeharika & Vijayalaxmi, 2023) ทั้งนี้ เม็ดแมงลักเป็นสารธรรมชาติที่มีคุณสมบัติช่วยดูดซับน้ำ เกิดเป็นเจล (Israr et al., 2017) และการบริโภคเจลจากพืชมีผลต่อการขับถ่าย เนื่องจากช่วยให้ลำไส้ใหญ่เคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพจากปริมาตรของอุจจาระที่เกิดขึ้นส่งผลให้การขับถ่ายเป็นปกติ (Noguerol et al., 2022) เม็ดแมงลักจึงมีความน่าสนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ดีต่อสุขภาพ

#### 4.3.2 ผลการศึกษาปริมาณมิวซีเลจเมล็ดเจีย

ผลการศึกษาปริมาณมิวซีเลจเมล็ดเจีย 4 ระดับ ภาพที่ 4.5 ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 60, 80 และ 100 โดยการเสริมมิวซีเลจเมล็ดเจียพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดเจียร้อยละ 80 ด้านลักษณะปรากฏ และด้านความชอบโดยรวม สูงสุดในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจ ( $p < 0.05$ ) แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเป็นสูตรที่นำไปคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ผลการศึกษาคะแนน



ความชอบของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดเจียในแป้งข้าวเจ้า กข 43 ภาพที่ 4.5 และตารางที่ 4.7



ภาพที่ 4.5 สีผิวนอกและภายในเนื้อขนมปังที่ใช้มิวซีเลจเมล็ดเจีย

ตารางที่ 4.7 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดเจียในแป้งข้าวเจ้า กข 43

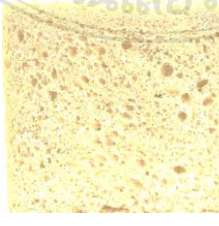
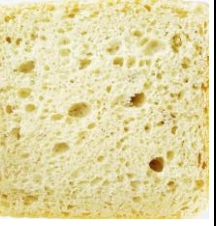
| คุณลักษณะ          | มิวซีเลจเมล็ดเจีย        |                         |                        |                        |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|                    | ร้อยละ 0<br>(สูตรควบคุม) | ร้อยละ 60               | ร้อยละ 80              | ร้อยละ 100             |
| ลักษณะปรากฏ        | 8.15±0.69 <sup>a</sup>   | 6.98±0.50 <sup>c</sup>  | 7.23±0.64 <sup>b</sup> | 6.13±0.68 <sup>d</sup> |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  | 7.90±0.91 <sup>a</sup>   | 6.94±0.63 <sup>b</sup>  | 7.13±0.59 <sup>b</sup> | 6.25±0.51 <sup>c</sup> |
| สีภายในเนื้อขนมปัง | 7.73±0.86 <sup>a</sup>   | 6.82±0.85 <sup>b</sup>  | 7.00±0.68 <sup>b</sup> | 6.25±0.65 <sup>c</sup> |
| กลิ่น              | 7.82±0.80 <sup>a</sup>   | 7.13±0.81 <sup>bc</sup> | 7.42±0.82 <sup>b</sup> | 7.00±1.02 <sup>c</sup> |
| รสชาติ             | 8.25±0.81 <sup>a</sup>   | 7.32±0.75 <sup>b</sup>  | 7.38±0.99 <sup>b</sup> | 6.17±0.98 <sup>c</sup> |
| เนื้อสัมผัส        | 8.28±0.74 <sup>a</sup>   | 6.94±0.63 <sup>b</sup>  | 6.86±0.90 <sup>b</sup> | 5.78±0.45 <sup>c</sup> |
| ความชอบโดยรวม      | 8.46±0.67 <sup>a</sup>   | 7.03±0.65 <sup>c</sup>  | 7.53±0.89 <sup>b</sup> | 6.21±0.82 <sup>d</sup> |

หมายเหตุ: a-d หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจเมล็ดเจีย ที่ร้อยละ 80 เมื่อพิจารณาประโยชน์ต่ออาหารเพื่อสุขภาพ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังในครั้งนี้มีสารอาหารที่ช่วยเพิ่มใยอาหารชนิดที่สามารถละลายน้ำได้ (Cakmakl et al., 2023) เมล็ดเจียเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการพัฒนาขนมปังในรูปแบบใหม่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่มองหาอาหารที่ดีต่อสุขภาพและช่วยลดค่าดัชนีน้ำตาล (Zhu & Chan, 2018) จากการศึกษาแสดงว่าการใช้เมล็ดเจียการผลิตขนมปังมีผลต่อระดับน้ำตาลในเซชันและค่าดัชนีน้ำตาล โดยเนื้อในของขนมปังมีค่าดัชนีน้ำตาลสูงกว่าและในส่วนผิวด้านนอกของขนมปัง อีกทั้งแบ่งบางส่วนอยู่ในสภาพเดิม การเพิ่มเมล็ดเจียสามารถใช้เพื่อลดดัชนีน้ำตาลในขนมปังบาง ส่วนได้ แต่ควรพิจารณาผลต่อโครงสร้างและคุณภาพของขนมปังโดยรวม (Salgado-Cruz et al., 2017)

#### 4.3.3 ผลการศึกษาปริมาณมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์

ผลการศึกษาปริมาณมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) 60, 80 และ 100 โดยการเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ลงในแป้งข้าวเจ้า กข 43 พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ ร้อยละ 80 ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ในด้านคุณลักษณะสีผิวขนมปัง และรสชาติ ( $p > 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ในแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทั้ง 3 ระดับ พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ ร้อยละ 80 มีคะแนนด้านลักษณะปรากฏสู่ผิวภายนอก และความชอบโดยรวม สูงกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เนื่องจาก ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเป็นสูตรที่นำไปคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ผลการศึกษาคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ในแป้งข้าวเจ้า กข 43 ภาพที่ 4.6 และตารางที่ 4.8

| มิวซีเลจไซเลียมฮัสค์     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ร้อยละ 0<br>(สูตรควบคุม) |                                                                                     | ร้อยละ 60                                                                           | ร้อยละ 80                                                                            | ร้อยละ 100                                                                            |
| สีผิวภายนอกขนมปัง        |  |  |  |  |
| สีภายในเนื้อขนมปัง       |  |  |  |  |

ภาพที่ 4.6 สีผิวภายนอกและภายในเนื้อขนมปังที่ใช้มิวซีเลจไซเลียมฮัสค์

ตารางที่ 4.8 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจไซเลียมฮัสค์ในแป้งข้าวเจ้า กข 43

| คุณลักษณะ          | มิวซิเลจไซเลียมฮัสค์     |                         |                         |                        |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
|                    | ร้อยละ 0<br>(สูตรควบคุม) | ร้อยละ 60               | ร้อยละ 80               | ร้อยละ 100             |
| ลักษณะปรากฏ        | 8.07±0.81 <sup>a</sup>   | 7.42±0.57 <sup>c</sup>  | 7.76±0.67 <sup>b</sup>  | 7.11±0.61 <sup>d</sup> |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  | 8.15±0.93 <sup>a</sup>   | 7.59±0.66 <sup>b</sup>  | 8.03±0.65 <sup>a</sup>  | 7.17±0.80 <sup>c</sup> |
| สีภายในเนื้อขนมปัง | 7.82±0.75 <sup>a</sup>   | 7.26±0.97 <sup>b</sup>  | 7.40±0.84 <sup>b</sup>  | 6.65±0.86 <sup>c</sup> |
| กลิ่น              | 8.21±0.72 <sup>a</sup>   | 7.55±0.77 <sup>bc</sup> | 7.75±0.83 <sup>b</sup>  | 7.25±0.96 <sup>c</sup> |
| รสชาติ             | 8.40±0.69 <sup>a</sup>   | 7.80±0.76 <sup>b</sup>  | 8.11±1.06 <sup>ab</sup> | 6.84±1.05 <sup>c</sup> |
| เนื้อสัมผัส        | 8.36±0.71 <sup>a</sup>   | 7.23±0.61 <sup>b</sup>  | 7.40±0.91 <sup>b</sup>  | 6.32±0.67 <sup>c</sup> |
| ความชอบโดยรวม      | 8.51±0.67 <sup>a</sup>   | 7.32±0.70 <sup>c</sup>  | 8.05±0.89 <sup>b</sup>  | 6.67±0.90 <sup>d</sup> |

หมายเหตุ: a-d หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการศึกษาปริมาณมิวซิเลจไซเลียมฮัสค์ ผู้บริโภคให้การยอมรับร้อยละ 80 เพื่อทำให้การผลิตขนมปังมีคุณค่าทางโภชนาการดีขึ้น สามารถช่วยเสริมสร้างสุขภาพที่ดีและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่มองหาอาหารที่ดีต่อสุขภาพ งานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการนำเอามิวซิเลจไซเลียมฮัสค์ มาให้ในกระบวนการผลิตขนมปังอาหารช่วยให้มีปริมาณใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำอยู่สูง จากการศึกษาชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ดีต่อสุขภาพ โดยเฉพาะการผลิตขนมปังที่มีการเพิ่ม ไซเลียมฮัสค์ลงในแป้งสาลี (Al-Foudari et al., 2022) เพื่อสนับสนุนสุขภาพที่ดีของผู้บริโภค เนื่องจากไซเลียมฮัสค์มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ช่วยชะลอการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือด และอุดมไปด้วยใยอาหาร (Güler & Sensoy, 2023) จากการพิจารณาถึงศักยภาพของไซเลียมฮัสค์ต่อการลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมปัง จึงใช้เป็นแนวทางของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Santos et al., 2021)

#### 4.3.4 ผลการศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด

4.3.4.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชในแป้งข้าวเจ้า กข 43

1) ผลการศึกษาค่าความสูงของโด ปริมาตรจำเพาะ น้ำหนักที่สูญเสียหลังการอบ ของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด

ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีค่าความสูงน้อยกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่เสริมมิวซิเลจจากพืช พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซิเลจจากไซเลียมฮัสค์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ( $p \leq 0.05$ ) รองลงมา

เป็นผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากเมล็ดแมงลัก และผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากเมล็ดเจียมีค่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณจำเพาะและน้ำหนักที่สูญเสียน้อยกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่เสริมมิวซีเลจจากพืช พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากไซเลียมฮัสค์มีค่าเฉลี่ยของปริมาณจำเพาะ ( $p < 0.05$ ) สูงสุด ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากเมล็ดแมงลัก และที่เสริมมิวซีเลจเมล็ดเจียไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ซึ่งน้ำหนักที่สูญเสีย ของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิดมีแนวโน้มค่าความสูงน้อยกว่าสูตรควบคุมและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลการศึกษาค่าความสูงของโด ปริมาตรจำเพาะ และน้ำหนักที่สูญเสียหลังการอบผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ตารางที่ 4.9

**ตารางที่ 4.9** ค่าความสูงของโด ปริมาตรจำเพาะ น้ำหนักที่สูญเสียหลังการอบ ของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด

| คุณลักษณะ                          | มิวซีเลจจากพืช           |                          |                        |                           |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|
|                                    | ร้อยละ 0<br>(สูตรควบคุม) | เมล็ดแมงลัก<br>ร้อยละ 60 | เมล็ดเจีย<br>ร้อยละ 80 | ไซเลียมฮัสค์<br>ร้อยละ 80 |
| ค่าความสูงของโด<br>(เซนติเมตร)     | 9.50±1.55 <sup>a</sup>   | 6.30±0.17 <sup>b</sup>   | 6.16±0.11 <sup>b</sup> | 6.90±0.20 <sup>b</sup>    |
| ปริมาตรจำเพาะ<br>(mL/g)            | 2.12±0.03 <sup>a</sup>   | 1.83±0.07 <sup>c</sup>   | 1.84±0.04 <sup>c</sup> | 1.94±0.01 <sup>b</sup>    |
| น้ำหนักที่สูญเสีย<br>หลังการอบ (%) | 7.60± 1.52 <sup>a</sup>  | 3.84±0.57 <sup>b</sup>   | 4.21±0.46 <sup>b</sup> | 4.74±0.40 <sup>b</sup>    |

**หมายเหตุ:** a-c หมายถึง ตัวอักษรที่ แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการศึกษาค่าความสูงของโด ปริมาตรจำเพาะ น้ำหนักที่สูญเสียหลังการอบของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมแตกต่างกัน มีผลมาจากปริมาณเส้นใยชนิดละลายน้ำแทรกอยู่ในเนื้อขนมปังซึ่ง เกี่ยวข้องกับโปรตีนในแป้งสาลีส่งผลให้การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยลงในระหว่างการหมักโด การขึ้นฟูของขนมปังจึงลดลง จากโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายกับโครงข่ายของกลูเตน ที่เกิดจากโปรตีนที่พบในข้าวสาลี (Qin et al., 2021c)

2) ผลการศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ผลการศึกษาคูณลักษณะสีผิวภายนอกขนมปัง ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากไซเลียมฮัสค์ และที่

เสริมมิวซีเลจจากเมล็ดเจีย มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) สูงที่สุด ( $p < 0.05$ ) ซึ่งผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากเมล็ดแมงลักมีค่าความสว่างรองลงมา ตามด้วยสูตรควบคุมพื้นฐาน มีค่าความสว่างน้อยที่สุด ( $p < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นสีแดง (ค่า  $a^*$ ) ของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิดมีค่าไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมพื้นฐาน พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากเมล็ดแมงลัก และไซเลียมฮัสค์มีค่าสีแดง ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) ของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากไซเลียมฮัสค์มีค่ามากที่สุด ( $p < 0.05$ )

ผลการศึกษาคูณลักษณะสีผิวภายในเนื้อขนมปัง ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากไซเลียมฮัสค์ เมล็ดแมงลัก ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมพื้นฐาน ผลจากการเสริมมิวซีเลจลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังส่งผลให้ค่าความเป็นสีแดงลดลงแตกต่างจากสูตรควบคุมพื้นฐาน ( $p < 0.05$ ) เมื่อเสริมมิวซีเลจจาก เมล็ดแมงลัก และเมล็ดเจีย ลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังส่งผลให้ค่าความเป็นสีเหลืองลดลงแตกต่างจากมิวซีเลจ ไซเลียมฮัสค์ และสูตรควบคุมพื้นฐาน ( $p < 0.05$ ) โดยค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด

| คุณลักษณะ                     | มิวซีเลจจากพืช           |                          |                          |                           |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                               | ร้อยละ 0<br>(สูตรควบคุม) | เมล็ดแมงลัก<br>ร้อยละ 60 | เมล็ดเจีย<br>ร้อยละ 80   | ไซเลียมฮัสค์<br>ร้อยละ 80 |
| สีผิวนอกขนมปัง (Crust)        |                          |                          |                          |                           |
| $L^*$                         | 57.31±0.52 <sup>c</sup>  | 63.94±0.64 <sup>b</sup>  | 66.53± 1.07 <sup>a</sup> | 66.33±0.40 <sup>a</sup>   |
| $a^*$                         | 14.09±0.73 <sup>a</sup>  | 13.74±0.62 <sup>ab</sup> | 12.63±1.59 <sup>b</sup>  | 12.81±0.59 <sup>ab</sup>  |
| $b^*$                         | 29.54±0.62 <sup>c</sup>  | 28.99±0.45 <sup>c</sup>  | 30.48±0.48 <sup>b</sup>  | 34.86±0.64 <sup>a</sup>   |
| สีผิวภายในเนื้อขนมปัง (Crumb) |                          |                          |                          |                           |
| $L^*$                         | 76.43±0.59 <sup>a</sup>  | 76.55±0.63 <sup>a</sup>  | 74.01±0.99 <sup>b</sup>  | 77.21±0.48 <sup>a</sup>   |
| $a^*$                         | 2.94± 0.33 <sup>a</sup>  | 1.98±0.28 <sup>b</sup>   | 1.70±0.19 <sup>b</sup>   | 2.12±0.37 <sup>b</sup>    |
| $b^*$                         | 22.86±0.69 <sup>a</sup>  | 20.40±0.87 <sup>c</sup>  | 19.64±0.42 <sup>c</sup>  | 21.66±0.85 <sup>b</sup>   |

หมายเหตุ: a-c หมายถึง ตัวอักษรที่ แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการศึกษาค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ค่าสีผิวนอกขนมปังแสดงให้เห็นว่าชนิดของมิวซีเลจจากพืชส่งผลให้ค่าสี  $L^*$  หรือค่าความสว่างที่ต่างกันจากสูตรควบคุมพื้นฐาน แต่สีผิวนอกในเนื้อขนมปังไม่แตกต่างกัน มีผลการศึกษาพบว่าการเติมไซเลียมลงในผลิตภัณฑ์คุกกี้ส่งผลให้ค่าความสว่างลดลง ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น ส่วนค่าสี  $a^*$  หรือค่า

ความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น (Raymundo et al., 2014) จากการศึกษาศักยภาพของถั่วชิกพีและไซเลียม ในการพัฒนาขนมปังที่ปราศจากกลูเตน โดยการพิจารณาด้านสี พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้แป้งข้าว โดยไม่เติม ไซเลียมลงในส่วนผสมมีผลทำให้สีของเนื้อขนมปังและเปลือกมีความสว่างมากกว่า (Santos et al., 2021)

3) ผลการศึกษาคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิว ซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด

ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิดมีค่าความแข็งสูง (Hardness) กว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนความยืดหยุ่น (Springiness) และค่าการคืนตัว (Resilience) พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซิเลจจากเมล็ดแมงลักมีค่าความ ยืดหยุ่นและค่าการคืนตัวสูงที่สุด ( $p < 0.05$ ) ส่วนความเกาะติดกัน (Cohesiveness) พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซิเลจจากไซเลียมฮัสค์ มีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซิเลจจาก เมล็ดแมงลักและสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งมีค่าความเกาะติดกันแตกต่าง จากผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซิเลจจากเมล็ดเจียอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) สำหรับการทนต่อ การเคี้ยว (Chewiness) และพลังในการกัด (Gumminess) พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซิเล จจากไซเลียมฮัสค์มีค่าสูงสุด ( $p < 0.05$ ) โดยผลการศึกษาคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด

| คุณลักษณะ       | มิวซิเลจจากพืช              |                             |                             |                             |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                 | ร้อยละ 0<br>(สูตรควบคุม)    | เมล็ดแมงลัก<br>60           | เมล็ดเจีย<br>80             | ไซเลียมฮัสค์<br>80          |
| Hardness (g)    | 2421.18±261.85 <sup>b</sup> | 4707.87±399.72 <sup>a</sup> | 4894.09±556.99 <sup>a</sup> | 4589.76±473.54 <sup>a</sup> |
| Springiness (%) | 0.24±0.03 <sup>b</sup>      | 0.30±0.02 <sup>a</sup>      | 0.25±0.01 <sup>b</sup>      | 0.24±0.01 <sup>b</sup>      |
| Cohesiveness    | 0.17±0.25 <sup>b</sup>      | 0.18±0.01 <sup>b</sup>      | 0.20±0.01 <sup>ab</sup>     | 0.22±0.24 <sup>a</sup>      |
| Chewiness (g)   | 147.75±11.68 <sup>b</sup>   | 199.08±14.16 <sup>b</sup>   | 175.28±13.17 <sup>b</sup>   | 232.16±32.51 <sup>a</sup>   |
| Gumminess       | 488.30±56.85 <sup>c</sup>   | 738.70±83.79 <sup>b</sup>   | 682.26±28.67 <sup>b</sup>   | 893.35±57.34 <sup>a</sup>   |
| Resilience (%)  | 0.04±0.01 <sup>c</sup>      | 0.06±0.01 <sup>a</sup>      | 0.05±0.01 <sup>b</sup>      | 0.05±0.01 <sup>b</sup>      |

หมายเหตุ: a-c หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการศึกษาคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเล จจากพืชทั้ง 3 ชนิด บทบาทสำคัญในการพัฒนาเนื้อสัมผัสของขนมปัง ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพโดยรวมของ

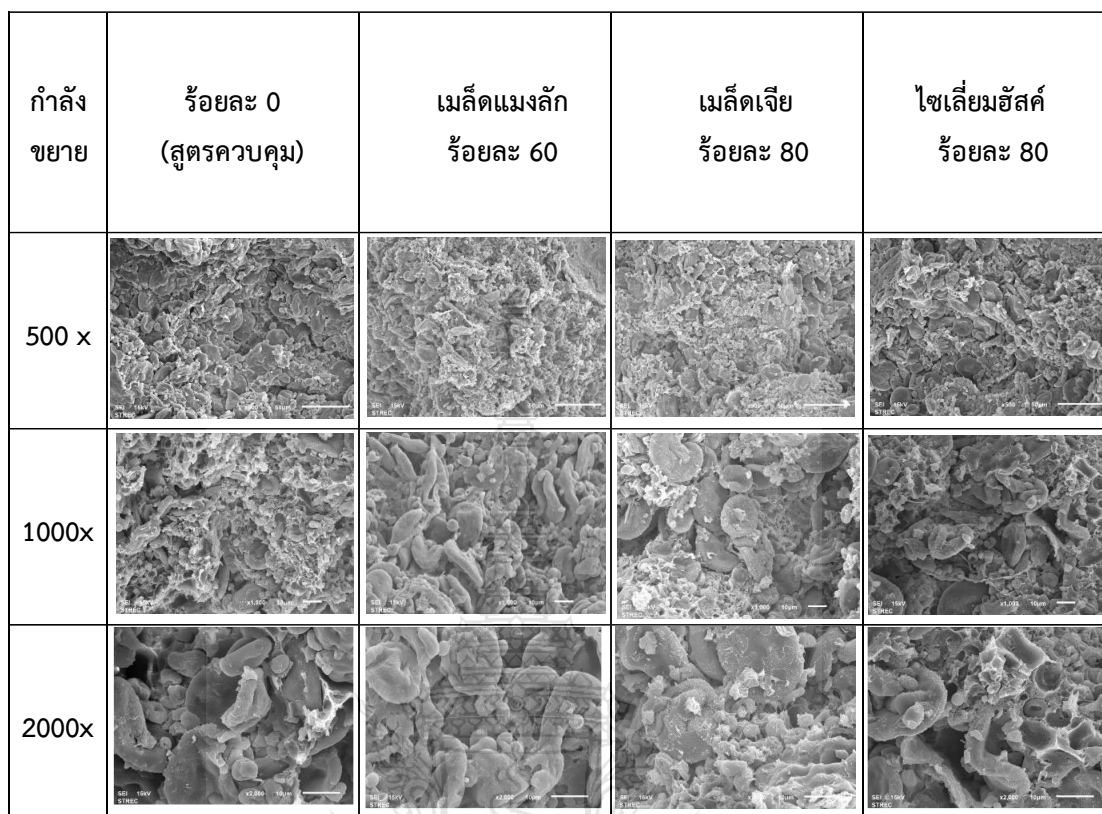


ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้าดัชนีน้ำตาลต่ำ ผลการวิจัยแสดงค่าความแข็ง (Hardness) มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อมีการเติมมิวซีเลจลงในผลิตภัณฑ์ขนมปัง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาใช้มิวซีเลจจากพืชต่างชนิดกันเติมลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน ส่งผลต่อค่าความแข็ง ค่าความยืดหยุ่น และค่าการคืนตัว (Cowley et al., 2025) และเมื่อเพิ่มปริมาณเมล็ดเจียลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังมีผลทำให้ค่าความแข็งสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Zhu & Chan, 2018)

#### 4) ผลการศึกษาโครงสร้างทางจุลภาค (Microstructure)

##### 4) ผลการศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของสูตรควบคุมพื้นฐาน

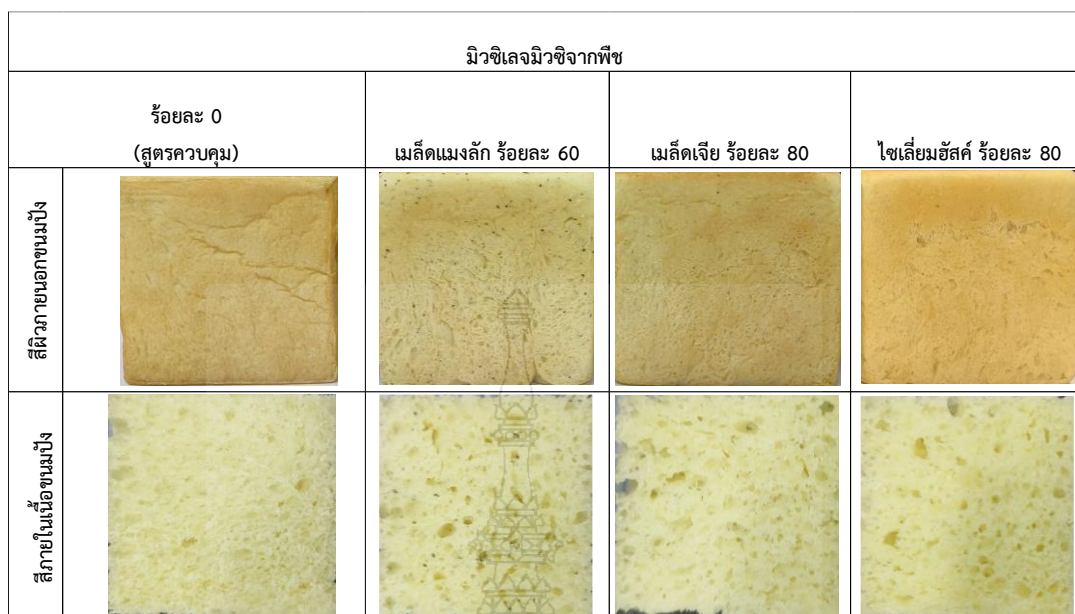
เมื่อใช้กำลังการขยายที่ 500 เท่า พบว่า พื้นผิวดูค่อนข้างหยาบ มีการกระจายตัวแบบไม่สม่ำเสมอ แสดงถึงการไม่มีโครงสร้างที่จัดเรียงชัดเจนเมื่อใช้กำลังการขยายที่ 1000 เท่า เริ่มเห็นรายละเอียดของเนื้อผิวที่มีความขรุขระชัดเจน พื้นผิวมีลักษณะเหมือนอนุภาคหรือเส้นใยที่แตกตัวเล็กๆ และเมื่อเพิ่มกำลังการขยายที่ 2000 เท่า สังเกตเห็นโครงสร้างเริ่มแสดงถึงลักษณะเป็นรูพรุนขนาดเล็กและร่องลึก ผลโครงสร้างทางจุลภาคของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากเมล็ดแมงลัก ร้อยละ 60 พบว่า กำลังการขยายที่ 500 เท่า พื้นผิวดูมีการกระจายตัวแบบกระจุกกระจาย แต่เริ่มมองเห็นโครงสร้างที่เป็นกลุ่มชัดเจน เมื่อใช้กำลังการขยายที่ 1000 เท่า โครงสร้างพื้นผิวเริ่มแสดงลักษณะเป็นกลุ่มก้อนที่มีรูปร่างเหมือนแผ่นหรือเยื่อบางๆ ที่ยึดติดกัน และเมื่อใช้กำลังการขยายที่ 2000 เท่า สามารถเห็นโครงสร้างละเอียดมากขึ้น ลักษณะเป็นแผ่นเรียบที่อาจสะท้อนคุณสมบัติของเมล็ดแมงลัก ผลโครงสร้างทางจุลภาคของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากเมล็ดเจีย ร้อยละ 80 พบว่า กำลังการขยายที่ 500 เท่า พื้นผิวดูมีความละเอียดมากขึ้น มีการจัดเรียงแบบแน่นขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรควบคุมและผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากเมล็ดแมงลัก เมื่อใช้กำลังการขยายที่ 1000 เท่า โครงสร้างอนุภาคที่ยึดติดกันในลักษณะเครือข่าย และเมื่อใช้กำลังการขยายที่ 2000 เท่า สามารถมองเห็นรายละเอียดของโครงสร้างที่คล้ายกับเครือข่ายซ้อนกัน หรือเส้นใยขนาดเล็ก ผลโครงสร้างทางจุลภาคของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากไซเลียมฮัสค์ ร้อยละ 80 พบว่า กำลังการขยายที่ 500 เท่า พื้นผิวแสดงลักษณะการกระจายตัวที่มีความหนาแน่นและสม่ำเสมอเมื่อใช้กำลังการขยายที่ 1000 เท่า โครงสร้างคล้ายแผ่นหรือเยื่อบางที่ต่อเนื่องกัน แสดงถึงความสม่ำเสมอในเนื้อผิว และกำลังการขยายที่ 2000 เท่า รายละเอียดโครงสร้างที่ชัดเจนมากขึ้น คล้ายกับแผ่นบางๆ ที่ยึดติดกันแบบหนา อาจสะท้อนถึงคุณสมบัติทางเคมีหรือกระบวนการเตรียมตัวอย่างที่แตกต่างกัน โดยแสดงผลการศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด



ภาพที่ 4.7 โครงสร้างทางจุลภาคของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด

4.3.4.2 ผลการศึกษาทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ภาพที่ 4.7 ได้แก่ เมล็ดแมงลัก เมล็ดเจีย และไซเลียมฮัสค์ ในแป้งข้าวเจ้า กข 43 พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซิเลจไซเลียมฮัสค์ ร้อยละ 80 ในด้านลักษณะปรากฏ สีผิวภายนอกขนมปัง สีภายในเนื้อขนมปัง รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญกับสูตรควบคุม ( $p > 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจ ทั้ง 3 ชนิด พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซิเลจไซเลียมฮัสค์ ร้อยละ 80 มีคะแนนสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ผู้วิจัยจึงคัดเลือกเป็นสูตรที่นำไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแป้งข้าวตั้นน้ำตาลต่ำต่อไป โดยแสดงภาพและผลการศึกษาคุณลักษณะของสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ดังภาพที่ 4.8 และตารางที่ 4.12





ภาพที่ 4.8 ผิวภายนอกและภายในเนื้อขนมปังที่ใช้มิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด

ตารางที่ 4.12 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด

| คุณลักษณะ          | มิวซิเลจจากพืช           |                          |                        |                           |
|--------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|
|                    | ร้อยละ 0<br>(สูตรควบคุม) | เมล็ดแมงลัก<br>ร้อยละ 60 | เมล็ดเจีย<br>ร้อยละ 80 | ไซเลียมฮัสค์<br>ร้อยละ 80 |
| ลักษณะปรากฏ        | 8.57±0.66 <sup>a</sup>   | 6.59±0.74 <sup>c</sup>   | 7.32±0.87 <sup>b</sup> | 8.28±0.77 <sup>a</sup>    |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  | 8.26±0.59 <sup>a</sup>   | 6.88±0.58 <sup>b</sup>   | 7.09±0.63 <sup>b</sup> | 8.03±0.68 <sup>a</sup>    |
| สีภายในเนื้อขนมปัง | 8.44±1.05 <sup>a</sup>   | 6.61±0.84 <sup>c</sup>   | 7.42±1.01 <sup>b</sup> | 8.38±0.99 <sup>a</sup>    |
| กลิ่น              | 8.78±0.57 <sup>a</sup>   | 6.80±0.62 <sup>d</sup>   | 7.26±0.71 <sup>c</sup> | 8.15±0.69 <sup>b</sup>    |
| รสชาติ             | 8.84±0.41 <sup>a</sup>   | 6.65±0.65 <sup>c</sup>   | 7.59±0.91 <sup>b</sup> | 8.67±0.61 <sup>a</sup>    |
| เนื้อสัมผัส        | 8.76±0.54 <sup>a</sup>   | 7.30±1.24 <sup>b</sup>   | 7.59±0.82 <sup>b</sup> | 8.55±0.69 <sup>a</sup>    |
| ความชอบโดยรวม      | 8.84±0.50 <sup>a</sup>   | 6.67±0.80 <sup>b</sup>   | 7.65±0.73 <sup>b</sup> | 8.59±0.77 <sup>a</sup>    |

หมายเหตุ: a-d หมายถึง ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ผลการศึกษาคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซิเลจจากไซเลียมฮัสค์ปริมาณ ร้อยละ 80 จากการเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมไม่แตกต่างกัน มีผลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณไซเลียมและน้ำ

เพื่อพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตน ช่วยให้ด้านเนื้อสัมผัสนุ่ม ลักษณะปรากฏมีปริมาณขนมปังที่ได้ดียิ่งขึ้น และส่งผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่สูงขึ้น (Fratelli et al., 2018) ผลงานวิจัยที่ค้นว่าการแทนที่แป้งที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูง ด้วยแป้งสาคุที่ร้อยละ 60 มีส่วนช่วยให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ประเภทเค้กมีค่าดัชนีน้ำตาลที่ลดลง ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Thongkham et al., 2024) และจากการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลเติมลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืช ผู้บริโภคให้การยอมรับไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม มีงานวิจัย พบว่า การใช้ผลิตภัณฑ์สารทดแทนความหวานในการพัฒนาแพนเค้กจากแป้งข้าวที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำ มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น (Rakmai et al., 2021)

#### 4.3.4.3 ผลการศึกษาทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ พบว่า สูตรควบคุมมีปริมาณความชื้นสูง ซึ่งหมายความว่าไซเลียมฮัสค์มีความแห้ง (ความชื้นน้อยกว่า) อาจเหมาะสำหรับการเก็บรักษาได้นานขึ้นเนื่องจากความชื้นต่ำช่วยลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ไขมันร้อยละ ไขมันทั้งหมด ไขมันที่ละลายน้ำ และคาร์โบไฮเดรต พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์มีปริมาณสูงกว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรควบคุม โดยแสดงผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรควบคุมและผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ ในแป้งข้าวเจ้า กข 43 ร้อยละของน้ำหนัก ดังตารางที่ 4.13

**ตารางที่ 4.13** องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรควบคุม และสูตรเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์

| คุณภาพทางเคมี                | ร้อยละ 0<br>สูตรควบคุม | ไซเลียมฮัสค์<br>ร้อยละ 80 |
|------------------------------|------------------------|---------------------------|
| ความชื้น (ร้อยละ)            | 5.83                   | 5.62                      |
| เถ้า (ร้อยละ)                | 0.88                   | 0.80                      |
| โปรตีน (ร้อยละ)              | 8.94                   | 7.31                      |
| ไขมัน (ร้อยละ)               | 12.33                  | 12.73                     |
| ไขมันทั้งหมด (ร้อยละ)        | 2.85                   | 3.09                      |
| ไขมันที่ละลายน้ำ (ร้อยละ)    | 1.19                   | 1.94                      |
| ไขมันที่ไม่ละลายน้ำ (ร้อยละ) | 1.66                   | 1.15                      |
| คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)        | 69.17                  | 70.45                     |
| พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)  | 423.41                 | 425.61                    |
| ค่าดัชนีอิสระ (AW)           | 0.89                   | 0.91                      |

ผลการศึกษาค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรควบคุมและผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจไซเลียม แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังที่พัฒนาโดยการเติมไซเลียมมีใยอาหารที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น มีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค เนื่องจากไซเลียมมีคุณสมบัติในการเกิดเจลเป็นแหล่งเส้นใยอาหาร (Noguerol et al., 2022) มีงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าไซเลียมมีคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นแหล่งของใยอาหารทั้งหมด ร้อยละ 71.42 และมีใยอาหารประเภทที่ละลายน้ำได้อยู่ถึงร้อยละ 67.20 (Raymundo et al., 2014) เมื่อเติมไซเลียมลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังเมื่อนำไปผ่านกระบวนการย่อยแบ่งในหลอดทดลองพบว่าช่วยต้านทานการย่อยให้ช้าลง (Güler & Sensoy, 2023)

ผลการศึกษาค่าดัชนีน้ำตาล พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากไซเลียมฮัสค์ต่ำกว่า (56.94) ซึ่งต่ำกว่าสูตรควบคุม (61.64) ทำให้เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการ ค่าน้ำอึระ พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจจากไซเลียมฮัสค์มีค่าสูงกว่าสูตรควบคุมเล็กน้อย

**ตารางที่ 4.14** ค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรควบคุมและผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจไซเลียม

| ค่าดัชนีน้ำตาล       | ร้อยละ 0<br>(สูตรควบคุมพื้นฐาน) | ไซเลียมฮัสค์<br>ร้อยละ 80 |
|----------------------|---------------------------------|---------------------------|
| ค่าดัชนีน้ำตาล (pGI) | 61.64 ±1.02                     | 56.94 ±0.78               |

ผลการศึกษาค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซิเลจไซเลียมแสดงให้เห็นว่ามีค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ที่ระดับปานกลาง 55-70 (กรมอนามัย, 2561) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมพื้นฐานแสดงให้เห็นว่าการเติมแป้งข้าวเจ้า กข 43 และไซเลียมฮัสค์ มีผลต่อค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมปังลดลง มีงานวิจัยพบว่า เมื่อรับประทานข้าว กข 43 มีผลทำให้ค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index, GI) ที่ 56.9 มีแนวโน้มที่ต่ำลงถึงปานกลาง (Sanpawithayakul et al., 2023) แป้งฟลาวร์จากข้าว กข 43 ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง พบว่า มีค่าดัชนีน้ำตาล 63.64 อยู่ในช่วงค่าดัชนีน้ำตาลปานกลาง (ธาริณี นิลกำแหง, 2564) การบริโภคเส้นใยช่วยลดอัตราการดูดซึมน้ำตาลในลำไส้เข้าสู่กระแสเลือด ค่าดัชนีน้ำตาลในเลือดมีความสำคัญที่ส่งผลต่อโรคเรื้อรัง ที่เกี่ยวข้องกับความอ้วนจากค่าดัชนีน้ำตาลในเลือดสูง (กรมอนามัย, 2561) ทั้งนี้ไซเลียมจึงสามารถใช้เป็นทางเลือกของอาหารเพื่อสุขภาพได้สำหรับผู้ที่มีภาวะค่าดัชนีน้ำตาลในเลือดสูง เนื่องจากไซเลียมมีใยอาหารที่ละลายน้ำอยู่สูง (Raymundo et al., 2014) จึงสามารถช่วยต้านทานการย่อยแบ่งให้ช้าลงได้ (Güler & Sensoy 2023; Gholami & Paknahad 2023) ส่งผลดีต่อค่าดัชนีน้ำตาลให้ลดลง แต่อย่างไรก็ตามค่าดัชนีน้ำตาลของอาหารจะถูกกำหนดอย่างแม่นยำมากขึ้นโดยบุคคลสนองต่อการดูดซึมน้ำตาลในเลือดเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการวัดค่าดัชนีน้ำตาล (Wolever et al., 2003)

#### 4.4 ผลศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

##### 4.4.1 ผลการศึกษาต้นทุนวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ผลการศึกษาต้นทุนวัตถุดิบสำหรับผลิตมิวชิเลจ และต้นทุนการผลิตขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ พบว่า ต้นทุนวัตถุดิบสำหรับผลิตมิวชิเลจจากไซเลียมฮัสค์ มีต้นทุนทางตรงต่อ 1 สูตรราคา 8.05 บาท ทั้งนี้รวมน้ำหนักมิวชิเลจไซเลียมฮัสค์ที่ผลิตได้ 445 กรัม โดยแสดงผลการศึกษาต้นทุนวัตถุดิบสำหรับผลิตมิวชิเลจดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ต้นทุนวัตถุดิบสำหรับผลิตมิวชิเลจจากไซเลียมฮัสค์

| รายการวัตถุดิบ                                  | ยี่ห้อ               | หน่วย   | ปริมาณต่อ<br>หน่วย<br>(กรัม) | ราคาต่อ<br>หน่วย<br>(บาท) | ปริมาณ<br>ที่ใช้ผลิต<br>(กรัม) | ราคา<br>(บาท) |
|-------------------------------------------------|----------------------|---------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------|
| ไซเลียมฮัสค์<br>(ชนิดผง)                        | กรุงเทพเคมี<br>จำกัด | กรัม    | 500                          | 305                       | 5                              | 3.05          |
| น้ำเย็น                                         | คริสตัล              | มิลลิตร | 1500                         | 15                        | 500                            | 5.00          |
| รวมต้นทุนวัตถุดิบทางตรงต่อสูตร                  |                      |         |                              |                           |                                | 8.05          |
| รวมน้ำหนักมิวชิเลจไซเลียมฮัสค์ที่ผลิตได้ (กรัม) |                      |         |                              |                           |                                | 445.00        |

ผลการศึกษาต้นทุนวัตถุดิบทางตรงสำหรับผลิตขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ พบว่า รวมต้นทุนวัตถุดิบทางตรงต่อสูตร ราคา 96.10 บาท รวมน้ำหนักขนมปังที่ผลิตได้ 630 กรัม ขนมปังต่อ 1 หน่วยบริโภค จำนวน 1 แผ่น น้ำหนัก (กรัม) 50 กรัม และรวมต้นทุนวัตถุดิบทางตรงต่อ 1 แผ่น 7.63 บาท โดยผลการศึกษาต้นทุนวัตถุดิบทางตรงผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ทุนวัตถุดิบทางตรงผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

| รายการวัตถุดิบ                                             | ยี่ห้อ            | หน่วย | ปริมาณ<br>ต่อหน่วย<br>(กรัม) | ราคา<br>ต่อ<br>หน่วย<br>(บาท) | ปริมาณ<br>ที่ใช้ผลิต | ราคา<br>(บาท) |
|------------------------------------------------------------|-------------------|-------|------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------|
| แป้งสาลี                                                   | แป้งหงส์ขาว       | กรัม  | 1000                         | 43                            | 240                  | 10.32         |
| แป้งข้าวเจ้า กข 43                                         | เหรียญทองคู่      | กรัม  | 400                          | 27.6                          | 160                  | 11.04         |
| ยีสต์ (ชนิดจืด)                                            | ซาฟอินสแตนท์      | กรัม  | 500                          | 145                           | 6.5                  | 1.89          |
| เกลือป่น                                                   | ปรงทิพย์          | กรัม  | 1000                         | 16                            | 2.5                  | 0.04          |
| สารให้ความหวาน                                             | ลิน (ดีไลท์ พลัส  |       |                              |                               |                      |               |
| แทนน้ำตาล                                                  | 0 แคลอรี สตีเวีย) | กรัม  | 80                           | 71.25                         | 45                   | 40.08         |
| เนยสด (ชนิดเค็ม)                                           | ออร์คิด           | กรัม  | 5000                         | 950                           | 125                  | 23.75         |
| ไข่ไก่ เบอร์ 3                                             | ซีพี ซีเล็คชั่น   | กรัม  | 55                           | 5                             | 63                   | 5.73          |
| น้ำเย็น                                                    | คริสตัล           | กรัม  | 1500                         | 15                            | 97                   | 0.97          |
| มิวซิเลจไซเลียมฮัสค์                                       | -                 | กรัม  | 450                          | 8.05                          | 128                  | 2.29          |
| รวมต้นทุนวัตถุดิบทางตรงต่อสูตร (บาท)                       |                   |       |                              |                               |                      | 96.10         |
| จำนวนขนมปังที่ผลิตได้ (ก้อน)                               |                   |       |                              |                               |                      | 2             |
| รวมน้ำหนักขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่ผลิตได้ (กรัม) |                   |       |                              |                               |                      | 630           |
| จำนวนขนมปังที่หั่นได้ผลิตได้ (แผ่น)                        |                   |       |                              |                               |                      | 12            |
| ขนมปังต่อ 1 หน่วยบริโภค จำนวน 1 แผ่น น้ำหนัก (กรัม)        |                   |       |                              |                               |                      | 50            |
| รวมต้นทุนวัตถุดิบทางตรงต่อ 1 แพ็ก                          |                   |       |                              |                               |                      | 7.63          |

1) ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำต่อหน่วย ต้นทุนการผลิต เท่ากับ 24.05

2) ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยกำหนดผลกำไร คิดเป็นร้อยละ 30 ของต้นทุนการผลิต กำไร เท่ากับ 7.22

3) ผลการวิเคราะห์ราคาขายคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ จากอัตราบวกเพิ่มจากต้นทุนของสินค้า (Markup on Cost) กำหนดราคาขายจากต้นทุนรวม (Total Cost Concept) คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ ราคาขาย เท่ากับ 31.27

หมายเหตุ ผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีน้ำตาลต่ำ 1 เสิร์ฟ 1 แผ่น น้ำหนัก 50 กรัม (แพ็ก) ราคาขาย 32 บาท

#### 4.4.2 ผลการศึกษาข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ผลการศึกษาข้อมูลลักษณะประชากรศาสตร์ของข้อมูลลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 61.4 อายุ 21-25 ปี คิดเป็นร้อยละ 26.5 รองลงมาอายุ 36-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.9 ตามลำดับ ระดับการศึกษาของผู้บริโภคส่วนใหญ่อยู่ปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 63.6 รองลงมาต่ำกว่าระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 17.4 ปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 9.8 และปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 9.1 ตามลำดับ ด้านอาชีพส่วนใหญ่เป็นพนักงานเอกชน/รัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 43.2 รองลงมาเป็นข้าราชการ คิดเป็นร้อยละ 26.5 ตามลำดับ ส่วนรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้บริโภคส่วนใหญ่มีรายได้ไม่น้อยกว่า 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 47 โดยแสดงผลการศึกษาข้อมูลลักษณะประชากรศาสตร์ของของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

| ข้อมูลประชากรศาสตร์   | จำนวน      | ร้อยละ     |
|-----------------------|------------|------------|
| <b>1. เพศ</b>         |            |            |
| ชาย                   | 51         | 38.6       |
| หญิง                  | 81         | 61.4       |
| <b>รวม</b>            | <b>132</b> | <b>100</b> |
| <b>2. อายุ</b>        |            |            |
| อายุ 20 ปีบริบูรณ์    | 10         | 7.6        |
| อายุ 21-25 ปี         | 35         | 26.5       |
| อายุ 26-30 ปี         | 13         | 9.8        |
| อายุ 31-35 ปี         | 9          | 6.8        |
| อายุ 36-40 ปี         | 17         | 12.9       |
| อายุ 41-45 ปี         | 17         | 12.9       |
| อายุ 46-50 ปี         | 16         | 12.1       |
| อายุ 51-55 ปี         | 15         | 11.4       |
| <b>รวม</b>            | <b>132</b> | <b>100</b> |
| <b>3.การศึกษา</b>     |            |            |
| ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี | 23         | 17.4       |
| ปริญญาตรี             | 84         | 63.6       |
| ปริญญาโท              | 13         | 9.8        |
| ปริญญาเอก             | 12         | 9.1        |
| <b>รวม</b>            | <b>132</b> | <b>100</b> |

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

| ข้อมูลลักษณะประชากรศาสตร์      | จำนวน      | ร้อยละ     |
|--------------------------------|------------|------------|
| <b>4. อาชีพ</b>                |            |            |
| นักเรียน/นักศึกษา              | 16         | 12.1       |
| พนักงานเอกชน/รัฐวิสาหกิจ       | 57         | 43.2       |
| ข้าราชการ                      | 35         | 26.5       |
| พ่อบ้าน/แม่บ้าน                | 5          | 3.8        |
| อาชีพอิสระ                     | 13         | 9.8        |
| ผู้ประกอบการธุรกิจด้านอาหาร    | 6          | 4.5        |
| <b>รวม</b>                     | <b>132</b> | <b>100</b> |
| <b>5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน</b> |            |            |
| น้อยกว่า 15,000 บาท            | 62         | 47.0       |
| 15,001-20,000 บาท              | 20         | 15.2       |
| 20,001-30,000 บาท              | 7          | 5.3        |
| 30,001-40,000 บาท              | 23         | 17.4       |
| 40,001-50,000 บาท              | 9          | 6.8        |
| 50,001 บาท ขึ้นไป              | 11         | 8.3        |
| <b>รวม</b>                     | <b>132</b> | <b>100</b> |

#### 4.4.3 ผลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ผลการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้บริโภค จากข้อคำถาม ผลิตภัณฑ์มีประโยชน์ต่อร่างกาย ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่น่าสนใจ เนื่องจากผู้บริโภคมีพฤติกรรมสนใจด้านสุขมากขึ้น (Miele et al., 2021) ส่วนใหญ่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 98.5 ราคาเหมาะสมปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.5 คิดว่าควรจัดจำหน่าย ร้านขายอาหารเพื่อสุขภาพ คิดเป็นร้อยละ 57.6 และผลการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้บริโภค จำนวน 132 คน พบว่า คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สีผิวภายนอกขนมปัง สีภายในเนื้อขนมปัง กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก เมื่อพิจารณาถึงคุณลักษณะปรากฏ รสชาติ และความชอบโดยรวมที่มีคะแนนค่าเฉลี่ยสูง เนื่องจากในส่วนผสมของสารให้ความหวานแทนน้ำตาลที่มีส่วนผสมของอิริทริทอล ทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ขนมปังแข็งแรง และรสชาติอร่อย (Ding & Yang, 2021) ส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคสูงขึ้น โดยแสดงผลความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้บริโภค ดังตารางที่ 4.18 และ ผลการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้บริโภค ตารางที่ 4.19



ตารางที่ 4.18 ความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้บริโภค

| ความคิดเห็น                                                                                                         | จำนวน      | ร้อยละ     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| <b>1. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ</b>                                 |            |            |
| ผลิตภัณฑ์มีประโยชน์ต่อร่างกาย                                                                                       | 44         | 33.3       |
| ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่น่าสนใจ                                                                                      | 80         | 60.6       |
| ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่                                                                                             | 8          | 6.1        |
| <b>รวม</b>                                                                                                          | <b>132</b> | <b>100</b> |
| <b>2. ผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ท่านจะให้การยอมรับหรือไม่ยอมรับ</b>                                  |            |            |
| ยอมรับ                                                                                                              | 130        | 98.5       |
| ไม่ยอมรับ                                                                                                           | 2          | 1.5        |
| <b>รวม</b>                                                                                                          | <b>132</b> | <b>100</b> |
| <b>3. ผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจัดจำหน่าย ในบรรจุภัณฑ์ ปริมาณ 50 กรัม ราคา 32 บาท เหมาะสมหรือไม่</b> |            |            |
| เหมาะสมมาก                                                                                                          | 10         | 7.6        |
| เหมาะสม                                                                                                             | 43         | 32.6       |
| เหมาะสมปานกลาง                                                                                                      | 68         | 51.5       |
| ไม่เหมาะสม                                                                                                          | 11         | 8.3        |
| <b>รวม</b>                                                                                                          | <b>132</b> | <b>100</b> |
| <b>4. ท่านคิดว่าควรจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ในสถานที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)</b>         |            |            |
| ร้านสะดวกซื้อ                                                                                                       | 61         | 46.2       |
| ซูเปอร์มาร์เก็ต                                                                                                     | 60         | 45.5       |
| ห้างสรรพสินค้า                                                                                                      | 55         | 41.7       |
| ร้านขายอาหารเพื่อสุขภาพ                                                                                             | 76         | 57.6       |
| ร้านขายเบเกอรี่                                                                                                     | 75         | 56.8       |
| ร้านค้าออนไลน์                                                                                                      | 49         | 37.1       |

ตารางที่ 4.19 ผลการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้บริโภค

| คุณลักษณะ          | ค่าเฉลี่ย<br>(9-Point Hedonic Scale) | ค่าส่วนเบี่ยงเบน<br>มาตรฐาน | แปลผล<br>คะแนน |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| ลักษณะปรากฏ        | 7.81                                 | 0.66                        | ชอบมาก         |
| สีผิวขนมปัง        | 7.53                                 | 0.73                        | ชอบมาก         |
| สีภายในเนื้อขนมปัง | 7.65                                 | 0.68                        | ชอบมาก         |
| กลิ่น              | 7.68                                 | 0.96                        | ชอบมาก         |
| รสชาติ             | 7.96                                 | 0.83                        | ชอบมาก         |
| เนื้อสัมผัส        | 7.88                                 | 0.88                        | ชอบมาก         |
| ความชอบโดยรวม      | 7.90                                 | 0.76                        | ชอบมาก         |

หมายเหตุ: ให้คะแนนแบบ 9-Point Hedonic Scale

โดยมีเกณฑ์ 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คะแนน หมายถึงชอบมาก

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ

6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

#### 4.5 ผลของการจัดทำคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบ

##### อิเล็กทรอนิกส์

##### 4.5.1 ผลการศึกษาความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ผลการศึกษาความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน โดยเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ประกอบด้วยด้านเนื้อหา พบว่า ผลคะแนนรวมเฉลี่ย 4.28 แปลผลคะแนนมีความเห็นด้วยมาก ด้านความสวยงาม พบว่า ผลคะแนนรวมเฉลี่ย 4.35 แปลผลคะแนนมีความเห็นด้วยมาก ด้านส่วนประกอบของคู่มือ พบว่า ผลคะแนนรวมเฉลี่ย 4.36 แปลผลคะแนนมีความเห็นด้วยมาก จากผลการศึกษาความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทุกด้านที่มีความเห็นด้วยมากต่อความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ แสดงให้เห็นว่าคู่มือนี้มีคุณภาพผู้วิจัยจึงนำไปใช้ศึกษาความพึงพอใจต่อผู้ที่สนใจใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ โดยแสดงผลการศึกษาคความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ จากผู้เชี่ยวชาญโดยเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ผลประเมินความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

| ประเด็นการประเมิน                                                                       | ค่าเฉลี่ย   | ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | แปลผลคะแนน        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|-------------------|
| <b>ความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ</b>                     |             |                         |                   |
| <b>1. ด้านเนื้อหา</b>                                                                   |             |                         |                   |
| เนื้อหาของคู่มือใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและเนื้อหาครอบคลุม                                  | 4.28        | 0.75                    | เหมาะสมมาก        |
| มีคำชี้แจงการใช้คู่มือที่เข้าใจง่าย                                                     | 4.14        | 0.37                    | เหมาะสมมาก        |
| คู่มือมีการอธิบายขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำชัดเจน             | 4.14        | 0.37                    | เหมาะสมมาก        |
| ภาพประกอบและคำอธิบายช่วยให้เข้าใจการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำได้ชัดเจน | 4.57        | 0.53                    | เหมาะสมมากที่สุด  |
| <b>รวมด้านเนื้อหา</b>                                                                   | <b>4.28</b> | <b>0.50</b>             | <b>เหมาะสมมาก</b> |
| <b>2. ด้านความสวยงาม</b>                                                                |             |                         |                   |
| หน้าปกของคู่มือมีความเหมาะสม                                                            | 4.57        | 0.78                    | เหมาะสมมากที่สุด  |
| ตัวอักษรในคู่มือสวยงามและอ่านง่าย                                                       | 4.57        | 0.53                    | เหมาะสมมากที่สุด  |
| รูปภาพในคู่มือสีสันทัดเจน                                                               | 4.14        | 0.69                    | เหมาะสมมาก        |
| ภาพรวมของคู่มือสวยงามและน่าสนใจ                                                         | 4.14        | 0.69                    | เหมาะสมมาก        |
| <b>ด้านความสวยงาม</b>                                                                   | <b>4.35</b> | <b>0.67</b>             | <b>เหมาะสมมาก</b> |
| <b>3. ด้านส่วนประกอบของคู่มือ</b>                                                       |             |                         |                   |
| ปกหน้า ประกอบด้วย ชื่อเรื่องของคู่มือ ภาพประกอบ และชื่อผู้แต่ง                          | 4.28        | 0.48                    | เหมาะสมมาก        |
| ปกใน ประกอบด้วย ชื่อเรื่องของคู่มือ และชื่อผู้แต่ง                                      | 4.42        | 0.53                    | เหมาะสมมาก        |
| มีคำนำ และมีวัตถุประสงค์ของการทำคู่มือ                                                  | 4.42        | 0.53                    | เหมาะสมมาก        |
| มีสารบัญเนื้อหา สารบัญตาราง สารบัญภาพ สารบัญแผนภูมิ และมีเลขหน้ากำกับ                   | 4.28        | 0.48                    | เหมาะสมมาก        |
| แบ่งหน่วยบท เนื้อเรื่องจัดเรียงลำดับ และอธิบายเนื้อหาชัดเจน                             | 4.42        | 0.53                    | เหมาะสมมาก        |
| เนื้อหา ประมวลความรู้ สื่อสารให้ผู้อ่านได้เข้าใจ                                        | 4.28        | 0.75                    | เหมาะสมมาก        |
| การเขียนอ้างอิงแบบ APA 7th ถูกต้อง                                                      | 4.42        | 0.53                    | เหมาะสมมาก        |
| <b>รวมด้านส่วนประกอบของคู่มือ</b>                                                       | <b>4.36</b> | <b>0.55</b>             | <b>เหมาะสมมาก</b> |

#### 4.5.2 ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ มีค่าเท่ากับ 0.82 หมายความว่าผู้ใช้คู่มือมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 82.24 โดยแสดงผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ดังตารางที่ 4.21

ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ตารางที่ 4.21 ดัชนีประสิทธิผลของการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

| จำนวนผู้ใช้คู่มือ | ผลรวมคะแนน |                    |                    | ดัชนีประสิทธิผล (E.I) |
|-------------------|------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
|                   | คะแนนเต็ม  | ทดสอบก่อนใช้คู่มือ | ทดสอบหลังใช้คู่มือ |                       |
| 30                | 15         | 236                | 412                | 0.8224                |

#### 4.5.3 ความรู้จากการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ผลความรู้จากการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ พบว่า ผู้ใช้คู่มือจำนวน 30 คน ทดสอบก่อนใช้คู่มือ มีคะแนนค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.86 และเมื่อนำมาทดสอบหลังใช้คู่มือแล้วมีคะแนนค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 13.73 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการเปรียบเทียบความรู้ของการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ แสดงดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.22 ผลการเปรียบเทียบความรู้จากการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

| การทดสอบความรู้ (คะแนนเต็ม 15) | จำนวนผู้ใช้คู่มือ (คน) | ค่าคะแนนเฉลี่ย | ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | t      | df | p      |
|--------------------------------|------------------------|----------------|-------------------------|--------|----|--------|
| ทดสอบก่อนใช้คู่มือ             | 30                     | 7.86           | 1.07                    | -24.60 | 29 | 0.000* |
| ทดสอบหลังใช้คู่มือ             | 30                     | 13.73          | 0.98                    |        |    |        |

#### 4.5.4 ผลการศึกษาข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้ใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ผลการศึกษาข้อมูลลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้ใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 63.3 มีอายุ 21 - 25 ปี คิดเป็นร้อยละ 53.3 รองลงมาคืออายุ อายุ 51 - 55 ปี ตามลำดับ ส่วนระดับการศึกษาของผู้ใช้คู่มือปริญาตรี คิดเป็นร้อยละ 46.7 รองลงมาต่ำกว่าระดับปริญาตรี คิดเป็นร้อยละ 40 ตามลำดับ อาชีพ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นนักเรียน นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาเป็นผู้ประกอบธุรกิจด้านอาหาร คิดเป็นร้อยละ 23.3 ตามลำดับ โดยมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 50 โดยผลการศึกษาข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้ใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.23 ข้อมูลประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

| ข้อมูลประชากรศาสตร์     | จำนวน     | ร้อยละ     |
|-------------------------|-----------|------------|
| <b>1. เพศ</b>           |           |            |
| ชาย                     | 11        | 36.7       |
| หญิง                    | 19        | 63.3       |
| <b>รวม</b>              | <b>30</b> | <b>100</b> |
| <b>2. อายุ</b>          |           |            |
| อายุ 20 ปีบริบูรณ์      | 2         | 6.7        |
| อายุ 21 - 25 ปี         | 16        | 53.3       |
| อายุ 26 - 30 ปี         | 3         | 10         |
| อายุ 31 - 35 ปี         | 2         | 6.7        |
| อายุ 36 - 40 ปี         | 1         | 3.3        |
| อายุ 41 - 45 ปี         | 1         | 3.3        |
| อายุ 46 - 50 ปี         | 1         | 3.3        |
| อายุ 51 - 55 ปี         | 4         | 13.3       |
| <b>รวม</b>              | <b>30</b> | <b>100</b> |
| <b>3. ระดับการศึกษา</b> |           |            |
| ต่ำกว่าระดับปริญาตรี    | 12        | 40.0       |
| ปริญาตรี                | 14        | 46.7       |
| ปริญาโท                 | 1         | 3.3        |
| ปริญาเอก                | 3         | 10         |
| <b>รวม</b>              | <b>30</b> | <b>100</b> |

## ตารางที่ 23 (ต่อ)

| ข้อมูลประชากรศาสตร์            | จำนวน     | ร้อยละ     |
|--------------------------------|-----------|------------|
| <b>4. อาชีพ</b>                |           |            |
| นักเรียน/นักศึกษา              | 12        | 40.0       |
| พนักงานเอกชน/รัฐวิสาหกิจ       | 4         | 13.3       |
| ข้าราชการ                      | 5         | 16.7       |
| พ่อบ้าน/แม่บ้าน                | 1         | 3.3        |
| อาชีพอิสระ                     | 1         | 3.3        |
| ผู้ประกอบการธุรกิจด้านอาหาร    | 7         | 23.3       |
| <b>รวม</b>                     | <b>30</b> | <b>100</b> |
| <b>5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน</b> |           |            |
| น้อยกว่า 15,000 บาท            | 15        | 50         |
| 15,001 - 20,000 บาท            | 3         | 10         |
| 20,001 - 30,000 บาท            | 4         | 13.3       |
| 30,001 - 40,000 บาท            | 3         | 10.0       |
| 40,001 - 50,000 บาท            | 0         | 0          |
| 50,001 บาท ขึ้นไป              | 5         | 16.7       |
| <b>รวม</b>                     | <b>30</b> | <b>100</b> |

#### 4.5.6 ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ จากผู้ใช่มือจำนวน 30 คน ดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

| การประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ                  | ค่าเฉลี่ย   | ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ระดับความพึงพอใจ        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>1. ด้านเนื้อหา</b>                                                                   |             |                         |                         |
| เนื้อหาของคู่มือใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและเนื้อหาครอบคลุม                                  | 4.76        | 0.43                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| มีคำชี้แจงการใช้คู่มือที่เข้าใจง่าย                                                     | 4.66        | 0.47                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| คู่มือมีการอธิบายขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำชัดเจน             | 4.80        | 0.40                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| ภาพประกอบและคำอธิบายช่วยให้เข้าใจการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำได้ชัดเจน | 4.86        | 0.34                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| <b>รวมด้านเนื้อหา</b>                                                                   | <b>4.77</b> | <b>0.41</b>             | <b>พึงพอใจมากที่สุด</b> |
| <b>2. ด้านความสวยงาม</b>                                                                |             |                         |                         |
| หน้าปกของคู่มือมีความเหมาะสม                                                            | 4.60        | 0.56                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| ตัวอักษรในคู่มือสวยงามและอ่านง่าย                                                       | 4.56        | 0.50                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| รูปภาพในคู่มือสีสันทัดเจน                                                               | 4.73        | 0.44                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| ภาพรวมของคู่มือสวยงามและน่าสนใจ                                                         | 4.70        | 0.46                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| <b>รวมด้านความสวยงาม</b>                                                                | <b>4.65</b> | <b>0.49</b>             | <b>พึงพอใจมากที่สุด</b> |
| <b>3. ด้านการใช้ประโยชน์</b>                                                            |             |                         |                         |
| คู่มือทำให้เกิดความรู้และความเข้าใจ                                                     | 4.86        | 0.34                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| คู่มือมีประโยชน์ต่อท่านและหน่วยงานของท่าน                                               | 4.83        | 0.37                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| คู่มือมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เผยแพร่เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป                            | 4.96        | 0.18                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| คู่มือนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง                                                   | 4.93        | 0.25                    | พึงพอใจมากที่สุด        |
| <b>รวมด้านการใช้ประโยชน์</b>                                                            | <b>4.90</b> | <b>0.29</b>             | <b>พึงพอใจมากที่สุด</b> |

ผลการศึกษาร พบว่าความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ด้าน เนื้อหา มีคะแนนรวม 4.77 ด้านความสวยงาม 4.65 และด้านการใช้ประโยชน์ 4.90 เมื่อแปลผลคะแนน ความพึงพอใจของทุกด้าน อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด เมื่อพิจารณาด้านการใช้ประโยชน์ มี คะแนนเฉลี่ยมากที่สุด โดยการนำความรู้จากคู่มือไปใช้จริงและเผยแพร่เป็นประโยชน์ เนื่องจากผู้ใช้ คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย และเก็บบันทึกไฟล์คู่มือในอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต สอดคล้องกับงานวิจัยแสดง ให้เห็นว่าการใช้คู่มือการดูแลผู้สูงอายุมีความพึงพอใจต่อความสะดวกในการใช้งานของคู่มือใน ระดับสูง (สุภาวดี อดิศักดิ์ดา และคณะ, 2567)





## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

สรุปผลการวิจัยนำเสนอเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

##### 5.1.1 ผลการศึกษาปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง

ผู้บริโภครับประทานขนมปังสูตรพื้นฐานของ ฌ์ฐนรี จันทเปรมจิตร ในด้านคุณลักษณะปรากฏ สีภายในเนื้อขนมปัง รสชาติเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง ปริมาณ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุมพื้นฐาน), 30, 40 และ 60 พบว่า ผู้บริโภครับประทานขนมปังที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวเจ้า กข 43 ร้อยละ 40 ด้านลักษณะปรากฏ สีผิวภายนอกและสีภายในเนื้อขนมปัง ไม่แตกต่างผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้า กข 43 ร้อยละ 40 เป็นสูตรควบคุมแป้งข้าวเจ้า กข 43

##### 5.1.2 ผลการศึกษาปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี

ผลการศึกษาปริมาณสารให้ความหวานแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี โดยใช้ปริมาณ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุมแป้งข้าวเจ้า กข 43), 40, 50 และ 60 พบว่า ผู้บริโภครับประทานขนมปังรสสัมผัส ปริมาณ ร้อยละ 60 ด้านลักษณะปรากฏ สีผิวภายนอกขนมปังและสีภายในเนื้อขนมปัง ผลิตภัณฑ์ขนมปังใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม พบว่า ค่ะเนนการยอมรับด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม สูงกว่า ( $p < 0.05$ ) ผลการศึกษาความพอดี (Just-about-right (3-Point JAR)) ด้านความหวานของผลิตภัณฑ์ขนมปัง ที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ผู้บริโภคประเมินความพอดีของความหวาน ร้อยละ 60 มีค่า net score อยู่ที่ 9.62 ซึ่งน้อยกว่า 20 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมปังมีความหวานพอดีแล้ว ไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมปัง

##### 5.1.3 ผลการศึกษาปริมาณมิวซีเลจจากพืช ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

ผลศึกษาทางกายภาพ มิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิดในผลิตภัณฑ์ขนมปัง ส่งผลให้ค่าความสูงของโดน้อยกว่าสูตรควบคุม ( $p < 0.05$ ) แต่ปริมาณจำเพาะและน้ำหนักที่สูญเสียน้อยกว่าสูตรควบคุม ค่าสีผิวภายนอกขนมปังแสดงให้เห็นว่าชนิดของมิวซีเลจจากพืชส่งผลค่าความสว่างที่ต่างกันจากสูตรควบคุม แต่สีผิวภายในเนื้อขนมปังไม่แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิดมีแนวโน้มค่าความแข็ง (Hardness) สูงกว่าสูตรควบคุม ( $p < 0.05$ ) และผลิตภัณฑ์ขนมปังที่

เสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ พบว่า ความเกาะติดกัน (Cohesiveness) การทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) พลังในการกัด (Gumminess) และความยืดหยุ่น (Resilience) แตกต่างจากสูตรควบคุม ( $p < 0.05$ ) ผลโครงสร้างทางจุลภาคของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากไซเลียมฮัสค์ ร้อยละ 80 กำลังการขยายที่ 500 เท่า พื้นผิวกระจายตัวมีความหนาแน่นและสม่ำเสมอ

ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจไซเลียมฮัสค์ ร้อยละ 80 ในแป้งข้าวเจ้า กข 43 ปริมาณ 100 กรัม มีความชื้น 5.62 เถ้า 0.80 โปรตีน 7.31 ไขมัน 12.73 โยอาหารทั้งหมด 3.09 โยอาหารที่ละลายน้ำ 1.94 โยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ 1.15 คาร์โบไฮเดรต 70.45 ให้พลังงานทั้งหมด 425.61 กิโลแคลอรี ค่าน้ำอิสระ 0.91 และค่าดัชนีน้ำตาล (eGI) พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากไซเลียมฮัสค์ 56.94 ซึ่งต่ำกว่าสูตรควบคุมพื้นฐาน 61.64

ผลการศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจจากพืชทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เมล็ดแมงลัก เมล็ดเจีย และไซเลียมฮัสค์ ในแป้งข้าวเจ้า กข 43 สาลี โดยใช้ปริมาณ 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 60, 80 และ 100 ของปริมาณแป้งข้าวเจ้า กข 43 พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมมิวซีเลจ จากเมล็ดแมงลัก ร้อยละ 60 เมล็ดเจีย ร้อยละ 80 และไซเลียมฮัสค์ ร้อยละ 100 ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่เสริมมิวซีเลจจากไซเลียมฮัสค์ ร้อยละ 80 คะแนนด้านคุณลักษณะ ยกเว้นด้านกลิ่นไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม ( $p > 0.05$ )

#### 5.1.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำเสริมมิวซีเลจ

ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่น่าสนใจ คิดเป็นร้อยละ 60.6 และส่วนใหญ่ ยอมรับผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 98.5 เมื่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจัดจำหน่าย ในบรรจุภัณฑ์ ปริมาณ 50 กรัม ราคา 50 บาท พบว่า ส่วนใหญ่เหมาะสมปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 51.5 มีความคิดว่าควรจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำร้านขายอาหารเพื่อสุขภาพ คิดเป็นร้อยละ 57.6 และผลการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้บริโภค จำนวน 132 คน พบว่า การยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สีผิวขนมปัง สีภายในเนื้อขนมปัง กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เมื่อแปลผลคะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก

#### 5.1.5 ผลการจัดทำคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

ผลการศึกษาความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากผู้เชี่ยวชาญ ให้คะแนน 5 ระดับ ประกอบด้วยด้านเนื้อหาเฉลี่ย 4.28 ด้านความสวยงาม 4.35 และด้านส่วนประกอบของคู่มือ 4.36 ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการใช้คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ มีค่าเท่ากับ 0.82 หมายความว่าผู้ใช้คู่มือมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 82.24 ผู้ใช้คู่มือประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ รวมด้านเนื้อหา มีคะแนนรวมด้านเนื้อหา 4.77 รวมด้านความสวยงาม 4.65 และรวมด้านการใช้ประโยชน์ 4.90 เมื่อแปลผลคะแนนความพึงพอใจของทุกด้าน อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำผู้วิจัยขอเสนอแนะผลการวิจัยดังนี้

### 5.2.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

5.2.1.1 การนำเอากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำปรับเปลี่ยนประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ประเภท เค้ก พาย คุกกี้ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

5.2.1.2 การนำคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำใช้กับกลุ่มผู้รักสุขภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ตลอดเวลา

### 5.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ควรมีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพสำหรับการพัฒนาคู่มือในแบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้ตอบสนองถึงความต้องการของกลุ่มคนรักสุขภาพที่ต้องการดูแลตนเอง และในชุมชนที่ต้องการพัฒนาด้านสุขภาพ

5.2.2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเจาะจากพืช เมล็ดแมงลัก เมล็ดเจีย และไซเลียมฮัสค์ ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ประเภทเค้กที่มีไขมันสูง เครื่องดื่ม และอาหารเหลวสำหรับผู้ฝึกฝน

5.2.2.3 ควรทำคู่มือที่เกี่ยวข้องกับเพื่อสุขภาพที่มีทั้งภาพและเสียง เพื่อให้ผู้ใช้คู่มือได้เรียนรู้ได้ง่ายและสะดวกในการทำความเข้าใจ



## เอกสารอ้างอิง

- กรมอนามัย. (2561). *อิม อร่อย ได้สุขภาพสไตล์เบาหวาน*. สำนักโภชนาการ กรมอนามัย.  
กระทรวงอุตสาหกรรม, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2555. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ขนม*  
*ปัง*. (มผช. 747/2555). กรุงเทพมหานคร. กระทรวงอุตสาหกรรม  
กองวิจัยและพัฒนาข้าว. (5 พฤษภาคม 2567). *องค์ความรู้เรื่องข้าว*.  
<https://newwebs2.ricethailand.go.th/webmain/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=122.ht>  
เกศินี จุฑาวิจิตร. (2542). *การสื่อสารเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น*. สถาบันราชภัฏนครปฐม.  
คำนึ่ง เจนการ และวิภา รัตน์แสงจันทร์. (2567). การพัฒนาชุดฝึกทักษะครูช่างอุตสาหกรรมเพื่อสอน  
เป็นภาษาอังกฤษ ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเนื้อหาและภาษา (CLIL).  
*วารสารมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(1), 1 - 22.  
จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. (2554). *เบเกอร์เทคโนโลยีเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 11).  
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.  
จิราพัทธ์ แก้วศรีทอง. (2563). การสร้างคู่มือฝึกอบรมทักษะอาชีพสำหรับผู้สูงอายุโดยกระบวนการมี  
ส่วนร่วมของชุมชน จังหวัดพิษณุโลก. *วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต*, 8(1),  
31 - 41.  
ณัฐศรีพันธุ์ วงศ์เตชะ, กิตติ พรเนาว์สุวรรณ และ วิภารัตน์ สุวรรณไวพัฒนะ. (2563). ผลการใช้สื่อวิดีโอ  
ทัศน์สองภาษาต่อความรู้และทักษะการทำอาหารทางสายสำหรับผู้ป่วยที่ใส่สายให้อาหาร  
โรงพยาบาลแม่สอด จังหวัดตาก. *วารสารสุขภาพและการศึกษา*, 26(2), 112 - 125.  
ณัฐนรี จันทเปรมจิตร. (2567, 4 พฤษภาคม). *ขนมปังปอนด์*.  
<https://www.youtube.com/watch?v=jgBONOqYsXw&t=201s>.  
ดวงมณี โกมารทัต. (2555). *การบัญชีต้นทุน*. (พิมพ์ครั้งที่ 14). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.  
ธาริณี นิลกำแหง. (2564). การประเมินค่าดัชนีน้ำตาลของข้าว กข43 และผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิคการ  
เลียนแบบการย่อยของน้ำตาล. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 16(1),  
59 - 77.  
นันทิยา เกตุแก้ว และ สายพิณ ปั่นทอง. (2567). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเบเกอรี่  
เพื่อสุขภาพของผู้สูงอายุวัยต้นจากร้านสะดวกซื้อในกรุงเทพมหานคร. *วารสารสุทธิปริทัศน์*,  
38, 95 - 113.  
พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. (2554). *คู่มือ*. สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.  
ภาวินัย ธนาอนวัช. (2020). การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและการกำหนดราคาผลิตภัณฑ์ขนมไทย  
โบราณของวิสาหกิจชุมชน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *วารสารวิทยาการจัดการปริทัศน์*,  
22(2), 169 - 180.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- มนฑิรา เนตรทิพย์. (ม.ป.ป.) เอกสารประกอบการสอนรายวิชาเบเกอรี่.[เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- วีระชาติ อุดรนคร. (2566). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเบเกอรี่เพื่อสุขภาพในร้านเบเกอรี่เพื่อสุขภาพในกรุงเทพมหานคร. *วารสารสุทธิปริทัศน์*, 37(1), 78 – 92.
- สุภาวดี อติชัยศักดิ์, สาวิณี ชาญสินธพ, พชราวดี ทองเนื่อง, ฟาอิส วาเลาะเต และกฤตธนา อติชัยศักดิ์. (2567). ประสิทธิภาพของการใช้คู่มือการดูแลผู้สูงอายุตามแนวคิดฮิวแมนนิจูด 2 ภาษา (ไทย-มลายูถิ่น) ต่อความรู้ ความรู้สึกเป็นภาระของผู้ดูแล และความพึงพอใจของผู้ดูแลผู้สูงอายุในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 16(1), 95 – 109.
- สุริย์รัตน์ เอมพรหม. (2566). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาเบเกอรี่.[เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- อภิชาญา ห่วงทอง (2564). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโละ และแป้งข้าวป๊อซูโปะต่อคุณภาพทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ] มหาวิทยาลัยศิลปากร. <http://thesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/4002>
- อัญชิสร สิริทรัพย์เจริญ สุพัสชา ชับกล่อมส่ง และ ศรชัย สิ้นสุวรรณ. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่โดยใช้ข้าวชัณนาพันธุ์ กข.43 หุงสุกทดแทนแป้งสาลีและใช้สารให้ความหวานซูคราโลสทดแทนน้ำตาล. *PBRU SCIENCE JOURNAL 2022*, 19(2), 82 – 99.
- Aaliya, B., Sunooj, K. V., Vijayakumar, A., Krina, P., Navaf, M., Akhila, P. P., Raviteja, P., Mounir S., Lackner, M., George, J., & Nemtanu, M. R. (2024). Fabrication and characterization of talipot starch-based biocomposite film using mucilages from different plant sources: a comparative study. *Food Chemistry*, 438, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.138011>
- Ahmad, J., Khan, I., Blundell, R., Azzopardi, J., & Fawzi, M. (2020). Stevia rebaudiana Bertoni: an updated review of its health benefit its, industrial applications and safety. *Trends in Food Science & Technology*, 100(April), 177 – 189.
- Al-Foudari, M., Sidhu, J. S., & Alhazza, A. (2022a). Effect of psyllium husk and wheat mill bran fractions on the microstructure and mixograph characteristics of Arabic bread. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(12), 103479. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103479>

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Antonio, V., Salazar, G., Encalada, S. V., & Cruz, A. C. (2018). Stevia rebaudiana: A sweetener and potential bioactive ingredient in the development of functional cookies. *Journal of Functional Foods*, 44(May 2017), 183 – 190.
- Avidsson-Lenner, R., Asp, N. G., Axelsen, M., Bryngelsson, S., Haapa, E., Järvi, A., Karlström, B., Raben, A., Sohlström, A., Thorsdottir, I., & Vessby, B. (2004). Glycaemic index: Relevance for health, dietary recommendations and food labelling. *Scandinavian Journal of Nutrition/Naringsforskning*, 48(2), 84 – 94.
- Badi, H. N., Dastpak, A., & Ziai, S. A. (2004). (*Plantago psyllium* L., *Plantago ovata* Forsk . ). *Journal of Medicinal Plants*, 3(9), 1 – 14.
- Boesten, D. M., den Hartog, G. J., de Cock, P., Bosscher, D., Bonnema, A., & Bast, A. (2015). Health effects of erythritol. *Nutrafoods*, 14(1), 3 – 9.
- Bojarczuk, A., Sk, S., Mousavi, A., & Marsza, K. (2022). *Health benefits of resistant starch : A review of the literature*. 93(April).  
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105094>
- Cakmak, H., Ilyasoglu-Buyukkestelli, H., Sogut, E., Ozyurt, V. H., Gumus-Bonacina, C. E., & Simsek, S. (2023). A review on recent advances of plant mucilages and their applications in food industry: Extraction, functional properties and health benefits. *Food Hydrocolloids for Health*, 3.  
<https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2023.100131>
- Campos, B. E., Dias Ruivo, T., da Silva Scapim, M. R., Madrona, G. S. & Bergamasco, R. de C. (2016). Optimization of the mucilage extraction process from chia seeds and application in ice cream as a stabilizer and emulsifier. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 874 – 883.
- Chiang, J. H., Ong, D. S. M., Ng, F. S. K., Hua, X. Y., Tay, W. L. W., & Henry, C. J. (2021). Application of chia (*Salvia hispanica*) mucilage as an ingredient replacer in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 115, 105 – 116.
- Cowley, J. M., Ren, Y., Štrkalj, L., Foster, T. J., & Burton, R. A. (2025). The influence of mucilage-rich flours from diverse Australian *Plantago* species on the pasting, storage, and gluten-free breadmaking properties of rice flour. *Food Hydrocolloids*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110788>

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Ding, S. and Y. J. (2021). The effects of sugar alcohols on rheological properties, functionalities, and texture in baked products – A review. *Trends in Food Science and Technology*, 111, 670 – 679.
- Drake, M. A., Watson, M. E., & Liu, Y. (2023). Sensory analysis and consumer preference: Best practices. *Annual Review of Food Science and Technology*, 14(1), 427 – 448.
- Franco, E. A. N., Sanches-Silva, A., Ribeiro-Santos, R., & de Melo, N. R. (2020). Psyllium (*Plantago ovata* Forsk): From evidence of health benefits to its food application. *Trends in Food Science and Technology*, 96(December 2019), 166–175.
- Fratelli, C., Muniz, D. G., Santos, F. G., & Capriles, V. D. (2018). Modelling the effects of psyllium and water in gluten-free bread: An approach to improve the bread quality and glycemic response. *Journal of Functional Foods*, 42, 339 – 345.
- García-Gómez, B., Fernández-Canto, N., Vázquez-Odériz, M. L., Quiroga-García, M., Muñoz-Ferreiro, N., & Romero-Rodríguez, M. Á. (2022). Sensory descriptive analysis and hedonic consumer test for Galician type breads. *Food Control*, 134. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108765>
- Gholami, Z., & Paknahad, Z. (2023a). The beneficial effects of psyllium on cardiovascular diseases and their risk factors: Systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Functional Foods*, 111(July), 105878. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105878>
- Güler, N., & Sensoy, I. (2023a). The effect of psyllium fiber on the in vitro starch digestion of steamed and roasted wheat based dough. *Food Research International*, 168(February), 112797. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112797>
- Hawkins, D. I., & Mothersbaugh, D. L. (2010). *Building Marketing Strategy Consumer Behavior*.
- Heenan, S. P., Dufour, J. P., Hamid, N., Harvey, W., & Delahunty, C. M. (2008). The sensory quality of fresh bread: Descriptive attributes and consumer perceptions. *Food Research International*, 41(10), 989 – 997.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Hera, E., Martinez, M., & Gómez, M. (2013). Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice bread. *LWT-Food Science and Technology*, 54(1), 199 – 206.
- Israr, T., Rakha, A., Rashid, S., Shehzad, A., Ahmed, W., & Sohail, M. (2017). Effect of Basil Seed Gum on Physico-Chemical and Rheological Properties of Bread. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5).  
<https://doi.org/10.1111/jfpp.13128>
- Jahan, E., Nupur, A. H., Majumder, S., Chandra Das, P., Aunsary, L., Aziz, M. G., Islam, Md. A., & Rahman Mazumder, Md. A. (2023). Physico-chemical, textural and sensory properties of breads enriched with date seed powder. *Food and Humanity*, 1(May), 165 – 173. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.05.012>
- Jariyah, J., Winarti, S., Sarofa, U., & Wijayanti, D. R. (2024). Effect of Sweetener Additive on The Physicochemical Properties of Mocaf-Pedada Biscuits for Diabetes Mellitus Alternative Snack. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 13(2), 57 – 64.
- Jenkins, D. J., Kendall, C. W., Augustin, L. S., Franceschi, S., Hamidi, M., Marchie, A., ... & Axelsen, M. (2002). Glycemic index: overview of implications in health and disease. *The American journal of clinical nutrition*, 76(1), 266S – 273S.
- Jin, F., Nieman, D. C., Sha, W., & Xie, G. (2012). Supplementation of Milled Chia Seeds Increases Plasma ALA and EPA in Postmenopausal Women Association of Official Agricultural Chemists. *Plant Foods Hum Nutr*, 67, 105 – 110.
- Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., & Kmiecik, D. (2019). The Chemical Composition and Nutritional Value of Chia Seeds-Current State of Knowledge. *Nutrients*, 11(6), 1242. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu11061242>
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Sample size determination table. *Educational and psychological Measurement*, 30(3), 607 – 610.
- Kučka, M., Ražná, K., Harenčár, L., & Kolarovičová, T. (2022). Plant seed mucilage- Great potential for sticky matter. *Nutraceuticals*, 2(4), 253 – 269.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-gálvez, A., Zura-bravo, L., & Ah-hen, K. (2012). Stevia rebaudiana Bertoni , source of a high-potency natural sweetener : A comprehensive review on the biochemical , nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132(3), 1121 – 1132.



## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Li, C., & Hu, Y. (2022a). Trends in Food Science & Technology In vitro and animal models to predict the glycemic index value of carbohydrate-containing foods. *Trends in Food Science & Technology*, 120(January 2021), 16 – 24.
- Li, C., Dhital, S., & Gidley, M. J. (2022b). Food Hydrocolloids High-amylose wheat bread with reduced in vitro digestion rate and enhanced resistant starch content. *Food Hydrocolloids*, 123(March), 107181.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107181>
- Mann, J., Cummings, J. H., Englyst, H. N., Key, T., Liu, S., Riccardi, G., Summerbell, C., Uauy, R., van Dam, R. M., Venn, B., Vorster, H. H., & Wiseman, M. (2007). FAO/WHO Scientific Update on carbohydrates in human nutrition: Conclusions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61, S132 – S137.
- Marineli, S., Aguiar, É., Alves, S., Teixeira, A., Nogueira, M., Roberto, M., & Jr, M. (2014). Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 59(2), 1304 – 1310.
- Mariotti, M. and C. A. (2012). About the use of different sweeteners in baked goods. Influence on the mechanical and rheological properties of the doughs. *LWT- Food Science and Technology*, 48(1), 9 – 15.
- Miele, N. A., Giboreau, A., & Almli, V. L. (2021). The temporality of eating behavior as a discriminant tool to characterize consumers: Temporal Dominance of Behavior applied to bread consumption during a restaurant meal in France. *Food Quality and Preference*, 92(October).  
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104225>
- Misra, S., Pandey, P., Panigrahi, C., & Mishra, H. N. (2023). Evaluation of potentiality of erythritol on improving the physicochemical, functional, and pasting properties, along with the storability of multigrain flour using chemometric approach. *Journal of Stored Products Research*, 101, 102088.
- Monteiro, M., Gonçalves, J., Filho, D. O., Leal, T., Sousa, D., Mota, N., Cesar, A., Santos, S., & Buranelo, M. (2023). Selected plants producing mucilage : Overview , composition , and their potential as functional ingredients in the development of plant-based foods. *Food Research International*, 169(April), 112822. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112822>

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Muñoz-t, N., Carmona, M., Elguea-culebras, G. O. De, & Molina, A. (2022). Chia Seed Mucilage Edible Films with *Origanum vulgare* and *Satureja montana* Essential Oils : Characterization and Antifungal Properties. *Membranes*, 12(213).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/membranes12020213>
- Naji-Tabasi, S., & Razavi, S. M. A. (2016). New studies on basil (*Ocimum bacilicum L.*) seed gum: Part II—Emulsifying and foaming characterization. *Carbohydrate polymers*, 149, 140 – 150.
- Namjaidee, N., & Dhammapissamai, P. (2022). Education Quarterly Reviews. *Education Quarterly Reviews*, 5(2), 612 – 625.
- Nastaj, M., Sołowiej, B. G., Terpiłowski, K., Kucia, W., Tomasevic, I. B., & Pérez-Huertas, S. (2023). The Effect of erythritol on the physicochemical properties of reformulated, high-protein, and sugar-free macarons produced from whey protein isolate intended for diabetics, athletes, and physically active people. *Foods*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/foods12071547>
- Nazir, S., & Wani, I. A. (2021a). Functional characterization of basil (*Ocimum basilicum L.*) seed mucilage. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 25(January), 100261. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2021.100261>
- Nazir, S., & Wani, I. A. (2021b). Physicochemical characterization of basil (*Ocimum basilicum L.*) seeds. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 22(January), 100295.  
<https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2021.100295>
- Nazir, S., & Wani, I. A. (2022). Fractionation and characterization of mucilage from Basil (*Ocimum basilicum L.*) seed. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 31(October 2021), 100429.  
<https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2022.100429>
- Nazir, S., Wani, I. A., & Masoodi, F. A. (2017). Extraction optimization of mucilage from Basil (*Ocimum basilicum L.*) seeds using response surface methodology. *Journal of Advanced Research*, 8(3), 235 – 244.
- Neeharika, B., & Vijayalaxmi, K. G. (2023). Optimisation of clove basil and sweet basil seeds mucilages extraction for utilisation as functional ingredients. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 82(9), 989 – 999.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Ngo, T. Van, Kunyane, K., & Luangsakul, N. (2024). Insight into the nutritional , physicochemical, functional, antioxidative properties and in vitro gastrointestinal digestibility of selected Thai rice: Comparative and multivariate studies. *Current Research in Food Science*, 8(January), 1 – 12.
- Noguerol, A. T., Marta Igual, M., & Pagán, M. J. (2022a). Developing psyllium fibre gel-based foods: Physicochemical, nutritional, optical and mechanical properties. *Food Hydrocolloids*, 122(June). <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107108>
- Oliva, E., Lombardo, Y. B., & Creus, A. (2019). *Effects of dietary Salba (Salvia hispanica L.) on glucose metabolism in an experimental model of dyslipidemia and insulin resistance*. 303–318. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-849886-6.00008-2>
- Orifici, S. C., Capitani, M. I., Tomás, M. C., & Nolasco, S. M. (2018). Optimization of mucilage extraction from chia seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(12), 4495 – 4500.
- Palma-Morales, M., Rune, C. J. B., Castilla-Ortega, E., Giacalone, D., & Rodríguez-Pérez, C. (2024). Factors affecting consumer perception and acceptability of chocolate beverages. *LWT*, 201. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116257>
- Perri, G., Coda, R., Rizzello, C. G., Celano, G., Ampollini, M., Gobetti, M., De Angelis, M., & Calasso, M. (2021). Sourdough fermentation of whole and sprouted lentil flours: In situ formation of dextran and effects on the nutritional, texture and sensory characteristics of white bread. *Food Chemistry*, 355(March), 129638. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129638>
- Qin, W., Lin, Z., Wang, A., Chen, Z., He, Y., Wang, L., Liu, L., Wang, F., & Tong, L. (2021a). Influence of particle size on the properties of rice flour and quality of gluten-free rice bread. *Lwt*, 151, 112236. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112236>
- Qin, W., Lin, Z., Wang, A., Xiao, T., He, Y., Chen, Z., Wang, L., Liu, L., Wang, F., & Tong, L. (2021b). Influence of damaged starch on the properties of rice flour and quality attributes of gluten-free rice bread. *Journal of Cereal Science*, 101(May), 103296. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103296>

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

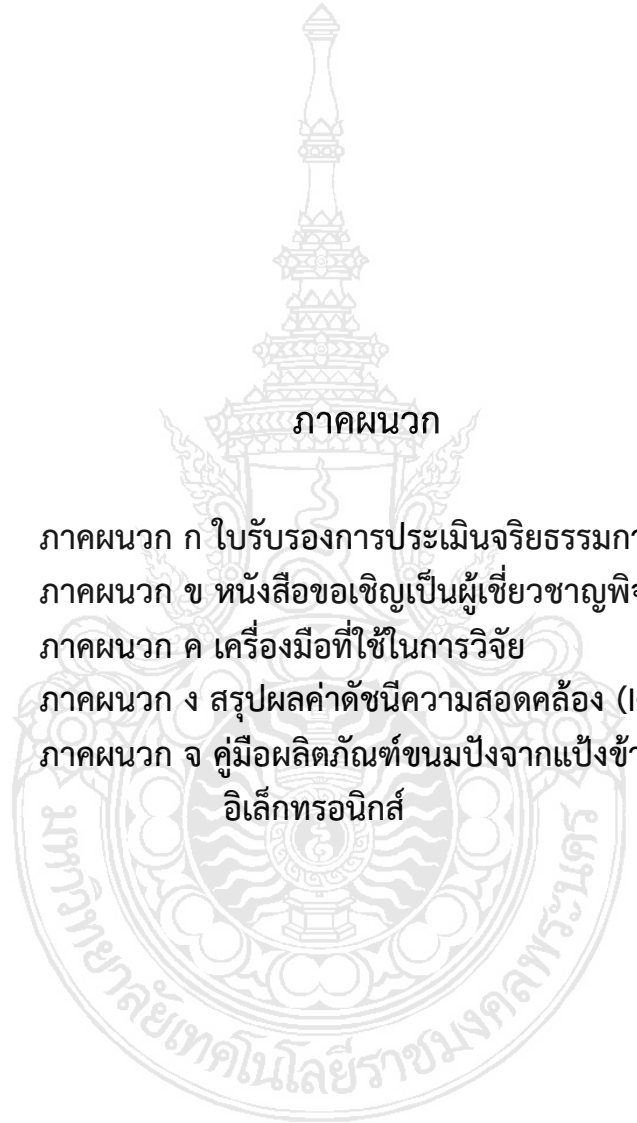
- Rakmai, J., Haruthaithanasan, V., Chompreeda, P., Chatakanonda, P., & Yonkoksung, U. (2021). Development of gluten-free and low glycemic index rice pancake: Impact of dietary fiber and low-calorie sweeteners on texture profile, sensory properties, and glycemic index. *Food Hydrocolloids for Health*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2021.100034>
- Raungrusmee, S., Koirala, S., & Kumar, A. (2022). *Effect of physicochemical modification on granule morphology, pasting behavior and functional properties of riceberry rice (Oryza Sativa L.) starch*. 1(October). <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100116>
- Raymundo, A., Fradinho, P., & Nunes, M. C. (2014a). Effect of Psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 3(2), 96 – 105.
- Raymundo, A., Fradinho, P., & Nunes, M. C. (2014b). Effect of Psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 3(2), 96 – 105.
- Ren, Y., Yakubov, G. E., Linter, B. R., MacNaughtan, W., & Foster, T. J. (2020). Temperature fractionation, physicochemical and rheological analysis of psyllium seed husk heteroxylan. *Food Hydrocolloids*, 104(February), 105737. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105737>
- Saeva, K., & Srikaeo, K. (2022). Simple method for determination of estimated glycemic index in rice. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 1, 130 – 136.
- Salgado-Cruz, M. de la P., Ramírez-Miranda, M., Díaz-Ramírez, M., Alamilla-Beltrán, L., & Calderón-Domínguez, G. (2017). Microstructural characterisation and glycemic index evaluation of pita bread enriched with chia mucilage. *Food Hydrocolloids*, 69, 141 – 149.
- Sanpawithayakul, K., Kaewprasert, N., Tantiyavarong, P., Wichansawakun, S., Somprasit, C., Tanathornkeerati, N., Srichan, C., & Tharavanij, T. (2023). Effects of the consumption of low to medium glycemic index-based rice on the rate of insulin initiation in patients with gestational diabetes: A triple-blind, randomized, controlled trial. *Clinical Therapeutics*, 45(4), 347 – 353.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Santos, F. G., Aguiar, E. V., Rosell, C. M., & Capriles, V. D. (2021). Potential of chickpea and psyllium in gluten-free breadmaking: Assessing bread's quality, sensory acceptability, and glycemic and satiety indexes. *Food Hydrocolloids*, 113. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106487>
- Segura-Campos, M. R., Ciau-Solís, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2014). Chemical and functional properties of chia seed (*Salvia hispanica* L.) gum. *International journal of food science*, 2014(1), 241053.
- Sgroi, F., Sciortino, C., Baviera-Puig, A., & Modica, F. (2024). Analyzing consumer trends in functional foods: A cluster analysis approach. *Journal of Agriculture and Food Research*, 15(December), 101041. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101041>
- Suklaew, P. O. (2020a). *Effect of RD43 rice (Oryza sativa L.) On starch digestibility, physicochemical properties, glycemic responses and food applications*. [Doctoral Dissertations, Chulalongkorn University].
- Suklaew, P. O., Chusak, C., & Adisakwattana, S. (2020b). Physicochemical and functional characteristics of rd43 rice flour and its food application. *Foods*, 9(12), 1 – 15.
- Thongkham Chukkrit, Kongkachuichai Ratchanee, Charoensiri Rin, Sahaspot Sunee, & Wunjuntuk Kansuda. (2024). Reduction of the Glycemic Index in Thai Layer Cakes and Butter Cakes from Sago Flour. *Hong Kong Journal of Social Sciences*, 62, 819 – 831.
- Tosif, M. M., Najda, A., Bains, A., Kaushik, R., Dhull, S. B., Chawla, P., & Walasek-Janusz, M. (2021). A comprehensive review on plant-derived mucilage: characterization, functional properties, applications, and its utilization for nanocarrier fabrication. *Polymers*, 13(7), 1066.
- Wolever, T. M. S., Campbell, J. E., Au-yeung, F., Hadji, E., Dioum, M., Shete, V., & Chu, Y. (2023). Chia seeds ( *Salvia hispanica* L .), incorporated into cookies , reduce postprandial glycaemic variability but have little or no effect on subjective appetite. *Journal of Functional Foods*, 109(June), 105806. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105806>

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Wolever, T. M. S., Vorster, H. H., Björck, I., Brand-Miller, J., Brighenti, F., Mann, J. I., Ramdath, D. D., Granfeldt, Y., Holt, S., Perry, T. L., Venter, C., & Wu, X. (2003). Determination of the glycaemic index of foods: Interlaboratory study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(3), 475 – 482.  
<https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601551>
- Yang, J. E., & Lee, J. (2020). Consumer perception and liking, and sensory characteristics of blended teas. *Food Science and Biotechnology*, 29(1), 63 – 74. <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00643-3>
- Yildiz-ozturk, E., Nalbantsoy, A., Tag, O., & Yesil-celiktas, O. (2015). A comparative study on extraction processes of Stevia rebaudiana leaves with emphasis on antioxidant , cytotoxic and nitric oxide inhibition activities. *Industrial Crops & Products*, 77, 961 – 971. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.10.010>
- Yun, P., Devahastin, S., & Chiewchan, N. (2021). In vitro glycemic index , physicochemical properties and sensory characteristics of white bread incorporated with resistant starch powder prepared by a novel spray-drying based method. *Journal of Food Engineering*, 294(December 2020), 110438. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110438>
- Zettel, V., & Hitzmann, B. (2018). Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. *Trends in Food Science & Technology*, 80(July), 43 – 50. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.011>
- Zhu, F., & Chan, C. (2018). Effect of chia seed on glycemic response, texture, and sensory properties of Chinese steamed bread. *LWT*, 98, 77 – 84. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.016>



## ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ใบรับรองการประเมินจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ภาคผนวก ข หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ง สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ภาคผนวก จ คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบ

อิเล็กทรอนิกส์

ภาคผนวก ก

ใบรับรองการประเมินจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์





ใบรับรองการประเมินจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ภาษาไทย)



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
ใบรับรองการประเมินจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ประเภทโครงการวิจัย : แบบยกเว้น (Exemption Review)  
รหัสโครงการ : IRB-058-2024  
ชื่อโครงการวิจัย  
(ภาษาไทย) : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีน้ำตาลต่ำ  
(ภาษาอังกฤษ) : Development of Low Glycemic Index Bread Products  
หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสุรีย์รัตน์ เอมพรหม  
สถาบันที่สังกัด : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
หมายเลขหนังสือรับรอง : IRB-COE-060-2024  
วันที่ออกเอกสารรับรอง : 19 กันยายน 2567  
วันหมดอายุเอกสารรับรอง : วันที่สิ้นสุดการดำเนินโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้รับการประเมินจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ลงนาม.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทร. 0 2665 3777 ต่อ 8178

ใบรับรองการประเมินจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ภาษาอังกฤษ)



Human Research Ethics Approval Certification  
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Research/Project Category: Exemption Review

Application Number: IRB-058-2024

Research/Project Title

(Thai Title) : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีน้ำตาลต่ำ

(English Title) : Development of Low Glycemic Index Bread Products

Head of Research/Project Name : Mrs. SUREERAT AEMPROM

Department Title : Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of  
Technology Phra Nakhon.

Approval Number: IRB-COE-060-2024

Date of Approval: Sep 2024, 19

End of Approval: End of Research/Project Date

This Research/Project has been approved From Human Research Ethics Committee  
of Rajamangala University of Technology Phra Nakhon.

Signature.....

(Asst. Prof. Dr. Prin Boonkanit)

Head of Human Research Ethics Committee  
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Institute of Research and Development, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon.  
399 Samsen Rd. Vachira Phayaban Dusit Bangkok 10300.Tel 0 2665 3777 Ext. 8178

ภาคผนวก ข

หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย



หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย  
ด้านแบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีน้ำตาลต่ำ  
วัตถุประสงค์ที่ 4 โดยแสดงในคิวอาร์โค้ดต่อไปนี้



หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย  
ด้านแบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบ  
อิเล็กทรอนิกส์  
วัตถุประสงค์ที่ 5 โดยแสดงในคิวอาร์โค้ดต่อไปนี้



หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย  
ด้านแบบประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีน้ำตาลต่ำ  
วัตถุประสงค์ที่ 5 โดยแสดงในคิวอาร์โค้ดต่อไปนี้



หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทดสอบใช้คู่มือการพัฒนาต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีน้ำตาลต่ำ  
วัตถุประสงค์ที่ 5 โดยแสดงในคิวอาร์โค้ดต่อไปนี้



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย





เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1



### แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปัง

แบบสอบถามนี้ เป็นส่วนหนึ่งของดัชนีชี้วัด ของนักศึกษาปริญญาเอก  
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

**คำชี้แจง :** โปรดทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ขนมปังตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่างให้ตรงกับรหัสโดยกลั้วปาก  
บ้วนน้ำระหว่างการทดสอบชิมแต่ละตัวอย่าง แล้วเขียนระดับคะแนนที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

คะแนนวัด 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด           | 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย  |
| 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก                 | 7 หมายถึง ชอบปานกลาง   |
| 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง             | 8 หมายถึง ชอบมาก       |
| 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย            | 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด |
| 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ |                        |

| คุณลักษณะ          | รหัสตัวอย่าง |  |  |
|--------------------|--------------|--|--|
|                    |              |  |  |
| ลักษณะปรากฏ        |              |  |  |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  |              |  |  |
| สีภายในเนื้อขนมปัง |              |  |  |
| กลิ่น              |              |  |  |
| รสชาติ             |              |  |  |
| เนื้อสัมผัส        |              |  |  |
| ความชอบโดยรวม      |              |  |  |

**แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**  
**การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังโดยใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 ทดแทนแป้งสาลี**

แบบสอบถามนี้ เป็นส่วนหนึ่งของชุดขงู้นิพนธ์ ของนักศึกษาปริญญาเอก  
 สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

**คำชี้แจง :** โปรดทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ขนมปังตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่างให้ตรงกับรหัส โดยกลืนปาก  
 บ้วนน้ำระหว่างการทดสอบชิมแต่ละตัวอย่าง แล้วเขียนระดับคะแนนที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน มี  
 ระดับคะแนน ดังนี้

คะแนนวัด 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด           | 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย  |
| 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก                 | 7 หมายถึง ชอบปานกลาง   |
| 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง             | 8 หมายถึง ชอบมาก       |
| 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย            | 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด |
| 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ |                        |

| คุณลักษณะ          | รหัสตัวอย่าง |  |  |  |
|--------------------|--------------|--|--|--|
|                    |              |  |  |  |
| ลักษณะปรากฏ        |              |  |  |  |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  |              |  |  |  |
| สีภายในเนื้อขนมปัง |              |  |  |  |
| กลิ่น              |              |  |  |  |
| รสชาติ             |              |  |  |  |
| เนื้อสัมผัส        |              |  |  |  |
| ความชอบโดยรวม      |              |  |  |  |

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2



**แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**  
**การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีส่วนผสมแป้งข้าวเจ้า กข 43**

**และสารให้ความหวานแทนน้ำตาล**

แบบสอบถามนี้ เป็นส่วนหนึ่งของชุดขงู้นิพนธ์ ของนักศึกษาปริญญาเอก  
 สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

**คำชี้แจง :** โปรดรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมปังตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่างให้ตรงกับรหัส แล้วเขียน  
 ระดับคะแนนที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

คะแนนวัด 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด           | 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย  |
| 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก                 | 7 หมายถึง ชอบปานกลาง   |
| 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง             | 8 หมายถึง ชอบมาก       |
| 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย            | 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด |
| 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ |                        |

| คุณลักษณะ          | รหัสตัวอย่าง |  |  |  |
|--------------------|--------------|--|--|--|
|                    |              |  |  |  |
| ลักษณะปรากฏ        |              |  |  |  |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  |              |  |  |  |
| สีภายในเนื้อขนมปัง |              |  |  |  |
| กลิ่น              |              |  |  |  |
| รสชาติ             |              |  |  |  |
| เนื้อสัมผัส        |              |  |  |  |
| ความชอบโดยรวม      |              |  |  |  |

**คำชี้แจง :** ประเมินความพอดีของความหวาน ในผลิตภัณฑ์ขนมปังตัวอย่าง ให้คะแนนแบบ (Just about right scale) โดยใช้ค่า scale 3 ระดับ ได้แก่ 1 หมายถึง หวานน้อยไป 2 หมายถึง หวานพอดี และ 3 หมายถึง หวานมากไป

| ความหวาน | รหัสตัวอย่าง |  |  |  |
|----------|--------------|--|--|--|
|          |              |  |  |  |
|          |              |  |  |  |

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3



**แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**  
**การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล**  
**ใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี และเสริมมิวซีเลจจากเม็ดแมงลัก**  
 แบบสอบถามนี้ เป็นส่วนหนึ่งของดัชนีชี้วัด ของนักศึกษาปริญญาเอก  
 สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

**คำชี้แจง :** โปรดรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมปังตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่างให้ตรงกับรหัส แล้วเขียน  
 ระดับคะแนนที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

คะแนนวัด 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด           | 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย  |
| 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก                 | 7 หมายถึง ชอบปานกลาง   |
| 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง             | 8 หมายถึง ชอบมาก       |
| 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย            | 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด |
| 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ |                        |

| คุณลักษณะ          | รหัสตัวอย่าง |  |  |  |
|--------------------|--------------|--|--|--|
|                    |              |  |  |  |
| ลักษณะปรากฏ        |              |  |  |  |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  |              |  |  |  |
| สีภายในเนื้อขนมปัง |              |  |  |  |
| กลิ่น              |              |  |  |  |
| รสชาติ             |              |  |  |  |
| เนื้อสัมผัส        |              |  |  |  |
| ความชอบโดยรวม      |              |  |  |  |

**แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**  
**การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล**  
**ใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี โดยเสริมมิวซิเลจเมลต์เจีย**

แบบสอบถามนี้ เป็นส่วนหนึ่งของชุดฐานนิพนธ์ ของนักศึกษาปริญญาเอก  
 สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

**คำชี้แจง :** โปรดรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมปังตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่างให้ตรงกับรหัส แล้วเขียน  
 ระดับคะแนนที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

คะแนนวัด 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด           | 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย  |
| 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก                 | 7 หมายถึง ชอบปานกลาง   |
| 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง             | 8 หมายถึง ชอบมาก       |
| 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย            | 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด |
| 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ |                        |

| คุณลักษณะ          | รหัสตัวอย่าง |  |  |  |
|--------------------|--------------|--|--|--|
|                    |              |  |  |  |
| ลักษณะปรากฏ        |              |  |  |  |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  |              |  |  |  |
| สีภายในเนื้อขนมปัง |              |  |  |  |
| กลิ่น              |              |  |  |  |
| รสชาติ             |              |  |  |  |
| เนื้อสัมผัส        |              |  |  |  |
| ความชอบโดยรวม      |              |  |  |  |



**แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**  
**การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล**  
**ใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี โดยเสริมมิวซิเลจไซเลียมฮัสค์**

แบบสอบถามนี้ เป็นส่วนหนึ่งของชุดนิพนธ์ ของนักศึกษาปริญญาเอก  
 สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

**คำชี้แจง :** โปรดรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมปังตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่างให้ตรงกับรหัส แล้วเขียน  
 ระดับคะแนนที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

คะแนนวัด 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด           | 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย  |
| 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก                 | 7 หมายถึง ชอบปานกลาง   |
| 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง             | 8 หมายถึง ชอบมาก       |
| 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย            | 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด |
| 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ |                        |

| คุณลักษณะ          | รหัสตัวอย่าง |  |  |  |
|--------------------|--------------|--|--|--|
|                    |              |  |  |  |
| ลักษณะปรากฏ        |              |  |  |  |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  |              |  |  |  |
| สีภายในเนื้อขนมปัง |              |  |  |  |
| กลิ่น              |              |  |  |  |
| รสชาติ             |              |  |  |  |
| เนื้อสัมผัส        |              |  |  |  |
| ความชอบโดยรวม      |              |  |  |  |

**แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**  
**การยอมรับการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล**  
**ใช้แป้งข้าวเจ้า กข 43 ร่วมกับแป้งสาลี และเสริมมิวซีเลจจากพืช**

แบบสอบถามนี้ เป็นส่วนหนึ่งของชุดนิพนธ์ ของนักศึกษาปริญญาเอก  
 สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

**คำชี้แจง :** โปรดรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมปังตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่างให้ตรงกับรหัส แล้วเขียน  
 ระดับคะแนนที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

คะแนนวัด 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด           | 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย  |
| 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก                 | 7 หมายถึง ชอบปานกลาง   |
| 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง             | 8 หมายถึง ชอบมาก       |
| 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย            | 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด |
| 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ |                        |

| คุณลักษณะ          | รหัสตัวอย่าง |  |  |  |
|--------------------|--------------|--|--|--|
|                    |              |  |  |  |
| ลักษณะปรากฏ        |              |  |  |  |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  |              |  |  |  |
| สีภายในเนื้อขนมปัง |              |  |  |  |
| กลิ่น              |              |  |  |  |
| รสชาติ             |              |  |  |  |
| เนื้อสัมผัส        |              |  |  |  |
| ความชอบโดยรวม      |              |  |  |  |

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4



## แบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งดัชนีน้ำตาลต่ำ

แบบสอบถามนี้ เป็นส่วนหนึ่งของชุดขงู้นิพนธ์ ของนักศึกษาปริญญาเอก  
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

### แบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลลักษณะประชากรศาสตร์

ส่วนที่ 2 การยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังจากแป้งดัชนีน้ำตาลต่ำ

#### ส่วนที่ 1 ข้อมูลลักษณะประชากรศาสตร์

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับข้อมูลส่วนตัวของท่าน

##### 1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

##### 2. อายุ

☐ อายุ 20 ปีบริบูรณ์ ☐ 21-25 ปี ☐ 26-30 ปี ☐ 31-35 ปี  
☐ 36-40 ปี ☐ 41-45 ปี ☐ 46-50 ปี ☐ 51-55 ปี

##### 3. ระดับการศึกษา

☐ ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

##### 4. อาชีพ

☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ พนักงานเอกชน/รัฐวิสาหกิจ ☐ ข้าราชการ  
☐ พ่อบ้าน/แม่บ้าน ☐ อาชีพอิสระ ☐ ผู้ประกอบธุรกิจด้านอาหาร

##### 5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 15,000 บาท ☐ 15,001-20,000 บาท ☐ 20,001-30,000 บาท  
☐ 30,001-40,000 บาท ☐ 40,001-50,000 บาท ☐ 50,001 บาท ขึ้นไป

## ส่วนที่ 2 ข้อมูลการยอมรับต่อขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับข้อมูลของท่าน

1. การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ โปรดรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมปังทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

คะแนน 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด           | 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย  |
| 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก                 | 7 หมายถึง ชอบปานกลาง   |
| 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง             | 8 หมายถึง ชอบมาก       |
| 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย            | 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด |
| 5 หมายถึง บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ |                        |

| คุณลักษณะ          | คะแนน |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                    | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| ลักษณะปรากฏ        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| สีผิวภายนอกขนมปัง  |       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| สีภายในเนื้อขนมปัง |       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| กลิ่น              |       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| รสชาติ             |       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| เนื้อสัมผัส        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ความชอบโดยรวม      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |

2. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งดัชนีน้ำตาลต่ำ

- |                                                        |                                                             |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ผลิตภัณฑ์มีประโยชน์ต่อร่างกาย | <input type="checkbox"/> เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่น่าสนใจ |
| <input type="checkbox"/> ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่       | <input type="checkbox"/> อื่น ๆ โปรดระบุ.....               |

3. ผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ท่านให้การยอมรับหรือไม่

- ☐ ยอมรับ ☐ ไม่ยอมรับ

4. ผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจัดจำหน่าย ในบรรจุภัณฑ์ ปริมาณ 50 กรัม ราคา 32 บาท เหมาะสมหรือไม่

- ☐ เหมาะสมมาก ☐ เหมาะสม ☐ ปานกลาง ☐ ไม่เหมาะสม

5. ท่านคิดว่าควรจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ในสถานที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- |                                          |                                          |                                          |                                                  |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ร้านสะดวกซื้อ   | <input type="checkbox"/> ซูเปอร์มาร์เก็ต | <input type="checkbox"/> ห้างสรรพสินค้า  | <input type="checkbox"/> ร้านขายอาหารเพื่อสุขภาพ |
| <input type="checkbox"/> ร้านขายเบเกอรี่ | <input type="checkbox"/> ร้านค้าออนไลน์  | <input type="checkbox"/> อื่น ๆ โปรดระบุ |                                                  |

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 5



## แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ แบบอิเล็กทรอนิกส์

**คำชี้แจง** วัตถุประสงค์เพื่อจัดทำคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยรวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและข้อเสนอแนะไปพัฒนาคู่มือให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1. แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้
  - ส่วนที่ 1 สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์
  - ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญต่อองค์ประกอบของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์
2. โปรดพิจารณาว่าเนื้อหาแต่ละข้อมีความเหมาะสมเห็นควรนำไปสร้างคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ และกรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้
  - +1 แน่ใจว่ามีความเหมาะสมเห็นควรนำไปใช้สร้างคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์
  - 0 ไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมเห็นควรนำไปใช้สร้างคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์
  - 1 แน่ใจว่าไม่มีความเหมาะสมเห็นควรนำไปใช้สร้างคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

ส่วนที่ 1 สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

| รายละเอียดคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์       | คะแนน |   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|---|----|
|                                                                                 | +1    | 0 | -1 |
| 1. ด้านความสวยงาม                                                               |       |   |    |
| 1.1 ส่วนหน้าปกของคู่มือมีความงามและน่าสนใจ                                      |       |   |    |
| 1.2 ตัวอักษรในคู่มือสวยงามและน่าสนใจ                                            |       |   |    |
| 1.3 รูปภาพในคู่มือสวยงามและน่าสนใจ                                              |       |   |    |
| 1.4 ภาพรวมของคู่มือสวยงามและน่าสนใจ                                             |       |   |    |
| 2. ด้านเนื้อหา                                                                  |       |   |    |
| 2.1 เนื้อหาของคู่มือใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและเนื้อหาครอบคลุม                      |       |   |    |
| 2.2 มีคำชี้แจงการใช้คู่มือที่เข้าใจง่าย                                         |       |   |    |
| 2.3 คู่มือมีการอธิบายขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีน้ำตาลต่ำชัดเจน            |       |   |    |
| 2.4 ภาพประกอบและคำอธิบายช่วยให้เข้าใจการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังดัชนีน้ำตาลต่ำชัดเจน   |       |   |    |
| 3. ส่วนประกอบของคู่มือ                                                          |       |   |    |
| 3.1 ปกหน้า ประกอบด้วย ชื่อเรื่องของคู่มือ ภาพประกอบและชื่อผู้แต่ง               |       |   |    |
| 3.2 หน้าปกหน้าใน ประกอบด้วย ชื่อเรื่องของคู่มือ ชื่อผู้แต่ง และปีที่จัดทำ       |       |   |    |
| 3.3 หน้าคำนำ มีวัตถุประสงค์ของการทำคู่มือ และตอนท้ายมีคำขอบคุณต่อการสร้างคู่มือ |       |   |    |
| 3.4 หน้าบทนำ อธิบายเนื้อหาและขอบเขตของคู่มือ                                    |       |   |    |
| 3.5 หน้าสารบัญเนื้อหา ประกอบด้วย เนื้อเรื่องที่จัดเรียงลำดับ และมีเลขหน้ากำกับ  |       |   |    |



| รายละเอียดขององค์ประกอบของคู่มือ<br>ผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวตังขึ้นน้ำตาล<br>ต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ (ต่อ) | คะแนน |   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|----|
|                                                                                                           | +1    | 0 | -1 |
| 3.6 หน้าสารบัญรูปภาพ ประกอบด้วยรูปภาพ<br>จัดเรียงลำดับ และมีเลขหน้ากำกับ                                  |       |   |    |
| 3.7 เนื้อหา การประมวลความรู้ สื่อสารให้<br>ผู้อ่านได้เข้าใจ และจัดเรียงลำดับ มีเลขหน้า<br>กำกับ           |       |   |    |
| 3.8 การเขียนบรรณานุกรมแบบ APA 7th                                                                         |       |   |    |

## ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

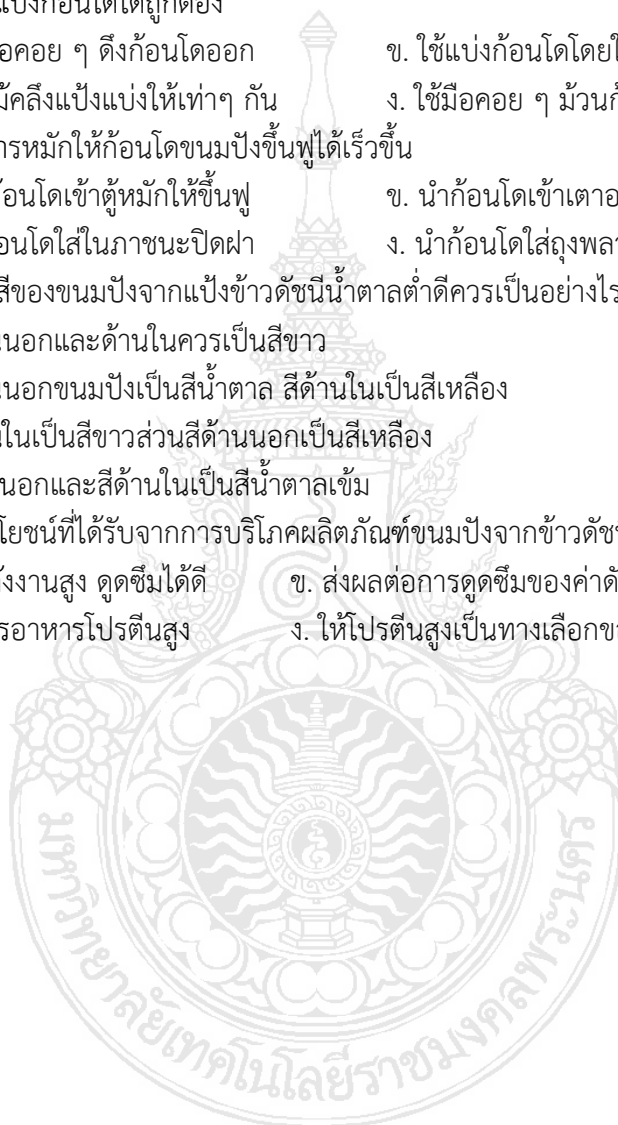


**แบบทดสอบก่อนและหลังใช้คู่มือการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ  
แบบอิเล็กทรอนิกส์**

**ชี้แจง:** แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้ก่อนใช้คู่มือการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์

1. ผลิตภัณฑ์ขนมปังสีขาวให้สารอาหารประเภทใดเป็นหลัก  
ก. วิตามิน                      ข. ไขมัน                      ค. คาร์โบไฮเดรต                      ง. โปรตีน
2. ค่าดัชนีน้ำตาลในอาหาร สามารถแบ่งออกได้กี่กลุ่ม  
ก. 2 กลุ่ม                      ข. 3 กลุ่ม                      ค. 4 กลุ่ม                      ง. 5 กลุ่ม
3. ข้าวชนิดใดเมื่อรับประทานไปแล้วส่งผลให้ค่าดัชนีน้ำตาลในเลือดต่ำ  
ก. ข้าวเจ้า กข 43                      ข. ข้าวเหนียว กข 34                      ค. ข้าวหอมมะลิ 53                      ง. ข้าวหอม กข 35
4. ข้อใดคือประโยชน์ของใยเลี่ยมที่มีต่อสุขภาพ  
ก. ช่วยบำรุงร่างกาย                      ข. ช่วยให้สมองทำหน้าที่ได้ดี  
ค. ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด                      ง. ช่วยให้ร่างกายดูดซึมน้ำตาลให้เร็วขึ้น
5. การผลิตขนมปังมีกรรมวิธีการเตรียมโด โดยแบ่งออกได้กี่ขั้นตอน  
ก. 3 ขั้นตอน                      ข. 4 ขั้นตอน                      ค. 5 ขั้นตอน                      ง. 6 ขั้นตอน
6. วิธีการอบขนมปังข้อใดถูกต้องที่สุด  
ก. นำขนมปังเข้าอบได้ทุกอุณหภูมิ                      ข. กำหนดอุณหภูมิและเวลาเข้าอบขนมปัง  
ค. อบขนมปังโดยใช้การสังเกตรูปร่าง                      ง. นำขนมปังเข้าอบและกำหนดเวลา
7. ข้อใดคือหัวสำหรับใช้นวดแป้งขนมปัง  
ก. หัวตีรูปใบไม้                      ข. หัวตีตะกร้อ                      ค. หัวตีตะขอ                      ง. หัวตีซิลิโคน
8. ข้อใดไม่ใช่อุปกรณ์สำคัญในกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ขนมปังก่อนเข้าอบ  
ก. พิมพ์ขนมปังสี่เหลี่ยม                      ข. แผ่นหั่นขนมปัง  
ค. แผ่นตัดแบ่ง                      ง. แผ่นรองซิลิโคน
9. ข้อใดเป็นวัตถุดิบสำคัญที่ช่วยเพิ่มรสชาติและเนื้อสัมผัสให้ผลิตภัณฑ์ขนมปัง  
ก. เนยสด                      ข. เนยขาว                      ค. เนยเทียม                      ง. น้ำมันพืช
10. ข้อใดเรียงลำดับของวิธีการผสมโดขนมปังได้ถูกต้องที่สุด  
ก. ผสมของเหลว ยีสต์ ลงในแป้ง คนให้เข้ากัน ใส่เกลือบ่น ไข่และใส่น้ำ  
ข. ผสมเกลือบ่น ยีสต์ เนย คนให้เข้ากัน ใส่ของเหลว แป้ง และไข่  
ค. ผสมเกลือบ่น ไข่ไก่ ยีสต์ ของเหลว คนให้เข้ากัน ใส่แป้งนวดผสม และใส่น้ำ  
ง. ผสมแป้ง ยีสต์ คนให้เข้ากัน ผสมเกลือบ่น ไข่ไก่ ของเหลว เทใส่ส่วนผสมแป้ง และใส่น้ำ

11. ข้อใดคือลักษณะของโด ที่นวดจนได้ที่แล้ว
  - ก. โดมีลักษณะรวมตัวเป็นก้อนไม่มีเศษแบ่งติดขอบโถ
  - ข. โดมีลักษณะเนื้อเหนียวมีเศษแบ่งติดขอบโถ
  - ค. โดเป็นก้อนเล็ก ๆ มีแบ่งติดตามขอบโถ
  - ง. โดเป็นเส้นยาว ๆ เหนียว มีเศษแบ่งติดขอบโถ
12. ข้อใดคือการแบ่งก้อนโดได้ถูกต้อง
  - ก. ใช้มือคอย ๆ ดึงก้อนโดออก
  - ข. ใช้แบ่งก้อนโดโดยใช้แผ่นตัดออก
  - ค. ใช้ไม้คลึงแบ่งแบ่งให้เท่า ๆ กัน
  - ง. ใช้มือคอย ๆ ม้วนก้อนโด
13. ข้อใดคือวิธีการหมักให้ก้อนโดขนมปังขึ้นฟูได้เร็วขึ้น
  - ก. นำก้อนโดเข้าตู้หมักให้ขึ้นฟู
  - ข. นำก้อนโดเข้าเตาอบ
  - ค. นำก้อนโดใส่ในภาชนะปิดฝา
  - ง. นำก้อนโดใส่ถุงพลาสติก
14. ลักษณะด้านสีของขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำดีควรเป็นอย่างไร
  - ก. สีด้านนอกและด้านในควรเป็นสีขาว
  - ข. สีด้านนอกขนมปังเป็นสีน้ำตาล สีด้านในเป็นสีเหลือง
  - ค. สีด้านในเป็นสีขาว ส่วนสีด้านนอกเป็นสีเหลือง
  - ง. สีด้านนอกและสีด้านในเป็นสีน้ำตาลเข้ม
15. ข้อใดคือประโยชน์ที่ได้รับจากการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมปังจากข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ
  - ก. ให้พลังงานสูง ดูดซึมได้ดี
  - ข. ส่งผลต่อการดูดซึมของค่าดัชนีน้ำตาลในเลือดให้ลดลง
  - ค. ให้สารอาหารโปรตีนสูง
  - ง. ให้โปรตีนสูงเป็นทางเลือกของอาหารสุขภาพ



**แบบประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ**  
**แบบอิเล็กทรอนิกส์**

**คำชี้แจง :** ข้อมูลลักษณะประชากรศาสตร์ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับข้อมูลส่วนตัวของท่าน

1. เพศ

☐ ชาย

☐ หญิง

2. อายุ

☐ อายุ 20 ปีบริบูรณ์

☐ 21-25 ปี

☐ 26-30 ปี

☐ 31-35 ปี

☐ 36-40 ปี

☐ 41-45 ปี

☐ 46-50 ปี

☐ 51-55 ปี

☐ 55 ปี ขึ้นไป

3. ระดับการศึกษา

☐ ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี

☐ ปริญญาตรี

☐ ปริญญาโท

☐ ปริญญาเอก

4. อาชีพ

☐ นักเรียน/นักศึกษา

☐ พนักงานเอกชน/รัฐวิสาหกิจ

☐ ข้าราชการ

☐ พ่อบ้าน/แม่บ้าน

☐ อาชีพอิสระ

☐ ผู้ประกอบธุรกิจด้านอาหาร

5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 15,000 บาท

☐ 15,001-20,000 บาท

☐ 20,001-30,000 บาท

☐ 30,001-40,000 บาท

☐ 40,001-50,000 บาท

☐ 50,001 บาท ขึ้นไป

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความพึงพอใจของท่าน

| ความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์<br>ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ<br>แบบอิเล็กทรอนิกส์         | คะแนนความเหมาะสม5 ระดับ     |                       |                           |                        |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------|
|                                                                                               | เหมาะสม<br>มากที่สุด<br>(5) | เหมาะสม<br>มาก<br>(4) | เหมาะสม<br>ปานกลาง<br>(3) | เหมาะสม<br>น้อย<br>(2) | เหมาะสม<br>น้อยที่สุด<br>(1) |
| <b>1. ด้านความสวยงาม</b>                                                                      |                             |                       |                           |                        |                              |
| 1.1 ส่วนหน้าปกของคู่มือมีความงาม<br>และน่าสนใจ                                                |                             |                       |                           |                        |                              |
| 1.2 ตัวอักษรในคู่มือสวยงามและ<br>น่าสนใจ                                                      |                             |                       |                           |                        |                              |
| 1.3 รูปภาพในคู่มือสวยงามและ<br>น่าสนใจ                                                        |                             |                       |                           |                        |                              |
| 1.4 ภาพรวมของคู่มือสวยงามและ<br>น่าสนใจ                                                       |                             |                       |                           |                        |                              |
| <b>2. ด้านเนื้อหา</b>                                                                         |                             |                       |                           |                        |                              |
| 2.1 เนื้อหาของคู่มือใช้ภาษาที่เข้าใจ<br>ง่ายและเนื้อหาครอบคลุม                                |                             |                       |                           |                        |                              |
| 2.2 มีคำชี้แจงการใช้คู่มือที่เข้าใจง่าย                                                       |                             |                       |                           |                        |                              |
| 2.3 คู่มือมีการอธิบายขั้นตอนการ<br>การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้ง<br>ข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำชัดเจน |                             |                       |                           |                        |                              |
| 2.4 ภาพประกอบและคำอธิบายช่วย<br>ให้เข้าใจการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปัง<br>ดัชนีน้ำตาลต่ำชัดเจน      |                             |                       |                           |                        |                              |
| <b>3. ด้านการใช้ประโยชน์</b>                                                                  |                             |                       |                           |                        |                              |
| 3.1 คู่มือทำให้เกิดความรู้และความ<br>เข้าใจมากขึ้น                                            |                             |                       |                           |                        |                              |
| 3.2 คู่มือมีประโยชน์ต่อท่านและ<br>หน่วยงานของท่าน                                             |                             |                       |                           |                        |                              |
| 3.3 คู่มือมีความเหมาะสมที่จะนำไป<br>ใช้เผยแพร่เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป                          |                             |                       |                           |                        |                              |
| 3.4 คู่มือนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์<br>ได้จริง                                                 |                             |                       |                           |                        |                              |

ภาคผนวก ง

สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)



สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)  
ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4



**สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**แบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ**

| ส่วนที่ 1                                          | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |            |            |            |            |            |            | รวม | ดัชนี<br>ความ<br>สอดคล้อง<br>(IOC) | ข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติม |
|----------------------------------------------------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|------------------------------------|-------------------------|
| ประเด็นการประเมิน<br>ข้อมูลลักษณะ<br>ประชากรศาสตร์ | คนที่<br>1                 | คนที่<br>2 | คนที่<br>3 | คนที่<br>4 | คนที่<br>5 | คนที่<br>6 | คนที่<br>7 |     |                                    |                         |
| <b>1. เพศ</b>                                      |                            |            |            |            |            |            |            |     |                                    |                         |
| ชาย                                                | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1.00                               | ใช้ได้                  |
| หญิง                                               | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1.00                               | ใช้ได้                  |
| ไม่ประสงค์ตอบ                                      | +1                         | 0          | +1         | +1         | 0          | +1         | -1         | 3   | 0.42                               | ใช้ไม่ได้               |
| <b>รวมเพศ</b>                                      |                            |            |            |            |            |            |            |     | <b>0.71</b>                        | <b>ใช้ได้</b>           |
| <b>2. อายุ</b>                                     |                            |            |            |            |            |            |            |     |                                    |                         |
| อายุ 20 ปีบริบูรณ์                                 | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1.00                               | ใช้ได้                  |
| อายุ 21-25 ปี                                      | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1.00                               | ใช้ได้                  |
| อายุ 26-30 ปี                                      | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1.00                               | ใช้ได้                  |
| อายุ 31-35 ปี                                      | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1.00                               | ใช้ได้                  |
| อายุ 36-40 ปี                                      | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1.00                               | ใช้ได้                  |
| อายุ 41-45 ปี                                      | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1.00                               | ใช้ได้                  |
| อายุ 46-50 ปี                                      | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1.00                               | ใช้ได้                  |
| อายุ 51-55 ปี                                      | +1                         | +1         | 0          | 0          | +1         | +1         | +1         | 5   | 0.71                               | ใช้ได้                  |
| <b>รวมอายุ</b>                                     |                            |            |            |            |            |            |            |     | <b>0.96</b>                        | <b>ใช้ได้</b>           |
| <b>3. ระดับการศึกษา</b>                            |                            |            |            |            |            |            |            |     |                                    |                         |
| ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี                              | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1                                  | ใช้ได้                  |
| ปริญญาตรี                                          | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1                                  | ใช้ได้                  |
| ปริญญาโท                                           | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1                                  | ใช้ได้                  |
| ปริญญาเอก                                          | +1                         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7   | 1                                  | ใช้ได้                  |
| ไม่ประสงค์ตอบ                                      | +1                         | 0          | 0          | +1         | 0          | 0          | 0          | 2   | 0.28                               | ใช้ไม่ได้               |
| <b>รวมระดับการศึกษา</b>                            |                            |            |            |            |            |            |            |     | <b>0.85</b>                        | <b>ใช้ได้</b>           |



**สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ต่อ)**  
**แบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ**

| ส่วนที่ 1                                          | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |            |            |            |            |            |            |     | ดัชนีความ<br>สอดคล้อง | ข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติม |
|----------------------------------------------------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|-----------------------|-------------------------|
| ประเด็นการประเมิน<br>ข้อมูลลักษณะ<br>ประชากรศาสตร์ | คนที่<br>1                 | คนที่<br>2 | คนที่<br>3 | คนที่<br>4 | คนที่<br>5 | คนที่<br>6 | คนที่<br>7 | รวม | (IOC)                 |                         |
| 4. อาชีพ                                           |                            |            |            |            |            |            |            |     |                       |                         |
| นักเรียน/นักศึกษา                                  | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 7   | 1.00                  | ใช้ได้                  |
| พนักงานเอกชน/<br>รัฐวิสาหกิจ                       | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 7   | 1.00                  | ใช้ได้                  |
| ข้าราชการ                                          | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 7   | 1.00                  | ใช้ได้                  |
| พ่อบ้าน/แม่บ้าน                                    | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 7   | 1.00                  | ใช้ได้                  |
| อาชีพอิสระ                                         | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 7   | 1.00                  | ใช้ได้                  |
| ผู้ประกอบการธุรกิจด้าน<br>อาหาร                    | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 0          | 6   | 0.85                  | ใช้ได้                  |
| รวมอาชีพ                                           |                            |            |            |            |            |            |            |     | 0.97                  | ใช้ได้                  |
| 5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน                            |                            |            |            |            |            |            |            |     |                       |                         |
| น้อยกว่า 15,000 บาท                                | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 7   | 1.00                  | ใช้ได้                  |
| 15,001-20,000 บาท                                  | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 7   | 1.00                  | ใช้ได้                  |
| 20,001-30,000 บาท                                  | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 7   | 1.00                  | ใช้ได้                  |
| 30,001-40,000 บาท                                  | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 7   | 1.00                  | ใช้ได้                  |
| 40,001-50,000 บาท                                  | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 7   | 1.00                  | ใช้ได้                  |
| 50,001 บาท ขึ้นไป                                  | 1                          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 7   | 1.00                  | ใช้ได้                  |
| รวมรายได้เฉลี่ยต่อ<br>เดือน                        |                            |            |            |            |            |            |            |     | 1.00                  | ใช้ได้                  |

## สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ต่อ)

## ประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

| ส่วนที่ 2                                                                                                           | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |                |                |                |                |                |                | รวม | ดัชนีความ<br>สอดคล้อง<br>(IOC) | ข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติม |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|--------------------------------|-------------------------|
| ประเด็นการยอมรับ<br>ของผู้บริโภคต่อ<br>ผลิตภัณฑ์ขนมปัง<br>จากแป้งข้าวดัชนี<br>น้ำตาลต่ำ                             | คน<br>ที่<br>1             | คน<br>ที่<br>2 | คน<br>ที่<br>3 | คน<br>ที่<br>4 | คน<br>ที่<br>5 | คน<br>ที่<br>6 | คน<br>ที่<br>7 |     |                                |                         |
| <b>1. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ</b>                                 |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| ผลิตภัณฑ์มีประโยชน์                                                                                                 | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| ต่อร่างกาย                                                                                                          |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ                                                                                                | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 0              | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| ที่น่าสนใจ                                                                                                          |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| ผลิตภัณฑ์มีความ                                                                                                     | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| แปลกใหม่                                                                                                            |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| อื่น ๆ โปรดระบุ...                                                                                                  | +1                         | +1             | +1             | +1             | 1              | +1             | +1             | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| <b>รวม</b>                                                                                                          |                            |                |                |                |                |                |                |     | <b>0.93</b>                    | <b>ใช้ได้</b>           |
| <b>2. ผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ท่านจะให้การยอมรับหรือไม่ยอมรับ</b>                                  |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| ยอมรับ                                                                                                              | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| ไม่ยอมรับ                                                                                                           | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| <b>รวม</b>                                                                                                          |                            |                |                |                |                |                |                |     | <b>1.00</b>                    | <b>ใช้ได้</b>           |
| <b>3. ผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจัดจำหน่าย ในบรรจุภัณฑ์ ปริมาณ 50 กรัม ราคา 32 บาท เหมาะสมหรือไม่</b> |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| เหมาะสมมาก                                                                                                          | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| เหมาะสม                                                                                                             | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| เหมาะสมปานกลาง                                                                                                      | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| ไม่เหมาะสม                                                                                                          | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| <b>รวม</b>                                                                                                          |                            |                |                |                |                |                |                |     | <b>1.00</b>                    | <b>ใช้ได้</b>           |

**สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ต่อ)**  
**แบบประเมินการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ**

| ส่วนที่ 2                                                                               | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |                |                |                |                |                |                |     | ดัชนีความ<br>สอดคล้อง<br>(IOC) | ข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติม |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|--------------------------------|-------------------------|
| ประเด็นการยอมรับ<br>ของผู้บริโภคต่อ<br>ผลิตภัณฑ์ขนมปัง<br>จากแป้งข้าวดัชนี<br>น้ำตาลต่ำ | คน<br>ที่<br>1             | คน<br>ที่<br>2 | คน<br>ที่<br>3 | คน<br>ที่<br>4 | คน<br>ที่<br>5 | คน<br>ที่<br>6 | คน<br>ที่<br>7 | รวม |                                |                         |
| <b>4. ท่านคิดว่าควรจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ในสถานที่ใด</b>   |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| ร้านสะดวกซื้อ                                                                           | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| ซูเปอร์มาร์เก็ต                                                                         | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| ห้างสรรพสินค้า                                                                          | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| ร้านขายอาหารเพื่อ<br>สุขภาพ                                                             | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| ร้านขายเบเกอรี่                                                                         | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| ร้านค้าออนไลน์                                                                          | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| อื่น ๆ โปรดระบุ...                                                                      | +1                         | +1             | 0              | +1             | +1             | +1             | +1             | 6   | 0.71                           | ใช้ได้                  |
| <b>รวม</b>                                                                              |                            |                |                |                |                |                |                |     | 0.95                           | ใช้ได้                  |
| <b>รวมทั้งหมด</b>                                                                       |                            |                |                |                |                |                |                |     | <b>0.93</b>                    | <b>ใช้ได้</b>           |



สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)  
ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 5



**สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)**  
**แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ**

| ประเด็นการประเมิน                                                                            | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |                |                |                |                |                |                |     | ดัชนีความ<br>สอดคล้อง<br>(IOC) | ข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติม |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|--------------------------------|-------------------------|
|                                                                                              | คน<br>ที่<br>1             | คน<br>ที่<br>2 | คน<br>ที่<br>3 | คน<br>ที่<br>4 | คน<br>ที่<br>5 | คน<br>ที่<br>6 | คน<br>ที่<br>7 | รวม |                                |                         |
| ความเหมาะสมของ<br>คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปัง<br>จากแป้งข้าวดัชนี<br>น้ำตาลต่ำ                     |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| <b>1. ด้านเนื้อหา</b>                                                                        |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| เนื้อหาของคู่มือใช้<br>ภาษาที่เข้าใจง่ายและ<br>เนื้อหาครอบคลุม                               | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 0              | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| มีคำชี้แจงการใช้คู่มือที่<br>เข้าใจง่าย                                                      | +1                         | +1             | -1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 6   | 0.71                           | ใช้ได้                  |
| คู่มือมีการอธิบาย<br>ขั้นตอนการทำ<br>ผลิตภัณฑ์ขนมปังจาก<br>แป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ<br>ชัดเจน  | +1                         | +1             | +1             | 0              | +1             | +1             | +1             | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| ภาพประกอบและ<br>คำอธิบายช่วยให้เข้าใจ<br>การทำผลิตภัณฑ์ขนม<br>ปังดัชนีน้ำตาลต่ำได้<br>ชัดเจน | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 0              | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| <b>รวมด้านเนื้อหา</b>                                                                        |                            |                |                |                |                |                |                |     | <b>0.81</b>                    | <b>ใช้ได้</b>           |

**สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ต่อ)**  
**แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ**

| ประเด็นการประเมิน                                                        | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |                |                |                |                |                |                |     | ดัชนีความ<br>สอดคล้อง<br>(IOC) | ข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติม |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|--------------------------------|-------------------------|
|                                                                          | คน<br>ที่<br>1             | คน<br>ที่<br>2 | คน<br>ที่<br>3 | คน<br>ที่<br>4 | คน<br>ที่<br>5 | คน<br>ที่<br>6 | คน<br>ที่<br>7 | รวม |                                |                         |
| ความเหมาะสมของ<br>คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปัง<br>จากแป้งข้าวดัชนี<br>น้ำตาลต่ำ |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| <b>2. ด้านความสวยงาม</b>                                                 |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| หน้าปกของคู่มือมี                                                        | +1                         | +1             | 0              | +1             | +1             | +1             | +1             | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| ความเหมาะสม                                                              |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| ตัวอักษรในคู่มือ                                                         | +1                         | +1             | +1             | 0              | +1             | +1             | +1             | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| สวยงามและอ่านง่าย                                                        |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| รูปภาพในคู่มือสีสัน<br>ชัดเจน                                            | +1                         | +1             | +1             | 0              | +1             | +1             | +1             | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| ภาพรวมของคู่มือ                                                          | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| สวยงามและน่าสนใจ                                                         |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| <b>รวมด้านความ<br/>สวยงาม</b>                                            |                            |                |                |                |                |                |                |     | <b>0.88</b>                    | <b>ใช้ได้</b>           |

สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ต่อ)

แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

| ประเด็นการประเมิน                                                               | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |                |                |                |                |                |                |     | ดัชนีความ<br>สอดคล้อง<br>(IOC) | ข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติม |        |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|--------------------------------|-------------------------|--------|
|                                                                                 | คน<br>ที่<br>1             | คน<br>ที่<br>2 | คน<br>ที่<br>3 | คน<br>ที่<br>4 | คน<br>ที่<br>5 | คน<br>ที่<br>6 | คน<br>ที่<br>7 | รวม |                                |                         |        |
| ความเหมาะสมของ<br>คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปัง<br>จากแป้งข้าวดัชนี<br>น้ำตาลต่ำ        |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |        |
| <b>3. ด้านส่วนประกอบของคู่มือ</b>                                               |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |        |
| ปกหน้า ประกอบด้วย<br>ชื่อเรื่อง ของคู่มือ<br>ภาพประกอบ และชื่อ<br>ผู้แต่ง       | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1  | 7                              | 1.00                    | ใช้ได้ |
| ปกใน ประกอบด้วย<br>ชื่อเรื่องของคู่มือ และ<br>ชื่อผู้แต่ง                       | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1  | 7                              | 1.00                    | ใช้ได้ |
| มีคำนำ และมี<br>วัตถุประสงค์ของการ<br>ทำคู่มือ                                  | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1  | 7                              | 1.00                    | ใช้ได้ |
| มีสารบัญเนื้อหา<br>สารบัญตาราง สารบัญ<br>ภาพ สารบัญแผนภูมิ<br>และมีเลขหน้ากำกับ | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1  | 7                              | 1.00                    | ใช้ได้ |
| ด้านส่วนประกอบของ<br>คู่มือ                                                     |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                | 1.00                    | ใช้ได้ |



**สรุปผลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ต่อ)**  
**แบบประเมินความเหมาะสมของคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ**

| ประเด็นการประเมิน                                                        | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |                |                |                |                |                |                | รวม | ดัชนีความ<br>สอดคล้อง<br>(IOC) | ข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติม |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|--------------------------------|-------------------------|
|                                                                          | คน<br>ที่<br>1             | คน<br>ที่<br>2 | คน<br>ที่<br>3 | คน<br>ที่<br>4 | คน<br>ที่<br>5 | คน<br>ที่<br>6 | คน<br>ที่<br>7 |     |                                |                         |
| ความเหมาะสมของ<br>คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปัง<br>จากแป้งข้าวดัชนี<br>น้ำตาลต่ำ |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| <b>3. ด้านส่วนประกอบของคู่มือ (ต่อ)</b>                                  |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| แบ่งหน่วยบทเนื้อเรื่อง<br>จัดเรียงลำดับ และ<br>อธิบายเนื้อหาชัดเจน       | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| เนื้อหา ประมวล<br>ความรู้ สื่อสารให้<br>ผู้อ่านได้เข้าใจ                 | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| การเขียนอ้างอิงแบบ<br>APA 7th ถูกต้อง                                    | +1                         | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | +1             | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| <b>รวมด้านส่วนประกอบ<br/>ของคู่มือ</b>                                   |                            |                |                |                |                |                |                |     | <b>1.00</b>                    | <b>ใช้ได้</b>           |

## การหาคุณภาพเครื่องมือ

แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ

| ส่วนที่ 1             | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ                         |            |            |            |            |            |            |            | ดัชนี | ข้อเสนอแนะ        |
|-----------------------|----------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|-------------------|
|                       |                                                    |            |            |            |            |            |            |            | ความ  | เพิ่มเติม         |
|                       | ประเด็นการประเมิน<br>ข้อมูลลักษณะ<br>ประชากรศาสตร์ | คนที่<br>1 | คนที่<br>2 | คนที่<br>3 | คนที่<br>4 | คนที่<br>5 | คนที่<br>6 | คนที่<br>7 | รวม   | สอดคล้อง<br>(IOC) |
| 1. เพศ                |                                                    |            |            |            |            |            |            |            |       |                   |
| ชาย                   | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| หญิง                  | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| ไม่ประสงค์ตอบ         | +1                                                 | 0          | 0          | +1         | 0          | +1         | -1         | 2          | 0.28  | ใช้ไม่ได้         |
| รวมเพศ                |                                                    |            |            |            |            |            |            |            | 0.76  | ใช้ได้            |
| 2. อายุ               |                                                    |            |            |            |            |            |            |            |       |                   |
| อายุ 20 ปีบริบูรณ์    | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| อายุ 21-25 ปี         | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| อายุ 26-30 ปี         | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| อายุ 31-35 ปี         | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| อายุ 36-40 ปี         | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| อายุ 41-45 ปี         | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| อายุ 46-50 ปี         | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| อายุ 51-55 ปี         | +1                                                 | +1         | 0          | 0          | +1         | +1         | +1         | 5          | 0.71  | ใช้ได้            |
| รวมอายุ               |                                                    |            |            |            |            |            |            |            | 0.96  | ใช้ได้            |
| 3. ระดับการศึกษา      |                                                    |            |            |            |            |            |            |            |       |                   |
| ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| ปริญญาตรี             | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| ปริญญาโท              | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| ปริญญาเอก             | +1                                                 | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | +1         | 7          | 1.00  | ใช้ได้            |
| ไม่ประสงค์ตอบ         | +1                                                 | 0          | 0          | +1         | 0          | 0          | -1         | 2          | 0.14  | ใช้ไม่ได้         |
| รวมระดับการศึกษา      |                                                    |            |            |            |            |            |            |            | 7.85  | ใช้ได้            |

ตาราง แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนม  
ปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ (ต่อ)

| ส่วนที่ 1                                          | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |                |                |                |                |                |                | รวม | ดัชนีความ<br>สอดคล้อง<br>(IOC) | ข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติม |
|----------------------------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|--------------------------------|-------------------------|
|                                                    | คน<br>ที่<br>1             | คน<br>ที่<br>2 | คน<br>ที่<br>3 | คน<br>ที่<br>4 | คน<br>ที่<br>5 | คน<br>ที่<br>6 | คน<br>ที่<br>7 |     |                                |                         |
| ประเด็นการประเมิน<br>ข้อมูลลักษณะ<br>ประชากรศาสตร์ | 1                          | 2              | 3              | 4              | 5              | 6              | 7              |     |                                |                         |
| 4. อาชีพ                                           |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| นักเรียน/นักศึกษา                                  | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| พนักงานเอกชน/<br>รัฐวิสาหกิจ                       | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| ข้าราชการ                                          | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| พ่อบ้าน/แม่บ้าน                                    | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| อาชีพอิสระ                                         | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| ผู้ประกอบการกิจด้าน<br>อาหาร                       | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 0              | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| ไม่ประสงค์ตอบ                                      | 1                          | 0              | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              | 2   | 0.28                           | ใช้ไม่ได้               |
| รวมอาชีพ                                           |                            |                |                |                |                |                |                |     | 0.88                           | ใช้ได้                  |
| 5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน                            |                            |                |                |                |                |                |                |     |                                |                         |
| น้อยกว่า 15,000 บาท                                | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| 15,001-20,000 บาท                                  | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| 20,001-30,000 บาท                                  | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| 30,001-40,000 บาท                                  | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| 40,001-50,000 บาท                                  | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| 50,001 บาท ขึ้นไป                                  | 1                          | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 7   | 1.00                           | ใช้ได้                  |
| ไม่ประสงค์ตอบ                                      | 0                          | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1              | 1   | 0.14                           | ใช้ไม่ได้               |
| รวมรายได้เฉลี่ยต่อ<br>เดือน                        |                            |                |                |                |                |                |                |     | 0.87                           | ใช้ได้                  |

ตาราง แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจต่อคู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ (ต่อ)

| ส่วนที่ 2                                                                                               | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |           |           |           |           |           |           |     | ดัชนีความ<br>สอดคล้อง<br>(IOC) | ข้อเสนอแนะ<br>เพิ่มเติม |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|--------------------------------|-------------------------|
| ประเด็นการประเมิน                                                                                       | คน<br>ที่                  | คน<br>ที่ | คน<br>ที่ | คน<br>ที่ | คน<br>ที่ | คน<br>ที่ | คน<br>ที่ | รวม |                                |                         |
| ความพึงพอใจต่อคู่มือ<br>ผลิตภัณฑ์ขนมปัง<br>จากแป้งข้าวดัชนี<br>น้ำตาลต่ำ                                | 1                          | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         |     |                                |                         |
| <b>1. ด้านเนื้อหา</b>                                                                                   |                            |           |           |           |           |           |           |     |                                |                         |
| เนื้อหาของคู่มือใช้<br>ภาษาที่เข้าใจง่ายและ<br>เนื้อหาครอบคลุม                                          | +1                         | +1        | +1        | +1        | +1        | +1        | 0         | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| มีคำชี้แจงการใช้คู่มือที่<br>เข้าใจง่าย                                                                 | +1                         | +1        | -1        | +1        | +1        | +1        | +1        | 6   | 0.71                           | ใช้ได้                  |
| คู่มือมีการอธิบาย<br>ขั้นตอนการทำ<br>ผลิตภัณฑ์ขนมปังจาก<br>แป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ<br>ชัดเจน             | +1                         | +1        | +1        | 0         | +1        | +1        | +1        | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| ภาพประกอบและ<br>คำอธิบายช่วยให้เข้าใจ<br>การทำผลิตภัณฑ์ขนม<br>ปังจากแป้งข้าวดัชนี<br>น้ำตาลต่ำได้ชัดเจน | +1                         | +1        | +1        | +1        | +1        | +1        | 0         | 6   | 0.85                           | ใช้ได้                  |
| <b>รวมด้านเนื้อหา</b>                                                                                   |                            |           |           |           |           |           |           |     | <b>0.81</b>                    | <b>ใช้ได้</b>           |





ภาคผนวก จ

คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์



คู่มือผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวคั้นน้ำตาลต่ำแบบอิเล็กทรอนิกส์  
วัตถุประสงค์ที่ 5 โดยแสดงในคิวอาร์โค้ดต่อไปนี้





## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล สุรียรัตน์ เอ็มพรหม  
วัน เดือน ปีเกิด 1 มกราคม 2526  
ที่อยู่ปัจจุบัน 79/227 แขวงดอนเมือง เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร 10210

### ประวัติการศึกษา

| วุฒิการศึกษา                | ชื่อสถาบัน                               | ปีที่สำเร็จการศึกษา |
|-----------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต          | มหาวิทยาลัยรามคำแหง                      | 2556                |
| คหกรรมศาสตรบัณฑิต           | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ       | 2548                |
| ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครใต้ | 2545                |
| ประกาศนียบัตรวิชาชีพ        | วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร                     | 2543                |

### สถานที่ทำงานปัจจุบัน

สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ  
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ  
ที่อยู่ : เลขที่ 149 ถนนเจริญกรุง แขวงยานนาวา เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 1012



