# การพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียน

Potential Development of cake products with Flour from durian peel


จักราวุธ ภู่เสม

Chakkrawut Bhoosem

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์

Jadeniphat Bunyasawat



งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

# การพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียน

Potential Development of cake products with Flour from durian peel


**จักราวุธ ภู่เสม**

Chakkrawut Bhoosem

**เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์**

Jadeniphat Bunyasawat



**งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561**

**คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร**

# บทคัดย่อ

**ชื่อโครงการวิจัย** : การพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียน
**โดย** : จักราวุธ ภู่เสม และเจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์
**สาขาวิชา** : อาหารและโภชนาการ
**คณะ** : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
**ปีงบประมาณ** : 2561

---

การพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียนที่ใช้ในการทดลอง ได้ใช้เปลือกทุเรียน พันธุ์ชะนี เนื่องจากได้ปริมาณผงมากที่สุด และมีสีที่ใกล้เคียงกับแป้งข้าวสาลี

บัตเตอร์เค้ก สปันจ์เค้ก และชิฟฟ่อนเค้ก ถูกใช้ในการวิจัย พบว่า การทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง มีผลทำให้เค้กทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณใยอาหารหยาบเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันมีผลทำให้เค้กมีสีคล้ำ และมีปริมาตรลงลด ซึ่งส่งผลต่อการยอมรับ

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคการพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียน จำนวน 100 คน พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 80 ให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์การพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียน

สำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจมากที่สุดในทุกด้านของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

จากผลการวิจัยงสามารถทดแทนได้สูงสุดที่ร้อยละ 10 การเพิ่มปริมาณการทดแทนมากกว่านี้จะมีผลกระทบต่อค่าลักษณะปรากฏ และคุณลักษณะด้านสี โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส รวมทั้งความพึงพอใจคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังนั้น ควรศึกษาเพิ่มเติมด้านกรรมวิธีการผลิตในวิธีต่างๆ เพื่อให้เปลือกทุเรียนมีความละเอียดมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลดีในการพัฒนาผลิตภัร์ขนมอบใยอาหารสูง เพื่อช่วยปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้มีผลกระทบต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์

**คำสำคัญ**: เปลือกทุเรียน, แป้ง, เค้กนยสด, เค้กสปันจ์ และเค้กชิฟฟ่อน

# ABSTRACT


| | | |
|---|---|---|
| **Research Title** | : | Potential Development of cake products with Flour from durian peel |
| **Author** | : | Chakkrawut Bhoosem and Jadeniphat Bunyasawat |
| **Department** | : | Food and Nutrition |
| **Faculty** | : | Home Economics Technology |
| **Academic year** | : | 2018 |



Chanee, Monthong and Kan Yao Durian rind be used in this research. Chanee Durian rind powder is similar as wheat flour in color and high yield.

Butter cake, sponge cake and chiffon cake be used in this research. Increasing of durian rind powder substitute for wheat flour to effect increasing of crude fiber in all cake sample, meanwhile decreasing in color and volume of all cake sample which acceptance affects.

Consumer acceptance test in Potential Development of cake products with Flour from durian peel project for 100 tester found that most testers are more than 80 percent acceptance in the product of Potential Development of cake products with Flour from durian peel project.

For the Technology propagation of the Potential Development of cake products with Flour from durian peel project at the Faculty of Home Economics Technology. All participant are most satisfied in all aspects of Technology propagation.

Based on the research results, the maximum replacement potential is 10%. Increasing this amount of substitution will have an effect on the appearance. And color features. Especially the texture feature. Therefore, the study should be further studied on the methods of production. The durian peel is more detailed. This may result in the development of high-fiber pastry products. To help improve the sensory properties. These features affect product adoption.



**Keywords**: durian rind, flour, butter cake, sponge cake and chiffon cake

# กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จด้ได้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ซึ่งให้โอกาส และอนุมัติโครงการวิจัยนี้

ผู้วิจัยรู้สึกสำนึกในพระคุณของท่านคณาจารย์ทั้งในอดีต และปัจจุบันที่ได้ถ่ายทอดความรู้และเป็นแบบอย่างในการทำงานให้กับผู้วิจัย

ยิ่งไปกว่านั้น ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้บังคับบัญชา เพื่อน พี่ น้องคณาจารย์ที่ให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ และอีกทั้งหลายท่านที่มิอาจเอ่ยนามได้ครบถ้วน ณ ที่นี้ ที่สละเวลาให้ความร่วมมือ และข้อมูลเพื่องานวิจัยเป็นอย่างดี

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่ถูกอ้างนามถึงในการวิจัยครั้งนี่ทุกท่าน และที่ขาดเสียมิได้ คือผู้ที่คอยให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนอยู่เบื้องหลังคนสำคัญได้แก่ ผู้ที่เป็นบิดา มารดาของคณะผู้วิจัย

ด้วยความสนับสนุนของท่านทั้งหลาย ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณด้วยความสำนึกยิ่ง

คณะผู้วิจัย

2561

# สารบัญ


| | | | หน้า |
|---|---|---|---|
| **บทคัดย่อ** | | | **(1)** |
| **Abstract** | | | **(2)** |
| **กิตติกรรมประกาศ** | | | **(3)** |
| **สารบัญ** | | | **(4)** |
| **สารบัญตาราง** | | | **(6)** |
| **สารบัญภาพ** | | | **(8)** |
| **บทที่** | **1** | **บทนำ** | **1** |
| | 1.1 | ความเป็นมาและความสำคัญ | 1 |
| | 1.2 | วัตถุประสงค์ | 3 |
| | 1.3 | ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| | 1.4 | ขอบเขตของโครงการวิจัย | 3 |
| | 1.5 | กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย | 4 |
| **บทที่** | **2** | **ตรวจเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** | **5** |
| | 2.1 | แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | 5 |
| | 2.2 | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 35 |
| **บทที่** | **3** | **วิธีการดำเนินการวิจัย** | **38** |
| | 3.1 | วัตถุดิบ และอุปกรณ์ | 38 |
| | 3.2 | วิธีการทดลอง | 40 |
| **บทที่** | **4** | **ผลการวิจัย** | **53** |
| | 4.1 | ผลการเตรียมเปลือกทุเรียนผง | 53 |
| | 4.2 | องค์ประกอบทางเคมีผลการเตรียมเปลือกทุเรียนผง | 54 |
| | 4.3 | ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก | 55 |
| | 4.4 | ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) | 70 |
| | 4.5 | ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี | 73 |
| **บทที่** | **5** | **สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ** | **85** |
| | 5.1 | สรุป | 85 |
| | 5.2 | ข้อเสนอแนะ | 85 |

# สารบัญ (ต่อ)

**หน้า**


**เอกสารและสิ่งอ้างอิง** **86**

**ภาคผนวก** **95**

**ภาคผนวก ก** สูตรเค้ก 96

**ภาคผนวก ข** แบบประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์เค้ก 100

**ภาคผนวก ค** แบบประเมินการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 102

**ภาคผนวก ง** วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและทางกายภาพ 105

**ภาคผนวก จ** มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 114

**ภาคผนวก ฉ** กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียน 124

**ภาคผนวก ช** ประวัติคณะผู้วิจัย 132

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว 100 กรัม | 24 |
| 3.1 | ส่วนประกอบของบัตเตอร์เค้ก | 45 |
| 3.2 | ส่วนประกอบของสปันจ์เค้ก | 47 |
| 3.3 | ส่วนประกอบของชิฟฟ่อนเค้ก | 49 |
| 3.4 | ลักษณะของข้อมูลการศึกษาการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในผลิตภัณฑ์เค้กต่อการยอมรับโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในแผนการทดลอง RCBD | 51 |
| 4.1 | ปริมาณเปลือกเปลือกทุเรียนผง | 53 |
| 4.2 | ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพของเปลือกทุเรียน | 54 |
| 4.3 | องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างบัตเตอร์เค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง | 56 |
| 4.4 | คุณภาพทางกายภาพของตัวอย่างบัตเตอร์เค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง | 57 |
| 4.5 | คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบัตเตอร์เค้กเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Butter Cake) ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในระดับแตกต่างกัน | 59 |
| 4.6 | องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างสปันจ์เค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง | 60 |
| 4.7 | คุณภาพทางกายภาพของตัวอย่างสปันจ์เค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง | 62 |
| 4.8 | คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสปันจ์เค้กเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Sponge Cake) ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในระดับแตกต่างกัน | 64 |
| 4.9 | องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง | 65 |
| 4.10 | คุณภาพทางกายภาพของตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง | 67 |

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.11 | คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชิฟฟ่อนเค้กเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Chiffon Cake) ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในระดับแตกต่างกัน | 69 |
| 4.12 | ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ | 70 |
| 4.13 | การยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเปลือกทุเรียน | 72 |
| 4.14 | การยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) | 73 |
| 4.15 | จำนวนผู้ตอบแบบประเมินจำแนกตามสถานภาพ | 74 |
| 4.16 | ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำแนกตามเพศ | 75 |
| 4.17 | ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำแนกตามอายุ | 76 |
| 4.18 | ค่าคะแนนความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี | 77 |
| 4.19 | ค่าคะแนนความพึงพอใจของด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี | 79 |
| 4.20 | ค่าคะแนนกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี | 80 |
| 4.21 | ค่าคะแนนสิ่งอำนวยความสะดวก ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี | 82 |
| 4.22 | ค่าคะแนนความพึงพอใจของด้านประโยชน์จากการรับบริการ | 83 |

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | ลักษณะของใบ ช่อดอก และผลของทุเรียน | 10 |
| 2.2 | ปริมาณการบริโภคทุเรียนภายในประเทศและการส่งออก | 11 |
| 2.3 | องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียน | 12 |
| 2.4 | ขั้นตอนการทำเค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลัก | 13 |
| 2.5 | ขั้นตอนการทำเค้กที่มีไข่เป็นส่วนผสมหลัก | 15 |
| 2.6 | ขั้นตอนการทำเค้กชิฟฟ่อน | 16 |
| 2.7 | โครงสร้างเมล็ดข้าวสาลี | 19 |
| 2.8 | สูตรโครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลซูโครส | 22 |
| 2.9 | โครงสร้างของไข่ | 26 |
| 2.10 | (a) เปลือกทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการฟอกสี (b) โฮโลเซลลูโลส และ (c) เซลลูโลส | 37 |
| 3.1 | ขั้นตอนการเตรียมแป้งเปลือกทุเรียน | 41 |
| 3.2 | ส่วนประกอบของบัตเตอร์เค้ก | 46 |
| 3.3 | ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างสปันจ์เค้ก | 48 |
| 3.4 | ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้ก | 50 |
| 4.1 | ภาพจริง และภาพขาว-ดำ โครงสร้างภายในของตัวอย่างบัตเตอร์เค้ก (Butter Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (BC-DR-0) ร้อยละ 5 (BC-DR-5) ร้อยละ 10 (BC-DR-10) และร้อยละ 15 (BC-DR-15) | 58 |
| 4.2 | ภาพจริง และภาพขาว-ดำ โครงสร้างภายในของตัวอย่างสปันจ์เค้ก (Sponge Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (SC-DR-0) ร้อยละ 5 (SC-DR-5) ร้อยละ 10 (SC-DR-10) และร้อยละ 15 (SC-DR-15) | 63 |
| 4.3 | ภาพจริง และภาพขาว-ดำ โครงสร้างภายในของตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้ก (Chiffon Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CC-DR-0) ร้อยละ 5 (CC-DR-5) ร้อยละ 10 (CC-DR-10) และร้อยละ 15 (CC-DR-15) | 68 |

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.4 | ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เข้าร่วมโครงการ | 74 |
| 4.5 | ข้อมูลของผู้เข้าร่วมโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามเพศ | 75 |
| 4.6 | ข้อมูลของผู้เข้าร่วมโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามอายุ | 76 |
| 4.7 | คะแนนความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี | 78 |
| 4.8 | คะแนนความพึงพอใจด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี | 79 |
| 4.9 | คะแนนความพึงพอใจต่อกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี | 81 |
| 4.10 | คะแนนภูมิความพึงพอใจด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี | 82 |
| 4.11 | คะแนนความพึงพอใจต่อประโยชน์จากการรับบริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี | |

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เค้กเป็นอาหารที่บริโภคง่าย อร่อยและให้คุณค่าทางอาหาร ทำให้เค้กเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคกันทั่วไปในหมู่คนไทยและนับวันจะมากขึ้น ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของอาหารระหว่างมื้อหรือใช้ในโอกาศพิเศษต่างๆ จึงมีผู้สนใจหันมาศึกษาหาความรู้ทางด้านนี้กันมากขึ้น เพราะสามารถที่จะนำไปประกอบธุรกิจส่วนตัวหรือทำเป็นอุตสาหกรรมได้ การบริโภคผลิตภัณฑ์เค้กนับวันจะมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นจนเกิดวิธีการทำที่มีขั้นตอนผลิตคิดค้นเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำตามยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงมาตลอดเวลา จนปัจจุบันเค้กมีความหลากหลายในด้านรสชาติ กลายเป็นอาหารประเภทหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญ และจำเป็นในชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยขยายเติบโตอย่างรวดเร็วเป็นอุตสาหกรรมและธุรกิจขนาดใหญ่ มีการพัฒนาโดยนำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้มากขึ้นเพื่อประหยัดเวลา แรงงาน และต้นทุนในการผลิตจำนวนมาก มีการจำหน่ายและแข่งขันเป็นเชิงธุรกิจกันทั่วโลก ปัจจุบันจึงมีผู้ที่สนใจในการคิดค้นสูตรในการผลิตเค้กที่เพิ่มคุณค่า หรือลดพลังงานในตัวผลิตภัณฑ์ อาจเป็นการนำสิ่งที่ไม่มีประโยชย์ทางเศรษฐกิจ กลับมาเพิ่มมูลค่าให้กับตัวผลิตภัณฑ์เค้กมีคุณค่าสูงขึ้น อีกทั้งเป็นการลดสิ่งเหลือใช้ที่อาจเรียกว่า ขยะ มาเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ โดยลักษณะภูมิประเทศของไทยเป็นเมืองร้อน ผลไม้มีหลากหลายชนิด แต่ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีส่วนเปลือก และเนื้อในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน และปัจจุบันส่วนเปลือกเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในเรื่องของขยะเกิดปัญหา และต้นทุนในการกำจัด ยกตัวอย่างในเขตกรุงเทพมหานครต้องใช้งบประมาณในการกำจัดขยะเป็นจำนวนมาก แต่ในสิ่งที่หมดคุณค่าของเปลือกทุเรียนยังมีกลุ่มเส้นใยอาหาร คาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานต่ำ ใยอาหารไม่สามารถดูดซึมในร่างกายได้ ประกอบกับคนไทยบริโภคอาหารที่รับประทานผักที่มีกากใยน้อย จึงเป็นการช่วยให้ผู้ที่บริโภคผลิตภัณฑ์เค้กได้รับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น

เปลือกทุเรียนเป็นส่วนประกอบของผลทุเรียนที่มีความสำคัญมากในการห่อหุ้มเนื้อ และเปลือกทุเรียน ที่จะทำให้เนื้อส่วนในมีความอร่อยตามสายพันธ์ โดยเพราะพันธ์ ชะนี จะมีส่วนเปลือกที่หนา แต่เมื่อได้ลิ้มรองรสชาติของเนื้อ เปลือกทุเรียนเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่มีปริมาณมาก โดยเปลือกทุเรียนจะมีน้ำหนักมากกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำหนักทุเรียนทั้งผล ในฤดูที่ทุเรียนให้ผลผลิตมาก เปลือกทุเรียนเหลือทิ้งกลายเป็นเป็นขยะซึ่งส่งผลเสียกระทบต่อสภาวะแวดล้อมได้อย่างมาก มีรายงานการศึกษารูปแบบวิธีการสกัดและคุณสมบัติของเพคตินจากเปลือกทุเรียน (Wai et al., 2009) แต่ยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจังเกี่ยวกับการสกัดเพคตินจากทุเรียนของไทยซึ่งเป็นพืชสงวนและเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญ โดยเฉพาะทุเรียนพันธุ์หมอนทองซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมในตลาดเนื่องจากมีรสชาดี ให้ปริมาณเนื้อมาก จึงทำให้การผลิตป้อนตลาดจำนวนมากกว่าทุเรียนพันธุ์อื่นและปัจจุบัน

เกษตรกรยังสามารถปรับปรุงให้มีผลผลิตเกือบตลอดทั้งปี เปลือกทุเรียนเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่พบปริมาณมากในฤดูกาลเก็บเกี่ยว โดยที่องค์ประกอบของเปลือกทุเรียนพบว่ามีปริมาณเส้นใยสูงมาก สอดคล้องกับการรายงานของ โศรดา และคณะ(2553) ได้ทำการศึกษาการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของขนมปังขาว พบว่า การเพิ่มปริมาณใยอาหารจากเปลือกทุเรียนโดยการทดแทนส่วนของแป้งในขนมปังในระดับที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มจะที่ทำให้ปริมาตรของขนมปังลดลง มีสีคล้ำมากขึ้น มีเนื้อสัมผัสนิ่มลง เหนียวเหนอะเพิ่มขึ้น และยืดหยุ่นตัวลดลง จากการรายงานของ H.M.A. Al-Sayed and A.R. Ahmed (2013) ได้ทำการศึกษา การใช้ประโยชน์จากเปลือกแตงโม และเปลือกแตงเมลอน ที่เป็นแหล่งของใยอาหารและสารต้านออกซิเดชั่นในเค้ก จากการศึกษาพบว่า ใช้เปลือกแตงโมทดแทนแป้งสาลี โดยทำการทดแทนที่ 3 ระดับคือ ร้อยละ 2.5 5 และ 7.5 สำหรับเปลือกแตงเมลอนทดแทนไขมันที่ระดับ ร้อยละ 5 10 และ15 ในกระบวนการผลิตเค้ก ผลการทดลองรายงานว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยเปลือกแตงโมที่ระดับร้อยละ 5 มีระดับคะแนนการยอมรับสูงที่สุด และนอกจากนี้ การใช้ประโยชน์จากเปลือกแตงโม และเปลือกแตงเมลอนนั้นเป็นแหล่งของใยอาหาร และสารต้านออกซิเดชั่นที่ดี และนอกจากนี้ กุลนรี และกุลยา (2552) ได้ทำการศึกษาการใช้เปลือกมังคุดเป็นแหล่งใยอาหารในโดนัทเค้ก พบว่า การใช้เปลือกมังคุดเป็นแหล่งใยอาหารต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก โดยใช้เปลือกมังคุดผงที่เตรียมจากเปลือกมังคุดชั้นในทดแทนแป้งสาลีในสูตรโดนัทเค้กร้อยละ 0, 3, 5 และ 7 (โดยน้ำหนักแป้ง) พบว่าเมื่อใช้ปริมาณเปลือกมังคุดผงเพิ่มขึ้นโดนัทมีปริมาตรจำเพาะและค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มีค่าความยืดหยุ่นลดลง ($p>0.05$) และมีค่ามุมเฉดสีของเปลือกและเนื้อโดนัทลดลงด้วยซึ่งแสดงให้เห็นว่าโดนัทมีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น โดนัทเค้กที่เติมเปลือกมังคุดผงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 3 ได้คะแนนด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างจากโดนัทเค้กที่ไม่เติมเปลือกมังคุดผง และมีปริมาณใยอาหารทั้งหมด ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ และใยอาหารที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 20.59, 19.86 และ 50.56 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับโดนัทเค้กที่ไม่เติมเปลือกมังคุดผง นอกจากนี้โดนัทที่เติมเปลือกมังคุดยังประกอบด้วยแอนโทไซยานินและแทนนินซึ่งเป็นสารพฤกษเคมีที่มีสมบัติต้านการออกซิเดชัน

คณะผู้วิจัยเล็งเห็นถึงคุณสมบัติของแป้งเปลือกทุเรียนที่ยังไม่มีผู้ใดเห็นคุณค่า และประโยชน์ในการนำมาประกอบอาหาร คณะผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะนำแป้งเปลือกทุเรียนใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กทั้ง 3 ชนิด คือ เค้กเนยสด เค้กสปองค์ และเค้กชิฟฟ่อน โดยร่วมกับสวนชุมชนสวนทุเรียนคุณจันทนา จันทร์เลิศ ตำบลพลวง อำเภอคิชกูฏ จังหวัดจันทบุรี เพื่อใช้ส่วนเปลือกทุเรียนที่เหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เค้ก พร้อมบริโภคให้กับกลุ่มคน ทุกเพศ ทุกวัย ได้ต่อไป

**1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย**

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณแป้งเปลือกทุเรียนที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์เค้ก ได้แก่ เค้กเนยสด เค้กสปันจ์ และเค้กชิฟฟ่อน

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เค้กจากแป้งเปลือกทุเรียน

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เค้กจากแป้งเปลือกทุเรียน

1.2.4 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กจากเปลือกทุเรียน

1.2.5 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กจากเปลือกทุเรียนสู่ชุมชน

**1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.3.1 ด้านวิชาการ ข้อมูลองค์ประกอบทางเคมี คุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของผลิตภัณฑ์เค้กที่มีการเติมแป้งเปลือกทุเรียน จัดเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กที่ดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคเป็นการเพิ่มทางเลือกในการบริโภคผลิตภัณฑ์จากเปลือกทุเรียน รวมทั้งส่งเสริมการแปรรูปอาหารจากแป้งเปลือกทุเรียนซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจให้มีความหลากหลายมากขึ้น

1.3.2 ทราบแนวทางในการนำวัตถุดิบมาเพิ่มมูลค่าสูงสุด ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เค้กจากแป้งเปลือกทุเรียน ที่เหลือทิ้ง

1.3.3 สามารถผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งเปลือกทุเรียนที่เหลือทิ้งซึ่งเป็นเพิ่มรายได้ให้กับชุมชน

1.3.4 ลดทรัพยากรที่เหลือทิ้งของชุมชน และเป็นอีกทางเลือกในการเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรและชุมชน

1.3.5 ผลิตภัณฑ์เค้กที่มีการเติมแป้งเปลือกทุเรียน อาจมีประโยชน์ด้านสุขภาพของผู้บริโภคหลังจากที่เติมแล้ว อาจทำให้มีใยอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งใยอาหารมีส่วนช่วยให้ระบบทางเดินอาหารดีขึ้น

**1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย**

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ใช้เปลือกทุเรียนที่เหลือทิ้งจากการตัดแต่งเอาเนื้อออก จากโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาศักยภาพแป้งเปลือกทุเรียนที่เหลือทิ้งมาแปรรูป เพื่อเพิ่มมูลค่าของเปลือกทุเรียน ลงในผลิตภัณฑ์เค้ก 3 ชนิด คือ เค้กเนยสด เค้กสปองค์ และเค้กชิฟฟ่อน ให้เป็นที่น่าสนใจ โดยการใช้เปลือกทุเรียนสายพันธุ์ชะนี

## 1.5 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

# บทที่ 2

# ตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1.1 ทุเรียน

ทุเรียนมีชื่อสามัญว่า durian จัดอยู่ในวงศ์ (family) Bombacaceae ซึ่งเป็นวงศ์ที่พบอยู่ในทวีปอเมริกาใต้และเอเชีย จัดอยู่ในสกุล (genera) Durio ซึ่งมีลักษณะที่เด่นคือ มีเมล็ดที่ใหญ่และเนื้อหุ้มเมล็ดที่นุ่ม ในสกุลดังกล่าวมีอยู่ทั้งหมด 27 ชนิด (species) จาก 27 ชนิดดังกล่าวมีเพียง 6 ชนิด ที่ให้ผลใช้รับประทานได้ ทุเรียนจัดอยู่ใน species zibethinus Murray ซึ่งเป็นพืชที่สำคัญที่สุดที่นิยมปลูกเป็นการค้า ทุเรียนมีแหล่งกำเนิดอยู่ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แถบเกาะสุมาตราและเกาะบอร์เนียวของอินโดนีเซีย นิยมปลูกกันมากใน ศรีลังกา อินเดีย พม่า ไทย เขมร เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ มีพืชร่วมวงศ์ที่สำคัญได้แก่ จิ้วป่า จิ้ว นุ่น การปลูกทุเรียนในเมืองไทยมีการปลูกอยู่เกือบทุกภาค เช่น ภาคเหนือที่ อุตรดิตถ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ นครพนม ภาคกลางที่ นนทบุรี อยุธยา ลพบุรี และสระบุรี ภาคใต้ที่สำคัญได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นราธิวาส และตรัง ภาคตะวันออกที่สำคัญได้แก่ จันทบุรี ระยอง ปราจีนบุรี และตราด จากสถิติการเพาะปลูกการเพาะปลูกทุเรียนในไทย ภาคตะวันออกเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญของประเทศ ซึ่งผลผลิตจะออกในช่วงเดือน พฤษภาคม – มิถุนายน ส่วนทุเรียนทางภาคใต้จะออกในช่วงเดือน กรกฎาคม - สิงหาคม ของทุกปี

#### 2.1.1.1 การจัดจำแนกทุเรียน

จากการรายงานของปราโมช (2556) พบว่า การศึกษาและรวบรวมพันธุ์ทุเรียนในประเทศ มีการจัดจำแนกทุเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม คือ กลุ่มกบ กลุ่มลวง กลุ่มก้านยาว กลุ่มกำปั่น กลุ่มทองย้อย และกลุ่มเบ็ดเตล็ด แต่ในเบื้องต้นยังไม่มีหลักฐานการจดบันทึกลักษณะที่ใช้จัดจำแนก ต่อมากรม-วิชาการเกษตร จึงได้มีการศึกษาเพิ่มเติมและกำหนดแนวทางในการจำแนกทุเรียนไทยอย่างเป็นระบบโดยการศึกษาลักษณะของทรงใบ ปลายใบ ฐานใบ ทรงผล และหนามผล ซึ่งเป็นลักษณะที่ค่อนข้างจะคงที่ และได้ใช้ลักษณะดังกล่าวจำแนกทุเรียนไทยออกเป็น 6 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนพันธุ์ที่รวบรวมได้แตกต่างกันดังนี้

1) กลุ่มกบ มี จำนวน 46 พันธุ์ ได้แก่ กบแม่เฒ่า กบเล็บเหยี่ยว กบตาขำ กบพิกุล กบวัดกล้วย กบชายน้ำ กบสาวน้อย (กบก้านสั้น) กบสุวรรณ กบเจ้า

คุณ กบตาท้วม (กบดำ) กบตาปุ่น กบหน้าศาล กบจำปา (กบแข้งสิงห์) กบเบา กบรัศมี กบตาโห้ กบตาแจ่ม กบทองคำ กบสีนาค กบทองก้อน กบไว กบงู กบตาเฒ่า กบชมพู กบพลเทพ กบพวง กบวัดเพลง กบก้านเหลือง กบตานวล กบตามาก กบทองเพ็ง กบราชเนตร กบแก้ว กบตานุช กบตามิตร กลีบสมุทร กบตาแม้น การะเกด กบซ่อนกลิ่น กบตาเป็น กบทองดี กบธีระ กบมังกร กบลำเจียก กบหลังวิหาร และกบหัวล้าน

2) กลุ่มลวง มีจำนวน 11 พันธุ์ ได้แก่ ลวงทอง ลวงมะรุม ชะนี ชะนีกิ่งม้วน ชมพูศรี ย่ำมะหวาด สายหยุด ชะนีก้านยาว ชะนีน้ำตาลทราย มดแดง และสีเทา
3) กลุ่มก้านยาว มีจำนวน 8 พันธุ์ ได้แก่ ก้านยาว ก้านยาววัดสัก (เหลืองประเสริฐ) ก้านยาวสีนาค ก้านยาวพวง ก้านยาวใบด่าง ทองสุก ชมภูบาน และ ต้นใหญ่
4) กลุ่มกำปั่น มีจำนวน 13 พันธุ์ ได้แก่ กำปั่นเดิม (กำปั่นขาว) กำปั่นเหลือง (เจ้ากรม) กำปั่นแดง กำปั่นตาแพ กำปั่นพวง ชายมะไฟ ปิ่นทอง เม็ดในกำปั่น เหรา หมอนเดิม หมอนทอง กำปั่นบางสีทอง และลุงเกตุ
5) กลุ่มทองย้อย มีจำนวน 14 พันธุ์ ได้แก่ ทองย้อยเดิม ทองย้อยฉัตร ฉัตรฉัตรสีนาค ฉัตรสีทอง พวงฉัตร ทองใหม่ นมสวรรค์ ทับทิม ธรณีไหว นกหยิบ แดงรัศมี อีอึ่ง และอีทุย
6) กลุ่มเบ็ดเตล็ด มีจำนวน 80 พันธุ์ ได้แก่ กะเทยเนื้อขาว กระดุมทอง กระปุกทอง (กระปุกทองดี) ขุนทอง แดงช่างเขียน แดงสาวน้อย ตะโก (ทองแดง) ทองคำตาพรวด นกกระจิบ เป็ดถบ พวงมณี ยินดี สีไพร หางสิงห์ อินทรชิต อียักษ์ ทองนพคุณ นมสด ฟักข้าว เม็ดในกระดุม เมล็ดพงษ์พันธุ์ เมล็ดสม ลวงเพาะเมล็ด สาเก หมอนละอองฟ้า เหมราช ไอ้เม่น กะเทยเนื้อแดง กระดุมสีนาค ก้อนทอง จอกลอย แดงตาน้อย ดาวกระจาย ตุ้มทอง ทองม้วน บาตรทองคำ (อีบาตร) ฝอยทอง เม็ดในยายปราง ไอ้ใหม่ สาวชมเห็ด เหรียญทอง อีล่า อีหนัก ทองหยอด เนื้อหนา พื้นเมืองเกาะช้าง เม็ดในก้านยาว เมล็ดเผียน เมล็ดอารีย์ ลุงไหล สาวใหญ่ หลงลับแล เหลืองทอง กะเทยขั้วสั้น กะเทยเนื้อเหลือง กระโปรงทอง เขียวตำลึง ชายมังคุด แดงตาเผื่อน ตะพาบน้ำ ทศพิณ ทองคำ บางขุนนนท์ พวงมาลัย เม็ดในบางขุนนนท์ สีทอง สาวชมฟักทอง (ฟักทอง) ไอ้เข้ อีลีบ ตอสามเส้า ทองหยิบ โบราณ มะนาว เม็ดในลวง เมล็ดลับแล ย่ามแม่หวาด ลูกหนักหมอนข้าง ห้าลูกไม่ถึงผัว และอีงอน

**2.1.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์**

ทุเรียนเป็นไม้ยืนต้นอาจสูงได้ถึง 20-40 เมตร แต่ถ้าปลูกจากกิ่งตอนต้นจะเตี้ยกว่าโดยอาจจะสูงประมาณ 8-12 เมตร ต้นเป็นทรงปิรามิดหรือกรวยคว่ำ มีกิ่งด้านล่างของทรงต้นค่อนข้างมากกว่าด้านบน ใบเป็นใบเดี่ยว (simple) เรียงตัวแบบสลับ (alternate) อยู่บนกิ่งมักจะมีรูปร่างยาวรี (oblong) หรือเป็นวงรี (elliptic) ยาวประมาณ 8-20 เซนติเมตร กว้างประมาณ 4-6 เซนติเมตร ด้านบนของใบจะมีเขียวอ่อนหรือเขียวเข้ม แต่ด้านล่างของใบจะมีสีเหลือบออกน้ำตาลแดง

ผลทุเรียนเป็นผลเดี่ยว (simple) จัดเป็นชนิดผลแบบแคบซูล (capsule) มีเปลือก (rind) หนาและแข็งสีน้ำตาลอ่อนมีหนาม (spine) แหลมทรงปิรามิดรอบผล ทรงผลมีหลายแบบเช่น กลม (rounded) กลมรี (oval) กลมแป้น (oblate) ทรงกระบอก (cylindroidal) รูปรี (elliptic) รูปไข่ (ovate) รูปไข่กลับ (obovate) และทรงขอบขนาน (oblong) ดังภาพที่ 1 ผลเจริญมาจาก 1 รังไข่ แต่แบ่งเป็น 3-5 ช่อง (compartment) ซึ่งผนังภายในช่องจะเป็นมันเรียบ แต่ละช่องจะมี 1-6 เมล็ด เนื้อ (aril) ที่รับประทานได้มีประมาณ 20-35% ของน้ำหนักผล สีเนื้อขึ้นอยู่กับพันธุ์ ส่วนมากมีสีเหลืองอ่อนถึงเหลืองเข้มและมีกลิ่นแรง กลิ่นส่วนใหญ่มาจากส่วนประกอบของ thiols, esters, hydrogen sulphide และ diethyl sulphide การไว้ผลต่อต้นจะขึ้นอยู่กับขนาดต้นซึ่งจะไว้ผลประมาณ 50-150 ผล/ต้น การเจริญเติบโตของผลเป็นแบบ simple sigmoid curve การพัฒนาของผลใช้เวลาประมาณ 90-150 วันหลังดอกบาน โดยจะสะสมน้ำหนักมากที่สุดในช่วง 50-80 วันหลังดอกบาน ลักษณะของใบ ช่อดอก และผลของทุเรียนแสดงไว้ในภาพที่ 1

ทุเรียนออกดอกเป็นกลุ่ม (clusters) โดยจะออกดอกเป็นกลุ่มครึ่งวงกลม (corymp, บางตำราว่าเป็น parnicle) กลุ่มละ 1-30 ดอก มีก้านดอกยาวประมาณ 5-8 เซนติเมตร ห้อยแขวนลงด้านล่าง มักออกดอกบนกิ่งหลักหรือบางครั้งจากลำต้นโดยตรง ต้นทุเรียนหนึ่งต้นสามารถออกดอกได้ประมาณ 20,000-40,000 ดอก/ฤดู ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบเลี้ยง (sepal) สีเขียวอมน้ำตาลหุ้มดอกอยู่รอบนอกโดยไม่มีรอยแบ่งกลีบเหมือนดอกไม้อื่น เมื่อดอกจะบานจึงจะแยกเป็น 2-3 กลีบ กลีบรอง (epicalyx) หรือที่ชาวสวนเรียกว่า หม้อตาล อยู่ถัดจากกลีบเลี้ยง มีสีขาวอมเหลืออ่อนและแบ่งเป็นกลีบ 5 กลีบ ตรงโคนเชื่อมติดกันเป็นกระเปาะ โป่งพองออกมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-5 เซนติเมตร ซึ่งจะเป็นส่วนรองน้ำหวานไว้ล่อแมลงเมื่อเวลาดอกบาน กลีบดอก (petal) สีขาว 5 กลีบ จะเห็นชัดเมื่ออยู่ในระยะกำไลที่ส่วนของกลีบดอกโผล่พ้นออกมาจากส่วนของกลีบเลี้ยงที่หุ้มอยู่ภายนอก ปลายของ Stigma จะนูนเป็นแฉก 5 แฉก ซึ่งมักจะเท่ากับจำนวนพู รังไข่มี 5 ช่อง (carpel) แต่ละ carpel มีประมาณ 5 เมล็ด ส่วนของรังไข่อยู่เหนือส่วนประกอบอื่นของดอก (superior ovary) เกสรตัวผู้มี 5 ชุดแต่ละชุดประกอบด้วยก้านชูเกสร (filament) ที่ยาว 5-8 อัน ส่วนของโคนก้านชูเกสรจะเชื่อมติดกันเป็นแผงอยู่ตรงโคนดอกถัดเข้ามาจากกลีบดอก อย่างไรก็ตามก้านชูเกสรเหล่านี้จะยังสั้น

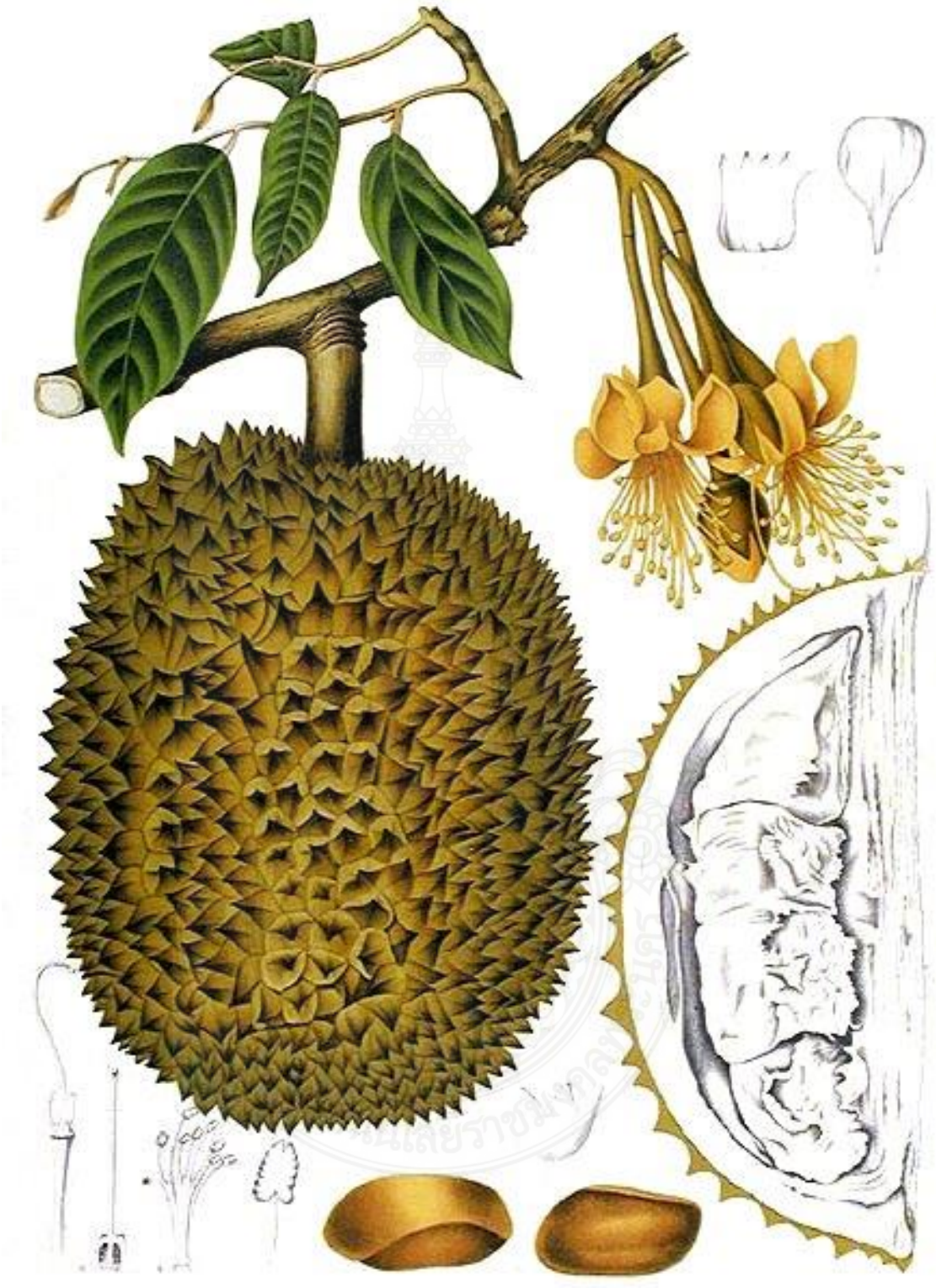
กว่าก้านชูเกสรตัวเมีย (style) ตามปกติเกสรเพศเมียจะพร้อมที่จะได้รับการผสมก่อนที่อับละอองเรณูจะแตกในเวลากลางคืน (20.00 น.) หลังจากการผสมเกสรกลีบดอก กลีบเลี้ยง เกสรตัวผู้จะร่วง และถ้าไม่ได้รับการผสมเกสร ยอดเกสรตัวเมียก็จะร่วงภายใน 3-7 วัน เนื้อ (aril) เป็นสีเหลือง มีกลิ่นแรง

ทุเรียน (durian) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Durio zibethinus Murr.*วงศ์ *Bombaceaceae* ชื่อท้องถิ่นภาคเหนือเรียก มะทุเรียน ภาคใต้เรียก เรียน มาเลเซียใต้เรียก ดูรียัน (กัวลาลัมเปอร์-เคดาห์) ดือแย (กลันตัน-ตรังกานู) คำว่าทุเรียนมาจากภาษามาเลย์ ดูริแปลว่าหนาม และเสียงเอียนทำให้คำดังกล่าวเป็นคำนาม ส่วนชื่อสปีชี่ส์มาจากชื่อวิทยาศาสตร์ของชะมดชนิดหนึ่ง Large Indian Civet (Viverra zibetha) ทุเรียนมีถิ่นกำเนิดบริเวณหมู่เกาะอินโดนีเซีย และแถบประเทศบรูไนและมาเลเซีย เป็นไม้ผลที่มีขนาด ผลใหญ่ มีหนามแหลม รสชาติหวานมัน ได้ชื่อว่าเป็นราชาของผลไม้ (King of the fruits) เป็นไม้ผลยืนต้น สูง 5-15 เมตร ทุเรียนมีใบเขียวตลอดปีเป็นใบเดี่ยวขนาดใหญ่เป็นคู่อยู่ตรงกันข้ามระนาบเดียวกัน ก้านใบกลมยาว 2-4 เซนติเมตร แผ่นใบรูปไข่แกมขอบขนานเรียบปลายใบ ใบเรียวแหลมยาว 10-18 เซนติเมตร ผิวใบเรียบลื่น มีไขนวล ใบด้านบนมีสีเขียว ท้องใบสีน้ำตาล เส้นใบด้านล่างนูนเด่นดอก เป็นดอกช่อ 3-30 ดอก เกิดตามลำต้นและกิ่ง เป็นดอกสมบูรณ์เพศทรงระฆังยาว 1-2 เซนติเมตร ดอกมีกลีบดอกห้ากลีบ มีสีขาวและมีกลิ่นหอม ผลเป็นผลสดเดี่ยว เปลือกผลสีเขียวมีหนามแหลม แตกตามแต่ละส่วนของผลเรียกเป็นพู เมื่อสุกจะมีสีน้ำตาลอ่อน ผลยาวได้ถึง 3 เซนติเมตร หนัก 1-3 กิโลกรัม เนื้อในจะนิ่มกึ่งอ่อนกึ่งแข็งมีสีขาว เมื่อสุกสีเหลืองมีรสหวาน เมล็ดกลมรีมีเยื่อหุ้มเปลือกสีน้ำตาลผิวเรียบ เนื้อในเมล็ดสีขาวมีรสฝาด ดอกทุเรียนมีขนาดใหญ่ มีน้ำหวานมาก ส่งกลิ่นหนักหอมเอียน เป็นลักษณะเฉพาะของดอกไม้ที่ถูกผสมเกสรโดยค้างคาวบางชนิดที่กินน้ำหวานและเกสรดอกไม้ งานวิจัยในประเทศมาเลเซียและประเทศไทยพบว่าทุเรียนส่วนใหญ่รับการผสมเกสรจากค้างคาวเล็บกุด (Eonycteris spelaea) ซึ่งเป็นค้างคาวถ้ำกินผลไม้ ปัจจุบันนี้ค้างคาวดังกล่าวมีจำนวนประชากรลดลงมากเนื่องจาก ถูกล่าและมีการระเบิดภูเขาหิน ทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยของค้างคาวดังกล่าวลดลง การลดจำนวนประชากรค้างคาวอาจมีผลต่อปริมาณผลทุเรียนที่เก็บเกี่ยวได้ในอนาคต ทุเรียนพันธุ์ต่างๆ มีชื่อเรียกและมีรหัสหมายเลขกำกับ เช่น กบ (D99) ชะนี (D123) ก้านยาว (D158) และหมอนทอง (D159) แต่ละสายพันธุ์มีรสและกลิ่นที่แตกต่างกัน ในประเทศไทยมีทุเรียนมากกว่า 200 สายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่ได้รับความนิยมใช้เป็นต้นตอมากที่สุดคือพันธุ์ชะนี เพราะทนต่อโรครากเน่าโคนเน่า พันธุ์ที่ปลูกในเชิงพาณิชย์มากที่สุดในประเทศไทยคือพันธุ์ชะนี กระดุมทอง หมอนทอง และก้านยาว ประเทศไทยส่งออกทุเรียนเกินกว่าร้อยละ 50 ของทุเรียนที่มีจำหน่ายในตลาดโลก ปริมาณการกินทุเรียนในตลาดโลกเมื่อ 10 ปีที่แล้วคือ 1.4 ล้านตัน ตลาดขยายไกลไปจนถึงญี่ปุ่น ออสเตรเลีย สหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา บางส่วนในรูปของผลิตภัณฑ์แช่แข็ง ทุเรียนมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันปี พ.ศ.2551 นักวิจัยของประเทศชิลีทำการทดสอบทุเรียน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ หมอนทอง ชะนี ก้านยาว พวงมณีและกระดุม ที่สุกเท่าๆ กัน เพื่อเลือกใช้เป็นอาหารเสริม พบว่าทุเรียนหมอนทอง ชะนี และพวง

มณี มีปริมาณโพลีฟีนอลรวม ฟลาโวนอยรวม แอนไซยานิน และฟลาวานอล มากกว่าที่พบในพันธุ์กระดุมและก้านยาวอย่างมีนัยสำคัญ การตรวจสอบด้วยเครื่องมือพบว่าพันธุ์หมอนทอง ชะนี และพวงมณีมีกรดคาเฟอิกและสารเควอเซติน เป็นสารหลัก การตรวจสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันพบว่าหมอนทอง ชะนี และพวงมณี มีความสามารถในการต้านออกซิเดชันสูงกว่าพันธุ์กระดุมและก้านยาว โดยการทดสอบด้วยวิธี FRAP, CUPRAC และ TEAC ผู้วิจัยจึงแนะนำให้พิจารณาใช้ทุเรียน 3 สายพันธุ์ดังกล่าวเป็นอาหารเสริมได้ ปีเดียวกันนี้นักวิจัยชาวโปแลนด์พบว่า ทุเรียนหมอนทองมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันดีกว่าพันธุ์ชะนีและก้านยาว และพบว่าทุเรียนหมอนทองมีฤทธิ์ลดไลพิดในพลาสม่าและคงปริมาณสารต้านออกซิเดชันในหนูไขมันสูงได้

ผลทุเรียนเป็นผลเดี่ยว (simple) จัดเป็นชนิดผลแบบแคบซูล (capsule) มีเปลือก (rind) หนาและแข็งสีน้ำตาลอ่อนมีหนาม (spine) แหลมทรงปิรามิดรอบผล ทรงผลมีหลายแบบเช่น กลม (rounded) กลมรี (oval) กลมแป้น (oblate) ทรงกระบอก (cylindroidal) รูปรี (elliptic) รูปไข่ (ovate) รูปไข่กลับ (obovate) และทรงขอบขนาน (oblong) ดังภาพที่ 1 ผลเจริญมาจาก 1 รังไข่ แต่แบ่งเป็น 3-5 ช่อง (compartment) ซึ่งผนังภายในช่องจะเป็นมันเรียบ แต่ละช่องจะมี 1-6 เมล็ด เนื้อ (aril) ที่รับประทานได้มีประมาณ 20-35% ของน้ำหนักผล สีเนื้อขึ้นอยู่กับพันธุ์ ส่วนมากมีสีเหลืองอ่อนถึงเหลืองเข้มและมีกลิ่นแรง กลิ่นส่วนใหญ่มาจากส่วนประกอบของ thiols, esters, hydrogen sulphide และ diethyl sulphide การไว้ผลต่อต้นจะขึ้นอยู่กับขนาดต้นซึ่งจะไว้ผลประมาณ 50-150 ผล/ต้น การเจริญเติบโตของผลเป็นแบบ simple sigmoid curve การพัฒนาของผลใช้เวลาประมาณ 90-150 วันหลังดอกบาน โดยจะสะสมน้ำหนักมากที่สุดในช่วง 50-80 วันหลังดอกบาน ลักษณะของใบ ช่อดอก และผลของทุเรียนแสดงไว้ในภาพที่ 2.1

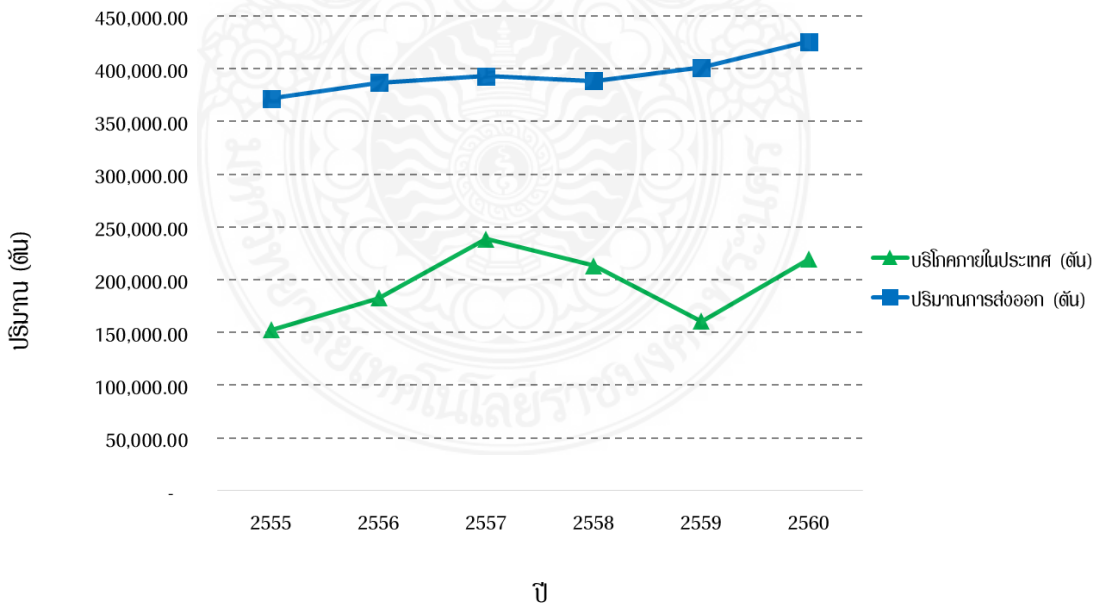
ทุเรียน (*Durio zibethinus Murr.*) เป็นผลไม้เขตร้อนที่มีลักษณะแตกต่างจากไม้ผลชนิดอื่นๆ ผลปกคลุมเต็มไปด้วยหนามทรงพิรามิด ผลประกอบด้วย 5 พู ภายในผลมีเนื้อและเมล็ดที่เจริญมาจากเยื่อหุ้มเมล็ดและเป็นส่วนที่ใช้รับประทาน รสชาติหวานมันมีคุณค่าทางอาหารสูง และมีกลิ่นเฉพาะตัวเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทุเรียนเป็นผลไม้ที่เจริญได้ดีในเขตร้อนชื้น อุณหภูมิ 24 – 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ประมาณ 70 – 80 เปอร์เซ็นต์ ฝนตกสม่ำเสมอ แหล่งปลูกทุเรียนในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่แถบตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ตราด ระยอง ชุมพร และสุราษฎร์ธานี (ทรงพล, 2531) ทุเรียนที่พบในประเทศไทย มีมากกว่า 100 พันธุ์ ซึ่งมีพันธุ์สำคัญที่นิยมปลูกสำหรับการบริโภคหรือการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศคือ พันธุ์หมอนทอง พันธุ์ชะนี พันธุ์ กระดุม พันธุ์กระดุมทอง และพันธุ์ก้านยาว



**ภาพที่ 2.1** ลักษณะของใบ ช่อดอก และผลของทุเรียน

**ที่มา :** คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, 2556

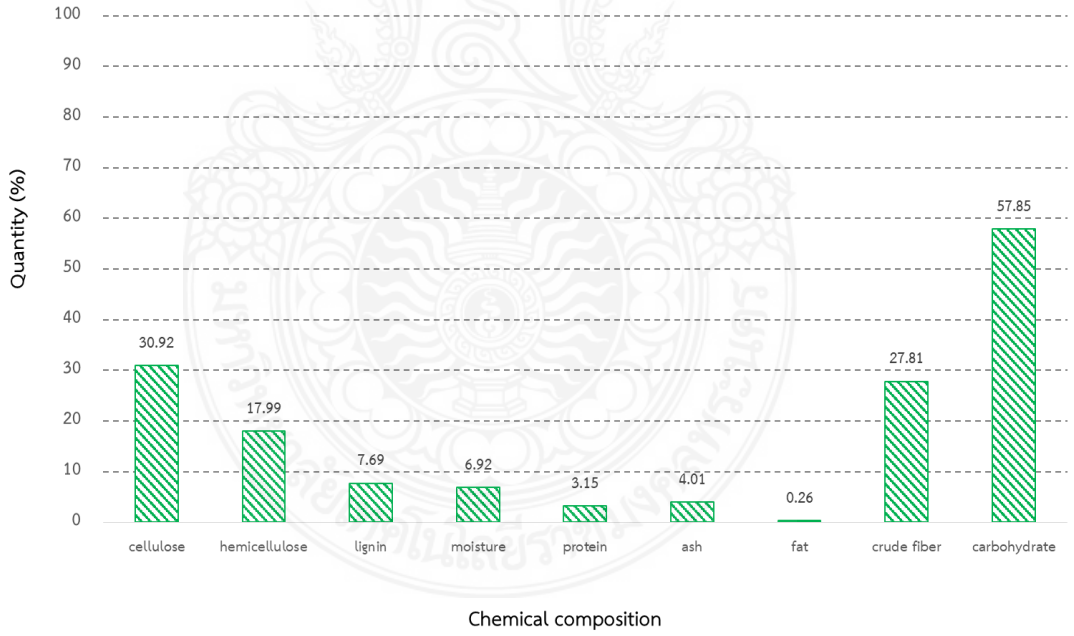
ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและผู้ส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก ซึ่งตลาดหลักสำคัญของไทยคือ ประเทศจีน โดยส่งออกในรูปทุเรียนสดประมาณร้อยละ 90 ของการส่งออกทั้งหมด ในปี 2555 – 2559 การส่งออกทุเรียนสดและผลิตภัณฑ์ของไทยเพิ่มขึ้นจาก 365,912 ตัน (คิดเป็นทุเรียนสด 371,946 ตัน) มูลค่า 7,167.28 ล้านบาท ในปี 2555 เป็น 394,795 ตัน (คิดเป็นทุเรียนสด 401,359 ตัน) มูลค่า 18,398.00 ล้านบาท ในปี 2559 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.53 และร้อยละ 28.23 ต่อปี ตามลำดับ แบ่งเป็น ทุเรียนสด ทุเรียกวน ทุเรียนแช่แข็ง และทุเรียนอบแห้ง ปี 2559 การส่งออกทุเรียนสดและผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นจาก 381,470 ตัน (คิดเป็นทุเรียนสด 388,522 ตัน)มูลค่า 15,563.24 ล้านบาท ในปี 2558 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.49 และร้อยละ 18.21 ตามลำดับ เนื่องจากความต้องการในตลาดต่างประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ราคาส่งออกทุเรียนสดและผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับสูง จูงใจให้ผู้ประกอบการส่งออกทุเรียนสด ทุเรียนแช่แข็งแบบแกะเปลือก และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มากขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2557) ปี 2560 คาดว่าจะมีเนื้อที่ให้ผล 595,896 ไร่ ผลผลิต 652,000 ตัน และผลผลิตต่อไร่ 1,094 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นจาก 578,861 ไร่ ผลผลิต 561,803 ตัน และผลผลิตต่อไร่ 971 กิโลกรัม ในปี 2559 ร้อยละ 2.94 ร้อยละ 16.05 และร้อยละ 12.72 ตามลำดับ เนื้อที่ให้ผลเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว เนื่องจากการขยายเนื้อที่ปลูกใหม่ปี 2555 เริ่มให้ผลผลิต ประกอบกับในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมาราคาที่เกษตรกรขายได้อยู่ในเกณฑ์ดี




**ภาพที่ 2.2** ปริมาณการบริโภคทุเรียนภายในประเทศและการส่งออก

**ที่มา :** ดัดแปลงจาก สำนักงานเศรษฐกิจเกษตร, 2557

Unhasirikul et. al., (2013) ทำการศึกษาการสกัดน้ำตาลจากเปลือกทุเรียนโดยการไฮโดรไลซ์ (ย่อย) ด้วยกรดซัลฟูริก ($H_2SO_4$) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) และกรดฟอสฟอริก ($H_3PO_4$) ที่ความเข้มข้น 0.5 ถึง 2.0% (v/v) เวลาในการย่อยสลายครั้งตั้งแต่ 15 ถึง 60 นาที ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการย่อยสลายของกรด (AHE) ด้วย $H_2SO_4$, HCl และ $H_3PO_4$ มีค่าเท่ากับ 72.15 ถึง 77.55, 70.78-80.99 และ 73.33-77.34 ตามลำดับ การไฮโดรไลซิสด้วย $H_2SO_4$ และ HCl มีผลทำให้ความเข้มข้นของ AHE น้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้น ในขณะที่การย่อยด้วย $H_3PO_4$ ไม่มีผลต่อค่าทั้งหมด เวลาในการย่อยไม่มีผลต่อ AHE น้ำตาลรีดิวซ์ และน้ำตาลทั้งหมด ในการย่อยด้วย $H_2SO_4$ และ HCl ในขณะที่การย่อยด้วย $H_3PO_4$ เวลาที่ใช้ย่อย AHE และน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลที่ถูกย่อยกำหนดด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวความดันสูงสูง (HPLC) ในการย่อย $H_2SO_4$ and HCl พบน้ำตาลกลูโครส ฟรุกโตส และไซโลส ในขณะที่การย่อยด้วย $H_3PO_4$ พบพบน้ำตาลกลูโครส ฟรุกโตส และนอกจากนี้ในเปลือกทุเรียนมีเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และองค์ประกอบเคมีอื่นๆ ดังภาพที่ 2.3




**ภาพที่ 2.3** องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียน

**ที่มา :** ดัดแปลงจาก Unhasirikul et. al., 2013

**2.1.2 ขนมเค้ก**

**2.1.2.1** ความหมายของเค้ก

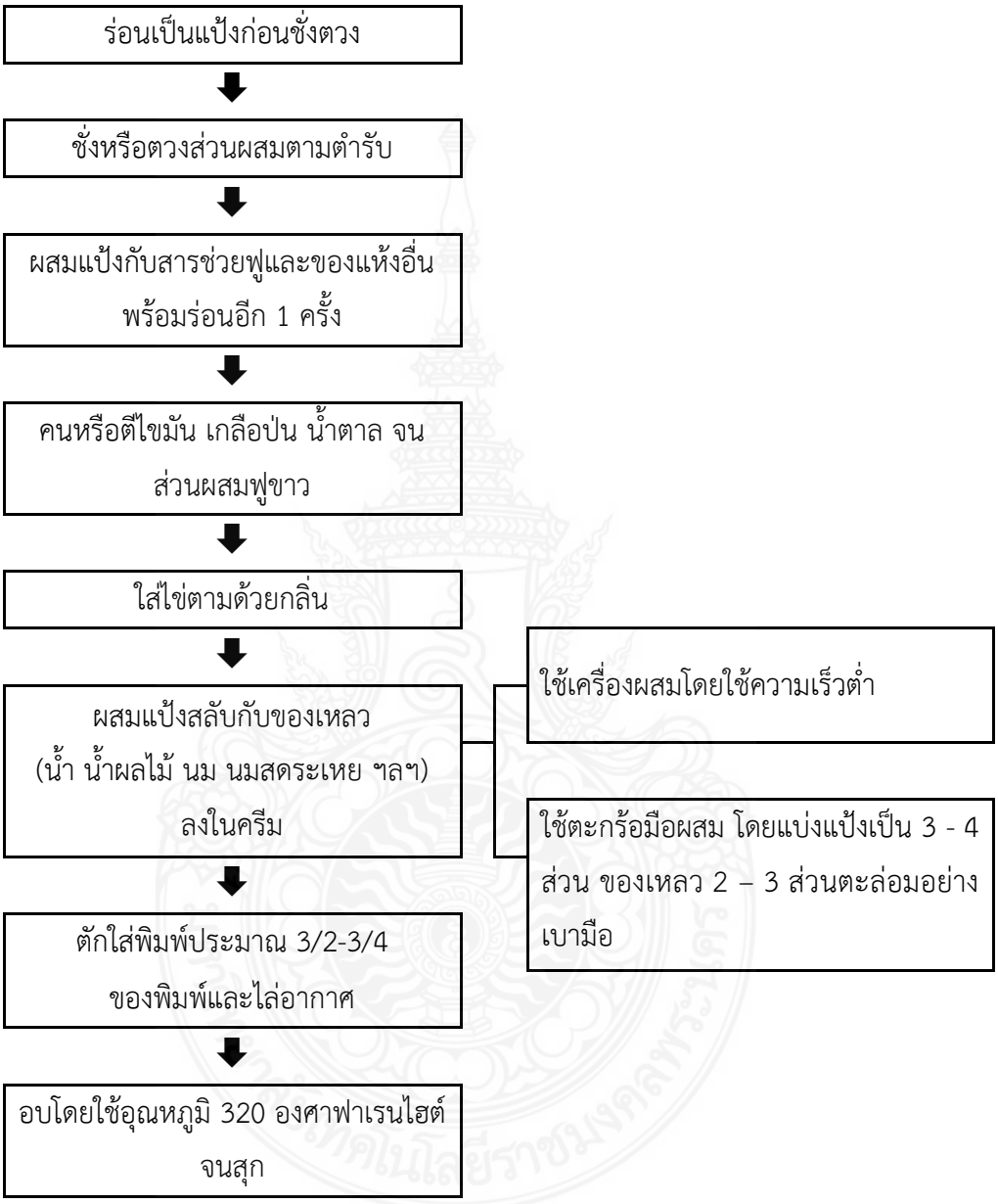
ได้ให้ความหมายของเค้กไว้ว่า เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่วๆ ไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามชนิดของเค้กที่จะทำ(จิตธนา และอรอนงค์, 2552)

ในขณะที่ ธีรนุช (2554) ได้ให้ความหมายของเค้กไว้ว่า เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรีที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และอื่นๆ เมื่อผสมรวมกันแล้วจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อนุ่มละเอียด เบา และมีกลิ่นหอม

Indrani and Rao (2006) ให้ความหมายไว้ว่า ได้จากการอบส่วนผสมของเหลวที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (batter) ที่ได้จากการผสมของ แป้งสาลี น้ำตาล ไข่ ไขมัน สารช่วยฟู เกลือ สิ่งที่ไม่ใช่นม นงผง กลิ่น และน้ำ เค้กที่มีปริมาณความชุ่มฉ่ำของน้ำตาล และไขมันสูง จะผลิตในระดับโรงงานอุตสาหกรรม เป็นส่วนใหญ่

Rinsky and Laura (2009) ให้ความหมายไว้ว่า โดยทั่วไปแล้วการผลิตการอบที่ดีทำให้เนื้อสัมผัส มีความเบานุ่ม มีขนาดรูปร่าง ตลอดจน กลิ่นรส ของเค้กปอนด์ เค้กนางฟ้า มีลักษณะที่ดีจนสามารถเสิร์ฟได้ และยังมีส่วนที่เสิร์ฟร่วมด้วยอีกคือ ครีมเนย ผลไม้ กานาชร์ และแยม ลักษณะของเค้กได้แก่ เค้กไขมันสูง เค้กไขมันต่ำ เค้กจากไข่ เค้กที่มีไขมันสูงจะมีความนุ่ม ชุ่มฉ่ำ ไม่แห้งกระด้าง และอายุการเก็บยังยาวนานขึ้นเพราะไขมัน พื้นฐานการผสมเค้กไขมันสูงมีอยู่ 3 วิธี คือ 1. วิธีการตีครีม (ภาพที่ 2.4) 2. วิธีการผสมขั้นตอนเดียว 3. วิธีการผสม 2 ขั้นตอน ส่วนเค้กที่มีไขมันต่ำ หรือเค้กจากไข่ บางคนอาจเรียก สปันจ์เค้ก จะใช้น้ำตาลกับไข่ตีให้ขึ้นฟู มี 3 วิธี คือ 1. วิธีเค้กนางฟ้า 2. วิธีสปันจ์ (ภาพที่ 2.5) 3. วิธีชิฟฟอน (ภาพที่ 2.6) หรือโฟมจากไข่ ส่วนผสมเค้กประกอบด้วย แป้งสาลี ของเหลว ไขมัน เป็นหลัก

จากความหมายของเค้กที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า เค้ก เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรีที่ทำจากแป้งสาลีชนิดโปรตีนต่ำ น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส มีการผสมอยู่ 3 วิธี ของเค้กที่มีไขมันสูง คือ การตีครีม ผสมขั้นตอนเดียว และผสม 2 ขั้นตอน เนื้อเค้กจะมีความชุ่มฉ่ำ ส่วนเค้กที่มีไขมันต่ำ มีวิธีการผสม 3 วิธีคือ วิธีเค้กนางฟ้า วิธีชิฟฟ่อน และวิธีสปันจ์ (เจตนิพัทธ์, 2559)

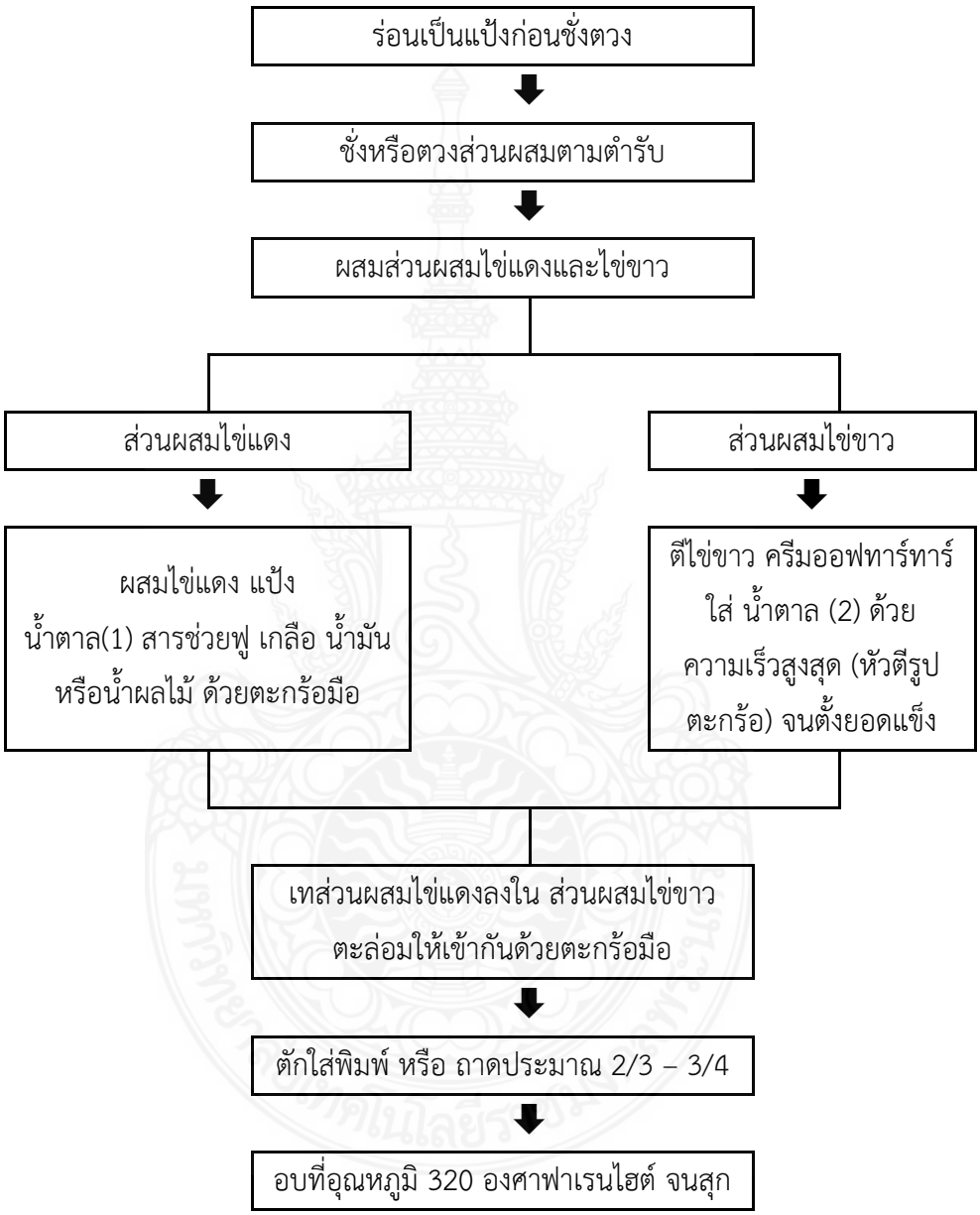



**ภาพที่ 2.4** ขั้นตอนการทำเค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลัก

**ที่มา :** เจตนิพัทธ์, 2559

**ภาพที่ 2.5** ขั้นตอนการทำเค้กที่มีไข่เป็นส่วนผสมหลัก

**ที่มา :** เจตนิพัทธ์, 2559




**ภาพที่ 2.6** ขั้นตอนการทำเค้กชิฟฟ่อน

**ที่มา :** เจตนิพัทธ์, 2559

**2.1.2.2 ส่วนประกอบของเค้ก**

ในงานวิจัยเรื่องนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาส่วนประกอบที่สำคัญของการทำเค้ก องค์ประกอบทางเคมี และสมบัติทางกายภาพ ดังต่อไปนี้

2.1.2.2.1 แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอร์รีทุกชนิดไม่มีแป้งชนิดอื่นใช้แทนแป้งสาลีได้ ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนิน และไกลอะดิน (Glutenin & Gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า “กลูเตน” (Gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากการอบ (จิตธนา และอรอนงค์, 2553)

1) ชนิดของข้าวสาลี

ข้าวสาลีที่นำมาโม่เป็นแป้งสาลีนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภทตามความแข็งแกร่ง และสีของเมล็ด จัดเป็นข้าวสาลีชนิดแข็ง (hard wheat) กับข้าวสาลีชนิดอ่อน (soft wheat) ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูง เหมาะสำหรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง แป้งชนิดนี้มีโปตีนที่มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ส่วนข้าวสาลีชนิดอ่อนเมื่อนำมาโม่ก็จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำแป้งจะมีความสามารถในการดูดน้ำได้ต่ำกว่าแป้งชนิดแข็งมีความทนทานต่อการผสมและการหมักต่ำเหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก และคุกกี้ แป้งสาลีที่ผลิตออกมาขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีนั้นมี 3 ชนิดที่สำคัญ คือแป้งขนมปัง แป้งเค้ก และแป้งอเนกประสงค์ ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติ และคุณลักษณะ รวมถึงการใช้ประโยชน์ต่างกัน

1.1) แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูงประมาณร้อยละ 12 – 14 โม่จากแป้งสาลีชนิดแข็งพวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีเปอร์เซ็นโปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้ คือ เมื่อถูกด้วยมือคล้ายมีกรวด หยาบเหมือนทราย มีสีครีม ไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่

เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์ทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้ก้อนโดพองตัวได้

1.2) แป้งอเนกประสงค์ มีโปรตีนปานกลางร้อยละ 10 – 11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในส่วนที่เหมาะสมในการผลิต ผลิตภัณฑ์หลายๆชนิดใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ขนมปังจืด และขนมปังหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตี้ ใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์ และผงฟู

1.3) แป้งเค้ก มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7 – 9 โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้ก คุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนเนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรกเมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อน และคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ฟูเท่านั้น ไม่ใช้ยีสต์ ซึ่งสารเคมี ได้แก่ ผงฟู เบคกิ้งโซดา เป็นต้น

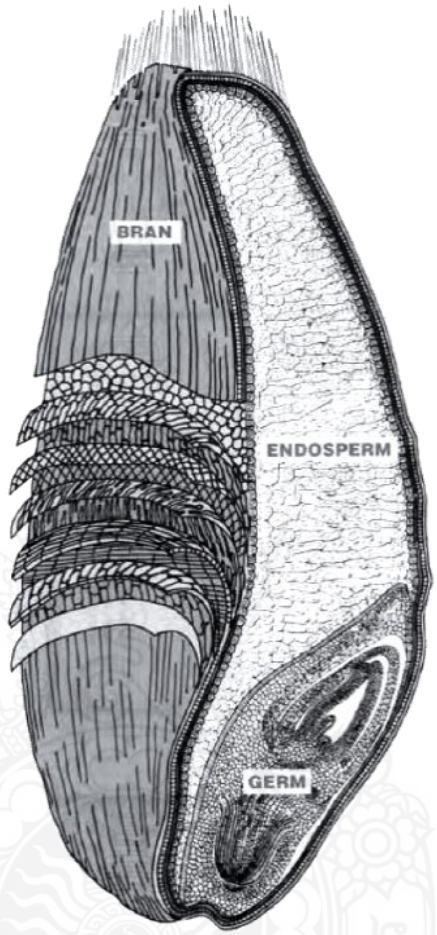
2) โครงสร้างของเมล็ดข้าวสาลีประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญ 3 ส่วน คือ (ดังภาพที่ 2.7)

2.1) รำ (Bran) เป็นส่วนแข็งที่อยู่ด้านนอกสุดของเมล็ด ประกอบด้วยเซลล์หลายชั้น มีอยู่ประมาณร้อยละ 14.2 ของเมล็ด

2.2) เอนโดสเปอร์ม (Endosperm) เป็นส่วนที่อยู่ตอนกลางของเมล็ด ประกอบด้วยเมล็ดสตาร์มากมาย มีโปรตีนที่ทำให้เกิดกลูเตนอยู่ด้วย มีอยู่ประมาณร้อยละ 38 ของเมล็ด

2.3) คัพภะ หรือจมูกข้าว (Embryo or Germ) เป็นส่วนที่อยู่ตอนกลางของเมล็ด และเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ต่อไป เมื่อเมล็ดได้รับอุณหภูมิ และความชื้นที่เหมาะสม

ประกอบด้วยไขมันเป็นส่วนใหญ่ และมีวิตามิน แร่ธาตุ อยู่บ้าง ส่วนนี้จะมีอยู่ประมาณร้อยละ 2-5 ของเมล็ด




**ภาพที่ 2.7** โครงสร้างเมล็ดข้าวสาลี
**ที่มา :** ดัดแปลงจาก Figoni, 2008

ในการผลิตแป้งสาลีที่ออกมาขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์เบเกอร์รีนั้น ทั้งส่วนที่เป็นรำ ชั้นของแอลลูโลน ซึ่งอยู่ถัดจากชั้นของรำเข้าไปและจมูกข้าวจะถูกขัดสีออกไป เนื่องจากในส่วนของรำนั้นจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่ร่างกายย่อยไม่ได้ เป็นพวกกาก รวมทั้งชั้นแอลลูโลนด้วย ส่วนจมูกข้าวนั้นมีปริมาณไขมันสูง ถ้ามีอยู่ในแป้งก็จะมีผลต่อคุณภาพในการเก็บของแป้ง ทำให้แป้งมีกลิ่นหืนได้ โดยทั่วไปแล้ว ข้าวสาลีชนิดแข็งจะมีโปรตีนสูงกว่าข้าวสาลีชนิดอ่อน สำหรับแป้งขนมปังจะมีโปรตีนเกินร้อยละ 10.5 ขึ้นไป ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี และจะมีเถ้าร้อยละ 0.4 แป้งขนมปังควรมีการดูดซึมน้ำได้สูง และมีความทนทานต่อการผสมได้ดี ซึ่งหมายถึงว่าสามารถยืดเวลาการผสมได้โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ส่วนแป้งเค้กควรมีโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 10 และมีเถ้าร้อยละ 0.4 มีการดูดซึมน้ำได้ต่ำ

2.1.2.2.2 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน มีลักษณะเป็นผลึก สามารถละลายน้ำได้ดี โดยทั่วไปหมายถึง ซูโครส (sucrose) ดังภาพที่ 2.8 ที่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งสีขาว น้ำตาลเป็นสารเพิ่มความหวานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขนมหวาน และเครื่องดื่ม ในทางการค้าน้ำตาลผลิตจาก อ้อย(Sugar cane) ต้นตาล (Sugar Palm) ต้นมะพร้าว (Coconut Palm) ต้นเมเปิ้ลน้ำตาล (Sugar Maple) และ หัวบีท (Sugar Beet) น้ำตาลที่มีองค์ประกอบทางเคมีแบบง่ายที่สุด หรือ โมโนแซคคาไรด์ เช่น กลูโคส มีสูตรโครงสร้างอย่างง่าย คือ $C_6H_{12}O_6$ ดังภาพที่ 2.8 เป็นที่เก็บพลังงาน ที่จะต้องใช้ในกิจกรรม ทางชีววิทยา ของเซลล์ น้ำตาลเป็นอาหารที่ให้พลังงานที่สำคัญที่สุดของร่างกาย อย่างไรก็ตามน้ำตาลมีทั้งคุณและโทษ การบริโภคน้ำตาลต้องระวังให้พอเหมาะ ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ขึ้นกับปัจจัยหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน (Brown, 2011)

1) ประเภทของน้ำตาล

น้ำตาลสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1.1) น้ำตาลที่ตกผลึก

น้ำตาลที่ตกผลึก ได้แก่ น้ำตาลทราย ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ผลิตจากอ้อย ส่วนในประเทศแถบเมืองหนาวนั้นจะใช้หัวบีทแทนอ้อย ในการผลิตน้ำตาลทรายที่เห็นกันอยู่ในตลาดนั้น จะมีอยู่ด้วยกัน 2 สี คือ สีขาวนั่นก็เพราะได้เพิ่มกระบวนการฟอกสีเข้าไปในขั้นตอนการผลิต น้ำตาลมีสีขาวเป็นเกล็ดใส และจะมีลักษณะที่ค่อนข้างแข็ง ละลายน้ำยาก อีกชนิดหนึ่งที่พบได้ก็คือ น้ำตาลที่มีออกแดงปนน้ำตาล หรือที่เรียก “น้ำตาลทรายแดง” เป็นน้ำตาลที่ไม่ได้ฟอกสีทำให้มีสีธรรมชาติของน้ำตาล มีสิ่งเจือปนค่อนข้างมาก คนไม่นิยมใช้ เพราะสีไม่สวยแต่ยังใช้ทำขนมบางชนิดอยู่ นอกจากนี้ยังสามารถนำน้ำตาลทรายมาแปรรูปจนกลายเป็นน้ำตาลชนิดต่างๆ เพื่อเหมาะกับวัตถุประสงค์ในการประกอบอาหารแต่ละชนิดต่อไปอีก ดังนี้

1.1.1) น้ำตาลผง หรือที่รู้จักในนามของน้ำตาลไอซิ่ง เกิดจากการนำเอาน้ำตาลทรายขาวมาบดละเอียด จากนั้นเติมแป้งลงไปร้อยละ 3

1.1.2) น้ำตาลทรายป่น จะมีลักษณะที่หยาบกว่าน้ำตาลทรายผง และจะไม่ผสมแป้งลงไปเหมือนกับน้ำตาลทรายผง

1.1.3) น้ำตาลก้อน เกิดจากการนำเอาน้ำตาลทรายขาวมาอัดให้เป็นก้อนสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ แล้วทำให้แห้งโดยการไล่ความชื้นออกไป

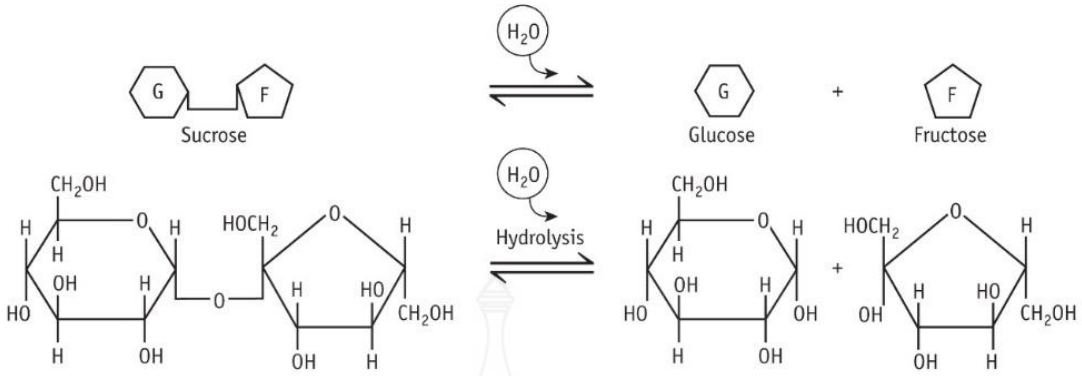
1.2) น้ำตาลไม่ตกผลึก

น้ำตาลไม่ตกผลึก ได้แก่ น้ำตาลสด น้ำตาลโตนด น้ำตาลมะพร้าว ซึ่งนิยมนำมาทำขนมไทย ประเภท เชื่อม แกงบวด น้ำเชื่อมข้นเคลือบขนม

1.2.1) น้ำตาลสด เมื่อเคี่ยวน้ำตาลจนเดือดแล้ว ใส่สารเบนโทไนต์ เพื่อให้น้ำตาลสดตกตะกอนใส (สารเบนโทไนต์ 1 ช้อนโต๊ะ : น้ำตาลสด 20 กิโลกรัม) ต้มน้ำตาลให้เดือด อีก 10 นาทีเคี่ยวจนให้ได้ความหวาน 12 องศาบริกซ์ ยกลงทิ้งไว้ให้เย็น นำมากรอง และบรรจุในขวดที่ฆ่าเชื้อ

1.2.2) น้ำตาลหม้อ หรือน้ำตาลปี๊บ ทำได้โดยเคี่ยวน้ำผึ้งที่ได้ต่อไปอีก โดยลดไฟอ่อนลง ใช้พายกวน เวลาในการเคี่ยวประมาณ 45 – 60 นาที น้ำตาลที่ได้จะข้นเหนียว ยกลงและใช้เครื่องตีตีน้ำตาลเพื่อให้เย็นลงและเปลี่ยนลักษณะจากใสเป็นขาวขุ่น จากนั้นใช้ไม้ตีน้ำตาลอีกรอบก่อนเทลงปี๊บ เมื่อน้ำตาลเย็นตัวลงจึงเทใส่ปี๊บ หรือภาชนะที่ต้องการ (น้ำตาลใส 7 ปี๊บ กวนได้น้ำตาลปี๊บประมาณ 1 ปี๊บ หรือน้ำตาล สด 5 ลิตร กวนได้น้ำตาลปี๊บหนัก 1 กิโลกรัม)

1.2.3) น้ำตาลปึก ทำได้โดยเคี่ยวน้ำตาลให้ข้นลงอีกเหลือประมาณ 1 ใน 8 และต้องใช้ไม้กลมขนาดเท่าข้อมือ ยาวประมาณ 50 เซนติเมตร กวนน้ำตาลปี๊บ เพื่อให้แข็งเร็วขึ้น เมื่อได้ที่แล้วตักน้ำตาลขณะร้อน ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องที่เตรียมไว้ โดยมีผ้าขาวบางรองไว้ข้างใน เมื่อน้ำตาลในถ้วยเย็นลงจึงเอาออกจากถ้วย เก็บไว้เป็นงบๆ (2 ปึกประกบกัน เรียกน้ำตาล 1 งบ น้ำตาล 1 ปึกจะหนัก 1 กิโลกรัม)




**ภาพที่ 2.8** สูตรโครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลซูโครส
**ที่มา** : Brown, 2011

2) หน้าที่ของน้ำตาล

2.1) ความหวานของน้ำตาล น้ำตาลเป็นสารที่ให้ความหวานและมีคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive Sweetener) รสหวานของน้ำตาลเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากรสอื่นเจือปน การที่เรารู้รสหวานนั้นเกิดจากต่อมลิ้นบริเวณปลายลิ้นด้านบน วัตถุประสงค์หลักของการใส่น้ำตาลในอาหารคือการให้ความหวาน โดยทั่วไปนิยมน้ำตาลทรายเพราะความหวานสูง ราคาถูก เมื่อเทียบกับน้ำตาลอื่นๆ (Figoni, 2008)

2.2) การละลาย น้ำตาลทั่วไปที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมักจะละลายน้ำได้ดี ตามปกติจะละลายได้ร้อยละ 30 – 80 ปริมาณที่ละลายได้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ซึ่งการละลายได้จะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

2.3) การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหาร ในการเตรียมอาหารแปรรูป และการเก็บรักษาอาหารบางชนิดจะพบว่ามีสารสีน้ำตาลเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ตามปกติจะพบว่าอาหารเหล่านี้มีน้ำตาลซึ่งเป็นตัวการสำคัญในปฏิกิริยาเคมีนี้เป็นส่วนประกอบ สารเคมีที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีดำ แต่ส่วน

ใหญ่จะเป็นสีน้ำตาล กลิ่นรสของอาหารจะเปลี่ยนไป (Figoni, 2008) การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหารจะเร็วขึ้น หากอาหารมีไนโตรเจน โดยเฉพาะสารประเภทเอมีน ปฏิกิริยาเริ่มต้นเป็นปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มคาร์บอนนิลของน้ำตาล (-CO) และกลุ่มอะมีน (-NH2) เกิดอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงกว่า 112 ℃ หรือที่ pH สูงกว่า 7 ของกรดอะมิโนมักจะเกิดขึ้นในอาหารแห้ง หรือเข้มข้นมีปริมาณน้ำน้อย

2.4) การดูดและการเก็บรักษาความชื้นโดยน้ำตาล สมบัติของน้ำตาลด้านการดูด และเก็บรักษาความชื้น มีความสำคัญต่อเนื้อสัมผัส และความคงทนในการเก็บรักษาลักษณะของอาหารบางชนิด การดูดความชื้นน้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันด้านความสามารถในการดูดความชื้นจากบรรยากาศ ฟรุคโตสเป็นน้ำตาลดูดความชื้น ได้ดีมาก รองลงมา เด็กซ์โตส ซูโครส มอลโตส และแล็กโตส คุณสมบัติด้านนี้ของน้ำตาลมีส่วนช่วยให้อาหารที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบนุ่ม และชื้นในด้านการเก็บรักษาความชื้น ความสามารถในการเก็บรักษาความชื้นของน้ำตาลเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดูดความชื้น โดยทั่วไปการเก็บรักษาความชื้นของน้ำตาล หมายถึง การที่น้ำตาลนั้นสามารถยึดความชื้นไว้โดยไม่ออกสู่บรรยากาศ คุณสมบัติอันนี้เป็นประโยชน์ต่อการที่จะช่วยให้ขนมเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่แห้ง หรือแข็ง เสียลักษณะที่ต้องการเร็วเกินไป (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

3) การเลือกซื้อน้ำตาลทราย

การเลือกซื้อน้ำตาลทราย พิจารณาดูความสะอาด เช่น ไม่มีเศษผง หรือแป้งเจือปนมากับน้ำตาล เลือกซื้อน้ำตาลทรายที่สีไม่ขาวจัดมาใช้ ถ้าหากว่าสีของน้ำตาลไม่มีผลทำให้สีขนมเปลี่ยนไป เพราะน้ำตาลที่มีสีขาวไม่จัดจะราคาถูกกว่าชนิดที่ขาวจัด และเลือกซื้อน้ำตาลชนิดต่างๆ ให้ตรงกับที่จะใช้ประกอบอาหาร (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

**ตารางที่ 2.1** คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว 100 กรัม

| คุณค่าทางโภชนาการ | ปริมาณ |
|---|---|
| พลังงาน (Kcal.) | 387 |
| โปรตีน (gm) | 0 |
| ไขมัน (gm) | 0 |
| คาร์โบไฮเดรต (gm) | 100 |
| แคลเซียม (mg) | 0 |
| ฟอสฟอรัส (mg) | 0 |
| เหล็ก (mg) | 0 |
| ไนอะซิน (mg) | 0 |

**ที่มา** : Gebhardt and Robin, 2002

2.1.2.2.3 เกลือ

เกลือที่ใช้ปรุงอาหารมีชื่อทางเคมีว่า โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride) มีสูตร NaCl ในเกลือที่ไม่มีความชื้นอยู่เลยจะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 95.5 - 98.5 และมีสารอื่นเจือปนในปริมาณน้อย เช่น แมกนีเซียม(Mg) แคลเซียม(Ca) และ ซัลเฟต(SO4) เกลือโซเดียมคลอไรด์มีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากราคาถูกและใช้ได้หลากหลายทั้งในการปรุงอาหารและถนอมอาหาร ในอดีตมีการใช้เกลือในด้านอื่นด้วย เช่น รักษาแผลและผสมปรุงยา เกลือจึงเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิต หลายประเทศเคยมีการเก็บส่วยเกลือ สำหรับในด้านการแพทย์ เกลือแยกออกเป็นโซเดียมกับคลอไรด์ โซเดียมเป็นอิเลคโตรไลท์ที่สำคัญในการควบคุมความเข้มข้นของของเหลวภายนอกเซลล์และการกระจายของน้ำในร่างกายให้เกิดความสมดุล และมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ควบคุมการเต้นของหัวใจและชีพจร การส่งสัญญาณของระบบประสาทควบคุมสมดุลของกรดและด่างในเลือด สำหรับคลอไรด์เป็นส่วนสำคัญของกรดเกลือที่ใช้ย่อยอาหาร เกลือโซเดียมคลอไรด์มีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากราคาถูกและใช้ได้หลากหลายเพื่อเป็นเครื่องปรุงรส หรือใช้เพื่อการถนอมอาหาร เช่น การหมักเกลือ (salt curing) ช่วยลดแอคทิวิตี้ของน้ำ (water activity) ทำให้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) อาหารที่มีปริมาณเกลือสูง ได้แก่ กะปิ กุ้งแห้ง น้ำปลา ปลาร้า ปลาจ่อม กุ้งจ่อม ปลาส้ม ไตปลา ปูเค็ม เครื่องพริกแกง ผักดอง ปลาเค็ม ปลาแห้ง ไข่เค็ม เต้าเจี้ยว ซีอิ้วขาว (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2558) คุณสมบัติของเกลือในทางเคมีเกลือเป็นสารประกอบไอออนิก (ionic compound) ประกอบด้วยแคตไอออน (cation :

ไอออนที่มีประจุบวก) และแอนไอออน (anion : ไอออนที่มีประจุลบ) ทำให้ผลผลิตที่ได้เป็นกลาง (ประจุสิทธิเป็นศูนย์) ไอออนเหล่านี้อาจเป็นอนินทรีย์ กับอินทรีย์ และไอออนอะตอมเดี่ยว กับไอออนหลายอะตอม เกลือจะเกิดขึ้นได้เมื่อกรดและเบสทำปฏิกิริยาด้วยกัน โดยมีคุณสมบัติ เป็นสารประกอบสถานะปกติเป็นของแข็ง ไม่นำไฟฟ้า เป็นสารละลาย(อิเล็กโทรไลต์) เพราะเมื่อละลายน้ำบริสุทธิ์ ทำให้น้ำบริสุทธิ์นั้นนำไฟฟ้าได้ และสารละลายเกลืออาจเป็นกรด กลาง หรือเบสก็ได้เกลือที่เรารู้จักโดยทั่วไปคือ เกลือแกง มีสภาพเป็นกลาง เกลือแกง มีรสเค็ม ใช้ในการปรุงรส เกลือแกงมีคุณสมบัติในการดูดน้ำออกจากเนื้อสัตว์ ผัก ทำให้สามารถช่วยชะลอระยะเวลาอาหารเสียช้าลง

1) ชนิดของเกลือ

เกลือสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด

1.1) เกลือธรรมดา (Normal Salt) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมซัลเฟต

1.2) เกลือกรด (Acid Salt) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต หรือเบคกิ้งโซดา แคลเซียมแอซิก ไฟโรฟอสเฟต ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟู หรือเบคิงพาวเดอร์ และครีมอ๊อฟทาร์ทาร์

1.3) เกลือเบส (Basic Salt) ซึ่งเป็นเกลือที่ไม่สำคัญในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1.4) เกลือผสม (Duble Salt) ได้แก่ อะลัม เกลือที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้แก่ เกลือธรรมดา และเกลือกรด

2) หน้าที่ของเกลือ

2.1) ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีรสชาติดีขึ้น

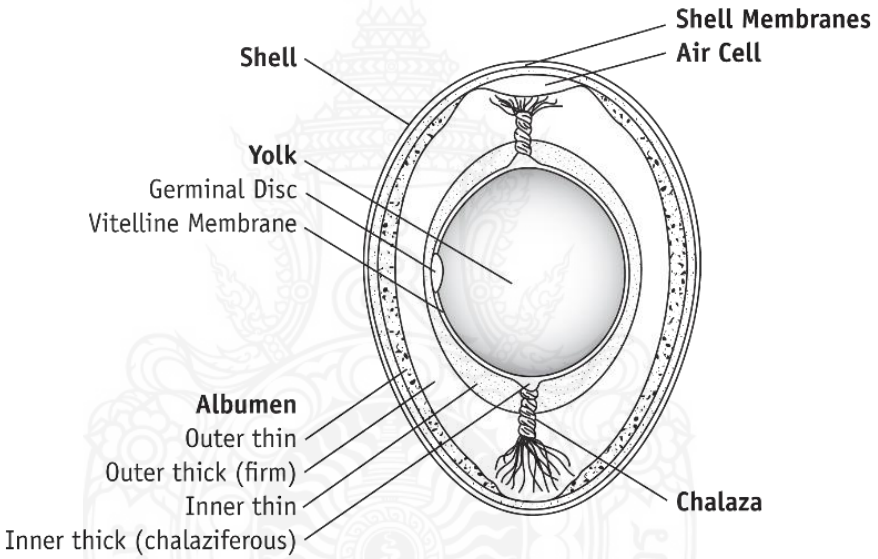
2.2) ช่วยเน้นรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์ เช่น รสหวาน และเด่นขึ้นด้วยความเค็มของเกลือ

2.3) ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมัก และควบคุมอัตราการหมัก

2.4) ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในก้อนแป้งที่หมักด้วยยีสต์

2.1.2.2.4 ไข่

ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ส่วนมากใช้ไข่ไก่ เป็นวัตถุดิบ ที่มีความสำคัญมากในการทำผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะพวกขนมเค้กและขนมปังหวานที่มีสูตรเข้มข้น ในการทำเค้กประมาณ 50 เปอร์เซนต์ จะเป็นส่วนของไข่ ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เค้กมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ ไข่สด (fresh egg) หมายถึง ไข่ที่ยังอยู่ในเปลือก ไข่เหลว (liquid egg) หมายถึง ไข่ที่ตอกออกจากเปลือกแล้วบรรจุกระป๋อง ซึ่งจากไข่เหลวนี้ก็นำไปแช่แข็ง หรือ นำไปทำไข่ผงซึ่งเป็นการถนอมอาหารไว้ให้ใช้ได้นานๆ และไข่ผง (dried eggs) อาจจะเป็นไข่ทั้งฟองทำให้เป็นผง หรือแยกเป็นไข่แดงผงและไข่ขาวผงก็ได้ส่วนใหญ่ไข่ผงใช้ผสมทำเป็นแป้งสำเร็จรูป




**ภาพที่ 2.9** โครงสร้างของไข่
**ที่มา** : ดัดแปลงจาก Brown, 2011

1) หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1.1) การขึ้นฟู เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟองประกอบด้วยฟองอากาศเล็กๆ เป็นจำนวนมากซึ่งแต่ละฟองก็ถูกล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนบางๆ กับอากาศจะทำโปรตีนบางส่วนแข็งตัวและทำให้ฟองนั้นคงตัว ในการอบฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนและแผ่นโปรตีนจะยืดหยุ่นเพียงพอที่จะยืดได้ เมื่อส่วนผสม หรือไข่ขาวที่ตีแข็งได้รับอุณหภูมิสูงถึงจุดโปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึง จะสูญเสียความยืดตัว และจะจับตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งของผลิตภัณฑ์

1.2) สี ไข่แดงจะช่วยให้เค้กมีสีเหลือง

1.3) ความเข้มข้น เนื่องจากไข่มีไขมันและของแข็งอื่นๆ ผลิตภัณฑ์จะมีไขมันและรสหวานขึ้น นอกจากนั้นไข่ยังช่วยให้ส่วนผสมมีความมันสามารถผสมง่ายขึ้น

1.4) ความสมดุล และคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากไข่มีความชื้นร้อยละ 75 สำหรับไข่ทั้งฟอง) และมีความสามารถตามธรรมชาติในการที่จะรวมและเก็บความชื้นไว้จึงทำให้การแห้งของผลิตภัณฑ์เกิดช้าลง ไข่มีคุณค่าทางอาหารสูงและทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เป็นอาหารที่มีคุณค่า

2) ส่วนประกอบของไข่

2.1) ไข่แดง มีส่วนประกอบทางเคมีซึ่งซับซ้อนกว่าส่วนอื่นๆ ของไข่ ส่วนประกอบของไข่แดงส่วนใหญ่จะเป็นไขมัน รองลงมาจะเป็นโปรตีน และเกลือแร่ตามลำดับ ส่วนคาร์โบไฮเดรตนั้นมีน้อยมาก นอกจากนี้ยังมีรงควัตถุต่างๆรวมทั้งวิตามินอยู่ด้วย

2.1.1) โปรตีนที่สำคัญในไข่แดง ได้แก่ ไวเทลลิน (Vitellin) ซึ่งเป็นไลโพโปรตีนเชิงซ้อนจึงมักเรียกว่า ไลโพไวเทลลิน แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ แอลฟาไวเทลลิน และเบต้าไวเทลลิน โปรตีนอื่นที่พบ และสำคัญ ได้แก่ ฟอสไวติน (Phosvitin) ซึ่งมีฟอสฟอรัสประกอบอยู่ด้วยมาก กับไลเวตีน (Livetin) ซึ่งมีกำมะถันประกอบอยู่ด้วยมากเช่นกัน และเป็นประโยชน์ต่อร่างกายอย่างยิ่ง

2.1.2) ไขมันในไข่แดง ประกอบด้วย ไตรกรีเซอร์ไรด์ ฟอสโฟไลปิด และไลโพโปรตีน ซึ่งเป็นสารเชิงซ้อนระหว่างฟอสฟอไลปิดกับฟอสโฟไลปิด และฟอสฟอไลปิดที่สำคัญในไข่แดงได้แก่ เลซิติน หรือฟอสฟาติดิล โคลินซึ่งเป็นสารสำคัญที่ทำให้ไข่มีคุณสมบัติในการเกิดอิมัลชั่นได้ มีฟอสฟาทิดิลเอทาโนลามิน และฟอสฟาททีดิลลามีนอยู่บ้าง ไขมันที่สำคัญอีกตัวหนึ่งคือโคเลสเตอรอลพบในชั้นของไข่แดงสีเข้ม

มากกว่าในชั้นของไข่แดงสีอ่อนเป็นสารที่มีความสำคัญทางโภชนาการอย่างยิ่ง กรดไขมันที่ได้พบมีไนไตรกรีเซอร์ไรด์ของไข่แดงได้แก่ กรดโอลิอิค กรดปาล์มิติก กรด สเตียริก และกรดไลโนเลอิก ปริมาณ และสัดส่วนของไขมันในไข่แดงอาจเปลี่ยนแปลงไปได้บ้างจากอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่

2.1.3) คาร์โบไฮเดรตในไข่แดงมีน้อย และรวมตัวอยู่กับโปรตีนเป็นไกลโคโปรตีนซึ่งขณะนี้ยังไม่ทราบบทบาท และความสำคัญต่อไข่แดงอย่างแน่ชัดอาจเป็นไปได้ว่าคาร์โบไฮเดรตที่มีในไข่รวมตัวเป็นสารเชิงซ้อนกับโปรตีนในไข่ชนิดต่างๆ นั้นอาจทำให้ไข่จากสัตว์บางชนิดแข็งตัวได้มากน้อยต่างกันเมื่อได้รับความร้อน

2.1.4) สารประกอบอนินทรีย์ในไข่แดงที่พบมีเพียงร้อยละ 0.2 เท่านั้น นอกจากนี้ไข่แดงยังมีแร่ธาตุประกอบอยู่ด้วย เช่น อลูมิเนียม ทองแดง ไอโอดีน ตะกั่ว สังกะสี เป็นต้น

2.2) ไข่ขาว ส่วนประกอบโดยทั่วไปของไข่ขาวได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเกลือแร่ ในชั้นต่างๆ ของไขมันมีองค์ประกอบของน้ำ และโปรตีนต่างกัน ไข่ขาวใสชั้นนอกมีน้ำประกอบอยู่เป็นปริมาณสูงสุด และค่อยๆ ลดลงในไข่ขาวข้นชั้นกลาง ไข่ขาวใสชั้นใน และในไข่ขาวชั้นขั้วไข่ ตามลำดับ ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณโปรตีนในชั้นต่างๆ ของไข่ขาวซึ่งจะมีโปรตีนเพิ่มมากขึ้น ตั้งแต่ไข่ขาวใสชั้นนอกไปจนถึงขาวชั้นขั้วไข่ซึ่งจะมีโปรตีนสูงข

2.2.1) โปรตีนในไข่ขาว ประกอบด้วย

2.2.1.1) โอวอลบูมิน (Ovalbumin) มีปริมาณร้อยละ 75 ของไข่ขาวทั้งหมด ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่สำคัญ คือ กรดกลูตามิค ลูซีน อะลานีน และกรดแอสปาติคจะแปรสภาพตามธรรมชาติเมื่อได้รับความร้อน

2.2.1.2) โอโวโคนาลบูมิน (Ovoconalbumin) มีประมาณร้อยละ 3 ของโปรตีนไข่ขาวทั้งหมด มีความคงทนต่อความร้อนน้อย

2.2.1.3) โอโวโกลบูมิน (Ovoglobumin) มีประมาณร้อยละ 2 ของไข่ขาวทั้งหมด

2.2.1.4) โอโวมิลคอยด์ (Ovomucoid) มีประมาณร้อยละ 13 ของไข่ขาวทั้งหมด เป็นไกลโคโปรตีนเชิงซ้อน ประกอบด้วย กลูโคส กาแลกโตส และแมนโนส รวมอยู่กับโปรตีนที่อยู่ในภาวะที่เป็นกรดโอโวมิลคอยด์มีคุณสมบัติด้านการแปรสภาพธรรมชาติด้วยความร้อนได้ แต่ในภาวะด่างจะเสื่อมสลายได้อย่างรวดเร็วด้วยความร้อนเพียง 80 องศาเซลลเซียส นอกจากนี้ยังมีคุณสบัติยับยั้งฤทธิ์ของทริปซินได้ด้วย

2.2.1.5) โอโวมิลซิน (Ovomimcin) เป็นไกลโคโปรตีน ซึ่งทำให้เกิดลักษณะเป็นวุ้นๆของไข่ขาวข้น โดยการทำให้เกิดเป็นตาข่าย โครงสร้างที่รวมแอลบูมินเหลวไว้ภายใน มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในน้ำเกลือเจือจางที่พีเอช 7 หรือมากกว่า

2.2.1.6) ไลโซไซม์ (Lysozyme) เป็นกลอบูลินชนิดหนึ่งที่คล้ายคลึงกับโอโวกลอบูลินโปรตีนชนิดนี้เป็นเอนไซม์ที่ช่วยรักษาคุณภาพของไข่โดยการป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์รบกวนเนื้อไข่

เนื่องจากมีคุณสมบัติละลายเซลล์แบคทีเรีย (Bacteria Dissolving Agent) ได้นั่นเอง แปรสภาพธรรมชาติได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน

2.2.1.7) อะวิดิน (Avidin) เป็นโปรตีนอีกชนิดหนึ่งซึ่งสามารถรวมตัวกับไบโอติน (Biotin Binding Protin) ทำให้ไบโอตินซึ่งเป็นวิตามินชนิดหนึ่งไม่ละลาย และร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ แต่เมื่ออะวิดินถูกแปรสภาพโดยความร้อนจะไม่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวขึ้น

2.2.2) คาร์โบไฮเดรตในไข่ขาว มีอยู่มากกว่าไข่แดง โดยไข่ไก่ 1 ฟองจะมีคาร์โบไฮเดรตอยู่ประมาณ 0.5 กรัม ซึ่งร้อยละ 75 ของปริมาณนี้อยู่ในไข่ขาว โดยรวมตัวกับโปรตีนชนิดต่างๆ เช่น ดี-แมนโนส รวมกับโอโวลบูมิน และโอโวโกลบูมิน หรือกลูโคสแมนโนสและกาแลกโตส รวมกับโอโวมอลคอยด์ เป็นต้น

2.2.3) รงควัตถุในไข่ขาว มีอยู่เพียงชนิดเดียว คือ โอโวเฟลวิน มีคุณสมบัติละลายน้ำ

2.2.4) สารประกอบอนินทรีย์ในไข่ขาว สารประกอบอนินทรีย์ในไข่ขาว ประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ คล้ายๆ กับในไข่แดง ซึ่งนอกจากนี้ยังพบแร่ธาตุที่พบในปริมาณน้อยอีกมากมาย เช่น อลูมิเนียม ทองแดง ฟลูออรีน ตะกั่ว แมงกานีส สังกะสี และไอโอดีน เป็นต้น

ลักษณะเหลวข้นของไข่ขาวช่วยทำให้ไข่ขาวจับเอาฟองอากาศไว้ได้เมื่อเอาไข่ขาวมาตี หรือปั่นจะเกิดเป็นฟองฟูขึ้น การตีทำให้ฟองอากาศจับตัวอยู่ในเส้นใยโปรตีนของไข่ขาว ซึ่งประกอบด้วยโอโวมิลซิน โอโวโกลบูลิน และคอนแอลบูมิน ทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวของอากาศ และน้ำลง พร้อมทั้งมีการคลายตัวของโมเลกุลของโพลีเปปไทน์ขนานไปกับพื้นผิวหน้าของฟองอากาศ นอกจากนี้ โอโวมิ

ลซิน และคอนแอลบูมินที่มีอยู่ในไข่ช่วยเพิ่มความหนืดซึ่งช่วยให้ฟองคงตัว การตีจะช่วยดึงชั้นของโอโวมิลซินให้แผ่ขยายออกฟองฟูที่เกิดขึ้นจะมีขนาดพอเหมาะและคงทนถ้าชั้นของโอโวมิลซินแผ่ออกประมาณ 300-400 ไมครอน และขณะที่เกิดฟองฟูจะมีการแปรสภาพธรรมชาติของโปรตีนเกิดขึ้นซึ่งจะช่วยทำให้ฟองฟูคงทนยิ่งขึ้น มีประโยชน์ในการทำขนมที่ใช้ไข่เป็นตัวทำให้โป่งฟู เช่น ขนมไข่ แต่ถ้าตีมากเกินจะทำให้ฟองอากาศที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กเกินไปเมื่อผิวหน้าของฟองอากาศเพิ่มมากขึ้นชั้นของโอโวมิลซิน ก็จะถูกดึงยืดออกมาเพื่อเคลือบผิวหน้าฟองอากาศไว้ทำให้ความแข็งแรงของโปรตีนที่ยืดฟองอากาศไว้ลดน้อยลง เมื่อได้รับความร้อนโปรตีนชนิดนี้จะหดตัว ในขณะที่ฟองอากาศภายในขยายตัวดันทะลุชั้นของโปรตีนออกมา ปริมาณของฟองฟูที่เกิดขึ้นจะลดลง สังเกตเห็นได้ในขนมที่ตีมากเกินไปเวลานำไปอบให้สุกจะยุบตัวลง ฟองอากาศที่เกิดจากไข่ขาวจะเป็นรูปสามเหลี่ยม (Polyhedron) ไม่ใช่ทรงกลม ขนาดของฟองอากาศอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการตีไข่ยิ่งตีนานฟองที่เกิดขึ้นจะมีขนาด เล็กลง

2.1.2.2.5 เนยสด

เนยสด (Butter) ทำจากไขมันของน้ำนมวัว มีไขมันประมาณร้อยละ 80 (Brown, 2011) มีสีเหลือง กลิ่น รส หอมหวาน แต่มีค่าของความเป็นครีมต่ำ จึงเป็นครีมไม่ได้ขาดความเป็นเนื้อเดียวกันเวลาผสมมักไม่ค่อยเข้ากัน จึงทำให้เค้กที่ได้ออกมามีปริมาณต่ำ เนื้อหยาบเพราะเนยสดมีสภาพยืดหยุ่นที่ไม่ดี คือถ้าไว้ในที่เย็นจะแข็งมากแต่ถ้าวางที่อุณหภูมิห้องจะเหลวง่าย ส่วนเค้กที่ทำจากเนยสดล้วนๆ จะให้กลิ่นรสที่หอมหวานน่ารับประทานมากกว่า ดังนั้นการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ส่วนใหญ่ขณะนี้นิยมทำเค้กเนย โดยผสมเนยขาวกับเนยสดเข้าด้วยกัน เพราะทำให้ได้เค้กที่เนื้อละเอียดขึ้น ปริมาณใหญ่ ลดต้นทุนการผลิต แต่กลิ่นหอมของเนยจะลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความนิยมของผู้บริโภคเป็นหลักในการผลิตเพื่อจำหน่าย ถ้าผู้บริโภคเนยสด 100% และคำนึงถึงราคาก็ไม่ควรผสมเนยขาว

หน้าที่ของเนยสด (Brown, 2011)

1) ช่วยหล่อลื่นกลูเตน และเมล็ดแป้ง ทำให้เนื้อขนมนุ่มขึ้น
2) ช่วยเก็บอากาศในระหว่างการตีเนย ทำให้ขนมมีลักษณะฟู เนื้อละเอียด
3) ช่วยให้ขนมมีความมัน เนื้อนุ่มและเก็บได้นานขึ้น ผิวขนมปังจะบาง
4) เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้ไขมันเข้ากับน้ำ หรือของเหลวอื่นได้ดีขึ้น
5) ทำให้แป้งพายเป็นชั้น หรือร่วนได้ดี
6) ให้กลิ่นรสที่หอมหวานน่ารับประทานโดยเฉพาะเนยสด

**2.1.2.3 ใยอาหาร**

เส้นใยอาหาร (Dietary fiber) ส่วนผนังเซลล์ของพืช เช่น ผัก ผลไม้ เมล็ดธัญพืช ที่ไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหาร แต่อาจจะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์บางชนิดในทางเดินอาหารของมนุษย์จึงไม่ให้พลังงาน

1) ประเภทของเส้นใยอาหาร

1.1) ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (insoluble fiber) หมายถึง เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ แต่จะพองตัวได้ในน้ำเหมือนฟองน้ำ (ไม่มีความหนืด) ทำให้เพิ่มปริมาตรน้ำในกระเพาะอาหาร ช่วยเพิ่มกากอาหาร และช่วยทำความสะอาดทางเดินอาหาร เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วจึงรู้สึกอิ่ม โดยเส้นใยชนิดนี้แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่จะไม่สามารถย่อยได้ จึงช่วยเพิ่มเนื้ออุจจาระ ลดปัญหาอาการท้องผูก และช่วยลดความเสี่ยงของมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้อีกด้วย เช่น เซลลูโลส (Cellulose), ลิกนิน (Lignin), เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) เป็นต้น

1.2) ใยอาหารชนิดละลายน้ำ (soluble fiber) หมายถึง เส้นใยอาหารที่ละลายได้ในน้ำแล้วดูดซับน้ำไว้กับตัว ใยอาหารชนิดนี้เมื่อละลายน้ำจึงมีความหนืดเพิ่มขึ้น มีลักษณะเป็นเจล สามารถจับน้ำตาลและดูดซับน้ำมันได้ ซึ่งใยอาหารชนิดนี้ร่างกายของเราจะย่อยเองไม่ได้ แต่แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่จะสามารถย่อยได้

2) ประโยชน์ของใยอาหาร

2.1) ใยอาหารช่วยควบคุมระดับน้ำตาล ช่วยลดการดูดซึมของน้ำตาล จึงมีผลดีต่อผู้ที่เป็นเบาหวาน ผู้เป็นเบาหวานที่รับประทานใยอาหารประมาณ 8-20 กรัมต่อ 100 กรัมของคาร์โบไฮเดรต ตะสามารถช่วยลดระดับกลูโคสและอินซูลินได้ประมาณ 20-50% เชื่อกันว่าใยอาหารชนิดละลายน้ำจะช่วยเพิ่ม glucose tolerance แต่ใยอาหารที่ไม่ละลายจะไม่มีผลเลยหรืออาจมีผลเพียงเล็กน้อย

2.2) ช่วยลดระดับไขมันในเลือด ช่วยจับไขมันในอาหาร ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน ใยอาหารชนิดละลายน้ำสามารถช่วยลดระดับโททัลและแอลดีแอลคอเลสเตอรอล (ไขมันเลว) ในเลือดได้ และการรับประทานใยอาหารในข้าวโอ๊ตและเบต้ากลูแคนในปริมาณ 3-15 กรัมต่อวัน จะช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลได้ประมาณ 5-15% (จะเห็นได้ชัดในในผู้ที่มีระดับไขมันในเลือดสูง) ส่วนใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำเช่นเซลลูโลสและ Wheat bran จะไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือด

2.3) ช่วยเพิ่มภูมิต้านทานโรคให้กับร่างกาย

2.4) ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจ

2.5) ใยอาหารมีประโยชน์ต่อการทำหน้าที่ของทางเดินอาหารส่วนต้น โดยใยอาหารชนิดละลายน้ำเท่านั้นจะทำให้อาหารอยู่ในกระเพาะนานขึ้น โดยการฟอร์มตัวเป็นเจลเหนียวในกระเพาะ สำหรับผลกระทบต่อการดูดซึมของสารอาหาร พบว่าใยอาหารที่ละลายน้ำจะช่วยลดการดูดซึมของกลูโคสผ่านเยื่อบุผิวของลำไส้ ช่วยลดการดูดซึมของไขมัน จึงมีประโยชน์ต่อการควบคุมระดับไขมันในเลือดและระดับกลูโคส ใยอาหารบางชนิดอาจมีผลต่อการดูดซึมโปรตีน เพคตินและโพลีแซ็กคาไรด์ของถั่วเหลืองจะจับตัวกับ cation (แคทไอออน) ทำให้ลดการดูดซึมของแร่ธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียม ธาตุเหล็ก แมกนีเซียม ทองแดง และสังกะสี

2.6) ผลดีจากขบวนการ fermentation ของใยอาหารต่อระบบของลำไส้ใหญ่ เอนไซม์ในทางเดินอาหารของมนุษย์จะไม่สามารถย่อยใยอาหารได้ แต่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่และซีกั่มจะสามารถทำได้ และยังสามารถ ferment ใยอาหารได้ด้วย ทำให้ได้กรดไขมันสายสั้น รวมไปถึงพลังงานและแก๊สต่างๆ กรดไขมันสายสั้นจะถูกดูดซึมผ่านเยื่อบุผนังของลำไส้ใหญ่ เมื่อเข้าไปอยู่ในเยื่อบุแล้วมันจะถูกใช้เป็นพลังงาน โดยประโยชน์ของกรดไขมันสายสั้นมีดังนี้ ช่วยลด pH ในลำไส้ ลดปริมาณยูเรียและแอมโมเนีย ช่วยควบคุมการเคลื่อนไหวของกระเพาะและลำไส้ ส่งเสริมการดูดซึมน้ำและโซเดียม ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยท้องเสีย

2.7) ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของเยื่อบุผิวหนังของไอเลี่ยมและลำไส้ใหญ่ ให้พลังงานแก่ host (จะเป็นผลดีในกรณีที่ host มีภาพวะการ

ดูดซึมสารอาหารบกพร่อง) ช่วยทำให้เกิดความสมดุลของแบคทีเรียในลำไส้ ช่วยในขบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ของกลูโคสและไขมัน และกรดไขมันบิวไทเรทจะช่วยป้องกันการเป็นมะเร็งของลำไส้ใหญ่ช่วยส่งเสริมการทำหน้าที่และการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดดีในลำไส้ใหญ่

2.8) ใยอาหารมีผลต่อเยื่อบุผิวในลำไส้ ทำให้เยื่อบุผิวหนังของลำไส้แข็งแรง จากการศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่าใยอาหารสามารถช่วยในการเจริญเติบโตของเยื่อบุผิวในไอเลี่ยมและลำไส้ใหญ่ได้ โดยจะทำให้ลำไส้มีน้ำมากขึ้น ยาวขึ้น และลำไส้มีคริปท์ลึกขึ้น และการรับประทานทั้งใยอาหารที่ละลายน้ำและใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะช่วยป้องกันการห่อเหี่ยวของเยื่อบุผิวหนังของลำไส้ได้ดีกว่าการเลือกรับประทานใยอาหารละลายน้ำเพียงอย่างเดียว

2.9) ช่วยป้องกันและรักษาอาการท้องผูกและท้องเสีย โดยใยอาหารชนิดที่เป็นเซลลูโลสจะมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ ทำให้อุจจาระอ่อนขับถ่ายได้ดี ท้องไม่ผูก จึงช่วยลดโอกาสการเป็นโรคริดสีดวงทวาร ลำไส้โป่งพอง รวมไปถึงมะเร็งลำไส้ใหญ่

2.10) ใยอาหารช่วยในการขับถ่ายของลำไส้ใหญ่ ใยอาหารไม่ละลายน้ำสามารถช่วยเพิ่มเนื้อของอุจจาระได้ เนื่องจากไม่สลายตัวลำไส้ใหญ่และยังสามารถจับกับน้ำได้ด้วย จึงช่วยทำให้อุจจาระอ่อนนุ่ม แต่ถ้าเป็นใยอาหารชนิดหยาบจะทำให้เกิดเนื้ออุจจาระมากขึ้น ส่วนใยอาหารละลายน้ำจะทำให้มีเนื้ออุจจาระน้อย และถ้าเป็นใยอาหารที่ถูก ferment ได้ดีก็จะทำให้ลำไส้ใหญ่มีแบคทีเรียเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดแก๊สในอุจจาระได้มาก จึงอาจเพิ่มปริมาตรและน้ำหนักของอุจจาระได้ ใยอาหารที่ละลายน้ำมักจะไม่ลด transit time ของลำไส้ใหญ่ ส่วยใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะลด transit time ของลำไส้ใหญ่ ส่วนใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำจะทำให้การถ่ายอุจจาระถี่ขึ้นจากเดิมที่ถ่ายน้อย

2.11) ช่วยป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ และช่วยป้องกันการดูดซึมของสารก่อมะเร็ง เพราะใยอาหารจะช่วยทำให้ขับถ่ายออกมาได้เร็ว และลดการสัมผัสต่อผนังลำไส้

2.12) ใยอาหารสามารถช่วยในการลดน้ำหนักหรือควบคุมน้ำหนักได้ เนื่องจากทำให้ปริมารของอาหารมีมากขึ้น มีการดูดน้ำเข้ามาใน

ทางเดินอาหาร ทำให้รู้สึกอิ่มเร็ว การบริโภคอาหารก็ลดน้อยลงตาม ไปด้วยความสำคัญของใยอาหารในทารกและเด็กนับวันยิ่งมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น เพราะในน้ำนมแม่จะมีใยอาหารชนิดละลายน้ำมากกว่า 150 ชนิด จึงได้มีการเติมใยอาหารบางชนิดลงในนมผงดัดแปลสำหรับทารกเพื่อให้คล้ายนมแม่มากขึ้น

3) ผลเสียของใยอาหาร

แม้ว่าใยอาหารจะมีประโยชน์ต่อร่างกายของเรามากมายเส้นใยอาหารแต่การรับประทานในปริมาณมากจนเกินไปก็อาจส่งผลเสียต่อร่างกายได้

3.1) ใยอาหารจะไปลดการดูดซึมของสารอาหารบางชนิด เช่น แคลเซียม ธาตุเหล็ก แมกนีเซียม ทองแดง และสังกะสี เป็นต้น
3.2) ใยอาหารอาจส่งผลเสียต่อทางเดินอาหารได้ เช่น อาเจียน มีแก๊สในกระเพาะและลำไส้ ลำไส้เคลื่อนไหวเร็วกว่าปกติและปวดท้อง เป็นต้น
3.3) สำหรับในผู้ที่ต้องให้อาหารทางสายยาง ใยอาหารที่หยาบอาจจะทำให้เกิดการอุดตันในสายยางได้

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อภิตา และคณะ (2558) ทำการศึกษาการใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้สำหรับเคลือบเนื้อทุเรียนตัดแต่งสดโดยใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethyl cellulose : CMC) ทดแทน เจลาตินจะทำ ให้สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารฮาลาล ผลการทดลองพบว่าสารเคลือบผิว ที่บริโภคได้ที่มีส่วนประกอบ CMC ที่เหมาะสมสำหรับเคลือบเนื้อทุเรียนตัดแต่งสด คือสูตรที่ประกอบด้วยCMC เกรดการค้า (CMC-com) หรือที่สกัดจากเปลือกทุเรียน (CMC-Dr) ร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก การพ่นเนื้อทุเรียนด้วยสารเคลือบบริโภคได้CMC-com CMC-Dr และสารเคลือบที่มีส่วนประกอบของเจลาติน RediFresh (RF1) สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อทุเรียนได้นาน 15 วัน ขณะที่เนื้อทุเรียนไม่ผ่านการพ่นเคลือบ (ชุดควบคุม) มีอายุการเก็บรักษาเพียง 10 วัน การเคลือบเนื้อช่วยลดการเหี่ยว และทำ ให้มีลักษณะปรากฏดีกว่าเนื้อที่ไม่ผ่านการเคลือบ การเคลือบผิวทำ ให้กลิ่นหอมซึ่งเป็นสารระเหยของทุเรียนลดลงเพียงเล็กน้อยโดยไม่เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติ ผู้ทดสอบชิมจำนวน 12 คนยังคงยอมรับเนื้อทุเรียนทั้งที่ไม่เคลือบและเคลือบสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ อย่างไรก็

ตามผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคของเนื้อทุเรียนที่เก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน พบว่าเนื้อทุเรียนที่ไม่ผ่านการเคลือบตรวจพบยีสต์ภายใต้มาตรฐานกำหนด แต่พบ total bacterial platecount และราเกินมาตรฐานกำ หนด ขณะที่เนื้อทุเรียนที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ที่มีส่วนผสม CMC-COM CMC-Dr หรือ RF1 ที่มีส่วนผสมของเจลาติน ตรวจพบเพียง total bacterialplate count แต่ยังคงอยู่ภายใต้มาตรฐานกำหนด

Unhasirikul et. al. (2013) ทำการศึกษาการสกัดน้ำตาลจากเปลือกทุเรียนโดยการไฮโดรไลซ์ (ย่อย) ด้วยกรดซัลฟูริก ($H_2SO_4$) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) และกรดฟอสฟอริก ($H_3PO_4$) ที่ความเข้มข้น 0.5 ถึง 2.0% (v/v) เวลาในการย่อยสลายครั้งตั้งแต่ 15 ถึง 60 นาที ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการย่อยสลายของกรด (AHE) ด้วย $H_2SO_4$, HCl และ $H_3PO_4$ มีค่าเท่ากับ 72.15 ถึง 77.55, 70.78-80.99 และ 73.33-77.34 ตามลำดับ การไฮโดรไลซิสด้วย $H_2SO_4$ และ HCl มีผลทำให้ความเข้มข้นของ AHE น้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้น ในขณะที่การย่อยด้วย $H_3PO_4$ ไม่มีผลต่อค่าทั้งหมด เวลาในการย่อยไม่มีผลต่อ AHE น้ำตาลรีดิวซ์ และน้ำตาลทั้งหมด ในการย่อยด้วย $H_2SO_4$ และ HCl ในขณะที่การย่อยด้วย $H_3PO_4$ เวลาที่ใช้ย่อย AHE และน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลที่ถูกย่อยกำหนดด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวความดันสูงสูง (HPLC) ในการย่อย $H_2SO_4$ and HCl พบน้ำตาลกลูโครส ฟรุกโตส และไซโลส ในขณะที่การย่อยด้วย $H_3PO_4$ พบพบน้ำตาลกลูโครส ฟรุกโตส และนอกจากนี้ในเปลือกทุเรียนมีปริมาณเซลลูโลสร้อยละ 30.92 เซมิเซลลูโลสร้อยละ 7.69 ลิกนินร้อยละ 6.92 ความชื้นร้อยละ

Penjumras et al. (2014) ได้ทำการศึกษาการสกัดและลักษณะเฉพาะของเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน โดยเปลือกทุเรียนที่ใช้ในการทดลองนำมาจากจังหวัดพัทลุง ทำการสกัดเซลลูโลสจากเปลือกทุเรียนตามวิธีของ Tawakkal et al. (2012) โดยการบดเปลือกทุเรียนด้วยเครื่องบด ชั่งน้ำหนักเปลือกทุเรียน โดยแต่ละตัวอย่างหนัก 20 กรัม ล้างด้วยน้ำปะปา พักให้สะเด็ดน้ำแล้วแช่ลงในสารละลายของกรดอะซิติก และกรดเกลือ ปริมาตร 640 มิลลิตร ใช้ระยะเวลา 5 ชั่วโมงในการแยกลิกนิน จากนั้นให้ความร้อนด้วยวิธีวอร์เตอร์บาร์ธเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำออกจากสารละลาย แล้วล้างด้วยน้ำปะปา จะได้โฮโลเซลลูโลสมีลักษณะเป็นเส้นใยสีเหลือง จากนั้นนำไปฟอกสีด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 17.5 เป็นเวลา 5 นาที จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นล้างด้วยน้ำเปล่าจะได้เซลลูโลส แล้วนำเข้าอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง ลักษณะที่ได้มีสีขาวดังภาพที่ 2.10

**ภาพที่ 2.10** (a) เปลือกทุเรียนที่ไม่ได้ผ่านการฟอกสี (b) โฮโลเซลลูโลส และ (c) เซลลูโลส

**ที่มา :** Penjumras et al., 2014

Kitprathaung et al. (2013) ทำการศึกษา ผลของสารสกัดเจลพอลิแซ็กคาไรด์จากเปลือกทุเรียน Durio zibethinus ต่อการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน จำนวนแบคทีเรียและปริมาณโคเลสเตอรอลในไก่ โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของพอลิแซ็กคาไรด์เจล (PG) ในฐานะอาหารเสริม ในด้านการเพิ่มน้ำหนักตัว การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน จำนวนแบคทีเรียโดยรวมและซัลโมเนลลาในมูลของไก่เนื้อ และการลดโคเลสเตอรอลในไก่เนื้อ ทำการทดลองโดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 3 กลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารที่จำหน่ายเชิงพาณิชย์ที่เคลือบด้วย PG ขนาด 1, 2 และ 3 กรัม/100 กรัมตามลำดับ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารที่จำหน่ายเชิงพาณิชย์ที่ไม่เคลือบ PG จากการศึกษาเป็นเวลา 42 วัน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของน้ำหนักไก่ที่เพิ่มขึ้นระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อไก่อายุ 6 สัปดาห์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้พบว่าจำนวนโคโลนีที่สงสัยว่าเป็นซัลโมเนลลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบระหว่างไก่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ($p<0.05$) และไม่พบโคโลนีที่สงสัยว่าเป็นซัลโมเนลลาในกลุ่มทดลอง ระดับโคเลสเตอรอลในพลาสมาในไก่กลุ่มทดลองมีระดับต่ำกว่าไก่กลุ่มควบคุม นอกจากนี้ปริมาณโคเลสเตอรอลในกล้ามเนื้อของไก่ที่ได้รับ PG 3 กรัม/100 กรัม มีระดับต่ำกว่าไก่กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับ PG อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังนั้น PG ในอาหารมีประโยชน์ในการส่งเสริมสุขภาพไก่เนื้อในด้านการต้านแบคทีเรีย การกระตุ้นภูมิคุ้มกันและการลดลงของโคเลสเตอรอล

# บทที่ 3

# วิธีการดำเนินการวิจัย

## 3.1. วัตถุดิบและอุปกรณ์

### 3.1.1. วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1.1. เปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

3.1.1.2. เปลือกทุเรียนพันธุ์ชะนี

3.1.1.3. เปลือกทุเรียนพันธุ์ก้านยาว

3.1.1.4. แป้งเค้ก ตราพัดโบก

3.1.1.5. เนยสด ตราออร์คิด

3.1.1.6. น้ำตาลทราย ตรามิตรผล

3.1.1.7. เกลือป่น ตราปรุงทิพย์

3.1.1.8. ไข่ไก่ เบอร์ 0 ตราซีพี

3.1.1.9. นมผง ตราแดรี่ฟาร์ม

3.1.1.10. นมสด ตราเมจิ

3.1.1.11. น้ำตาลไอซิ่ง ตรามิตรผล

3.1.1.12. น้ำมันเมล็ดดอกทานตะวัน ตราองุ่น

3.1.1.13. ผงฟู ตราอิมพรีเรียล

3.1.1.14. สารเสริมคุณภาพ

3.1.1.15. กลิ่นวานิลลา ตราเดอร์กี้

3.1.1.16. กลิ่นนมเนย ตราวินเนอร์

### 3.1.2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย

3.1.2.1. อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น มีด เขียง อ่างผสม ตะกร้อมือ ฯลฯ

3.1.2.2. เครื่องสับผสม (รุ่น K45 1V ยี่ห้อ Electrolux, EU)

3.1.2.3. ชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง (รุ่น Fath-12 ยี่ห้อ Nagata, Taiwan)

3.1.2.4. เตาอบระบบนึ่ง (รุ่น ECC611050-01 ยี่ห้อ Henny penne, USA)

3.1.2.5. เตาอบลมร้อน (รุ่น HGV Fagor, Itary)

3.1.2.6. เครื่องปั่นอาหาร (รุ่น HBF600-CE Hamilton Beath, China)

3.1.2.7. เครื่องบรรจุสุญญากาศ (รุ่น W8 30 BX P08 ยี่ห้อ Sirman, Itary)

3.1.2.8. เครื่องผสมอาหาร (Kenwood major, England)

3.1.2.9. ถาดอลูมิเนียมขนาด 8×13×1.5 นิ้ว

**3.1.3. อุปกรณ์สำหรับการทดลองทางประสาทสัมผัส**

3.1.3.1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

3.1.3.2. กล่องพลาสติกใส่ตัวอย่างพร้อมฝาปิด

3.1.3.3. ช้อนพลาสติก

3.1.3.4. ถาดใส่อาหาร

3.1.3.5. แก้วน้ำ

3.1.3.6. กระดาษทิชชู่

3.1.3.7. ปากกา

3.1.3.8. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 9-Point Hedonic Scale

3.1.3.9. แบบประเมินการยอมรับผู้บริโภค (Consumer Test)

**3.1.4. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ทางกายภาพ**

3.1.4.1 เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น TA.XT plus ยี่ห้อ Stable Micro Systems Texture analyzer ประเทศอังกฤษ

3.1.4.2 เครื่องวัดค่าสี รุ่น Color Flex 45/0 ยี่ห้อ Hunter Lab ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.4.3 กระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร พร้อมเมล็ดงาขาว

**3.1.5. อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี**

3.1.5.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) รุ่น FD 115 ยี่ห้อ Binder ประเทศเยอรมัน

3.1.5.2 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง รุ่น GT 4100 ยี่ห้อ OHAUS ประเทศสวิสเซอร์แลนด์

3.1.5.3 เครื่องแก้ว (ได้แก่ บีกเกอร์ แท่งแก้ว ปิเปต บิวเรตพร้อมขาตั้ง ฟลาสก์ขวดปรับปริมาตร หลอดทดลอง กระบอกตวง กรวยกรอง เป็นต้น)

3.1.5.4 กระดาษกรอง Whatman No.1 และ No.4 ของบริษัท Whatman Internationalประเทศอังกฤษ

3.1.5.5 ถ้วยอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Moisture cans)

3.1.5.6 โถดูดความชื้น (Desiccator)

3.1.5.7 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนแบบ Kjeldahl รุ่น Vapodest 20 ยี่ห้อ Gerhardt ประเทศเยอรมัน

3.1.5.8 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณไขมัน รุ่น SER 148 ยี่ห้อ VELP SCIENTIFICA ประเทศอิตาลี

3.1.5.9 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร ยี่ห้อ VELP SCIENTIFICA ประเทศอิตาลี

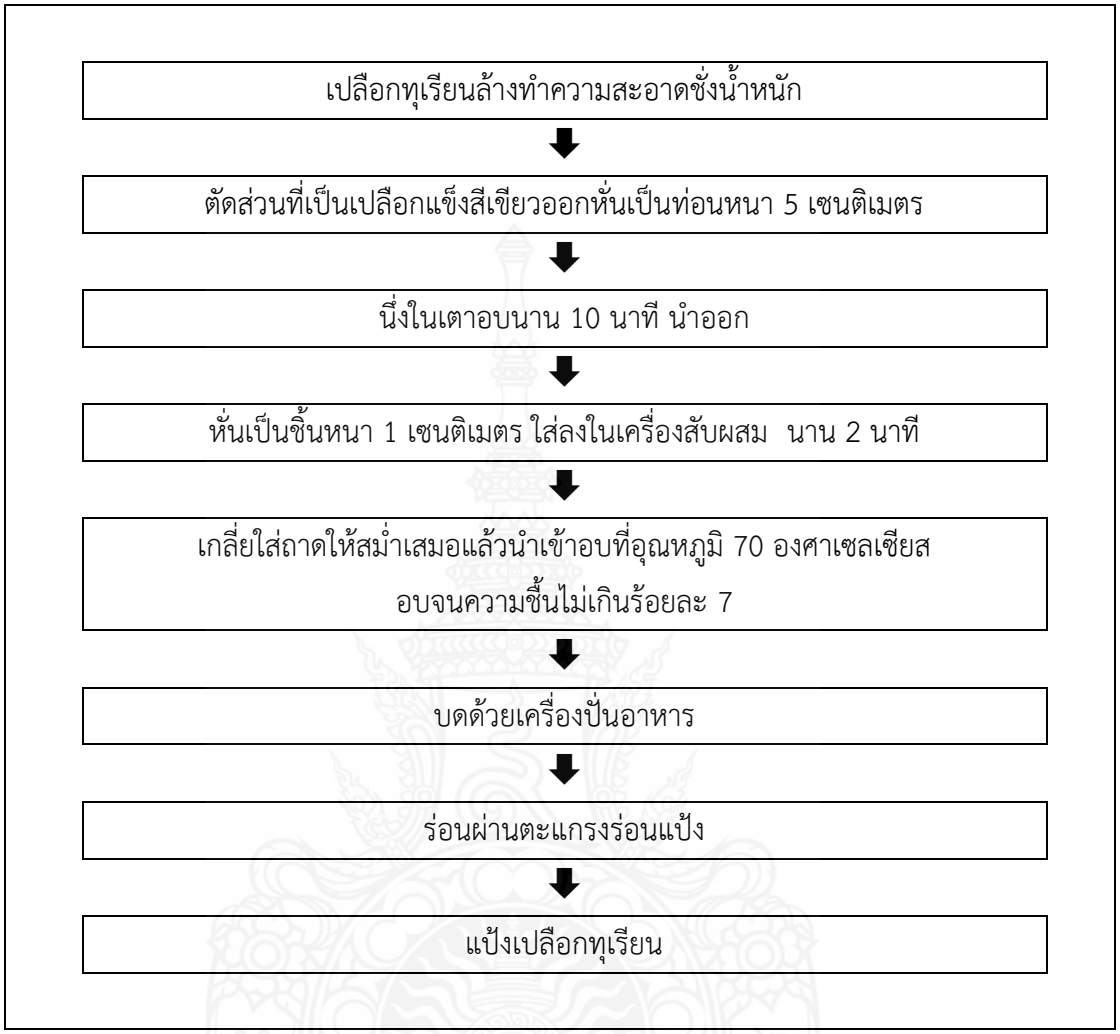
3.1.5.10 เตาเผา ยี่ห้อ Lenton ประเทศอังกฤษ

3.1.5.11 เครื่องวัดค่า pH (pH meter) รุ่น 420 A ยี่ห้อ ORION ประเทศสหรัฐอเมริกา

## 3.2. วิธีการทดลอง

### 3.2.1 การเตรียมเปลือกทุเรียนผง

ศึกษากรรมวิธีการผลิตแป้งเปลือกทุเรียนที่เหมาะสม โดยใช้เปลือกทุเรียนสด 3 สายพันธุ์ คือพันธุ์ชะนี หมอนทอง และก้านยาว โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยใช้กรรมวิธีของเจตนิพัทธ์ และจักราวุธ, 2559 การผลิตแป้งเปลือกทุเรียน ทำโดยล้างทำความสะอาดเปลือกทุเรียนผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ชั่งน้ำหนักเปลือกทุเรียน 1,000 กรัม หั่นเปลือกส่วนสีเขียวออกใช้เฉพาะเปลือกด้านในสีขาว หั่นเป็นท่อนหนาประมาณ 5 เซนติเมตร ชั่งน้ำหนัก นำไปนึ่งในเตาอบ (Henny penne) นาน 10 นาที หั่นเป็นชิ้นหนา 1 เซนติเมตร นำใส่เครื่องสับผสม (Electrolux) บดนานประมาณ 2 นาที จะได้เม็ดขนาด 2 มิลลิเมตร ชั่งน้ำหนัก จากนั้นเทเปลือกทุเรียนที่ผ่านการสับผสมลงในถาดขนาด 15.75×23.5 นิ้ว เกลี่ยให้สม่ำเสมอแล้ว นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (Fagor) จนมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 7 จากนั้นพักไว้จนอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนัก ทำการบดด้วยเครื่องปั่นอาหาร (Hamilton Beath) นาน 2 นาที พักเครื่อง 2 นาที แล้วทำการปั่นซ้ำอีกครั้ง นำออกจากเครื่องปั่นแล้วร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้ง ชั่งน้ำหนัก นำแป้งเปลือกทุเรียนบรรจุลงในถุงขนาด 100 กรัม แล้วบรรจุแบบสุญญากาศ (Sirman) และนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป




**ภาพที่ 3.1** ขั้นตอนการเตรียมแป้งเปลือกทุเรียน

3.2.1.1 เปลือกทุเรียนผง

3.2.1.1.1 สมบัติทางเคมี

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างเปลือกทุเรียนผงตามวิธีการของ AOAC (2000) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กากใยและคาร์โบไฮเดรต (ภาคผนวก ง) จากนั้นรายงานปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหารหยาบและคาร์โบไฮเดรตในรูปของร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง

3.2.1.1.2 สมบัติทางกายภาพ

ทำการตรวจวัดค่าสีเปลือกทุเรียนผงด้วยระบบ CIE L* a* และ b* ด้วยเครื่องวัดค่าสี (รุ่น Color Flex 45/0, Hunter Lab, ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยค่าสี L* (ค่าความสว่าง มีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม, 100 หมายถึง วัตถุมีสีอ่อน) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และb* (+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

### 3.2.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก

#### 3.2.2.1 บัตเตอร์เค้ก

เตรียมบัตเตอร์เค้กตามสูตร และการผสมตามวิธีของเจตนิพัทธ์ (2559) ภาพที่ 3.2 แปรระดับการทดแทนแป้งข้าวสาลีที่ระดับต่างๆ 4 ระดับ คือ ที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ15 ของน้ำหนักแป้งข้าวสาลี ดังตารางที่ 3.1 แล้วนำไปศึกษาสมบัติของผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก ดังนี้

3.2.2.1.1 สมบัติทางเคมี

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กตามวิธีการของ AOAC (2000) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กากใยและคาร์โบไฮเดรต (ภาคผนวก ง) จากนั้นรายงานปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหารหยาบและคาร์โบไฮเดรตในรูปของร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง

3.2.2.1.2 สมบัติทางกายภาพ

1) ปริมาตร

วัดปริมาตรของตัวอย่าง โดยการแทนที่ด้วยเมล็ดงาขาว (ดัดแปลงวิธีจาก AACC, 2000) เริ่มจากการวัดปริมาตรของภาชนะที่จะใช้วัดปริมาตรของบัตเตอร์เค้ก (ภาชนะที่ใช้เป็นภาชนะที่สามารถบรรจุบัตเตอร์เค้กที่ต้องการวัดปริมาตรได้ทั้งก้อน) โดยใส่เมล็ดงาขาวให้เต็มภาชนะ แล้วปาดผิวด้านบนให้เรียบ เทเมล็ดงาออกจากภาชนะ จากนั้นวางบัตเตอร์เค้กทั้งก้อนลงในภาชนะใบเดิม เทเมล็ดงาลงไปให้เต็มภาชนะ ปาดผิวด้านบนให้เรียบ วัดปริมาตรของเมล็ดงาที่เหลืออยู่โดยใช้กระบอกตวง บันทึกปริมาตรเมล็ดงาขาวที่เหลืออยู่เป็นค่าปริมาตรของบัตเตอร์เค้กในหน่วยลูกบาศก์เซ็นติเมตร ($cm^3$) โดยเทียบจากปริมาตร 1 มิลลิลิตร (ml) มีค่าเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ($cm^3$)

2) ค่าสี

ทำการตรวจวัดค่าสีของบัตเตอร์เค้กเปลือกทุเรียนผงด้วยระบบ CIE L* a* และ b* ด้วยเครื่องวัดค่าสี (รุ่น Color Flex 45/0, Hunter Lab, ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยค่าสี L* (ค่าความสว่าง มีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม, 100 หมายถึง วัตถุมีสีอ่อน) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และb* (+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

3) เค้าโครงเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA.XT plus, Stable Micro Systems Texture analyzer, Surrey, ประเทศอังกฤษ) ทำการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก หั่นตัวอย่างเป็นชิ้นขนาด กว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ 2.5 × 2.5 × 2.5 เซนติเมตร วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยหัววัดแบบ Cylindrical probe ขนาด 50 มิลลิเมตร (P/50) โดยกดลงบนตัวอย่างด้วยอัตรเร็ว 1 มิลลิเมตร/วินาที แล้วหยุดเคลื่อนที่นาน 1 วินาที จากนั้นหัววัดจะกดลงบนตัวอย่างอีกครั้งด้วยความเร็วเท่าเดิม (Gomez et. al., 2007) บันทึกค่าความแข็ง (Hardness) ความสามารถในการยึดเกาะกันภายในชิ้นอาหาร (Cohesiveness) การเกาะตัวกันของอาหาร (Adhesiveness) ความยืดหยุ่น (Springiness) พลังงานการเคี้ยวอาหารกึ่งแข็งกึงเหลว (Gumminess) และพลังงานการเคี้ยวอาหารแข็ง) (Chewiness) ทำการตรวจวัดตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

4) วิเคราะห์ภาพโครงสร้างของเนื้อเค้ก

โดยทำการตัดขวางเนื้อเค้ก บันทึกภาพโดยใช้กล้องถ่ายภาพดิจิตอล (Sony DSC RX100 mark4, Sony Inc., ญี่ปุ่น) ถ่ายภาพด้วยแสงธรรมชาติ ตั้งค่าการถ่ายภาพโดยใช้ค่ารูรับแสง (f) ความเร็วชัตเตอร์ และความไวแสง (ISO) เท่ากับ 7.1 1/125 และ 640 ตามลำดับ ความละเอียด 4,864×3,648 พิกเซล ตั้งกล้องทำมุม 90 องศา ระยะห่างระหว่างชิ้นเค้กกับกล้อง 10 เซนติเมตร เพื่อให้ได้ภาพตัวอย่างชิ้นเค้กที่ดีที่สุดตลอดการทดลอง ภาพถ่ายตัวอย่างเค้กตรวจวัดด้วยโปรแกรม ImageJ (National Institute of Health, USA) เพื่อนับจำนวนฟองอากาศและขนาดฟองอากาศ ภาพถ่ายตัวอย่างเค้กถูกตัดให้มีขนาด 2×2 เซนติเมตรในอัตราส่วน 1:1 รายงานผลภาพตัวอย่างเค้กในรูปแบบของภาพโทนสีเทา และขาว-ดำ (binary) ดัดแปรงวิธีของ Rodríguez-García (2014)

5) คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสระดับห้องปฏิบัติการที่มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก จำนวน 30 คน (อายุระหว่าง 20 ถึง 45 ปี) ซึ่งเป็นอาจารย์สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ และสาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร ทำการเสิร์ฟตัวอย่างผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กลงในถ้วยพลาสติกสีขาว ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอล์ย และติดรหัสหมายเลข 3 ตัว ที่ได้จากการสุ่ม ระหว่างการทดสอบแต่ละตัวอย่างมีการล้างปากด้วยน้ำสะอาด คุณลักษณะที่ทำการทดสอบการยอมรับ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ด้วยวิธีการทดสอบการยอมรับแบบ 9-point hedonic scale (Nicolas et al., 2010) การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

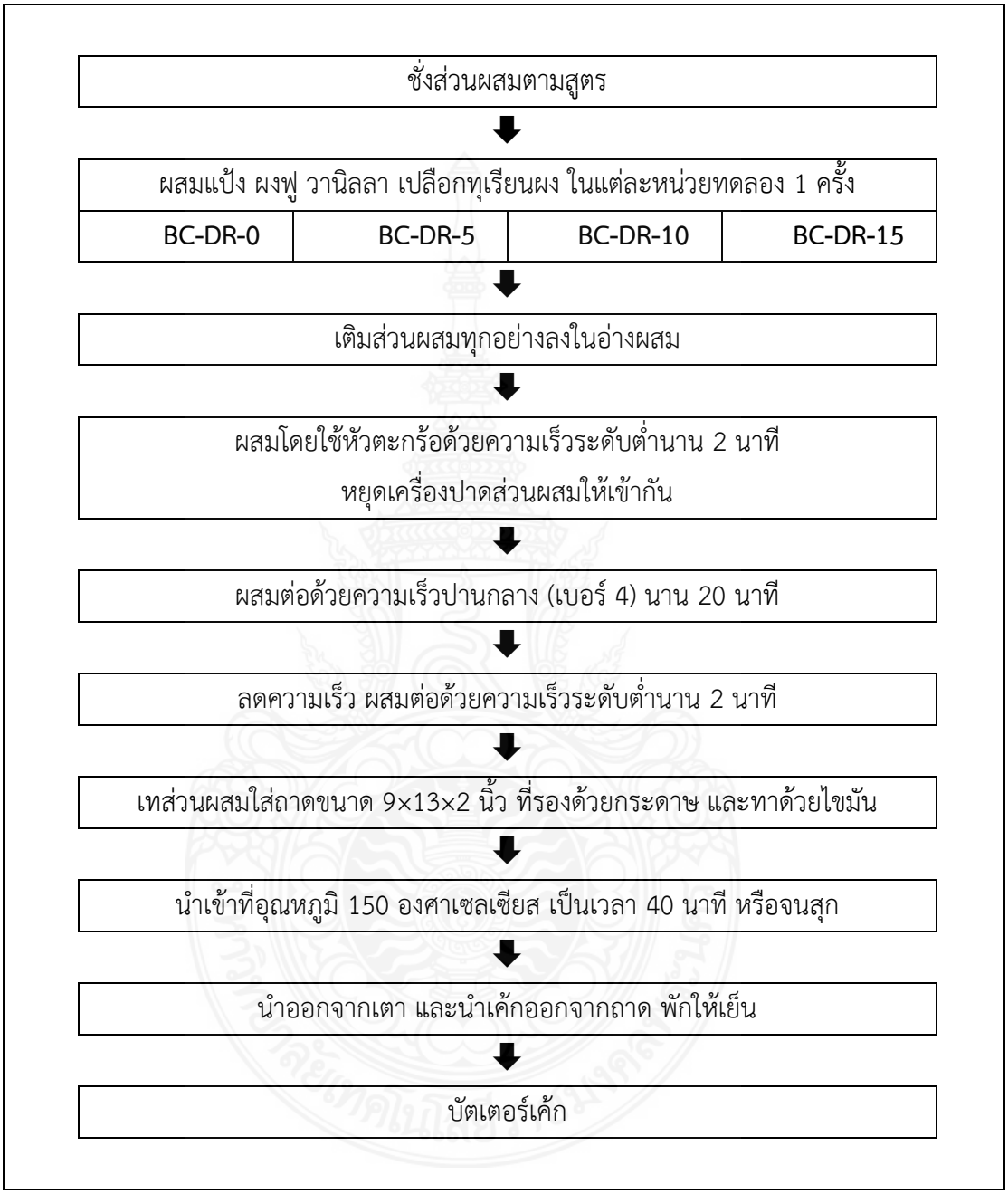
6) การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ประเมินการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก โดยใช้ผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคทั่วไปที่ชอบรับประทานเค้ก จำนวน 100 คน คัดเลือกโดยให้ผู้บริโภคซึ่งเป็นนักศึกษา และบุคคลากรภายในคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทำแบบสอบถามเบื้องต้นที่มีคำถามถึงความชื่นชอบต่อการรับประทานเค้ก (ภาคผนวก ข) จากนั้นนำผู้ที่ผ่านการคัดเลือกมาทดสอบการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์บัตเอตร์เค้กเปลือกทุเรียนผง จัดเตรียมตัวอย่างบัตเตอร์เค้กโดยนำบัตเตอร์เค้กหั่นให้มีความหนา 2.5 เซนติเมตร จากนั้นนำบัตเตอร์เค้กแต่ละแผ่นตัดเปลือกออกทุกด้าน หั่นเนื้อบัตเตอร์เค้กเป็นชิ้นขนาด 2.5×2.5×2.5 เซนติเมตร นำตัวอย่างที่หั่นแล้วใส่ลงในถ้วยพลาสติกสีขาว ปิดด้วยอะลูมิเนียมฟอล์ยให้ผู้ทดสอบประเมินคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฎ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม

**ตารางที่ 3.1** ส่วนประกอบของบัตเตอร์เค้ก

| ส่วนประกอบ | ตัวอย่าง* (กรัม) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BC-DR-0 | BC-DR-5 | BC-DR-10 | BC-DR-15 |
| **1) แป้งข้าวสาลี** | **500** | **475** | **450** | **425** |
| **2) เปลือกทุเรียนผง** | **0** | **25** | **50** | **75** |
| 3) ผงฟู | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 4) เนยสด | 400 | 400 | 400 | 400 |
| 5) น้ำตาลทราย | 500 | 500 | 500 | 500 |
| 6) เกลือ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 7) ไข่ไก่ | 500 | 500 | 500 | 500 |
| 8) นมสด | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 9) กลิ่นวานิลลา | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 10) กลิ่นนมเนย | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 11) โอวาเล็ต | 20 | 20 | 20 | 20 |

* ตัวอย่างบัตเตอร์เค้ก (Butter Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (BC-DR-0) ร้อยละ 5 (BC-DR-5) ร้อยละ 10 (BC-DR-10) และร้อยละ 15 (BC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งข้าวสาลีในส่วนผสม




**ภาพที่ 3.2** ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างบัตเตอร์เค้ก

**ที่มา :** เจตนิพัทธ์, 2559

**3.2.2.2 สปันจ์เค้ก**

เตรียมสปันจ์เค้กตามสูตร ดังตารางที่ 3.2 และการผสมตามวิธีของเจตนิพัทธ์ (2559) ภาพที่ 3.3 แปรระดับการทดแทนแป้งข้าวสาลีที่ระดับต่างๆ 4 ระดับ คือ ที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ15 ของน้ำหนักแป้งข้าวสาลี แล้วนำไปทำการศึกษาสมบัติทางเคมี และสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้กเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก ตามข้อที่ 3.2.2.1.1 และ 3.2.2.1.2

**ตารางที่ 3.2** ส่วนประกอบของสปันจ์เค้ก

| ส่วนประกอบ | ตัวอย่าง* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | SC-DR-0 | SC-DR-5 | SC-DR-10 | SC-DR-15 |
| **1) แป้งข้าวสาลี** | **320** | **304** | **288** | **272** |
| **2) เปลือกทุเรียนผง** | **-** | **16** | **32** | **48** |
| 3) ผงฟู | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 4) นมผง | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 5) กลิ่นวานิลลาชนิดผง | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 6) เนยสด | 180 | 180 | 180 | 180 |
| 7) กลิ่นนมเนย | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 8) ไข่ไก่ | 630 | 630 | 630 | 630 |
| 9) เกลือ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 10) โอวาเล็ต | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 11) น้ำตาลทราย | 400 | 400 | 400 | 400 |

* ตัวอย่างสปันจ์เค้ก (Sponge Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (SC-DR-0) ร้อยละ 5 (SC-DR-5) ร้อยละ 10 (SC-DR-10) และร้อยละ 15 (SC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งข้าวสาลีในส่วนผสม

**ภาพที่ 3.3** ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างสปันจ์เค้ก

**ที่มา :** เจตนิพัทธ์, 2559

**3.2.2.3 ชิฟฟ่อนเค้ก**

เตรียมชิฟฟ่อนเค้กตามสูตร ดังตารางที่ 3.3 และการผสมตามวิธีของเจต-นิพัทธ์ (2559) ภาพที่ 3.4 แปรระดับการทดแทนแป้งข้าวสาลีที่ระดับต่างๆ 4 ระดับ คือ ที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ15 ของน้ำหนักแป้งข้าวสาลี แล้วนำไปทำการศึกษาสมบัติทางเคมี และสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ชิฟฟ่อนเค้กเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก ตามข้อที่ 3.2.2.1.1 และ 3.2.2.1.2

**ตารางที่ 3.3** ส่วนประกอบของชิฟฟ่อนเค้ก

| ส่วนประกอบ | ตัวอย่าง* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | CC-DR-0 | CC-DR-5 | CC-DR-10 | CC-DR-15 |
| **1) แป้งข้าวสาลี** | **250** | **238** | **225** | **213** |
| **2) เปลือกทุเรียนผง** | **-** | **12** | **25** | **37** |
| 3) กลิ่นวานิลลาชนิดผง | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4) ผงฟู | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5) เกลือ | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 6) น้ำตาลทราย-1 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 7) น้ำสะอาด | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 8) ไข่แดง | 118 | 118 | 118 | 118 |
| 9) น้ำมันพืช | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 10) ไข่ขาว | 327 | 327 | 327 | 327 |
| 11) น้ำตาลทราย-2 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 12) ครีมออฟทาร์ทาร์ | 2 | 2 | 2 | 2 |

* ตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้ก (Chiffon Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CC-DR-0) ร้อยละ 5 (CC-DR-5) ร้อยละ 10 (CC-DR-10) และร้อยละ 15 (CC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งข้าวสาลีในส่วนผสม

**ภาพที่ 3.4** ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้ก

**ที่มา :** เจตนิพัทธ์, 2559

**ตารางที่ 3.4** ลักษณะของข้อมูลการศึกษาการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในผลิตภัณฑ์เค้กต่อการยอมรับโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในแผนการทดลอง RCBD

| ผู้ทดสอบ | Treatment | | | |
|---|---|---|---|---|
| (Block) | สูตรที่ 1 | สูตรที่ 2 | สูตรที่ 3 | สูตรที่ 4 |
| 1 | $X_{11}$ | $X_{21}$ | $X_{31}$ | $X_{41}$ |
| 2 | $X_{12}$ | $X_{22}$ | $X_{32}$ | $X_{42}$ |
| 3 | $X_{13}$ | $X_{23}$ | $X_{33}$ | $X_{43}$ |
| 4 | $X_{14}$ | $X_{24}$ | $X_{34}$ | $X_{44}$ |
| 5 | $X_{15}$ | $X_{25}$ | $X_{35}$ | $X_{45}$ |
| 6 | $X_{16}$ | $X_{26}$ | $X_{36}$ | $X_{46}$ |
| 7 | $X_{17}$ | $X_{27}$ | $X_{37}$ | $X_{47}$ |
| 8 | $X_{18}$ | $X_{28}$ | $X_{38}$ | $X_{48}$ |
| 9 | $X_{19}$ | $X_{29}$ | $X_{39}$ | $X_{49}$ |
| 10 | $X_{110}$ | $X_{210}$ | $X_{310}$ | $X_{410}$ |
| 20 | $X_{120}$ | $X_{220}$ | $X_{320}$ | $X_{420}$ |
| 30 | $X_{130}$ | $X_{230}$ | $X_{330}$ | $X_{430}$ |

### 3.2.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เค้กแป้งข้าวสาลีที่ทดแทนด้วยเปลือกทุเรียนผง สำหรับคุณภาพทางกายภาพ และเคมีวิเคราะห์สถิติโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตัวอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยและความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญ 0.05 ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ (Randomized Completed Block Design, RCBD) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติโดย Analysis of variance, ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

**3.3. สถานที่ทำการศึกษาทดลอง**

3.3.1 ห้องปฏิบัติการอาหาร 515 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี-ราชมงคลพระนคร

3.3.2 ประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3.3 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย-เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

**3.4. การถ่ายทอดเทคโนโลยี**

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียน คณะผู้วิจัยได้พิจารณาบุคคลที่สนใจ สำรวจความต้องการของกลุ่มเป้าหมายในการฝึกอบรมการผลิตแป้งจากเปลือกทุเรียน ที่เหลือทิ้งจากการตัดแต่งเพื่อบริโภคโดยการใช้แบบสอบถามประเมินความต้องการเข้ารับการฝึกอบรม ได้แก่ กลุ่มชุมชน วิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้าน สถานศึกษา สถานประกอบการที่ผลิตอาหารแปรรูป ฯ

**3.5. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย**

ระยะเวลาดำเนินการวิจัยตั้งแต่ ตุลาคม 2559 – กันยายน 2561

# บทที่ 4

# ผลการวิจัย

## 4.1 ผลการเตรียมเปลือกทุเรียนผง

การเตรียมเปลือกทุเรียนผงใช้วิธี การนำเปลือกทุเรียนให้ความร้อนด้วยวิธีการนึ่งก่อนนำเข้าเครื่องบดสับเพื่อลดขนาด แล้วนำไปอบแห้ง (SD-Stream Dry) แล้วทำการตีป่นเป็นผง เปลือกทุเรียนพันธุ์ชะนี พันธุ์หมอนทอง และพันธุ์ก้านยาว เมื่อผ่านกระบวนการอบแห้ง และปั่นเป็นผงแล้ว พบว่าเปลือกทุเรียนพันธุ์ชะนี ให้ปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือ เปลือกทุเรียนพันธุ์ก้านยาว ส่วนเปลือกทุเรียนที่ให้ปริมาณน้อยที่สุด คือ เปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

ปริมาณเปลือกทุเรียนผงที่ได้ มีสาเหตุจาก ปริมาณน้ำหนักของผลทุเรียนทั้งผล สายพันธุ์ทุเรียน และอายุการเก็บ พบว่า ทุเรียนพันธุ์ก้านยาว มีชั้นของเปลือกส่วนที่เป็นสีขาวมากที่สุด รองลงมาคือทุเรียนพันธุ์ชะนี ส่วนทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีส่วนของชั้นเปลือกสีขาวน้อยที่สุด ทุเรียนที่มีน้ำหนักโดยรวมต่อผลมากจะมีเปลือกชั้นสีขาวมากกว่าทุเรียนที่มีน้ำหนักโดยรวมต่อผลน้อย น้ำหนักของเปลือกทุเรียนทั้ง 3 สายพันธุ์ในการทำเป็นผงแสดงดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ปริมาณเปลือกเปลือกทุเรียนผง

| **สายพันธุ์ทุเรียน** | **น้ำหนักตัวอย่าง*** | |
|---|---|---|
| | **เริ่มต้น** | เปลือกทุเรียนผง |
| เปลือกทุเรียนผงพันธุ์ชะนี | 642.01±0.20**[b]*** | **89.67±0.08** [a] |
| เปลือกทุเรียนผงพันธุ์หมอนทอง | 622.34±0.01[c] | 71.67±0.13[c] |
| เปลือกทุเรียนผงพันธุ์ก้านยาว | 692.33±0.52[a] | 78.86±0.28[b] |

* การเตรียมเปลือกทุเรียนผงวิธีที่ Stream Dry (SD)

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

## 4.2 องค์ประกอบทางเคมีผลการเตรียมเปลือกทุเรียนผง

องค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางกายภาพของเปลือกทุเรียนผง แสดงในตารางที่ 4.2 โดยทั่วไปในเปลือกทุเรียน มีปริมาณใยอาหารสูง รองลงมาคือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียนทั้ง 3 สายพันธุ์ ส่วนใหญ่เป็นใยอาหารหยาบ ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก คือ เซลลูโลส (cellulose) ร้อยละ 50-60 ลิกนิน (lignin) ร้อยละ 5 (Putri and Kurniyati, 2015) ซึ่งจัดเป็นใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ สำหรับใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำที่พบในเปลือกทุเรียน คือ เพคตินร้อยละ 9.1 (Maran, 2014) สำหรับเปลือกทุเรียนผงทั้ง 3 สายพันธุ์ จะประกอบด้วยความชื้นร้อยละ 2.31-3.36 โปรตีนร้อยละ 7.36-7.73 ไขมันร้อยละ 0.14-0.30 ใยอาหารหยาบร้อยละ 46.69-51.43 เถ้าร้อยละ 4.17-5.91 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 31.09-36

**ตารางที่ 4.2** ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพของเปลือกทุเรียน

| คุณภาพทางเคมี / กายภาพ | ตัวอย่างเปลือกทุเรียนผง* | | |
|---|---|---|---|
| | พันธุ์ชะนี | พันธุ์หมอนทอง | พันธุ์ก้านยาว |
| **องค์ประกอบทางเคมี** (ร้อยละ) | | | |
| ความชื้น | 2.31±0.14**[c***] | 4.32±0.64[a] | 3.36±0.14[b] |
| โปรตีน | 7.73±0.12[a] | 7.44±0.44[b] | 7.36±0.14[b] |
| ไขมัน | 0.30±0.31[a] | 0.14±0.34[b] | 0.15±0.14[b] |
| เถ้า | 4.17+0.18[c] | 5.72±0.43[b] | 5.91±0.13[a] |
| ใยอาหารหยาบ | 51.43±0.46[a] | 51.29±0.26[b] | 46.69±0.16[c] |
| คาร์โบไฮเดรต | 34.06+0.23[b] | 31.09±0.37[c] | 36.53±0.16[a] |
| **คุณภาพทางกายภาพ** | | | |
| **ค่าสี** | | | |
| ค่าความสว่าง (L*) | 87.43±0.15[a] | 82.65±0.23[b] | 80.46±0.23[b] |
| ค่าสีแดง-เขียว (a*) | -4.33±0.14[a] | -4.56±0.86[b] | -4.74±0.86[c] |
| ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) | 35.78±0.17[c] | 41.28±0.42[b] | 42.68±0.42[a] |
| ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้ ($a_w$) | 0.31±0.03[a] | 0.31±0.05[a] | 0.31±0.05[a] |

* การเตรียมเปลือกทุเรียนผงวิธีที่ Stream Dry (SD)

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เปลือกทุเรียนผงพันธุ์ชะนีมีสีที่ค่อนข้างสว่าง อยู่ในช่วงสีเหลือง-น้ำตาลอ่อน มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 87.43 เมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกทุเรียนผงพันธุ์หมอนทอง และพันธุ์ก้านยาว พบว่า มีสีที่สว่างกว่า และมีปริมาณใยอาหารที่สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับเปลือกทุเรียนผงพันธุ์หมอนทอง และพันธุ์ก้านยาว จึงเลือกเปลือกทุเรียนผงพันธุ์ชะนี สำหรับการทดลองขั้นต่อไป

## 4.3 ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก

### 4.3.1 บัตเตอร์เค้ก

#### 4.3.1.1 องค์ประกอบทางเคมี

การใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีมีผลทำให้ปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า และใยอาหารหยาบในบัตเตอร์เค้กเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทุกระดับการทดแทนตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.3 ปริมาณใยอาหารหยาบดังกล่าวเป็นส่วนของเซลลูโลสซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเปลือกทุเรียน มีการรายงานว่าในเปลือกทุเรียนประกอบด้วยเซลลูโลสร้อยละ 50-60 (Putri and Kurniyati, 2015) เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 7.69 และลิกนินร้อยละ 6.92 (Unhasirikul et. al., 2013) สำหรับปริมาณไขมัน และคาร์โบไฮเดรตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเปลือกทุเรียนผงมีไขมัน คาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าแป้งข้าวสาลี และมีใยอาหารหยาบมากกว่า ปริมาณใยอาหารหยาบในตัวอย่างบัตเตอร์เค้กทุกระดับ มีปริมาณมากกว่าบัตเตอร์เค้กสูตรควบคุม ซึ่งในเปลือกทุเรียนผงพบปริมาณใยอาหารหยาบร้อยละ 51.43 ในขณะที่แป้งข้าวสาลีพบใยอาหารหยาบเพียงร้อยละ 1.0 (Akubor and Ishiwu, 2013) การเพิ่มขึ้นของปริมาณใยอาหารหยาบนอกจากส่งผลต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้กแล้ว ยังมีผลทำให้บัตเตอร์เค้กที่ทดแทนด้วยเปลือกทุเรียนผงมีศักยภาพเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพอีกด้วย อีกทั้งยังมีใยอาหารสูง ใยอาหารมีบทบาทที่ดีต่อสุขภาพซึ่งใยอาหารชนิดที่ไม่ละลาย (inso-luble dietary fiber) ช่วยในเรื่องของระบบขับถ่ายโดยจะเพิ่มจำนวนอุจจาระให้มากขึ้นบรรเทาอาการท้องผูก และนอกจากนี้ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ (soluble dietary fiber) มีความสามารถในการดูดซับน้ำและเปลี่ยนเป็นเจลระหว่างการย่อยอาหาร ซึ่งทำหน้าที่ดักจับคาร์โบไฮเดรต และชะลอการดูดซึมกลูโคส ซึ่งส่งผลให้เกิดการลดความแปรปรวนของระดับน้ำตาลในเลือด ทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดคงที่ นอกจากนี้ยังช่วยปรับสมดุลของค่า pH ในลำไส้และช่วยกระตุ้นจุลินทรีย์ให้เกิดกระบวนการหมักเพื่อผลิตกรดไขมันสายสั้น ซึ่งอาจช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Dhingra et. al., 2013)

**ตารางที่ 4.3** องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างบัตเตอร์เค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง

| องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ) | ตัวอย่าง* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BC-DR-0 | BC-DR-5 | BC-DR-10 | BC-DR-15 |
| ความชื้น | 24.66±0.03**[d***] | 25.03±0.05[c] | 25.22±0.02[b] | 25.87±0.03[a] |
| โปรตีน | 10.07±0.02[d] | 10.13±0.02[c] | 10.24±0.02[b] | 10.37±0.05[a] |
| ไขมัน | 18.02±0.03[a] | 17.61±0.02[b] | 17.32±0.02[c] | 16.87±0.07[d] |
| เถ้า | 0.95±0.02[d] | 1.03±0.02[c] | 1.15±0.03[b] | 1.22±0.08[a] |
| เยื่อใย | 1.86±0.02[d] | 2.12±0.01[c] | 2.77±0.02[b] | 2.88±0.04[a] |
| คาร์โบไฮเดรต | 44.48±0.01[a] | 44.07±0.02[b] | 43.29±0.05[c] | 42.79±0.04[d] |

* ตัวอย่างบัตเตอร์เค้ก (Butter Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (BC-DR-0) ร้อยละ 5 (BC-DR-5) ร้อยละ 10 (BC-DR-10) และร้อยละ 15 (BC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งสาลีในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

#### 4.3.1.2 คุณภาพทางกายภาพ

ปริมาตรของตัวอย่างบัตเตอร์เค้กสูตรควบคุม (BC-DR-0) มีปริมาตรมากกว่าบัตเตอร์เค้กที่ทำการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในทุกระดับ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าลดลงร้อยละ 9.09 14.62 และ 16.14 ตามลำดับ เมื่อเปลือกทุเรียนผงเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ตัวอย่างเค้กมีปริมาตรลดลง แสดงดังตารางที่ 4.4 การลดลงของปริมาตรเป็นผลมาจากการลดลงของปริมาณกลูเตนในส่วนผสมเค้ก ทำให้ความสามารถในการเก็บกักอากาศลดลง ส่งผลให้ตัวอย่างบัตเตอร์เค้ก BC-DR-15 มีปริมาตรต่ำกว่าบัตเตอร์เค้กสูตรควบคุม ดังภาพที่ 3 สอดคล้องกับการรายงานของ Silva et. al. (2017) ใช้เปลือกกล้วยผง และแป้งเมล็ดแฟลกซ์ทดแทนแป้งข้าวสาลีในการทำเค้กปอนด์ พบว่า ปริมาตรของเค้กลดลงเมื่อปริมาณเปลือกกล้วยผงและแป้งเมล็ดแฟลกซ์ในส่วนผสมเค้กเพิ่มขึ้น

การเพิ่มขึ้นของเปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีในบัตเตอร์เค้ก พบว่า ตัวอย่าง มีค่า L* ลดลงร้อยละ 6.12 17.76 และ 29.38 ค่า b* ลดลงร้อยละ 5.47 15.96 และ 20.18 ค่า a* เพิ่มขึ้น มีค่าระหว่าง -6.83 ถึง -2.01 (ตารางที่ 4.4) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (BC-DR-0) ($p \leq 0.05$)

เนื้อสัมผัสของบัตเตอร์เค้กที่มีการทดแทนเปลือกทุเรียนผงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสของบัตเตอร์เค้กในด้านความแข็ง และค่าความเหนียวหนึบ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของทุกระดับการทดแทน ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ความยืดหยุ่น และการยึดเกาะภายในของ

ตัวอย่าง มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญของทุกระดับการทดแทน ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.4 ทั้งนี้เป็นผลมาจากปริมาณกลูเตนที่มีน้อย ขนาดความสามารถการเกิดร่างแหโปรตีน (Rodríguez-García, 2014) ทำให้โครงสร้างไม่ดี ขาดความสามารถในการเก็บกักอากาศ ส่งผลให้เนื้อเค้กมีการอัดตัวกันแน่น มีรูพรุนของโพรงอากาศในปริมาณน้อย ดังภาพที่ 4.1 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tongtangwong and Suwon-sichon รายงานว่าการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลทำให้บัตเตอร์เค้กมีค่าความแข็ง ค่าความเหนียวหนืบเพิ่มขึ้น และมีปริมาตรเล็กลง (Tongtangwong and Suwonsichon, 2010)

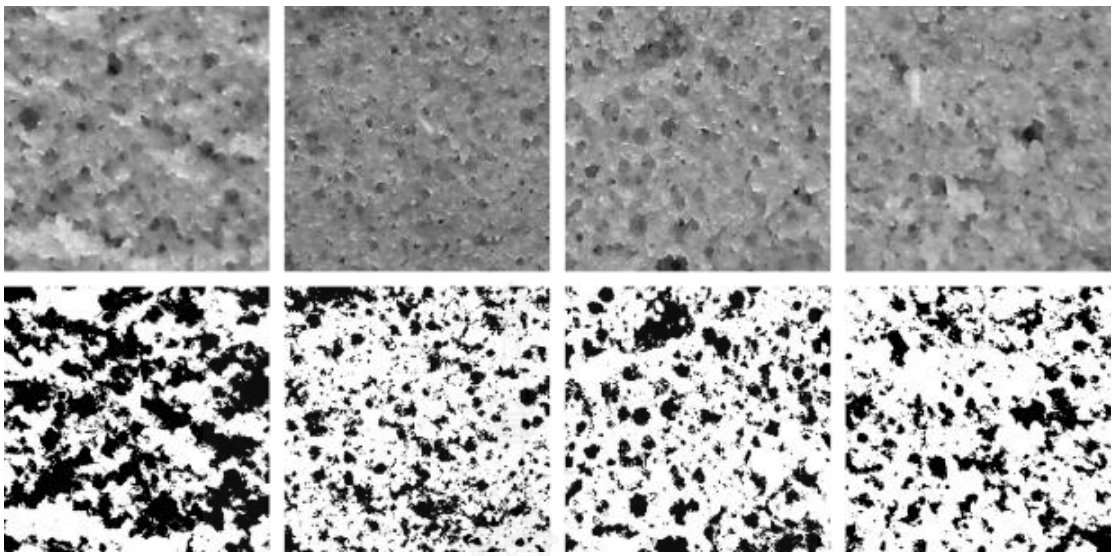
**ตารางที่ 4.4** คุณภาพทางกายภาพของตัวอย่างบัตเตอร์เค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง

| คุณภาพทางกายภาพ | ตัวอย่าง* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BC-DR-0 | BC-DR-5 | BC-DR-10 | BC-DR-15 |
| ปริมาตร (มิลลิลิตร) | 979.45±0.11**[a***] | 890.37±0.10[b] | 836.27±0.13[c] | 821.35±0.19[d] |
| ค่าความสว่าง (L*) | 90.25±0.03[a] | 84.73±0.05[b] | 74.22±0.05[c] | 63.74±0.03[d] |
| ค่าสีแดง-เขียว (a*) | -8.90±0.02[d] | -6.83±0.02[c] | -6.49±0.07[b] | -2.01±0.05[a] |
| ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) | 24.88±0.03[a] | 23.52±0.02[b] | 20.91±0.02[c] | 19.86±0.06[d] |
| **เนื้อสัมผัส** | | | | |
| ค่าความแข็ง (N) | 3.31±0.07[d] | 4.71±0.04[c] | 8.33±0.07[b] | 15.87±0.05[a] |
| ค่าความยืดหยุ่น | 0.96±0.11[a] | 0.83±0.06[b] | 0.75±0.07[c] | 0.69±0.21[d] |
| ค่าการยึดเกาะภายใน | 0.59±0.06[a] | 0.57±0.09[b] | 0.55±0.08[c] | 0.53±0.02[d] |
| ค่าความเหนียวหนืบ | 1.91±0.03[d] | 2.69±0.02[c] | 4.71±0.08[b] | 8.55±0.11[a] |
| **โครงสร้างภายในของบัตเตอร์เค้ก** | | | | |
| จำนวนโพรงอากาศ (หน่วย) | 908.33±0.58[a] | 888.67±0.56[b] | 745.67±0.57[c] | 692.67±0.57[d] |
| ขนาดของโพรงอากาศ (มม.$^2$) | 2.54±0.12[a] | 2.33±0.11[b] | 1.76±0.02[c] | 1.46±0.03[d] |
| ความหนาแน่น (หน่วย/มม.$^2$) | 358.62±0.39[c] | 382.48±0.27[c] | 424.51±0.47[b] | 473.44±0.37[a] |

* ตัวอย่างบัตเตอร์เค้ก (Butter Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (BC-DR-0) ร้อยละ 5 (BC-DR-5) ร้อยละ 10 (BC-DR-10) และร้อยละ 15 (BC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งสาลีในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



(ก) (ข) (ค) (ง)

**ภาพที่ 4.1** ภาพจริง และภาพขาว-ดำ โครงสร้างภายในของตัวอย่างบัตเตอร์เค้ก (Butter Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (BC-DR-0) ร้อยละ 5 (BC-DR-5) ร้อยละ 10 (BC-DR-10) และร้อยละ 15 (BC-DR-15)

#### 4.3.1.3 การยอมรับของบัตเตอร์เค้ก

คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Butter Cake) ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในระดับแตกต่างกัน อยู่ในช่วง 6.74 ถึง 8.19 แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า คะแนนคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของบัตเตอร์เค้กที่มีการทดแทนด้วยเปลือก-ทุเรียนผงร้อยละ 5 และร้อยละ 10 มีระดับความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ที่ระดับร้อยละ 5 มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันกับบัตเตอร์เค้กสูตรควบคุม แต่เมื่อการเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผงตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป คะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะด้านเนื้อสัมผัส ที่สอดคล้องกับการลดลงของปริมาตร และความยืดหยุ่น ในขณะที่ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานของ Hera et. al. รายงานว่า การเพิ่มขึ้นของแป้งข้าวโอ๊ตเพื่อทดแทนแป้งข้าวสาลีเพื่อเพิ่มใยอาหารมีผลกระทบต่อความชอบของบัตเตอร์เค้ก [32] อย่างไรก็ตาม การทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงที่ระดับร้อยละ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ยกเว้นในคุณลักษณะด้านสี อย่างไรก็ตาม ที่การทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงที่ระดับร้อยละ 10 ถึงแม้จะมีปริมาณใยอาหารมากที่สุด แต่

ได้รับคะแนนความชอบน้อยกว่าที่ระดับร้อยละ 5 แสดงให้เห็นว่าผู้ชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างบัตเตอร์เค้กสูตรควบคุมและสูตรทดแทนด้วยเปลือกผงทุเรียนได้ เพราะฉะนั้นที่ระดับร้อยละ 5 มีการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีได้มากที่สุดและยังเป็นการลดการใช้แป้งข้าวสาลีให้น้อยลงได้ อีกทั้งยังได้ผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กที่มีปริมาณใยอาหารมากขึ้น ซึ่งมีคุณประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพตามที่ได้กล่าวไว้

**ตารางที่ 4.5** คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบัตเตอร์เค้กเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Butter Cake) ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในระดับแตกต่างกัน

| คุณลักษณะ | ตัวอย่าง* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BC-DR-0 | BC-DR-5 | BC-DR-10 | BC-DR-15 |
| ลักษณะปรากฏ | 8.03 ± 0.73**[a***] | 8.14 ± 0.63[a] | 7.41 ± 0.92[b] | 7.47 ± 0.82[b] |
| สี | 8.26 ± 0.82[a] | 7.54 ± 0.75[b] | 7.39 ± 0.97[bc] | 7.15 ± 0.92[c] |
| กลิ่น | 8.05 ± 0.90[a] | 7.98± 0.90[a] | 7.63 ± 0.86[b] | 7.10 ± 0.92[c] |
| รสชาติ | 7.99 ± 0.86[a] | 8.19 ± 0.68[a] | 7.35 ± 0.99[b] | 7.10 ± 0.99[b] |
| เนื้อสัมผัส | 8.02 ± 0.75[a] | 8.13 ± 0.70[a] | 7.66 ± 0.75[b] | 6.74 ± 0.94[c] |
| ความชอบรวม | 8.00 ± 0.90[a] | 7.97 ± 0.95[a] | 7.29 ± 0.98[b] | 6.98 ± 0.89[c] |

* ตัวอย่างบัตเตอร์เค้ก (Butter Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (BC-DR-0) ร้อยละ 5 (BC-DR-5) ร้อยละ 10 (BC-DR-10) และร้อยละ 15 (BC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งสาลีในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

### 4.3.2 สปันจ์เค้ก

#### 4.3.2.1 องค์ประกอบทางเคมี

การใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีมีผลทำให้ปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า และใยอาหารหยาบในสปันจ์เค้กเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทุกระดับการทดแทนตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.6 ปริมาณใยอาหารหยาบดังกล่าวเป็นส่วนของเซลลูโลสซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเปลือกทุเรียน มีการรายงานว่าในเปลือกทุเรียนประกอบด้วยเซลลูโลสร้อยละ 50-60 (Putri and Kurniyati, 2015) เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 7.69 และลิกนินร้อยละ 6.92 (Unhasirikul et. al., 2013) สำหรับปริมาณไขมัน และคาร์โบไฮเดรตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเปลือกทุเรียนผงมีไขมัน คาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าแป้งข้าวสาลี และมีใยอาหาร

หยาบมากกว่า ปริมาณใยอาหารหยาบในตัวอย่างสปันจ์เค้กทุกระดับ มีปริมาณมากกว่าสปันจ์เค้กสูตรควบคุม ซึ่งในเปลือกทุเรียนผงพบปริมาณใยอาหารหยาบร้อยละ 51.43 ในขณะที่แป้งข้าวสาลีพบใยอาหารหยาบเพียงร้อยละ 1.0 (Akubor and Ishiwu, 2013) การเพิ่มขึ้นของปริมาณใยอาหารหยาบนอกจากส่งผลต่อคุณภาพของสปันจ์เค้กแล้ว ยังมีผลทำให้สปันจ์เค้กที่ทดแทนด้วยเปลือกทุเรียนผงมีศักยภาพเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพอีกด้วย อีกทั้งยังมีใยอาหารสูง ใยอาหารมีบทบาทที่ดีต่อสุขภาพซึ่งใยอาหารชนิดที่ไม่ละลาย (inso-luble dietary fiber) ช่วยในเรื่องของระบบขับถ่ายโดยจะเพิ่มจำนวนอุจจาระให้มากขึ้นบรรเทาอาการท้องผูก และนอกจากนี้ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ (soluble dietary fiber) มีความสามารถในการดูดซับน้ำและเปลี่ยนเป็นเจลระหว่างการย่อยอาหารซึ่งทำหน้าที่ดักจับคาร์โบไฮเดรต และชะลอการดูดซึมกลูโคส ซึ่งส่งผลให้เกิดการลดความแปรปรวนของระดับน้ำตาลในเลือด ทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดคงที่ นอกจากนี้ยังช่วยปรับสมดุลของค่า pH ในลำไส้และช่วยกระตุ้นจุลินทรีย์ให้เกิดกระบวนการหมักเพื่อผลิตกรดไขมันสายสั้น ซึ่งอาจช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Dhingra et. al., 2013)

**ตารางที่ 4.6** องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างสปันจ์เค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียน-ผง

| **องค์ประกอบทางเคมี** | **ตัวอย่าง*** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **(ร้อยละ)** | **SC-DR-0** | **SC-DR-5** | **SC-DR-10** | **SC-DR-15** |
| ความชื้น | 23.75±0.03**[d***] | 24.06±0.05[c] | 25.01±0.02[b] | 27.35±0.03[a] |
| โปรตีน | 10.89±0.02[a] | 10.53±0.02[b] | 10.51±0.02[c] | 10.51±0.05[d] |
| ไขมัน | 23.55±0.03[a] | 23.32±0.02[b] | 22.03±0.02[c] | 21.97±0.07[d] |
| เถ้า | 1.04±0.02[d] | 1.07±0.02[c] | 1.13±0.03[b] | 1.14±0.08[a] |
| เยื่อใย | 1.56±0.02[d] | 2.03±0.01[c] | 2.13±0.02[b] | 2.42±0.04[a] |
| คาร์โบไฮเดรต | 39.21±0.01[a] | 38.99±0.02[b] | 39.19±0.05[b] | 36.61±0.04[c] |

* ตัวอย่างสปันจ์เค้ก (Sponge Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (SC-DR-0) ร้อยละ 5 (SC-DR-5) ร้อยละ 10 (SC-DR-10) และร้อยละ 15 (SC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งสาลีในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

#### 4.3.2.2 คุณภาพทางกายภาพ

ปริมาตรของตัวอย่างสปันจ์เค้กสูตรควบคุม (SC-DR-0) มีปริมาตรมากกว่าสปันจ์เค้กที่ทำการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในทุกระดับ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่า

ลดลงร้อยละ 9.09 14.62 และ 16.14 ตามลำดับ เมื่อเปลือกทุเรียนผงเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ตัวอย่างเค้กมีปริมาตรลดลง แสดงดังตารางที่ 4.4 การลดลงของปริมาตรเป็นผลมาจากการลดลงของปริมาณกลูเตนในส่วนผสมเค้ก ทำให้ความสามารถในการเก็บกักอากาศลดลง ส่งผลให้ตัวอย่างสปันจ์เค้ก SC-DR-15 มีปริมาตรต่ำกว่าสปันจ์เค้กสูตรควบคุม ดังภาพที่ 3 สอดคล้องกับการรายงานของ Silva et. al. (2017) ใช้เปลือกกล้วยผง และแป้งเมล็ดแฟลกซ์ทดแทนแป้งข้าวสาลีในการทำเค้กปอนด์ พบว่าปริมาตรของเค้กลดลงเมื่อปริมาณเปลือกกล้วยผงและแป้งเมล็ดแฟลกซ์ในส่วนผสมเค้กเพิ่มขึ้น

การเพิ่มขึ้นของเปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีในสปันจ์เค้ก พบว่า ตัวอย่าง มีค่า L* ลดลงร้อยละ 6.12 17.76 และ 29.38 ค่า b* ลดลงร้อยละ 5.47 15.96 และ 20.18 ค่า a* เพิ่มขึ้น มีค่าระหว่าง -6.83 ถึง -2.01 (ตารางที่ 4.4) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (SC-DR-0) ($p \leq 0.05$)

เนื้อสัมผัสของสปันจ์เค้กที่มีการทดแทนเปลือกทุเรียนผงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสของสปันจ์เค้กในด้านความแข็ง และค่าความเหนียวหนืบ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของทุกระดับการทดแทน ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ความยืดหยุ่น และการยึดเกาะภายในของตัวอย่าง มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญของทุกระดับการทดแทน ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.4 ทั้งนี้เป็นผลมาจากปริมาณกลูเตนที่มีน้อย ขนาดความสามารถการเกิดร่างแหโปรตีน (Rodríguez-García, 2014) ทำให้โครงสร้างไม่ดี ขาดความสามารถในการเก็บกักอากาศ ส่งผลให้เนื้อเค้กมีการอัดตัวกันแน่น มีรูพรุนของโพรงอากาศในปริมาณน้อย ดังภาพที่ 4.1 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tongtangwong and Suwon-sichon รายงานว่าการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลทำให้สปันจ์เค้กมีค่าความแข็ง ค่าความเหนียวหนืบเพิ่มขึ้น และมีปริมาตรเล็กลง (Tongtangwong and Suwonsichon, 2010)

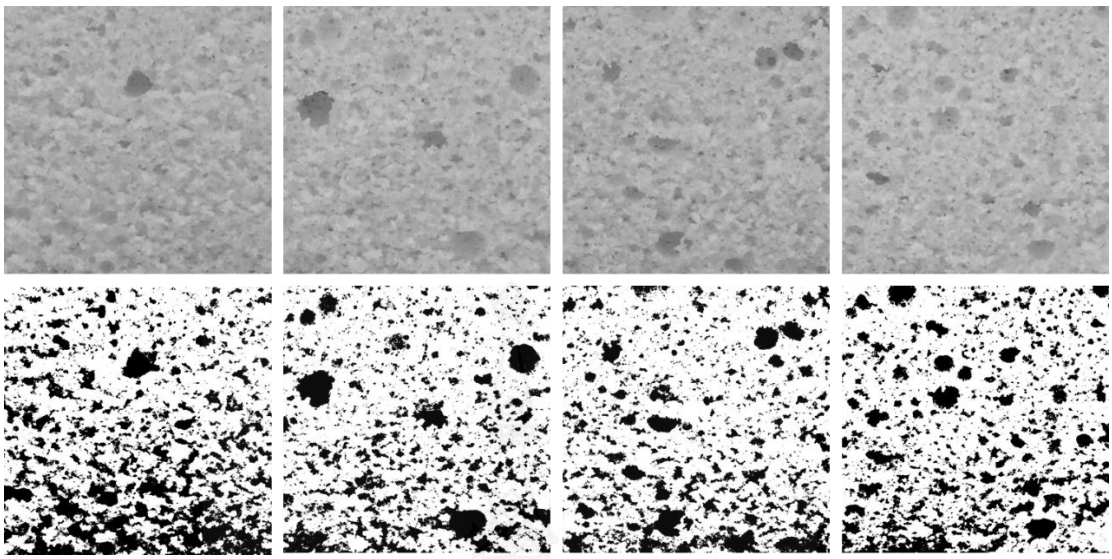
**ตารางที่ 4.7** คุณภาพทางกายภาพของตัวอย่างสปันจ์เค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง

| คุณภาพทางกายภาพ | ตัวอย่าง* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | SC-DR-0 | SC-DR-5 | SC-DR-10 | SC-DR-15 |
| ปริมาตร (มิลลิลิตร) | 979.45±0.11**[a***] | 890.37±0.10[b] | 836.27±0.13[c] | 821.35±0.19[d] |
| ค่าความสว่าง (L*) | 90.25±0.03[a] | 84.73±0.05[b] | 74.22±0.05[c] | 63.74±0.03[d] |
| ค่าสีแดง-เขียว (a*) | -8.90±0.02[d] | -6.83±0.02[c] | -6.49±0.07[b] | -2.01±0.05[a] |
| ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) | 24.88±0.03[a] | 23.52±0.02[b] | 20.91±0.02[c] | 19.86±0.06[d] |
| **เนื้อสัมผัส** | | | | |
| ค่าความแข็ง (N) | 3.31±0.07[d] | 4.71±0.04[c] | 8.33±0.07[b] | 15.87±0.05[a] |
| ค่าความยืดหยุ่น | 0.96±0.11[a] | 0.83±0.06[b] | 0.75±0.07[c] | 0.69±0.21[d] |
| ค่าการยึดเกาะภายใน | 0.59±0.06[a] | 0.57±0.09[b] | 0.55±0.08[c] | 0.53±0.02[d] |
| ค่าความเหนียวหนึบ | 1.91±0.03[d] | 2.69±0.02[c] | 4.71±0.08[b] | 8.55±0.11[a] |
| **โครงสร้างภายในของสปันจ์เค้ก** | | | | |
| จำนวนโพรงอากาศ (หน่วย) | 908.33±0.58[a] | 888.67±0.56[b] | 745.67±0.57[c] | 692.67±0.57[d] |
| ขนาดของโพรงอากาศ (มม.$^2$) | 2.54±0.12[a] | 2.33±0.11[b] | 1.76±0.02[c] | 1.46±0.03[d] |
| ความหนาแน่น (หน่วย/มม.$^2$) | 358.62±0.39[c] | 382.48±0.27[c] | 424.51±0.47[b] | 473.44±0.37[a] |

* ตัวอย่างสปันจ์เค้ก (Sponge Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (SC-DR-0) ร้อยละ 5 (SC-DR-5) ร้อยละ 10 (SC-DR-10) และร้อยละ 15 (SC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งสาลีในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



(ก) (ข) (ค) (ง)

**ภาพที่ 4.2** ภาพจริง และภาพขาว-ดำ โครงสร้างภายในของตัวอย่างสปันจ์เค้ก (Sponge Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (SC-DR-0) ร้อยละ 5 (SC-DR-5) ร้อยละ 10 (SC-DR-10) และร้อยละ 15 (SC-DR-15)

#### 4.3.2.3 การยอมรับของสปันจ์เค้ก

คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้กเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Sponge Cake) ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในระดับแตกต่างกัน อยู่ในช่วง 6.74 ถึง 8.19 แสดงดังตารางที่ 4.10 พบว่า คะแนนคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของสปันจ์เค้กที่มีการทดแทนด้วยเปลือก-ทุเรียนผงร้อยละ 5 และร้อยละ 10 มีระดับความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ที่ระดับร้อยละ 5 มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันกับสปันจ์เค้กสูตรควบคุม แต่เมื่อการเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผงตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป คะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะด้านเนื้อสัมผัส ที่สอดคล้องกับการลดลงของปริมาตร และความยืดหยุ่น ในขณะที่ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานของ Hera et. al. รายงานว่า การเพิ่มขึ้นของแป้งข้าวโอ๊ตเพื่อทดแทนแป้งข้าวสาลีเพื่อเพิ่มใยอาหารมีผลกระทบต่อความชอบของสปันจ์เค้ก [32] อย่างไรก็ตาม การทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงที่ระดับร้อยละ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ยกเว้นในคุณลักษณะด้านสี อย่างไรก็ตาม ที่การทดแทนแป้ง

ข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงที่ระดับร้อยละ 10 ถึงแม้จะมีปริมาณใยอาหารมากที่สุด แต่ได้รับคะแนนความชอบน้อยกว่าที่ระดับร้อยละ 5 แสดงให้เห็นว่าผู้ชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสปันจ์เค้กสูตรควบคุมและสูตรทดแทนด้วยเปลือกผงทุเรียนได้ เพราะฉะนั้นที่ระดับร้อยละ 5 มีการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีได้มากที่สุดและยังเป็นการลดการใช้แป้งข้าวสาลีให้น้อยลงได้อีกทั้งยังได้ผลิตภัณฑ์สปันจ์เค้กที่มีปริมาณใยอาหารมากขึ้น ซึ่งมีคุณประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพตามที่ได้กล่าวไว้

**ตารางที่ 4.8** คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสปันจ์เค้กเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Sponge Cake) ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในระดับแตกต่างกัน

| คุณลักษณะ | ตัวอย่าง* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | SC-DR-0 | SC-DR-5 | SC-DR-10 | SC-DR-15 |
| ลักษณะปรากฏ | 8.03 ± 0.73**[a***] | 8.14 ± 0.63[a] | 7.41 ± 0.92[b] | 7.47 ± 0.82[b] |
| สี | 8.26 ± 0.82[a] | 7.54 ± 0.75[b] | 7.39 ± 0.97[SC] | 7.15 ± 0.92[c] |
| กลิ่น | 8.05 ± 0.90[a] | 7.98± 0.90[a] | 7.63 ± 0.86[b] | 7.10 ± 0.92[c] |
| รสชาติ | 7.99 ± 0.86[a] | 8.19 ± 0.68[a] | 7.35 ± 0.99[b] | 7.10 ± 0.99[b] |
| เนื้อสัมผัส | 8.02 ± 0.75[a] | 8.13 ± 0.70[a] | 7.66 ± 0.75[b] | 6.74 ± 0.94[c] |
| ความชอบรวม | 8.00 ± 0.90[a] | 7.97 ± 0.95[a] | 7.29 ± 0.98[b] | 6.98 ± 0.89[c] |

* ตัวอย่างสปันจ์เค้ก (Sponge Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (SC-DR-0) ร้อยละ 5 (SC-DR-5) ร้อยละ 10 (SC-DR-10) และร้อยละ 15 (SC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งสาลีในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

### 4.3.3 ชิฟฟ่อนเค้ก

#### 4.1.1.1 องค์ประกอบทางเคมี

การใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีมีผลทำให้ปริมาณความชื้น โปรตีน เถ้า และใยอาหารหยาบในชิฟฟ่อนเค้กเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทุกระดับการทดแทนตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.3 ปริมาณใยอาหารหยาบดังกล่าวเป็นส่วนของเซลลูโลสซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเปลือกทุเรียน มีการรายงานว่าในเปลือกทุเรียนประกอบด้วยเซลลูโลสร้อยละ 50-60 (Putri and Kurniyati, 2015) เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 7.69 และลิกนินร้อยละ 6.92 (Unhasirikul et. al., 2013) สำหรับปริมาณไขมัน และคาร์โบไฮเดรตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

($p \leq 0.05$) เนื่องจากเปลือกทุเรียนผงมีไขมัน คาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าแป้งข้าวสาลี และมีใยอาหารหยาบมากกว่า ปริมาณใยอาหารหยาบในตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้กทุกระดับ มีปริมาณมากกว่าชิฟฟ่อนเค้กสูตรควบคุม ซึ่งในเปลือกทุเรียนผงพบปริมาณใยอาหารหยาบร้อยละ 51.43 ในขณะที่แป้งข้าวสาลีพบใยอาหารหยาบเพียงร้อยละ 1.0 (Akubor and Ishiwu, 2013) การเพิ่มขึ้นของปริมาณใยอาหารหยาบนอกจากส่งผลต่อคุณภาพของชิฟฟ่อนเค้กแล้ว ยังมีผลทำให้ชิฟฟ่อนเค้กที่ทดแทนด้วยเปลือกทุเรียนผงมีศักยภาพเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพอีกด้วย อีกทั้งยังมีใยอาหารสูง ใยอาหารมีบทบาทที่ดีต่อสุขภาพซึ่งใยอาหารชนิดที่ไม่ละลาย (inso-luble dietary fiber) ช่วยในเรื่องของระบบขับถ่ายโดยจะเพิ่มจำนวนอุจจาระให้มากขึ้นบรรเทาอาการท้องผูก และนอกจากนี้ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ (soluble dietary fiber) มีความสามารถในการดูดซับน้ำและเปลี่ยนเป็นเจลระหว่างการย่อยอาหาร ซึ่งทำหน้าที่ดักจับคาร์โบไฮเดรต และชะลอการดูดซึมกลูโคส ซึ่งส่งผลให้เกิดการลดความแปรปรวนของระดับน้ำตาลในเลือด ทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดคงที่ นอกจากนี้ยังช่วยปรับสมดุลของค่า pH ในลำไส้และช่วยกระตุ้นจุลินทรีย์ให้เกิดกระบวนการหมักเพื่อผลิตกรดไขมันสายสั้น ซึ่งอาจช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Dhingra et. al., 2013)

**ตารางที่ 4.9** องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง

| **องค์ประกอบทางเคมี** | **ตัวอย่าง*** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **(ร้อยละ)** | **CC-DR-0** | **CC-DR-5** | **CC-DR-10** | **CC-DR-15** |
| ความชื้น | 24.66±0.03**[d***] | 25.03±0.05[c] | 25.22±0.02[b] | 25.87±0.03[a] |
| โปรตีน | 10.07±0.02[d] | 10.13±0.02[c] | 10.24±0.02[b] | 10.37±0.05[a] |
| ไขมัน | 18.02±0.03[a] | 17.61±0.02[b] | 17.32±0.02[c] | 16.87±0.07[d] |
| เถ้า | 0.95±0.02[d] | 1.03±0.02[c] | 1.15±0.03[b] | 1.22±0.08[a] |
| เยื่อใย | 1.86±0.02[d] | 2.12±0.01[c] | 2.77±0.02[b] | 2.88±0.04[a] |
| คาร์โบไฮเดรต | 44.48±0.01[a] | 44.07±0.02[b] | 43.29±0.05[c] | 42.79±0.04[d] |

* ตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้ก (Chiffon Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CC-DR-0) ร้อยละ 5 (CC-DR-5) ร้อยละ 10 (CC-DR-10) และร้อยละ 15 (CC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งสาลีในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

**4.1.1.2 คุณภาพทางกายภาพ**

ปริมาตรของตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้กสูตรควบคุม (CC-DR-0) มีปริมาตรมากกว่าชิฟฟ่อนเค้กที่ทำการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในทุกระดับ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าลดลงร้อยละ 9.09 14.62 และ 16.14 ตามลำดับ เมื่อเปลือกทุเรียนผงเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ตัวอย่างเค้กมีปริมาตรลดลง แสดงดังตารางที่ 4.4 การลดลงของปริมาตรเป็นผลมาจากการลดลงของปริมาณกลูเตนในส่วนผสมเค้ก ทำให้ความสามารถในการเก็บกักอากาศลดลง ส่งผลให้ตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้ก CC-DR-15 มีปริมาตรต่ำกว่าชิฟฟ่อนเค้กสูตรควบคุม ดังภาพที่ 3 สอดคล้องกับการรายงานของ Silva et. al. (2017) ใช้เปลือกกล้วยผง และแป้งเมล็ดแฟลกซ์ทดแทนแป้งข้าวสาลีในการทำเค้กปอนด์ พบว่า ปริมาตรของเค้กลดลงเมื่อปริมาณเปลือกกล้วยผงและแป้งเมล็ดแฟลกซ์ในส่วนผสมเค้กเพิ่มขึ้น

การเพิ่มขึ้นของเปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีในชิฟฟ่อนเค้ก พบว่า ตัวอย่าง มีค่า L* ลดลงร้อยละ 6.12 17.76 และ 29.38 ค่า b* ลดลงร้อยละ 5.47 15.96 และ 20.18 ค่า a* เพิ่มขึ้น มีค่าระหว่าง -6.83 ถึง -2.01 (ตารางที่ 4.4) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (CC-DR-0) ($p \leq 0.05$)

เนื้อสัมผัสของชิฟฟ่อนเค้กที่มีการทดแทนเปลือกทุเรียนผงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสของชิฟฟ่อนเค้กในด้านความแข็ง และค่าความเหนียวหนึบ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของทุกระดับการทดแทน ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ความยืดหยุ่น และการยึดเกาะภายในของตัวอย่าง มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญของทุกระดับการทดแทน ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.4 ทั้งนี้เป็นผลมาจากปริมาณกลูเตนที่มีน้อย ขนาดความสามารถการเกิดร่างแหโปรตีน (Rodríguez-García, 2014) ทำให้โครงสร้างไม่ดี ขาดความสามารถในการเก็บกักอากาศ ส่งผลให้เนื้อเค้กมีการอัดตัวกันแน่น มีรูพรุนของโพรงอากาศในปริมาณน้อย ดังภาพที่ 4.1 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tongtangwong and Suwon-sichon รายงานว่าการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลทำให้ชิฟฟ่อนเค้กมีค่าความแข็ง ค่าความเหนียวหนึบเพิ่มขึ้น และมีปริมาตรเล็กลง (Tongtangwong and Suwonsichon, 2010)

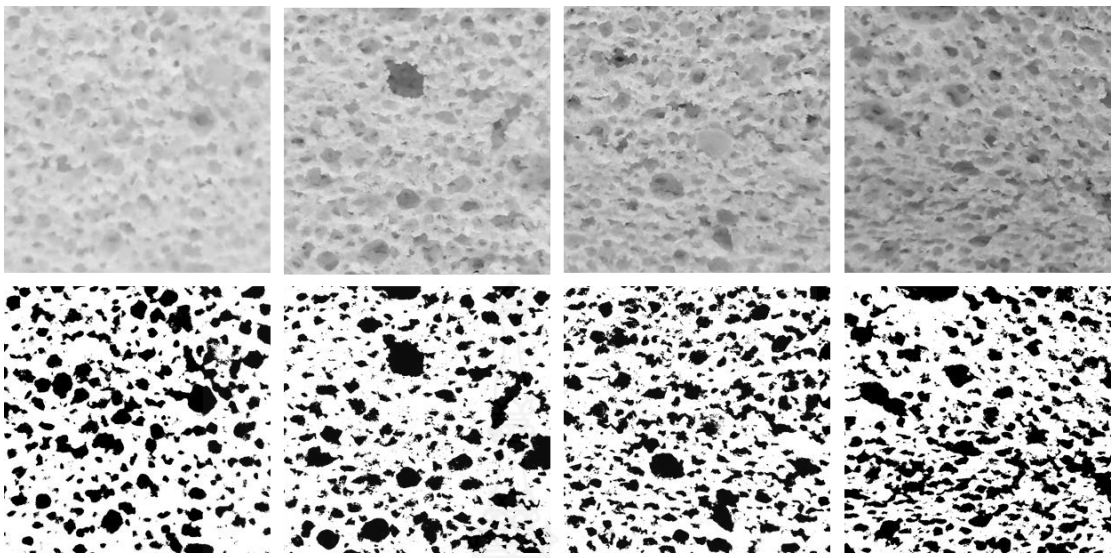
**ตารางที่ 4.10** คุณภาพทางกายภาพของตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้กทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง

| คุณภาพทางกายภาพ | ตัวอย่าง* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | CC-DR-0 | CC-DR-5 | CC-DR-10 | CC-DR-15 |
| ปริมาตร (มิลลิลิตร) | 979.45±0.11**[a***] | 890.37±0.10[b] | 836.27±0.13[c] | 821.35±0.19[d] |
| ค่าความสว่าง (L*) | 90.25±0.03[a] | 84.73±0.05[b] | 74.22±0.05[c] | 63.74±0.03[d] |
| ค่าสีแดง-เขียว (a*) | -8.90±0.02[d] | -6.83±0.02[c] | -6.49±0.07[b] | -2.01±0.05[a] |
| ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) | 24.88±0.03[a] | 23.52±0.02[b] | 20.91±0.02[c] | 19.86±0.06[d] |
| **เนื้อสัมผัส** | | | | |
| ค่าความแข็ง (N) | 3.21±0.07[d] | 5.71±0.04[c] | 7.33±0.07[b] | 13.87±0.05[a] |
| ค่าความยืดหยุ่น | 0.96±0.11[a] | 0.83±0.06[b] | 0.75±0.07[c] | 0.69±0.21[d] |
| ค่าการยึดเกาะภายใน | 0.69±0.06[a] | 0.57±0.09[b] | 0.45±0.08[c] | 0.33±0.02[d] |
| ค่าความเหนียวหนึบ | 1.91±0.03[d] | 2.69±0.02[c] | 4.71±0.08[b] | 8.55±0.11[a] |
| **โครงสร้างภายในของชิฟฟ่อนเค้ก** | | | | |
| จำนวนโพรงอากาศ (หน่วย) | 809.33±0.58[a] | 798.67±0.56[b] | 645.67±0.57[c] | 592.67±0.57[d] |
| ขนาดของโพรงอากาศ (มม.$^2$) | 2.34±0.12[a] | 2.13±0.11[b] | 1.66±0.02[c] | 1.36±0.03[d] |
| ความหนาแน่น (หน่วย/มม.$^2$) | 358.62±0.39[c] | 412.48±0.27[c] | 494.51±0.47[b] | 573.44±0.37[a] |

* ตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้ก (Chiffon Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CC-DR-0) ร้อยละ 5 (CC-DR-5) ร้อยละ 10 (CC-DR-10) และร้อยละ 15 (CC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งสาลีในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



(ก) (ข) (ค) (ง)

**ภาพที่ 4.3** ภาพจริง และภาพขาว-ดำ โครงสร้างภายในของตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้ก (Chiffon Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CC-DR-0) ร้อยละ 5 (CC-DR-5) ร้อยละ 10 (CC-DR-10) และร้อยละ 15 (CC-DR-15)

#### 4.1.1.3 การยอมรับของชิฟฟ่อนเค้ก

คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชิฟฟ่อนเค้กเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Chiffon Cake) ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในระดับแตกต่างกัน อยู่ในช่วง 6.74 ถึง 8.19 แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า คะแนนคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของชิฟฟ่อนเค้กที่มีการทดแทนด้วยเปลือก-ทุเรียนผงร้อยละ 5 และร้อยละ 10 มีระดับความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ที่ระดับร้อยละ 5 มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันกับชิฟฟ่อนเค้กสูตรควบคุม แต่เมื่อการเพิ่มปริมาณเปลือกทุเรียนผงตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป คะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะด้านเนื้อสัมผัส ที่สอดคล้องกับการลดลงของปริมาตร และความยืดหยุ่น ในขณะที่ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานของ Hera et. al. รายงานว่า การเพิ่มขึ้นของแป้งข้าวโอ๊ตเพื่อทดแทนแป้งข้าวสาลีเพื่อเพิ่มใยอาหารมีผลกระทบต่อความชอบของชิฟฟ่อนเค้ก [32] อย่างไรก็ตาม การทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงที่ระดับร้อยละ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ยกเว้นในคุณลักษณะด้านสี อย่างไรก็ตาม ที่การ

ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงที่ระดับร้อยละ 10 ถึงแม้จะมีปริมาณใยอาหารมากที่สุด แต่ได้รับคะแนนความชอบน้อยกว่าที่ระดับร้อยละ 5 แสดงให้เห็นว่าผู้ชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างชิฟฟ่อนเค้กสูตรควบคุมและสูตรทดแทนด้วยเปลือกผงทุเรียนได้ เพราะฉะนั้นที่ระดับร้อยละ 5 มีการใช้เปลือกทุเรียนผงทดแทนแป้งข้าวสาลีได้มากที่สุดและยังเป็นการลดการใช้แป้งข้าวสาลีให้น้อยลงได้ อีกทั้งยังได้ผลิตภัณฑ์ชิฟฟ่อนเค้กที่มีปริมาณใยอาหารมากขึ้น ซึ่งมีคุณประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพตามที่ได้กล่าวไว้

**ตารางที่ 4.11** คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชิฟฟ่อนเค้กเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Chiffon Cake) ที่ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผงในระดับแตกต่างกัน

| คุณลักษณะ | ตัวอย่าง* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | CC-DR-0 | CC-DR-5 | CC-DR-10 | CC-DR-15 |
| ลักษณะปรากฏ | 8.03 ± 0.73**[a]*** | 8.14 ± 0.63[a] | 7.41 ± 0.92[b] | 7.47 ± 0.82[b] |
| สี | 8.26 ± 0.82[a] | 7.54 ± 0.75[b] | 7.39 ± 0.97[CC] | 7.15 ± 0.92[c] |
| กลิ่น | 8.05 ± 0.90[a] | 7.98± 0.90[a] | 7.63 ± 0.86[b] | 7.10 ± 0.92[c] |
| รสชาติ | 7.99 ± 0.86[a] | 8.19 ± 0.68[a] | 7.35 ± 0.99[b] | 7.10 ± 0.99[b] |
| เนื้อสัมผัส | 8.02 ± 0.75[a] | 8.13 ± 0.70[a] | 7.66 ± 0.75[b] | 6.74 ± 0.94[c] |
| ความชอบรวม | 8.00 ± 0.90[a] | 7.97 ± 0.95[a] | 7.29 ± 0.98[b] | 6.98 ± 0.89[c] |

* ตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้ก (Chiffon Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CC-DR-0) ร้อยละ 5 (CC-DR-5) ร้อยละ 10 (CC-DR-10) และร้อยละ 15 (CC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งสาลีในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

## 4.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test)

จากการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสระดับห้องปฏิบัติการ ได้ทำตัวอย่างที่ผู้ชิมให้การยอมรับสูงสุดนำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการสุ่มโดยบังเอิญ

**ตารางที่ 4.12** ข้อมูลทางประชากรศาสตร์

(n=100)

| | | จำนวนคน | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| **1.** | **เพศ** | | |
| | ชาย | 35 | 35.00 |
| | หญิง | 65 | 65.00 |
| **2.** | **อายุ** | | |
| | 15-20 ปี | 8 | 8.00 |
| | 21-25 ปี | 24 | 24.00 |
| | 26-30 ปี | 6 | 6.00 |
| | 31-35 ปี | 14 | 14.00 |
| | 36-40 ปี | 12 | 12.00 |
| | มากกว่า 40 ปี | 36 | 36.00 |
| **3.** | **ระดับการศึกษา** | | |
| | ต่ำกว่ามัธยม | 15 | 15.00 |
| | มัธยมต้น | 15 | 15.00 |
| | มัธยมปลาย | 20 | 20.00 |
| | อนุปริญญา | 16 | 16.00 |
| | ปริญญาตรี | 22 | 22.00 |
| | สูงกว่าปริญญาตรี | 12 | 12.00 |

**ตารางที่ 4.12** ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ (ต่อ)

(n=100)

| | | จำนวนคน | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| **4.** | **อาชีพ** | | |
| | นักเรียน | 50 | 50.00 |
| | นักศึกษา | 16 | 16.00 |
| | พนักงานบริษัท | 7 | 7.00 |
| | รับราชการ | 15 | 15.00 |
| | ธุรกิจส่วนตัว | 6 | 6.00 |
| | อื่นๆ (ระบุ) แม่บ้าน | 6 | 6.00 |
| **5.** | **รายได้ต่อเดือน** | | |
| | น้อยกว่า 7,000 บาท | 66 | 66.00 |
| | 7,001-9,000 บาท | 3 | 3.00 |
| | 9,001-11,000 บาท | 5 | 5.00 |
| | 11,001-13,000 บาท | 6 | 6.00 |
| | 13,001-15,000 บาท | 5 | 5.00 |
| | มากกว่า 15,0001 บาท | 15 | 15.00 |

**ตารางที่ 4.13** การยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเปลือกทุเรียน

(n=100)

| คุณลักษณะ | จำนวนคน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **1. ลักษณะปรากฏ** | | |
| ยอมรับ | 81 | 81.00 |
| บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ | 14 | 14.00 |
| ไม่ยอมรับ | 5 | 5.00 |
| **2. สี** | | |
| ยอมรับ | 82 | 82.00 |
| บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ | 11 | 11.00 |
| ไม่ยอมรับ | 7 | 7.00 |
| **3. กลิ่น** | | |
| ยอมรับ | 88 | 88.00 |
| บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ | 9 | 9.00 |
| ไม่ยอมรับ | 3 | 3.00 |
| **4. รสชาติ** | | |
| ยอมรับ | 86 | 86.00 |
| บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ | 12 | 12.00 |
| ไม่ยอมรับ | 2 | 2.00 |
| **5. กลิ่นรส** | | |
| ยอมรับ | 86 | 86.00 |
| บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ | 9 | 9.00 |
| ไม่ยอมรับ | 5 | 5.00 |
| **6. เนื้อสัมผัส** | | |
| ยอมรับ | 84 | 84.00 |
| บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ | 10 | 10.00 |
| ไม่ยอมรับ | 6 | 6.00 |

**ตารางที่ 4.14** การยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test)

(n=100)

| คุณลักษณะ | จำนวนคน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **7. ความชอบรวม** | | |
| ยอมรับ | 80 | 85.00 |
| บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ | 15 | 15.00 |
| ไม่ยอมรับ | 5 | 5.00 |

จากตารางที่ 4.18 การยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเปลือกทุเรียน จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการสุ่มโดยบังเอิญ พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 80 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเปลือกทุเรียน

## 4.5 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี

**4.5.1** ข้อมูลพื้นฐานในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

คณะผู้วิจัยได้พิจารณาบุคคลที่สนใจ สำรวจความต้องการของกลุ่มเป้าหมายในการฝึกอบรมการผลิตแป้งจากเปลือกทุเรียน ที่เหลือทิ้งจากการตัดแต่งเพื่อบริโภคโดยการใช้แบบสอบถามประเมินความต้องการเข้ารับการฝึกอบรม ได้แก่ กลุ่มชุมชน วิสาหกิจชุมชน กลุ่มแม่บ้าน สถานศึกษา สถานประกอบการที่ผลิตอาหารแปรรูป ฯ

**4.5.2** ผลการประเมินความพึงพอใจจากถ่ายทอดเทคโนโลยี

**4.5.2.1** ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบประเมิน

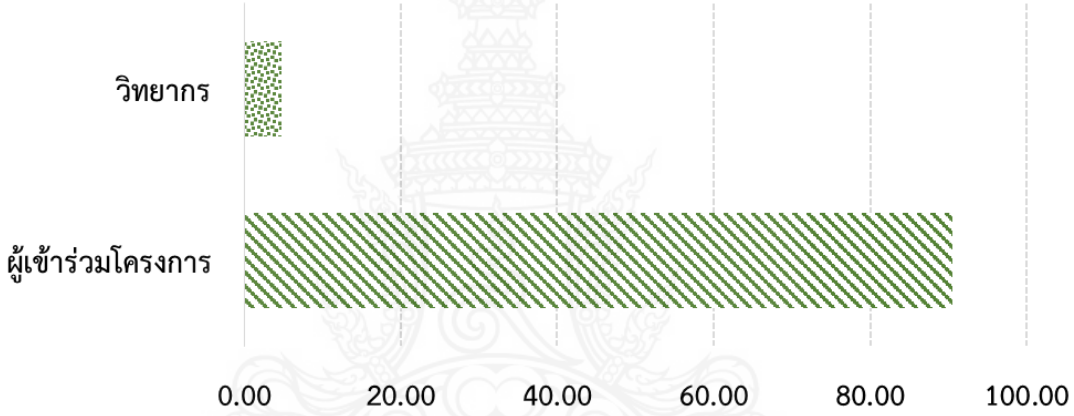
4.5.2.1.1 สถานภาพ

ผู้เข้าร่วมโครงการมีจำนวนทั้งสิ้น 40 คน ได้แก่ วิทยากร จำนวน 2 คน ผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 40 คน ผู้ตอบแบบประเมิน จำนวน 38 คน ส่วนใหญ่เป็นผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ดังตารางที่ 4.18

**ตารางที่ 4.15** จำนวนผู้ตอบแบบประเมินจำแนกตามสถานภาพ

(n=38)

| สถานภาพ | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ผู้เข้าร่วมโครงการ | 38 | 90.48 |
| วิทยากร | 2 | 4.76 |
| ผู้ช่วยวิทยากร | 0 | 0.00 |
| คณะทำงาน/กรรมการโครงการ | 0 | 0.00 |
| **รวม** | **40** | **100.00** |




**ภาพที่ 4.4** ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เข้าร่วมโครงการ

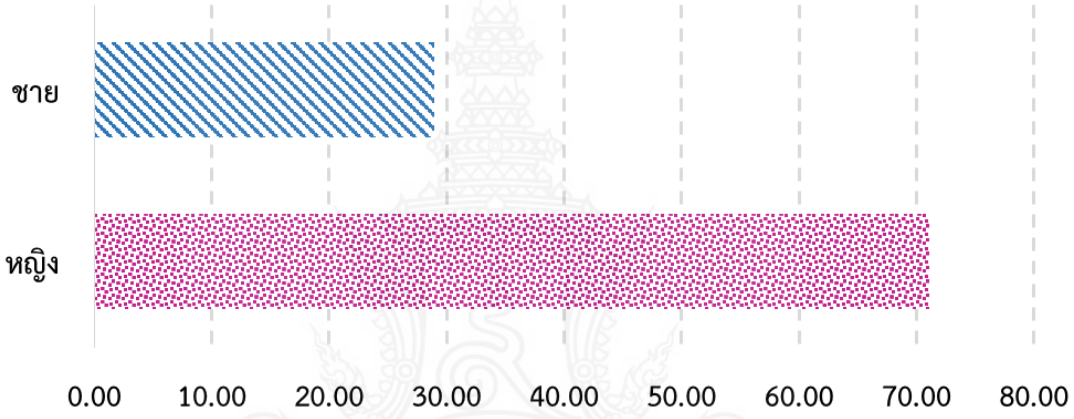
4.5.2.1.2 เพศ

ผู้ตอบแบบประเมิน จำนวน 38 คน เป็นเพศชาย จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 28.95 และเพศหญิง จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 71.05 ดังตารางที่ 4.19 ภาพที่ 4.2

**ตารางที่ 4.16** ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำแนกตามเพศ

(N=38)

| เพศ | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ชาย | 11 | 28.95 |
| หญิง | 27 | 71.05 |
| **รวม** | **38** | **100.00** |




**ภาพที่ 4.5** ข้อมูลของผู้เข้าร่วมโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามเพศ

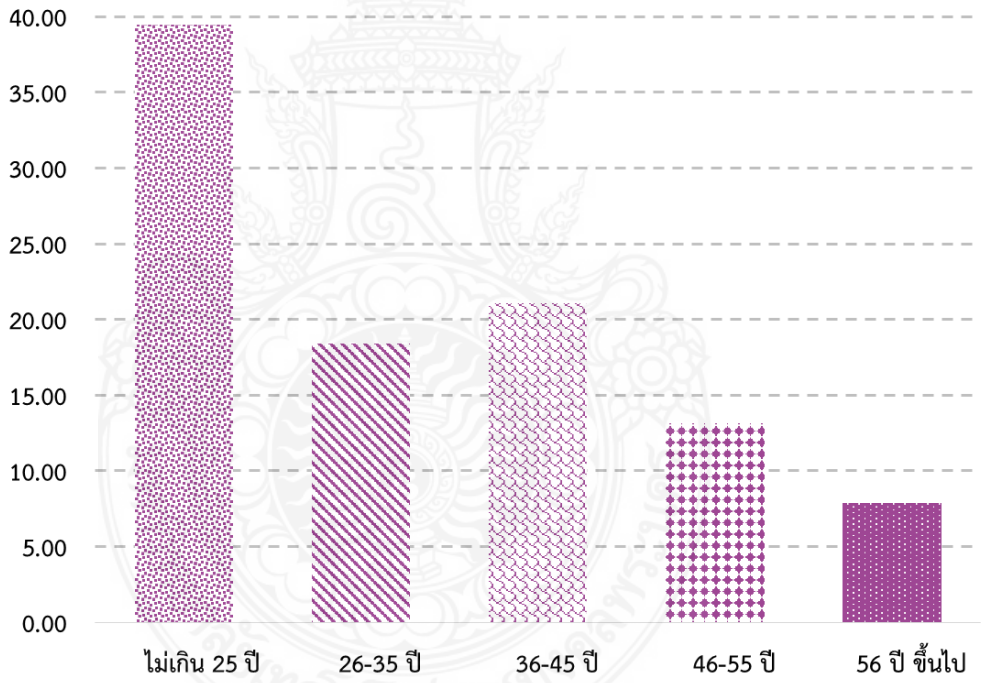
4.5.2.1.3 อายุ

ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำแนกตามอายุ พบว่า ส่วนใหญ่มีอายุ 46-55 ปี คิดเป็น 42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาอายุ 36-45 ปี คิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาอายุ ไม่เกิน 25 ปี คิดเป็น 18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาอายุ 56 ปีขึ้นไป คิดเป็น 16 เปอร์เซ็นต์ และผู้เข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีช่วงอายุ 26-35 ปี คิดเป็น 4 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4.21 ภาพที่ 4.3

**ตารางที่ 4.17** ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำแนกตามอายุ

(N=38)

| อายุ | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ไม่เกิน 25 ปี | 1 | 2.5 |
| 26-35 ปี | 4 | 10 |
| 36-45 ปี | 10 | 25 |
| 46-55 ปี | 11 | 27.5 |
| 56 ปี ขึ้นไป | 14 | 35 |
| **รวม** | **40** | **100.00** |




**ภาพที่ 4.6** ข้อมูลของผู้เข้าร่วมโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีจำแนกตามอายุ

**4.5.2.2** ความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่

ความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึง

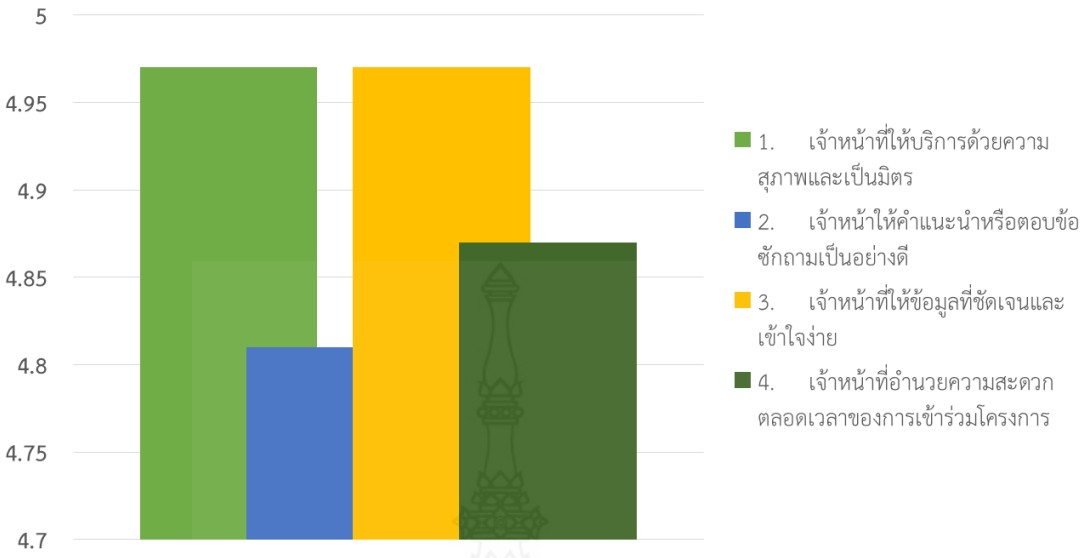
พอใจต่อการให้บริการของเจ้าหน้าที่อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็น 90.63 เปอร์เซ็นต์ และระดับมาก คิดเป็น 8.75 เปอร์เซ็นต์ และปานกลาง คิดเป็น 0.63 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมจะพบว่า ผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจต่อการให้บริการของเจ้าหน้าที่อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.90

**ตารางที่ 4.18** ค่าคะแนนความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

(N=38)

| ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ | ระดับความพึงพอใจ | | | | | $\bar{X}$ | S.D. | การแปลความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด | | | |
| | % | % | % | % | % | | | |
| 1. เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความสุภาพและเป็นมิตร | 95 | 5 | - | - | - | 4.97 | 0.18 | มากที่สุด |
| 2. เจ้าหน้าให้คำแนะนำหรือตอบข้อซักถามเป็นอย่างดี | 97.5 | 2.5 | - | - | - | 4.81 | 0.40 | มากที่สุด |
| 3. เจ้าหน้าที่ให้ข้อมูลที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย | 87.5 | 10 | 2.5 | - | - | 4.97 | 0.18 | มากที่สุด |
| 4. เจ้าหน้าที่อำนวยความสะดวกตลอดเวลาของการเข้าร่วมโครงการ | 82.5 | 17.5 | - | - | - | 4.87 | 0.34 | มากที่สุด |
| **ผลรวม** | **362.5** | **35** | **2.5** | **-** | **-** | **19.62** | **1.1** | |
| **ค่าเฉลี่ย** | **90.62** | **8.75** | **2.5** | **-** | **-** | **4.91** | **0.28** | มากที่สุด |




**ภาพที่ 4.7** คะแนนความพึงพอใจของการได้รับการบริการของเจ้าหน้าที่ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

**4.5.2.3** ค่าความพึงพอใจของด้านวิทยากร

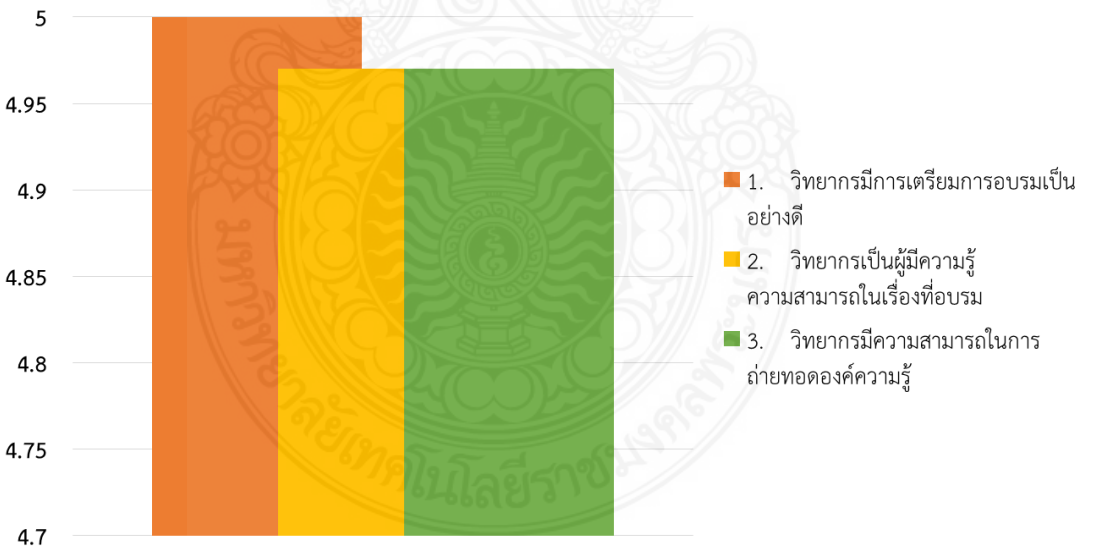
ค่าความพึงพอใจของด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านวิทยากรอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็น 90.00 เปอร์เซ็นต์ และระดับมาก คิดเป็น 10.00 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมจะพบว่า ผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านวิทยากรอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.90

**ตารางที่ 4.19** ค่าคะแนนความพึงพอใจของด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

(N=38)

| ด้านวิทยากร | ระดับความพึงพอใจ | | | | | $\bar{X}$ | S.D. | การแปลความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด | | | |
| | % | % | % | % | % | | | |
| 1. วิทยากรมีการเตรียมการอบรมเป็นอย่างดี | 100 | - | - | - | - | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2. วิทยากรเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องที่อบรม | 90 | 10 | - | - | - | 4.97 | 0.18 | มากที่สุด |
| 3. วิทยากรมีความสามารถในการถ่ายทอดองค์ความรู้ | 87.5 | 12.5 | - | - | - | 4.97 | 0.18 | มากที่สุด |
| **ผลรวม** | 278 | 22.5 | - | - | - | 14.94 | 0.36 | |
| **ค่าเฉลี่ย** | 92.5 | 12 | - | - | - | 4.98 | 0.12 | **มากที่สุด** |




**ภาพที่ 4.8** คะแนนความพึงพอใจด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

**4.5.2.4** ค่าความพึงพอใจของด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ

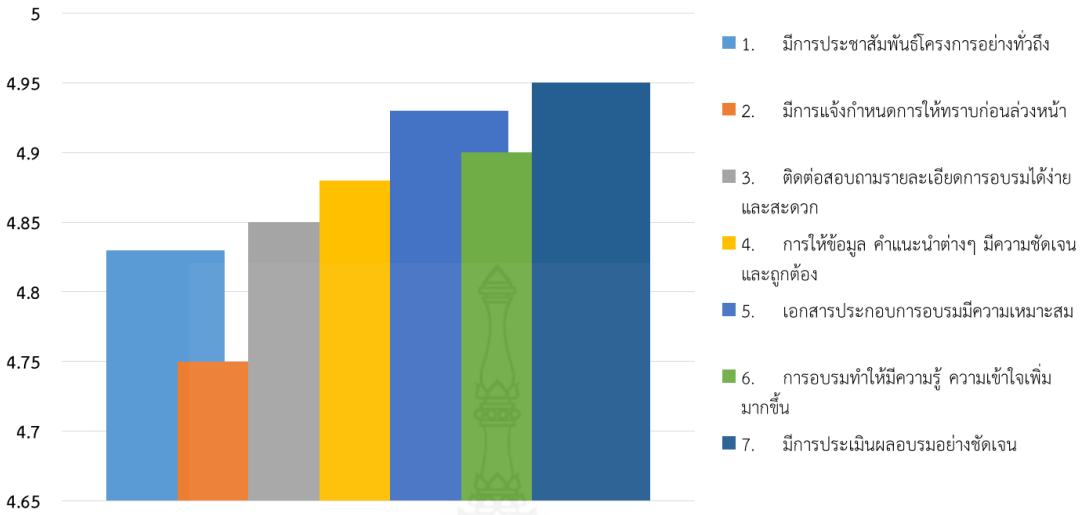
ค่าความพึงพอใจของด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็น 88.57 เปอร์เซ็นต์ ระดับมาก คิดเป็น 9.64 เปอร์เซ็นต์ และ ปานกลาง คิดเป็น 1.79 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมจะพบว่า ผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ อยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.87

**ตารางที่ 4.20** ค่าคะแนนกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

(N=38)

| กระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการ | ระดับความพึงพอใจ | | | | | $\bar{X}$ | S.D. | การแปลความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด | | | |
| | % | % | % | % | % | | | |
| 1. มีการประชาสัมพันธ์โครงการอย่างทั่วถึง | 85 | 12.5 | 2.5 | - | - | 4.83 | 0.45 | มากที่สุด |
| 2. มีการแจ้งกำหนดการให้ทราบก่อนล่วงหน้า | 77.5 | 20 | 2.5 | - | - | 4.75 | 0.49 | มากที่สุด |
| 3. ติดต่อสอบถามรายละเอียดการอบรมได้ง่ายและสะดวก | 87.5 | 10 | 2.5 | - | - | 4.85 | 0.43 | มากที่สุด |
| 4. การให้ข้อมูล คำแนะนำต่างๆ มีความชัดเจนและถูกต้อง | 90 | 7.5 | 2.5 | - | - | 4.88 | 0.40 | มากที่สุด |
| 5. เอกสารประกอบการอบรมมีความเหมาะสม | 95 | 2.5 | 2.5 | - | - | 4.93 | 0.35 | มากที่สุด |
| 6. การอบรมทำให้มีความรู้ ความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น | 90 | 10 | - | - | - | 4.90 | 0.30 | มากที่สุด |
| 7. มีการประเมินผลอบรมอย่างชัดเจน | 95 | 5 | - | - | - | 4.95 | 0.22 | มากที่สุด |
| **ผลรวม** | 620 | 67.5 | 12.5 | - | | 34.09 | 2.64 | |
| **ค่าเฉลี่ย** | **88.57** | **9.64** | **1.79** | **-** | | **4.87** | **0.38** | **มากที่สุด** |




**ภาพที่ 4.9** คะแนนความพึงพอใจต่อกระบวนการ/ขั้นตอนการให้บริการที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

**4.5.2.5** ค่าความพึงพอใจของด้านสิ่งอำนวยความสะดวก

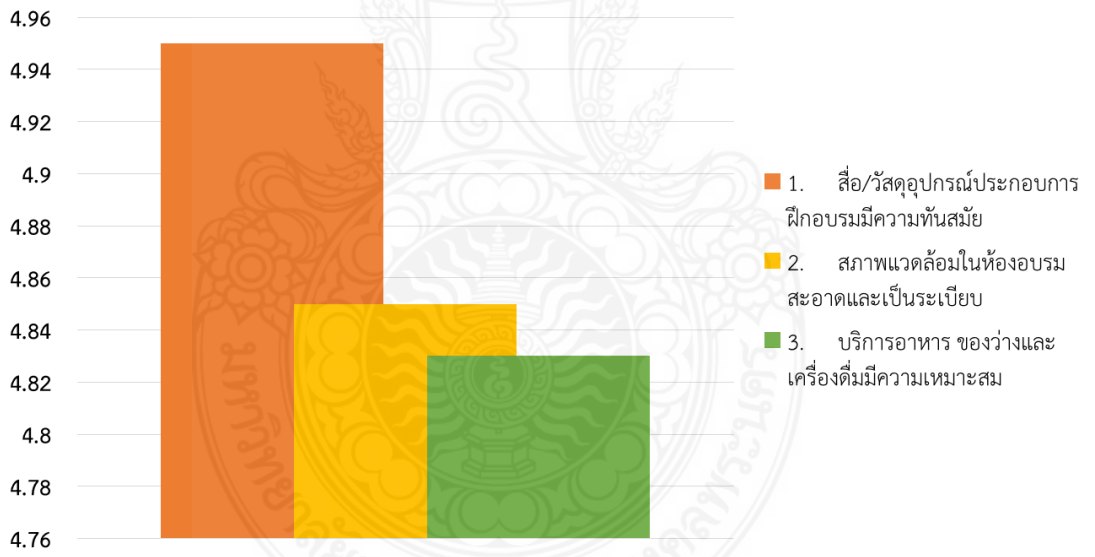
ค่าความพึงพอใจของด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็น 88.33 เปอร์เซ็นต์ ระดับมาก คิดเป็น 10.83 เปอร์เซ็นต์ ปานกลาง คิดเป็น 0.83 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมจะพบว่า ผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.88

**ตารางที่ 4.21** ค่าคะแนนสิ่งอำนวยความสะดวก ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

(N=38)

| สิ่งอำนวยความสะดวก | ระดับความพึงพอใจ | | | | | $\bar{X}$ | S.D. | การแปลความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด | | | |
| | % | % | % | % | % | | | |
| 1. สื่อ/วัสดุอุปกรณ์ประกอบการฝึกอบรมมีความทันสมัย | 95 | 5 | - | - | - | 4.95 | 0.22 | มากที่สุด |
| 2. สภาพแวดล้อมในห้องอบรมสะอาดและเป็นระเบียบ | 87.5 | 10 | 2.5 | - | - | 4.85 | 0.43 | มากที่สุด |
| 3. บริการอาหาร ของว่างและเครื่องดื่มมีความเหมาะสม | 82.5 | 17.5 | - | - | - | 4.83 | 0.38 | มากที่สุด |
| **ผลรวม** | **265** | **32.49** | **2.5** | **-** | **-** | **14.63** | **1.03** | |
| **ค่าเฉลี่ย** | **88.33** | **10.83** | **0.83** | **-** | **-** | **4.88** | **0.34** | **มากที่สุด** |




**ภาพที่ 4.10** คะแนนภูมิความพึงพอใจด้านวิทยากร ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

**4.5.2.6** ค่าความพึงพอใจของด้านประโยชน์จากการรับบริการ

ค่าความพึงพอใจของด้านประโยชน์จากการรับบริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึง

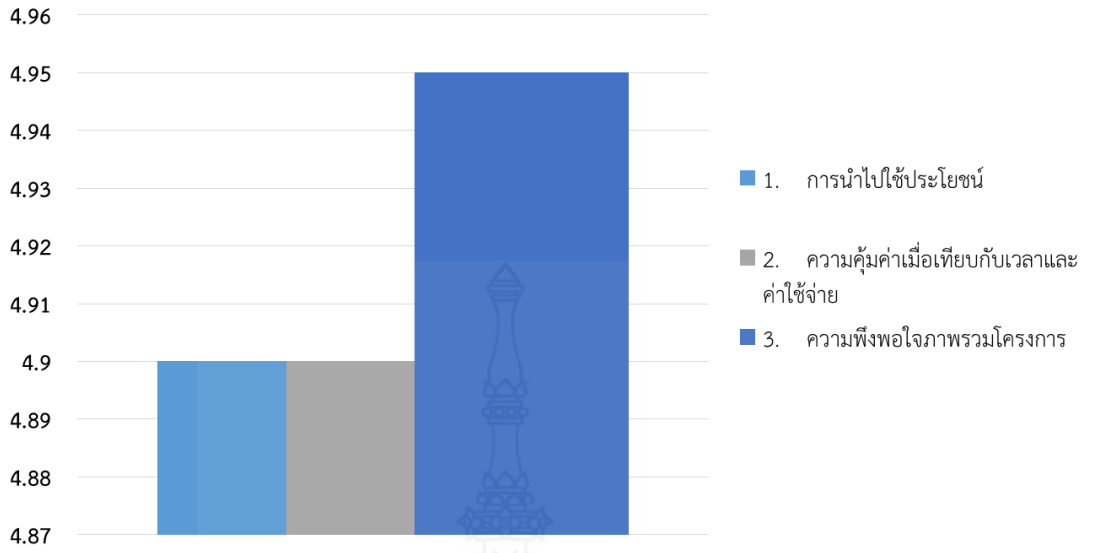
พอใจด้านประโยชน์จากการรับบริการ อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็น 91.67 เปอร์เซ็นต์ และ ระดับมาก คิดเป็น 8.33 เปอร์เซ็นต์

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมจะพบว่า ผู้ที่ได้รับการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความพึงพอใจด้านประโยชน์จากการรับบริการอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.67

**ตารางที่ 4.22** ค่าคะแนนความพึงพอใจของด้านประโยชน์จากการรับบริการ

(N=38)

| ประโยชน์จากการรับบริการ | ระดับความพึงพอใจ | | | | | $\bar{X}$ | S.D. | การแปลความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด | | | |
| | % | % | % | % | % | | | |
| 1. การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ | 90 | 10 | - | - | - | 4.90 | 0.30 | มากที่สุด |
| 2. ความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับเวลาและค่าใช้จ่าย | 90 | 10 | - | - | - | 4.90 | 0.30 | มากที่สุด |
| 3. ความพึงพอใจภาพรวมโครงการ | 95 | 5 | - | - | - | 4.95 | 0.22 | มากที่สุด |
| **ผลรวม** | 275 | 25 | - | - | - | 14.75 | 0.82 | |
| **ค่าเฉลี่ย** | 91.67 | 8.33 | - | - | - | 4.92 | 0.27 | มากที่สุด |




**ภาพที่ 4.11** คะแนนความพึงพอใจต่อประโยชน์จากการรับบริการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

**หมายเหตุ** : เกณฑ์การพิจารณาค่าเฉลี่ย

| | | |
|---|---|---|
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง | 4.50-5.00 | พึงพอใจมากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง | 3.50-4.49 | พึงพอใจมาก |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง | 2.50-3.49 | พึงพอใจปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง | 1.50-2.49 | พึงพอใจน้อย |
| ค่าเฉลี่ยระหว่าง | 1.00-1.49 | พึงพอใจน้อยที่สุด |

# บทที่ 5

# สรุป และข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียนที่ใช้ในการทดลอง ได้ใช้เปลือกทุเรียนพันธุ์ชะนี เนื่องจากได้ปริมาณผงมากที่สุด และมีสีที่ใกล้เคียงกับแป้งข้าวสาลี

บัตเตอร์เค้ก สปันจ์เค้ก และชิฟฟ่อนเค้ก ถูกใช้ในการวิจัย พบว่า การทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง มีผลทำให้เค้กทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณใยอาหารหยาบเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันมีผลทำให้เค้กมีสีคล้ำ และมีปริมาตรลงลด ซึ่งส่งผลต่อการยอมรับ

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคการพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียน จำนวน 100 คน พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 80 ให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์การพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียน

สำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากเมล็ดทุเรียน ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจมากที่สุดในทุกด้านของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยงสามารถทดแทนได้สูงสุดที่ร้อยละ 10 การเพิ่มปริมาณการทดแทนมากกว่านี้จะมีผลกระทบต่อค่าลักษณะปรากฏ และคุณลักษณะด้านสี โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส รวมทั้งความพึงพอใจคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังนั้น ควรศึกษาเพิ่มเติมด้านกรรมวิธีการผลิตในวิธีต่างๆ เพื่อให้เปลือกทุเรียนมีความละเอียดมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลดีในการพัฒนาผลิตภัร์ขนมอบใยอาหารสูง เพื่อช่วยปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้มีผลกระทบต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์

# เอกสารอ้างอิง


กระยาทิพย์ เรือนใจ. 2537. **ผลไม้คุณค่านานาเพื่อสุขภาพ.** สำนักพิมพ์ต้นธรรม, กรุงเทพฯ.

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี. 2556. **ทุเรียน : ผลไม้วัฒนธรรมอาเซียน**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, จันทบุรี.

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2546. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2553. **เบเกอรี่และเทคโนโลยีเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทรงพล สมศรี. 2531. **พันธุ์และการดูแลรักษาทุเรียน**. เอกสารประกอบการ สัมนาทางวิชาการ 25-26 กุมภาพันธ์ 2531. สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, กรุงเทพฯ.

วัฒนา ปทุมสิทธุ์. 2534. **การค้นคว้าทดลอง**. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลา-นครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. โรงพิมพ์หาดใหญ่, สงขลา.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. **ทฤษฎีอาหารเล่ม 1 หลักการประกอบอาหาร**. บำรุงนุกูลกิจ, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2537. **เอกสารวิชาการการปลูกพืชไร่**. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2540. **เอกสารวิชาการพันธุ์พืชไร่**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2558**. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2544. **หลักการประกอบอาหาร**. มหาวิทยาลัยเกษตร-ศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อัมพวัน ตั๊นสกุล, ศักรินทร์ ภูมิรัตน และชยานินทร์ พัวพันธุมา. 2545. สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเม็ดสาคู. **ว. วิจัยและพัฒนา มจธ**. 25(4) : 347-358.

เอกสิทธิ์ อ่อนสอาด. 2540. **การผลิตและการศึกษาอายุการเก็บน้ำกะทิแปลงไขมันบรรจุกระป๋อง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตร-ศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Abiola, S.S. and W.S. Adegbaju. 2001. Effect of substituting pork back fat with rind on quality characteristics of pork sausage. **Meat. Sci**. 58: 409-412.

Adsule, R.N., Kadam, S.S. and Salunkhe, D.K., 1989, Green Gram, In Salunkhe, D.K., and Kadam, S.S., **Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization**, Vol. II, CRC Press, Inc., Florida.

Bates, J. and B., Becker. 2014. **The Book of Eggs a life-size guide to the eggs of six hundred of the world's bird species**. University of Chicago Press, the United States of America.

BeMiller, J. and R. Whistler. 2009. **Starch: Chemistry and Technology**. 3rd Ed. Elsevier, the United States of America.

Brown, A. 2011. **Understanding Food Principles and Preparation**. 4th Ed. Wadsworth, the United States of America.

Buchholz, W. G., W. Teng, D. Wallace, J. R. Ambler and T. C. Hall. 1998. Production of Transgenic Rice (Oryza sativa subspecies japonica cv. Taipei 309). **Plant Virology Protocols**. 81: 383-396.

Bylund, G. 1955. **Dairy processing handbook**. Tetra pak processing systems AB, Sweden.

Chaiyakul, S., K. Jangchud, A. Jangchud, P. Wuttijumnong and R.Winger. 2009. Effect of extrusion conditions on physical and chemical properties of high protein glutinous rice-based snack. **LWT - Food Science and Technology**. 42: 781–787.

Chang, T.T. and E.A. Bardenas. 1965. **The Morphology and Varietal Characteristics of the Rice Plant**. Technical Bulletin 4. IRRI, Philippines.

Chuang, G. C-C. and A-I. Yeh. 2006. Rheological characteristics and texture attributes of glutinous rice cake (mochi). **Journal of Food Engineering.** 74: 314-323.

Colmenero, F., Herrero, A., Pintado, T., Solas, M. T., & Ruiz- Capillas, D. 2010. Influence of emulsified olive oil stabilizing system used for pork backfat replacement in frankfurters. **Food Research International**, 43(8): 2068-2076.

Corn Refiners Association. 2006. **Nutritive sweeteners from corn**. 8th Ed. Washington, D.C., the United States of America.

Farnsworth, N. R. and Bunyapraphatsara, N. 1992. **Thai Medicinal plant**s. Medicinal plant and information center. Mahidal university, Thailand.

Figoni, P. 2008. **How baking works: exploring the fundamentals of baking science**. 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, the United States of America.

Gebhardt, S. E. and R. G. Thomas. 2002. **Nutritive Value of Foods**. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, the United States of America.

Ghotra, B. S., S. D. Dyal and S. S. Narine. 2002. Lipid shortenings: a review. **Food Research International**. 35: 1015–1048.

Ginting, M. H. S., M. Kristiani, Y. Amelia and R. Hasibuan. 2016. The Effect of Chitosan, Sorbitol, and Heating Temperature Bioplastic Solution on Mechanical Properties of Bioplastic from Durian Seed Starch (*Durio zibehinus*). **Int. Journal of Engineering Research and Applications**. 6(1): 33-38.

Gropper, S. S., J. L. Smith and J. L. Groff. 2009. **Advanced Nutrition and Human Metabolism**. 5th Ed. Wadsworth, Canada.

Harry T. Lawless and Hildegarde Heymann. 2010. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. 2nd ed. Springer, New York, United states of America.

Ho, L. H. and R. Bhat. 2015. Exploring the potential nutraceutical values of durian (*Durio zibethinus L.*) – An exotic tropical fruit. **Food Chem**. 168: 80-89.

Hongku, K., N. Laohakunjit and O. Kerdchoechuen. 2011. Durian Flavor Extracts and its Volatile Characteristics. **Agricultural Sci. J**. 42(2)(Suppl.): 241-244.

Hui, Y. L., C. I. Ong, N. A. Aziz, F. S. Taip and N. Muda. 2009. Preliminary Work on Coconut Milk Fouling Deposits Study. **IJET**. 6(10): 8-13.

Jongen, W. 2002. **Fruit and vegetable processing**. Woodhead publishing limited, England.

Kabir, A. and Y. Lorjaroenphon. 2015. **Identification of Aroma Compounds in Coconut Sugar**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2558/KC520-6031.pdf, 17 กุมภาพันธ์ 2559.

Kaewmanee, T., S. Benjakul and W. Visessanguan. 2011. Effect of NaCl on thermal aggregation of egg white proteins from duck egg. **Food Chem**. 125: 706–712.

Kitprathaung, N., N. Ngamrojanavanich, P. Chansiripornchai, S. Pongsamart and N. Chansiripornchai. 2013. Effect of Polysaccharide Gel Extracted from Durio zibethinus Rind on Immune Responses, Bacteria Counts and Cholesterol Quantities in Chickens. **Thai J Vet Med**. 43(2): 251-258.

Kowitcharoen, L. and V. Srilaong. 2009. Inhibition of Browning Reaction on Aromatic Coconut Mesocarp by Anti-browning Agents and Packaging. **Agricultural Science Journal**. 40(3): (Suppl.) 145-148.

Kuhnen, S., P. M. M. Lemos, L. H. Campestrini, J. B. Ogliari, P. F. Dias and M. Maraschin. 2009. Antiangiogenic properties of carotenoids: A potential role of maize as functional food. **J. fun. Foods**. 1: 284– 290.

Liestianty, D., I. Rodianawati, Patimah and M. Muliadi. 2016. Chemical composition of modified and fortified sago starch (Metroxylonsp) from Northern Maluku. **Int. J. of App. Chem**. 12 (3): 243– 249.

Maran, J. P. 2.14. Statistical optimization of aqueous extraction of pectin from waste durian rinds. **International Journal of Biological Macromolecules**. 73: 92-98.

Martins, S. I. F. S., W. M. F. Jongen and M. A. J. S. Van-Boekel. 2001. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. **Trends in Food Science and Technology**. 11: 364-373.

Minh, N. P. 2014. Technical factors influencing to durian (*Durio zibethinus Murr*) wine fermentation. **IJMRD**. 1(5): 66-70.

Mirhosseinia, H., N. F. A. Rashida, B. T. Amid, K. W. Cheong, M. Kazemi and M. Zulkurnain. 2015. Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta. **LTW**. 63(1), 184-190.

Mohamed, S. and N. A. Hamid. 1994. Effect of various food components on the expansion, oil absorption, and crispiness of fried rice dough. **Pertanika J. Trop. Agric. Sci.** 17(1): 7-12.

Murdia, L. K. and R. Wadhwani. 2010. Effect of processing parameters on texture and yield of tofu. **As. J. Food Ag-Ind**. 3(2), 232-241.

Nathakaranakul, A., P. Jaiboon and Soponronnarit S. 2010. Far-infrared radiation assisted drying of longan fruit. **Journal of Food Engineering**. 100(4): 662-668.

Nicolas, L., C. Marquilly and M. O'Mahony. 2010. The 9-point hedonic scale: Are words and numbers compatible. **Food Quality and Preference**. 21: 1008–1015.

O'Brien, R.D. 2009. **Fat and oils: formulating and processing for applications**. 3rd Ed. CRC Press, the United States of America.

Okamoto, K., K. Kobayashi, H. Hirasawa and T. Umemoto. 2002. Structural differences in amylopectin affect waxy rice processing. **Plant Production Science**. 5(1): 45-50.

Penjumras, P., R. B. A. Rahman, R. A. Talib and K. Abdan. 2014. Extraction and characterization of cellulose from durian rind. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**. 2: 237-243.

Putri, R. D. A. and Z. Kurniyati. 2015. The utilization of cellulose durian peel (Durio Zibethinus) for synthesis of CMC (carboxy-methyl cellulose). *In*. **Proceeding of the tenth International Conference on Green Technology**. Semarang. IIC-4-IIC-6.

Rachel, T., W. Nadiah, W. A. and R. Bhat. 2013. Physiochemical properties, proximate composition, and cooking qualities of locally grown and imported rice varieties marketed in Penang, Malaysia. **IFRJ.** 20(3):1345-1351.

Ramesh, M. and A. K. Gupta. 2005. Transient expression of β-glucuronidase gene in indica and japonica rice (*Oryza sativa* L.) callus cultures after different stages of co-bombardment. **Afr. J. Biotechnol**. 4 (7): 596-600.

Rothman, L. and M. J. Parker. 2012. **Just-About-Right (JAR) Scales: Design, Usage, Benefits, and Risks.** ASTM International, the United States of America.

Ruotolo, R., L. Calani, F. Brighenti, A. Crozier, S. Ottonello and D. D. Rio. 2014. Glucuronidation does not suppress the estrogenic activity of quercetin in yeast and human breast cancer cell model systems. **Archives of Biochemistry and Biophysics**. 559: 62–67.

Schenck, F.W. 1992. **Corn and corn products**. Pp.482-490 in Y.H. Hui (Ed.). **Encyclopedia of Food Science and Technology**. Vol.1, John Willey & Sons, Inc. New York.

The Culinary Institute of America. 2009. **Baking and Pastry: Mastering the Art and Craft.** 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, the United States of America.

Tokusoglu, Ö. and M. Ü. Kemal. 2003. Fat replacers in meat products. **J. Nutr**. 3: 196-203.

Tongdang, T. 2008. Some Properties of Starch Extracted from ThreeThai Aromatic Fruit Seeds. **Starch/Stärke**, 60 : 199–207.

Tracy, W.F. 2001. **Sweet corn**. In A.R. Hallauer (ed.), Specialty Corns. 2nd ed. CRC Press LLC., Washington, D.C.

Trinidad, T. P., A. C. Mallillin, D. H. Valdez, A. S. Loyola, F. C. Askali-Mercado, J. C. Castillo, R. R. Encabo, D. B. Masa, A. S. Maglaya and M. T. Chua. 2006. Dietary fiber from coconut flour: A functional food. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, 7: 309–317.

Unhasirikul, M., W. Narkrugsa and N. Naranong. 2013. Sugar production from durian (Durio zibethinus Murray) peel by acid hydrolysis. **AJB**. 12(33): 5244-5251.

Vaughan, J. G. and C. A. Geissler. 2009**. The New Oxford book of food plants**. Oxford University Press, Italy.

Wanyo, P., C. Chomnawang and S. Siriamornpun. 2009. Substitution of Wheat Flour with Rice Flour and Rice Bran in Flake Products: Effects on Chemical, Physical and Antioxidant Properties. **World Applied Sciences Journal**. 7(1): 49-56.

Williams, L. J. and H. Abdi. 2010. Fisher's Least Significant Difference (LSD) Test. In Neil Salkind (Ed.). **Encyclopedia of Research Design**. Thousand Oaks, CA: Sage.

Wong, W. W., T.J. Lim, C.H. Ho and M.E. Azhar. 2008. Effect of enzyme treatments on physical properties of durian aril and rind slurries. **Journal of tropical agriculture and food science**. 37(1): 23-31.

Wrigley, C., Harold. C. and Charles E. W. 2004. **Encyclopedia of Grain Science**. Elsevier Ltd., United Kingdom.

Xie, F., L. Yu, B. Su, P. Liu, J. Wang, H. Liu and L.Chen. 2009. Rheological properties of starches with different amylose/amylopectin ratios. **Journal of Cereal Science**. 49: 371–377.

Yahya, F., P. J. Fryer and S. Bakalis. 2011. The absorption of 2-acetyl-1-pyrroline during cooking of rice (*Oryza sativa* L.) with Pandan (*Pandanus amaryllifolius Roxb.) leaves*). **Procedia Food Science**. 1: 722 – 728.

Zobel, H.F. and A.M. Stephen. 1995. Starch: Structure, analysis, and application. *In* Stephen, A.M., Ed. **Food Polysaccharides and their Applications**. Marcel Dekker, Inc., New York.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

สูตรเค้ก

**บัตเตอร์เค้ก**

| ส่วนประกอบ | ตัวอย่าง* (กรัม) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BC-DR-0 | BC-DR-5 | BC-DR-10 | BC-DR-15 |
| **1) แป้งข้าวสาลี** | **500** | **475** | **450** | **425** |
| **2) เปลือกทุเรียนผง** | **0** | **25** | **50** | **75** |
| 3) ผงฟู | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 4) เนยสด | 400 | 400 | 400 | 400 |
| 5) น้ำตาลทราย | 500 | 500 | 500 | 500 |
| 6) เกลือ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 7) ไข่ไก่ | 500 | 500 | 500 | 500 |
| 8) นมสด | 150 | 150 | 150 | 150 |
| 9) กลิ่นวานิลลา | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 10) กลิ่นนมเนย | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 11) โอวาเล็ต | 20 | 20 | 20 | 20 |

* ตัวอย่างบัตเตอร์เค้ก (Butter Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (BC-DR-0) ร้อยละ 5 (BC-DR-5) ร้อยละ 10 (BC-DR-10) และร้อยละ 15 (BC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งข้าวสาลีในส่วนผสม

**สปันจ์เค้ก**

| ส่วนประกอบ | ตัวอย่าง* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | SC-DR-0 | SC-DR-5 | SC-DR-10 | SC-DR-15 |
| **1) แป้งข้าวสาลี** | **320** | **304** | **288** | **272** |
| **2) เปลือกทุเรียนผง** | **-** | **16** | **32** | **48** |
| 3) ผงฟู | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 4) นมผง | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 5) กลิ่นวานิลลาชนิดผง | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 6) เนยสด | 180 | 180 | 180 | 180 |
| 7) กลิ่นนมเนย | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 8) ไข่ไก่ | 630 | 630 | 630 | 630 |
| 9) เกลือ | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 10) โอวาเล็ต | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 11) น้ำตาลทราย | 400 | 400 | 400 | 400 |

* ตัวอย่างสปันจ์เค้ก (Sponge Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (SC-DR-0) ร้อยละ 5 (SC-DR-5) ร้อยละ 10 (SC-DR-10) และร้อยละ 15 (SC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งข้าวสาลีในส่วนผสม

**ชิฟฟ่อนเค้ก**

| ส่วนประกอบ | ตัวอย่าง* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | CC-DR-0 | CC-DR-5 | CC-DR-10 | CC-DR-15 |
| **1) แป้งข้าวสาลี** | **250** | **238** | **225** | **213** |
| **2) เปลือกทุเรียนผง** | **-** | **12** | **25** | **37** |
| 3) กลิ่นวานิลลาชนิดผง | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 4) ผงฟู | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5) เกลือ | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 6) น้ำตาลทราย-1 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 7) น้ำสะอาด | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 8) ไข่แดง | 118 | 118 | 118 | 118 |
| 9) น้ำมันพืช | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 10) ไข่ขาว | 327 | 327 | 327 | 327 |
| 11) น้ำตาลทราย-2 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 12) ครีมออฟทาร์ทาร์ | 2 | 2 | 2 | 2 |

* ตัวอย่างชิฟฟ่อนเค้ก (Chiffon Cake) ทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยเปลือกทุเรียนผง (Durian Rind Powder) 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (CC-DR-0) ร้อยละ 5 (CC-DR-5) ร้อยละ 10 (CC-DR-10) และร้อยละ 15 (CC-DR-15) ของน้ำหนักแป้งข้าวสาลีในส่วนผสม

# ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์เค้ก

ชุดที่_____

**แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**

**ชื่อผลิตภัณฑ์ :** _____

**วันที่ทำการทดสอบ :** _____

**คำแนะนำ :** กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามรหัสแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดคะแนน ดังนี้

คะแนนความชอบ

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

| **คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์** | **คะแนนความชอบของตัวอย่าง** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| สี | | | | |
| กลิ่น | | | | |
| รสชาติ | | | | |
| กลิ่นรส | | | | |
| เนื้อสัมผัส | | | | |
| ความชอบโดยรวม | | | | |

**ข้อเสนอแนะ**

_____

_____

_____

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือจากการตอบแบบทดสอบ

คณะผู้ทดลอง

# ภาคผนวก ค

แบบประเมินการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

**การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค**

**เรียน** ผู้ตอบแบบสอบถาม

**เรื่อง** การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์.....

**คำชี้แจง** แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย ในโครงการวิจัยเรื่อง .....จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ และตอบแบบสอบถาม คณะผู้วิจัยขอรับรองว่าผลิตภัณฑ์อาหาร.....ที่ท่านได้ทำการทดสอบนั้นได้ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ถูกสุขลักษณะและมีความปลอดภัยในการบริโภค ข้อมูลที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

**ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

1. เพศ
   - ❒ ชาย
   - ❒ หญิง
2. อายุ
   - ❒ 15-20 ปี
   - ❒ 21-25 ปี
   - ❒ 26-30 ปี
   - ❒ 31-35 ปี
   - ❒ 36-40 ปี
   - ❒ มากกว่า 40 ปี
3. ระดับการศึกษา
   - ❒ ต่ำกว่ามัธยม
   - ❒ มัธยมต้น
   - ❒ มัธยมปลาย
   - ❒ อนุปริญญา
   - ❒ ปริญญาตรี
   - ❒ สูงกว่าปริญญาตรี
4. อาชีพ
   - ❒ นักเรียน
   - ❒ นักศึกษา
   - ❒ พนักงานบริษัท
   - ❒ รับราชการ
   - ❒ ธุรกิจส่วนตัว
   - ❒ อื่นๆ (ระบุ).....
5. รายได้ต่อเดือน
   - ❒ น้อยกว่า 7,000 บาท
   - ❒ 7,001-9,000 บาท
   - ❒ 9,001-11,000 บาท
   - ❒ 11,001-13,000 บาท
   - ❒ 13,001-15,000 บาท
   - ❒ มากกว่า 15,0001 บาท

**ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไป**

| **คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์** | **ระดับการยอมรับ** | | |
|---|---|---|---|
| | **ยอมรับ** | **บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ** | **ไม่ยอมรับ** |
| ลักษณะปรากฏ | | | |
| สี | | | |
| กลิ่น | | | |
| รสชาติ | | | |
| กลิ่นรส | | | |
| เนื้อสัมผัส | | | |
| ความชอบรวม | | | |

**ข้อเสนอแนะ**

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

คณะผู้วิจัย

# ภาคผนวก ง

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและทางกายภาพ

## วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

**การหาปริมาณความชื้น (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)**

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ทิ้งไว้ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ทำเหมือนข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียดประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว

4. นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง

5. นำออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้น หลังจากนั้นชั่งหาน้ำหนัก

6. อบซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

7. คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

**การหาปริมาณโปรตีน (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)**

**การเตรียมตัวอย่าง**

1. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน 1-2 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน ใส่Antibumping beads ลงไป 4-5 เม็ด ขณะเดียวกันให้ทำ Blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง

2. เติมคะตะลิสต์ ประมาณ 5 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้นจำนวน 10 มิลลิลิตร

**ขั้นตอนการย่อย**

1. เปิดเครื่องย่อย แล้วตั้งหลอดย่อยในเครื่อง สวมเครื่องดักจับไอกรดลงบนส่วนบนของหลอดย่อย และเปิด Power ของเครื่องดักจับไอกรด โดยทำการย่อยในตู้ดูดควัน

2. กดปุ่ม Start ที่เครื่องย่อย เมื่ออุณหภูมิได้ 420 องศาเซลเซียส แล้ว เครื่องจะทำการย่อยต่อไปอีก 1 ชั่วโมง จนตัวอย่างเป็นสารละลายสีเขียวใส (หากครบ 1 ชั่วโมงแล้วยังไม่เป็นสีเขียวใสให้ทำการย่อยต่อ)

3. ยกหลอดย่อยออกมาจากเครื่อง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

4. ปิด Power เครื่องย่อย แต่ยังคงเปิดเครื่องดักจับไอกรดไว้เพื่อดักจับไอกรดที่ยังคงเหลืออยู่

**การกลั่น**

1. เปิด Power เครื่องหล่อเย็น แล้วเปิดเครื่องกลั่นทำการล้างระบบด้วยการล้างน้ำกลั่น

2. เติมสารละลายกรดบอริก (เข้มข้นร้อยละ4) ปริมาณ 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร พร้อมหยดมิกซ์อินดิเคเตอร์ 2-3 หยด นำไปรองรับของเหลวที่จะกลั่น โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลาย

3. นำหลอดย่อยโปรตีนที่บรรจุตัวอย่างที่ผ่านการย่อยมาแล้วประกอบเข้ากับเครื่องกลั่นโปรตีน ตรวจเช็คสายยางขวดน้ำกลั่น ขวดด่าง (สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 40) และเปิดก๊อกน้ำ สำหรับหล่อเย็น (Cooling)

4. ปิด Safety door ลง เครื่องกลั่นจะทำการกลั่นเป็นเวลาประมาณ 4 นาที

5. เมื่อกลั่นเสร็จแล้ว เอาขวดรูปชมพู่ และหลอดย่อยออกจากเครื่อง

6. นำสารละลายในขวดรูปชมพู่ไปไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น0.1นอร์มอล สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

7. คำนวณผลการวิเคราะห์ดังนี้

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(A-B) \times (N) \times (14.007) \times (F)}{W}$$

A = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
B = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับ Blank (มิลลิลิตร)
N = ความเข้มข้นของกรด (นอร์มอล)
F = แฟคเตอร์ เท่ากับ 6.25
W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

**การหาปริมาณไขมัน (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)**

1. อบ Extraction cup ในตู้อบไฟฟ้า แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่บนกระดาษกรองเบอร์ 1 ที่ทราบน้ำหนัก ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง

3. นำหลอดตัวอย่างใส่ลงใน Extraction cup

4. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในขวดสำหรับสกัดไขมัน 70 มิลลิลิตร จากนั้นนำหลอดใส่ตัวอย่างใส่ลงไป

5. ประกอบอุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่น และเปิดสวิทซ์ให้ความร้อน

6. กดปุ่ม Set และกดลูกศรขึ้นหรือลงเพื่อเลือกอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด (105 องศาเซลเซียส) เวลาที่ใช้ในการสกัด (Extraction time) (45 นาที) เวลาสำหรับการล้าง (Washing time) (30 นาที) และเวลาสำหรับการระเหยตัวทำละลาย (30 นาที)

7. นำ Extraction cup ออกจากเครื่องสกัด ทิ้งให้ตัวทำละลายระเหยออกให้หมดในตู้ควัน

8. นำ Extraction cup อบในตู้ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส จนแห้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

9. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

10. คำนวณหาปริมาณไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ X100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

**การหาปริมาณเถ้า (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)**

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. เผาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และทำซ้ำเหมือนข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผา ตั้งอุณหภูมิเตาเผาไว้ที่ 550 องศาเซลเซียส และทำซ้ำเหมือนข้อ 1

4. คำนวณหาปริมาณเถ้าจากสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

**การหาปริมาณใยอาหาร (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)**

1. ทำการเผา Fritted glass crucible ด้วยเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง รอจนกระทั่งเย็นลง และเก็บไว้ในโถดูดความชื้น ทำการชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) และจดบันทึก

2. ชั่งตัวอย่างซึ่งผ่านการสกัดเอาไขมันออกแล้ว (ประมาณ 1 กรัม) ลงในFritted glass crucible ที่ทราบน้ำหนักแล้ว จดบันทึกน้ำหนักตัวอย่างโดยละเอียด (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

3. วาง Fritted glass crucible บนอุปกรณ์ให้ความร้อนซึ่งต่อเข้ากับอุปกรณ์ควบแน่น แล้วเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่น

4. เติมกรดซัลฟูริก ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาณ 150 มิลลิลิตร และเปิดสวิตซ์ไฟตั้งโปรแกรมให้ความร้อน

5. ต้มให้เดือดนาน 30 นาที

6. ปล่อยกรดออกจากบีกเกอร์ โดยปรับวาล์วไปที่ Vacuum”

7. ล้างด้วยน้ำร้อนประมาณ 40-50 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง (จนกระทั่งน้ำล้างหมดความเป็นกรด)

8. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาณ 150 มิลลิลิตร และต้มต่ออีก 30 นาที

9. ล้างด้วยน้ำร้อนประมาณ 40-50 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง (จนกระทั่งน้ำล้างหมดความเป็นด่าง)

10. ล้างด้วยอะซิโตนปริมาณ 30 มิลลิลิตร

11. นำ Fritted glass crucible ที่มีตัวอย่างอบให้แห้งในตู้อบอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

12. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

13. นำ Fritted glass crucible พร้อมกากที่อบแห้งแล้วไปเผาเช่นเดียวกับวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง)

14. คำนวณหาปริมาณใยอาหาร จากสูตร

$$\text{ปริมาณใยอาหาร (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างหลังอบและหลังเผา X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

## วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพ

### การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA.XT plus, Stable Micro Systems Texture analyzer, Surrey, ประเทศอังกฤษ) ทำการเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก หั่นตัวอย่างเป็นชิ้นขนาด กว้าง × ยาว × สูง เท่ากับ 2.5 × 2.5 × 2.5 เซนติเมตร วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยหัววัดแบบ Cylindrical probe ขนาด 50 มิลลิเมตร (P/50) โดยกดลงบนตัวอย่างด้วยอัตรเร็ว 1 มิลลิเมตร/วินาที แล้วหยุดเคลื่อนที่นาน 1 วินาที จากนั้นหัววัดจะกดลงบนตัวอย่างอีกครั้งด้วยความเร็วเท่าเดิม (Gomez et. al., 2007) บันทึกค่าความแข็ง (Hardness) ความสามารถในการยึดเกาะกันภายในชิ้นอาหาร (Cohesiveness) การเกาะตัวกันของอาหาร (Adhesiveness) ความยืดหยุ่น (Springiness) พลังงานการเคี้ยวอาหารกึ่งแข็งกึงเหลว (Gumminess) และพลังงานการเคี้ยวอาหารแข็ง) (Chewiness) ทำการตรวจวัดตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

### วิเคราะห์ภาพโครงสร้างของเนื้อเค้ก

โดยทำการตัดขวางเนื้อเค้ก บันทึกภาพโดยใช้กล้องถ่ายภาพดิจิตอล (Sony DSC RX100 mark4, Sony Inc., ญี่ปุ่น) ถ่ายภาพด้วยแสงธรรมชาติ ตั้งค่าการถ่ายภาพโดยใช้ค่ารูรับแสง (f) ความเร็วชัตเตอร์ และความไวแสง (ISO) เท่ากับ 7.1 1/125 และ 640 ตามลำดับ ความละเอียด 4,864×3,648 พิกเซล ตั้งกล้องทำมุม 90 องศา ระยะห่างระหว่างชิ้นเค้กกับกล้อง 10 เซนติเมตร เพื่อให้ได้ภาพตัวอย่างชิ้นเค้กที่ดีที่สุดตลอดการทดลอง ภาพถ่ายตัวอย่างเค้กตรวจวัดด้วยโปรแกรม ImageJ (National Institute of Health, USA) เพื่อนับจำนวนฟองอากาศ และขนาดฟองอากาศ ภาพถ่ายตัวอย่างเค้กถูกตัดให้มีขนาด 2×2 เซนติเมตรในอัตราส่วน 1:1 รายงานผลภาพตัวอย่างเค้กในรูปแบบของภาพโทนสีเทา และขาว-ดำ (binary) ดัดแปรงวิธีของ Rodríguez-García (2014)

### วัดปริมาตรของตัวอย่างเค้ก

วัดปริมาตรของตัวอย่าง โดยการแทนที่ด้วยเมล็ดงาขาว (ดัดแปลงวิธีจาก AACC, 2000) เริ่มจากการวัดปริมาตรของภาชนะที่จะใช้วัดปริมาตรของบัตเตอร์เค้ก (ภาชนะที่ใช้เป็นภาชนะที่สามารถบรรจุบัตเตอร์เค้กที่ต้องการวัดปริมาตรได้ทั้งก้อน) โดยใส่เมล็ดงาขาวให้เต็มภาชนะ แล้วปาดผิวด้านบนให้เรียบ เทเมล็ดงาออกจากภาชนะ จากนั้นวางบัตเตอร์เค้กทั้งก้อนลงในภาชนะใบเดิม เทเมล็ดงาลงไปให้เต็มภาชนะ ปาดผิวด้านบนให้เรียบ วัดปริมาตรของเมล็ดงาที่เหลืออยู่โดยใช้กระบอก

ตวง บันทึกปริมาตรเมล็ดงาขาวที่เหลืออยู่เป็นค่าปริมาตรของบัตเตอร์เค้กในหน่วยลูกบาศก์เซ็นติเมตร ($cm^3$) โดยเทียบจากปริมาตร 1 มิลลิลิตร (ml) มีค่าเท่ากับ 1 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ($cm^3$)

**การตรวจวัดค่าค่าสี**

วัดค่าสี (CIE L* a* b*) ด้วยเครื่องวัดค่าสี รุ่น Color Flex 45/0 ยี่ห้อ Hunter Lab ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งค่าสี L* (ค่าความสว่าง มีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม, 100 หมายถึง วัตถุมีสีอ่อน) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และb* (+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

1. ปรับเทียบเครื่องโดยใช้แผ่นแก้วสีดำ แผ่นพลาสติกสีขาว และแผ่นพลาสติกสีเขียวตามลำดับ
2. ใส่ตัวอย่างลงในภาชนะแก้วใสทรงกระบอก โดยใส่ให้มีความหนาประมาณครึ่งหนึ่งของกระบอก
3. นำภาชนะใส่ตัวอย่างวางลงในช่องใส่ตัวอย่าง และครอบภาชนะใส่ตัวอย่างด้วยฝาครอบพลาสติกสีดำ อ่านค่าสี L* a* b* ที่วัดได้ จดบันทึกค่าตัวอย่างที่วัดได้

# ภาคผนวก จ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

THAI COMMUNITY PRODUCT STANDARD

มผช.๔๕๙/๒๕๕๕

# เค้ก

**CAKES**

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 67.060 ISBN 978-616-231-358-5

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
# เค้ก

**มผช.๔๕๙/๒๕๕๕**

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ ๖ กรุงเทพฯ ๑๐๔๐๐
โทรศัพท์ ๐-๒๒๐๒-๓๓๔๔-๖

**ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม**
**ฉบับที่ ๑๗๓๗ (พ.ศ. ๒๕๕๕)**
**เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน**
**เค้ก**

---

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เค้ก มาตรฐานเลขที่ มผช.๔๕๙/๒๕๔๙ และคณะอนุกรรมการพิจารณามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน คณะที่ ๑ มีมติในการประชุมครั้งที่ ๒๓-๑/๒๕๕๕ เมื่อวันที่ ๒๐ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๕ ให้ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เค้ก มาตรฐานเลขที่ มผช.๔๕๙/๒๕๔๙ และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เค้ก ขึ้นใหม่

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจึงออกประกาศยกเลิกประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ ๑๒๑๙ (พ.ศ.๒๕๔๙) ลงวันที่ ๒๖ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๙ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เค้ก มาตรฐานเลขที่ มผช.๔๕๙/๒๕๕๕ ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลบังคับใช้นับแต่วันที่ประกาศ เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๒ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๕

**นายณัฐพล ณัฏฐสมบูรณ์**
เลขาธิการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มผช.๔๕๙/๒๕๕๕

# มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
# เค้ก

## ๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเค้กที่แต่งหน้าและไม่แต่งหน้า บรรจุในภาชนะบรรจุ โดยไม่ครอบคลุมถึงเค้กตรังที่ได้ประกาศเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว

## ๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ เค้ก หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมแป้งชนิดอื่น น้ำตาล ไขมัน และไข่เป็นส่วนประกอบหลัก ผสมนม เกลือ ผงฟูหรือเบ้กกิ้งเพาเดอร์ (โซเดียมไบคาร์บอเนตผสมกรดหรือเกลือของกรด) เบ้กกิ้งโซดา (โซเดียมไบคาร์บอเนต) และส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น วัตถุแต่งกลิ่นรส ผลไม้ ผัก ถั่ว เครื่องเทศ ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปอบจนสุก อาจใส่ไส้ก่อนหรือหลังอบ อาจแต่งหน้าหรือนำมาประกบสลับกับครีม แยม หรืออื่น ๆ เพื่อให้เป็นชั้น

## ๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป
ต้องมีรูปทรงที่ดี ไม่ยุบตัว ผิวหน้าและขอบของเค้กต้องเรียบ มีความหนาสม่ำเสมอ กรณีมีการแต่งหน้าหรือนำมาประกบสลับกับครีม แยม หรืออื่น ๆ เพื่อให้เป็นชั้น ต้องประณีต สวยงาม
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๓.๒ ลักษณะเนื้อสัมผัส
ต้องมีลักษณะเนื้อที่ดีตามลักษณะเฉพาะของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

๓.๓ สี
ต้องมีสีดีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้

๓.๔ กลิ่นรส
ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสเฝื่อน

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

มผช.๔๕๙/๒๕๕๕

๓.๕ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๓.๖ วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้สีและวัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

๓.๗ จุลินทรีย์

๓.๗.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า $๑ \times ๑๐^{๖}$ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๒ แซลโมเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๒๕ กรัม

๓.๗.๓ สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า ๑๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๔ บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๕ คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๖ เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๗ ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า ๑๐๐ โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

## ๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำเค้ก สถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุขและให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

## ๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุเค้กในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของเค้กในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

การทดสอบให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

## ๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุเค้กทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.) อาจตามด้วยชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น เค้กกล้วยหอม เค้กเนยสด เค้กแครอท

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย

(๓) กรณีใช้วัตถุกันเสีย ให้ระบุข้อความว่า “ใช้วัตถุกันเสีย”

(๔) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม

(๕) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(๖) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บในที่เย็น

(๗) เลขสารบบอาหาร

(๘) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

## ๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เค้กที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป ลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๕ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าเค้กรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ จึงจะถือว่าเค้กรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าเค้กรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเค้กต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ และข้อ ๗.๒.๓ ทุกข้อ จึงจะถือว่าเค้กรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

มผช.๔๕๙/๒๕๕๕

## ๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบสีและกลิ่นรส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเค้กอย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ วางตัวอย่างเค้กลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

**ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน**

(ข้อ ๘.๑.๓)

| ลักษณะที่ตรวจสอบ | ระดับการตัดสิน | คะแนนที่ได้รับ |
|---|---|---|
| สี | สีดีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้ | ๓ |
| | สีพอใช้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้ | ๒ |
| | สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี | ๑ |
| กลิ่นรส | กลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้ | ๓ |
| | กลิ่นรสพอใช้ใกล้เคียงกับกลิ่นรสตามธรรมชาติของเค้กและส่วนประกอบที่ใช้ | ๒ |
| | กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสเฝื่อน | ๑ |

## ภาคผนวก ก.
### สุขลักษณะ
(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง แฉะ และสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน สำหรับวัตถุดิบ วัสดุบรรจุ ผลิตภัณฑ์รอการบรรจุ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขาซึ่งเปิดสู่บริเวณที่ทำโดยตรง ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๑.๒.๔ ห้องสุขา อ่างล้างมือมีจำนวนเหมาะสม มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาด หรือฆ่าเชื้อโรค

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด ก่อนและหลังการใช้งานต้องทำความสะอาดเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง และเก็บไว้ในที่เหมาะสม

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ ต้องสะอาด มีคุณภาพดี ได้จากแหล่งที่เชื่อถือได้ ปลอดภัย จัดเก็บในภาชนะสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนได้ แยกเก็บเป็นสัดส่วน

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๓.๓ เครื่องชั่งที่ใช้ต้องตรวจสอบได้เที่ยงตรง

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผงในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีวิธีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข แมว เข้าไปในบริเวณที่ทำ

ก.๔.๔ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๕ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ก.๕.๑ ผู้ทำทุกคน ต้องมีสุขภาพดีทั้งร่างกายและจิตใจ รักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ก.๕.๒ ผู้ทำทุกคน ต้องไม่กระทำการใด ๆ ที่ไม่ถูกสุขลักษณะในสถานที่ทำ เช่น รับประทานอาหาร สูบบุหรี่

# ภาคผนวก ฉ

กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี
การพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์เค้กด้วยแป้งเปลือกทุเรียน

Cam-on.

# ภาคผนวก ฉ

ประวัติคณะผู้วิจัย

**ประวัติคณะผู้วิจัย**

**หัวหน้าโครงการวิจัย**

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ว่าที่ร้อยตรีจักราวุธ ภู่เสม
   (ภาษาอังกฤษ) Acting Sub Lt. Chakkrawut Bhoosem
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1 6001 90000 07 7
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
   ตำแหน่งบริหาร หัวหน้างานกีฬา
   เงินเดือน 21,010 บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
   โทรศัพท์ 02-665-3888 ต่อ 5523 โทรสาร 02-665-3800
   E-mail: chakkrawut.b@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

| ระดับปริญญา | คุณวุฒิ/สาขาวิชา | สถาบันอุดมศึกษา | ปีที่สำเร็จ |
|---|---|---|---|
| ปริญญาตรี | คหกรรมศาสตรบัณฑิต คศ.บ. (อาหารและโภชนาการ) | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร | 2550 |
| ปริญญาโท | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วท.ม. (คหกรรมศาสาตร์) | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | 2555 |

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   -

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย ในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2.1 การเพิ่มมูลค่ากากบีทรูทในผลิตภัณฑ์มัฟฟิ่น

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

7.3.1 ขนมขี้หนูพลังงานต่ำ (Kanom Kee-Noo (Rice Flour Meal Streamed) Low Calorie)

7.3.2 การพัฒนาและแปรรูปข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว

7.3.3 ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น

7.3.4 การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

7.3.5 การพัฒนาตำรับและกรรมวิธีการผลิตขนมไทยทำยากเพื่อการอนุรักษ์

7.3.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกประเภทผัดจากเปลือกแตงโมเหลือทิ้ง

7.3.7 การพัฒนาศักยภาพเปลือกทุเรียนในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

7.4 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ

-

วารสารระดับชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

- เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์ และจักราวุธ ภู่เสม. 2556. ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น (Effect of beetroot pulp added on physical properties and acceptability of muffin). *ใน*. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, หน้า 371.

**ประวัติคณะผู้วิจัย**

**ผู้ร่วมโครงการวิจัย**

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายเจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์
   (ภาษาอังกฤษ) Mr. Jetniphat Bunyasawat
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3 1701 00029 61 9
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
   ตำแหน่งบริหาร -
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
   โทรศัพท์ 02-665-3888 ต่อ 5523 โทรสาร 02-665-3800
   E-mail: jadeniphat.b@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

| ระดับปริญญา | คุณวุฒิ/สาขาวิชา | สถาบันอุดมศึกษา | ปีที่สำเร็จ |
|---|---|---|---|
| ปริญญาตรี | คหกรรมศาสตรบัณฑิต คศ.บ. (อาหารและโภชนาการ) | สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตโชติเวช | 2542 |
| ปริญญาโท | คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คศ.ม. (คหกรรมศาสาตร์) | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | 2549 |

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร เบเกอรี่ อาหารนานาชาติ อาหารยุโรป และอาหารไทย
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2.1 การพัฒนาศักยภาพเปลือกทุเรียนในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

7.2.2 โครงการวิจัยคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ

7.2.3 การศึกษากรรมวิธีการผลิตขนมไดฟูกุ

7.2.4 ผลของการใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนน้ำในขนมไดฟูกุ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

7.3.1 การพัฒนาศักยภาพเปลือกทุเรียนในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

7.3.2 คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ ประจำปีงบประมาณ 2554

7.3.3 โครงการวิจัย การใช้ประโยชน์จากบัวหลวงเป็นส่วนประกอบในอาหารเพื่อเพิ่มมูลค่า

7.3.4 ขนมขี้หนูพลังงานต่ำ

7.3.5 ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

7.4.1 การพัฒนาศักยภาพเปลือกทุเรียน งบประมาณ 2561

7.5 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

- เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์ และจักราวุธ ภู่เสม. 2556. ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น (Effect of beetroot pulp added on physical properties and acceptability of muffin). *ใน*. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, หน้า 371.