



การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าว

Development of Bakery Products from Rice Bran  
and Rice Processing Wastes

|         |              |
|---------|--------------|
| ชญาภัทร | กีอาริโย     |
| ธนภาพ   | โสทรโยม      |
| นพพร    | สกุลยืนยงสุข |

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562  
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

**ชื่องานวิจัย** การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าว

**ชื่อ นามสกุล** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร ก่อาริโย และคณะ

**สาขาวิชาและคณะ** สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

**ปี พ.ศ.** 2562

### บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.พัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งจำนวน 4 ชนิด 2.ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตอาหารจากจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งสำหรับจำนวน 4 ชนิดที่เหมาะสม 3.ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารจากจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งจำนวน 4 ชนิด และ 4.ถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งจำนวน 4 ชนิดสู่ชุมชน จากนั้นนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาในแต่ละสภาวะตั้งแต่วันที่ 0-10 และเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง การวัดค่าสี และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าเส้นขนมจีนที่เก็บในสภาวะดัดแปรสภาวะบรรยากาศมีอายุการเก็บรักษาได้สูงกว่าการเก็บรักษา ที่สภาวะบรรยากาศปกติและสภาวะสุญญากาศ (vacuum) ส่วนผลการวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีค่า pH ลดลง เมื่อเวลาผ่านไป โดยมีค่าอยู่ระหว่าง  $4.31 \pm 0.00$  ถึง  $2.99 \pm 0.01$  และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่เก็บรักษาที่สภาวะดัดแปรบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) 100% โดยบรรจุในถุงพลาสติกสุญญากาศชนิด Nylon/PET ปิดผนึกเก็บที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บได้นานถึง 10 วัน และพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุการเก็บนานขึ้น แต่ไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มพช.500/2547 ขนมหุ้น) ดังนั้นผลิตภัณฑ์จึงมีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ผลการทดสอบผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบและสนใจซื้อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ร้อยละ 100 อยู่ที่ร้อยละ 75

**คำสำคัญ** : ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่, เบเกอรี่, สภาวะดัดแปร

## Abstract

Development of Bakery Products from Rice Bran and Rice Processing Wastes to

1. Develop bakery products from rice bran and wastes, amount 4 types
2. Study the formulas and processes of food production from rice bran and wastes for the appropriate 4 types
3. Study consumer acceptance of food products from rice bran and wastes in 4 types and
4. Transfer technology of bakery products from rice bran and wastes in 4 types to the community

After that, the storage life of each condition will be studied from 0-10 days and the physical properties are compared. Chemical and microorganisms, such as pH value, color measurement and total number of microorganisms, found that Khanom Jeen noodles stored in modified atmosphere conditions have longer shelf life than those stored. At normal atmospheric conditions and vacuum conditions. Chemical analysis results showed that the bakery products decreased their pH over time. With values between  $4.31 \pm 0.00$  and  $2.99 \pm 0.01$  and bakery products Stored at 100% carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) modified atmosphere, packed in a sealed nylon / PET vacuum plastic bag. Store at room temperature. Can be stored for up to 10 days and found that the total number of microbes increased when the storage life is longer But not over the standard of community products (PhorChor. 500/2547 Knmhin) so the products are safe and not harmful to consumers. Consumer test results show that consumers like and are interested in buying bakery products that use 100 percent carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) at 75 percent.

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าว คณะผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านของคณะเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการปฏิบัติงาน ทำให้งานสำเร็จไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ประชาชนรอบรั้วมหาวิทยาลัย ที่มีส่วนร่วมในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ให้คำแนะนำและให้กำลังใจเสมอมา และสิ่งที่ขาดไม่ได้ คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้งบประมาณรวมทั้งระยะเวลา ให้กับทีมผู้วิจัย หากงานวิจัยนี้เป็นประโยชน์แก่ผู้ใดก็ตามคณะผู้วิจัย ขอมอบความดีนี้แก่ทุกท่านที่กล่าวมาร่วมถึงผู้ให้การช่วยเหลือที่ไม่ได้เอ่ยถึงมา ณ ที่นี้ด้วย

ชญาภัทร ก่อาริโย และคณะ



## สารบัญ

|                                        | หน้า |
|----------------------------------------|------|
| บทคัดย่อ                               | (1)  |
| กิตติกรรมประกาศ                        | (3)  |
| สารบัญ                                 | (4)  |
| บทที่ 1 บทนำ                           |      |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา     | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์                       | 2    |
| 1.3 ขอบเขตการศึกษา                     | 2    |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ          | 2    |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง |      |
| 2.1 ข้าว                               | 3    |
| 2.2 แป้ง                               | 18   |
| 2.3 เค้ก                               | 36   |
| 2.4 วัตถุดิบในการผลิตบัตเตอร์เค้ก      | 39   |
| 2.5 ไขมัน                              | 55   |
| 2.6 สารทดแทนไขมัน                      | 59   |
| 2.7 มอลโทเดกซ์ทรีน                     | 60   |
| 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง              | 62   |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน               |      |
| 3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย              | 66   |
| 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์               | 66   |
| 3.3 การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส  | 68   |
| 3.4 สถานที่                            | 69   |
| 3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง        | 69   |

## สารบัญ(ต่อ)

|                                                                                                                                                 | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| บทที่ 4 ผลการทดลอง และอภิปราย                                                                                                                   |      |
| 4.1 พัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้ง<br>จำนวน 4 ชนิด                                                                          | 70   |
| 4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้ง                                                                       | 80   |
| 4.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพ                                                                                                            | 90   |
| 4.4 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมี                                                                                                              | 91   |
| 4.5 ศึกษาการยอมรับสภาวะดัดแปรในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่                                                                          | 92   |
| บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ                                                                                                                     |      |
| 5.1 สรุปผล                                                                                                                                      | 99   |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ                                                                                                                                  | 100  |
| เอกสารอ้างอิง                                                                                                                                   | 101  |
| ภาคผนวก                                                                                                                                         |      |
| ภาคผนวก ก วิเคราะห์องค์ประกอบทางจุลินทรีย์                                                                                                      | 104  |
| ภาคผนวก ข วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพ                                                                                                | 108  |
| ภาคผนวก ค ภาพถ่ายโครงการวิจัยผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากจากรำข้าว<br>และส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าว                                                   | 110  |
| โครงการถ่ายทอดวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากจากรำข้าว<br>และส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าว ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบางตาโมม จังหวัดสิงห์บุรี |      |
| บทสรุปผู้บริหาร                                                                                                                                 | 118  |
| องค์ความรู้ที่ให้บริการ                                                                                                                         | 119  |
| ผลการดำเนินงาน                                                                                                                                  | 136  |
| ผลการติดตามหลังให้บริการ                                                                                                                        | 146  |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ประชากรไทยกว่าร้อยละ 60 เป็นเกษตรกร ส่วนใหญ่ปลูกข้าวเป็นพืชหลัก ทำให้ประเทศไทยส่งออกข้าวมากที่สุดในโลกกว่า 7 ล้านตันต่อปี ข้าวไทยสร้างชื่อเสียงโด่งดังไปทั่วโลก ทำรายได้ให้แก่ประเทศเป็นจำนวนมากทุกปี ข้าวจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ช่วยกอบกู้และพยุงเศรษฐกิจของประเทศในช่วงวิกฤต ข้าวเป็นส่วนสำคัญของวัฒนธรรมประจำชาติ มีอิทธิพลอย่างใหญ่หลวงต่อศาสนา ขนบธรรมเนียม ประเพณี ความเชื่อ ศาสนพิธี ภูมิปัญญาและวิถีทางในการดำรงชีวิตของคนไทย คนไทยคุ้นเคยกับข้าวเสียจนมองข้ามความสำคัญของข้าวและคนปลูกข้าว เพื่อบำรุงรักษาของประเทศไทย ต้องร่วมกันสร้างอนาคตของข้าวไทยให้ดีขึ้น ชาวนาควรรู้จักใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ผสมผสานกับวัฒนธรรมดั้งเดิมเพื่อเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิต โดยรักษาคุณภาพชีวิต และสภาพแวดล้อม ต้องให้คนไทยหันกลับมาทำความรู้จักกับวัฒนธรรมข้าว เลือกสรรอนุรักษ์ บูรณาการความรู้เรื่องข้าวเพื่อเผยแพร่ (<http://www.thairice.org>) ข้าวที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีอยู่มากมายหลายสายพันธุ์เช่น ข้าวดอกมะลิ 105 ข้าวสุรินทร์1 ข้าวชัยนาท1 ข้าวสุพรรณ1 ข้าวหอมปทุม1 ข้าว กข15 แต่ในปัจจุบันข้าวที่ได้ความนิยมสูงมากคือข้าว ดรสเบอร์รี่ เนื่องจากเป็นข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารอาหารที่สำคัญประกอบด้วย

ธาตุเหล็ก ธาตุสังกะสี โอเมก้า3 วิตามินอี โฟเลต เบต้า-แคโรทีน โพลีฟีนอล แทนนิน แกมมาโอไรซานอล เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามจากสถานการณ์ปัจจุบันของผู้ผลิตข้าวในประเทศไทย พบว่า ปัญหาหลักที่เกิดกับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวคือขายข้าวไม่ค่อยได้กำไรเนื่องจากโดนพ่อค้าคนกลางตัดราคา แนวทางแก้ปัญหาการตัดราคาจากพ่อค้าคนกลางของเกษตรกรคือการรวมกลุ่มกันเพื่อจัดตั้งเป็นกลุ่มสหกรณ์และดำเนินการสร้างโรงสีข้าวชุมชนขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังพบปัญหาจากกระบวนการสีข้าวที่สีข้าวซึ่งจะทำให้มีส่วนเหลือทิ้งออกมาเป็นจำนวนมากในกระบวนการสีข้าว อาทิเช่นปลายข้าว ข้าวไม่เต็มเมล็ด รำ และอื่นๆ ซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งที่ตกค้างอย่างไร้ค่า หากมีการนำส่วนเหลือทิ้งนี้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารให้เหมาะสมมีรสชาติที่ถูกปากคนไทย ทานได้ทุกเพศทุกวัยและยังคงไว้ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการแล้วนั้นจะสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับส่วนเหลือทิ้งนี้ได้อีกด้วย

ผู้วิจัยจึงนำปัญหาเหล่านี้มาบูรณาการกับความรู้ทางคหกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อเพิ่มมูลค่าจากส่วนเหลือทิ้งที่มีอยู่เป็นจำนวนมากนี้ นี้โดยใช้ศักยภาพของวัตถุดิบที่มีความเป็นเอกลักษณ์มาดัดแปลงในการทำเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ จำนวนทั้งสิ้น 4 ผลิตภัณฑ์คือ 1. เค้กธัญพืชจากรำข้าว 2. วาฟเฟิลจากรำข้าว 3. ขนมปังรำข้าวและ 4. คูกี้จากรำข้าว ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยม รับประทานได้ทุกเพศทุกวัย มีรสชาติอร่อยมีความเป็นเอกลักษณ์และยังคงไว้ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการอีก

ทั้งพัฒนาด้านการเก็บรักษาให้สามารถเก็บรักษานานขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าเพิ่มประโยชน์ให้กับส่วนเหลือทิ้งในกระบวนการสีข้าวและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อีกทางหนึ่งด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.พัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งจำนวน 4 ชนิด
- 2.เพื่อศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตอาหารจากจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งสำหรับจำนวน 4 ชนิดที่เหมาะสม
- 3.เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารจากจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งจำนวน 4 ชนิด
- 4.เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งจำนวน 4 ชนิดสู่ชุมชน

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าวในครั้งนี้ ใช้รำข้าวและส่วนเหลือทิ้งที่เกิดจากกระบวนการสีข้าวมาเพิ่มมูลค่า โดยการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จำนวน 4 ชนิด ประกอบด้วย 1.เค้กธัญพืชจากรำข้าว 2.วาฟเฟิลจากรำข้าว 3.ขนมปังรำข้าวและ 4.คุกกี้จากรำข้าวรวมถึงการพัฒนารสชาติและเนื้อสัมผัสให้เหมาะสมจากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบแนวทางในการนำวัตถุดิบมาเพิ่มมูลค่าสูงสุด ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งจากการแปรรูปข้าว
2. สามารถผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งจากการแปรรูปข้าวซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์และสินค้าเกษตร และช่วยลดต้นทุนการผลิต
3. ลดปริมาณทรัพยากรที่เหลือใช้ และเป็นอีกทางเลือกในการเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรและชุมชน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. พัฒนาลิขสิทธิ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งจำนวน 4 ชนิด 2. เพื่อศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตอาหารจากจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งสำหรับจำนวน 4 ชนิดที่เหมาะสม 3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งจำนวน 4 ชนิด และ 4. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งจำนวน 4 ชนิดสู่ชุมชน ซึ่งผู้วิจัยทำการศึกษาและตรวจเอกสารในประเด็นดังนี้

### 2.1 ข้าว

ข้าว เป็นพืชล้มลุกตระกูลหญ้าที่สามารถกินเมล็ดได้ ถือเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเช่นเดียวกับหญ้า ต้นข้าวมีลักษณะภายนอกบางอย่าง เช่น ใบ กาบใบ ลำต้น และรากคล้ายต้นหญ้า ในประเทศไทย ข้าวหอมมะลิมีสายพันธุ์ในประเทศและเป็นที่นิยมไปทั่วโลก (วิกิพีเดีย, 2555)



มูลนิธิข้าวไทย (2549) กล่าวไว้ว่า พันธุ์ข้าวที่มนุษย์เพาะปลูกในปัจจุบันพัฒนามาจากข้าวป่าในตระกูล *Oryza gramineae* สันนิษฐานว่า พืชสกุล *Oryza* มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนชื้นของทวีป Gondwanaland ก่อนผืนดินจะเคลื่อนตัวและเคลื่อนออกจากกันเป็นทวีปต่าง ๆ เมื่อ 230-600 ล้านปีมาแล้วจากนั้นกระจายจากเขตร้อนชื้นของแอฟริกา เอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงเหนือ ออสเตรเลีย อเมริกากลางและใต้ ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ตั้งแต่ความสูงระดับน้ำทะเลถึง 2,500 เมตรหรือมากกว่า ทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ทั้งในที่ราบลุ่มจนถึงที่สูง ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 53 องศาเหนือถึง 35 องศาใต้ มนุษย์ได้คัดเลือกข้าวป่าชนิดต่างๆ ตามความต้องการของตนเพื่อให้สอดคล้องกับระบบนิเวศ มีการผสมพันธุ์ข้ามระหว่างข้าวที่ปลูกกับวัชพืชที่เกี่ยวข้อง เกิดข้าวพื้นเมืองมากมายหลายสายพันธุ์ ซึ่งสามารถให้ผลผลิตสูง ปลูกได้ตลอดปี ก่อให้เกิดพันธุ์ข้าวปลูกที่เรียกว่า ข้าวลูกผสมซึ่งมีปริมาณ 120,000 พันธุ์ทั่วโลก ข้าวที่ปลูกในปัจจุบันแบ่งออกเป็นข้าว

แอฟริกาและข้าวเอเชีย ข้าวแอฟริกา (*Oryza glaberrima*) แพร่กระจายอยู่เฉพาะบริเวณเขตร้อนของแอฟริกาเท่านั้น สันนิษฐานว่าข้าวแอฟริกาอาจเกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อประมาณ 1,500 ปีก่อนคริสต์ศักราช ข้าวเอเชีย เป็นข้าวลูกผสม เกิดจาก *Oryza sativa* กับข้าวป่า มีถิ่นกำเนิดบริเวณประเทศอินเดีย บังคลาเทศ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปลุกกันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อินเดีย ตอนเหนือของบังคลาเทศ บริเวณดินแดนสามเหลี่ยมระหว่างพม่า ไทย ลาว เวียดนาม และจีนตอนใต้

ในเบื้องต้น มนุษย์ค้นพบวิธีปลูกข้าวแบบทำไร่เลื่อนลอย ดังปรากฏหลักฐานในวัฒนธรรมลุงชาน ประเทศจีนและวัฒนธรรมฮัวบีเนียน ประเทศเวียดนาม เมื่อประมาณ 10,000 ปีมาแล้ว ต่อมามนุษย์ค้นพบการทำนาหว่าน ดังปรากฏหลักฐานในวัฒนธรรมยางเซา บริเวณลุ่มแม่น้ำเหลือง ในวัฒนธรรมลุงชาน ประเทศจีนและวัฒนธรรมฮัวบีเนียน ประเทศเวียดนาม เมื่อ 5,000 - 10,000 ปีมาแล้ว ภูมิปัญญาด้านการปลูกข้าวพัฒนาสู่การปักดำ พบหลักฐานในวัฒนธรรมบ้านเชียงประเทศไทย เมื่อไม่ต่ำกว่า 5,000 ปีมาแล้ว ในประเทศไทย เมล็ดข้าวที่เก่าแก่ที่สุดที่พบมีลักษณะคล้ายข้าวปลูก ของชุมชนสมัยก่อนประวัติศาสตร์อายุราว 3,000 - 3,500 ปีก่อนคริสต์ศักราช ได้แก่ รอยเกลบข้าว ซึ่งเป็นส่วนผสมของดินที่ใช้ปั้นภาชนะดินเผาที่โนนนกทา ตำบลบ้านโคก อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น เป็นหลักฐานที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเก่าแก่ที่สุด คือ ประมาณ 3,500 ปีก่อนคริสต์ศักราช หลักฐานอื่น ๆ ที่แสดงให้เห็นว่าสยามประเทศเป็นแหล่งปลูกข้าวมาแต่โบราณ อาทิ เมล็ดข้าวที่ขุดพบที่ถ้ำปุงฮุง จังหวัดแม่ฮ่องสอน แสดงว่ามีการปลูกข้าวในบริเวณนี้เมื่อ 3,000 - 3,500 ปีก่อนคริสต์ศักราชหรือราว 5,400 ปีมาแล้ว เกลบข้าวที่ถ้ำปุงฮุงมีทั้งลักษณะของข้าวเหนียวเมล็ดใหญ่ที่เจริญงอกงามอยู่ในที่สูง เป็นข้าวไร่และข้าวเจ้า แต่ไม่พบลักษณะของข้าวเหนียวเมล็ดป้อมหรือข้าวพวก Japonica เลย แหล่งโบราณคดีที่บ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี พบรอยเกลบข้าวผสมอยู่กับดินที่นำมาปั้นภาชนะดินเผา กำหนดอายุได้ใกล้เคียงกับเกลบข้าวที่ถ้ำปุงฮุง คือ ประมาณ 2,000 - 3,500 ปีก่อนคริสต์ศักราช ลักษณะเป็นข้าวเอเชีย (*Oryza sativa*) หลักฐานการค้นพบเมล็ดข้าว เก้าอี้ในดินและรอบเกลบบนเครื่องปั้นดินเผา

ที่โคกพนมดี อำเภอพนมสนธิคม จังหวัดชลบุรี แสดงให้เห็นถึงชุมชนปลูกข้าวสมัยก่อนประวัติศาสตร์ชายฝั่งทะเล นอกจากนี้ยังพบหลักฐานคล้ายดอกข้าวป่าเมืองไทยที่ถ้ำเขาทะลุ จังหวัดกาญจนบุรี อายุประมาณ 2,800 ปีก่อนคริสต์ศักราช (อาจก่อนหรือหลังจากนั้นประมาณ 300 ปี) ซึ่งเป็นช่วงรอยต่อยุคหินใหม่ตอนปลายกับยุคโลหะตอนต้น

ส่วนหลักฐานภาพเขียนบนผนังถ้ำหรือผนังหินอายุไม่น้อยกว่า 2,000 ปี ที่ผาหมอนน้อย บ้านตากุ่ม ตำบลห้วยไผ่ อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี บันทึกการปลูกธัญพืชอย่างหนึ่งมีลักษณะเหมือนข้าว ภาพควายในแปลงพืชคล้ายข้าว อาจตีความได้ว่ามนุษย์สมัยนั้นรู้จักข้าวหรือการเพาะปลูกข้าวแล้ว ศาสตราจารย์ชิน อยู่ดี สรุปลไว้เมื่อปี พ.ศ. 2535 ว่า "ประเทศไทย ทำนาปลูกข้าวมาแล้วประมาณ 5471 ปี ผลของการขุดค้นที่โนนนกทาสันนิษฐานสมมติฐานที่ว่า ข้าวเริ่มปลูกในทวีปเอเชียอาคเนย์ ในสมัยหินใหม่ จากนั้นแพร่ขึ้นไปในประเทศอินเดีย จีน ญี่ปุ่น และเกาหลี

#### 2.1.1 ลักษณะและส่วนประกอบของต้นข้าว

สารานุกรมไทย (2540) แบ่งออกได้เป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการขยายพันธุ์ ดังนี้

2.1.1.1 ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของต้นข้าว ได้แก่ ราก ลำต้น และใบ

1) ราก รากเป็นส่วนที่อยู่ใต้ผิวดิน ใช้ยึดลำต้นกับดินเพื่อไม่ให้ต้นล้ม แต่บางครั้งก็มีรากพิเศษเกิดขึ้นที่ข้อซึ่งอยู่เหนือพื้นดินด้วย ต้นข้าวไม่มีรากแก้ว แต่มีรากฝอยแตกแขนงกระจายแตกแขนงอยู่ใต้ผิวดิน ด้วยเหตุนี้รากของข้าวจึงไม่ได้อยู่ลึกมากจากพื้นผิวดิน แต่ละแขนงของรากฝอยจะมีรากขนอ่อน รากของต้นข้าวนอกจากจะเกิดที่โคนต้นแล้ว รากอาจเกิดขึ้นที่ข้อซึ่งอยู่ใต้ดินและอยู่ใต้น้ำด้วย ต้นข้าวใช้รากสำหรับดูดเอาอาหารจากดิน อาหารของต้นข้าวประกอบด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ และน้ำ อาหารเหล่านี้จะถูกส่งไปที่ใบ เพื่อเปลี่ยนเป็นแป้งโดยวิธีการที่เรียกว่า สังเคราะห์แสง

2) ลำต้น มีลักษณะเป็นโพรงตรงกลางและแบ่งออกเป็นปล้องๆ โดยมีข้อกั้นระหว่างปล้อง ความยาวของปล้องนั้นแตกต่างกัน จำนวนปล้องจะเท่ากับจำนวนใบของต้นข้าว ปกติมีประมาณ ๒๐-๒๕ ปล้อง ปล้องซึ่งอยู่ที่โคนต้น จะสั้นกว่าและหนากว่าปล้องซึ่งอยู่ที่ปลายของลำต้น นอกจากนี้ ปล้องซึ่งอยู่ที่โคนจะมีขนาดโตกว่าปล้องที่อยู่ตรงส่วนปลาย ยกเว้นข้าวขึ้นน้ำที่ต้องยึดต้นให้สูงเมื่อน้ำลึก ปล้องของข้าวขึ้นน้ำยาวมาก และปล้องที่อยู่ใกล้ผิวน้ำจะโตกว่าที่อยู่ลึกลงไปใต้น้ำที่ข้อ ซึ่งเป็นส่วนที่แบ่งลำต้นออกเป็นปล้อง ๆ นั้น มีตาสำหรับเจริญเติบโตออกมาเป็นหน่อข้อละหนึ่งตา และอยู่สลับกันไปจากข้อหนึ่งไปอีกข้อหนึ่ง สีของข้อก็แตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว ซึ่งอาจจะเป็นสีเหลือง หรือสีม่วงก็ได้ ส่วนความยาวของปล้องนั้นก็แตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ พันธุ์ต้นสูงจะมีปล้องยาวกว่าพันธุ์ต้นเตี้ย ต้นข้าวถูกห่อด้วยกาบใบ จึงทำให้ไม่สามารถมองเห็นลำต้นหรือปล้องของต้นข้าวในระยะแรกๆ แต่ต้นข้าวมีการยืดลำต้นสูงในระยะออกรวงจนสามารถมองเห็นลำต้นได้

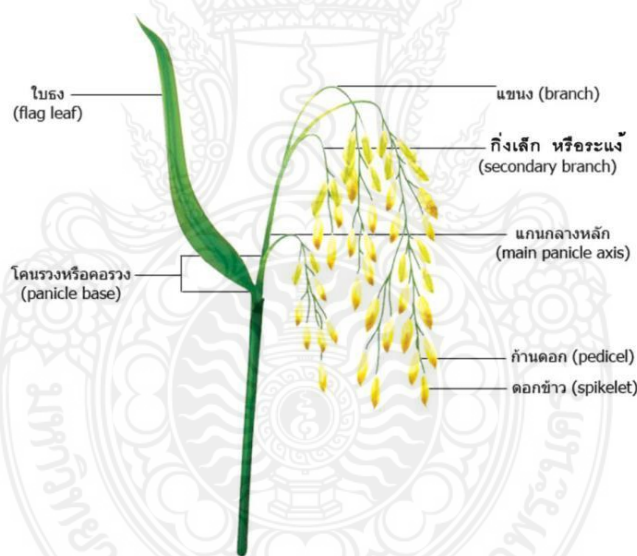
3) ใบ ต้นข้าวมีใบไว้สำหรับสังเคราะห์แสง เพื่อเปลี่ยนแร่ธาตุ อาหาร น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นแป้ง เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและ สร้างเมล็ดของต้นข้าว ใบประกอบด้วย กาบใบและแผ่นใบ กาบใบ และแผ่นใบเชื่อมติดกันด้วยข้อต่อของใบ กาบใบ คือ ส่วนที่ติดอยู่กับข้อของลำต้น และห่อหุ้มต้นข้าวไว้ แต่ละข้อมีเพียงหนึ่งกาบใบเท่านั้น แผ่นใบ คือ ส่วนที่อยู่เหนือข้อต่อของใบ มีลักษณะเป็นแผ่นแบนบาง ๆ พันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์จะมีความยาว ความกว้าง รูปร่าง สีของใบ ตลอดถึงการทำมุมของใบกับลำต้นไม่เหมือนกัน นอกจากนี้ ที่แผ่นใบของข้าวบางพันธุ์ก็มีขนหรือไม่มีขนด้วย เมื่อใช้มือจับแผ่นใบที่มีขนจะรู้สึกวับวาวไม่เรียบ แต่แผ่นใบที่ไม่มีขนจะรู้สึกเรียบ ๆ ใบข้าวมีขนาดรูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว และบางพันธุ์มีแผ่นใบทำมุมกว้างหรือทำมุมแคบกับลำต้น เส้นใบของข้าวมองเห็นได้ชัดจากด้านบนของแผ่นใบ เส้นใบจะขนานกันเพราะข้าวเป็นพืชพวกใบเลี้ยงเดี่ยว ใบข้าวใบสุดท้าย ซึ่งหมายถึงใบที่อยู่ติดกับรวงข้าว เรียกว่า ใบธง ปกติใบธงจะมีลักษณะสั้น และทำมุมกับลำต้นแตกต่างจากใบอื่น ๆ ที่อยู่ข้างล่างที่ข้อต่อของใบ ซึ่งเป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างกาบใบและแผ่นใบ มีลักษณะคล้าย ๆ กับข้อที่กั้นแบ่งต้นข้าวออกเป็นปล้อง ๆ และที่ข้อต่อของใบนี้มีเยื่อเกี่ยวพันน้ำฝน และเชื่อมกันแมลงติดอยู่ด้วย เชื่อมกันแมลงมีสองอัน ลักษณะเป็นพู่คล้ายหางกระรอก ติดอยู่ข้างละอันของข้อต่อของใบ ส่วนเยื่อเกี่ยวพันน้ำฝนนั้นมีอันเดียว มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ อยู่ด้านในของข้อต่อของใบ และประกบติดอยู่กับลำต้น เยื่อเกี่ยวพันน้ำฝนมีขนาดและสีแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว อย่างไรก็ตาม ใบแก่ ๆ อาจไม่มีเยื่อเกี่ยวพันแมลงเหลือติดอยู่เลย เพราะได้ร่วงหล่นไปเสียแล้ว ต้นข้าวต้นเดียวอาจแตกออกเป็นหน่อใหม่ประมาณ ๕-๑๕ หน่อ หน่อใหม่ที่แตกออกมาจะมีจำนวนใบน้อยกว่าต้นแรกของมัน และบางหน่อไม่มีรวง

#### 2.1.1.2 ลักษณะที่เกี่ยวกับการขยายพันธุ์

ต้นข้าวมีการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดซึ่งเกิดจากการผสมระหว่างเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย เพราะฉะนั้น ลักษณะที่สำคัญเกี่ยวกับการ ขยายพันธุ์ ได้แก่ รวง ดอกข้าวและเมล็ดข้าว แต่ชาวนาที่

เก็บเกี่ยวด้วยเคียนั้น ไม่คำนึงถึงความยาวของคอรวงเลย นอกจากนี้ ที่ข้ออันบนของปล้องอันสุดท้ายอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฐานของรวง หรือฐานของช่อดอก รวงข้าวประกอบด้วยก้านอันใหญ่ต่อจากคอรวงขึ้นไป แล้วแตกแขนงแบบราซีมอสโมดبرانซิง (racemose mode branching) ออกไปมากมาย โดยแต่ละข้อของก้านอันใหญ่แตกแขนงออกไปเรียกว่า แขนงที่หนึ่ง (primary branches) และแต่ละข้อของแขนงที่หนึ่ง จะแตกแขนงออกไปอีกเป็นแขนงที่สอง (secondary branches) ดอกข้าว (spikelets) มีก้านดอก ซึ่งเรียกว่า เพดิเซล (pedicel) จะติดอยู่ที่แขนงที่สองของรวงข้าว ลักษณะของรวงข้าว เช่น ความยาว รูปร่าง ความถี่ห่างของข้อของแขนงหรือระแง้ตลอดถึงมุมของการแตกแขนงออกไปเป็นแขนงที่หนึ่งและแขนงที่สองนั้น แตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ข้าว การมีข้อของแขนงที่หนึ่งและแขนงที่สองถึ้นนี้ เรียกว่า ระแง้ถี่ ทำให้มีจำนวนดอกต่อรวงมาก ซึ่งเป็นลักษณะของพันธุ์ข้าวที่จะให้ผลผลิตสูง

1) รวงข้าว (panicle) หมายถึงช่อดอกของข้าว (inflorescence) ซึ่งเกิดขึ้นที่ข้อของปล้องอันสุดท้ายของต้นข้าว ระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องอันสุดท้ายกับข้อต่อของใบธง เรียกว่า คอรวง รวงข้าว (panicle) ดังนั้นคอรวงจะสั้นหรือยาวย่อมขึ้นอยู่กับระยะระหว่างข้ออันบนของปล้องสุดท้ายกับข้อต่อของใบธง ชาวนาในภาคใต้ที่เก็บเกี่ยวข้าวด้วยแกระ มีความต้องการจะปลูกข้าวชนิดที่มีคอรวงยาว

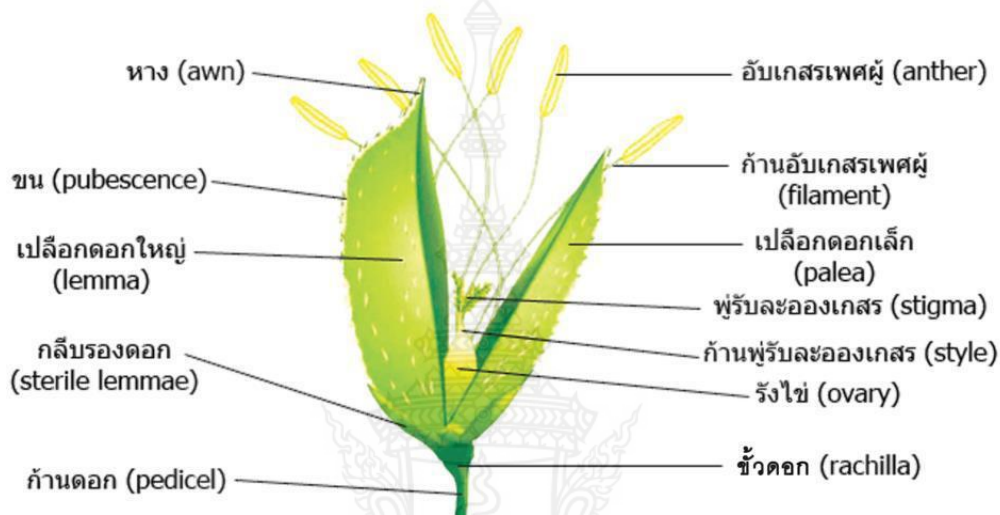


ภาพ ลักษณะรวงข้าว

ที่มา : <http://loveplant.wordpress.com/2012/08/29/rice-panicle/>

2) ดอกข้าว หมายถึง ส่วนที่มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียสำหรับผสมพันธุ์ ดอกข้าวประกอบด้วยเปลือกนอกใหญ่สองแผ่นประสานกัน เพื่อห่อหุ้มส่วนที่อยู่ภายในไว้ เปลือกนอกใหญ่แผ่นนอก เรียกว่า เลมมา (lemma) ส่วนเปลือกนอกใหญ่แผ่นใน เรียกว่า พาเลีย (palea) ทั้งสองเปลือกนี้ ภายนอกของมันอาจมีขนหรือไม่มีขนก็ได้ ถ้าที่เปลือกนี้ไม่มีขน ที่ใบของมันก็จะไม่มีขนและผิวเรียบด้วย ที่ปลายสุดของเปลือกนอกใหญ่แผ่นนอก จะมีลักษณะเป็นปลายแหลมยื่นออกมา เรียกว่า หาง (awn) พันธุ์ข้าวบางพันธุ์มีหางสั้น บางพันธุ์มีหางยาว พันธุ์ที่มีหางยาวเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ เพราะทำให้เก็บเกี่ยว และนวดยาก นอกจากนี้ อาจทำให้ผู้เข้าไปเก็บเกี่ยวเกิดเป็นแผลตาม

ผิวหนังได้ง่าย ที่ปลายด้านล่างของเปลือกนอกใหญ่ทั้งสองแผ่นเท่านั้นที่ประสานติดกันอยู่บนก้านสั้น ๆ ที่เรียกว่า ราซิลลา (rachilla) และที่ด้านบนของราซิลลานั้นจะมีแผ่นบาง ๆ สองแผ่นขนาดเท่าๆ กัน ทำหน้าที่บังคับให้เปลือกนอกทั้งสองแผ่นดังกล่าวเปิดหรือปิดได้ แผ่นบางๆ สองแผ่นนี้เรียกว่า โลติคูลส์ (lodicules) ที่ฐานของราซิลลาจะมีเปลือกบาง ๆ อีกสองแผ่น ขนาดเล็กกว่าเลมมาและพาเลีย และมีรูปร่างค่อนข้างยาวประกบอยู่ที่ฐานของเปลือกนอกใหญ่ เรียกว่า เปลือกนอกเล็ก (sterile lemmas) ซึ่งที่ปลายด้านล่างของเปลือกนอกเล็กจะประสานติดกันอยู่รอบ ๆ ข้อที่เรียกว่า รูติเมนทารี กลูมส์ (rudimentary glumes) ต่อลงมาก็จะเป็นก้านดอกซึ่งติดอยู่บนแขนงที่สองของรวงข้าว



#### ภาพ ลักษณะรวงข้าว

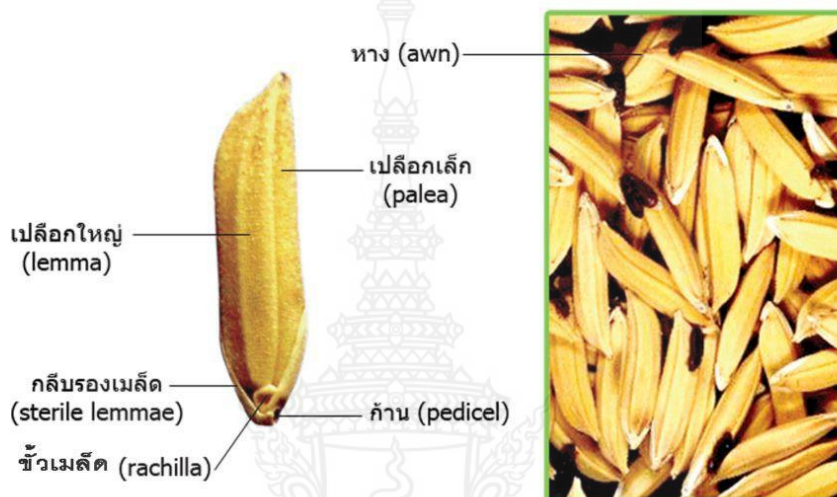
ที่มา : <http://loveplant.wordpress.com/2012/08/29/rice-panicle/>

ส่วนที่อยู่ภายในซึ่งเปลือกนอกใหญ่ห่อหุ้มไว้นั้น ได้แก่ เกสรตัวผู้ (stamen) และเกสรตัวเมีย (pistil) เกสรตัวผู้ประกอบด้วย กระเปาะเกสรตัวผู้ (anther) เป็นสีเหลือง ซึ่งภายในมีละอองเกสรตัวผู้ (pollen grains) ขนาดเล็กจำนวนมาก กระเปาะนี้ติดอยู่บนก้านยาว เรียกว่า ฟิลาเมนต์ (filament) และเชื่อมติดอยู่กับฐานของดอก ในดอกข้าวแต่ละดอกจะมีกระเปาะเกสรตัวผู้จำนวน ๖ อัน ส่วนเกสรตัวเมียนั้น ประกอบด้วยที่รับละอองเกสรตัวผู้ (stigma) ซึ่งมีลักษณะคล้ายทางกระรอกขนาดเล็กจำนวนสองอัน แต่ละอันมีก้าน (style) เชื่อมติดอยู่กับรังไข่ (ovary) ในรังไข่จะมีไข่ เมื่อถูกผสมเกสรแล้วจะกลายเป็นเมล็ดดอกข้าวเป็นดอกชนิดที่เรียกว่า ดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) เพราะมีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน ฉะนั้น การผสมเกสร (pollination) ส่วนใหญ่จึงเป็นแบบการผสมตัวเอง (self-pollination) และมีการผสมเกสรแบบข้ามต้น (cross-pollination) เป็นจำนวนน้อยมากหรือประมาณ ๐.๕-๕% เท่านั้น ปกติการผสมเกสรเกิดขึ้นภายในดอกเดียวกัน ในเวลาเช้า และก่อนที่เปลือกนอกใหญ่จะบานออกเล็กน้อย ดอกข้าวจะเริ่มบานจากปลายรวงลงมาสู่โคนของรวงข้าว และรวงหนึ่งๆ จะใช้เวลาประมาณ ๗ วัน เพื่อให้ดอกทุกดอกได้บานและมีการผสมเกสร

3) เมล็ดข้าว หมายถึง ส่วนที่เป็นแป้งที่เรียกว่า เอ็นโดสเปิร์ม (endosperm) และส่วนที่เป็นคัพภะ ซึ่งห่อหุ้มไว้โดยเปลือกนอกใหญ่สองแผ่น เอ็นโดสเปิร์มเป็นแป้งที่เราบริโภค คัพภะเป็น

ส่วนที่มีชีวิตและงอกออกมาเป็นต้นข้าวเมื่อเอาไปเพาะการที่ละอองเกสรตัวผู้ตกลงบนที่รับละอองเกสรของเกสรตัวเมียนั้น เรียกว่า การผสมเกสร หลังจากการผสมเกสรเล็กน้อย ละอองเกสรตัวผู้ก็จะงอกลงไปภายในของที่รับละอองเกสร เพื่อจะได้นำนิวเคลียส จากละอองเกสรตัวผู้ลงไปผสม โดยรวมตัวกับไข่และนิวเคลียสอื่นๆ ในรังไข่ นิวเคลียสที่ได้รวมตัวกับไข่จะเจริญเติบโตเป็นคัพภะ ส่วนนิวเคลียสที่ได้รวมตัวกับนิวเคลียสอื่นๆ

(polar nuclei) ก็ จะเจริญเติบโตเป็นแป้งที่เรียกว่า เอ็นโดสเปิร์ม หลังจากการผสมเกสร ประมาณ ๓๐ วัน เมล็ดข้าวก็จะแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้



ภาพ: ลักษณะเมล็ดข้าว

ที่มา : <http://loveplant.wordpress.com/2012/08/29/rice-panicle/>

เมื่อได้แกะเปลือกนอกใหญ่ของเมล็ดข้าวเปลือกที่เก็บเกี่ยวมา จะได้เมล็ดข้าวที่เรียกว่า ข้าวกล้อง (brown rice) เมล็ดข้าวกล้องมักจะเป็นสีน้ำตาลอ่อน ๆ และเมื่อผ่าตัดเมล็ดข้าวกล้องออกตามความยาวแล้วศึกษาลักษณะของมันอย่างละเอียด จะพบว่า เมล็ดข้าวกล้องประกอบด้วย เยื่อชั้นนอกบาง ๆ เรียกว่า เพอริคาร์พเลเยอร์ (pericarp layers) จำนวน ๓ ชั้น เยื่อชั้นกลางบางหนึ่งชั้น เรียกว่า เทกเมน (tegmen) และเยื่อชั้นในบาง ๆ อีกหนึ่งชั้นเรียกว่า อะลูโรนเลเยอร์ (aleurone layer) ถ้าเพอริคาร์พเลเยอร์เป็นสีน้ำตาล เมล็ดข้าวกล้องก็จะเป็นสีน้ำตาล และถ้าเพอริคาร์พเลเยอร์เป็นสีแดง เมล็ดข้าวกล้องก็จะเป็นสีแดง ส่วนภายในที่เป็นแป้งจะมีลักษณะเป็นแป้งสีขาวหรือใส เป็นจำนวนน้อยมากที่มีแป้งเป็นสีแดง ข้าวเหนียวจะมีแป้งเป็นสีขาวขุ่น ส่วนข้าวเจ้ามีแป้งใสกว่า อย่างไรก็ตาม ที่แป้งของเมล็ดข้าวเจ้า อาจมีจุดสีขาวขุ่นเกิดขึ้นที่ด้านข้างหรือตรงกลางของเมล็ดก็ได้ ซึ่งเรียกว่า ท้องไข่ หรือ ท้องปลาชิว (chalkiness หรือ white center)

### 2.1.2 ประเภทของข้าว

ข้าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ข้าวเจ้า และ ข้าวเหนียว ซึ่งมีลักษณะเหมือนกันเกือบทุกอย่างแต่ต่างกันตรงที่เนื้อแข็งในเมล็ด เมล็ดข้าวเจ้าประกอบด้วยแป้งอมิโลส (Amylose) ประมาณร้อยละ 15-30 เมล็ดข้าวเหนียวประกอบด้วยแป้งอมิโลเพคติน

(Amylopectin) เป็นส่วนใหญ่และมีแป้งอมิโลส (Amylose) ประมาณร้อยละ 5-7 แบ่งตามนิเวศน์ การปลูก จะแบ่งได้ 7 ประเภท คือ

2.1.2.1 ข้าวนาสวน ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังหรือกักเก็บน้ำได้ระดับน้ำลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร ข้าวนาสวนมีปลูกทุกภาคของประเทศไทย แบ่งออกเป็น ข้าวนาสวนน่าน้ำฝน และข้าวนา สวนนาชลประทาน

2.1.2.2 ข้าวนาสวนน่าน้ำฝน ข้าวที่ปลูกในฤดูนาปี และอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การกระจายตัวของฝน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนา น้ำฝนประมาณ 70% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด

2.1.2.3 ข้าวนาสวนนาชลประทาน ข้าวที่ปลูกได้ตลอดทั้งปีในนาที่สามารถควบคุม ระดับน้ำได้ โดยอาศัยน้ำจากการชลประทาน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวนาชลประทาน 24% ของ พื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด และพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลาง

2.1.2.4 ข้าวขึ้นน้ำ ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำท่วมขังในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าว มีระดับน้ำลึกตั้งแต่ 1-5 เมตร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 เดือน ลักษณะพิเศษของข้าวขึ้นน้ำคือ มีความสามารถในการยืดปล้อง (internode elongation ability) การแตกแขนงและรากที่ข้อเหนือ ผีวดิน (upper nodal tillering and rooting ability) และการชูรวง (kneeing ability)

2.1.2.5 ข้าวน้ำลึก ข้าวที่ปลูกในพื้นที่น้ำลึก ระดับน้ำในนามากกว่า 50 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 100 เซนติเมตร

2.1.2.6 ข้าวไร่ ข้าวที่ปลูกในที่ดอนหรือในสภาพไร่ บริเวณไหล่เขาหรือพื้นที่ซึ่งไม่มี น้ำขัง ไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ

2.1.2.7 ข้าวนาที่สูง ข้าวที่ปลูกในนาที่มีน้ำขังบนที่สูงตั้งแต่ 700 เมตรเหนือ ระดับน้ำทะเลขึ้นไป พันธุ์ข้าวนาที่สูงต้องมีความสามารถทนทานอากาศหนาวเย็นได้ดี

### 2.1.3 พันธุ์ข้าว

ข้าวที่นิยมบริโภคมีอยู่ 2 สปีชีส์ใหญ่ๆ คือ *Oryza glaberrima* ปลูกเฉพาะในเขต ร้อนของแอฟริกาเท่านั้น และ *Oryza sativa* ปลูกทั่วไปทุกประเทศ 'ข้าวเอเชียแบ่งออกเป็น 3 สาย พันธุ์

ข้าวสายพันธุ์แรก เรียกว่าสายพันธุ์ Senica หรือ Japonica ปลูกบริเวณแม่น้ำเหลือง ของจีน แพร่ไปยังเกาหลีและญี่ปุ่น เมื่อประมาณ 300 ปีก่อนคริสต์ศตวรรษ เป็นข้าวเมล็ดป้อม

ข้าวสายพันธุ์ที่สอง เรียกว่า Indica เป็นข้าวเมล็ดยาวปลูกในเขตร้อนแพร่สู่ตอนใต้ ของอินเดีย ศรีลังกา แหลมมาลายู หมู่เกาะต่าง ๆ และลุ่มแม่น้ำแยงซีของจีนประมาณคริสต์ศักราช 200

ข้าวสายพันธุ์ที่สาม คือ ข้าวชวา (Javanica) ปลูกในอินโดนีเซีย ประมาณ 1,084 ปี ก่อนคริสต์ศักราช จากนั้นแพร่ไปยังฟิลิปปินส์และญี่ปุ่น ในข้าวเอเชียแพร่เข้าไปในยุโรปและแอฟริกา สู่อเมริกาใต้ อเมริกากลางเข้าสู่สหรัฐอเมริกาครั้งแรกประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 17 โดยนำเมล็ดพันธุ์ ไปจากหมู่เกาะ มาดากัสกา

ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยเป็นพวก Indica ซึ่งแบ่งออกเป็นข้าวเจ้าและข้าวเหนียว นอกจากนี้ ข้าวยังได้ถูกมนุษย์คัดสรรและปรับปรุงพันธุ์มาโดยตลอดตั้งแต่มีประวัติศาสตร์การ

เพาะปลูก ข้าวในปัจจุบัน จึงมีหลายหลายพันธุ์ทั่วโลกที่ให้รสชาติและประโยชน์ใช้สอยต่างกันไป พันธุ์ข้าวที่มีชื่อเสียงระดับโลกของไทย คือ ข้าวหอมมะลิ

#### 2.1.3.1 สายพันธุ์ข้าวในประเทศไทย

ข้าวในประเทศไทยมีด้วยกันมากมายหลากหลายสายพันธุ์โดยมีสายพันธุ์ดังต่อไปนี้ ในที่จะพูดถึง พันธุ์ข้าวนาสวนไวต่อช่วงแสงและพันธุ์ข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง

##### 1) พันธุ์ข้าวนาสวนไวต่อช่วงแสง

##### 1.1) ชื่อพันธุ์กข5 (RD5)

ชนิดข้าวเจ้าคุณสมบัติ 16 / ซิกาติส

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์พวงนาค 16 ของไทยกับพันธุ์ซิกาติส ของ อินโดนีเซีย ได้ผสมพันธุ์และคัดพันธุ์แบบสืบตระกูลที่สถานีทดลองข้าวบางเขน เมื่อปี พ.ศ.2508 จน ได้สายพันธุ์ BKN6517-9-2-2

การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรองเมื่อวันที่ 2 เมษายน 2516

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้าต้นสูง สูงประมาณ 145 เซนติเมตรเป็นพันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสง เล็กน้อย เหมาะที่จะปลูกเป็นข้าวนาปี ถ้าปลูกตามฤดูกาลจะเก็บเกี่ยวได้ปลายเดือนพฤศจิกายน แต่ถ้าปลูกในฤดูนาปรังหรือไม่ปลูกตามฤดูกาล อายุจะอยู่ระหว่าง 140-160 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเดือนที่ ลำต้นสีม่วง มีรวงยาว ต้นแข็งไม่ล้มง่ายปลูกระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 6 สัปดาห์เมล็ด ข้าวเปลือกสีฟางกันจุดทองไข่น้อย

##### 1.2) ชื่อพันธุ์กข6 (RD6)

ชนิดข้าวเหนียว

ประวัติพันธุ์ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ โดยใช้รังสีซังทำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยใช้รังสี แกมมาปริมาณ 20 กิโลแตร อบเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 แล้วนำมาปลูกคัดเลือกที่สถานี ทดลองข้าวบางเขนและสถานีทดลองข้าวพิมาย จากการคัดเลือกได้ข้าวเหนียวหลายสายพันธุ์ในข้าว ข้าวที่ 2 นำไปปลูกคัดเลือกจนอยู่ตัวได้สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือ สายพันธุ์ KDML105'65-G2U-68-254 นับว่าเป็นข้าวพันธุ์ดีพันธุ์แรกของประเทศไทย ที่ค้นคว้าได้โดยใช้วิธีชักนำพันธุ์พืชให้เปลี่ยน กรรมพันธุ์โดยใช้รังสี การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็น พันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2520

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเหนียว สูงประมาณ 154 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงทรงกอกระจ่าย เล็กน้อย ใบยาวสีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง เมล็ดยาวเรียวยาวเมล็ดข้าวเปลือกสีน้ำตาลอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 21 พฤศจิกายนระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 5 สัปดาห์

##### 1.3) ชื่อพันธุ์กข8 (RD8)

ชนิดข้าวเหนียว คุณสมบัติเหนียวสันป่าตอง\*2 / ไออาร์ 262

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์เหนียวสันป่าตอง กับพันธุ์ไออาร์ 262 ในปี พ.ศ. 2509 แล้วผสมกลับไปหาพันธุ์เหนียวสันป่าตองอีกครั้งหนึ่ง ในปี พ.ศ.2510 โดยผสมพันธุ์และ คัดเลือกที่สถานีทดลองข้าวบางเขนได้สายพันธุ์ BKN6721 เมล็ดพันธุ์ผสมข้าวที่ 2 ถูกส่งไปให้สถานี ทดลองข้าวขอนแก่นทำการปลูกคัดเลือกต่อ และได้เปลี่ยนชื่อคุณสมบัติตามรหัสของสถานีเป็นสายพันธุ์ KKN6721 สถานีทดลองข้าวขอนแก่นได้ทำการคัดเลือกและปลูกเปรียบเทียบผลผลิตจนได้สายพันธุ์

KKN6721-5-7-4 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 28 เมษายน 2521

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเหนียว สูงประมาณ 150 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 23 พืชจักยานลำต้นและใบสีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง ฟางแข็ง ชูรวงอยู่เหนือใบ เมล็ดข้าวค่อนข้างป้อม ลำต้นแข็งเมล็ดข้าวเปลือกสีเหลืองระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 3 สัปดาห์

#### 1.4) ชื่อพันธุ์กข13 ( RD13 )

ชนิดข้าวเจ้ากลุ่มสมนางพญา 132 / ผักเสี้ยน 39

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์นางพญา 132 กับพันธุ์ผักเสี้ยน 39 ที่สถานีทดลองข้าวบางเขน ในปี พ.ศ.2507 แล้วนำข้าวพันธุ์ผสมชั่วที่ 2 ไปปลูกคัดเลือกที่สถานีทดลองข้าวควนกุฎ จังหวัดพัทลุง จนได้สายพันธุ์ BKN6402-352 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2521

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 160 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นตั้งตรง สีเขียว ใบธงตก ชูรวงอยู่เหนือใบ ระวังอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 26 กุมภาพันธ์เมล็ดข้าวเปลือกสีน้ำตาลทอง ไขปานกลางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 3 สัปดาห์

#### 1.5) ชื่อพันธุ์กข15 (RD15)

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ โดยใช้รังสีซังทำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยใช้รังสีแกมมาปริมาณ 15 กิโลเรด อบเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในปี พ.ศ. 2508 แล้วนำมาปลูกคัดเลือกที่สถานีทดลองข้าวต่างๆ ในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนได้สายพันธุ์ KDML 105'65G1U- การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 28 เมษายน 2521

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 140 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 10 พืชจักยานลำต้นและใบสีเขียวอ่อน ใบธงทำมุมกับคอรวง รวงอยู่เหนือใบ ใบยาวค่อนข้างแคบเมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ปลายบิดงอเล็กน้อยระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 7 สัปดาห์ เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.1 \times 7.5 \times 1.7$  มิลลิเมตร

#### 1.6) ชื่อพันธุ์กข27 (RD27)

ชนิดข้าวเจ้า กลุ่มสมขาวตาอุ / ขาวตาแห้ง 17

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ขาวตาอุ กับ พันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ที่สถานีทดลองข้าวบางเขน เมื่อปี พ.ศ. 2504 แล้วทำการคัดเลือกและปลูกเปรียบเทียบผลผลิตจนได้สายพันธุ์ BKN6113-79 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรองเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2524

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 160 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ วันที่ 10 ธันวาคมมีลำต้นและใบสีเขียว ทรงกอค่อนข้างตั้ง ต้นใหญ่ และใบยาวเมล็ดค่อนข้างป้อม ข้าวเปลือกสีฟางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์ทองไขน้อยเมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.3 \times 7.5 \times 1.8$  มิลลิเมตร

### 1.7) ชื่อพันธุ์กำผาย 15 (Gam Pai 15)

ชนิดข้าวเหนียว

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมพันธุ์โดยพนักงานเกษตรอำเภอ จากอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน เมื่อ พ.ศ. 2493-2494 จำนวน 99 รวง และปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าวพาน และสถานีทดลองข้าวสันป่าตอง ระหว่าง พ.ศ.2500-2505 คัดเลือกได้สายพันธุ์ กำผาย 30-12-15 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ ให้ใช้ขยายพันธุ์ เมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม 2505

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเหนียวต้นสูง สูงประมาณ 168 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 30 พฤศจิกายนระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 6 สัปดาห์เมล็ดข้าวกลวง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.8 \times 7.2 \times 2.0$  มิลลิเมตร

### 1.8) ชื่อพันธุ์เก๋ารวง 88 (Gow Ruang 88)

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมพันธุ์โดยพนักงานเกษตร จากอำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2493-2494 จำนวน 203 รวง แล้วนำไปคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ตามสถานีทดลองข้าวต่างๆ จนได้สายพันธุ์ เก๋ารวง 17-2-88 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ ให้ใช้ขยายพันธุ์ เมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม 2505

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 140 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นและใบสีเขียวเข้มเมล็ดข้าวรูปร่างเรียวยาวข้าวเปลือกสีฟางอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 21 พฤศจิกายนระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 8 สัปดาห์เมล็ดข้าวกลวง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.2 \times 7.3 \times 1.7$  มิลลิเมตร ปริมาณอมิโลส 22-26%คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม

### 1.9) ชื่อพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (Khao Dawk Mali 105)

ชนิดข้าวเจ้าหอม

ประวัติพันธุ์ได้มาโดยนายสุนทร สีหะเนิน เจ้าพนักงานข้าว รวบรวมจากอำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทรา เมื่อ พ.ศ.2493-2494 จำนวน 199 รวง แล้วนำไปคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ (Pure Line Selection) และปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง แล้วปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ท้องถิ่นในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนได้สายพันธุ์ขาวดอกมะลิ 4-2-105 ซึ่งเลข 4 หมายถึง สถานที่เก็บรวงข้าว คืออำเภอบางคล้า เลข 2 หมายถึงพันธุ์ทดสอบที่ 2 คือขาวดอกมะลิ และเลข 105 หมายถึง แฉกหรือรวงที่ 105 จากจำนวน 199 รวง การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2502

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 140 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นสีเขียวจากใบสีเขียวยาวค่อนข้างแคบ ฟางอ่อน ใบธงทำมุมกับคอรวง เมล็ดข้าวรูปร่างเรียวยาวข้าวเปลือกสีฟางอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 25 พฤศจิกายนเมล็ดข้าวกลวง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.1 \times 7.5 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 12-17%คุณภาพข้าวสุก นุ่ม มีกลิ่นหอม

### 1.10) ชื่อพันธุ์ข้าวตาแห้ง 17 (Khao Tah Haeng 17)

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่ชนะการประกวดเมื่อ พ.ศ.2499 แล้วนำไปปลูกคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ ตามสถานีทดลองข้าวต่างๆ ทั่วประเทศ คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เมื่อ พ.ศ.2499 แต่เนื่องจากไม่ต้านทานโรคไหม้ จึงได้ยกเลิกไปเมื่อ พ.ศ.2506 และได้นำ

กลับมาขยายพันธุ์ใหม่ ในปี พ.ศ.2508 เนื่องจากเป็นพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดี โรงสีรับซื้อและให้ราคาดี จึงเป็นที่นิยมปลูกของชาวนามาโดยตลอดการรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ ให้ใช้ขยายพันธุ์ เมื่อปี พ.ศ.2499 และ พ.ศ.2508 ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 150 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นสีเขียว กอแผ่กระจาย แตกกอดี เมล็ดข้าวมีรูปร่างเรียวยาวข้าวเปลือกสีเหลืองจางอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 20 ธันวาคมระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 8 สัปดาห์เมล็ดข้าว กล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.3 \times 7.5 \times 1.8$  มิลลิเมตร

#### 1.11) ชื่อพันธุ์ ข้าวปากหม้อ 148 (Khao Pahk Maw 148)

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมพันธุ์โดยนายทอง ฝอยหิรัญ พนักงานเกษตร จากอำเภอบ้านปึง จังหวัดชลบุรี เมื่อปี พ.ศ.2495-2496 จำนวน 196 รวง แล้วนำมาคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ตาม สถานีทดลองข้าวต่างๆ จนได้สายพันธุ์ข้าวปากหม้อ 55-3-148 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2508

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 140 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นสีเขียว แตกกอดี ทรงกอตั้งตรง ใบกว้างและยาว เมล็ดมีรูปร่างเรียวยาวข้าวเปลือกสีฟางอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 3 ธันวาคมระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 6 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.3 \times 7.6 \times 1.9$  มิลลิเมตร

#### 1.12) ชื่อพันธุ์ข้าวเจ้าหอมพิชญ์โลก1(Khao'Jow Hawm Phitsanulok 1)

ชนิดข้าวเจ้าคู่ผสมขาวดอกมะลิ 105 / LA29'73NF1U-14-3-1-1// IR58ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ 3 ทาง ระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และสายพันธุ์ LA29'73NF1U-14-3-1-1 กับ IR58 ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี ในปี พ.ศ. 2525-2526พ.ศ. 2528-2533 นำไปปลูกคัดเลือกที่ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ตั้งแต่ข้าวที่ 2-7 จนได้สายพันธุ์ SPRLR83228-PSL-32-1 การรับรองพันธุ์ คณะกรรมการบริหารกรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 30 กันยายน 25

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 160 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 25 พฤศจิกายนลำต้นสูง ทรงกอตั้ง ฟางแข็งปานกลาง ใบสีเขียว ใบธงเอน คอรวงยาว รวงแน่นปานกลาง ระแ่งถี่เมล็ดข้าวเปลือกสีฟางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 11 สัปดาห์เมล็ดข้าว กล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.1 \times 7.4 \times 1.7$  มิลลิเมตร

#### 1.13) ชื่อพันธุ์เฉียงพัทลุง (Chiang Phatthalung)

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมือง มีชื่อเดิมหลายชื่อได้แก่ ขาวกาหวิน เปอร์วิต ขาวมาเล บางแก้ว นายเฉียง ทองเรือง เกษตรกรอำเภอบ้านปึง จังหวัดพัทลุง ได้นำข้าวพันธุ์นี้จากอำเภอบ้านปึง ไปปลูกที่ตำบลบ้านใหม่ อำเภอรโนด เป็นครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ. 2517 เพื่อแก้ปัญหาความแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วงปลายฤดู และเป็นที่นิยมปลูกแพร่หลายในเวลาต่อมา ในปี พ.ศ. 2530 สถานีทดลองข้าวปัตตานีได้เก็บรวบรวมข้าวพันธุ์ดังกล่าวจากแปลงนาเกษตรกรในอำเภอรโนด จังหวัดสงขลา และทำการคัดเลือกแบบหมู่จนได้สายพันธุ์เฉียงพัทลุง การรับรองพันธุ์ คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์แนะนำ เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2537

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 150 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณกลางเดือนมกราคมใบสีเขียว ใบธงแผ่เป็นแนวนอน คอรวงยาว รวงยาวปานกลาง ระแง้ค่อนข้างถี่เมล็ดข้าวเปลือกสีฟางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 1 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง × ยาว × หนา =  $2.1 \times 6.7 \times 1.6$  มิลลิเมตรมีท้องไขปานกลาง

#### 1.14) ชื่อพันธุ์ชุมแพ 60 (Chum Phae 60)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมก้ามาย 41/ เหลืองทอง 78

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่าง พันธุ์ก้ามาย 41 และพันธุ์เหลืองทอง 78 ที่สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง ในปี 2504 ปลูกศึกษาพันธุ์ เปรียบเทียบผลผลิตภายในสถานีและระหว่างสถานีในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนได้สายพันธุ์ SPT6118-34 การรับรองพันธุ์ คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2530

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นพันธุ์ข้าวเจ้า สูงประมาณ 160-180 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 27 พฤศจิกายนลำต้นและใบสีเขียว กอตั้งตรง แตกกอดี ต้นแข็งไม่ล้มง่าย ใบแคบยาว ใบธงตก รวงและคอรวงยาว เมล็ดเรียวยาวร่วนยาก มีท้องไขปานกลางข้าวเปลือกสีฟางสาหร่ายสีน้ำตาล และมีขนสั้นระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 9 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง × ยาว × หนา =  $2.3 \times 7.6 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 27.35 %คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง

#### 1.15) ชื่อพันธุ์นางพญา 132 (Nahng Pa-yah 132)

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมข้าวพันธุ์พื้นเมือง จากอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อปี พ.ศ. 2493 แล้วนำไปปลูกคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ตามสถานีทดลองข้าวต่างๆ จนได้สายพันธุ์ นางพญา 37-30-132 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์ เมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม 2505

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 175 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นและใบสีเขียว แตกกอดี คอรวงยาว เมล็ดข้าวมีรูปร่างเรียวยาวข้าวเปลือกสีฟางอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 16 กุมภาพันธ์ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 3 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง × ยาว × หนา =  $2.2 \times 7.6 \times 1.7$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 28-32%คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง

#### 1.16) ชื่อพันธุ์นางมล เอส-4 (Nahng Mon S-4)

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้มาจากการรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมือง จากตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี เมื่อ พ.ศ. 2493 นำมาปลูกคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ในสถานีทดลองข้าวต่างๆ จนได้สายพันธุ์ที่ดีที่สุด การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อ พ.ศ. 2499, 2504, 2508

ลักษณะประจำพันธุ์ เป็นข้าวเจ้า ต้นสูงประมาณ 140 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นสีเขียว ใบกว้าง รวงใหญ่และยาว เมล็ดรูปร่างยาวเรียวยาวข้าวเปลือกสีฟางอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 26 พฤศจิกายนระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 5 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง × ยาว × หนา =  $2.4 \times 7.7 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 19 %คุณภาพข้าวสุก นุ่ม มีกลิ่นหอม

#### 1.17) ชื่อพันธุ์น้ำสะกุก 19 (Nam Sa-gui 19)

### ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมพันธุ์โดยนายสมพงษ์ บุญเย็น พนักงานเกษตร เมื่อปี พ.ศ.2507 จำนวน 300 รวง จากอำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ แล้วนำไปคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ ตามสถานีทดลองข้าวต่างๆ จนได้สายพันธุ์น้ำสะกุก 445-4-19 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ ให้ใช้ขยายพันธุ์ เมื่อปีพ.ศ. 2511

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 143 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงข้อต่อระหว่างกาบใบและตัวใบสีม่วง แตกกอดี ทรงกอแผ่เล็กน้อย เมล็ดข้าวยาวเรียวยาวเปลือกสีฟางกันจุดอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 4 พฤศจิกายนระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 3 สัปดาห์เมล็ดข้าวกลิ้ง กว้าง x ยาว x หยา =  $2.2 \times 7.7 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 30-31 %คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง

1.18) ชื่อพันธุ์เผือกน้ำ 43 (Peuak Nam 43)

### ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมข้าวพันธุ์พื้นเมือง จากอำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี แล้วนำไปปลูกคัดเลือก แบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ จนได้สายพันธุ์เผือกน้ำ 184-5-43

การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ ให้ใช้ขยายพันธุ์ เมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2511

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 166 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นและใบสีเขียว แตกกอมาก รวงใหญ่ คอรวงยาว เมล็ดข้าวเรียวยาวข้าวเปลือกสีฟางท้องไขปานกลางอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 22 กุมภาพันธ์ระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 4 สัปดาห์เมล็ดข้าวกลิ้ง กว้าง x ยาว x หยา =  $2.1 \times 7.1 \times 1.7$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 24-27%

1.19) ชื่อพันธุ์ปทุมธานี 60 (Pathum Thani 60)

### ชนิดข้าวเจ้าคู่ผสมดอกมะลิ 70\*2 / ไชนิส 345

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ดอกมะลิ 70 กับสายพันธุ์ไชนิส 345 เมื่อ ปี พ.ศ. 2501 ที่สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง และนำไปปลูกคัดเลือกในสถานีทดลองข้าวภาคกลาง จนได้สายพันธุ์ SPT5837-400 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรองเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2530

ลักษณะประจำพันธุ์ เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 159 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 25 พฤศจิกายนลำต้นและใบสีเขียว มีขนบนใบ รวงแน่น ระแ่งถี่ คอรวงยาว เมล็ดเรียวยาวท้องไขน้อยเมล็ดข้าวเปลือกสีฟางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 5 สัปดาห์เมล็ดข้าวกลิ้ง กว้าง x ยาว x หยา =  $2.3 \times 7.5 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 27-32 %คุณภาพข้าวสุก ค่อนข้างร่วน มีกลิ่นหอม

1.20) ชื่อพันธุ์พวงไร่ 2 (Puang Rai 2 )

### ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมพันธุ์พื้นเมือง โดยนายประวิทย์ สายทอง และ นายชัยทัศน์ นิจสาร พนักงานเกษตร จากอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 85 รวง นำไปคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ ตามสถานีทดลองข้าวต่างๆ จนได้สายพันธุ์ พวงไร่ 20-55-2 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ ให้ใช้ขยายพันธุ์ เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อ 13 มิถุนายน 2511

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 170 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นและใบสีเขียว ต้นสูง กอแผ่เมล็ดข้าวเปลือกสีฟางอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 6 กุมภาพันธ์ท้องไขน้อยระยะพักตัวของ

เมล็ดประมาณ 4 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.3 \times 7.5 \times 1.9$  มิลลิเมตรปริมาณอมีโลส 28-30 %

#### 1.21) ชื่อพันธุ์พัทลุง 60 (Phatthalung 60)

ชนิดข้าวเจ้า ชื่อคู่ผสมกข13 / กข7

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ กข13 และพันธุ์ กข7 ที่สถานีทดลองข้าวควนกุฎ (ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง) ในปี พ.ศ. 2520 ปลุกคัดเลือกจนถึงชั่วที่ 5 ที่สถานีทดลองข้าว นครศรีธรรมราช จนได้สายพันธุ์ KGTLR77003-3-NSR-1-1 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2530

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 156 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 6 -13 มกราคมต้นค่อนข้างแข็ง ลำยัก มีรวงแน่น ระบายถี่ เมล็ดมาก รวงยาวและใหญ่ คอรวงยาว เมล็ดค่อนข้างป้อม ท้องไข่ปานกลางข้าวเปลือกสีฟาง อาจมีกระน้ำตาล

#### 1.22) ชื่อพันธุ์พิษณุโลก 3 (Phitsanulok 3)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมกข27 / LA29'73-NF1U-14-13-1-1

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ กข27 และสายพันธุ์ LA29'73-NF1U-14-13-1-1 ในปี พ.ศ. 2525 ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี ปลุกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ SPRLR82129-PSL-148-3-2 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการบริหารกรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2545

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 167 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 1-10 ธันวาคมกอตั้ง ใบสีเขียว รวงแน่น ระบายถี่ คอรวงยาว ต้นแข็งเมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 9 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.1 \times 7.4 \times 1.7$  มิลลิเมตรปริมาณอมีโลส 23.6 %คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม

#### 1.23) ชื่อพันธุ์พิษณุโลก 60-1 (Phitsanulok 60-1)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมขาวดอกมะลิ 105 / นางมด เอส-4 / / ไออาร์26

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสม 3 ทาง ระหว่างพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์นางมด เอส -4 กับพันธุ์ไออาร์26 ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี ในปี พ.ศ. 2516-2517 ปลุกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ SPR7419-179-4-1

การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2530

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 140-160 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 30 พฤศจิกายน -15 ธันวาคมลำต้นแข็งสีเขียวอ่อน ใบสีเขียวแคบ ยาวปานกลาง ใบธงสั้น รวงยาว ระบายถี่ เมล็ดยาวเรียวยาวข้าวเปลือกสีฟาง ท้องไข่น้อยระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 7-8 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.2 \times 7.3 \times 1.7$  มิลลิเมตรปริมาณอมีโลส 17 %

#### 1.24) ชื่อพันธุ์ลูกแดงปัตตานี

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการเก็บรวบรวมข้าวพันธุ์พื้นเมือง จากบริเวณชายฝั่งซึ่งน้ำทะเลท่วมถึง และพื้นที่ที่มีสภาพเป็นดินเปรี้ยวจากตำบลกำซ่า ตำบลบางเขา และตำบลตุง อำเภอนองจิก จังหวัดปัตตานี เมื่อปี พ.ศ. 2528 นำไปปลูกทดสอบในเรือนทดลอง พร้อมทั้งปลูกศึกษาและ

คัดเลือกพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าวปัตตานี การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการ เกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์ แนะนำ เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2537

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 160 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ มกราคม - กุมภาพันธ์ต้นค่อนข้างแข็ง ใบสีเขียวอ่อน และตั้งตรง ใบธงแผ่เป็นแวนนอน รวงยาว ระแงะถี่เมล็ดข้าวเปลือกสีน้ำตาลแดงเข้มระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 4 สัปดาห์ เมล็ดข้าวกลี้ยง กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  หนา =  $2.5 \times 7.5 \times 1.8$  มิลลิเมตรท้องไขค่อนข้างมากปริมาณอมิโลส 25 %

#### 1.25) ชื่อพันธุ์เล็บนกปัตตานี ( Leb Nok Pattani )

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการเก็บรวบรวมข้าวพันธุ์พื้นเมือง ที่นิยมปลูกทางภาคใต้ โดยนักวิชาการ จากสถานีทดลองข้าวปัตตานี เมื่อปี พ.ศ. 2527 จำนวน 307 พันธุ์ จาก 107 อำเภอ 14 จังหวัด ปลูกคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่และคัดเลือกพันธุ์บริสุทธิ์ จนได้สายพันธุ์เล็บนก (PTNC84210) การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์แนะนำ เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2537

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 170 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ กุมภาพันธ์ใบธงแผ่เป็นแวนนอน คอรวงยาว รวงยาวแน่น ระแงะถี่เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ก้นจุดระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 3 สัปดาห์เมล็ดข้าวกลี้ยง กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  หนา =  $2.1 \times 6.0 \times 1.7$  มิลลิเมตรท้องไขปานกลางปริมาณอมิโลส 26 %คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม

#### 1.26) ชื่อพันธุ์หางยี 71 ( Hahng Yi 71 )

ชนิดข้าวเหนียว

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมพันธุ์ โดยพนักงานข้าว จากอำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร เมื่อปี พ.ศ. 2506 ปลูกคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ตามสถานีทดลองข้าวต่างๆ จนได้สายพันธุ์ หางยี 563-2-71 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ ให้ใช้ขยายพันธุ์ เมื่อ พ.ศ. 2511

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเหนียว สูงประมาณ 152 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงปลูกได้เฉพาะฤดูนาปีลำต้นสีเขียว ใบแคบ และยาว สีเขียวเข้ม รวงอ่อนมีระแงะแผ่ออกคล้ายตีนนก เมล็ดข้าวยาวเรียวยาวเปลือกสีน้ำตาลอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 4 พฤศจิกายนระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 1 สัปดาห์เมล็ดข้าวกลี้ยง กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  หนา =  $2.1 \times 7.1 \times 1.8$  มิลลิเมตรคุณภาพข้าวสุก เหนียวนุ่ม

#### 1.27) ชื่อพันธุ์เหมยนอง 62 เอ็ม ( Muey Nawng 62 M )

ชนิดข้าวเหนียว

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมพันธุ์โดยเจ้าหน้าที่ของสถานีสิกรรมแม่โจ้ เมื่อปี พ.ศ. 2494 และนายมณี เชื้อวิโรจน์ เจ้าหน้าที่วิชาการ สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง นำมาปลูกคัดเลือกและเปรียบเทียบพันธุ์ในสถานีทดลองข้าวต่างๆ ในภาคเหนือ จนได้พันธุ์เหมยนอง 62 เอ็ม การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์ เมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม 2502

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเหนียว สูงประมาณ 150 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นและขอบใบสีม่วง แต่เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเขียว กอค่อนข้างแผ่ เมล็ดสั้นป้อมข้าวเปลือกสีฟาง กระน้ำตาล ก้นจุดอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 20 พฤศจิกายนระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 1 สัปดาห์ เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  หนา =  $2.9 \times 6.6 \times 2.0$  มิลลิเมตร

#### 1.28) ชื่อพันธุ์เหนียวสันป่าตอง (Niaw San-pah-tawng )

ชนิดข้าวเหนียว

ประวัติพันธุ์ได้จากการคัดเลือกข้าวเจ้าสายพันธุ์เหลืองใหญ่ 10-137-1 ซึ่งกลายพันธุ์เป็นข้าวเหนียว โดยนายมนี เชื้อวิโรจน์ เจ้าหน้าที่วิชาการ สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง นำไปปลูกคัดพันธุ์ใหม่ จนได้พันธุ์เหนียวสันป่าตอง 137-1-16 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อ วันที่ 6 พฤษภาคม 2505

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเหนียว สูงประมาณ 150 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสง ต้นค่อนข้างแข็ง รวงยาว เมล็ดยาวเรียวเมล็ดข้าวกล้อง กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  หนา =  $2.1 \times 7.2 \times 1.3$  มิลลิเมตรข้าวเปลือกสีน้ำตาลอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 26 พฤศจิกายนระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 6 สัปดาห์คุณภาพข้าวสุก เหนียวนุ่ม

#### 1.29) ชื่อพันธุ์เหนียวอุบล 1 ( Niaw Ubon 1 )

ชนิดข้าวเหนียว คู่ผสมเหนียวสันป่าตอง\* 2 / ไออาร์262

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์เหนียวสันป่าตอง และพันธุ์ ไออาร์ 262 ในปีพ.ศ.2509 แล้วผสมกลับไปหาพันธุ์เหนียว สันป่าตองอีกครั้งหนึ่ง ในปี พ.ศ.2510 ที่สถานีทดลองข้าวบางเขน ทำการคัดเลือกต่อที่สถานีทดลองข้าวอุบลราชธานี จนได้สายพันธุ์ UBN6721-11-1- 6(3) การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 19 ตุลาคม 2526

ลักษณะประจำพันธุ์ เป็นข้าวเหนียว สูงประมาณ 145 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณกลางเดือนพฤศจิกายนทรงกอตั้งตรง แตกกอดี ต้นและใบสีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง เมล็ดยาวเรียวข้าวเปลือกสีฟางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 7 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง ยาว 7.52 มิลลิเมตร กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  หนา =  $2014 \times 7.52 \times 1.78$  มิลลิเมตรคุณภาพข้าวสุก เหนียวนุ่ม

#### 1.30) ชื่อพันธุ์เหนียวอุบล 2 ( Niaw Ubon 2 )

ชนิดข้าวเหนียวคู่ผสม SPT7149-429-3 / IR21848-65-3-2

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ SPT7149-429-3 และIR21848-65-3-2 ที่สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ เมื่อปี พ.ศ. 2525 ปลูกคัดเลือกที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานีจนได้ สายพันธุ์ IR43070-UBN-501-2-1-1-1 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อ วันที่ 18 มีนาคม 2541

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นพันธุ์ข้าวเหนียว สูงประมาณ 118 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 15 พฤศจิกายนทรงกอแผ่ ต้นแข็ง ใบสีเขียวเข้ม กาบใบสีเขียว ใบธงตั้งตรง รวงแน่นปานกลาง คอรวงสั้นเมล็ดข้าวเปลือกสีน้ำตาลระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 3 สัปดาห์ เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  หนา =  $2.2 \times 7.2 \times 1.8$  มิลลิเมตร

#### 1.31) ชื่อพันธุ์เหลืองประทิว 123 ( Leuang Pratew 123 )

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมพันธุ์โดยพนักงานเกษตร จากเกษตรกรในอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี เมื่อปี พ.ศ. 2498-2499 ปลูกคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ตามสถานีทดลองข้าวต่างๆ จนได้สายพันธุ์ เหลืองประทิว 126-8-123 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์ เมื่อปี พ.ศ.2508

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 150 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นและใบสีเขียว ใบกว้างและยาว คอรวงยาวข้าวเปลือกสีเหลือง เมล็ดยาวเรียวยาวเย็บเกี่ยว ประมาณ 19 ธันวาคมระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 6 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.3 \times 7.6 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 29-32 %คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง

### 1.32) ชื่อพันธุ์เหลืองใหญ่ 148 ( Leuang Yai 148)

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมพันธุ์เหลืองใหญ่จากเกษตรกรในอำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ โดยนายพรม ยานะ พนักงานเกษตรอำเภอ เมื่อปี พ.ศ.2499-2501 คัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ ที่สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง จนได้สายพันธุ์ เหลืองใหญ่ 228-2-148 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ ให้ใช้ขยายพันธุ์ เมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2511

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นพันธุ์ข้าวเจ้า สูงประมาณ 160 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงลำต้นและใบสีเขียว ลำต้นเล็ก ใบตรงค่อนข้างตั้งเมล็ดข้าวเปลือกสีเหลืองอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 25 พฤศจิกายนระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 6 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.6 \times 7.8 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 30-31%คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง

### 1.33) ชื่อพันธุ์เข็มทองพัทลุง (Khem Tawng Phatthalung)

ชนิด ข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมือง จากตำบลท่ามิหรำ อำเภอจังหวัดพัทลุง แล้วนำไปปลูกคัดเลือกแบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ จนได้สายพันธุ์เข็มทอง PTLC97001-4-2 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการบริหารกรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 25 มกราคม 2547

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 173 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 14 กุมภาพันธ์ต้นสูง ทรงกอตั้ง ฟางแข็ง ไม่ล้ม รวงแน่นปานกลาง ระยะง่ัระยะพักตัว ประมาณ 2 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.19 \times 9.94 \times 1.57$  เซนติเมตรปริมาณอมิโลส 24.1%เมล็ดข้าวสาร สีขาวใสประมาณ 548 กิโลกรัมตันทานโรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคขอบใบแห้งปานกลางต่อโรคราไหม้ต้นทานโรคไหม้ และโรคใบสีส้ม

### 1.34) ชื่อพันธุ์ข้าวหลวงสันป่าตอง (Khao' Luang San-pah-tawng)

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ ได้จากการรวบรวมพันธุ์พื้นเมืองของเกษตรกรบ้านปางม่วง ต. แจ้ซ้อน อ. เมืองปาน จ. ลำปาง ปลูกศึกษาพันธุ์และเปรียบเทียบผลผลิตที่สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง และทดสอบพันธุ์ในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่รอยต่อ อ. เมือง อ.เมืองปาน และ อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง ในปี 2541 – 2546 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการบริหาร กรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 25 มกราคม 2547

ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวเจ้าไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 15-17 พืชจิกายนกต้ง แตกกอมาก ลำต้นตรง แข็ง ไม่ล้มง่าย รวงยาว ระแงะถี่ คอรวงยาวเมล็ดสีฟางกระ น้ำตาลเมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.93 \times 7.11 \times 2.07$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 14.26 %คุณภาพข้าวสุก นุ่ม เหนียว

### 1.35) ชื่อพันธุ์แก่นจันทร์ (Gaen Jan)

ชนิดข้าวเจ้า

ประวัติพันธุ์ได้จากการเก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวพื้นเมืองจากเกษตรกรในอำเภอกะบุรี จังหวัดระนองเมื่อปี พ.ศ.2509 ทำการปลูกคัดเลือกพันธุ์แบบคัดพันธุ์บริสุทธิ์ จนได้สายพันธุ์ แก่นจันทร์707-2-23 การรับรองพันธุ์ คณะกรรมการวิจัยและพัฒนา กรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 19 ตุลาคม 2526

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 165 เซนติเมตรไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณปลายเดือนมกราคมถึงปลายเดือนกุมภาพันธ์ลักษณะทรงกอแบะ ต้นแข็ง ใบสีเขียว ใบธงเอน รวงยาวมาก ระแงะถี่เมล็ดข้าวเปลือกสีฟางระยะพักตัว ประมาณ 5-6 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.16 \times 7.06 \times 1.58$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 30-31%

### 2) พันธุ์ข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง

#### 2.1) ชื่อพันธุ์กข1 (RD1)

ชนิดข้าวเจ้าคุณสมบัติของนาปรัง / ไออาร์8

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์พื้นเมืองเหลืองทองนาปรัง กับไออาร์8 ผสมพันธุ์ที่สถานีทดลองข้าวบางเขนในฤดูนาปรังปี พ.ศ.2509 โดยนายวรวิทย์ พาณิชพัฒน์ แล้วทำการคัดเลือกแบบสืบตระกูลจนได้สายพันธุ์ BKN6617-56-1-2 ซึ่งเป็นข้าวเจ้าพันธุ์ผสมพันธุ์แรกทีปลูกได้ตลอดปี การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2512

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 115 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 130 วันลำต้นและใบสีเขียวอ่อน ใบธงตั้งตรง เมล็ดเรียวยาวเมล็ดข้าวเปลือกสีฟางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 3 สัปดาห์ท้องไข่น้อยเมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.2 \times 7.1 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 29-30%คุณภาพข้าวสุกร่วน แข็ง

#### 2.2) ชื่อพันธุ์ กข2 (RD2)

ชนิดข้าวเหนียว คุณสมบัติก่ำผาย15 \* 2 / ไทซุง เนทีฟ 1

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวเหนียวพันธุ์ก่ำผาย 15 กับข้าวพันธุ์ไทซุง เนทีฟ 1 จากไต้หวัน และผสมกลับไปหาพันธุ์ก่ำผาย 15 หนึ่งครั้งโดยผสมพันธุ์ที่สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ประเทศฟิลิปปินส์ แล้วนำพันธุ์ผสมชั่วที่ 3 เข้ามาทำการคัดเลือกในประเทศไทย จนได้สายพันธุ์ IR253-4-1-2-1 ซึ่งเป็นข้าวเหนียวพันธุ์ผสมพันธุ์แรกทีปลูกได้ตลอดปี การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2512

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเหนียว สูงประมาณ 115 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงใบสีเขียว กาบใบสีเขียวอ่อนเมล็ดข้าวเปลือกสีฟางอ่อนอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 130 วันระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 4 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.6 \times 7.2 \times 1.9$  มิลลิเมตร

#### 2.3) ชื่อพันธุ์กข3 (RD3)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมเหลืองทองนาปริง / ไออาร์8

ประวัติพันธุ์ ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์พื้นเมืองเหลืองทองนาปริงกับไออาร์8 ซึ่งเป็นพ่อแม่ เดียวกับ กข1 แต่ กข3 แตกต่างจาก กข1 ที่มีใบธงยาวกว่ามาก และเปลือกเมล็ดสีน้ำตาล โดยผสมพันธุ์ข้าวที่สถานีทดลองข้าวบางเขน ในฤดูนาปริง ปี พ.ศ.2509 ทำการคัดเลือกแบบสืบตระกูล จนได้พันธุ์ผสมชั่วที่ 5 ได้สายพันธุ์ BKN6617-12-2-2 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2512

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 100 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงลำต้นและใบสีเขียว เมล็ดเรียวยาวเมล็ดข้าวเปลือกสีน้ำตาลอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 128 วันระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 3 สัปดาห์เมล็ดข้าวกลวง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.2 \times 7.2 \times 1.8$  มิลลิเมตรท้องไข่น้อยปริมาณอมิโลส 29-31%คุณภาพข้าวสุกร่วน แข็ง

#### 2.4) ชื่อพันธุ์กข4 (RD4)

ชนิด ข้าวเหนียว คู่ผสมเหลืองทองนาปริง / ไออาร์8//ดับเบิ้ลยู1252 /// กข2

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์พื้นเมืองของ กข1 (เหลืองทองนาปริง / ไออาร์8 สายพันธุ์ 17-1) กับพันธุ์ ดับเบิ้ลยู1252 (หรือ อีเค1252) จากอินเดีย ซึ่งต้านทานแมลงบั่วแล้วนำลูกผสมชั่วแรกผสมกับพันธุ์ กข2 เพื่อให้ได้ลักษณะข้าวเหนียว และคัดเลือกตามสถานีทดลองข้าวต่างๆ จนได้สายพันธุ์ BKN6805-22-13 การรองรับพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2516

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเหนียว สูงประมาณ 115 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงลำต้น กาบใบ และขอบใบสีม่วง เมล็ดยาวเรียวยาวเปลือกสีน้ำตาลเข้มอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 127 วันระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 4 สัปดาห์เมล็ดข้าวกลวง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.4 \times 7.3 \times 1.8$  มิลลิเมตรคุณภาพข้าวสุก แข็ง

#### 2.5) ชื่อพันธุ์ กข7 (RD7)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมซี4-63 // เก้ารวง 88 / ซิกาติส

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสม 3 ทาง ระหว่างพันธุ์เก้ารวง 88 ของประเทศไทย และพันธุ์ซิกาติส จากประเทศอินโดนีเซีย กับพันธุ์ซี4-63 จากประเทศฟิลิปปินส์ โดยผสมพันธุ์เมื่อปี พ.ศ. 2510 ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี คัดเลือกและทดสอบผลผลิตในสถานีทดลองข้าวหลายแห่ง จนได้สายพันธุ์ SPR6726-134-2-26 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 14 ตุลาคม 2518

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 115 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 125 วันเมล็ดข้าวเปลือกสีฟางท้องไข่น้อยระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 1 สัปดาห์เมล็ดข้าวกลวง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.3 \times 7.2 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 24-28 %คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม

#### 2.6) ชื่อพันธุ์ กข9 (RD9)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมชัยนาท3176 / ดับเบิ้ลยู1256 // กข2

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสม 3 ทาง ระหว่างสายพันธุ์ ชัยนาท3176 (เหลืองใหญ่34 \*2 / ไทซุง เนทีฟ 1) กับพันธุ์ดับเบิ้ลยู1256 (หรือ อีเค1256)จากประเทศอินเดีย และพันธุ์ กข2 ของไทย เริ่มผสมพันธุ์เมื่อปี พ.ศ.2511 ในระยะแรกได้นำไปทดลองผลผลิตในภาคเหนือและภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ ในสถานีทดลองข้าวต่างๆ เพื่อทดสอบความต้านทาน ต่อแมลงบั่ว และเมื่อมี  
ปัญหาการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวในภาคกลาง จึงได้นำข้าวสายพันธุ์นี้  
มาทดสอบผลผลิตในสถานีทดลองข้าวภาคกลาง จนได้สายพันธุ์ BKN6809-74-4 การรองรับพันธุ์  
คณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 14 ตุลาคม 2518

ลักษณะพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 105 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงทรงกอตั้ง  
ตรง สีเขียวเข้ม ฟางแข็งไม่ล้มง่ายเมล็ดข้าวเปลือกสีฟางอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 115-125 วันท้องไข  
น้อยระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 5 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง×ยาว×หนา =  $2.3 \times 7.2 \times 1.8$   
มิลลิเมตร

## 2.7) ชื่อพันธุ์กข10 (RD10)

ชนิดข้าวเหนียว

ประวัติพันธุ์ ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ โดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยใช้  
รังสีนิวตรอนเร็ว ปริมาณ 1 กิโลเรด อาบเมล็ดข้าวพันธุ์ กข1 เมื่อปี พ.ศ.2512 ปลุกคัดเลือกที่สถานี  
ทดลองข้าวบางเขน จนได้สายพันธุ์ RD1'69-NF1U-G6-6 หลังจากนั้นได้นำไปปลูกเปรียบเทียบ  
ผลผลิตที่สถานีทดลองข้าวในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การรับรองพันธุ์  
คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร ให้ใช้ขยายพันธุ์ เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 17  
มิถุนายน 2524

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเหนียว สูงประมาณ 115 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสง  
อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 130 วันทรงกอตั้งตรง ลำต้นสีเขียวเข้ม ใบค่อนข้างกว้าง รวงอยู่ใต้ใบธงระยะ  
พักตัวของเมล็ดประมาณ 5 สัปดาห์เมล็ดข้าวเปลือกสีฟางเมล็ดข้าวกล้อง กว้าง × ยาว × หนา =  $2.3$   
 $\times 7.6 \times 1.8$  มิลลิเมตรคุณภาพข้าวสุก เหนียวนุ่ม

## 2.8) ชื่อพันธุ์ กข11 (RD11)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมไออาร์661 / ขาวดอกมะลิ 105

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ไออาร์661 กับพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105  
เมื่อปี พ.ศ.2512 ที่สถานีทดลองข้าวหัตถรา แล้วนำมาคัดเลือกที่สถานีทดลองข้าวบางเขน คัดจนได้  
พันธุ์ผสมเบอร์ ดับเบิ้ลยูพี153 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตรให้  
ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรองเมื่อวันที่ 13 มกราคม 2520

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 115 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงทรง  
กอตั้งตรงสีเขียวเข้ม ฟางแข็ง ใบธงยาวปานกลาง แตกกอมากเมล็ดข้าวเปลือกสีฟางอายุเก็บเกี่ยว  
ประมาณ 135 วันท้องไขปานกลางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 4 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง ×  
ยาว × หนา =  $2.37 \times 7.6 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 29-32 %คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง

## 2.9) ชื่อพันธุ์กข21 (RD21)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมขาวดอกมะลิ 105 / นางมลอเอส-4 ไออาร์26

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสม 3 ทางระหว่างขาวดอกมะลิ 105 และ นางมลอ เอส -4  
กับ ไออาร์26 ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี เมื่อพ.ศ.2517ปลุกคัดเลือกที่สถานีทดลองข้าว  
สุพรรณบุรี จนได้สายพันธุ์ SPR7419-86-2-5 ซึ่งเป็น พันธุ์แรกที่ต้านทานโรคใบหงิกและให้ผลผลิต  
ค่อนข้างสูง การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตรให้ใช้ขยายพันธุ์เป็น  
พันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 252

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 100-125 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120-130 วันลำต้นใหญ่ แต่ค่อนข้างอ่อน รวงแน่น อยู่ใต้ใบธงเมล็ดข้าวเปลือกสีฟางกระน้ำตาลระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 4 สัปดาห์ท้องไข่น้อยเมล็ดข้าวกลิ้ง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.3 \times 7.3 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 17-20 %คุณภาพข้าวสุก นุ่ม

#### 2.10) ชื่อพันธุ์กข23 (RD23)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมกข7 / ไออาร์32 // กข1

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสม 3 ทางระหว่าง กข7 และ ไออาร์32 กับ กข1 ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี เมื่อปี พ.ศ.2521 แล้วปลูกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ SPRLR76002-168-1-4 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร ให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2524

ลักษณะประจำพันธุ์ เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 115-120 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 125 วันลำต้นและใบมีสีเขียวอ่อน ใบธงตั้ง และค่อนข้างยาว รวงอยู่ใต้ใบ แตกกอดีข้าวเปลือกสีฟางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 5 สัปดาห์ท้องไข่น้อยปริมาณอมิโลส 25-30 %คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่มเมล็ดข้าวกลิ้ง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.2 \times 7.3 \times 1.8$  มิลลิเมตร

#### 2.11) ชื่อพันธุ์กข25 (RD25)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสม ขาวดอกมะลิ 105 / ไออาร์2061-213-2-3-3 // ขาวดอกมะลิ 105 / ไออาร์ 26

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมซ้อนระหว่างคู่ผสมของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ ไออาร์2061-213-2-3-3 กับคู่ผสมของพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับไออาร์26 ที่สถานีทดลองข้าว บางเขน เมื่อ พ.ศ.2518 ปลูกคัดเลือกที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท และสถานีทดลองข้าวรังสิต จนได้สายพันธุ์ BKNLR75091-CNT-B-RST-40-2-2 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตรให้ใช้ขยายพันธุ์เป็นพันธุ์รับรองเมื่อวันที่ 17 มิถุนายน 2524

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 100 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90 - 100 วันลำต้นตั้งตรง ฟางค่อนข้างแข็ง ใบสีเขียวอ่อน รวงอยู่ใต้ใบ ข้าวเปลือกสีฟางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 4 สัปดาห์ท้องไข่น้อยปานกลางเมล็ดข้างกลิ้ง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.2 \times 7.3 \times 1.7$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 25 %คุณภาพข้าวสุก ร่วน นุ่ม

#### 2.12) ชื่อพันธุ์ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง1(Khao' Jow Hawm Khlong Luang 1)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมนางมล เอส-4 / ไออาร์841-85-1-1-2

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์นางมล เอส-4 กับสายพันธุ์ไออาร์841-85-1-1-2 ที่สถานีทดลองข้าวคลองหลวง ปลูกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ KLG83055-1-1-1-2-1-4 การรับรองพันธุ์ คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 27 ตุลาคม 2540

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 110 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 118 วัน เมื่อปลูกในฤดูนาปรัง และ 125 วัน ในฤดูนาปีทรงกอตั้ง ฟางแข็ง ใบสีเขียว ใบธงยาวปานกลาง และ ค่อนข้างตั้ง คอรวงสั้น รวงยาวแน่น และรวงถี่เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง

ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 5-6 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.3 \times 7.8 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 18-19 %คุณภาพข้าวสุก นุ่มเหนียวและหอม

#### 2.13) ชื่อพันธุ์ ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี (Khao' Jow Hawm Suphan Buri

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสม SPR84177-8-2-2-1 / SPR85091-13-1-1-4 /ข้าวดอกมะลิ 105

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสม 3 ทางระหว่างสายพันธุ์ SPR84177-8-2-2-1 และ SPR85091-13-1-1-4 กับพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี เมื่อปี พ.ศ.2532 ปลุกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ SPR89111-17-2-2-2 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนา กรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์แนะนำเมื่อวันที่ 27 ตุลาคม 2540

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 126 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 120 วันทรงกอตั้ง ฟางแข็ง ใบสีเขียว ใบธงตั้งตรง รวงยาวและคอรวงยาวเมล็ดข้าวเปลือกสีฟางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 3-4 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.1 \times 7.7 \times 1.8$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 18-19 %คุณภาพข้าวสุก นุ่มเหนียวและหอม

#### 2.14) ชื่อพันธุ์ชัยนาท 1 (Chai Nat 1)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมIR13146-158-1/IR15314-43-2-3-3//BKN6995-16-1-1-2

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสม 3 ทาง ระหว่างสายพันธุ์ IR13146-158-1 และสายพันธุ์ IR15314-43-2-3-3 กับ BKN6995-16-1-1-2 ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท เมื่อ พ.ศ. 2525 ปลุกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ CNTBR82075-43-2-1 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรองเมื่อวันที่ 9 กันยายน 2536

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 113 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 121-130 วันทรงกอตั้ง ใบสีเขียว ใบธงค่อนข้างยาวตั้งตรง คอรวงสั้น รวงยาวและแน่น ระแงค์ค่อนข้างถี่ ฟางแข็งเมล็ดข้าวเปลือกสีฟางระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์เมล็ดข้าวกล้อง กว้าง x ยาว x หนา =  $2.1 \times 7.7 \times 1.7$  มิลลิเมตรปริมาณอมิโลส 26-27 %คุณภาพข้าวสุก ร่วน แข็ง

#### 2.15) ชื่อพันธุ์ชัยนาท 2 (Chai Nat 2)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสมหอมพม่า (GS.No.3780 ) / IR11418-19-2-3

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์แบบผสมเดี่ยวระหว่างข้าวเจ้าพันธุ์หอมพม่า (GS.No. 3780) ซึ่งเป็นข้าวหอมพันธุ์พื้นเมืองจากจังหวัดกาญจนบุรี กับสายพันธุ์ IR11418-19-2-3 จากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท ใน พ.ศ.2530 ปลุกคัดเลือกพันธุ์แบบสืบตระกูล จนได้สายพันธุ์ CNT87040-281-1-4 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการบริหาร กรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2547

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 83 - 95 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสงอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 103 - 105 วันทรงกอเบะ ใบสีเขียวเข้ม ใบธงเป็นแนวนอน รวงแน่นปานกลาง ระแงถี่ คอรวงยาว ต้นแข็ง ไม่ล้ม ใบค่อนข้างแก่เร็วเมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง

#### 2.16) ชื่อพันธุ์ ปทุมธานี 1 (Pathum Thani 1)

ชนิดข้าวเจ้า คู่ผสม BKNA6-18-3-2 / PTT85061-86-3-2-1

ประวัติพันธุ์ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ BKNA6-18-3-2 กับสายพันธุ์ PTT85061-86-3-2-1 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในปี พ.ศ. 2533 ปลุกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์

PTT90071-93-8-1-1 การรับรองพันธุ์คณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตร มีมติให้เป็นพันธุ์รับรองเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2543

ลักษณะประจำพันธุ์เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 104-133 เซนติเมตรไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว ประมาณ 104-126 วันทรงกอตั้ง ใบสีเขียวมีขน กาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาว ทำมุม 45° กับคอรวง รวงอยู่ใต้ใบธงเมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง มีขน มีหางเล็กน้อยระยะพักตัวของเมล็ด ประมาณ 3-4 สัปดาห์เมล็ดข้าวกลี้ยง กว้าง  $\times$  ยาว  $\times$  หนา =  $2.1 \times 7.6 \times 1.7$  มิลลิเมตรปริมาณมิโลส 15-19 %คุณภาพข้าวสุก นุ่มเหนียว มีกลิ่นหอมอ่อน

### 2.1.3.2 ฤดูกาลในการเพาะปลูกข้าว

การปลูกข้าวของไทยแบ่งฤดูกาลปลูกข้าวออกเป็น 2 ฤดู คือ ฤดูนาปรัง ฤดูนาปี โดยพันธุ์ ข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูก มีทั้งข้าวพันธุ์ไวแสงและไม่ไวแสง พันธุ์ที่ปลูกได้ทั้งฤดูนาปี และฤดูนาปรัง ในเขตที่สามารถควบคุมน้ำได้ทุกภาค เช่น กข 7 กข 21 กข 23 คลองหลวง 1 และสุพรรณบุรี 1 ส่วน พันธุ์ข้าวที่เกษตรกรนิยมปลูกในฤดูนาปรังจำนวน 2 กลุ่ม คือข้าวพันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์ราชการ เช่นกข 10 สุพรรณบุรี 60 สุพรรณบุรี 90 ชัยนาท 1 พันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุด คือ ชัยนาท 1 เพราะให้ผลผลิตต่อพืชไร่สูง พันธุ์ที่ปลูกในฤดูนาปี แบ่งพันธุ์ข้าวที่เกษตรกรใช้ปลูกออกเป็น 2 กลุ่มเช่นเดียวกับนาปรัง คือ พันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ราชการ เช่น พันธุ์ กข 6 กข 15 กข 27 ข้าวดอกมะลิ105 และสุพรรณบุรี 90 เก้ารอง 86 ขาวตาแห้ง ขาวปากหม้อ ปทุมธานี 60 เหลืองใหญ่ พัทลุง 60 นางนวลเอส-4 เหลืองประทิว 123 เหนียวสันป่าตอง พวงไร่ 2 นางพญา 132 ขาวตาแห้ง 17 และเมื่อน้ำ พันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุดคือพันธุ์ กข 6 มีเนื้อที่ปลูกประมาณ 15.987 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 27.91 ของเนื้อที่ปลูกข้าวทั้งหมด จะปลูกมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สิ่งที่เป็นอุปสรรคในการปลูกและการเพิ่มผลผลิตข้าวต้องอาศัยการปฏิบัติที่ถูกต้อง ตั้งแต่เมล็ดพันธุ์ข้าว การบำรุงรักษาดิน การเตรียมดินหรือการเตรียมแปลง การกำหนดเวลาปลูกข้าวให้ เหมาะสมการป้องกันและกำจัดวัชพืชเวลาและปริมาณปุ๋ยที่ควรใส่ การดูแลรักษา รวมทั้งการเก็บเกี่ยวซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการปลูกและการเพิ่มผลผลิตของข้าว

### 2.1.3.3 ข้อเสียหลังการเก็บเกี่ยวข้าว

หลังฤดูกาลเก็บเกี่ยวข้าวของเกษตรกร สิ่งที่เหลือหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว คือ ฟางข้าวและซังข้าว โดยส่วนมากอาจนำฟางข้าวไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆเช่น โคมไฟ ตะกร้า ถาดผลไม้ เป็นต้น หรืออีกหนึ่งวิธีที่ใช้กันแพร่หลายและเป็นวิธีที่รวดเร็วที่สุดคือ การเผา เพื่อให้ง่ายสำหรับขั้นตอนการเตรียมดินปลูกข้าวในฤดูถัดไป ซึ่งประโยชน์จากการเผาฟางข้าวและซังข้าวนี้ ทำให้การไถทำเทือกง่ายขึ้น สะดวกสบายขึ้น เป็นการกำจัดโรค และแมลงบางส่วนที่ตกค้างอยู่ในนา แต่ในขณะเดียวกันก็ส่งผลเสียอีกด้วยคือ ทำให้เกิดหมอกควันปกคลุมการจราจร และถ้าเผา ส่งผลเสียต่อสุขภาพ ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ย ที่ควรจะได้จากการย่อยสลายของฟางข้าว และซังข้าว ซึ่งจะทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ที่จะใช้ในฤดูกาลต่อไป ภาพรวมประเทศไทย “ประเมินว่าเฉพาะการเผาทิ้งเศษเหลือจาก ซังข้าว และฟางข้าวเพียงอย่างเดียว ทำให้ต้องสูญเสียธาตุอาหารหลักที่เป็นไนโตรเจนถึง 90 ล้านกิโลกรัม ฟอสฟอรัส 20 ล้านกิโลกรัม และโพแทสเซียม 260 ล้านกิโลกรัม ยังไม่นับการสูญเสียธาตุอาหารรอง เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และซิลเวอร์ อีกกว่า 150 ล้านกิโลกรัมต่อปี คิดเป็นมูลค่ากว่าห้าพันล้านบาท” ทำให้

เกิดการเสื่อมสภาพของดิน ทำลายโครงสร้างของดิน ทำให้โครงสร้างดินเปลี่ยนแปลงไป เนื้อดินจับตัวแน่น สูญเสียอินทรีย์วัตถุในดิน ทำลายจุลินทรีย์ สัตว์ และแมลงที่เป็นประโยชน์

### ส่วนประกอบทางเคมี

ตาราง แสดงส่วนประกอบทางเคมีของปลายข้าวในสัดส่วนที่สามารถบริโภคได้ 100 กรัม

| ส่วนประกอบ | ร้อยละ |
|------------|--------|
| ความชื้น   | 12     |
| โปรตีน     | 8      |
| ไขมัน      | 0.9    |
| เยื่อใย    | 1.0    |
| เถ้า       | 0.7    |
| แคลเซียม   | 0.03   |

ที่มา: เกษภูการและคณะ, 2557

ตาราง แสดงปริมาณกรดอะมิโนของปลายข้าวในสัดส่วนที่สามารถบริโภคได้ 100 กรัม

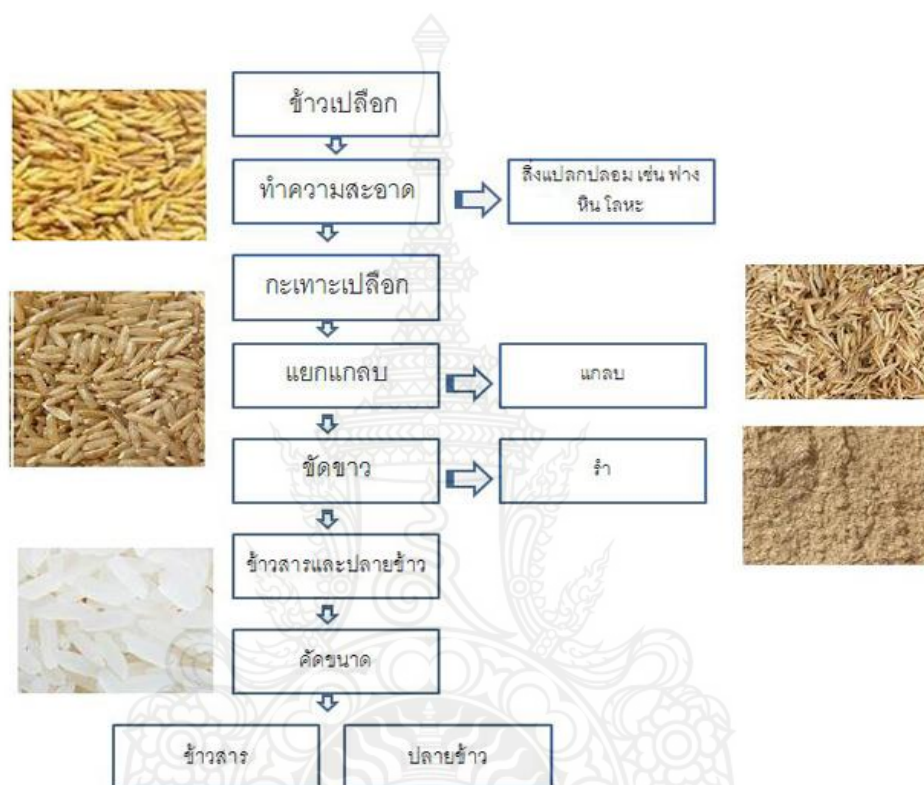
| กรดอะมิโน            | ร้อยละ |
|----------------------|--------|
| ไลซีน                | 0.27   |
| เมทไธโอนีน           | 0.27   |
| เมทไธโอนีน + ซีสทีน  | 0.32   |
| ทรีโตนเฟน            | 0.10   |
| ทรีโอนีน             | 0.36   |
| ไอโซลูซีน            | 0.45   |
| อาร์จินีน            | 0.36   |
| ลูซีน                | 0.71   |
| เฟนิลอะลานีน+ไทโรซีน | 1.15   |
| ฮิสติดีน             | 0.18   |
| เวอรีน               | 0.53   |
| ไกลซีน               | 0.71   |

ที่มา: เกษภูการและคณะ, 2557

## กระบวนการสีข้าว

การสีข้าว (rice milling) เป็นขั้นตอนการแปรรูปเบื้องต้นของข้าวเปลือกให้ได้เป็นข้าวสารหรือข้าวกล้อง ที่เหมาะสำหรับการนำไปรับประทานหรือแปรรูปข้าวเปลือกที่จะนำมาสี ต้องผ่านการลดความชื้นมาก่อน ให้มีความชื้นร้อยละ 13 - 15

ขั้นตอนการสีข้าวประกอบด้วยขั้นตอนหลักคือ



ภาพ แสดงขั้นตอนการสีข้าว

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ, 2553

การสีข้าวต้องมีการตรวจสอบคุณภาพทุกขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ขั้นตอนการรับซื้อวัตถุดิบ คือข้าวเปลือก ผ่านขั้นตอนการผลิตต่างๆ จนกระทั่งการบรรจุหีบห่อ โดยประกอบด้วยขั้นตอนหลักดังนี้

ทำความสะอาดข้าวเปลือก เพื่อแยกสิ่งแปลกปลอม เช่น ฟาง เศษพืช ฝุ่น ผง กรวด ทราย ออกจากข้าวเปลือก การทำความสะอาดข้าวเปลือกจะเป็นการทำความสะอาดแบบแห้งโดยใช้ตะแกรงร่อน จะแยกสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดต่างจากข้าวเปลือก เช่น ฝุ่น ฟาง กรวด ทราย และสิ่งเจือปนอื่นๆอาจใช้ตะแกรงร่อนหรือใช้ลมเป่า โดยใช้เครื่องจักร เรียกว่า GRAIN SEPARATOR จะแยกสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดใกล้เคียงกับข้าวเปลือก โดยใช้การแยกด้วยความหนาแน่น หรือความถ่วงจำเพาะ โดยใช้เครื่องจักร เรียกว่าเครื่องแยกเมล็ดหิน (destoner) และแยกโลหะด้วยเครื่องจับโลหะ

การกะเทาะเปลือก เพื่อที่จะแยกเอาเปลือกหุ้มเมล็ด ซึ่งเรียกว่า แกลบ (husk) ออกจากเมล็ดข้าว ในขั้นตอนนี้จะใช้เครื่องกะเทาะ (huller) ซึ่งเป็นลูกยางสองลูกหมุนเข้าหากันด้วยความเร็วต่างกัน หรือใช้เครื่องกะเทาะที่ทำด้วยแผ่นโลหะสองแผ่นบุด้วยหินหยาบ เพื่อให้เกิดการเสียดสี กะเทาะให้แกลบหลุดออกจากตัวเมล็ดข้าว ข้าวที่ได้จากขั้นตอนนี้ว่า ข้าวกล้องซึ่งยังมีเยื่อหุ้มเมล็ดและคัพพะติดอยู่ จากนั้นจึง แยกแกลบและข้าวเปลือกยังไม่ถูกกะเทาะออกจากข้าวกล้อง แกลบซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว อาจนำไปใช้ เป็นเชื้อเพลิง

การขัดขาวและขัดมัน (whitening and polishing) เป็นการขัดชั้นรำ ซึ่งเป็นเยื่อหุ้มเมล็ด ออกจากข้าวกล้อง ให้เหลือเฉพาะส่วนของเอนโดสเปิร์ม และขัดมัน เพื่อให้ผิวเรียบเป็นเงาสะอาด รำข้าว ที่เป็นผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้ประกอบด้วยเยื่อหุ้มเมล็ด คัพพะ มีไขมันสูง เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันรำข้าว

การคัดขนาดข้าวสาร ใช้ตะแกรงขนาดที่มีรูเปิดที่มีความยาวแตกต่างกัน เพื่อแยกข้าวสารเต็มเมล็ดต้นข้าว (head rice) ออกจากข้าวหัก และปลายข้าว เช่น ปลายข้าวนี้มีความยาวประมาณเท่ากับหรือน้อยกว่า 6/8 ของความยาวเมล็ดเต็ม

### คุณภาพข้าวสาร

การสีข้าวเปลือกจะได้ผลิตภัณฑ์ข้าวสารประมาณร้อยละ 68-70 รำร้อยละ 8-10 และแกลบร้อยละ 20-24 ข้าวสารคุณภาพดี ควรสีได้ข้าวเต็มเมล็ด (whole kernels) และต้นข้าว (head rice) มากโดยมีข้าวหักน้อย ปัจจัยที่ทำให้ข้าวหักในระหว่างการสีคือ มีเมล็ดที่ยาวมาก เมล็ดบิดเบี้ยว หรือไม่สมบูรณ์ เมล็ดมีท้องไข หรือ เมล็ดอ่อน การเกิดเมล็ดร้าวก่อนการสี ซึ่งอาจเกิดจากการเก็บเกี่ยวข้าวแช่น้ำ หรือเก็บเกี่ยวช้า รวมทั้งการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวไม่เหมาะสม

## 2.2 แป้ง

### นิยาม

คำว่า “แป้ง” ในการผลิตนั้น หมายถึง คาร์โบไฮเดรเจน และออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ มีสิ่งเจือปน เช่น โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ น้อยมาก ส่วนแป้งที่ผลิตโดยทั่วไปที่ยังมีส่วนประกอบอื่นๆอยู่มากจะเรียกว่า ฟลาวัวร์ (flour) ตัวอย่างเช่น แป้งข้าวโพด แป้งข้าวสาลี ถ้ายังมีส่วนประกอบของโปรตีนสูงก็จะจัดอยู่ในประเภทฟลาวัวร์ เรียกว่า corn flour, wheat flour เช่นเดียวกันกับแป้งข้าวเจ้าที่ยังมีโปรตีนร้อยละ 7 ถึง 8 ก็เรียกว่า rice flour แต่เมื่อสิ่งเจือปนอันหมายถึงโปรตีน ไขมัน เกลือแร่อื่นๆ ถูกสกัดออกไป จนเหลือแป้งบริสุทธิ์ส่วนใหญ่จึงเรียกว่า เป็นแป้งสตาร์ช (starch) เช่น corn starch, wheat starch เป็นต้น (กล้าณรงค์และเกื้อกุล, 2541)

### องค์ประกอบของแป้ง

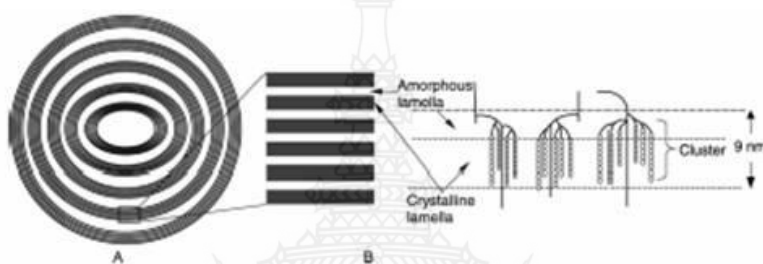
แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ในอัตราส่วน 6:10:5 มีสูตรเคมีทั่วไป คือ  $(C_6H_{10}O_5)_n$  แป้งเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคส ซึ่งประกอบด้วยหน่วยของน้ำตาลกลูโคสมาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic linkage) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ทางด้านตอนปลายของสายพอลิเมอร์ที่มีหน่วยกลูโคสที่มีหมู่แอลดีไฮด์ เรียกว่า ปลายรีดิวซิง แป้งประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิด คือพอลิเมอร์เชิงเส้น (อะไมโลส) และ พอลิเมอร์เชิงกิ่ง (อะไมโลเพกทิน) วางตัวในแนวรัศมี แสดงระดับโครงสร้างของเม็ดแป้ง แป้งจากแหล่งที่ต่างกันจะมีอัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกทินแตกต่างกัน ทำให้คุณสมบัติของแป้งแต่ละชนิดแตกต่างกัน (กล้าณรงค์และเกื้อกุล, 2541)

อะไมโลส (amylose) เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ประเภท ฮอโมพอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในโมเลกุลของสตาร์ช (starch) สตาร์ชจากพืชต่างชนิดกันมีปริมาณอะไมโลสต่างกัน ที่เหลือเป็นอะไมโลเพกทิน (amylopectin) โมเลกุลของอะไมโลส เป็นพอลิเมอร์สายตรงของน้ำตาลดี-กลูโคส (D-glucose) ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) ชนิดแอลฟา 1,4 ประมาณ 200 - 2,000 หน่วย มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 150,000 ถึง 1,000,000 โดยจะผันแปรไปตามชนิดของสตาร์ช ขนาดและน้ำหนักโมเลกุลของ อะไมโลส มีผลมาจาก Degree of Polymerization (DP) ของอะไมโลสที่ต่างกัน อะไมโลสในสตาร์ชมันฝรั่ง และ สตาร์ชมันสำปะหลังมี DP ของอะไมโลสอยู่ในช่วง 1,000 ถึง 6,000 จะมีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่าในสตาร์ชข้าวโพดและข้าวสาลี ที่มี DP ของอะไมโลสอยู่ในช่วง 200 ถึง 1,200 สตาร์ชชนิดที่มีโมเลกุลของอะไมโลสยาวขึ้นจะมีแนวโน้มของการคืนตัวหรือการเกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) ต่ำลง

อะไมโลเพกทิน (amylopectin) คือพอลิแซ็กคาไรด์ประเภทฮอโมพอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเม็ดสตาร์ช (starch granule) เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส (glucose) ที่จัดเรียงตัวเป็นสายตรงและ สายแขนง โดยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) สองแบบ คือส่วนที่เป็นพันธะสายตรงเป็นพันธะชนิดแอลฟา-1-4 เหมือนกับอะไมโลส (amylose) และส่วนที่เป็นสายแขนงจะเชื่อมต่อด้วยพันธะแอลฟา-1-6

## โครงสร้างของแป้ง

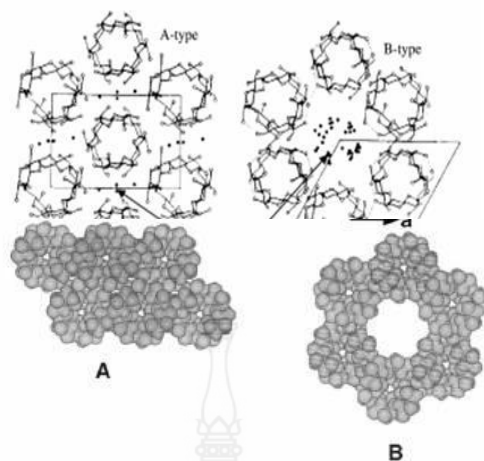
เม็ดแป้งมีโครงสร้างแบบกึ่งผลึก (semi-crystalline) โดยลักษณะความเป็นผลึก เป็นผลมาจากการจัดเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลของอะไมโลเพกตินในแนวรัศมีเป็นชั้นๆ ในรูปของคลัสเตอร์ (series of stacked amylopectin clusters) ซึ่งในแต่ละคลัสเตอร์ ประกอบด้วยบริเวณที่เป็นส่วนรวมของจุดที่แตกกิ่งมีลักษณะการจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบเรียกว่า amorphous lamellar และบริเวณที่มีสายโซ่กิ่งของอะไมโลเพกตินที่จัดเรียงตัวแบบเกลียวคู่ ที่มีการเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ เรียกบริเวณส่วนนี้ว่า crystalline lamellar ดังภาพ หนึ่งคลัสเตอร์มีขนาด 9 nm



ภาพ หนึ่งคลัสเตอร์มีขนาด 9 nm

ที่มา: Tester and et.al. 2004

เม็ดแป้งมีลักษณะโครงสร้างผลึก 3 แบบขึ้นอยู่กับลักษณะในการจัดเรียงตัวของเกลียวคู่ ถ้ามีการเรียงตัวหนาแน่นมากและมีปริมาณน้ำต่ำจะจัดเป็นผลึกแบบ A (แป้งจากธัญพืชต่างๆ) ถ้ามีการเรียงตัวกันหลวมๆ และมีปริมาณน้ำสูงจะจัดเป็นผลึกแบบ B (แป้งจากพืชหัว) ดังภาพ ถ้ามีการเรียงตัวทั้งแบบ A และ B รวมกันจัดเป็นผลึกแบบ C (แป้งจากพืชตระกูลถั่ว) สารประกอบเชิงซ้อนของอะมิโลสกับโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่มีขั้วมีรูปแบบผลึกเป็นแบบ V



ภาพ การจัดเรียงตัวของเม็ดแป้ง

ที่มา: Tester and et.al. 2004

โครงสร้างของผลึกที่ต่างกันทำให้ลักษณะการกระจายตัวของแสงต่างกัน ซึ่งสามารถตรวจสอบชนิดโครงสร้างของเม็ดแป้งได้โดยเทคนิค wide angle x-ray diffraction (WAXS) แป้งที่มีโครงสร้างผลึกต่างกันให้รูปแบบของ x-ray diffraction ต่างกันดังรูปแป้งที่มีโครงสร้างผลึกแบบ A ให้พีคที่ 17 และ 18 และพีคเดี่ยวที่ 23 แต่ไม่มีพีคที่ 5.6 แป้งจากธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวเจ้า มีลักษณะผลึกแบบ A แป้งที่มีโครงสร้างผลึกแบบ B ให้พีคที่ 5.6 และ 17 แต่ไม่มีพีคที่ 18 และมีพีคคู่ (doublet) ที่ 22 และ 24 ซึ่งได้แก่ แป้งจากพืชหัวและแป้งที่มีอะไมโลสสูง เช่น มันฝรั่ง เป็นต้น แป้งที่มีโครงสร้างผลึกแบบ C ให้ลักษณะร่วมกันระหว่างผลึกแบบ A และ B กล่าวคือ มีพีคที่ 5.6 และ 17.9 ตัวอย่างเช่น แป้งจากพืชตระกูลถั่ว ราก ลำต้นและแป้งผลไม้บางชนิด แป้งบางชนิดอาจให้ลักษณะของผลึกได้มากกว่า 1 ชนิด เช่น แป้งมันสำปะหลังซึ่งสามารถตรวจพบลักษณะผลึกทั้งแบบ A และ C โครงสร้างผลึกของเม็ดแป้งดิบในธรรมชาติอาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับวิธีการปฏิบัติ (treatment) ต่อเม็ดแป้ง เช่น แป้งมันฝรั่งชิ้นที่ถูกต้มไวนานที่อุณหภูมิสูง (110 °C, 30 นาที : heat moisture treatment) มีชนิดของผลึกเปลี่ยนจากเดิมที่เป็นชนิด B ไปเป็นชนิด A (Kawabata and etc, 1994) ลักษณะโครงสร้างและปริมาณผลึกของแป้งแต่ละชนิดแสดงในตาราง

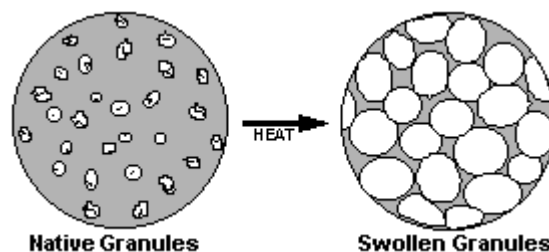
ตาราง ลักษณะโครงสร้างและปริมาณผลึกของแป้งแต่ละชนิด

| ชนิดแป้ง           | ความเป็นผลึก<br>(ร้อยละ) | อุณหภูมิการเกิด<br>เจลลิตีไนเซชัน (°C) | ปริมาณอะไมโลส<br>(ร้อยละ) |
|--------------------|--------------------------|----------------------------------------|---------------------------|
| <b>โครงสร้าง A</b> |                          |                                        |                           |
| ข้าวโอ๊ต           | 33                       | 60.7                                   | 23                        |
| ข้าวสาลี           | 36                       | 63.5                                   | 23                        |
| ข้าวเหนียว         | 37                       | 64.5                                   | -                         |
| ข้าวฟ่าง           | 37                       | 72.2                                   | 25                        |
| ข้าวเจ้า           | 38                       | 70.0                                   | 17                        |
| ข้าวโพด            | 40                       | 71.3                                   | 27                        |
| <b>โครงสร้าง B</b> |                          |                                        |                           |
| Amylomaize         | 15-12                    | 86.0                                   | 55-75                     |
| สาคุ               | 26                       | 70.5                                   | 28                        |
| มันฝรั่ง           | 28                       | 67.3                                   | 22                        |
| <b>โครงสร้าง C</b> |                          |                                        |                           |
| มันเทศ             | 28                       | 70.0                                   | 20                        |
| มันสำปะหลัง        | 38                       | 66.0                                   | 18                        |

ที่มา: Oates, 1996

## คุณสมบัติของแป้ง

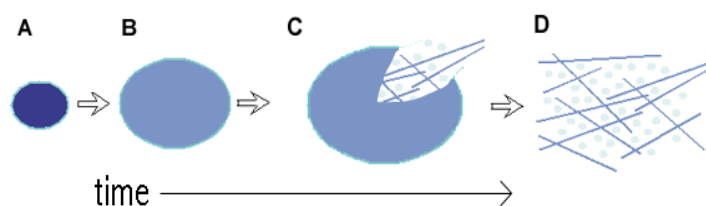
**การพองตัวและการละลาย (Swelling and solubility)** แป้งไม่ละลายในน้ำเย็นแต่จะดูดซึมน้ำไว้ได้ประมาณ ร้อยละ 25-30 และพองตัวน้อยมากจนไม่สังเกตเห็นได้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดเรียงตัวกันระหว่างโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน (intermixed) ภายในเม็ดแป้ง ในส่วน crystallite โมเลกุลอยู่กันอย่างหนาแน่นและเป็นระเบียบ ช่วยป้องกันการกระจายตัวและทำให้ไม่ละลายในน้ำเย็น ส่วนของ amorphous ซึ่งเป็นส่วนที่เกาะเกี่ยวกันอย่างหลวมๆ ไม่เป็นระเบียบและมีหมู่ไฮดรอกซิลอิสระมาก สามารถเกิดปฏิกิริยาการรับน้ำ (hydration) ได้บ้างแม้ในน้ำเย็น เมื่อให้ความร้อนกับน้ำแป้งจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 60 °C ขึ้นไป ส่วน amorphous จับกับน้ำได้มากขึ้นและการจับกันของโมเลกุลในส่วน crystallite เริ่มคลายความหนาแน่นลง โมเลกุลส่วนที่เริ่มคลายตัวออกจากกันจับกับน้ำทำให้เม็ดแป้งพองตัวเพิ่มขึ้น โมเลกุลในส่วน crystallite ที่เหลืออยู่เกิดสภาพคล้ายร่างแหเรียกว่า micelle network ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ ทำให้เม็ดแป้งยังคงสภาพอยู่ได้ แต่อาจมีโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินซึ่งมีขนาดเล็กและอิสระกระจายตัวออกจากเม็ดแป้ง เมื่อทำให้อุณหภูมิน้ำแป้งสูงขึ้นไปอีก ส่วน crystallite ที่เหลืออยู่นี้จะคลายตัวออกทำให้เม็ดแป้งพองมากขึ้นและโมเลกุลแป้งอยู่ในสภาพสารละลายมากขึ้น



ภาพ การพองตัวของเม็ดแป้ง

ที่มา: ศิริจินา, 2553

การเกิดเจลาตินในเซชัน (Gelatinization) เมื่อนำแป้งใส่ในน้ำเย็น เม็ดแป้งดูดซับน้ำได้ในปริมาณจำกัดปริมาณหนึ่ง แต่จะยังไม่พองตัวหรือพองตัวได้จำกัดมากและสังเกตได้ยาก สังเกตการพองตัวของเม็ดแป้งสาธิตในน้ำที่อุณหภูมิห้องพบว่าแป้งที่พองตัวมีเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และปรากฏการณ์นี้สามารถผันกลับได้ (reversible) โดยเมื่อนำไปอบแห้งก็จะได้แป้งที่มีลักษณะและคุณสมบัติดั้งเดิม ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลอะมิโลสและอะมิโลเพคตินในส่วนที่เป็น crystallite จับตัวกันอย่างหนาแน่นแข็งแรงจึงไม่ละลายในน้ำเย็น แต่น้ำอาจจะซึมเข้าไปในส่วนของเม็ดแป้งซึ่งไม่เป็นระเบียบและมีกลุ่มไฮดรอกซิลอิสระได้บ้าง แต่เมื่อให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิหนึ่งประมาณ 60-75 °C หรือใช้สารเคมี เช่น ให้ความร้อน 60 °C แก่แป้งสาธิตจะมีผลทำให้การจับยึดกันระหว่างโมเลกุลของแป้งในส่วน crystallite ลดลงเกิดปฏิกิริยาการรับน้ำและการพองตัวของเม็ดแป้งซึ่งไม่สามารถผันกลับได้ (irreversible) และทำให้สารละลายแป้งมีความหนืดและความใสเพิ่มขึ้น กระบวนการนี้เรียกว่า “เจลาตินในเซชัน” ซึ่งเมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สำคัญขึ้นคือ มีการพองตัวของเม็ดแป้งและเครื่องหมายกากบาท (maltese cross) ภายในเม็ดแป้งหายไป อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของแป้ง เนื่องจากแป้งแต่ละชนิดมีโครงสร้างส่วน crystallite ที่แตกต่างกัน ทั้งระดับการจับกัน (degree of association) และความสม่ำเสมอของการเกิดเจลาตินในซีไม่พร้อมกันทุกเม็ด แม้แต่ในแป้งชนิดเดียวกันจากแหล่งเดียวกันก็ตาม อาจมีช่วงอุณหภูมิในการเกิดเจลาตินในเซชันที่ห่างกันถึง 8-10 °C โดยทั่วไปเม็ดแป้งขนาดใหญ่จะเกิดเจลาตินในซีได้ก่อนขนาดเล็ก (Morrison and Laignelet, 1983; Collison, 1968) แต่เมื่อใช้ SEM ส่องดูโครงสร้างของเม็ดแป้งข้าวบาร์เลย์ซึ่งมีเม็ดแป้งขนาดเล็กอยู่ประมาณร้อยละ 30 พบว่าการสูญเสียเครื่องหมายกากบาทจะเกิดขึ้นได้ พร้อม ๆ กัน (Goering และคณะ, 1960) แป้งอาจเกิด gelatinized ได้ที่อุณหภูมิ 25 °C โดยการละลายใน Solvent เช่น alkali, liquid ammonia, DMSO, aq. CaCl<sub>2</sub>



ภาพ การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งขณะให้ความร้อน

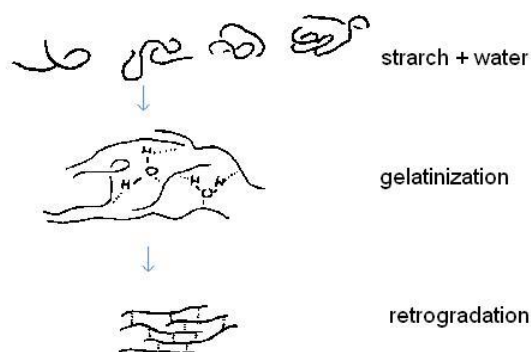
ที่มา: ศิริจนา, 2553

ตาราง ปริมาณอะไมโลสและอุณหภูมิในการเกิดเจลลิตีในเซชันของสตาร์ชชนิดต่างๆ

| แหล่งของสตาร์ช | ปริมาณอะไมโลส<br>(ร้อยละ) | อุณหภูมิในการเกิดเจลลิตีในเซชัน<br>(°C) |
|----------------|---------------------------|-----------------------------------------|
| ข้าวเหนียว     | 1                         | 55 - 65                                 |
| ข้าวเจ้า       | 18                        | 61 - 78                                 |
| ข้าวโพด        | 22                        | 62 - 70                                 |
| มันสำปะหลัง    | 16                        | 52 - 64                                 |
| ข้าวสาลี       | 26                        | 53 - 65                                 |
| ข้าวบาร์เลย์   | 22                        | 56 - 62                                 |
| ข้าวฟ่าง       | 25                        | 69 - 75                                 |
| ข้าวโอ๊ต       | 27                        | 56 - 62                                 |

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ, 2553

รีโทรเกรเดชัน (retrogradation) หรือการคืนตัวของสตาร์ช เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อนำสตาร์ช ที่ผ่านการเจลลิตีไนซ์ (gelatinization) มาแล้ว ปล่อยให้เย็นตัวลง โมเลกุลของอะไมโลส (amylose) และ อะไมโลเพกทิน (amylopectin) ซึ่งเคยรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นเจล จะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันของโมเลกุลน้ำตาลกลูโคสในสายจะมาเชื่อมต่อกันเองใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจน และขั้วน้ำที่เคยจับอยู่ออกจากโมเลกุล เรียกว่า syneresis ทำให้เกิดเป็นผลึกใหม่ตัวอย่างของการเกิดรีโทรเกรเดชันในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น อาหารพวกแป้งที่ผ่านการทำให้สุก (cooking) ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น หุงต้ม นึ่ง อบ ได้แก่ ข้าวสวย ก๋วยเตี๋ยว ขนมปัง หลังจากสุก เมื่อปล่อยให้ตั้งทิ้งไว้ จะเกิดรีโทรเกรเดชันขึ้นช้าๆ และเพิ่มมากขึ้น เมื่อเวลานานขึ้นจะเกิดเป็นผลึกแข็ง ทำอาหารมีลักษณะแห้งแข็งขึ้น



ภาพ ขั้นตอนการเกิดรีโทรกราเดชันของแป้ง

ที่มา: พิมพ์เพ็ญ, 2553

#### การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของแป้ง

ขนาดอนุภาคเป็นผลมาจากความแข็งของวัตถุดิบและวิธีการโม่ การโม่วัตถุดิบที่มีความแข็งมากโดยใช้แรงน้อย และระยะเวลาในการโม่สั้น จะทำให้แป้งที่ผลิตได้มีอนุภาคใหญ่ขึ้น โดยแป้งที่มีขนาดอนุภาคใหญ่จะมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับแป้งที่มีขนาดอนุภาคเล็ก ดังนั้น คุณสมบัติที่แตกต่างกันของแป้งที่มีขนาดแตกต่างกัน เช่น คุณสมบัติในการดูดซับน้ำ (Water absorption) จึงมีผลมาจากองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน โดยแป้งที่มีขนาดอนุภาคเล็กหรือมีความละเอียดสูงจะมีความสามารถในการดูดซับน้ำที่อุณหภูมิสูงกว่าแป้งที่มีขนาดอนุภาคใหญ่และในแป้งที่มีขนาดอนุภาคเล็กอาจจะทำให้อุณหภูมิในการเกิด เจลาตินไนเซชันของแป้งบางชนิดลดลงด้วย เช่น แป้งคามพี เป็นต้น (สวนิต, 2545)

สีของแป้งมีผลต่อสีเนื้อของขนมปังถ้ามีสีดำล้าแสดงว่าทำมาจากแป้งที่มีรำปน แต่แป้งบางชนิดมีสีเฉพาะอยู่แล้ว คือสีของสารแคโรทีนอยด์ ซึ่งต้องใช้สารเคมีฟอกให้ขาวนอกจากนี้สีของแป้งยังอาจมีผลมาจากขนาดของแป้งเอง โดยแป้งที่ละเอียดมากจะให้สีขาวกว่าแป้งหยาบ (สวนิต, 2545)

## 2.3 เค้ก

เค้ก เป็นอาหารหวานที่ทำจากส่วนผสมของแป้ง ไข่ เนย น้ำตาล และวัตถุดิบอื่นๆ ที่อบในเตาอบเป็นรูปทรง และขนาดต่างๆ มีการตกแต่งด้วยครีม หรือไอซิ่ง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.459/2549) เค้ก หมายถึง ขนมอบที่ทำจากแป้งข้าวสาลี น้ำตาล ไขมัน และไข่ เป็นส่วนประกอบหลัก ผสมนม เกลือ ผงฟู และส่วนประกอบอื่นที่เหมาะสม เช่น สารแต่งกลิ่น รส ผลไม้ ผัก ถั่ว เครื่องเทศผสมให้เข้ากัน นำไปอบที่อุณหภูมิ และระยะเวลาที่เหมาะสม อาจแต่งหน้า หรือสอดไส้ด้วย

### 2.3.1 ลักษณะทั่วไปของเค้ก

เค้ก เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ประเภทที่มีเนื้อละเอียดนุ่ม รสหวาน มีลักษณะเป็นชิ้นใหญ่เป็นรูปทรงกลม (round cake) หรือเป็นแท่งสี่เหลี่ยม (loaf cake) และรูปร่างอื่นตามลักษณะของพิมพ์ที่ใช้ เค้กบางชนิดเมื่ออบสุกแล้วสอดไส้ (fillings) ด้วยแยมระหว่างชั้น โดยเค้กแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนฐาน และส่วนบนเพื่อสอดไส้ แยม ครีม หรือแต่งด้วยการเคลือบผิวหน้าด้วยครีมชนิดต่างๆ ที่เรียกว่า ไอซิ่ง (icing) หรือฟรอสติ้ง (frosting) เค้กบางชนิดอาจจะเคลือบผิวบางๆ (glaze) หรือฟองดองท์ (fondant) เพื่อให้ผิวหน้าเค้กดูเป็นมันวาว แต่งหน้าให้สวยงามเหมาะสมกับโอกาส

### 2.3.2 ประเภทของเค้ก

เค้กโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เค้กที่ผลิตจากไข่เป็นส่วนผสมหลักหรือเค้กไข่ และเค้กที่ผลิตจากไขมันเป็นส่วนผสมหลักหรือเค้กเนย โดยลักษณะที่ดีของเค้กไข่ที่เกิดขึ้นจากการตีโฟมควรมีลักษณะปรากฏ คือ มีเปลือกเค้กที่บาง สีน้ำตาลทอง เนื้อไม่แห้งหยาบหรือร่วนเปื่อย ด้านบนผิวหน้าแตกเล็กน้อย ปริมาตรของเค้กและสัดส่วนเหมาะสม เนื้อสัมผัสนุ่มน้ำหนักเบาเหนียว ยืดหยุ่นกว่าเค้กที่ใช้ไขมันเป็นส่วนผสม ส่วนลักษณะที่ดีของเค้กเนย ผิวหน้ามีความโค้งมนเล็กน้อย ด้านบนอาจมีรอยแตกของหน้าเค้กตลอดทั้งเปลือก กรณีแบบโลฟเนื้อเค้กค่อนข้างสูง เนื้อสัมผัสมีความละเอียดอ่อนนุ่ม ไม่มีโพรงอากาศเป็นเส้นยาวจากส่วนก้นพิมพ์ถึงส่วนหน้า (tunneling) หยิบจับง่ายแต่ไม่ร่วน และที่สำคัญคือ ขณะบริโภคต้องละลายในปากหรือมีความต้านทานต่อแรงบดเคี้ยวน้อย กลิ่นรสหอมจากไขมัน รสชาติหวาน ในประเทศไทยกระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะที่ดีของเค้กเพื่อบ่งชี้ถึงคุณภาพระดับมาตรฐานชุมชนของเค้กที่ผ่านการรับรอง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนจะต้องมีลักษณะที่ดี 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านลักษณะทั่วไปของเค้ก คือ ต้องมีรูปทรงที่สมบูรณ์ ไม่ยุบตัว กรณีมีการแต่งหน้า หรือสอดไส้ ต้องประณีต สวยงาม
2. ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้
3. ด้านกลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธ วัตถุดิบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสเฟื่อน
4. ลักษณะเนื้อต้องมีลักษณะเนื้อที่ที่เป็นไปตามลักษณะเฉพาะของเค้กแต่ละชนิด (ณนท, 2558)

### 2.3.3 การผสมเค้ก

สูตรเค้กส่วนมากจะบอกวิธีผสมเค้กที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชนิดของเค้กที่ต้องการทำ โดยเฉพาะ ซึ่งวิธีการผสมเค้กนั้นมียุหลายวิธีด้วยกันตามประเภทของเค้กการซึ่งตวงส่วนผสมก็เป็นเรื่องที่ต้องกระทำด้วยความระมัดระวังก่อนที่จะนำไปผสมด้วยเค้กแต่ละ ประเภทจะมีวิธีผสมหลายวิธีด้วยกัน เช่นเค้กเนย มีวิธีผสมหลายวิธี ซึ่งวิธีที่ใช้จะมุ่งถึงหลักการเกิด เซลล์อากาศและเก็บไว้ในแป้งผสมให้มากที่สุดและนานที่สุดก่อนที่จะนำไปอบ เนยหรือไขมันเป็นส่วนผสมที่จะเก็บเซลล์อากาศไว้ได้มากที่สุด จึงต้องตีให้ขึ้นฟูถึงขั้นที่ไขมันกระจายทั่วเป็นเนื้อเดียวกัน กับแป้งในการผสม ซึ่งต้องกระทำอย่างรวดเร็วและมีให้มีการสูญเสียเซลล์อากาศได้ เพราะถ้ามีการสูญเสียเซลล์อากาศแล้วจะทำให้ปริมาตรของเค้กสูญเสียเซลล์อากาศและจะทำให้ปริมาตรของเค้กสูญเสียไป ทำให้เนื้อเค้กแข็งกระด้างและแฉะตรงกลาง วิธีผสมเค้กเนยโดยทั่วไปๆ มี 5 วิธี ดังนี้

#### 1. แบบตีครีม (sugar batter)

- เนยสด น้ำตาล เกลือ ด้วยความเร็วระดับปานกลางจนขึ้นฟู
- ค่อยๆเติมไข่แช่เย็นทีละฟอง ประมาณ 5 นาที
- ร่อนแป้งกับผงฟูใส่สลับกับนม เติมกลั่น ตีด้วยความเร็ว ระดับ 2 นาที
- ตักใส่พิมพ์ที่ทาไขมัน
- นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที
- นำออกจากพิมพ์ทิ้งไว้ให้เย็น

#### 2. แบบ 2 ขั้นตอน (flour batter)

- ร่อนแป้งกับผงฟูให้เข้ากัน เติมนเนยสด เกลือ ผสมเข้าด้วยกัน ความเร็วระดับต่ำ

1 นาที ตีด้วยความเร็วปานกลาง 3 นาที

- ค่อยๆเติมนมข้นจืดและกลั่น ตีต่อ 2 นาที พักไว้
- ตีไข่ น้ำตาล และเอส.พี. จนขึ้นฟู ด้วยความเร็วสูง 8 นาที ลดความเร็วระดับต่ำ

2 นาที

- ค่อยๆ เติมส่วนผสมของไขมันลงไป ผสมจนเข้ากัน 1-2 นาที
- ตักใส่พิมพ์ที่ทาไขมัน
- นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที
- นำออกจากพิมพ์ทิ้งไว้ให้เย็น

#### 3. แบบเบลนดิง (blending)

- ร่อนแป้ง ผงฟู เข้าด้วยกัน เติมน้ำตาล เกลือ ผสมด้วยความเร็วระดับต่ำ 1 นาที
- เติมนเนยสด ตีด้วยความเร็วระดับต่ำ จนเป็นเม็ดเล็กประมาณ 2 นาที
- ใส่ไข่ที่แช่เย็นและนม ตีด้วยความเร็วระดับต่ำ 1 นาทีหยุดปาดให้ทั่วกัน
- ตีด้วยความเร็วระดับปานกลาง 7 นาที
- ตักใส่พิมพ์ที่ทาไขมัน
- นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที
- นำออกจากพิมพ์ทิ้งไว้ให้เย็น

#### 4. แบบผสมรวม (alt-in)

- ร่อนแป้ง ผงฟู เข้าด้วยกัน เติมน้ำมันผสมทุกอย่างลงใน อ่างผสม ด้วยความเร็วระดับต่ำ 1 นาที หยุดปาดให้ทั่ว
- ตีต่อด้วยความเร็วปานกลาง 8 นาที ลดเหลือความเร็วระดับต่ำอีก 1 นาที
- ตักใส่พิมพ์ที่ทาไขมัน
- นำออกจากพิมพ์ ทิ้งไว้ให้เย็น

#### 5. แบบสปองจ์ (butter-sponge method) ใช้ตะกร้อ

- ร่อนแป้ง ผงฟู เข้าด้วยกัน เติมน้ำตาล เกลือ ใช้พายยาง คลุกให้เข้ากัน
  - เติมน้ำมันที่เหลือน (ยกเว้นเนยสด) ตีด้วยความเร็วระดับต่ำ 1/2 นาที หยุดปาด
- ตีต่อด้วยความเร็วสูง 5 นาที ลดความเร็วต่ำ 1 นาที
- เติมน้ำมันที่ละลายอุ่นๆ ลงไป ตีต่อความเร็วระดับต่ำ 1 นาที
  - ใส่พิมพ์ที่ทาไขมัน
  - นำเข้าไปอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที
  - นำออกจากพิมพ์ทิ้งไว้ให้เย็น (มีस्याและวีรวัดณ์, 2560)

### 2.3.4 พื้นฐานในการอบ

เค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลักหรือเค้กเนย ภายหลังจากการผสมแล้วควรใช้ดิน และ นำเข้าอบทันที เนื่องจากภายหลังจากการผสมส่วนผสมจะเกิดปฏิกิริยาของผงทั้ง ส่วนผสม จะผลิต ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซที่ทำให้เค้กขึ้นฟู และอาจจะสูญเสียออกไปได้ระหว่างการรอเข้าเตาอบ เค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลักได้ดังนี้

#### 2.3.4.1 การเตรียมเตาอบ

เค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลักสามารถอบได้ด้วยเตาอบชนิดที่ให้ความร้อน และไฟฟ้า ซึ่งเตาอบทั้ง 2 ชนิดนี้มีขั้นตอนการเตรียมดังนี้

##### 1. การเตรียมเตาอบชนิดแก๊ส

1.1 ควรจุดเตาอบก่อนใช้เตาอบเกิน 15-20 นาที จะทำให้เตาอบมีความ และพร้อมสำหรับการอบเค้ก

1.2 การใช้เตาอบแก๊สขนาดเล็กที่อยู่ใต้เตาแก๊ส ศึกษาว่าลิ้นเปิดแก๊ส มี ขีดบอกอุณหภูมิเป็นองศาอาจเป็นฟาเรนไฮต์ (°F) หรือเซลเซียส (°C) เตาอบบางแบบจะมีของเป็น หมายเลข 1 2 3 4 5 และจะมีตารางเทียบอุณหภูมิว่าเลข 1 เท่ากับอุณหภูมิเท่าไร

1.3 การใช้เตาอบแก๊สขนาดใหญ่ ในการอบเค้ก ประเภทนี้จะนิยมจุดหัว เวนหัว เช่น เตาตัวนั้นมีหัวจุดแก๊สจำนวน 5 หัวของชั้นล่าง จะจุดเฉพาะหัวที่ 3 และ 5 หลังจากนั้น จะปรับเปลวไฟให้พอดีกับอุณหภูมิที่ต้องการ ไม่ควรจุดไฟด้านข้างสองฝั่งของเรา เนื่องจากจะทำให้ หน้าขนมไหม้และความร้อนภายในเตาสูงเกินไป

1.4 ภายในเตาอบจะมีตะแกรงสำหรับวางเค้กที่จะอบ ซึ่งเลื่อนเข้าออกได้ ควรจัดเตรียมตะแกรงให้พร้อมโดยควรวางตะแกรงให้อยู่ชั้นถึงกลางของเตาเพื่อให้เค้กสุกทั่ว สม่ำเสมอ

## 2. การเตรียมเตาอบชนิดไฟฟ้า

2.1 ควรเปิดสวิตช์อบและตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการก่อนใช้เตาอบเกิน 15-20 นาที การอบเค้กประเภทนี้โดยทั่วไปจะใช้ไฟบนตั้งแต่ 150-170 องศาเซลเซียส และไฟล่าง 150-170 องศาเซลเซียส หรืออาจจะมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับขนาด และรูปทรงของพิมพ์ที่ใช้อบ โดยสามารถศึกษาได้จากน้ำหนักเฉลี่ย อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการอบเค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลัก

2.2 ภายในเตาอบจะไม่มีตะแกรงเหมือนเตาอบชนิดแก๊ส ดังนั้นสามารถวางถาด อบเค้กที่ต้องการจะอบลงบนพื้นเตาได้

## 2.4 วัตถุดิบในการผลิตบัตเตอร์เค้ก

### 2.4.1 แป้งข้าวสาลี (wheat flour)

แป้งข้าวสาลี เป็นแป้งที่มีความสำคัญในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และเค้กเป็นอย่างมาก โดยไม่สามารถใช้แป้งอื่นแทนได้ เนื่องจากแป้งข้าวสาลีมีผลต่อการเกิดโครงสร้าง แบบฟองน้ำของผลิตภัณฑ์เค้ก ซึ่งคุณลักษณะนี้มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูและขยายตัวได้ดีกว่าแป้งชนิดอื่น โดยแป้งข้าวสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด คือ กลูเตนิน (glutenin) เป็นโปรตีนที่พบในธัญพืช ละลายได้ดี ในสารละลายกรดหรือด่างเจือจาง ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง และเกลียดิน (gliadin) เป็นโปรตีนที่ไม่ละลายในน้ำ และพบในธัญพืชเช่นกัน เมื่อนำแป้งสาลีผสมกับน้ำในอัตราส่วนพอเหมาะ จะทำให้เกิดสารกลูเตน (gluten) ซึ่งมีลักษณะเป็นยางเหนียว มีความยืดหยุ่นดี และสามารถกักเก็บก๊าซที่เกิดจากการหมัก หรือสารที่ช่วยให้ขึ้นฟูได้ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบนั้นขึ้นฟู มีโครงสร้างที่ดี นอกจากโปรตีนและกลูเตนในแป้งข้าวสาลียังมีเอนไซม์ ปีตา-อะไมเลส ( $\beta$ -amylase) และแอลฟา-อะไมเลส ( $\alpha$ -amylase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ ดังนี้

1. ปีตา-อะไมเลส เป็นเอนไซม์ที่พบจากพืชหลายชนิด เช่น ข้าวบาร์เลย์ มันเทศ และถั่วเหลือง จะทำการย่อยเดกซ์ทริน (dextrin) และสารละลายสตาร์ชส่วนหนึ่งให้เป็นน้ำตาลมอลโทส เป็นน้ำตาลที่จำเป็นสำหรับยีสต์ ในการนำไปใช้ในกระบวนการหมัก แต่เอนไซม์นี้จะไม่ทนความร้อน การทำงานจะเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนการหมักเท่านั้น

2. แอลฟา-อะไมเลส ทำหน้าที่ย่อยสารละลายสตาร์ชให้เป็นเดกซ์ทริน ในกระบวนการหมักการทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้มีไม่มาก และจะทนความร้อนได้สูงถึง 70-75 องศาเซลเซียส แอลฟา-อะไมเลส จะเริ่มทำงานในช่วงแรกของการอบ และผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับการทำงานและปริมาณของเอนไซม์ชนิดนี้ด้วยเช่นกัน

#### 2.4.1.1 ประเภทของแป้งสาลี

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดประเภทของแป้งข้าวสาลี ดังนี้

1. แป้งข้าวสาลีชนิดทำขนมปัง (bread flour/strong flour/hard four) หมายถึง แป้งข้าวสาลีที่ได้จากการสี และบด เมล็ดข้าวสาลีชนิดคอมมอน ซึ่งปราศจากสิ่งแปลกปลอม

2. แป้งข้าวสาลีชนิดอเนกประสงค์ (All-purpose flour) หมายถึง แป้งข้าวสาลีที่ได้จากการสี และบดเมล็ดข้าวสาลีชนิดคอมมอน (Common wheat) หรือข้าวสาลีชนิดคอมมอน ผสมกับคลับ (club wheat) และ/หรือดูรัม (durum) ซึ่งปราศจากสิ่งแปลกปลอม

3. แป้งข้าวสาลีชนิดทำเค้ก (cake flour/soft flour) หมายถึง แป้งข้าวสาลีที่ได้จากการสี และบด เมล็ดข้าวสาลีชนิดคอมมอน ปราศจากสิ่งแปลกปลอม

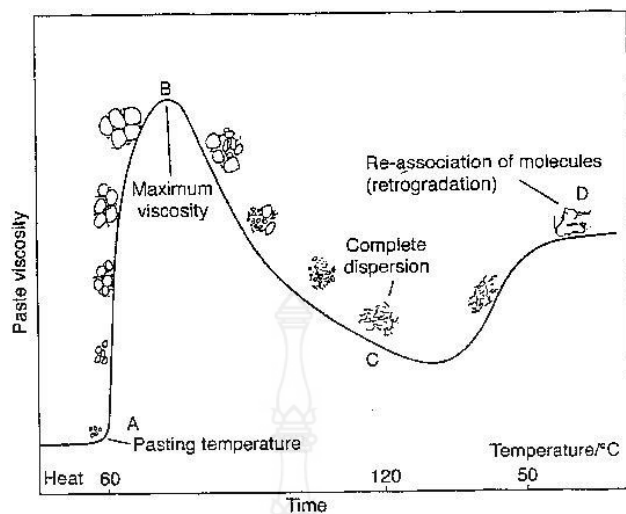
#### 2.4.1.2 สมบัติของแป้งข้าวสาลีกับการทำเค้ก

การผลิตเค้กเพื่อให้ได้คุณลักษณะที่ดี มีโครงสร้างที่ฟูเบา เนื้อสัมผัสที่นุ่มนวล โดยทั่วไปจะนิยมใช้แป้งข้าวสาลีชนิดแป้งเค้ก ซึ่งมีสมบัติ ดังนี้

1. ความนุ่มและชุ่มชื้น แป้งเค้กที่ใช้ควรมีโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7-9 เพราะ โปรตีนของแป้งจะทำหน้าที่ดูดซับน้ำ (water absorption and binding) ซึ่งทำให้เกิดพันธะไฮโดรเจน กับโมเลกุลของน้ำทำให้น้ำถูกจับไว้ในโมเลกุลของโปรตีน ด้วยเหตุนี้หากใช้แป้งที่มีปริมาณโปรตีนต่ำจะทำให้เค้กมีลักษณะความนุ่มและชุ่มชื้น มากกว่าการใช้แป้งที่มีโปรตีนสูง เช่น แป้ง ขนมห้าง และแป้งอเนกประสงค์

2. การเกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) มีกระบวนการ ดังนี้

2.1 สตาร์ชที่ได้จากแป้งข้าวสาลี มีลักษณะเม็ดสตาร์ชรูปแบบกลมคล้ายเลนส์ และทรงเหลี่ยมมีขนาดต่าง ๆ กันโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแปรผันอยู่ในช่วง 2-35 ไมโครเมตร ซึ่งความหนาแน่นนี้มีผลต่อการทำให้สุก และในเม็ดสตาร์ชยังมีแร่ธาตุ ลิพิด และโปรตีนเป็นส่วนประกอบบ้างเล็กน้อย การที่สตาร์ชจากข้าวสาลียังคงมีลิพิดเป็นองค์ประกอบมากกว่ากลุ่มสตาร์ชชนิดอื่นนั้นเนื่องจากเป็นผลมาจากสตาร์ชจากข้าวสาลีนั้นอาจมีกรดไขมันอิสระและไลโซฟอสโฟลิพิดมีผลทำให้แยกเม็ดสตาร์ชออกได้ยาก เพราะส่วนที่เป็นสตาร์ชอยู่ในส่วนของเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ที่ถูกห่อหุ้มด้วยลิโปโปรตีน (Lipoprotein Coat) นอกจากนี้ภายในเม็ดสตาร์ชของแป้ง ข้าวสาลียังมีอะไมโลส และอะไมโลเพกทินที่เป็นองค์ประกอบในเม็ดสตาร์ช ซึ่งปริมาณและสัดส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพกทินมีผลต่อสมบัติของสตาร์ชของแป้งข้าวสาลีแต่ละชนิด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้แป้งสาลีแต่ละประเภทจึงมีความสามารถและหน้าที่ (functionality) ที่แตกต่างกันโดยเม็ดสตาร์ช ส่วนใหญ่จะมีอะไมโลสเป็นองค์ประกอบประมาณ ร้อยละ 20-30 และมีอะไมโลเพกทินประมาณ ร้อยละ 70-80 สมบัติของอะไมโลส คือ ไม่ละลายน้ำ และจะรวมตัวกันเป็นตะกอน เมื่อเติมน้ำมี ความสามารถในการอุ้มน้ำน้อยและสามารถตกตะกอนหรือรีโทรเกรเดชัน อะไมโลเพกทินมีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าอะไมโลส



ภาพ การเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้ง  
ที่มา : พิมพ์เพ็ญและนิธิยา (ม.ป.ป.)

2.2 การเกิดเจลลิตในเซชัน เมื่อนำสตาร์ชมาทำการละลายในน้ำอุ่นเม็ดสตาร์ชจะค่อย ๆ ดูดน้ำและพองตัว เมื่อให้ความร้อนด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะพบว่าสตาร์ชนั้น จะพองตัวมากขึ้นจนมีขนาดใหญ่และจะแตกออก จึงมีลักษณะขุ่นหนืด เรียกกระบวนการนี้ว่า เจลลิตในเซชัน (gelatinization) ซึ่งการขุ่นหนืดนี้มีผลมาจากของอะไมโลส และอะไมโลเพกทิน และมีโครงสร้างที่เป็นผลึกและจะมีโมเลกุลของอะไมโลสหลุดออกมาอยู่นอกเม็ดสตาร์ชได้บางส่วน ช่วงอุณหภูมิที่ทำให้เกิดเจลลิตในเซชันที่สมบูรณ์ของสตาร์ชจะแปรผันจากวิธีวัด ชนิด และอัตราส่วนของน้ำต่อสตาร์ช และความไม่สม่ำเสมอภายในของเม็ดสตาร์ช สตาร์ชข้าวสาลีมีอุณหภูมิที่เกิดเจลลิตในเซชันที่ 53-65 องศาเซลเซียส และเมื่อปล่อยให้สารละลายของเม็ดสตาร์ชเย็นตัวลง โมเลกุลของสตาร์ชบางส่วนโดยเฉพาะโมเลกุลอะไมโลสมีการเกาะรวมตัวกันแล้วตกตะกอนหรือเกิดเป็นเจล เรียกกระบวนการนี้ว่า รีโทรเกรเดชัน (retro gradation) เจลที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งหรืออ่อนจะขึ้นอยู่กับเกิดการแปรผันของ ไขมัน โปรตีน น้ำตาล กรด และปริมาณน้ำในสารละลาย

การเกิดรีโทรเกรเดชันในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เริ่มขึ้นหลังจากนำขนมออกจากเตาอบ และปล่อยให้เย็นลง ซึ่งอัตราของการแห้งหรือแข็งของผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับสูตรที่ใช้กระบวนการอบ และการเก็บรักษา ปัจจัยเหล่านี้จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสตาร์ชที่ไม่มีรูปเป็นสตาร์ชที่ อยู่ในรูปผลึกบางส่วน ด้วยเหตุนี้ผลิตภัณฑ์เค้กที่มีความชื้นสูงจะทำให้เกิดรีโทรเกรเดชันของอะไมโล เพกทินได้อย่างสมบูรณ์เมื่อผลิตภัณฑ์นั้นเย็นลง ดังนั้นการเพิ่มลิพิดที่มีหมู่โพลาร์จะช่วยชะลอการแห้งแข็งได้ จึงพบว่าในการผลิตเค้กในปัจจุบันได้มีการเติมสารเสริมคุณภาพ เช่น เอสพี (SP) โอวาเลต หรือ อีซี 25 เค ซึ่งเป็นสารเสริมคุณภาพที่มีส่วนผสมของลิพิด เช่น ซอร์บิทอล และเอสเทอร์ ของกรดไขมัน (Sorbitol and ester of fatty acid) มอโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) ซูโครส เอสเทอร์ของกรดไขมัน (sucrose ester of fatty acid) และกลีเซอ

รีน (glycerine) โดยจะเติมลงในระหว่างการตีผสมเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น และผลิตภัณฑ์แห้งช้าลง (ฉนวน, 2558)

#### 2.4.2 เนย (Butter)

เนย เป็นส่วนผสมสำคัญที่ทำให้เบเกอรี่มีความอ่อนนุ่มชุ่มชื้น กลิ่นหอม เพราะมีไขมันเป็นตัวช่วยให้เกิดกลิ่น รส ความนุ่ม นุ่มรับประทาน และยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น



ภาพ เนย

ที่มา : Amki Green (2561)

##### 2.4.2.1 ประเภทของเนย

แบ่งเป็นหลักๆได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. เนยเป็นไขมันที่ทำให้เค้กและคุกกี้มีรสชาติดีกว่าไขมันชนิดอื่นๆ แต่ราคาแพงกว่าไขมันทุกชนิด เค้กและคุกกี้ที่ทำจากเนยแท้ๆ จึงมักมีราคาสูงกว่าเค้กและคุกกี้ที่ทำจากมาการีนหรือน้ำมันพืช ซึ่งเนยได้จากการแยกไขมันหรือน้ำมันออกจากนม การแยกใช้วิธีปั่นหรือคนแรงๆ ทำให้ไขมันที่กระจายอยู่ในนมมารวมตัวกัน รสชาติของเนยเกิดจากกรดไขมันที่ระเหยได้บางชนิดที่มีอยู่ในนมเนย เนยที่ได้ต้องมีไขมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก

2. มาการีนหรือน้ำมันพืช คือ ไขมันที่ทำเลียนแบบเนย การทำมาการีนนั้นจะใช้ไขมันจากพืชหรือสัตว์แทนนม ผู้ผลิตในบางประเทศได้เติมวิตามินเอลงในเนยเทียม นอกจากนั้นยังมีการเติมกลิ่นเนย สารสีเหลือง และอีมีลซิไฟเออร์ คือ เลซิธินหรือไดกลีเซอไรด์ลงไปด้วย เนยเทียมจึงมีคุณภาพที่ใกล้เคียงกับเนยแท้มาก ทั้งในด้านคุณค่าทางโภชนาการ สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส เนยเทียมมีไขมันร้อยละ 80 โดยน้ำหนักเหมือนเนย

3. เนยขาว หรือ ชอร์ตเทนนิ่ง คือ ไขมันที่ทำจากน้ำมันสัตว์หรือน้ำมันพืชบางชนิดก็ทำจากทั้งน้ำมันพืช และน้ำมันสัตว์ปนกัน ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนเพื่อเปลี่ยนจากสภาพของเหลวให้เป็นของแข็งที่อุณหภูมิธรรมดา เนยขาวเป็นเนยที่ไม่มีกลิ่น เนื่องจากได้ผ่านการกำจัดกลิ่นในกระบวนการทำเช่นเดียวกับน้ำมันพืชที่ไม่มีกลิ่น การทำขนมเค้กหรือคุกกี้จึงไม่นิยมใช้ไขมันประเภทนี้ เนื่องจากจะไม่ได้รสชาติที่หอมอร่อยเหมือนกับเค้กและคุกกี้ที่ทำจากเนยแท้ (กลางเบเกอรี่, ม.ป.ป)

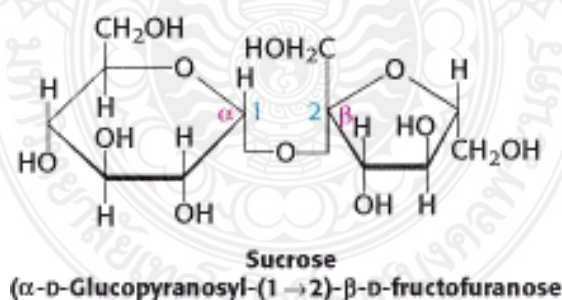
### 2.4.2.2 วิธีการเก็บรักษา

สำหรับไขมันที่ใช้เกี่ยวกับการตีครีมหรือตีเนยกับน้ำตาล ผู้ผลิตจะแนะนำให้เก็บที่ อุณหภูมิ 70-80 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 21-26.6 องศาเซลเซียส ไม่ควรเก็บไขมันไว้ใกล้กับสารที่ให้กลิ่น เช่น หัวหอมและสารอื่น ๆ เพราะไขมันจะดูดกลิ่นแปลกปลอมเข้าไปได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเมื่อไขมันมีกลิ่นแปลกปลอมแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบได้มีกลิ่นด้วย ดังนั้นจึงควรปิดฝากระป๋องให้สนิทเมื่อไม่ใช้แล้ว และควรเก็บไขมันให้พ้นจากแสง ความร้อน หรือที่ที่มีอุณหภูมิสูงและออกซิเจน เพราะจะทำให้ไขมันหืนได้

### 2.4.3 น้ำตาล (sugar)

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีขายในตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลนี้เป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ 99.9% มีอยู่หลายชนิด แต่ที่นำไปใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทั่วไปมี 3 ชนิด ดังนี้

1. น้ำตาลทรายขาว (Granulated sugar) ใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ น้ำตาลทรายมีขนาดความละเอียดต่างกัน มีตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ ในต่างประเทศจะบอกขนาดความละเอียดไว้ที่กล่องบรรจุ สำหรับเมืองไทยที่วางขายทั่วไปมี 3 ขนาด คือ ขนาดธรรมดา ผลึกใหญ่หยาบ และเป็นผงละเอียด น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่นๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบ จะตีครีมกับเนยไม่ได้ดี เพราะผลึกที่ใหญ่จะละลายไม่หมดและมักจะคงอยู่ในรูปผลึกของน้ำตาล จะไม่ละลายโดยความร้อนจากตู้อบ และน้ำตาลที่อยู่อีกๆ ผิวขนมจะเกิดเป็นจุดขึ้น นอกจากนั้นผลึกน้ำตาลที่หยาบจะไปอุดตันที่เคลือบเครื่องผสมหรือชามผสม ทำให้เกิดสีเทาขึ้นในผลิตภัณฑ์ และจะยิ่งเป็นมากขึ้นถ้าเนยหรือไขมันที่นำมาตีกับน้ำตาลทรายหยาบมีความเย็นมาก อย่างไรก็ตาม โอกาสที่จะใช้น้ำตาลทรายหยาบก็มีมาก เช่น ใช้ในการโรยไปบนคุกกี้ โดยย้อมเป็นสีต่างๆ ใช้ทำไส้ขนมและไส้รับ



ภาพ โครงสร้างน้ำตาลทราย

ที่มา : พิมพ์เพ็ญและนิธิยา (ม.ป.ป.)

2. น้ำตาลไอซิ่ง (Icing or Confectionery Sugar) น้ำตาลชนิดนี้เป็นผงละเอียดที่มีแป้งข้าวโพดปนอยู่ด้วยประมาณ 3% ทั้งนี้เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน หรือป้องกันการเป็นผลึกของ น้ำตาลส่วนมากใช้ในการทำไอซิ่งและผสมกับแป้งทำเค้กสำเร็จรูป ความละเอียดของน้ำตาล ชนิดนี้ช่วยให้ผสมง่ายขึ้นและมักใช้กับแองเจิลเค้ก

3. น้ำตาลทรายแดง (Yellow or Brown Sugar) น้ำตาลชนิดนี้จะมีคาราเมล แร่ธาตุ และความชื้นปนอยู่ด้วย และยังเป็นน้ำตาลที่ไม่บริสุทธิ์หรือเรียกว่าน้ำตาลดิบ น้ำตาลชนิดนี้ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกลิ่นรส และสีของน้ำตาลทรายแดง ส่วนใหญ่ใช้ในการทำคุกกี้และเค้กบางชนิด เช่น ฟรุ๊ตเค้ก ไม่ใช้ในการทำเค้กที่มีความเบาตัว ถ้าจำเป็นต้องใช้ต้องเพิ่มความระมัดระวังให้มากในการผสม

นอกจากน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดนี้แล้ว ยังมีน้ำตาลอื่นๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ เช่น น้ำตาลข้าวโพด หรือเดกซ์โทรส (Com Sugar or Dextrose) เป็นน้ำตาลที่ทำจากแป้งข้าวโพด น้ำตาลเดกซ์โทรสนี้จะมีรสหวานประมาณ 75% ของน้ำตาลซูโครส ส่วนมากใช้ในการทำขนมปังหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ เพราะยีสต์สามารถนำน้ำตาลนี้ไปใช้โดยตรง ทำให้การหมักเกิดเร็วขึ้น

น้ำตาลจากนม หรือแล็กโทส (Milk sugar or Lactose) เป็นน้ำตาลที่มีอยู่ในนมสดหรือในหางนม น้ำตาลชนิดนี้จะเป็นส่วนที่ช่วยเพิ่มความหวานและรสกลืนให้แก่ผลิตภัณฑ์

น้ำตาลมอลโทสหรือน้ำตาลจากข้าวมอลต์ (Malt sugar) มีอยู่ในมอลต์ไซรป์ช่วยเพิ่มความหวานให้แก่ผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่ใช้ในการทำขนมปังชนิดแข็งและโรล

#### 2.4.3.1 หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์

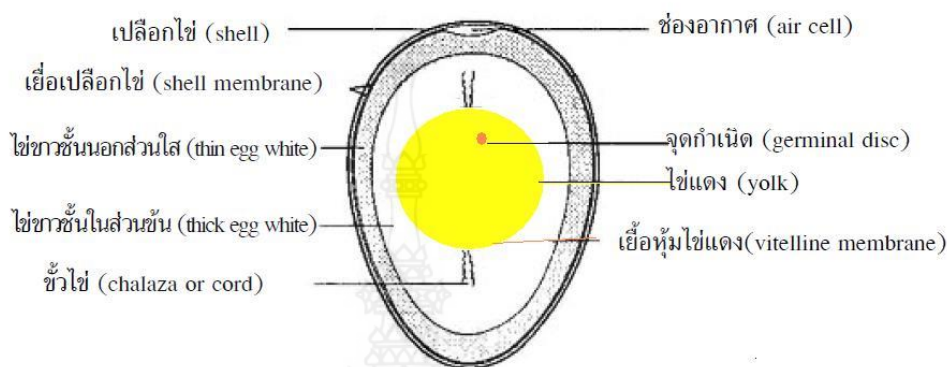
1. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขนมเค้ก
2. เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก
3. ใช้เตรียมเป็นไอซิ่งชนิดต่าง ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่
4. ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู
5. ช่วยให้เนื้อขนมดี
6. ช่วยเก็บความชื้น และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
7. ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีที่ดี
8. เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์ (จิตธนาและอรอนงค์, 2556)

#### 2.4.4 ไข่

ไข่ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเบเกอรี่ คือ ไข่ไก่ ปกติไข่ไก่เป็นวัตถุดิบที่เน่าเสียยากกว่าวัตถุดิบอื่น ๆ เนื่องจากมีเปลือกแข็งหุ้มอยู่ภายนอก แต่หากมีการเก็บรักษาที่ไม่ถูกต้อง เช่น เก็บ อยู่ในที่มีอุณหภูมิสูงหรือมีความชื้นสูงอาจทำให้แบคทีเรียและราเข้าไปปนเปื้อนได้ ซึ่งทำให้น่าเสียดาย นอกจากนี้หากเปลือกไข่ที่มีการปนเปื้อนกับอุจจาระ หรือดินอาจมีการปนเปื้อนกับจุลินทรีย์ซึ่งก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เน่าเสีย ในภาคอุตสาหกรรมเบเกอรี่ ไข่ถูกนำไปใช้เป็นส่วนผสมที่ทำหน้าที่ให้ความชื้นเหนียว ทำให้เกิดเจล เกิดอิมัลชัน (emulsion) เกิดฟอง ให้สี และรสชาติแก่ผลิตภัณฑ์

#### 2.4.4.1 โครงสร้างของไข่

ไข่ที่สมบูรณ์จะมีโครงสร้างสำคัญ 9 ส่วน คือ เปลือกไข่ (shell) เยื่อเปลือกไข่ (Shell membrane) ไข่ขาวชั้นนอกส่วนใส (thin egg white) ไข่ขาวชั้นนอกส่วนข้น (thick egg white) ขั้วไข่ (chalaza or cord) ช่องอากาศ (air cell) จุดกำเนิด (germinal disc) ไข่แดง (yolk) และเยื่อหุ้มไข่แดง (vitelline membrane) ดังนี้



ภาพ โครงสร้างของไข่

ที่มา : พิมพ์เพ็ญและนิธิยา (ม.ป.ป.)

- เปลือกไข่ (shell) มีสีน้ำตาลหรือสีขาวขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์แม่ไก่ สีไข่ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของไข่ เช่น ไข่ไก่พันธุ์เล็กฮอร์นมีเปลือกสีขาว ส่วนไข่ไก่พันธุ์โรดไอแลนด์มีเปลือกสีน้ำตาล ส่วนประกอบสำคัญของเปลือกไข่ คือ คอลลาเจน (collagen) สานเป็นตัวตาข่าย และมีหินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต) ทำให้เปลือกแข็ง เปลือกไข่จะมีรูขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น เมื่อไข่ออกจากแม่ไก่มาใหม่ จะมีเมือกเคลือบที่ผิวของเปลือกไข่ เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศและน้ำผ่านเข้าไปได้ เปลือกไข่ในช่วงแรก จึงมีลักษณะเป็นนวล เมื่อเก็บไว้นานๆ เมือกเหล่านี้จะแห้งไป อากาศและความชื้นสามารถแทรกผ่านรูเล็กที่เปลือกไข่ได้ ทำให้ไข่จะเสื่อมคุณภาพ การเปลี่ยนแปลงของไข่ขาว และการเปลี่ยนของกลีรณสตลอดเวลา เนื่องจาก การสูญเสีย น้ำ การสูญเสียก๊าซ เปลือกไข่มีการป้องกันการเน่าเสียจาก [จุลินทรีย์](#) เมื่อไม่มีเปลือกไข่ จะเกิดการเสื่อมเสียอย่างรวดเร็ว จึงมักเก็บไข่ทั้งเปลือก การเก็บไข่ไว้ในที่มีอากาศแห้ง ไข่อาจดูดเอากลิ่นสิ่งที่เหม็นที่อยู่รอบๆเข้าไปที่รูของเปลือก

- เยื่อหุ้มไข่ มีอยู่ด้วยกัน 2 ชั้น ชั้นนอกที่ติดเปลือกมีชื่อเรียกว่า shell membrane ชั้นในที่ติดกับไข่ขาวเรียกว่า egg membrane เยื่อชั้นนอกและชั้นในจะชิดกันตลอด แต่แยกกันที่ด้านป้านของไข่ซึ่งมีโพรงอากาศ

- โพรงอากาศ (air cell) เป็นช่องว่างที่อยู่บริเวณด้านป้านของไข่ อยู่ระหว่างเยื่อหุ้มชั้นนอกและเยื่อหุ้มชั้นใน เมื่อไข่ออกมาใหม่ๆ อุณหภูมิของไข่ยังสูง จึงไม่มีช่องว่างต่อเมื่อเมื่อไข่เย็นลง ของเหลวภายในไข่หดตัว ทำให้เกิดเป็นโพรงอากาศขึ้น และถ้าหากมีน้ำระเหยออกไปมากก็จะทำให้โพรงอากาศใหญ่ขึ้นด้วย

- ไข่ขาว (egg white) เป็นส่วนประกอบภายในไข่ ที่เป็นส่วนของเหลวชั้นหนืด (firm) ล้อมรอบไข่แดง ไข่ขาวชั้นนอกส่วนใส (thin egg white) เป็นไข่ขาวที่เป็นของเหลวใส

(clear) โปร่งแสง (transparent) ล้อมรอบไข่ขาวชั้นนอกส่วนชั้น (thick egg white) ส่วนของเหลวที่ชั้นหนืดอีกชั้นหนึ่ง ไข่ขาวมีส่วนประกอบหลักคือ ด้วยน้ำและโปรตีน แอลบูมิน (albumin) มีไขมันน้อยมาก ลักษณะที่เป็นเมือกของไข่ขาวชั้น เกิดจากคาร์โบไฮเดรต โมเลกุลใหญ่

- เยื่อหุ้มไข่แดง (vitelline membrane) มีประโยชน์คือ ช่วยหุ้มไข่แดงเอาไว้โดยรอบ

- ไข่แดง (yolk) ไข่แดงเป็นส่วนสำรองอาหารไว้ให้ลูกไก่ ซึ่งจะเจริญจากเชื้อที่ผสมแล้ว ไข่แดงเกิดก่อนจากรังไข่ เมื่อเติบโตและสุกแล้วจึงหลุดออกจากรังไข่ ผ่านตามท่อไข่ ซึ่งจะสร้างไข่ขาวออกหุ้ม ไข่แดงจะอยู่กลางฟองโดยการยึดของเยื่อ ที่เป็นเกลียวแข็ง อยู่ด้านหัวและท้ายของไข่แดง และยื่นเข้าไปในไข่ขาว (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, ม.ป.ป.)

#### 2.4.4.2 คุณสมบัติของไข่ที่มีผลต่อการผลิตเค้ก

ไข่ขาวและไข่แดง มีคุณสมบัติต่อการผลิตเค้ก ดังนี้

1. ไข่ขาว โปรตีนในไข่ขาวมีสมบัติเชิงหน้าที่ (functional properties of protein) ในการทำให้เกิดโฟม หรือโฟมมิงเอเจนต์ (foaming agent) โดยโปรตีนจะห่อหุ้มฟองอากาศที่ถูกตีด้วยตะกร้อหรือเครื่องมือซึ่งมีผลทำให้โฟมของไข่ขาว หรือไข่ทั้งฟองที่ถูกตีอยู่นั้นเกิดการคงตัว ชั้นหนืด ผลิตภัณฑ์เค้กที่อาศัยสมบัติการเกิดโฟมของโปรตีนในไข่ขาว เช่น สปันจ์เค้ก แองเจิลฟัดเค้ก ชิฟฟอนเค้ก ส่วนครีมไข่ขาวสำหรับตกแต่งหน้าเค้ก

2. ไข่แดง โปรตีนในไข่แดง มีสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ (Emulsifying agent) ซึ่งสามารถละลายได้ทั้งในน้ำและในน้ำมัน ช่วยลดแรงตึงผิวของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันให้สามารถผสมรวมตัวกันได้ เช่น ในตำรับเค้ก มีการใช้น้ำมัน ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นน้ำ โปรตีนในไข่แดงจะเรียกว่า อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) จะแทรกตัวอยู่ระหว่างหยดของน้ำมันที่กระจายตัวอยู่ในน้ำ โดยจะอาศัยแรงกลของจังหวะในการตีหรือคนส่วนผสม ทำให้ได้เป็นอิมัลชันที่มีลักษณะคงตัว ปัจจุบันการตีเค้กให้มีเนื้อขึ้นฟู และรวมตัวกัน นอกจากจะอาศัยสมบัติโปรตีนของไข่แดงแล้ว การใช้สารเสริมคุณภาพที่มีสมบัติเช่นเดียวกับไข่แดงก็เป็นที่ยอมรับอย่างมาก ทั้งประเทศไทยและต่างประเทศ โดยจะเติมระหว่างการตีผสมส่วนผสมทั้งหมด เพื่อช่วยทำให้ปริมาตรของเค้กที่ได้นั้นมากขึ้น ลักษณะส่วนผสมที่ได้มีความหนืดที่เหมาะสม ตัวอย่างอิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้ เช่น ไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) มอโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) ซึ่งจะมีชื่อทางการค้าที่แตกต่างกันออกไป

ตาราง องค์ประกอบของไข่

|          | ไข่ทั้งฟอง (%) | ไข่แดง (%) | ไข่ขาว (%) |
|----------|----------------|------------|------------|
| ความชื้น | 73.6           | 50.0       | 86.0       |
| โปรตีน   | 14.0           | 17.0       | 12.0       |
| ไขมัน    | 12.0           | 31.0       | 0.2        |
| น้ำตาล   | 0.0            | 0.2        | 0.4        |
| เถ้า     | 1.0            | 1.5        | 1.0        |

ที่มา : จิตธนาและอรอนงค์ (2556)

## 2.2.4.3 องค์ประกอบทางเคมีของไข่ไก่

องค์ประกอบทางเคมีของไข่ไก่ ในปริมาณ 1 ฟองโดยมีน้ำหนักโดยประมาณ 50 กรัม มีองค์ประกอบทางเคมีดังตารางที่ 2.2

ตาราง องค์ประกอบทางเคมีของไข่ ในไข่ไก่ 1 ฟอง (50 กรัม)

| องค์ประกอบ       | ปริมาณ |
|------------------|--------|
| น้ำ (g)          | 37.66  |
| พลังงาน (Kcal)   | 75     |
| โปรตีน (g)       | 6.25   |
| ไขมัน (g)        | 5.01   |
| เส้นใย (g)       | 0      |
| เถ้า (g)         | 0.47   |
| คอเลสเตอรอล (mg) | 213    |

ที่มา : ณนันท (2558)

## 2.4.4.2 การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของไข่

ไข่จะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่เก็บ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีทั้งทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการ ไข่ที่เก็บไว้นานจะมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น คุณภาพในบางด้านอาจลดลง สาเหตุของการเปลี่ยนแปลง และการเสื่อมคุณภาพ เนื่องจากบริเวณผิวของเปลือกไข่มีรูขนาดเล็ก จึงทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซ และความชื้น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของไข่ขณะเก็บรักษา มีดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ระหว่างการเก็บรักษาจะสามารถสังเกตเห็นได้ว่าโพรงอากาศ (air cell) ของไข่ด้านข้างจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ระหว่างเยื่อหุ้มไข่ด้านนอกและเปลือก สาเหตุเกิดจากน้ำในไข่จะแพร่ผ่านรูเล็กๆ บริเวณผิวของเปลือกไข่ ออกสู่บรรยากาศภายนอก ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ จึงมีน้ำหนักลดลง มองเห็นได้ชัดหากนำไข่ไปส่องผ่านแสง (egg candling) วิธีการป้องกัน คือควรเก็บไข่ไว้ในที่ที่มีความชื้นสูง อุณหภูมิต่ำ จะทำให้โพรงอากาศขยายได้ช้าลง และไข่คงความสดใหม่

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ไข่สดที่ไม่มีจุลินทรีย์หรือการปนเปื้อนภายในจะมีค่า pH 7.5-8.5 คือ สมบัติเป็นด่างเล็กน้อย เมื่อมีการเก็บไข่ไว้ระยะหนึ่งไข่จะมีสภาพเป็นด่างมากขึ้น เพราะเกิดการสูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านรูบนผิวของเปลือกไข่ จนภายในไข่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับอากาศโดยรอบทำให้ค่าความเป็นด่างของไข่สูงขึ้น ซึ่งทำให้โอโวมินซิน (ovomucin) ของเหลวในไข่ขาวเกิดการสลายตัว ส่งผลทำให้รส และกลิ่นของไข่เปลี่ยนแปลงไป

3. การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ เมื่อเก็บไข่ไว้ระยะเวลาที่นานขึ้นจำนวนจุลินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถเข้าไปในไข่ได้ โดยเข้าทางรูพรุนของเปลือกไข่ ดังนั้น จึงควรเก็บไข่ไว้ในที่ที่สะอาด

#### 2.4.4.3 บทบาทและหน้าที่ของไข่ในเค้ก

หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้ก มีดังนี้

1. โปรตีน ในไข่ขาวและไข่แดงมีโปรตีนซึ่งมีสมบัติเชิงหน้าที่ในอาหารต่างกัน คือ โปรตีนในไข่ขาวมีหน้าที่ให้เกิดฟอง (foaming agent) ซึ่งมีความสำคัญโดยเฉพาะการผลิตเค้กที่มีไข่เป็นส่วนผสมหลัก โดยการตีไข่ขาวจะทำให้ไข่ขาวสูญเสียสภาพจากธรรมชาติเพราะแรงกล ทำให้โปรตีนคลายตัว และเก็บกักอากาศไว้ภายใน มีลักษณะเป็นโฟม หรือฟองละเอียด ฟูนํ้าหนักเบา หากเติมครีมออฟทาร์ทาร์จะช่วยทำให้โฟมของไข่ขาวนั้นอยู่ตัวและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ส่วนโปรตีนในไข่แดงให้สมบัติการเกิดอิมัลชันระหว่างการผสมเค้ก ทำให้เนื้อเค้กมีลักษณะรวมตัวดี และมีเนื้อเนียน ไข่มีความชื้นสูงประมาณ ร้อยละ 75 และไข่มีความสามารถในการเก็บความชื้นได้ดีจึงทำให้ การแห้งของเนื้อเค้กเกิดช้าลง นอกจากนี้แล้วไข่ยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามิน เอ เป็นต้น

2. ไขมัน เนื่องจากไข่มีไขมันและสารอาหารอื่น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีไขมันเพิ่มขึ้น มีรสหวาน และช่วยให้ส่วนผสมมีความมันทำให้สามารถผสมส่วนผสมอื่นได้ง่ายขึ้น ไข่แดงจะช่วยให้เค้กมีสีเหลืองเมื่ออบสุก (ฉนวนนท์, 2558)

#### 2.4.5 สารที่ช่วยให้ขึ้นฟู

สารที่ช่วยให้ขึ้นฟูเป็นสารที่ช่วยสร้างความนุ่มให้กับเค้ก ปริมาณการใช้สารที่ช่วยฟูจะขึ้นอยู่กับความชื้นของส่วนผสมในสูตร และอุณหภูมิภายในเตาอบ การขึ้นฟูของเค้ก โดยทั่วไปเกิดจากสาเหตุ ดังนี้

1. การขึ้นฟูโดยอากาศ เกิดจากการร่อนแป้ง การคน การตีเนยกับน้ำตาล การตีโฟม และการบด ส่วนผสมจะมีลักษณะฟูเบา ปริมาตรเพิ่มขึ้นจากอากาศที่แทรกตัวในส่วนผสม

2. การขึ้นฟูโดยไอน้ำ เกิดจากน้ำที่มีอยู่ในส่วนผสมได้รับความร้อนขยายตัวกลายเป็นไอ ช่วยทำให้ขนมขึ้นฟู

3. การขึ้นฟูโดยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีโซดาหรือผงฟู

### 2.4.5.1 ประเภทของสารที่ช่วยให้ขึ้นฟูใช้ในการผลิตเค้ก

#### 1. ผงฟู

ผงฟูหรือเบกกิ้งพาวเดอร์ เป็นส่วนผสมของเกลือ อนินทรีย์ที่สลายตัวให้

ก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อเติมน้ำลงไป และได้รับความร้อน เช่น นำไปอบหรือนึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนประกอบของผงฟูประกอบด้วยโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (sodium hydrogen carbonate) หรือเบกกิ้งโซดา และสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด เช่น โพแทสเซียมไฮโดรเจนตาเรต หรือครีมออฟทาร์ทาร์ และแป้งข้าวโพดใส่เพื่อป้องกันไม่ให้อาหารทั้งสองสัมผัสกันโดยตรง และให้ผงฟูอยู่ในสภาพแห้งจะมีความคงตัว และเก็บได้นานโดยไม่จับตัวเป็นก้อน ผงฟูเมื่อผสมกับน้ำ กรดจะแตกตัวทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตได้เป็นเกลือ น้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ชนิดของผงฟู แบ่ง ออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. ผงฟูกำลังหนึ่งหรือผงฟูที่เกิดปฏิกิริยารวดเร็ว (single-action) ผงฟูชนิดนี้ จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทันทีในขณะที่กำลังผสมส่วนผสม และจะผลิตก๊าซออกมาอย่างรวดเร็ว (fast-acting) ในระหว่างที่รอการอบ ดังนั้น ถ้าใช้ผงฟูประเภทนี้ต้องผสมอย่างรวดเร็ว และรีบ นำเข้าอบทันทีหลังจากผสมเสร็จ เพื่อป้องกันเค้กขึ้นฟูไม่สม่ำเสมอเนื่องจากการสูญเสียก๊าซ

2. ผงฟูกำลังสองหรือผงฟูที่เกิดปฏิกิริยาช้า (double-action) ผงฟูชนิดนี้จะเกิดปฏิกิริยา 2 ครั้ง คือ ในขณะที่กำลังผสมส่วนผสม เช่น การตี และการคนผสม และครั้งที่ 2 คือ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ได้รับความร้อนจากเตาอบ การเกิดปฏิกิริยาช้าของผงฟูชนิดนี้เกิดจากกรดของเกลือซัลเฟตที่มีอยู่ในส่วนผสมของผงฟูชนิดนี้จะทำปฏิกิริยาอีกส่วนหนึ่งเมื่อเค้กได้รับความร้อน ปัจจุบันการผลิตเค้กนิยมใช้ผงฟูชนิดกำลังสอง เนื่องจากหลังการผสมเสร็จยังสามารถรอการอบได้ระยะหนึ่งโดยไม่ผิดลักษณะที่ดีของเค้ก

#### 2. ครีมออฟทาร์ทาร์

ครีมออฟทาร์ทาร์ (cream of tar tar) หรือโพแทสเซียมไฮโดรเจนตาเรต เป็นสารเคมีที่มีสมบัติเป็นกรด จากกรดทาร์ทาริกที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตไวน์ ไม่เป็นสารที่ ขึ้นฟูด้วยตัวของมันเอง แต่จะสามารถผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เมื่อมีการผสมกับด่าง เช่น เบกกิ้ง โซดา และเมื่อผสมกันแล้วจะเรียกว่าผงฟู กำลังหนึ่ง

### 2.4.5.2 บทบาทและหน้าที่ของสารที่ช่วยให้ขึ้นฟู

#### 1. ผงฟู

ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เค้กขึ้นฟู เนื้อเค้กเบา เมื่อบริโภคเนื้อเค้กจะละลายในปาก ในด้านลักษณะปรากฏผงฟูช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะน่าบริโภค

#### 2. ครีมออฟทาร์ทาร์

ในการผลิตโฟมสำหรับการผสมเป็นเนื้อเค้ก จะต้องเติม ครีมออฟทาร์ทาร์ ลงในส่วนผสมเพื่อจะช่วยให้ไข่ขาวที่ถูกตีมีลักษณะเป็นโฟมที่ตีและคงรูปทำให้การตีไข่ขาวขึ้นฟูได้ง่าย และยังช่วยให้มีความคงตัวอยู่ได้นาน

### 2.4.5.3 การเลือกซื้อและเก็บรักษา

1. ผงฟู โดยทั่วไปที่ฉลากจะมีคำว่า single action หรือ double action เลือกซื้อตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้
2. อ่านฉลากเพื่อพิจารณาว่ามีสารเคมีใดประกอบอยู่บ้าง ดูวัน เดือน ปี ที่ผลิตและวัน เดือน ปี ที่หมดอายุเมื่อเปิดกระป๋องหรือซอง
3. ลักษณะของผงฟู ต้องร่วน ไม่จับตัวเป็นก้อน หากมีสีขาวและมีความสว่าง แสดงว่าเป็นผงฟูใหม่ ในกรณีเก็บไว้นานก่อนใช้ควรทดสอบคุณภาพของผงฟู โดยตวงผงฟู 1 ช้อนชา ใส่น้ำร้อนถ้ามีฟองอากาศและเสียงดังฟูเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว แล้วฟองค่อย ๆ หดไปอย่างช้า ๆ แสดงว่า ผง ฟูมีคุณภาพที่ดีใช้เติมในส่วนผสมได้ แต่ถ้าเกิดฟองช้าหรือไม่เกิดเลย แสดงว่าผงฟูเสื่อมคุณภาพไม่ควรใช้
4. ครีมนอแฟทาร์ทาร์ ควรซื้อกล่องขนาดเล็ก เพราะถ้าเก็บไว้นานอาจเสื่อมประสิทธิภาพ และควรตรวจดูวันหมดอายุก่อนซื้อ (ฉนวน, 2558)

#### 2.4.6 นม

นมเป็นสารละลายที่มีส่วนเล็ก ๆ ของไขมัน โปรตีน น้ำตาล และแร่ธาตุ แยกออกจากกันเมื่อตั้งทิ้งไว้ องค์ประกอบของนมอาจแตกต่างกันไปบ้าง แต่ก็มีองค์ประกอบโดยเฉลี่ย ดังนี้

- น้ำ 87.75 %
- ของแข็งในนม 12.25 % (ประกอบด้วย ไขมัน โปรตีน แร่ธาตุ และแล็กโทส)
- ไขมัน 3.50 %
- โปรตีน 3.25 %
- แร่ธาตุ (หรือเถ้า) 0.75 %
- แล็กโทส (น้ำตาลในนม) 4.75 %

ในส่วนของโปรตีน 3.25 % ที่มีอยู่ในนม นั้น จะประกอบด้วยเคซีน (casein) 80 และ แอลบูมิน (albumin) 20% นมสดที่รีดจากวัวแม่พันธุ์ใหม่ ๆ ควรผ่านกระบวนการ โฮโมจีไนซ์ (Homogenize) เพื่อไม่ให้เกิดการแยกชั้นของครีม แล้วนำมาฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurization) ซึ่งเป็นวิธีฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในนมโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 140 องศาฟาเรนไฮต์ นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงโดยเร็วที่อุณหภูมิ 50 องศาฟาเรนไฮต์ หรือต่ำกว่านั้น หรืออาจใช้ระบบความร้อนก็ได้คือทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 160 องศาฟาเรนไฮต์ เวลาสั้นแล้วทำให้เย็นลงทันที

##### 2.4.6.1 ชนิดของนมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

โดยทั่วไปแล้วนมที่นำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ จัดเป็น 3 พวกด้วยกันคือ

1. นมสด (milk) นมสดที่ใช้ทำเบเกอรี่เป็นนมสดชนิดจืด ไม่ได้แต่งเติมน้ำตาลหรือรสชาติอื่นใด บรรจุ ในขวดหรือกล่อง วางขายในตู้เย็นช่องแช่ธรรมดาที่มีวันหมดอายุ ชัดเจนหากต้องการเก็บนานๆให้ใช้นมสด พาสเจอร์ไรส์ เป็นนมที่ผ่านความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อโรคแล้ว บรรจุใส่กล่องเก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง
2. นมข้นจืด (evaporated milk) คือ นมสดที่ระเหยน้ำออกครึ่งหนึ่ง รสชาติจึงเข้มข้นกว่านมสด ทั่วไป นมข้นจืดบรรจุในกระป๋อง เมื่อใช้ไม่หมดให้เทออกจากกระป๋อง

เปลี่ยนใส่กล่องเก็บเข้าแช่ในตู้เย็น ช่อดรรมา แต่อย่าเก็บไว้นานเกินไปเพราะสีจะเข้มขึ้น (ฉวรา, 2557)

3. นมผง ได้แก่ นมสดที่มีไขมันเต็ม และหางนมสดที่ปราศจากไขมัน นำมาต้มให้ร้อนแล้วกระจายไปบนลูกกลิ้งที่มีความร้อน หรือฉีดผ่านเครื่องพ่นฝอยแห้ง (Spray dry) นมผงที่ได้ไม่ควรมีความชื้นเกิน 5%

#### 2.4.6.2 สมบัติของน้ำนมที่มีต่อการผลิตเค้ก

สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำนมมีบทบาทต่อการผลิตเค้ก และการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นการผลิตเค้กเพื่อให้ได้คุณลักษณะที่ดีและมีคุณภาพ จึงควรศึกษาถึงสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำนมเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ในการผลิตเค้กที่มีลักษณะที่ดีดังนี้

##### 1. สมบัติทางกายภาพ

- ลักษณะปรากฏของน้ำนม โดยทั่วไปจะพบว่าน้ำนมมีความขุ่นที่เกิดจากอนุภาคแขวนลอยของส่วนประกอบในน้ำนม ได้แก่ ไขมัน โปรตีน และแร่ธาตุ สีของน้ำนมมีสีขาวจนเหลือง สีขาวเป็นสีของเคซีน สีเหลืองเป็นสีของแคโรทีนหรือสีของไขมันในน้ำนม ส่วนหางน้ำนมจะมีสีใสเจือน้ำเงินจากแล็กโทฟลาวินและโรโบฟลาวิน

- จุดเยือกแข็ง น้ำนมจะมีจุดเยือกแข็งที่มีค่าระหว่าง -0.54 ถึง -0.59 องศาเซลเซียส ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณแล็กโทส โปรตีน และแร่ธาตุ การเติมน้ำตาลในน้ำนม หรือนำนํมนไปเจือจางเพื่อเป็นส่วนประกอบในการผลิตเค้กจะทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำมนั้นเปลี่ยนแปลงไป น้ำนมปกติจะมีสมบัติเป็นกรดเล็กน้อย มีค่า (pH) ที่ 6.6-6.7 แต่ถ้ามีการปนเปื้อนกับจุลินทรีย์น้ำตาลแล็กโทสในน้ำนมจะเปลี่ยนเป็นกรดเล็กน้อย ค่าความเป็นกรดของน้ำนมจึงมากขึ้นด้วย ด้วยเหตุนี้การใช้นํมนทุกครั้งจึงควรใช้นํมนที่สดใหม่และเมื่อใช้เสร็จควรเก็บรักษานํมนในอุณหภูมิที่เหมาะสม

- ความหนืด ขณะเมื่อตีมํมนจะพบว่ามีความหนืดในขณะที่กำลังลงคอ ความหนืดของน้ำนมมีผลมาจากปริมาณของแข็งหรือสารแขวนลอยในน้ำนม

##### 2. สมบัติทางเคมี

น้ำนมมีส่วนประกอบทางเคมีที่ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน น้ำตาลแล็กโทส วิตามิน แร่ธาตุ และน้ำสมบัติและส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมมีความสำคัญสำหรับการผลิตเค้กเป็นอย่างมากโดยเฉพาะเค้กที่ต้องการความมันและผิวหน้าเหลืองเมื่ออบสุก เพราะต้องอาศัยน้ำตาลแล็กโทสในน้ำนมเป็นส่วนช่วยทำให้เกิดสี

#### 2.4.6.3 ประเภทของน้ำนมที่ใช้ในการผลิตเค้ก

ประเภทของน้ำนมที่ใช้ผลิตเค้ก แบ่งตามลักษณะการผลิตได้ ดังนี้

1. นํมนพาสเจอไรซ์ (pasteurized milk) คือ นํมนที่ผ่านความร้อน 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือใช้ความร้อน 72 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ความร้อนขนาดนี้จะทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคแต่ไม่ได้ฆ่าจุลินทรีย์ทั้งหมด ปัจจุบันนํมนพาสเจอไรซ์มีหลายรูปแบบ เช่น นํมนพร้อมมันเนย นํมนพร้อมไขมัน และนํมนขาดมันเนย และนํมนที่มีการเติมกลิ่นรสต่าง ๆ นํมนประเภทนี้นิยมนํามาเป็นส่วนประกอบในการทำเค้กมากที่สุดเนื่องจากมีสมบัติกายภาพ และเคมีที่ใกล้เคียงนํมนดิบ แต่อายุการเก็บรักษาค่อนข้างสั้น จึงต้องเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส

2. น้ํานมสดสเตอริไลซ์และยูเอชที (sterilized and UHT milk) คือ น้ํานมที่ผ่านความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 105-107 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25-30 นาที ทำลายจุลินทรีย์และสปอร์ที่มีอยู่ได้ทั้งหมด จึงทำให้เก็บไว้ได้นานในอุณหภูมิห้อง ในการผลิตเค้กสามารถใช้นมประเภทนี้ได้แต่จะแตกต่างกับการใช้น้ํานมที่ได้จากการพาสเจอร์ไรซ์ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ ที่พบว่าผลของการให้ความร้อนสูงทำให้คุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนในน้ํานมเปลี่ยนแปลงโดยเวย์จะเสียสภาพบางส่วน ในการเก็บรักษาน้ํานมที่ผ่านกระบวนการสเตอริไลซ์ และยูเอชทีที่สามารถเก็บในอุณหภูมิห้องได้นาน แต่เมื่อเปิดกล่องหรือกระป๋องแล้วต้องเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิที่ต่ำ

3. นมสตรระเหยหรือนมข้นจืด (evaporated milk or unsweetened condensed milk) คือ นมสดที่ผ่านกระบวนการทำให้เข้มข้นด้วยวิธีการระเหยน้ำออก ด้วยอุณหภูมิ ประมาณ 50-55 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำลดลงเหลือประมาณร้อยละ 74 มีความเข้มข้นประมาณ 2.1-2.25 เท่า ในขณะที่น้ำระเหยออกจะทำการโฮโมจีไนส์ (homogenizer) ไปด้วยเพื่อให้มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน น้ํานมที่แยกไขมันออกจะนำไปทำเนย หรือนมปราศจากไขมัน เมื่อนำมาระเหยเอาน้ำออกจะได้น้ํานมระเหยปราศจากไขมัน (evaporated skimmed milk) โดยทั่วไปน้ํานมข้นระเหยที่จำหน่ายในท้องตลาดจะอยู่ในรูปกระป๋องและฆ่าเชื้อในระดับสเตอริไลซ์ ผลิตจากนมพร่องมันเนยจึงทำให้นมชนิดนี้เป็นนมที่มีคุณภาพที่ดี ส่วนประกอบมาตรฐานของน้ํานมระเหยน้ำในแต่ละประเทศจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับมาตรฐานของประเทศนั้น ๆ ด้วยเหตุนี้เมื่อมีการใช้น้ํานมประเภทนี้ในการผลิตเค้กในต่างประเทศจะพบว่าลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และรสชาติของเค้กจึงมีความแตกต่างกันออกไปเล็กน้อย เช่น ส่วนประกอบของไขมันตามมาตรฐานประเทศไทยและสหรัฐอเมริกาจะต้องประกอบด้วย ไขมันนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.9 ส่วนในประเทศออสเตรเลีย จะกำหนดร้อยละ 8 และ ร้อยละ 9 ในสหราชอาณาจักร ด้วยลักษณะของนมที่ถูกระเหยน้ำออกการนำไปใช้จึงสามารถใช้ได้ โดยตรงภายหลังจากเปิดกระป๋องเพื่อต้องการให้ผลิตภัณฑ์เค้กมีความเข้มข้น แต่หากต้องการใช้แทน นมสดในสูตรจะต้องเติมน้ำสะอาดอีกเท่าตัวก่อนใช้ และเมื่อเติมน้ำแล้วควรเก็บไว้ในตู้เย็น และใช้ให้หมดภายใน 1 วัน เพราะอาจมีแบคทีเรียเจริญและทำให้นมเสีย

4. นมเปรี้ยว (Sour milk) คือ น้ํานมพาสเจอร์ไรซ์ชนิดที่มีมันเนยหรือไขมัน เนยนำมาเติมแบคทีเรียลงไปทำให้เกิดกรดมีรสเปรี้ยว และเมื่อมีความเป็นกรดมากขึ้นทำให้น้ํานมจับ ตัวมีลักษณะเป็นลิ่ม ครึ่งแข็งครึ่งเหลว และเนื้อสัมผัสเรียบ แบคทีเรียที่เติมลงไป ได้แก่ สเตรปโต- คอคคัส เทอร์โมฟิลัส (*Streptococcus thermophiles*) แล็กโตแบซิลลัส บัลการิคัส (*Lactobacillus bulgaricus*) และ โพลคาโม แบคทีเรียม โยเกิร์ต (*plocamo - bacterium yoghurt*) นมเปรี้ยวที่ นิยมใช้ในการผลิตเค้กมี 2 ชนิด ดังนี้

4.1 ชนิดที่เป็นของเหลว หรือนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม มี pH ประมาณ 0.3

4.2 ชนิดที่แข็งตัวเป็นลิ่ม หรือเรียกว่า โยเกิร์ต มี pH ประมาณ 0.6-0.7 นมเปรี้ยวชนิดนี้อาจมีการเติมเนื้อผลไม้ และสารให้กลิ่นต่าง ๆ ผสมเพื่อทำให้ได้โยเกิร์ตที่หลากหลายการใช้ประโยชน์ของนมเปรี้ยวในการผลิตเค้ก โดยทั่วไปจะนิยมเติมในเค้กที่ มีการใช้เบกกิ้งโซดา เพื่อทำให้สารตกค้าง และรสเฝื่อนที่เกิดจากเบกกิ้งโซดาลดลงด้วยสมบัติความเป็น กรดของนมเปรี้ยว

5. นมผง (dry whole milk) ในการผลิตเค้กนมผงได้รับความนิยมนำมาใช้เป็น ส่วนผสมอย่างแพร่หลายเนื่องจากความสะดวกในการใช้ และอายุการเก็บรักษาที่สามารถเก็บประหยัต์พื้นที่ ประเภทของนมผงที่จำหน่าย แบ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับ 2545 เรื่อง นมโค ว่านมผง หมายถึง นำนมดิบที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อที่ระเหยน้ำออก เป็นผงและอาจจะมีการเติมวัตถุอื่นที่เป็นองค์ประกอบของนมด้วยก็ได้ นมผงมี 5 ปี เต็มมันเนย นมผงชนิดพร่องมันเนย นมผงชนิดขาดมันเนย นมผงแปลงไขมันชน แปลงไขมันชนิดพร่องไขมัน การทำนมผงทำได้โดยนำ นำนมสดมาระเหยน้ำ ร้อยละ 97 ด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray drying) นมผงประกอบด้วยน้ำตาลแล็กโทส ไขมัน และโปรตีน นมผงดูดความชื้นได้ง่ายและจะกลายเป็นก้อนแข็ง และเหนียวถ้าตั้งทิ้งไว้ จึงควรเก็บไว้ในที่แห้ง สะอาดและเย็น มีฝาปิดมิดชิด ถ้าถูกอากาศจะทำให้นมเกิดกลิ่นหืนเร็ว และหากเก็บไว้นานจะมี สีน้ำตาลเข้มขึ้น ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด ปฏิกิริยานี้ทำให้คุณค่าโปรตีนด้อยลง และรสชาติไม่ดี นมผงที่ดีจะต้องมีลักษณะการกระจายตัวที่ดี ไม่จับเป็นก้อนเหนียว การเลือกซื้อนมผงควรพิจารณาความถี่ หรือปริมาณการใช้หากใช้ปริมาณไม่มากและไม่บ่อยครั้ง ควรเลือกซื้อนมผงชนิดนมผงขาดมันเนย (dried skim milk) ที่ทำจากนมที่ปราศจากไขมัน ด้วยกระบวนการเดียวกับนมผง แต่ได้นมผงที่มีมันเนยไม่ถึงร้อยละ 1.5 นมผงชนิดนี้จะเก็บได้นาน เพราะไม่มีไขมันที่จะทำให้เหม็นหืน และมีราคาถูกกว่านมผงธรรมดา (ธนนท์ , 2558)

#### 2.4.6.4 หน้าที่ของนมที่มีต่อผลิตภัณฑ์

การใช้นมในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ควรต้องคำนึงถึงส่วนสำคัญ 2 ส่วนในนม คือ

- ส่วนที่เป็นน้ำ
- ส่วนที่เป็นของแข็งในนม

น้ำในนมจะมีอยู่ในช่วงระหว่าง 12 - 90 % ขึ้นอยู่กับชนิดของนมนั้นทำหน้าที่หลายอย่างเมื่อมีอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม คือ

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน
2. ช่วยรวมส่วนผสมอื่น ๆ เข้าด้วยกัน
3. ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม
4. ช่วยให้แป้งเกิดเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เมื่อรวมกับน้ำ
5. ความชื้นของนมไม่ได้เป็นทั้งตัวทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งขึ้นหรือนุ่มขึ้น แต่

เมื่อรวมกับส่วนผสมอื่น ๆ แล้วอาจช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีทั้งความแข็งและความนุ่มทั้ง 2 อย่างได้

#### 2.4.6.5 การเก็บรักษานม

1. นมสดหรือนมพาสเจอร์ไรซ์ ควรเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 38-40 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 3-5 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย แม้ว่า การพาสเจอร์ไรซ์นมจะเป็นการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย แต่แบคทีเรียที่ไม่เป็นอันตรายบางชนิดจะทนต่อการพาสเจอร์ไรซ์และแบคทีเรียเหล่านี้ จะเป็นสาเหตุให้นมนั้นเปรี้ยวได้ถ้าไม่เก็บให้ถูกต้อง

2. นมขึ้นโดยปกติบรรจุในกระป๋อง เมื่อเปิดใช้แล้วควรเก็บไว้ในที่เย็น แล้วปิดฝาให้มิดชิด ถึงแม้ว่าน้ำตาลที่มีอยู่ในนมจะทำหน้าที่เป็นสารกันเสียก็ตาม นมขึ้นหวานก็จะเสื่อมเสียได้ภายใน 23 สัปดาห์ ความร้อนและแสงจะช่วยทำให้นมเสื่อมเสียเร็วขึ้น อีกอย่างหนึ่งก่อนใช้นมขึ้นหวาน ควรต้องคนให้ทั่ว ๆ ถึงกันภาชนะบรรจุ เพราะน้ำตาลมักจะตกผลึกตามข้าง ๆ และตกไปอยู่กันภาชนะได้

3. นมผง ไม่ว่าจะเป็นนมผงมีไขมันเต็มหรือปราศจากไขมันก็ตามควรเก็บไว้ในที่แห้งแล้วปิดฝาให้สนิท เพราะนมผงนั้นมักจะดูดความชื้นจากอากาศไว้ นมผงปราศจากไขมันจะเก็บได้ ต่ำกว่านมผงมีไขมันเต็ม นมผงที่จับตัวเป็นก้อนหรือแข็งตัวควรนำมาบดให้ละเอียดแล้วร่อนเสียก่อน แล้วจึงนำไปละลายในน้ำเย็นเพื่อให้เป็นสารละลายก่อนที่จะนำไปใช้ อย่าคิดว่าจะใช้เครื่องผสมช่วยตีนมที่แข็งโดยผสมไปกับส่วนผสมอื่นๆ เพราะเครื่องผสมจะตีก้อนนมที่จับตัวแข็งนี้ออกเป็นชิ้นเล็กๆ ซึ่งจะไม่ละลายเข้าไปในส่วนผสม เมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ชิ้นเล็กๆ ของนมผงเหล่านี้จะแข็งขึ้นและเป็นเม็ดทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบได้ไม่น่าดู (จิตธนาและอรอนงค์, 2556)

#### 2.4.7 เกลือ

##### 2.4.7.1 ลักษณะทั่วไป

เกลือที่ใช้ในการผลิตเบเกอรี่ คือ เกลือแกง หรือเกลือสมุทร มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) สูตรทางเคมี คือ NaCl เกลือเกิดจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดกับด่าง (alkaline) ในทางวิทยาศาสตร์นั้นพบว่าเกลือเป็นจำนวนมากในหนังสือนี้จะกล่าวถึงเกลือแกงเท่านั้น เพราะเป็นเกลือที่ใช้ในการผลิตเค้ก ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร (2558) กล่าวถึงเกลือประเภทนี้จะไม่มีค่าความชื้นเหลืออยู่จึงทำให้มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 95.5-98.5 และมีสารอื่นเจือปน เช่น แมกนีเซียม (Mg) แคลเซียม (Ca) และซัลเฟต (SO<sub>4</sub>)

การเรียกชื่อเกลือทั่วไปจะเรียกชื่อโลหะที่มาจากโมเลกุลของต่างก่อน แล้วตามด้วยชื่อของกรดที่มีค่าลงท้ายเปลี่ยนไป เช่น เกลือโซเดียมของกรดไฮโดรคลอริก เรียกว่า โซเดียมคลอไรด์ หรือเกลือแกง เกลือโพแทสเซียมของกรดทาร์ทาริก เรียกว่า โพแทสเซียมไบตาร์ทเรต หรือผงฟู (Cream of tartar)

##### 2.4.7.2 ประเภทของเกลือที่ใช้ในการผลิตเค้ก

ในการผลิตเค้กใช้เกลือ 2 ชนิด คือ เกลือแกง และเกลือโพแทสเซียมไบตาร์ทเรตหรือผงฟู รายละเอียด ดังนี้

1. เกลือแกงควรมีลักษณะเป็นผลึกป่นละเอียด ไม่เป็นก้อน สะอาด ไม่มีรสขม หรือรสเผื่อน และไม่มีสิ่งแปลกปลอมที่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค
2. โพแทสเซียมไบตาร์ทเรต หรือผงฟู (Cream of tartar) ลักษณะเป็นผงสีขาว ใช้สำหรับเป็นส่วนผสมของผงฟู ประเภทผงฟูกำลังหนึ่ง ซึ่งเป็นประเภทที่ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกมาทันทีระหว่างการผสมและระหว่างรอการอบ นอกจากนี้ยังใช้เติมระหว่างการตีไข่ขาวให้ขึ้นฟู (ตีโฟม) โดยจะช่วยทำให้ไข่ขาวมีความคงตัว และเนื้อเนียนกว่าการไม่เติม และจะช่วยทำให้เค้กฟู เบา

##### 2.4.7.3 สมบัติของเกลือที่มีผลต่อเค้ก

สมบัติของเกลือที่มีต่อการผลิตเค้ก สรุปได้ดังนี้

1. เกลือเป็นวัตถุที่มีจุดหลอมเหลว (melting point) สูง ดังนั้นการใช้เกลือในการผลิตเค้กจึงจำเป็นต้องเลือกใช้เกลือที่มีผลึกขนาดเล็ก และควรตีผสมเกลือกับของเหลวหรือไขมัน ในสตรให้ละลายก่อน เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนสถานะของเกลือที่มีลักษณะเป็นของแข็งกลายเป็น ของเหลว และละลายอยู่ในส่วนผสมได้ง่าย และยังทำให้เนื้อเค้กมีรสชาติสม่ำเสมอ
2. ความสามารถในการละลายน้ำ เกลือแกง และเกลือโพแทสเซียมของกรดทาร์ทาริก หรือผงฟู (Cream of tartar) เป็นเกลือที่มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี

#### 2.4.7.4 บทบาทและหน้าที่ของเกลือในเค้ก

1. เกลือช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมในสูตรให้เด่นชัด
2. ช่วยทำให้เค้กมีโครงสร้างที่แข็งแรง เนื้อแน่น (tighten) เนื่องจากเกลือช่วย ทำให้เกิดกลูเตนในแป้งข้าวสาลีระหว่างการผสม จึงทำให้เนื้อเค้กมีลักษณะแน่นแต่ไม่เหนียว เนื่องจากใช้ ในปริมาณที่น้อย (Amendola and Rees, 2003) จึงเป็นผลดีต่อโครงสร้างของเค้กทำให้มีลักษณะ อยู่ตัว ไม่แตกง่ายหลังอบสุก และการเอาออกจากพิมพ์ (ฉนวน, 2558)

#### 2.4.8 โอวาเลต

โอวาเลตเป็นสารที่ใช้ในการทำเค้กที่มีไข่เป็นส่วนผสมหลัก มีลักษณะเป็นครีมใสสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ช่วยส่วนผสมรวมตัวดีขึ้นและขึ้นฟูมากขึ้น ทำให้เนื้อเค้กมีความละเอียด และหอมมากขึ้น ส่วนใหญ่ใช้ในขนมอบ เช่น การทำเค้กเนื้อหนัก บัตเตอร์เค้ก และสปันจ์เค้ก

##### 2.4.8.1 คุณสมบัติของโอวาเลตที่มีผลต่อการผลิตเค้ก

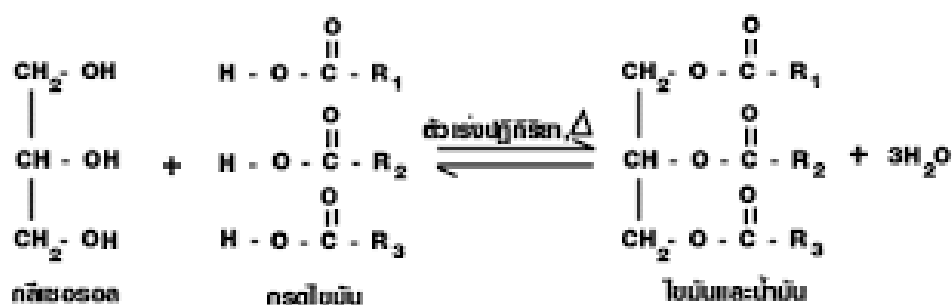
1. ช่วยประสานส่วนผสมทุกอย่างในสปันจ์เค้กให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน (Cake Emulsifier)
2. ทำให้เค้กตีเร็วและง่ายขึ้น ทำให้เนื้อเค้กคงอยู่ได้โดยไม่ยุบ (Cake Stabilizer)
3. เนื้อเค้กนุ่ม ละเอียดและสม่ำเสมอ แม้เก็บเค้กไว้หลายวันเนื้อเค้กยังมีคุณภาพสด ไม่แห้ง (bakerstreet, ม.ป.ป.)

#### 2.4.9 กลิ่นวนิลลา

เป็นกลิ่นหอมจากพืชชนิดหนึ่งใส่ในส่วนผสมของเค้กและคุกกี้ แบ่งเป็นวนิลลาน้ำและวนิลลาผง วนิลลาน้ำเป็นวนิลลาสังเคราะห์ มีสีน้ำตาลเข้ม กลิ่นหอม ควรเลือกซื้อขวดที่ไม่มีตะกอนนอนก้นขวด สำหรับวนิลลาผงมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาวนวล กลิ่นหอม เมื่อใช้งานเรียบร้อยแล้วควรเก็บให้มิดชิด อย่าให้ถูกความชื้น (ดาราพันธุ์และศศิพร, 2559)

### 2.5 ไขมัน

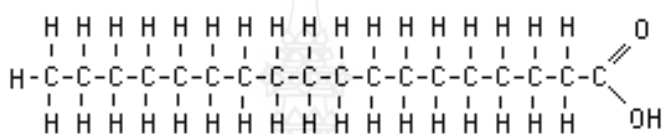
ไขมันและน้ำมันประกอบด้วยกรดไขมัน (fatty acids) 3 โมเลกุลกับกลีเซอรอล (glycerol) ซึ่งกรดไขมันหนึ่งชนิดหรือมากกว่าหนึ่งชนิดจะรวมตัวกับโมเลกุลของกลีเซอรอลเพื่อให้เกิดเป็นไตรกลีเซอไรด์ กลีเซอรอลเป็นของเหลวข้นเหมือนน้ำเชื่อมไซรัปที่หนากว่าน้ำ มีรสหวาน โดยปกติแล้ว ส่วนประกอบของไตรกลีเซอไรด์ที่มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิของห้อง เรียกว่า ไขมัน (Fats) และส่วนประกอบที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิของห้อง เรียกว่า น้ำมัน (Oil) ทั้งไขมันและน้ำมันจะมีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำ และมีคุณลักษณะเฉพาะต่างกันไป



ภาพ ปฏิบัติการเตรียมไขมันและน้ำมัน  
ที่มา : อนุสิษฐ์ (2560)

### 2.5.1 กรดไขมัน(Fatty acid)

กรดไขมันเป็นการเรียงตัวของธาตุคาร์บอน (Carbon , C) โดยที่ปลายด้านหนึ่งเป็นmethyl group อีกด้านหนึ่งเป็น carboxyl group ความยาวของ C มีได้หลายตัวหากมีความยาวน้อยกว่า 6 เรียก Short chainsk หากมี C มากกว่า 12 เรียก long chain fatty acid กรดไขมันเป็นอาหารของกล้ามเนื้อ หัวใจ อวัยวะภายในร่างกาย กรดไขมันส่วนที่เหลื้จะใช้จะถูกสะสมในรูป triglyceride (ใช้กรดไขมัน 3 ตัวรวมกับ glycerol) ซึ่งจะสะสมเป็นไขมันในร่างกาย (siamhealth, ม.ป.ป.)



Stearic acid, a saturated fatty acid

ภาพ โครงสร้างกรดสเตียริก  
ที่มา : siamhealth (ม.ป.ป.)

### 2.5.2 ไขมันที่อยู่ในอาหาร

ไขมันที่มีอยู่ในอาหารจะประกอบไปด้วยไขมัน 3 ชนิด ดังนี้

#### 1. ไขมันอิ่มตัว (Saturated fat)

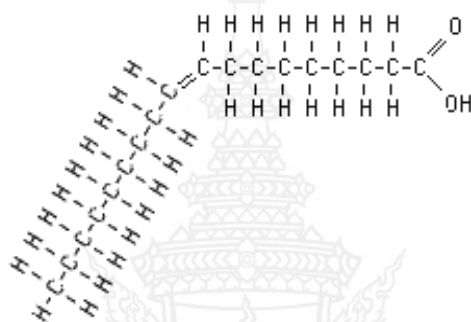
กรดไขมัน ([fatty acid](#)) ที่พันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมในโมเลกุลเป็นพันธะเดี่ยว และไม่สามารถรับไฮโดรเจนได้อีก มีสูตรทั่วไปเป็น  $C_nH_{2n}O_2$  มีความเสถียร ไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนทำให้ไม่เกิดการเหม็นหืนจากออกซิเจน ([lipid oxidation](#)) มีจุดหลอมเหลว ([melting point](#)) สูง เมื่อเปรียบเทียบกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ([unsaturated fatty acid](#)) ที่มีจำนวนคาร์บอนเท่ากัน แหล่งอาหารของไขมันอิ่มตัวได้แก่

- น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว
- กะทิ เนย นม เนื่อแดง ช็อกโกแลต
- เนื้อวัวติดมัน
- หมูติดมัน
- ไก่และเป็ดติดหนัง
- มันวู้
- น้ำมันหมู

- เนย
- ซีส
- นมและผลิตภัณฑ์จากนม
- เบเกอรี่ (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, ม.ป.ป.)

## 2. ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fat)

เป็นกรดไขมันที่มีธาตุ C ต่อกันด้วย Double bond เพียงหนึ่งตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการรับประทานอาหารไขมันประเภทนี้ ทดแทนไขมันอิ่มตัวจะช่วยลดระดับ LDL Cholesterol ซึ่งเป็นไขมันที่ไม่ดีก่อให้เกิดโรคหลอดเลือดตีบ อาหารที่มีไขมัน Monounsaturated ได้แก่ avocados, nuts, and olive, peanut and canola oils



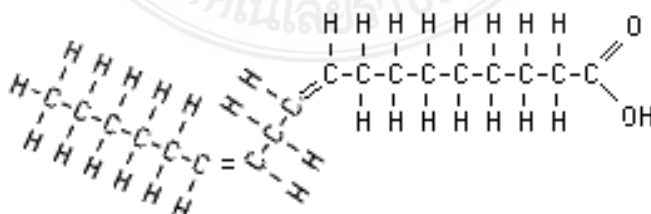
ภาพ โครงสร้างกรดโอเลอิก

ที่มา : siamhealth (ม.ป.ป.)

## 3. กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated fat)

กรดไขมันที่มีธาตุ C ต่อกันด้วย Double bond อยู่หลายตำแหน่ง หากรับประทานอาหารแทนไขมันอิ่มตัวจะไม่เพิ่มระดับไขมันในร่างกาย อาหารที่มีไขมันชนิดนี้ ได้แก่

- น้ำมันพืชทั้งหลายเช่น น้ำมันข้าวโพด น้ำมันดอกทานตะวัน น้ำมันถั่วเหลือง
- oily fish such as salmon, fresh tuna and mackerel
- avocados
- nuts and seeds (siamhealth, ม.ป.ป.)



ภาพ โครงสร้างกรดลิโนเลอิก

ที่มา : siamhealth (ม.ป.ป.)

### 2.5.3 หน้าที่ของไขมันในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1. สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์
  - ให้ความอ่อนนุ่ม และให้กลิ่นรสที่ดี
  - ช่วยในการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเตนมีความแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ ซึ่งทำให้ปริมาตรและเปลือกนอกของขนมปังดีขึ้น
  - ช่วยหล่อลื่นกลูเตนให้ยืดหดได้ดี โดยช่วยการขยายตัวของผนังเซลล์และจัดโครงสร้างของ กลูเตน ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของขนมปัง
2. สำหรับผลิตภัณฑ์เค้กที่ใช้ไขมัน
  - ช่วยในการเป็นครีม ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้กนั้น ค่าของการเป็นครีมของไขมันนั้นเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะในการผสมแบบซูก้า-บัตเตอร์ของการทำบัตเตอร์เค้กหรือเค้กเนย ซึ่งจะต้องตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูก่อน การใช้ไขมันจากพืชหรือเนยขาวที่ผ่านการเติมก๊าซไฮโดรเจน เข้าไปนั้น จะตีครีมกับน้ำตาลได้ดีเพราะไขมันแข็งสามารถจับอากาศที่ได้จากการตีครีมได้มากกว่า เนื่องจากเนยขาวนั้นมีลักษณะที่ยืดหยุ่นดีกว่าคือ ไม่แข็งที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ได้เค้กที่มีเนื้อละเอียด
  - ไขมันที่เป็นพวกอิมัลซิไฟค์จะทำให้ส่วนผสมของเค้กที่มีสัดส่วนของน้ำและน้ำตาล เข้ากันได้ โดยน้ำกับไขมันจะไม่แยกตัว ทำให้สามารถตีครีมได้ดี ซึ่งเป็นผลดีต่อคุณภาพของเค้ก โดยเฉพาะ ไฮ-เร โซเค้ก ซึ่งเป็นเค้กที่มีสัดส่วนของน้ำและน้ำตาลสูง
  - เนยสดให้กลิ่นรสที่ดี แต่มีคุณค่าในการเป็นครีมด้อยกว่าเนยขาว เมื่อตีครีมจะขึ้นไม่ฟูเท่าเนยขาว และขาดความสม่ำเสมอ
  - สำหรับทำคุกกี้และเพสตรี ความสำคัญของไขมันอยู่ที่ค่าของการเป็นครีมที่ดีและความยืดหยุ่นของไขมัน คุกกี้ใช้น้ไขมันประมาณ 10-15% และในเพสตรีใช้ประมาณ 40% (จิตรนา และอรอนงค์, 2556)

### 2.5.4 การเก็บรักษาไขมัน

ไขมันควรเก็บลงในภาชนะที่มีฝาปิดป้องกันฝุ่นละอองและการดูดกลิ่น การเก็บรักษาควรเก็บให้พ้นจากแสงและความร้อนหรือที่ที่มีอุณหภูมิสูง เพราะจะทำให้มีกลิ่นหืนได้ง่าย เพราะไขมันสามารถดูดกลิ่นแปลกปลอมเข้าไปได้ง่ายและรวดเร็ว จึงไม่ควรเก็บไขมันใกล้กับสิ่งที่ทำให้เกิดกลิ่นการเก็บรักษาไขมันควรเก็บตามคุณสมบัติของไขมัน คือ ถ้าเป็นเนยสดควรเก็บไว้ในตู้เย็น เนยขาวเนยเทียมและน้ำมันพืชสามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องได้ แต่ควรเก็บให้พ้นแสงและที่อุณหภูมิสูง แต่ถ้าใช้งานไม่หมด ควรเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้น

### 2.5.5 การเลือกซื้อไขมัน

การเลือกซื้อไขมันนั้นควรทำการเลือกซื้อ ดังนี้

1. เลือกไขมันให้เหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่
2. ควรเป็นไขมันใหม่ ไม่มีกลิ่นเหม็นหืน ไม่มีตะกอน (สเปเชียล ฟู้ด, ม.ป.ป.)

## 2.6 สารทดแทนไขมัน

สารทดแทนไขมัน (fat replacers) เป็นสารผสมอาหารที่ใช้ทดแทนไขมัน เพื่อผลิต อาหารลดไขมันหรืออาหารลดพลังงาน สารเหล่านี้จะมีพลังงานน้อยกว่าไขมันหรือไม่ให้พลังงาน เพราะไม่สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย การใช้สารทดแทนไขมันจะต้องทำให้อาหารมีลักษณะเป็นครีม มีความมัน ความลื่น ความนุ่มนวล หรือสามารถนำความร้อนได้เหมือนมีไขมัน ในปัจจุบันมีการวิจัย และพัฒนาสารทดแทนไขมันหลายชนิด บางชนิดได้รับการอนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปได้ แต่อีกหลายชนิดยังอยู่ระหว่างการศึกษาด้านความปลอดภัย และยังไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในอาหาร

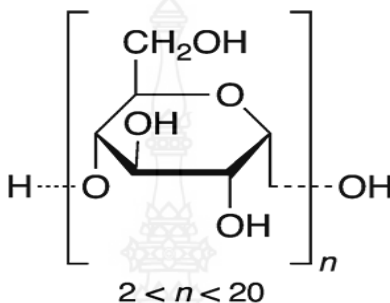
### 2.6.1 คุณสมบัติของสารทดแทนไขมัน

คุณสมบัติที่สำคัญเพื่อใช้เป็นสารทดแทนไขมัน ดังนี้

1. มีพลังงานน้อยกว่า 9 kcal/g (37 kJ/g)
2. ปลอดภัย คือ ผลิตมาจากวัตถุดิบที่ไม่มีพิษ หรือถ้าเป็นสารสังเคราะห์ ต้องไม่ทำให้เกิดอาการผิดปกติ เช่น ท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน
3. ไม่มีสี กลิ่น รส หรือถ้ามีต้องไม่ทำให้อาหารมีกลิ่นรสหรือเนื้อสัมผัสไม่เป็นที่ยอมรับ
4. ราคาไม่สูงเกินไปกว่าราคาไขมันปกติ
5. มีคุณสมบัติหรือหน้าที่เหมือนไขมัน เช่น
  - ด้านเนื้อสัมผัสของอาหารในปาก (mouthfeel) เช่น ลื่น (Lubricity) มัน (creaminess) นุ่ม (tenderness)
  - การทาติดอาหาร (spreadability)
  - กลิ่นรสคล้ายไขมันหรือช่วยให้มีการปลดปล่อยสารให้กลิ่นรสเหมือน หน้าที่ของไขมัน
  - นำความร้อน
  - ช่วยยืดอายุการเก็บอาหาร เพราะช่วยลด water activity ของอาหาร ได้เหมือนไขมัน
  - ช่วยในการดูดซึมวิตามินที่ละลายในไขมัน คือ วิตามินเอ ดี อีและเค
  - ให้กรดไขมันจำเป็น (essential fatty acids) คือ linoleic acid และ a - linolenic acid
6. เสถียร สามารถทนอุณหภูมิในการหุงต้มอาหารหรือการแปรรูปได้ โดย ไม่เปลี่ยนแปลงหรือเสียคุณลักษณะที่ดี
7. สามารถปรับจุลหุลอมเหลวให้เหมาะกับการใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้
8. มีอายุการเก็บนาน เช่น อย่างน้อย 1 ปี
9. ไม่ขัดขวางการดูดซึมสารอาหารอื่น (มลศิริ, 2545)

## 2.7 มอลโทเดกซ์ทริน

มอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin) เป็น สารคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ประเภท polysaccharide มีสูตรโมเลกุลคือ  $C_6nH_{(10n+2)}O_{(5n+1)}$  ;  $2 < n < 20$  ซึ่งได้จากการย่อยโมเลกุล (partial hydrolysis) ของสตาร์ช (starch) ให้เป็นกลูโคส (glucose) สายสั้น ๆ มีลักษณะเป็นผงหรือสีขาว ไม่มีรสหรือหวานเล็กน้อย สามารถละลายน้ำได้ดี มอลโทเดกซ์ทรินถูกใช้เป็นวัตถุเติมแต่งอาหาร (food additive) ในผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิด เช่น เครื่องดื่ม (soft drinks) ลูกอม ลูกกวาด คุกกี้ เบเกอรี่ เป็นต้น



ภาพ โครงสร้างทางเคมีของมอลโทเดกซ์ทริน

ที่มา : ทีซีเอส แปซิฟิค (ม.ป.ป.)

### 2.7.1 ประเภทของมอลโทเดกซ์ทริน

มอลโทเดกซ์ทรินสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามค่าสมมูลเดกซ์โทรส (Dextrose Equivalent, DE) ดังนี้

1. มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่ำ ซึ่งจะมีค่า DE อยู่ระหว่าง 5-20
2. มอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE สูง ซึ่งจะมีค่า DE มากกว่า 20

โดยมอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE สูง จะมีความหวานมากกว่ามอลโทเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่ำ เนื่องจากค่า DE ที่สูงแสดงถึงโมเลกุลของสตาร์ชที่ถูกย่อยได้และได้เป็นน้ำตาลกลูโคสมากกว่า (ทีซีเอส แปซิฟิค, ม.ป.ป.)

### 2.7.2 การใช้มอลโทเดกซ์ทริน

มอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin) ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอย่างกว้างขวาง ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน อาหารไขมันต่ำ ในผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง ประเภทอาหารผง เช่น เครื่องดื่มผง เครื่องปรุงรสชนิดผง มอลโทเดกซ์ทรินยังสามารถใช้ประโยชน์ได้อีก ดังนี้

1. ใช้ในอาหาร เพื่อสุขภาพ โดย จัดเป็น Functional food ประเภท prebiotic
2. เป็นสารให้ความหวาน (sweetener)
3. เป็นสารทดแทนไขมัน (fat substitute) ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (bakery) ไอศกรีม
4. ป้องกันการเกาะเป็นก้อน (anticaking agent)
5. เพิ่มเนื้อ (bulking agent) เช่น เพิ่มเนื้อในการทำแห้ง (dehydration) อาหารแห้ง ประเภท อาหารผง เครื่องดื่มผง ด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย spray drier หรือ drum drier

6. ห่อหุ้มสารให้กลิ่นรส (flavor encapsulation) (พรีเมียร์ฟู้ดแอนด์แมชชีนเนอรี, ม.ป.ป.)

2.7.3 ข้อกำหนดของสารแปลกปนของมอลโทเดกซ์ทริน

1. เถ้าหลังเผา ไม่เกินร้อยละ 0.5
2. โปรตีนทั้งหมด ไม่เกินร้อยละ 0.5 หรือไม่เกินร้อยละ 1.0 สำหรับมอลโทเดกซ์ทรินที่ผลิตจากสตาร์ชที่มีปริมาณอะไมโลส (amylose) สูง
3. ปริมาณของแข็งทั้งหมด มอลโทเดกซ์ทรินชนิดผงหรือเกล็ด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90.0 มอลโทเดกซ์ทรินชนิดเหลว ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50.0
4. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide) ไม่เกินร้อยละ 0.0025
5. ตะกั่ว ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (พิมพ์เพ็ญและนิตยา, ม.ป.ป.)



## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรรัตน์และคณะ (2560) วิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของมอลโทเดกซ์ทรินต่อลักษณะคุณภาพของบรารวี่ลดไขมัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของมอลโทเดกซ์ทรินต่อลักษณะคุณภาพบรารวี่ลดไขมัน โดยการใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล (มอลโทเดกซ์ทรินต่อน้ำ 1:1) ทดแทนไขมันในบรารวี่ไขมันเนยเต็มส่วน ที่ร้อยละ 25, 50 และ 75 ประเมินผลด้วยการวัดคุณภาพเนื้อสัมผัส ปริมาตร ค่าสีวอเตอร์ แอคติวิตี การยอมรับทางประสาทสัมผัส และปริมาณไขมันที่ลดลง ผลการศึกษพบว่า การใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล ทดแทนไขมันร้อยละที่สูงขึ้นมีผลต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสบรารวี่ลดไขมัน คือ มีค่าแรงยึดเกาะเพิ่มขึ้น (0.16-0.20) แต่ค่าความแน่น (8.4-9.2 กิโลกรัม/วินาที) และค่าการคืนตัวลดลง (0.41-0.44) ขณะที่ บรารวี่ ไขมันเนยเต็มส่วนมีค่าเท่ากับ 0.10 , 10.1 กิโลกรัม/วินาทีและ 0.45 ตามลำดับ สำหรับปริมาตรเค้ก มีแนวโน้มลดลง ( $p \geq 0.05$ ) การวัดค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับลักษณะปรากฏของบรารวี่ลดไขมันที่มีสีน้ำตาลเข้มลดลง สำหรับค่าวอเตอร์แอคติวิตีใกล้เคียงกัน คือ 0.72-0.75 ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสพบว่า คะแนนความชอบรวม คะแนนด้านรสชาติและกลิ่น มีค่าลดลง ยกเว้นความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบสีมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับบรารวี่ไขมันเนยเต็มส่วน การใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล ทดแทนไขมันในร้อยละที่สูงขึ้น ทำให้ปริมาณไขมันทั้งหมดและไขมันอิ่มตัวของบรารวี่ลดลง เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพของบรารวี่ลดไขมัน ประโยชน์ต่อสุขภาพ และการยอมรับของผลิตภัณฑ์สรุปได้ว่า ปริมาณที่เหมาะสมของมอลโทเดกซ์ทรินเจลที่ใช้ทดแทนไขมันเนยในบรารวี่คือไม่ควรมากกว่าร้อยละ 50

เพ็ญศรี (2541) วิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการใช้สารทดแทนไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบและสารอิมัลซิฟายเออร์ในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ ในขั้นแรกได้ศึกษาสารอิมัลซิฟายเออร์ 3 ชนิด คือ ซูโครส เอสเทอร์โมโนกลีเซอไรด์ และโพลีซอร์เบต 60 ที่ระดับ 1 , 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแบ่งประเมินผลเค้กเนยโดยใช้เกณฑ์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ร่วมกับสมบัติทางกายภาพของส่วนผสมเหลวและเค้กเนย ต่อมาศึกษาสารทดแทนไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบ 3 ชนิดคือ โพลีเด็กซ์โตส มอลโทเดกซ์ทริน และ N-Lite B('R)) โดยแทนที่ไขมันในสูตรที่ระดับ 20 , 40 , 60 , 80 และ 100% โดยน้ำหนักไขมัน ประเมินเค้กเนยโดยใช้เกณฑ์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ร่วมกับสมบัติทางกายภาพ จากนั้นศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำโดยใช้สารอิมัลซิฟายเออร์ร่วมกับสารทดแทนไขมัน ด้วย Response Surface Methodology เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมแล้ว ศึกษา High concentrate เป็นสารแต่งกลิ่นเนย โดยแปรปริมาณ High concentrate ที่ระดับ 0.25 0.375 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ประเมินผลเค้กเนยโดยใช้เกณฑ์คุณภาพทางประสาทสัมผัส จากนั้นศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและค่าพลังงานของเค้กเนยสูตรควบคุมและสูตรลดไขมัน ในขั้นตอนสุดท้ายศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างเก็บโดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงโพลีโพรพิลีน ณ อุณหภูมิห้อง (25-28 องศาเซลเซียส) และในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ทุกๆ วัน วิเคราะห์ความชื้น ค่าความแข็ง ปริมาณแบคทีเรีย รา และยีสต์ ผลการทดลองพบว่า เค้กเนยที่ใช้ซูโครส เอสเทอร์ที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแบ่งเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์มีคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าเค้กเนยที่ใช้สารอิมัลซิฟายเออร์อื่นๆ สำหรับการแทนที่ไขมันด้วยสารทดแทนไขมันทำให้คะแนนการ

ยอมรับของเค้กเนยลดลงเมื่อระดับการแทนที่เพิ่มขึ้น จากการทดลองพบว่าสามารถแทนที่ไขมันด้วยสารมอลโทเดกซ์ทรินได้ถึงระดับ 60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักไขมัน โดยมีปริมาตรและคะแนนการยอมรับรวมสูงกว่าเค้กเนยที่ใช้สารทดแทนไขมันอื่นๆ ส่วนสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำคือ ใช้ซูโครสเอสเทอร์ 1.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแบ่งเป็นสารอิมัลซิฟายเออร์ ร่วมกับมอลโทเดกซ์ทรินแทนที่ไขมันที่ระดับ 52 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักไขมัน เค้กเนยแคลอรีต่ำที่ผลิตได้นั้นมีกลิ่นเนยลดลง จึงใช้ High concentrate เป็นสารแต่งกลิ่นเนย พบว่าใช้ High concentrate ที่ระดับ 0.25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด มีคะแนนการยอมรับรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ( $p > 0.05$ ) จากนั้นนำเค้กเนยแคลอรีต่ำมาวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีพบว่า มีความชื้น 18.12 เปอร์เซ็นต์โปรตีน 5.63 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 8.33 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 62.27 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 0.15 เปอร์เซ็นต์ และค่าพลังงาน 3.462 กิโลแคลอรีต่อกรัมซึ่งสามารถลดไขมันลง 48.38 เปอร์เซ็นต์ และมีพลังงานลดลง 15.17 เปอร์เซ็นต์เทียบกับสูตรควบคุม ในระหว่างการเก็บพบว่าเค้กเนยสูตรควบคุมและเค้กเนยแคลอรีต่ำเก็บได้นานที่อุณหภูมิห้อง 2 วันและอย่างน้อย 5 วันที่อุณหภูมิในตู้เย็นโดยไม่เกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บพบว่าปริมาณความชื้นลดลง ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ปริมาณแบคทีเรีย รา ยีสต์เพิ่มขึ้น

วีระพงศ์และวรารณ (2559) วิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของชนิดเนยสดสวนดูลิตและปริมาณแซนแทนกัมที่มีต่อคุณภาพของเค้กเนยสดปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวหอมมะลิ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้แบ่งความหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดเพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้ที่แพ้กลูเตน องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวหอมมะลิมิปริมาณไขมัน ความชื้น เถ้า โยอาหาร โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ  $1.24 \pm 0.05$  ,  $8.78 \pm 0.05$  ,  $0.48 \pm 0.05$  ,  $0.81 \pm 0.05$  ,  $1.03 \pm 0.05$  และ  $87.66 \pm 0.05$  มีปริมาณอะไมโลสที่ร้อยละ 9.18 ผลการใช้เนยสดสวนดูลิต 2 ชนิด ได้แก่ เนยสูตร AA และเนยสูตร AAA และใช้แซนแทนกัม 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 , 0.5 , 1.0 และ 2.0 ที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของเค้กเนยจากแป้งข้าวหอมมะลิ พบว่าเค้กเนยที่ใช้เนยสูตร AA และปริมาณแซนแทนกัมร้อยละ 0.5 มีปริมาตรจำเพาะสูงสุด ( $3.09 \pm 0.01$ ) และมีค่าความแข็ง ( $227.26 \pm 7.72$ ) ใกล้เคียงกับเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งสาลี (สูตรควบคุม) มากที่สุด ส่วนผลด้านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเค้กที่ผลิตจากเนยสูตร AA และปริมาณแซนแทนกัมร้อยละ 0.5 มากที่สุด ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ ความแข็ง ความแน่นเนื้อ และความชอบโดยรวม ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวหอมมะลิ พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก และมีผู้บริโภคร้อยละ 97 ยอมรับผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวหอมมะลิ

ศุภรัตน์และคณะ (2560) วิจัยนี้ได้ทำการศึกษากการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของเจลอิโนลินด้วยกระบวนการโฮโมจิไนซ์เซชันเพื่อใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกระบวนการโฮโมจิไนซ์เซชันต่อลักษณะทางกายภาพของเจลอิโนลินร่วมกับศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการนำเจลอิโนลินมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก โดยเริ่มจากวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในการศึกษาผลของความเร็วยรอบในกระบวนการโฮโมจิไนซ์เซชันต่อลักษณะทางกายภาพของสารละลายอิโนลินที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก จำนวน 3 ระดับ ได้แก่ ความเร็ว 0 (H1) , 5,000 (H2) และ 10,000 (H3)

รอบต่อนาที และเก็บที่อุณหภูมิ  $10 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า เมื่อเพิ่มความเร็วยกในการโฮโมจิไนซ์เซชันเจลอิโนลินมีขนาดอนุภาคที่เล็กลงและมีพื้นที่ผิวจำเพาะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าความหนืดและค่าความแข็งของเจลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) จากนั้นศึกษาโดยการจัดสิ่งทดลองแบบแฟคทอเรียล  $3 \times 3$  ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ต่อการนำเจลอิโนลินมาใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เค้ก ปัจจัยที่ 1 ได้แก่ สารละลายอิโนลินความเข้มข้น ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ที่ผ่านการโฮโมจิไนซ์เซชันที่ความเร็ว 0 (H1) , 5,000 (H2) และ 10,000 (H3) รอบต่อนาที ร่วมกับปัจจัยที่ 2 ได้แก่ อัตราส่วนการใช้เจลอิโนลินทดแทนไขมันที่ร้อยละ 50 (E1) , 75 (E2) และ 100 (E3) โดยน้ำหนัก พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนการทดแทนด้วยเจลอิโนลินที่ผ่านการโฮโมจิไนซ์เซชันที่ความเร็วรอบที่สูงขึ้น (E1H1 , E1H2 , E1H3 , E2H1 , E2H2 , E2H3 , E3H1 , E3H2 , E3H3) ส่วนผสมของเบตเตอร์ (Cake Batter) ก่อนอบ มีค่าความหนืด และค่าความคงตัวของอิมัลชันที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้คุณภาพเบเกอรี่เค้ก (Butter Cake) มีค่าเนื้อสัมผัสด้านแข็ง (Hardness) ความสามารถในการเคี้ยว (Chewiness) และการเกาะรวมตัว (Cohesiveness) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าการสปริงตัว (Springiness) และปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่งผลให้ผู้บริโภคมีคะแนนความชอบโดยรวมในผลิตภัณฑ์ลดลง อย่างไรก็ตามพบว่าการนำเจลอิโนลินที่ผ่านการโฮโมจิไนซ์เซชันที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที มาทดแทนไขมันที่ร้อยละ 50 (E1H2) จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เค้กที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม

วุฒิชัยและศิริภา (2554) วิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการใช้เนื้อกล้วยดิบทดแทนไขมันสัตว์ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง มีวัตถุประสงค์จากการสำรวจผลิตภัณฑ์กุนเชียงในท้องตลาดที่มีปริมาณไขมันน้อย พบว่า พบกุนเชียงจำนวน 2 ยี่ห้อ คือ กุนเชียงยี่ห้อบ้านไผ่ และกุนเชียงยี่ห้อ ส.ขอนแก่น ศึกษาสูตรพื้นฐานและกรรมวิธีการผลิตจำนวน 2 สูตร พบว่าสูตรที่ 2 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด จากนั้นนำไปศึกษาระดับของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ของกล้วยน้ำว้าที่ใช้ทดแทนไขมันสัตว์ในผลิตภัณฑ์กุนเชียง 3 ระดับ พบว่า สูตรที่ใช้ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ที่  $25^\circ \text{Brix}$  ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมดีที่สุด เพราะผลิตภัณฑ์มีความนุ่มใกล้เคียงท้องตลาดมากที่สุด ศึกษาปริมาณแป้งข้าวโพดที่ใช้ทดแทนเนื้อกล้วยน้ำว้าเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าสูตรที่ใช้แป้งข้าวโพดร้อยละ 15 ผู้ทดสอบให้คะแนนมากที่สุดเพราะผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความนุ่มเพิ่มมากขึ้น นำมาเปรียบเทียบกับคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด พบว่าผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ใช้เนื้อกล้วยน้ำว้าทดแทนไขมันสัตว์ มีค่าปริมาณน้ำอิสระ ( $A_w$ ) อยู่ในช่วง 0.75 ซึ่งใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด ค่าสีที่ได้มีสีเหลืองสว่างและค่าเนื้อสัมผัสมีค่ามากกว่าผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด ทางเคมีมีปริมาณไขมันร้อยละ  $0.08 \pm 0.01$  คิดเป็น 226.13 ของกุนเชียงยี่ห้อบ้านไผ่ และ 242.87 เท่าของกุนเชียงและกุนเชียงยี่ห้อ ส.ขอนแก่น จากนั้นมาศึกษาอายุการเก็บรักษา พบว่าสามารถเก็บรักษาได้ 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยที่จำนวนจุลินทรีย์ ไม่เกิน  $1 \times 10^5$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ปริมาณยีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งตรงตามมาตรฐานกำหนดกุนเชียงหมู (มผช.103/2546)

จันธิภาและลัดดา (2554) วิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการใช้เห็ดทดแทนไขมันสัตว์ (มันแข็ง) ในผลิตภัณฑ์หมุยอ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคเกี่ยวกับความต้องการในการใช้เห็ดทดแทนไขมันสัตว์ (มันแข็ง) ในผลิตภัณฑ์หมุยอ พบว่า ผู้บริโภคได้เลือกใช้เห็ดนางฟ้าภูฐานเพื่อใช้ทดแทนไขมันสัตว์ (มันแข็ง) มากที่สุด การศึกษาสูตรพื้นฐานในผลิตภัณฑ์หมุยอ โดยศึกษาปริมาณไขมันสัตว์ 3 ระดับ คือ 40 , 60 และ 80 กรัม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบปริมาณไขมันสัตว์ (มันแข็ง) ที่ปริมาณ 80 กรัม มากที่สุด เนื่องจากหมุยอที่ได้มีลักษณะเนื้อเนียนละเอียดและมีความนุ่ม เพราะไขมันสัตว์ที่ใช้มีลักษณะเหนียวนุ่ม ทำให้เกิดมวลเหนียวหรือเรียกว่า อิมัลชัน (emulsion) การศึกษาปริมาณเห็ดที่เหมาะสมในการใช้เห็ดทดแทนไขมันสัตว์ (มันแข็ง) ในผลิตภัณฑ์หมุยอ 3 ระดับ คือ ปริมาณเห็ดนางฟ้าภูฐาน 80 , 100 และ 120 กรัม พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบหมุยอที่ปริมาณเห็ด 100 กรัม มากที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้เนื้อสัมผัสมีความละเอียด มีความยืดหยุ่น นุ่ม ไม่ละเกินไป และไม่มีการเหี่ยว เพราะเห็ดที่ใช้มีลักษณะนุ่ม มีปริมาณเส้นใยอยู่จำนวนมาก จึงได้เนื้อสัมผัสที่เนียน ยืดหยุ่นดี ไม่ละ จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับหมุยอจากท้องตลาด พบว่า ผลิตภัณฑ์หมุยอที่ใช้เห็ดทดแทนไขมันสัตว์ (มันแข็ง) มีปริมาณไขมันน้อยกว่าผลิตภัณฑ์หมุยอจากท้องตลาด 12.78 เท่า และมีปริมาณเส้นใยมากกว่าผลิตภัณฑ์จากท้องตลาด 5.33 เท่า การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์หมุยอที่ใช้เห็ดทดแทนไขมันสัตว์ (มันแข็ง) โดยทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (5-8 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณน้ำอิสระ ( $A_w$ ) ค่าสีและปริมาณความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น ด้านจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) มีจำนวนจุลินทรีย์  $< 10$  cfu/g ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดไว้ (ต้องไม่เกิน  $1 \times 10^3$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม) โดยสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 2 สัปดาห์ และ การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคมีความพอใจในระดับความชอบปานกลางและติดใจเล็กน้อย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการ

#### 3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย (1 ตุลาคม 2560 – 30 กันยายน 2562)

3.1.1 เพื่อศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตเบเกอรี่จากจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งสำหรับจำนวน 4 ชนิดที่เหมาะสม

- การศึกษาสูตรและกรรมวิธีการแปรรูปที่เหมาะสมในการนำรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ซึ่งในแต่ละชนิดทำการศึกษาชนิดละ 3 ระดับ เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ,CRD) ได้แก่ 1.เค้กกล้วยชีสจากรำข้าว 2.วาฟเฟิลจากรำข้าว 3.ขนมปังรำข้าวและ 4.คุกกี้จากรำข้าว

#### 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

3.2.1.1 เครื่องผสมแป้ง รุ่น Kenwood รุ่น major classic

3.2.1.2 เครื่องรีดเส้นบะหมี่ Marcato รุ่น Ampia 110

3.2.1.3 เครื่องชั่งดิจิตอล 1 ตำแหน่ง รุ่น HG series

3.2.1.4 ชุดเครื่องกลั่นสุญญากาศ (Buchi Rotavapor)

3.2.1.5 เครื่องครัว

3.2.1.6 ผ้าขาวบาง

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.2.1 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIO MINOLTA รุ่น CM-3500d

3.2.2.2 เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) รุ่น TA-XT2i

3.2.2.3 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (Aw) AQVALAB รุ่น CX3TE

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.3.1 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น BD1150

3.2.3.2 ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Moisture can) 3.4.3

3.2.3.3 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Crucible)

3.2.3.4 โถดูดความชื้น (Desicator)

3.2.3.5 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน Foss Soxtec 205

3.2.3.6 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

3.2.3.6.1 ชุดย่อย BUCHI Digestion Unit K-435

3.2.3.6.2 ชุดดูดจับไอน์กรด BUCHI Scrubber B-414

- 3.2.3.6.3 ชุดกลั่น BUCHI Distillation B-324
- 3.2.3.7 เครื่องวัดปริมาณเถ้า muffle furnace
- 3.2.3.8 เครื่องวัดปริมาณเส้นใยอาหาร Foss Fibertec 1020 และ Foss Cold Extraction Unit 1021
- 3.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์
  - 3.2.4.1 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air Oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น FD 115
  - 3.2.4.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อโรค (Autoclave) ยี่ห้อ sanyo รุ่น lado Autoclave
  - 3.2.4.3 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2
  - 3.2.4.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Plate Potato Dextrose Agar)
  - 3.2.4.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)
  - 3.2.4.6 จานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ
  - 3.2.4.7 ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ปลอดเชื้อ
  - 3.2.4.8 ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตรที่ปลอดเชื้อ
  - 3.2.4.9 หลอดทดลอง
  - 3.2.4.10 บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตรที่ปลอดเชื้อ
  - 3.2.4.11 แอลกอฮอล์
  - 3.2.4.12 ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 3.2.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส
  - 3.2.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมสำหรับประมวลผลทางสถิติ
  - 3.2.5.2 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน
    - 3.2.5.2.1 ชุดย่อย BUCHI Digestion Unit K-435
    - 3.2.5.2.2 ชุดดูดซับไอน้ำ BUCHI Scrubber B-414
    - 3.2.5.2.3 ชุดกลั่น BUCHI Distillation B-324
  - 3.2.5.3 เครื่องวัดปริมาณเถ้า muffle furnace
  - 3.2.5.4 เครื่องวัดปริมาณเส้นใยอาหาร Foss Fibertec 1020 และ Foss Cold Extraction Unit 1021
- 3.2.6 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์
  - 3.2.6.1 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air Oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น FD 115
  - 3.2.6.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อโรค (Autoclave) ยี่ห้อ sanyo รุ่น lado Autoclave
  - 3.2.6.3 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2
  - 3.2.6.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Plate Potato Dextrose Agar)
  - 3.2.6.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)
  - 3.2.6.6 จานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ

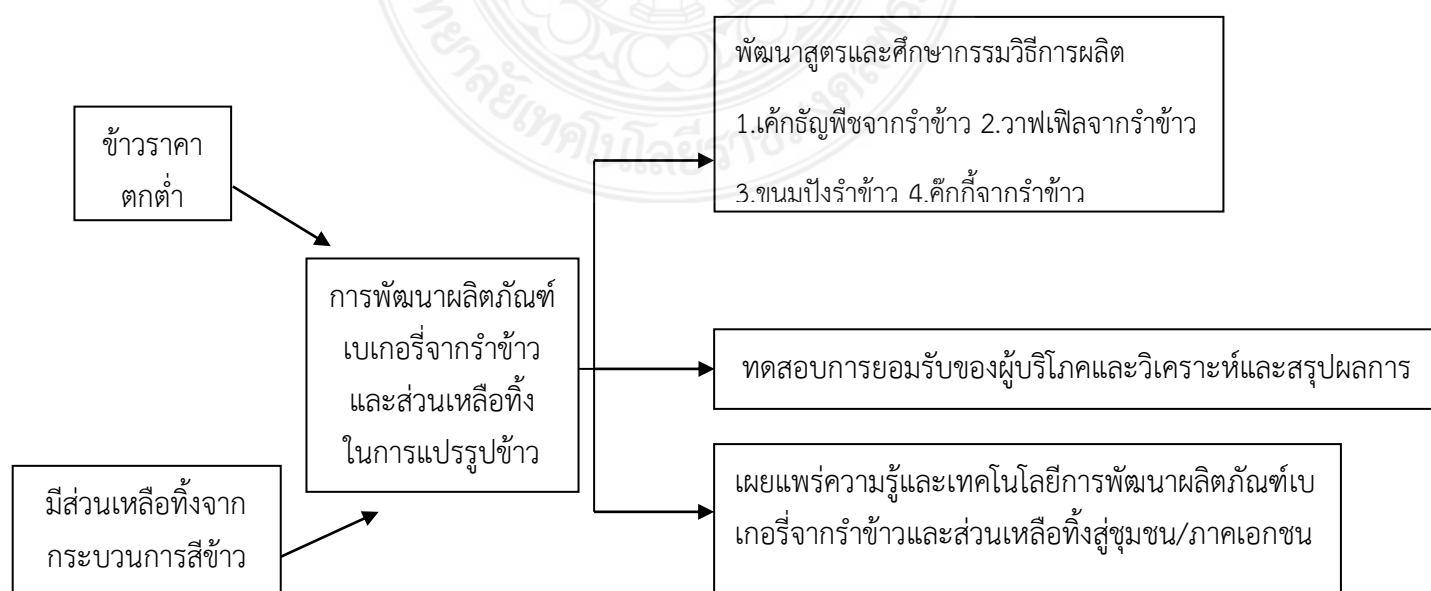
- 3.2.6.7 ปีเปตขนาด 1 มิลลิเมตรที่ปลอดเชื้อ
- 3.2.6.8 ปีเปตขนาด 10 มิลลิเมตรที่ปลอดเชื้อ
- 3.2.6.9 หลอดทดลอง
- 3.2.6.10 ปีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิเมตรที่ปลอดเชื้อ
- 3.2.6.11 แอลกอฮอล์
- 3.2.6.12 ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 3.2.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส
- 3.2.7.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมสำหรับประมวลผลทางสถิติ

### 3.3 การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

#### 3.3.1 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารจากจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้ง

นำการผลิตและการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้ง จากนั้นประเมินผลโดยทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยทดสอบชิมจากผู้ทดสอบ 100 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยประเมินการยอมรับของผู้บริโภคในความพึงพอใจ 4 ระดับ เพื่อหาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่เหมาะสมที่สุดในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากนั้นนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ ANOVA และวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range test (DMRT)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งมีกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัยดังนี้



### 3.4 สถานที่

3.4.1 เชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติการ 521 ,522 และ622

3.4.2 เชิงทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

### 3.5 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2560 – 30 กันยายน 2562



## บทที่ 4

### ผลการทดลอง และอภิปราย

#### 4.1 พัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าวจำนวน 4 ชนิด

##### 4.1.1 ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากจากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าวทั้งจำนวน 4 ชนิด

#### สูตรพื้นฐาน

#### คุกกี้

#### ส่วนผสม

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| แป้งบัวแดง              | 550 กรัม |
| ผงฟู                    | 10 กรัม  |
| แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่    | 50 กรัม  |
| โซดาไบคาร์บอเนต         | 10 กรัม  |
| เนยสดชนิดเค็ม           | 450 กรัม |
| เกลือป่น                | 5 กรัม   |
| น้ำตาลทรายอ้อย          | 85 กรัม  |
| น้ำตาลไอซิ่ง            | 225 กรัม |
| ไข่ไก่ เบอร์ 0          | 3 ฟอง    |
| วานิลาน้ำ               | 25 กรัม  |
| นมเนยครีม               | 10 กรัม  |
| เม็ดมะม่วงหิมพานต์ซีกอบ | 600 กรัม |
| ข้าวโอ๊ต                | 100 กรัม |
| งาขาวคั่ว               | 50 กรัม  |



|            |          |
|------------|----------|
| งาดำคั่ว   | 25 กรัม  |
| ลูกเกดดำ   | 165 กรัม |
| เมล็ดแตงโม | 50 กรัม  |

### เครื่องแต่งหน้า

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| เม็ดมะม่วงหิมพานต์ซีกอบ | 700 กรัม |
| เมล็ดแตงโม              | 100 กรัม |
| อัลมอลสไลด์             | 100 กรัม |
| เมล็ดฟักทอง             | 100 กรัม |
| งาขาว + งาดำ            | 50 กรัม  |



### วิธีทำ



1. ร่อนแป้งบัวแดง แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ผงฟู โซดาไบคาร์บอเนต เข้าด้วยกัน ใส่เครื่องตีด้วยความเร็วปานกลาง



2. ตีเนยสด เกลือป่น เข้าด้วยกันจนเนยอ่อนตัว ใส่น้ำตาลอ้อย น้ำตาลไอซิ่ง ที่ละน้อยจนหมดใส่ไข่ที่ ละฟองตีจนขึ้นฟูเล็กน้อย



3. ลดความเร็วของเครื่อง ใส่วานิลาน้ำ และกลิ่นนมเนยครีม ใส่แป้งที่ละน้อยจนหมด ตามด้วยเมล็ด มะม่วงหิมพานต์ชีกอบ ข้าวโอ๊ต งาขาว งาดำ ลูกเกดดำ และเมล็ดแตงโม ผสมจนเข้ากัน



4. ตักส่วนผสมที่ได้เป็นก้อนกลมขนาดประมาณ 1 นิ้ว วางบนถาดอบขนมที่ทำด้วยเนยขาวบางๆ ใช้ปลายช้อนส้อม กดลงให้แบนเล็กน้อย แต่งหน้าด้วยเม็ดมะม่วงหิมพานต์ชีกอบ เมล็ดแตงโม อัลมอลส์ไลต์ เมล็ดฟักทอง งาขาว และงาดำ



5. นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 150°C หรือ 320°F ประมาณ 15 - 20 นาที หรือจนสุกเหลือง



## ขนมปัง

## ส่วนผสม

|                    |            |
|--------------------|------------|
| แป้งขนมปัง ตราห่าน | 1,200 กรัม |
| แป้งข้าวไรเบอร์รี่ | 100 กรัม   |
| แป้งเค้ก ตราพัดโบก | 200 กรัม   |
| นมผง               | 60 กรัม    |
| เกลือป่น           | 18 กรัม    |
| วานิลลา            | 15 กรัม    |
| ยีสต์              | 25 กรัม    |
| โดบิม              | 15 กรัม    |
| น้ำเย็น+น้ำแข็ง    | 750 กรัม   |
| น้ำตาล             | 250 กรัม   |
| ไข่ไก่             | 3 ฟอง      |
| เนยสดชนิดเค็ม      | 280 กรัม   |



## ไส้

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| กุ้งขาวลวกหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ | 500 กรัม |
| ปลาหมึกลวกหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ  | 500 กรัม |
| หอยลายลวก                    | 500 กรัม |
| หัวหอมใหญ่                   | 500 กรัม |
| ผงกะหรี่                     | 50 กรัม  |
| นมข้นจืด                     | 400 กรัม |
| พริกไทยป่น                   | 15 กรัม  |
| เกลือ                        | 30 กรัม  |
| น้ำตาลทรายขาว                | 150 กรัม |
| เนยสดชนิดเค็ม                | 100 กรัม |
| มันฝรั่ง                     | 500 กรัม |
| ถั่วลันเตา                   | 500 กรัม |
| แครอท                        | 300 กรัม |



## วิธีผัดไส้



1. ผัดหอมใหญ่และเนยสด จนหอมใหญ่สุก ใส่ผงกระหรี่ ใส่เนื้อสัตว์ที่ลวกสุกแล้ว กุ้ง ปลาหมึก และหอยลายผัดจนเข้ากัน



2. ใส่มันฝรั่ง ถั่วลันเตา และแครอท ใส่นมข้นจืดปรุงรสด้วยเกลือ น้ำตาล และพริกไทยป่น ผัดจนแห้ง ชิมรสตามชอบ

# วิธีทำ

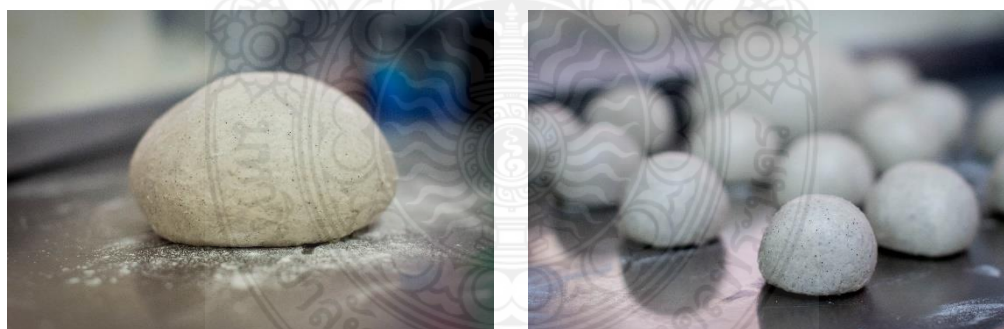


1. ผสมแป้งขนมปัง แป้งข้าวไรเบอร์รี่ ยีสต์ โดบิม จนเข้ากันใส่เกลือผสม





2. ผสมน้ำตาลทราย เกลือป่น นมข้นจืด น้ำเปล่า ไข่ไก่ เข้าด้วยกัน เกล็นในแป้งนวดจนเข้ากัน จึงใส่เนยสดนวดจนกระทั่งส่วนผสมทุกอย่างเนียน



3. นำขึ้นมาพักไว้ประมาณ 10 นาที นำมาใส่อบาภาศออก ตัดก้อนแบ่งน้ำหนัก 30 กรัม คลึงให้แบ่งเนียน พักไว้ประมาณ 10 นาที

## เค้ก



### ส่วนผสม

|                            |     |          |
|----------------------------|-----|----------|
| แป้งเค้กตราพัดโบก          | 550 | กรัม     |
| แป้งขนมปังตราห่าน          | 50  | กรัม     |
| เนยสด                      | 600 | กรัม     |
| น้ำตาลทราย                 | 550 | กรัม     |
| ไข่ไก่ (แช่เย็น)           | 12  | ฟอง      |
| ผงฟู                       | 1   | ช้อนโต๊ะ |
| กล้วยน้ำว้าสุกชูดเอาแต่น้ำ | 500 | กรัม     |

### วิธีทำ



1. จุดเตาอบ อุณหภูมิ 350 องศาฟาเรนไฮต์
2. ร่อนแป้ง 2 ชนิด ผงฟูเข้าด้วยกัน 1 ครั้ง แล้วพักไว้
3. ตีเนยสดพออ่อนตัว (ใช้หัวตีใบไม้) ค่อยๆ ใส่น้ำตาลทีละน้อย จนน้ำตาลหมด ตีต่ออีกประมาณ 5 นาที ใส่ไข่ครั้งละ 2 ฟอง จนหมด
4. ใส่แป้งตะล่อมให้เข้ากัน ใส่กล้วยบด ตักส่วนผสมเค้กลงในพิมพ์ประมาณ  $\frac{3}{4}$  ของพิมพ์ นำเข้าอบประมาณ 20-30 นาที จนขนมสุกเหลือง นำออกจากเตาอบ พักไว้ให้เย็น

## คุกกี้

### ส่วนผสม

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| แป้งบัวแดง              | 550 กรัม |
| ผงฟู                    | 10 กรัม  |
| แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่    | 50 กรัม  |
| โซดาไบคาร์บอเนต         | 10 กรัม  |
| เนยสดชนิดเค็ม           | 450 กรัม |
| เกลือป่น                | 5 กรัม   |
| น้ำตาลทรายอ้อย          | 85 กรัม  |
| น้ำตาลไอซิ่ง            | 225 กรัม |
| ไข่ไก่ เบอร์ 0          | 3 ฟอง    |
| วานิลาน้ำ               | 25 กรัม  |
| นมเนยครีม               | 10 กรัม  |
| เม็ดมะม่วงหิมพานต์ซีกอบ | 600 กรัม |
| ข้าวโอ๊ต                | 100 กรัม |
| งาขาวคั่ว               | 50 กรัม  |
| งาดำคั่ว                | 25 กรัม  |
| ลูกเกดดำ                | 165 กรัม |
| เมล็ดแตงโม              | 50 กรัม  |

### เครื่องแต่งหน้า

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| เม็ดมะม่วงหิมพานต์ซีกอบ | 700 กรัม |
| เมล็ดแตงโม              | 100 กรัม |
| อัลมอลสลัด              | 100 กรัม |
| เมล็ดฟักทอง             | 100 กรัม |
| งาขาว + งาดำ            | 50 กรัม  |



## วิธีทำ



1. ร่อนแป้งบัวแดง แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ผงฟู โซดาไบคาร์บอเนต เข้าด้วยกัน ใส่เครื่องตีด้วยความเร็วปานกลาง



2. ตีเนยสด เกลือป่น เข้าด้วยกันจนเนยอ่อนตัว ใส่น้ำตาลอ้อย น้ำตาลไอซิ่ง ทีละน้อยจนหมดใส่ไข่ทีละฟองตีจนขึ้นฟูเล็กน้อย



3. ลดความเร็วของเครื่อง ใส่วานิลาน้ำ และกลิ่นนมเนยครีม ใส่แป้งทีละน้อยจนหมด ตามด้วยเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ช็อกบ ข้าวโอ๊ต งาขาว งาดำ ลูกเกดดำ และเมล็ดแตงโม ผสมจนเข้ากัน



4. ตักส่วนผสมที่ได้เป็นก้อนกลมขนาดประมาณ 1 นิ้ว วางบนถาดอบขนมที่ทำด้วยเนยขาวบางๆ ใช้ปลายช้อนส้อม กดลงให้แบนเล็กน้อย แต่งหน้าด้วยเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ช็อกบ เมล็ดแตงโม อัลมอลสลัด เมล็ดฟักทอง งาขาว และงาดำ



5. นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 150°C หรือ 320°F ประมาณ 15 - 20 นาที หรือจนสุกเหลือง

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

| ประเภทของผลิตภัณฑ์ |                                                                                       |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| คุกกี้             |    |
| เค้ก               |   |
| วาฟเฟิล            |  |

#### ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ (ต่อ)

| ประเภทของผลิตภัณฑ์ |                                                                                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| ขนมปัง             |  |

#### 4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าว

##### 4.2.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางด้านจุลินทรีย์

ในการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติด้านจุลินทรีย์ โดยใช้การตรวจวิเคราะห์ Total Plate Count และ ปริมาณ *S.aureus* โดยศึกษาจำนวนวันที่เก็บรักษาได้นานที่สุด ซึ่งจะนับเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ที่ต้องมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน  $1 \times 10^6$  และปริมาณ *S.aureus* ไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งผลทดลองแสดงได้ดังนี้

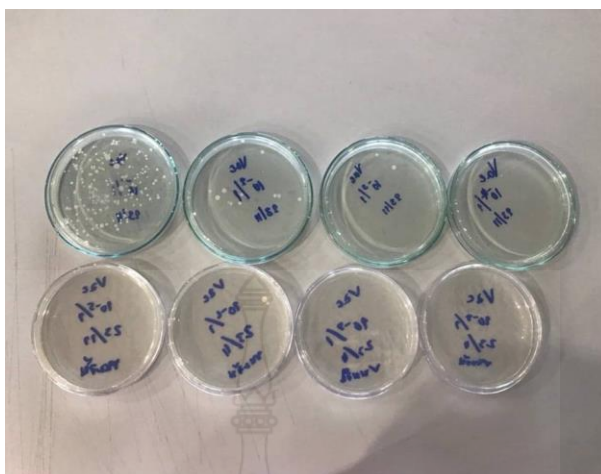
#### ตารางที่ 4.2 แสดงผลของการบรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่วิเคราะห์

| ผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ | อายุการเก็บรักษา (วัน) | ผลการวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ |                               |
|---------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|                     |                        | จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)    | <i>S.aureus</i> (โคโลนี/กรัม) |
| คุกกี้              | 0                      | $1.4 \times 10^3$            | ND                            |
|                     | 1                      | $3.3 \times 10^3$            | < 100                         |
|                     | 2                      | $5.2 \times 10^3$            | < 100                         |
|                     | 3                      | $3.4 \times 10^3$            | ND                            |
|                     | 4                      | $2.5 \times 10^6$            | < 100                         |
|                     |                        |                              |                               |
| เค้ก                | 0                      | $1.19 \times 10^3$           | < 100                         |
|                     | 1                      | $2.3 \times 10^3$            | < 100                         |
|                     | 2                      | $7 \times 10^3$              | < 100                         |
|                     | 3                      | $2 \times 10^4$              | < 100                         |
|                     | 4                      | $7 \times 10^5$              | < 100                         |
|                     |                        |                              |                               |

ตารางที่ 4.2 แสดงผลของการบรรจุภายใต้สภาพปรับบรรยากาศต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่วิเคราะห์(ต่อ)

| ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ | อายุการเก็บรักษา<br>(วัน) | ผลการวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ |                                  |
|-------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------------|
|                   |                           | จุลินทรีย์ทั้งหมด<br>(CFU/g) | <i>S.aureus</i><br>(โคโลนี/กรัม) |
| วาฟเฟิล           | 0                         | $3.3 \times 10^2$            | < 100                            |
|                   | 1                         | $8.6 \times 10^2$            | < 100                            |
|                   | 2                         | $1.4 \times 10^3$            | < 100                            |
|                   | 3                         | $1.7 \times 10^3$            | < 100                            |
|                   | 4                         | $1.5 \times 10^3$            | < 100                            |
| ขนมปัง            | 0                         | $1.3 \times 10^3$            | ND                               |
|                   | 1                         | $1.4 \times 10^3$            | ND                               |
|                   | 2                         | $3.8 \times 10^2$            | ND                               |
|                   | 3                         | $1.4 \times 10^3$            | < 100                            |
|                   | 4                         | $8.0 \times 10^4$            | < 100                            |

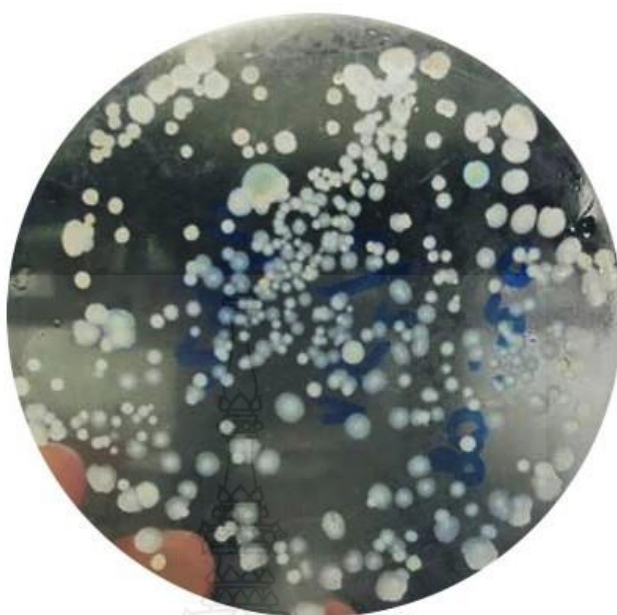
จากตารางที่ 4.2 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ตั้งแต่วันที่ 0-4 พบว่า จากการเก็บรักษาโดยใช้สภาวะ ปกติ ผลการศึกษพบว่า จำนวนวันที่สามารถเก็บรักษาได้และไม่เกินค่ามาตรฐาน อยู่ที่  $2.5 \times 10^6$ ,  $2.4 \times 10^6$ ,  $2.6 \times 10^6$ ,  $2.5 \times 10^6$ ,  $1.4 \times 10^6$ ,  $3.0 \times 10^6$  และ  $4.5 \times 10^5$  ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การใช้สภาวะดัดแปรในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่



ภาพที่ 4.1 ลักษณะของการเกิดของเชื้อจุลินทรีย์



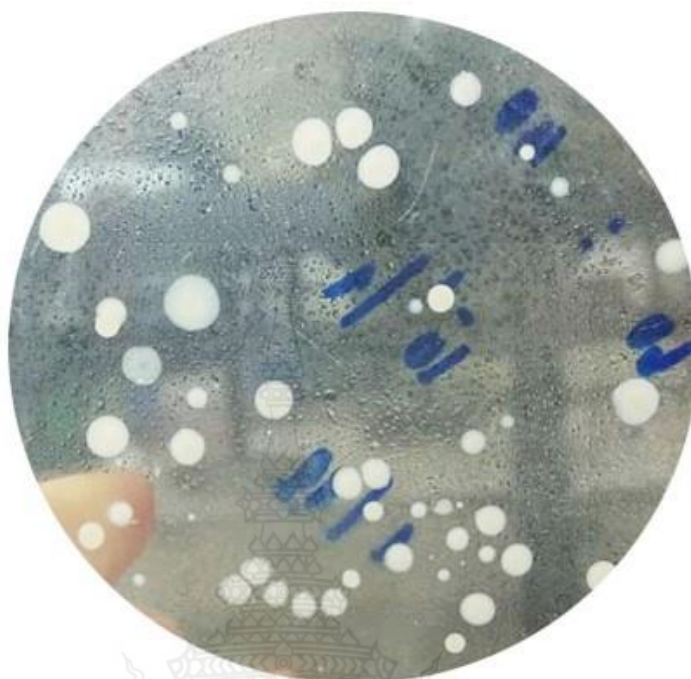
ภาพที่ 4.2 ลักษณะของการเกิดของเชื้อจุลินทรีย์



ภาพที่ 4.3 ลักษณะของการเกิดของเชื้อจุลินทรีย์



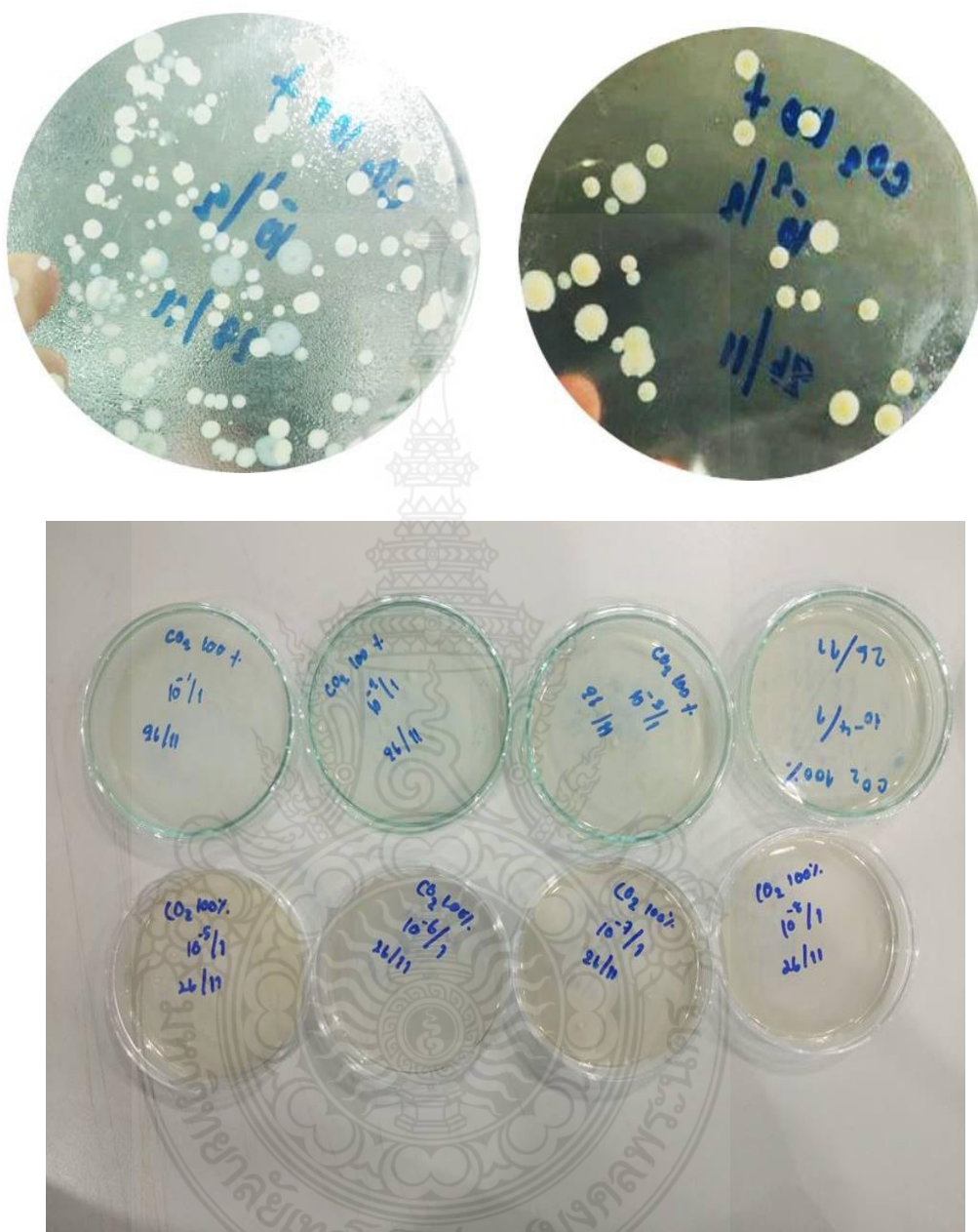
ภาพที่ 4.4 ลักษณะของการเกิดของเชื้อจุลินทรีย์



ภาพที่ 4.5 ลักษณะของการเกิดของเชื้อจุลินทรีย์



ภาพที่ 4.6 ลักษณะของการเกิดของเชื้อจุลินทรีย์



ภาพที่ 4.7 ลักษณะของการเกิดของเชื้อจุลินทรีย์

#### 4.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เบเกอร์ีสภาวะดัดแปรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100%

| สภาวะดัดแปร          | เวลา<br>(วัน) | ค่าสี                       |                             |             |
|----------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|
|                      |               | L*                          | a*                          | b*(ns)      |
| CO <sub>2</sub> 100% | 0             | 79.05 ± 0.46 <sup>bcd</sup> | -1.53 ± 0.13 <sup>a</sup>   | 8.11 ± 0.16 |
|                      | 1             | 80.00 ± 0.80 <sup>bc</sup>  | -1.60 ± 0.05 <sup>ab</sup>  | 8.64 ± 0.03 |
|                      | 2             | 79.23 ± 0.25 <sup>d</sup>   | -1.73 ± 0.06 <sup>abc</sup> | 8.26 ± 0.12 |
|                      | 3             | 80.04 ± 0.81 <sup>bcd</sup> | -1.64 ± 0.05 <sup>abc</sup> | 8.44 ± 0.18 |
|                      | 4             | 79.89 ± 0.50 <sup>d</sup>   | -1.79 ± 0.14 <sup>bc</sup>  | 8.10 ± 0.53 |
|                      | 5             | 80.58 ± 0.35 <sup>cd</sup>  | -1.78 ± 0.15 <sup>bc</sup>  | 8.12 ± 0.29 |
|                      | 6             | 81.24 ± 0.33 <sup>bcd</sup> | -1.81 ± 0.04 <sup>d</sup>   | 8.39 ± 0.08 |
|                      | 7             | 80.89 ± 0.09 <sup>d</sup>   | -1.60 ± 0.17 <sup>ab</sup>  | 8.72 ± 0.04 |
|                      | 8             | 82.08 ± 0.35 <sup>bcd</sup> | -1.83 ± 0.08 <sup>d</sup>   | 8.53 ± 0.50 |
|                      | 9             | 82.82 ± 0.20 <sup>b</sup>   | -1.82 ± 0.06 <sup>d</sup>   | 8.13 ± 0.31 |
|                      | 10            | 84.05 ± 0.19 <sup>a</sup>   | -1.66 ± 0.11 <sup>abc</sup> | 8.22 ± 0.48 |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันแถวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เบเกอร์ีสภาวะดัดแปรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา พบว่าค่าความสว่าง (L\*) และค่า (a\*) ของผลิตภัณฑ์เบเกอร์ีในแต่ละวันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยผลิตภัณฑ์เบเกอร์ีที่ทำการยืดอายุการเก็บรักษาในสภาวะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100 % ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา มีค่าความสว่าง (L\*) เพิ่มขึ้น เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์เกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้กระบวนการเขายอกของสารในเซลล์ผิดปกติ ลดกิจกรรมของเอนไซม์ และเกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน ดังนั้นเมื่อจุลินทรีย์โดนชะลอการเจริญเติบโตจึงส่งผลต่อค่าความสว่าง (L\*) และค่า (a\*) เมื่อมีอายุการเก็บรักษามากขึ้น ส่วนค่า (b\*) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

#### 4.4 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในสภาวะดัดแปรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100%

| สภาวะดัดแปร          | เวลา(วัน) | ค่า pH                   |
|----------------------|-----------|--------------------------|
| CO <sub>2</sub> 100% | 0         | 4.31 <sup>a</sup> ± 0.00 |
|                      | 1         | 4.31 <sup>a</sup> ± 0.00 |
|                      | 2         | 4.06 <sup>b</sup> ± 0.02 |
|                      | 3         | 4.01 <sup>c</sup> ± 0.03 |
|                      | 4         | 3.96 <sup>d</sup> ± 0.02 |
|                      | 5         | 3.66 <sup>e</sup> ± 0.06 |
|                      | 6         | 3.53 <sup>f</sup> ± 0.04 |
|                      | 7         | 3.20 <sup>g</sup> ± 0.05 |
|                      | 8         | 2.53 <sup>i</sup> ± 0.02 |
|                      | 9         | 2.50 <sup>i</sup> ± 0.01 |
|                      | 10        | 2.99 <sup>h</sup> ± 0.01 |

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในสภาวะดัดแปรค่าความเป็นกรด-ด่างของ ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในสภาวะดัดแปรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% พบว่าผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในสภาวะดัดแปร อายุการเก็บที่ 1 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  $4.31 \pm 0.00$  อายุการเก็บที่ 2 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  $4.06 \pm 0.02$  อายุการเก็บที่ 3 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  $4.01 \pm 0.03$  อายุการเก็บที่ 4 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  $4.01 \pm 0.03$  อายุการเก็บที่ 5 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  $3.66 \pm 0.06$  อายุการเก็บที่ 6 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  $3.53 \pm 0.04$  อายุการเก็บที่ 7 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  $3.53 \pm 0.04$  อายุการเก็บที่ 8 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  $2.53 \pm 0.02$  อายุการเก็บที่ 9 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  $2.50 \pm 0.01$  และอายุการเก็บที่ 10 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  $2.99 \pm 0.01$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่นำมาทำการทดลอง เป็นประเภทแป้งหมักที่ได้จากการหมักแป้งนั้นมีแบคทีเรียพวก *Lactobacillus* sp. และ *Streptococcus* sp. เกิดขึ้น ซึ่งเป็นกลุ่มที่สร้างกรด ส่วนสารสีเหลืองเกิดจาก *Lactobacillus* sp. (Toyoda และคณะ, 1979) ในระยะการหมัก 1 วัน จะเกิดกลิ่นหมักเล็กน้อยเนื่องจากปฏิกิริยาการหมักยังอยู่ในช่วงเวลาสั้นๆแบคทีเรียยังไม่เจริญเติบโตเต็มที่ เมื่อหมักข้าวต่อไประยะ 2 วัน ข้าวเริ่มมีความชื้นสูงขึ้น เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (weiser และคณะ, 1978) ดังนั้นความเป็นกรดจึงเพิ่มขึ้น

#### 4.5 ศึกษาการยอมรับสภาวะดัดแปรในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

##### 4.5.1 ผลการศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในสภาวะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา

จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้สภาวะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ โดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน แบบสอบถามส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนนี้จะบอกถึง เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน แสดงดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในสภาวะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา

| ข้อมูล                  | ร้อยละ |
|-------------------------|--------|
| <b>1. เพศ</b>           |        |
| - ชาย                   | 47     |
| - หญิง                  | 53     |
| <b>2. อายุ</b>          |        |
| - 15-24 ปี              | 69     |
| - 25-34 ปี              | 28     |
| - มากกว่า 35 ปี         | 3      |
| <b>3. ระดับการศึกษา</b> |        |
| - มัธยมศึกษาตอนปลาย     | 9      |
| - ปริญญาตรี             | 79     |
| - สูงกว่าปริญญาตรี      | 12     |

**ตารางที่ 4.5** ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในสถานะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา (ต่อ)

| ข้อมูล                         | ร้อยละ |
|--------------------------------|--------|
| <b>4. อาชีพ</b>                |        |
| - ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ | 16     |
| - ครู/อาจารย์                  | 2      |
| - นักเรียน/นักศึกษา            | 74     |
| - อื่น ๆ .....                 | 8      |
| <b>5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน</b> |        |
| - น้อยกว่า 5,000 บาท           | 24     |
| - 5,001 - 7,500 บาท            | 19     |
| - 7,501 - 10,000 บาท           | 21     |
| - 10,001 - 15,000 บาท          | 12     |
| - 15,001 - 20,000 บาท          | 16     |
| - มากกว่า 20,000 บาท           | 8      |

**ส่วนที่ 2** ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในสถานะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา

**ตารางที่ 4.6** ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับในสถานะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา

| ข้อมูล                                             | ร้อยละ |
|----------------------------------------------------|--------|
| <b>4. ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์เบเกอรี่หรือไม่</b> |        |
| - เคย                                              | 77     |
| - ไม่เคย                                           | 23     |

**ตารางที่ 4.6** ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอร์ของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์เบเกอร์ในสภาวะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา (ต่อ)

| ข้อมูล                                                                                                    | ร้อยละ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>5. ความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์เบเกอร์</b>                                                           |        |
| - น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์                                                                                | 57     |
| - 1-2 ครั้ง/สัปดาห์                                                                                       | 30     |
| - 3-4 ครั้ง/สัปดาห์                                                                                       | 8      |
| - มากกว่า 3-4 ครั้ง/สัปดาห์                                                                               | 5      |
| <b>6. หากมีการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เบเกอร์ ท่านจะสนใจหรือไม่</b> |        |
| - สนใจ                                                                                                    | 75     |
| - ไม่สนใจ                                                                                                 | 25     |
| <b>7. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์เบเกอร์ที่ไหน</b>                                                              |        |
| - ร้านค้าตามตึกแถว                                                                                        | 17     |
| - ห้างอาหาร/ร้านอาหาร                                                                                     | 28     |
| - ตลาดทั่วไป                                                                                              | 55     |
| <b>8. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เบเกอร์มาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)</b>                            |        |
| - รสชาติอร่อย                                                                                             | 35     |
| - มีราคาถูก                                                                                               | 45     |
| - หาซื้อง่าย                                                                                              | 28     |
| <b>9. ปัญหาที่พบในการซื้อผลิตภัณฑ์เบเกอร์ตามท้องตลาด</b>                                                  |        |
| - กลิ่นหมักรุนแรง                                                                                         | 42     |
| - อายุการเก็บรักษาสั้น                                                                                    | 28     |
| - มีรสเปรี้ยวเกินไป                                                                                       | 20     |
| - ผลิตภัณฑ์เบเกอร์นี้มัน และ                                                                              | 10     |

**ตารางที่ 4.6** ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา (ต่อ)

| ข้อมูล                                                                                         | ร้อยละ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>10. เมื่อบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอร์แล้วเกิดอาการท้องเสียหรือโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหารหรือไม่</b> |        |
| - เคย                                                                                          | 38     |
| - ไม่เคย                                                                                       | 62     |

จากตารางที่ 4.6 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์เบเกอร์ในสถานะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา ซึ่งมีผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบ จำนวน 100 คน พบว่า พฤติกรรมในการบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอร์ ผู้ที่เคยบริโภคคิดเป็นร้อยละ 38 มีความถี่ในการบริโภคคิดเป็นร้อยละ 57 ซึ่งน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ มีผู้บริโภคที่สนใจที่มีการยืดอายุการเก็บรักษาโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ร้อยละ 75 10 และเหตุผลที่เลือกซื้อคือ มีราคาถูก รสชาติอร่อย และ หาซื้อง่าย คิดเป็นร้อยละ 45 35 และ 28 ตามลำดับ ทั้งนี้ปัญหาที่ผู้บริโภคพบในการซื้อตามท้องตลาด คือ อายุการเก็บรักษาสั้น มีรสเปรี้ยวเกินไป และ และ คิดเป็นร้อยละ 42 28 และ 10 ตามลำดับ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในสภาวะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในสภาวะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา

| ข้อมูล                                                                                                                                                                 | ร้อยละ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 13.กรณารับประทานผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในการใช้สภาวะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษาในแต่ละด้าน และใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องระดับความพึงพอใจ |        |
| 13.1 ลักษณะปรากฏ                                                                                                                                                       |        |
| - มากที่สุด                                                                                                                                                            | 19     |
| - มาก                                                                                                                                                                  | 43     |
| - ปานกลาง                                                                                                                                                              | 28     |
| - น้อย                                                                                                                                                                 | 10     |
| 13.2 สี                                                                                                                                                                |        |
| - มากที่สุด                                                                                                                                                            | 19     |
| - มาก                                                                                                                                                                  | 39     |
| - ปานกลาง                                                                                                                                                              | 28     |
| - น้อย                                                                                                                                                                 | 14     |
| 13.3 กลิ่น                                                                                                                                                             |        |
| - มากที่สุด                                                                                                                                                            | 10     |
| - มาก                                                                                                                                                                  | 37     |
| - ปานกลาง                                                                                                                                                              | 38     |
| - น้อย                                                                                                                                                                 | 15     |
| 13.4 กลิ่นรส                                                                                                                                                           |        |
| - มากที่สุด                                                                                                                                                            | 16     |
| - มาก                                                                                                                                                                  | 39     |
| - ปานกลาง                                                                                                                                                              | 38     |
| - น้อย                                                                                                                                                                 | 11     |

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ในสภาวะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา (ต่อ)

| ข้อมูล                                                                                                                                   | ร้อยละ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>13.5 รสชาติ</b>                                                                                                                       |        |
| - มากที่สุด                                                                                                                              | 17     |
| - มาก                                                                                                                                    | 37     |
| - ปานกลาง                                                                                                                                | 34     |
| - น้อย                                                                                                                                   | 12     |
| <b>13.6 เนื้อสัมผัส</b>                                                                                                                  |        |
| - มากที่สุด                                                                                                                              | 13     |
| - มาก                                                                                                                                    | 43     |
| - ปานกลาง                                                                                                                                | 31     |
| - น้อย                                                                                                                                   | 13     |
| <b>13.7 ความชอบโดยรวม</b>                                                                                                                |        |
| - มากที่สุด                                                                                                                              | 14     |
| - มาก                                                                                                                                    | 46     |
| - ปานกลาง                                                                                                                                | 27     |
| - น้อย                                                                                                                                   | 13     |
| <b>14.ท่านยอมรับในการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่</b>                                        |        |
| - ยอมรับ                                                                                                                                 | 98     |
| - ไม่ยอมรับ                                                                                                                              | 2      |
| <b>15.หากมีการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่วางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่</b> |        |
| - ซื้อ                                                                                                                                   | 66     |
| - ไม่ซื้อ                                                                                                                                | 13     |
| - ไม่แน่ใจ                                                                                                                               | 21     |

จากตารางที่ 4.7 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ในสภาวะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา ซึ่งมีผู้บริโภคลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบ จำนวน 100 คน พบว่า ความพึงพอใจของผู้บริโภคทางด้านลักษณะที่ปรากฏอยู่ในเกณฑ์มาก คิดเป็นร้อยละ 43 ด้านสีอยู่ในเกณฑ์มาก คิดเป็นร้อยละ 39 ด้านกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 38 ด้านกลิ่นรสอยู่ในเกณฑ์มาก คิดเป็นร้อยละ 39 ด้านรสชาติอยู่ในเกณฑ์มาก คิดเป็นร้อยละ 37 ด้าน

เนื้อสัมผัสอยู่ในเกณฑ์มาก คิดเป็นร้อยละ 43 และด้านความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์มาก คิดเป็นร้อยละ 46 ทั้งนี้การยอมรับของผู้บริโภคในการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับ ซึ่งคิดเป็น ร้อยละ 98 และผู้บริโภคส่วนน้อยที่ไม่ให้การยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 2 นอกจากนี้ยังมีการสอบถามผู้บริโภคเกี่ยวกับการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์เบเกอรี่โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ซึ่งคิดเป็น ร้อยละ 66 มีผู้บริโภคที่ไม่แน่ใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 21 และมีผู้บริโภคที่ตัดสินใจไม่ซื้อ คิดเป็นร้อยละ 13



## บทที่ 5

### สรุปผล และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

##### 5.1.1 ผลการศึกษาคุณลักษณะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

ในการศึกษาคุณลักษณะการใช้สภาวะดัดแปรในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ สภาวะ CO<sub>2</sub> 100% ซึ่งบรรจุในถุงสุญญากาศที่มีพลาสติกชนิด PET เป็นส่วนประกอบ

##### 5.1.2 ศึกษาการวิเคราะห์คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

###### 5.1.2.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางด้านจุลินทรีย์

การตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่เก็บรักษาไว้ในสภาวะดัดแปรที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่เก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศ (Vacuum) มีอายุการเก็บรักษาได้น้อยที่สุด คือ 3 วัน ซึ่งตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด  $2.5 \times 10^6$  CFU/g ในวันที่ 4 ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่เก็บรักษาในสภาวะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100 % มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 12 วัน ซึ่งตรวจพบปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมด  $4.5 \times 10^6$  CFU/g ในวันที่ 13 ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กำหนด แต่ตัวอย่างทั้งสองสภาวะมีปริมาณ *S.aureus* ไม่เกิน 100 โคโลนี/กรัม ตามลำดับ

###### 5.1.2.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพ

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ โดยการตรวจวัดค่าสี ซึ่งเป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ใช้สภาวะดัดแปรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% ในการยืดอายุการเก็บรักษา พบว่าค่าความสว่าง (L\*) และค่า (a\*) ของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในแต่ละวันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ส่วนค่า (b\*) ของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ในแต่ละวันตลอดการศึกษาอายุการเก็บรักษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ซึ่งค่าสีที่ปรากฏมีผลต่อความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค และยังเป็นการแสดงถึงความการเสื่อมเสียของอาหารได้

###### 5.1.2.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางด้านเคมี

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีการยืดอายุการเก็บรักษาในสภาวะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% พบว่า อายุการเก็บที่ 1 วัน มีค่า pH เท่ากับ  $4.31 \pm 0.00$  จนถึงอายุการเก็บที่ 10 วัน มีค่า pH เท่ากับ  $2.99 \pm 0.01$  ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ค่า pH ลดลงเมื่อมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่นำมาทำการทดลอง เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ประเภทแป้งหมักที่ได้จากการหมักข้าวเพื่อนำมาผลิตเบเกอรี่นั้นทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่ผลิต กรดแลคติกเกิดขึ้น ในการหมักแป้ง 1 วันจะเกิดกลิ่นที่เกิดจากการหมักเล็กน้อยแป้งโดยอาศัยจุลินทรีย์ที่ทำให้

เกิดกรดแลคติกมาทำการยืดอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน เมื่อเวลาผ่านไปเชื้อจุลินทรีย์มีการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งทำให้มีการผลิตกรดแลคติกสูงขึ้นตามไปด้วย จึงมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง

### 5.1.3 ศึกษาการยอมรับสภาวะดัดแปรในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการยืดอายุผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ด้วย CO<sub>2</sub> 100% เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ผ่านกระบวนการผลิตที่สามารถรับประทานได้ทันที พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ผ่านการยืดอายุด้วย CO<sub>2</sub> 100% เนื่องจากกลิ่นของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ยืดอายุด้วย CO<sub>2</sub> 100% มีกลิ่นของแป้งหมักที่ไม่รุนแรง และในส่วนของลักษณะทางประสาทสัมผัสทางด้านต่าง ๆ พบว่าไม่ต่างกัน

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 อาจมีการนำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ผลิตจากสารสกัดจากธรรมชาติ หรือวัตถุดิบชนิดอื่น นอกจากกล้วยมาทำการยืดอายุการเก็บรักษาโดยใช้สภาวะดัดแปรได้

5.2.2 สามารถนำกรรมวิธีด้านแนวคิด ในการยืดอายุการเก็บรักษาโดยการใช้สภาวะดัดแปรมาศึกษาต่อเพื่อนำไปพัฒนาการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ในอนาคต

5.2.3 สามารถเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุ เนื่องจากพบว่าในบางสภาวะบรรจุภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อาจมีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษา

## เอกสารอ้างอิง

- กลางเบเกอร์รี่. ม.ป.ป. **เค้กและคุกกี้**. สำนักพิมพ์สุขภาพใจ, กรุงเทพฯ
- จันธิภา จิตรกลาง และ ลัดดา กันหาจันทร์. 2554. **การใช้เห็ดทดแทนไขมันสัตว์ (มันแข็ง) ในผลิตภัณฑ์หมยอ**. แผนงานพิเศษปริญญาตรี. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- จิตธนา แจ่มเมฆ. 2556. **เบเกอร์รี่เทคโนโลยีเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 12. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- ณนท แดงสว่าง. 2558. **การผลิตเค้ก (Cake Production)**. บริษัทโอ.เอส.พรีนติ้ง เฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ
- ณรดา เปลี่ยนบุญเลิศ. 2557. **มือใหม่หัดอบ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัทโรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์ (1987) จำกัด, กรุงเทพฯ
- ดาราพันธุ์ ราชวงศ์ และ ศศิพร ประสงค์. 2559. **การศึกษาสภาวะมิวซิเลจจากเมล็ดเมงลักในเค้กช็อกโกแลตหน้านิ่มแช่แข็งจากแป้งข้าวมะลิ**. แผนงานพิเศษปริญญาตรี. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ทีชีเอส แปซิฟิค. ม.ป.ป. **มอลโทเดกซ์ทริน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.tcs-mart.com/product/maltodextrin/>, 8 สิงหาคม 2562.
- พรรัตน์ สิ้นชัยพานิช, พิษญาพร เหมวดี, ศศิพันธุ์ ดิษนิล และเรณู ทวีชาติวิทยากุล. 2560. **ผลของมอลโทเดกซ์ทรินต่อลักษณะคุณภาพของบราวนี่ลดไขมัน**. สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พรีเมียร์ฟู้ด แอนด์ แมชชีนเนอรี. ม.ป.ป. **มอลโทเดกซ์ทริน**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.pfm.in.th/th/what-is-maltodextrin/>, 8 สิงหาคม 2562.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนปนนท์. ม.ป.ป. **กรดไขมันชนิดอิ่มตัว**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0314/saturated-fatty-acid-กรดไขมันอิ่มตัว>, 9 สิงหาคม 2562.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนปนนท์. ม.ป.ป. **ไข่**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1146/egg-ไข่>, 9 สิงหาคม 2562.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนปนนท์. ม.ป.ป. **น้ำตาลซูโครส**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0978/sucrose-น้ำตาลซูโครส>, 8 สิงหาคม 2562.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนานนท์. ม.ป.ป. มอลโทเดกซ์ทริน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1914/maltodextrin-มอลโทเดกซ์ทริน>, 8 สิงหาคม 2562.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนานนท์. ม.ป.ป. รีโทรเกรเดชัน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0591/retrogradation-รีโทรเกรเดชัน>, 8 สิงหาคม 2562.
- เพ็ญศรี วงษ์จันทร์เพ็ญ. 2541. การใช้สารทดแทนไขมันที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบและสารอิมัลซิฟายเออร์ในการผลิตเค้กเนยแคลอรีต่ำ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีทางอาหาร) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มัสยา เกิดบัณฑิต และ วีรวัฒน์ โอระน้า. 2560. การพัฒนาเค้กเนยสดจากเปลือกทุเรียนผง. แผนงานพิเศษปริญญาตรี. สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- มลศิริ วีโรทัย. 2545. เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ. บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) , กรุงเทพฯ
- ศุภนันท์ คงวรรณ, ศรีนรัตน์ ไวเดชา และปาริฉัตร ตริพัฒน์. 2560. การปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของเจลอินูลินด้วยกระบวนการโฮโมจีไนซ์เซชันเพื่อใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เค้ก. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วีระพงศ์ วิรุฬห์ธนภุชณ์ และ วราภรณ์ วิทยาภรณ์. 2559. การศึกษาผลของชนิดเนยสดสวนดุสิตและปริมาณแทนแทนที่มีต่อคุณภาพของเค้กเนยสดปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวหอมมะลิ. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- วุฒิชัย ตาเรือนสอน และ ศรินภา เหลืองทองคำ. 2554. การศึกษาการใช้เนื้อกล้วยดิบแทนไขมันในผลิตภัณฑ์กุนเชียง. แผนงานพิเศษปริญญาตรี. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- สเปเชียล ฟู้ด. ม.ป.ป. ไขมันชนิดต่างๆ กับการทำเบเกอรี่. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://specialfood.co.th/item/310-ไขมันชนิดต่างๆ>, 9 สิงหาคม 2562.
- อนุสิทธิ์ เกื้อกุล. 2560. ไขมันและน้ำมัน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/7163-2017-06-04-15-11-40>, 8 สิงหาคม 2562.
- Amki Green. 2561. ชีส เนย และมาการีน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.truelookpanya.com/knowledge/content/69157/-blo-sciche-sci->, 8 สิงหาคม 2562.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Bakery numfah. ม.ป.ป. **ความหมายของเบเกอรี่**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:  
[https://sites.google.com/a/nareerat.ac.th/bakery\\_numfah/khwam-hmay-khxng-be-ke-xri](https://sites.google.com/a/nareerat.ac.th/bakery_numfah/khwam-hmay-khxng-be-ke-xri), 8 สิงหาคม 2562.
- Bakerstreet. ม.ป.ป. **โอวาเลต**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://www.bakerstreet.co.th/ovalett-800-g.html>, 8 สิงหาคม 2562.
- Poommarin. ม.ป.ป. **เค้กเนย**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://poommarin.wordpress.com/category/เค้กเนย-butter-cake>, 8 สิงหาคม 2562.
- Siamhealth. ม.ป.ป. **ไขมันในอาหาร**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: [https://www.siamhealth.net/public\\_html/Health/good\\_health\\_living/diet/fat.htm](https://www.siamhealth.net/public_html/Health/good_health_living/diet/fat.htm), 9 สิงหาคม 2562



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก  
วิเคราะห์องค์ประกอบทางจุลินทรีย์



## การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)

### อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตัวอย่างอาหาร
2. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
3. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด
4. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร
5. ออโต้ปิเปต 1 มิลลิลิตร
6. ตูบ่มเชื้อ
7. หม้อนึ่งความดัน (Auto Claves)

หมายเหตุ : จะต้องทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

### อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายเจือจาง

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Count Agar
2. น้ำกลั่นบริสุทธิ์
3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 8.5 เปอร์เซ็นต์

### วิธีการตรวจวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ลงในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ เทสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 8.5 เปอร์เซ็นต์
2. นำไปตีปั่นให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมอาหารเป็นเวลา 2 นาที
3. ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 8.5 เปอร์เซ็นต์
4. โดยระบุชื่อ-สกุล นักศึกษา วันที่ทำการทดลองที่ด้านล่างของจานเพาะเชื้อ ปิเปตตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจางต่างๆ 1 มิลลิลิตร ลงที่ตำแหน่งตรงกลางจานเพาะเชื้อ
5. จุ่มแท่งแก้วรูปตัวแอล (spreader) ในแอลกอฮอล์เข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วเอียง spreader ที่ขอบของปิเกอร์เพื่อแยกแอลกอฮอล์ส่วนเกินออก
6. นำแท่งแก้วเกลี่ย spreader ที่ผ่านการจุ่มแอลกอฮอล์ไปเผาไฟจนแอลกอฮอล์ไหม้หมด และปล่อยให้ spreader เย็น
7. นำ spreader เกลี่ยเชื้อให้ทั่วจานเพาะเชื้อ และระมัดระวังไม่ให้มือสัมผัสกับขอบด้านในของจานเพาะเชื้อ

8. จุ่ม spreader ในแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 และกำจัดแอลกอฮอล์ส่วนเกินโดยให้แห้ง แก้วสัมผัสกับของปีกเกอร์ นำเผาไฟจนแอลกอฮอล์ไหม้หมด ปลอ่ยให้เย็น และนำไปเกลี่ยเชื้อแบคทีเรียจานในจานเพาะเชื้อที่เหลือ
9. ตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วกลับจานเพาะเชื้อให้ด้านที่มีอาหารเพาะเชื้ออยู่ด้านบน แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง
10. สังเกตลักษณะของโคโลนีที่ปรากฏ

### การวิเคราะห์ปริมาณสแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)

#### อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตัวอย่างอาหาร
2. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
3. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด
4. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร
5. ออโต้ปิเปต 1 มิลลิลิตร
6. ตูบมเชื้อ
7. หม้อนึ่งความดัน (Auto Claves)

หมายเหตุ : จะต้องทำการอบฆ่าเชื้อในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

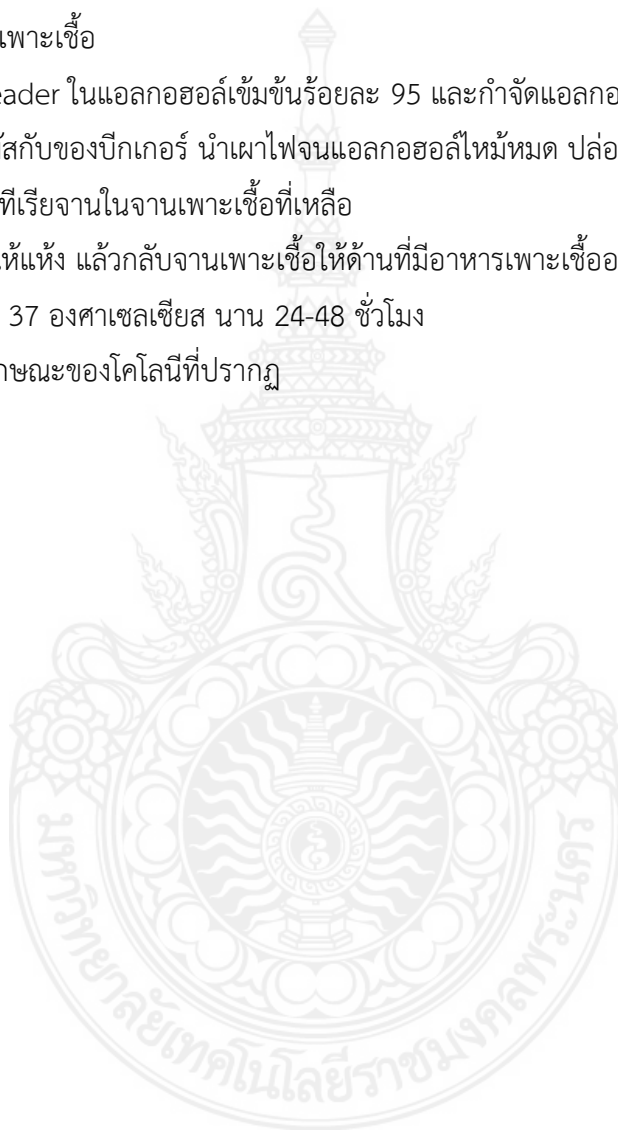
#### อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายเจือจาง

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Barid Parker Agar Base
2. น้ำกลั่นบริสุทธิ์
3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 8.5 เปอร์เซ็นต์

#### วิธีการตรวจวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ลงในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อ เทสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 8.5 เปอร์เซ็นต์
2. นำไปตีปั่นให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมอาหารเป็นเวลา 2 นาที
3. ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 8.5 เปอร์เซ็นต์
4. โดยระบุชื่อ-สกุล นักศึกษา วันที่ทำการทดลองที่ด้านล่างของจานเพาะเชื้อ ปิเปตตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจางต่างๆ 1 มิลลิลิตร ลงที่ตำแหน่งตรงกลางจานเพาะเชื้อ

5. จุ่มแท่งแก้วรูปตัวแอล (spreader) ในแอลกอฮอล์เข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วเอียง spreader ที่ขอบของปีกเกอร์เพื่อแยกแอลกอฮอล์ส่วนเกินออก
6. นำแท่งแก้วเกลี่ย spreader ที่ผ่านการจุ่มแอลกอฮอล์ไปเผาไฟจนแอลกอฮอล์ไหม้หมด และปล่อยให้ spreader เย็น
7. นำ spreader เกลี่ยเชื้อให้ทั่วจานงานเพาะเชื้อ และระมัดระวังไม่ให้มือสัมผัสกับขอบด้านในของจานเพาะเชื้อ
8. จุ่ม spreader ในแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 และกำจัดแอลกอฮอล์ส่วนเกินโดยให้แท่งแก้วสัมผัสกับขอบปีกเกอร์ นำเผาไฟจนแอลกอฮอล์ไหม้หมด ปล่อยให้เย็น และนำไปเกลี่ยเชื้อแบคทีเรียจานในจานเพาะเชื้อที่เหลือ
9. ตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วกลับจานเพาะเชื้อให้ด้านที่มีอาหารเพาะเชื้ออยู่ด้านบน แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง
10. สังเกตลักษณะของโคโลนีที่ปรากฏ



ภาคผนวก ข  
วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพ



## 1.การวิเคราะห์ทางเคมี

### การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีของ AOAC, 2000

นำตัวอย่างเส้นขนมจีนแบ่งหมักพร้อมบริโภคนในสภาวะดัดแปรโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 100% มาตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยเครื่อง pH meter โดยปรับค่ามาตรฐานในการวัดแต่ละครั้งด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.00, 7.00 และ 10.00 ตามลำดับ ทำการตรวจวัด 3 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

## 2.การวิเคราะห์ทางกายภาพ

### การตรวจวัดค่าสี (spectrophotometer) รุ่น CM-3500d

#### วิธีวิเคราะห์

1. เปิดสวิตช์เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสี
2. เข้าโปรแกรม Spectra Magic มีหน้าจอคอมพิวเตอร์
3. คลิกลูกปุ่ม Connect (ที่แถบข้างบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องวัดค่าสี จากนั้นลองสังเกตที่แถบทางล่างขวา เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว
4. ทำการปรับเครื่อง (Calibration) หรือคลิกลูกปุ่ม Calibration (ที่แถบข้างบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ช่องข้างบนภายใน Target Mask
5. เมื่อปรับเครื่องเสร็จแล้ว ให้คลิกลูกปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่ พร้อมกลับใส่ตัวอย่างชนิดแห้ง หรือชนิดเหลว ลงใน Target (ภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง)
6. จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีวัดการสะท้อนของวัตถุ ด้านบน) ปิดด้วยตลับสีขาว ด้านบน (กรณีวัดการส่งผ่านของวัตถุ)
7. จากนั้นเข้าที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างดี (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง) จากนั้นทำตามข้อ 6 บันทึกผลการทดลอง จากตารางในคอมพิวเตอร์ ค่า  $L^*$   $a^*$   $b^*$

การแสดงผลสี ประกอบด้วย

ค่า  $L^*$  หมายถึง ค่าสว่าง มีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีเขียว

ค่า  $a^*$  หมายถึง ค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว โดยค่าบวกแสดงถึงความเป็นสีแดง และค่าลบแสดงถึงความเป็นสีเขียว

ค่า  $b^*$  หมายถึง ค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยค่าบวกแสดงถึงความเป็นสีเหลือง และค่าลบแสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน

### ภาคผนวก ค

ภาพถ่ายโครงการวิจัยผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากรำข้าวและส่วนเหลือทิ้งในการแปรรูปข้าว

















## ประวัติย่อผู้วิจัย

### หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางชนัญภัทร กี่อาริโอ  
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) MRS. CHAYAPAT KEE - ARIYO

- ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

- หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวรราชพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 0 2281 9756-8 โทรสาร 0 2281 9759

E-mail : [chayapat.s@rmutp.ac.th](mailto:chayapat.s@rmutp.ac.th)

- ประวัติการศึกษา

| ระดับปริญญา | คุณวุฒิ/สาขาวิชา                                          | สถาบันอุดมศึกษา                                | ปีที่สำเร็จ |
|-------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------|
| ปริญญาเอก   | บธ.ด./การพัฒนาธุรกิจ<br>อุตสาหกรรมและทรัพยากรมนุษย์       | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม<br>เกล้าพระนครเหนือ | 2557        |
| ปริญญาโท    | คศ.ม./คหกรรมศาสตร์                                        | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                         | 2536        |
| ปริญญาตรี   | คศ.บ./อาหารและโภชนาการ<br>(เกียรตินิยมอันดับ 1 เหรียญทอง) | วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา                 | 2528        |

## นักวิจัยร่วม

- ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นพพร สกุลยืนยงสุข  
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) MR. Nopporn Sakulyunyongsuk

- ตำแหน่งปัจจุบัน รองคณบดี

- หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวรราชพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 0 2281 9756-8 โทรสาร 0 2281 9759

E-mail : Nopporn.s@rmutp.ac.th

- ประวัติการศึกษา

| ระดับปริญญา | คุณวุฒิ/สาขาวิชา                                             | สถาบันอุดมศึกษา                   | ปีที่สำเร็จ |
|-------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| ปริญญาโท    | ศศ.ม./คหกรรมศาสตร์                                           | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร | -           |
| ปริญญาตรี   | ปริญญาตรี สาขาวิชา<br>เทคโนโลยีชีวภาพ คณะ<br>อุตสาหกรรมเกษตร | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์            | -           |

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)    ธนภพ โสตรโยม  
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) MR. Thanapop Soteyome

2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยคณบดี

3. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวัดราชบพิธ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 0 2281 9756-8 โทรสาร 0 2281 9759

E-mail : thanapop.s@rmutp.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

| ระดับปริญญา | คุณวุฒิ/สาขาวิชา                                       | สถาบันอุดมศึกษา                      | ปีที่สำเร็จ |
|-------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| ปริญญาตรี   | วิทยาศาสตร์บัณฑิต/วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการอาหาร   | สถาบันราชภัฏพระนคร                   | 2545        |
| ปริญญาโท    | เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต/เศรษฐศาสตร์                        | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์               | 2550        |
| ปริญญาเอก   | Ph.d. Food Science and Engineering (Sugar Engineering) | South china university of technology | 2559        |