



การพัฒนาขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว

**The Development of Bread Sandwiches Rice Flour**

ผศ.ดร. ดวงฤทัย

ธำรงโชติ

ผศ. วิภาวัน

จุลยา

อ. รุ่งทิwa

วงศ์ไพศาลฤทธิ์

รายงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากงบรายได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ปี 2555

## บทคัดย่อ

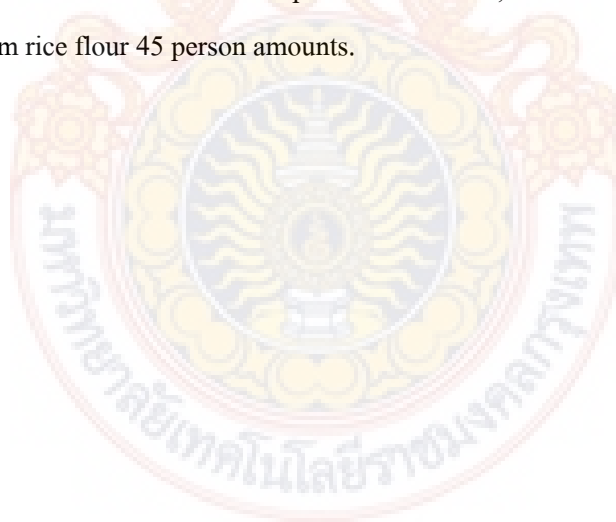
การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรมาตรฐานและกรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว โดยใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่ออัตราส่วนแป้งสาลี 0:100 80:20 70:30 100:0 สูตรที่ได้รับการยอมรับคือ สูตร อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้า 70% ต่อแป้งสาลี 30% ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ แป้งข้าว 1,000 กรัม, ยีสต์ 20 กรัม, น้ำตาลทราย 80 กรัม, เกลือป่น 15 กรัม นมผง 80 กรัม, ซอโยโปรตีน 50 กรัม, ผงฟู 10 กรัม, สารเสริม KS505 10 กรัม, Xantangum 10 กรัม เนยขาว 80 กรัม ,เอสพี 80 กรัม ,น้ำ 930 กรัม จากนั้นศึกษา ขั้นตอนที่ได้รับการยอมรับ คือการทำขนมปังแซนด์วิชแบบ 2 ขั้นตอน ศึกษาการขึ้นฟูของขนมปังแซนด์วิชเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน ผลจากการทดลอง เมื่อแทนที่ แป้งสาลีด้วยแป้งข้าว จะทำให้อัตราการขึ้นฟูของขนมปังแซนด์วิช ลดลง เมื่อปริมาณแป้งข้าวเพิ่มขึ้น ศึกษาสารไฮโดรคอลลอยด์ 3 ชนิดที่ใช้เป็นส่วนผสมในขนมปังแซนด์วิช สารที่ใช้เปรียบเทียบ คือ สารแซนแทนกัม สาร ซีเอ็มซี สารกัวร์กัม ซึ่งสารแซนแทนกัมทำให้ขนมปังแซนด์วิชมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด ศึกษาอัตราการใช้เลชิติน ในอัตราส่วน 50 100 150 200 กรัม พบว่า ขนมปังแซนด์วิชที่ใช้ เลชิติน 100 กรัม มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด

และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว พบว่า ความชื้น 31.33 เถ้า 3.08 โปรตีน 9.24 ไขมัน 2.50 เยื่อใย 4.84 และคาร์โบไฮเดรต 49.01 และพลังงาน 256.34 แคลอรี จากการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวเจ้า ของผู้บริโภคจำนวน 50 คน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า จำนวน 45 คน

## Abstract

This research aims to study the develop formulation and process for production rice flour sandwich bread. The result showed that the optimum formulation of rice flour sandwich bread consisted of 1000 grams of rice flour, 20 grams of yeast, 80 grams of sucrose, 15 grams of salt, 80 grams of milk powder, 50 grams of soy protein isolate, 10 grams of baking powder, 10 grams of KS 505, 10 grams of Xantangum, 80 grams of shortening , 80 grams of SP and 930 grams of water. The optimum of rice flour sandwich bread process was 2 stages (sponge and dough). For the effect of gum, it was found that the texture score from hedonic scale of rice flour sandwich bread with xantangum was the highest, It mean that xantangum improve texture of rice bread more than that CMC and guar gum. The color score from hedonic scale of rice flour sandwich bread was low so that the researchers used lecithin for improving the color. It was found that lecithin, added into the optimum formulation 10% of flour lecithin, improved the texture and color of bread.

The chemical composition of rice flour sandwich bread was 31.33 % moisture, 3.08 % ash, 9.24 % protein, 2.50 % fat, 4.84 % fiber, 49.01% carbohydrate, 256.34 and calories. From acceptance products sandwich bread test from rice flour of 50 amount person consumers, the result is a consumer testifies to accept bread products from rice flour 45 person amounts.



## สารบัญ

| เรื่อง                                       | หน้า     |
|----------------------------------------------|----------|
| บทคัดย่อภาษาไทย                              | ก        |
| Abstract                                     | ข        |
| สารบัญ                                       | ค        |
| สารบัญภาพ                                    | จ        |
| สารบัญตาราง                                  | ฉ        |
| <b>บทที่ 1 บทนำ</b>                          | <b>1</b> |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย   | 1        |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย                  | 2        |
| 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย                        | 2        |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ                | 2        |
| <b>บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง</b> | <b>3</b> |
| 2.1 ขนบปิ้งแซนด์วิช                          | 3        |
| 2.2 แป้งสาลี                                 | 5        |
| 2.3 น้ำตาล                                   | 7        |
| 2.4 ไขมัน                                    | 8        |
| 2.5 ไข่                                      | 10       |
| 2.6 น้ำ                                      | 11       |
| 2.7 นม                                       | 12       |
| 2.8 ยีสต์                                    | 13       |
| 2.9 เกลือป่นฝรั่ง                            | 15       |
| 2.10 สารเสริมประเภทต่างๆ                     | 16       |
| 2.11 แป้งข้าว                                | 17       |
| 2.12 อะไมโลเพกติน                            | 19       |
| 2.13 อะไมโลส                                 | 19       |
| 2.14 แซนแทนกัม                               | 20       |
| 2.15 สาร CMC                                 | 22       |

## สารบัญ (ต่อ)

| เรื่อง                                                                                           | หน้า      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.16 สารกั้วร์กัม                                                                                | 22        |
| 2.17 สารเลชิติน                                                                                  | 23        |
| 2.18 เอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้อง                                                                    | 25        |
| <b>บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินงาน</b>                                                           | <b>29</b> |
| 3.1 วัสดุ                                                                                        | 29        |
| 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์                                                                         | 29        |
| 3.3 สารเคมี                                                                                      | 30        |
| 3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผล                                                       | 30        |
| 3.5 ระเบียบวิธีวิจัย                                                                             | 31        |
| <b>บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์</b>                                                              | <b>38</b> |
| 4.1 การศึกษากรรมวิธีการผลิตและสูตรมาตรฐานขนมปังแซนด์วิช                                          | 38        |
| 4.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งข้าว: แป้งสาลี<br>ในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว | 40        |
| 4.3 การศึกษาชนิดสารไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์<br>ขนมปังแซนด์วิชจาก แป้งข้าว             | 42        |
| 4.4 การศึกษาปริมาณสารเลชิตินที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช<br>จากแป้งข้าว                  | 44        |
| 4.5 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว                               | 46        |
| <b>บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ</b>                                                       | <b>47</b> |
| <b>ภาคผนวก</b>                                                                                   |           |
| หลักฐานการเผยแพร่ผลงานวิจัย                                                                      | 48        |

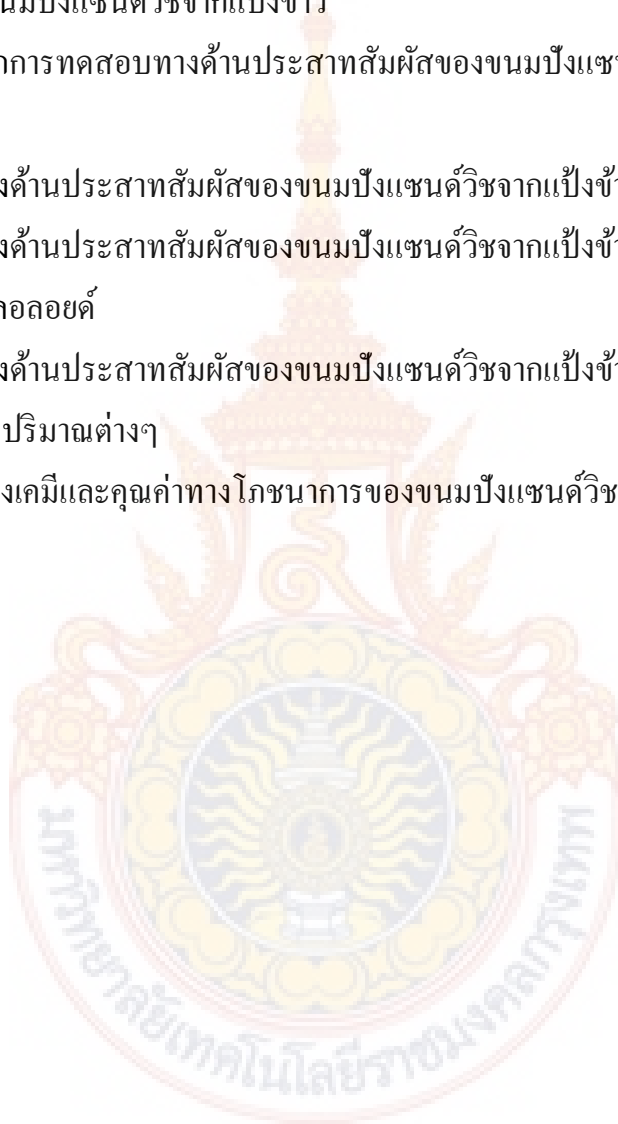
## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                 | หน้า |
|----------------------------------------|------|
| 2.1 กรรมวิธีการผลิตแป้ง                | 18   |
| 2.2 โครงสร้างโมเลกุลของอะไมโลเพกติน    | 19   |
| 2.3 โครงสร้างโมเลกุลของอะไมโลส         | 19   |
| 2.4 โครงสร้างโมเลกุลแซนแทนกัม          | 21   |
| 2.5 โครงสร้างโมเลกุล CMC               | 22   |
| 2.6 โครงสร้างโมเลกุลกัวร์กัว           | 22   |
| 2.7 โครงสร้างโมเลกุลเลซีติน            | 24   |
| 3.1 ขั้นตอนการทำงานมπίงแบบขั้นตอนเดียว | 33   |
| 3.2 ขั้นตอนการทำงานมπίงแบบสองขั้นตอน   | 35   |



## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                     | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 สมบัติที่แตกต่างกันของอะไมโลสและอะไมโลเพกติน                                             | 20   |
| 3.1 สูตรมาตรฐานขนมปังแซนด์วิช                                                                | 31   |
| 3.2 สูตรมาตรฐานขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว                                                     | 36   |
| 4.1 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิช<br>สูตรมาตรฐาน                | 38   |
| 4.2 คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว                               | 40   |
| 4.3 คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว<br>ใส่สารไฮโดรคอลลอยด์        | 42   |
| 4.4 คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว<br>ใส่สารเลซิตินในปริมาณต่างๆ | 44   |
| 4.5 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว                        | 46   |



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่เกิดจากส่วนผสมของแป้งสาลี ยีสต์ หรือผงฟู หรือเบกกิ้งโซดา น้ำ เกลือ น้ำตาล และไขมัน เป็นหลัก แต่สัดส่วนจะเปลี่ยนแปลงไปตามความประสงค์ว่าต้องการให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะอย่างไร ทำเป็นรูปแบบใดตั้งแต่แบบใส่พิมพ์ ธรรมดาแบบม้วน ปั้นเป็นก้อนกลม แท่งยาวและม้วนเป็นรูปต่าง ๆ และอาจจะมีการพัฒนารูปแบบใหม่ ๆ ขึ้น เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยมีเทคนิคในการทำ การเลือกใช้สารที่ทำให้ขนมปังขึ้นฟู การเลือกใช้ภาชนะอบและอุณหภูมิแตกต่างกันไปตามชนิดของขนมปังที่มีหลากหลายชนิด เพื่อการบริการในโอกาสต่าง ๆ เนื่องจากขนมปังจัดเป็นอาหารหลักที่สำคัญชนิดหนึ่งของมนุษย์ มาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ จนกระทั่งถึงปัจจุบันในชนชาติบางกลุ่ม และนับวันขนมปังจะมีบทบาทต่อมนุษย์ทุกชนชาติ รวมทั้งคนไทยที่นิยมบริโภคขนมปังกันมากขึ้น ทั้งในรูปของอาหารมือต่าง ๆ โดยเฉพาะมือเช้า และในรูปของว่าง ของหวานในโอกาสทั่ว ๆ ไป (วิภาวัน จุลยา, 2549)

ข้าว เป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญของประเทศไทย ในแต่ละปีสามารถผลิตข้าวเจ้าได้มากกว่าปีละ 18 ล้านตัน (กรมการค้าและการส่งออก, 2553) แต่ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตข้าวสาลีเพื่อใช้ในประเทศ ยังต้องมีการนำเข้าข้าวสาลี เป็นจำนวนมากในแต่ละปี เพื่อนำมาใช้ในการอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การผลิตอาหารกึ่งสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์ขนมอบต่าง ๆ การพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งข้าว น่าจะมีทิศทางที่เป็นไปได้ และยังเป็นประโยชน์ต่อการใช่วัตถุดิบทางการเกษตรที่สำคัญของคนไทยด้วย (สำนักวิจัยเศรษฐกิจเกษตร, 2551)

ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว คือการนำแป้งข้าวเจ้า มาทดแทนการใช้แป้งข้าวสาลี ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ในผลิตภัณฑ์ขนมปัง โดยปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมปังส่วนใหญ่จะใช้แป้งสาลีเป็นหลักเนื่องจาก ในแป้งสาลีมีปริมาณ กลูเตน มากกว่าแป้งข้าวเจ้า จึงทำให้ผู้ผลิตทั้งหลายเลือกใช้แป้งชนิดนี้แทน ข้อเสียของการใช้แป้งสาลี คือต้องมีการนำเข้า แป้งสาลีจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะเป็นการสูญเสียรายได้ออกต่างประเทศ และยังทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลีมีราคาสูงอีกด้วย ถ้าสามารถใช้แป้งข้าวเจ้าแทนแป้งสาลีได้ จะสามารถลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ ด้วยทั้งยังใช้ทรัพยากรการเกษตรในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย (พรวิมล ปันหา, 2544)

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อทดลองหากรรมวิธีและสูตรมาตรฐานผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าว
- 1.2.2 เพื่อทดลองหาปริมาณแป้งข้าวต่อแป้งสาลีที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำ
- 1.2.3 เพื่อทดลองหาชนิดสารไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำ
- 1.2.4 เพื่อทดลองหาปริมาณเลซิตินที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำ
- 1.2.5 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ คุณภาพด้านประสาทสัมผัส คุณภาพทางด้านเคมี

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1 สูตรพื้นฐานที่ใช้เป็นต้นแบบ ในการดัดแปลงเป็นขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าวพัฒนาจากสูตรขนมปัง สูตรที่ 1 (นวรรตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ, 2546) สูตรที่ 2 (วิภาวัน จุลยา, 2549) สูตรที่ 3 (UFM BAKING SCHOOL, 2528) และสูตรที่ 4 (จริยา เดชกุลธร, 2540)
- 1.3.2 แป้งข้าวที่ใช้เป็นแป้งข้าวน้ำ (ตรา สามเศียร)
- 1.3.3 สารไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้มีลักษณะเป็นผง
- 1.3.4 สารเลซิตินที่ใช้ผลิตจากถั่วเหลือง

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 สามารถเลือกกรรมวิธีและสูตรมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าวที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด
- 1.4.2 สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาแป้งข้าวเจ้า ให้มีคุณสมบัติเหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังเพิ่มมากยิ่งขึ้น
- 1.4.3 สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ที่อยู่ในกลุ่มของคนรักสุขภาพ
- 1.4.4 สามารถพัฒนาขนมอบให้เป็นที่ยอมรับโดยมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้น
- 1.4.5 สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอาชีพ และเสริมสร้างรายได้ให้กับชุมชน

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ขนมปังแซนด์วิช

ขนมปังแซนด์วิช ขนมปังชนิดนี้ จัดเป็นขนมปังที่มีปริมาณไขมันต่ำ นิยมใช้ทำแซนด์วิช มีลักษณะเป็นแท่งโดยใช้พิมพ์ยาวเล็กเพื่อบังคับรูปร่างและปริมาณของโดให้เสมอกันทั้งสอง มีเนื้อละเอียดนุ่ม มีน้ำตาลน้อย

การผสม ขนมปังแซนด์วิช ถ้าใช้วิธีการผสมแบบ สเปนจ์โด จะได้ผลดีเพราะจะขยายตัวได้ดีทำให้ได้ปริมาตรดีด้วย นอกจากนั้นยังได้เนื้อขนมปังที่นุ่มละเอียด (วรารักษ์ เจริญถาวร และเจิมสิริ เหลืองสุภาภรณ์, 2551)

##### 2.1.1 ชนิดของขนมปัง

สามารถแบ่งขนมปัง ตามปริมาณของน้ำตาลและไขมันในสูตรได้เป็น 4 ประเภท คือ (UFM BAKING SCHOOL, 2528)

**2.1.1.1 ขนมปังผิวแข็ง (hard bread)** จะมีปริมาณน้ำตาลน้อยกว่า คือตั้งแต่ 0-2% และมีไขมัน เพียง 0-3% เนื้อขนมปังที่ได้จะค่อนข้างแห้งมีเปลือกค่อนข้างแข็ง เช่น ขนมปังฝรั่งเศส ขนมปังขาไก่

**2.1.1.2 ขนมปังจี๊ด (loft bread)** จะมีปริมาณน้ำตาลตั้งแต่ 3-8% และมีไขมัน 3-6% เช่น ขนมปังแซนด์วิช ขนมปังหัวกะโหลก

**2.1.1.3 ขนมปังกึ่งหวาน (soft bun)** มีปริมาณน้ำตาล 9-15% และมีไขมัน 6-12% ขนมปังที่ได้เนื้อจะนุ่ม นิยมทำเป็นรูปทรงกลมอาจมีไส้หรือไม่มีไส้ก็ได้ ได้ที่นิยมมักเป็นไส้คารา เช่น ขนมปังไส้ไก่ ขนมปังหมูหยอง แฮมเบอร์เกอร์

**2.1.1.4 ขนมปังหวาน (sweet dough)** มีปริมาณน้ำตาลสูง 16-30% และมีไขมัน 12-14% จัดเป็นขนมปังค่อนข้างหวาน หรือขนมปังไส้หวานชนิดต่างๆ เช่น ขนมปังผลไม้ ขนมปังมะพร้าว

### 2.1.2 หลักและวิธีการทำขนมปัง

การทำขนมปัง มีกรรมวิธีในการทำเช่นเดียวกับการผสมโดทั่วไป โดยเริ่มการผสมโดสำหรับขนมปังหวานที่ให้ผลดีที่สุดก็คือ การผสมโดถึงจุดที่โดมีความหนืดอ่อนปานกลาง โดยดูได้จากการที่โดไม่ติดที่ข้างและที่ก้นอ่างผสม แล้วผสมต่ออีกประมาณ 3 นาที ก็เพียงพอแล้ว

ถ้าผสมแบบสูตรทโด หรือผสมครั้งเดียว ควรตีเนย เกลือ และไข่ ให้เข้ากันจนเป็นครีมก่อนที่จะเติมส่วนผสมที่เหลือลงไป ส่วนการผสมแบบ สเปนจ์-โด ควรใส่ไขมันหลังจากที่เติมแป้งลงไปแล้วเกิดโดขึ้นแล้วบางส่วน

การหมักโดที่ทำได้โดยวิธีสเปนจ์-โด จะแตกต่างจากวิธีสูตรทโด ถ้าใช้วิธีสเปนจ์-โด ส่วนของสเปนจ์จะถูกนำออกจากเครื่องผสมที่อุณหภูมิ 76°F แล้วทิ้งไว้ในห้องหมักนาน 2-3 ชั่วโมง สเปนจ์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นอีก 8-11°F ในระหว่างที่หมัก อุณหภูมิของห้องจะยังคงอยู่ที่ 80°F เป็นการยากที่จะบ่งถึงความยาวนานของการหมักที่แน่นอน เนื่องจากมีสาเหตุหลายประการที่เกี่ยวข้อง เช่น กำลังของแป้งที่ใช้ ปริมาณของยีสต์ที่ใส่ลงไป ความหนืดของโดและอุณหภูมิ อย่างไรก็ตาม ช่วงของการหมักก็จะอยู่ในระหว่าง 2-3 ชั่วโมง นอกจากนั้นชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโดที่หมักได้แล้วก็ จะต้องการเวลาในการหมัก สเปนจ์ต่างกัน เช่น ชินเนมอนโรล และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่คล้ายคลึงกัน มักมียอดแหลมตรงกลางเกิดขึ้นในระหว่างที่อบ เมื่อเป็นเช่นนี้ โดที่จะนำมาทำควรหมักให้เร็วขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีไส้มาก เช่น คอฟฟ์เล็ก ต้องการโดที่มีช่วงหมักของสเปนจ์นานกว่า

สเปนจ์ที่หมักขึ้นดีแล้วจะถูกนำมาเข้าเครื่องผสม เพื่อผสมขึ้นที่สองกับส่วนผสมที่เหลือ ผสมต่อจนได้โดที่มีความเรียบเนียน มีอุณหภูมิ 80 °F แล้วจึงนำมาพักต่ออีก 20-45 นาที หรือนานกว่านั้น การผสมและการพักหลังผสมแล้วจะใช้เวลาเพิ่มขึ้น ถ้าแป้งที่ใช้ในการผสมเป็นแป้งแข็ง เมื่อพักโดได้ที่แล้ว ก็นำมาตัดซั้ง แล้วม้วนเข้าพิมพ์ หรือทำเป็นรูปต่างๆตามความต้องการ

สำหรับวิธีสูตรทโดนั้นต่างจากสเปนจ์-โด โดยสูตรทโดใช้เวลาในการหมักสั้นกว่า คือใช้เวลาในการหมักเพียง 1 ½ ถึง 2 ชั่วโมง สำหรับสูตรที่เข้มข้น ชนิดของแป้งที่ใช้ และผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ โดยปกติระยะเวลาของการหมักจนถึงระยะเวลาในการปั้นรูป ใช้เวลาประมาณ 1 ½ ชั่วโมง

### 2.1.3 ขั้นตอนการทำขนมปัง

วิธีทำก้อนแป้งสำหรับทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ มีดังนี้ คือ

**2.1.3.1 วิธีผสมครั้งเดียว (straight dough method)** ใช้ก้อนทั่วไป เพราะสะดวกในการทำ โดยการผสมส่วนผสมต่างๆ ที่จะใช้พร้อมกันทุกอย่าง นวดจนแป้งเนียน หมักเพียงครั้งเดียวขึ้นเป็น 2 เท่า วิธีนี้จำเป็นต้องมีการไล่ลม หรือลดปริมาณของก้อนแป้ง เมื่อหมักไปได้ประมาณ 80% ของเวลาที่ใช้หมัก

**2.1.3.2 วิธีผสม 2 ครั้ง (sponge and dough method)** วิธีนี้มีการผสมและการหมัก 2 ครั้ง ครั้งแรกผสมแป้งส่วนหนึ่งประมาณ 70%-80% ของน้ำหนักแป้งที่ใช้ ไม่จำเป็นต้องผสมจนก้อนแป้งเรียบเนียน ซึ่งเรียกขั้นนี้ว่า “สปันจ์” หมักประมาณ 2-3 ชม. เมื่อหมักสปันจ์ได้ที่แล้ว จึงผสมครั้งที่ 2 กับแป้งส่วนที่เหลือและส่วนผสมทั้งหมด เช่น ไข่ นม ฯลฯ กับเติมน้ำอีกประมาณ 55% ของน้ำหนักแป้งที่เหลือจนเข้ากันดี เรียกส่วนผสมนี้ว่า สปันจ์ – โด

**2.1.3.3 วิธีท่อนเวลา (no – time dough)** วิธีนี้ใช้ในการหมักน้อย เพราะสามารถลดเวลาการหมักลงประมาณ 2 ชม. คือหลังจากผสมแล้วไม่ต้องนำไปหมัก เพียงแค่พักไว้ประมาณ 15 นาที จึงนำมารีดและปั้นเป็นรูปไล่พิมพ์และพักตัวครั้งสุดท้ายประมาณ 1-2 ชม. ที่อุณหภูมิ 43°C การผสมวิธีนี้ต้องใช้สารเคมีเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น ใช้ยีสต์มากกว่าปกติ คือใช้ประมาณ 2.5% ของน้ำหนักแป้ง (วิภาวัน จุลยา, 2549)

## 2.2 แป้งสาลี (wheat flour)

แป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด คือ แป้งสาลี ซึ่งแป้งชนิดนี้จะมีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ จากแป้งข้าวเจ้าหรือแป้งข้าวเหนียวในบ้านเรา เพราะแป้งชนิดนี้เมื่อผสมกับน้ำและนวดจะได้ก้อนแป้งที่มีลักษณะเหนียว และยืดหยุ่นได้ ซึ่งเมื่อล้างเอาแป้งออกจะมีลักษณะเป็นยางเหนียวและยืดหยุ่นได้ เราเรียกว่ากลูเตน (gluten) หรือชาวจีนเรียกกันว่าหมี่กึ่ง ซึ่งนิยมนำมาทำเป็นอาหารมังสวิรัตในเทศกาลกินเจของชาวจีน คุณลักษณะพิเศษนี้ในแป้งอย่างอื่นไม่มี แป้งสาลีจึงเหมาะในการทำผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตก๊าซ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อละเอียด นุ่ม มีรูปร่างที่คงตัว แป้งสาลีแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ข้าวสาลีชนิดหนักหรือแข็ง (hard or strong wheat) เป็นข้าวที่มีโปรตีนสูง มีน้ำหนักมากเมื่อผ่านการสีและโม่แล้ว แป้งจะมีลักษณะหยาบ ร่วน หนัก สีคล้ำ
2. ข้าวสาลีชนิดเบาหรืออ่อน (soft wheat) เป็นข้าวที่มีโปรตีนต่ำ มีน้ำหนักเบาเมื่อผ่านการสีและโม่แล้ว แป้งจะมีลักษณะละเอียด เบา มีสีขาวกว่าชนิดแรก

### 2.2.1 ชนิดของแป้งสาลี

แป้งสาลีโดยทั่วไปในท้องตลาดบ้านเราจะจัดแบ่งเป็น 3 ชนิดด้วยกัน

**2.2.1.1 แป้งขนมปัง** มีความเหนียวสูง เป็นแป้งที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง 12-14.5% ไม่จากข้าวสาลีชนิดเปลือกแข็ง (dark northern spring) (mard red winter) ถ้านำแป้งชนิดนี้มาล้างกลูเต็นจะได้ตั้งแต่ 36-42% แป้งชนิดนี้ดูดซึมน้ำได้มากกว่าแป้งชนิดอื่น ใช้ทำพวกขนมปังทุกชนิด

ขนมปังหวาน ขนมปังแซนวิช ขนมปังเปลือกแข็งและขนมที่ใช้ยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งขนมปังเนื้อแป้งจะหยาบเมื่อถูด้วยนิ้วมือทั้งสองนิ้วจะรู้สึกคล้ายกรวดเล็กๆ สีของแป้งจะออกเป็นสีครีม เมื่อใช้ฝ่ามือบีบจะไม่รวมกันเป็นก้อนง่าย ตัวที่ช่วยให้ขึ้นฟู (leavening agent) ใช้กันยีสต์เท่านั้น

**2.2.1.2 แป้งเอนกประสงค์** เป็นแป้งที่มีโปรตีนสูงปานกลาง อยู่ระหว่าง 9-11% เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมใช้ในการทำขนมหลายๆ ชนิด เช่น ขนมปังจืด ขนมปังหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ ถ้าใช้ทำขนมปังเวลาที่ใช้ในการนวดแป้งจะน้อยกว่าทำจากแป้งขนมปังโดยตรง นอกจากนี้ยังใช้ทำขนมไทยได้ เช่น ขนมอาลัว ขนมดอกจอก ครอบแครง กรอบเค็ม ลักษณะของแป้งชนิดนี้ มีคุณสมบัติทั้งของแป้งเค้กและแป้งขนมปังรวมกันตัวที่ช่วยให้ฟู อาจจะใช้ยีสต์หรือสารเคมีอื่นๆ เช่น ผงฟู หรือโซดาก็ได้

**2.2.1.3 แป้งเค้ก** เป็นแป้งที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำ ประมาณ 7-8% โม้จากข้าวสาลีชนิดเปลือกอ่อน คือ พวกร U.S. western white, soft red winter white แป้งเค้กแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- ชนิดโลเรโซ (low ratio) เป็นแป้งเค้กชนิดธรรมดา มีความขาวกว่า 2 ชนิดข้างต้นเหมาะสำหรับทำขนม ซาลาเปา สปันจ์เค้ก บิสกิตหรือขนมไทยเช่น สาลี่ ฝอย่าย กลิบลำดวน
- ชนิดไฮเรโซ (high ratio) เป็นแป้งชนิดพิเศษที่มีการปรับปรุงสภาพเพื่อให้ดูดซึมน้ำและน้ำตาลได้มากกว่าปกติเพื่อให้ได้เนื้อเค้กที่ฟูเบา เนื้อละเอียด ไม่ยุบตัว เหมาะกับการทำเค้กชนิดที่มีปริมาณน้ำตาลในสูตรมากเช่น บัตเตอร์เค้ก ชิฟฟอนเค้ก ลักษณะของแป้งชนิดนี้ เนื้อแป้งจะเนียนละเอียด เมื่อบีบแป้งเข้าด้วยกัน จะมีลักษณะเป็นก้อนได้ง่าย สีของแป้งจะขาวกว่าแป้งขนมปังและแป้งเอนกประสงค์ ตัวที่ช่วยให้ฟู ใช้ได้ทั้งผงฟูและโซดา

## 2.2.2 คุณลักษณะของแป้งสาลี

เพื่อที่จะขนมให้ได้ผลดี ควรพิจารณาถึงคุณสมบัติของแป้งดังนี้

1. สีของแป้ง แป้งที่ดีควรมีสีขาว แป้งขนมปังจะมีสีขาวคล้ำกว่าแป้งเอนกประสงค์และแป้งเค้ก
2. กำลังของแป้ง หมายถึงพลังที่แป้งสามารถอุ้มแก๊สที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักได้ดีเพื่อให้ขนมขึ้นฟูและมีปริมาตรดี
3. ความทนต่อสภาพต่างๆ ของแป้ง หมายถึงลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อ

สภาพการผสมนานๆ ทนต่อการรีด และขบวนการอื่นๆ โดยที่กลูเต็นไม่ฉีกขาด ความทนต่อสภาพต่างๆ สูง จะทำให้หมักได้นาน และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

### 2.2.3 คุณค่าทางอาหารของแป้งสาลี

แป้งสาลีประกอบด้วยโปรตีนคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และวิตามินหลายชนิดได้แก่ วิตามินบีรวม วิตามินบี1 ซึ่งช่วยป้องกันโรคเหน็บชาและระบบประสาท วิตามินบี2 ซึ่งมีความจำเป็นต่อผิวหนัง และเส้นผมไนอะซิน (Niacin) ป้องกันโรคปากนกกระจอก (Pelagra) โรคเรื้อรังที่เกี่ยวกับผิวหนัง และมีผลต่อระบบประสาทด้วย และธาตุเหล็กจะช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง (Anemia)

### 2.2.4 องค์ประกอบของแป้งสาลี

แป้งสาลีประกอบด้วย

|                        |         |                              |
|------------------------|---------|------------------------------|
| 1. แป้งสตาร์ช (starch) | 70 %    |                              |
| 2. โปรตีน              | 11-13 % |                              |
| 3. ความชื้น            | 12-14 % |                              |
| 4. ไขมัน               | 1- 2 %  |                              |
| 5. น้ำตาล              | 1 %     |                              |
| 6. เถ้า                | 0.5 %   |                              |
| และอื่นๆ               | 1-2 %   | ( สถาพร ถาวรธวัชสัน , 2552 ) |

## 2.3 น้ำตาล (sugar)

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึกละลายได้ดีในน้ำ มีรสหวานที่จำเพาะในตลาดจะเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาลซูโครส (sucrose) แต่นิยมนำมาทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่โดยทั่วไปมี 3 ชนิด

1. น้ำตาลทราย (granulated sugar) น้ำตาลชนิดนี้ใช้กันมากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ มีความละเอียดต่างกันตั้งแต่เป็นผงและละเอียดธรรมดา และเม็ดใหญ่หยาบ ถ้าจะใช้ให้ได้ผลดีควรเป็นชนิดละเอียดและขาว เพราะจะตีครีมได้ดี แต่ถ้าใช้ผสมสีโรยหน้าขนม เช่น ลูกเกด ก็ควรใช้ชนิดเม็ดใหญ่หยาบ

2. น้ำตาลไอซิ่ง (Icing or confectionary sugar) เป็นน้ำตาลที่ป่นละเอียดผสมกับแป้งข้าวโพดประมาณ 3% เพื่อมิให้เกิดการจับตัวเป็นก้อน ส่วนมากใช้ในการเตรียมครีมชนิดต่างๆ สำหรับแต่งหน้าเค้ก ทำดอกไม้ใช้น้ำตาล ลูกกวาด และเค้กบางชนิดเพื่อให้ผสมได้ง่าย เช่น แอ่งเจล

เค้ก นอกจากนี้ยังผสมกับแป้งทำแป้งสำเร็จรูป เช่น แป้งเค้กสำเร็จรูป แป้งโดนต์สำเร็จรูป เป็นต้น

3. น้ำตาลทรายแดง (yellow or brown sugar) น้ำตาลชนิดนี้จะประกอบด้วยคาราเมล แร่ธาตุ และความชื้น นอกจากนี้ยังประกอบด้วยโมลาส (molasses) น้ำตาลทรายแดงเป็นน้ำตาลที่ยังไม่ได้ทำการฟอกสีให้เป็นน้ำตาลบริสุทธิ์ บางทีเรียกว่าน้ำตาลดิบ ส่วนใหญ่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการสีและกลิ่นของน้ำตาลทรายแดง เช่น เค้กกล้วยหอมและเค้กผลไม้

นอกจากนี้ยังมีน้ำตาลอื่นๆ ที่ไม่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น น้ำเชื่อมข้าวโพด น้ำผึ้งซึ่งนิยมมาผสมกับน้ำตาลไอซิ่งและใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ให้เกิดความเลื่อมมัน

### 2.3.1 หน้าที่ของน้ำตาล

1. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์
2. เป็นอาหารของยีสต์ทำให้การหมักเกิดขึ้นได้เร็ว
3. ใช้เตรียมครีมชนิดต่างๆ สำหรับแต่งหน้าเค้ก
4. ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู
5. ทำให้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์มีสีสวย
6. เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์
- 7 ช่วยเก็บความชื้น ทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์นุ่มอยู่ได้นาน เพราะถ้าใช้น้ำตาลมาก เวลาอบจะสั้น เนื่องจากเกิดสีเหลืองของผิวขนมเร็วขึ้น ความชื้นออกได้น้อย ขนมจึงนุ่มและสดอยู่ได้นาน แต่ขนมปังจะมีความเหนียวลดลง

### 2.4 ไขมัน (shortening)

ไขมันและน้ำมันประกอบด้วยกรดไขมัน (fatty acids) 3 โมเลกุลกับกลีเซอรอล (glycerol) ซึ่งกรดไขมันชนิดหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งชนิดจะรวมตัวกับโมเลกุลของ กลีเซอรอลเพื่อให้เกิดเป็น ไตรกลีเซอไรด์ กลีเซอรอลเป็นของเหลวข้นเหมือนน้ำเชื่อม ไขมันที่หนากว่าน้ำ มีรสหวานโดยปกติแล้วส่วนประกอบของไตรกลีเซอไรด์ที่มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้องเรียกว่า “ไขมัน (fats)” ส่วนประกอบที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องเรียกว่า “น้ำมัน” (oil) ทั้งไขมันและน้ำมันจะมีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำ และมีคุณลักษณะเฉพาะต่างกันไปไขมันและน้ำมันที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ได้มาจากทั้งพืชและสัตว์ ไขมันและน้ำมันแต่ละอย่างนั้นก็มีคุณสมบัติและองค์ประกอบต่างกันไปตามชนิดของไขมันและน้ำมันซึ่งที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ ได้แก่

1. มันหมูแข็ง (lard) เป็นไขมันที่ได้จากสุกร มีสีขาว มีกลิ่นและรสอ่อนๆ แข็งได้ที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณของไขมันอยู่ 98% มันหมูแข็งที่ดีควรได้จากส่วนข้างและด้านหลังของสุกรเหมาะสำหรับทำขนมปัง บิสกิต เปลือกพาย กะหรี่ปั๊พ แป้งขนมเปียะ ฯลฯ

2. เนยสด (butter) ทำจากส่วนที่เป็นไขมันของน้ำนมวัว ประกอบด้วยไขมัน 80% มีสีเหลือง มีกลิ่นรสหวาน มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง เนยสดนั้นใช้ได้ดีที่สุดในการให้กลิ่นรส แต่จะมีคุณสมบัติค่อยในการเป็นครีม คือ เนยสดจะตีเป็นครีมไม่ดีและขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน เค้กที่ทำจากเนยสดล้วนๆ โดยทั่วไปจึงมีปริมาณต่ำ เนื้อเค้กหยาบ แต่มีรสชาติหอมหวานน่ารับประทาน

3. ไขมันพืช (hydrogenated vegetable shortening) หรือเรียกว่า vegetable shortening ทำจากน้ำมันพืชบริสุทธิ์ที่ปราศจากกลิ่น เช่น น้ำมันพรวัว น้ำมันข้าวโพด น้ำมัน ถั่วเหลือง โดยนำไปผ่านก๊าซไฮโดรเจนภายใต้ความดัน ยิ่งผ่านก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปมากเท่าใด ไขมันก็จะยิ่งแข็งขึ้นเท่านั้น อาจจะใช้โมโนกลีเซอไรด์และไดกลีเซอไรด์เติมเข้าไป เพื่อให้ไขมันพืชนั้นมีความสามารถในการดูดซึม และเก็บความชื้นไว้ได้สูง ไขมันพืชส่วนใหญ่มีสีขาวซึ่งเราเรียกว่า “เนยขาว” จะไม่มีกลิ่นรส เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีปริมาณไขมันถึง 100%

4. น้ำมันพืช (vegetable oils) เป็นน้ำมันที่ได้จากเมล็ดแห้งของพืชที่ให้น้ำมันนำมาผ่านขบวนการต่างๆ โดยทำให้บริสุทธิ์ ขจัดสีและสิ่งแปลกปลอมออกไป แต่สีของน้ำมันก็จะต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ เช่น น้ำมันที่ได้จากถั่วลิสงและจากเมล็ดฝ้ายจะไม่มีสี ในขณะที่น้ำมันจากข้าวโพดและถั่วเหลืองอาจจะมีสีเหลืองอ่อนๆ มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องและมีปริมาณไขมันอยู่ 100% ส่วนใหญ่ใช้ในการทำขนมปังโรล และผลิตภัณฑ์ยีสต์ชนิดแข็ง เค้กบางชนิด เช่น ชิฟฟอนเค้ก ก็ใช้น้ำมันพืชเป็นตัวทำให้เค้กนุ่ม

5. ไขมันผสมหรือมาการีน (compound lard) ทำจากไขมันพืชหรือสัตว์ที่นำมาผสมกับนมหรือครีม หรืออาจจะไม่ใส่นม และใส่ตัวก็ได้ เพื่อให้เหมาะแก่ความต้องการในด้านการลดไขมันของผู้บริโภค มาการีนนั้นมีทั้งสีขาวและสีเหลือง ผลิตภัณฑ์มาใช้นั้นมีรสเค็มซึ่งสมัยหนึ่งเกิดขาดแคลนขึ้น โดยมีการปรุงแต่งให้มีรูปร่างลักษณะและกลิ่นสีใกล้เคียงกับเนยสดมากที่สุด จึงเรียกอย่างหนึ่งว่า “เนยเทียม” มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีปริมาณไขมัน 80-85% ใช้ทำขนมปังขนมเค้ก และบางชนิดที่มีจุดละลายสูงก็ใช้ในการทำฟัพเพสตรี ซึ่งเรียกว่า “เพสตรีมาการีน”

6. โกโก้บัตเตอร์ (cocoa butter) ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมทำขนมหวานทำจากผลโกโก้มีสีครีม – เหลือง มีกลิ่นรสของช็อกโกแลต มีปริมาณไขมัน 92% นอกจากนั้นยังใช้เติมลงไป ในผงโกโก้ เพื่อทำช็อกโกแลตไอซิ่ง ช่วยให้มีความมันเงาแก่ช็อกโกแลตมากกว่าที่จะใช้เนยสดหรือเนยขาวผสมลงไป นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มความอ่อนตัวให้แก่ไอซิ่ง อีกด้วย

### 2.4.1 หน้าที่ของไขมัน

1. ช่วยหล่อลื่นกลูเตนและเม็คแป็ง ทำให้เนื้อขนมนุ่มขึ้น
2. ช่วยเก็บอากาศในระหว่างการตีเนยที่เกิดขึ้น ทำให้ขนมมีลักษณะเบาฟูเนื้อละเอียด
3. ช่วยให้ขนมมีความมัน นุ่มและชุ่ม เก็บได้นานขึ้น ผิวของขนมปังจะบาง
4. เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ทำให้ไขมันเข้ากับน้ำหรือของเหลวอื่นได้ดีขึ้น
5. ทำให้แป้งพายเป็นชั้นหรือร่วนได้ดี
6. ให้กลิ่นรสที่หอมหวานน่ารับประทานโดยเฉพาะเนยสด

## 2.5 ไข่ (egg)

ไข่เป็นส่วนผสมที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบโดยเฉพาะพวกเค้กและขนมปังหวาน ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบในประเทศไทย นิยมใช้ไข่ไก่ ซึ่งหมายถึงไข่ถึงฟองที่อยู่ในเปลือกโดยจะมีความชื้นประมาณ 75% นอกจากนี้ยังจำแนกไข่ออกเป็นไข่ขาวและไข่แดง

ไข่ขาว จะมีน้ำอยู่ประมาณ 86% มีโปรตีนที่เรียกว่ามิวซิน (mucin) ซึ่งจะเป็นตัวที่ทำให้ไข่ขาวมีลักษณะเป็นเมือกเหนียว ส่วนโปรตีนอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า โอวัลบูมิน (ovalbumin) จะช่วยทำให้ไข่ขาวคงตัวแข็งเมื่อถูกความร้อนและเมื่อตีไข่ขาวแรงและเร็ว

ไข่แดง จะมีน้ำอยู่ประมาณ 50% และมีสารไขมันที่เรียกว่า เลซิธิน ซึ่งสารดังกล่าวจะทำให้ไข่แดงมีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์ และเป็นตัวทำให้เกิดการเสื่อมเสียเมื่อเก็บไปไว้ในที่มีอุณหภูมิสูง

### 2.5.1 ลักษณะที่ดีของไข่ ไข่ที่มีคุณภาพดีควรเป็นไข่สด มีลักษณะดังนี้

1. ผิวด้านหยาบ ไม่ลื่น มัน
2. ช่องอากาศไม่ลึก
3. ไข่แดงควรอยู่ตรงกลาง
4. ขาวเป็นเจล มีความคงตัวและยึดแน่นกับไข่แดง
5. ไม่มีกลิ่นเหม็น

### 2.5.2 หน้าที่ของไข่

1. ไข่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู
2. สี ไข่แดงจะช่วยให้เค้กมีสีเหลือง

3. ความเข้มข้น เนื่องจากไขมันและของแข็งอื่นๆ ผลิตภัณฑ์จะมีไขมันเพิ่มขึ้น และมีรสหวานขึ้น นอกจากนั้นไขมันยังช่วยให้ส่วนผสมมีความมัน ผสมง่ายขึ้น
4. กลิ่นรส ไขมันกลิ่นเฉพาะซึ่งบางคนชอบให้มีในผลิตภัณฑ์
5. ความสดและคุณค่าทางอาหาร

## 2.6 น้ำ (water)

นอกจากแป้งซึ่งเป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แล้ว วัตถุดิบที่สำคัญรองลงมาคือน้ำเป็นส่วนผสมหลักสำคัญ ทำให้กลายเป็นโด มีผลโดยตรงต่อลักษณะของโด คือจะมีความนุ่ม ความยืดหยุ่น และไม่ติดมือ และช่วยให้เกิดกลูเตน ในระหว่างการผสม นอกจากนั้นยังละลายส่วนผสมอื่นๆ เช่น เกลือ น้ำตาล และช่วยให้ยีสต์กระจายไปทั่วโด ช่วยควบคุมความชื้นของโด และอุณหภูมิ ในโดอีกด้วย ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำขนมปังหวานจะอยู่ในช่วง 45-60%

น้ำเป็นส่วนผสมที่จัดว่ามีราคาถูกที่สุดในการทำขนมปัง และเป็นส่วนผสมที่สำคัญมากขาดไม่ได้ เนื่องจากน้ำมีหน้าที่รวมตัวกัน โปรตีนในแป้งให้เกิดเป็นกลูเตน

### 2.6.1 ชนิดของน้ำ ตามประโยชน์ของการใช้แบ่งได้ดังนี้

1. น้ำอ่อน (soft water) เป็นน้ำที่มีปริมาณของแร่ธาตุละลายอยู่ต่ำ
2. น้ำกระด้าง (hard water) จะมีพวกแร่ธาตุละลายอยู่ในปริมาณสูง น้ำกระด้างนี้อาจเป็นน้ำกระด้างชั่วคราว (temporary hardness) หรือน้ำ กระด้างถาวร (permanent hardness)
3. น้ำด่าง (alkaline water) เป็นน้ำที่มีพวกไฮดรอกไซด์คาร์บอเนตอยู่
4. น้ำที่มีความเป็นกรด (acid water) มักพบในที่ๆ เป็นเหมืองแร่ และเป็นน้ำที่ ได้รับจากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม น้ำที่มีความเป็นกรดนั้น ไม่ค่อยมีในธรรมชาติ
5. น้ำเกลือ (saline water) จะมีพวกเกลือปนอยู่บ้าง ทำให้มีรสเค็ม

### 2.6.2 หน้าที่ของน้ำ

1. ทำให้เกิดกลูเตน
2. น้ำช่วยควบคุมความชื้นของโด เปอร์เซ็นต์ของน้ำที่จะแสดงให้เห็นถึงความชื้นของโด
3. น้ำช่วยควบคุมอุณหภูมิของโด และการที่จะทำให้โดมีความอุ่นหรือเย็น สามารถควบคุมที่น้ำได้

4. น้ำช่วยละลายเกลือและส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่แป้ง เช่น น้ำตาล เกลือ และโปรตีนที่ละลายน้ำได้ให้เป็นเนื้อเดียวกัน
5. น้ำจะทำให้แป้งสตาร์ชเปื่อยและเกิดการพองตัว ทำให้อย่อยง่าย
6. ช่วยให้เอนไซม์ทำงานได้ดี
7. ช่วยให้เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นาน
8. ช่วยกระจายยีสต์ในการหมักโด

## 2.7 นม (milk)

### 2.7.1 นมโดยทั่วไปที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง มีดังนี้คือ

**2.7.1.1 นมสด** เป็นของเหลวที่มีทั้งชนิดมีไขมันเต็ม ซึ่งได้แก่ นมสดบริสุทธ์ (whole milk) นมสดที่เอาไขมันออกแล้ว หรือที่เรียกว่าหางนมสด (skim milk) และบัตเตอร์มิลค์ (butter milk)

**2.7.1.2 นมข้นจืด (evaporated milk)** ได้แก่นมสดที่นำมาระเหยเอาความชื้นออกแล้วนำส่วนที่เหลือไป โฮโมจิไนซ์ มีทั้งชนิดนมข้นหวานที่ทำจาก นมสดบริสุทธ์ ซึ่งนำมาระเหยแล้วเติมน้ำตาลลงไปประมาณ 41% นมข้นจืดชนิดนี้มีไขมันเต็มและไม่มีไขมัน (หางนม) ได้จากการนำนมสดมาระเหยแต่ไม่เติมน้ำตาลรู้จักกันในชื่อของ นมระเหย

**2.7.1.3 นมผง (dry milk products)** คือ การเอาน้ำนมสด หางนม บัตเตอร์มิลค์ กรีมเวย์ หรือ ผลิตภัณฑ์นมที่เป็นของเหลวมาทำให้แห้งจนได้ปริมาณของแข็ง 97% สามารถทำได้โดยวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dry) หรือการทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray dry) อาจจะทำในสถานะที่เป็นสุญญากาศหรือไม่ก็ได้

### 2.7.2 หน้าที่ของนม

นมจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นน้ำ ซึ่งมีอยู่ประมาณ 12.5 – 90 % ขึ้นอยู่กับชนิดของนม จะทำหน้าที่ดังนี้

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน
2. ช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆ เข้าด้วยกัน
3. ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม
4. ช่วยให้แป้งเกิดโครงสร้างเมื่อรวมกับน้ำ
5. นมเมื่อรวมกับส่วนผสมอื่นอาจจะได้ทั้งความนุ่มและความแข็งก็ได้

### 2.7.3 หน้าที่ของนมผงต่อขนมปัง

1. เพิ่มความสามารถในการดูดซึม ทำให้ก้อนแป้งมีความยืดหยุ่นตัวขนมปังจึงมีขนาดใหญ่ขึ้น
2. ความทนทานต่อการนวดแป้งที่มีส่วนผสมของนม จะทนได้ดีต่อการผสมที่ใช้เวลานานเกินไป และจะกลับคืนสู่สภาพเดิมอย่างรวดเร็วก่อนที่จะใส่พิมพ์
3. ทนต่อการหมักได้นานขึ้น นมจะทำให้เกิดกรดระหว่างการหมักได้ช้าลง ดังนั้น จึงสามารถใช้เวลาหมักได้นาน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรดี กลิ่นหอม เพราะกลิ่นหรือรสเปรี้ยวลดน้อยลง
4. ทำให้สีผิวของขนมสวยขึ้น ปริมาณของโปรตีน แล็กโทส เคซีนในนม เป็นตัวสร้างสีเหลืองทองให้เกิดขึ้นกับผิวของขนมปังที่อบเสร็จแล้ว
5. ทำให้ได้ขนมปังที่นุ่มนวล ละเอียดยืด สะดวกต่อการหั่น
6. เพิ่มคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากในนมมีโปรตีน แล็กโทส วิตามิน ซึ่งทำให้ขนมปังมีกลิ่นรสและมีคุณภาพในการรับประทานดีขึ้น
7. รสชาติของขนมอร่อยขึ้น

### 2.8 ยีสต์ (yeast)

เป็นรากลุ่มหนึ่งที่มีดำรงชีวิตอยู่ในสภาพเซลล์เดียวเป็นส่วนใหญ่ มีการขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ หรือโดยการแบ่งตัวออกเป็นสองเซลล์คล้ายבקเตรี มีขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ยีสต์นี้มีอยู่ตามธรรมชาติ เป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดการหมัก และยังเป็นอาหารที่มีคุณค่าอีกด้วย เพราะเป็นแหล่งของวิตามินและเอนไซม์ที่สำคัญ ยีสต์เป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญมากสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ เช่น ขนมปังชนิดต่างๆ โดนัท ซาลาเปา ยีสต์เป็นตัวที่ทำให้แป้งหมักที่มีความหนืดเปลี่ยนเป็นเบ้าตัว มีความยืดหยุ่นและมีรูอากาศ ซึ่งเมื่อนำไปอบแล้วจะเป็นอาหารที่มีคุณค่าและย่อยง่าย สำหรับการทำขนมปังนั้น ยีสต์จะทำหน้าที่ตั้งแต่เริ่มผสมนวดแป้ง จนกระทั่งแป้งที่นวดได้ถูกนำไปอบ และจะหยุดทำหน้าที่เมื่อถูกความร้อนจากตู้อบ หรือจากแหล่งอื่นที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ให้สุก

ยีสต์ต้องการอาหารเช่นเดียวกับพืชหรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ น้ำตาลเป็นอาหารที่จำเป็นสำหรับยีสต์ในการทำให้ยีสต์เกิดพลังงาน แร่ธาตุและสารประกอบไนโตรเจน ก็เป็นอาหารที่สำคัญของยีสต์ด้วยเช่นกัน อาหารเหล่านี้จะได้มาจากแป้ง นม และส่วนผสมอื่นๆ อีกบ้าง

ยีสต์จะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิระหว่าง 70-95 °F หรือ 70-95 °F การหมักแป้งจะให้ผลดีที่สุดที่อุณหภูมิ 75-80 °F ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้การหมักจะช้าลง และถ้าสูงกว่านี้การหมักก็จะเกิดขึ้นเร็วเกินไปทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะผิดปกติไปจากที่ควรจะเป็น การเจริญเติบโตของยีสต์และการหมัก ยังขึ้นอยู่กับความเป็นกรดต่างอีกด้วย ในขณะที่เริ่มทำการหมักโคควรมี pH 5.5 ซึ่งเป็นระดับที่ดีที่สุดในการเจริญเติบโตของยีสต์ ความเป็นกรดต่างหรือ pH 5.5 ซึ่งเป็นระดับที่ดีที่สุดในการเจริญเติบโตของยีสต์ ความเป็นกรดต่างหรือ pH นี้จะเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการหมักจนเมื่อถึงขั้นสุดท้ายของการหมักโคควรมี pH ที่ 4.5-4.6

## 2.8.1 ยีสต์ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มี 3 ชนิด คือ

**2.8.1.1 ยีสต์สด (compressed yeast)** เป็นยีสต์ที่ผลิตขึ้นโดยการเลี้ยงและนำมาอัดเป็นก้อน โดยมีอาหารของยีสต์ที่เปียกชื้นเป็นก้อนแข็งห่อด้วยกระดาษตะกั่วหรือพลาสติกที่กันน้ำได้ ยีสต์สดความชื้นประมาณ 70% การทำงานของยีสต์จะช้าลงเมื่ออุณหภูมิต่ำ ดังนั้นยีสต์สดถ้าจะเก็บไว้นานเกิน 1 วัน ควรเก็บในตู้เย็นเก็บนานเป็นสัปดาห์ที่อุณหภูมิ 50 °F เก็บนานเป็นเดือนใช้อุณหภูมิ 30 °F หลังจากนั้นจะเริ่มเสื่อมคุณภาพทีละน้อยๆ การแช่เยือกแข็งยีสต์สด จะทำให้ยีสต์มีคุณภาพอยู่ได้นานขึ้น แต่การแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่า -3 °C จะทำลายคุณภาพของยีสต์ทำให้ยีสต์ตายในที่สุด และถ้าอุณหภูมิสูงยีสต์สดจะถูกทำลายได้ภายใน 24 ชั่วโมง ยีสต์สดที่อ่อนตัวแล้วไม่ควรนำมาใช้

ควรทำให้ยีสต์สดแตกแล้วละลายในน้ำก่อนที่จะเติมลงไปในแป้ง น้ำที่ใช้ละลายยีสต์ควรมีอุณหภูมิ 80 °F แล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 - 10 นาทีก่อนนำไปใช้ น้ำที่ใช้ละลายยีสต์ไม่ควรมีอุณหภูมิสูงกว่า 95 °F เพราะจะทำให้ยีสต์ตายได้ และไม่ควรเติมเกลือลงไปในสารละลายที่มียีสต์ละลายอยู่

ยีสต์สด นิยมใช้ในหลายประเทศที่มีการผลิตยีสต์สดใช้เอง สำหรับประเทศไทยไม่นิยมใช้ยีสต์สด เนื่องจากความไม่สะดวกในการใช้และเก็บรักษา แต่ยีสต์สดมีราคาถูกและให้กลิ่นของยีสต์ที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้าย

**2.8.1.2 ยีสต์แห้งชนิดเม็ด (dry yeast)** ยีสต์แห้งชนิดเม็ด หรือยีสต์แห้งที่ต้องละลายน้ำก่อนใช้ (active dry yeast) ได้จากการนำยีสต์สดไม่ผ่านขบวนการทำให้แห้งที่อุณหภูมิต่ำที่ควบคุมไว้ 95-104 °F โดยมีความชื้นลดลงเหลือประมาณ 80% มีลักษณะเป็นเม็ดกลมเล็กๆ และแข็ง ถ้าเก็บในที่แห้งและเย็นจะเก็บได้นานเป็นเดือนบรรจุในกระป๋องหรือขวดที่ปิดสนิท อาจมีบรรจุในซองพลาสติกขนาดเล็กเพื่อสะดวกในการนำมาใช้แต่ละครั้ง วิธีการใช้ยีสต์ชนิดนี้ต้องนำมาละลายน้ำอุ่นที่อุณหภูมิประมาณ 38 °F นานประมาณ 10-15 นาที โดยการเติมน้ำตาลเล็กน้อยเมื่อ

ยีสต์ขึ้นดีแล้ว จึงนำไปผสมกับส่วนผสมอื่น ปัจจุบันยีสต์ชนิดนี้ไม่นิยมใช้เพราะใช้ยากกว่ายีสต์แห้งชนิดผง

**2.8.1.3 ยีสต์แห้งชนิดผง (instant dry yeast)** ยีสต์แห้งชนิดผงหรือยีสต์แห้งแบบไม่ต้องละลายน้ำ (instant yeast) เป็นยีสต์แห้งที่มีลักษณะเป็นเส้นสั้นๆ เล็กๆ บางชนิดเกือบเป็นผง บรรจุไม่ห่อกระดาษอลูมิเนียม โดยบรรจุแบบสุญญากาศจับดูภายนอกจะแข็ง แต่เมื่อเปิดห่อดูแล้วจะร่วนเทออกได้ไม่เป็นก้อน ยีสต์ชนิดนี้มีความสามารถในการหมักสูง เกิดปฏิกิริยาในก้อนแป้งโดยเร็วกว่ายีสต์แห้งชนิดเม็ด สำหรับการใช้อยีสต์ทั้ง 3 ชนิดนี้จะให้ผลใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากยีสต์ทั้ง 3 ชนิดนี้มีกำลังในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่างกัน คือยีสต์สดจะมีกำลังในการหมักต่ำสุด ยีสต์เม็ดจะรองลงมาและยีสต์ผงมีกำลังหมักสูงสุด ดังนั้นปริมาณการใช้อยีสต์ทั้ง 3 ชนิดนี้เมื่อเทียบกันแล้วจะมีอัตราการใช้ดังนี้

ยีสต์สด : ยีสต์แห้งชนิดเม็ด : ยีสต์แห้งชนิดผง เท่ากับ 2.5 : 1 : 0.5 คือถ้าในสูตรใช้อยีสต์สด 250 กรัม จะใช้อยีสต์แห้งชนิดเม็ด 100 กรัม และยีสต์แห้งชนิดผง 50 กรัม

## 2.8.2 หน้าที่ของยีสต์

1. ผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ขยายตัวและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น
2. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสเฉพาะตัวของขนมปัง
3. ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะวิตามินบีและโปรตีนที่อยู่ในเซลล์ของยีสต์

## 2.9 เกลือป่นฝรั่ง

เกลือเป็นส่วนผสมที่ถูกที่สุดและใช้น้อยที่สุดในการทำขนมปัง เกลือที่มีคุณภาพดีควรละลายง่าย และได้สารละลายที่ใส เกลือช่วยเน้นและแก้ไขกลิ่นรสของส่วนผสมอื่นๆ ที่มีอยู่ในโด ถ้าใช้สูตรเข้มข้นซึ่งต้องเติมปริมาณของยีสต์สูงขึ้น ปริมาณของเกลือควรเพิ่มขึ้นด้วยเพื่อควบคุมอัตราการหมักให้เป็นไปอย่างเหมาะสม แต่ถ้าเพิ่มมากเกินไปจะทำให้ยีสต์หยุดการทำงานได้ ซึ่งจะทำให้การหมักชะงักลง สำหรับปริมาณเกลือที่ใช้ทั่วไปใช้ในช่วง 1-2% แต่สำหรับสูตรเข้มข้นอาจใช้เกลือได้ไม่ต่ำกว่า 1.75% หรือไม่สูงกว่า 3%

เกลือที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เป็นเกลือป่นละเอียด ประกอบด้วยโซเดียม คลอไรด์ 99% เกลือที่ใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์ได้แก่

1. เกลือธรรมดา (normal salt) ได้แก่ พวกละเค็มคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมซัลเฟต

2. เกลือกรด (acid salts) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต แคลเซียมแอซิก ฟอสเฟต ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟูหรือเบคกิ้งปาวเดอร์ และครีมออฟทาร์ทาร์ ส่วนเกลือต่าง และเกลือผสม ไม่สำคัญในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

### 2.9.1 ลักษณะของเกลือที่ควรใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

1. ละลายได้ดีในน้ำ
2. ไม่ควรเป็นก้อน
3. น้ำเกลือควรใสไม่ขุ่น
4. เป็นเกลือที่บริสุทธิ์
5. ไม่มีรสขมหรือเพื่อน

### 2.9.2 หน้าที่ของเกลือ

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสดีขึ้น
2. เน้นรสหวานของผลิตภัณฑ์ที่ผสมน้ำตาลให้เด่นชัดขึ้น เช่น เค้ก คุกกี้ ขนมปัง
3. ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในก้อนแป้งที่หมักด้วยยีสต์ควบคุมอัตราการหมัก
4. ช่วยให้อุณหภูมิของก้อนแป้งมีกำลังในการยืดตัว เพราะเกลือทำให้กลูเตนเหนียวขึ้น
5. ช่วยให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีสวยขึ้น
6. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในก้อนแป้งที่หมักด้วยยีสต์

## 2.10 สารเสริมประเภทต่างๆ

สารเสริมคุณภาพ (bread improver) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ช่วยทุ่นเวลาในการทำขนมปัง (dough method หรือ quick dough) ประกอบด้วย อาหารสำหรับยีสต์ และยังช่วยให้เนื้อขนมปัง นุ่มละเอียด และสีขาวขึ้น เก็บไว้ได้นานกว่าปกติ ขนาดวิธีใช้ 2 ช้อนชา ต่อแป้ง 1 กิโลกรัม โดยนำสารเสริมคุณภาพ ซึ่งเป็นผงสีขาวผสมลงกับแป้งได้เลย จะช่วยลดเวลาในการหมักแป้งในช่วงแรก ซึ่งปกติ 1-1 1/2 ชม. เหลือเพียง 10 นาที

**2.10.1 ยู 99** สารเสริมใช้ในขนมปัง ช่วยเร่งและปรับสภาพกลูเตน ย่นเวลากาหมักได้ขนมที่มีขนาดใหญ่

**2.10.2 เอสพี** (ผงฟูแบบฟอสเฟต) ลักษณะทั่วไป เป็นครีมใส สีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอม ใช้กับเค้กหรือขนมที่ต้องการการขึ้นฟู ด้วยฟองอากาศ ช่วยให้เกิดฟองได้ปริมาณมาก ช่วยให้

ประหยัดแรงงานและเวลาในการผสม เพราะผสมส่วนผสมทุกอย่างได้พร้อมกันหมด เมื่อผสมแล้ว ไม่จำเป็นต้องอบทันที ส่วนผสมจะอยู่ตัวได้ถึง 3 ชั่วโมงและส่วนผสมจะกระจายตัวได้ดี ขนมจะเก็บไว้จะนุ่มนาน ปริมาณที่ใช้ 1.5-2.0% ของน้ำหนักทั้งหมด

**2.10.3 เอ็มแพล็ก** เป็นส่วนผสมที่ได้จากอาหารในธรรมชาติ คือ จาก นมถั่วเหลือง กลี๋ย ช่วยให้นุ่มละเอียด นุ่ม และช่วยให้เก็บได้นาน อาจใช้ควบคุมกับสารเสริมคุณภาพได้ ปริมาณการใช้และคุณสมบัติที่มีต่อขนมแต่ละชนิด

ขนมปังทั่วไป ใช้ปริมาณ 0.5% ของน้ำหนักแป้ง ช่วยให้เนื้อขนมปังละเอียดและเก็บไว้ได้สดนาน

ขนมปังหวานและเดนพิชเพสตรี ใช้ 0.5% - 1.0% ช่วยให้นุ่มเก็บได้สดนานและลดปริมาณเนยลงได้ถึง 20% และเนยที่ลดลงทุก 1 กิโลกรัม ให้เติมน้ำลงในสูตรเพิ่มอีก 740 กรัม โคนัทยีสต์ใช้ 0.5% - 0.75% ของน้ำหนักแป้ง ช่วยให้ขนาดใหญ่ขึ้น และสม่ำเสมอ และช่วยให้สดนาน

ขนมที่ฟูโดยผงฟู ช่วยให้น้ำกับไขมันรวมตัวกันได้ดีขึ้น อายุการเก็บนานขึ้นช่วยให้ขนมมีขนาดใหญ่ สม่ำเสมอ นุ่มขึ้น ใช้ 0.1-0.2% ของน้ำหนักทั้งหมด

**2.10.4 แพ็คโก-3** สารเสริมใช้กับขนมปังหรือเค้ก ให้เนื้อขนมนุ่มละเอียด มีขนาดเพิ่มขึ้น และคงความสดได้นาน

**2.10.5 Ec 25 K** เป็นอิมัลซิไฟเออร์(emulsifier)ตัวหนึ่ง ช่วยในการเสริมคุณภาพที่ดีของขนมเค้กที่มีไขมัน เป็นส่วนผสมหลักทุกชนิด มีลักษณะเป็นครีมสีขาวออกเหลือง เมื่อใช้ในเค้กประมาณ 12-15% ของน้ำหนักไขมันในสูตร ช่วยทำให้เกิดการรวมตัวที่ดีของเหลว และไขมัน ในส่วนผสมของเค้ก ไม่แยกชั้น ขนมมีปริมาณมากขึ้น เนื้อฟู เบา ละเอียด และนุ่ม

## 2.11 แป้งข้าว (rice flour)

แป้งข้าว คือ แป้ง (flour) ที่ผลิตจากข้าว (rice) มี แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียว วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคือ ข้าวหักหรือปลายข้าว

กรรมวิธีการผลิตมี 3 วิธี คือ วิธีโม่แห้ง วิธีโม่น้ำและวิธีผสม

การผลิตแป้งข้าวด้วยการโม่แห้ง ได้จากการนำข้าวมาทำความสะอาด (cleaning) เพื่อแยกสิ่งสกปรกออก แล้วจึงนำไปบด เป็นแป้งจะมีคุณภาพต่ำ เพราะเมล็ดแป้งค่อนข้างหยาบและมีสิ่งเจือปนสูง อายุ

การเก็บรักษาสัน เพราะเกิดกลิ่นหืน (rancidity) ได้ง่ายเพราะมีปริมาณไขมันสูง และถูกทำลายจากแมลงได้ง่าย

การผลิตแป้งข้าวด้วยวิธีการ ใมน้ำเป็นวิธีการผลิตแป้งข้าวในปัจจุบัน แป้งมีคุณภาพดี มีความละเอียดและสิ่งเจือปนน้อย เทคโนโลยีการผลิตแป้งโดยวิธีการ ใมน้ำได้รับการพัฒนามานาน การผลิตแป้งในปัจจุบันยังคงมุ่งเน้นแป้งข้าวเจ้าชนิดอะมิโลส (amylose) สูง การผลิตแป้งข้าววิธีผสม เป็นการ ใมน้ำจากข้าวที่แช่น้ำและอบแห้งด้วยความร้อนก่อน ใมน้ำเป็นแป้ง แป้งชนิดนี้เป็นแป้งคุณภาพสูงและนำไปใช้ทำขนมเฉพาะอย่าง เช่น ขนมโก๋จากแป้งข้าวเหนียว

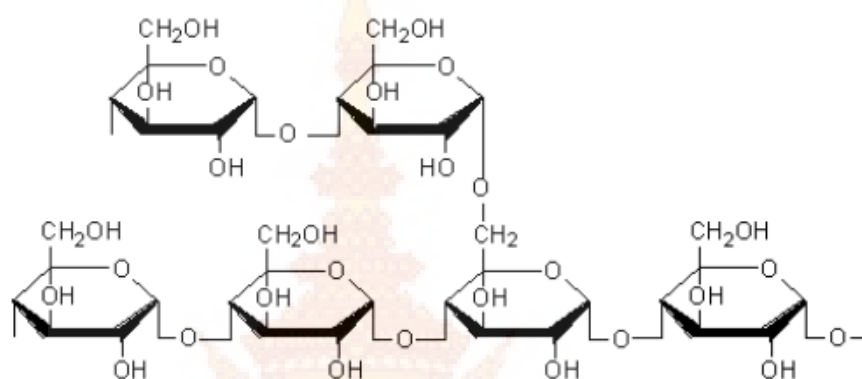
(งามชื่น คงเสรี, 2541)



ภาพที่ 2.1 กรรมวิธีการผลิตแป้ง (ที่มา : งามชื่น คงเสรี, 2541)

## 2.12 อะไมโลเพกติน

เป็นแป้งที่เป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสมีโครงสร้างโมเลกุลเหมือนกิ่งไม้ โดยมีพันธะ  $\alpha$  1-4 D เชื่อมน้ำตาลกลูโคสเป็นสายยาว และพันธะ  $\alpha$  1-6 D เชื่อมน้ำตาลกลูโคสที่แตกแขนงออกจากเส้นตรง คุณสมบัติของอะไมโลเพกตินทำปฏิกิริยากับไอโอดีนได้สีม่วงหรือน้ำตาลแดง ดูดซับไอโอดีนและเซลลูโลสได้ต่ำ และย่อยสลายด้วยเอนไซม์  $\beta$ -amylase ได้ต่ำ

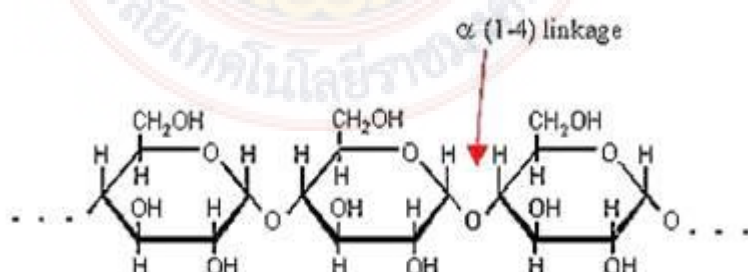


ภาพที่ 2.2 โครงสร้างโมเลกุลของอะไมโลเพกติน

ที่มา : นิธิยา รัตนานนท์ (2549)

## 2.13 อะไมโลส

เป็นแป้งที่เป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสเช่นกัน มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นแบบเส้นตรงมีพันธะ  $\alpha$  1-4 D เชื่อมน้ำตาลกลูโคสเป็นสายยาว คุณสมบัติของอะไมโลส คือ ทำปฏิกิริยากับไอโอดีนได้สีน้ำเงินเข้ม ดูดซับไอโอดีนและเซลลูโลสได้มาก และย่อยสลายด้วยเอนไซม์  $\beta$ -amylase ได้ 100 %



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างโมเลกุลของอะไมโลส

ที่มา : นิธิยา รัตนานนท์ (2549)

ตารางที่ 2.1 สมบัติที่แตกต่างกันของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน

| อะไมโลส                                                               | อะไมโลเพคติน                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสที่ต่อกันเป็นเส้นตรงด้วยพันธะ $\alpha$ -1,4 | 1. โมเลกุลกลูโคสที่ต่อกันด้วยพันธะ $\alpha$ -1,4 และมี การแตกกิ่งด้วยพันธะ $\alpha$ -1,6 |
| 2. ประกอบด้วยกลูโคส 200-6000 หน่วย                                    | 2. แต่ละกิ่งมีกลูโคส 20-25 หน่วย                                                         |
| 3. ละลายน้ำได้น้อยกว่า                                                | 3. ละลายน้ำได้ดีกว่า                                                                     |
| 4. เมื่อต้มในน้ำจะมีความข้นหนืดน้อย                                   | 4. ข้นหนืดมากและใส                                                                       |
| 5. ให้สีน้ำเงินกับสารละลายไอโอดีน                                     | 5. ให้สีม่วงแดงหรือสีน้ำตาลแดงกับสารละลายไอโอดีน                                         |
| 6. ต้มแล้วทิ้งไว้จะจับตัวเป็นวุ้นและแผ่นแข็งได้                       | 6. ไม่จับตัวเป็นวุ้นและแผ่นแข็ง                                                          |

ที่มา : Beynum and Roels (1985)

## 2.14 แขนแทนกัม (Xantan gum)

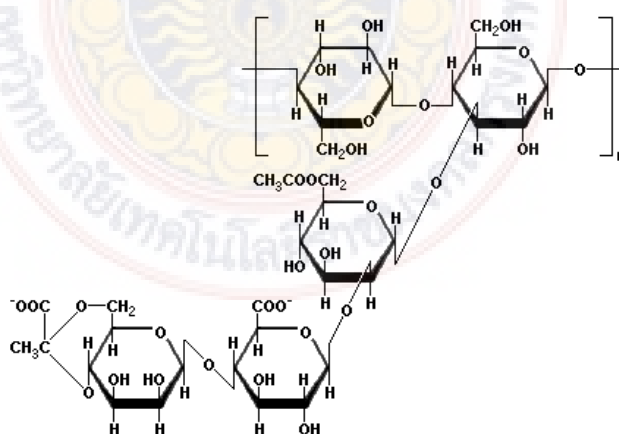
แขนแทนกัมเป็นพอลิแซ็กคาไรด์หรือกัม ที่ละลายน้ำได้ สังเคราะห์โดยแบคทีเรีย *Xanthomonas* โดยเฉพาะ *X. campestris* NRRL-B-1459 ด้วยกระบวนการหมักแบบใล่อากาศ (submerged) มี D-กลูโคสเป็นแหล่งอาหารคาร์บอนหลักหรืออาจใช้น้ำตาลกลูโคสหรือสตาร์ชก็ได้ กัมชนิดนี้แบคทีเรียสร้างหุ้มอยู่ภายนอกเซลล์เพื่อช่วยป้องกันเซลล์จากสภาวะภายนอก เมื่อผลิตได้กัมตามที่ต้องการแล้ว ต้องสเตอริไรซ์เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ แล้วจึงแยกกัมออกด้วยการตกตะกอนและล้างจนสะอาดและอบแห้ง

แขนแทนกัมมีโครงสร้างเป็นน้ำตาล 5 ตัวต่อกัน เป็นกลุ่มซ้ำอยู่ในโมเลกุล น้ำตาล 5 ตัว ประกอบด้วย D- กลูโคส 2 หน่วย D- แมนโนส 2 หน่วย และกรด D- กลูโคนิก หนึ่งหน่วย ถ้าพิจารณาเฉพาะสายโซ่หลักจะเป็น  $\beta$ -D-กลูโคส ต่อกันด้วยพันธะ 1,4-กลูโคซิดิก คล้ายของเซลลูโลส แล้วมีไทรแซ็กคาไรด์(D-แมนโนส 2 หน่วยและกรด D-กลูโคนิก 1 หน่วย) เป็นสายกิ่งจับต่อกับ D-กลูโคส ของสายโซ่หลักด้วยพันธะ  $\alpha$ - 1,3 ไกลโคซิดิก โดยจับวนสลับไปที่ละหนึ่ง D-กลูโคส

แขนแทนกัมละลายได้ในน้ำเย็น และน้ำร้อน ให้ของเหลวที่มีความหนืดสูงแม้จะใช้น้ำปริมาณเล็กน้อย เช่น 0.3- 0.5 % แขนแทนกัมมีน้ำหนักโมเลกุลในช่วง  $3 \times 10^5$  ถึง  $8 \times 10^6$  คาลตัน ข้อดีของแขนแทนกัมคือจะให้ความหนืดที่เสถียรในช่วง pH ที่กว้าง (2-13) การมีเกลือ เช่น NaCl (0.1%) พบว่าจะช่วยให้ความหนืดของแขนแทนทนต่อความร้อนสูงได้ดีขึ้น

ละลายแซนแทนกันนอกจากจะให้ความหนืดสูงเมื่อใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อย (0.1-1.0%) ยังแสดงสมบัติสภาพพลาสติกเทียม (pseudoplasticity) ที่ดีเพราะที่อัตราเฉือน (shear rate) สูง ความหนืดจะต่ำ และความหนืดจะสูงขึ้นอีกครั้งเมื่ออัตราเฉือนลดลง ดังนั้น จึงทำให้แซนแทนกันมีลักษณะเด่น คือ ผลิตภัณฑ์ที่เติมแซนแทนกันจะสามารถเทให้ไหลออกได้ ผสมและใช้ป้อนในการผลิตได้ การที่สารละลายแซนแทนกันเมื่อตั้งทิ้งไว้เฉยๆ โดยไม่มีการกระทำใดๆ ต่อสารละลายความหนืดจะสูงเพราะโมเลกุลจะอยู่ในรูปเกลียว (ฮีลิกซ์) มีสารกึ่งพันธหุ้มทำให้มีลักษณะโครงสร้างเกลียวที่มีความแข็งแรง (rigid rod-like) โครงสร้างโดยรวมจึงแข็งแรง และสามารถรวมกลุ่มเกิดเป็นขอบเขตรอยต่อต่างๆ และเมื่อมีมากขึ้นก็จะให้ลักษณะ โครงข่ายคล้ายเจล แซนแทนกัน เมื่อถูกรบกวนเช่น การกวน การเทไหล ก็จะทำให้เกิดการเหลวตัวเพราะเกิด shear-thinning ดังนั้น จึงสามารถใช้แซนแทนกันในน้ำสลัดได้ เพราะสามารถใช้ในปริมาณต่ำช่วยให้อิมัลชันของน้ำมันและน้ำคงตัว ให้ความหนืดและทำหน้าที่เป็นสารช่วยการแขวนลอยทำให้อนุภาคนาโนขนาดใหญ่ เช่น ฟิชสมุนไพร์ ชี้นัก สามารถแขวน สามารถแขวนลอยอยู่ได้ไม่มีการจมตกลงมาที่ก้นขวด ปริมาณที่ใช้ขึ้นกับปริมาณน้ำมันในน้ำสลัดดังนี้ ถ้าปริมาณน้ำมันสูง (50-60%) จะใช้ประมาณ 0.2-0.3% ถ้าปริมาณน้ำมันปานกลาง (ประมาณ 30%) จะใช้ประมาณ 0.3 -0.4 % ถ้าปริมาณน้ำมันต่ำ (10-20 %) จะใช้ประมาณ 0.4- 0.6% การใช้แซนแทนกันในอาหาร เช่น การใช้ในไอศกรีม แซนแทนกันจะช่วยควบคุมการเกิดผลึกน้ำแข็งที่ใหญ่ ทำให้เนื้อสัมผัสดีขึ้น และไอศกรีมละลายช้าลง และการใช้น้ำเชื่อม หรือซิริปช็อคโกแลต แซนแทนกัน (0.05 – 0.1%) จะช่วยให้ผงโกโก้กระจายตัวดีขึ้น

(วรรณา ตูลยชัย , 2551

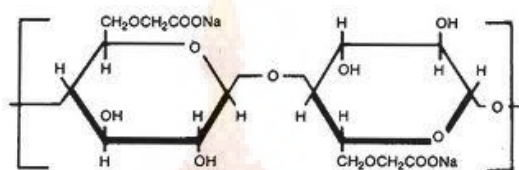


ภาพที่ 2.4 โครงสร้างโมเลกุลแซนแทนกัน

ที่มา : วรรณา ตูลยชัย ( 2551 )

## 2.15 สาร CMC ( sodium carboxy methyl cellulose )

หน้าที่ในอาหาร เป็นสารให้ความหนืด Thickening agent สารให้ความคงตัว Stabilizing agent อิมัลซิไฟเออร์ emulsifier อาหารที่ใช้ ไอศกรีม น้ำกะทิกระป๋อง เนยแข็ง cheese , soft drinks มันฝรั่งแข็ง cake filling Description สังเคราะห์ได้จาก cellulose ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช (วรรณา ตูลยชัย , 2551 )

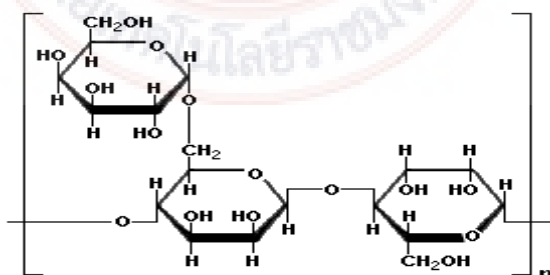


ภาพที่ 2.5 โครงสร้างโมเลกุล CMC

ที่มา : วรรณา ตูลยชัย ( 2551 )

## 2.16 สารกัวร์กัม (Guar gum)

เป็นสารประกอบ กาแลคโตแมนแนน (galactomannan) ได้จากเมล็ดของต้นกัวร์ (cyamopsis tetragonoloba) จัดเป็นสารให้ความข้นหนืด และสารให้ความคงตัวที่ สารพัดประโยชน์ มีคุณสมบัติกระจายตัวในน้ำเย็นและ ทำให้เกิดความข้นหนืด และความหนืด จะเพิ่มมากยิ่งขึ้นเมื่อผ่านการให้ความร้อน ในน้ำเย็นกัวร์กัม สามารถเพิ่มความหนืดได้ถึง 3,500 cp (ความเข้มข้น 1%) โดยไม่ต้องใช้ความร้อนสามารถใช้ได้ในผลิตภัณฑ์อาหาร หลายประเภท เช่น ไอศกรีม น้ำผลไม้ และ เครื่องดื่มโดยทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัว, ซอสและน้ำสลัดโดยทำหน้าที่ เป็นสารให้ความหนืด และขนมปังตลอดจนผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง โดยทำหน้าที่ช่วยรักษาความชื้นในผลิตภัณฑ์ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างโมเลกุลกัวร์กัม

ที่มา : วรรณา ตูลยชัย ( 2551 )

## 2.17 สารเลซิทิน

เลซิทิน (lecithin) คือสารประกอบของไขมันและฟอสฟอรัส เรียกว่า ฟอสโฟลิปิด (phospholipid) มีสารสำคัญคือ ฟอสฟาติดีล โคลีน (phosphatidyl choline) ฟอสฟาติดีล เอทานอลามีน (phosphatidyl ethanolamine) ฟอสฟาติดีล อินซิทอล (phosphatidyl inositol) และ กรดฟอสฟาติก (phosphatidic acid) ผลิตภัณฑ์ของเลซิทินมีลักษณะทั้งที่เป็นของเหลว ขึ้น เหนียว และเป็นของแข็ง ซึ่งขึ้นกับปริมาณสารสำคัญทั้ง 4 ชนิด

### 2.17.1 แหล่งของเลซิทิน

เลซิทินพบมากทั้งในไข่แดง นม สมอ ตับ ไต ถั่วเปลือกแข็ง ปลา ธัญพืช น้ำมันพืช และสัตว์ต่างๆ ในไข่แดงมีเลซิทินประมาณร้อยละ 6 - 8 สำหรับในพืช พบว่าถั่วเหลืองมีเลซิทินสูงที่สุดประมาณ ร้อยละ 1.1 - 3.2 ในข้าวโพดมี ร้อยละ 1.0 - 2.4 และในเมล็ดฝ้ายพบเพียงร้อยละ 0.7 เดิมการผลิต เลซิทินเพื่อการค้าจะผลิตจากไข่แดง เนื่องจากปริมาณสูง แต่มีปัญหาที่สำคัญคือ มีต้นทุนการผลิตสูง ภายหลังพบว่าสามารถผลิตเลซิทินได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันถั่วเหลือง ทำให้มีต้นทุนการผลิตลดลง และเลซิทินที่ได้จากถั่วเหลืองมีคุณภาพดีกว่าจากไข่แดง เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ดังนั้นเลซิทิน ที่สกัดจากถั่วเหลืองจึงเป็นที่นิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

เลซิทินที่สกัดแยกออกจากน้ำมันถั่วเหลืองที่อยู่ในรูปของเหลว จะมีส่วนประกอบของไขมันประเภท ไตรกลีเซอไรด์สูงถึง 37% และมีโคลีนอยู่ 15% ส่วนเลซิทินที่อยู่ในรูปผงได้มาจาก เลซิทินในรูปของเหลวจึงมีโคลีนสูงถึง 23% และมีไตรกลีเซอไรด์เหลือเพียง 3% สารเลซิทินสังเคราะห์ที่วางขายในท้องตลาดมี 3 รูปแบบคือ แบบของเหลว แบบแคปซูล และแบบผง คุณภาพของเลซิทินที่ดีจะต้องมีสารประกอบอื่นๆ เช่น น้ำมัน คาร์โบไฮเดรต ปะปนมาในปริมาณน้อย แต่ต้องมีส่วนประกอบของฟอสโฟลิปิดในปริมาณสูงโดยเฉพาะฟอสฟาติดีล โคลีน เลซิทินที่สกัดได้จะมีสีแตกต่างกัน ตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีน้ำตาล ถ้าต้องการเลซิทินสีอ่อนอาจใช้สารเคมี เช่น ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ช่วยในการฟอกสีให้ได้สีตามต้องการ

### 2.17.2 ประโยชน์ของเลซิทิน

#### 2.17.2.1 เลซิทินกับอุตสาหกรรม

1. ในอุตสาหกรรมการผลิตมาการีนจะมีการเติมเลซิทินลงไป เพื่อให้สามารถรวมตัวได้กับน้ำมัน และยังช่วยป้องกันการกระเด็นของน้ำมัน เมื่อใช้มาการีนทอด
2. ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์ เลซิทินจะช่วยทำให้ส่วนผสมที่ไม่ค่อยละลายน้ำ ให้ละลายในน้ำได้เร็ว

3. ในอุตสาหกรรมลูกกวาด โดยเฉพาะลูกกวาดที่มีความนุ่ม เช่น คาราเมล จะมีการเติมไขมันเพื่อลดความเหนียวแข็ง ทำให้ลูกกวาดนุ่มขึ้น และตัดเป็นชิ้นไม่ติดกัน

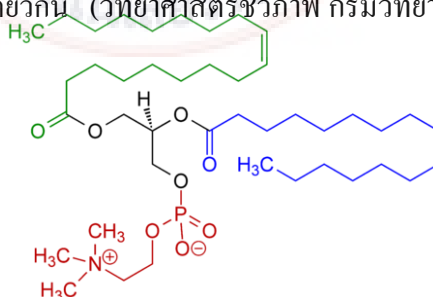
### 2.17.2.2 เลซิตินกับสุขภาพ

จากคุณสมบัติของไขมัน หรือ คอเลสเตอรอลที่ไม่ละลายรวมกับน้ำ ทำให้คอเลสเตอรอลไม่ละลาย ในเลือดและจะจับตัวเป็นก้อนตกตะกอนอยู่ในเส้นเลือด เลซิตินจะช่วยทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ให้ไขมัน หรือคอเลสเตอรอลและน้ำรวมตัวกันได้ ทำให้ไขมันหรือคอเลสเตอรอลไม่เกาะติดกับผนังเส้นเลือด และเกิดการอุดตัน นอกจากนั้นกรดไขมันที่พบในเลซิตินส่วนใหญ่จะเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น กรดไลโนลิก กรดไขมันดังกล่าวจะช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคหัวใจได้อีกด้วย นอกจากนั้นเลซิตินยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพในด้านอื่น ๆ

1. ช่วยสลายนิ่วที่เกิดจากสารคอเลสเตอรอลในถุงน้ำดีและป้องกันไม่ให้เกิดนิ่ว
2. ช่วยเสริมสร้างสุขภาพของไต
3. ช่วยบำรุงสมองและระบบประสาท
4. ช่วยบำบัดโรคตับและช่วยป้องกันไม่ให้ตับทำงานผิดปกติ
5. ลดการเสื่อมของหลอดเลือดแดง

### 2.17.2.3 เลซิตินกับการเป็นอาหารเสริม

สำหรับผู้ที่มีสุขภาพดี อาจเลือกรับประทานเลซิติน จากอาหารที่มีเลซิตินเป็นองค์ประกอบ เช่น ไข่แดง พืชตระกูลถั่ว และธัญพืชที่ไม่ได้ขัดสีเปลือกออกหมด และอาจรับประทานเลซิตินเป็นอาหารเสริมควบคู่กับการรับประทานอาหารหลัก เช่น ข้าว เนื้อสัตว์ ผักและผลไม้ประกอบกับการออกกำลังกาย ตลอดจนการมีอารมณ์ที่แจ่มใส จะช่วยให้ร่างกายแข็งแรงอยู่เสมอ แม้ว่าเลซิตินจะมีประโยชน์หลายประการ แต่การรับประทานเลซิตินในปริมาณที่มากเกินไป อาจทำให้เกิดผลข้างเคียงได้ เช่น อาจทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน น้ำลายหลั่งออกมาก เบื่ออาหาร เหงื่อออกมาก ดังนั้นผู้บริโภคควรระมัดระวังในการใช้เลซิตินสังเคราะห์ ควรรับประทานอาหารที่มี เลซิตินตามธรรมชาติก็จะได้ประโยชน์ เช่นเดียวกัน (วิทยาศาสตร์สุขภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ , 2549)



ภาพที่ 2.7 โครงสร้างโมเลกุลเลซิติน (ที่มา : วรรณฯ ตูลยชัย, 2551 )

## 2.18 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธีรพร กงบังเกิด และคณะ (2553) ทำการศึกษาในการผลิตแป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูป เพื่อผลิตขนมปังโดยใช้ กัวร์กัม เป็นสารยึดเกาะในปริมาณ 0.5% 1.5% 2.5% และ 3.5% ปริมาณน้ำ 80% 90% 100% และ 110% ของน้ำหนักแป้ง เสริมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดโดยการแทนที่แป้งข้าวเจ้า ปริมาณ 5% 10% 15% และ 20% และใช้ปริมาณน้ำ 85% 95% และ 105% ของน้ำหนักแป้ง ตรวจคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมปัง พบว่า ขนมปังสูตรที่ใช้กัวร์กัม 0.5% โปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10% และ น้ำ 105% ของน้ำหนักแป้งได้รับการยอมรับสูงสุด ( $p < 0.05$ ) นำแป้งข้าวเจ้า โปรตีนถั่วเหลืองสกัด และกัวร์กัมมาผสมรวมกันเพื่อผลิตแป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูป พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดของแป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูปประกอบด้วย แป้งข้าวเจ้า : โปรตีนถั่วเหลืองสกัด : กัวร์กัม เท่ากับ 90:10:0.5 ผลผลิตแป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูปมีโปรตีน 6.55% และความชื้น 10.53% นำแป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูปมาผลิตขนมปัง

ปิยรัตน์ กุลเมธิ และหทัยชนก ศรีประไพ (2553) ทำการศึกษาในการใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เพิ่มมูลค่ากากถั่วเหลือง และลดปริมาณการใช้แป้งสาลีซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยนำกากถั่วเหลืองที่เป็นวัตถุดิบเหลือใช้จากการผลิตน้ำเต้าหู้มาทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 10%, 20%, 30%, 40% และ 50% ผลการทดลองพบว่า สูตรที่ผู้บริโภคมองว่าดีที่สุดคือ 30% ซึ่งได้สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย แป้งสาลี 42.34% กากถั่วเหลือง 18.15% ไข่ไก่ 6.65% น้ำตาลทราย 15.12% เกลือ 0.07% ยีสต์ 0.28% นมข้นจืด 4.84% นมข้นหวาน 5.70% เนยสด 3.02% มากา린 3.02% นมผง 0.45% และสารเสริมคุณภาพ 0.36% เมื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพพบว่า การใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ขนมปังมีปริมาตรเล็กลง ค่าความแข็งมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ลดลง ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ค่าปริมาตรจำเพาะและค่าความแข็งเท่ากับ 2.75 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อกรัม และ 2.17 นิวตัน ตามลำดับ มีปริมาณความชื้น ค่า aw และปริมาณโปรตีน 14.53%, 0.73% และ 25.84% ตามลำดับ ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ 98% โดยมีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสีในระดับชอบปานกลาง มีค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.06 และให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรส ความนุ่ม รสชาติ และความชอบรวม ในระดับชอบมาก โดยมีค่าคะแนนความชอบเฉลี่ย 7.26, 7.68, 7.28 และ 7.52 ตามลำดับ

พรวิณัส ปั่นหยา (2544) ทำการศึกษาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับปลายข้าวหอมมะลิ และเป็นการลดปริมาณการใช้แป้งสาลีซึ่งต้องนำเข้าข้าวสาลีจากต่างประเทศ โดยการศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิที่สามารถทดแทนแป้งสาลีในการทำขนมปังได้ พบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิเพิ่มขึ้น ขนมปังจะมีปริมาณจำเพาะลดลง และมีค่าความแข็งของเนื้อในเพิ่มขึ้น สูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย แป้งสาลีทำแป้งขนมปัง 32.82% แป้งข้าวหอมมะลิ 14.07% หางนมผง 1.88% ยีสต์แห้งชนิดผง 0.59% น้ำตาลทราย 8.44% เกลือ 0.47% ไข่ไก่ 4.69% น้ำ 26.73% เนยขาว 9.38 % และ distilled monoglyceride 0.94% โดยสามารถใช้แป้งข้าวหอมมะลิได้ถึง 30% เพื่อแทนที่แป้งสาลี และผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิได้ 3 วัน ส่วนแป้งผสมสำเร็จรูปจากแป้งสาลีผสมแป้งหอมมะลิสำหรับทำขนมปังสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นาน 6 เดือน

รุ่งฤดี สกุลธนา (2547) ทำการศึกษาในการใช้แป้งพรีเจลลัดในซิมแล็คซนุนทดแทนแป้งสาลีในขนมปังแซนด์วิช โดยการนำขนมปังแซนด์วิชสูตรมาตรฐานมาปรับสัดส่วนของแป้งพรีเจลลัดในซิมแล็คซนุน : แป้งสาลี เป็น 4 ระดับ ดังนี้ 10:90 20:80 30:70 และ 40:60 จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วย 9-point hedonic scale พบว่าขนมปังแซนด์วิชสูตร 10:90 ผู้บริโภครับมาที่สุดในทุกด้าน โดยมีคะแนนด้านสีเท่ากับ 7.91 คะแนน กลิ่น 6.76 คะแนน รสชาติ 7.34 คะแนน ความนุ่ม 7.62 คะแนน และความชอบรวม 7.39 คะแนนซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย-ปานกลาง รองลงมาคือ ขนมปังแซนด์วิชสูตร 20:80 30:70 และ 40:60 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในทุกๆด้าน ทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ผลการตรวจสอบค่าเฉลี่ย LSD โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทุกสูตรกับสูตรที่ผู้บริโภครับมาที่สุดในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความชอบรวม พบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติกับสูตรที่ 1 ที่ 0.05 ต่อมาได้นำขนมปังสูตรที่ผู้บริโภครับมาที่สุดในด้านสี (แป้งพรีเจลลัดในซิมแล็คซนุน : แป้งสาลี 10:90) มาทำการศึกษาเปรียบเทียบกับขนมปังแซนด์วิชสูตรมาตรฐานในด้านต่างๆ พบว่าด้านกลิ่นมีความชอบอยู่ในสเกล ไม่ชอบเลยจึงได้นำมาปรับปรุง ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมปังแซนด์วิชสูตรมาตรฐานมี โปรตีน  $11.24 \pm 0.02\%$  ความชื้น  $31.33 \pm 2.24\%$  ไขมัน  $1.02 \pm 1.34\%$  เถ้า  $1.32 \pm 0.15\%$  เยื่อใย  $1.08 \pm 0.07\%$  คาร์โบไฮเดรต  $55.01 \pm 0.02\%$  และ พลังงาน  $265.18 \pm 0.86$  กิโลแคลอรี ตามลำดับ ส่วน ขนมปังแซนด์วิชสูตรที่ผู้บริโภครับมาที่สุดในด้านสี (แป้งพรีเจลลัดในซิมแล็คซนุน : แป้งสาลี 10:90) มี โปรตีน  $15.65 \pm 1.35\%$  ความชื้น  $33.91 \pm 0.61\%$  ไขมัน  $0.71 \pm 0.45\%$  เถ้า  $1.74 \pm 0.09\%$  เยื่อใย  $1.15 \pm 0.14\%$  คาร์โบไฮเดรต  $47.54 \pm 0.02\%$  และ พลังงาน  $252.85 \pm 0.51$  กิโลแคลอรีตามลำดับ

สุนทร สหัสโพธิ์ (2533) ทำการศึกษาในการศึกษาถึงความสำคัญของอะมัยโลสและ สาร ยึดเกาะในการผลิตขนมปังโดยใช้แป้งข้าวเจ้า ได้ทำการทดลองโดยนำพันธุ์ข้าว 10 พันธุ์ ได้แก่ กข.7, กข.9 , กข.15, กข.21 , กข.25, กข.27 ข้าวดอกมะลิ-105 ข้าวปากหม้อ-148 นางมลิศ-4 และ เหลืองปะทิว มาจัดสีให้ได้ข้าวสารและบดเป็นแป้ง แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณอะมัยโลสและการ เปลี่ยนแปลงสมบัติของแป้งระหว่างการหุงต้ม เพื่อเลือกตัวอย่างแป้งที่มีปริมาณอะมัยโลสต่ำและ อุณหภูมิแป้งสุกต่ำสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตขนมปังและนำแป้งที่มีสมบัติเหมาะสมไป ทดลองผลิตขนมปังโดยการเติมสารยึดเกาะพวกกัมหรือกลูเต็นของแป้งสาลีเปรียบเทียบกับวิธีเสริม ด้วยแป้งข้าวโพดผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า พันธุ์ข้าวที่มีอะมัยโลสต่ำ ได้แก่ กข.15 , กข.21 และ ข้าวดอกมะลิ-105 ซึ่งวิเคราะห์ได้ปริมาณอะมัยโลสร้อยละ 16.4 , 17.0 และ 19.4 ตามลำดับนั้น มี อุณหภูมิแป้งสุกต่ำด้วยคือ 60.5 , 62.0 และ 67.5 ตามลำดับ ได้เลือกพันธุ์ ข้าว กข.15 ซึ่งมีอะมัยโลส ต่ำที่สุดและอุณหภูมิแป้งสุกต่ำที่สุดด้วยสำหรับทดลองพัฒนาสูตรขนมปัง พบว่าสามารถผลิต ขนมปังโดยใช้แป้งจากข้าวพันธุ์ กข.15 ได้โดยเดิมกัมช่วยแต่จะต้องปรับปริมาณน้ำที่เดิมให้ เหมาะสม ระดับน้ำที่เดิมลงไปจะผันแปรตามความละเอียดของแป้งปริมาณกัมและอะมัยโลส ถ้าใช้ แป้งที่ละเอียดกว่าจะต้องเติมน้ำมากกว่าแป้งที่หยาบกว่า ถ้าใช้กัมน้อยต้องลดปริมาณน้ำที่เดิมให้ น้อยลงและถ้ามีอะมัยโลสสูงจะต้องปรับระดับน้ำให้สูงขึ้นด้วยจึงจะได้ขนมปังที่มีคุณภาพดีทั้งด้าน ปริมาตร เนื้อใน และรสชาติ การผลิตขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า กข.15 ที่มีความละเอียด 80 เมช ควร เติมน้ำ 90 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเติมกัม hydroxypropyl methylcellulose ในอัตรา 3 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม เพื่อจะได้ขนมปังที่มีคุณภาพดี สำหรับแป้งข้าวเจ้าจากข้าวพันธุ์ที่มีปริมาณอะมัยโลส ปานกลางไม่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตขนมปังได้ เพราะจะได้ขนมปังที่มีเนื้อในร่วน และเปลือกหนา การทดลองเติมสารยึดเกาะพวกกัมกับ methyl cellulose (methocel A4M) และสาร อนุพันธ์ของ methyl cellulose คือ hydroxypropylmethyl cellulose 3 ชนิด ได้แก่ Methocel E4M, F4M, และ K4M ซึ่งมีจำนวนหมู่ hydroxypropoxyl และ methoxyl ต่างกัน ในอัตรา 2 ถึง 3.5 กรัม ต่อแป้ง 100 กรัม ในสูตรขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า กข.15 ละเอียด 80 เมช พบว่า Methocel E4M ที่ ระดับ 2.5 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม และเติมน้ำ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะให้ผลดีที่สุด แต่ขนมปังที่ได้ จะมีเนื้อในเหนียวน้อยกว่าขนมปังจากแป้งสาลีและเกิดรอยแตกบริเวณผิวบน ส่วนการใช้กลูเต็นใน อัตรา 5 ถึง 40 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม เติมโดยตรงนั้น ปรากฏว่ากลูเต็นในอัตรา 30 กรัมต่อแป้ง 100 กรัม เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะให้ขนมปังมีคุณภาพดีคล้ายขนมปังจากแป้งสาลี และมีปริมาณ โปรตีน (N\*6.25) สูงถึงร้อยละ 17.2 ขณะที่ขนมปังที่ใช้กัมล้วนมีโปรตีนเพียง 5.2% การเสริม กลูเต็น 5 กรัม และเติม methocel E4M 2.5 กรัม ช่วยปรับปรุงคุณภาพของขนมปังที่ผลิตจากแป้ง ข้าวเจ้า คือช่วยให้ผิวบนขนมปังไม่แตกและเปลือกนอกนุ่มขึ้น มีโปรตีน 7.2% ส่วนขนมปังจากแป้ง

ข้าวเจ้าที่เสริมด้วยแป้งข้าวโพดร้อยละ 10 ถึง 30 เพื่อปรับปรุงอัตราส่วนของโปรตีนชนิดโปรลามีน (prolamine) และกลูทีลิน (glutelin) ที่อาจเกิดกลูเต็นโดยไม่เติมกัมในสูตรเลยนั้นมีลักษณะแบนราบทั้งหมด ถ้าใช้แป้งข้าวโพดเสริม 5% และเติมกัมด้วย 2.5 กรัมต่อแป้ง 100กรัม จะได้ขนมปังที่มีปริมาตรสูงพอกับขนมปังที่ใช้กัมอย่างเดียวก แต่เนื้อในขนมปังจะร่วนขึ้น ส่วนปริมาณวิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสองและฟอสฟอรัสของขนมปังที่เติมกัมที่มีคุณภาพดินนั้นวิเคราะห์ได้ 0.09 ,0.05 และ 98.3 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างจากขนมปังที่เติมกลูเต็น

อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์ และสุนทรี สุวรรณลิขิต (2553) ทำการศึกษาในผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 50%-100% ต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของบัตเตอร์เค้ก ผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนด้วยแป้งข้าวสาลีจะทำให้ส่วนผสมเค้กมีค่าความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้น ค่าร้อยละความคงตัวของอิมัลชันลดลง ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีปริมาตรและความชื้นลดลงแต่มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ( $p < 0.05$ ) จากการวิเคราะห์เค้าโครงลักษณะเนื้อสัมผัส (texture profile analysis) ด้วยเครื่อง texture analyzer พบว่า บัตเตอร์เค้กที่ระดับการทดแทน 50%-80% มีค่าความแน่นเนื้อ ความเหนียวคล้ายยาง และความยากในการเคี้ยวต่ำกว่า สูตรควบคุมที่ใช้แป้งสาลีล้วน แต่เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนเป็น 90% -100% บัตเตอร์เค้กที่ได้จะมีค่าดังกล่าวใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 100 คน พบว่า บัตเตอร์เค้กแป้งข้าวสาลีที่ทุกระดับการทดแทนมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม น้อยกว่าสูตรควบคุม ( $p < 0.05$ ) โดยระดับการทดแทนสูงสุดที่ผลิตภัณฑ์ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคคือ 70%

## บทที่ 3

### อุปกรณ์ และวิธีดำเนินงาน

#### 3.1 วัสดุ

|                 |                 |                            |     |
|-----------------|-----------------|----------------------------|-----|
| 1. แป้งสาลี     | ตรา สาลีห่าน    | บ.ยูเอฟเอ็มฟู้ดเซ็นเตอร์   | ไทย |
| 2. แป้งข้าว     | ตรา สามเศียร    | บ.เส้นหมี่ชองเฮง จำกัด     | ไทย |
| 3. เนยขาว       | ตรา ใบไม้ทอง    | บ.ยูไนเต็ลแคร์รี่ฟู้ดส์    | ไทย |
| 4. น้ำตาลทราย   | ตรา มิตรผล      | บ.น้ำตาลมิตรผล จำกัด       | ไทย |
| 5. ยีสต์        | ตรา Fermipan    | บ.ยีสต์มีเดีย จำกัด        | ไทย |
| 6. นมผง         | ตรา ชาวไทย      | บ.กรไทย จำกัด              | ไทย |
| 7. เกลือป่น     | ตรา ปรุณทิพย์   | บ.อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ | ไทย |
| 8. ผงฟู         | ตรา เบสท์ฟู้ดส์ | บ.ยูนิเวอร์เบสท์ฟู้ดส์     | ไทย |
| 9. เค เอส 505   | ตรา อิมพีเรียล  | บ.ยูไนเต็ลแคร์รี่ฟู้ดส์    | ไทย |
| 10. เอสพี       | ตรา เอสพี       | บ.ยูไนเต็ลฟลาวมิลล์ จำกัด  | ไทย |
| 11. Xantagum    |                 |                            |     |
| 12. soy protein |                 |                            |     |

#### 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

##### 3.2.1 อุปกรณ์งานครัว

|                              |                    |     |
|------------------------------|--------------------|-----|
| 1. พิมพ์ขนมปังแซนด์วิช       | ตั้งจิบเส็ง        | ไทย |
| 2. ถาด                       | ตั้งจิบเส็ง        | ไทย |
| 3. ตะแกรงพักขนม              | ตั้งจิบเส็ง        | ไทย |
| 4. เครื่องชั่งหรือเครื่องตวง | เค.เอส เครื่องชั่ง | ไทย |
| 5. อ่างสแตนเลส               | ตราม้าลาย          | ไทย |
| 6. ตะแกรงร่อนแป้ง            | ตั้งจิบเส็ง        | ไทย |
| 7. คีมคีบของร้อน             | ตั้งจิบเส็ง        | ไทย |
| 8. พิมพ์ขนมปัง               | ตั้งจิบเส็ง        | ไทย |
| 9. เตาอบ                     | ตราชาร์ป           | ไทย |
| 10. เครื่องนวด 2 แขน         | ตั้งจิบเส็ง        | ไทย |

### 3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

1. อุปกรณ์ในการทดสอบ เช่น ถ้วยชิม แก้วน้ำ ถาด กระดาษทิชชู ฯลฯ
2. แบบสอบถาม

### 3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางเคมี

- |                                |                                                          |           |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------|
| 1. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง | SARTORIUS GMBH<br>GOTTINGEN type B1209                   | เยอรมันนี |
| 2. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)  | WTB binder 7200 tuttlingen                               | เยอรมันนี |
| 3. เตาเผาถ้ำ (Muffle furnace)  | Carbolite Furnaces CSF 12/7                              | อังกฤษ    |
| 4. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน       | Soxhlet apparatus SER 148                                | อิตาลี    |
| 5. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน      | Micro-Kjeldahl distillation<br>Apparatus VELP Scietifica | อิตาลี    |
| 6. เครื่องวิเคราะห์เส้นใย      | Fibertec system M1017<br>Hot extra etor                  | สวีเดน    |
| 7. เครื่องแก้วต่าง ๆ           | Pyrex                                                    | เยอรมันนี |

### 3.3 สารเคมี

- |                                                                                    |              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| 1. โซเดียมซัลเฟต (Sodium sulphate; $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )                      | Ajax         | ออสเตรเลีย |
| 2. คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulphate; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )    | Ajax         | ออสเตรเลีย |
| 3. เซเลเนียมไดออกไซด์ (selenium dioxide; $\text{SeO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) | Ajax         | ออสเตรเลีย |
| 4. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. Sulfuric; $\text{H}_2\text{SO}_4$ )                   | J.T.Baker    | สหรัฐฯ     |
| 5. กรดบอริก (boric acid ; $\text{H}_3\text{BO}_3$ )                                | Merck        | เยอรมันนี  |
| 6. เมทิลเรด (Methyl red; $\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$ )        | Panrac       | สหภาพยุโรป |
| 7. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; $\text{NaOH}$ )                            | Merck        | เยอรมันนี  |
| 8. กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid; $\text{HCl}$ )                               | Mallinckrodt | สหรัฐฯ     |
| 9. ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)                                             | Mallinckrodt | สหรัฐฯ     |
| 10. เอทิลแอลกอฮอล์ 95% ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )                         | กรมสรรพสามิต | ไทย        |

### 3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผล

โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Data Editor.

### 3.5. ระเบียบวิธีวิจัย

#### 3.5.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่แข็งจากแป้งข้าว มี 5 ขั้นตอนหลัก คือ

##### 3.5.1.1 ศึกษากรรมวิธีและสูตรมาตรฐาน ในการทำขนมปังแช่แข็งจากแป้งข้าว

ทำการศึกษาค้นคว้าคัดเลือกสูตรการทำขนมปัง โดยทำการทดลองใช้สูตรขนมปังแช่แข็ง 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 (นวรรตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ, 2546) สูตรที่ 2 (วิภาวัน จุลยา, 2549) สูตรที่ 3 (UFM BAKING SCHOOL, 2528) และสูตรที่ 4 (จริยา เดชกุลธร, 2540) แล้วทำการคัดเลือกสูตรที่ผ่านการยอมรับ จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ให้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คน ให้คะแนนแบบ 9 Point Hedonic Scale

ตารางที่ 3.1 สูตรมาตรฐานขนมปังแช่แข็ง

| ส่วนผสม         | ส่วนผสมปริมาณที่ใช้ (กรัม) |           |           |           |
|-----------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                 | สูตรที่ 1                  | สูตรที่ 2 | สูตรที่ 3 | สูตรที่ 4 |
| แป้งสาลีตราห่าน | 1000                       | 1000      | 1000      | 1000      |
| น้ำตาลทราย      | 50                         | 90        | 70        | 50        |
| เกลือ           | 10                         | 15        | 10        | 10        |
| ยีสต์           | 15                         | 20        | 15        | 8         |
| เนยขาว          | 100                        | 80        | 120       | 50        |
| น้ำเปล่า        | 650                        | 840       | -         | 600       |
| KS 505          | -                          | 10        | -         | -         |
| นมผง            | -                          | 80        | 85        | -         |
| ผงฟู            | -                          | 10        | -         | -         |
| เอส พี          | -                          | 60        | -         | -         |
| นมสด            | -                          | -         | 480       | 30        |
| แพ็กเก็ต -3     | -                          | -         | 5         | -         |
| ไข่ไก่          | -                          | -         | -         | 50        |

ที่มา: สูตรที่ 1 (นวรรตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ, 2546)

สูตรที่ 2 (วิภาวัน จุลยา, 2549)

สูตรที่ 3 (UFM BAKING SCHOOL, 2528)

สูตรที่ 4 (จริยา เดชกุลธร, 2540)

## ขั้นตอนการผสม ขนมปังแซนด์วิช

### 1. การผสมแบบขั้นตอนเดียว

ส่วนผสมที่ใช้ได้แก่ แป้งสาลี ยีสต์แห้ง สารเสริม น้ำตาลทราย เกลือ น้ำเปล่า และเนยขาว

1.1 ผสมแป้งสาลี ยีสต์ และสารเสริม เข้าด้วยกันในอ่างผสม

1.2 ละลายน้ำตาลและเกลือลงในน้ำ เทลงในส่วนผสมของแป้งนวดพอเข้ากัน

เติมเนยขาวนวดต่อจนเนียนได้ที่

1.3 นวดจนมีลักษณะเนื้อเนียน ที่สามารถยืดตัวออกเป็นฟิล์มบางๆ โดยไม่ฉีกขาด

1.4 คลึงเก็บก้อนแป้งให้ผิวเนียนเรียบวางบนภาชนะที่ทานเนยขาวบางๆ ใช้แผ่นพลาสติกคลุมหรือหมักในตู้หมัก ที่อุณหภูมิระหว่างก้อนแป้งเพิ่มปริมาตรใหญ่ขึ้นกว่าเดิมเป็น 2 เท่า ใช้เวลาประมาณ 45-60 นาที

1.5 ตัดแบ่งแบ่งตามน้ำหนักที่ต้องการตามขนาดของพิมพ์ พักก้อนแป้งไว้ 10 นาที

1.6 ใช้ไม้คลึงแป้งคลึงแป้งออกให้ยาวและกว้างเท่ากับพิมพ์ ม้วนแป้งให้เป็นท่อนยาวเท่ากับพิมพ์

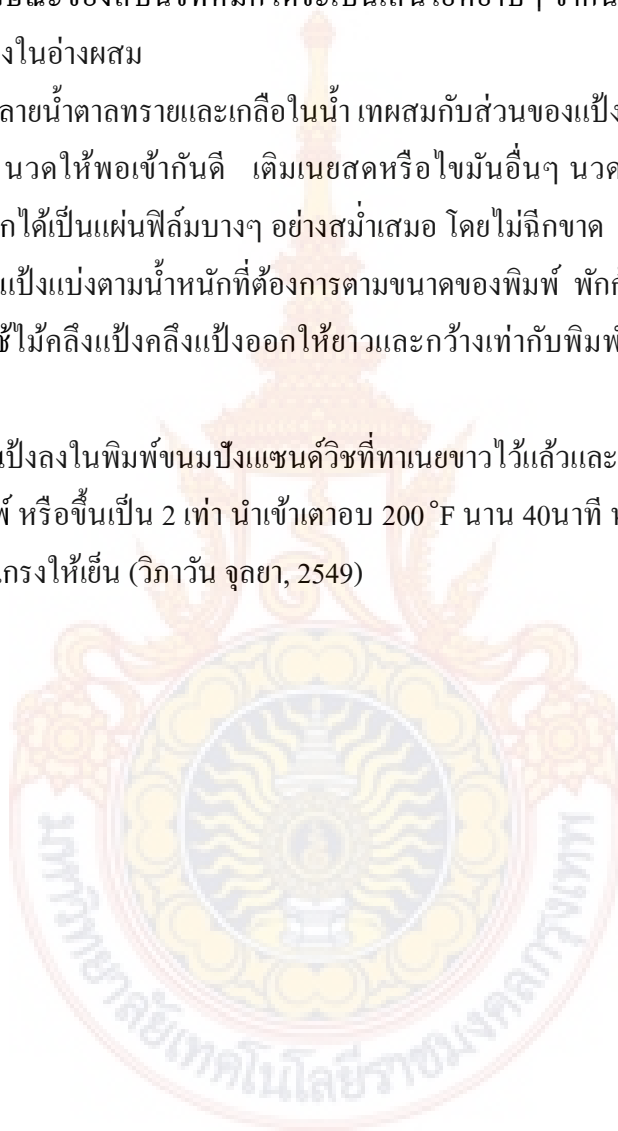
1.7 วางแป้งลงในพิมพ์ขนมปังแซนด์วิชที่ทานเนยขาวไว้แล้วและทานเนยส่วนฝาปิด พักไว้ให้ขึ้นเกือบเต็มพิมพ์ หรือขึ้นเป็น 2 เท่า นำเข้าเตาอบ 200 °F นาน 40 นาที หรือจนสุกและเอาออกจากพิมพ์ วางบนตะแกรงให้เย็น (วิภาวัน จุลยา, 2549)

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำขนมปังแบบขั้นตอนเดียว

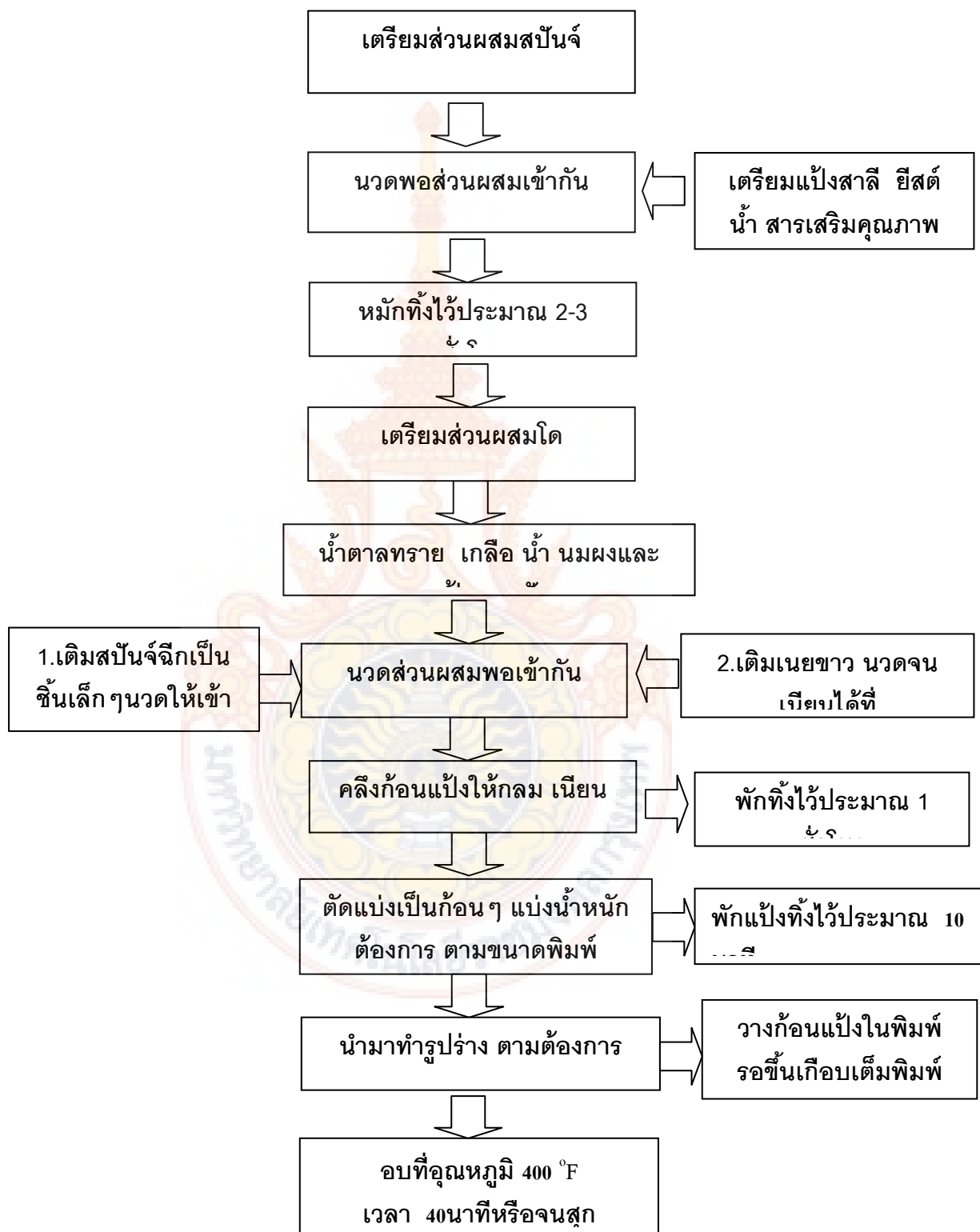


## 2. การผสมแบบสองขั้นตอน มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

- 2.1 ผสมสปีนจ์ โดยผสมแป้งสาธิตี ยีสต์ และน้ำ นวดพอส่วนผสมเข้ากัน
- 2.2 วางลงในภาชนะที่ทานเนยขาว ใช้แผ่นพลาสติกคลุมหรือหมักในตู้หมัก ทิ้งไว้จนขึ้นเป็นสองเท่า หรือประมาณ 1-2 ชั่วโมง
- 2.3 ลักษณะของสปีนจ์ที่หมักได้จะเป็นเส้นใยหยากๆ จากนั้นจึงผสมส่วนผสมโดโดยเทแป้งข้าวสาธิตี ลงในอ่างผสม
- 2.4 ละลายน้ำตาลทรายและเกลือในน้ำ เทผสมกับส่วนของแป้ง นวดพอเข้ากัน เติมสปีนจ์ นึกเป็นชิ้นเล็กๆ นวดให้พอเข้ากันดี เติมน้ำมันหรือน้ำมันอื่นๆ นวดจนเนียนได้ที่ โดยแป้งจะสามารถยืดตัวออกได้เป็นแผ่นฟิล์มบางๆ อย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ฉีกขาด
- 2.5 ตัดแป้งแบ่งตามน้ำหนักที่ต้องการตามขนาดของพิมพ์ พักก่อนแป้งไว้ 10 นาที
- 2.6 ใช้ไม้คลึงแป้งคลึงแป้งออกให้ยาวและกว้างเท่ากับพิมพ์ ม้วนแป้งให้เป็นท่อนยาวเท่ากับพิมพ์
- 2.7 วางแป้งลงในพิมพ์ขนมปังแซนด์วิชที่ทานเนยขาวไว้แล้วและทานเนยส่วนฝาปิด พักไว้ให้ขึ้นเกือบเต็มพิมพ์ หรือขึ้นเป็น 2 เท่า นำเข้าเตาอบ 200 °F นาน 40 นาที หรือจนสุกและเอาออกจากพิมพ์ วางบนตะแกรงให้เย็น (วิภาวัน จุลยา, 2549)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำขนมปังแบบสองขั้นตอน



3.5.1.2. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งสาลี: แป้งข้าว ในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว โดยใช้สูตรมาตรฐานที่ได้ จากการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค มาพัฒนาสูตรโดยการเสริมแป้งข้าวเจ้าลงไป เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งสาลี: แป้งข้าวในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยใช้สูตรส่วนคือ

สูตรที่ 1 ปริมาณแป้งข้าว : แป้งสาลี 70% : 30%

สูตรที่ 2 ปริมาณแป้งข้าว : แป้งสาลี 80% : 20%

สูตรที่ 3 ปริมาณแป้งข้าว : แป้งสาลี 100% : 0%

โดยทำการคัดเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบชิม ให้การยอมรับโดยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ความนุ่ม รสชาติ ลักษณะโครงสร้าง ความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คน ให้คะแนนแบบ 9 Point Hedonic Scale

ตารางที่ 3.2 สูตรมาตรฐานขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว

| ส่วนผสม     | ปริมาณที่ใช้ (กรัม) |           |           |
|-------------|---------------------|-----------|-----------|
|             | สูตรที่ 1           | สูตรที่ 2 | สูตรที่ 3 |
| แป้งข้าว    | 700                 | 800       | 1000      |
| แป้งสาลี    | 300                 | 200       | 0         |
| เนยขาว      | 80                  | 80        | 80        |
| น้ำตาลทราย  | 90                  | 90        | 90        |
| ยีสต์       | 20                  | 20        | 20        |
| นมผง        | 80                  | 80        | 80        |
| เกลือป่น    | 15                  | 15        | 15        |
| ผงฟู        | 10                  | 10        | 10        |
| เค เอส 505  | 10                  | 10        | 10        |
| เอส พี      | 60                  | 60        | 60        |
| Xantagum    | 10                  | 10        | 10        |
| soy protein | 50                  | 50        | 50        |
| น้ำเปล่า    | 950                 | 950       | 950       |

ที่มา: สูตรที่ 1 แป้งข้าว : แป้งสาลี 70% : 30%

สูตรที่ 2 แป้งข้าว : แป้งสาลี 80% : 20%

สูตรที่ 3 แป้งข้าว : แป้งสาลี 100% : 0%

### วิธีการทำขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว

1. ผสมสปีนจ์ โดยผสมแป้งสาลี ยีสต์ และน้ำ นวดพอส่วนผสมเข้ากัน
2. วางลงในภาชนะที่ทาเนยขาว ใช้แผ่นพลาสติกคลุมหรือหมักในตู้หมัก ทิ้งไว้จนขึ้นเป็น สองเท่า หรือประมาณ 1-2 ชั่วโมง
3. ลักษณะของสปีนจ์ที่หมักได้จะเป็นเส้นใยหยาบๆ จากนั้นจึงผสมส่วนผสมโดโดยเทแป้งข้าวสาลี ลงในอ่างผสม
4. ละลายน้ำตาลทรายและเกลือในน้ำ เทผสมกับส่วนของแป้ง นวดพอเข้ากัน เติมสปีนจ์อีกเป็นชิ้นเล็กๆ นวดให้พอเข้ากันดี เติมน้ำมันหรือไขมันอื่นๆ นวดจนเนียนได้ที่ โดยแป้งจะสามารถยืดตัวออกได้เป็นแผ่นฟิล์มบางๆ อย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ฉีกขาด
5. ตัดแป้งแบ่งตามน้ำหนักที่ต้องการตามขนาดของพิมพ์ พักก้อนแป้งไว้ 20 นาที
6. ใช้ไม้กลึงแป้งกลึงแป้งออกให้ยาวและกว้างเท่ากับพิมพ์ ม้วนแป้งให้เป็นท่อนยาวเท่ากับพิมพ์ ถ้าแป้งที่ม้วนไม่ได้จะตัดใส่พิมพ์และชั่งน้ำหนักที่พอเหมาะ
7. วางแป้งลงในพิมพ์ขนมปังแซนด์วิชที่ทาเนยขาวไว้แล้วและทาเนยส่วนฝาปิด พักไว้ให้ขึ้นเกือบเต็มพิมพ์ หรือขึ้นเป็น 2 เท่า นำเข้าเตาอบ 200 °F นาน 40 นาที หรือจนสุกและเอาออกจากพิมพ์ วางบนตะแกรงให้เย็น (วิภาวัน จุลยา, 2549)

**3.5.1.3. ศึกษาหาชนิดสารไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว** โดยใช้สูตรมาตรฐานขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว โดยทดลองใส่สารไฮโดรคอลลอยด์ต่างกัน 3 ชนิด คือ สาร CMC สารกัวร์กัม และสารแซนแทนกัม ในปริมาณที่เท่ากัน เพื่อศึกษาคุณสมบัติที่เหมาะสมกับขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวในด้านเนื้อสัมผัสขนมปัง

**3.5.1.4. ศึกษาหาปริมาณสารเลซิธินที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว** โดยใช้สูตรมาตรฐานขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว โดยทดลองใส่เลซิธินในปริมาณต่าง ๆ กัน คือ 50 , 100 , 150 , 200 กรัม เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมกับขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวในด้านเนื้อสัมผัสขนมปัง

### 3.5.1.5 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว

โดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธี AOAC (2000) ซึ่งทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหาร (Proximate analysis) ได้แก่ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ความชื้น เถ้า เส้นใย ไขมัน และคำนวณคุณค่าทางโภชนาการตามวิธีการของกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 4.1 การศึกษากรรมวิธีการผลิตและสูตรมาตรฐานขนมปังแซนด์วิช

การศึกษากกรรมวิธีการผลิต และสูตรมาตรฐานของขนมปังแซนด์วิช โดยใช้สูตรขนมปังแซนด์วิช 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 (นวรรตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ , 2546) สูตรที่ 2 (วิภาวัน จุลยา, 2549) สูตรที่ 3 (UFM BAKING SCHOOL, 2528) และสูตรที่ 4 (จริยา เศรษฐกุล, 2540) และคัดเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับโดยทดสอบทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะโครงสร้าง และความชอบโดยรวม ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับ คือ สูตรที่ 2 (วิภาวัน จุลยา, 2549) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิช

| สูตรที่ | สูตรมาตรฐาน                     |                        |                        |                        |                        |
|---------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|         | คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส* |                        |                        |                        |                        |
|         | สี                              | กลิ่น                  | รสชาติ                 | เนื้อสัมผัส            | ความชอบรวม             |
| 1       | 6.24±1.09 <sup>c</sup>          | 6.52±1.07 <sup>c</sup> | 6.38±1.10 <sup>c</sup> | 6.36±1.08 <sup>c</sup> | 6.42±1.10 <sup>c</sup> |
| 2       | 7.62±0.77 <sup>a</sup>          | 7.74±0.80 <sup>a</sup> | 7.58±0.90 <sup>a</sup> | 7.76±0.79 <sup>a</sup> | 7.56±0.83 <sup>a</sup> |
| 3       | 7.34±1.06 <sup>ab</sup>         | 7.30±0.99 <sup>b</sup> | 7.08±0.85 <sup>b</sup> | 7.28±1.08 <sup>b</sup> | 7.00±0.83 <sup>b</sup> |
| 4       | 7.08±1.14 <sup>b</sup>          | 6.84±1.23 <sup>c</sup> | 6.76±1.25 <sup>b</sup> | 7.10±1.18 <sup>b</sup> | 7.10±1.35 <sup>b</sup> |

หมายเหตุ : \* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชสูตรที่ 2 มีคะแนนความเฉลี่ยมากที่สุดในทุกๆด้าน คือ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมและเป็นที่ยอมรับมากที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำผึ้ง ทั้ง 4 สูตร พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำผึ้งทั้ง 4 สูตร มีผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ดังนี้

ด้านสี พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำผึ้งที่ได้ทั้ง 4 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 2 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.62 \pm 0.77$ ) และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) กับสูตรที่ 1 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $7.34 \pm 1.06$ ,  $7.08 \pm 1.14$  และ  $6.24 \pm 1.09$  เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่ต่างกันจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มของสีไม่เท่ากัน

ด้านกลิ่น พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำผึ้งที่ได้ทั้ง 4 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 2 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.74 \pm 0.80$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) กับสูตรที่ 1 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $7.30 \pm 0.99$ ,  $6.84 \pm 1.23$  และ  $6.52 \pm 1.07$  เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่ต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่ต่างกัน

ด้านรสชาติ พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำผึ้งที่ได้ทั้ง 4 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 2 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.58 \pm 0.90$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) กับสูตรที่ 1 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $7.08 \pm 0.85$ ,  $6.76 \pm 1.25$  และ  $6.38 \pm 1.10$  เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่ต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาติ

ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำผึ้งที่ได้ทั้ง 4 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 2 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.76 \pm 0.79$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) กับสูตรที่ 1 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $7.28 \pm 1.08$ ,  $7.10 \pm 1.18$  และ  $6.36 \pm 1.08$  เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่ต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

ด้านความชอบรวม พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำผึ้งที่ได้ทั้ง 4 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 2 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.56 \pm 0.83$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) กับสูตรที่ 1 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $7.10 \pm 1.35$ ,  $7.00 \pm 0.83$  และ  $6.42 \pm 1.10$  เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่ต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านความชอบรวม

สรุปว่าสูตรมาตรฐานในการผลิตขนมปังแซนด์วิช คือ สูตรที่ 2 ผู้ชิมยอมรับมากที่สุดจึงใช้เป็นสูตรมาตรฐาน ในการศึกษาต่อไป

#### 4.2. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งข้าว: แป้งสาลี ในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งข้าว: แป้งสาลี ในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว โดยใช้สูตรมาตรฐานที่ได้ จากการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค มาพัฒนาสูตรโดยการเพิ่มแป้งข้าวลงไป เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าว : แป้งสาลีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยใช้อัตราส่วนคือ สูตรที่ 1 70% : 30% สูตรที่ 2 80% : 20% สูตรที่ 3 100% : 0% โดยทำการคัดเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบชิม ให้การยอมรับโดยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รส รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ผลที่ได้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว

| สูตรที่ | คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส* |                         |                        |                        |                        |
|---------|---------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|         | สี                              | กลิ่น                   | รสชาติ                 | เนื้อสัมผัส            | ความชอบรวม             |
| 1       | 7.49±0.66 <sup>a</sup>          | 7.16±0.70 <sup>a</sup>  | 7.10±0.72 <sup>a</sup> | 7.34±1.11 <sup>a</sup> | 7.10±1.11 <sup>a</sup> |
| 2       | 7.30±0.88 <sup>a</sup>          | 7.06±0.95 <sup>ab</sup> | 7.00±0.75 <sup>a</sup> | 6.90±0.83 <sup>b</sup> | 7.06±0.84 <sup>a</sup> |
| 3       | 6.88±1.02 <sup>b</sup>          | 6.74±0.94 <sup>a</sup>  | 6.68±0.95 <sup>b</sup> | 6.40±0.80 <sup>c</sup> | 6.60±0.88 <sup>b</sup> |

หมายเหตุ : \* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวสูตรที่ 1 มีคะแนนความเฉลี่ยมากที่สุดในทุกด้าน คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมและเป็นที่ยอมรับมากที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวทั้ง 3 สูตรพบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชทั้ง 3 สูตร มีผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ดังนี้

ด้านสี พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 1 อยู่ในระดับ

ชอบมาก ( $7.49 \pm 0.66$ ) และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $7.30 \pm 0.88$  และ  $6.88 \pm 1.02$  ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มของสีไม่เท่ากัน

ด้านกลิ่น พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมปังแชนดัวจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือ สูตรที่ 1 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.16 \pm 0.70$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือ สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $7.06 \pm 0.95$  และ  $6.74 \pm 0.94$  ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่แตกต่างกัน

ด้านรสชาติ พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมปังแชนดัวจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 1 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.10 \pm 0.72$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือ สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $7.00 \pm 0.75$  และ  $6.68 \pm 0.95$  ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาติ

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังแชนดัวจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 1 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.34 \pm 1.11$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $6.90 \pm 0.83$  และ  $6.40 \pm 0.80$  ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

ด้านความชอบรวม พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ขนมปังแชนดัวจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 1 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.10 \pm 1.11$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $7.06 \pm 0.84$  และ  $6.60 \pm 0.88$  ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านความชอบรวม

สรุปว่าสูตรมาตรฐานในการผลิตขนมปังแชนดัวจากแป้งข้าว คือ สูตรที่ 1 ใช้แป้งข้าว 70 % ต่อแป้งสาลี 30% ซึ่งผู้ชิมยอมรับมากที่สุดจึงใช้เป็นสูตรมาตรฐานในการศึกษาข้อต่อไป

#### 4.3 การศึกษาชนิดสารไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าว

การศึกษานี้ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าว โดยใช้สูตรมาตรฐานขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าว โดยทดลองใส่สารไฮโดรคอลลอยด์ต่างกัน 3 ชนิด คือ สาร CMC สารกัวร์กัม และสารแซนแทนกัม ในปริมาณที่เท่ากัน เพื่อศึกษาคุณสมบัติที่เหมาะสมกับขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าวในด้านเนื้อสัมผัสขนมปัง โดยกำหนดให้ สูตรที่ 1 ใช้สาร CMC สูตรที่ 2 ใช้สาร กัวร์กัม สูตรที่ 3 ใช้สาร แซนแทนกัม โดยทำการคัดเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับโดยทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ผลที่ได้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าวใส่สารไฮโดรคอลลอยด์

| สูตรที่ | คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส* |                        |                         |                        |                        |
|---------|---------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|         | สี                              | กลิ่น                  | รสชาติ                  | เนื้อสัมผัส            | ความชอบรวม             |
| 1       | 6.60±1.06 <sup>b</sup>          | 6.98±1.05 <sup>a</sup> | 6.50±0.83 <sup>ab</sup> | 6.80±1.03 <sup>b</sup> | 6.98±0.79 <sup>b</sup> |
| 2       | 6.80±0.75 <sup>ab</sup>         | 6.58±0.73 <sup>b</sup> | 6.26±0.87 <sup>b</sup>  | 6.64±0.92 <sup>b</sup> | 7.16±0.86 <sup>b</sup> |
| 3       | 7.12±0.84 <sup>a</sup>          | 7.28±0.75 <sup>a</sup> | 6.86±1.05 <sup>a</sup>  | 7.30±0.54 <sup>a</sup> | 7.58±0.81 <sup>a</sup> |

หมายเหตุ : \* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าวใส่สารไฮโดรคอลลอยด์ สูตรที่ 3 มีคะแนนความเฉลี่ยมากที่สุดในทุกๆด้าน คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมและเป็นที่ยอมรับมากที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าว ทั้ง 3 สูตรพบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าวทั้ง 3 สูตร มีผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ดังนี้

ด้านสี พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจากแป้งข้าวใส่สารไฮโดรคอลลอยด์ ที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวม

สูงสุด คือสูตรที่ 3 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.12 \pm 0.84$ ) และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือสูตรที่ 2 สูตรที่ 1 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $6.80 \pm 0.75$  และ  $6.60 \pm 1.06$  ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นของสีไม่เท่ากัน

ด้านกลิ่น พบว่าจะแนะนำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมปังแชนด์วิชจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 3 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.28 \pm 0.75$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $6.98 \pm 1.05$  และ  $6.58 \pm 0.73$  ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่แตกต่างกัน

ด้านรสชาติ พบว่าจะแนะนำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมปังแชนด์วิชจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 3 อยู่ในระดับชอบมาก ( $6.86 \pm 1.05$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $6.50 \pm 0.83$  และ  $6.26 \pm 0.87$  ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาติ

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าจะแนะนำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังแชนด์วิชจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 3 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.30 \pm 0.54$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $6.80 \pm 1.03$  และ  $6.64 \pm 0.92$  ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

ด้านความชอบรวม พบว่าจะแนะนำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ขนมปังแชนด์วิชจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 3 สูตร สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือสูตรที่ 3 อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.58 \pm 0.81$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $7.16 \pm 0.86$  และ  $6.98 \pm 0.79$  ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านความชอบรวม

สรุปว่าสูตรมาตรฐานในการผลิตขนมปังแชนด์วิชจากแป้งข้าว คือ สูตรที่ 3 ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ คือ แชนแทนกัม ซึ่งผู้ชิมยอมรับมากที่สุดจึงใช้เป็นสูตรมาตรฐานในการศึกษาต่อไป

#### 4.4 การศึกษาปริมาณสารเลซิตินที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว

การศึกษาปริมาณสารเลซิตินที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว โดยใช้สูตรมาตรฐานขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว โดยทดลองใส่เลซิตินในปริมาณต่าง ๆ กัน คือ 50 , 100 , 200 กรัม เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมกับขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวในด้านเนื้อสัมผัสขนมปัง

ตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวที่ใส่สารเลซิตินในปริมาณต่างๆ

| ปริมาณ<br>Lecitin<br>(กรัม) | คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส* |                        |                        |                        |                        |
|-----------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                             | สี                              | กลิ่น                  | รสชาติ                 | เนื้อสัมผัส            | ความชอบ<br>รวม         |
| 50                          | 7.20±1.12 <sup>b</sup>          | 7.08±0.96 <sup>b</sup> | 7.00±1.05 <sup>b</sup> | 7.14±1.01 <sup>b</sup> | 7.12±0.77 <sup>b</sup> |
| 100                         | 7.60±0.67 <sup>a</sup>          | 7.48±0.70 <sup>a</sup> | 7.80±0.85 <sup>a</sup> | 7.60±0.70 <sup>a</sup> | 7.60±1.01 <sup>a</sup> |
| 150                         | 6.80±1.06 <sup>c</sup>          | 6.54±0.90 <sup>c</sup> | 6.60±1.08 <sup>c</sup> | 6.80±0.90 <sup>c</sup> | 6.60±1.05 <sup>c</sup> |
| 200                         | 6.40±1.05 <sup>d</sup>          | 6.38±1.12 <sup>c</sup> | 6.00±0.83 <sup>d</sup> | 6.34±0.96 <sup>d</sup> | 6.00±1.05 <sup>d</sup> |

หมายเหตุ : \* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวใส่สารเลซิตินในปริมาณต่างๆ ปริมาณเลซิติน 100 กรัม มีคะแนนความเฉลี่ยมากที่สุดในทุกๆ ด้าน คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมและเป็นที่ยอมรับมากที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวใส่สารเลซิติน ทั้ง 4 ปริมาณ พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชทั้ง 4 ปริมาณ มีผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ดังนี้

ด้านสี พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวใส่สารเลซิติน ที่ได้ทั้ง 4 ปริมาณ ปริมาณที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือปริมาณเลซิติน 100 กรัม อยู่ในระดับชอบมาก ( $7.60 \pm 0.67$ ) และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือ ปริมาณเลซิติน 50 กรัม , 150 กรัม, และ 200 กรัม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

7.20±1.12 ,6.80±1.06 และ 6.40±1.05 ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นของสีไม่เท่ากัน

ด้านกลิ่น พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 4 ปริมาณ ปริมาณที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือ ปริมาณเลซิติน 100 กรัม อยู่ในระดับชอบมาก (7.48±0.70) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือ ปริมาณเลซิติน 50 กรัม , 150 กรัม, และ 200 กรัม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.08±0.96, 6.54±0.90 และ 6.38±1.12 ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่แตกต่างกัน

ด้านรสชาติ พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 4 ปริมาณ สูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือ ปริมาณเลซิติน 100 กรัม อยู่ในระดับชอบมาก (7.80±0.85) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือ ปริมาณเลซิติน 50 กรัม , 150 กรัม, และ 200 กรัม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.00±1.05 , 6.60±1.08 และ 6.00±0.83 ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาติ

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 4 ปริมาณ ปริมาณที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือปริมาณเลซิติน 100 กรัม อยู่ในระดับชอบมาก(7.60±0.70) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือ ปริมาณเลซิติน 50 กรัม , 150 กรัม, และ 200 กรัม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.14±1.01 ,6.80±0.90 และ 6.34±0.96 ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

ด้านความชอบรวม พบว่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวที่ได้ทั้ง 4 ปริมาณ ปริมาณที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงสุดคือปริมาณเลซิติน 100 กรัม อยู่ในระดับชอบมาก (7.60±1.01) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือ ปริมาณเลซิติน 50 กรัม, 150 กรัม, และ 200 กรัม โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.12±0.77 6.60±1.05 และสูตร 6.00±1.05 ตามลำดับ เพราะส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณส่วนผสมที่แตกต่างกันจึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านความชอบรวม

สรุปว่าสูตรมาตรฐานในการผลิตขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวใส่สารเลซิติน คือ ใช้ปริมาณเลซิติน 100 กรัม ซึ่งผู้ชิมยอมรับมากที่สุด

#### 4.5 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าวโดยวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังไทยทั้ง 5 ชนิดจากแป้งข้าวกล้องงอกและถั่วเขียวงอก ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและพลังงานโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามวิธี A.O.A.C (1995) และคำนวณหาปริมาณสารอาหาร จากตารางแสดงคุณค่าทางอาหาร กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2546) ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าอาหารทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว

| องค์ประกอบทางเคมีและ<br>คุณค่าทางโภชนาการ | ปริมาณที่วัดได้ของแต่ละผลิตภัณฑ์<br>(%) |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| ความชื้น                                  | 31.33                                   |
| เถ้า                                      | 3.08                                    |
| โปรตีน                                    | 9.24                                    |
| ไขมัน                                     | 2.50                                    |
| คาร์โบไฮเดรต                              | 49.01                                   |
| เยื่อใย                                   | 4.84                                    |
| พลังงาน (กิโลแคลอรี)                      | 256.34                                  |

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

1. จากการศึกษาหาสูตรมาตรฐานของขนมปังแซนด์วิช และส่วนประกอบจากตำรับอาหารต่าง ๆ โดยทำการทดลองใช้สูตรขนมปังแซนด์วิชจำนวน 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 (นวรรตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ, 2546) สูตรที่ 2 (วิภาวัน จุลยา, 2549) สูตรที่ 3 (UFM BAKING SCHOOL, 2528) และสูตรที่ 4 (จริยา เดชกุลธร, 2540) พบว่าขนมปังแซนด์วิช สูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบชิมในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ( $p < 0.05$ ) ซึ่งมีส่วนผสมของสูตรขนมปังแซนด์วิชสูตรมาตรฐานดังนี้ แป้งสาลี 1,000 กรัม , น้ำตาลทราย 90 กรัม ,เกลือ 15 กรัม, ยีสต์ 20 กรัม, เนยขาว 80 กรัม, KS 505 10 กรัม, นมผง 80 กรัม ,ผงฟู 10 กรัม ,เอสพี 60 กรัม และ น้ำเปล่า 840 กรัม

2. จากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งข้าว: แป้งสาลี ในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว โดยใช้สูตรมาตรฐานที่ได้ จากการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค มาพัฒนาสูตรโดยการเพิ่มแป้งข้าวเจ้าลงไป เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าว: แป้งสาลีในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยใช้อัตราส่วน 70% : 30% , 80% : 20% , และแป้งข้าวเจ้า 100% พบว่าขนมปังแซนด์วิชที่ใส่ปริมาณ แป้งข้าว 70% : แป้งสาลี 30% ได้คะแนนความชอบมากที่สุด จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ( $p < 0.05$ ) ซึ่งมีส่วนผสมของสูตรขนมปังแซนด์วิชแป้งข้าวสูตรมาตรฐานดังนี้ แป้งข้าว 700 กรัม , แป้งสาลี 300 กรัม , น้ำตาลทราย 90 กรัม , เกลือ 15 กรัม, ยีสต์ 20 กรัม, เนยขาว 80 กรัม, KS 505 10 กรัม, นมผง 80 กรัม ,ผงฟู 10 กรัม ,เอสพี 60 กรัม Xantagum 10 กรัม , soy protein 50 กรัม และ น้ำเปล่า 950 กรัม

3. จากการศึกษาหาชนิดสารไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจืดจากแป้งข้าว โดยใช้สูตรมาตรฐานขนมปังแช่น้ำจืดจากแป้งข้าว โดยทดลองใส่สารไฮโดรคอลลอยด์ต่างกัน 3 ชนิด คือ สาร CMC สารกัวร์กัม และสารแซนแทนกัม ในปริมาณที่เท่ากัน เพื่อศึกษาคุณสมบัติที่เหมาะสมกับขนมปังแช่น้ำจืดจากแป้งข้าวในด้านเนื้อสัมผัสขนมปัง พบว่า สารไฮโดรคอลลอยด์ ชนิด แซนแทนกัม ได้คะแนนความชอบ มากที่สุด จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ( $p < 0.05$ )

4. จากการศึกษาหาปริมาณสารเลซิธินที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจืดจากแป้งข้าว โดยใช้สูตรมาตรฐานขนมปังแช่น้ำจืดจากแป้งข้าว โดยทดลองใส่เลซิธินในปริมาณต่าง ๆ กัน คือ 50 , 100 150 , 200 กรัม เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมกับขนมปังแช่น้ำจืดจากแป้งข้าวในด้านเนื้อสัมผัสขนมปัง พบว่า ปริมาณเลซิธิน 100 กรัม ได้คะแนนความชอบ มากที่สุด เมื่อใส่ในผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจืดจากแป้งข้าว จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ( $p < 0.05$ )

5. จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังแช่น้ำจืดจากแป้งข้าว พบว่า สูตรมาตรฐานขนมปังแช่น้ำจืดจากแป้งข้าว มีความชื้น 31.33% เถ้า 3.08% โปรตีน 9.24% ไขมัน 2.50% เชื้อใย 4.84% และคาร์โบไฮเดรต 49.01% และพลังงาน 256.34 แคลอรี

## บรรณานุกรม

- ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง. 2540. การดำเนินธุรกิจและสารพันปัญหาขนมอบ. 237 หน้า
- ธีรพร กงบังเกิด และคณะ. 2553. การผลิตแป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูป เพื่อผลิตขนมปังโดยใช้ กัวร์กัมเป็น  
สารยึดเกาะ. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย  
นเรศวร. สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก.
- พรวิมล ปันหยง. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ.  
รายงานการวิจัยระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต พัฒนาผลิตภัณฑ์  
อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- วิภาวัน จุลยา. 2549. เอกสารประกอบการสอนวิชาเบเกอรี่. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ  
วิทยาเขตพระนครใต้.
- ศรธรรม ศิริอด. 2549. ขนมอบเบื้องต้น. กรุงเทพฯ. บริษัท วาดศิลป์ จำกัด. 80 หน้า  
ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. สำนักเศรษฐกิจเกษตรเขต 1-10. กระทรวงเกษตรและ  
สหกรณ์. กรุงเทพฯ. สำนักงานวิจัยเศรษฐกิจเกษตร. 2553. ข้อมูลที่สำนักงานเศรษฐกิจ  
การเกษตร.
- อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์ และสุนทรี สุวรรณสิขณ. 2553. ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าว  
สาลีต่อคุณภาพของเบเกอรี่เค้ก. กรุงเทพฯ.
- อรุณ ดาราวีโรจน์. 2528. เบเกอรี่และอาหารนานาชาติ. แผนกอาหารและโภชนาการ. วิทยาลัย  
เทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตพระนครใต้. กรุงเทพฯ. 383 หน้า
- UFM baking school. 2528. ตำราขนมจากแป้งสาลี. โรงพิมพ์กรุงเทพ. 146 หน้า
- UFM baking school. 2528. ตำราขนมจากแป้งสาลีเล่มที่ 4. โรงพิมพ์กรุงเทพ. 163 หน้า
- UFM baking school. 2528. ตำราขนมจากแป้งสาลีเล่มที่ 6. โรงพิมพ์กรุงเทพ. 166 หน้า

## ภาคผนวก

การเผยแพร่งานวิจัย คณะผู้วิจัยได้จัดทำเป็นหนังสือตำราอาหาร (Cook book)  
โดยสำนักพิมพ์ไพลิน

