



# ปัญหาพิเศษ

## เรื่อง

การใช้ตะไคร้ยับยั้งการเกิดราในขนมปัง

Using Lemongass inhibit mold on braed

โดย

นางสาวสุชาดา รongสถิติ

ปีการศึกษา 2544

รท.  
๑๗๕๙๓  
๒๕๔๔

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน... 47220  
วัน, เดือน, ปี... 24 ส.ย. 2546

.b.....  
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปัญหาพิเศษ

### เรื่อง

การใช้ตะไคร้ยับยั้งการเกิดราในขนมปัง  
Using Lemongrass inhibit mold on bread

โดย

นางสาวสุชาดา รongสาดี

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2544

ชื่อเรื่อง	การใช้ตะไคร้ยับยั้งการเกิดราในขนมปัง	
	Using Lemongrass inhibit mold on bread	
ชื่อ – สกุล	นางสาวสุชาดา รongสาดี	
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร	ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์รัตติก	ฉัตรทอง

### บทคัดย่อ

ในการศึกษาการใช้ตะไคร้ยับยั้งการเกิดราในขนมปัง โดยการใช้ น้ำตะไคร้เติมลงไปทดแทนในส่วนหนึ่งของของเหลวในปริมาณ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ และทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 15 คน พบว่าสูตรที่สามารถเก็บไว้ได้นานที่สุดคือสูตรที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 8 วัน จึงมีราเกิดขึ้น เนื่องจากมีการศึกษามาก่อนพบว่าในน้ำตะไคร้มีสารซีตรอลซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ และจากการทดลองพบว่าน้ำตะไคร้ในปริมาณที่มากจะช่วยยืดอายุการเก็บได้นานกว่าขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ในปริมาณที่น้อยและเมื่อนำขนมปังไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าขนมปังสูตรที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 10 เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคให้การยอมรับทางด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมากที่สุดเนื่องจากขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 10 เปอร์เซ็นต์ มีสีเหลืองนวล รสชาติหวาน เนื้อสัมผัสนุ่มและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโดยความช่วยเหลือจากอาจารย์รัตกร ฉัตรทอง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องในการทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณคณาจารย์ในสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้คำปรึกษา แนะนำและอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้กับบิดา มารดา และพี่สาวที่แสนดี ที่ให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และคอยให้กำลังใจในเวลาที่ยากแค้น รวมทั้งครูอาจารย์ผู้ประสทาวิชาและผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุชาดา รongสาตี  
พฤศจิกายน 2544

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่.....	1
1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
1. ตะใคร้.....	3
1.1 ถิ่นกำเนิด.....	3
1.2 ประโยชน์.....	4
1.3 ประสิทธิภาพต่อจุลินทรีย์.....	4
1.4 สารเคมีที่สำคัญที่มีผลในการเจริญของจุลินทรีย์.....	5
1.5 กลไกในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์.....	5
2. ขนมปัง.....	5
2.1 ชนิดของขนมปัง.....	6
2.2 ส่วนผสมในการผลิตขนมปัง.....	6
2.3 เทคนิคในการทำขนมปัง.....	12
2.4 กรรมวิธีการทำขนมปัง.....	14
2.5 การเสื่อมเสียคุณภาพของขนมปัง.....	21
2.6 การเสื่อมเสียของขนมปัง.....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	24
3.1 อุปกรณ์.....	24
ก. วัสดุดิบ.....	24
ข. อุปกรณ์.....	24
3.2 วิธีการ.....	25
3.3 สถานที่ทำการทดลอง.....	28
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง.....	28
4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	29
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	32
บรรณานุกรม.....	33
ภาคผนวก.....	35
ภาคผนวก ก.....	36
ภาคผนวก ข.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 องค์ประกอบของแป้งสาลีในประเทศอังกฤษ.....	8
2 คุณค่าทางโภชนาการแป้งสาลีในประเทศไทย.....	9
3 ส่วนผสมในการทำขนมปัง.....	25
4 ตารางบันทึกผลการทดลอง.....	29
5 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่มีการ เติมน้ำตะไคร้.....	30
6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี.....	38
7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น.....	39
8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส.....	40
9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ.....	41
10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบโดยรวม.....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขั้นตอนการผลิตขนมปังทั่วๆไป.....	20
2 ขั้นตอนการผลิตขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้.....	26
3 ลักษณะของขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 0% และ 5%.....	37
4 ลักษณะของขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 10%,10% และ 20%.....	37



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

จากภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ พบว่ากำลังประสบกับปัญหาภาวะเศรษฐกิจตกต่ำ สินค้าอุปโภค บริโภค มีราคาแพงขึ้น ทำให้ประชาชนต้องรู้จักอดออม และใช้จ่ายอย่างประหยัด ซึ่งจากลักษณะสังคมไทยสมัยก่อน ผู้หญิงจะทำหน้าที่เป็นแม่บ้านเพียงอย่างเดียว แต่ปัจจุบันเรากลับพบว่าคนไทยต้องทำงานนอกบ้านทั้งชายและหญิง ทำให้สังคมไทยในปัจจุบันโดยเฉพาะในเมืองใหญ่ประชาชนให้ความสำคัญและพิถีพิถันต่อการบริโภคอาหารน้อยลง เนื่องจากไม่มีเวลาเพียงพอในการเตรียมอาหารจึงนิยมหันไปรับประทานอาหารแบบตะวันตก ประเภทขนมปัง ไข่ดาว แฮมเบอเกอร์ พิซซ่า ฯลฯ กันมากขึ้น เนื่องจากอาหารประเภทนี้ให้ความสะดวกรวดเร็ว ง่ายต่อการบริโภค ช่วยประหยัดเวลาในการเตรียม บางคนมักซื้ออาหารประเภทขนมปังไว้เพื่อรับประทานเป็นอาหารเช้า ซึ่งขนมปังเป็นอาหารที่ไม่สามารถเก็บไว้ได้นานเพราะจะเกิดการเสื่อมเสียโดยเชื้อราได้ วิธีการป้องกันการเน่าเสียเนื่องจากเชื้อราที่ทำกันทั่ว ๆ ไปก็คือการระมัดระวังเกี่ยวกับสุขลักษณะของโรงงาน ความสะอาด และสภาพที่เก็บควรจะมีอุณหภูมิต่ำ ที่สำคัญคือควรทำให้ก้อนขนมปังเย็นลงอย่างรวดเร็วหลังจากที่ขนมปังออกจากเตาอบ

นอกจากวิธีการป้องกันดังกล่าวอาจจะใช้สารเคมีบางอย่างก็ได้ โดยใช้ในปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และสารเคมีดังกล่าวที่ใส่ลงไปนั้นไม่ได้เป็นตัวทำลายหรือฆ่าเชื้อราเพียงแต่เป็นตัวชะลอการเน่าเสียของขนมปังได้ประมาณ 2-3 วัน จากความรู้เกี่ยวกับสเมรนไพรในประเทศไทย พบว่ามีพืชสเมรนไพรชนิดหนึ่งซึ่งก็คือตะไคร้ที่มีคุณสมบัติที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ ดังนั้นน่าจะนำไปได้ที่จะนำตะไคร้เคี้ยวไปในส่วนผสมของขนมปังแทนที่สารเคมีเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในขนมปังได้

ตะไคร้เป็นเครื่องเทศที่พบทั่วไปในประเทศที่มีสภาวะอากาศร้อนชื้น โดยเฉพาะประเทศไทย ซึ่งจากการนำตะไคร้มาศึกษาสารประกอบต่างๆพบว่า ตะไคร้มีสารซิทรอลซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี โดยสารนี้ไม่สามารถทำลายได้ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิของการสกัดน้ำมันหอมระเหย (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2527 : 104) นอกจากนี้ตะไคร้ยังมีสรรพคุณทางยา คือ ใช้เป็นยาขับลม แก้ท้องอืดท้องเฟ้อ แน่นจุกเสียด แก้ประจำเดือนไม่ปกติแก้ตกขาว แก้ผิวหนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ปัญสาวะชัด ขับเหงื่อเมื่อมีอาการไข้ จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้มีการคัดค้านนำตะไคร้มาเป็น ส่วนผสมในขนมปัง เพื่อศึกษาว่าการเติมตะไคร้ในขนมปังสามารถยับยั้งการเจริญของราในขนมปัง ได้หรือไม่ และขนมปังที่มีตะไคร้เป็นส่วนผสมมีรสชาติ กลิ่นและเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพียงไร

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาการเก็บขนมปังที่มีการเติมตะไคร้เป็นส่วนผสมและไม่มีตะไคร้เป็นส่วนผสม
2. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของน้ำตะไคร้ที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา
3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังที่มีการเติมตะไคร้เป็นส่วนผสมในการใช้เป็นสารยับยั้งการเจริญของเชื้อราในขนมปัง

## 1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. ศึกษาความเข้มข้นของตะไคร้ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราในขนมปังทำให้ขนมปังสามารถเก็บไว้ได้นานกว่าปกติ
2. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังที่มีตะไคร้เป็นส่วนผสม

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ยืดระยะเวลาในการเก็บขนมปังให้สามารถเก็บได้นานกว่าปกติ
2. ได้รับประโยชน์จากตะไคร้ โดยตะไคร้เป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่มีสารต่อต้านมะเร็ง สามารถช่วยขับปัสสาวะ ขับลมในลำไส้ แก้เบื่ออาหาร แก้ปวดที่คอ แก้ประจำเดือนไม่ปกติ แก้ตกขาว แก้ปัสสาวะขัดและขับเหงื่อเมื่อมีอาการไข้

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ตะไคร้ (Lemon Grass)

ตะไคร้มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. หรือ *Andropogon citratus* ตะไคร้เป็นพืชที่มีอายุได้หลายปี ลักษณะลำต้นจะขึ้นเป็นกอ ส่วนที่อยู่เหนือดินจะเป็นมัดของกาบใบที่เกิดจากการเรียงตัวกันอย่างหนาแน่นของกาบใบ ใบประกอบไปด้วย กาบใบ หูใบ และตัวใบ หูใบจะอยู่ตรงจุดที่เชื่อมต่อระหว่างตัวใบและกาบใบ ตัวใบมีลักษณะเรียวยาว มีสีเขียวแกมเทาปลายใบค่อนข้างแหลม ใบมักจะม้วนห่อ เป็นพืชดอก แต่มักจะออกดอกได้น้อยมาก ดอกมีขนาดเล็กและเป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกสรตัวผู้มี 3 อัน แต่อาจพบมากถึง 6 อัน เกสรตัวเมียมีรังไข่ 1 อัน และมีไข่ 1 ใบ ผลมีขนาดเล็ก มีเปลือกบางๆห่อหุ้ม เมล็ดมีแป้งสะสมค่อนข้างมาก ตะไคร้เป็นพืชที่เจริญได้อย่างรวดเร็วในฤดูฝน โดยจะเจริญจาก 1 ต้น เป็น 50 ต้น ภายในเวลา 1 ปี

##### 1.1 ถิ่นกำเนิด

ถิ่นกำเนิดของตะไคร้ที่แน่นอนยังไม่ทราบแน่ชัด แต่มีรายงานว่าตะไคร้เป็นพืชพื้นเมืองที่มีถิ่นกำเนิดในหมู่เกาะอินเดียตะวันตก ซึ่งเป็นบริเวณที่มีภูมิอากาศแบบเขตร้อน ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีปลูกมากในประเทศต่างๆที่มีภูมิอากาศเขตร้อนเช่นเดียวกัน เช่น อินเดีย อินโดนีเซีย มาเลเซีย ศรีลังกา พม่า อาร์เจนตินา บราซิล หมู่เกาะอินเดียตะวันตก สำหรับในประเทศไทยนั้นไม่มีหลักฐานที่ปรากฏแน่ชัดว่าตะไคร้แพร่เข้ามาได้อย่างไร แต่พบว่ามีมีการปลูกตะไคร้เพื่อไว้ประกอบอาหารและจำหน่ายมาเป็นเวลานานแล้ว

ตะไคร้ที่มีปลูกกันทั่วไปนั้นจะนำไปสกัดน้ำมันหอมระเหยออกจำหน่าย แหล่งผลิตที่สำคัญคือ อินเดีย โดยในแต่ละปีขายน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้เป็นสินค้าออกได้มากถึง 20 ล้านรูปี นอกจากนี้ก็ยังมีผลิตในประเทศแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งจะให้ น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดีที่สุด สำหรับปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ผลิตได้นั้นประมาณ 100 ก.ก ต่อพื้นที่ 1 เอเคอร์

## 1.2 ประโยชน์

ตะไคร้เป็นเครื่องเทศที่นำไปใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งกลิ่นและรสอาหาร แต่สำหรับในทางการแพทย์ใช้เป็นยาหรือส่วนผสมของยาขับปัสสาวะ ขับลมในลำไส้และแก้อาหาร แก้อาหารที่คอ ตะไคร้สดใช้ต้มแก้ลมวิงเวียน หน้ามืดตาลาย แก้อาเจียน ใช้ทาภายนอกทำให้ร้อนจึงแก้ปวดเมื่อย แก้อาการแน่นท้อง ใช้โคนตะไคร้ผสมกับพริกไทยดำ รับประทานแก้ประจำเดือนไม่ปกติ แก่ตกลขาว น้ำต้มของตะไคร้ นำมารับประทานแก้ปวดและแก้ขัดปัสสาวะ ขับเหงื่อเมื่อมีอาการไข้ จะทำให้อุณหภูมิของร่างกายลดลงได้

ตะไคร้นอกจากจะใช้ประโยชน์ในทางยาแล้วยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆอีกหลายชนิด เช่น ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และเครื่องหอมต่างๆ หรือนำไปผสมใช้ในการผลิตยาฆ่าแมลง หรือป้องกันยุงกัด ใช้เป็นวัตถุดิบหรือสารเริ่มต้นในการผลิตไอโอโนน และวิตามินเอ ทั้งนี้เพราะซิترولที่พบในน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้สามารถเปลี่ยนแปลงเป็น  $\beta$ -Ionone ได้ ซึ่งสารนี้จะนำไปใช้เป็นสารเริ่มต้นในการสังเคราะห์วิตามินเอต่อไป

## 1.3 ประสิทธิภาพต่อจุลินทรีย์

ตะไคร้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของราได้ดีกว่าแบคทีเรียและยีสต์ โดยส่วนน้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนสำคัญในการยับยั้งการเจริญ สำหรับจุลินทรีย์ที่ถูกยับยั้งการเจริญโดยตะไคร้มีดังนี้

แบคทีเรีย : *E. coli*

*Lactobacillus sp.*

*Samonella typhi*

*Staphylococcus aureus*

*Bacillus subtilis*

*Bacillus cereus*

*Streptococcus faecalis*

เชื้อรา : *Tricophyton sp.*

*Microsporon sp.*

*Aspergillus sp.*

*Alternaria sp.*

*Fusarium sp.*

*Mucor sp.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4 สารเคมีที่สำคัญที่มีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

สารเคมีที่สำคัญที่พบในตะไคร้จะอยู่ในส่วนของน้ำมันหอมระเหย น้ำมันหอมระเหยนี้จะมีสีเหลือง ปริมาณที่พบจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับแหล่งปลูก อายุของพืช และส่วนของพืชที่นำมาสกัด กล่าวคือโดยส่วนใหญ่ น้ำมันหอมระเหยจะพบมากในส่วนของใบที่อ่อน สำหรับสารที่พบในน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ที่สำคัญได้แก่ ซิตรอล (citral) ซึ่งมีปริมาณมากที่สุด ประมาณ 75-85% บางครั้งอาจพบมากถึง 90-92 % โดยสารนี้เป็นอนุพันธ์ของเทอร์ปีน นอกจากนี้ยังพบลินาลูล (linalool) เจอรานีอล (geraniol) เมทิลเฮปทีนอล (methylheptenol) และไมร์ซีน (myrcene) อีกด้วย

ปริมาณของไมร์ซีนและซิตรอลจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับแหล่งปลูก และอายุของพืช กล่าวคือซิตรอลจะมีปริมาณมากขึ้นตามอายุของพืช หรือพบมากในส่วนแก่ของใบมากกว่าส่วนอ่อนของใบ โดยในส่วนแก่ของใบจะพบซิตรอล 83 % แต่ในส่วนอ่อนของใบมี 77-79 % เท่านั้น ซึ่งตะไคร้โดยทั่วไปจะมีซิตรอล 75-80 % สำหรับไมร์ซีนจะพบในส่วนอ่อนของใบมากกว่าส่วนแก่ของใบ นอกจากนี้พบว่าไมร์ซีนจากตะไคร้ที่ปลูกในไร่จะมีมากกว่าตะไคร้ที่ปลูกในเรือนเพาะชำ ซึ่งจะมีไมร์ซีน 4.3 และ 2.4 % ตามลำดับ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2527 : 104)

#### 1.5 กลไกในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ขึ้นอยู่กับซิตรอลเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับลินาลูล และ เจอรานีอล อีกด้วย ซิตรอลมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีโดยสารนี้ไม่ถูกทำลายได้ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิของการสกัดน้ำมันหอมระเหย และน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ที่มีซิตรอลมากก็จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีด้วย จากการทดลองพบว่า น้ำมันตะไคร้มีอำนาจในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้โดยเฉพาะการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์พวกแกรมบวก (Gram – positive) และเชื้อรา (นิจศิริ เรืองรังษี, 2534 : 40)

## 2. ขนมปัง

ผลิตภัณฑ์ขนมอบมีหลายชนิด เช่น ขนมปังต่าง ๆ ซึ่งเป็นอาหารหลักของชาวยุโรปมาแต่โบราณ บิสกิต แครกเกอร์ คุกกี้และเค้ก โดยผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เหล่านี้นิยมบริโภคเป็นอาหารว่างและอาหารหวาน นอกจากนี้ยังมี เพรสตี้ชนิดต่าง ๆ เช่น พับเพรสตี้ เดนิชเพรสตี้ พายและอื่น ๆ โดยมีวิวัฒนาการในการปรับปรุงจากรูปแบบเดิมตามสภาพความเป็นอยู่และรสนิยมของกลุ่มชนในแต่ละท้องถิ่น สำหรับประชาชนชาวไทยเรารู้จักขนมปังในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช แต่ยังคงเป็นเพียงการบริโภคในพิธีการของราชสำนักที่มีชาวต่างประเทศร่วมด้วยเท่านั้น จนถึงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมปังเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคกันมากขึ้น เนื่องจากเป็นอาหารที่บริโภคง่าย มีรสอร่อย และให้คุณค่าอาหาร ( อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532 : 207 ) ส่วนประกอบหลักของขนมปัง คือ แป้งสาลี ซึ่งเป็นแป้งที่นิยมใช้ในการทำขนมอบทุกประเภท โดยแป้งสาลีจะให้ลักษณะที่พิเศษแก่ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นลักษณะที่เฉพาะตัวของแต่ละผลิตภัณฑ์ ในปัจจุบันขนมปังมีหลายประเภท ส่วนสำคัญที่ทำให้ขนมปังแต่ละประเภทมีลักษณะแตกต่างกัน คือ ส่วนผสมที่ใส่ลงไป แต่ส่วนผสมหลักยังคงเป็นแป้งสาลีนั่นเอง

## 2.1 ชนิดของขนมปัง

การแบ่งชนิดของขนมปังนั้น จะแบ่งตามส่วนผสมที่ใช้และวิธีการผลิต ซึ่งมีหลายชนิดด้วยกัน คือ

1. ขนมปังขาว หรือขนมปังที่ทำจากแป้งสาลี โดยจะทำจากแป้งสาลีเพียงอย่างเดียว มีรสจืดจึงใช้รับประทานร่วมกับอาหารอื่น ๆ ขนมปังชนิดนี้เก็บไว้ได้นาน
2. ขนมปังโทสต์ ( Toast bread ) ทำจากโดที่มีการเติมไขมันและน้ำตาล เป็นขนมปังขาวที่มีช่องอากาศเล็กมาก และมีรสจืด ข้างนอกกรอบ ข้างในนุ่มเมื่อสุกใหม่ ๆ ถ้าเก็บไว้นานเนื้อจะเหนียว
3. ขนมปังโรล ( Roll bread ) นิยมใช้รับประทานกับอาหารอื่น แบ่งได้หลายชนิดตามส่วนประกอบ และรสชาติ ส่วนใหญ่จะเป็นก้อน รูปร่างแตกต่างกัน รสชาติแต่ละอย่างไม่เหมือนกัน มีทั้งรสจืด หวาน เค็ม มัน ฯลฯ ตามแต่ชื่อและตำรับ
4. ขนมปังจากข้าวไรน์ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย มีกลิ่นข้าวไรน์ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เพราะเป็นข้าวไรน์แยก ( เยื่อหุ้มข้าวออกไม่หมด ) ทำให้มีวิตามิน เกลือแร่ และโปรตีนเหลืออยู่มาก
5. ขนมปังที่ทำจากแป้งไรน์ผสมกับแป้งสาลีหรือแป้งขนมปัง จะมีสีดํา มีคุณค่าทางโภชนาการ รสชาติของขนมปังชนิดนี้ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของแป้งที่ผสมกัน
6. ขนมปังที่เกิดจากข้าวไรน์ผสมกับแป้งสาลีบดทั้งเมล็ด โดยไม่แยกหรือเยื่อหุ้มข้าวออก มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เก็บไว้ได้นาน ถ้ามีข้าวไรน์ผสมมากจะมีรสเปรี้ยว ถ้ามีข้าวสาลีมากจะมีรสจืด

## 2.2 ส่วนผสมในการผลิตขนมปัง

ส่วนผสมของขนมปังจะประกอบไปด้วยแป้งสาลีโปรตีนสูง หรือที่เรียกว่าแป้งสาลีชนิดทำขนมปัง ผสมกับน้ำ ยีสต์และเกลือ ทั้ง 4 อย่างนี้จัดเป็นส่วนผสมหลัก จำเป็นต้องมีในสูตรทำขนมปังทั่วไป นอกจากนี้อาจใส่สารอื่นเพื่อปรับปรุงลักษณะของขนมปังให้แตกต่างไปตามความเอกรสนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการของผู้บริโภค ได้แก่ ไขมัน แป้งมอลต์ อาหารยีสต์ สารอาหารที่ทำให้ไขมันเข้ากันได้ (emulsion) น้ำนมและผลิตภัณฑ์จากน้ำนม ผลไม้หรือกลูเตน เป็นต้น

### 2.2.1 แป้งสาลี

แป้งสาลีที่ใช้ทำขนมปัง เป็นแป้งโม้จากข้าวสาลีธรรมดาคชนิดหนึ่ง มีโปรตีนสูง (12-14% )ในบางประเทศอาจใช้แป้งโม้ข้าวสาลีชนิดนุ่มโปรตีนสูง เพื่อทำเป็นขนมปังชนิดแบบแบบอาหรับ แต่โดยทั่วไปแล้ว แป้งที่ใช้จะมีสีขาวนวล มีความชื้นไม่เกิน 14 % เป็นแป้งที่ดูดซึมน้ำได้มาก (60-65 %) มีเถ้า 0.40-0.50 % และมีโปรตีน 10-16 % มีลักษณะทางกายภาพเหมาะสม วัดได้จากเครื่องฟาริโนกราฟ ( pharinograph ) และเอกซ์เทนซิกราฟ ( extenxigraph ) ส่วนปริมาณของเอนไซม์ในแป้ง วัดได้จากเครื่องอะมิโลกราฟ ( amilograph ) โดยรายละเอียดลักษณะคุณภาพของแป้งที่เหมาะสมในการทำขนมปังแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปบ้าง

หน้าที่ของแป้งสาลีในขนมปัง คือ เป็นโครงสร้างสำคัญ มีความยืดหยุ่นในขณะผสม ขึ้นฟูขณะหมัก และในที่สุดแข็งตัวเป็นโครงสร้างของขนมปัง เนื้อนุ่มเหนียวขณะเคี้ยว เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงเกิดจากองค์ประกอบทางเคมีในแป้งสาลีที่สำคัญคือ สตาร์ช และกลูเตน รวมทั้งองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ไขมัน แพนโตแทน น้ำตาล และอื่นๆ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงเมื่อแป้งกับน้ำ ยีสต์และเกลือผสมเข้าด้วยกันจนเป็นโด (อรอนงคั่นยิวกุล, 2532 : 208 ) คุณค่าทางโภชนาการของแป้งสาลีแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของแป้งสาลีในประเทศไทย (คิดที่ความชื้น 15 %)

	ข้าวสาลีทั้งเมล็ด ของอังกฤษ	ข้าวสาลีผสม ทั้งเมล็ด	แป้งสาลีน้ำตาล	แป้งสาลีขาว
อัตราคาร์บอกซิลิก,%	100	100	85.90	72
โปรตีน,%	8.9	12.0	11.8	11.3
ไขมัน,%	2.2	2.4	1.6	1.0
คาร์โบไฮเดรต,%	67.0	64.3	68.5	71.5
เส้นใยหยาบ,%	1.8	2.0	1.09	0.12
เส้นใยอาหาร,%	11.2	11.2	7.87	3.15
เถ้า,%	1.5	1.5	1.37	0.66
ไทอามีน,มก./100 ก.	0.29	0.40	0.42	0.31
กรดนิโคตินิก,มก./100 ก.	4.8	5.5	4.2	2.0
ไรโบฟลาวิน,มก./100 ก.	0.12	0.12	0.06	0.03
แคลเซียม,มก./100 ก.	35	30	150	140
เหล็ก,มก./100 ก.	3.0	3.5	3.6	2.0
โซเดียม,มก./100 ก.	3.4	3.3	4.0	3.0
โพแทสเซียม,มก./100 ก.	361	329	280	130
แมกนีเซียม,มก./100 ก.	106	129	110	36
ทองแดง,มก./100 ก.	0.65	0.625	0.035	0.22
ฟอสฟอรัส,มก./100 ก.	340	345	270	130
คลอรีน,มก./100 ก.	35	37	45	62
แมงกานีส,มก./100 ก.	2.8	3.4	2.5	0.8

ที่มา : Kent,1983. อ้างโดย อรอนงค์ นัยวิกุล. ข้าวสาลี. กรุงเทพฯ. 2532.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการของแป้งสาลีในประเทศไทย

สารอาหาร	ปริมาณ	
พลังงาน	349	กิโลแคลอรี
ไขมัน	0.9	มิลลิกรัม
คาร์โบไฮเดรต	74.1	มิลลิกรัม
เส้นใย	0.3	มิลลิกรัม
โปรตีน	11.0	มิลลิกรัม
แคลเซียม	20	มิลลิกรัม
ฟอสเฟต	90	มิลลิกรัม
เหล็ก	1.0	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.12	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	-	
ไนอะซิน	0.9	มิลลิกรัม
วิตามินซี	-	

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2522 : 1

### 2.2.2 น้ำ

เป็นส่วนผสมหลักสำคัญ ทำให้แป้งกลายเป็น โด และมีผลต่อลักษณะของ โด โดยตรง กล่าวคือ โดจะมีความนุ่ม ยืดหยุ่น และ ไม่ติดมือ ถ้าน้ำที่ใช้เป็นน้ำกระด้างปานกลาง ซึ่งมีแร่ธาตุบางชนิดปนอยู่อย่างเหมาะสม จะช่วยให้โดมีความแข็งแรงและยืดหยุ่นตัวดี ถ้าน้ำกระด้างมากหรือถาวร จะทำให้โดแข็งเกินไป ส่วนน้ำอ่อนก็มีผลทำให้โดนุ่มเกินไป อาจและติดมือง่าย ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพของน้ำก่อนนำไปใช้ทำขนมปังจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อการปรับปรุงแก้ไขสภาพน้ำให้เหมาะสมกับการทำขนมปัง อาจทำได้โดยใช้เกลือและอาหารยีสต์ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ เข้าช่วย เช่น ถ้าน้ำอ่อนมากก็ควรเพิ่มเกลือและอาหารยีสต์ในสูตรเพื่อเพิ่มความกระด้างของน้ำ แต่ถ้าน้ำกระด้างมากก็ลดเกลือลดอาหารยีสต์และเพิ่มปริมาณยีสต์ พร้อมทั้งใช้เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการหมักนานขึ้น เป็นต้น โดยปริมาณน้ำที่เติมในสูตร อยู่ในช่วง 55-56 % ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง

น้ำมีผลต่อการทำงานขนมปังมาก เริ่มจากหน้าที่ที่ละลายเกลือ ยีสต์ หรือส่วนผสมอื่นให้สามารถผสมเข้าไปในเนื้อโดอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นควบแน่นกับน้ำจนกลายเป็นโดจะมีกลูเตนขึ้นให้ความยืดหยุ่น มีอุณหภูมิของโดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเอ็นไซม์ซึ่งทำงานได้เนื่องจากน้ำในส่วนผสม จนเกิดก๊าซ ทำให้โดพองฟูขึ้นขณะหมัก เมื่อนำเข้าเตาอบน้ำมีส่วนให้สตาร์ชเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น กลูเตนขยายตัว และส่วนอื่นเปลี่ยนสภาพจากคิบเป็นสุกหรือคงรูปร่างของขนมปัง ส่วนน้ำที่ยังเหลืออยู่จะทำให้ขนมปังนุ่มมือเมื่อใช้มือกด และเนื้อขนมปังเหนียวเคี้ยวอร่อยจนในที่สุดมีผลต่อการเก็บรักษาขนมปัง กล่าวคือ ถ้าเก็บขนมปังในภาชนะบรรจุที่ไม่เหมาะสมทำให้ขนมปังแห้ง จากการระเหยน้ำออกภายในเนื้อขนม หรือขนมปังและจนขึ้นรา เพราะมีความชื้นมากเกินไป ทำให้ขนมปังนั้นไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

### 2.2.3 เกลือ

การใช้เกลือในส่วนผสมของขนมปัง เพื่อจุดประสงค์ที่สำคัญ คือ ทำให้ขนมปังมีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ช่วยให้กลูเตนแข็งแรงและคงทนเพิ่มขึ้น ทำให้โดไม่แฉะ และมีส่วนควบคุมการทำงานของยีสต์ให้ช้าลง เนื่องจากเกลือจะช่วยเพิ่มสภาพความเป็นด่าง มีการหมักนานขึ้น ทำให้ขนมปังฟูสม่ำเสมอ และมีโครงสร้างดี ปริมาณเกลือที่ใส่อยู่ระหว่าง 1.75-2.2 % เกลือที่ใช้เป็นเกลือป่นธรรมดาชนิดใส่อาหาร ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ 99 % โดยมีน้ำและซัลเฟตของธาตุอื่นปนอีก 1 % ( จิตธนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล, 2541 : 35 )

### 2.2.4 ยีสต์

ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharomyces cerevisiae* หรือมีชื่อเรียกทั่วไปว่า ยีสต์ มีหน้าที่หลักในส่วนผสมขนมปัง คือ ช่วยให้เกิดก๊าซภายในโด ปรับสภาพโดให้เหมาะสมและให้กลิ่นรสแก่ขนมปัง

ยีสต์ที่ผสมอยู่ในโด จะเริ่มเติบโตเนื่องจากมีน้ำและอากาศที่ได้ในขณะที่ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมด และมีอาหารคือน้ำตาล ทำให้ยีสต์เพิ่มจำนวนมากขึ้น พร้อมกันนี้เอ็นไซม์ต่าง ๆ ในยีสต์ทำการย่อยและแปรสภาพสารอาหารต่าง ๆ โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ น้ำตาล โดยเมื่อเอ็นไซม์ที่มีอยู่ในยีสต์จะทำการย่อยน้ำตาลแล้วจะได้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 48.9 ส่วน แอลกอฮอล์ 51.1 ส่วนและพลังงาน 27 แคลอรี ดังสมการ



กระบวนการย่อยสลายน้ำตาลที่เกิดขึ้นนี้ เกิดในสภาพที่ไม่มีอากาศ เรียกว่า “กระบวนการหมัก” ซึ่งเป็นผลให้ภายในโดมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดันให้โดพองตัวขึ้นจากเดิมหลายเท่า ในขณะที่เดียวกันก็ปรับสภาพโดให้ยืดตัว มีก๊าซแทรกอยู่ พร้อมทั้งให้กลิ่นหมักของแอลกอฮอล์ร่วมกับกลิ่นอื่น ๆ เมื่อนำโดเข้าเตาอบ ขณะที่ความร้อนยังไม่แผ่กระจายเข้าสู่โดมากนัก ยีสต์จะยังทำงานอยู่เป็นเหตุให้โดขึ้นฟูในเตาอบอีกระยะหนึ่ง จนในที่สุดความร้อนกระจายทั่วก้อนโด ทำให้ยีสต์ตายและขนมปังคงรูปร่างขึ้นฟู พร้อมกับมีกลิ่นหมัก กลิ่นยีสต์และสารอื่นซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะของขนมปังที่ผู้บริโภครอคอย ( อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532: 208)

ยีสต์ที่ใช้ในปัจจุบันมี 2 ลักษณะ คือ ยีสต์สดและยีสต์แห้ง ยีสต์สดเป็นยีสต์อัดก้อนรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความชื้นสูงประมาณ 70 % ต้องใช้ปริมาณมาก ยีสต์สดจะให้กลิ่นรสของขนมปังดี ส่วนยีสต์แห้งจะเป็นยีสต์สายพันธุ์พิเศษ ทนความแห้งได้ดีกว่าชนิดที่ใช้ทำยีสต์สด ยีสต์แห้งนี้จะมี ความชื้นต่ำมาก ประมาณ 7.5-9.0 % จึงสามารถเก็บได้นานกว่ายีสต์สด ทั้งในสภาพเย็นและสภาพอุณหภูมิปกติ ใช้ได้สะดวก ปริมาณน้อยกว่ายีสต์สดมาก เนื่องจากอยู่ในสภาพที่แห้ง น้ำหนักเพียงเล็กน้อยก็มียีสต์มากเท่ายีสต์สดที่มีน้ำหนักมาก จึงต้องใช้ยีสต์สดมากกว่า 3-4 เท่าของยีสต์แห้ง นอกจากนี้ปริมาณยีสต์ที่ใส่ในขนมปังแต่ละชนิดก็ยังไม่เท่ากันอีกด้วย เนื่องจากขั้นตอนการทำโดย เฉพาะขั้นตอนการหมักนั้นใช้เวลาแตกต่างกัน ถ้าหมักนานก็จะใช้ยีสต์น้อย แต่ถ้าหมักไม่นานก็จะ ใช้ยีสต์มากกว่า ส่วนการทำงานของยีสต์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของโด ถ้าอุณหภูมิสูง (80 องศาฟาเรนไฮต์ ขึ้นไป) จะทำให้ยีสต์ทำงานเร็วกว่าในสภาพที่โดมีอุณหภูมิต่ำ

### 2.2.5 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นอาหารของยีสต์ ทำหน้าที่ควบคุมปฏิกิริยาการทำงานของยีสต์ ช่วยทำให้กลูเตนนุ่มขึ้น เพิ่มกลิ่นและรส และช่วยให้ผิวของขนมปังมีสีน้ำตาลเหลืองสม่ำเสมอ น้ำตาลที่ นิยมใช้ทำขนมปัง คือ น้ำตาลทรายเม็ดเล็ก อาจเป็นน้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลทรายแดง ขึ้นกับ สีสรรชาติ และลักษณะอื่น ๆ ของขนมปังที่ต้องการ ถ้าใช้น้ำตาลทรายหยาบจะละลายได้ยาก ทำให้ เกิดจุดสีเข้ม ๆ บนขนมปังและทำให้เนื้อขนมปังหยาบเนื่องจากน้ำตาลมีคุณสมบัติดูดความชื้นได้ ดังนั้นการใช้น้ำตาลมากเกินไปจะดูดความชื้นที่ได้จากนม น้ำ หรือไข่ ออกมามากขึ้นเมื่ออบขนมปัง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะโครงร่างของเซลล์ใหญ่และมีเนื้อแน่นมาก แต่ถ้าใช้น้ำตาลน้อยเกินไป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปจะทำให้ขนมปังมีสีซีดและแห้งเร็ว เนื่องจากความชื้นมีไม่เพียงพอและต้องเสียเวลานานเพื่อให้ขนมปังมีสีสวยขึ้นซึ่งจะทำให้ขนมปังแห้งมากขึ้นด้วย(จิตธนา แจ่มเมฆ, 2541 : 224 )

### 2.2.6 ไข่

ในการทำขนมปังโดยทั่ว ๆ ไป เช่น ขนมปังปอนด์ ขนมปังหัวกระโหลกหรือขนมปังแซนวิชไม่ใช่ไข่ ยกเว้นขนมปังหวาน ไข่ช่วยให้โครงสร้างของขนมปังดีขึ้น เพิ่มความนุ่มให้กับขนมปัง ทำให้ขนมปังมีสีสวยสามารถเก็บรักษาความชื้นไว้ในขนมปังได้ ช่วยชะลอการแห้งหรือแข็งตัวของขนมปัง นอกจากนี้ไข่จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้วย

### 2.2.7 นม

นมที่นิยมทำขนมปังมักจะอยู่ในรูปของนมข้นจืดและนมผง ซึ่งนมทั้งสองชนิดจะแตกต่างกัน คือ นมข้นจืดจะช่วยให้ขนมปังมีความชื้นสูงขึ้น ทำให้เนื้อขนมปังนุ่มอยู่ได้นาน นมผงที่ใช้เป็นชนิดสกัดไขมันหรือนมปราศจากไขมัน ซึ่งมีราคาถูกและสามารถเก็บไว้ได้นาน เพียงแต่เก็บในภาชนะปิดสนิทที่สะอาดไม่มีกลิ่น ขนมปังบางชนิดอาจจะใช้นมเปรี้ยวเข้าช่วย ซึ่งนมเปรี้ยวจะช่วยเพิ่มความเป็นกรดให้โดช่วยย่นระยะเวลาการหมักให้สั้นลง

### 2.2.8 ไขมัน

ไขมันมีหน้าที่ในการหล่อลื่นในขณะผสมและช่วยในการขึ้น ขนมปังที่มีไขมันเป็นส่วนผสมจะมีความนุ่มและมีปริมาณใหญ่กว่าขนมปังที่ไม่ใส่ไขมัน นอกจากนี้ไขมันยังทำหน้าที่เหมือนน้ำตาลคือช่วยทำให้ผิวของขนมปังมีความนุ่ม และมีสีเหลืองสม่ำเสมอ

## 2.3 เทคนิคในการทำขนมปัง

ในการทำขนมปังหรือผลิตภัณฑ์ขนมอบส่วนที่สำคัญในการผลิตคือ การเลือกใช้วัตถุดิบที่ดีมีคุณภาพ จึงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดี ซึ่งส่วนสำคัญที่มีผลต่อการผลิตนอกเหนือจากวัตถุดิบที่ดีแล้วนั้น กรรมวิธีในการผลิตก็เป็นส่วนสำคัญที่จะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ เช่นเดียวกัน โดยในการทำขนมปังนั้นจำเป็นที่จะต้องรู้ถึงเคล็ดลับและเทคนิคในการทำขนมปังดังนี้

(1) **ควรใช้แป้งหรือส่วนผสมให้ถูกต้องตามสูตร** ควรระมัดระวังการชั่งตวงอย่างถูกต้องและละเอียดรอบคอบ

(2) **ควรใช้ยีสต์ที่มีคุณภาพดี** ควรทดสอบคุณภาพของยีสต์ก่อนลงมือทำโดยใช้วิธีละลายน้ำตาลทราย 1 ช้อนชา ในน้ำอุ่น 1 ถ้วย โรยยีสต์ลงไป 2 ช้อนชา โดยไม่ต้องคน ควรทิ้งไว้นาน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 นาที ยีสต์จะจมลงในก้นถ้วยและลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำ ถ้ายีสต์ลอยตัวขึ้นมา ภายใน 5 นาที หรือเร็วกว่านี้แสดงว่ายีสต์นั้นคุณภาพดี นำมาใช้ได้

(3) **ควรใส่ยีสต์ตามสูตร** ถ้าใช้น้อยจะทำให้เสียเวลาหมักแป้งนาน แป้งโดที่ได้จะเหนียวทำให้ขนมปังมีขนาดเล็ก แต่ถ้าใช้ยีสต์มากไปจะทำให้เนื้อขนมปังหยาบ ร่วน และขนมปังรูปร่างไม่สวย

(4) **ควรใส่แป้งทั้งหมดลงในขณะที่กำลังผสม** เพราะการเติมแป้งบางส่วนลงไปภายหลังจากที่แป้งขึ้นแล้ว ขนมปังที่ได้จะมีเนื้อแน่นหนัก ควรใช้แป้งโรยขณะนวดให้น้อยที่สุดเพราะจะทำให้ขนมปังมีลักษณะเดียวกัน

(5) **ควรใช้ผ้าชั้นคลุมแป้งไว้ระหว่างการหมัก** เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวขนมปังแห้งเป็นแผ่นแข็ง เมื่อหมักแล้วต้องทดสอบว่าแป้งแข็งได้ที่ดีหรือยัง เพื่อป้องกันการยุบตัวในขณะอบ ถ้าหากแป้งที่พักไว้ยังขึ้นไม่เต็มที่ ทำได้โดยใช้นิ้วมือกดลงบนแป้ง ถ้าแป้งเป็นรอยนิ้วมืแสดงว่าแป้งที่หมักพร้อมที่จะนำไปใส่ลมหรือใส่อากาศได้แล้ว

(6) **ควรใช้พิมพ์ที่มีขนาดพอเหมาะกับขนาดของขนมปัง** ทาเนยขาวให้ทั่วพิมพ์ทุกครั้งก่อนใส่แป้งเข้าอบ ถ้าทาเนยน้อยขนมปังจะติดพิมพ์ ถ้าทาเนยมากเกินไปแป้งจะดูดซึมน้ำมันมากและจะทำให้ขนมปังมีขนาดเล็ก ถ้าหากใช้พิมพ์ขนาดไม่เหมาะสมจะทำให้ขนมปังที่ได้มีลักษณะไม่ดี คือ ถ้าหากพิมพ์ขนมปังใหญ่ไปจะทำให้รูปร่างของขนมปังไม่ได้รูปตามพิมพ์ และถ้าหากพิมพ์ขนมปังเล็กไป ทำให้ขนมปังล้นออกมานอกพิมพ์

(7) **การปั้นแป้งต้องป็นอย่างถูกวิธี** เพื่อให้แป้งเรียบสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโพรงอากาศขึ้นในขนมปัง

(8) **ควรหมักแป้งขนมปังให้ขึ้นถึงระดับที่พอเหมาะก่อนเข้าอบ** ตรวจสอบได้โดยใช้ปลายนิ้วกดลงบนผิวแป้งขนมปังเบา ๆ ถ้าผิวแป้งขนมปังดีตัวขึ้นมาช้า ๆ แสดงว่าหมักได้ที่ ในกรณีที่ใช้เครื่องผสมแป้งหรือนวด ตรวจสอบได้โดยตัดแป้งมาก่อนหนึ่งขนาดพอประมาณดึงแป้งยืดให้เป็นแผ่นกว้างเหมือนเอี๊ยตโปรงแสง ถ้าแป้งไม่ขาดออกจากกัน แสดงว่าแป้งนวดได้ที่แล้ว

(9) **การใส่ลมหรือการรีดแป้ง** เมื่อหมักแป้งครั้งที่หนึ่งแล้ว นำแป้งมาตบไล่ลมออกหรือใช้เครื่องรีดหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งแป้งเหนียวดี จุดประสงค์ในการทำเช่นนี้ก็เพื่อไล่ก๊าซที่อาจจะมียอยู่ในแป้งมากเกินไป ซึ่งจะทำให้การขึ้นของแป้งถูกจำกัดลง นอกจากนี้ยังช่วยทำให้อุณหภูมิจนในแป้งสม่ำเสมอ และกลูเตนขยายตัวดียิ่งขึ้น

(10) **ในการอบขนมปังควรใช้อุณหภูมิตามที่กำหนดไว้** วางพิมพ์ในเตาอบให้มีระยะห่างพอสมควรจะทำให้ขนมปังได้รับความร้อนอย่างทั่วถึง เมื่อนำขนมปังออกจากเตาต้องแกะขนมปังออก

จากพิมพ์ทันทีเพราะเนยที่ทาพิมพ์ยังละลายอยู่ทำให้เอาออกจากพิมพ์ได้ง่าย และทิ้งไว้ให้เย็นสนิทก่อนบรรจุหรือห่อ

## 2.4 กรรมวิธีการทำขนมปัง

### 2.4.1 การผสมแป้ง

วัตถุประสงค์ในการผสมก็คือ

1. ทำให้ส่วนผสมทั้งหมดคลุกเคล้าเป็นเนื้อเดียวกันและทำให้ยีสต์ได้รับออกซิเจนมากที่สุด ในขณะที่ทำการผสม

2. เพื่อให้เกิดกลูเตน ทั้งนี้เพราะในขณะที่ทำการผสม จะทำให้โปรตีนในแป้งรวมตัวกับน้ำเกิดเป็นกลูเตนขึ้นในส่วนผสมอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ก้อนแป้งมีความยืดหยุ่นที่พอเหมาะ

3. การผสมเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับแป้ง

4. ทำให้ก้อนแป้งที่ผสม ได้มีอุณหภูมิที่ถูกต้อง

5. ทำให้โครงสร้างของกลูเตนมีกำลังเพิ่มขึ้น

การผสมอาจทำได้ 2 วิธี

1. ผสมด้วยมือ ถ้าผสมแป้งในปริมาณที่น้อยก็สามารถที่จะใช้มือผสมได้ แต่ต้องใช้แรงมาก เพราะต้องใช้เวลา นานกว่าที่แป้งจะเข้ากับส่วนผสมอื่น ๆ ได้ดี อาจใช้เวลานานถึง 35-45 นาที สำหรับการผสมแต่ละครั้ง นอกจากนั้นปริมาณของเหลวที่ใช้ในการผสมแต่ละครั้งก็ทำได้ไม่มากนัก จึงไม่เป็นที่นิยมและไม่เหมาะสำหรับการทำเป็นอุตสาหกรรม

2. ผสมด้วยเครื่อง ในปัจจุบันนิยมใช้เครื่องผสมไฟฟ้าซึ่งสามารถทุ่นแรงและประหยัดเวลาได้มาก อีกทั้งสามารถผสมแป้งได้ในปริมาณมากต่อการผสมแต่ละครั้ง สำหรับเครื่องผสมแป้งก็มีหลายแบบหลายขนาดสามารถเลือกใช้ได้ตามความต้องการ

ขั้นตอนในการผสมแป้งแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนด้วยกันคือ

1. ตอนต้นของการผสม เมื่อผสมในตอนแรกเครื่องผสมจะค่อย ๆ ผสมส่วนต่าง ๆ ให้เข้ากัน ส่วนที่เป็นน้ำก็จะซึมเข้าส่วนที่เป็นของแห้ง ทำให้แป้งมีลักษณะเปียกแฉะ เมื่อตั้งขึ้นมาจะเหนียวติดมือ ซึ่งขั้นตอนนี้ส่วนผสมจะยังไม่รวมกันดี

2. หน้าที่ต่อมา ส่วนผสมจะรวมตัวกันเป็นก้อนแป้งมีความยืดหยุ่นเล็กน้อย ก้อนแป้งจะเรียบขึ้นและเริ่มแห้ง ในระยะนี้แป้งจะยังติดอยู่ข้าง ๆ อ่างผสมและติดอยู่ที่ตะขอที่ใช้ผสมแป้งอยู่

3. เมื่อผสมต่อไปอีก ก้อนแป้งจะรวมตัวกันเป็นก้อนแป้งที่มีลักษณะเรียบเนียนแห้งไม่ติดกับข้างอ่างผสมและตะขอที่ใช้ผสมอีกต่อไป เมื่อจับดูก้อนแป้งจะมีความนุ่ม มีความยืดหยุ่นที่พอเหมาะ เมื่อตั้งขึ้นมาจะไม่เหนียวติดมือ และสามารถดึงให้เป็นแผ่นบาง ๆ ได้ โดยไม่ฉีกขาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงว่า เป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างเป็่งได้รับการผสมที่เข้ากันดีแล้ว ก้อนเป็่งที่มีลักษณะดังกล่าวหลังจากการผสมแล้ว เรียกว่า “โด”

4. หลังจากผสมจนได้โดที่เหมาะสมแล้ว ควรหยุดการผสมเพราะถ้าผสมต่อไปจะทำให้โดเริ่มนิ่มจนเหลวและ ร้อน เมื่อตั้งขึ้นมาจะติดมือเป็นสายจะทำให้โดขาดได้ง่าย ทั้งนี้เพราะการผสมนานเกินไปจะทำให้กลูเตนตึงขาด ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรต่ำ เนื้อในจะร่วน ในกรณีที่มีการผสมใช้เวลาน้อยเกินไปจะทำให้เป็่งมีความยืดหยุ่นน้อย ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ก็จะต่ำลง อาจแตกหรือเป็นรอยหยาบ และอาจล้มลงได้ในระหว่างการพักโดก่อนนำเข้าเตาอบหรือในขณะที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในตู้อบ ทั้งนี้เพราะกลูเตนไม่มีความยืดตัวที่เหมาะสมในการอุ้มก๊าซในก้อนโดได้

#### 2.4.2 การหมักโด

เมื่อผสมเป็่งกับส่วนผสมอื่น ๆ ตามขั้นตอนการผสมจนได้โดที่เหมาะสมแล้ว คือโดโดที่มีลักษณะเรียบเนียน เหนียวและยืดหยุ่นดี จะต้องหมักโดนั้นไว้ระยะหนึ่งก่อน จะนานเท่าใดขึ้นอยู่กับวิธีการทำผลิตภัณฑ์

สถานที่ที่ใช้หมักโด ควรเป็นห้องที่สะอาด ปราศจากกลิ่น ภายในห้องหมักจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยให้มีอุณหภูมิตำระหว่าง 78-80 องศาฟาเรนไฮด์ (°F) (36 องศาเซลเซียส, °C) และมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70-78 % การที่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ก็เพื่อป้องกันผิวหนังของก้อนโดมิให้เป็ยกหรือแห้งเกินไป ซึ่งจะเป็นผลต่อผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาได้ ถ้าไม่มีห้องหมักที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ก็อาจใช้ผ้าขาวบางหรือผ้าใบคลุม เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำในโดระเหยสู่อากาศภายนอกได้ซึ่งจะทำให้ผิวโดแห้ง

ในระหว่างการหมักโดทิ้งไว้นั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายในโด โดยที่ยีสต์จะใช้น้ำตาลบางส่วนเป็นอาหาร และสตาร์ชจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล จนในที่สุดกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และแอลกอฮอล์ ซึ่งก๊าซนี้มีส่วนทำให้โดขยายตัว เอ็นไซม์โปรติเอสที่มีอยู่ในยีสต์จะช่วยในการทำให้กลูเตนนุ่มและยืดตัวได้ อีกประการหนึ่งในขณะที่หมักโดไว้นั้นจะมีการเกิดขึ้นภายในโด ซึ่งกรดที่เกิดขึ้นนี้ก็มีส่วนช่วยให้โดยืดตัวได้เช่นกัน หลังจากหมักโดไว้นานชั่วระยะเวลาหนึ่ง โดจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นเกือบจะเท่าตัว เมื่อถึงระยะเวลานี้จำเป็นที่จะต้องทำให้ก้อนโดที่มีปริมาตรเพิ่มขึ้นนั้นลดปริมาตรลง โดยนำไปใส่ภาชนะออกหรือนำไปผสมใหม่กับส่วนผสมที่เหลือตามวิธีการทำผลิตภัณฑ์แต่ละวิธี

การลดปริมาตรของก้อนโดหมักนั้นก็เพื่อที่จะ

1. ทำให้โดมีอุณหภูมิเท่ากันหมดทั้งก้อน
2. ใส่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีมากเกินไปออก เพื่อนำอากาศบริสุทธิ์ให้เข้าไปแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำให้ยีสต์ทำงานได้ดีขึ้น เนื่องจากได้รับอากาศบริสุทธิ์แทนที่
4. ช่วยให้กูดเคนที่ขยายตัวออกเป็นโครงสร้างมีการพัคตัวพร้อมที่จะขยายใหม่ ได้โครงสร้างที่แข็งแรงขึ้น

โดยปกติการลดปริมาตรของก้อนโดหมักครั้งแรกนั้น จะกระทำเมื่อหมักโดไปได้แล้วประมาณ 80 % ของระยะเวลาที่ใช้หมัก การทดสอบว่าก้อนโดหมักนั้นพร้อมที่จะลดปริมาตรหรือไล่ลมออกได้หรือยังนั้น ทำได้โดยกดนิ้วลงไปบนก้อนโดสักประมาณ 2-4 ซม. ถ้ารอยนิ้วที่กดลงไปถูกดันขึ้นมาจนเหลือรอยนิ้วจาง ๆ บนก้อนโด แสดงว่าก้อนโดนั้นพร้อมที่จะไล่ลมได้แล้ว แต่ถ้ารอยนิ้วถูกดันขึ้นมาจนไม่เห็นรอยที่กดลงไป แสดงว่ายังไม่พร้อมที่จะไล่ลม ต้องหมักต่ออีกและถ้ารอยนิ้วที่กดลงไปไม่ถูกดันกลับขึ้นมาเป็นรอยนิ้วนูนอยู่ในโดอย่างเดิม แสดงว่า ระยะเวลาที่จะไล่ลมแล้วคือหมักนานเกินไป

#### 2.4.3 การเตรียมโดหลังจากหมักก้อนปิ่นใส่พิมพ์

หลังจากโดที่ผ่านการไล่ลมและหมักต่อจนได้ที่แล้ว จะต้องผ่านขั้นตอนต่าง ๆ 4 ขั้นตอนด้วยกันก่อนที่จะนำลงใส่ในพิมพ์คือ

1. การตัดแบ่งโดให้เป็นชิ้น น้ำหนักเท่า ๆ กัน และมีขนาดพอเหมาะกับความต้องการในการทำในลักษณะดังกล่าวเพื่อที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างที่ดี เพราะถ้าแบ่งน้ำหนักเท่ากันแล้วจะทำให้การอบเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้เวลาเท่า ๆ กัน ปกติแล้วน้ำหนักของก้อนโดที่อบเสร็จแล้วจะน้อยกว่าก่อนอบประมาณ 10 % เนื่องจากเกิดการระเหยของน้ำภายในโดขณะที่อบในตู้อบ

2. การปั้นคลึงก้อนโดให้กลม เมื่อตัดแบ่งโดให้เป็นก้อนมีน้ำหนักและขนาดตามต้องการแล้ว ต้องนำมาคลึงให้เป็นก้อนกลม ซึ่งเป็นขั้นตอนที่จำเป็น เพราะเป็นการทำให้ก้อนโดที่ถูกตัดแบ่งมามีผิวเรียบทั้งก้อน ป้องกันมิให้ก๊าซหนีออกไปได้ทางผิวที่ถูกตัด เป็นผลให้โดสามารถอุ้มน้ำก๊าซไว้ได้ดียิ่งขึ้น อีกประการหนึ่งเมื่อตัดแบ่งโดออกมานั้น โครงสร้างของกูดเคนเรียงอยู่ไม่เป็นระเบียบ ไม่เหมาะที่จะนำมาปั้นเป็นรูป จึงต้องคลึงให้เป็นก้อนกลมมีผิวนอกเรียบ ตึงและเนียน

3. การพัคโดหลังจากคลึงเป็นก้อนกลม หลังจากคลึงโดให้เป็นก้อนกลมเรียบเนียนแล้ว ควรตั้งทิ้งไว้ให้โดพัคตัวชั่วระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้โดคลายตัวจากการถูกตัดและถูกคลึง โดยทั่วไปใช้เวลาพัคประมาณ 8-15 นาที ขึ้นอยู่กับสภาพของโดและสภาพของห้องทำงาน

ประโยชน์ของการปั้นโดให้เป็นก้อนกลมและพัคโดหลังจากปั้นเป็นก้อนกลมคือ

- 3.1 ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างได้สัดส่วน เพราะก้อนโดมีขนาดสม่ำเสมอ
- 3.2 ทำให้ใส่ลงในพิมพ์ง่ายขึ้น เพราะโดที่ขึ้นเต็มที่แล้วจะปั้นง่ายและใส่พิมพ์ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 เนื้อของขนมปังจะสม่ำเสมอ ไม่มีปุ่มปม หรือนุ่มยุ่ยในบางส่วน หลังจากตัดแบ่งอย่างถูกต้องแล้ว จะได้เนื้อที่มีเซลล์เล็กสม่ำเสมอตลอดทั้งก้อน

3.4 กกลูเตนจะยึดตัวอย่างช้า ๆ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรเพิ่มขึ้น

3.5 ไล่อากาศที่เกินออกให้หมด ทำให้เซลล์ของผลิตภัณฑ์เล็กลง

3.6 ผิวเปลือกนอกโคเรียบเนียน จะทำให้โคสามารถอุ้มน้ำไว้ภายในได้เมื่อก๊าซเกิดขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

4. การม้วนโคและการนำใส่พิมพ์ หลังจากพักโคได้ที่แล้ว ก็นำมารีดเป็นครั้งสุดท้าย โดยการใช้ลูกกลิ้งรีดโคให้เป็นแผ่น หนาหรือบางตามต้องการ การรีดโคก็เป็นการไล่ก๊าซที่เกิดขึ้นจากการพักตัวออกไป เสร็จแล้วจึงม้วน การม้วนด้วยมือต้องทำตามขั้นตอนดังนี้

4.1 โรอยแป้งบนโต๊ะทำงานบาง ๆ วางก้อนโคที่ตัดขังแล้วลงบนแป้งที่โรยไว้

4.2 กดไล่อากาศออกด้วยมือหรือใช้ลูกกลิ้ง

4.3 รีดหรือดึงโคออกตามยาวให้เป็นรูปรี มีความยาวเท่าขนาดความยาวของพิมพ์

4.4 ม้วนโคตามยาว กดริมด้วยนิ้วมือให้ตะเข็บปิดสนิท

4.5 คลึงให้ตะเข็บกลมกลืนไปกับเนื้อโค แล้วใส่ลงพิมพ์ โดยให้รอยตะเข็บอยู่ด้านล่างของพิมพ์

พิมพ์หรือถาดที่ใช้ใส่โคควรทาเนยขาวบาง ๆ สม่ำเสมอ เพื่อป้องกันมิให้โคติดพิมพ์ อย่านานเกินไปเพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์หรือขนมปังที่ได้อ่อนตัวโดยเฉพาะตามขอบของผลิตภัณฑ์ ทำให้ยากต่อการหั่นให้เป็นชิ้น

#### 2.4.4 การพักตัวของโคที่ปั้นใส่พิมพ์แล้วก่อนอบ

หลังจากปั้นโคเป็นรูปใส่ในพิมพ์หรือถาดแล้ว ควรทิ้งไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิประมาณ 95-98 °F และมีความชื้นสัมพัทธ์ 80-83 % การพักโคครั้งนี้เป็นการพักโคครั้งสุดท้าย หลังจากที่พักครั้งแรกในระหว่างการหมัก และการพักหลังจากตัดแบ่งแล้วคลึงให้เป็นก้อนกลม วัตถุประสงค์ของการพักตัวครั้งสุดท้ายนี้ ก็เพื่อที่จะให้โคมีปริมาตรเพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้ไล่ก๊าซออกไปแล้วตอนรีดโคก่อนปั้นเป็นรูปใส่ในพิมพ์ ในขณะที่พักโคในพิมพ์ยีสต์ก็ยังคงทำปฏิกิริยาอยู่และจะเร็วขึ้นเพราะอุณหภูมิที่ใช้ในการพักตัวครั้งสุดท้ายนี้สูงขึ้นกว่าครั้งแรก ทำให้กกลูเตนมีความเหมาะสมและยึดตัวดีขึ้น (จิตธนา แจ่มเมฆ , 2544 : 67)

การตรวจดูว่าโคที่พักไว้ในพิมพ์ที่ได้พร้อมที่จะนำเข้าสู่อบได้นั้น ทำได้โดยการใช้นิ้วมือแตะลงไปเบา ๆ บนโคที่ขึ้นมาเกือบเต็มพิมพ์ หรือเกือบเท่าตัว ถ้ามีรอยนิ้วติดอยู่ข้าง ๆ เมื่อยกนิ้วขึ้นแสดงว่า พักได้ที่แล้ว นำเข้าอบได้ แต่ถ้ารอยนิ้วหายไปเมื่อยกนิ้วขึ้น หรือถูกดันขึ้นมาจนหายไป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลง หรือทำซ้ำโดยไม่แจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงว่า โดยังไม่คลายตัวเต็มที่ ต้องทิ้งให้พักต่อไปอีก หรือถ้าเตะแล้วรอยนิ้วจมลงไปลึก ไม่ถูกดันขึ้นมา แสดงว่า พักนานเกินไป ผลิตรักข์ที่ได้หลังจากการอบแล้วจะมีลักษณะไม่ดีเท่าที่ควร ระยะเวลาในการพักตัวของโดครั้งสุดท้ายนี้จะใช้เวลาประมาณ 60-65 นาที

#### 2.4.5 การอบ

ขั้นสุดท้ายของการทำผลิตรักข์ที่ใช้ยีสต์ก็คือ การอบโดที่พักได้ที่แล้วในตู้อบที่มีอุณหภูมิระหว่าง 400-500 °F (205-260 °C) โดยใช้เวลารอบประมาณ 25-60 นาที ขึ้นอยู่กับชนิดของตู้อบ เชื้อเพลิงที่ใช้ และขนาดของผลิตรักข์ที่อบ ในขณะที่นำโดเข้าอบ โดก็ยังคงมีการหมักตัวอยู่ และอัตราการหมักนั้นจะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงขึ้นจากตู้อบ ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในโดขยายตัวเต็มที่ที่เป็นผลให้ปริมาตรของโดในตู้อบเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ความร้อนยังช่วยระเหยน้ำออกจากผิวของโด และทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของเปลือกนอกเป็นสีน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาของความร้อนกับน้ำตาล แป้ง และสารประกอบอื่น ๆ บนผิวของโด

ปกติยีสต์จะไม่ทำงานที่อุณหภูมิ 110 °F (43 °C) และจะตายที่อุณหภูมิประมาณ 130 °F (54 °C) เมื่อดสตาร์ชที่มีอยู่ในกลูเตนจะเหนียวขึ้นที่อุณหภูมิ 149 °F และจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโดยเอ็นไซม์อะมิเลส ซึ่งจะมีการทำงานต่อไปจนถึงอุณหภูมิประมาณ 157-167 °F กลูเตนจะแข็งตัวที่อุณหภูมิ 165 °F เป็นโครงสร้างของผลิตรักข์ และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เปลือกนอกของโดก็จะแห้งและแข็งเป็นสีน้ำตาลและมันเป็นเงา เป็นผลิตรักข์ที่มีโครงสร้างภายนอกแข็งและภายในโปร่งเบาและอ่อนนุ่มน่ารับประทาน

อุณหภูมิของตู้อบและระยะเวลาในการอบนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน คือ

1. ขนาดและรูปร่างของผลิตรักข์ ถ้าผลิตรักข์มีขนาดใหญ่ต้องใช้อุณหภูมิปกติตามที่บ่งไว้ เพื่อมิให้เปลือกนอกไหม้ก่อนที่เนื้อในของผลิตรักข์สุก ถ้าผลิตรักข์มีขนาดเล็กต้องเพิ่มอุณหภูมิในตู้อบให้สูงขึ้นเพื่อที่จะให้เปลือกนอกและเนื้อในของผลิตรักข์สุกพร้อมกัน

2. ปริมาณน้ำตาลที่มีอยู่ในโดขณะอบ ในสูตรที่มีน้ำตาลสูงจะต้องลดอุณหภูมิของตู้อบให้ต่ำลงเพื่อที่จะมิให้เปลือกนอกไหม้เร็วเกินไป ถ้ามีน้ำตาลอยู่น้อย ควรเพิ่มอุณหภูมิของตู้อบให้สูงขึ้น เพื่อให้เปลือกนอกมีสีน้ำตาล โดที่มีปริมาณนมน้อยประมาณ 3 % หรือมากกว่าจะทำให้เปลือกนอกของผลิตรักข์มีสีเข้มขึ้น สำหรับขนมปังที่มีเปลือกหนาและแข็ง เช่น ขนมปังฝรั่งเศส แสดงว่ามีเปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลและไขมันอยู่ต่ำ ต้องการเวลาในการอบนานขึ้นและต้องการอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าการอบขนมปังธรรมดา

3. ผลที่เกิดจากการอบ ขนมปังเป็นผลิตรักข์ที่ได้จากปฏิกิริยาเคมีและฟิสิกส์หลายขั้นตอน ถ้านำขนมปังออกจากตู้อบก่อนที่ปฏิกิริยาจะเสร็จสิ้นลง ก็จะทำได้ขนมปังที่มีกลิ่นรสและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพไม่ดีพอ ถึงแม้ว่าจะได้สีของเปลือกนอกสวยก็ตาม สีและความหนาของเปลือกนอกของขนมปังนั้นขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการอบและปริมาณน้ำตาลที่มีในโด ถ้าอบขนมไม่สุกจะทำให้มีกลิ่นรสไม่ดี ทำให้ขนมปังล้มได้และตัดให้เป็นชิ้นยาก

ขนมปังที่สุกดีจะสังเกตได้โดย

- 3.1 ผนังเซลล์ไม่ติดมือ
- 3.2 เอ็นไซม์และปฏิกิริยาของยีสต์หยุดลง
- 3.3 ปริมาณของน้ำที่ระเหยหายไปนั้นพอเหมาะที่จะทำให้ขนมปังคงรูปร่างที่ดีไว้ได้

4. ความสามารถในการเก็บความร้อนของตู้อบ นอกจากขนาดรูปร่างของโด น้ำตาลในโด และผลจากการอบ ทำให้ต้องปรับอุณหภูมิของตู้อบให้สูงขึ้นหรือต่ำลงแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดของตู้อบว่าจะร้อนเร็วและร้อนนานแค่ไหนด้วย ถ้าตู้อบร้อนช้าจะทำให้เนื้อในของผลิตภัณฑ์ขยายตัวมาก แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้เปลือกนอกไหม้เร็ว โดยเฉพาะตามขอบเป็นผลให้รูปร่างของผลิตภัณฑ์ไม่ได้สัดส่วน

5. การใช้ไอน้ำในตู้อบ ขนมปังบางชนิดต้องการความชื้นในระหว่างการอบ เช่น ขนมปังฝรั่งเศส และขนมปังที่ต้องการให้เปลือกนอกแข็ง ถ้าไอน้ำที่ใช้ในระยะแรกของการอบมีความกดดันต่ำ ซึ่งใช้ในการให้ความร้อนขึ้น ก็จะทำให้ขนมปังที่อบออกมาดี แต่ถ้าไอน้ำมากเกินไปจะไม่ดี เพราะจะทำให้เปลือกนอกของขนมปังมันและเหนียว

#### 2.4.6 การบรรจุหีบห่อ

เมื่ออบขนมปังหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ สุกแล้ว จะต้องเคาะออกจากพิมพ์ทันที หลังจากที่น่าออกจากตู้อบ เพื่อป้องกันมิให้มีการอบต่อไปโดยความร้อนจากพิมพ์ ขนมปังที่ออกจากพิมพ์แล้วจะต้องทิ้งไว้ให้เย็นลงก่อนเพื่อที่จะลดอุณหภูมิภายในเนื้อขนมปัง ให้เหลือประมาณ 80°F (27°C) ซึ่งอุณหภูมิขนาดนี้จะเหมาะสำหรับการหั่นที่เรียบสม่ำเสมอ ถ้าหั่นหรือตัดขนมปังที่ยังร้อนอยู่จะทำให้ขนมปังที่ตัดได้มีลักษณะไม่สม่ำเสมอ

การทำให้ขนมปังหรือผลิตภัณฑ์เย็นลงทำได้ 2 วิธี

1. ปล่อยให้เย็นลงเองตามธรรมชาติ วิธีนี้ใช้เวลานาน
2. ใช้เครื่องทำความเย็น แบบนี้ทำให้เย็นลงได้เร็วแต่ค่าใช้จ่ายสูง

เมื่อผลิตภัณฑ์เย็นลงแล้วก็นำมาหั่น ต่อจากนั้นก็นำมาห่อด้วยถุงพลาสติกที่ทำด้วย

โพลีเอทิลีนหรือกระดาษชุบน้ำ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.7 การเก็บรักษา

ควรเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในห้องที่มีสภาพไม่แห้งเกินไป และมีความเย็นพอเหมาะ และไม่ควรเก็บไว้เกิน 48 ชั่วโมง ก่อนถึงมือผู้บริโภค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(พักนานประมาณ 60-65 นาที)



นำเข้าเตาอบ

อุณหภูมิประมาณ 400°ฟ



พักให้เย็น



บรรจุหีบห่อ

แผนภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตขนมปังทั่ว ๆ ไป

## 2.5 การเสื่อมเสียคุณภาพของขนมปัง (Bread staling)

ขนมปังที่ออกจากเตาอบใหม่ ๆ เป็นขนมปังที่คุณภาพดีที่สุดใน โดยจะมีลักษณะภายนอกดี มีเปลือกนอกแข็ง กรอบ สีน้ำตาล เนื้อนุ่มสีขาว เหนียวเป็นใย มีกลิ่นรสดี เมื่อเคี้ยวจะเหนียวเล็กน้อย รสชาติอร่อย แต่เมื่อทิ้งขนมปังไว้ให้เย็น แล้วใส่ภาชนะบรรจุที่เป็นถุงพลาสติกธรรมดา หรือทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องนานขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะขนมปังทั้งภายนอกและภายใน โดยเปลือกนอกจะไม่กรอบ แต่เหนียวคล้ายหนังเนื่องจากความชื้นจากภายในระเหยมายังเปลือก ส่วนเนื้อขนมปังภายในจะมีลักษณะร่วน สีขาวขุ่น ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสตาร์ช ในส่วนของอะมิโลสที่แยกตัวจากเม็ดสตาร์ช และเกิดเป็นตะกอนขาวขุ่นหรือเมื่อเย็นลงจะทำให้กลูเตนสูญเสีย น้ำ มีผลให้โครงร่างแข็งตัวขึ้น สีขุ่น มีผลให้เนื้อขนมปังมีลักษณะร่วน ไม่นุ่ม เคี้ยวแล้วไม่เหนียวเหมือนเดิมจึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอีกต่อไป โดยทั่วไปขนมปังจะเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังจากเก็บในสภาพปกติ 2-5 วัน แต่ถ้ามีการควบคุมสภาพการเก็บ คือ เก็บในที่แห้ง และมีอุณหภูมิต่ำ ก็จะสามารถเก็บรักษาคุณภาพของขนมปังไว้ได้นานขึ้น

สาเหตุที่ทำให้ขนมปังเสียและวิธีการแก้ไข

(1) ขนมปังที่หมักไว้ขึ้นน้อย เมื่อนำไปอบจะได้ขนมปังที่มีการขยายตัวน้อย เนื้อขนมปังแน่น ดังนั้น ถ้าหมักแป้งควรหมักให้ขึ้นถึงจุดที่เหมาะสมก่อนที่จะนำไปอบ

(2) เมื่ออบขนมปังแล้วขนมปังมีสีอ่อนเกินไป เช่น ใส่น้ำตาลหรือเกลือน้อยเกินไป นวดแป้งนานเกินไป ใช้อุณหภูมิต่ำเกินไป การแก้ไขจะต้องระมัดระวังในการชั่งตวงส่วนผสมให้ถูกต้องตามสูตร การนวดแป้งจะต้องนวดให้พอดี คือ เมื่อส่วนผสมต่าง ๆ เข้ากันดีแล้วนวดต่อไปอีกเล็กน้อยพอให้แป้งมีเนื้อนุ่มเนียนไม่ติดมือ ควรปรับอุณหภูมิของเตาอบให้เหมาะสมกับชนิดของขนมปัง ก่อนที่จะนำขนมปังเข้าเตาอบ และกรณีที่ใส่น้ำตาลและเกลือมากเกินไป อุณหภูมิของเตาอบสูงเกินไปก็จะทำให้เปลือกขนมปังสีเข้ม

(3) เนื้อขนมปังที่อบแล้วเป็นริ้วอัดกันแน่น อาจเนื่องจากการนวดแป้งยังไม่ได้ที่ ไล่ลมยังไม่ดี ไขมันมากเกินไป ใช้แป้งโรยเวลานวดมากเกินไป มีไขมันติดเข้ามาในแป้งขณะทำการนวด โดยติดมาจากเครื่องมือหรือจากพิมพ์ขนม การนวดแป้งแต่ละครั้งจะต้องให้แป้งมีเนื้อเนียน นุ่ม ไม่ติดมือ จึงจะใช้ได้ การไล่ลมจะต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามวิธีการ ควรใช้แป้งโรยเวลานวดแต่พอน้อยไม่ให้แป้งติดกระดานนวดหรือติดมือ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ควรลดจำนวนไขมันที่ทำให้ลดลง

(4) เนื้อขนมปังหยาบและร่วน อาจเกิดจากการนวดแป้งนานเกินไป ม้วนแป้งไม่ถูกต้อง พิมพ์ที่ใช้อบขนมปังมีขนาดใหญ่เกินไป ทิ้งให้ขนมปังขึ้นก่อนเข้าเตาอบนานเกินไป อุณหภูมิของเตาอบต่ำหรือสูงเกินไป ใสีสต็มมากเกินไป พักแป้งมากเกินไป

(5) เนื้อขนมปังเป็นรู เกิดจากแป้งที่ผสมแข็งกระด้างเกินไปหรือแป้งที่ทิ้งให้ขึ้นก่อนอบมีผิวแห้งเป็นเกล็ด ต้องตรวจสอบปริมาณน้ำที่ใช้ให้ตรงกับปริมาณน้ำในสูตร ใช้ผ้าชุบน้ำคลุมแป้งไว้เพื่อควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในตู้หมัก และไม่ควรให้ลมโกรก

(6) ขนมปังมีรสชาติและกลิ่นไม่ดี สาเหตุเนื่องมาจากใช้ส่วนผสมที่มีคุณภาพต่ำ ส่วนผสมในสูตรไม่สมดุลกัน เก็บขนมปังไว้ไม่ดี ควรมีที่เฉพาะในการเก็บที่เหมาะสม

(7) ขนมปังเก็บไว้ได้ไม่นาน เป็นเพราะใช้น้ำผสมแป้งในปริมาณไม่เพียงพอ ใช้ไขมันและนมในปริมาณที่ไม่เหมาะสม เครื่องมือ และอุปกรณ์ไม่สะอาด ในการใช้จะต้องแก้ไข โดยระมัดระวังในการชั่งตวงส่วนผสมให้ถูกต้อง และเลือกใช้ส่วนผสมที่มีคุณภาพ อุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ต้องสะอาด

## 2.6 การเสื่อมเสียของขนมปัง (Bread spoilage)

ในการเสื่อมเสียของขนมปังนั้น มีการเสื่อมเสียได้จากหลายสาเหตุด้วยกัน คือ การเสื่อมเสียเนื่องจากการใช้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพหรือกรรมวิธีการผลิตไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในของขนมปังได้ นอกจากนี้ยังเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่ หรือติดมาในขั้นตอนการผลิต เนื่องจากการรักษาความสะอาดของอุปกรณ์และสถานที่ทำงานไม่ดีพอ มีเชื้อรา แบคทีเรียปนลงไป ขนมปังก่อนการบรรจุ จากสภาพความชื้นและอาหารอุดมสมบูรณ์ของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนมปังทำให้เชื้อราและแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีในขนมปัง มีผลให้กลิ่นรส สีเนื้อ สีเปลือก และรสชาติเปลี่ยนไป นอกจากนี้เชื้อแบคทีเรียบางชนิด ยังมีผลเสียต่อสุขภาพร่างกายของผู้บริโภคด้วย เช่น *Bacillus subtilis* และ *B. licheniformis* เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

##### ก. วัสดุดิบ

1. แป้งสาลี
2. ยีสต์
3. น้ำตาล
4. นมข้นจืด
5. น้ำเปล่า
6. เกลือป่น
7. เนยสด

##### ข. อุปกรณ์

1. พิมพ์ขนมปัง
2. เตาอบ
3. ตะแกรง
4. อ่างผสม
5. ถาดอบ
6. ผ้าขาวบาง
7. เครื่องปั่น
8. เครื่องชั่ง
9. ช้อนตวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 วิธีการ

#### 3.2.1 การผลิตขนมปังที่มีตะไคร้เป็นส่วนผสม

##### 1. เตรียมส่วนผสมในส่วนที่เป็นตะไคร้

น้ำตะไคร้ได้จากการหั่นตะไคร้เป็นฝอยแล้วนำไปปั่นกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 คือตะไคร้ 1 ส่วนต่อ น้ำ 1 ส่วน

2. ร่อนแป้งเพื่อแยกสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่ปนมากับแป้งออกและช่วยให้แป้งกระจายตัวออกจากกัน แล้วนำไปชั่ง

##### 3. ตวงหรือชั่งส่วนผสมให้ได้ส่วนตามที่ต้องการ

ตารางที่ 3 ส่วนผสมในการทำขนมปัง

ส่วนผสม (g)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
แป้งสาลี	200	200	200	200	200
น้ำ	50	45	40	35	30
ยีสต์	3	3	3	3	3
น้ำตาล	40	40	40	40	40
นมข้นจืด	50	50	50	50	50
น้ำตะไคร้	0	5	10	15	20
เกลือ	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
เนยสด	40	40	40	40	40

4. นำแป้งที่ร่อนแล้วใส่ลงในเครื่องผสม พร้อมทั้ง ยีสต์และเกลือ ผสมให้เข้ากัน ในการผสมในส่วนนี้อาจจะผสมในอ่างผสมได้โดยใช้พายยางผสมให้เข้ากัน พักไว้

5. นำน้ำตาลทรายละลายในน้ำ น้ำตะไคร้ และนมข้นจืด ใส่ผสมลงไปเครื่องผสมที่พักแป้งไว้ ผสมจนเข้ากัน

6. ใส่เนยสดเมื่อผสมแป้งให้เข้ากับส่วนผสมอื่นแล้ว การใส่เนยสดทีหลังก็เพื่อที่จะให้แป้งได้ดูดซึมน้ำได้เต็มที่เสียก่อน ถ้าใส่ไขมันลงไปพร้อมกับส่วนผสมอื่น ไขมันจะไปหุ้มแป้ง ทำให้แป้งไม่สามารถผสมกับน้ำได้อย่างทั่วถึง

7. หมักโดไว้ประมาณ 30-35 นาที แล้วนำมารีดเพื่อไล่อากาศออกจากโด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ม้วนโคและนำใส่พิมพ์ที่มีการทาเนยขาวไว้เรียบร้อยแล้ว
9. พักโคในพิมพ์ก่อนอบประมาณ 60-65 นาที แล้วนำเข้าเตาอบอุณหภูมิ 400 °F
10. พักไว้ให้เย็นแล้วนำมาตัดเพื่อบรรจุหีบห่อ



## แผนภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตขนมปัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2. การทดสอบระยะเวลาการเก็บรักษาขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้

ขนมปังที่ผ่านการอบจนสุกแล้วปล่อยให้เย็น แล้วนำมาสไลด์เป็นแผ่น บรรจุลงในถุงพลาสติกให้มิดชิด นำไปเก็บในห้องที่สะอาด โดยมีอากาศถ่ายเทสะดวก สังเกตการเปลี่ยนแปลงของขนมปังในแต่ละวัน แล้วนำมาบันทึกผลว่า ขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้เป็นส่วนผสมสูตรใดสามารถเก็บไว้ได้นานที่สุด

### 3.2.3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำขนมปังที่สไลด์แล้วไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมปังที่เติมน้ำตะไคร้เป็นส่วนผสม โดยพิจารณาในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของขนมปัง โดยใช้แบบทดสอบการยอมรับทั้งหมด 15 ชุด และผู้ทดสอบชิม 15 คน โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ว่าตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้มากน้อยเพียงใด โดยผลิตภัณฑ์ขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีช่วงคะแนนในการยอมรับ คือ ถ้าผู้บริโภคชอบมากที่สุดให้คะแนนเท่ากับ 9 ชอบมากให้คะแนนเท่ากับ 8 ชอบปานกลางให้คะแนนเท่ากับ 7 ชอบเล็กน้อยให้คะแนนเท่ากับ 6 เลข ๆ ให้คะแนนเท่ากับ 5 ไม่ชอบเล็กน้อยให้คะแนนเท่ากับ 4 ไม่ชอบปานกลางให้คะแนนเท่ากับ 3 ไม่ชอบมากให้คะแนนเท่ากับ 2 ไม่ชอบมากที่สุดให้คะแนนเท่ากับ 1 โดยผู้ทดสอบสามารถเขียนวิจารณ์หรือข้อเสนอแนะได้ในตอนท้ายของแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ แสดงในภาคผนวก ก

### 3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จากการทดลองการเก็บรักษาขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้เป็นส่วนผสม จะต้องเก็บผลการทดลองในแต่ละวันว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่แล้วนำมาบันทึกว่า ขนมปังสูตรใดสามารถเก็บได้นานที่สุด ส่วนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้เป็นส่วนผสม โดยใช้แบบทดสอบจำนวน 15 ชุด นำผลการยอมรับของผู้ทดสอบทั้งหมดมาคิดคะแนนเฉลี่ย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยอมรับของผู้บริโภคแล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

### 3.3 สถานที่ทำการวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ห้องปฏิบัติการภาควิชาคหกรรม โรงเรียนพรตพิทยพยัต

### 3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2544



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการใช้ตะไคร้ยับยั้งการเกิดราในขนมปังและทำการทดสอบชิมการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้น้ำตะไคร้เป็นส่วนผสมในอัตราส่วนต่าง ๆ ได้แก่ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลการทดลองดังนี้

#### 1. การทดสอบระยะเวลาการเก็บขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้เป็นส่วนผสม

ในการศึกษาการใช้ตะไคร้เพื่อยับยั้งการเกิดราในขนมปังได้แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ตัวอย่าง ผลการทดลองปรากฏว่า ตัวอย่างที่ 1 ขนมปังที่ไม่มีการเติมน้ำตะไคร้ในส่วนผสมเลย เมื่อทำการทดสอบระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าสามารถเก็บขนมปังไว้ได้นาน 3 วัน จึงมีราเกิดขึ้นซึ่งมีลักษณะเป็นสปอร์สีขาว ตัวอย่างที่ 2 เมื่อมีการเติมน้ำตะไคร้ 5 เปอร์เซ็นต์ของของเหลวลงไปในส่วนผสม พบว่าสามารถเก็บไว้ได้นาน 4 วัน จึงมีราเกิดขึ้น ตัวอย่างที่ 3 เมื่อมีการเติมน้ำตะไคร้ 10 เปอร์เซ็นต์ของของเหลวลงไปในส่วนผสม พบว่าสามารถเก็บไว้ได้นาน 5 วัน จึงมีราเกิดขึ้น ตัวอย่างที่ 4 เมื่อมีการเติมน้ำตะไคร้ 15 เปอร์เซ็นต์ของของเหลวลงไปในส่วนผสม พบว่าสามารถเก็บไว้ได้นาน 7 วัน จึงมีราเกิดขึ้น และตัวอย่างที่ 5 เมื่อมีการเติมน้ำตะไคร้ 20 เปอร์เซ็นต์ของของเหลวลงไปในส่วนผสม พบว่าสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 8 วัน จึงมีราเกิดขึ้น

ตารางที่ 4 ระยะเวลาการเก็บรักษาขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้เป็นส่วนผสมที่เปอร์เซ็นต์แตกต่างกัน

ปริมาณน้ำตะไคร้ที่เติมในขนมปัง (%)	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0	←		→					
5	←			→				
10	←				→			
15	←					→		
20	←						→	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบระยะเวลาการเก็บขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้เป็นส่วนผสม จะเห็นได้ว่าขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้เป็นส่วนผสมในปริมาณที่มากจะสามารถเก็บไว้ได้นานกว่าขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ในปริมาณที่น้อยหรือไม่มีการเติมน้ำตะไคร้ในส่วนผสมเลย ทั้งนี้เนื่องมาจากในตะไคร้มี “สารชิตรอล” ซึ่งสารนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ (บัญญัติ สุขศรีงาม, 2527 : 104) ดังนั้นเมื่อเติมน้ำตะไคร้ซึ่งพบว่ามียอดของสารดังกล่าวอยู่ลงไปในส่วนผสมของขนมปังในปริมาณที่มากจะทำให้สามารถยืดอายุในการเก็บขนมปังให้สามารถเก็บได้นานขึ้นกว่าปกติ

## 2. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ลงไปในส่วนผสมทั้ง 5 ตัวอย่าง โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 15 คน ทำการทดสอบชิมขนมปังและวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) จากค่าเฉลี่ยของคะแนนชิมจะเห็นได้ว่า ขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ทั้ง 5 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างทางด้านสีและกลิ่น คือขนมปังที่ได้จะมีสีเหลืองนวลและมีกลิ่นหอมของเนยและนม แต่มีความแตกต่างทางด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \geq 0.05$ )

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้เป็นส่วนผสม

คุณลักษณะที่ประเมิน	ปริมาณน้ำตะไคร้ที่เติมลงไปในขนมปัง (%)				
	0%	5%	10%	15%	20%
สี	7.26 <sup>a</sup>	7.60 <sup>a</sup>	7.80 <sup>a</sup>	7.20 <sup>a</sup>	6.93 <sup>a</sup>
กลิ่น	7.26 <sup>a</sup>	7.60 <sup>a</sup>	7.40 <sup>a</sup>	7.06 <sup>a</sup>	7.13 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส	7.00 <sup>ab</sup>	7.40 <sup>abc</sup>	7.53 <sup>a</sup>	7.93 <sup>abc</sup>	6.86 <sup>b</sup>
รสชาติ	7.60 <sup>c</sup>	7.40 <sup>cd</sup>	7.86 <sup>a</sup>	7.26 <sup>c</sup>	7.00 <sup>b</sup>
ความชอบโดยรวม	7.53 <sup>b</sup>	7.73 <sup>b</sup>	7.93 <sup>a</sup>	7.26 <sup>c</sup>	7.00 <sup>d</sup>

หมายเหตุ : ตัวอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้เป็นส่วนผสมทั้ง 5 ตัวอย่าง ด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือด้านเนื้อสัมผัสผู้บริโภคให้การยอมรับขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 15 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด เนื่องจากเนื้อสัมผัสของขนมปังมีความนุ่มมากกว่าสูตรอื่นๆ รองลงมาคือขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาคือขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 5 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาคือขนมปังที่ไม่มีการเติมน้ำตะไคร้ และสุดท้ายคือขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 20 เปอร์เซ็นต์ ด้านรสชาติผู้บริโภคให้การยอมรับขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 10 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด เนื่องจากขนมปังมีรสชาติดหวาน หอม รองลงมาคือขนมปังที่ไม่มีการเติมน้ำตะไคร้ ต่อมาคือขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 5 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาคือขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 15 เปอร์เซ็นต์ และสุดท้ายคือขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 20 เปอร์เซ็นต์ ทางด้านความชอบโดยรวมผู้บริโภคให้การยอมรับขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 10 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด เนื่องจากขนมปังมีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม เมื่อรับประทานจะรู้สึกนุ่มในปากและมีรสชาติดหวาน หอม ทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด รองลงมาคือขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 5 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาคือขนมปังที่ไม่มีการเติมน้ำตะไคร้ ต่อมาคือขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 15 เปอร์เซ็นต์ และสุดท้ายคือขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 20 เปอร์เซ็นต์

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการใช้น้ำตะไคร้เติมลงไปในส่วนผสมของขนมปังในปริมาณ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเติมน้ำตะไคร้ในปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาขนมปังไว้ได้นานที่สุดเนื่องจากการเติมน้ำตะไคร้ในปริมาณที่มากจะช่วยยืดอายุการเก็บขนมปังได้นานคือสามารถเก็บได้นานถึง 8 วัน จึงมีราเกิดขึ้น จะเห็นได้ว่าปริมาณของน้ำตะไคร้ที่เติมลงไปในขนมปังมีการแปรผันตามกับระยะเวลาในการเก็บรักษาขนมปัง และเมื่อนำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมปังโดยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับทางด้านสีและกลิ่นในลักษณะที่ไม่แตกต่างกันและระดับคะแนนใกล้เคียงกันมาก แต่สำหรับลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมปัง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 15 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด สำหรับลักษณะทางด้านรสชาติผู้บริโภคให้การยอมรับขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 10 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด และเมื่อทำการทดสอบด้านความชอบโดยรวม พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้ 10 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \geq 0.05$ )

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำขนมปังต้องตวงส่วนผสมให้ถูกต้องตามสูตร จะได้ขนมปังที่มีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดี
2. ควรละลายน้ำตาลกับส่วนผสมที่เป็นของเหลวก่อนจะผสมกับส่วนผสมอื่น เนื่องจากหากไม่ละลายก่อนจะทำให้น้ำตาลละลายไม่หมด
3. ควรใส่เนยสดลงไปเป็นส่วนผสมสุดท้ายเพราะหากใส่ลงไปก่อนจะทำให้ส่วนผสมอื่นผสมไม่เข้ากัน
4. ในขั้นตอนการนวดควรนวดแป้งให้เนียนจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความนุ่ม น่ารัก ประทาน

## บรรณานุกรม

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 504 น.

จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 224 น.

ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง. 2533. ขนมอบ. กรุงเทพฯ : ไทยแลนด์การพิมพ์. 204 น.

นวรรตน์ เอี่ยมพิทักษกิจ.ม.ป.ป. ขนมอบ. กรุงเทพฯ : แม่บ้านจำกัด. 122 น.

นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันตวิวัฒน์. 2534. พืชสมุนไพร. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮาส์. 243 น.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2527. เครื่องเทศที่ใช้เป็นพืชสมุนไพร เล่ม 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อมรรการพิมพ์. 104 น.

รุ่งนภา จันทกริรมย์. 2542. ช่างขนมอบ. ม.ป.พ. 1 น.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พรีนติ้ง เฮาส์. 200 น.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2533. หลักการวิเคราะห์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 270 น.

วันดี กฤษณพันธ์. ม.ป.ป. เกร็ดความรู้สมุนไพร. กรุงเทพฯ : ที.พี.พรีนซ์ จำกัด. 273 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจัย ตันไพจิตรและคณะ. 2532. แนวทางการบริโภคอาหารสำหรับคนไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. 105 น.

สุภาวดี รอดศิริ. ม.ป.ป. เทคโนโลยีขนมอบ. ม.ป.พ. 77 น.

หรรษา จักรพันธ์ ณ อยุธาและอรนุช เกษประเสริฐ. 2532. พืชสมุนไพร-พืชหอม. เอกสารวิชาการ เล่มที่ 1. กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 109 น.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ข้าวสาลี. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 400 น.

AOAC. 1990. Official method of analysis 15 th ed. The Association of official Analysis Chemists. Washington D.C. 1298 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

หมายเลขผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

ตัวอย่าง ขนมปัง

ชื่อ.....นามสกุล.....

## Hedonic Scale Test

กรุณาประเมินตัวอย่างอาหารต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา โดยการให้คะแนนของตัวอย่างอาหารแต่ละตัวอย่างในช่องที่กำหนดให้ตามระดับความชอบ หรือไม่ชอบ ดังนี้

## ระดับความชอบ

ชอบมากที่สุด	9	คะแนน
ชอบมาก	8	คะแนน
ชอบปานกลาง	7	คะแนน
ชอบเล็กน้อย	6	คะแนน
เฉย ๆ	5	คะแนน
ไม่ชอบเล็กน้อย	4	คะแนน
ไม่ชอบปานกลาง	3	คะแนน
ไม่ชอบมาก	2	คะแนน
ไม่ชอบมากที่สุด	1	คะแนน

หมายเลขตัวอย่างอาหาร

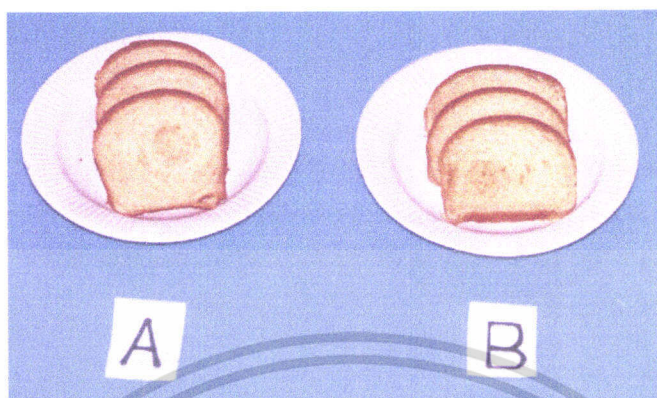
458    526    149    752    654

หมายเลขตัวอย่างอาหาร	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
458	.....	.....	.....	.....	.....
526	.....	.....	.....	.....	.....
149	.....	.....	.....	.....	.....
752	.....	.....	.....	.....	.....
654	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ลักษณะของขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้

A = ไม่มีการเติมน้ำตะไคร้

B = มีการเติมน้ำตะไคร้ 5 %



ภาพที่ 4 ลักษณะของขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้

C = มีการเติมน้ำตะไคร้ 10 %

D = มีการเติมน้ำตะไคร้ 15 %

E = มีการเติมน้ำตะไคร้ 20 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี

ผู้ทดสอบ	คะแนน					Total
	A=0%, 458	B=5%, 526	C=10%, 149	D=15%, 752	E=20%, 654	
1	7	8	6	8	8	37
2	8	8	8	8	8	40
3	6	7	8	6	7	34
4	9	8	6	5	7	35
5	9	7	8	6	5	35
6	7	9	8	8	8	40
7	7	9	8	8	7	39
8	8	8	8	8	8	40
9	7	8	8	7	9	39
10	7	7	7	7	7	35
11	8	8	8	8	7	39
12	5	5	9	6	4	29
13	6	7	8	9	5	35
14	7	8	9	7	6	37
15	8	7	8	7	8	38
Total	109	114	117	108	104	552
Sample Mean	7.26	7.60	7.80	7.20	6.93	

Anova table

SOV	df	SS	MS	F <sub>cal</sub>	F <sub>0.05</sub>
Sample	4	7.01	1.75	1.34	2.52
Judges	14	25.68	1.83	1.39	1.92
Error	56	73.28	1.31		
Total	74	91.28			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น

ผู้ทดสอบ	คะแนน					Total
	A=0%,458	B=5%,526	C=10%,149	D=15%,752	E=20%,654	
1	5	6	6	6	7	30
2	8	7	7	7	7	36
3	6	7	7	7	6	33
4	8	7	8	7	8	38
5	9	8	7	6	9	39
6	9	8	8	9	9	43
7	6	8	7	8	8	37
8	8	8	7	7	8	38
9	6	7	8	6	5	32
10	8	8	8	8	8	40
11	9	8	7	8	6	38
12	6	7	8	7	6	34
13	7	9	8	6	5	35
14	6	8	7	6	7	34
15	8	8	8	8	8	40
Total	109	114	111	106	107	547
SampleMean	7.26	7.60	7.40	7.06	7.13	

Anova table

SOV	df	SS	MS	F <sub>cal</sub>	F <sub>0.05</sub>
Sample	4	2.75	0.69	0.94	2.52
Judges	14	33.95	2.42	3.32	1.92
Error	56	40.85	0.73		
Total	74	77.55			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส

ผู้ทดสอบ	คะแนน					Total
	A=0%,458	B=5%,526	C=10%,149	D=15%,752	E=20%,654	
1	7	7	6	8	7	35
2	7	7	8	7	7	36
3	6	8	8	6	7	35
4	5	6	7	6	8	32
5	9	8	7	6	5	35
6	8	9	7	8	9	41
7	7	9	7	8	7	38
8	8	8	8	8	7	39
9	7	7	7	6	7	34
10	7	7	7	7	7	35
11	7	8	9	8	7	39
12	5	4	9	6	7	31
13	7	8	6	7	4	32
14	7	8	9	6	6	36
15	8	7	8	7	8	38
Total	105	111	113	104	103	536
SampleMean	7.00	7.40	7.53	6.93	6.86	

Anova table

SOV	df	SS	MS	F <sub>cal</sub>	F <sub>0.05</sub>
Sample	4	5.39	1.35	3.97	2.52
Judges	14	22.99	1.64	4.28	1.92
Error	56	19.01	0.34		
Total	74	47.39			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ

ผู้ทดสอบ	คะแนน					Total
	A=0%,458	B=5%,526	C=10%,149	D=15%,752	E=20%,654	
1	7	7	8	8	8	38
2	8	7	7	7	7	36
3	6	7	8	6	7	34
4	6	5	6	5	7	29
5	9	7	8	6	5	35
6	9	8	8	8	9	42
7	7	8	8	8	8	39
8	8	7	6	7	7	35
9	9	8	9	8	6	40
10	7	8	8	8	8	39
11	9	8	8	8	7	40
12	7	8	9	7	6	37
13	5	7	9	8	6	35
14	9	8	8	7	6	38
15	8	8	8	8	8	40
Total	114	111	118	109	105	557
Sample Mean	7.60	7.40	7.86	7.26	7.00	

Anova table

SOV	df	SS	MS	Fcal	F0.05
Sample	4	6.48	1.62	1.34	2.52
Judges	14	29.55	2.11	1.39	1.92
Error	56	44.32	0.79		
Total	74	80.35			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบโดยรวม

ผู้ทดสอบ	คะแนน					Total
	A=0%,458	B=5%,526	C=10%,149	D=15%,752	E=20%,654	
1	7	7	6	8	8	36
2	8	7	8	7	7	37
3	4	7	8	6	7	32
4	8	7	7	6	8	36
5	9	8	7	6	5	35
6	8	9	8	8	9	42
7	8	9	8	8	7	40
8	8	7	6	6	7	34
9	8	8	9	8	7	40
10	8	8	8	8	8	40
11	8	8	9	8	7	40
12	7	7	9	8	6	37
13	6	8	9	7	5	35
14	8	8	9	7	6	38
15	8	8	8	8	8	40
Total	113	116	119	109	105	562
Samplemean	7.53	7.73	7.93	7.26	7.00	

Anova table

SOV	df	SS	MS	F <sub>cal</sub>	F <sub>0.05</sub>
Sample	4	8.22	2.06	2.39	2.52
Judges	14	22.35	1.59	1.85	1.92
Error	56	48.18	0.86		
Total	74	78.75			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์แบบ Analysis of Variance ในคุณลักษณะต่างๆ ซึ่งค่าที่คำนวณได้ภายในตาราง ANOVA สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้จากวิธีการการคำนวณดังต่อไปนี้

การคำนวณค่า Analysis of Variance ทดสอบการยอมรับทางด้านความชอบโดยรวมของขนมปังที่มีการเติมน้ำตะไคร้เป็นส่วนผสมทั้ง 5 ตัวอย่าง คือ มีการเติมน้ำตะไคร้ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์

1. การคำนวณหา C.F. (Corection Factor )

$$= \frac{(\text{Total})^2}{\text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}}$$

$$= \frac{(562)^2}{60}$$

$$= 4211.25$$

2. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom)

2.1 df sample

$$= \text{จำนวนตัวอย่าง} - 1$$

$$= 5 - 1$$

$$= 4$$

2.2 df judges

$$= \text{จำนวนผู้ทดสอบ} - 1$$

$$= 15 - 1$$

$$= 14$$

2.3 df total

$$= \text{จำนวนการตรวจ}$$

$$= 75 - 1$$

$$= 74$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 df error

$$\begin{aligned}
 &= df \text{ total} - df \text{ judges} - df \text{ sample} \\
 &= 74 - 14 - 4 \\
 &= 56
 \end{aligned}$$

3. การคำนวณหาค่า SS (Sum of square) ของตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

$$3.1 \text{ SS, sample} = \frac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ sample})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ sample})} - CF$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(113^2 + 116^2 + \dots + 105^2)}{15} - 4211.25 \\
 &= 8.22
 \end{aligned}$$

$$3.2 \text{ SS, judges} = \frac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ judges})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges})} - CF$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(36^2 + 37^2 + \dots + 40^2)}{5} - 4211.25 \\
 &= 22.35
 \end{aligned}$$

$$3.3 \text{ SS, total} = (\text{ผลรวมของค่าการประเมินทุกค่า})^2 - CF$$

$$\begin{aligned}
 &= (7^2 + 8^2 + \dots + 8^2) - 4211.25 \\
 &= 78.75
 \end{aligned}$$

$$3.4 \text{ SS, error} = \text{SS, total} - \text{SS, judges} - \text{SS, sample}$$

$$\begin{aligned}
 &= 78.75 - 22.35 - 8.22 \\
 &= 48.18
 \end{aligned}$$

4. การคำนวณหา MS (Mean Square) ของตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

$$4.1 \text{ MS, sample} = \frac{\text{SS, sample}}{\text{df, sample}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} & \text{df sample} \\ & = \frac{8.22}{4} \\ & = 2.06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4.2 \text{ MS, judges} & = \frac{\text{SS, judges}}{\text{df judges}} \\ & = \frac{22.35}{14} \\ & = 1.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4.3 \text{ MS, error} & = \frac{\text{SS, error}}{\text{df error}} \\ & = \frac{48.18}{56} \\ & = 0.86 \end{aligned}$$

## 5. การคำนวณหาค่า F (Variance ratio) ของ Sample และ Judges โดยจำแนกได้ดังนี้

$$\begin{aligned} 5.1 \text{ F, Sample} & = \frac{\text{MS, sample}}{\text{MS, error}} \\ & = \frac{2.06}{0.86} \\ & = 2.39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5.2 \text{ F, judges} & = \frac{\text{MS, judges}}{\text{MS, error}} \\ & = \frac{1.59}{0.86} \\ & = 1.85 \end{aligned}$$

## 6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง (Variance ratio)

### 6.1 พิจารณาความแตกต่างของ sample

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 F_{\text{sample}} &= 2.39 \\
 F_{\text{total}, P} &= 0.05 \text{ ที่ } df, \text{ sample } n_1 = 4 \\
 &\quad df, \text{ error } n_2 = 56 \\
 &= 2.52
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณ  $F_{\text{sample}}$  ที่คำนวณได้ 2.39 มีค่ามากกว่าค่า  $F$  ในตารางที่ระดับ  $P=0.05$  ได้ 2.52 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## 6.2 พิจารณาความแตกต่างของ judges

$$\begin{aligned}
 F_{\text{judges}} &= 1.85 \\
 F_{\text{total}, P} &= 0.05 \text{ ที่ } df, \text{ sample } n_1 = 14 \\
 &\quad df, \text{ error } n_2 = 56 \\
 &= 1.92
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณ  $F_{\text{judges}}$  ที่คำนวณได้ 1.85 มีค่าน้อยกว่าค่า  $F$  ในตารางที่ระดับ  $P=0.05$  ค่าที่ได้ 1.92 แสดงว่า Judges ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## 7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ $P \leq 0.05$

จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปหาน้อย

C	B	A	D	E
7.93	7.73	7.53	7.26	7.00

### 7.1 หาค่า Standard and error (SE)

$$= \sqrt{\frac{\text{MS error}}{\text{replicate}}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.86}{15}}$$

$$= 0.06$$

7.2 เปิดตารางหาค่า Significant studentried range (SSR) ที่  $t = 5$  ค่า  $df \text{ error} = 56$  จากการเปิดตารางค่าที่ได้ = 3.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 คำนวนค่า LSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง  
ต่ำสุด

$$\begin{aligned} \text{LSD} &= \text{SE} \times \text{SSR} \\ &= 0.06 \times 3.98 \\ &= 0.24 \end{aligned}$$

โดยค่า LSD ที่ได้จะเป็นค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด ถ้าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่าง  
แต่ละคู่มีค่ามากกว่าค่า LSD แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีความแตกต่างกัน ผลปรากฏค่าดังนี้

C (7.93)<sup>a</sup>      B (7.73)<sup>b</sup>      A (7.53)<sup>b</sup>      D(7.26)<sup>c</sup>      E (7.00)<sup>d</sup>

