ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

Ripe Palm Fruit Pulp Added Sweet Bread

ราชันย์ อำพันทอง

RACHAN AMPANTHONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนค

ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

Ripe Palm Fruit Pulp Added Sweet Bread

ราชันย์ อำพันทอง

RACHAN AMPANTHONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2556

ชื่อวิทยานิพนธ์ ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก
ชื่อ นามสกุล ราชันย์ อำพันทอง
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา และคณะ คหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย นี้คือ เพื่อศึกษา 1) สูตรพื้นฐานขนมปังหวาน 2) ปริมาณเนื้อตาลที่เหมาะสม 3) ปริมาณยีสต์ที่เหมาะสม 4) การยอมรับผลิตภัณฑ์ และ 5) อายุการเก็บ วิธีการวิจัยผู้วิจัยศึกษากระบวนการผลิตขนมปังหวานที่มีเนื้อตาลสุกเป็นส่วนผสมโดยเลือกสูตรพื้นฐานขนมปังหวาน ที่ได้รับการยอมรับ จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส และ ศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุก 4 ระดับ คือ ร้อยละ 1 5, 20, 25 และ 30 และศึกษาปริมาณยีสต์ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0.6, 1.0,1.4 และ 1.8 ของน้ำหนักแป้ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design นำคะแนนเฉลี่ยมาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variances และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s New Multi Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ ส่วนการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Consumer Test และศึกษาอายุการเก็บ เป็นเวลา 7 วัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) สูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับในด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส ส่วนด้านกลิ่น และความชอบโดยรวม 2) ปริมาณเนื้อตาลสุกที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตขนมปังหวาน สูตรที่ได้รับคะแนนสูงสุดคือ ร้อยละ 15 3) ปริมาณยีสต์ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก สูตรที่ได้รับคะแนนสูงสุ ดคือ ร้อยละ 1.8 4) การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก พบว่ามีความชอบด้านสี ร้อยละ 92.0 กลิ่น ร้อยละ 94.0 รสชาติ ร้อยละ 86.0 เนื้อสัมผัส(ความนุ่ม) ร้อยละ 81.0 และความชอบโดยรวม ร้อยละ 88.0 ตามลำดับและ 5) อายุการเก็บขนมปังหวาน เสริม เนื้อตาลสุก สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในอุณหภูมิห้องได้ไม่เกิน 3 วัน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปังใส่ไส้

คำสำคัญ: ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

Thesis title Ripe Palm Fruit Pulp Added Sweet Bread

Author Rachan Ampanthong

Degree Master of Home Economics

Major program Home Economics

Academic year 2013

ABSTRACT

This research had the following objectives: to study 1) basic sweet bread recipe 2) proper amount of ripe palm fruit pulp for production 3) proper amount of yeast for production 4) product acceptance and 5 of ripe palm fruit pulp added sweet bread was and 5) evaluation of product using sensory test. 4 levels of amount ripe palm fruit pulp were 15, 20, 25 and 30 percent. 4 levels of amount of yeast were 0.6, 1.0, 1.4 and 1.8 percent of dough weight. Experiment used Randomized Complete Block Design Average values were analyzed using Analysis of variances and the difference of average values were compared by Duncan's New Multi Range Test, using ready made statistical programs. Acceptance of ripe palm fruit pulp added sweet bread product was evaluated using satisfactory of color, oder, flavor, texture and overall satisfaction 100 evaluators did acceptance test using consumer test and 7 days shelf life was studied

The result was 1) The second formula was best accepted in color, flavor, texture, oder and overall acceptance. 2) The proper amount of ripe palm fruit pulp to be added to sweet bread dough was 15 percent. 3) The proper amount of yeast to be used was 1.8 percent. 4) The product was 92 percent accepted in color, 94 percent in odor 86 percent in flavor 81 percent in texture and 88.6 percent in overall acceptance. 5) Shelf life of the product was 3 days in room temperature by community product standard for bread with filling.

Keywords: Ripe Palm Fruit Pulp Added Sweet Bread

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง เนื่องด้วยผู้ศึกษาได้รับความช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจาก ศาสตราจารย์ ดร. อมรรัตน์ เจริญชัย อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์นันทวัน ชมโฉม อาจารย์พี่เลี้ยง ที่ได้ให้คำแนะนำ ตรวจแก้ไข ให้ข้อเสนอแนะ ติดตามความก้าวหน้าในการศึกษา ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ ที่สละเวลามาเป็นประธาน และ รองศาสตราจารย์ ดวงสุดา เตโชติรส กรรมการสอบวิทยานิพนธ์พร้อมให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ จนผู้ศึกษาสามารถดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ได้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้ และอบรมสั่งสอนทำให้ผู้ศึกษาเกิดความสามารถในศาสตร์นี้

ผลแห่งความสำเร็จในการศึกษา และคุณค่าของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านผู้ศึกษาขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ราชันย์ อำพันทอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
Abstract	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(จ)
สารบัญแผนภูมิ	(ฉ)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 นิยามศัพท์	2
บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ขนมปัง	3
2.2 แป้งสาลี	7
2.3 น้ำตาล	9
2.4 ยีสต์	12
2.5 น้ำ	17
2.6 เกลือ	20
2.7 ไขมัน	21
2.8 นม	23
2.9 ตาล	26
2.10 กรรมวิธีการผลิตขนมปัง	29
2.11 การเสื่อมเสียคุณภาพของขนมปัง	30
2.12 พฤติกรรมผู้บริโภค	31
2.13 การทดสอบผู้บริโภค	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	39
3.1 อุปกรณ์ และวัตถุดิบที่ใช้ในการทำขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก	39
3.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือด้านการประเมินคุณภาพ	40
3.3 วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ	40
3.4 วิธีดำเนินการทดลอง	41
3.5 สถานที่ทำการวิจัย	47
3.6 ระยะเวลาในการทำวิจัย	47
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผล	48
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
4.2 การอภิปรายผล	59
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	61
5.1 สรุปผล	61
5.2 ข้อเสนอแนะ	62
เอกสารอ้างอิง	63
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานขนมปังหวาน 3สูตร และสูตรขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก	67
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก	72
ภาคผนวก ค มาตรฐานอุตสาหกรรมขนมปังใส่ไส้	77
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	81

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบของแป้งสาลี	8
2.2	องค์ประกอบในส่วนผสมของโด	15
3.1	สูตรพื้นฐานขนมปังหวาน 3 สูตร	41
3.2	สูตรขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกที่ใช้ปริมาณเนื้อตาลที่ต่างกัน	43
3.3	สูตรขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกที่ใช้ปริมาณยีสต์ที่ต่างกัน	45
4.1	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังหวานสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร	48
4.2	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก	50
4.3	คุณภาพทางกายภาพและเคมีของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก	50
4.4	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกที่ใช้ยีสต์ในปริมาณที่แตกต่างกัน	52
4.5	คุณภาพทางกายภาพและเคมีของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกที่ใช้ยีสต์ในปริมาณที่ต่างกัน	53
4.6	จำนวนจุลินทรีย์ และยีสต์ รา ทั้งหมด	55
4.7	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์	56
4.7	ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับด้านคุณลักษณะของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก	58

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ **หน้า**

3.1 กรรมวิธีการผลิตขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก 44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่มีเนื้อนุ่ม เนียน หวาน มีรูปร่างและขนาดต่างๆ ผลิตจากแป้งสาลีชนิดหนัก (Bread Flour) ยีสต์ น้ำ ผงฟู หรือเบกกิ้งโซดา เกลือ นม น้ำตาล และไขมัน ด้วยกระบวนการหมักทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โปรตีนในแป้งสาลี ได้แก่ ไกลอะดีน และกลูเตนิน เมื่อนวดกับน้ำจะได้กลูเตน ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูงและสามารถกักเก็บแก๊สไว้ได้ทำให้ขนมปังเกิดการขึ้นฟู และอบให้สุก (จิตธนา และอรอนงค์ 2539)

การบริโภคขนมปังได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะสังคมเมืองที่มีความรีบเร่งมากในการดำเนินชีวิต หรือการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ซึ่งต้องการความสะดวกและรวดเร็ว ส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารโดยเฉพาะอาหารเช้า โดยส่วนใหญ่จะบริโภคขนมปังรวมกับนม ชา หรือกาแฟ ซึ่งขนมปังราคาไม่สูงมาก และสามารถหาซื้อได้ง่ายจึงสะดวกต่อการบริโภค การบริโภคขนมปังในหนึ่งมื้อให้พลังงานประมาณ ร้อยละ 30 ของพลังงานที่ต้องการในแต่ละวัน (Hathorn et al., 2008; Sidhu et al., 1997) จึงทำให้ตลาดต้องการผลิตภัณฑ์ขนมอบประเภทขนมปังมากขึ้น และตลาดยังมีความต้องการผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีการปรับปรุงด้านคุณภาพและส่งผลดีต่อสุขภาพ

ลูกตาล *(Borassusflabillifer Linn.)*หรือตาล เป็นผลไม้ที่ให้ผลผลิตตามฤดูกาล คือตาลจะสุกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ในลูกตาลมีคุณค่าทางโภชนาการและสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น เบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารต้านออกซิเดชั่น นอกจากนั้นยังมีสารอาหารต่างๆ คือ กากใย แคลเซียม (ปรัชญา, 2537) ผลสุกของลูกตาลมีสีเหลืองเมื่อนำมายีเอาแต่เนื้อผสมแป้งข้าว เจ้า เติมน้ำตาลก็จะได้ขนมตาลที่มีลักษณะฟูนุ่มคล้ายขนมเค้กโดยไม่ต้องใช้ผงฟู โดยการหมักจากยีสต์ที่ปนเปื้อนมาจากธรรมชาติ มีส่วนทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะของขนมตาล และผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ขนมเกิดการขึ้นฟู เช่นเดียวกับกระบวนการทำให้เกิดการขึ้นฟูของขนมปัง จึงนำคุณสมบัติการขึ้นฟูของยีสต์ในเนื้อตาลมาใช้ในการผลิตขนมปังเพื่อให้ได้ขนมปังที่มีคุณภาพ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเนื้อตาลสุกสามารถนำไปใช้ประโยชน์มากขึ้น

1.2 **วัตถุประสงค์** เพื่อศึกษา

1.2.1 สูตรพื้นฐานขนมปังหวาน

1.2.2 ปริมาณเนื้อตาลสุกที่เหมาะสมในขนมปังหวาน

1.2.3 ปริมาณยีสต์ที่เหมาะสมในขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

1.2.4 อายุการเก็บขนมปังหวานที่มีเนื้อตาลสุกเป็นส่วนผสม

1.2.5 การยอมรับขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

1.3 **ประโยชน์ของการวิจัย**

1.3.1 ได้ผลิตภัณฑ์ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการแปรรูปเนื้อตาลในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ขนมอบ และยังเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิตทางการเกษตรคือเนื้อตาลสุก

1.3.2 ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ให้รสชาติใหม่ และเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค ช่วยสร้างอาชีพให้กับชุมชน

1.4 **ขอบเขตของการวิจัย**

การศึกษากรรมวิธีการผลิตขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกโดยใช้เนื้อตาลสุก พันธ์ตาลหม้อ และยีสต์ ตรา Fermipan

1.5 **นิยามศัพท์**

1.5.1 ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (Water Activty) คือค่าที่แสดงระดับพลังงานของน้ำมีความสำคัญต่ออายุการเก็บ การเสื่อมเสีย และความปลอดภัยของอาหาร

1.5.2 ค่าความชื้น (Moisture Content)คือ ค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งของอาหาร

1.5.3 ค่าความหนาแน่น (Solid Density) อาจเรียกว่า Ture Density หรือ Absolute Density คือ ความหนาแน่น (Density) ของเนื้อวัสดุไม่รวม ช่องว่างระหว่างชิ้นวัสดุ

1.5.4 ค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) คือ ระดับของแรงที่กดลงไปในชิ้นตัวอย่างครั้งแรก

1.5.5 ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) คือ แรงที่ตัวอย่างขนมปังคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิมหลังจากบีบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษากระบวนการผลิตขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารตำรา ข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 ขนมปัง

ขนมปัง เป็นขนมที่มีกระบวนการทำให้สุกโดยการอบเป็นขนมที่นิยมบริโภคกันทุกกลุ่ม ขนมปังมีหลายประเภทและมีคุณสมบัติต่างๆ กันซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของส่วนผสมคือ แป้งสาลี ผงฟู เกลือ ไขมัน น้ำตาล ไข่ นม โดยต้องมีองค์ประกอบให้มีความสมดุลย์กัน ขนมปังเป็นขนมอบที่มีลักษณะรูปร่างต่างๆ กันไปของผู้ผลิต ดังนั้นขนมปังจึงเป็นขนมที่ให้ประโยชน์กับผู้บริโภคโดยได้รับสารอาหาร คือแป้ง น้ำตาลให้สารอาหาร คาร์โบไฮเดรท ซึ่งเป็นสารอาหารที่ทำให้เกิดพลังงานแก่ร่างกาย ไข่ นม ให้สารอาหารโปรตีนซึ่งเป็นสารอาหารที่สร้างเซลล์เนื้อเยื่อให้กับร่างกาย เนย และไขมัน ให้สารอาหารไขมันซึ่งเป็นสารอาหารที่ช่วยใน ช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อน ทำให้ผิวชุ่มชื่น ไม่แตกแห้ง

2.1.1 ขนมปังสามารถแบ่งได้ออกเป็น 4 ประเภท (จิตธนา และคณะ, 2539)

2.1.1.1 ขนมปังผิวแข็ง (Hard Bread) มีปริมาณน้ำตาล ร้อยละ 0-2 มีรูปร่างเป็นท่อนกลมยาวหรือสั้น ลักษณะผิวและเนื้อค่อนข้างแข็ง เช่น ขนมปังฝรั่งเศส ขนมปังขาไก่ ขนมปังเวียนนา ถ้าเป็นก้อนกลมเรียกว่า "ฮาร์ดโรล" (Hard Roll)

2.1.1.2 ขนมปังจืด (Loaf Bread) มีปริมาณน้ำตาล ร้อยละ 4-10 ไขมันร้อยละ 6-12 ผิวและเนื้อขนมปังจะนุ่มกว่าชนิดแรกมีรูปร่างเป็นกะโหลก และแบบสี่เหลี่ยม เช่น ขนมปังแซนด์วิช ขนมปังหัวกะโหลก ขนมปังรำ

2.1.1.3 ขนมปังซอฟต์โรล (Soft Roll) มีปริมาณน้ำตาล ร้อยละ 10-15 ไขมันร้อยละ 6-12 ลักษณะเนื้อนุ่มกว่าขนมปังปอนด์ มีรสหวาน ได้แก่ ขนมปังชนิดหวานต่างๆ เช่น ซอฟต์บัน ขนมปังลูกเกด ขนมปังไส้หมูหยอง

2.1.1.4 ขนมปังหวาน (Sweet Bread) คล้ายกับ Soft Roll ต่างกันตรงที่หวานกว่า มีน้ำตาลมากกว่าร้อยละ 16 ไขมันร้อยละ 12-24 ขนมปังหวานสูตรเดียวสามารถดัดแปลงให้เป็นรูปร่างต่างๆ มากมาย เช่น ขนมปังมะพร้าว ซินนามอนบัน

2.1.2 **ลักษณะของขนมปังที่ดีทั้งภายนอก และภายใน** (กรมการฝึกหัดครู, 2528)

2.1.2.1 ลักษณะภายนอก

1) ปริมาตร ปริมาตร ของขนมปังที่ดีไม่ใหญ่เกินไปและหนักเกินไป ปริมาตรที่ถูกต้องจะได้จากโดที่มีการปรับสภาพของกลูเตนอย่างถูกต้อง ซึ่งจะให้ก๊าซได้ดีในระหว่างการอบและความชื้นที่ถูกต้องอีกด้วย ปริมาตรของขนมปังเป็นเรื่องสำคัญยิ่งในแง่ของการค้าเพราะขนมปังที่มีปริมาตรเล็กและหนักจะไม่ดึงดูดใจผู้ซื้อเท่ากับขนมปังที่มีขนาดใหญ่

2) รูปร่างที่สม่ำเสมอกันทั้งสองด้าน ขนมปังที่อบออกมาแล้วเมื่อนำมาตัดจะได้สัดส่วนที่เท่ากันทั้งสองข้าง ซึ่งส่วนใหญ่จะได้มาจากโดที่มีการหมัก การม้วน และการพักตัวครั้งสุดท้ายที่ถูกต้อง ถ้าจะต้องมีการตัดแต่งโดก่อนนำไปอบก็ต้องทำให้ถูกต้อง และทำด้วยความระมัดระวังตลอดจนถึงการบรรจุหีบห่อหลังจากการอบแล้ว จะต้องให้ความเอาใจใส่เป็นอย่างดีอีกด้วย ขนมปังที่มีรูปร่างไม่ดี อาจเกิดขึ้นได้จากการอบขนมปังในพิมพ์ที่มีขนาดเล็กกว่าน้ำหนักของโดที่ใส่ในพิมพ์ เมื่อโดเกิดการขยายตัวจากการหมักโดจะมีขนาดไม่เท่ากัน ส่วนล่างจะถูกบังคับด้วยพิมพ์ที่บรรจุ เมื่อได้รับความร้อนจะให้สีเร็วกว่าส่วนบนที่ถูกขยายตัวให้พ้นขอบพิมพ์ขึ้นมาซึ่งเกิดสีของเปลือกนอกอย่างช้าๆ เนื่องจากตอนบนของโดไม่มีอะไรควบคุม หลังจากอบเสร็จจะทำให้ขนมปังมีรูปร่างไม่ดีและไม่สม่ำเสมอ จึงควรใช้พิมพ์ที่เหมาะสมกับขนาด

3) ความเลื่อมมัน เป็นความมันที่เกิดขึ้นในตัวของขนมปังเองโดยธรรมชาติ ลักษณะนี้ยากที่จะอธิบายเมื่อมองดูขนมปังแต่ละก้อน แต่ถ้านำมาวางเปรียบเทียบกับขนมปังที่ใช้เคลือบบนเปลือกนอกด้วยไขมันหรือไข่ จะเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ความเลื่อมมันในธรรมชาตินั้นจะเป็นประกายเงาแสดงถึงการหมักที่ดี การใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพและช่างที่ทำมีฝีมือ

4) สีของเปลือกนอก สีของเปลือกนอกของขนมปังไม่ได้ผลมาจากการอบทั้งหมดทีเดียว แต่เกิดจากหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น โดที่หมักไม่ได้ที่ สีของเปลือกนอกเมื่อนำเข้าเตาอบจะมีสีน้ำตาลแดง และมีรอยสีเขียวตรงรอยแตก และโดที่หมักนานเกินไปจะให้สีที่ไม่ดี นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ใช้ในการอบที่ต่ำหรือสูงกว่าอุณหภูมิปกติ หรือความชื้นที่ไม่เพียงพอในการหมักครั้งสุดท้าย ก็จะทำให้สีของเปลือกนอกไม่ดีได้เช่นกัน แม้ว่าจะทำขนมปังดีเพียงใด

5) ความสม่ำเสมอในการอบ ลักษณะที่ได้ในการอบไม่สม่ำเสมอนั้นเกิดขึ้นจากการอบผลิตภัณฑ์ในตู้อบมากเกินไป เช่นวางพิมพ์ถาดชิดเกิ นไป ทำให้ความร้อนจากตู้อบกระจายไม่ทั่วถึงทุกด้านของพิมพ์ เป็นผล ทำให้ด้านที่ไม่ได้รับความร้อนพอไม่เกิดสีที่ดีพอทำให้ลักษณะของขนมปังไม่สม่ำเสมอ หรืออบไม่ทั่วถึงกันทั้งก้อน

6) รอยแตกข้าง ๆ เมื่ออบ ลักษณะนี้เป็นผลจากการขยายตัวภายในของก้อนโดในระหว่างการอบ ถ้าโดหมักได้ที่ มีการพักตัวและมีสภาพอบที่ถูกต้องแล้ว รอยแตกจะสม่ำเสมอและเรียบ ทั้งนี้เนื่องจากกลูเตนอยู่ในสภาพที่มีการยืดหยุ่นที่ดี พอที่จะให้ก๊าซขยายตัวและมีความคงตัวพอที่จะเก็บก๊าซไว้ได้ ความชื้นในตู้หมักและตู้อบจะช่วยป้องกันผิวนอกของโดไม่ให้แห้งซึ่งเมื่อเกิดการขยายตัวรอยแตกที่ได้จากการอบก็จะเรียบด้วยเช่นกัน อีกสาเหตุก็คือ การม้วนโดและการพักโดครั้งสุดท้ายก่อนอบก็จะแตกเป็นไปอย่างเรียบแน่นเช่นกัน

2.1.2.2 ลักษณะภายในของขนมปัง

1) สีภายใน สีของเนื้อในขนมปังขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งที่นำมาใช้ การหมักและการนวดที่ถูกต้อง การใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดีและมี ความสมดุลกัน มีการพักโดและมีการอบที่ถูกต้อง จะทำให้เนื้อขนมปังเป็นเงา ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของเซลล์ของก๊าซอีกด้วย ถ้าตัดก้อนขนมปังจากหลาย ๆ แห่งจะสังเกตว่าขนมปังที่ตัดมาแต่ละแห่งจะมีขนาดของเซลล์ที่แตกต่างกัน ก้อนขนมปังที่มีเซลล์เล็กจะให้แสงสะท้อนที่ดี แต่ถ้าเป็นเซลล์ที่ตื้นจะสะท้อนแสงได้สูงสุด และเซลล์ที่ลึกจะดูดแสงไว้ ทำให้ความเป็นเงาของขนมปังไม่ดี ความบางของผนังเซลล์ก็เป็นสิ่งสำคัญ เพราะมันจะทำให้การสะท้อนแสงสูงสุดของแสงที่หันเหออกจากเซลล์ ความกระจ่างนั้นเกี่ยวข้องกับการสะท้อนของการหักเหของแสง แสงที่ดูดซึมจะลดความกระจ่างของสีลง สำหรับเนื้อขนมปังที่มีจุดแข็ง ๆ และเป็นชั้นหนาๆ จะทำให้ความกระจ่างของสีลดลง ซึ่งเป็นผลจากการไม่ระมัดระวังในการนวด

2) โครงร่าง หมายถึงขนาดและรูปร่างของเซลล์ที่ปั้นเป็นก้อนขนมปัง โครงร่างจะเปลี่ยนไปตามชนิดของขนมปัง โครงร่างของเซลล์เนื้อในขนมปังจะต้องกลม เล็กสม่ำเสมอและกระจายกันอยู่อย่างทั่วถึง วัตถุดิบที่มีคุณภาพ การหมักที่เหมาะสม การปฏิบัติที่ถูกต้องและการพักตัวที่ดีเป็นสิ่งสำคัญสำหรับโครงร่างของโดเช่นกัน นอกจากนั้นปริมาณน้ำที่มีอยู่ในโดก็มีความสำคัญ เพราะถ้าน้ำหนักมากเกินไป โครงร่างจะเปิดทำให้รูก๊าซใหญ่และความกระจ่างของสีลดลง

3) ความมันเงาและเนื้อสัมผัส ถ้าตัดผิวหน้าของขนมปังที่มีลักษณะที่ดีโดยให้รอยตัดอยู่ในระดับสายตาและอยู่ในที่ ๆ มีแสงสว่าง จะสังเกตเห็นว่า ผิวหน้าที่ถูกตัดจะสะท้อน

แสงกลับซึ่งดูประกาย และระยิบระยับมากมาย เรียกว่าเนื้อขนมปังนั้นมีความมันเงา เป็นผลของการใช้วัตถุดิบในการทำที่มีคุณภาพ การหมักที่ควบคุมดี การนวดที่ถูกต้อง สำหรับเนื้อสัมผัสที่ดีของขนมปังนั้น จะบอกได้จากการลากนิ้วผ่านเบา ๆ ไปบนผิวหน้าของขนมปังที่ถูกต้อง ความรู้สึกนั้นจะบอกได้ว่าขนมปังนั้นมีความนุ่มเหมือนใยไหม และยังมีความคงตัวจัดว่าเป็นเนื้อสัมผัสที่ดี แต่ถ้าแตะไปแล้วมีความรู้สึกว่าผิวหน้าที่สัมผัสนั้นหยาบ แสดงว่าโดนั้นแน่นหรือหมักน้อยเกินไป

4) รสสัมผัสและกลิ่น ทั้งรสสัมผัสและกลิ่นเป็นปัจจัยที่สำคัญในการทำขนมปังเพราะมีผลต่อการบริโภค ส่วนใหญ่จะมาจากวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี ผลจากหมักเกลือและสารให้รสอื่นๆ ที่เติมเข้าไป เช่น ถ้าหมักนานเกินไปจะมีกลิ่นแรงของยีสต์ และมีรสเปรี้ยวเกิดจากกรดที่เกิดขึ้นจากการหมักโดนานเกินไป เป็นต้น ถ้าหมักได้ที่จะได้กลิ่นของขนมปังที่ดี

5) เนื้อขนมปังเรียบและมีความยืดหยุ่นดี ถ้าใช้นิ้วหัวแม่มือกดลงไปบนเนื้อในขนมปังเบา ๆ แล้วรู้สึกว่ามีจุดแข็ง ๆ หรือชิ้นแข็ง ๆ อยู่ในเนื้อขนมปัง แสดงว่าเนื้อขนมปังไม่เรียบ ถ้าส่องชิ้นขนมปังดังกล่าวกับแสงไฟจะเห็นจุดแข็งหรือชิ้นแข็ง ๆ อย่างชัดเจน เนื้อขนมปังที่ดีควรเรียบเนียนปราศจากจุดแข็ง หรือชิ้นแข็ง ๆ ในเนื้อเมื่อสัมผัส สำหรับเนื้อขนมปังที่มีความยืดหยุ่นดี ควรจะกลับสู่สภาพเดิมเมื่อใช้หัวแม่มือกดลงไปบนเนื้อขนมปังนั้นและไม่ทิ้งรอยนิ้วนั้นไว้ หรือเมื่อกดบนก้อนขนมปังก็ควรคืนสู่สภาพเดิมเมื่อยกมือขึ้นจากการกด ความยืดหยุ่นนี้เป็นการวัดกำลังต้านทานการดึงของเนื้อขนมปัง เป็นลักษณะสำคัญ ระยะการหมักและคุณภาพของวัตถุดิบที่เกี่ยวข้องกับความยืดหยุ่นของเนื้อขนมปัง

6) ความชื้น ปริมาณของน้ำไม่ได้เกี่ยวข้องกับความชื้นในขนมปังอย่างเดียว แต่การหมักของเกลือและไขมันที่เติมลงไป การอบและสภาพการเก็บก็เป็นเรื่องสำคัญ ขนมปังที่ทำอย่างดีจากโดที่ผ่านกระบวนการที่ยาวนานโดยทั่วไปจะชื้นกว่า และเก็บความชื้นได้นานกว่าขนมปังที่ทำโดยเวลาอันสั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วในส่วนผสมที่ไม่ละลายของโด

2.1.3 ปัจจัยและเทคนิคที่ทำให้ขนมปังมีลักษณะที่ดีนั้น (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

2.1.3.1 การใช้วัตถุดิบที่ดี

2.1.3.2 วัตถุดิบที่ใช้มีความสมดุลตามวิธีการที่ใช้

2.1.3.3 มีการปฏิบัติที่ถูกต้อง

2.1.3.4 มีการควบคุมอย่างทั่วถึงทุกขั้นตอน

2.1.3.5 มีฝีมือในการทำที่ดี

2.1.4 การเน่าเสียของขนมปัง

2.1.4.1 ขนมปังขึ้นรา เกิดจากเชื้อ *Rhizopusnigricans*, *Aspergillusniger* และ *Penicillium*

2.1.4.2 เมือก เกิดจาก *Bacillus Subtilis* และ *B. Pumilis*

2.1.4.3 จุดสีแดงบนขนมปัง เกิดจาก *Serratiamarcescens*

2.2 แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีทุกชนิด เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมคือ กลูเตนิน และไกลอะดิน (Glutendin&Gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารที่เรียกว่า "กลูเตน" (Gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546)

2.2.1 ประเภทของแป้งสาลี

2.2.1.1 แป้งขนมปัง (Bread Flour) มีโปรตีนสูงร้อยละ 12-14 โม่จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์หมักทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือ เมื่อถูด้วยมือจะรู้สึกระคายมือคล้ายมีกรวด หรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีม ไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้ก้อนโดพองตัวได้

2.2.1.2 แป้งอเนกประสงค์ (All-Purpose Flour) มีโปรตีนสูงปานกลาง ร้อยละ 10-11 เป็นแป้งที่ได้รับจากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์หลายๆ ชนิด ใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ขนมปังจืด และหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตรีใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์ และผงฟู

2.2.1.3 แป้งเค้ก (Cake Flour) มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำประมาณ ร้อยละ 7-9 โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้ก คุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่มเนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก เมื่อกดลงไปบนแป้ง แป้งจะ

เกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีที่ช่วยให้ขึ้นฟูเท่านั้น ไม่ใช้ยีสต์ ซึ่งสารเคมีก็ได้แก่ ผงฟู เบกิ้งโซดา เป็นต้น

2.2.2 องค์ประกอบของแป้งสาลี

แป้งสาลีที่ได้จากการโม่โดยแยกส่วนของแป้งในเอนโดสเปอร์มออกมาแล้ว จะประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ โดยเฉลี่ยดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของแป้งสาลี

องค์ประกอบ	ร้อยละ
คาร์โบไฮเดรต	70
โปรตีน	11.5
ความชื้น	1.5
น้ำตาล	1
แร่ธาตุ	0.4
ไขมัน	1
อื่นๆ	2

ที่มา: จิตธนา และอรอนงค์ (2539)

นอกจากโปรตีน และกลูเตนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของแป้งสาลีแล้ว ในแป้งสาลียังมีเอนไซม์ที่สำคัญคือ บีตา-อะมิเลส และแอลฟา-อะมิเลส เอนไซม์เหล่านี้จำเป็นสำหรับการทำขนมปัง โดยบีตา-อะมิเลสจะทำการย่อยเดกซ์ทริน (Dextrin) และสารละลายสตาร์ช่วนหนึ่งให้น้ำตาลมอลโทส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ใช้สำหรับเป็นอาหารของยีสต์ เอมไซม์ชนิดนี้ไม่ทนความร้อน การทำงานจะเกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนของการหมัก (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

2.2.3 องค์ประกอบหลักที่มีผลต่อคุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลี

คือ สตาร์ช และโปรตีนในแป้งสาลี โดยสมบัติหลักคือการให้โครงร่างแก่ผลิตภัณฑ์ (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546)

2.2.3.1 สตาร์ช ที่มีในแป้งสาลีเมื่อมีน้ำแทรกอยู่แล้วได้รับความร้อนจากการอบจะมีผลให้เกิดเจลเมื่อทำให้เย็นจะคงตัว และมีลักษณะขุ่นขาวขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากอะมิโลสแยก

ออกจากเม็ดสตาร์ชตกตะกอนให้สีขาวขุ่น เมื่อทิ้งผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น ขนมปังไว้นานวันขึ้น ส่วนของอะมิโลสเพกตินก็จะเกิดตะกอนขุ่นด้วย ทำให้ขนมปังร่วนและขุ่นมากขึ้น แต่ถ้านำขนมปังนั้นไปอบอีกครั้ง ส่วนของอะมิโลเพกตินจะคืนสภาพเป็นเจลอีกครั้งแต่อะมิเลสจะไม่เปลี่ยนแปลง

2.2.3.2 โปรตีน ของแป้งสาลีมีองค์ประกอบที่ให้คุณสมบัติพิเศษในการยืดหยุ่น เนื่องจากปริมาณไกลอะดีนและกลูเตนินมากใกล้เคียงกัน เมื่อนวดแป้งกับน้ำผลไม้ให้โปรตีนทั้งสองรวมตัวร่วมกับน้ำกลายเป็นกลูเตนที่ให้ความยืดหยุ่นแก่โด เนื่องจากการเชื่อมโยงพันธะทางเคมีหลายชนิดได้แก่ พันธะโคเวแลนด์ ไฮโดรเจน โพลาร์ ไมโพลาห์ แวนเดอร์ วาวล์ และพันธะข้ามของไดซัลไฟด์ โดยเฉพาะพันธะไดซัลไฟด์นี้มีการเคลื่อนย้ายก่อให้เกิดความยืดตัวของกลูเตนได้ เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบราวเนียน (Brownian Motion)

ลักษณะการยืดตัวของกลูเตน มีผลทำให้โดอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นขณะหมักไว้ได้เป็นส่วนใหญ่ทำให้โดพองฟูขึ้นหลายเท่า เมื่อนำเข้าอบ ความร้อนจะทำให้โปรตีนตกตะกอนจับตัวกันแข็งเป็นโครงร่างของขนมร่วมกับสตาร์ชที่สุก มีผลให้ขนมไม่ยุบตัวหลังจากอบแล้ว

2.3 น้ำตาล

สมบัติของน้ำตาลทรายที่เรารู้จักกันดี คือ เป็นสารที่ให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive Sweetener) เพราะให้พลังงาน รสหวานของน้ำตาลเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากรสขม หรือรสอื่นเจือปน การที่เรารู้จักรสหวานนั้นเกิดจากต่อมรับรส (Taste Bud) ที่ผิวระบุบริเวณปลายลิ้นด้านบน ซึ่งเป็นบริเวณที่รับรสหวานเป็นส่วนใหญ่ ส่วนต่อมรับรสเค็มบางส่วนจะอยู่บริเวณปลายลิ้น บางส่วนอยู่บริเวณด้านข้างของลิ้น ซึ่งเป็นบริเวณที่รับรสเปรี้ยวด้วย ต่อมลิ้นรสขมอยู่ด้านโคน โดยเฉลี่ยลิ้นคนมีต่อมลิ้มรสอยู่ประมาณ 9,000 ต่อม และแต่ละต่อมมีเซลล์ลิ้มรส (Taste Cell) ประมาณ 20-50 เซลล์ เมื่อเซลล์ในต่อมลิ้มรสหวานได้สัมผัสกับสารที่ให้ความหวาน (วิชัย และคณะ, 2548) น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำ และมีรสหวาน จัดอยู่ประเภทอาหารคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีขายในท้องตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อยน้ำตาลนี้เป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ 99.9 น้ำตาลเป็นวัตถุดิบที่ให้ความหวานหลักแก่ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังเป็นผลในการเป็นอาหารของยีสต์ในส่วนผสมของขนมปัง ทำให้ลักษณะโดเหมาะสม ช่วยในการอุ้มน้ำ ให้สีน้ำตาลรวมทั้งกลิ่นรสและรสชาติของผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับแก่ผู้บริโภค คุณสมบัติจะมีมากหรือน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำตาล น้ำตาลสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ น้ำตาลชั้นเดี่ยว (Monosaccharide) เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุก

โตส เป็นต้น น้ำตาลหลายชั้น (Oligosaccharide) ซึ่งมีสูตรเคมี $C_{12}H_{22}O_{11}$ และจัดเป็นน้ำตาลสองชั้น เพราะประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลฟรุกโตส (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

2.3.1 ชนิดของน้ำตาล (เข็มทอง, 2538)

2.3.1.1 น้ำตาลทรายขาว (Granulated Sugar) ใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ น้ำตาลมีความละเอียดต่าง ๆ กัน มีตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ ในต่างประเทศจะบอกความละเอียดไว้ที่กล่องบรรจุ สำหรับเมืองไทยที่วางขายกันทั่ว ๆ ไปมี 3 ขนาดคือ ขนาดธรรมดา ผลึกใหญ่หยาบ และเป็นผงละเอียด น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ดีควรมีความละเอียด และขาว เพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่น ๆ ได้ดี น้ำตาลทรายขาวแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) น้ำตาลทรายขาวชนิดธรรมดา (Plain White Sugar) ในกระบวนการผลิตจะใช้สารดูดซับจับรงควัตถุที่ทำให้เกิดสี แล้วเกิดตะกอนสารดูดซับออกไปทำให้ผลึกน้ำตาลมีสีขาวข้น มีความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.5 มีค่าสีมากกว่า 45 ถึงประมาณ 100 หน่วยคุณภาพไม่ดีนัก

2) น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined Sugar) มีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.9 และค่าสีน้อยกว่าหรือเท่ากับ 45 หน่วย

2.3.1.2 น้ำตาลไอซิ่ง(Icing or Confectionery Sugar) น้ำตาลชนิดนี้เป็นผงละเอียดที่มีแป้งข้าวโพดปะปนอยู่ด้วยประมาณ ร้อยละ 3 ทั้งนี้เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน หรือป้องกันการเป็นผลึกของน้ำตาล ส่วนมากใช้ในการทำไอซิ่งและผสมกับแป้งทำแป้งเค้กสำเร็จรูป ความละเอียดของน้ำตาลชนิดนี้ช่วยให้ผสมง่ายขึ้น และมักใช้กับแองเจิลเค้ก

2.3.1.3 น้ำตาลทรายแดง (Yellow or Brown Sugar) น้ำตาลชนิดนี้จะมีพวกคาราเมล แร่ธาตุ และความชื้นปะปนอยู่ด้วย และเป็นน้ำตาลที่ไม่บริสุทธิ์หรือเรียกว่าน้ำตาลดิบ น้ำตาลชนิดนี้ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกลิ่นรส และสีของน้ำตาลทรายแดง ส่วนใหญ่ใช้ในการทำคุกกี้ และเค้กบางชนิด เช่น ฟรุตเค้ก ไม่ใช้ในเค้กที่มีความเบาตัว ถ้าจำเป็นต้องใช้ต้องเพิ่มความระมัดระวังให้มากในการผสม

2.3.1.4 น้ำตาลข้าวโพด หรือเดกซ์โทรส (Corn Sugar or Dextrose) เป็นน้ำตาลที่ทำจากข้าวโพดน้ำตาลเดกซ์โทรสนี้จะให้ความหวานประมาณ ร้อยละ 75 ของน้ำตาลซูโครส ส่วนมากใช้ในการทำขนมปัง หรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ เพราะยีสต์สามารถนำน้ำตาลนี้ไปใช้ได้โดยตรง ทำให้เกิดการหมักเร็วขึ้น

2.3.1.5 น้ำตาลจากนม หรือแล็กโทส (Milk Sugar or Lactose) เป็นน้ำตาลที่มีอยู่ในนมสด หรือในหางนม น้ำตาลนี้จะเป็นส่วนเพิ่มความหวาน และรสกลิ่นให้แก่ผลิตภัณฑ์

2.3.1.6 น้ำตาลมอลโทส หรือน้ำตาลจากข้าวมอลต์ (Malt Sugar) มีอยู่ในมอลต์ไซรัปช่วยเพิ่มความหวานให้แก่ผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่ใช้ในการทำขนมปังชนิดแข็ง และโรล

2.3.2 คุณสมบัติสำคัญของน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์เบเกอรี

2.3.2.1 กระบวนการไฮโดรไลซิส ซึ่งเกิดจากเอนไซม์หรือกรดทำการย่อยสลายน้ำตาล โดยมีน้ำเป็นปัจจัยสำคัญทำให้น้ำตาลสองชั้นกลายเป็นน้ำตาลชั้นเดียว ดังสมการ

ซูโครส ⟶ กลูโคส + ฟรักโทส

มอลโทส ⟶ กลูโคส + กลูโคส

ซึ่งมักเกิดในขณะผสมโด โดยเอนไซม์ในยีสต์ทำการย่อยสลายน้ำตาลดังกล่าว

2.3.2.2 กระบวนการหมัก เป็นกระบวนการทำงานต่อเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ในยีสต์ขั้นต้น โดยเอนไซม์ในยีสต์อีกหลายชนิดจะทำการย่อยสลายน้ำตาลชั้นเดียวต่อไปจนได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ โดยอัตราเร็วในอัตราการเปลี่ยนน้ำตาลของยีสต์จะขึ้นอยู่กับชนิด และปริมาณของน้ำตาล กล่าวคือ ถ้ามีน้ำตาลกลูโคสหรือฟรักโตสในการหมัก ยีสต์จะใช้น้ำตาลกลูโคสเร็วกว่าฟรักโตส และยีสต์จะไม่มีเอนไซม์ในการย่อยสลายน้ำตาลแล็กเทสได้หรือย่อยได้น้อยมาก ดังนั้นจึงเป็นน้ำตาลที่เหลือจากการหมักรวมกับน้ำตาลอื่นที่ยีสต์ใช้ไม่หมดและให้คุณสมบัติด้านอื่นต่อไป

2.3.2.3 การดูดซึมและการอุ้มน้ำ น้ำตาลมีส่วนช่วยในกระบวนการไฮโดรไลซิสโดยเอนไซม์ในยีสต์ น้ำตาลบางอย่างสามารถอุ้มน้ำไว้ในโมเลกุลได้หนึ่งโมเลกุลของน้ำ เช่น น้ำตาลเดกซ์โทรส มอลโทส และแล็กเทส ถึงแม้น้ำตาลจะอยู่ในสภาพที่แห้งก็ยังจะมีส่วนน้ำปะปนอยู่บ้าง เช่น น้ำตาลซูโครส จะอุ้มน้ำมากกว่าร้อยละ 0.1 เดกซ์โทรสมีร้อยละ 0.5 และเดกซ์โทรสโมโนไฮเดรตจะมีน้ำอยู่ร้อยละ 8

2.3.2.4 การละลาย น้ำตาลจะละลายในน้ำได้มากขึ้นเมื่อมีความร้อนเพิ่มขึ้น น้ำตาลฟรักโทสละลายได้มากกว่าซูโครสที่อุณหภูมิเดียวกัน และเมื่อนำน้ำตาลต้มในปริมาณต่างกันจะมีผลให้จุดเดือดของน้ำเชื่อมเปลี่ยนไป ถ้าน้ำตาลมีความเข้มข้นมากขึ้นจะทำให้จุดเดือดสูงขึ้น

2.3.2.5 การทำให้เจลนุ่ม เนื่องจากน้ำตาลจะดูดซับน้ำไว้ทำให้สตาร์ชหรือกัมของพืช หรือโปรตีนเกิดจากเจลช้าและมีลักษณะนุ่ม ทำให้เนื้อสัมผัสของขนมปังนุ่ม มีปริมาตรเพิ่ม

2.3.2.6 การเกิดสีน้ำตาล เมื่อน้ำตาลได้รับความร้อนเกิดจุดหลอมเหลวของน้ำตาล

คือ 160 องศาเซลเซียส (320 องศาฟาเรนไฮต์) จะมีผลให้โครงสร้างของน้ำตาลเปลี่ยนไปได้สารใหม่เรียกว่าคาราเมล (Caramels) มีกลิ่นรสเฉพาะกลิ่นน้ำตาลไหม้และให้สีน้ำตาล โดยน้ำตาลฟรักโตส มอลโตส และเดกซ์โทรส จะมีความไวต่อความร้อนและเปลี่ยนความร้อนได้ไวกว่าน้ำตาลแล็กโทส และซูโครสเปลี่ยนแปลงช้าที่สุดนอกจากนี้น้ำตาลรีดิวซ์ยังรวมตัวกับกรดอะมิโนโดยความร้อนเป็นสารเร่งปฏิกิริยาจนเกิดเป็นสารประกอบคือ เมลานอยดิน (Melanoidins) มีสีน้ำตาล กลิ่นรสคล้ายคาราเมล แต่เมื่อได้รับความร้อนต่อไปจะเปลี่ยนเป็นสีดำ มีรสขมและไม่ละลายในน้ำ ส่วนน้ำตาลซูโครสจะเป็นน้ำตาลไม่รีดิวซ์ไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยานี้ ดังนั้นสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เบเกอรีจึงเกิดจากกระบวนการทั้งสอง ซึ่งต้องควบคุมให้เกิดขึ้นอย่างเหมาะสม จึงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสดี สีน้ำตาลสวย (อรอนงค์, 2538)

2.4 ยีสต์

ยีสต์มีการดำรงชีวิตเป็นเซลล์เดี่ยว ส่วนใหญ่เพิ่มจำนวนแบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ (Budding) มีน้อยชนิดที่เพิ่มจำนวนโดยการแบ่งเซลล์แบบฟิสชัน (Fission) หรือวิธีอื่น ๆ มีทั้งสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการสร้างแอสโคสปอร์ ยีสต์สามารถใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งคาร์บอนได้หลายอย่าง เช่นน้ำตาล พอลิออล (Polyol) กรดอินทรีย์ กรดไขมัน ไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ และพอลิเมอร์หลายชนิด มีบางชนิดเป็นเชื้อโรคทำให้เกิดโรคในพืชและสัตว์

ยีสต์ขนมปัง (Bakers' Yeast) คือสายพันธุ์ *Saccharomyces Cerevisiae* เป็นยีสต์ที่ทำให้โดของขนมปังขึ้นฟู การเปลี่ยนแปลงนี้ไม่มีผลต่อความอร่อยและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ โดยเมื่อผสมยีสต์ขนมปังกับแป้งสาลีที่ชื้นและมีน้ำตาลอยู่แล้วเล็กน้อยยีสต์จะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทิลแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งโดนกักอยู่ภายในเมื่อมีปริมาณมากจะเป็นสาเหตุให้ขนมปังขึ้นฟู เมื่อนำขนมปังที่ขึ้นฟูแล้วนั้นไปอบความร้อนจะไล่คาร์บอนไดออกไซด์และเอทิลแอกอฮอล์ออกไปเหลือรูพรุนทิ้งไว้ในก้อนขนมปังทำให้ขนมปังมีลักษณะโปร่งเบาซึ่งเป็นลักษณะจำเพาะ นอกจากนั้นยีสต์ยังให้รสชาติจำเพาะกับขนมปังด้วย (ศิริลักษณ์, 2522)

2.4.1 รูปร่างและโครงสร้างภายในยีสต์

2.4.1.1 ยีสต์มีการดำรงชีวิตเป็นเซลล์เดี่ยว (Unicellular from) มีรูปร่างหลายแบบ คือ กลม (Round, Spheroidal, Spherical) เช่น *Citeromyces Spp.* รี (*Ellipsoidal*) หรือ รูปไข่ (Oval, Ovoidal) เช่น *Saccharromyces Spp.* สามเหลี่ยม (Triangular) เช่น *Trigonopsis Sp.* เป็นต้น ภายในเซลล์ของยีสต์ประกอบด้วยโครงสร้างต่างๆ ดังนี้ คือ ผนังเซลล์ (Cell Wall) เยื่อหุ้ม

เซลล์ (Cell Membrane หรือ Plasma Membrane) เพอริพลาสซึม (Periplasm) ไซโทพลาสซึม (Cytoplasm) นิวเคลียส (Nucleus) แวคิวโอล (Vacuole) และเอนโดพลาสมิกเรทิคิวลัม (Endoplasmic Reticulum)

2.4.2 **หน้าที่ของยีสต์ในการทำขนมปัง** หน้าที่หลักของยีสต์ในการทำขนมปัง คือ

2.4.2.1 การทำให้ขนมปังขึ้นฟู (Leavening) การทำให้ขนมปังขึ้นฟูมีหลายวิธี ในทางปฏิบัตินิยมใช้ยีสต์ขนมปัง และผงฟู (Baking Powder) ผงฟูที่ผลิตโดยทั่วไปจะประกอบด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 30 โดยส่วนที่เป็นกรดเป็นส่วนที่ให้คาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับการใช้ยีสต์ในขนมปังคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากเมแทบอลิซึมน้ำตาลซึ่งได้จากแป้งหรือน้ำตาลที่เติมไปทั้งสองอย่างโดยยีสต์ โดยการทำสปันจ์โด (Sponge Dough) แบบเก่านั้น ช่วงแรกจะมีการสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นอย่างเร็วเนื่องจากยีสต์ใช้น้ำตาลอิสระที่มีในแป้งแต่หลังจาก 1 ชั่วโมง การสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากน้ำตาลอิสระที่มีอยู่หมดลงที่จุดนี้ยีสต์ปรับตัวเองให้หมักน้ำตาลมอลโทสที่ได้จากการไฮโดรไลซ์แป้งด้วยเอนไซม์อะมัยเลสและเมื่อสิ้นสุดเวลา 3 ชั่วโมงน้ำตาลที่หมักได้หมดการสร้างแก๊สหยุดลง สำหรับโดชนิดดังกล่าวแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่หมักได้มาจากแป้ง การทำให้มีรสชาติ ทำให้ขนมปังสดมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน กลิ่นหอมของขนมปังส่วนใหญ่ได้มาจากแหล่งใหญ่ 2 แหล่ง คือ การหมักของยีสต์ และส่วนของขนมปังที่เกรียมเป็นสีน้ำตาล สำหรับรสชาติของยีสต์นั้นเกิดจากการหมักของยีสต์ที่ให้ผลพลอยได้เป็นสารประกอบหลายชนิด เช่น เอสเทอร์ กรด เอทิลแอกอออล์ และคาร์โบนิล (Carbonyl) หลายชนิด บางชนิดระเหยได้และหายไปในขณะอบ ส่วนที่ยังคงเหลืออยู่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นสารประกอบใดบ้าง

2.4.2.2 การทำให้โดหมักจนได้ที่ หน้าที่ประการที่สามของยีสต์คือการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างในโดซึ่งรวมเรียกว่ามาทัวริง (Maturing) หรือการทำให้สุก (Ripening) สมบัติของโดที่สมบูรณ์คือ Rheological Property ที่เหมาะสม ซึ่งหมายถึงความสมดุลระหว่างความยืดหยุ่นและความสามารถในการยืดตัวปฏิกิริยาบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับความสมบูรณ์ของโด เช่น การหมักของยีสต์ให้เอทิลแอกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับเอทิลแอกอฮอล์เป็นสารที่ผสมกับน้ำ ดังนั้นมีอิทธิพลต่อธรรมชาติการเป็นคอลลอยด์ของโปรตีนในแป้ง และเปลี่ยนแปลงแรงตึงผิวภายในโด บางส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์จะละลายในส่วนที่เป็นน้ำของโดและสร้างกรดคาร์บอนิกซึ่งแตกตัวเป็นไอออนได้ทำให้พีเอชลดต่ำลง ผลอย่างอื่นที่เกิดจากแก๊สคือทำให้โดพองตัวเป็นการให้พลังงานกลบางส่วนกับโด นอกจากนั้นยีสต์จะปล่อยแอมโมเนียจาก

แอมโมเนียมซัฟเฟตหรือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่เติมลงไปเป็นสารอาหารของยีสต์ ทำให้เกิดกรดซัลฟิวริกและกรดไฮโดรคลอริกในโดเป็นผลให้พีเอชต่ำลงไปอีก การที่พีเอชต่ำลงมีอิทธิพลต่อการเติมน้ำและการพองตัวของกลูเทน (Gluten) ซึ่งเป็นโปรตีนในแป้งอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ชนิดต่างๆ ในโดคือปฏิกิริยาออกซิเดชันรีดักชันและปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยารวมทั้งเอนไซมรีดักเทสที่สร้างโดย *S.cerevisiae*

2.4.3 ยีสต์ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ (ทิพาวรรณ, 2533)

2.4.3.1 ยีสต์สด (Compressed Yeast) เป็นยีสต์ที่อัดเป็นก้อนหรือแท่ง มีสีครีมอ่อนถึงน้ำตาลอ่อนค่อนข้างขาว มีความชื้นสูงประมาณ ร้อยละ70 การเก็บรักษาจะต้องแช่เย็นให้อยู่ระหว่าง 2-10 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บสั้น ปริมาณการใช้ ร้อยละ2.5-5 ของน้ำหนักแป้ง ข้อดีของยีสต์ ชนิดนี้คือ เป็นยีสต์ที่ใหม่ และมีความแข็งแรงดี เมื่อนำไปใช้ทำขนมปังจะทำให้ได้ขนมปังมีกลิ่นดี มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติ

2.4.3.2 ยีสต์แห้งชนิดเม็ด (Active Dry Yeast) เป็นยีสต์สดที่ผ่านกระบวนการทำแห้งเพื่อลดความชื้นให้เหลือเพียงร้อยละ 5- 10 มีลักษณะเป็นเม็ดๆ ก่อนนำไปใช้ต้องนำไปละลายในน้ำอุ่นอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ที่ละลายน้ำตาลไว้เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงนำไปผสมกับแป้ง โดยใช้สัดส่วนของน้ำ 1 ลิตร ต่อยีสต์ 50 กรัม และน้ำตาล 20 กรัม ปริมาณการใช้ร้อยละ 1.5-4 ของน้ำหนักแป้ง ข้อดีของยีสต์ชนิดนี้ คือ สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น แต่ยังไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากต้องนำมาละลายน้ำอุ่นที่ผสมน้ำตาลก่อนใช้ ซึ่งบางครั้งน้ำอาจร้อนหรือเย็นเกินไป ซึ่งมีผลทำให้ยีสต์เสื่อมคุณภาพที่มีผลกระทบต่อคุณภาพขนมปัง

2.4.3.3 ยีสต์แห้งชนิดผง (Instant Dry Yeast) เป็นยีสต์สดที่นำมาผ่านกระบวนการทำแห้งเพื่อลดความชื้นให้เหลือเพียง ร้อยละ 3.5-5.5 มีลักษณะเป็นผงหรือท่อนเล็กๆ สั้นๆ สีน้ำตาลอ่อนออกครีม บรรจุขายในถุงฟอยล์ภายใต้สภาพสุญญากาศจึงทำให้เก็บได้นานที่อุณหภูมิของห้อง โดยไม่ต้องแช่เย็น แต่เมื่อแกะห่อฟอยล์สุญญากาศออกใช้ควรเก็บยีสต์ส่วนที่เหลือในภาชนะทึบแสง และปิดสนิทแล้วเก็บแช่เย็นในตู้เย็นช่องแช่เย็นธรรมดา (อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส) ปริมาณการใช้ร้อยละ 1-2 ของน้ำหนักแป้ง ข้อดีของยีสต์ชนิดนี้ คือ ใช้สะดวก สามารถเติมลงในแป้งได้ทันที เก็บไว้ได้นาน อย่างไรก็ตาม แม้ว่ายีสต์แห้งสำเร็จรูปจะมีอายุการเก็บนาน แต่ว่ายีสต์ก็เหมือนกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่มีการเกิดและดับสลายตามอายุไขทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อม

ในการเก็บรักษา ทั้งก่อนและหลังการเปิดห่อใช้ ดังนั้นต่อไปนี้คือคำแนะนำและมีวิธีทดสอบง่ายๆ ที่จะช่วยให้ผู้ที่รักการทำขนมปังสามารถใช้ยีสต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.4.4 **องค์ประกอบในส่วนผสมของโด**

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบในส่วนผสมของโด

	องค์ประกอบ		**เอนไซม์**		**ผลของการเปลี่ยนแปลง**
1)	โปรตีน(กลูเตน)	+	โปรตีเอส (จากแป้งหรือเซลล์ยีสต์ที่ตาย)	→	สภาพกลูเตนอ่อนตัวเหมาะสม
2)	สตาร์ช	+ +	ไดเอสเทส (จากแป้งหรือข้าวมอลต์)	→	น้ำตาลมอลโทส
3)	มอลโทส		มอลเทส (จากยีสต์)	→	กลูโคส
4)	กลูโคส	+	ไซเมส (จากยีสต์)	→	คาร์บอนไดออกไซด์ + แอลกอฮอล์
5)	ซูโครส	+	อินเวอร์เทส (จากยีสต์)		กลูโคส+ฟรักโทส
6)	น้ำตาลชั้นเดียว	+	ไซเมส	→	คาร์บอนไดออกไซด์ + แอลกอฮอล์+กรดอื่นๆ

ที่มา: อรอนงค์ (2538)

2.4.5 **อาหารยีสต์** (Mineral Yeast Foods, M.Y.F.) (อรอนงค์, 2538)

อาหารยีสต์ หมายถึง สารประกอบที่มีแร่ธาตุหลายชนิดรวมกันในอัตราที่เหมาะสม เพื่อปรับสภาพของส่วนผสมทั้งหมดในการทำขนมปังให้พอดีเพื่อที่จะได้ขนมปังที่ดี โดยทำหน้าที่แก้ไขสภาพของน้ำในส่วนผสม ส่งเสริมการทำงานของยีสต์โดยปรับสภาพโด ดังนั้นจึงแบ่งกลุ่มอาหารของยีสต์ได้หลายชนิด ตามลักษณะคุณสมบัติการปรับสภาพ ส่วนผสมดังนี้

2.4.5.1 ชนิดโบรเมต ประกอบด้วย

	ร้อยละ	คุณสมบัติ
แคลเซียมซัลเฟต	30	แก้ไขสภาพน้ำอ่อน, ช่วยให้กลูเตนแข็งแรง

แอมโมเนียม คลอไรด์	9.4	ให้ไนโตรเจนแก่ยีสต์
โพแทสเซียม โบรเมต	0.3	สารออกซิไดส์
เกลือ	35	ช่วยให้กลูเตนแข็งแรง
สตาร์ช หรือแป้ง	25.3	ช่วยให้ส่วนผสมของยีสต์ไม่จับตัวเป็นก้อน กันความชื้น

2.4.5.2 ชนิดโปรเมต และไอโอเมต ประกอบด้วย

	ร้อยละ	คุณสมบัติ
โมโนแคลเซียม ฟอสเฟต	50	ให้ความเป็นกรดช่วยแก้น้ำที่มีลักษณะเป็นด่างให้ปกติ
แอมโมเนียม ซัลเฟต	7	ให้ไนโตรเจนแก่ยีสต์
โพแทสเซียม โบรเมต	0.13	สารออกซิไดส์
โพแทสเซียม ไอโอเดต	0.1	สารออกซิไดส์ที่ทำปฏิกิริยาเร็ว
เกลือ	19.4	ช่วยให้กลูเตนแข็งแรง
สตาร์ช หรือแป้ง	23.4	กันความชื้น และเพิ่มน้ำหนัก

2.4.5.3 ชนิดแคลเซียมเพอร์ออกไซด์ ประกอบด้วย

ร้อยละ		คุณสมบัติ
แคลเซียม เพอร์ออกไซด์	0.65	ปรับลักษณะกลูเตนให้ดีขึ้น
แอมโมเนียม ฟอสเฟต / ไดแคลเซียม ฟอสเฟต	9.0	ให้ไนโตรเจนแก่ยีสต์
สตาร์ช หรือแป้ง	90	กันความชื้น และเพิ่มน้ำหนัก

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของยีสต์คือ 27 – 29 องศาเซลเซียส (75 – 80 องศาฟาเรนไฮต์) ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้จะขัดขวางการเจริญเติบโต และถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้ ปฏิกิริยาการหมักจะเกิดเร็วขึ้น

ความเป็นกรด ด่าง ของอาหารที่หมักด้วยยีสต์ มีผลต่อการเจริญเติบโตและของการหมัก ความเป็นกรด ด่างเหมาะสมคือ มีค่า pH 5.5 (อรอนงค์, 2538)

2.5 น้ำ (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

น้ำเป็นสารประกอบที่มีอยู่ในธรรมชาติทั่วไป ผักและผลไม้มีน้ำอยู่ในองค์ประกอบประมาณร้อยละ 90 ขึ้นไป และเนื้อสัตว์มีน้ำอยู่ ร้อยละ 60 แม้แต่ร่างกายมนุษย์ยังประกอบด้วยน้ำถึง ร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ดังนั้นน้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับมนุษย์มาก ถ้ามนุษย์ไม่ได้รับน้ำเข้าสู่ร่างกายเลยภายใน 2.-3 วัน อาจทำให้ตายได้ เราพบน้ำธรรมชาติ 2 ลักษณะใหญ่คือน้ำในธรรมชาติ และน้ำในอาหาร น้ำธรรมชาติได้มาจากน้ำฝน และน้ำหิมะ น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีสามารถละลายสารได้เกือบทุกชนิดทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ดังนั้นน้ำในธรรมชาติจึงไม่บริสุทธิ์ ร้อยละ 100 ในทางเคมี น้ำในอาหารนับว่าเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารทุกชนิด โดยมีอยู่ในรูปอิสระ (Free Water) และเกาะเกี่ยวกับสารอื่น (Bound Water) น้ำอิสระในอาหารนี้มีผลต่อเนื้อสัมผัสและการเก็บรักษาอาหารอย่างมากเนื่องจากน้ำเป็นตัวการสำคัญในการก่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และชีวเคมีของอาหาร รวมทั้งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร ดังนั้นในการเก็บรักษาอาหารจึงนิยมใช้การระเหยน้ำอิสระออกจากอาหาร ทำให้เข้มข้น หรือทำให้เย็นจนแข็ง (Frozen) ส่วนอีกเหตุผลหนึ่งของการระเหยน้ำออกจากอาหารคือการทำให้อาหารมีน้ำหนักลดลง และเปลืองเนื้อที่การบรรจุและขนส่งน้อยลง การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำปริมาณน้ำในอาหารส่วนใหญ่จะมีผลต่ออิสระในอาหารโดยตรง แต่มีผลน้อยมากต่อน้ำที่เกาะเกี่ยวกับอาหารอื่นเช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน เนื่องจากน้ำส่วนนี้ไม่อิสระต่อการเปลี่ยนแปลงโดยวิธีทางกายภาพธรรมดา แต่ได้เกาะเกี่ยวร่วมกับสารอาหารอื่นอยู่ในหลายรูปแบบ ซึ่งยังสามารถส่งผลต่อการเก็บรักษาอาหารได้ ดังนั้นในการควบคุมปริมาณน้ำในอาหาร จึงจำเป็นต้องคำนึงปริมาณน้ำทั้งหมดทั้งที่อยู่ในรูปอิสระ และเกี่ยวกับสารอื่นให้เหมาะสมกับลักษณะอาหารที่ต้องการ เพื่อให้มีอายุการเก็บรักษานานตามความต้องการ (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

น้ำเป็นส่วนผสมที่จัดว่าถูกที่สุดในการทำขนมปัง และเป็นส่วนผสมที่สำคัญมากที่ขาดไม่ได้ เนื่องจากน้ำมีหน้าที่รวมตัวกับโปรตีนในแป้งให้เกิดเป็นกลูเตน

2.5.1 **ชนิดของน้ำ** จำแนกตามปริมาณอินทรีย์สารและเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำเป็น 6 ชนิดด้วยกันคือ

2.5.1.1 น้ำอ่อน (Soft Water) เป็นน้ำที่มีปริมาณของแร่ธาตุละลายอยู่ต่ำ

2.5.1.2 น้ำกระด้าง (Hard Water) จะมีพวกแร่ธาตุละลายอยู่ในปริมาณสูงน้ำกระด้างอาจเป็นน้ำกระด้างชั่วคราว (Temperary Hardness) หรือน้ำกระด้างถาวร (Permanent Hardness)

2.5.1.3 น้ำด่าง (Alkaline water) เป็นน้ำที่มีพวกโซเดียมคาร์บอเนตอยู่

2.5.1.4 น้ำที่เป็นกรด (Acid water) มักพบในที่ ๆ เป็นเหมืองแร่ และเป็นน้ำที่ได้รับจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำที่มีความเป็นกรดมักไม่มีในธรรมชาติ

2.5.1.5 น้ำเกลือ (Saline Water) จะมีพวกเกลือปนอยู่บ้าง ทำให้มีรสเฝื่อน

2.5.1.6 น้ำที่มีสารแขวนลอย (Turbid Water) น้ำทุกชนิดที่กล่าวมาข้างต้นอาจจะเป็นน้ำประเภทนี้ได้ โดยเกิดมีสารแขวนลอยเช่น ดินเหนียว ทรายละเอียด ตะกอน และอื่น ๆ ปนอยู่

สำหรับน้ำที่ใช่ดื่ม หรือน้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์อาหาร ควรเป็นน้ำบริสุทธิ์ ปราศจากเชื้อแบคทีเรีย น้ำชนิดก็ตามที่สามารถดื่มได้ก็สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีได้ น้ำที่มีความเป็นด่างมักใช้ทำเค้ก และบิสกิต เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์สม่ำเสมอ และให้ผลดี สำหรับน้ำที่มีความกระด้างปานกลางจะใช้ได้ดีในการทำขนมปัง แต่น้ำอ่อนได้แก่น้ำกลั่น หรือน้ำฝน ซึ่งปราศจากแร่ธาตุอื่นปะปน น้ำชนิดนี้จะไม่มีการผลิตก๊าซ เมื่อใช้ในการทำขนมปัง ควรใช้สารเคมีช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของก้อนโดแป้งผสมซึ่งเป็นอาหารของยีสต์ที่เรียกว่า Yeast Food ซึ่งจะมีพวกแร่อยู่ด้วย และควรเพิ่มเกลือลงไป ร้อยละ 2-5 เพราะโดที่ทำจากน้ำอ่อนมักจะมีลักษณะเหนอะ แฉะ ขนมปังที่ได้จะแบนราบ น้ำอ่อนจะทำให้กลูเตนอ่อนตัวดังนั้นต้องใช้ยีสต์เพิ่มมากขึ้นและเกลือเพิ่มมากขึ้นด้วย ส่วนน้ำกระด้างจะมีพวกเกลือแร่อยู่แล้ว และถ้ามีไม่มากเกินไปก็จะใช้ได้ดีในการทำขนมปัง การผลิตก๊าซจะเป็นไปตามปกติ และกลูเตนจะเก็บก๊าซได้ดี

2.5.2 **หน้าที่ของน้ำที่มีต่อผลิตภัณฑ์** น้ำทำหน้าที่หลายอย่างในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีดังนี้ คือ

2.5.2.1 ทำให้เกิดกลูเตน

2.5.2.2 น้ำช่วยควบคุมความหนืดของโด เปอร์เซ็นต์ที่ใช้จะแสดงให้เห็นถึงความหนืดของโด

2.5.2.3 น้ำช่วยควบคุมอุณหภูมิของโด และการที่จะทำให้โดมีความอุ่น หรือเย็นควบคุมได้ที่น้ำได้

2.5.2.4 น้ำช่วยละลายเกลือและส่วนผสมอื่น ๆ ที่ไม่ใช่แป้ง เช่น น้ำตาลเกลือและโปรตีนที่ละลายน้ำได้ให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2.5.2.5 น้ำจะทำให้สตาร์ชเปียกและเกิดการพองตัว ทำให้ย่อยง่าย

2.5.2.6 ช่วยให้เอนไซม์ทำงานได้ดี

2.5.2.7 ช่วยให้เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นาน

2.5.2.8 ช่วยการกระจายยีสต์ในการหมักโด

2.5.3 การแก้ไขน้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

2.5.3.1 ถ้าใช้น้ำอ่อนได้แก่ น้ำกลั่น หรือน้ำฝน ซึ่งเป็นน้ำที่มีเกลือแร่ต่ำจะทำให้กลูเตนอ่อนตัวมาก และทำให้โดที่ได้เหนียวเหนอะ โดจะไม่ขึ้นฟู แต่จะแบนราบเนื่องจากไม่มีก๊าซเกิดขึ้นในระหว่างการหมัก ในการแก้ไขสภาพเช่นนี้ ควรเพิ่มประมาณของอาหารยีสต์ลงไป หรือเพิ่มปริมาณเกลือลงไปในโดได้ถึง ร้อยละ 2.5 อาหารยีสต์นั้นเป็นสารผสมของเกลืออินทรีย์หลายชนิดผสมปนกับแป้ง หรือสตาร์ชเพื่อทำให้โดดีขึ้น)อาหารยีสต์ได้แก่ โพแทสเซียมโบรเมต โพแทสเซียมไอโอเมต เกลือแคลเซียมฟอสฟอรัส และแคลเซียมซัลเฟส หรือเกลือแอมโมเนีย

2.5.3.2 น้ำกระด้างปานกลาง เป็นน้ำที่มีเกลือแร่อยู่ปานกลาง โดจะผลิตก๊าซได้ปกติและเก็บก๊าซได้ดีในระหว่างการหมัก ไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมีและอาหารยีสต์ใส่ลงไปเพราะเป็นน้ำที่เหมาะสำหรับใช่ทำขนมปังอยู่แล้ว

2.5.3.3 น้ำกระด้างมาก จะมีเกลือแคลเซียม และแมกนีเซียมคาร์บอเนตละลายปะปนอยู่มาก จะทำให้การหมักชะงัก หรือเป็นไปอย่างช้า ๆ เนื่องจากกลูเตนจับตัวกันแน่น ทำให้โดแข็งกระด้าง และเหนียว หากจะใช้น้ำชนิดนี้ในการทำขนมปังต้องนำไปต้มให้เดือดตั้งไว้ให้เย็นแล้วกรองตะกอนออกก่อนนำไปใช้ และจะต้องเพิ่มปริมาณยีสต์ลงไป ลดปริมาณเกลือในสูตรลง หรือใช้กรดที่กินได้ผสมลงไปด้วย เช่น น้ำส้มหรือน้ำมะนาวจะช่วยแก้ความกระด้างของน้ำลง

2.5.3.4 ถ้าน้ำกระด้างถาวร แก้โดยใช้เอนไซม์ หมักโดให้นานขึ้น ลดอาหารยีสต์ใช้กรดที่กินได้ เพิ่มปริมาณยีสต์ หรือใช้น้ำอ่อนผสม

2.5.3.5 ถ้าน้ำมีพวกโซเดียมคลอไรด์อยู่ การเกิดก๊าซจะลดลงเนื่องจากการกระทำของเกลือที่มีต่อยีสต์ ทำให้กลูเตนแข็งตัว แก้ได้โดยการลดเกลือในสูตรลง

2.5.3.6 ถ้าน้ำมีพวกเหล็กปนจะทำให้โดสีไม่ดี แก้ไขโดยการกรองน้ำนั้นก่อนนำไปใช้

2.5.3.7 น้ำที่มีกรด จะเร่งการหมักให้เกิดเร็วขึ้น การเก็บก๊าซจะต่ำเพราะกรดจะทำให้กลูเตนอ่อนตัว แก้ไขโดยการใส่ปูนขาวลงไป แล้วกรองน้ำก่อนนำไปใช้

2.5.3.8 น้ำที่มีความเป็นเบสสูงกว่าปกติ จะประกอบด้วยโซเดียมคาร์บอเนต ซึ่งทำให้เกิดผลการหยุดชะงักของการหมัก เบสจะสลายไป หรือย่อยกลูเตนให้อ่อนลง แก้ไขได้โดยการเพิ่มกรดแก่โดโดยการเพิ่มน้ำส้ม หรือน้ำมะนาวลงไป

2.6 เกลือ

เกลือที่ใช้ในการทำเบเกอรี่นั้นเป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ในการประกอบอาหารทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์ และซัลเฟตอื่น ๆ

2.6.1 ชนิดของเกลือ

2.6.1.1 เกลือธรรมดา (Normal Salt) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมซัลเฟต

2.6.1.2 เกลือกรด (Acid Salt)ได้แก่ โซเดียมคาร์บอเนต หรือเบคิงโซดา แคลเซียมแอซิกไพโรฟอตฟอรัส ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟูหรือเบคิงเพาว์เดอร์ และครีมออฟทาร์ทาร์

2.6.1.3 เกลือเบส (Basic Salt) เกลือชนิดนี้ไม่สำคัญต่อการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี

2.6.1.4 เกลือผสม (Double Salt) ได้แก่อะลัม (Alum)

เกลือที่นำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีได้แก่ เกลือธรรมชาติ หรือเกลือกรด

2.6.2 หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

2.6.2.1 ทำให้อาหารมีรสดี

2.6.2.2 เน้นรสกลิ่นของรสอื่น ๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดด้วยรสเค็มของเกลือ

2.6.2.3 ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูโดยใช้ยีสต์ และควบคุมอัตราการหมัก

2.6.2.4 ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป

2.6.2.5 ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดตัว

2.6.2.6 ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์

2.6.2.7 ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในโดที่หมักด้วยยีสต์

2.6.3 **คุณลักษณะที่ดีของเกลือ** (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

2.6.3.1 ละลายได้ดีในน้ำ

2.6.3.2 น้ำเกลือควรใสสะอาด ถ้าขุ่นแสดงว่ามีสิ่งไม่บริสุทธิ์เจือปนอยู่

2.6.3.3 ไม่ควรเป็นก้อน

2.6.3.4 ควรเป็นเกลือที่บริสุทธิ์

2.6.3.5 ไม่มีรสขม หรือรสเฝื่อน

2.6.4 **สมบัติของเกลือ** (นิธิยา, 2548)

2.6.4.1 เกลือมีจุดหลอมเหลวสูง

2.6.4.2 สามารถตกผลึกได้

2.6.4.3 เกลือที่เกิดจากปฏิกิริยาการทำให้เป็นกลาง เมื่อละลายน้ำ สารละลายที่ได้จะมีสมบัติเป็นกลาง คือ มี pH เป็น 7

2.6.4.4 ความสามารถในการละลายของเกลือในตัวทำละลายจะแตกต่างกัน เกลือที่ละลายได้ดีในน้ำจะเป็นเกลือของโซเดียมและโพแทสเซียม แต่เกลือของแคลเซียมไม่ละลายในน้ำหรือละลายได้เพียงเล็กน้อย

2.7 **ไขมัน** (นิธิยา, 2548)

2.7.1 **องค์ประกอบทางเคมีของไขมันและน้ำมัน**

ไขมัน และน้ำมันทุกชนิดประกอบด้วยไตรเอซิลกลีเซอรอลมากมายหลายชนิดผสมรวมกันอยู่ และในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลแต่ละชนิดยังประกอบไปด้วยกรดไขมันที่แตกต่างกันอีกด้วยซึ่งอาจเป็นทั้งกรดไขมันชนิดอิ่มตัว และกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ดังนั้นไตรเอซิลกลีเซอรอลในไขมัน และน้ำมันที่ได้จากธรรมชาติจึงเป็นไตรเอซิลกลีเซอรอลผสม ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลที่มีอยู่ในไขมันและน้ำมันชนิดต่าง ๆ จะเป็นตัวกำหนดสมบัติของไขมัน และน้ำมันแต่ละชนิดให้แตกต่างกัน ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในไนไตรเอซิลกลีเซอรอลของไขมันสัตว์ และน้ำมันพืชชนิดต่าง ๆ

2.7.2 ชนิดของเนย

2.7.2.1 เนย (Butter) เป็นผลิตภัณฑ์ของไขมันนม ซึ่งจะถูกแยกออกมาจากน้ำนมในรูปของครีม ครีมที่ได้จะมีไขมันนิยมประมาณร้อยละ 30-35 ครีมที่ใช้ทำเนยเป็นครีมชนิดหวาน (Sweet Cream) เนยประกอบด้วยไขมันนมไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80 มีเกลือประมาณร้อยละ 2.0-3.0 (ขึ้นอยู่กับชนิดของเนยด้วย) น้ำประมาณ ร้อยละ 15 และเลซิทินประมาณ ร้อยละ 0.2 และในเนยยังมีอากาศปนอยู่บ้างประมาณ ร้อยละ 1-5 ซึ่งอากาศจะปนเข้าไปขณะปั่น นอกจากนั้นยังมีโปรตีนเคเซอีน แร่ธาตุต่าง ๆ และของแข็งที่ละลายในน้ำนม ซึ่งละลายอยู่ใน Butter Milk ปนอยู่ด้วย และมีการเติมวิตามินเอ และวิตามินดีเสริมลงไปด้วย ซึ่งวิตามินทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน

2.7.2.2 เนยเทียม หรือมาร์การีน (Margarine) เป็นผลิตภัณฑ์ไขมันชนิดหนึ่งที่ผลิตขึ้นมาทดแทนเนยที่ผลิตมาจากไขมันนม จึงมีลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และส่วนประกอบคล้ายเนย ยกเว้นเนยใช้ไขมันนมเท่านั้น เนยเทียมทำได้โดยการนำน้ำมัน หรือไขมันมาผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนเข้าไปที่พันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เพื่อให้เปลี่ยนสถานะเป็นกึ่งของแข็ง มีเนื้อสัมผัสและความแข็งตัวเหมาะสม สามารถแผ่ออก (Spread) ได้ น้ำมันหรือไขมันที่ใช้ในทำเนยเทียมอาจเป็นน้ำมันพืชหลาย ๆ ชนิดผสมกัน หรือน้ำมันพืชผสมกับไขมันสัตว์ก็ได้ น้ำมันที่นิยมใช้ได้แก่ น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันปาล์ม น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันมะพร้าว ไขวัว หรือไขแกะ การเลือกชนิดของน้ำมันที่จะนำมาผสมกันขึ้นอยู่กับฤดูกาล และราคาของน้ำมันชนิดนั้น ๆ น้ำมันที่ผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชันจะมีกรดไขมัน ทรานส์-ไอโซเมอร์ ปนอยู่ด้วยเล็กน้อย

2.7.2.3 เนยขาว คือ ไขมันหรือน้ำมันที่นำมาผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนเข้าไปเป็นพันธะคู่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เพื่อเปลี่ยนสถานะจากของเหลวให้เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า Plastic Fat เนยขาวทำได้ทั้งจากไขมันพืช และไขมันสัตว์ หรืออาจใช้น้ำมันพืชผสมกับไขมันสัตว์ เมื่อผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนแล้ว ต้องนำไปผ่านกระบวนการกำจัดกลิ่น โดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำเช่นเดียวกับวิธีการทำให้น้ำมันพืชบริสุทธิ์ เนยขาวมีเนื้อสัมผัสอ่อนหรือแข็งได้ตามต้องการ ขึ้นอยู่กับ Degree of Hydrogenation เนยขาวจะมีลักษณะเป็นของแข็งแต่เนื้อนุ่ม มีความหนืดสูงเรียกว่า Plastic Shortening เนยขาวนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนมอบชนิดต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นส่วนผสมในการทำเค้ก คุกกี้ แพนเค้ก บิสกิต ขนมปัง โรล และพาย เนยขาวแบ่งตามความแข็ง-อ่อนของลักษณะเนื้อได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่

1) เนยขาวชนิดแข็ง เป็นกระบวนการที่ผ่านการเติมไฮโดเจนอย่างสมบูรณ์ กรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบจะเป็นไขมันอิ่มตัวทั้งหมด มีสถานะเป็นของแข็ง มีความคงตัวสูงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเนยขาวชนิดนี้จะค่อย ๆ อ่อนตัวลง และเมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำลงก็จะกลับเป็นของแข็งตามเดิม เนยขาวชนิดแข็งมีทั้งที่เติมอิมัลซิไฟเออร์ เนยขาวที่มีอิมัลซิไฟเออร์จะทำให้อิมัลชันที่เกิดขึ้นมีความคงตัวได้ดี และช่วยให้ส่วนผสมของเค้กมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากอุ้มอากาศได้ดีเค้กที่ได้มีความชุ่มชื้นและอ่อนนุ่มกว่าเค้กที่ใช้เนยขาวที่ไม่มีอิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้เติมในเนยขาว คือ โมโน- และไอเอซิลกลีเซอรอล

2) เนยขาวชนิดอ่อน เป็นเนยขาวที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนเพียงบางส่วน หรือได้จากการผสมเนยขาวชนิดแข็งกับเนยขาวชนิดเหลว และเติมอิมัลซิไฟเออร์ลงไปเพื่อช่วยให้ความคงตัวดีขึ้น

3) เนยขาวชนิดเหลว เป็นเนยขาวที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หรืออาจไม่ได้ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนเลย เนยขาวชนิดนี้อยู่ในสภาพของเหลวที่อุณหภูมิหนึ่งตามความต้องการเท่านั้น เมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำลงเนยขาวชนิดนี้จะแข็งตัวเป็นของแข็งได้

4) เนยขาวชนิดผง เป็นเนยขาวชนิดแข็งที่นำมาทำเป็นผง อาจมีการผสมกับสารอื่นที่ไม่ใช่ไขมัน และเติมอิมัลซิไฟเออร์ลงไปด้วย เนยขาวชนิดผงจะมีไขมันประมาณร้อยละ 50-82

2.7.3 **การเก็บรักษาไขมันและน้ำมัน** ไขมันจากพืชสามารถเก็บได้ในอุณหภูมิห้องประมาณ 2-3 เดือน ถ้าต้องการเก็บให้ได้นานกว่านี้ต้องเก็บไว้ในตู้เย็น น้ำมันหมูชนิดแข็งควรเก็บไว้ในตู้เย็น โดยใส่ภาชนะบรรจุปิดฝาให้สนิท หรือเก็บไว้ในห้องธรรมดาก็ได้ น้ำมันสลัด หรือน้ำมันมะกอกจะมีกลิ่นหื่นได้ง่ายหลังจากเปิดฝาแล้ว สำหรับไขมันพืชจะเก็บในตู้เย็นแล้วไม่ควรเก็บไว้ที่ให้กลิ่น เพราะไขมันนั้นสามารถดูดกลิ่นแปลกปลอมเข้าไว้ได้ง่ายและรวดเร็ว ศัตรูตัวสำคัญของไขมันก็คือแสงแดด อากาศ น้ำ ความร้อน อุณหภูมิสูง ๆ และโลหะ เหล่านี้เป็นสาเหตุให้ไขมันเหม็นหื่นได้ง่าย (นวรัตน์, ม.ป.ป.)

2.8 นม

เป็นสารละลายที่มีส่วนเล็ก ๆ ของไขมัน โปรตีน น้ำตาล และแร่ธาตุปนอยู่โดยไม่แยกออกจากกันเมื่อตั้งทิ้งไว้ องค์ประกอบของนมอาจแตกต่างกันไปบ้าง แต่มีองค์ประกอบโดยเฉลี่ยดังนี้

น้ำ ร้อยละ 87.75

ของแข็งในนม ร้อยละ 12.5 (ประกอบด้วย ไขมัน โปรตีน แร่ธาตุ และแล็กโทส)

ไขมัน ร้อยละ 3.50

โปรตีน ร้อยละ 3.25

แร่ธาตุ ร้อยละ 0.75

แล็กโทส(น้ำตาลในนม) ร้อยละ 4.75

โปรตีน ร้อยละ 3.25 ที่มีอยู่ในนมนั้น จะประกอบด้วยแคซีน (Casein) ร้อยละ 80 และแอลบูมิน (Albumin) ร้อยละ 20 นมสดที่รีดจากแม่วัวใหม่ๆ ควรผ่านกระบวนการไฮโมจิไนซ์ (Homogenize) เพื่อไม่ให้เกิดการแยกชั้นของครีม แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอไรซ์ (Pasteurization) ซึ่งเป็นวิธีฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในนมโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 140 องศาฟาเรนไฮต์ นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงโดยเร็วที่อุณหภูมิ 50 องศาฟาเรนไฮต์ หรือต่ำกว่านั้น หรืออาจใช้ระบบความร้อนสูง เวลาสั้นก็ได้ คือทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 160 องศาฟาเรนไฮต์ เวลาสั้นแล้วทำให้เย็นลงทันที (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

2.8.1 ชนิดของนมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี

2.8.1.1 นมสด เป็นของเหลวที่มีทั้งชนิดมีไขมันเต็มซึ่งได้แก่ นมสดบริสุทธิ์ (Whole Milk) นมสดปราศจากไขมัน (Skim Milk) และบัตเตอร์มิลค์ (Butter Milk)

2.8.1.2 นมข้น ได้แก่ นมที่นำมาระเหยความชื้นออก แล้วนำส่วนที่เหลือไปไฮโมจิไนซ์ มีทั้งนมข้นหวานที่ทำจากนมสดบริสุทธิ์ ซึ่งนำมาระเหยแล้วเติมน้ำตาลลงไปประมาณ ร้อยละ 41 นมข้นจืดชนิดนี้มีไขมันเต็ม และไม่มีไขมัน (หางนม) ได้จากการนำนมสดมาระเหยแต่ไม่เติมน้ำตาลรู้จักกันในชื่อนมสดระเหย

2.8.1.3 นมผง ได้แก่ นมสดที่ไขมันเต็ม และหางนมสดที่ปราศจากไขมัน นำมาต้มให้ร้อนแล้วกระจายบนลูกกลิ้งที่มีความร้อน หรือฉีดผ่านเครื่องพ่นฝอยแห้ง (Spray Dry) นมผงที่ได้ไม่ควรมีความชื้นเกินร้อยละ 5

2.8.2 หน้าที่ของนมที่มีต่อผลิตภัณฑ์

เมื่อใช้นมในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี ควรต้องคำนึงถึงส่วนสำคัญ 2 ส่วนในนม คือส่วนที่เป็นน้ำ และส่วนที่เป็นของแข็งในนมน้ำในนมจะมีอยู่ในช่วงระหว่าง ร้อยละ 12.5 - 90 ขึ้นอยู่กับชนิดของนมนั้น ทำหน้าที่หลายอย่างเมื่อมีในปริมาณที่เหมาะสม คือ

2.8.1.1 ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน

2.8.1.2 ช่วยรวมส่วนผสมอื่น ๆ เข้าด้วยกัน

2.8.1.3 ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม

2.8.1.4 ช่วยให้แป้งเกิดเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เมื่อรวมกับน้ำ

2.8.1.5 ความชื้นของนมนั้นไม่ได้เป็นทั้งตัวทำให้ตัวผลิตภัณฑ์แข็งขึ้น แต่เมื่อรวมกับส่วนผสมอื่น ๆ แล้วอาจช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีทั้งความแข็งและความนุ่มทั้ง 2 อย่างได้ส่วนของแข็งในนมจะมีผลต่อการรวมตัวของโปรตีนในแป้ง ทำให้มีความแข็งตัวเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นในนมส่วนที่เป็นของแข็งยังมีน้ำตาลแล็กโทสซึ่งช่วยทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองทอง นมยังช่วยปรับปรุงกลิ่นรสให้ดีขึ้น และยังไม่เป็นตัวเก็บความชื้นที่สำคัญอีกด้ว ย สำหรับขนมปังนมไม่ได้เป็นส่วนผสมที่สำคัญ แต่เป็นส่วนผสมที่เติมเข้าไปเพื่อช่วยให้ขนมปังมีคุณภาพดีขึ้น ซึ่งนิยมใช้นมผงปราศจากไขมัน ซึ่งการใช้นมผงปราศจากไขมัน หรือหางนมผงนั้นมีประโยชน์หลายอย่างเช่น

1) ช่วยเพิ่มการดูดซึมน้ำ และทำให้โดมีกำลังขึ้น นมผงปราศจากไขมันจะเป็นตัวช่วยให้โปรตีนของแป้งมีกำลังเนื่องจากเคซีนในนม ทำให้ปริมาณของขนมปังเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าใช้แป้งที่มีกำลังของโปรตีนปานกลาง สำหรับแป้งที่มีโปรตีนอ่อนควรใช้ปริมาณสูงขึ้น

2) ทำให้การทนทานต่อการผสมดีขึ้น โดที่ใส่นมผงจะทนต่อการผสมที่ใช้เวลานาน และกลับคืนสู่สภาพเดิมอย่างรวดเร็ว ก่อนที่จะถึงระยะที่ใส่พิมพ์

3) ใช้เวลาในการหมักได้นาน เนื่องจากนมทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ นมผงปราศจากไขมันจะทำให้เกิดกรดในระหว่างการหมักเกิดได้ช้าลง เพราะฉะนั้นจึงสามารถใช้เวลาหมักได้นาน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรที่ดี

4) ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกขนมปังที่ดี แล็กโทส เคซีน และโปรตีนอื่นที่มีผลในหางนมผง จะทำให้เกิดสีน้ำตาลทองแก่ขนมปัง และทำให้คุณค่าในการปิ้งย่างที่ดีขึ้น

5) ช่วยให้ขนมปังมีขนาด และรูปร่างของเซลล์ และเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น ทำให้การหั่นดีขึ้น

6) เพิ่มปริมาตรให้แก่ก้อนขนมปัง

7) ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่ขนมปัง เนื่องจากในนมมีแร่ธาตุ โปรตีนและวิตามินซึ่งจะช่วยทำให้ขนมปังมีกลิ่นรส และคุณภาพในการรับประทานดีขึ้น

2.8.3 **การเก็บรักษานม** นมสด หรือนมพาสเจอไรซ์ควรเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 38-40 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 3-5 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย แม้ว่าการพาสเจอไรซ์นมจะเป็นการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย แต่แบคทีเรียที่ไม่เป็นอันตรายบางชนิดจะทนต่อการพาสเจอไรซ์ และแบคทีเรียเหล่านี้จะเป็นสาเหตุที่ทำให้นมเปรี้ยวได้ถ้าไม่เก็บให้ถูกต้อง

สำหรับนมระเหยนั้นบรรจุกระป๋องที่มิดชิด ดังนั้นการเก็บรักษาจึงไม่เป็นปัญหา อย่างไรก็ดีในการใช้ ควรเลือกใช้กระป๋องที่ไม่บุบหรือบวม เพราะกระป๋องบุบหรือบวมเกิดจากการเสื่อมเสียภายในกระป๋อง จึงไม่ควรนำมาใช้

นมข้นโดยปกติบรรจุในกระป๋อง เมื่อเปิดใช้แล้วควรเก็บไว้ในที่เย็น แล้วปิดฝาให้มิดชิดถึงแม้ว่าน้ำตาลที่มีอยู่ในนมจะทำหน้าที่เป็นสารกันเสียก็ตาม นมข้นหวานก็จะเสื่อมเสียภายใน 2-3 สัปดาห์ ความร้อน และแสงแดดจะช่วยให้นมเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น อีกอย่างหนึ่งก่อนใช้นมข้นหวานควรต้องคนให้ทั่ว ๆ ถึงก้นภาชนะบรรจุ เพราะน้ำตาลมักจะตกผลึกตามข้าง ๆ และตกไปอยู่ก้นภาชนะได้

สำหรับนมผงไม่ว่าจะเป็นนมผงมีไขมันเต็ม หรือปราศจากไขมันก็ตามควรเก็บไว้ในที่แห้งแล้วปิดฝาให้สนิท เพราะนมผงนั้นมักจะดูดความชื้นจากอากาศไว้ นมผงปราศจากไขมันจะเก็บได้ดีกว่านมผงไขมันเต็ม นมผงที่จับตัวเป็นก้อน หรือแข็งตัวควรนำมาบดให้ละเอียดแล้วร่อนเสียก่อนแล้วจึงนำไปละลายในน้ำเย็นเพื่อให้เป็นสารละลายนมก่อนที่จะนำไปใช้ อย่าคิดว่าจะใช้เครื่องผสมช่วยตีนมที่แข็งโดยผสมไปกับส่วนผสมอื่น ๆ เพราะเครื่องตีจะตีก้อนนมที่จับตัวแข็งนี้ออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งจะไม่ละลายเข้าไปในส่วนผสม เมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ชิ้นเล็กๆ ของนมผงเหล่านี้จะแข็งขึ้นเป็นเม็ด ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่น่าดู (นวรัตน์, มปป)

2.9 ตาล

ตาลโตนดเป็นพืชตระกูลปาล์มพัดชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus Flabelliter Linn*. จัดอยู่ในสกุล Borassas ชื่อสามัญ Palmyra Palm นักชีววิทยาสันนิษฐานว่าน่าจะมีแหล่งกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในภูมิประเทศเขตร้อนของทวีปแอฟริกา ต่อมาได้มีการกระจายพันธุ์และขยายพื้นที่ปลูกไปจนถึงอินเดียตอนใต้ และประเทศในภูมิภาคเอเชีย ได้แก่ ศรีลังกา พม่า กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย

2.9.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (ปรัชญา, 2537)

2.9.1.1 ลำต้น ตาลโตนดเป็นพืชลำต้นเดี่ยว ไม่มีหน่อ ลำต้นมีขนาดใหญ่ และสูงชะลูดเมื่อต้นตาลเติบโตเต็มที่จะสูงประมาณ 25-27 เมตรลำต้นมีลักษณะตรง หรือโค้ง โคนต้นอวบใหญ่วัดขนาดได้ประมาณ 50 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 ฟุต เปลือกลำต้นขรุขระ และเป็นวงปล้องซ้อนๆกัน ลำต้นเป็นเสี้ยนสีดำ แข็งมาก ไม่หักง่าย

2.9.1.2 ใบ ประกอบสีเขียวเข้ม มีลักษณะคล้ายฝ่ามือ ขอบใบหยักคล้ายฟันเลื่อยหรือรูปพัด มีรัศมีประมาณ 4 เมตร ความกว้างวัดได้ 50-70 เซนติเมตร ตามทางจะมีหนามทู่สีดำติดอยู่ ยอดตาลจะมีใบตาลประมาณ 25-40 ใบ ใบแก่จะห้อยแนบกับลำต้น ตาลโตนดต้นหนึ่งๆสามารถให้ใบประมาณ 12-15 ใบต่อปี เฉลี่ยเวลาประมาณ 2 เดือน

2.9.1.3 ดอก ตาลโตนดจะออกดอกเป็นช่อ ดอกตัวผู้ และตัวเมียจะแยกกันคนละต้น ช่อดอกตัวผู้ เรียกว่า “งวงตาล” ยาวประมาณ 1.5-2 เมตร ช่อดอกตัวผู้แตกแขนงออกเป็น 2-4 งวงต่อก้านดอก ในแต่ละงวงจะมีดอกเล็กๆจำนวนมาก จะช่อดอกประมาณ 3-9 ช่อ ส่วนช่อตัวเมียเรียกว่า “ปลีตาล” จะมีดอกน้อยกว่าดอกตัวผู้ ประมาณ 10 ดอก มีงวง 3 งวง ต้นตัวเมียจะออกช่อหลังต้นตัวผู้เล็กน้อย แต่จะมีช่อขนาดใหญ่และชุ่มน้ำหวานมากกว่า ตาลหนึ่งต้นสามารถรองรับน้ำหวานติดต่อกันได้นาน 22 เดือน และรองรับน้ำหวานได้ทุกปีติดต่อกัน 3-4 ช่วงอายุคน หรือประมาณ 80 ปี

2.9.1.4 ผล มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

1) Exocarp เป็นเปลือกชั้นนอก มีผิวเรียบ เป็นมัน

2) Mesocarp เป็นเส้นใยละเอียด

3) Emdocarp เป็นเปลือก หรือกะลาแข็งหุ้มเมล็ด ผลตาลจะให้ดอกให้ผลหลายครั้ง ผลอ่อนมีสีเขียวติดอยู่บนทะลายคล้ายมะพร้าว ผลแก่จัดมีสีน้ำตาลเข้ม หรือดำเป็นมัน ผลโต เมื่อสุกจะมีสีเหลืองแก่และมีกลิ่นหอม ทะลายหนึ่งมีประมาณ 10-15 ผล ตาลลูกหนึ่งจะมีเต้าตาล อ่อนอยู่ 2-3 เต้าและเนื้อตาลประกอบไปด้วยแป้งและน้ำตาลจำนวนมาก

2.9.1.5 ราก มีลักษณะเป็นเสี้ยนกลมยาวเป็นกระจุกคล้ายมะพร้าวแต่ไม่แผ่ไปตามผิวดินเหมือนรากมะพร้าว และยึดติดดินได้ดี

2.9.2 ประโยชน์ของตาลโตนด (ปรัชญา, 2537)

2.9.2.1 สรรพคุณทางยา

1) ช่อดอก ใช้เป็นยาสมุนไพร ต้มน้ำกินแก้ตานขโมยในเด็กแก้พิษตานซาง แก้ร้อนใน ปากเป็นแผล และขับพยาธิ ช่อดอกตัวผู้เป็นยาขับปัสสาวะ และตากแห้งต้มกับส่วนผสมอื่นเป็นยาบำรุงกำลัง

2) ราก นำรากมาต้มเป็นยาขับปัสสาวะ ป็นยาชูกำลัง ขับเลือด และแก้พิษตานซาง ก้านใบ หรือทางตาล นำก้านใบสดย่างไฟและต้นเอาแต่น้ำ สามารถแก้โรคท้องร่วงและแก้ปวดเมื่อยได้

3) ลูกตาล แก้กระหายน้ำ ช่วยลดอุณหภูมิความร้อนในร่างกาย แก้ไขตัวร้อน ละลายเสมหะในลำคอ บรรเทาอาการไอเรื้อรัง

2.9.2.2 ประโยชน์ทางด้านอาหาร

ผลแก่ของลูกตาลมีสีเหลืองสด เมื่อนำมาคั้นแล้วเอาเส้นใยออกจะได้เนื้อที่มีกลิ่นหอม และมีสีเหลืองที่มาจากสารที่เรียกว่า “สารแคโรทีนอยด์” ซึ่งเป็นกลุ่มสีที่มีอยู่ในธรรมชาติที่นิยมใช้อยู่กันอย่างแพร่หลาย ในวงการอุตสาหกรรมอาหาร โดยปกติสารแคโรทีนอยด์มีตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีแดงมักพบในมะเขือเทศ แครอท ไข่แดง เนย มะม่วง แคนตาลูป ท้อ พืชตระกูลส้ม พริกหยวกสีแดง-เหลือง สับปะรด แตงโม นิยมใช้สารแคโรทีนอยด์แต่งสีขนมต่างๆ เช่นขนมเค้ก ขนมตาล ขนมขี้หนู

2.9.3 **คุณค่าทางโภชนาการ**

คุณภาพเนื้อตาลสุกและการยืดอายุการเก็บของเนื้อตาลสุกพบว่าเนื้อตาลสุกที่ยีแล้วมีสีเหลืองอมส้มโดยมีค่า L* = 51.00, a* = 31.71, และ b* = 81.41 มีปริมาณความชื้นโปรตีนไขมันเถ้าใยอาหารและคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 93.00, 0.14, 0.32, 0.38, 2.73 และ 3.43 ตามลำดับมีค่า pH 3.56 มีวิตามินซีแคลเซียมและฟอสฟอรัส 41.84, 1.40 และ 11.20 มิลลิกรัมต่อเนื้อตาลสุกที่ยีแล้ว 100 กรัมตามลำดับมีปริมาณธาตุเหล็กน้อยมากและมีเบต้าแคโรทีน 615 ไมโครกรัมต่อเนื้อตาลสุกที่ยีแล้ว 100 กรัม (มนัสนันท์ และคณะ, 2541)

2.10 **กรรมวิธีการผลิตขนมปัง** (อรอนงค์, 2541)

2.10.1 **การผสม** มีจุดประสงค์หลัก 2 ประการ คือ เพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดี และเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นของโด สำหรับการผสมก็มี 2 แบบคือ แบบผสมครั้งเดียว และแบบผสมสองครั้ง โดยการผสมครั้งเดียวก็จะรวมส่วนผสมทั้งหมดรวมกันทีเดียว นวดจนได้ลักษณะโดที่ดี

ดังนั้นคำว่า “โด” จึงหมายถึง ส่วนผสมแป้งกับน้ำรวมกับส่วนผสมอื่น จนเข้ากันดี มีลักษณะยืดหยุ่นได้เอง และการผสมสองครั้งก็จะแบ่งการผสมเป็นสองครั้ง คือ ครั้งแรกจะผสมส่วนใหญ่กับน้ำและยีสต์ เพื่อให้เข้ากันเท่านั้นแล้วหมักทิ้งไว้ส่วนนี้เรียกว่า ส่วนสปันจ์ ซึ่งจะใช้เวลาการหมักประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง แล้วจึงผสมส่วนผสมที่สองโดยผสมส่วนสปันจ์รวมกับแป้งที่เหลือ และส่วนผสมอื่นจนได้โดที่เรียบเนียนเช่นเดียวกับการผสมแบบครั้งเดียว

2.10.2 **การหมัก** มีจุดประสงค์เพื่อให้ก้อนโดเกิดการพองตัวเนื่องจากการพองตัวเนื่องจากเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น เพราะยีสต์ในส่วนผสมเจริญเติบโต และเปลี่ยนองค์ประกอบของสารอาหารในแป้งบางส่วนข้างในเป็นก๊าซดังกล่าว มีผลให้ก้อนโดขยายตัวขึ้นเป็นสองเท่า จึงจำเป็นต้องไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากโด ก่อนที่โดจะใหญ่เกินไปจนแตกเอง และการไล่ลมนี้อาจจะทำครั้งเดียวในช่วงการหมัก หรือสองครั้งขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง

2.10.3 **การตัดแบ่งก้อนโด** มีจุดประสงค์เพื่อให้ก้อนโดที่มีขนาดเท่ากัน ตามลักษณะชนิดของขนมปัง เมื่อตัดแล้วต้องปั้นให้เป็นก้อนกลมอีกครั้ง เพื่อให้คุมก๊าซอยู่ภายในได้

2.10.4 **การพักโดระยะสั้น** มีจุดประสงค์ให้ก้อนโดได้พักคลายตัว หลังจากการตัดและปั้นกลม จะได้สามารถปั้นเป็นรูปร่างต่าง ๆ ที่ต้องการได้ง่ายขึ้น เมื่อพักได้ประมาณ 8-12 นาทีแล้วจึงทำการปั้นก้อนโดเพื่อนำลงพิมพ์

2.10.5 **การใส่พิมพ์** มีจุดประสงค์ให้ขนมมีรูปร่างและขนาดเท่ากัน และสุกอย่างสม่ำเสมอ โดยนำก้อนโดที่ปั้นรูปร่างแล้วใส่ลงไปในพิมพ์ที่ทาด้วยเนยขาวบางๆ เพื่อไม่ให้ขนมติดพิมพ์เมื่อสุก

2.10.6 **การทำโดก่อนอบ** มีจุดประสงค์ให้ขนมปังได้หมักอีกจนขนมขึ้นเกือบเต็มพิมพ์

2.10.7 **การอบ** มีจุดประสงค์เพื่อให้ขนมปังสุก มีกลิ่นรสชวนรับประทาน ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 140-170 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง

2.11 การเสื่อมเสียคุณภาพของขนมปัง

ขนมปังที่ออกจากเตาอบใหม่ ๆ เป็นขนมปังที่มีคุณภาพดีสุด โดยจะมีลักษณะภายนอกดี มีเปลือกนอกแข็งกรอบสีน้ำตาล เนื้อในนุ่มสีขาว มีความยืดหยุ่นตัว เหนียวเป็นใย เซลล์รูปรี มีกลิ่น

รสดี เมื่อเคี้ยวจะเหนียวเล็กน้อย รสชาติอร่อย แต่พอทิ้งขนมปังไว้ให้เย็น แล้วใส่ภาชนะที่เป็นถุงพลาสติกธรรมดา หรือทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องนานขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทั้งภายในและภายนอก โดยเปลือกนอกจะไม่กรอบ แต่เหนียวคล้ายหนังเนื่องจากความชื้นจากภายในระเหยมายังเปลือก ส่วนเนื้อขนมปังภายในจะมีลักษณะร่วน สีขาวขุ่น ทั้งนี้เชื่อว่าเป็นผลของการเปลี่ยนแปลงของสตาร์ช ในส่วนของอะมิโลสที่แยกออกจากเม็ดสตาร์ช และเกิดเป็นตะกอนขุ่นขาวเมื่อเย็นลงกลูเตนสูญเสียน้ำ มีผลให้โครงร่างแข็งตัวขึ้น สีขุ่น ทำให้ขนมปังมีลักษณะร่วน ไม่นุ่มเคียวและไม่เหมือนเดิม จึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอีกต่อไป โดยทั้วไปขนมปังจะเปลี่ยนคุณภาพหลังจากเก็บในสภาพปกติ 2-5 วัน แต่ถ้ามีการควบคุมสภาพการเก็บ ก็จะสามารถเก็บรักษาคุณภาพของขนมปังไว้ได้นานขึ้น (อรอนงค์, 2541)

2.11.1 การเปลี่ยนแปลงขณะเก็บรักษา (อรวินท์ และคณะ, 2549)

2.11.1.1 เปลือกนอก (Bread Crust) จะแข็งและเหนียว เกิดจากการที่ความชื้นเคลื่อนย้ายจากเนื้อในขนมปัง ที่มีความชื้นสูงไปยังเปลือกนอกที่มีความชื้นต่ำกว่า ขณะอบใหม่ ๆ เปลือกนอกขนมปังจะกรอบและมีความชื้นประมาณร้อยละ 2.5 เมื่อตั้งทิ้งไว้เปลือกจะดูดความชื้นจากเนื้อในขนมปัง ทำให้ความกรอบลดลง แต่ความเหนียวเพิ่มขึ้น

2.11.1.2 เนื้อในขนมปัง (Bread Crumb) จะแห้ง ร่วน การแห้งของเนื้อในขนมปังไม่ได้เกิดจากการสูญเสียความชื้น เนื้อในขนมปังจะแน่นขึ้นถึงแม้ความชื้นจะไม่สูญหายไป การเกิดลักษณะเนื้อขนมปังที่แน่นขึ้นนี้เกิดจากการตกผลึกอีกครั้งของสตาร์ช เรียกว่า การเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation) ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากการเกาะเกี่ยวภายในหรือระหว่างโมเลกุลของอะมิโลเพกทิน การเกิดสีขาวเกิดจากการขยายตัวของผลึก ทำให้ค่าดัชนีการหักเหของแป้งเปลี่ยนแปลงไป ปฏิกิริยารีโทรเกรเดชันเป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ ดังนั้นขนมปังที่นำมาอบใหม่อีกครั้งจะมีคุณภาพดีขึ้น ผลึกของอะมิโลเพกทินจะหายไปที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส อะมิโลสถึงแม้ว่าจะรวมตัวอย่างรวดเร็วหลังจากอบ เป็นสาเหตุทำให้เนื้อขนมปังที่แน่นขึ้นในช่วงแรก แต่ไม่มีผลต่อเนื้อขนมปังที่แน่นขึ้นในช่วงต่อมา แต่อะมิโลเพกทินจะค่อย ๆ รวมตัวกันในระหว่างการเก็บรักษาและมีผลต่อเนื้อขนมปังที่แน่นขึ้นในช่วงการเก็บรักษา

2.11.2 ปัจจัยที่ช่วยลดการเสื่อมคุณภาพของขนมปัง

2.11.2.1 เอนไซม์อะมิเลส การเติมเอนไซม์แอลฟาอะมิเลสลงไปจะช่วยชะลอการเกิด (Staling) ของขนมปังได้

2.11.2.2 ไขมันหรือโมโนกลีเซอร์ไรด์ ซึ่งจะช่วยลดการพองตัวของแป้งทำให้การละลายของแป้งลดลง ลดการสัมผัสระหว่างเม็ดแป้งและกลูเตน ลดการเกิดพันธะข้ามของโปรตีน ทำให้อัตราการแน่นของเนื้อขนมปังลดลง

2.11.2.3 อิมัลซิไฟเออร์ สารนี้เกิดจากสารประกอบเชิงซ้อนกับอะมิโลสทำให้ได้เนื้อขนมปังที่นุ่มขึ้น ลดการพองตัวของแป้ง ทำให้การละลายของแป้งลดลง ได้แก่ โมโนกลีเซอร์ไรด์, Sodium Stearoyl-2-Lactylate (SSL) และ Diacetyl Tartaric Acid Ester of Monoglycerides (DATEM)

2.11.2.4 อุณหภูมิในการเก็บรักษา ถ้าเก็บขนมปังไว้อุณหภูมิต่ำอัตราการเกิด staling ของขนมปังจะเพิ่มขึ้น และถ้าเก็บขนมปังไว้อุณหภูมิสูง (สูงกว่า 55 องศาเซลเซียส) อัตราการเกิด การบูด ของขนมปังจะลดลง การเก็บขนมปังโดยวิธีการแช่แข็ง ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จะให้ขนมปังคงความสดอยู่ได้นาน จนกว่าจะนำมาบริโภคจึงลดอุณหภูมิให้เท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำเข้าอบใหม่อีกครั้ง โดยใช้เวลาอบเพียงเล็กน้อยก็จะได้ขนมปังที่มีลักษณะใหม่สดเหมือนเดิม

2.12 **พฤติกรรมผู้บริโภค** (Consumer Behavior)

ศิริวรรณ และคณะ (2541) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อของผู้บริโภคประกอบด้วย

2.12.1 ปัจจัยด้านวัฒนธรรม (Cultural Factors) เป็นสัญลักษณ์และสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยเป็นที่ยอมรับจากรุ่นหนึ่ง โดยเป็นตัวกำหนดและกำหนดพฤติกรรมของมนุษย์ในสังคมหนึ่ง ค่านิยมในวัฒนธรรมจะกำหนดลักษณะของสังคม และกำหนดความแตกต่างของสังคมหนึ่งจากสังคมอื่น วัฒนธรรมเป็นสิ่งกำหนดความต้องการและพฤติกรรมของบุคคล ซึ่งนักการตลาดต้องคำนึงถึงความเปลี่ยนแปลงของวัฒนธรรม และนำลักษณะการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นไปใช้กำหนดโปรแกรมการตลาด วัฒนธรรมแบ่งออกเป็นวัฒนธรรมพื้นฐาน (Culture) ซึ่งเป็นลักษณะพื้นฐานของบุคคลในสังคม เช่น ลักษณะนิสัยของคนไทย ซึ่งเกิดจากการหล่อหลอมพฤติกรรมของสังคมไทย ทำให้ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน วัฒนธรรมกลุ่มย่อย (Subculture) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มเชื้อชาติ กลุ่มศาสนา กลุ่มสีผิว กลุ่มอาชีพ กลุ่มอายุ และพื้นฐานทางภูมิศาสตร์ และชั้นของสังคม (Social Class) เช่น ผู้มีรายได้ต่ำกับผู้มีรายได้สูง

2.12.2 **ปัจจัยด้านสังคม** (Social Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน และมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อ ลักษณะทางสังคมประกอบด้วยกลุ่มอ้างอิง ครอบครัว บทบาทและสถานะของผู้ซื้อ

2.12.3 **ปัจจัยส่วนบุคคล** (Personal Factors) การตัดใจซื้อได้รับอิทธิพลจากลักษณะส่วนบุคคลของคนทางด้านต่าง ๆได้แก่ อายุ ขั้นตอนวัฏจักร ชีวิตครอบครัว อาชีพ โอกาสทางเศรษฐกิจ การศึกษา รูปแบบการดำรงชีวิต บุคลิกภาพ และแนวความคิดส่วนบุคคล

2.12.4 **ปัจจัยทางจิตวิทยา** (Psychological Factors) การซื้อของบุคคลได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านจิตวิทยา ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยภายในตัวผู้บริโภคที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อ และการใช้สินค้า ปัจจัยภายในประกอบด้วย การจูงใจ การรับรู้ การเรียนรู้ ความเชื่อถือ และทัศนคติ บุคลิกภาพ และแนวความคิดของตนเอง

2.13 การทดสอบผู้บริโภค

2.13.1 **การทดสอบผู้บริโภค** เป็นการทดสอบความชอบ หรือการยอมรับของผู้บริโภค และเป็นการประเมินผลผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา โดยใช้ตัวแทนเป็นกลุ่มบริโภคเป้าหมาย

2.13.2 **ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายต้องเป็นกลุ่มที่ใช้** หรือคาดว่าจะใช้ผลิตภัณฑ์นี้ ซึ่งผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายอาจได้มาจากการทำการสำรวจผู้บริโภค การคัดเลือกผู้บริโภคที่จะนำมาทดสอบผลิตภัณฑ์ ต้องพิจารณาถึงลักษณะประชากรศาสตร์ด้วย เพื่อให้เหมาะกับผลิตภัณฑ์

2.13.3 **แบบสอบถามสำหรับการทดสอบผู้บริโภคจะต้อง ประกอบด้วย** คำถามที่เกี่ยวกับลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค เช่น เพศ อายุ การศึกษา และรายได้ คำถามเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ต้องเป็นคำถามสั้น เข้าใจง่าย น่าสนใจ และควรมีการทดสอบแบบสอบถามก่อนที่จะนำไปทดสอบจริง เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจแบบสอบถาม

2.13.4 **สถานที่ทดสอบ**

2.13.4.1 Central Location Test (CLT) สถานที่ที่ใช้ทดสอบต้องมีผู้บริโภคจำนวนมากรวมอยู่รวมกัน เช่น ศูนย์การค้า โรงเรียน มหาวิทยาลัย เป็นต้น สถานที่ทดสอบต้องมีความ

สะดวก มีแสงสว่างเพียงพอ ปราศจากสิ่งรบกวน เช่น กลิ่น เสียง วิธีการนี้ต้องใช้ผู้ดำเนินงานหลายคนผู้ทดสอบใช้เวลาทดสอบคนละ 15-20 นาที ไม่ควรใช้เวลามากกว่านี้ ยกเว้นในกรณีที่มีตัวอย่างมาก วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย

2.13.4.2 Home Use Test (HUT) วิธีการนี้จะให้ผู้บริโภคทำการทดสอบที่บ้าน ทดสอบผลิตภัณฑ์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยแจกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ให้กับผู้บริโภคพร้อมกับแบบสอบถามทางไปรษณีย์ หรือส่งตามบ้านที่ถูกคัดเลือก หลังจากผู้บริโภคทำการทดสอบแล้วจะส่งกลับน้อย ค่าใช้จ่ายสูง และอาจมีความคิดเห็นของสมาชิกในครอบครัวเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับขนมปังและเนื้อตาลสุก บางส่วนของงานวิจัยนี้ได้อ้างถึง และรวบรวมไว้ดังนี้

มนัสนันท์ และคณะ (2541) การศึกษาคุณภาพเนื้อตาลสุกและการยืดอายุการเก็บของเนื้อตาลสุกพบว่าเนื้อตาลสุกที่ยีแล้วมีสีเหลืองอมส้มโดยมีค่า L* = 51.00, a* = 31.71, และ b* = 81.41 มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต ประมาณร้อยละ 93.00, 0.14, 0.32, 0.38, 2.73 และ 3.43 ตามลำดับมีค่า pH 3.56 มีวิตามินซี แคลเซียม และฟอสฟอรัส 41.84, 1.40 และ 11.20 มิลลิกรัมต่อเนื้อตาลสุกที่ยีแล้ว 100 กรัมตามลำดับมีปริมาณธาตุเหล็กน้อยมาก และมีเบต้าแคโรทีน 615 ไมโครกรัมต่อเนื้อตาลสุกที่ยีแล้ว 100 กรัมปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด $3.74x10^7$ โคโลนีต่อกรัม การพาสเจอไรซ์เนื้อตาลสุกที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเวลา 22 นาทีสามารถทำลายจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดยีสต์และราลดลงน้อยกว่า 250 โคโลนีต่อกรัม และพบว่าปริมาณโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่เติมลงไปและค่า pH ของเนื้อตาลสุกพาสเจอไรซ์มีอิทธิพลต่อคุณภาพของเนื้อตาลสุกและขนมตาลเมื่อ pH ลดลงเป็น 2.8 ขนมตาลจะมีความแข็งและความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นคะแนนความชอบเฉลี่ยของสีรสหวานรสเปรี้ยวและกลิ่นตาลลดลงเนื้อตาลสุกพาสเจอไรซ์ที่เติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 200 พีพีเอ็ม และปรับ pH เป็น 2.8 มีอายุการเก็บอย่างน้อย 2 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง (~30 องศาเซลเซียส)

ภัทธิรา (2549) การศึกษาวิธีการเก็บรักษาเนื้อตาลสุกโดยการลดค่า a_w ร่วมกับการแช่แข็งเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อตาลสุกการศึกษาครั้งนี้ได้นำเนื้อตาลสุกที่ยีแล้วผสมกับน้ำตาลทรายเพื่อลดค่า a_w บรรจุถุงพลาสติกชนิด LLDPE ผนึกแบบสุญญากาศพาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิ 90+-2 องศาเซลเซียสเวลา 22 นาที แช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 สัปดาห์และตัวอย่างที่ลดค่า a_wไม่พาสเจอไรส์เก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาเท่ากัน

ปิยวรรณ (2541) การใช้น้ำกระเจี๊ยบเป็นส่วนผสมในการทำขนมปัง โดยใช้น้ำกระเจี๊ยบที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 2, 4, 6, และ 8 แทนการใช้น้ำเปล่า เมื่อทำการทดสอบคุณสมบัติของน้ำกระเจี๊ยบ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลง และปริมาณความแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น และเมื่อใช้น้ำกระเจี๊ยบในการทำขนมปังคุณภาพของขนมปังจะมีความแตกต่างกัน คือเมื่อความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำกระเจี๊ยบที่ใช้จะลดลง เป็นผลให้ความชื้นของขนมปังน้อยลงและเมื่อมีการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้นข้นเพิ่มขึ้นสีของเนื้อในขนมปังจะมีสีม่วงเข้มขึ้น ผนังเซลล์ของเนื้อในขนมปังจะหนาและแข็งขึ้น อีกทั้งขนมปังจะมีปริมาตรจำเพาะลดลง สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 2 ในการทำขนมปังได้รับคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะสูงที่สุด รองลงมาคือการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนการใช้น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 8 ได้รับคะแนนความชอบต่ำสุด ดังนั้นความเข้มข้นของน้ำกระเจี๊ยบสูงที่สุดที่สามารถใช้ในการทำขนมปังแล้วผู้ชิมยังให้การยอมรับได้ คือ น้ำกระเจี๊ยบความเข้มข้นร้อยละ 6

สุนีย์ (2540) การผลิตโดขนมปังแช่เยือกแข็ง เป็นศึกษาชนิดและปริมาณของสารปรับปรุงคุณภาพ ปริมาณยีสต์ที่ใช้ในการผลิตโดขนมปังแช่เยือกแข็ง ภาวะ การเตรียมโดก่อนแช่เยือกแข็ง วิธีการแช่เยือกแข็งและศึกษาอายุการเก็บโดขนมปังแช่เยือกแข็ง จากการทดลองพบว่า ชนิดและปริมาณสารปรับปรุงคุณภาพที่เหมาะสมในการทำโดขนมปัง (140±2 กรัม) แบบทุ่นเวลา โดยใช้สารปรับปรุงคุณภาพ 2 ชนิดร่วมกัน คืออะโซไดคาร์โบนาไมด์ (ADA) และกรดแอสคอร์บิก (AA) พบว่า ในอัตราส่วน 15:100 และ 15:150 ppm จะมีค่าปริมาตรจำเพาะและคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด ในการผลิตโดขนมปังแช่แข็งพบว่า อัตราส่วนของ ADA:AA ที่เหมาะสมเท่ากับ 30:100 ppm ปริมาณยีสต์แห้งที่ระดับร้อยละ 3 ของน้ำหนักแป้งจะให้ค่าเฉลี่ยปริมาตรจำเพาะ ปริมาณยีสต์ที่เหลือรอด และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด รวมทั้งมีปริมาณสารรีดิวซ์น้อยกว่ายีสต์ที่ระดับอื่นๆ ศึกษาการเตรียมโดขนมปังก่อนแช่เยือกแข็งที่เหมาะสม โดยศึกษาภาวะปกติซึ่งไม่มีการให้ความร้อนโด และภาวะที่ให้ความร้อนแก่โดที่อุณหภูมิ 42 44 และ 46 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที พบว่าการเตรียมโดขนมปังแช่เยือกแข็ง โดยไม่ให้ความร้อนแก่โดขนมปังจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด เนื่องจากค่าปริมาตรจำเพาะและอัตราการรอดชีวิตของยีสต์สูงกว่า สำหรับภาวะที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งแบบลมเย็นที่อุณหภูมิลมเย็น - 32 องศาเซลเซียส พบว่า เวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์แบบลมเย็น จนอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่จุดกึ่งกลางเป็น -18 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 87 นาที และภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์

ด้วยไนโตรเจนเหลว คือ ที่อุณหภูมิ -60 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 นาที จากการทดลองเก็บโดขนมปังที่แช่เยือกแข็งแบบลมเย็นและไนโตรเจนเหลว ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า อัตราการรอดชีวิตของยีสต์ลดลงและเวลาที่ใช้ในการพักโดเพิ่มขึ้น ค่าปริมาตรจำเพาะและค่าแรงดึงต่อความยืดของโดลดลง สำหรับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปัง จากโดขนมปังแช่เยือกแข็งทั้งสองวิธี พบว่า เมื่อเก็บเป็นเวลา 12 สัปดาห์ คะแนนเฉลี่ยในด้านความชอบรวมจะลดลงแต่คุณภาพยังเป็นที่ยอมรับ

ดวงกมล (2546) การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแครอทในการผลิตขนมปังแซนด์วิชโดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCB) 5 หน่วยการทดลอง (Treatment) 3 ซ้ำ (Block) ดังนี้คือ หน่วยการทดลองที่ 1 2 3 4 และ 5 ใช้ปริมาณแครอทเท่ากับ 0 10 15 20 และ 25 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี ตามลำดับ ควบคุมสภาวะปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปริมาณแป้งสาลี นมผง น้ำตาล เกลือ ยีสต์ เนยขาว และน้ำเย็น อุณหภูมิและเวลาในการนวดโด การหมักโด แรงที่ใช้ในการนวดแป้ง น้ำหนักของโดที่ใส่ในพิมพ์และการอบแล้วนำขนมปัง แครอทที่ได้คุณภาพตรวจสอบคุณภาพ ทางเคมี ทางจุลชีววิทยา ทางกายภาพ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของแครอทมากขึ้นทำให้ผลกระทบต่อคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ โดยทำให้ปริมาณความชื้นเพิ่มมากขึ้น และหน่วยการทดลองที่ 2 3 4 และ 5 มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01 กับหน่วยการทดลองที่เป็นหน่วยควบคุม (หน่วยการทดลองที่ 1) ส่วนปริมาณไขมัน เถ้า และเส้นใยจะมีค่าเพิ่มขึ้นและทุกหน่วยการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01 ส่วนปริมาณเบต้าแคโร ทีนพบว่ามีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้น การตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ พบว่าเมื่อมีการเติม แครอทเพิ่มขึ้น ทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสความแน่นเนื้อ (Firmness) วัดเป็นค่าแรงกด (Compression Force) นิวตัน (N) และด้านปริมาตรจำเพาะ ($cm.^3/g$) ลดลง เนื่องจากปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น และปริมาณกลูเต็นที่มีความสำคัญต่อโครงสร้างของขนมปังลดลง ด้านความสว่างพบว่ามีค่าลดลงส่วนค่าสีแดง และสีเหลืองมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเติมแครอทเพิ่มขึ้น เนื่องจากสีของแครอทมีสีเหลืองส้ม การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา พลว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขนมปังปัน (มอก. 1168-2536) ทั้งหมด คือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 60 CFU/g จำนวนยีสต์และราไม่เกิน 10 CFU/g และไม่พบ *E.coli* การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าหน่วยการทดลองที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ยด้านสี และรสชาติมากที่สุด ด้านความชอบรวมมีคะแนนสูงสุดร่วมกับหน่วยการทดลองที่ 5 ลักษณะเนื้อสัมผัสได้คะแนนรองลงมาจากหน่วยการทดลองที่ 5 ส่วนด้านลักษณะ

เซลล์อากาศ และกลิ่นไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทุกหน่วยการทดลอง แต่หน่วยการทดลองที่ 4 และ 5 มีลักษณะโดที่ไม่ดีไม่สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช ส่วนหน่วยการทดลองที่ 3 2 และ 1 มีคะแนนรองลงมาตามลำดับ

ยุพร และวิญญ์ (2554) การศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองจากโรงงานผลิตนมถั่วเหลืองหรือ โอคาราสดทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังแซนด์วิชพบว่า การใช้โอคาราสดทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความยืดหยุ่นของก้อนโดลดลง ขนมปังมีปริมาตรจำเพาะลดลง มีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้นและขนมปังมีสีคล้ำ พบว่าปริมาณโอคาราที่สามารถใช้แทนแป้งสาลีได้อยู่ที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นได้ทดลองใช้สารช่วยยืดเกาะ 3 ชนิด ได้แก่ HPMC(Hydroxy Propyl Methyl Cellulose) DMG (Distillated Monoglyceride) และ CMC (Carboxy Methyl Cellulose) เพื่อปรับปรุง คุณภาพของขนมปังโอคารา พบว่าการใช้ CMC ที่ระดับ 1.5 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาตรจำเพาะและความชื้น ของขนมปังโอคาราเพิ่มสูงขึ้นใกล้เคียงกับขนมปังสูตร ควบคุม ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าเมื่อใช้ CMC 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ขนมปังที่ใช้โอคาราทดแทนแป้งสาลี 20 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบโดยรวม สูงสุด จึงได้นำขนมปังโอคาราที่เติม CMC 2 เปอร์เซ็นต์ มาปรับปรุงคุณค่าทางอาหารโดยไม่ใช้เนยขาวแต่ทดลอง เติมน้ำมันถั่วเหลือง พบว่าการเติมน้ำมันถั่วเหลือง 4 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ขนมปังโอคารามีเนื้อสัมผัสที่ดีและ ได้รับการยอมรับโดยรวมจากผู้ทดสอบสูงสุด ผลการ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าขนมปังแซนด์วิช โอคารามีปริมาณโปรตีน เถ้าและเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น และมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไขมันลดลงเมื่อเทียบกับ ขนมปังสูตรควบคุม

อรรถพร ,กัญศิญา และ กุลยา (2553) ใบมะรุมเป็นแหล่งที่สำคัญของโปรตีน เส้นใย วิตามิน และแร่ธาตุหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีแคลเซียมสูง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปริมาณของใบมะรุมผงที่เหมาะสมที่เติมในผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยแปรปริมาณใบมะรุมผงร้อยละ 0, 2.5, 5.0 และ 7.5 โดยน้ำหนักแป้งสาลี ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของใบมะรุมผงพบว่า ใบมะรุมผงมีปริมาณโปรตีน เถ้า เส้นใย ไขมัน คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 30.06, 9.14, 15.49, 2.07 และ 43.24 โดยน้ำ หนักแห้ ง ตามลำดับ และประกอบด้วยแคลเซียม 1903.03 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และวิตามินซี 15.06 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อเติมใบมะรุมผงลงในสูตรขนมปังในปริมาณที่เพิ่มขึ้นค่าความเหนียวของโด ปริมาตรจำเพาะของขนมปัง ความยืดหยุ่นของขนมปัง และจำนวนเซลล์อากาศในเนื้อขนมปังลดลง แต่ความแน่นเนื้อของขนมปังเพิ่มขึ้น ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนตามคุณลักษณะพบว่า ขนมปังที่เติมใบมะรุมผงร้อยละ 2.5 ได้คะแนนด้านกลิ่นรสและเนื้อสัมผัส ไม่

แตกต่างกับขนมปังที่ไม่เติมใบมะรุมผง ($p \geq 0.05$) และมีปริมาณเถ้า เส้นใย โปรตีน ไขมัน แคลเซียม และวิตามินซีสูงกว่าขนมปังที่ไม่เติมใบมะรุมผง

อรวรรณ (2554) ได้วิจัยการประยุกต์เทคโนโลยีกล้าเชื้อยีสต์สาหรับผู้ผลิตขนมตาล วิธีการวิจัย การศึกษากระบวนการผลิตและต้นทุนการผลิตขนมตาลแบบดั้งเดิมโดยสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ 1 รายจากอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม พัฒนากระบวนการผลิตขนมตาลโดยใช้เทคโนโลยีกล้าเชื้อบริสุทธิ์ 2 ขั้นตอนคือ ศึกษากระบวนการผลิตพื้นฐานที่ใช้ยีสต์บริสุทธิ์ และคัดเลือกยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตขนมตาล โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิต และผู้บริโภค โดยนาผลงานวิจัยไปให้ผู้ผลิตทดลองใช้ และสัมภาษณ์ความพึงพอใจ และการยอมรับผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ใช้ผู้ตอบแบบสอบถามจานวน 100 คน ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจโดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี (Central Location Test: CLT) และ ประเมินคุณภาพโดยการทดสอบความชอบ (Paired Preference Test)วิเคราะห์ผลโดยใช้ Binomial Distribution โดยการเปิดตาราง Critical Number of Correct Responses in a Duo-Trio or One-Sided Directional Difference Test ผลการวิจัยพบว่า 1) ส่วนผสมของขนมตาลแบบดั้งเดิมประกอบด้วย เนื้อตาลสุก 600 กรัม แป้งข้าวเจ้า 2,000 กรัม น้าตาลทราย 1,800 กรัม กะทิ 2,500 กรัม เนื้อมะพร้าวขูด 150 กรัม ผงฟู 50 กรัม และ เกลือ 5 กรัม ต้นทุนรวม 171.50 บาท 2) การพัฒนากระบวนการผลิตขนมตาลโดยใช้เทคโนโลยีกล้าเชื้อบริสุทธิ์ พบว่า ปริมาณกล้าเชื้อเหลวที่เหมาะสมในการผลิตขนมตาลคือ อัตราร้อยละ 2 และพบว่าขนมตาลที่ใช้ยีสต์ไอโซเลท Y4 และ Y6 เป็นกล้าเชื้อเหลว มีค่าความขึ้นฟูสูงสุดคือ 0.92 และ 0.91 ตามลาดับ และลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า การใช้ยีสต์ไอโซเลท Y6 เป็นกล้าเชื้อเหลว มีความนุ่มมากที่สุดเพราะมีค่าความแข็ง (Hardness) ต่ำสุดที่ 487.94 กรัม เมื่อนายีสต์ Y6 ไประบุชนิดด้วยวิธีอณูชีวโมเลกุลจากการหาลาดับเบสพบว่า เป็นเชื้อยีสต์ *Hanseniaspora Guilliermondii* 3) การศึกษาการยอมรับของผู้ผลิตต่อการใช้เทคโนโลยีและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้ผลิตมีความพึงพอใจที่จะใช้เทคโนโลยีกล้าเชื้อยีสต์ และมีต้นทุนในการผลิตรวม 376 บาท ซึ่งลดลงจากแบบดั้งเดิม 34.5 บาท และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมตาลที่ใช้กล้าเชื้อยีสต์พบว่า คุณภาพของขนมตาล มีความแตกต่างด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม โดยผู้บริโภคมีความชอบขนมตาลที่เติมกล้าเชื้อยีสต์มากกว่าขนมตาลแบบดั้งเดิม

พรวีนัส และคณะ (2545) ได้วิจัยเรื่องการพัฒนาขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้ามหอมมะลิ มีจุดประสงค์เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับปลายข้าวหอมมะลิ และเป็นการลดการใช้แป้งสาลีซึ่งต้องนำเข้าข้าวสาลีจากต่างประเทศ จากการพัฒนาสูตรโดยศึกษาปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิที่สามารถทดแทนแป้งสาลีในการทำขนมปัง พบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิเพิ่มขึ้น ขนมปังจะมีปริมาตรจำเพาะลดลง และมีค่าความแข็งของเนื้อในเพิ่มขึ้น สูตรที่เหมาะสมของขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิประกอบด้วย แป้งสาลีชนิดทำขนมปัง ร้อยละ 32.83 แป้งข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 14.07 หางนมผง ร้อยละ 1.88 ยีสต์แห้งชนิดผง ร้อยละ 0.59 น้ำตาลทราย ร้อยละ 8.44 เกลือ ร้อยละ 0.47 ไข่ไก่ ร้อยละ 4.69 น้ำ ร้อยละ 26.73 เนยขาว ร้อยละ 9.38 และ Distilled Monoglyceride ร้อยละ 0.94 โดยสามารถใช้แป้งข้าวหอมมะลิได้ถึง ร้อยละ 30 เพื่อแทนที่แป้งสาลี ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ มีความชื้น ร้อยละ 29.72 โปรตีน ร้อยละ 8.31 ไขมัน ร้อยละ 11.21 เถ้า ร้อยละ 0.88 เยื่อใย ร้อยละ 0.42 และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 49.46 ความแข็งของเนื้อในขนมปัง เท่ากับ 6.92 นิวตัน ปริมาตรจำเพาะเท่ากับ 3.30 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม และมีค่า Water Activity เท่ากับ 0.92 เนื้อของขนมปังมีสีขาว มีค่าสีในระบบ L*a*b* เท่ากับ 85.7, -1.8 และ 16.7 ตามลำดับ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ในขนมปังน้อยกว่า 100 CFU/กรัม ผู้บริโภคชอบขนมปังจากแป้งผสมในระดับชอบปานกลางและชอบขนมปังดังกล่าวเมื่อบริโภคร่วมกับพะแนงในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 อุปกรณ์ และวัตถุดิบที่ใช้ในการทำขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

3.1.1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 1 ตำแหน่ง รุ่น EK-3000i ยี่ห้อ AND

3.1.1.2 เครื่องผสมแบบสองแขน รุ่น AFM-05 ยี่ห้อ กล้วยน้ำไท

3.1.1.3 ตู้หมักหรือพักก้อนโด รุ่น ET-FJ-24C/30C ยี่ห้อ กล้วยน้ำไท

3.1.1.4 เตาอบไฟฟ้า รุ่น ET-WR-10-11 ยี่ห้อ Combi-Steamer

3.1.1.5 อ่างสเตนเลส

3.1.1.6 ถาดอลูมิเนียมสำหรับอบ

3.1.1.7 ที่ร่อนแป้ง

3.1.1.8 กระบอกฉีดนม

3.1.1.9 ถ้วยตวงของเหลว

3.1.1.10 พิมพ์ขนมปัง

3.1.1.11 แปรงทาเนย

3.1.1.12 มีดตัดขนมปัง

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเนื้อลูกตาลสุก

3.1.2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 1 ตำแหน่ง รุ่น EK-3000i ยี่ห้อ AND

3.1.2.2 กรรไกร

3.1.2.3 ผ้าขาวบาง

3.1.2.4 อ่างสเตนเลส

3.1.2.5 ถุงพลาสติก

3.1.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

3.1.3.1 แป้งขนมปัง ตราหงส์ขาว

3.1.3.2 ไข่ไก่เบอร์ 3 ตราซีพี

3.1.3.3 น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล

3.1.3.4 เนยขาว ตราโอลิมปิค

3.1.3.5 เนยสดชนิดเค็ม ตราออร์คิด

3.1.3.6 นมข้นจืด ตราคาร์เนชั่น

3.1.3.7 เกลือฝรั่ง ตราเรือใบ

3.1.3.8 ยีสต์ ตรา Fermipan

3.1.3.9 เนื้อลูกตาลสุก พันธุ์ตาลหม้อ

3.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือด้านการประเมินคุณภาพ ประกอบด้วย

3.2.1 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1.1 วัดค่า a_w ด้วยเครื่องวัดค่า Water activity (Aqua lab)

3.2.1.2 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer (CM-3500d series)

3.2.1.3 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ด้วยเครื่องมือ Texture Profile Analysis (TPA)

3.2.2 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.2.1 เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟราเรด Moisture Determination Balance (FD-6 20)

3.2.3 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2.3.1 แบบประเมินผลโดยวิธีประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale)

3.3 วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพต่าง ๆ

3.3.1 วิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

3.3.1.1 จุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์, รา (AOAC, 2000)

3.4 วิธีดำเนินการทดลอง

3.4.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานขนมปังหวาน

ทดลองสูตรพื้นฐานขนมปังหวานจำนวน 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 3.1 โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสูตรพื้นฐานมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ให้ผู้ชิมจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานขนมปังหวาน 3 สูตร

วัตถุดิบ	สูตรที่1 (กรัม)	สูตรที่ 2 (กรัม)	สูตรที่ 3 (กรัม)
แป้งขนมปัง	400	400	350
แป้งเค้ก	100	100	150
น้ำตาลทราย	90	110	100
เนยสด	75	75	120
นมข้นจืด	-	145	110
ไข่ไก่	50	50	50
หัวนมผง	20	-	-
เกลือ	10	5	-
ยีสต์	5	7	-
บาคอม	7	-	-
สารเสริมคุณภาพ	7	-	-

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

วัตถุดิบ	สูตรที่1 (กรัม)	สูตรที่ 2 (กรัม)	สูตรที่ 3 (กรัม)
น้ำเย็น	225	130	140
วานิลลา	5	-	-
s.p.	-	-	7
เอ็มเพล็กซ์	-	5	-

ที่มา: สูตรที่ 1 สุพรรณิการ์ ,(2552)

สูตรที่ 2 นันทวัน,(2552)

สูตรที่ 3 นวรัตน์,(ม.ป.ป.)

3.4.2 การศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุกที่เหมาะสมในขนมปังหวาน

เลือกสูตรพื้นฐานขนมปังหวาน ที่ให้การยอมรับจากการศึกษาสูตรพื้นฐาน จึงเลือกมาเป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษา ปริมาณเนื้อตาลที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 1 5, 20, 25 และ 30 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 3.2 และขั้นตอนการผลิตขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก แผนภูมิที่ 3.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variances (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s New Multi Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ (SPSS) โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ ร้อยละ 95 เพื่อ คัดเลือกปริมาณเนื้อตาลสุกที่เหมาะสมไปทำการศึกษาในหัวข้อต่อไป ทำการตรวจสอบคุณภาพขนมปังดังนี้

1) การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

1.1) ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 60 คน โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 – Point Hedonic Scale

2) การวิเคราะห์ทางกายภาพ

2.1) วัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)

2.2) วัดค่าสี (L* a* และ b*)

2.3) วัดปริมาตรของขนมปัง (Green and Bovell-Benjamin, 2004) โดยการนำขนมปังไปแทนที่ในภาชนะที่ทราบปริมาตรที่แน่นอน

3) วัดปริมาตรจำเพาะ (Hathorn at al., 2008) ดังสมการ

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ } (cm^3/g) = \frac{\text{ปริมาตรของขนมปัง}}{\text{น้ำหนักของขนมปัง}}$$

4) วัดค่าความหนาแน่น (Shorgen at al., 2003) ดังสมการ

$$\text{ความหนาแน่น } (g/cm^3) = \frac{\text{น้ำหนักของขนมปัง}}{\text{ปริมาตรของขนมปัง}}$$

5) วัดน้ำหนักที่สูญเสีย โดยการคำนวณ ดังสมการ

$$\text{น้ำหนักที่สูญเสีย } (\%) = \frac{\text{น้ำหนักของโด} - \text{น้ำหนักของขนมปัง}}{\text{น้ำหนักของโด}} \times 100$$

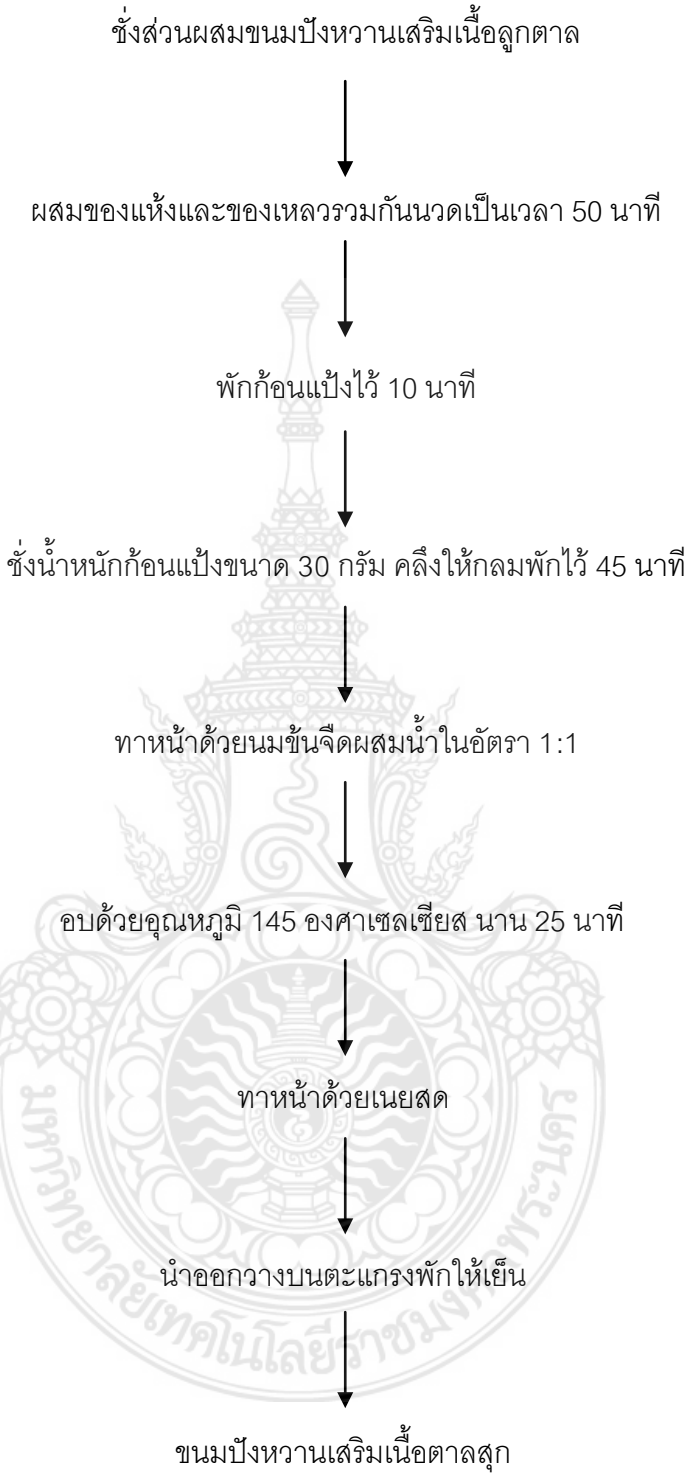
6) วัดลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

7) การวิเคราะห์ทางเคมี

7.1) ค่าความชื้น

ตารางที่ 3.2 สูตรขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกที่ใช้ปริมาณเนื้อตาลที่แตกต่างกัน

วัตถุดิบ	**ส่วนผสม (กรัม)**			
	สูตรที่ 1 **(ร้อยละ** 15)	**สูตรที่** 2 **(ร้อยละ** 20)	**สูตรที่** 3 **(ร้อยละ** 25)	**สูตรที่** 4 **(ร้อยละ** 30)
แป้งขนมปัง	400	400	400	400
แป้งเค้ก	100	100	100	100
ยีสต์	7	7	7	7
เอ็มเพล็กซ์	5	5	5	5
น้ำตาลทราย	110	110	110	110
น้ำเย็น	130	130	130	130
เกลือ	5	5	5	5
ไข่ไก่	50	50	50	50
นมข้นจืด	145	145	145	145
เนยสด	75	75	75	75
เนื้อตาลสุก	**154.05**	**205.40**	**256.75**	**308.10**



แผนภูมิที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

ที่มา: ดัดแปลง นันทวัน (2552)

3.4.3 การศึกษาปริมาณยีสต์ที่เหมาะสมในขนมปังหวาน

ศึกษาปริมาณยีสต์ที่เหมาะสม การทำขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกโดยใช้ยีสต์ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0.6 ,1.0 ,1.4 และ 1.8 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมดในสูตร แสดงดังตารางที่ 3.3 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variances,(ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s New Multi Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ (SPSS) โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ ร้อยละ 95 เพื่อเลือกปริมาณยีสต์ รา ที่เหมาะสมไปทำการศึกษาในหัวข้อต่อไปโดยทำการตรวจสอบคุณภาพของขนมปังดังนี้

ตารางที่ 3.3 สูตรขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกที่ใช้ปริมาณยีสต์ที่ต่างกัน

วัตถุดิบ	**ส่วนผสม (กรัม)**			
	สูตรที่ 1 **(ร้อยละ** 0.6)	**สูตรที่** 2 **(ร้อยละ** 1.0)	**สูตรที่** 3 **(ร้อยละ** 1.4)	**สูตรที่** 4 **(ร้อยละ** 1.8)
แป้งขนมปัง	400	400	400	400
แป้งเค้ก	100	100	100	100
ยีสต์	3	5	7	9
เอ็มเพล็กซ์	5	5	5	5
น้ำตาลทราย	110	110	110	110
น้ำเย็น	130	130	130	130
เกลือ	5	5	5	5
ไข่ไก่	50	50	50	50
นมข้นจืด	145	145	145	145
เนยสด	75	75	75	75
เนื้อตาลสุก	154.05	154.05	154.05	154.05

1) การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

1.2) ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 60 คน โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 – point Hedonic Scale

2) การวิเคราะห์ทางกายภาพ

2.4) วัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w)

2.5) วัดค่าสี (L* a* และ b*)

2.6) วัดปริมาตรของขนมปัง (Green and Bovell-Benjamin, 2004) โดยการนำขนมปังไปแทนที่ในภาชนะที่ทราบปริมาตรที่แน่นอน

3. วัดปริมาตรจำเพาะ (Hathorn at al., 2008) ดังสมการ

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ } (cm^3/g) = \frac{\text{ปริมาตรของขนมปัง}}{\text{น้ำหนักของขนมปัง}}$$

4. วัดค่าความหนาแน่น (Shorgen at al., 2003) ดังสมการ

$$\text{ความหนาแน่น } (g/cm^3) = \frac{\text{น้ำหนักของขนมปัง}}{\text{ปริมาตรของขนมปัง}}$$

5. วัดน้ำหนักที่สูญเสีย โดยการคำนวณ ดังสมการ

$$\text{น้ำหนักที่สูญเสีย } (\%) = \frac{\text{น้ำหนักของโด} - \text{น้ำหนักของขนมปัง}}{\text{น้ำหนักของโด}} \times 100$$

6) วัดลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปัง ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

7) การวิเคราะห์ทางเคมี

7.1) ค่าความชื้น

3.4.4 การศึกษาอายุการเก็บขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก บรรจุในถุงพลาสติกโพลิโพรพิลีน ขนาดของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก 40 กรัม จำนวน 7 ชิ้น ต่อ 1 ครั้ง นำมาปั่นรวมเพื่อทำการสุ่มตรวจใน 1 วัน เก็บอุณหภูมิห้องทำการตรวจสอบทุกวันเป็นเวลา 7 วัน ทำการตรวจสอบจุลินทรีย์ ดังนี้

3.4.4.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และรา (AOAC., 2000)

3.4.5 การศึกษาการยอมรับขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

นำขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ที่ระดับร้อยละ 15 ทำการบรรจุด้วยถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนโดยบรรจุ ถุงละ 1 ชิ้น ขนาดน้ำหนัก 30 กรัม จำนวน 100 ตัวอย่าง ด้วยวิธีการชุ่มโดยบังเอิญ นำมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไป จำนวน 100 คน ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Consumer Test (CT) เป็นผู้ตอบแบบสอบถาม โดยให้ผู้บริโภคทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ตามคำแนะนำฉลากผลิตภัณฑ์ และตอบแบบสอบถาม ซึ่งแบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจ มี 2 ส่วนด้วยกันคือ ข้อมูลเกี่ยวกับทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับคุณลักษณะขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา คะแนนค่าความพอใจในแต่ละคุณลักษณะในรูปค่าเฉลี่ย ได้แก่คุณลักษณะด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และด้านความชอบโดยรวม รายงานในสถิติเชิงพรรณนาในรูปร้อยละ

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

3.5.1 ห้องปฏิบัติการอาหาร 514 สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.5.2 ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา 521 สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.5.3 ห้องปฏิบัติการทางกายภาพ (เนื้อสัมผัสอาหาร) บริษัท จาร์พา เท็คเซ็นเตอร์ จำกัด

3.6 ระยะเวลาในการทำวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนสิงหาคม 2556

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับของวัตถุประสงค์ คือผลการวิเคราะห์กระบวนการผลิตขนมปังหวานที่มีเนื้อตาลสุกเป็นส่วนผสม ผลการวิเคราะห์อายุการเก็บขนมปังหวานที่มีเนื้อตาลสุกเป็นส่วนผสม และผลการวิเคราะห์การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก มีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการผลิตขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก แบ่งออกเป็น 4 ส่วน 4.1.1) ผลการศึกษาสูตรพื้นฐาน 4.1.2) ผลการศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุกในขนมปังหวาน 4.1.3) ผลการศึกษาปริมาณยีสต์ที่เหมาะสม 4.1.4) ผลการศึกษาอายุการเก็บขนมปังหวาน 4.1.5) ผลการศึกษาการยอมรับขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์สูตรพื้นฐานขนมปังหวานทั้ง 3 สูตร

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมปังหวานจำนวน 3 สูตร (ภาคผนวก ก) เพื่อหาการยอมรับของผู้ชิม โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9- Point Hedonic Scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปังหวานสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สูตรพื้นฐาน		
	สูตรที่1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สี	6.66	**8.20**	8.10
กลิ่น	6.56	7.53	**7.86**

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สูตรพื้นฐาน		
	สูตรที่1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
รสชาติ	6.13	**8.20**	7.86
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	5.63	**7.60**	7.46
ความชอบโดยรวม	5.76	7.96	**8.00**

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ขนมปังหวานสูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับในด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส โดยได้คะแนนเฉลี่ย 8.20 8.20 และ7.60 ตามลำดับ ส่วนด้านกลิ่น และความชอบโดยรวม สูตรที่ 3 ได้รับการยอมรับสูงที่สุดซึ่งมีค่าเฉลี่ย 7.86 และ8.00 ตามลำดับ ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาของเนื้อลูกตาลในการทดลองขั้นต่อไป

4.1.2 ผลการศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุกในขนมปังหวาน

จากการศึกษาสูตรพื้นฐาน พบว่าสูตรที่ 2 เป็นสูตรที่ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุดจึงนำมาเป็นสูตรพื้นฐานและนำมาศึกษาศึกษาปริมาณเนื้อลูกตาลสุกที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ15, 20, 25 และ 3 0 ของน้ำหนัก ส่วนผสม ทั้งหมด หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และวิเคราะห์ทางเคมี นำคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variances (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s New Multi Range Test (DMRT) โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ ร้อยละ 95 ผลค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก แสดงดังตารางที่ 4.2 และผลค่าเฉลี่ยคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุกที่แตกต่างกันในขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของปริมาณเนื้อตาลสุกที่แตกต่างกัน			
	สูตรที่ 1 (**ร้อยละ** 15)	**สูตรที่** 2 (**ร้อยละ**20)	**สูตรที่** 3 (**ร้อยละ**25)	**สูตรที่** 4 (**ร้อยละ**30)
สี	**7.65^{a}±1.16**	7.22^{ab}±1.26	6.93^{b}±1.17	6.13^{c}±1.78

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของปริมาณเนื้อตาลสุกที่แตกต่างกัน			
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 15)	**สูตรที่** 2 (ร้อยละ20)	**สูตรที่** 3 (ร้อยละ25)	**สูตรที่** 4 (ร้อยละ30)
กลิ่น	7.23^{a}±1.56	7.03^{ab}±1.19	6.60^{b}±1.39	6.03^{c}±1.99
รสชาติ	7.25^{a}±1.67	7.03^{a}±1.42	6.68^{a}±1.39	5.60^{b}±2.00
กลิ่นรส	7.03^{a}±1.62	6.88^{a}±1.31	6.45^{a}±1.58	5.76^{b}±2.21
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	7.73^{a}±1.08	7.26^{a}±1.16	6.66^{b}±1.46	5.20^{c}±2.19
ความชอบโดยรวม	7.65^{a}±1.23	7.06^{b}±1.11	6.71^{b}±1.51	5.58^{c}±2.16

หมายเหตุ ผลที่แสดงในตารางได้มาจากจำนวนการทดลอง n = 60 และตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้การยอมรับขนมปังเสริมเนื้อตาลสุกสูตรที่ 1 (ร้อยละ15) มากที่สุด ในด้านสี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม โดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.65, 7.23, 7.25, 7.03, 7.73 และ 7.65 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในสูตรที่ 1 มีการยอมรับสูงที่สุด ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่ 1 (ร้อยละ15) เป็นสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ที่ใช้เนื้อตาลสุกต่างกัน

การทดสอบ	ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก			
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ15)	**สูตรที่** 2 (ร้อยละ20)	**สูตรที่** 3 (ร้อยละ25)	**สูตรที่** 4 (ร้อยละ30)
คุณภาพทางกายภาพ				
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.94^{a}±0.01	0.95^{ab}±0.00	0.95^{ab}±0.01	0.95^{b}±0.00

ตาราง 4.3 (ต่อ)

การทดสอบ	ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก			
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ15)	**สูตรที่ 2 (ร้อยละ20)**	**สูตรที่ 3 (ร้อยละ25)**	**สูตรที่ 4 (ร้อยละ30)**
ค่าสี L*	62.23^{a}±0.01	59.49^{b}±0.01	59.10^{c}±0.00	57.24^{d}±0.01
ค่าสี a*	16.45^{d}±0.01	17.59^{c}±0.01	20.33^{b}±0.01	20.48^{a}±0.01
ค่าสี b*	56.85^{d}±0.02	57.27^{c}±0.29	57.76^{b}±0.59	58.95^{a}±0.01
ปริมาตร	116.90^{a}±0.32	115.90^{b}±0.32	114.90^{c}±0.32	112.90^{d}±0.32
ปริมาตรจำเพาะ(cm^3/g)	3.97^{a}±0.01	3.93^{b}±0.01	3.90^{c}±0.01	3.83^{d}±0.01
ความหนาแน่น (g/cm^3)	0.25^{b}±0.00	0.25^{b}±0.00	0.26^{a}±0.00	0.26^{a}±0.00
น้ำหนักสูญเสีย (%)	4.77^{a}±0.07	4.55^{b}±0.07	4.33^{c}±0.07	3.87^{d}±0.07
ค่าความแน่นเนื้อ (N)	3.40^{a}±0.24	4.14^{b}±0.37	5.36^{c}±0.60	6.49^{d}±1.13
ค่าความยืดหยุ่น (%)	53.38^{d}±0.91	54.59^{c}±0.81	56.13^{b}±1.29	58.71^{a}±1.01
คุณภาพทางเคมี				
ปริมาณความชื้น (%)	33.31^{a}±2.01	36.17^{b}±1.18	36.23^{b}±0.82	37.46^{b}±1.66

หมายเหตุ ผลที่แสดงในตารางได้มาจากจำนวนการทดลอง n = 10 และตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

L* แสดงว่า ความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 – 100

a* แสดงว่า สีแดง เมื่อ a* มีค่าเป็น + สีเขียว เมื่อ a* มีค่าเป็น –

b* แสดงว่า สีเหลือง เมื่อ b* มีค่าเป็น + สีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็น –

จากตาราง ที่ 4.3 ผลการศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุกในขนมปังหวานทั้ง 4 ระดับคือ ร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 กับคุณภาพทางกายภาพและเคมี พบว่า การเสริมเนื้อตาลสุกมากขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำอิสระในอาหารเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 4.3 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

ค่าสีของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกที่มีปริมาณเนื้อตาลเพิ่มขึ้นที่ระดับ ร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 แสดงดังตาราง ที่ 4.3 พบว่าค่าสี L* a* b* ของขนมปังเสริมหวานเนื้อตาลสุกที่มีการเสริมเนื้อตาลสุกมากขึ้นค่าความสว่างจะลดลง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองจะเพิ่มขึ้น

ปริมาตร และปริมาตรจำเพาะของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก พบว่าเมื่อมีการเสริมเนื้อตาลสุกในปริมาณที่มากขึ้นที่ระดับ ร้อยละ 15, 20, 25 และ 30 จะทำให้ปริมาตรและปริมาตรจำเพาะลดลง สอดคล้องกับ ค่าความแน่นเนื้อ(N) และค่าความยืดหยุ่น(%) และปริมาณความชื้น (%) เมื่อขนมปังมีปริมาตรลดลง ค่าความแน่นเนื้อ ค่าความยืดหยุ่น(%) และปริมาณความชื้น จะเพิ่มขึ้น ถ้าปริมาตรมากค่าความแน่นเนื้อ (N) ค่าความยืดหยุ่น(%) จะมาก และปริมาณความชื้นจะมาก น้ำหนักจะสูญเสีย เมื่อปริมาตรของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำหนักสูญเสียลดลงและค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 สูตร สูตรที่ดีที่สุดคือ เสริมเนื้อตาลสุกร้อยละ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 จึงเลือกมาทดลองในหัวข้อถัดไป

4.1.3 ผลการศึกษาปริมาณยีสต์ที่เหมาะสมในขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

จากการศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุกพบว่าสูตรที่ คือ ร้อยละ 15 จึงนำมา ศึกษาปริมาณยีสต์ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0.6, 1.0,1.4 และ 1.8 ของน้ำหนักแป้ง ทั้งหมด วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variances (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s New Multi Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ (SPSS) กำหนดระดับความเชื่อมันที่ระดับ ร้อยละ 95 แสดง ดังตาราง ที่ 4.4 คุณภาพทางกายภาพและเคมี แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 ผลการศึกษาปริมาณยีสต์ที่แตกต่างกันในขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของปริมาณยีสต์ที่แตกต่างกัน**			
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 0.6)	**สูตรที่ 2 (ร้อยละ 1.0)**	**สูตรที่ 3 (ร้อยละ 1.4)**	**สูตรที่ 4 (ร้อยละ 1.8)**
สี	7.38^{b}±0.98	7.47^{b}±0.98	7.68^{b}±0.87	**8.23^{a}±0.67**
กลิ่น	6.97^{c}±1.28	7.37^{b}±0.86	6.92^{c}±1.24	**7.98^{a}±0.85**

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของปริมาณยีสต์ที่แตกต่างกัน			
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 0.6)	**สูตรที่ 2 (ร้อยละ 1.0)**	**สูตรที่ 3 (ร้อยละ 1.4)**	**สูตรที่ 4 (ร้อยละ 1.8)**
รสชาติ	7.18^{b}±0.90	7.22^{b}±1.87	7.27^{b}±1.07	**7.65^{a}±0.92**
กลิ่นรส	6.80^{b}±1.34	7.05^{b}±1.36	7.20^{b}±0.90	**7.73^{a}±1.10**
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	7.13^{b}±0.95	7.63^{a}±0.82	7.63^{a}±0.76	**7.37^{ab}±0.88**
ความชอบโดยรวม	7.17^{c}±0.99	7.52^{b}±0.97	7.67^{ab}±0.98	**7.93^{a}±0.63**

หมายเหตุ ผลที่แสดงในตารางได้มาจากจำนวนการทดลอง n = 60 และตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

จากตาราง ที่ 4.5 พบว่าผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้การยอมรับขนมปังเสริมเนื้อตาลสุกสูตรที่ 4 ปริมาณยีสต์ร้อยละ 1.8 มากที่สุดในด้านสี กลิ่น รสชาติ กลิ่น รสเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสได้คะแนนเฉลี่ย 8.23, 7.98, 7.65, 7.73, 7.37 และ 7.93 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ที่ใช้ยีสต์ในปริมาณต่างกัน

การทดสอบ	ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกใช้ยีสต์ปริมาณต่างกัน			
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 0.6)	**สูตรที่ 2 (ร้อยละ 1.0)**	**สูตรที่ 3 (ร้อยละ 1.4)**	**สูตรที่ 4 (ร้อยละ 1.8)**
คุณภาพทางกายภาพ				
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.97^{b}±0.00	0.96^{b}±0.01	0.94^{a}±0.01	0.94^{a}±0.00
ค่าสี L*	60.42^{d}±0.02	61.88^{c}±0.09	62.23^{b}±0.01	63.56^{a}±0.43
ค่าสี a*	18.15^{a}±0.02	17.81^{b}±0.01	16.45^{c}±0.01	16.08^{d}±0.58
ค่าสี b*	54.21^{d}±0.05	55.89^{c}±0.01	56.85^{b}±0.02	60.10^{a}±0.03

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

การทดสอบ	ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกใช้ยีสต์ปริมาณต่างกัน			
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 0.6)	**สูตรที่ 2 (ร้อยละ 1.0)**	**สูตรที่ 3 (ร้อยละ 1.4)**	**สูตรที่ 4 (ร้อยละ 1.8)**
ปริมาตร	114.40^{d}±0.52	115.60^{c}±0.70	116.90^{b}±0.32	117.90^{a}±0.57
ปริมาตรจำเพาะ(cm^3/g)	3.88^{d}±0.02	3.92^{c}±0.02	3.97^{b}±0.01	4.00^{a}±0.01
ความหนาแน่น (g/cm^3)	0.26^{a}±0.00	0.25^{b}±0.01	0.25^{c}±0.00	0.25^{c}±0.00
น้ำหนักสูญเสีย (%)	4.21^{d}±0.12	4.48^{c}±0.15	4.77^{b}±0.07	4.98^{a}±0.12
ค่าความแน่นเนื้อ (N)	5.45^{d}±3.74	3.93^{c}±0.63	3.40^{b}±0.24	2.11^{a}±0.19
ค่าความยืดหยุ่น (%)	56.00^{a}±0.56	54.26^{b}±0.97	53.38^{c}±0.91	50.39^{d}±0.89
คุณภาพทางเคมี				
ปริมาณความชื้น (%)	36.79^{b}±0.52	36.50^{b}±0.64	33.31^{a}±2.05	32.86^{a}±0.39

หมายเหตุ ผลที่แสดงในตารางได้มาจากจำนวนการทดลอง n = 10 และตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

L* แสดงว่า ความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0 – 100

a* แสดงว่า สีแดง เมื่อ a* มีค่าเป็น + สีเขียว เมื่อ a* มีค่าเป็น –

b* แสดงว่า สีเหลือง เมื่อ b* มีค่าเป็น + สีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็น –

จากการศึกษาปริมาณยีสต์ที่เหมาะสม 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.6,1.0 ,1.4 และ 1.8 ของน้ำหนักแป้งในส่วนผสมในกระบวนการผลิตขนมปังหวานเสริมเนื้อตาล พบว่า ปริมาณน้ำอิสระ (a_w),ค่าสี L* a* b*, ปริมาตร, ปริมาตรจำเพาะ(cm^3/g), ความหนาแน่น(g/cm^3), น้ำหนักสูญเสีย(%), ค่าความแน่นเนื้อ(N), ค่าความยืดหยุ่น(%) และปริมาณความชื้น(%) มีความแตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ค่าสี L* a* b* ของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกโดยมีค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองจะลดลงเมื่อปริมาณยีสต์ที่ใส่น้อยลงจากสูตรควบคุม และจะสว่างมาก แดงอ่อน และเหลืองอ่อน เมื่อปริมาณยีสต์เพิ่มขึ้นจากสูตรควบคุม

ปริมาตร, ปริมาตรจำเพาะ (cm^3/g), ความหนาแน่น(g/cm^3), น้ำหนักสูญเสีย(%) และค่าความแน่นเนื้อ (N) จะลดลงเมื่อปริมาณยีสต์ที่ใส่น้อยกว่าสูตรควบคุม และจะเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ยีสต์เพิ่มขึ้นจากสูตรควบคุมค่าความยืดหยุ่น (%) และปริมาณความชื้น(%) จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณยีสต์ที่ใส่น้อยลงจากสูตรควบคุม และจะลดลงเมื่อปริมาณยีสต์ที่ใส่เพิ่มขึ้นจากสูตรควบคุมของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 สูตร สูตรที่ดีที่สุดคือ สูตรที่ 4 (ร้อยละ 1.8) มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 จึงเลือกมาทดลองในหัวข้อถัดไป

4.1.4 ผลการวิเคราะห์อายุการเก็บขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

จากการศึกษาปริมาณยีสต์พบว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ด้านกายภาพ และเคมี คือ ร้อยละ 15 จึงนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกที่บรรจุในถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน ขนาดชิ้นตัวอย่าง 40 กรัม จำนวน 7 ชิ้นต่อ 1 วัน และเก็บอุณหภูมิห้อง ตรวจสอบทุกวันเป็นเวลา 7 วันโดยการตรวจสอบจุลินทรีย์ ดังนี้

1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และรา (AOAC., 2000)

ตารางที่ 4.6 จำนวนจุลินทรีย์ และยีสต์ รา ทั้งหมด

อายุการเก็บรักษา (วัน)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)		ยีสต์ และรา (CFU/g)	
	ขนมปังหวาน (Control)	ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก (ร้อยละ 1.8)	ขนมปังหวาน (Control)	ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก (ร้อยละ 1.8)
1	40	30	40	<10
2	40	50	40	<10
3	50	60	40	10
4	1.2×10^3	1.0×10^3	1.0×10^3	1.3×10^2
5	1.3×10^3	1.5×10^3	1.2×10^3	1.6×10^3
6	3.4×10^3	2.4×10^3	2.5×10^3	2.1×10^4
7	1.3×10^4	1.5×10^4	1.5×10^4	1.2×10^4

หมายเหตุ จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ยีสต์ และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

จากการศึกษา พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ลดลงจากสูตรขนมปังหวาน (Control) สามารถเก็บไว้ได้ 4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จำนวนยีสต์ และรา ของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ลดลงจากสูตรขนมปังหวาน (Control) สามารถเก็บไว้ได้ 3 วัน ทำการตรวจคุณภาพขนมปังหวาน พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์ และรา สามารถเก็บไว้ได้ในอุณหภูมิห้องได้ไม่เกิน 3 วัน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปังใส่ไส้ (ภาคผนวก ค)

4.1.5 ผลการวิเคราะห์การยอมรับขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

จากการศึกษา พบว่า สูตรที่ได้รับการยอมรับคือ ร้อยละ 15 จึงนำมาศึกษาการยอมรับ โดยทำการบรรจุขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ด้วยถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีนโดยบรรจุ ถุงละ 1 ชิ้น ขนาดน้ำหนัก 30 กรัม จำนวน 100 ตัวอย่าง ด้วยวิธีการชุ่มโดยบังเอิญ นำมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไป จำนวน 100 คน ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Consumer Test

ตารางที่ 4.7 แสดงข้อมูลทางประชากรศาสตร์

(n=100)

หัวข้อ	จำนวนคน	ค่าร้อยละ
1. เพศ		
เพศชาย	35	35.0
เพศหญิง	65	65.0
2. อายุ (ปี)		
< 18	8	8.0
18 – 25	24	24.0
26 – 33	6	6.0
34 – 41	14	14.0
42 – 49	12	12.0
> 49 ปี	36	36.0
3. ระดับการศึกษา		
< มัธยม	36	36.0

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

(n=100)

หัวข้อ	จำนวนคน	ค่าร้อยละ
มัธยมต้น	11	11.0
มัธยมปลาย	5	5.0
อนุปริญญา	7	7.0
ปริญญาตรี	34	34.0
> ปริญญาตรี	7	7.0
4. อาชีพ		
นักเรียน	7	7.0
นักศึกษา	15	15.0
พนักงานบริษัท	6	6.0
ธุรกิจส่วนตัว	9	9.0
ค้าขาย	16	16.0
รับจ้าง	47	47.0
5. เงินเดือน		
< 5,000	22	22.0
5,000 - 7,000	28	28.0
7,001 - 9,000	5	5.0
9,001 - 11,000	14	14.0
> 11,000	31	31.0

จากการทดสอบ พบว่า ผู้บริโภคเพศหญิงมีมากกว่าเพศชาย คือ เพศหญิง ร้อยละ 65 และเพศชายร้อยละ 35 อายุส่วนใหญ่มากกว่า 49 ปี คิดเป็นร้อยละ 36 รองลงมาอยู่ในช่วง 18 - 25 ปี คิดเป็นร้อยละ 24 และช่วง 34 - 41 ปี คิดเป็นร้อยละ 14 ตามลำดับ ระดับการศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 59 ระดับปริญญาตรีคิดเป็น ร้อยละ 34 และสูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 7 ตามลำดับ ประกอบอาชีพรับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 47 ค้าขายคิดเป็น ร้อยละ 16 และ นักศึกษา ร้อยละ 15 ตามลำดับ และมีรายได้ต่อเดือนมากกว่า 11,000 บาท คิดเป็นร้อย

ละ 31 รองลงมามีรายได้ต่อเดือนอยู่ระหว่าง 5,000 - 7,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 28 และรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 22 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับด้านคุณลักษณะของขนมปังหวานเสริมเนื้อลูกตาล

(n=100)

การยอมรับต่อคุณลักษณะของขนมปังหวานเสริมเนื้อลูกตาล	จำนวนคน	ร้อยละ
1.ด้านสี		
ยอมรับ	92	92.0
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	8	8.0
2.ด้านกลิ่น		
ยอมรับ	94	94.0
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	6	6.0
3.ด้านรสชาติ		
ยอมรับ	86	86.0
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	12	12.0
ไม่ยอมรับ	2	2.0
4.ด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)		
ยอมรับ	81	81.0
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	14	14.0
ไม่ยอมรับ	5	5.0
5. ด้านความชอบโดยรวม		
ยอมรับ	88	88.0
บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	12	12.0

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับ ต่อคุณลักษณะขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก พบว่า ด้านกลิ่น ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 94.0 และบอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 6.0 ด้านสี ยอมรับ เป็นร้อยละ 92.0 และบอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 8.0 และในด้านความชอบโดยรวม ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 88.0 และบอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 12.0 ตามลำดับ

4.2 การอภิปรายผล

4.2.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานขนมปังหวาน

ขนมปังหวานสูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับในด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) โดยได้คะแนนเฉลี่ย 8.20 8.20 และ7.60 ตามลำดับ โดยสูตรที่ 3 ให้การยอมรับด้านกลิ่น และความชอบโดยรวม และเมื่อนำมาเปรียบเทียบแล้ว สูตรที่ 2 ให้การยอมรับแสดงความแตกต่างในด้านสี รสชาติ และเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) แต่สูตรที่ 3 ให้การยอมรับแต่เพียงด้านกลิ่น และความชอบโดยรวม โดยความชอบโดยรวมนั้นไม่สามารถระบุคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ ได้ ว่าคุณภาพด้านใดดีมากที่สุด

4.2.2 การศึกษาปริมาณเนื้อตาลที่เหมาะสมในขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

จากการศึกษา พบว่า สูตรที่ 1 ร้อยละ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ในด้านสี กลิ่นรสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.65, 7.23, 7.25, 7.03, 7.73 และ 7.65 ตามลำดับ ในด้านคุณภาพทางกายภาพและเคมีขนมปังหวานเสริมเนื้อเนื้อตาลสุกเมื่อมีการเสริมในปริมาณที่มากขึ้นปริมาณน้ำอิสระเพิ่มขึ้น ค่าสีจะมีค่าความสว่างจะลดลง ค่าสีแดง และสีเหลืองจะเพิ่มขึ้น ด้านปริมาตร,ปริมาตรจำเพาะ เมื่อมีการเสริมมากขึ้น จะทำให้ปริมาตรและปริมาตรจำเพาะลดลง สอดคล้องกับ ค่าความแน่นเนื้อ และค่าความยืดหยุ่น และปริมาณความชื้น เมื่อขนมปังมีปริมาตรลดลง ค่าความแน่นเนื้อ ค่าความยืดหยุ่น และปริมาณความชื้น จะเพิ่มขึ้น ถ้าปริมาตรมากค่าความแน่นเนื้อ ค่าความยืดหยุ่น จะมาก และปริมาณความชื้นจะมาก น้ำหนักจะสูญเสีย เมื่อปริมาตรของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำหนักสูญเสียลดลงและค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 สูตร สูตรที่ดีที่สุด คือ เสริมเนื้อตาลสุกร้อยละ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

4.2.3 การศึกษาปริมาณยีสต์ที่เหมาะสมในขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

จากการศึกษา พบว่า สูตรที่ 4 ร้อยละ 1.8 ของน้ำหนักแป้งในสูตร ในด้านสี กลิ่นรสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ได้คะแนนเฉลี่ย 8.23, 7.98, 7.65, 7.73, 7.37 และ 7.93 ตามลำดับ ในด้านคุณภาพทางกายภาพและเคมีขนมปังหวานเสริมเนื้อเนื้อตาลสุก ค่าสีของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกค่าสีแดง และค่าสีเหลืองจะลดลงเมื่อปริมาณยีสต์ที่ใส่น้อยลงจากสูตรควบคุม และจะสว่างมาก แดงอ่อน และเหลืองอ่อน เมื่อปริมาณยีสต์เพิ่มขึ้นจากสูตรควบคุม และปริมาตร, ปริมาตรจำเพาะความหนาแน่น น้ำหนักสูญเสีย และค่าความแน่นเนื้อ จะ

ลดลงเมื่อปริมาณยีสต์ที่ใส่น้อยกว่าสูตรควบคุม และจะเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ยีสต์เพิ่มขึ้นจากสูตรควบคุม ค่าความยืดหยุ่น และปริมาณความชื้นจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณยีสต์ที่ใส่น้อยลงจากสูตรควบคุม และจะลดลงเมื่อปริมาณยีสต์ที่ใส่เพิ่มขึ้นจากสูตรควบคุมของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ดังนั้นสูตรที่ดีที่สุดคือสูตร ร้อยละ 1.8 ของน้ำหนักแป้งในส่วนผสม

4.2.4 การศึกษาอายุการเก็บขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

จากการศึกษา พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุกลดลงจากสูตรขนมปังหวาน (Control) สามารถเก็บไว้ได้ 4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จำนวนยีสต์ และรา ของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ลดลงจากสูตรขนมปังหวาน (Control) สามารถเก็บไว้ได้ 3 วัน ดังนั้น สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้ในอุณหภูมิห้องได้ไม่เกิน 3 วัน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมปังใส่ไส้

4.2.5 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก พบว่า ผู้บริโภคเพศหญิงมีมากกว่าเพศชาย คือ เพศหญิง ร้อยละ 65 และเพศชายร้อยละ 35 อายุส่วนใหญ่มากกว่า 49 ปี คิดเป็นร้อยละ 36 ระดับการศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 59 ประกอบอาชีพรับจ้าง คิดเป็นร้อยละ มีรายได้ต่อเดือนมากกว่า 11,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 31 รองลงมามีรายได้ต่อเดือนอยู่ระหว่าง 5,000 - 7,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 28 และรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 22 ตามลำดับ ข้อมูลการยอมรับต่อคุณลักษณะขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก พบว่า ด้านกลิ่น ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 94.0 และบอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 6.0 ด้านสี ยอมรับ เป็นร้อยละ 92.0 และบอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 8.0 และในด้านความชอบโดยรวม ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 88.0 และบอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 12.0 ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การศึกษาสูตรพื้นฐาน

ขนมปังหวานสูตรที่ 2 ได้รับการยอมรับในด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส โดยได้คะแนนเฉลี่ย 8.20 8.20 และ7.60 ตามลำดับ

5.1.2 การศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุกในขนมปังหวาน

ปริมาณเนื้อตาลสุกในผลิตภัณฑ์ขนมปังหวาน คือ สูตรที่ 1 ร้อยละ 15 (154.05 กรัม)ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.94 ค่าสี L* a* b* เท่ากับ 62.23, 16.45, 56.85 ปริมาตร 116.90, ปริมาตรจำเพาะ (cm^3/g) 3.97,ความหนาแน่น (g/cm^3) 0.25, น้ำหนักสูญเสีย (%) 4.77,ค่าความแน่นเนื้อ (N) 3.40, ค่าความยืดหยุ่น (%) 53.38 และปริมาณความชื้น (%) 33.31

5.1.3 การศึกษาปริมาณยีสต์ที่เหมาะสมในขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

ปริมาณยีสต์ที่เหมาะสมในขนมปังหวานเสริมเนื้อตาล คือ สูตรที่ 4 ร้อยละ 1.8 (9 กรัม) ของน้ำหนักแป้งในส่วนผสม ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.94 ค่า L* a* b* เท่ากับ 60.42, 18.15, 54.21 ปริมาตร 11 7.90, ปริมาตรจำเพาะ (cm^3/g) 4.00,ความหนาแน่น (g/cm^3) 0.25, น้ำหนักสูญเสีย(%) 4. 98,ค่าความแน่นเนื้อ(N) 2.11, ค่าความยืดหยุ่น(%) 50.39 และปริมาณความชื้น(%) 32.86

5.1.4 การศึกษาอายุการเก็บขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

อายุการเก็บขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ณ อุณหภูมิห้องจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของสามารถเก็บไว้ได้ 4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จำนวนยีสต์ และรา ของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก สามารถเก็บไว้ได้ 3 วัน ทำการตรวจคุณภาพขนมปังหวาน พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ

จำนวนยีสต์ และรา สามารถเก็บไว้ได้ในอุณหภูมิห้องได้ไม่เกิน 3 วัน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมปังใส่ไส้

5.1.5 การศึกษาการยอมรับขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Consumer Test (CT) พบว่า ผู้บริโภคเพศหญิงมีมากกว่าเพศชาย คือ เพศหญิง ร้อยละ อายุส่วนใหญ่มากกว่า 49 ปี คิดเป็นร้อยละ 36 ระดับการศึกษาอยู่ในระดับต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 59 ประกอบอาชีพรับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 47 และมีรายได้ต่อเดือนมากกว่า 11,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 31 และเมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับคุณลักษณะขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก พบว่า ด้านกลิ่น มีการยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 94.0 และบอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 6.0 ด้านสีของขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก มีการยอมรับเป็นร้อยละ 92.0 และบอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 8.0 ตามลำดับ ด้านรสชาติ มีการยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 86.0 และบอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 12.0 และไม่ยอมรับเป็นร้อยละ 2.0 ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุกที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.2.1.1 จากการทดลองควรมีการทับน้ำของเนื้อตาลสุกเพื่อเตรียมเก็บไว้ให้พอสำหรับการทดลอง และเก็บอุณหภูมิที่เหมาะสม

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ควรมีการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มเติม

5.2.2.2 ควรมีการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของเนื้อตาลสุก เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมการฝึกหัดครู. 2528. **เบเกอรี**. หน่วยศึกษานิเทศก์. กรมการฝึกหัดครู กรุงเทพฯ.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **เทคโนโลยีของแป้ง**.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เข็มทอง นิ่มจินดา. 2538. **ทฤษฎีอาหาร**. หน่วยศึกษานิเทศก์. กรมการฝึกหัดครู กรุงเทพฯ.

จิตธนา แจ่มเมฆ และ คณะ. 2549. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. **เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น**.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดวงกมล อภิรัตนวงศ์. 2546. **การศึกษาปริมาณแครอทที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังแซนด์วิช**. แผนงานพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. กรุงเทพฯ.

ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง. 2533. **ขนมอบ**. วิทยาลัยสารพัดช่าง กรมอาชีวศึกษา.
กรุงเทพ ฯ.

นันทวัน ชมโฉม. 2552. **เอกสารประกอบการสอนวิชาเบเกอรี**,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ.

นวรัตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ. มปป. **แม่บ้าน**. มปท, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน**.
O.S.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2537. **ตาลโตนด มรดกพืชจากบรรพบุรุษ แหล่งสร้างงานสร้างชีวิต**. เพชรกะรัต, กรุงเทพฯ.

ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา. 2541. **ขนมปังสมุนไพรกระเจี๊ยบ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (บัณฑิตศึกษา).
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา.2549. **การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พรวีนัส ปั้นหยา และคณะ. 2545. **การพัฒนาขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ**.
วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สาขาอุตสาหกรรมการเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ภัทธิรา เลิศปฤงคพ. 2549. **การศึกษาวิธีการเก็บรักษาเนื้อตาลบสุกโดยลดค่า A_w รวมกับการแช่แข็งเพื่อใช้ในการทำขนมตาล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ ธุรกิจอาหาร. คณะคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ วิทยาเขยเทคนิคกรุงเทพ.

มนัสนันท์ บุญทราพงษ์ และคณะ. 2541. **การศึกษาคุณภาพเนื้อตาลสุกและการยืดอายุการเก็บของเนื้อตาลสุกผ่านกระบวนการพาสเจอไรเซชัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร). คณะอุตสาหกรรมเกษตร , มหาวิทยาลัยเกษตร - ศาสตร์.

ยุพร พืชกมุทร และวิญญ์ ผิวนิ่ม. 2554. **"การปรับปรุงคุณภาพของขนมปังแซนด์วิชที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลี."** วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ

วิชัย หฤทัยธนาสันต์ และคณะ. 2548. **อาหารและโภชนาการ หน่วย 1-7**. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช, กรุงเทพฯ

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2522. **ทฤษฎีอาหารเล่ม 3 หลักการทดลองอาหาร**. บริษัทสงวนกิจการพิมพ์ จำกัด. กรุงเทพฯ.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. 2541. **การบริหารการตลาดยุคใหม่**. ธีระฟิล์มและไซเท็กซ์. กรุงเทพ ฯ.

ศิริวรรณ สุทธจิตต์. 2550. **ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพ**. The Knowledge center, กรุงเทพฯ.

สุนีย์ ชลนากิจกุล. 2540. **การผลิตโดขนมปังแซ่เยือกแข็ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. จุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2546. **สถิติกับการวางแผนการทดลองการเกษตร**. เล่ม 3. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารราชกระบัง, กรุงเทพฯ.

สุพรรณิการ์ โกสุม. 2552. **เอกสารวิชาหลักการประกอบอาหาร**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2544. **หลักการประกอบอาหาร**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรวินท์ เลาหรัชตนันท์ และคณะ. 2549. **อาหารและโภชนาการ หน่วย 8-15**. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.

อรวรรณ พึ่งคำ. 2554. **การประยุกต์เทคโนโลยีกล้าเชื้อยีสต์สำหรับผู้ผลิตขนมตาล** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2558. **คุณสมบัติของการเปลี่ยนแปลงของวัตถุในผลิตภัณฑ์เบเกอรีและการคำนวนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมอบ**. คณะอุตสาหกรรมการเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อรรถพร แสงฉาย และคณะ. 2553 . “**ผลของการเสริมใบมะรุมต่อคุณภาพของขนมปัง**” วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์การเกษตร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis**. 18th ed. The Association of Analysis Chemists. Arlington, Virginia.

AACC. 2000. **“American association of Cereal Chemists.”** Approved Method of the AACC. 10th ed,ST. Paul, M.N., USA.

Greene, J.L. and Bovell-Benjamin, A.C. 2004. “Macroscopic and Sensory Evaluation of Bread Supplemented with Sweetpotato Flour.” **Journal of Food Science**. 69: 168-173.

Harthorn, C.S., Biswas, M.A., Gichuhi, P.N. and Bovell-Benjamin A.C. 2008. **Comparison of Chemical, Physical, Micro-Structural, and Microbial Properties of Breads Supplemented with Sweet potato Flour and High-Gluten Dough Enhancers**. LWT. 41: 803-815.

Shogren, R.L., Mohamed, A.A. and Carriere, C.J. 2003. Sensory Analysis of Whole Wheat/Soy Flour Breads. **Sensory & Nutritive Quality of Food**.” 68: 2141-2145.

ภาคผนวก ก

สูตรพื้นฐานขนมปังหวาน 3 สูตร
สูตรขนมปังหวานเสริมเนื้อลูกตาล

ขนมปังหวานสูตรที่ 1

ส่วนผสม

แป้งขนมปัง	400	กรัม
แป้งเค้ก	100	กรัม
น้ำเย็น	225	กรัม
เกลือ	10	กรัม
เนยสด	75	กรัม
หัวนมผง	20	กรัม
ยีสต์	5	กรัม
ไข่ไก่	50	กรัม
บาคอม	7	กรัม
สารเสริมคุณภาพ	7	กรัม
น้ำตาล	90	กรัม
วานิลลา	5	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมของแห้ง / ผสมของเหลว (ไข่ไก่ น้ำ วานิลลา)
2. ใส่เนยสด บาคอม นวด 12 นาที
3. ตัด 40 กรัม วางใส่พิมพ์ทาเนยขาว พัก 1 ชั่วโมง
4. อบไฟ 300 องศาฟาเรนไฮต์ นาน 12-15 นาที
5. ทาด้วยเนยสด

ที่มา : สุพรรณิการ์, (2552)

ขนมปังหวานสูตรที่ 2

ส่วนผสม

แป้งขนมปัง	400	กรัม
แป้งเค้ก	100	กรัม
ยีสต์	7	กรัม
เอ็มเพล็กซ์	5	กรัม
น้ำตาลทราย	110	กรัม
น้ำเย็น	130	กรัม
เกลือ	5	กรัม
ไข่ไก่	50	กรัม
นมข้นจืด	145	กรัม
เนยสด	75	กรัม

วิธีทำ

1. เทส่วนผสมของแห้ง และส่วนผสมของเหลวตีให้เข้ากัน
2. หมักแป้งไว้ 10 นาที ตัดก้อนละ 10 กรัม คลึงให้เป็นก้อนกลมทาเนยขาวให้ทั่ว หมักไว้ ½ ชั่วโมง
3. อบอุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ฉีดหน้าขนมด้วยนมผสมน้ำ ก่อนนำเข้าอบจนสุก

ที่มา : นันทวัน, (2552)

ขนมปังหวานสูตรที่ 3

ส่วนผสม

แป้งขนมปัง	350	กรัม
แป้งเค้ก	150	กรัม
ยีสต์	10	กรัม
น้ำตาลทราย	100	กรัม
นมข้นจืด	110	กรัม
น้ำเย็น	140	กรัม
เนยสด	120	กรัม
s.p.	7	กรัม
ไข่ไก่	50	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมแป้งทั้งสองชนิด ยีสต์ น้ำตาลทราย เกลือเข้าด้วยกัน
2. เทส่วนผสมของเหลวที่มีไข่ไก่ นมข้นจืด น้ำ ผสมพอเข้ากัน ใส่ s.p. และเนยสดลงนวดจนส่วนผสมเนียนและล่อนออกจากภาชนะหมักทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง หรือจนแป้งขึ้นเป็น 2 เท่า
3. แบ่งก้อนแป้งนำออกมาทำเป็นรูปต่างๆ พักทิ้งไว้ให้ขึ้นเป็น 2 เท่า ทาผิวหน้าด้วยนม นำเข้าเตาอบไฟ 350 องศาฟาเรนไฮต์ จนสุกเหลืองนำออกจากเตาอบทาด้วยเนยอีกครั้ง

ที่มา : นวรัตน์, (มปป.)

ขนมปังหวานเสริมเนื้อลูกตาล

ส่วนผสม

แป้งขนมปัง	400	กรัม
แป้งเค้ก	100	กรัม
ยีสต์	9	กรัม
เอ็มเพล็กซ์	5	กรัม
น้ำตาลทราย	110	กรัม
น้ำเย็น	130	กรัม
เกลือ	5	กรัม
ไข่ไก่	50	กรัม
นมข้นจืด	145	กรัม
เนยสด	75	กรัม
เนื้อลูกตาล	154.05	กรัม

วิธีทำ

1. เทส่วนผสมของแห้ง และส่วนผสมของเหลวตีให้เข้ากัน
2. หมักแป้งไว้ 10 นาที ตัดก้อนละ 10 กรัม คลึงให้เป็นก้อนกลมทาเนยขาวให้ทั่ว หมักไว้ ½ ชั่วโมง
3. อบอุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ฉีดหน้าขนมด้วยนมผสมน้ำ ก่อนนำเข้าอบจนสุก

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมปังหวาน (สูตรพื้นฐาน)
แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมปังหวานเสริมเนื้อลูกตาล
แบบการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังหวานเสริมเนื้อลูกตาล

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมปังหวาน (สูตรพื้นฐาน)

วันที่ชิม .....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**		
	รหัส.....	**รหัส**.....	**รหัส**.....
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัย

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

วันที่ชิม .....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**			
	รหัส.....	**รหัส**.....	**รหัส**.....	**รหัส**.....
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
กลิ่นรส				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัย

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังหวานเสริมเนื้อลูกตาล

คำ ชี้แจง: แบบสอบถามชุดนี้เป็นการวิจัยเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์ของ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งทำ การวิจัย ในหัวข้อเรื่อง “ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ” จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านทำ การทดสอบผลิตภัณฑ์และตอบแบบสอบถาม ขอรับรองว่าขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก ที่ท่านทดสอบได้ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ถูกสุขลักษณะและมีความปลอดภัยในการบริโภค ข้อมูลที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำ หรับงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) 15 – 20 ปี ( ) 21 – 25 ปี

( ) 26 – 30 ปี ( ) 31 – 35 ปี

( ) 36 – 40 ปี ( ) มากกว่า 40 ปี

3. การศึกษาสูงสุดที่ได้รับ

( ) ต่ำกว่า มัธยม ( ) มัธยมต้น

( ) มัธยมปลาย ( ) อนุปริญญา

( ) ปริญญาตรี ( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

( ) นักเรียน ( ) นักศึกษา

( ) พนักงานบริษัท ( ) ธุรกิจส่วนตัว

( ) ค้าขาย ( ) รับจ้าง ( ) อื่นๆ (ระบุ).....

5. รายได้ต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 5,000 บาท ( ) 5,000 - 7,000 บาท

( ) 7,001 - 9,000 บาท ( ) 9,001 - 11,000บาท

( ) มากกว่า 11,000 บาท

ส่วนที่ 2 การยอมรับต่อคุณลักษณะของขนมปังหวานเสริมเนื้อลูกตาล

การยอมรับต่อคุณลักษณะของขนมปังหวานเสริมเนื้อลูกตาล	ระดับการยอมรับ		
	ยอมรับ	บอกไม่ได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ	ไม่ยอมรับ
1.ด้านสี			
2.ด้านกลิ่น			
3.ด้านรสชาติ			
4.ด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)			
5. ด้านความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ภาคผนวก ค

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปังใส่ไส้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
“ขนมปังใส่ไส้”

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะขนมปังที่มี ไส้ซึ่งอาจบรรจุอยู่ภายใน ตกแต่งหน้าหรือผสมในเนื้อแป้ง บรรจุในภานชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ขนมปังใส่ไส้ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมแป้งชนิดอื่น ยีสต์ น้ำตาลหรือสารให้ความหวาน เกลือ น้ำ ไขมัน อาจมีส่วนประกอบอื่น เช่น ธัญพืช สมุนไพร นม วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส นวดผสมเข้าด้วยกัน นำไปขึ้นรูป บรรจุไส้อยู่ภายในหรือตกแต่งหน้าด้วยส่วนประกอบต่างๆ เช่น หมูหยอง ไก่ ปลาทูน่า สังขยา เผือก สับปะรด ลูกเกด มะพร้าว หรือส่วนประกอบต่างๆ ในเนื้อแป้ง เช่น ลูกเกด ผลไม้เชื่อมแห้ง หมักจนได้ที่ แล้วนำไปอบจนสุก

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 **ลักษณะทั่วไป** ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปร่างและขนาดใกล้เคียงกัน หากมีไส้บรรจุอยู่ภายใน ไส้ต้องไม่แตกหรือไหลออกมาภายนอก ยกเว้นกรณีมีวัตถุประสงค์ต้องการให้เห็นส่วนที่เป็นไส้ หากมีการตกแต่งหรือผสมส่วนประกอบต่างๆ ในเนื้อแป้ง ส่วนประกอบต่างๆ ต้องกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ

3.2 **สี** ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่ไหม้เกรียม

3.3 **กลิ่นรส** ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

3.4 **ลักษณะเนื้อสัมผัส** ต้องเหนียวนุ่ม ยืดหยุ่น ไม่แห้งหรือแข็งกระด้าง

3.5 **สิ่งแปลกปลอม** ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.6 **วัตถุเจือปนอาหาร** หากมีการใช้หรือวัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.7 **จุลินทรีย์**

3.7.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^{4} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.2 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.3 บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.4 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ จะต้องอยู่ในสถานที่ที่ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ปนเปื้อนง่าย

4.1.1 สถานที่ตั้งและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

4.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

4.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

4.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

4.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

4.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับบริเวณที่ทำ

4.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

4.3 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

4.3.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

4.3.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อเกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่าย

4.4 การควบคุมกระบวนการทำ

4.4.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

4.4.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

4.5 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

4.5.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

4.5.2 วิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

4.5.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้งอย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

4.5.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

4.6 บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาหรือเมื่อมือสกปรก

5. การบรรจุ

ให้บรรจุขนมปังใส่ไส้ในภาชนะที่สะอาด แห้ง ปิดสนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้ น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้นของขนมปังใส่ไส้ในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในฉลาก

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานขนมปังหวาน และสูตรขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสขนมปังหวาน (สูตรพื้นฐาน)

แบบประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสขนมปังหวานเสริมเนื้อลูกตาล

แบบการทดสอบการยอมรับขนมปังหวานเสริมเนื้อลูกตาล

ภาคผนวก ค มาตรฐานอุตสาหกรรมขนมปังใส่ไส้

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นายราชันย์ อำพันทอง

วัน เดือน ปีเกิด 20 สิงหาคม 2531

ภูมิลำเนา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษ**
คศ.บ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2552

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบางบัวทอง นนทบุรี 2549

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบางบัวทอง นนทบุรี 2546

ตำแหน่ง และสถานที่ทำงานปัจจุบัน

เจ้าของธุรกิจส่วนตัว

ชื่อวิทยานิพนธ์ ขนมปังหวานเสริมเนื้อตาลสุก

ชื่อ นามสกุล ราชันย์ อำพันทอง

ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา คหกรรมศาสตร์

คณะ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ เจริญชัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ดวงสุดา เตโชติรส)

.....กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ เจริญชัย)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชญาภัทร์ กี่อาริโย)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....