



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง


การใช้ทุเรียนผงเพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก คุกกี้ และขนมปัง
Substitution of Wheat Flour by Durian Powder in Cake Cookie and Bread

โดย

นางสาวขวัญฤดี อินทริยะ รหัส 39044409

นายวชิระ สัจจิตร รหัส 39044440

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก


..... 24 / ๕๐ / ๕3
()

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

16674


- 6 ก.ค. 2543

ร/ท

๗ ๖๗5๐

๕5๕๒

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร


.....

()

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวขวัญฤดี อินทวิระ และนายวชิระ ส่งจิตร์. 2543 : การใช้ทุเรียนผงเพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก คุกกี้ และขนมปัง (Substitution of Wheat Flour by Durian Powder in Cake Cookie and Bread) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 61 หน้า

จากการศึกษาการใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก คุกกี้ และขนมปัง และได้ทำการศึกษาผลต่อลักษณะของเนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่น และการยอมรับของผู้ทดสอบ พบว่าผลิตภัณฑ์เค้กที่ใส่ทุเรียนผงร้อยละ 35 ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ใส่ทุเรียนผงร้อยละ 50 ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใส่ทุเรียนผงร้อยละ 20 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม และผลจากการทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) พบว่าปริมาณทุเรียนผงที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อเนื้อสัมผัสของเค้กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะทำให้เนื้อเค้กแน่นขึ้น แต่ผลิตภัณฑ์คุกกี้และขนมปังนั้น ปริมาณทุเรียนผงไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



.....
ขวัญฤดี อินทวิระ

.....
วชิระ ส่งจิตร์

ลายมือชื่อนักศึกษา

.....
[Signature]

ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

.....
24 มิถุนายน 43

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่องการใช้ทุเรียนผงเพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก คุณก็ และชนมปิ้ง ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่กรุณาได้รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ช่วยกรุณาแนะนำข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ให้คำปรึกษาปัญหาต่างๆ ในระหว่างทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องจนทำให้รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ขึ้นมาได้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ระติพร หานเรือนกิจ และ ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ ที่ให้ความกรุณาเป็นอาจารย์คณะกรรมการปัญหาพิเศษนี้ รวมทั้ง คุณสุวรรณา ศรีสวัสดิ์ จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยที่กรุณาเอื้อเฟื้อมอบทุเรียนผงให้ใช้ในการทดลอง และขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือเป็นผู้ทดสอบที่ดีตลอดการทดลองและคอยให้กำลังใจตลอดเวลาในระหว่างการทำปัญหาพิเศษนี้

ขวัญฤดี อินทริชะ

วชิระ ส่องจิตร

24 มีนาคม 2543

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญภาคผนวก	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์	2
2.1 ทูเรียน	2
2.2 ทูเรียนผง	5
2.2.1 ขั้นตอนการผลิตทูเรียนผง	5
2.2.2 การกระจายขนาดของทูเรียนผง	6
2.2.3 สมบัติทางเคมีและกายภาพของทูเรียนผง	6
2.2.4 การเก็บรักษาทูเรียนผง	9
2.3 วัสดุคืบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ	10
2.3.1 แป้ง	10
2.3.2 น้ำ	14
2.3.3 น้ำตาล	16
2.3.4 เกลือ	17
2.3.5 สิ่ง que ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู	19
2.3.6 ซอร์แทนิง	22
2.3.7 นม	23
2.3.8 ไข่	26
2.4 ชนิดของผลิตภัณฑ์ขนมอบ	27
2.4.1 เค้ก	27
2.4.2 คุกกี้	30
2.4.3 ขนมปัง	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	37
3.1 วัตถุประสงค์	37
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	37
3.3 วิธีการทดลอง	38
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	40
4.1 การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในเค้ก	40
4.2 การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้	41
4.3 การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในขนมปัง	43
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	46
เอกสารอ้างอิง	47



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของทุเรียน	4
2.2 แสดงร้อยละของน้ำหนักของทุเรียนผงที่ค้ำบนตะแกรง	6
2.3 สีของทุเรียนผงที่บดด้วยเครื่องบดชนิด Hammer mill	7
2.4 แสดงคุณค่าทางอาหารของทุเรียนผง	8
2.5 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี	12
2.6 องค์ประกอบทางเคมีของนม	23
2.7 องค์ประกอบทางเคมีของนมชนิดต่างๆ	24
2.8 องค์ประกอบทางเคมีของไข่	26
4.1 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในลักษณะด้านต่างๆของเค้ก	40
4.2 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในลักษณะด้านต่างๆของคุกกี้	42
4.3 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในลักษณะด้านต่างๆของขนมปัง	44

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนการผลิตทุเรียนผง	5
4.1 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์เค้กจากทุเรียนผง	41
4.2 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์คุกกี้จากทุเรียนผง	43
4.3 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมปังจากทุเรียนผง	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก1. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของเด็กๆเรียน	50
ภาคผนวก ก2. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของคู๊กี้เรียน	51
ภาคผนวก ก3. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังทุเรียน	52
ภาคผนวก ข1. สูตรและขั้นตอนการผลิตเค้ก	53
ภาคผนวก ข2. สูตรและขั้นตอนการผลิตคู๊กี้	54
ภาคผนวก ข3. สูตรและขั้นตอนการผลิตขนมปัง	55
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	56



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ทุเรียนเป็นพืชที่ปลูกในเขตร้อนชื้น ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการปลูกทุเรียนเป็นจำนวนมาก แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการส่งทุเรียนสดไปขายต่างประเทศ แต่เนื่องจากทุเรียนเป็นผลไม้ที่ออกตามฤดูกาลจึงทำให้ราคาทุเรียนตกต่ำเมื่อมีผลผลิตออกสู่ท้องตลาดมาก ดังนั้นจึงมีการตัดผลทุเรียนอ่อนมาขายในช่วงต้นฤดูเพื่อจะได้ราคาสูง เพื่อแก้ปัญหาการตัดผลทุเรียนอ่อนมาขาย ปัจจุบันได้มีการแปรรูปทุเรียนคิบเป็นทุเรียนทอดกรอบขายในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน แต่มีปัญหาของการสูญเสียในลักษณะเป็นเศษชิ้นเล็กๆ และขนาดชิ้นทุเรียนคิบทอดกรอบไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะทำการศึกษาให้มีการใช้ทุเรียนคิบให้กว้างขวางมากขึ้นในระดับอุตสาหกรรม โดยการแบ่งส่วนหนึ่งของผลทุเรียนเข้าสู่การแปรรูป เมื่อมีความต้องการใช้ทุเรียนมากกว่าผลผลิตที่ได้ จะทำให้ราคาผลทุเรียนไม่ต่ำลงมาก

การทำทุเรียนผงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะเก็บทุเรียนไว้ใช้ได้นานขึ้น และใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นอาหารหลายรูปแบบ ซึ่งผลิตภัณฑ์ขนมอบก็เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจในการนำทุเรียนผงมาใช้ประโยชน์ โดยในการผลิตนั้นมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ ปริมาณที่ใช้เนื่องจากมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่นและสีของผลิตภัณฑ์ขนมอบ และมีผลในการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของทุเรียนผงในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบ

วัตถุประสงค์

ศึกษาปริมาณทุเรียนผงที่สามารถทดแทนแป้งสาลีในการผลิตผลิตภัณฑ์เค้ก คุกกี้ และขนมปังได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 2

วารสารปริทรรศน์

2.1 ทูเรียน

ทูเรียน ชื่อสามัญ Durian ชื่อวิทยาศาสตร์ *Durio zibethinus* Murray เป็นพืชที่ปลูกในเขตร้อนชื้น ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการปลูกทูเรียนเป็นจำนวนมาก ผลทูเรียนเป็นผลเดี่ยว (Simple fruit) เกิดจากดอกที่มีรังไข่เดี่ยว อาจมีพวงรังไข่ (Carpel) ตั้งแต่หนึ่งพวงขึ้นไป และอาจมีเนื้อเยื่ออื่นๆ นอกเหนือจากเนื้อเยื่อของรังไข่ ผลจัดเป็นผลแบบแอริล (Ari) ติดผลตามกิ่งและลำต้น พันธุ์ทูเรียนที่นิยมปลูกมากในประเทศไทยมีอยู่หลายพันธุ์ คือ หมอนทอง ชะนี กระดุม และก้านยาว ทูเรียนพันธุ์หมอนทองเป็นที่นิยมของผู้บริโภคเพราะมีรสชาติที่อร่อย เนื้อมาก ผลสุกจะมีเนื้อและซีกว่าพันธุ์อื่นๆ

ในด้านการพัฒนาและการสุกของผลทูเรียนนั้น หลังจากดอกทูเรียนได้รับการผสม ผลทูเรียนจะมีการพัฒนาเรื่อยมาส่งผลให้ขนาดและน้ำหนักของผลเพิ่มขึ้น ในช่วงที่ทูเรียนใกล้แก่ผลทูเรียนจะมีความสามารถในการคั่งคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงและจากกระบวนการเมทาโบลิซึมมาใช้ในการเจริญเติบโตสูง ถ้าหากได้รับสารอาหารไม่เพียงพอจะทำให้ผลทูเรียนมีขนาดเล็ก คุณภาพเนื้อไม่ดีเท่าที่ควร มีอาการแกน เต่าเผา หรือไส้ซึม ต่อจากนั้นอัตราการขยายขนาดของผลจะเริ่มลดลงแต่ส่วนเนื้อยังคงมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว พร้อมเข้าสู่กระบวนการสุกแก่ ทูเรียนจัดเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit กล่าวคือ ผลแก่สามารถเก็บจากต้นมาบ่มให้สุกได้โดยไม่จำเป็นต้องรอให้สุกบนต้น

ในช่วงที่ผลสุก เอทริลีนในผลจะถูกสังเคราะห์มากขึ้นและอัตราการหายใจสูงมากด้วย ซึ่งอัตราการหายใจและปริมาณเอทริลีนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นจะมีความสัมพันธ์กัน เมื่อปริมาณเอทริลีนสูงจะกระตุ้นให้ผลมีการหายใจเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการสุกเกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ เช่น แป้งในเนื้อจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาลทำให้เนื้อมีรสชาติดหวานขึ้น เริ่มมีกลิ่น ซึ่งอาจไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคบางคน โดยเฉพาะชาวตะวันตก กลิ่นของทูเรียนเกิดจากสารประกอบซัลเฟอร์ เช่น Thiol, Thioether และ Ester ชนิดต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมีของทูเรียน

1. คาร์โบไฮเดรต ทูเรียนมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบมากที่สุดคือประมาณร้อยละ 30 ขององค์ประกอบทั้งหมดโดยแบ่งเป็นแป้งร้อยละ 12 และน้ำตาลร้อยละ 12-18 (Franklin, 1980) เมื่อทูเรียนเริ่มสุกแป้งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลซูโครสแล้วแตกตัวไปเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟรุกโตสและกลูโคส (Eskin และคณะ, 1971) ทูเรียนที่เริ่มสุกจะมีรสหวานขึ้นเพราะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล ซึ่งการเปลี่ยนแปลงไปเป็นน้ำตาลนี้ขึ้นอยู่กับ สภาพแวดล้อมของการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ ระยะเวลาการเก็บรักษา ความแก่อ่อนของผลเป็นต้น (Eskin และคณะ, 1971) นอกจากนี้ยังมีคาร์โบไฮเดรตในรูปอื่นๆอีก เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเพคติน โดยเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ (เทียมใจ, 1986)

2. โปรตีน ทูเรียนเป็นผลไม้ที่มีโปรตีนสูงสุด โดยทูเรียนมีโปรตีนร้อยละ 3 (กนกมณฑล, 1983) ในทางอ้อมโปรตีนมีส่วนเกี่ยวข้องกับรสชาติของผลไม้ ดังจะเห็นได้จาก ทูเรียนภายหลังการเก็บเกี่ยวในเวลาไม่นานแป็งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลทำให้รสชาติหวานขึ้น อันเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์ซึ่งเป็นโปรตีน และเมื่อผลถึงระยะเสื่อมสภาพปริมาณกรดอะมิโนจะเพิ่มขึ้นซึ่งเกิดจากการสลายตัวของโปรตีนนั่นเอง

3. ไขมัน ผลทูเรียนมีไขมันเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 3.9 กรดไขมันที่มีมากที่สุดคือ กรดสเตียริก (Stanton, 1965) ส่วน Moser และ Greue (1980) พบว่าไขมันที่เป็นองค์ประกอบในทูเรียนของจังหวัดจันทบุรีซึ่งเก็บเกี่ยวในฤดูฝนและจากจังหวัดปราจีนบุรีซึ่งเก็บเกี่ยวในฤดูร้อน ประกอบด้วยกรดปาล์มมิติกมากที่สุด รองลงมาคือ กรดโอเลอิก กรดไขมันอื่นๆที่พบได้แก่ กรดปาล์มมิโตเลอิก ไลโนเลอิก และไลโนเลนิก

4. แคลโรทีน แคลโรทีนเป็นรงควัตถุที่ละลายได้ในไขมัน ไม่คงตัวในสภาพที่มีแสงและออกซิเจน ถูกออกซิไดซ์ได้โดยเอนไซม์ Lipoxidase (Eskin และคณะ, 1971) เนื้อทูเรียนมีแคลโรทีนเป็นองค์ประกอบ 20-30 I.U. (Franklin, 1980) โดยปกติแคลโรทีนมีอยู่แล้วในเนื้อเยื่อของผลไม้ แต่ถูกบดบังไว้ด้วยสีของคลอโรฟิลล์ เมื่อผลไม้เริ่มสุกคลอโรฟิลล์จะสูญเสียไปทำให้แคลโรทีนที่มีอยู่ปรากฏให้เห็น แต่อาจพบว่ามีสารสร้างเบต้า-แคลโรทีน หรือไลโคพีนในระหว่างการสุกได้ โดยไลโคพีนจะเปลี่ยนเป็นสารเริ่มต้นของเบต้า-แคลโรทีน (Tucker และ Grierson, 1987)

5. สารระเหย กลิ่นของทูเรียนเกิดจากสารระเหยพวกไธโอเอเทอร์ (Thioethers) และ เอสเทอร์ (Esters) (Winterhalter, 1991) เมื่อทูเรียนสุกงอม สารให้กลิ่นจะเป็นพวก ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulphide) และไดเอทิลไดซัลไฟด์ (Diethyl disulphide) (Franklin, 1980)

6. กรดอินทรีย์ โดยทั่วไปกรดจะมีปริมาณสูงสุดในระหว่างการเจริญเติบโต และการพัฒนาของผลขณะที่ยังอยู่บนต้นและลดลงระหว่างการสุก ในทูเรียนปริมาณกรดลดลงเมื่อผลสุก (Stanton, 1965) กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆในพืชส่วนใหญ่เป็นกรดที่อยู่ใน Krebs' cycle ถูกสร้างขึ้นระหว่างกระบวนการหายใจภายในเซลล์ โดยการสลายตัวของคาร์โบไฮเดรตแล้วสะสมอยู่ในแวคิวโอล ซึ่งพบว่าปริมาณกรดในผลไม้จะผันแปรขึ้นอยู่กับความแก่อ่อนของผลและอุณหภูมิที่ทำ

การเก็บรักษา พบว่าผลที่อ่อนกว่ามีปริมาณกรดมากกว่าผลที่แก่และจะลดลงมากเมื่อเก็บรักษาในสภาพที่อุณหภูมิที่สูง (สุรพงษ์, 1988)

7. น้ำ เป็นองค์ประกอบที่มีมากในเซลล์พืช หน้าที่หลักของน้ำคือเป็นตัวทำละลาย ช่วยให้โปรโตพลาสเคลื่อนที่ได้ และช่วยรักษาโครงสร้างของเซลล์ เนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ประกอบด้วยน้ำร้อยละ 65.9 พันธุ์ชะนีร้อยละ 71.2 ปริมาณน้ำในผลไม้ภายหลังเก็บเกี่ยวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในช่วงการเก็บเกี่ยวและระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว (เพ็ญศิริ และคณะ, 1988) องค์ประกอบทางเคมีของทุเรียนแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของทุเรียน

องค์ประกอบ	ปริมาณในส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม
พลังงาน	67 กิโลแคลอรี
ความชื้น	ร้อยละ 81.1
โปรตีน	2.2 กรัม
ไขมัน	0.8 กรัม
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	14.8 กรัม
ใยอาหาร	1.6 กรัม
เต้า	1.1 กรัม
แคลเซียม	8.0 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	38.0 มิลลิกรัม
เหล็ก	0.7 มิลลิกรัม
วิตามินเอ	10.0 ไมโครกรัม
ไทอามีน	0.35 มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน	0.2 มิลลิกรัม
กรดนิโคตินิก	0.7 มิลลิกรัม
กรดแอสคอร์บิก	24.0 มิลลิกรัม

ที่มา : Franklin (1980)

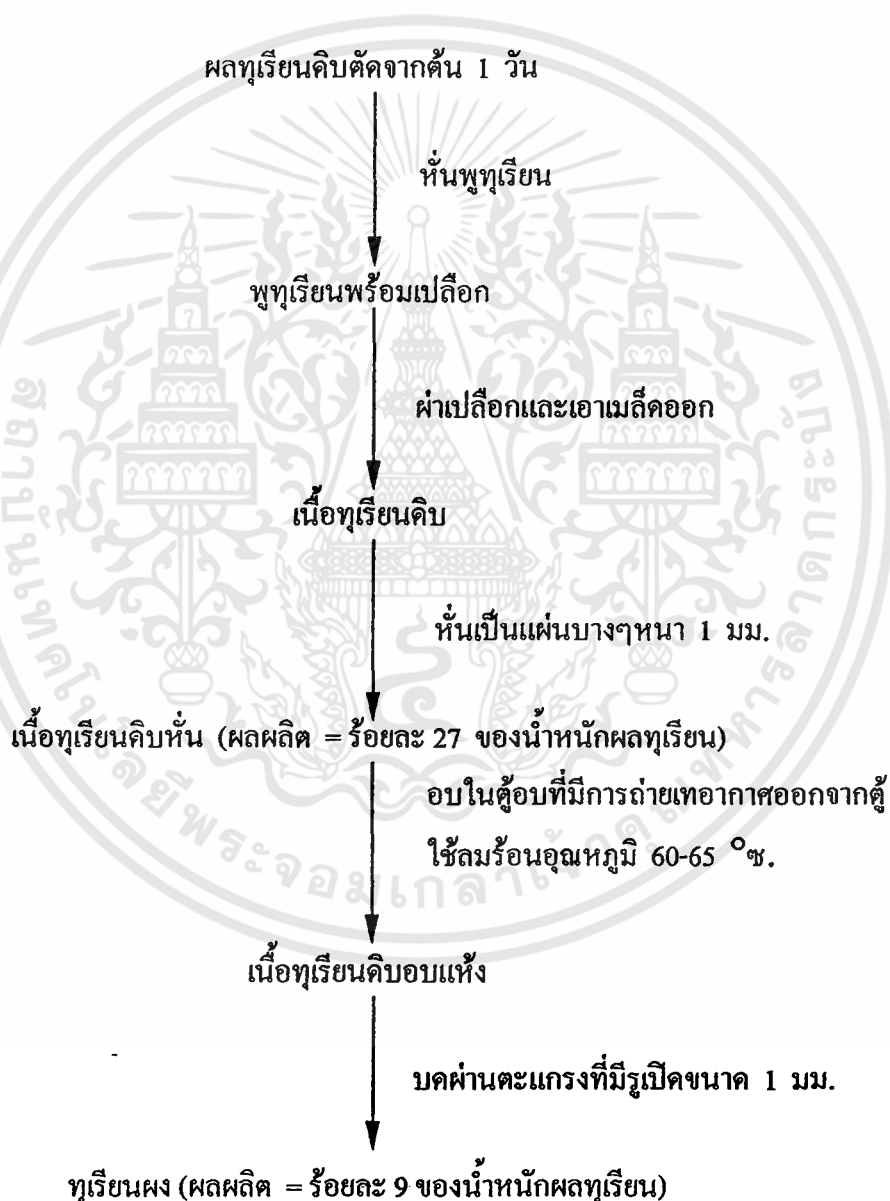
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทูเรียนผง

ทูเรียนผงคือ ทูเรียนดิบที่ผ่านกระบวนการอบแห้งแล้วนำมาบดให้เป็นผงที่มีขนาด 60 mesh

2.2.1 ขั้นตอนการผลิตทูเรียนผง

การผลิตทูเรียนผงแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิตทูเรียนผง

ที่มา : สุวรรณ และคณะ (2540b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนของการทำจะต้องคำนึงถึง อัตราการระเหยน้ำในระหว่างการอบเนื้อทุเรียน สีของทุเรียนผงควรมีสีอ่อนเพื่อสะดวกในการปรุงเป็นอาหารชนิดต่างๆ ความละเอียดของเนื้อซึ่งต้องเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อาหารที่จะพัฒนาขึ้น การเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ และทางจุลินทรีย์ของทุเรียนผงในการเก็บ

2.2.2 การกระจายขนาดของทุเรียนผง

การกระจายของขนาด (particie size distribution) ของทุเรียนผงบอกเป็นร้อยละของน้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงขนาดต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงร้อยละของน้ำหนักของทุเรียนผงที่ค้างบนตะแกรง

ขนาดรูเปิดของตะแกรง	ร้อยละของน้ำหนักทุเรียนผงที่ค้างบนตะแกรง	
	อยู่ระหว่าง	เฉลี่ย
16 mesh	0.1-1.15	0.45
30 mesh	13.9-22.15	17.92
60 mesh	37.4-40.9	38.70
80 mesh	15.9-17.8	16.67
100 mesh	21.0-27.5	23.65
140 mesh	0.15-0.55	0.36

ที่มา : สุวรรณมา และคณะ (2540b)

ทุเรียนผงที่นำมาใช้ได้ควรเป็นแบบที่ผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh

2.2.3 สมบัติทางเคมีและกายภาพของทุเรียนผง

สมบัติทางกายภาพ

- สีของทุเรียนผง

ตารางที่ 2.3 สีของทุเรียนผงที่บดด้วยเครื่องบดชนิด hammer mill

ผลการทดลอง	ระบบสีที่ใช้วัด : Hunter Color System		
	L	A	B
ค่าเฉลี่ยสี	88.25	-3.81	+14.81

หมายเหตุค่า L มากขึ้น แสดงว่า สีออกขาวมากขึ้น

ค่า a เป็นค่าลบมากขึ้น แสดงว่า สีออกไปทางสีเขียวมากขึ้น

ค่า b เป็นค่าบวกมากขึ้น แสดงว่า สีออกไปทางสีเหลืองมากขึ้น

ที่มา : สุวรรณา และคณะ (2540b)

จากค่าเฉลี่ยของการวัดสีข้างต้นจะเห็นได้ว่า สีของทุเรียนผงที่ได้มีลักษณะสีขาวปนสีเขียว และสีเหลืองเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีลักษณะเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปอาหาร เนื่องจากสีของทุเรียนผงจะไม่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

สีของทุเรียนผงที่ทำจากทุเรียนดิบสดและทุเรียนดิบแช่แข็งไม่แตกต่างกันมาก หากทำการอบด้วยวิธีเดียวกัน และยังพบว่าทุเรียนดิบแก่จัดหรือทุเรียนดิบอ่อนจะไม่มีผลต่อสีของทุเรียนผง แต่ลักษณะการอบที่มีการระบายความร้อนที่แตกต่างกันจะมีผลต่อสีของทุเรียนแห้งบดคือ ถ้าถ่ายเทอากาศออกจากตู้อบไม่ดีพอทำให้เกิดการสุกของเนื้อทุเรียน ซึ่งทำให้สีของทุเรียนผงมีสีเหลืองมากขึ้น

- ความหนืดของทุเรียนผงเมื่อผสมกับน้ำ

ความหนืดเป็นสิ่งที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุเรียนแห้งบด ซึ่งทำให้สามารถคาดคะเนความคงตัวของส่วนผสม และทำให้ทราบระยะเวลา และปริมาณความร้อนที่ให้กับผลิตภัณฑ์ได้ ทั้งนี้ความหนืด (viscosity) แปรผันโดยตรงกับปริมาณความร้อน (heat penetration) ด้วย โดยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความหนืด ได้แก่ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของตัวถูกละลาย น้ำหนักโมเลกุลของตัวถูกละลาย และสารแขวนลอย

ในการวิเคราะห์หาความหนืดของทุเรียนผงพบว่า เมื่อทุเรียนสุกมากขึ้น ความหนืดของทุเรียนผงเมื่อผสมน้ำจะลดลง โดยเฉพาะทุเรียนผงที่เตรียมจากทุเรียนดิบที่ตัดมาจากต้นมานานกว่า 2 วัน ระดับการสุกจะมีผลต่อการลดลงของความหนืดเป็นอย่างมาก เนื่องจากว่าเมื่อทุเรียนเริ่มสุกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงคือแป้งจะเริ่มเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล เมื่อความสุกเพิ่มขึ้น ปริมาณแป้งจะลดลงในขณะที่ปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ความหนืดสูงสุดที่วัดได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณ

แป้งที่วัดได้คือ ถ้ามีปริมาณแป้งมากจะมีความหนืดสูงสุดสูงตามไปด้วย และความหนืดสูงสุดจะลดลงเมื่อปริมาณแป้งลดลง

สมบัติทางเคมี

ทุเรียนผงที่ได้นี้มีสารอาหารดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงคุณค่าทางอาหารของทุเรียนผง

สารอาหาร	ปริมาณใน 100 กรัมทุเรียนผง
พลังงาน	373.71 กิโลแคลอรี
ความชื้น	6.58 กรัม
โปรตีน	4.66 กรัม
ไขมัน	2.51 กรัม
เถ้า	2.96 กรัม
กาก	0.17 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	83.12 กรัม
แป้ง	42.53 กรัม
น้ำตาล	19.74 กรัม
ใยอาหารชนิดละลายน้ำ	1.96 กรัม
ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ	9.57 กรัม
แคลเซียม	121.28 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	0.12 มิลลิกรัม
เหล็ก	23.79 มิลลิกรัม
เบต้า-แคโรทีน	485.80 ไมโครกรัม
วิตามิน เอ (ไมโครกรัมของเรตินอล)	0.255
วิตามิน เอรวม	81.22 ไมโครกรัม
วิตามิน บี 1 (ไทอามีน)	< 0.009 มิลลิกรัม
วิตามิน บี 2 (ไรโบฟลาวิน)	0.096 มิลลิกรัม
ไนอาซิน	5.541 มิลลิกรัม

ที่มา: สุวรรณา และคณะ (2540a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าทุเรียนผงนี้ ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม ให้พลังงานประมาณ 373.71 กิโลแคลอรี มีโปรตีนไม่สูงมากคือ มีประมาณ 4.66 กรัม จึงไม่นับว่าเป็นอาหารที่เป็นแหล่งของโปรตีน แต่จุดเด่นทางคุณค่าอาหารของทุเรียนผงอยู่ที่ค่าใยอาหารซึ่งมีรวมทั้งหมด 11.53 กรัมต่อทุเรียนผง 100 กรัม ดังนั้นสารอาหารที่จะได้จากทุเรียนผงคือ ใยอาหารและพลังงาน

2.2.4 การเก็บรักษาทุเรียนผง

ทุเรียนผง สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27-30 °ซ) ในที่โล่งมีอากาศถ่ายเทและไม่มีแสงแดดส่องถึง และอยู่ห่างจากที่ซึ่งมีความชื้นสูง

ภาชนะบรรจุที่ใช้เก็บทุเรียนผงได้มี 2 ชนิดคือ

1. ถุงกระสอบพลาสติกบุภายในด้วยพลาสติก ขนาด กว้าง × ยาวเท่ากับ 15 × 17 นิ้ว ข้อมูลของถุงกระสอบพลาสติกบุภายในด้วยพลาสติก มีดังนี้คือ

ลักษณะถุงภายนอก เป็นพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (PP) สานเป็นกระสอบ มีความถี่ของเส้นพลาสติกคือ 11 × 12 เส้นต่อตารางนิ้ว ความหนาของเส้นพลาสติก 930 ดีเนียร์ (Denier) ซึ่งมีความหมายว่า เส้นพลาสติกยาว 9,000 เมตร จะมีน้ำหนักเท่ากับ 930 กรัม และความแข็งแรงของเส้นพลาสติก = 3.7 กรัมต่อดีเนียร์ หรือ $3.7 \times 930 = 3,441$ กรัม ซึ่งมีความหมายว่าเส้นพลาสติกนี้จะขาดเมื่อใช้น้ำหนักถ่วงหนัก 3,441 กรัม

ลักษณะถุงภายในเป็นพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (PP) ความหนาของแผ่นเดียว 20 ไมครอนหรือ 0.02 มม.

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ โดยศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, วท. มีดังนี้

ความหนาของฟิล์ม	:	ถุงพลาสติกสาน :	0.275 มม.
		ถุงพลาสติก PP :	0.029 มม.
พื้นที่สัมผัสอากาศ	:		58.52 ตารางเซนติเมตร
อัตราการซึมผ่านไอน้ำ	:	ถุงพลาสติกสาน :	1,705 กรัม/ตารางเมตร/วัน
		ถุงพลาสติก PP :	12 กรัม/ตารางเมตร/วัน

2. ถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนสำหรับบรรจุของร้อนขนาด 8 × 12 นิ้ว ความหนาแผ่นเดียวเท่ากับ 0.028 มม. ขนาด 6 × 9 นิ้ว ความหนาแผ่นเดียวเท่ากับ 0.032 มม. แล้วใส่ใน

กระป๋องดีบุกที่มีฝาปิดเป็นพลาสติก หรือใส่ถังเหล็กหรือถังพลาสติกขนาดใหญ่ที่สามารถป้องกันความชื้นได้ดี

สำหรับการเก็บรักษาทุเรียนผงในภาชนะบรรจุทั้ง 2 แบบสามารถเก็บได้นาน 1 ปีโดยกลั่นยังใช้ได้อยู่ สิ่งที่สำคัญคือ ในระหว่างการเก็บรักษาต้องรักษาภาวะแวดล้อมในสถานที่เก็บให้อุณหภูมิและความชื้นไม่สูงเกินกว่าที่กำหนด หากเป็นสถานที่ที่ความชื้นค่อนข้างสูงควรเก็บในลักษณะที่ 2 คือ เก็บใส่ถังอีกทีหนึ่ง เพราะถึงจะป้องกันความชื้นได้ดีกว่าภาชนะบรรจุแบบที่ 1 สำหรับการเปลี่ยนแปลงของสีและความหนืดในระหว่างการเก็บรักษานั้น ไม่มี (สุวรรณ และคณะ, 1997)

2.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ

2.3.1 แป้ง

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบทุกชนิด ไม่มีแป้งชนิดอื่นใช้แทนแป้งสาลีได้ ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมคือ กลูเตนินและไกลอะดีน ซึ่งเมื่อผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า "กลูเตน" มีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงสร้างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

ข้าวสาลีที่นำมาไม่เป็นแป้งสาลีนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภทตามความแข็งของเมล็ดโดยจัดเป็นข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard wheat) กับข้าวสาลีชนิดอ่อน (Soft wheat)

ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำมาไม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูงเหมาะสำหรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง แป้งชนิดนี้มีโปรตีนที่มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ทนต่อสภาพการผสม ทนการหมัก ทนอุณหภูมิของห้องและของเครื่องผสม มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่ดี ซึ่งจะเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาตรดี มีรูและเนื้อสัมผัสที่ดี ก้อนโดที่ทำจากส่วนผสมของแป้งสาลีชนิดแข็งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูงอีกด้วย

ส่วนข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำมาไม่ก็จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำ แป้งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ต่ำกว่าแป้งชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักที่ต่ำไม่เหมาะที่จะใช้ทำขนมปังเพราะไม่สามารถนวดผสมให้เป็นก้อนโดได้ แต่จะเหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้กและคุกกี้

โดยทั่วไปแล้ว ข้าวสาลีชนิดแข็งจะมีโปรตีนสูงกว่าข้าวสาลีชนิดอ่อน สำหรับแป้งขนมปัง จะมีโปรตีนเกินร้อยละ 10.5 ขึ้นไป ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี และจะมีเถ้าร้อยละ 0.4 แป้งขนมปังควรมีการดูดซึมน้ำได้สูง และมีความทนทานต่อการผสมได้ดี ซึ่งหมายความว่าสามารถยืดเวลาการผสมได้โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ส่วนแป้งเค้กควรมีโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 10 และมีเถ้าร้อยละ 0.4 มีการดูดซึมน้ำได้ต่ำ

แป้งสาลีที่ผลิตออกมาขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบนั้นมี 3 ชนิดที่สำคัญคือ แป้งขนมปัง แป้งสาลี และแป้งอเนกประสงค์ ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและคุณลักษณะ รวมถึงการใช้ประโยชน์ต่างกันคือ

1. แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูงร้อยละ 12-14 ไม่จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือ เมื่อถูด้วยมือจะรู้สึกคายมือ มีสีครีมไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู

2. แป้งอเนกประสงค์ มีโปรตีนสูงปานกลางคือร้อยละ 10-11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสม ใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ขนมปังจืดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตรี ใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู

3. แป้งเค้ก มีปริมาณโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7-9 ไม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้ก คุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่มเนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้นโดยไม่ใช้ยีสต์ สารเคมีที่ใช้ได้แก่ ผงฟู เบกิงโซดา เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยนั้น ปัจจุบันได้สั่งข้าวสาลีจากต่างประเทศมาไม่เป็นแป้งโดยโรงโม่ที่มีอยู่จะทำการโม่แป้งหลัก 3 ชนิดดังกล่าวมาแล้ว และจากแป้งหลักเหล่านี้ โรงโม่แต่ละแห่งจะทำการโม่แป้งสำหรับทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่างขึ้น โดยจะบอกไว้ที่ถุงบรรจุแป้งว่า ใช้ทำผลิตภัณฑ์อะไรบ้าง ซึ่งผู้ซื้อจะต้องรู้ว่าแป้งที่จะใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนั้นเป็นแป้งชนิดใด มีโปรตีนเท่าใด จึงสามารถเลือกซื้อให้เหมาะสมได้

องค์ประกอบของแป้งสาลี

แป้งสาลีที่ได้จากการ โม่โดยแยกส่วนของแป้งในเอนโดสเปอร์มออกมาแล้ว จะประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ โดยเฉลี่ยดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี

องค์ประกอบ	ร้อยละ โดยน้ำหนัก
คาร์โบไฮเดรต	70
ความชื้น	15
โปรตีน	11.5
ไขมัน	1.0
น้ำตาล	1.0
แร่ธาตุ	0.4
และอื่นๆ	2.0

ที่มา : จิตรนา และ อรอนงค์ (1993)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า แป้งสาลีนั้นมีคุณสมบัติเฉพาะที่ไม่เหมือนกับแป้งชนิดอื่น คือ ในแป้งสาลีจะประกอบด้วยโปรตีนซึ่งเมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวชนิดอื่นแล้วจะได้กลูเตน ซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะเหนียว เป็นยาง และยืดหยุ่นได้ กลูเตนประกอบด้วยกลูเตนินและไกลอะดลินในอัตราส่วนเท่าๆกัน กลูเตนินจะทำให้โดหรือก้อนแป้งผสมมีกำลังที่จะอุ้มก๊าซที่ทำให้ขึ้นฟูไว้ได้ และจะเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ส่วนไกลอะดลินนั้นทำให้กลูเตนมีคุณสมบัติในการยืดตัวและยืดหยุ่นได้นั้นคือ กลูเตนินนั้นให้ความแข็งแรงกับกลูเตนและไกลอะดลินซึ่งเป็นสารที่อ่อนและเหนียวจะเป็นตัวเชื่อม ไกลอะดลินจะติดอยู่กับกลูเตนินและป้องกันไม่ให้กลูเตนินถูกล้างออกไปในระหว่างกระบวนการสกัดกลูเตน

การล้างหรือสกัดกลูเตนออกจากแป้ง ทำได้โดยล้างก้อนแป้งด้วยน้ำ จนน้ำที่ล้างได้ไม่มีตะกอน ซึ่งจะได้ปริมาณของโปรตีนที่มีในแป้งและคุณลักษณะของกลูเตนที่มีอยู่ในแป้ง ซึ่งสามารถคัดสรรได้โดยคุณสมบัติทางฟิสิกส์คือความยืดหยุ่น และความสามารถในการขยายตัว ทั้งคุณภาพและปริมาณของกลูเตนนั้นเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางฟิสิกส์ของโด ข้าวสาลีหลายชนิดให้กลูเตนปริมาณน้อย ในขณะที่อีกหลายชนิดมีกลูเตนอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม แต่กลูเตนที่มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจจะขาดคุณสมบัติที่ต้องการ เพราะฉะนั้น โรงโม้จึงจำเป็นต้องทดสอบและผสมข้าวสาลีต่างชนิด เพื่อที่จะให้ได้แป้งที่มีปริมาณกลูเตนที่เพียงพอ และให้กลูเตนที่มีคุณลักษณะที่ดี เพราะกลูเตนจะเป็นตัวเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นในก้อนแป้งผสม และเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นฟองน้ำของผลิตภัณฑ์เมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

นอกจากโปรตีนและกลูเตนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของแป้งสาลีแล้ว ในแป้งสาลียังมีเอนไซม์ที่สำคัญคือ เบต้า-อะมิเลส (β -amylase) และแอลฟา-อะมิเลส (α -amylase) เอนไซม์เหล่านี้จำเป็นสำหรับการทำขนมปัง โดยเบต้า-อะมิเลสจะทำการย่อยเดกซ์ทริน (dextrin) และสารละลาย สตาร์ชส่วนหนึ่งให้เป็นน้ำตาลมอลโทสสำหรับยีสต์ในการนำไปใช้เป็นอาหารในระหว่างการหมัก เอนไซม์ชนิดนี้ไม่ทนความร้อน การทำงานจะเกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนของการหมัก

แอลฟา-อะมิเลสจะทำการย่อยสารละลายสตาร์ชให้เป็นเดกซ์ทรินในระหว่างกระบวนการหมัก การทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้มีไม่มากนัก แต่เอนไซม์จะทนความร้อนได้สูงถึง 70-75 °ซ. ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่สตาร์ชของข้าวสาลีเกิดเป็นเจล คืออุณหภูมิเพียง 56-60 °ซ. และที่จุดนี้เอง แอลฟา-อะมิเลสจะเริ่มทำงานหรือกล่าวได้ว่า การทำงานของแอลฟา-อะมิเลสจะเพิ่มขึ้นในตอนแรกของการอบ และผลิตภัณฑ์จะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับการทำงานและปริมาณของเอนไซม์ชนิดนี้

คุณลักษณะของแป้งสาลี

เพื่อที่จะทำขนมปังให้ได้ผลดี ควรใช้แป้งที่มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. สีของแป้ง (Color) สีของแป้งจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว ถ้าหากมีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของแซนโทฟิลล์ หรือสีครีม จะทำให้ขนมปังมีเนื้อใน (crumb) ที่มีสีไม่ดี ดังนั้นแป้งที่ไม่ออกมาจึงควรผ่านการฟอกสีก่อน

2. กำลังของแป้ง (Strength) หมายถึงพลังที่แป้งสามารถจะอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักได้ดี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและมีปริมาตรดี

3. ความทนต่อสภาพต่างๆของแป้ง (Tolerance) หมายถึงลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมนานๆ ทนต่อการรีด และกระบวนการอื่นๆ โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ความทนต่อสภาพต่างๆนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกลูเตน แป้งที่มีความทนต่อสภาพต่างๆสูงจะหมักได้นาน และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

4. ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง (High water absorption) หมายถึงแป้งที่มีคุณลักษณะในการดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพที่ดีอยู่ ผลของการที่แป้งดูดซึมน้ำได้มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมปังไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพในการเก็บและการกินที่ดี

5. ความสม่ำเสมอเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแป้ง (Uniformity) อาจหมายถึงความสม่ำเสมอในสี ขนาดของแป้ง และอื่นๆ ไป ถ้าแป้งขาดความสม่ำเสมอแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน จึงควรทำการตรวจสอบก่อนที่จะทำผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง

ค่าความเป็นกรดค้างของแป้ง

แป้งสาลีโดยปกติมีค่าความเป็นกรดค้างระหว่าง 5.5 และ 6.5 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะขนมปัง สำหรับแป้งที่มีค่าความเป็นกรดค้างต่ำกว่า 5.0 จะมีความเป็นกรดมากเกินไปจะทำให้การทำขนมปังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร ถ้าแป้งมีค่าความเป็นกรดค้างต่ำกว่า 6.1-6.2 โดยทั่วไปจะบอกได้ว่า แป้งนั้นผ่านการใส่คลอรีนมากในระหว่างการไม่

หน้าที่ของแป้งสาลีต่อผลิตภัณฑ์

ส่วนใหญ่แล้วแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์และทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปอยู่ได้เมื่ออบเสร็จแล้ว เป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบทุกชนิด เนื่องจากแป้งมีหลายชนิดและแต่ละชนิดก็เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง ดังนั้นจึงควรเลือกใช้แป้งสาลีที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ

2.3.2 น้ำ

น้ำเป็นวัตถุดิบที่สำคัญรองจากแป้ง ซึ่งถ้าปราศจากน้ำการทำผลิตภัณฑ์หลายๆอย่างจะเกิดขึ้นไม่ได้ น้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบอาจเป็นน้ำทั่วไป หรือเป็นน้ำที่อยู่ในน้ำมัน หรือน้ำผลไม้ ซึ่งเป็นของเหลวที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

น้ำเป็นส่วนผสมที่จัดว่ามีราคาสูงที่สุดในการทำขนมปัง และเป็นส่วนผสมที่สำคัญมากขาดไม่ได้ เนื่องจากน้ำมีหน้าที่รวมตัวกับโปรตีนในแป้งให้เกิดเป็นกลูเตน น้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์อาหาร ควรเป็นน้ำบริสุทธิ์ปราศจากเชื้อแบคทีเรีย น้ำชนิดใดก็ตามที่สามารถดื่มได้ก็สามารถนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ น้ำที่มีความกระด้างเป็น 0 มักใช้ในการทำเค้กและบิสกิต เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอและให้ผลดี สำหรับน้ำที่มีความกระด้างปานกลางจะใช้ได้ดีในการทำขนมปัง แต่น้ำอ่อนได้แก่ น้ำกลั่น หรือน้ำฝน ซึ่งปราศจากแร่ธาตุอื่นปะปน น้ำชนิดนี้จะไม่ช่วยในการผลิตก๊าซจากยีสต์เพราะไม่มีแร่ธาตุซึ่งเป็นสารอาหารของยีสต์อยู่ เมื่อใช้ในการทำขนมปังควรใช้สารเคมีช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของก้อนโด เติมอาหารของยีสต์ที่เรียกว่า yeast food ซึ่งจะมีพวกแร่ธาตุอยู่ด้วย และควรเพิ่มเกลือลงปรี้อยละ 2-5 เพราะโคที่ทำจากน้ำอ่อนมักจะมีลักษณะเหนอะ และ ขนมปังที่ได้จะแบนราบ น้ำอ่อนมักจะทำให้กลูเตนอ่อนตัว ดังนั้นจึง

ต้องใช้ยีสต์มากขึ้นและเพิ่มเกลือให้มากขึ้นด้วย ส่วนน้ำกระด้างจะมีพวกเกลือแร่อยู่แล้ว และถ้ามีไม่มากเกินไปก็จะใช้ได้ดีสำหรับการทำงานมปัง การผลิตก็จะเป็นไปตามปกติ และกลูเตนจะเก็บก๊าซได้ดี น้ำกระด้างนั้นมีทั้งน้ำกระด้างชั่วคราวและน้ำกระด้างถาวร พวกแรกจะมีเกลือแมกนีเซียมคาร์บอเนต และเกลือแคลเซียมคาร์บอเนตอยู่ด้วย ไม่เหมาะที่จะใช้ทำงานมปัง เมื่อใช้น้ำกระด้างมากๆทำงานมปัง เกลือแร่ที่มีอยู่ในน้ำจะทำให้การหมักชะงักงัน และจะทำให้กลูเตนแข็งตัวหรือรัดตัว ทำให้โคแข็งกระด้าง

หน้าที่ของน้ำที่มีต่อผลิตภัณฑ์

น้ำทำหน้าที่หลายอย่างในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบดังนี้คือ

1. ทำให้เกิดกลูเตน
2. น้ำช่วยควบคุมความชื้นของโค ปริมาณน้ำที่ใช้จะสัมพันธ์กับความชื้นของโค
3. น้ำช่วยควบคุมอุณหภูมิของโค และการที่จะทำให้อุณหภูมิอุ่นหรือเย็นสามารถควบคุมที่น้ำได้
4. น้ำช่วยละลายส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่แป้ง เช่น น้ำตาล เกลือ และโปรตีนที่ละลายน้ำได้ให้เป็นเนื้อเดียวกัน
5. น้ำจะทำให้สตาร์ชเปียกและเกิดการพองตัว ทำให้อย่างง่าย
6. ช่วยให้เอนไซม์ทำงานได้ดี
7. ช่วยให้เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นาน
8. ช่วยกระจายยีสต์ในการหมักโค

การผสมแป้งในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบมักจะต้องมีน้ำอยู่ด้วย ปริมาณของน้ำที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งและชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ

เมื่อผสมน้ำกับแป้งจะเกิดก้อนแป้งที่มีลักษณะเหนียว และยืดหยุ่นได้ ซึ่งเรียกว่า "โค" โครงสร้างของโคก็คือ กลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่ละลาย ยิ่งในโคมีปริมาณน้ำมากเท่าใดสตาร์ชซึ่งเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของแป้งก็จะยึดไว้มากเท่านั้น สตาร์ชจะดูดซับน้ำไว้บนผิวนอกในขั้นตอนแรกของการผสม เมื่อการผสมดำเนินต่อไป โคจะค่อยๆหายและ จนเมื่อคิงหรือจับคูกจะไม่ติดมือ หรือติดข้างอ่างผสม ในสภาพเช่นนี้แสดงว่า โคได้รับการผสมอย่างเพียงพอแล้ว ในขณะที่โปรตีนจะได้รับการผสมกับน้ำอย่างเต็มที่ และเซลล์ของสตาร์ชก็จะดูดซับน้ำเข้าไปประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนัก

การบันทึกน้ำหนักของโคเป็นการตรวจสอบน้ำหนักของวัตถุดิบที่ใช้และเพื่อคำนวณหา น้ำหนักที่เสียไปในระหว่างการหมัก เพราะน้ำหนักของโคจะลดลงเมื่อการหมักดำเนินต่อไป น้ำหนักที่หายไปส่วนมากเกิดจากการไถ่ลม หรือโดยการระเหยออกทางผิวนอกของโคในระหว่างการอบ น้ำหนักส่วนใหญ่จะหายไปโดยที่น้ำที่มีอยู่ในก้อนขนมปังเปลี่ยนเป็นไอน้ำและระเหยออกไปเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

โคที่มีความเหนียวแน่นมากเกินไปจะเกิดเนื่องจากน้ำน้อยเกินไป ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในโคจะมีผลอย่างยิ่งต่อโครงสร้างของขนมปัง น้ำจะทำให้เนื้อใน (crumb) ของผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้น อ่อนนุ่ม มีขนาดและรูปร่างของเซลล์เปิด โคที่แน่นจะทำให้เนื้อในขนมปังมีขนาดและรูปร่างของเซลล์ที่ปิดแน่น มีเปลือกนอก (crust) แข็ง และมีปริมาตรเล็ก

2.3.3 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารประกอบที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำ และมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีขายในตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย เป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ 99.9% มีอยู่หลายชนิด แต่ที่นำไปใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบต่างๆ ไปมี 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. น้ำตาลทรายขาว (Granulated sugar) ใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ น้ำตาลทรายขาวมีขนาดความละเอียดต่างๆกัน มีตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ น้ำตาลทรายขาวที่ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่นๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบ จะตีผสมกับเนยได้ไม่ดี เพราะผลึกที่ใหญ่จะละลายไม่หมดและมักจะคงอยู่ในรูปผลึกของน้ำตาลซึ่งไม่ละลายโดยความร้อนจากตู้อบ น้ำตาลที่อยู่ใกล้ผิวขนมจะเกิดเป็นจุดขึ้น นอกจากนั้นผลึกน้ำตาลที่หยาบจะไปอุดตันที่เคลือบเครื่องผสม ทำให้เกิดสีเทาในผลิตภัณฑ์ และจะยิ่งเป็นมากขึ้นถ้าเนยหรือไขมันที่นำมาตีกับน้ำตาลทรายขาวมีความเย็นมาก อย่างไรก็ตามโอกาสที่จะใช้น้ำตาลทรายขาวก็มีมาก เช่น ใช้ย้อมสีต่างๆ ก่อนโรยบนคุกกี้ ใช้ทำไส้ขนมและไซร์ป การทำไอซิ่งและแต่งหน้าเค้กควรใช้น้ำตาลผงละเอียด

2. น้ำตาลไอซิ่ง (Icing or Confectionery sugar) น้ำตาลชนิดนี้เป็นผงละเอียดที่มีแป้งข้าวโพดปนอยู่ด้วยประมาณร้อยละ 3 ทั้งนี้เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน หรือป้องกันการเป็นผลึกของน้ำตาล ส่วนมากใช้ในการทำไอซิ่งและผสมกับแป้งทำแป้งเค้กสำเร็จรูป ความละเอียดของน้ำตาลชนิดนี้ช่วยให้ผสมง่ายขึ้นมักใช้กับแองเจิลเค้ก

3. น้ำตาลทรายแดง (Yellow or Brown sugar) น้ำตาลชนิดนี้จะมีพวกคาราเมล แร่ธาตุ และความชื้นปนอยู่ด้วย เป็นน้ำตาลที่ไม่บริสุทธิ์หรือเรียกว่าน้ำตาลดิบ ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

ต้องการกลิ่นรส และสีของคาราเมล ส่วนใหญ่ใช้ในการทำคุกกี้และเค้กบางชนิด เช่น ฟรุตเค้กจะ
ไม่ใช้ในการเค้กที่มีเนื้อสัมผัสเบา ถ้าจำเป็นต้องใช้ต้องเพิ่มความระมัดระวังในการผสม

หน้าที่ของน้ำตาลที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

น้ำตาลทำหน้าที่ต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ขนมอบคือ

1. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขนมเค้ก
2. เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก
3. ใช้เตรียมเป็น ไอซิ่งชนิดต่างๆ สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมอบ
4. ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู
5. ช่วยให้เนื้อขนมดี
6. ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
7. ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดี
8. เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

2.3.4 เกลือ

เกลือที่ใช้ในการทำขนมอบนั้นเป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ในการประกอบอาหารต่างๆ ไป
ประกอบโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตอื่นๆ

ชนิดของเกลือ

1. เกลือธรรมดา (Normal salt) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และ
แคลเซียมซัลเฟต
 2. เกลือกรด (Acid salt) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนตหรือเบกิงโซดา แคลเซียมเอซิด
ไพโรฟอสเฟต ซึ่งใช้ในการทำผงฟูหรือเบกิงเพาเวอร์ และครีมออฟฟาร์ทาร์
 3. เกลือเบส (Basic salt) เกลือชนิดนี้ไม่สำคัญสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ
 4. เกลือผสม (Double salt) ได้แก่ อะลูมิน (Alum)
- เกลือที่นำมาใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบได้แก่ เกลือธรรมดาและเกลือกรด

96760

หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. ทำให้อาหารมีรสชาติ
2. เน้นกลิ่นรสของส่วนผสมอื่นๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ
3. ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป
4. ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ และควบคุมอัตราการหมัก
5. ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดตัว
6. ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์
7. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในโดที่หมักด้วยยีสต์

ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง เกลือที่ใส่ลงไปในส่วนจะช่วยให้ขนมปังมีรสชาติเป็นส่วนใหญ่ เกลือจะเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่นให้เด่นชัด และช่วยทำให้ขนมปังมีกลิ่นรสและคุณลักษณะดีขึ้น ช่วยทำให้โดแข็งขึ้น ถ้าไม่มีเกลือโดจะแฉะ เพราะฉะนั้นเกลือจึงช่วยให้ขนมปังมีเนื้อสัมผัสและมีรูเซลล์ที่ดีจากการที่โดมีกำลังในการอุ้มก๊าซ

เกลือจะทำให้การหมักคงตัว จะไม่ทำลายยีสต์โดยจะดึงน้ำออกจากยีสต์แต่ไม่ทำให้ยีสต์ตาย เกลือจะทำให้การทำงานของเอนไซม์ไซเมสช้าลงในการใช้น้ำตาลและคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์

ในการทำขนมเค้ก เกลือจะทำให้กลิ่นรสที่มีอยู่เด่นชัดขึ้น ทำให้รสจืดชืดหายไป

ปริมาณของเกลือที่ใช้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ แต่ส่วนใหญ่แล้วขึ้นอยู่กับแป้งเป็นสำคัญ แป้งที่มีกลูเตนอ่อนต้องการเกลือมาก เพราะเกลือจะช่วยทำให้โปรตีนมีกำลัง สำหรับแป้งที่มีกลูเตนอ่อนทั้งคุณภาพและปริมาณ เพื่อที่จะแก้ไขให้ดีขึ้นควรเติมเกลือลงไปในโดอีกร้อยละ 0.25 ถึงร้อยละ 0.50 ปัจจัยอย่างอื่นก็คือสูตรที่ใช้ สำหรับสูตรที่มีปริมาณของส่วนผสมต่างๆสูงก็ใช้เกลือในปริมาณสูงกว่า ปริมาณของแร่ธาตุในน้ำก็มีผลต่อปริมาณเกลือที่ใช้ในส่วนผสมด้วย คือถ้าน้ำที่ใช้เป็นน้ำกระด้าง ปริมาณเกลือที่ใช้ก็จำเป็นต้องลดลง ในสภาพปกติปริมาณของเกลือที่ใช้จะอยู่ระหว่างร้อยละ 2-4

คุณลักษณะที่ดีของเกลือ

เกลือที่ใช้ในการทำขนมอบ ควรมีคุณลักษณะดังนี้

1. ละลายได้ดีในน้ำ

2. น้ำเกลือควรใสสะอาด ถ้าุ่นแสดงว่ามีสิ่งไม่บริสุทธิ์เจือปนอยู่
3. ไม่ควรเป็นก้อน
4. ควรเป็นเกลือบริสุทธิ์
5. ไม่มีรสขมหรือรสฝื่อน

2.3.5 สิ่ง que ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

สิ่ง que ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีความเบา โปร่ง มีลักษณะเนื้อในเป็นรูมี 3 ชนิดด้วยกันคือ

1. อากาศ
2. ไอน้ำ
3. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การขึ้นฟูด้วยอากาศ

สามารถทำให้อากาศเข้าไปในส่วนผสมได้หลายวิธีด้วยกันคือ

- การร่อนแป้งก่อนผสม
- การตีแป้งกับส่วนผสมอื่นๆ เช่น ผงฟู น้ำ ไขมัน นมและน้ำตาลเข้าด้วยกัน
- การตีเนยกับน้ำตาล เช่น ในการทำบัตเตอร์เค้ก
- การตีไข่กับน้ำตาล เช่น การทำสปันจ์เค้กและแองเจิลเค้ก
- การห่อพับริดโดสำหรับทำฟัพเพสตรี และแคนิชเพสตรี

การขึ้นฟูด้วยไอน้ำ

การขึ้นฟูด้วยไอน้ำเกิดจากการที่น้ำในส่วนผสมขยายตัวขึ้นเมื่อได้รับความร้อน ปริมาตรของขนมที่ขึ้นฟูด้วยไอน้ำนั้นขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแป้งกับน้ำที่มีอยู่ในส่วนผสมนั้น เช่น การพองตัวของคริมพัฟหรือเอแคลร์ ซึ่งใช้น้ำปริมาณมาก จะมีลักษณะพองตัว ตรงกลางกลวง ซึ่งเป็นผลมาจากการที่น้ำกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อน สำหรับฟัพเพสตรีที่พองตัวขึ้นเป็นชั้น ก็เนื่องมาจากน้ำในส่วนผสมและน้ำในเนยที่นำมาห่อริคพับอยู่ในระหว่างชั้นของโดนั้นเดือดกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ทำให้ขนมพองขึ้นฟูเป็นชั้นตามลักษณะการริคพับโด

การขึ้นฟูด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในผลิตภัณฑ์มีทั้งที่เกิดขึ้น โดยกระบวนการทางชีวเคมี คือ จากยีสต์ และเกิดจากกระบวนการทางเคมี ได้แก่ สารเคมีคือ ผงฟู ผงโซดา แอมโมเนีย เป็นต้น

ยีสต์

ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะยีสต์แห้งชนิดผงซึ่งเป็นยีสต์แห้งที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด มีความสามารถในการหมักสูง ไม่ต้องละลายน้ำก่อนนำไปใช้ วิธีใช้ก็คือ ผสมไปกับแป้งโดยตรงก่อนที่จะผสมกับส่วนผสมอื่นๆหรือจะเติมลงไปหลังจากที่ได้ผสมแป้งกับส่วนผสมอื่นแล้วใน 1 นาทีหรือผสมยีสต์ผงกับส่วนที่เป็นของเหลวทั้งหมดในสูตรก่อนนำไปผสมกับแป้ง หรือจะละลายน้ำอุ่นที่ 38 °ซ. นาน 15 นาทีก่อนนำมาใช้ก็ได้ แต่วิธีที่สะดวกที่สุดก็คือ ผสมกับแป้งโดยตรงก่อนที่จะนำไปผสมกับส่วนอื่นๆ

หน้าที่ของยีสต์ในผลิตภัณฑ์อาหารหมัก

1. สร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้โคขยายตัวและปริมาตรของโคเพิ่มขึ้น
2. ทำให้เกิดโครงสร้างและลักษณะเนื้อของโค อันเป็นผลจากการขยายตัวของก๊าซที่ยีสต์สร้างขึ้น
3. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสเฉพาะตัว อันเนื่องมาจากสารแอลกอฮอล์ คีโตน และกรดที่ยีสต์สร้างขึ้นมาในระหว่างการหมัก
4. ช่วยเสริมคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์

การทดสอบคุณภาพของยีสต์ ทำโดยใส่ยีสต์ 1 ช้อนโต๊ะลงไปในพื้นที่มีอุณหภูมิ 38 °ซ. 1 ถ้วยตวง และมีน้ำตาลละลายอยู่ 1 ช้อนโต๊ะ แล้วคนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ ยีสต์จะค่อยๆฟูขึ้นมาบนผิวหน้าของน้ำ ใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที แสดงยีสต์นั้นยังไม่เสื่อมคุณภาพ แต่ถ้าใส่ลงไปแล้วยีสต์จมอยู่ที่ก้นภาชนะไม่ฟูขึ้นมาบนผิวน้ำ แสดงว่ายีสต์นั้นเสื่อมคุณภาพแล้ว ไม่ควรนำมาใช้อีกต่อไป

สารเคมีที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

สารเคมีที่ใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์จากปฏิกิริยาทางเคมีและทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีความเบาและย่อยงายนั้นมีอยู่ 3 ชนิด ที่นิยมใช้ได้แก่

1. เบกิงโซดา (Baking soda) หรือเรียกทางเคมีว่าโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ออกมา ซึ่งสารเคมีชนิดนี้มีผลเสียคือมีสารตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเฝื่อน และจะมีลักษณะเป็นสนุเมื่อสารตกค้างทำปฏิกิริยากับไขมันที่เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ต้องการใช้ในการผลิต

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเบกิงโซดาเนี่ยยังสูงอีกด้วย ดังนั้นก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนสุดท้ายของการอบ ทำให้การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ไม่ดีเท่าที่ควร

2. เบกิงเพาเวอร์หรือผงฟู (Baking powder) เป็นสารช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูที่ผลิตขึ้นจากการผสมของเบกิงโซดาหรือโซเดียมคาร์บอเนตกับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ในการผสมนี้จะเติมแป้งข้าวโพดลงไปด้วยส่วนหนึ่ง เพื่อป้องกันมิให้สารทั้งสองชนิดนี้สัมผัสกันโดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้นได้ โดยแป้งข้าวโพดที่เติมลงไปนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวดูดความชื้นไว้ ทำให้ผงฟูไม่จับกันเป็นก้อน ตามกฎข้อบังคับของ FDA (กองการอาหารและยา) ได้บ่งไว้ว่า ผงฟูที่ผลิตออกมานั้นจะต้องผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 12

โดยทั่วไปจะจัดผงฟูเป็น 2 แบบคือ

1. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยารวดเร็วหรือที่เรียกว่าผงฟูกำลังหนึ่ง (Single acting หรือ Fast acting) ผงฟูชนิดนี้จะประกอบด้วยเบกิงโซดากับกรดทาร์ทริกหรือครีมออฟทาร์ทา (Cream of tartar) หรือเกลือฟอสเฟต ผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันทีในขณะที่ผสม ดังนั้นการใช้ผงฟูประเภทนี้จะต้องผสมส่วนผสมอย่างรวดเร็ว และนำเข้าอบทันทีที่ผสมเสร็จ

2. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้าหรือผงฟูกำลังสอง (Double acting) ผงฟูประเภทนี้ประกอบด้วยเบกิงโซดากับกรด 2 ชนิดหรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็ว อีกชนิดหนึ่งเกิดปฏิกิริยาช้า กรดที่เกิดปฏิกิริยาเร็วได้แก่ แคลเซียมแอสซิเตต ส่วนกรดที่เกิดปฏิกิริยาช้าอาจเป็นโซเดียมไพโรฟอสเฟตหรือโซเดียมอะลูมิเนียมซัลเฟตก็ได้ ในขณะที่กำลังผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน กรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วของผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาส่วนหนึ่งและเมื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าอบ กรดที่ให้ปฏิกิริยาช้าจะผลิตก๊าซออกมาอีกส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

3. แอมโมเนีย ได้แก่พวกแอมโมเนียมคาร์บอเนตหรือแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต แต่ใช้กันน้อย ส่วนมากใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก โดยจะให้ก๊าซ 2 ชนิดคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนียซึ่งอาจทำให้มีกลิ่นแอมโมเนียคั่งค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์

หน้าที่ของสิ่งช่วยให้ขึ้นฟูต่อผลิตภัณฑ์ขนมอบ

1. ช่วยให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีความเบา ขึ้นฟู ง่ายต่อการขบเคี้ยว
2. ผลิตภัณฑ์ที่ใส่สารเหล่านี้จะมีลักษณะเนื้อในเป็นรูโปร่ง ดังนั้นน้ำย่อยจึงสัมผัสกับอาหารได้หมด ทำให้ย่อยง่ายขึ้น
3. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทานและอร่อย

2.3.6 ขอร์เทนิง

ขอร์เทนิงหมายถึง ไขมันหรือน้ำมันที่ใช้ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบหรือทอดให้มีความอ่อนนุ่ม โดยป้องกันการจับตัวของกลูเตนในขณะที่ทำการผสม ไขมันจะห่อหุ้มกลูเตนทำให้ผลิตภัณฑ์มีความอ่อนนุ่ม

- เนยสด (Butter) ทำจากส่วนที่เป็นไขมันของน้ำนมวัว ประกอบด้วยไขมันร้อยละ 80 มีสีเหลือง มีรสหวาน มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง เนยสดนั้นให้กลิ่นรสที่ดีแต่จะมีคุณสมบัติค่อยในการเป็นครีมคือจะดีเป็นครีมไม่ดีและขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน เค้กที่ทำจากเนยสดล้วนๆ โดยทั่วไปจะมีปริมาตรต่ำ เนื้อเค้กหยาบ แต่มีรสชาติหอมหวานน่ารับประทาน

- ไขมันพืช (Hydrogenated vegetable oil) หรือเรียกว่า Vegetable shortening ทำจากน้ำมันพืชบริสุทธิ์ที่ปราศจากกลิ่น นำไปผ่านก๊าซไฮโดรเจนภายใต้ความดันโดยมีนิกเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ควรเติมโมโนกลีเซอไรด์ลงไปเพื่อช่วยเป็นอิมัลซิไฟเออร์ทำให้ผสมเข้ากับน้ำได้ดีขึ้น จัดเป็นไฮ-เรโซขอร์เทนิง สำหรับไขมันพืชที่ไม่ได้เติมโมโนกลีเซอไรด์เป็นไขมันมาตรฐานที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ไปและตีครีมได้ดี ไขมันส่วนใหญ่มีสีขาวจึงเรียกว่า “เนยขาว” จะไม่มีกลิ่นรส เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีปริมาณไขมันถึงร้อยละ 100

หน้าที่ของไขมันในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ

1. สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ เช่น ขนมปัง ไขมันจะช่วย
 - 1.1 ให้ความอ่อนนุ่ม และให้กลิ่นรสดี
 - 1.2 ช่วยในการเก็บกักก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเตนมีความแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ ซึ่งทำให้ปริมาตรและเปลือกนอกของขนมปังดีขึ้น
 - 1.3 ช่วยหล่อลื่นกลูเตนให้ยืดหดได้ดี โดยช่วยในการขยายตัวของผนังเซลล์และจัดโครงสร้างของกลูเตน ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของขนมปัง
2. สำหรับเค้ก ไขมันทำหน้าที่
 - 2.1 ช่วยในการเป็นครีม ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้กนั้น ค่าของการเป็นครีมของไขมันนั้นเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะการผสมแบบซูก้า-บัตเตอร์ของการทำเบคเคอร์เค้กหรือเค้กเนย ซึ่งต้องตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูก่อน การใช้ไขมันพืชหรือเนยขาวที่ผ่านการเติมก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปนั้นจะช่วยให้ตีครีมกับน้ำตาลได้ดีเพราะไขมันแข็งสามารถจับอากาศที่ได้จากการตีครีมได้ดีกว่า เนื่องจากมีลักษณะที่ยืดหยุ่นดีกว่าคือ ไม่แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้เค้กมีเนื้อละเอียด
 - 2.2 ไขมันที่เป็นพวกอิมัลซิไฟด์จะทำให้ส่วนผสมของเค้กที่มีสัดส่วนของน้ำและน้ำตาลเข้าได้ โดยน้ำกับไขมันจะไม่แยกตัว

2.3 เนยสดให้กลิ่นรสที่ดี แต่มีคุณค่าในการเป็นครีมค้อยกว่าเนยขาว เมื่อตีครีมจะไม่ขึ้นฟูเท่าเนยขาวและขาดความสม่ำเสมอ

3. สำหรับคูกี้ ความสำคัญของไขมันอยู่ที่การเป็นครีมที่ดีและความยืดหยุ่นของไขมัน

2.3.7 นม

นมเป็นสารละลายที่มีส่วนเล็กๆของไขมัน โปรตีน น้ำตาล และแร่ธาตุปนอยู่โดยไม่แยกออกจากกันเมื่อตั้งทิ้งไว้ องค์ประกอบของนมโดยเฉลี่ยมีดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบทางเคมีของนม

องค์ประกอบ	ร้อยละ โดยน้ำหนัก
น้ำ	87.75
ของแข็งในนม	12.25 (ไขมัน โปรตีน แร่ธาตุ และแล็กโทส)
ไขมัน	3.50
โปรตีน	3.25
แร่ธาตุ (หรือเกลือ)	0.75
แล็กโทส (น้ำตาลในนม)	4.75

ที่มา : จิตรนา และ อรอนงค์ (1993)

ในส่วนของโปรตีนร้อยละ 3.25 ที่มีอยู่ในนม นั้น จะประกอบด้วยเคซีน (casein) ร้อยละ 80 และแอลบูมิน (albumin) ร้อยละ 20 นมสดที่รีดใหม่ๆ ควรผ่านกระบวนการโฮโมจีไนซ์ (Homogenize) เพื่อไม่ให้เกิดการแยกชั้นของครีม แล้วนำมาฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ (Pasteurization) ซึ่งเป็นวิธีฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในนมโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 140°ฟ. นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงโดยเร็วที่อุณหภูมิ 50°ฟ. หรือต่ำกว่านั้น หรืออาจใช้ระบบความร้อนสูงเวลาสั้นก็ได้

ชนิดของนมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

โดยทั่วไปแล้วนมที่นำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ จัดเป็น 3 พวกด้วยกันคือ

1. นมสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นมข้น

3. นมผง

1. นมสด เป็นของเหลวที่มีทั้งชนิดมีไขมันเต็ม ซึ่งได้แก่ นมสดบริสุทธ์ (Whole milk) นมสดปราศจากไขมัน หรือที่เรียกว่าหางนมสด (Skim milk) และบัตเตอร์มิลค์ (Butter milk)

2. นมข้น ได้แก่นมสดที่นำมาระเหยความชื้นออก แล้วนำส่วนที่เหลือไปโฮโมจิไนซ์มีทั้งชนิดนมข้นหวานที่ทำจากนมสดบริสุทธ์ ซึ่งนำมาระเหยแล้วเติมน้ำตาลลงไปประมาณร้อยละ 41 นมข้นจืดชนิดมีไขมันเต็มและไม่มีไขมัน ซึ่งได้จากการนำนมสดมาทำให้เข้มข้นแต่ไม่เติมน้ำตาลรู้จักกันในชื่อของนมสดระเหย

3. นมผง ได้แก่นมสดที่มีไขมันเต็มและหางนมสดที่ปราศจากไขมัน นำมาต้มให้ร้อนแล้วกระจายไปบนลูกกลิ้งที่มีความร้อน หรือฉีดผ่านเครื่องพ่นฝอยแห้ง (Spray dry) นมผงที่ได้ไม่ควรมีความชื้นเกินร้อยละ 5

องค์ประกอบของนมชนิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 องค์ประกอบทางเคมีของนมชนิดต่างๆ

ชนิดของนม	ร้อยละของ					
	น้ำ	ไขมัน เนย	โปรตีน	แล็กโทส	แร่ธาตุ	น้ำตาล ทราย
นมบริสุทธ์	88.00	3.50	3.25	4.50	0.75	0
นมผงมีไขมัน	1.50	27.50	27.00	38.00	6.00	0
นมสดระเหย	72.00	8.00	7.25	10.580	1.75	0
นมข้นหวานมีไขมัน	31.00	8.00	7.25	10.50	1.75	41.00
นมข้นปราศจากไขมัน	91.00	เล็กน้อย	3.50	4.75	0.75	--
นมผงปราศจากไขมัน	2.50	1.50	36.00	51.50	8.00	--
นมสดระเหยปราศจากไขมัน	72.00	เล็กน้อย	11.00	14.50	2.50	--
นมข้นหวานปราศจากไขมัน	29.00	เล็กน้อย	11.00	14.50	2.50	43.00

ที่มา : Sultan (1969)

หน้าที่ของนมที่มีต่อผลิตภัณฑ์

เมื่อใช้นมในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ ควรคำนึงถึงส่วนสำคัญ 2 ส่วนในนมคือ

1. ส่วนที่เป็นน้ำ
2. ส่วนที่เป็นของแข็งในนม

น้ำในนมจะมีอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 12.5-90 ขึ้นกับชนิดของนม นั้น น้ำในนมทำหน้าที่หลายอย่าง เมื่อมีอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมคือ

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน
2. ช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆเข้าด้วยกัน
3. ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม
4. ช่วยให้แป้งเกิดเป็น โครงสร้างของผลิตภัณฑ์เมื่อรวมกับน้ำ
5. ความชื้นของนมนั้น ไม่ได้เป็นทั้งตัวทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งขึ้นหรือนุ่มขึ้น แต่เมื่อรวมกับส่วนผสมอื่นๆแล้วอาจช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีทั้งความแข็งและความนุ่มทั้งสองอย่างได้

ส่วนของแข็งในนมจะมีผลต่อการรวมตัวกันของโปรตีนในแป้งทำให้มีความแข็งตัวเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นในนมส่วนที่เป็นของแข็งยังมีน้ำตาลเล็กโทส ซึ่งช่วยทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองทองยังช่วยปรับปรุงกลิ่นรสให้ดีขึ้น และยังเป็นตัวเก็บความชื้นที่สำคัญอีกด้วย

สำหรับขนมปัง นมไม่ได้เป็นส่วนผสมหลักที่สำคัญแต่เป็นส่วนผสมที่เติมเข้าไปเพื่อช่วยให้ขนมปังมีคุณภาพดีขึ้น นิยมใช้นมผงปราศจากไขมัน การใช้นมผงปราศจากไขมันหรือหางนมผงนั้นมีประโยชน์หลายอย่างคือ

1. ช่วยเพิ่มการดูดซึมน้ำและทำให้โดมีกำลังขึ้น นมผงปราศจากไขมันจะเป็นตัวช่วยให้โปรตีนของแป้งมีกำลังเนื่องจากเคซีนในนม ทำให้ปริมาตรของขนมปังเพิ่มขึ้น สำหรับแป้งที่มีโปรตีนอ่อนควรใช้ปริมาณสูงขึ้น
2. ทำให้การทนทานต่อการผสมเพิ่มขึ้น โดที่ใส่นมผงจะทนต่อการผสมที่ใช้เวลานาน และสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมอย่างรวดเร็ว ก่อนที่จะถึงระยะที่ใส่พิมพ์
3. ใช้เวลาในการหมักได้นาน เนื่องจากนมทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ นมผงปราศจากไขมันจะทำให้การเกิดกรดในระหว่างการหมักช้าลง เพราะฉะนั้นจึงสามารถใช้เวลาหมักได้นาน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรที่ดี
4. ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกขนมปังที่ดี แล็กโทส เคซีน และโปรตีนอื่นที่มีผลในหางนมผง จะทำให้เกิดสีน้ำตาลทองแก่ขนมปัง และทำให้คุณภาพในการบิ่่ง่างดีขึ้น
5. ช่วยให้นมปังมีขนาดและรูปร่างของเซลล์และเนื้อสัมผัสดีขึ้น ทำให้การหั่นดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.8 ไข่

ไข่ที่ใช้ที่ส่วนมากเป็นไข่ไก่ และนิยมใช้ไข่ไก่สดในผลิตภัณฑ์โดยองค์ประกอบของไข่ มีดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 องค์ประกอบทางเคมีของไข่

องค์ประกอบ	ร้อยละโดยน้ำหนัก		
	ไข่ทั้งฟอง	ไข่แดง	ไข่ขาว
ความชื้น	73.6	50.0	86.0
โปรตีน	14.0	17.0	12.0
ไขมัน	12.0	31.0	0.2
น้ำตาล	0.6	0.2	0.4
เถ้า	1.0	1.5	1.0

ที่มา : จิตธนา และ อรอนงค์ (1993)

ไข่แดง

ส่วนใหญ่เป็นของแข็ง ประกอบด้วยไขมันโดยจะมีเลซิทินซึ่งมีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟด์เออร์ และเป็นตัวที่ทำให้เกิดการเสถียรขึ้นได้เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูง เลซิทินจะมีอยู่ระหว่างร้อยละ 7-10 ของปริมาณไขมันทั้งหมด ไข่แดงใช้ในการทำครีมและช่วยทำให้ปริมาตรของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น

ไข่ขาว

มีน้ำอยู่ถึงร้อยละ 86 มีลักษณะเป็นเจลซึ่งเป็นคุณลักษณะของโปรตีนมิวซินในไข่ขาว โปรตีนอีกชนิดหนึ่งได้แก่ โอวัลบูมิน (ovalbumin) จะตกตะกอนรวมตัวกันและเป็นตัวที่เกี่ยวข้องกับการคงตัวแข็ง (coagulate) เมื่อถูกความร้อนและการตีแรงๆเร็วๆ

คุณภาพของไข่

ไข่ที่มีคุณภาพดีควรเป็นไข่ที่สดซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ช่องอากาศไม่ลึก
2. ไข่แดงควรอยู่ตรงกลางและไม่เคลื่อนไปกับการหมุนไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไข่ขาวจะเป็นเจล มีความคงตัวและยึดแน่นกับไข่แดง
4. ไม่มีกลิ่นเหม็น

หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. เป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟองอากาศเล็กๆเป็นจำนวนมาก แต่ฟองจะถูกล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนจากไข่ แรงจากการตีไข่ด้วยเครื่องและการสัมผัสกับอากาศจะทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัวและฟองจะคงตัว ฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน เมื่อส่วนผสมได้รับอุณหภูมิสูงถึงจุดแปรสภาพธรรมชาติของโปรตีน โปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึง และสูญเสียความยืดตัวกลายเป็นโครงสร้างที่แข็งของผลิตภัณฑ์

2. ไข่แดงจะช่วยให้เค้กมีสีเหลือง
3. ความเข้มข้น เนื่องจากไข่มีไขมันและของแข็งอื่นๆ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีไขมันเพิ่มขึ้น และมีรสหวานขึ้น และยังช่วยให้ส่วนผสมสามารถผสมได้ง่ายขึ้น
4. กลิ่นรส ไข่มีกลิ่นเฉพาะที่บางคนชอบให้มีในผลิตภัณฑ์
5. ความสดและคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากไข่มีความชื้นร้อยละ 75 และสามารถเก็บความชื้นไว้ได้ จึงทำให้การแห้งของผลิตภัณฑ์เกิดช้าลง นอกจากนั้นไข่ยังมีคุณค่าทางอาหารสูงทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบเป็นอาหารที่มีคุณค่า

2.4 ชนิดของผลิตภัณฑ์ขนมอบ

2.4.1 เค้ก

เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา คุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ดี การผสมที่ถูกต้อง อุณหภูมิของส่วนผสมระหว่างผสม ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ออบที่ถูกต้อง

เค้กแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. เค้กเนย (Batter type cakes) เป็นเค้กที่มีปริมาณไขมันสูง การขึ้นฟูเกิดจากอากาศในชั้นตอนการตีเนย โดยเมื่อไขมันเก็บอากาศไว้และอากาศจะขยายตัวระหว่างการอบ
2. เค้กไข่ (Foam type cakes) เป็นเค้กที่แทบจะไม่มีไขมันในส่วนผสม เนื้อเค้กและปริมาณของเค้กขึ้นอยู่กับการขยายตัวของไข่ขาวที่นำมาตีจนเป็นฟองและเก็บอากาศไว้ และทำให้เค้กขยายตัวระหว่างอบ ฟองจากการตีไข่ขาวจะอ่อนตัวกว่าครีมของเค้กประเภทแรก

3. ชิฟฟอนเค้ก (Chiffon type cakes) เป็นเค้กที่มีลักษณะรวมของเค้กเนยและเค้กไข่คือ มีโครงสร้างที่ละเอียดของเค้กไข่ และมีเนื้อที่มันเงาของเค้กเนย ต่างจากเค้กเนยตรงที่ใช้ น้ำมัน แทนเนยหรือมาการีนและวิธีการผสม

ขั้นตอนการทำเค้ก

ขอกล่าวถึงเฉพาะเค้กเนยซึ่งมีอยู่ 4 วิธีดังนี้

1. วิธีทำครีมเนย (Creaming method) เป็นวิธีที่ผสมไขมันกับน้ำตาลโดยตีด้วยความเร็วปานกลางให้ส่วนผสมอยู่ในสภาพที่อ่อนตัวปานกลางและเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะเป็นครีม เกล็ดอากาศที่เกิดขึ้นจะถูกดูดซึมเข้าไปในส่วนผสมทำให้ส่วนผสมเบาและฟูตัวขึ้น ค่อยๆเติมไข่ที่ละฟองตีจนเข้ากัน ช่วงสุดท้ายจะเติมของเหลวสลับกับแป้ง โดยเริ่มด้วยแป้งและสิ้นสุดด้วยแป้ง เพื่อให้แป้งค่อยๆดูดซึมน้ำบางส่วนและป้องกันการจับตัวเป็นก้อน ผสมต่อไปจนกระทั่งส่วนผสมเรียบเนียน

2. วิธีคนผสม (Blending method) ใช้สำหรับเค้กที่มีส่วนผสมของน้ำตาลและน้ำสูงกว่าแป้ง ซึ่งเรียกว่าไฮ-เรโซเค้ก (High-ratio cake) เค้กที่ได้จะมีปริมาตรต่ำ แต่จะมีความชุ่ม นุ่ม มีเนื้อเค้กที่ละเอียด ขั้นตอนแรกของการผสมคือ ผสมแป้งกับไขมันให้เข้ากัน แล้วจึงเติมส่วนผสมแห้งอื่นๆลงไป เติมของเหลวลงไปประมาณร้อยละ 25 ของของเหลวที่ใช้รวมทั้งไข่ด้วย ผสมสักพักหนึ่งแล้วจึงเติมของเหลวที่เหลือลงไป ผสมจนส่วนผสมเรียบเนียน

3. วิธีชุการ์-วอเตอร์ (Sugar-water method) ขั้นตอนแรกของการผสมคือ ผสมน้ำกับน้ำตาลทั้งหมดโดยใช้น้ำครึ่งหนึ่งของน้ำหนักน้ำตาล แล้วคนจนน้ำตาลละลาย เติมส่วนผสมแห้งอื่นๆลงไป ผสมด้วยความเร็วปานกลางจนขึ้นฟูแล้วจึงเติมไข่ ตีต่อจนเรียบเนียน

4. วิธีผสมครั้งเดียว (Single-stage method) เป็นการผสมส่วนผสมทั้งหมดรวมเข้าด้วยกัน ยกเว้นไข่ แล้วตีด้วยหัวตะกร้อด้วยความเร็วสูงประมาณ 1 นาที แล้วจึงเติมไข่ลงไปตีต่อประมาณ 30 วินาที โดยใช้ความเร็วต่ำ วิธีนี้จะใช้กับเค้กสำเร็จรูป

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบ

การอบเค้กที่มีสูตรที่สมดุลและมีวิธีการผสมที่ถูกต้องนั้น เค้กที่ได้ควรจะมีคุณลักษณะที่ดี การขึ้นฟูของเค้กนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่น ไขมัน ไข่และผงฟู เมื่อตีไขมันอากาศจะเข้าไปรวมในไขมันและจะเก็บไว้ในนั้นโดยมีไข่คอยช่วย เมื่อนำเค้กเข้าอบอากาศจะขยายตัวฟูขึ้น น้ำที่มีอยู่ในส่วนผสมจะกลายเป็นไอน้ำช่วยดันให้ขึ้นฟู ถ้าหับผงฟูเมื่อได้รับความร้อนและความชื้นจากน้ำจะทำปฏิกิริยาให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และทำให้เค้กฟูขึ้น

ในตู้อบควรมีความชื้นพอเพียงเพราะถ้าแห้งเกินไปจะดึงความชื้นจากผิวหน้าเค้กออกไป ผิวนอกที่เกิดขึ้นจะแห้งแข็งและเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การขยายตัวซึ่งเกิดขึ้นภายในก้อนเค้กดันออกทางด้านบนของเค้กได้ ทำให้เกิดรอยไม่เรียบคล้ายดอกกะหล่ำปลีและตรงกลางส่วนบนของเค้กจะมีรูเป็นรูยาวกลวงในเนื้อเค้ก

เมื่อเค้กขยายตัวเต็มที่ขณะเปลือกนอกกำลังเกิดขึ้นนั้น ตรงกลางของเค้กยังคงและอยู่ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ผนังบางส่วนจะดูดความชื้นเข้าไปทำให้เกิดเป็นเจล แต่เกิดเพียงบางส่วนเท่านั้น เพราะมีความชื้นไม่เพียงพอ โปรตีนที่มีอยู่คือกลูเตนและแอลบูมินจะเริ่มแข็งตัวเป็นโครงสร้างของเค้ก ในขณะที่การแข็งตัวของโปรตีนดำเนินอยู่นั้น เค้กจะจับน้ำออกไปมากขึ้น เปลือกนอกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเข้าใกล้อุณหภูมิตู้อบ เมื่ออุณหภูมิภายในเค้กสูงขึ้น ความชื้นจะระเหยออกไปมากขึ้น โปรตีนจะแห้งและเริ่มดูดซึมน้ำกลับไว้ สีของเปลือกนอกจะเข้มขึ้นเมื่อน้ำตาลละลาย จนถึงขั้นสุดท้ายของ การอบจะมีสีที่ดีของเค้กเกิดขึ้น

การอบเค้กนานเกินไป เค้กจะแห้ง มีเปลือกนอกหนา และถ้าอุณหภูมิตู้อบต่ำมาก จะทำให้เนื้อในของเค้กมีสีไม่ดี ความแห้งของเค้กเกิดจากการที่เค้กอยู่ในตู้อบนานเกินไป เกิดการสูญเสียความชื้นมากกว่าปกติ ขณะเดียวกันเปลือกนอกจะหนาขึ้น แต่สีจะไม่เข้มมากเกินไป เพื่อที่จะให้เค้กมีสีของเปลือกนอกที่พอดีควรทิ้งเค้กไว้ในตู้อบ เนื่องจากอุณหภูมิเนื้อในเค้กจะขึ้นสูงกว่าจุดเดือดของน้ำ น้ำตาลในเนื้อในจะเริ่มต้นเกิดคาราเมล

ถ้าอุณหภูมิของตู้อบสูงเกินไปเค้กจะสุกอบเร็วเกินไป เปลือกนอกจะหนา แข็ง เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีลักษณะคล้ายดอกกะหล่ำปลี เปลือกนอกจะเริ่มมีสีดำก่อนที่ภายในจะอบสุกดี มีเนื้อในบางส่วนที่ยังไม่สุกที่ได้ส่วนบนของเค้ก ทำให้เค้กไม่น่ารับประทาน

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำเค้ก

1. รอยร้าว (Streaks) ขาวในเนื้อเค้กมีสาเหตุมาจาก

1.1 ผสมไม่เพียงพอ โดยเฉพาะถ้าแป้งไม่เข้ากันดีกับส่วนผสมอื่น

1.2 กวาดส่วนผสมที่ติดอยู่ข้างๆ ขามผสมไม่ทั่วถึงในขณะที่ผสม

1.3 ผงฟูที่ใช้มีกำลังผลิตก๊าซต่ำ โดยเฉพาะผงฟูที่เสื่อมคุณภาพ

1.4 ใช้แป้งที่มีกำลังต่ำมากกว่าปกติ จนไม่สามารถอุ้มส่วนผสมอื่นๆ ได้ แป้งที่มีกำลัง

สูงเกินไปก็จะเกิดปัญหานี้ได้เช่นกัน

2. เค้กหน้าแตก (Cauliflower tops) มีหลายสาเหตุคือ

2.1 แป้งแห้งเกินไป

2.2 ผสมนานเกินไป ทำให้เกิดกลูเตนขึ้น

2.3 ดูบร้อนเกินไป ทำให้เกิดเปลือกนอกอย่างรวดเร็วในขณะที่ภายในเริ่มขยายตัว
คืบขึ้นข้างบน

3. รอยแป้นคืบในเค้กและรอยเส้นวงแหวน (Patches and Seams) มักจะเห็นเกิดขึ้นที่ใต้
ส่วนกลางผิวหน้าของเค้ก อาจเกิดจาก

3.1 อบเค้กใช้เวลาน้อยเกินไป

3.2 ลักษณะของตะเข็บวงแหวนที่เกิดขึ้นในโครงร่างของเนื้อในเค้กซึ่งถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการอบ ทำให้บางส่วนที่ยังไม่สุกถล่มลงได้

4. เค้กเป็นโพรง (Holes) เกิดจาก

4.1 สูตรไม่สมดุลเพราะมีวัตถุดิบที่ช่วยให้เกิด โครงสร้างในอัตราส่วนที่มากเกินไป

4.2 ใช้แป้งชนิดแข็ง

4.3 ผสมนานเกินไป ทำให้เกิดกลูเตนขึ้น

2.4.2 คุกกี้

คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีขนาดเล็ก แบน และมีรสหวาน มีรูปร่างและกลิ่นรสต่างๆ
กัน คุกกี้สามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท ตามวัตถุดิบที่ใช้ และตามวิธีการทำ

1. แบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้มี 2 ชนิดคือ

1.1 คุกกี้เนย มีสูตรโครงสร้างเหมือนกับเค้กแต่มีของเหลวน้อยกว่า เนื่องจากต้องมีความ
ความแข็งพอที่จะหยอดให้เป็นรูปร่างตามต้องการได้

1.2 คุกกี้ไข่ ต่างจากคุกกี้เนยทั้งวิธีการผสมและปริมาณไข่ที่มากกว่า เพื่อช่วยให้
อากาศและเป็นโครงสร้างของคุกกี้

2. แบ่งตามวิธีการทำมี 4 ชนิดคือ

2.1 คุกกี้หยอด คุกกี้ชนิดนี้จะมีรูปร่างไม่คงที่และไม่สม่ำเสมอ วิธีการทำง่ายๆ โดย
หยอดแป้งผสมบนถาดตามต้องการ

2.2 คุกกี้ม้วน ทำจากโดที่ได้นำมารีดเป็นแผ่นแล้วตัดด้วยที่ตัดคุกกี้ เพื่อทำเป็นรูปร่าง
ต่างๆหรือม้วนให้เป็นแท่งแล้วตัดตามขวาง

2.3 คุกกี้กด เป็นคุกกี้ที่นิยมมากที่สุด ทำโดยกดผ่านกระบอกกดคุกกี้หรือผ่านหัว
บีบให้เป็นรูปร่างต่างๆ ตามต้องการ

2.4 คุกกี้แท่ง ทำจากโดที่ค่อนข้างแข็ง รีดเป็นเส้นยาวบนถาด นำเข้าอบ แล้วตัดเป็น
แท่ง

ขั้นตอนการทำคูกี้

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะคูกี้เนย ซึ่งมีวิธีผสมดังนี้

1. วิธีผสมครั้งเดียว (One stage method) เป็นการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและผสมทีเดียว แต่อาจจะได้โคที่ขึ้น ซึ่งเมื่อผสมนานเกินไปจะทำให้การขยายตัวของคูกี้ลดลง

2. วิธีทำครีม (Creaming method) มีหลายวิธีให้เลือกดังนี้

2.1 วิธีสองขั้นตอน (Two-stage method) เป็นวิธีที่นำส่วนผสมทั้งหมดมาตีเข้าด้วยกันให้เป็นครีม ยกเว้นแป้งและสารที่ช่วยให้ขึ้นฟูจะเติมทีหลัง

2.2 วิธีผสมสามขั้นตอน (Three-stage method) เป็นวิธีที่นำไขมันและน้ำตาลมาตีเข้าด้วยกันจนเป็นครีมที่เรียบเนียน แล้วจึงเติมไข่ ของเหลวส่วนหนึ่งลงไปผสม เสร็จแล้วจึงเติมของเหลวที่เหลือลงไป สำหรับวิธีนี้ถ้าเวลาในการตีครีมนานเกินไป คูกี้ก็จะขยายตัวน้อยลง เพราะน้ำตาลจะเป็นเม็ดละเอียดกระจายอยู่ทั่วส่วนผสม ยิ่งถ้าใช้เวลามากขึ้นหลังจากเติมแป้งแล้ว โคจะเหนียวและคูกี้ก็จะขยายตัวได้น้อยลง

2.3 วิธีคนผสม (Blending method) วิธีนี้จะผสมไขมัน น้ำตาล น้ำเชื่อม แป้ง และสารช่วยให้ขึ้นฟูให้เข้ากันก่อน แล้วจึงเติมน้ำหรือน้ำมันลงไปผสม กากูเดนจะเกิดได้น้อย และได้คูกี้ที่มีเนื้อร่วนมัน

สิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการผสมคูกี้คือ ต้องระวังอย่าให้เกิดกากูเดนในโคขึ้นได้ โดยไม่ผสมมากเกินไป เพราะจะทำให้คูกี้เหนียว มีการขยายตัวต่ำ และกุดออกจากกระบอกพิมพ์ยาก

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำคูกี้และสาเหตุ

1. คูกี้ไม่ขยายตัว
 - 1.1 น้ำตาลละเอียดเกินไป
 - 1.2 ผสมน้ำตาลลงไปครั้งเดียวหมด
 - 1.3 ผสมมากเกินไปทำแป้งเหนียว
 - 1.4 โคอยู่ในสภาพเป็นกรดมากเกินไป
 - 1.5 ตู้อบร้อนเกินไป
2. คูกี้ขยายตัวมากเกินไป
 - 2.1 น้ำตาลมากเกินไป
 - 2.2 แป้งผสมอ่อนเกินไป
 - 2.3 ทาไขมันที่ถาดมากเกินไป

- 2.4 อุณหภูมิตู้อบต่ำเกินไป
- 2.5 ใช้ไขมันมากเกินไปหรือใช้ไขมันไม่เหมาะสม
- 2.6 แป้งผสมมีสภาพเป็นค่างมากเกินไป
3. คุกกี้ยุบตัวในระหว่างอบ
 - 3.1 สารช่วยให้ขึ้นฟูมากเกินไป
 - 3.2 ส่วนผสมอ่อนเกินไป
 - 3.3 ใช้แป้งโปรตีนต่ำไป
 - 3.4 ขนาดของคุกกี้ไม่เหมาะสม
4. คุกกี้แข็ง
 - 4.1 ไขมันในส่วนผสมไม่เพียงพอ
 - 4.2 ผสมมากเกินไป
 - 4.3 ใช้แป้งโปรตีนสูงไป
5. คุกกี้ติดกับถาด
 - 5.1 แป้งอ่อนเกินไป
 - 5.2 ปริมาณไข่ที่ใช้มากเกินไป
 - 5.3 ส่วนผสมอ่อนเกินไป
 - 5.4 ถาดไม่สะอาด
 - 5.5 ใช้โลหะไม่เหมาะสมในการทำถาด
6. คุกกี้มีสีคล้ำอาจเกิดจาก
 - 6.1 มีโซเดียมมากเกินไป
 - 6.2 อบนานเกินไป
7. คุกกี้มีจุดสีดำและเนื้อหยาบอาจเกิดจาก ใส่แอมโมเนียมมากเกินไป
8. คุกกี้รสอ่อน
 - 8.1 อบนานเกินไป
 - 8.2 ไขมันสภาพเป็นค่างมากเกินไป
9. ผิวคุกกี้มีเส้นบางๆคล้ายรอยแตก
 - 9.1 อบนานเกินไป
 - 9.2 ทำให้คุกกี้เย็นเร็วเกินไป
 - 9.3 ขาดความชื้นในระหว่างอบและหลังอบ
 - 9.4 เก็บไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ขนมปัง

เป็นผลิตภัณฑ์ทำจากแป้งสาลี ยีสต์ เกลือ และน้ำ ซึ่งเป็นส่วนผสมหลักและอาจเติมส่วนผสมอื่นเช่น น้ำตาล นมผง ไขมัน ไข่ ผลไม้แห้งเชื่อม เนยแข็ง เครื่องเทศ และสารให้กลิ่นรส เพื่อให้ได้ขนมปังชนิดต่างๆ ประเภทของขนมปังจะขึ้นอยู่กับปริมาณของไขมันที่ใช้ดังนี้

1. ขนมปังที่มีปริมาณไขมันต่ำร้อยละ 0-3 ได้แก่ ขนมปังที่มีลักษณะผิวและเนื้อขนมปังค่อนข้างแข็ง เช่น ขนมปังฝรั่งเศส ขนมปังเวียนนา ขนมปังขาไก่ เป็นต้น
2. ขนมปังที่มีปริมาณไขมันปานกลางร้อยละ 3-6 ได้แก่ พวกขนมปังจืดต่างๆ เช่น ขนมปังแซนด์วิช ขนมปังห้วกะโหลก เป็นต้น
3. ขนมปังที่มีปริมาณไขมันสูงร้อยละ 6-12 ได้แก่ ขนมปังหวานต่างๆ มีไส้ผลไม้ผสมและไส้ชนิดอื่นๆ เป็นต้น
4. ขนมปังที่มีปริมาณไขมันสูงมากร้อยละ 12-24 ได้แก่ ขนมปังมะพร้าว คอฟฟี่เค้ก ชินนามอนบัน เป็นต้น

ขั้นตอนการทำขนมปัง

การทำขนมปังมีวิธีผสมโดที่นิยมใช้อยู่ 2 วิธีคือ

1. วิธีผสมครั้งเดียว (Straight dough method)

เป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไปเพราะมีความสะดวกในการทำ โดยการผสมส่วนผสมต่างๆ ที่ใช้ในสูตรพร้อมกัน และผสมให้ส่วนผสมเข้ากันหมดครั้งเดียว จนได้โดที่มีความเรียบเนียน และเมื่อผสมได้โดแล้วนำไปหมักเพียงครั้งเดียว

กรรมวิธีการผสมครั้งเดียวมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชั่งตวงส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ในสูตร
2. นำยีสต์ผง และนมผงไปคลุกกับแป้งโดยตรง
3. เติมเกลือ น้ำตาล ไข่ ลงในชามผสม คนให้ทั่วจนส่วนผสมเข้ากันดี
4. เติมของเหลวลงไป ผสมด้วยความเร็วต่ำของเครื่องผสมจนเข้ากันแต่ยังไม่จับเป็นก้อนโด
5. เติมไขมันลงไป แล้วผสมต่อด้วยความเร็วปานกลางจนกระทั่งโดมีลักษณะเรียบเนียน แข็ง และมีความยืดหยุ่น ปกติใช้เวลาผสมประมาณ 20-25 นาที ก้อนโดหลังจากผสมแล้วควรมีอุณหภูมิประมาณ 82-85 °ฟ.
6. นำโดมาหมักต่ออีกประมาณ 1.5-2 ชั่วโมง แล้วไล่ลมออก หมักต่ออีกประมาณครึ่งชั่วโมง หรือจนโดขยายตัวเกือบเท่าเดิม นำมาตัดแบ่งและใส่พิมพ์ที่ทาเนยขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีผสมสองครั้ง (Sponge and dough method)

การผสมสองครั้งหรือแบบสปองจ์-โดนี้ มีขั้นตอนของการผสมและการหมัก 2 ครั้ง การผสมครั้งแรกเป็นการผสมแป้งประมาณร้อยละ 80 ของแป้งทั้งหมดที่ใช้ในสูตรกับน้ำ และยีสต์ ใช้เวลาในการผสมเพียง 4-5 นาที ผสมพอให้แป้งเข้ากันกับยีสต์และน้ำไม่จำเป็นต้องผสมจนโดเรียบเนียนผสมเพียงเพื่อให้เกิดกลูเตนมากพอที่จะอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นจากการหมักได้เพียงพอ การผสมใช้อัตราเร็วของเครื่องต่ำสุด โดที่ได้จากการผสมครั้งนี้เรียกว่า “สปองจ์” นำสปองจ์ไปหมักประมาณ 2-3 ชั่วโมงหรือนานกว่านั้นจนส่วนบนของสปองจ์เริ่มลดตัวยุบลงมาประมาณ 1 นิ้ว การยุบตัวของสปองจ์นั้นมาจากการยึดตัวเต็มตัวของ โครงสร้างของสปองจ์ตามแรงดันของก๊าซที่เกิดขึ้นจากการหมักจนทนไม่ได้จึงขาดและปล่อยให้ก๊าซบางส่วนหนีออกไปจากสปองจ์ ลักษณะของสปองจ์ที่ดีนั้น โครงสร้างข้างในจะเป็นร่างแหละเอียดและแห้ง ถ้าละเอียดมากไปแสดงว่ายังหมักไม่ได้ที่หรือจะตรวจสอบโดยการดึงส่วนของสปองจ์มาเล็กน้อย แล้วยึดดูด้วยมือสปองจ์จะขาดง่าย โดยมีแรงต้านการดึงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ถ้ายังหมักไม่ได้ที่ เมื่อดึงจะขาดไม่เป็นระเบียบ อีกทั้งยังฝืดและฝืนการดึงออก แต่ถ้าหมักนานเกินไป เมื่อดึงก้อนสปองจ์ก็จะขาดง่ายแต่จะรุ่มไม่เป็นระเบียบ

เมื่อหมักสปองจ์ได้ที่แล้วนำมาเข้าเครื่องผสมอีกครั้งเป็นการผสมครั้งที่สอง โดยผสมส่วนผสมที่เหลือทั้งหมดในสูตรลงไป ในสปองจ์ซึ่งได้แก่ แป้งที่เหลือจากแบ่งไปทำสปองจ์ น้ำ น้ำตาล นมผง ไข่ ไขมัน ผสมจนเข้ากันดีได้โดที่มีลักษณะเรียบเนียน เมื่อดึงยีสต์ออกโดจะแผ่เป็นแผ่นบางใส แสงผ่านได้ไม่ขาดออกจากกัน ขั้นตอนนี้เรียกว่าขั้นการเป็นโด และส่วนผสมที่ได้นี้เรียก สปองจ์-โด

ลักษณะผิดปกติที่เกิดขึ้นกับขนมปัง

สิ่งผิดปกติภายนอกขนมปัง

1. ปริมาตรของก้อนขนมปังเล็กกว่าที่ควร การที่ขนมปังมีปริมาตรน้อยกว่าที่ควรนั้นมีสาเหตุหลายประการด้วยกันคือ

- 1.1 สัดส่วนของวัตถุดิบไม่ได้สัดส่วน
- 1.2 โดมีลักษณะแน่นหรือแข็งเกินไป
- 1.3 ระยะเวลาของการหมักเกิดการหยุดชะงักเช่น สิ่งแวดล้อมเย็นเกินไป
- 1.4 ไข่หรือยีสต์น้อยเกินไป
- 1.5 ไข่เกลือมากเกินไป
- 1.6 อุณหภูมิในเตาอบสูงเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ปริมาณน้ำตาภายในแฉียงอาจจะน้อยเกินไปทำให้เชื้อยีสต์ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อย

1.8 ใช้เวลาในการหมักขั้นแรกนานเกินไป ทำให้ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเกิดขึ้นในการหมักขั้นสุดท้ายมีน้อย

1.9 ใช้สารเคมีในการปรับปรุงคุณภาพของแฉียงมากเกินไปเช่น สารฟอกสี เป็นต้น

2. ปริมาตรของขนมปังก้อนโตเกินไป เกิดขึ้นเนื่องจาก

2.1 ระยะเวลาของการหมักช้ามาก

2.2 อุณหภูมิภายในเตาอบต่ำกว่าปกติ

2.3 ปริมาณเกลือที่ใช้มีน้อยเกินไป ทำให้ความคงตัวของกลูเตนลดลง

2.4 ระยะเวลาในการหมักขั้นสุดท้ายนานเกินไป

3. สีของเปลือกนอกของขนมปังมีสีซีด สาเหตุมาจาก

3.1 หมักแฉียงผสมนานเกินไป

3.2 ใช้เกลือน้อยเกินไป

3.3 ใช้น้ำมากเกินไป

3.4 น้ำตาภายในแฉียงมีน้อยเกินไป

3.5 ความชื้นภายในห้องหมักขั้นสุดท้ายมีน้อยเกินไป ทำให้ผิวของขนมปังแห้งเมื่อนำไปอบแล้วจะทำให้ผิวบนสุดของขนมปังมีสีซีด

4. ผิวบนสุดของขนมปังร่อน เกิดจาก

4.1 ระยะเวลาในการหมักน้อยเกินไป

4.2 ระยะเวลาในการหมักขั้นสุดท้ายน้อยเกินไป

4.3 น้ำตาภายในแฉียงมีน้อยเกินไป

สิ่งผิดปกติภายในขนมปัง

1. รูหรือโพรงภายในก้อนขนมปังมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไป สาเหตุเกิดจาก

1.1 คุณภาพของกลูเตนไม่ดี แฉียงอาจจะใหม่เกินไป

1.2 ใช้ยีสต์มากเกินไป ทำให้ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไป

1.3 ใช้น้ำมันหรือเนยในการผสมแฉียงมากเกินไป

1.4 อุณหภูมิภายในเตาอบสูงเกินไป

1.5 ใช้แฉียงที่มีปริมาณกลูเตนมากเกินไปและระยะเวลาในการหมักน้อยเกินไป

1.6 ในขณะที่ผสมแฉียง ยีสต์และเกลือกระจายไม่ทั่วถึงกัน

1.7 เอนไซม์ภายในแฉียงสูงเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะก้อนแข็งภายในเนื้อขนมปัง สาเหตุมาจาก
 - 2.1 ผสมแป้งไม่ทั่วถึง
 - 2.2 ความชื้นภายในห้องหมักน้อยเกินไป ทำให้ผิวหน้าของโดเกิดการแห้ง และเมื่อนำโดที่หมักแล้วไปผสมใหม่ เพื่อไล่ก๊าซบางส่วนออกไป ผิวที่แห้งนี้กระจายไม่ทั่วถึง
 - 2.3 ไม่ได้ร่อนแป้งก่อนนำไปใช้
3. ขนมปังมีลักษณะแห้งเร็วเกินไป เนื่องจาก
 - 3.1 โดแน่นหรือแข็งเกินไป
 - 3.2 ความชื้นภายในห้องหมักน้อยเกินไป ทำให้น้ำระเหยออกไปมากในขณะการหมักกำลังดำเนินอยู่
 - 3.3 ไข่เกลือมากเกินไป
 - 3.4 ระยะเวลาในการหมักมากเกินไป
4. เนื้อภายในขนมปังมีลักษณะเหนียวหรือแฉะ เกิดจาก
 - 4.1 ปริมาณน้ำตาลภายในแป้งมีมากเกินไป
 - 4.2 ความชื้นภายในเตาอบสูงเกินไป
 - 4.3 ไข่แป้งซึ่งมีกลูเตนน้อยเกินไปพร้อมกับไข่เกลือมากเกินไป
 - 4.4 อาจจะใส่นมลงไปมากเกินไป
5. ลักษณะร่วนภายในเนื้อขนมปัง เกิดจาก
 - 5.1 ระยะเวลาในการหมักน้อยเกินไป ทำให้กลูเตนแข็ง
 - 5.2 ระยะเวลาในการหมักมากเกินไป ทำให้กลูเตนขาดออกจากกัน หลังจากอบแล้ว ทำให้กลูเตนมีความคงตัวไม่สม่ำเสมอ
 - 5.3 ไข่เกลือน้อยเกินไป ทำให้ความคงตัวของกลูเตนลดลง
 - 5.4 ใช้ไขมันหรือเนยมากเกินไป ทำให้การเกาะกันของกลูเตนลดลง

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. แป้งเล็ก ตรพัดโบก ผลิตโดยบริษัทยูไนเต็ดฟลาวมิลล์ จำกัด (มหาชน)
2. แป้งขนมปัง ตรางงส์ ผลิตโดยบริษัทยูไนเต็ดฟลาวมิลล์ จำกัด (มหาชน)
3. แป้งอเนกประสงค์ ตราวัว ผลิตโดยบริษัทยูไนเต็ดฟลาวมิลล์ จำกัด (มหาชน)
4. ทูเรียนผง ผลิตโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
5. น้ำตาลทราย ตรามิตรผล ผลิตโดยบริษัทน้ำตาลมิตรผล จำกัด
6. เนยสด ตราลาวรี ผลิตโดยบริษัทยูไนเต็ดแคร์ฟู๊ดส์ จำกัด
7. เนยขาว ตราชเอส ผลิตโดยบริษัทล้ำสูง (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
8. นมข้นจืด ตราคาร์เนชั่น ผลิตโดยบริษัทเนสท์เล่ (ประเทศไทย) จำกัด
9. นมผงขาดมันเนย
10. ยีสต์ผง ตราเฟอร์มิแพน ผลิตโดยบริษัทกีสต์-โปรเจคต์ เคลฟท์
11. ผงฟู ตราบเกอ์รชอยส์ ผลิตโดยห้างหุ้นส่วนจำกัดกิมจิวพาณิชย์
12. ไข่ไก่
13. เกลือ ตรารุงทิพย์ ผลิตโดยบริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ จำกัด
14. กลิ่นวานิลลา ตราวินเนอร์ ผลิตโดยห้างหุ้นส่วนจำกัดเกรทอิลล์
15. น้ำสะอาด

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องผสมแป้ง Kitchen Aid DIV. HOBAST
2. หัวผสมรูปใบไม้
3. หัวผสมรูปตะกร้อ
4. หัวผสมรูปตะขอ
5. เตาอบ บริษัทกล้วยน้ำไทยเตาอบ
6. ตู้หมักและพักก้อน โด
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เครื่องปั้น (Blender) National Model MX-T110PN
9. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) TA-XT2I
10. พิมพ์รูปแบบต่างๆ
11. ถาดอะลูมิเนียม
12. ตะแกรงพัก
13. ตะแกรงร่อนแป้งชนิดละเอียด
14. พายยาง
15. มีดปาดหน้าเค้ก
16. มีดขนาดต่างๆ
17. แปรงทานเยย
18. แผ่นโลหะสำหรับตัดแบ่งก้อนโด
19. กระดาษไข
20. ซ้อนสำหรับตัดส่วนผสม
21. ถูพลาสติกสำหรับชั่งส่วนผสม
22. ถูมือทนร้อน
23. งานสำหรับผู้ชิมพร้อมสื่อ

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ศึกษาปริมาณทุเรียนผงที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี

3.3.1.1 การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งเค้ก

ทำเค้กตามสูตรและวิธีทำในภาคผนวก ข1. โดยใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งเค้ก ในปริมาณร้อยละ 35 40 และ 45 นำเค้กที่ได้มาทำการทดสอบโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) วิเคราะห์ความแตกต่างของผลการทดลองทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้การทดสอบแบบ scoring test และ hedonic scale 5 ระดับ ทดสอบผลิตภัณฑ์ในด้านเนื้อสัมผัส ความละเอียดของเนื้อกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม (ภาคผนวก ก1.) ผู้ทดสอบใช้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 20 คนขึ้นไป วิเคราะห์ผลโดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และวิเคราะห์ความ

แตกต่างของข้อมูลทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

3.3.1.2 การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งคูกี้

ทำคูกี้ตามสูตรและวิธีทำในภาคผนวก ข2. โดยใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งคูกี้ในปริมาณร้อยละ 30 40 และ 50 นำคูกี้ที่ได้มาทำการทดสอบโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) และทดสอบทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1

3.3.1.3 การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งขนมปัง

ทำขนมปังตามสูตรและวิธีทำในภาคผนวก ข3. โดยใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งขนมปังในปริมาณร้อยละ 20 25 และ 30 นำขนมปังที่ได้มาทำการทดสอบโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) และทดสอบทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1



บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในเค้ก

จากการทดลองเพื่อทดแทนแป้งสาลีในเค้กด้วยทุเรียนผง ในปริมาณร้อยละ 0 35 40 และ 45 ผลการวัดเนื้อสัมผัสรวมทั้งการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในลักษณะด้านต่างๆของเด็ก

ปัจจัยที่ศึกษา	ทุเรียนผงร้อยละ 0	ทุเรียนผงร้อยละ 35	ทุเรียนผงร้อยละ 40	ทุเรียนผงร้อยละ 45
เนื้อสัมผัส	3.03±0.72 ^a	2.66±0.76 ^b	2.66±0.72 ^b	2.69±0.86 ^b
ความละเอียดของเนื้อ	3.61±0.69 ^a	3.07±0.83 ^b	3.15±0.73 ^b	3.02±0.69 ^b
ความหวาน ^{ns}	3.22±0.54	2.95±0.63	2.95±0.62	2.98±0.63
กลิ่น	4.04±0.43 ^a	3.03±0.87 ^b	2.95±0.77 ^b	3.01±0.78 ^b
ความชอบรวม	3.78±0.51 ^a	3.54±0.63 ^{ab}	3.29±0.64 ^b	3.28±0.69 ^b
แรงกดสูงสุด	211.56 ^a	283.88 ^b	462.17 ^c	500.74 ^c

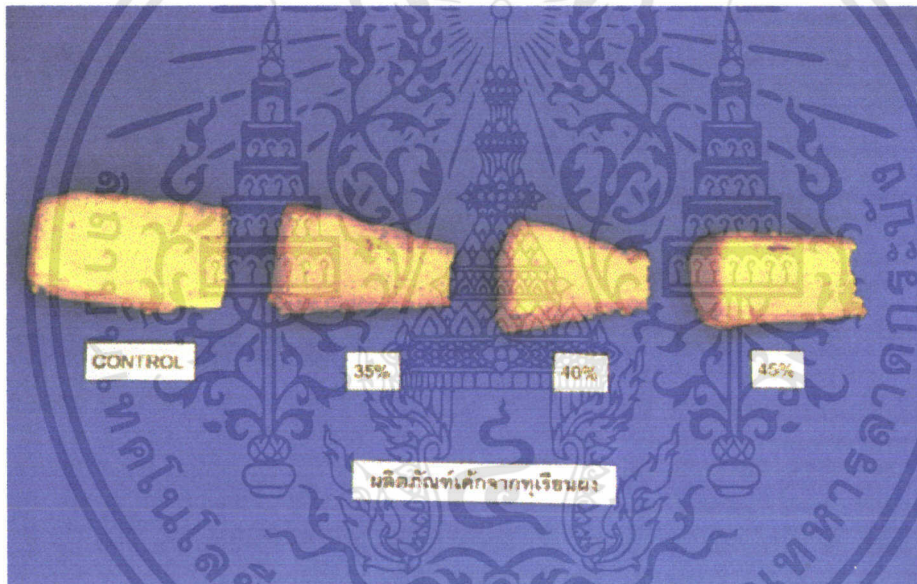
หมายเหตุ : ตัวหนังสือในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสพบว่า เด็กที่ใส่ทุเรียนผงร้อยละ 35 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเด็กที่ใส่ทุเรียนผงร้อยละ 40 และ 45 โดยแรงกดที่ใช้มีแนวโน้มมากขึ้นแสดงว่าเนื้อสัมผัสของเด็กที่ใส่ทุเรียนผงร้อยละ 40 และ 50 มีความแข็งมากขึ้น ทั้งนี้เพราะทุเรียนผงมีปริมาณเส้นใยมากและเส้นใยมีขนาดใหญ่ฉะนั้นเมื่อใช้ทุเรียนผงมากขึ้นก็จะทำให้เค้กมีเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้างมากขึ้น

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จะเห็นว่า ด้านเนื้อสัมผัส ความละเอียดของเนื้อ และกลิ่นของตัวอย่างควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากเมื่อใช้ปริมาณทุเรียนผงในระดับอื่นที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าเมื่อใส่ทุเรียนผงในเค้กมากขึ้นจะทำให้มีเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัสที่หนักและหยาบมากขึ้นเนื่องจากทุเรียนผงที่ใช้มีเส้นใยมากและอนุภาคมีขนาดใหญ่กว่าอนุภาคของแป้งสาลี จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบเค้กที่ใส่ทุเรียนผงกับเค้กที่ไม่ใส่ทุเรียนผง เค้กที่ใส่ทุเรียนผงจะมีลักษณะยุบตัวลง ในด้านความหวานพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านกลิ่น เค้กที่ใส่ทุเรียนผงร้อยละ 35 40 และ 45 มีผลทำให้ความชอบของผู้ทดสอบลดลงเนื่องจากมีกลิ่นของทุเรียนแรงเกินไป แต่อย่างไรก็ตามในด้านความชอบรวม ผู้ทดสอบยังยอมรับเค้กที่ใส่ทุเรียนผงร้อยละ 35 โดยค่าเฉลี่ยที่ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่างควบคุม



รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์เค้กจากทุเรียนผง

4.2 การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้

จากการทดลองเพื่อทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้ด้วยทุเรียนผง ในปริมาณร้อยละ 0 30 40 และ 50 ผลการวัดเนื้อสัมผัสรวมทั้งผลการทดสอบทางประสาทแสดงดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในลักษณะด้านต่างๆของคุกกี้

ปัจจัยที่ศึกษา	ทุเรียนผงร้อยละ 0	ทุเรียนผงร้อยละ 30	ทุเรียนผงร้อยละ 40	ทุเรียนผงร้อยละ 50
เนื้อสัมผัส ^{ns}	3.28±0.55	3.39±0.70	3.50±0.66	3.52±0.72
ความละเอียดของ เนื้อ	3.40±0.61 ^a	2.92±0.58 ^b	2.87±0.63 ^b	2.98±0.67 ^b
ความหวาน ^{ns}	3.14±0.75	3.14±0.66	3.23±0.69	3.23±0.72
กลิ่น	3.50±0.66 ^a	3.31±0.54 ^{ab}	3.25±0.55 ^b	3.15±0.67 ^b
ความชอบรวม	3.69±0.55 ^a	3.49±0.51 ^{ab}	3.43±0.61 ^b	3.43±0.69 ^b
แรงกดสูงสุด ^{ns}	2247.18	2430.48	2462.67	2243.14

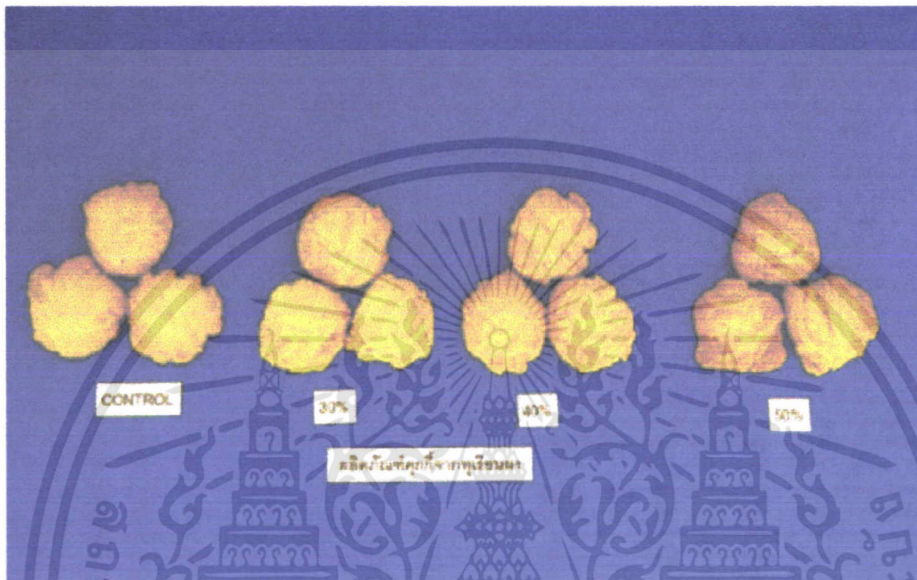
หมายเหตุ : ตัวหนังสือในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากผลการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งผลนี้จะสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัส โดยปริมาณทุเรียนผงที่เพิ่มขึ้นไม่ทำให้เนื้อคุกกี้แข็งขึ้นจนมีความแตกต่างทางสถิติเนื่องจากคุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะกรอบ การเติมทุเรียนผงจึงไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสมากนัก รูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าลักษณะปรากฏของคุกกี้เมื่อเติมทุเรียนผงในปริมาณต่างๆกันไม่ต่างกันมากนัก นอกจากสีที่เข้มขึ้นเท่านั้น

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จะเห็นว่า ด้านเนื้อสัมผัสและความหวานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในด้านความละเอียดของเนื้อคุกกี้พบว่า คุกกี้ที่ไม่ใส่ทุเรียนผงจะมีความแตกต่างกับคุกกี้ที่ใส่ทุเรียนผงที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งอาจเนื่องมาจากทุเรียนผงเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณเส้นใยสูงและเส้นใยมีขนาดใหญ่ จึงมีผลทำให้เนื้อคุกกี้มีความหยาบมากขึ้น ส่วนในด้านกลิ่นและความชอบรวมเมื่อใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 30 จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากคุกกี้ที่ไม่เติมทุเรียนผงแสดงว่าการใช้ปริมาณทุเรียนผงร้อยละ 30 จะเป็นปริมาณที่ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ไม่ใส่ทุเรียนผงและใส่ทุเรียนผงได้

เมื่อพิจารณาตามความเป็นจริงแล้วปัจจัยในด้านความชอบรวมและกลิ่นของคุกกี้ที่ใส่ทุเรียนผงร้อยละ 50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคุกกี้ที่ใส่ทุเรียนผงร้อยละ 30 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ทุเรียนผงได้มากถึงร้อยละ 50 จึงสรุปได้ว่าสามารถใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้ได้ในปริมาณร้อยละ 50



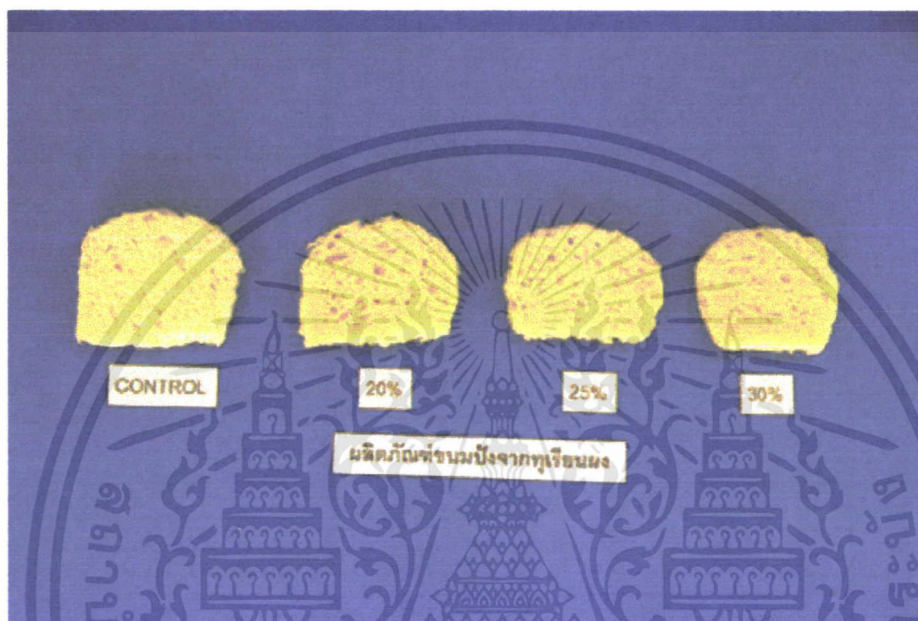
รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์คุกกี้จากทุเรียนผง

4.3 การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในขนมปัง

จากการทดลองเพื่อทดแทนแป้งสาลีในขนมปังด้วยทุเรียนผง โดยทำการปรับปริมาณทุเรียนผงเป็นร้อยละ 0 20 25 และ 30 แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสและทดสอบด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนแป้งสาลีร้อยละ 20 มีการยอมรับด้านความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับขนมปังที่ไม่ใช้ทุเรียนผงจึงสามารถใช้ทดแทนได้ในปริมาณดังกล่าว



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมปังจากทุเรียนผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในเค้ก

จากผลการทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสพบว่า ปริมาณทุเรียนผงที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้เนื้อสัมผัสของเด็กมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเค้กจะแน่นมากขึ้น

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า สามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยทุเรียนผงได้ในปริมาณร้อยละ 35

2. การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้

จากผลการทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสพบว่า ปริมาณทุเรียนผงที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของคุกกี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า สามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยทุเรียนผงได้ในปริมาณร้อยละ 50

3. การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในขนมปัง

จากผลการทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสพบว่า ปริมาณทุเรียนผงที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของขนมปังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า สามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยทุเรียนผงได้ในปริมาณร้อยละ 20

ข้อเสนอแนะ

1. ทุเรียนผงที่นำมาใช้ควรเก็บรักษาอย่างดี โดยใส่ถุงพลาสติกแล้วนำไปใส่ภาชนะที่ปิดสนิท และควรเก็บรักษาในตู้เย็นเพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ขนมอบ
2. ทุเรียนผงที่ใช้ควรบดให้ละเอียดกว่า 60 mesh เพื่อที่จะได้ผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีเนื้อละเอียดมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กนกมณฑล ศรศรีวิชัย. 2526. การเก็บรักษาผลผลิตการเกษตรหลังเก็บเกี่ยว. : เทคโนโลยีและ
 สรีรวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- กิตติพงษ์ ห่วงรัศมี. ไม่ระบุปีที่พิมพ์. ผักและผลไม้. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยี
 การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.
- จิตรณา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2536. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. โรงพิมพ์พิมพ์เกษตร,
 กรุงเทพมหานคร.
- ดวงเดือน เรืองเกิด. 2539. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุเรียนแผ่นกรอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท
 ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. หน้า 13-21.
- เทียมใจ ดุลยาทร. 2529. กายวิภาคของพฤษภ. ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- บริษัท ต้นอ้อ แกรมมี่ จำกัด. 2542. เค้ก-คุกกี้. กรุงเทพมหานคร. หน้า 25.
- เพ็ญศิริ อนันต์รักสกุล, วิบูลย์เกียรติ โมฬีรัตนนท์, พรภัทรา ปฏิทัศน์, อังฉรียา จาระพันธ์
 และอินทราราช ฉัตรเกษ. 2531. การวิจัยและพัฒนาวิธีการแช่เย็นทุเรียนสด. เอกสารประกอบ
 การสัมมนาเรื่องทุเรียน. วันที่ 25-26 กุมภาพันธ์ 2531. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.
- สมพงษ์ พานิช. บทปฏิบัติการวิชาเบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร :
 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
 เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 25.
- สุดารัตน์ สุดพันธ์. 2536. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อทุเรียนพันธุ์ชะนีและพันธุ์
 หมอนทองภายใต้การเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัย
 เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. หน้า 12-19.
- สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2531. การเก็บรักษาผักและผลไม้สด. เอกสารการฝึกอบรมเรื่อง
 Improvement of Postharvest Techniques to Reduce Loss of Perishable Commodities.
 วันที่ 14-28 ตุลาคม 2531. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. หน้า 264-282.
- สุวรรณ ศรีสวัสดิ์ และสัมพันธ์ ศรีสุริยวงษ์. 2540a. ทุเรียนดิบสดแห้งจากทุเรียนดิบพันธุ์
 หมอนทอง. โครงการวิจัยที่ อ.-น.38-02/รายงานฉบับที่ 1, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

- สุวรรณา ศรีสวัสดิ์, สัมพันธ์ ศรีสุริยวงษ์ และศรีศักดิ์ ตรีวัชรกุล. 2540b. การผลิตและใช้ประโยชน์ทุเรียนดิบสดแห้ง. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร. หน้า 13-14.
- สำนักพิมพ์แสงแดด. 2542. ขนมปัง-โดนัท. กรุงเทพมหานคร. หน้า 50.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538. คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และการคำนวณเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมอบ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- D.K. Salankhe and S.SS Kadam 1995 Handbook of fruit science and technology.
- Eskin, N.A.M. , H.M. Henderson and R.J. Townsend. 1971. Biochemistry of Food. Academic Press, New York.
- Franklin, W.M. 1980. Tropical and Subtropical Fruits : Composition, Properties and Uses. AVI Publishing Inc. , Westport, Connecticut. pp. 59-64.
- Louis J. Ronsivalli and Ernest R. Vieira. 1992. Elementary food science. New York.
- Moser. R. , D. Duvel and R. Greve. 1980. Volatile constituents and fatty acid composition of lipids in *Durio zibethinus*. Phytochem. 19 : 79-81.
- Stanton, W.R. 1965. The chemical composition of some tropical food plants : durian. Trop. Sci. 8 : 6-13.
- Sultan, W.J. 1969. Practical Baking. The AVI Publishing Company, Inc. : Westport, Connecticut.
- Tuckker, G.A. and D. Grierson. 1987. Fruit ripening, D.D. Davies(ed.). The Biochemistry of Plant. Vol. 12. Academic Press, New York. pp. 265-318.
- Vickie A. Vaclavik 1998. Essentials of food science. New York. Chapman & Hall. Pp. 271-272.
- Winterhalter, P. 1991. Fruit : Durian, H. Maarse(ed.). Volatile Compounds in Foods and Beverages. Marcel Dekker, Inc. , New York.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.1

แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ชื่อ.....วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ เด็กทุเรียน

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณลักษณะต่างๆของเด็กทุเรียน โดยให้ผู้ทดสอบขีดเส้นตั้งฉากลงบนเส้นตามความรู้สึกอันแท้จริงของผู้ทดสอบ

1. เนื้อสัมผัส



2. ความละเอียดของเนื้อเค้ก



3. ความหวาน



4. กลิ่น



5. ความชอบรวม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.2

แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ชื่อ.....วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ คุณกั๊กุเรียน

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณลักษณะต่างๆของคุณกั๊กุเรียน โดยให้ผู้ทดสอบขีดเส้นตั้งฉากลงบนเส้นตามความรู้สึกอันแท้จริงของผู้ทดสอบ

1. เนื้อสัมผัส



2. ความละเอียดของเนื้อคุกกี้



3. ความหวาน



4. กลิ่น



5. ความชอบรวม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.3

แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ชื่อ.....วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ ขนมนึ่งทุเรียน

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณลักษณะต่างๆของขนมนึ่งทุเรียน โดยให้ผู้ทดสอบขีดเส้นตั้งฉากลงบนเส้นตามความรู้สึกอันแท้จริงของผู้ทดสอบ

1. เนื้อสัมผัส



2. ลักษณะโพรงอากาศภายใน



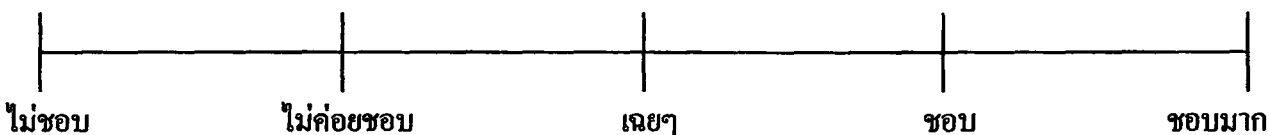
3. ความหวาน



4. กลิ่น



5. ความชอบรวม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.1

สูตรขนมเค้ก

	ร้อยละ
แป้งเค้ก	100.00
น้ำตาลทรายบดละเอียด	95.00
เนยสด	50.00
เนยขาว	40.00
นมข้นจืด	40.00
ผงฟู	5.00
เกลือ	1.00
ไข่ไก่	120.00

วิธีทำ

1. ร่อนแป้ง เกลือ ผงฟู เข้าด้วยกันแล้วพักไว้
2. ตีเนยสด เนยขาว และน้ำตาลทรายบดละเอียดด้วยความเร็วปานกลางจนขึ้นฟู
3. เติมนมข้นจืดลงไปทีละฟองจนส่วนผสมเข้ากันดี
4. นำส่วนผสมของแป้งที่ร่อนแล้ว เติมลงในส่วนผสมสลับกับนมข้นจืด โดยแบ่งแป้งเป็น 4 ส่วน ของเหลว 3 ส่วน เริ่มผสมด้วยแป้งแล้วจบลงด้วยแป้งผสมโดยใช้ความเร็วต่ำ
5. เทใส่พิมพ์ที่ทำด้วยเนยขาวใส่ประมาณ 3/4 ของพิมพ์
6. อบที่อุณหภูมิ 350 °ฟ. ประมาณ 25 นาทีหรือจนสุก

ภาคผนวก ข2.

สูตรคูกี้เนย

	ร้อยละ
แป้งอเนกประสงค์	100.00
น้ำตาลทรายบดละเอียด	54.88
เนยสด	41.86
เนยขาว	17.44
ผงฟู	0.78
ไข่ไก่	27.91

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งและผงฟูเข้าด้วยกัน
2. ตีเนยขาวและเนยสดจนเนียน แล้วเติมน้ำตาลทรายบดละเอียดลงไปตีจนน้ำตาลละลาย เติมน้ำลงไปแล้วตีต่อจนเข้ากันดี จากนั้นจึงเติมแป้งลงไปคนผสมให้เข้ากันดี ตักหยอดบนถาดที่ทาเนยขาวไว้
3. อบที่อุณหภูมิ 320 °ฟ. ประมาณ 20 นาทีหรือจนสุก

ภาคผนวก ข3.

สูตรขนมปัง

	ร้อยละ
แป้งขนมปัง	100.00
น้ำตาลทรายบดละเอียด	5.00
เนยขาว	5.00
นมผงขาดมันเนย	4.00
ยีสต์ผง	1.00
เกลือ	1.75

วิธีทำ

1. ผสมแป้งที่ร่อนแล้ว นมผง ยีสต์ เกลือและน้ำตาลเข้าด้วยกัน
2. เติมน้ำลงในของแห้ง ผสมให้เข้ากันเติมนเนยขาวนวดต่อจนโดเรียบเนียนไม่ติดมือ หมักโดไว้จนขึ้นฟูเป็นสองเท่า
3. นำก้อนโดมาไล่ลม จากนั้นตัดแบ่งออกเป็นก้อนๆ ละเท่าๆกัน 3 ก้อน นำมาใส่พิมพ์ที่ทาเนยขาว พักไว้ประมาณ 30 นาที
4. อบที่อุณหภูมิ 350 °ฟ. ประมาณ 25 นาทีหรือจนสุก

ภาคผนวก ก.

1. การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในเค้ก

ใช้แผนการทดลองแบบ CRD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การทดสอบด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	173970.6	3	57990.2	82.57338	2.328E-06	4.06618
Within Groups	5618.295	8	702.2868			
Total	179588.9	11				

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัส

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	34.44739	43	0.801102	1.554596	0.0308372	1.474961
Treatment	4.406825	3	1.468942	2.850586	0.0399841	2.674831
Error	66.47527	129	0.515312			
Total	105.3295	175				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การยอมรับทางด้านความละเอียดของเนื้อ

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	35.85431	43	0.833821	1.858486	0.0041566	1.474961
Treatment	9.758114	3	3.252705	7.249884	0.0001561	2.674831
Error	57.87664	129	0.448656			
Total	103.4891	175				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับทางด้านความหวาน

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	30.87243	43	0.717963	2.89094	2.093E-06	1.474961
Treatment	2.267261	3	0.755754	3.043105	0.0312873	2.674831
Error	32.03709	129	0.24835			
Total	65.17678	175				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การยอมรับทางด้านกลิ่น

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	48.47061	43	1.127223	3.291991	1.055E-07	1.474961
Treatment	36.02228	3	12.00743	35.067	1.215E-16	2.674831
Error	44.17139	129	0.342414			
Total	128.6643	175				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การยอมรับทางด้านความชอบรวม

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	40.39996	43	0.939534	4.637151	7.516E-12	1.474961
Treatment	7.289465	3	2.429822	11.9926	5.618E-07	2.674831
Error	26.13671	129	0.20261			
Total	73.82614	175				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้

ใช้แผนการทดลองแบบ CRD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การทดสอบด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	123285.5	3	41095.16	0.952407	0.460217	4.06618
Within Groups	345189.8	8	43148.72			
Total	468475.3	11				

ปริมาณทุเรียนผงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัส

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	42.26113	54	0.782614	2.419533	1.044E-05	1.417009
Treatment	2.06598	3	0.68866	2.129065	0.0985937	2.660407
Error	52.39995	162	0.323456			
Total	96.72706	219				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การยอมรับทางด้านความละเอียดของเนื้อ

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	47.80833	54	0.88534	3.97697	6.3E-12	1.417009
Treatment	9.632758	3	3.210919	14.42354	2.252E-08	2.660407
Error	36.06389	162	0.222617			
Total	93.50498	219				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การยอมรับทางด้านความหวาน

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	67.36654	54	1.247529	5.031519	7.715E-16	1.417009
Treatment	0.405324	3	0.135108	0.544916	0.6522559	2.660407
Error	40.16673	162	0.247943			
Total	107.9386	219				

ผู้จิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การยอมรับทางด้านกลิ่น

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	30.53267	54	0.56542	1.847034	0.0017517	1.417009
Treatment	3.577204	3	1.192401	3.895169	0.0101258	2.660407
Error	49.59195	162	0.306123			
Total	83.70182	219				

ผู้จิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การยอมรับทางด้านความชอบรวม

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	34.13564	54	0.632141	2.448054	8.016E-06	1.417009
Treatment	2.522609	3	0.84087	3.256382	0.0231725	2.660407
Error	41.83197	162	0.258222			
Total	78.49022	219				

ผู้จิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. การทดลองใช้ทุเรียนผงทดแทนแป้งสาลีในขนมปัง

ใช้แผนการทดลองแบบ CRD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การทดสอบด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	593656.3	3	197885.4	1.068813	0.4150176	4.06618
Within Groups	1481160	8	185145			
Total	2074816	11				

ปริมาณทุเรียนผงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัส

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	33.05227	42	0.786959	1.559641	0.0313521	1.481443
Treatment	2.766088	3	0.922029	1.827331	0.1455408	2.676529
Error	63.57671	126	0.504577			
Total	99.39507	171				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การยอมรับทางด้านความละเอียดของเนื้อ

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	35.37989	42	0.842378	1.837127	0.0052451	1.481443
Treatment	9.686667	3	3.228889	7.041824	0.0002048	2.676529
Error	57.77481	126	0.45853			
Total	102.8414	171				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การยอมรับทางด้านความหวาน

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	28.37157	42	0.675514	3.607733	1.511E-08	1.481443
Treatment	0.57083	3	0.190277	1.016215	0.3879032	2.676529
Error	23.5923	126	0.18724			
Total	52.53469	171				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การยอมรับทางด้านกลิ่น

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	22.11084	42	0.526448	5.487503	5.628E-14	1.481443
Treatment	6.324453	3	2.108151	21.97458	1.641E-11	2.676529
Error	12.08792	126	0.095936			
Total	40.52321	171				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การยอมรับทางด้านความชอบรวม

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Block	39.72954	42	0.945942	4.573858	1.957E-11	1.481443
Treatment	7.313235	3	2.437745	11.78709	7.391E-07	2.676529
Error	26.05867	126	0.206815			
Total	73.10144	171				

ผู้ชิมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ปริมาณทุเรียนผงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95