สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉลองกรุง

ผลของการแทนที่ไขมันบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนต่อคุณภาพของเค้กเนยและคุกกี้เนย

ไพลิน เจริญวงษ์ตระกูล

เพ็ญประภา ปรุงอาวุธ

TX994a
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83754
วัน,เดือน,ปี.....15 ก.ย. 2551

b.....11947528
i.....

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Effect of Partial Fat Replacement with Beta Glucan on Quality of Butter Cakes and Butter Cookies

Pailin Charoenwongtrakul

Penprapa Prungawut

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

For the Degree of Bachelor Science

Industrial Microbiology Program

Department of Applied Biology, Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ผลของการแทนที่ไขมันบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนต่อคุณภาพของเค้กเนยและคุกกี้เนย
ชื่อนักศึกษา	ไพลิน เจริญวงษ์ตระกูล รหัส 47050523
	เพ็ญประภา ปรุงอาวุธ รหัส 47050890
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
ปีการศึกษา	2550
อาจารย์ปรึกษาโครงงานพิเศษ	ผศ.ลินจง สุขลำภู
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์	คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ทำโครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบโครงงานพิเศษ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	รศ.ดวงใจ ไอชัยกุล	
กรรมการ	ผศ.ลินจง สุขลำภู	
กรรมการ	ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี	

.....

(รศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ ผลของการแทนที่ไขมันบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนต่อคุณภาพของเค้กเนยและคุกกี้เนย

ชื่อนักศึกษา ไพลิน เจริญวงษ์ตระกูล รหัส 47050523

เพ็ญประภา ปรุงอาวุธ รหัส 47050890

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

ปีการศึกษา 2550

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ผศ.ลินจง สุขลำภู

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เบต้ากลูแคนแทนที่ไขมันในเค้กเนยและคุกกี้เนย จากการเตรียมเบต้ากลูแคนจากบริวเวอร์ยีสต์ พบว่า เบต้ากลูแคนที่ได้มีลักษณะเป็นครีมข้น สีน้ำตาล และมีความข้นหนืดสูง มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้นร้อยละ 79.54 โปรตีนร้อยละ 3.49 และไขมันร้อยละ 1.9 จากนั้นได้ทดลองใช้เบต้ากลูแคนแทนที่เนยสดหรือมาการีนบางส่วนเป็นร้อยละ 20 25 และ 30 โดยน้ำหนักในเค้กเนยและคุกกี้เนยตามลำดับ และศึกษาผลของปริมาณเบต้ากลูแคนที่เพิ่มขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของเค้กเนยและคุกกี้เนย ซึ่งผลการทดลองพบว่า เค้กเนยมีปริมาตรและความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเบต้ากลูแคนที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การแทนที่เบต้ากลูแคนในระดับที่สูงขึ้นทำให้เค้กเนยมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสลดลง อย่างไรก็ตามเค้กเนยที่เติมเบต้ากลูแคนร้อยละ 25 ยังได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมโดยมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.16) และเค้กเนยที่ได้มีปริมาณไขมันร้อยละ 13.11 ในขณะที่สูตรควบคุมมีปริมาณไขมันร้อยละ 17.08 สำหรับคุกกี้เนย พบว่าการแทนที่มาการีนในระดับที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความแข็งของคุกกี้เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าการขยายตัวมีต่ำลง ผลการทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าคุกกี้เนยที่เติมเบต้ากลูแคนร้อยละ 20 ไม่มีความแตกต่างทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสกับสูตรควบคุม ($p>0.05$) โดยตัวอย่างคุกกี้ที่เติมเบต้ากลูแคนร้อยละ 20 มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.20) และตัวอย่างคุกกี้ที่ได้มีปริมาณไขมันร้อยละ 28.26 ในขณะที่สูตรควบคุมมีปริมาณไขมันร้อยละ 32.09 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของคุกกี้ที่เติมเบต้ากลูแคนในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่าการเพิ่มปริมาณเบต้ากลูแคนในคุกกี้เนย มีผลทำให้ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์-แอคติวิตี้ และค่าความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Effect of Partial Fat Replacement with Beta Glucan on Quality of Butter Cakes and Butter Cookies

Student Pailin Charoenwongtrakul Student ID 47050523

Penprapa Prungawut Student ID 47050890

Degree Bachelor of Science

Department Industrial Microbiology

Programme Applied Biology

Academic Year 2007

Advisor Assist.Prof.Linchong Suklampoo

Abstract

The objective of this study was to determine the possibility of using β-glucan in place of butter in cake and cookies making. A preparation of β-glucan from spent brewer's yeast, was investigated and found that the β-glucan was a light-tan-colored paste and had high viscosity. Composition of β-glucan in percentage (w/w) were as follows ; moisture 79.54, protein 3.49 and fat 1.9. β-glucan was used to partially replace of butter or magarine at 20, 25 and 30% (w/w) in butter cakes and cookies. The effects of increased levels of β-glucan on physico-chemical and sensory properties of butter cakes and cookies were studied. It was found that volume index and firmness of butter cakes were significantly increased with increasing β-glucan levels ($p \leq 0.05$) and the more β-glucan added, the less acceptance in sensory test. However, the butter cakes added with 25 % (w/w) of β-glucan were accepted by the taste panelists who gave the score of preference 7.16. Fat content of the butter cakes was 13.11 % while the control butter cake contained 17.08 %. For butter cookies, it was found that increasing the levels of β-glucan resulted in increasing hardness of cookies while spread ratio was decreased. Results from sensory evaluation showed that there was no significant difference ($p>0.05$) between control and cookies added with 20 % (w/w) of β-glucan in all attributes. The overall liking of cookie sample with 20% β-glucan was scored at 7.20. Fat content of the butter cookies was 28.26 % while the control sample contained 32.09 %. Quality changes of the cookies substituted with β-glucan during storage for 72 hours was investigated. It was found that increasing the levels of β-glucan in cookies resulted in increasing moisture content, water activity and hardness of the final product in comparision to the control formulation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลินจง สุขลำภู อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่กรุณาให้คำปรึกษาระหว่างการค้นคว้าวิจัย และการเขียนโครงงานพิเศษฉบับนี้ รวมถึงการตรวจทานแก้ไขโครงงานพิเศษให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ดวงใจ โอชัยกุล และช่วยศาสตราจารย์ ดอกเตอร์พนา โลหะทรัพย์ทวี ที่เป็นคณะกรรมการในโครงงานพิเศษ และช่วยในการตรวจทานแก้ไขโครงงานพิเศษให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณพี่ ๆ นักวิทยาศาสตร์ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ที่ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษนี้

ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือเพื่อใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณพี่ ๆ นักศึกษาปริญญาโทภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ที่ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ด้วยความเคารพยิ่ง และขอขอบคุณเพื่อน ๆ และทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ด้วย ที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจในการศึกษามาตลอด รวมถึงมีส่วนช่วยให้โครงงานพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

นางสาวไพลิน เจริญวงษ์ตระกูล

นางสาวเพ็ญประภา ปรุงอาวุธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	2
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 ยีสต์	4
2.1.1 ลักษณะทั่วไปของยีสต์	4
2.1.2 โครงสร้างของเซลล์ยีสต์	4
2.1.3 ผนังเซลล์ยีสต์ (Yeast cell wall)	4
2.1.4 การขยายพันธุ์ของยีสต์	5
2.1.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของยีสต์	6
2.2 บริเวอร์ยีสต์ (Brewer's yeast)	7
2.3 ความสำคัญของยีสต์ทางด้านอาหาร	9
2.3.1 ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	9
2.3.2 ใช้ในการผลิตอาหารโปรตีน	9
2.3.3 ใช้ในการผลิตยีสต์ขนมปัง	9
2.3.4 ใช้ในการผลิตเอนไซม์ และกรดอะมิโน	9
2.3.5 มีบทบาทในการหมักผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้าน	10
2.4 กลูแคน (Glucan)	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
2.5 ประโยชน์ของเบต้ากลูแคนในด้านต่างๆ	11
2.5.1 ด้านอาหาร	11
2.5.2 ด้านเครื่องสำอาง	11
2.5.3 ด้านการแพทย์	12
2.5.4 ด้านเกษตรกรรม	12
2.6 อุตสาหกรรมขนมอบในประเทศไทย	12
2.7 คุกกี้	13
2.7.1 ประเภทของคุกกี้	14
2.7.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้	14
2.7.3 วิธีการผลิตคุกกี้	35
2.8 เค้ก	37
2.8.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เค้ก	37
2.8.2 เนื้อเค้กชนิดต่าง ๆ	40
2.8.3 สูตรสมดุล	40
2.8.4 ขั้นตอนการทำเค้ก	43
2.8.5 ประเภทของเค้ก	44
2.8.6 การอบเค้ก	44
2.8.7 หลักการและเทคนิคในการทำเค้ก	46
2.8.8 ลักษณะของเนื้อเค้กที่ดี	48
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงงานพิเศษ	50
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	52
3.1 เชื้อยีสต์	52
3.2 สารเคมี	52
3.3 วัตถุดิบ	52
3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงานพิเศษ	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
3.5 วิธีการทดลอง	54
3.5.1 การเตรียมเบต้ากลูแคนจากบริวเวอร์ยีสต์	54
3.5.2 การตรวจสอบคุณภาพของเบต้ากลูแคน	57
3.5.3 การประยุกต์ใช้เบต้ากลูแคนแทนที่เนยสดบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนย	57
3.5.4 การประยุกต์ใช้เบต้ากลูแคนแทนที่ไขมันบางส่วนในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย	59
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	62
4.1 องค์ประกอบทางเคมีกายภาพของเบต้ากลูแคน	62
4.2 การประยุกต์ใช้เบต้ากลูแคนแทนที่ไขมันบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนย	63
4.2.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	64
4.2.2 ศึกษาคุณภาพทางเคมีของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	68
4.2.3 การทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กเนยสูตรต่าง ๆ	70
4.3 การประยุกต์ใช้เบต้ากลูแคนแทนที่ไขมันบางส่วนในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย	72
4.3.1 คุณภาพทางเคมีกายภาพของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	72
4.3.2 การศึกษาคุณภาพของคุกกี้เนยแทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนในระหว่างการเก็บรักษา	79
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	83
เอกสารอ้างอิง	84
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	87
ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ	94
ภาคผนวก ค. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	96
ภาคผนวก ง. ตารางผลการทดลอง	98
ภาคผนวก จ. กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของเค้กเนยและคุกกี้เนยโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 องค์ประกอบของแป้งสาลี 16
2.2 องค์ประกอบของไข่ 25
2.3 องค์ประกอบของนม 28
2.4 องค์ประกอบของนมชนิดต่างๆ 29
2.5 อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำเค้กชนิดต่างๆ 46
2.6 ข้อผิดพลาดของเค้ก สาเหตุ และวิธีการแก้ไข 48
3.1 ส่วนผสมของเค้กเนยสูตรควบคุม 58
3.2 ส่วนผสมของคุกกี้เนยสูตรควบคุม 60
4.1 องค์ประกอบทางเคมีกายภาพของเบต้ากลูแคน 63
4.2 ค่าสีของเนื้อเค้กที่มีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 64
4.3 ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 67
4.4 ปริมาณ ความชื้นและปริมาณไขมันของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วน ด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 69
4.5 คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กเนยสูตรต่าง ๆ 70
4.6 ค่าสีของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 72
4.7 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วน ด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 78
4.8 ปริมาณความชื้นของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ในระหว่างการเก็บรักษา 80
4.9 ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ในระหว่างการเก็บรักษา 81
4.10 ค่าความแข็ง (Hardness) ของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่

2.1 องค์ประกอบของผนังเซลล์ยีสต์ 5

2.2 อนุภาคของบริวเวอร์ยีสต์ 8

2.3 ยีสต์ที่ใช้แล้วในอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ 8

2.4 โพลิเมอร์ของเบต้า-1,3-กลูแคนที่เชื่อมต่อกับเบต้า-1,6-กลูแคน 11

3.1 เซลล์บริวเวอร์ยีสต์ 54

3.2 แผนผังการเตรียมเบต้ากลูแคน 56

4.1 เบต้ากลูแคนที่ได้จากการสกัดผนังเซลล์ของบริวเวอร์ยีสต์ 62

4.2 ปริมาตรของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (1) 65

4.3 ปริมาตรเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (2) 66

4.4 ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 66

4.5 ค่าการขยายตัวของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 73

4.6 ลักษณะโดของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนร้อยละ 20 74

4.7 ปริมาณไขมันของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 75

4.8 ปริมาณความชื้นของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 75

4.9 ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ ของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 76

4.10 ค่าความแข็งของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 76

4.11 คุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนร้อยละ 20 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

บริวเวอร์ยีสต์เป็นผลพลอยได้จากการผลิตเบียร์ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharomyces carlbergensis* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีชีวิตแต่จะถูกนำไปผ่านความร้อนทำให้ตายหมด ไม่มีฤทธิ์ในการเป็นเชื้อหมักฟู เหลือไว้แต่เพียงคุณค่าทางโภชนาการ

กลูแคนพบได้ทั่วไปในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่นยีสต์ ข้าวโอ๊ต ข้าวบาเลย์ ว่านหางจระเข้ และเห็ดบางชนิด แต่นิยมผลิตเบต้ากลูแคนจากยีสต์มากกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เนื่องจากการเพาะเลี้ยงเชื้อยีสต์สามารถควบคุมได้ง่าย มีอัตราการเจริญเร็ว และผนังเซลล์ยีสต์มีลักษณะแบบตายตัว (Reed และ Nagodawithana, 1991) กลูแคนแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ แอลฟากลูแคน (Alpha-glucan) และเบต้ากลูแคน (Beta-glucan) แอลฟากลูแคนจะพบมากในพวกเห็ด รา เบต้ากลูแคนพบมากในยีสต์ ซึ่งประกอบด้วยเบต้า-1,3-กลูแคน (β-1,3-glucan) ประมาณร้อยละ 15 และ เบต้า-1,6-กลูแคน (β-1,6-glucan) ประมาณร้อยละ 3 องค์ประกอบหลักของผนังเซลล์ยีสต์ (ประมาณร้อยละ 50-60) คือ เบต้า-1,3-กลูแคน และเบต้า-1,6-กลูแคน เบต้ากลูแคนเป็นสารประกอบพอลิเมอร์ ซึ่งประกอบด้วยกลูโคส เบต้ากลูแคนได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในทางเภสัชกรรม เนื่องจากเบต้ากลูแคนส่งผลที่ดีต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ เช่น มีคุณสมบัติในการเป็นตัวกระตุ้นที่ดีมากในระบบภูมิคุ้มกันยับยั้งการอักเสบ ยับยั้ง จุลินทรีย์ ป้องกันการเกิดเนื้องอก (Zekovic และคณะ, 2005) และยังช่วยลดไขมันในเส้นเลือดในร่างกายได้ (Santipanichwong และ Suphantharika, 2007) เบต้ากลูแคนยังมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และในด้านอุตสาหกรรมอาหาร เบต้ากลูแคนมีความสามารถในการเพิ่มความข้นหนืด เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ เพิ่มความเสถียรของอิมัลชั่น ใช้เป็นสารทดแทนไขมัน รวมทั้งเป็นองค์ประกอบของอาหารที่ไม่ให้พลังงาน (เสาวนีย์, 2545)

เค้กเนยและคุกกี้เนย เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างต่อเนื่อง แต่ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณไขมันเป็นส่วนผสมค่อนข้างสูง ซึ่งปัจจุบันผู้บริโภคมีแนวโน้มให้ความใส่ใจต่อสุขภาพมากขึ้น เช่น ความนิยมในการบริโภคอาหารที่มีไขมันต่ำแต่ยังมีรสชาติและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิมมากที่สุด มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำสารจากธรรมชาติต่าง ๆ มาใช้แทนที่ไขมันในอาหาร เช่น Romanchik-Cerpovicz และคณะ (2002) ทำการศึกษาโดยใช้ออกร้ากัม (Okra gum) ในการแทนที่ มาการีนและไข่แดงในคุกกี้ช็อกโกแลต พบว่าคุกกี้มีปริมาณความชื้นสูงมากกว่าคุกกี้สูตรควบคุมเมื่อระยะเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง และเมื่อประเมินคุณภาพของคุกกี้พบว่าได้รับการยอมรับโดยรวมสูง Woods และ Navdarr (2006) ได้ศึกษาการใช้ C-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Trim แทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์คุกกี้ชื่อกโกแลตชิพในปริมาณร้อยละ 0, 33, 66, 75 และ 100 โดยเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่มีไขมันในส่วนผสมร้อยละ 50 ผลในการใช้ C-Trim แทนที่ไขมันพบว่าทำให้การขยายของคุกกี้ลดลง ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้สูงขึ้น และลักษณะเนื้อสัมผัสจะแข็งกว่า มีการยึดเกาะดีกว่าสูตรควบคุม ในการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า C-Trim สามารถใช้แทนที่ไขมันในคุกกี้ชื่อกโกแลตชิพได้มากถึงร้อยละ 75 (โดยน้ำหนัก) และสามารถลดไขมันลงได้ร้อยละ 45 มีแคลอรี่น้อยกว่าร้อยละ 12 และให้ใยอาหารมากกว่าสูตรควบคุมถึงร้อยละ 100 Zoulias และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ไขมันต่ำที่แทนที่ด้วยสารประกอบคาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีน เช่น แป้งข้าวโอ๊ต ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับไขมันแต่มีแคลอรี่ต่ำ และพบว่าสามารถทดแทนไขมันได้ถึงร้อยละ 50 โดยมีผลให้คุกกี้ที่ได้มีคุณภาพไม่แตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุม แต่ถ้าทดแทนในระดับร้อยละที่สูงกว่านี้จะทำให้คุกกี้มีความชื้นลดลงและคุณภาพโดยรวมจะต่ำลง

ดังนั้นโครงงานพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้เบต้ากลูแคนแทนที่เนยสดและมาการีนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยและคุกกี้เนย โดยทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพ รวมถึงการตรวจสอบคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัส เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ลดปริมาณไขมันลงบางส่วนแต่ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ รวมทั้งได้คุณประโยชน์จากเบต้ากลูแคนซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารช่วยลดไขมันในเส้นเลือด และเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1.2.1 เตรียมเบต้ากลูแคนจากยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces carlbergensis (S. uvarum)* จากอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเบต้ากลูแคนที่สกัดได้

1.2.2 ศึกษาผลของการใช้เบต้ากลูแคนจากยีสต์มาใช้แทนที่ไขมันบางส่วน ในผลิตภัณฑ์เค้กเนยและคุกกี้เนยที่ระดับต่างๆ

1.2.3 ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพเคมี และการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยและคุกกี้เนย ที่ได้จากการแทนที่เบต้ากลูแคนที่ระดับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

ศึกษาการเตรียมเบต้ากลูแคนจากเชื้อ *Saccharomyces carlbergensis (S.uvarum)* ที่ได้จากในอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ เพื่อนำมาใช้แทนที่เนย (มาการีน) บางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยและคุกกี้เนย โดยหาปริมาณของเบต้ากลูแคนที่เหมาะสมที่จะใช้ในการแทนที่เนย (มาการีน) บางส่วนของผลิตภัณฑ์ทั้งสอง ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี รวมทั้งการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยและคุกกี้เนยที่ผสมเบต้ากลูแคน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เป็นแนวทางในการใช้บริวเวอร์ยีสต์จากอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่า

1.4.2 เบต้ากลูแคนที่เป็นสารจากธรรมชาติ ซึ่งสามารถนำมาเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มต่าง ๆ ได้ เนื่องจากเบต้ากลูแคนมีคุณสมบัติในการเพิ่มความข้นหนืด เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ (water-holding capacity) เพิ่มความเสถียรของอิมัลชั่น ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมัน ทั้งยังเป็นองค์ประกอบของอาหารที่ลดพลังงาน ดังนั้นคาดว่าจะสามารถนำมาใช้แทนที่ไขมันบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

1.4.3 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบประเภทเค้กเนยและคุกกี้เนย ที่มีไขมันและพลังงานต่ำ ซึ่งอาจเป็นทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ยีสต์

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของยีสต์

ยีสต์เป็นจุลินทรีย์พวกยูคาริโอต เซลล์ยีสต์ส่วนใหญ่มีรูปร่างกลม หรือรี นอกจากนี้อาจมีรูปร่างเป็นรูปถั่ว รูปเลมอน ทรงกระบอก สามเหลี่ยม หรือยาวเป็นสาย ขนาดของยีสต์แตกต่างกันในแต่ละชนิด ลักษณะเด่นของยีสต์คือ เป็นพวกเซลล์เดียวและมีหน่อ การแตกหน่อบางครั้งไม่หลุดออกจากกัน แต่เกาะกันเป็นกลุ่ม บางครั้งมีการเปลี่ยนแปลงโดยเซลล์ตรงกลางยาวต่อกันเป็นสาย เรียกว่า ซูโดไมซีเลียม (pseudomycelium)

2.1.2 โครงสร้างของเซลล์ยีสต์

เซลล์ยีสต์ ประกอบด้วย ผนังเซลล์ (cell wall) เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) นิวเคลียส (nucleus) แวคิวโอล (vacuole) ไมโทคอนเดรีย (mitrochondria) เม็ดไขมัน พอลิฟอสเฟต (polyphosphate) และไซโทพลาซึม (cytoplasm)

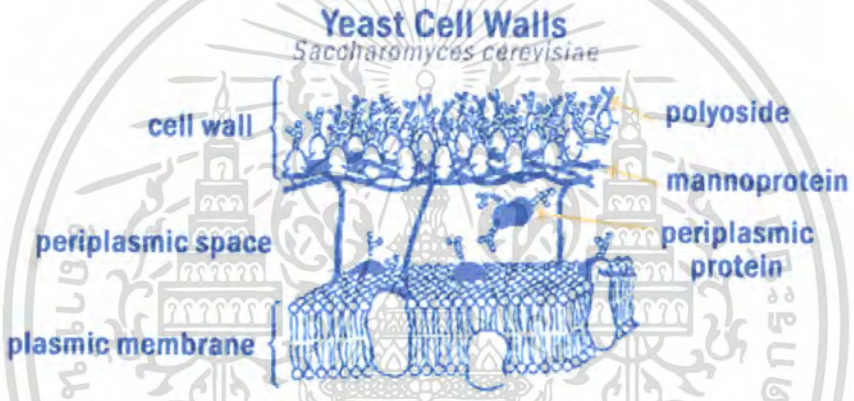
2.1.3 ผนังเซลล์ยีสต์ (Yeast cell wall)

ผนังเซลล์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับการอยู่รอดของเซลล์ เนื่องจากยีสต์มีผนังเซลล์แบบตายตัวและมีรูปร่างที่แน่นอน (Reed และ Nagodawithana, 1991) ผนังเซลล์ถูกสร้างเพื่อใช้เป็นโครงร่างในการพัฒนาโครงสร้างของอวัยวะภายในเซลล์ หนาประมาณ 25 นาโนเมตร หนักร้อยละ 25 ของน้ำหนักแห้งของเซลล์ ซึ่งผนังเซลล์ยีสต์มีประมาณร้อยละ 15-30 โดยน้ำหนักแห้งของเซลล์ หรือร้อยละ 25-50 โดยปริมาตร (Lipke และ Ovalle, 1998) ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์ยีสต์เป็นที่ทราบกันดีว่าจะแตกต่างไปตามสายพันธุ์ของยีสต์นั้น ๆ ผนังเซลล์ยีสต์ประกอบด้วยโพลีแซคคาไรด์เป็นส่วนใหญ่ บางส่วนอยู่เป็นอิสระ บางส่วนเชื่อมต่อกับโปรตีน โดยองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์ยีสต์มากกว่าร้อยละ 80 เป็นโพลิแซคคาไรด์ มีโปรตีนในสัดส่วนที่ต่ำ (ร้อยละ 3-20) ไขมันและเกลืออนินทรีย์มีในปริมาณน้อย (Ruiz-Herrera, 1992)

โครงสร้างของผนังเซลล์ของยีสต์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ผนังเซลล์ชั้นใน และผนังเซลล์ชั้นนอก ผนังเซลล์ชั้นนอกของยีสต์ประกอบด้วยไกลโคไซเลท-แมนโนโปรตีน (glycosylated-mannoprotein) ผนังเซลล์ชั้นนี้จะเป็นที่อยู่ของเพอริพลาสมิก โปรตีน (periplasmic proteins) และเป็นส่วนที่เอนไซม์จากแหล่งอื่นสามารถเข้าสู่เซลล์ได้ ผนังเซลล์ชั้นในประกอบด้วยเบต้ากลูแคนและไคติน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเชื่อมต่อกันในเอ็นโดพลาสมิค เรติคิวลัม (endoplastmic reticulum) กับกระบวนการภายนอกเซลล์ จากรูปที่ 2.1 จะเห็นว่า โพลีแซคคาไรด์ประกอบด้วยโพลิเมอร์ 3 ชั้น คือ โพลิเมอร์ของแมนโนสที่เชื่อมต่อกับเปปไทด์ด้วยพันธะโควาเลนต์ (แมนโนโปรตีน) โพลิเมอร์ของกลูโคส (กลูแคน) โพลิเมอร์ของเอ็นอะซีติลกลูโค-ซามีน (ไคติน) (Hong และคณะ, 1994) ซึ่งในผนังเซลล์ยีสต์มีกลูแคนเป็นองค์ประกอบมากกว่าไคติน (Kollar และคณะ, 1997 ; Ruiz-Herrera, 1992) ซึ่งโพลีแซคคาไรด์จะทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง ส่วนแมนโนโปรตีนมีความสามารถในการซึมผ่านได้ของผนังเซลล์ (Kollar และคณะ, 1997)



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของผนังเซลล์ยีสต์

ที่มา : Šrobárová และ Eged (2005)

2.1.4 การขยายพันธุ์ของยีสต์

ที่สำคัญมี 3 วิธีคือ

2.1.4.1 การแตกหน่อ (budding)

ยีสต์ส่วนมากขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ มีผนังเซลล์หนา เมื่อเวลาขยายพันธุ์ผนังเซลล์ของยีสต์ก็จะอ่อนตัว แล้วปล่อยให้นิวเคลียสและโพรโทพลาซึมจากเซลล์แม่ไหลไปยังส่วนที่จะเกิดหน่อ

2.1.4.2 การแบ่งตัวของเซลล์จากเป็นสอง (binary fission)

การขยายพันธุ์แบบนี้ขึ้นโดยที่เซลล์สร้างผนังกั้นจะแบ่งเซลล์สร้างผนังกั้นขึ้นภายในเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.3 การสืบพันธุ์โดยการแตกหน่อและการสร้างผนังกั้นแบ่งเซลล์ร่วมกัน

เซลล์ที่มีการขยายพันธุ์เริ่มแตกหน่อขึ้นที่ปลายเซลล์

2.1.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของยีสต์ (McMurrough และ Rose, 1967)

2.1.5.1 อาหาร

อาหารที่ยีสต์ใช้ได้ดี ได้แก่ น้ำตาล โดยเฉพาะน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทส ยีสต์บางชนิดสามารถใช้ไดแซ็กคาไรด์พวกมอลโทส ซูโครส หรือ แลกโทสได้ ส่วนโพลีแซ็กคาไรด์ที่ยีสต์บางชนิดใช้ได้ คือ แป้ง ยีสต์ที่สามารถใช้แป้งได้ เช่น *Saccharomyces diastaticus, S. chevalieri, Endomycopsis fibuligera* มียีสต์บางชนิดเท่านั้นที่สามารถให้น้ำตาลเพนโทสได้ดีกว่าน้ำตาลเฮกโซส เช่น *Cryptococcus* ยีสต์บางพวก เช่น ฟิล์มยีสต์สามารถใช้กรดอินทรีย์ได้

ยีสต์มีกระบวนการไกลโคลไลติก 2 กระบวนการ คือ ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ยีสต์จะใช้กระบวนการเอมบ์เดน เมเยอร์ฮอฟ พาร์นาส (EMP) ถึงร้อยละ 90 (ใน *Saccharomyces cerevisiae* และ *Candida utilis*) ส่วนในสภาพมีออกซิเจนนอกจากกระบวนการเอมบ์เดน เมเยอร์ฮอฟ พาร์นาส แล้ว *S. cerevisiae* จะใช้กระบวนการเฮกโซสโมโนฟอสเฟตร้อยละ 6-30 และใน *C. utilis* ร้อยละ 30-50 ในสภาพไม่มีออกซิเจนน้ำตาลจะเข้าสู่กระบวนการหมักได้เอทานอลและคาร์บอนไดออกไซด์ การหมักให้ได้เอทานอลนี้ไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะในสภาพไม่มีออกซิเจนเท่านั้น อาจเกิดขึ้นได้เมื่อเลี้ยงยีสต์ในน้ำตาลกลูโคสที่มีความเข้มข้นสูงแม้อยู่ในสภาพที่มีออกซิเจน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลูโคสที่มีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 5 จะยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ที่เกี่ยวกับการหายใจ แต่ถ้าหากไม่มีน้ำตาลในอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่าเป็นการกระตุ้นหรือเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ในวัฏจักรเครบส์ นอกจากนี้การมีน้ำตาลยังยับยั้งการสร้างไมโทคอนเดรียอีกด้วย ในสภาพมีออกซิเจนและความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำ ๆ ยีสต์จะใช้น้ำตาลไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ หรือเกิดกระบวนการหายใจเช่นเดียวกับในพืชและสัตว์

2.1.5.2 อุณหภูมิ

ยีสต์แต่ละชนิดเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ยีสต์ส่วนใหญ่เป็นพวก มีโซไฟล์ มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดที่ยีสต์ยังสามารถเจริญเติบโตได้ประมาณ 35-47 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดที่สามารถเจริญเติบโตได้อยู่ระหว่าง 0-5 องศาเซลเซียส แต่ยีสต์บางชนิดที่เป็นพวกไซโครไฟล์สามารถเติบโตได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส เช่น *Candida frigida, C. gelida* และ *C. nivalis* มีอุณหภูมิต่ำสุดที่ -5 ถึง -7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตคือ 15 องศาเซลเซียส และไม่สามารถเติบโตที่อุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส หรือจัดเป็นพวกออบลิเกตไซโครไฟล์ สำหรับยีสต์ที่เป็นเทอร์โมไฟล์หรือสามารถเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.3 ออกซิเจน

ยีสต์ส่วนใหญ่เป็นพวกเฟคัลเททีฟ แอนแอโรบ แต่ยีสต์เติบโตในสภาพมีออกซิเจนได้ดี ส่วนในสภาพไม่มีออกซิเจนเติบโตได้ช้า ในสภาพมีออกซิเจนยีสต์ใช้น้ำตาล โดยการออกซิเดชันโดยสมบูรณ์ได้ คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โดยมีออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย ส่วนในสภาพไม่มีออกซิเจนยีสต์ใช้น้ำตาล โดยการหมักส่วนใหญ่เป็นการให้ เอทานอล ในการหมักโดยยีสต์ให้ได้เอทานอลนั้น หากมีออกซิเจนยีสต์จะใช้น้ำตาลให้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ แทนการหมักให้เอทานอล หรือการหมักถูกยับยั้งโดยการหายใจเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า " Pasteur effect " ยกเว้นในยีสต์บางชนิด ได้แก่ *Brettanomyces* ซึ่งออกซิเจนช่วยกระตุ้นการหมัก (negative Pasteur effect) ในสภาพมีออกซิเจนแต่ถ้าหากมีน้ำตาลความเข้มสูง ยีสต์สามารถหมักน้ำตาลให้เอทานอลแทนการหายใจให้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ หรือการหายใจถูกยับยั้งด้วยการหมัก (revese Pasteur effect, Grabtree effect)

2.1.5.4 ค่าความเป็นกรด-เบส

ยีสต์เติบโตได้ในพีเอชช่วงกว้าง พีเอชต่ำสุดที่ยีสต์สามารถเติบโตได้คือ 1.5 ส่วนพีเอชสูงสุด 8.0-8.5 สำหรับพีเอชที่เหมาะสม สำหรับการเติบโตของยีสต์แตกต่างกัน ส่วนใหญ่จะอยู่ระหว่าง 4.0-4.5 ยีสต์ส่วนใหญ่จะเติบโตไม่ดีในสภาพที่เป็นด่าง

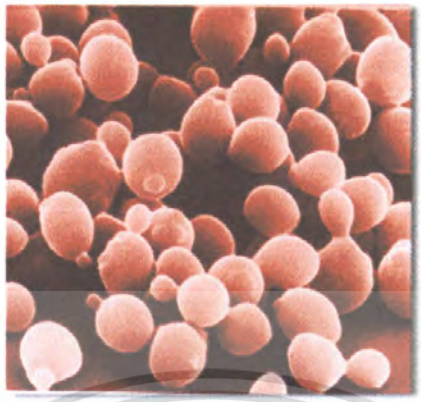
2.2 บริวเวอร์ยีสต์ (Brewer's yeast) (Reed และ Nagodawithana, 1991)

บริวเวอร์ยีสต์ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharomyces uvarum* เป็นเชื้อยีสต์ที่มีชีวิตโดยจะถูกความร้อนทำให้ตายหมด ไม่มีฤทธิ์ในการเป็นเชื้อหมักฟู เหลือไว้แต่เพียงคุณค่าทางโภชนาการ โดยบริวเวอร์ยีสต์เป็นผลพลอยได้จากการผลิตเบียร์ มีรสชาติค่อนข้างรุนแรง ถึงแม้ว่าบริวเวอร์ยีสต์ โดยปกติจะได้จากกระบวนการผลิตเบียร์ แต่ปัจจุบันได้มีการผลิตแยกเป็นผลิตภัณฑ์ต่างหากและถูกยกย่องว่าเป็นสิ่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการอย่างมาก

บริวเวอร์ยีสต์ ประกอบไปด้วยธาตุอาหารสมบูรณ์มากมาย มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายถึง 16 ชนิดจากทั้งหมด 20 ชนิด เกลือแร่ 14 ชนิด และ วิตามิน อีก 17 ชนิด โดยบริวเวอร์ยีสต์เป็นแหล่งธรรมชาติที่ดีที่สุดของวิตามิน บี รวม ซึ่งประกอบไปด้วย บี 1 (thiamine) บี 2 (riboflavin) บี3 (niacin) บี 5 (pantothenic acid) บี 6 (pyridoxine) บี 9 (folic acid) และ H (biotin) นอกจากนี้ยังมีเกลือแร่สูง คือ โครเมียม สังกะสี เหล็ก ฟอสฟอรัส และ เซเลเนียม อีกทั้งบริวเวอร์ยีสต์ยังเป็นแหล่งที่สำคัญของโปรตีนอีกด้วย โดยประมาณว่าจะมีโปรตีนถึง 16 กรัมต่อปริมาณผงยีสต์ 30 กรัม

บริวเวอร์ยีสต์ กับยีสต์ที่ใช้ทำขนมปังมีความแตกต่างกันอย่างมาก เพราะยีสต์ที่ใช้ทำขนมปังไม่เพียงแต่ปราศจากวิตามิน บี รวม เท่านั้น ยังกลับจะมีส่วนในการทำลายวิตามิน บี ในลำไส้และในส่วนอื่นๆ ของร่างกายเสียหมด

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 อนุภาคของบริวเวอร์ยีสต์

ที่มา : Reed และ Nagodawithana (1991)

(ก) (ข)

รูปที่ 2.3 ยีสต์ที่ใช้แล้วในอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์

(ก) เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

(ข) บริวเวอร์ยีสต์ในลักษณะที่เป็นครีมข้น

ที่มา : Reed และ Nagodawithana (1991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความสำคัญของยีสต์ทางด้านอาหาร

2.3.1 ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

เบียร์ เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักข้าวมอลต์โดยไม่มีการกลั่น แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ลาเกอร์ และเอล ลาเกอร์ผลิตโดยใช้บอททอมยีสต์คือเมื่อสิ้นสุดการหมัก ยีสต์เหล่านี้จะตกตะกอนและสะสมอยู่ที่ถังก้นหมัก ยีสต์ที่ใช้ในการหมักลาเกอร์ คือ *Saccharomyces carlbergensis (S. uvarum)* ส่วนเอลผลิตโดยใช้ท็อปยีสต์ (top yeast) ยีสต์พวกนี้จะรวมตัวกันหลวมๆ ลอยอยู่กับฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผิวหน้าน้ำหมัก

ไวน์ เป็นเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักน้ำองุ่นโดยยีสต์ ไม่มีการกลั่น ยีสต์ที่ใช้ในการหมักไวน์ควรมีลักษณะดังนี้ คือ สามารถผลิตเอทานอลได้สูง ทนต่อซัลไฟต์ ทนต่อเอทานอล ทนต่อเทนนิน ทนต่อน้ำตาลความเข้มข้นสูง ทนต่อความร้อนให้กรดแอซิติกต่ำ ซึ่งยีสต์ที่ใช้ในการหมักไวน์ ได้แก่ *S. cerevisiae*

นอกจากนี้ *Saccharomyces* ยังมีบทบาทในการหมักเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์อื่น ๆ อีก เช่น สาเกของญี่ปุ่น ไซเดอร์ของอังกฤษซึ่งได้จากการหมักน้ำแอปเปิล วิสกี้ เป็นต้น

2.3.2 ใช้ในการผลิตอาหารโปรตีน

ยีสต์ที่ใช้ได้แก่ *S. cerevisiae, S. uvarum* โดยใช้วัตถุดิบเป็นพวกธัญพืช หรือกากน้ำตาล ยีสต์เหล่านี้มีประมาณร้อยละ 50 โดยน้ำหนักแห้ง

2.3.3 ใช้ในการผลิตยีสต์ขนมปัง

ชนิดที่ใช้คือ *S. cerevisiae* ยีสต์ขนมปังมี 2 แบบ คือ ยีสต์สด (compressed yeast) ซึ่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 70 ยีสต์แบบนี้ต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำจนกว่าจะใช้ และยีสต์แห้งซึ่งมีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 7.5-8.5 ยีสต์แบบนี้สามารถเก็บไว้ได้นาน และไม่จำเป็นต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ

2.3.4 ใช้ในการผลิตเอนไซม์และกรดอะมิโน

S. cerevisiae และ *Saccharomyces carlbergensis* ใช้ในการผลิตเอนไซม์อินเวอร์เตส (invertase) หรือ ซูเครส (sucrase) ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมการทำลูกกวาด ทำน้ำผึ้งสังเคราะห์ ทำช็อกโกเลต และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ *S. cerevisiae* ใช้ในการผลิตไลซีน ซึ่งใช้เติมในแป้งสาลีที่ใช้ทำขนมปัง เติมในข้าวเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 มีบทบาทในการหมักผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้าน

S. rouxii มีบทบาทในการหมักมิโซ และโชยู อาหารหมักพื้นบ้านของญี่ปุ่นและจีน ซึ่งชนิดแรกทำจากข้าวและถั่วเหลือง หรือข้าวและธัญพืชอื่นๆ ชนิดที่สองทำจากถั่วเหลืองและข้าวสาลี โดย *S. rouxii* มีบทบาทในการทำให้เกิดกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว *S. cerevisiae* มีบทบาทในการหมักโอกิ (Ogi) อาหารหมักของไนจีเรีย แอฟริกาตะวันตกที่ทำจากข้าวโพด

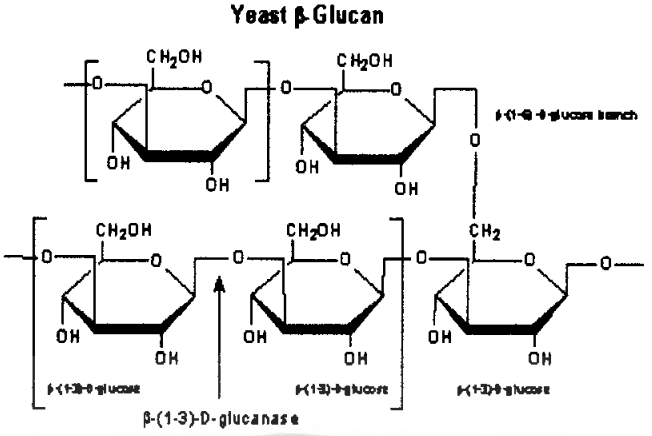
2.4 กลูแคน (Glucan)

กลูแคนพบได้ทั่วไปในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่นยีสต์ ข้าวโอ๊ต ข้าวบาเลย์ ว่านหางจระเข้ และเห็ดบางชนิด แต่นิยมผลิตเบต้ากลูแคนจากยีสต์มากกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เนื่องจากการเพาะเลี้ยงเชื้อยีสต์สามารถควบคุมได้ง่าย มีอัตราการเจริญเร็ว และผนังเซลล์ยีสต์มีลักษณะแบบตายตัว (Reed และ Nagodawithana, 1991)

กลูแคนแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ แอลฟากลูแคน (Alpha-glucan) และเบต้ากลูแคน (Beta-glucan) แอลฟากลูแคนจะพบมากในพวกเห็ดรา สามารถสกัดออกจากผนังเซลล์ด้วย cold alkali โดยทั่วไปผนังเซลล์ของเห็ดราจะมีสัดส่วนของเบต้า-1,3-กลูแคน และเบต้า-1,6-กลูแคนที่เชื่อมต่อ ในสัดส่วนที่ไม่แน่นอน กลูแคนบางส่วนที่อยู่ภายในเซลล์จะถูกปล่อยออกมาในอาหารและบางส่วนยังคงหลงเหลืออยู่ในเซลล์ (Ruiz-Herrera, 1992)

เบต้ากลูแคน พบมากในยีสต์ ประกอบด้วยเบต้า-1,3-กลูแคน (β1,3-glucan) ประมาณร้อยละ 15 และ เบต้า-1,6-กลูแคน (β1,6-glucan) ประมาณร้อยละ 3 ซึ่งเบต้ากลูแคนที่สามารถแยกได้จากผนังเซลล์ของยีสต์นั้นไม่สามารถละลายน้ำได้ ส่วนมากเบต้า-1,3-กลูแคนจะมีรูปร่างเป็นเส้นใยตาข่ายซึ่งมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน มีรูปร่างที่ไม่แน่นอน และมีโครงสร้างที่หมุนเป็นเกลียวที่ทำให้ผนังเซลล์มีความคงตัว (Reed และ Nagodawithana, 1991) องค์ประกอบของ เบต้า-1,3-กลูแคน เป็นโพลีแซคคาไรด์สายยาวของน้ำตาลกลูโคส ที่เชื่อมต่อกันด้วยไกลโคซิดิกลิงเกจ (Glycosidic linkage) ตรงโมเลกุลของออกซิเจนที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 และไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของอีกโมเลกุลหนึ่ง (ดังรูปที่ 2.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 โพลิเมอร์ของเบต้า-1,3-กลูแคนที่เชื่อมต่อกับเบต้า-1,6-กลูแคน

ที่มา : Jamas และคณะ (1996)

2.5 ประโยชน์ของเบต้ากลูแคนในด้านต่าง ๆ

2.5.1 ด้านอาหาร (เสาวนีย์, 2545)

สามารถนำมาเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มต่าง ๆ ได้ เช่น ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก (Sausages) และผลิตภัณฑ์เนื้อ มายองเนส เนื่องจากเบต้ากลูแคนมีคุณสมบัติในการเพิ่มความข้นหนืด เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ (water-holding capacity) เพิ่มความเสถียรของอิมัลชั่น ใช้เป็นสารทดแทนไขมัน (fat replacer) ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมัน ทั้งยังเป็นองค์ประกอบของอาหารที่ลดพลังงาน

2.5.2 ด้านเครื่องสำอาง (Donzis, 1996)

เบต้ากลูแคนเป็นสารที่เข้าบำรุงลึกถึงระดับโครงสร้างของไฟโบบราสท์ เพิ่มการสังเคราะห์ไขคอลลาเจนในชั้นผิว ทำให้ผิวแข็งแรงยืดหยุ่นได้ดีมาก ช่วยลดริ้วรอยให้เบาบางลงอย่างอ่อนโยนมาก และชะลอการเกิดริ้วรอยใหม่ ทั้งยังช่วยเข้าไปซ่อมแซมดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ ในเซลล์ผิว ช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ และเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันในเซลล์เม็ดเลือดขาว ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้ เซลล์แลงเกอฮาน (langerhan cell) เซลล์มาโครฟาจ (macrophage cell) และ natural killer cell ทำให้ผิวเหี่ยวช้า และชะลอการเสื่อมของเซลล์โดยตรง เพราะเบต้ากลูแคนเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีฤทธิ์แรงมากกว่าวิตามินซีและวิตามินอีถึง 100 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ด้านการแพทย์

สามารถกระตุ้นและเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายของมนุษย์และสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการกระตุ้นเซลล์มาโครฟาจ (macrophage cell) และเซลล์เพชฌฆาต (natural killer cell) โดยตรง ทำให้ช่วยลดการติดเชื้อในผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง ลดการติดเชื้อหลังจากการผ่าตัดในกลุ่มที่ติดเชื้อง่าย (Smith และ Soderhall, 1983 ; Vargas-Albores และคณะ, 1998 ; Devaraja และคณะ, 1998) กระตุ้นให้แผลหายเร็วจากกลไกการกระตุ้นเซลล์ไฟโบรบราสท์ (fibrobrast cell) ซึ่งจะทำให้เพิ่มการสร้างใยคอลลาเจน มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด (Robbins และ Seeley, 1977) ป้องกันโรคมะเร็ง (Mansell และคณะ, 1975)

2.5.4 ด้านเกษตรกรรม

เบต้ากลูแคนสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ได้ เนื่องจากมีความสามารถในการเพิ่มความต้านทานการติดเชื้อในปลาประเภท Osteichthyes (Bony fish) และสัตว์ทะเลที่มีเปลือกแข็งหุ้มตัว (Crustacaens)

2.6 อุตสาหกรรมขนมอบในประเทศไทย (อรุ่น, 2528)

อุตสาหกรรมขนมอบในประเทศไทยจะเริ่มขึ้นเมื่อใดนั้นไม่ปรากฏ ประมาณได้ว่าเมื่อก่อนสงครามโลกครั้งที่สองนั้น ในกรุงเทพฯ มีร้านเบเกอรี่เพียง 2-3 ร้าน ซึ่งส่วนใหญ่จะทำขนมเค้กและคุกกี้ออกขาย ในระยะเวลานั้นคนไทยส่วนมากยังไม่นิยมบริโภคขนมปังเหมือนในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะบริโภคขนมปังในโอกาสพิเศษ ต่อมาหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีร้านเบเกอรี่ซึ่งผลิตขนมอบทุกชนิด เช่น ขนมปัง ขนมเค้ก เพสตรี และคุกกี้เพิ่มขึ้น และเนื่องจากคนไทยได้รับอารยธรรมตะวันตกมากขึ้น ทำให้บริโภคนิสัยเปลี่ยนไป คนไทยเริ่มรู้จักที่จะบริโภคขนมขนมปังในรูปขนมปังแซนด์วิช และส่วนใหญ่จะใช้ทาด้วยน้ำพริกเผา แต่ก็ยังใช้บริโภคเป็นครั้งคราวและในโอกาสพิเศษเท่านั้น

เมื่อเกิดสงครามเวียดนาม ประมาณ 10 กว่าปีที่ผ่านมา ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งซึ่งเป็นที่พักของทหารอเมริกัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้อุตสาหกรรมเบเกอรี่ก้าวหน้าไปไกลมาก ได้มีการสั่งซื้อข้าวสาลีจากต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา คานาดา และออสเตรเลีย และได้มีผู้คิดตั้งโรงโม่ขึ้นเป็นครั้งแรกในระยะนั้น ผลิตแป้งสาลีออกสู่ตลาดหลายชนิดด้วยกัน เพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ และโรงโม่ได้จัดให้ผู้ชำนาญการทางด้านเบเกอรี่ไปแนะนำและสาธิตการใช้แป้งสาลี ในการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทั้งในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด ทำให้อุตสาหกรรมทางด้านนี้เป็นที่รู้จักกว้างขวางยิ่งขึ้น ประกอบกับที่มีความต้องการทางด้านนี้สูง เนื่องจากสาเหตุของสงครามดังกล่าว จึงทำให้มีร้านเบเกอรี่เกิดขึ้นมาเป็นจำนวนมาก นับว่าอุตสาหกรรมทางด้านนี้ได้ทวีความก้าวหน้าขึ้นเรื่อย ๆ ผู้คนสนใจและรู้จักที่จะบริโภคอาหารจากแป้งสาลีมากยิ่งขึ้น มีโรงโม่และโรงงานผลิตขนมอบอื่น ๆ เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นมากมาย มีทั้งโรงงานขนาดใหญ่ ขนาดย่อม และร้านค้าย่อย ซึ่งนับได้ว่าเป็นธุรกิจที่ยิ่งใหญ่ได้อย่างหนึ่งทีเดียว ปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่า ขนมปังสามารถใช้เป็นอาหารแทนข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักของคนไทยได้เป็นอย่างดี

เมื่ออุตสาหกรรมทางด้านนี้เจริญขึ้น วิวัฒนาการทางเทคโนโลยีและเครื่องมือเครื่องใช้ในการประกอบกิจการก็ได้เจริญก้าวหน้าขึ้นตามลำดับ สมัยก่อนนั้นผู้ประกอบกิจการด้านนี้มีความชำนาญเป็นอย่างสูง แต่ขาดความรู้ทางด้านวิชาการและเทคโนโลยีในการผลิตจึงทำให้เกิดปัญหาในด้านคุณภาพของผลผลิต ปัจจุบันความรู้ทางด้านนี้ได้เพิ่มขึ้น โดยโรงโม่แป้งได้พยายามที่จะสอดแทรกความรู้ทางด้านวิชาการไปพร้อมกับการขายแป้งของตน เพื่อให้ผู้ซื้อได้ทำผลิตภัณฑ์ออกมาให้ได้คุณภาพและใช้หลักวิธีการผลิตที่ถูกต้อง โดยทางโรงโม่ได้จัดให้มีการสาธิต แนะนำวิธีการปฏิบัติ และปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งการแก้ไขปัญหา ซึ่งนับเป็นผลดีอย่างยิ่งต่อผู้ประกอบกิจการ ซึ่งก็จะมีผลมาสู่ผู้บริโภคโดยตรง โดยได้บริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีและได้มาตรฐาน

นอกจากความรู้ด้านวิชาการและเทคโนโลยีใหม่ๆที่เกิดขึ้นแล้วทางด้านเครื่องมือ เครื่องใช้ในการประกอบกิจการด้านนี้ก็ได้วิวัฒนาการขึ้นมาก ได้มีการคิดประดิษฐ์เครื่องทุ่นแรงต่างๆ ให้เหมาะสมกับสภาพความเป็นอยู่ของประเทศ เช่น เตาอบ เครื่องผสม เครื่องรีดแป้ง และเครื่องใช้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น พิมพ์ขนมอบขนาดต่าง ๆ ตามชนิดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถผลิตขึ้นใช้ได้ภายในประเทศ สามารถที่ใช้งานได้เทียบเท่ากับของต่างประเทศ และราคายังย่อมเยากว่าอีกด้วย ซึ่งกล่าวได้ว่าวิวัฒนาการทางด้านนี้ได้ดำเนินต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง

ปัจจุบันอุตสาหกรรมเบเกอรี่ ใช่แต่จะเป็นที่นิยมเฉพาะผู้ผลิตที่ต้องการลงทุนทำธุรกิจประเภทนี้เท่านั้น สำหรับแม่บ้านก็ได้มีการตื่นตัวในการที่จะศึกษาหาความรู้ทางด้านนี้เป็นอย่างมาก เพราะความรู้ทางด้านนี้ไม่เฉพาะแต่จะช่วยให้แม่บ้านได้รู้จักทำผลิตภัณฑ์เพื่อเศรษฐกิจในครอบครัวเท่านั้น ยังช่วยให้เกิดความเพลิดเพลินและได้ผลประโยชน์ทางอ้อมต่อครอบครัวอีกด้วย

2.7 คุกกี้ (Cookies)

คุกกี้ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี มีรูปร่างและกลิ่นรสต่างๆกัน คุกกี้บางชนิดมีลักษณะบาง บางชนิดหนา บางชนิดมีสีอ่อน บางชนิดมีสีเข้ม บางชนิดอาจมีการตกแต่งด้วยผลไม้พวกนัท ถั่ว บางชนิดมีการเคลือบหน้าด้วยไอซิ่ง การผลิตคุกกี้สามารถทำได้มากมายหลายชนิดขึ้นอยู่กับวิธีและกรรมวิธีของผู้ผลิต การเรียกชื่อคุกกี้จะแตกต่างกันออกไปเช่น ชาวอเมริกันเรียกว่าคุกกี้ (cookies) แต่ชาวยุโรปเรียกว่า บิสกิต (biscuit)

คุกกี้อาจแบ่งได้สองชนิดใหญ่ ๆ คือ คุกกี้ชนิดกรอบ (brittle cookies) และคุกกี้ชนิดนุ่ม (soft cookies) คุกกี้ชนิดกรอบเตรียมได้จากส่วนผสมของแป้งที่มีร้อยละของน้ำตาลสูง คุกกี้ชนิดนุ่มเตรียมได้จากส่วนผสมของแป้งที่มีร้อยละความชื้นค่อนข้างสูง (Haines, 1968)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 ประเภทของคุกกี้

คุกกี้ทั้งสองประเภทคือ คุกกี้ชนิดกรอบและคุกกี้ชนิดนุ่ม สามารถจำแนกออกได้ตามกรรมวิธีในการผลิตได้ดังนี้ (อรุ่น, 2528)

2.7.1.1 คุกกี้กด (pressed cookies)

เป็นคุกกี้ที่ทำจากเนย ลักษณะของแป้งจะมีไขมันสูง ค่อนข้างอ่อนเพื่อที่จะได้กดได้สะดวก แต่ยังคงรูปร่างอยู่ได้ในระหว่างการอบ เมื่อผสมเสร็จแล้วนำมาใส่ในกระบอกกดคุกกี้ กดให้ได้รูปต่าง ๆ ตามต้องการ

2.7.1.2 คุกกี้หยอด (drop cookies)

คุกกี้ชนิดนี้จะมีรูปร่างไม่คงที่และไม่สม่ำเสมอ เพราะแป้งจะอ่อนตัวและเหลวพอที่จะตักหยอดลงบนถาดให้เป็นรูปต่างๆตามต้องการ

2.7.1.3 คุกกี้แท่ง (bar cookies)

ลักษณะของแป้งคุกกี้ชนิดนี้จะเหลวเหมือนเค้กก่อนอบ และจะกรอบแข็งเหมือนคุกกี้หลังจากอบแล้ว สามารถตัดออกเป็นแท่ง ๆ ได้

2.7.1.4 คุกกี้โรล (rolled cookies)

ลักษณะของแป้งจะเหนียวและแห้ง เพราะแป้งจะต้องมีความแข็งพอที่จะคลึงได้โดยไม่ติดพื้น และใช้พิมพ์คุกกี้ตัดเป็นรูปต่าง ๆ อาจจะแต่งหน้าด้วยช็อกโกแลต หรือน้ำตาลสีต่างๆ เพื่อให้สวยงาม หรือม้วนเป็นแท่งแล้วตัดตามขวางก็ได้

2.7.1.5 คุกกี้ปั้น (molded cookies)

ลักษณะของแป้งจะนุ่มแต่ไม่เหนียวจะมีส่วนผสมของไขมันสูง ซึ่งทำให้แป้งไม่เหนียว แล้วนำแป้งมาปั้นเป็นรูปกลม ๆ หรือปั้นเป็นแท่ง หรือจะเป็นแบบใดก็ได้ตามต้องการ แล้วกดให้แบน

2.7.1.6 คุกกี้แช่เย็น (refrigerator cookies)

ลักษณะของแป้งคุกกี้ชนิดนี้จะต้องแข็งพอที่จะคลึงเป็นก้อนได้ แล้วห่อด้วยกระดาษไข นำไปแช่ตู้เย็นให้แข็งพอหั่นได้ นำมาตัดเป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการ แล้วนำไปอบ

2.7.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้

ส่วนผสมที่ใช้ในการทำคุกกี้ แบ่งออกเป็นสองพวก คือ วัตถุดิบที่ทำให้คุกกี้มีความอ่อนหรือแข็งตัว ที่เป็นโครงร่างพื้นฐาน ได้แก่ แป้ง นอกจากนั้น ได้แก่ น้ำ ไข่ทั้งฟอง ไข่ขาว นมผง โกโก้ และกรดที่ทำให้ขึ้นฟู วัตถุดิบที่ทำให้คุกกี้มีความอ่อนนุ่ม ได้แก่ น้ำตาล ไซรัป ไข่แดง ไขมัน ผงฟู แป้ง น้ำเป็นตัวทำให้คุกกี้แข็งตัว เนื่องจากเกิดกลูเต็นขึ้นเมื่อผสมกับแป้ง (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.1 แป้งสาลี (wheat)

ได้มาจากการโม่ข้าวสาลี ซึ่งธัญพืชชนิดหนึ่งที่อยู่ในวงศ์ (family) หญ้า (gramineae) วงศ์ย่อย (sub-family) Festutoidead เหล่า (tribe) Triticeae และอยู่ในแหล่งย่อย (sub-tribe) Triticeae สกุล (genus) Triticum

ข้าวสาลีที่ปลูกทั่วไปในที่ต่าง ๆ ทั่วโลกที่สำคัญมี 3 ชนิด (ลักษณะ ต้น รวง และเมล็ด) คือ

ก. Triticum aestivum หรือ Triticum vulgare เป็นข้าวสาลีที่ปลูกทั่วไปประมานร้อยละ 92 ของผลผลิตทั้งหมด ใช้ทำขนมปังเป็นส่วนใหญ่

ข. Triticum durum เป็นข้าวสาลีที่มีเนื้อในเป็นเมล็ดสีเหลือง เมล็ดแข็ง ใช้ทำมักกะโรนี สปาเก็ตตี้

ค. Triticum compactum เป็นข้าวสาลีที่มีเนื้อในเมล็ดสีอ่อนนุ่ม ใช้ทำเค้กและคุกกี้

ข้าวสาลีที่นำมาโม่เป็นแป้งสาลีนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภทตามความแข็งและสีของเมล็ด

ก. ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูง เหมาะสำหรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง แป้งชนิดนี้มีโปรตีนที่มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ทนต่อสภาพการผสม การหมัก อุณหภูมิของห้องและของเครื่องผสม มีคุณสมบัติในการอุ้มก๊าซที่ดี ซึ่งจะเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาตรดีด้วย มีรูและเนื้อสัมผัสที่ดี ก้อนโดที่ทำจากส่วนผสมของแป้งสาลีชนิดแข็งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูงอีกด้วย

ข. ข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำมาโม่แป้งก็จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำ แป้งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ต่ำกว่าแป้งสาลีชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักที่ต่ำ ไม่เหมาะที่จะใช้ทำขนมปังเพราะไม่สามารถจะนวดผสมให้เป็นก้อนแป้งได้ แต่จะเหมาะสำหรับใช้ผลิตภัณฑ์ขนมเค้กและคุกกี้

เมล็ดข้าวสาลี ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

ก. ส่วนที่เป็นรำ (bran) เป็นส่วนที่แข็งที่สุดอยู่ด้านนอกสุดของเมล็ด ประกอบด้วยเซลล์หลายชั้น มีอยู่ประมาณร้อยละ 14.2 ของเมล็ด

ข. เอนโดเสปอร์ม (endosperm) เป็นส่วนที่อยู่ตรงกลางของเมล็ด ประกอบไปด้วยเมล็ดมากมาย มีโปรตีนที่ทำให้เกิดกลูเต็นอยู่ด้วย มีอยู่ประมาณร้อยละ 83 ของเมล็ด

ค. จมูกข้าว (embryo หรือ grem) เป็นส่วนที่อยู่ตอนล่างของเมล็ด และจะเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ต่อไป เมื่อเมล็ดได้รับอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม ประกอบด้วยไขมันเป็นส่วนใหญ่และมีไวตามิน แร่ธาตุอยู่บ้าง ส่วนนี้จะมีอยู่ประมาณร้อยละ 2-4 ของเมล็ด

ในการผลิตแป้งเพื่อใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้น ทั้งส่วนที่เป็นรำ ชั้นของอัลลูโลน ซึ่งอยู่ถัดจากชั้นของรำเข้าไปและจมูกข้าวจะถูกขัดสีออกไป เนื่องจากส่วนของรำนั้นจะประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารต่างๆที่ร่างกายย่อยไม่ได้ เป็นพวกกาก รวมทั้งชั้นอัลลูโลนด้วย ส่วนจมูกข้าวนั้นมีปริมาณไขมันสูง ถ้ามีอยู่ในแป้งก็จะมีผลต่อคุณภาพในการเก็บของแป้งคือทำให้แป้งมีกลิ่นหืนได้ ส่วนของรำถ้ามีเจือปนอยู่ในแป้งจะทำให้ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ลดลง โดยทั่วไปแล้วข้าวสาลีชนิดแข็งจะมีโปรตีนสูงกว่าข้าวสาลีชนิดอ่อน สำหรับแป้งขนมปังจะมีโปรตีนเกินร้อยละ 10.5 ขึ้นไป ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี และจะมีเถ้าร้อยละ 0.4 แป้งขนมปังควรมีการดูดซึมน้ำได้สูงและมีความทนทานต่อการผสมได้ดี ซึ่งหมายถึงว่าสามารถยืดเวลาการผสมได้โดยที่กลูเต็นไม่ฉีกขาด ส่วนแป้งเค้กควรมีโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 10 และมีเถ้าร้อยละ 0.4 มีการดูดซึมน้ำได้ต่ำ

แป้งสาลีที่ได้จากการโม่โดยไม่แยกเอาส่วนของแป้งในเอนโดสปอร์มออกมาจะประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ โดยเฉลี่ยดังนี้

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของแป้งสาลี

องค์ประกอบของแป้งสาลี	ปริมาณ (ร้อยละ)
แป้งสตร์าช (Strach)	70
โปรตีน	11.4
น้ำตาล	1
ความชื้น	14
ไขมัน	1
แร่ธาตุ (เถ้า)	0.4
อื่นๆ	2

ที่มา : องุ่น (2528)

แป้งสาลีที่ผลิตออกมาขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้น มี 3 ชนิดที่สำคัญ คือ

แป้งขนมปัง แป้งขนมเค้ก และแป้งอเนกประสงค์ ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและคุณลักษณะรวมถึงการใช้ประโยชน์แตกต่างกันคือ

1) แป้งขนมปัง

มีโปรตีนสูงร้อยละ 12-14 โม่จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard red spring หรือ Hard red winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีร้อยละโปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือ เมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกคายมือคล้ายมีกรวดหรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีมไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้ก้อนโดพองตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2) แป้งอเนกประสงค์

มีโปรตีนสูงปานกลางร้อยละ 10-11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์หลายๆชนิด เช่น ขนมปังจืดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตรี ใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน ตัวที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู

3) แป้งเค้ก

มีโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7-9 โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก soft wheat และ soft red winter ใช้ทำเค้ก คุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่ม เนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สรเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ไม่สามารถใช้ยีสต์ ซึ่งสารเคมีก็ได้แก่ผงฟู เบคกิ้งโซดา เป็นต้น

คุณภาพของแป้งขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในแป้ง โปรตีนในแป้งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่ละลายน้ำ และชนิดที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งแป้งสาลีนั้นมีคุณสมบัติเฉพาะที่ไม่เหมือนกับแป้งชนิดอื่น คือในแป้งสาลีจะประกอบด้วยโปรตีน ซึ่งเมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวชนิดอื่นแล้วจะได้กลูเต็น (gluten) ซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะเหนียว เป็นยาง และยืดหยุ่นได้ กลูเต็นประกอบด้วยกลูเตนิน (glutenin) และไกลอะดิน (gliadin)ในอัตราส่วนเท่า ๆ กัน กลูเตนินจะทำให้โดหรือก้อนแป้งผสมมีกำลังที่จะอุ้มก๊าซที่ขึ้นฟูไว้ได้ ซึ่งจะเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ส่วนไกลอะดินนั้นทำให้กลูเต็นมีคุณสมบัติในการยืดตัวและยืดหยุ่นได้ (Griswold, 1962) นั่นคือกลูเตนินนั้นให้ความแข็งตัวกับกลูเต็นและไกลอะดิน ซึ่งเป็นสารที่อ่อนและเหนียวจะเป็นตัวเชื่อม ดังนั้นไกลอะดินจะติดอยู่กับกลูเตนินและป้องกันไม่ให้ กลูเตนินถูกล้างออกไปในกระบวนการสกัดเอากลูเต็นออกมา

การล้างหรือสกัดออกจากแป้ง ทำได้โดยล้างก้อนแป้งด้วยน้ำจนน้ำที่ล้างได้ไม่มีตะกอน ซึ่งจะได้ปริมาณของโปรตีนที่มีในแป้งและคุณลักษณะของกลูเต็นที่มีอยู่ในแป้ง ซึ่งสามารถตัดสินได้โดยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ คือความยืดหยุ่นและความสามารถในการขยายตัว ทั้งคุณภาพและปริมาณของกลูเต็นนั้นเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางฟิสิกส์ของโด ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับผู้ทำขนมอบ ข้าวสาลีหลายชนิดให้กลูเต็นที่มีปริมาณน้อยในขณะที่อีกหลายชนิดมีกลูเต็นอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม แต่ก็อาจจะขาดคุณภาพที่ต้องการ เพราะฉะนั้นโรงโม่จึงจำเป็นต้องทดสอบและผสมข้าวสาลีต่างชนิด เพื่อที่จะให้ได้แป้งที่มีปริมาณกลูเต็นที่เพียงพอ และให้กลูเต็นที่มีคุณลักษณะที่ดี เพราะกลูเต็นจะเป็นตัวเก็บก๊าซที่เกิดในก้อนแป้งผสม และเป็นโครงร่างที่มีลักษณะเป็นฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

นอกจากโปรตีนและกลูเต็นซึ่งเป็นองค์ประกอบของแป้งสาลีแล้ว ในแป้งสาลียังมีเอนไซม์ที่สำคัญคือ เบต้าอะไมเลส (beta amylase) และอัลฟ่าอะไมเลส (alpha amylase) เอนไซม์เหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83754

จำเป็นสำหรับการทำขนมปัง โดยเบต้าอะไมเลสจะทำการย่อยเด็กซตริน (dextrin) และสารละลายแป้งส่วนหนึ่งให้เป็นน้ำตาลมอลโตส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่จำเป็นสำหรับยีสต์ในการนำไปใช้เป็นอาหารในระหว่างการหมัก เอนไซม์ชนิดนี้ไม่ทนความร้อน การทำงานจะเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนของการหมัก ส่วนอัลฟาอะไมเลสจะทำการย่อยสารละลายแป้งให้เป็นเด็กซตรินในระหว่างขบวนการหมัก การทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้มีไม่มากนัก แต่จะทนความร้อนได้สูงถึง 70-75 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่แป้งสตาร์ชของข้าวสาลีเกิดเป็นเจลที่อุณหภูมิเพียง 56-60 องศาเซลเซียส และจุดนี้เองอัลฟาอะไมเลสจะเริ่มทำงานหรือกล่าวได้ว่า การทำงานของอัลฟาอะไมเลสจะเพิ่มขึ้นในตอนแรกๆ ของการอบ และผลิตภัณฑ์จะดีหรือไม่ย่อมขึ้นอยู่กับการทำงานและปริมาณของเอนไซม์ชนิดนี้

คุณลักษณะของแป้งสาลี

เพื่อที่จะทำผลิตภัณฑ์ให้ได้ผลดี ควรพิจารณาถึงคุณลักษณะของแป้งดังต่อไปนี้

1) สีของแป้ง (color)

สีของแป้งมีผลต่อคุณภาพอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว ถ้าหากมีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของเซนโตฟิลล์ หรือสีครีม จะทำให้ขนมปังมีเนื้อใน (crumb) ที่มีสีไม่ดี ดังนั้นแป้งที่โม่ออกมาจึงควรผ่านการฟอกสีก่อน

2) กำลังของแป้ง (strength)

หมายถึงพลังที่แป้งจะอุ้มก๊าซที่เกิดในระหว่างการหมักได้ดี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและมีปริมาตรดี

3) ความทนต่อสภาพต่างๆของแป้ง (tolerance)

หมายถึงลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมนานๆ ทนต่อการรีดและขบวนการอื่น ๆ โดยที่กลูเต็นไม่ฉีกขาด ความทนต่อสภาพต่าง ๆ นี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกลูเต็น แป้งที่มีความทนต่อสภาพต่าง ๆ สูงจะหมักได้นาน และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

4) ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง (high water absorption)

หมายถึงแป้งที่มีคุณลักษณะในการดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพที่ดีอยู่ ผลของการที่แป้งดูดซึมน้ำได้มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพในการเก็บและการกินที่ดี

5) ความสม่ำเสมอเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแป้ง (uniformity)

อาจหมายถึงความสม่ำเสมอในสี ขนาดของเม็ดแป้งและทั่ว ๆ ไป ถ้าแป้งขาดความสม่ำเสมอแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำในแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน จึงควรทำการตรวจสอบก่อนที่จะทำผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นกรดด่างของแป้ง (พีเอช)

แป้งสาลีโดยปกติมีพีเอชระหว่าง 5.5 และ 6.5 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมในการผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะขนมปัง สำหรับแป้งที่มีพีเอชต่ำกว่า 5.0 จะมีความเป็นกรดมากเกินไป จะทำให้การทำขนมปังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร ถ้าแป้งมีพีเอชต่ำกว่า 6.1- 6.2 โดยทั่วไปจะบอกได้ว่าแป้งนั้นผ่านการใส่คลอรีนมากในระหว่างการโม่

หน้าที่ของแป้งสาลีที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ส่วนใหญ่แล้วแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์และทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปอยู่ได้เมื่ออบเสร็จแล้ว เป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ถ้าปราศจากแป้งแล้วเราจะไม่สามารถทำผลิตภัณฑ์ได้เลย และเนื่องจากแป้งมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง ดังนั้นจึงควรเลือกใช้แป้งสาลีที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ

2.7.1.2 ชอร์ทเทนนิ่ง (shortening)

หมายถึง ไขมันหรือน้ำมันที่ใช้ทำให้ไขมันที่อบหรือทอดให้มีความอ่อนนุ่ม ซึ่งอาจเป็นไขมันเดี่ยว ๆ หรือเป็นส่วนผสมของไขมันหลาย ๆ อย่างกับน้ำมัน หรืออาจเป็นไขมันหรือน้ำมันที่ได้ผ่านขบวนการต่าง ๆ เพื่อที่จะเปลี่ยนคุณลักษณะของไขมันดั้งเดิม และอาจมีการเติมสารพวกอิมัลซิไฟเออร์ช่วยให้ไขมันกับน้ำ หรือส่วนผสมอื่นรวมตัวกันเป็นสารผสมที่ไม่แยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ หรือใช้พวกแอนตี้ออกซิแดนท์และส่วนผสมอื่น ๆ เติมเข้าไป เพื่อปรับปรุงให้ไขมันหรือน้ำมันนั้นมีคุณภาพดี และให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง ซึ่งชอร์ทเทนนิ่งจะป้องกันการจับตัวของกลูเต็นในขณะที่ทำการผสม ไขมันจะห่อหุ้มกลูเต็น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความอ่อนนุ่ม

ชนิดของชอร์ทเทนนิ่ง

ไขมันและน้ำมันที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ได้มาจากทั้งพืชและสัตว์ สำหรับไขมันที่ได้จากสัตว์ได้แก่ เนยสด (บัตเตอร์) ได้จากน้ำนมวัว มันหมูแข็งได้จากสุกร ส่วนไขมันที่ได้จากพืชก็ได้มาจากเมล็ดพืชชนิดต่างๆ เช่น เมล็ดฝ้าย ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ข้าวงา มะพร้าว น้ำมันปาล์ม เป็นต้น ไขมันและน้ำมันแต่ละอย่างนั้นมีคุณสมบัติและองค์ประกอบต่างกันไปตามชนิดของไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมันที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมเบเกอรี่

1) เนยสด (butter)

ทำจากส่วนที่เป็นมันของน้ำนมวัว ประกอบด้วยไขมันร้อยละ 80 มีสีเหลือง มีกลิ่นรสหวาน มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง เนยสดนั้นใช้ได้ดีที่สุดในการให้กลิ่นรส แต่จะมีคุณสมบัติด้อยในการเป็นครีมคือ เนยสดจะตีเป็นครีมไม่ดีและขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน เค้กที่ทำจากเนยสดล้วนๆโดยทั่วไปจึงมีปริมาตรต่ำ แต่มีรสชาติหอมหวานน่ารับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) มันหมูแข็ง (lard)

เป็นไขมันที่ได้จากสุกร มีสีขาว มีกลิ่นและรสอ่อนๆเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณของไขมันอยู่ร้อยละ 98 ใช้ในการทำขนมปัง บิสกิต เปลือกพาย เค้กบางชนิด และคุกกี้ มันหมูแข็งที่ดีควรตัดจากส่วนด้านข้างและด้านหลังของสุกร

3) ไขพืช (hydrogenated vegetable oil)

หรือเรียกว่า vegetable shortening ทำจากน้ำมันพืชบริสุทธิ์ที่ปราศจากกลิ่น เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง โดยนำไปผ่านก๊าซไฮโดรเจนภายใต้ความดัน ซึ่งมีนิกเกิ้ลเป็นคะตะลิส ยิ่งผ่านก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปมากเท่าใด ไขมันก็จะยิ่งแข็งขึ้นเท่านั้น หรืออาจจะใช้โมโนกลีเซอไรด์หรือไดกลีเซอไรด์เติมเข้าไป เพื่อให้ไขมันมีความสามารถในการดูดซึม และเก็บความชื้นไว้ได้สูง ซึ่งจัดเป็น ไฮเรโชซอร์ทเทนนิ่ง สำหรับไขมันที่ไม่เติมโมโนไดกลีเซอไรด์ลงไป เป็นไขพืชมาตรฐานที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด หรือใช้ได้ทั่ว ๆ ไปและตีครีมได้ดี แต่พวกที่เติมอิมัลซิไฟเออร์ลงไปเป็นไฮเรโชนั้นจะตีครีมได้ไม่ดี แต่จะใช้กับส่วนผสมที่มีน้ำตาลและน้ำสูง ไฮโดรเจนที่ผ่านเข้าไปในน้ำมันพืชจะเป็นตัวควบคุมการแข็งตัวของไขพืชนั้นๆให้มีความแข็งตัวตามต้องการในการใช้ผลิตภัณฑ์แต่ละอย่างดังกล่าวแล้ว ไขพืชส่วนใหญ่มีสีขาวซึ่งเราเรียกว่า "เนยขาว" จะไม่มีกลิ่นรสเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีปริมาณไขมันถึงร้อยละ 100

4) น้ำมันพืช (vegetable oil)

เป็นน้ำมันที่ได้จากเมล็ดแห้งของพืชที่ให้น้ำมันนำมาผ่านกระบวนการต่างๆโดยทำให้บริสุทธิ์ ขจัดสีและสิ่งแปลกปลอมออกไป แต่สีของน้ำมันก็จะต่างกันไปตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ เช่น น้ำมันที่ได้จากถั่วลิสงและจากเมล็ดฝ้ายจะไม่มีสี ในขณะที่น้ำมันจากข้าวโพดและถั่วเหลืองอาจจะมีสีเหลืองอ่อนๆ มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง และมีปริมาณไขมันอยู่ 100% ส่วนใหญ่ใช้ในการทำขนมปัง โรลและผลิตภัณฑ์ยีสต์ชนิดแข็ง เค้กบางชนิด เช่น ชีฟฟอนเค้ก ก็ใช้น้ำมันพืชเป็นตัวทำให้เค้กนุ่ม

5) ไขผสมหรือมาการีน (compound butter)

ทำจากไขของพืชหรือสัตว์ที่นำมาผสมกับนมหรือครีม หรืออาจจะไม่ใส่นม และไขสัตว์ก็ได้ เพื่อให้เหมาะแก่ความต้องการในด้านการลดไขมันของผู้บริโภค มาการีนนั้นมีทั้งสีขาวและสีเหลืองผลิตขึ้นมาใช้แทนเนยสดซึ่งสมัยหนึ่งเกิดขาดแคลนขึ้น โดยการปรุงแต่งให้มีรูปร่างลักษณะและกลิ่นรสใกล้เคียงกับเนยสดมากที่สุด จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "เนยเทียม" มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีปริมาณไขมันร้อยละ 80-85 ใช้ทำขนมปัง ขนมเค้ก และบางชนิดที่มีจุดละลายสูงก็ใช้ในการทำพัฟเพสตรี ซึ่งเรียกว่า "เพสตรีมาการีน"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) โกโก้บัตเตอร์ (cocoa butter)

ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมทำขนมหวานทำจากผลโกโก้ มีสีครีม-เหลือง มีกลิ่นรสของช็อกโกแลต มีปริมาณไขมันร้อยละ 92 นอกจากนั้นยังใช้เติมลงไปในผงโกโก้ เพื่อทำช็อกโกแลตไอซิ่ง ช่วยให้มีความมันเงาแก่ช็อกโกแลตมากกว่าที่จะใช้เนยสด หรือเนยขาวผสมลงไป นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มความอ่อนตัวให้แก่ไอซิ่งอีกด้วย

หน้าที่ของไขมันในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ เช่น ขนมปัง โรล

ก. ให้ความอ่อนนุ่ม และให้กลิ่นรสที่ดี

ข. ช่วยในการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเต็นมีความแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ ซึ่งทำให้ปริมาตรและเปลือกนอกของขนมปังดีขึ้น

ค. ช่วยหล่อลื่นกลูเต็นให้ยืดหดได้ดี โดยช่วยการขยายตัวของผนังเซลล์ และจัดโครงสร้างของกลูเต็น ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของขนมปัง

2) สำหรับเค้ก

ก. ช่วยในการเป็นครีม โดยเฉพาะในการผสมแบบซูก้าบัตเตอร์ของการทำบัตเตอร์เค้ก หรือเค้กเนย ซึ่งจะต้องตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูก่อน การใช้ไขมันจากพืชหรือเนยขาวที่ผ่านการเติมก๊าซไฮโดรเจนเข้า ไปนั้น จะตีกับน้ำตาลให้เป็นครีมได้ดี เพราะไขมันแข็งสามารถจับอากาศที่ได้จากการตีครีมได้มากกว่า เนื่องจากเนยขาวนั้นมีลักษณะที่ยืดหยุ่นดีกว่า คือ ไม่แข็งที่อุณหภูมิต่ำ และไม่เหลวที่อุณหภูมิสูง ทำให้ได้เค้กที่มีเนื้อละเอียด

ข. ไขมันที่เป็นพวกอิมัลซิไฟด์ จะทำให้ส่วนผสมของเค้กที่มีสัดส่วนของน้ำและน้ำตาลเข้ากันได้ โดยน้ำกับไขมันจะไม่แยกตัว ทำให้สามารถตีครีมได้ดี ซึ่งเป็นผลดีต่อคุณภาพของเค้กโดยเฉพาะไฮเรโชเค้ก ซึ่งเป็นเค้กที่มีสัดส่วนของน้ำและน้ำตาลสูง

ค. เนยสด ให้กลิ่นรสที่ดี แต่มีคุณค่าในการเป็นครีมด้อยกว่าเนยขาว เมื่อตีครีมจะขึ้นไม่ฟูเท่าเนยขาวและขาดความสม่ำเสมอ

3) สำหรับคุกกี้และเพสตรี

ความสำคัญของไขมันอยู่ที่ค่าของการเป็นครีมที่ดีและความยืดหยุ่นของไขมัน คุกกี้นั้นใช้ไขมันประมาณร้อยละ 10-15 และในเพสตรีใช้ประมาณร้อยละ 40 ซึ่งค่าของความเป็นครีม (creaming quality) นั้นหมายถึง ความสามารถของไขมันในการที่จะเก็บอากาศเข้าไว้ เมื่อไขมันถูกตีแรง ๆ และเร็ว โดยเฉพาะเมื่อสัมผัสกับส่วนผสมอื่น ๆ ในบัตเตอร์เค้ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ไขมันบางชนิด

เนยสดกับเนยขาวนั้นต่างกันที่เนยสดทำจากไขมันในน้ำนมวัว ดังนั้นเนยสดจึงมีกลิ่นและรสซึ่งเป็นเอกลักษณ์ในตัวมันเอง ปกติเนยสดจะมีส่วนที่เป็นไขมันร้อยละ 80-81 ที่เหลือเป็นน้ำและเกลือเล็กน้อย ส่วนเนยขาวนั้นเป็นน้ำมันพืชที่ผ่านขบวนการไฮโดรเจน โดยจะเปลี่ยนสภาพจากของเหลวกลายเป็นของแข็งที่อุณหภูมิปกติ มีไขมันร้อยละ 100 ไม่มีกลิ่นและมีสีขาว

ในการทำบัตเตอร์เค้ก จะต้องตีไขมันกับน้ำตาลเพื่อให้อากาศเข้าไปในไขมันนั้น ซึ่งถ้าเป็นไขมันแข็ง เนยขาวก็จะจับอากาศที่ตีเข้าไปได้มาก มีผลต่อขนมเค้ก ทำให้มีขนาดใหญ่และมีเนื้อละเอียดนุ่ม ไขมันแข็งที่ดีจะต้องมีลักษณะที่ยืดหยุ่นได้ คือไม่แข็งเมื่ออยู่ที่อุณหภูมิต่ำ และไม่เหลวที่อุณหภูมิสูง

ส่วนเนยสดนั้นมีสภาพยืดหยุ่นที่ไม่ดี คือเมื่อวางไว้ในที่เย็นจะแข็งมาก และเมื่อวางในอุณหภูมิห้องจะเหลวง่าย จึงไม่เหมาะในการทำเค้กเนยซึ่งเป็นเค้กเนื้อหนัก แต่เนื่องจากเนยสดมีกลิ่นรสที่ดีแม้ว่าจะมีคุณสมบัติในการเป็นครีมที่ไม่ดี ก็มักจะนิยมผสมเนยสดกับเนยขาวอย่างละครึ่ง เพื่อให้ได้เนื้อเค้กที่ดีจากเนยขาวและกลิ่นรสที่ดีจากเนยสด การที่จะใช้เนยสดกับเนยขาวแทนกันอย่างใดอย่างหนึ่งนั้น สามารถใช้แทนกันได้แต่ไม่ได้ผลเท่าที่ควร ซึ่งเมื่อใช้แทนกันในแต่ละครั้งจะต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเนยสด ซึ่งมีประมาณร้อยละ 16-18 เสมอ ฉะนั้นเมื่อใช้เนยสดแทนเนยขาวจะต้องเพิ่มปริมาณเนยสดให้มากขึ้น และต้องลดปริมาณน้ำออกจากสูตรตามปริมาณน้ำในเนยสดด้วย ในทางกลับกันถ้าใช้เนยขาวแทนเนยสดในสูตร ควรต้องลดปริมาณเนยลงและเพิ่มน้ำในสูตรให้พอดีด้วย

ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นิยมใช้ไขมัน 3 ชนิดด้วยกัน คือ เนยสด เนยขาว และมาการีน ไขมันแต่ละชนิดสามารถแบ่งการใช้ประโยชน์เฉพาะอย่างดังนี้

1) ชอร์ทเทนนิ่ง (Shortening)

การใช้ชอร์ทเทนนิ่ง (เนยขาว) ที่มีคุณภาพดีเป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะเป็นการเน้นถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ชอร์ทเทนนิ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามการใช้ประโยชน์คือ

ก. ชอร์ทเทนนิ่งอเนกประสงค์ เป็นไขมันแข็งที่ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ทั่วๆไปมีความคงตัวสูง ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่หลายอย่าง เช่น ขนมปังหวาน อาหารว่างต่างๆ

ข. ชอร์ทเทนนิ่งที่มีความคงตัวสูง (hight stability shortening) เป็นไขมันชนิดพิเศษที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกแครกเกอร์ สวีทบิสกิต

ค. ไฮเรโชชอร์ทเทนนิ่ง เป็นไขมันแข็งที่ผสมสารพวกอิมัลซิไฟลงไป ทำให้ไขมันมีคุณสมบัติพิเศษในการที่จะอุ้มน้ำได้ในสัดส่วนที่สูง เพื่อใช้กับสูตรขนมเค้กที่มีอัตราส่วนของน้ำตาลต่อแป้งและส่วนผสมอื่นๆสูง

ง. ชอร์ทเทนนิ่งที่ใช้สำหรับขนมปัง (bread and sweet dough shortening) ใช้สำหรับทำโดของขนมปังจืดและขนมปังหวานโดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) มาการีน (margarine)

มีชนิดตามความสามารถในการละลาย และการใช้ประโยชน์ โดยทั่วไปจัดเป็น 3 ชนิด คือ

ก. มาการีนชนิดอ่อน มีช่วงจุดละลายที่ 28-33 องศาเซลเซียส สำหรับชนิดที่ต้องใส่ในตู้เย็น และ 40-43 องศาเซลเซียส สำหรับที่ไม่ต้องเก็บในตู้เย็นและพวกนี้จะมีช่วงที่ยืดหยุ่นแคบโดยปกติจะต้องเก็บไว้ในตู้เย็น เพราะมีจุดละลายต่ำจะละลายเมื่อตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิปกติ มีความอ่อนตัว สามารถตักป้ายบนแผ่นขนมปังรับประทานได้ มีกลิ่นรสคล้ายเนยสด และละลายง่ายในปาก

ข. มาการีนสำหรับทำขนม (baker's margarine) ใช้ได้เหมือนกับชอร์ทเทนนิ่งหรือเนยขาว มีจุดละลายสูงและมีช่วงสภาพการยืดหยุ่นที่กว้าง มีเนื้อละเอียด เนียน ใช้ผสมทำขนมเค้กแทนเนยสดได้

ค. เพสตรีมาการีน (pastry margarine) ปกติจะผลิตออกมา 2 แบบคือ

- เดนนิชเพสตรี จะมีช่วงสภาพการยืดหยุ่นกว้าง มีจุดละลายสูงซึ่งเป็นสิ่งสำคัญเพราะโดที่ใช้ทำ เดนนิชเพสตรีนั้นปกติจะขยายตัวและแน่น ถ้าไขมันที่ใส่ไปเพื่อรีดพับให้เป็นชั้นนั้นแข็งหรือแตกง่าย ไขมันจะทำให้โดนั้นฉีกขาดในระหว่างการรีดพับ และมักจะจับเป็นชิ้นบาง ๆ ซึ่งจะกระจายตัวไปไม่ไปไม่ทั่วถึงแผ่นโด และถ้าไขมันมีจุดละลายต่ำ มันจะไหลออกมาข้าง ๆ แผ่นโด ในระหว่างที่รีดและพับแผ่นโด ทำให้เหนอะหนะไม่เป็นที่ต้องการ

- พัฟเพสตรีมาการีน เตรียมได้จากไขมันและน้ำมันที่รีไฟด์แล้ว มีจุดละลายสูง เนื้อของไขมันจะมีลักษณะเหนียวเป็นขี้ผึ้ง ซึ่งเป็นลักษณะที่จำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะให้มีหารขยายตัวในการรีดพับแป้งเพสตรี

การเก็บรักษาไขมัน

สำหรับไขมันที่ใช้เกี่ยวกับการตีครีม หรือตีเนยกับน้ำตาล ควรเก็บที่อุณหภูมิ 70-80 องศาฟาเรนไฮด์ หรือ 21-26.6 องศาเซลเซียส ไม่ควรเก็บไขมันไว้ใกล้กับสารที่ให้กลิ่น เช่น หัวหอม และสารอื่นๆ เพราะไขมันจะดูดเอากลิ่นแปลกปลอมเข้าไว้ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเมื่อไขมันมีกลิ่นแปลกปลอมแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบได้มีกลิ่นด้วย ดังนั้นจึงควรปิดฝากระป๋องให้สนิทเมื่อไม่ใช้แล้ว และควรเก็บไขมันให้พ้นจากแสง ความร้อน หรือที่ที่มีอุณหภูมิสูงและออกซิเจน เพราะจะทำให้ไขมันหืนได้

2.7.1.3 ไข่

ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ส่วนใหญ่ใช้ไข่ไก่ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพงและมีความสำคัญมากในการผลิต โดยเฉพาะขนมเค้กและขนมปังหวานที่มีสูตรเข้มข้น ในการทำเค้กร้อยละ 50 จะเป็นส่วนของไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของไข่

ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์มีอยู่ 4 ชนิด คือ

1) ไข่สด (fresh eggs) หมายถึงไข่ที่ยังอยู่ในเปลือก

2) ไข่เหลว (liquid eggs) หมายถึง ไข่ที่ตอกออกจากเปลือกแล้ว และบรรจุในกระป๋อง ซึ่งจากไข่เหลวนี้ก็นำไปแช่เยือกแข็งหรือนำมาทำให้เป็นไข่ผง เป็นการถนอมอาหารที่เก็บไว้ใช้ได้นาน ๆ

3) ไข่แช่เยือกแข็ง (frozen eggs) ไข่ที่นำมาแช่เยือกแข็งควรเป็นไข่ที่มีคุณภาพดี โดยนำไปส่องไฟตรวจคุณภาพก่อน แล้วต่อยให้แตก กรองส่วนผสมให้เข้ากัน แล้วใส่ในภาชนะบรรจุ นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -10 ถึง -15 องศาฟาเรนไฮต์ แล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิ 0 องศาฟาเรนไฮต์ หรือต่ำกว่านั้น โดยไม่มีการเสื่อมเสียได้เป็นเวลานาน

ก. ไข่แดงแช่แข็ง โดยทั่วไปจะเติมน้ำตาลไปประมาณร้อยละ 10 เพื่อป้องกันไข่แดงไม่ให้เป็นเจล และป้องกันการแยกตัวของไขมัน โดยปกติแล้วเมื่อไข่แดงถูกนำมาแช่แข็งและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นในไข่จะเป็นผลึกและเกิดการเป็นเจลขึ้น น้ำตาล เกลือ และกลีเซอริน จะช่วยลดอุณหภูมิในการแข็งตัวลง และจะช่วยป้องกันการจับตัวเป็นก้อนและการเป็นเจล นอกจากนี้น้ำตาลยังช่วยในการรักษาความสดของไข่แช่แข็งหลังจากที่นำไปละลายแล้ว

ข. ไข่ขาวแช่แข็ง ในไข่ขาวนั้นจะมีของแข็งอยู่ประมาณร้อยละ 11-14 ถ้าร้อยละของของแข็งสูงขึ้น แสดงว่าไข่ขาวนั้นเก่าเนื่องมาจากการสูญเสียความชื้นในระหว่างการเก็บรักษา การนำไปแช่แข็ง อย่างรวดเร็วนั้นนับเป็นการช่วยไข่ขาวให้คืนรูปเดิมเมื่อนำไปละลายอีกทางหนึ่งด้วย

สามารถเก็บรักษาไข่แช่แข็งไว้ได้นานประมาณ 2 เดือน โดยเก็บที่ 0 องศาฟาเรนไฮต์ ไข่แช่แข็งนั้นปกติจะมีอุณหภูมิ 15 องศาฟาเรนไฮต์หรือต่ำกว่านั้น ไข่แช่แข็งเมื่อจะนำไปใช้ควรทำให้ละลายอย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิของตู้เย็น (26-42 องศาฟาเรนไฮต์)

การละลายไข่แช่แข็ง มี 2 วิธีที่ใช้คือ อาจทิ้งไข่ไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 24 ชั่วโมง หรืออาจนำไปใส่ถังที่มีน้ำไหล โดยให้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 50-60 องศาฟาเรนไฮต์ ไข่จะละลายใน 5-6 ชั่งโมง หรือใส่ไข่แช่แข็งในอ่างแล้วปล่อยน้ำเย็นให้ไหลรอบ ๆ กระป๋อง ระดับน้ำไม่ควรสูงถึงฝากระป๋อง แต่วิธีที่ดีที่สุดก็คือละลายในถังที่มีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำได้ เพราะจะทำให้ไข่มีอุณหภูมิสม่ำเสมอ ไข่ที่ละลายได้ที่แล้วควรคนให้ดีก่อนนำมาใช้โดยเฉพาะไข่ที่แช่แข็งทั้งฟองและไข่แดงแช่แข็ง เพราะการคนจะทำให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว

ไม่ควรละลายไข่แดงแช่แข็งในน้ำร้อน เพราะจะทำให้ไข่ที่อยู่ชิดกับผิวของกระป๋องแข็งตัวและสุก ไข่ที่แข็งเมื่อนำมาตีกับส่วนผสมอื่นจะแตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งจะทำให้เห็นเป็นจุดสีเหลืองอยู่ผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาแล้ว ยิ่งกว่านั้นไข่ที่สุกหรือแข็งจะสูญเสียความเป็นอิมัลซิไฟด์ ให้วางกระป๋องลงในน้ำอุ่นและคนไข่อย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการสัมผัสกับความร้อนของน้ำเป็นเวลานาน ๆ ไข่แช่แข็งที่นำมาละลายแล้วไม่ควรไปแช่แข็งอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบของไข่

ในการคำนวณปริมาณของไข่ที่ใช้ในสูตรหรือในตำรับ ให้ใช้ไข่ทั้งฟองมีความชื้นร้อยละ 75 โดยประมาณ ที่เหลือเป็นพวกของแข็ง

ไข่แดง ส่วนใหญ่เป็นของแข็งประกอบด้วยไขมัน สารที่เป็นไขมันจะมีอยู่ในรูปแขวนลอยที่ละเอียด มีลักษณะกึ่งแข็งทั้งหมด แต่มันก็มีน้ำอยู่เกือบร้อยละ 50ในไขแดงจะมีไขมันเลซิตินซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ไขมันมีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟด์ และเป็นตัวที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียขึ้นได้เมื่อเก็บไข่ไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูง จะมีอยู่ระหว่างร้อยละ 7-10ของปริมาณไขมันทั้งหมด ไข่แดงใช้ในการทำครีมและช่วยให้ปริมาตรของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบของไข่

องค์ประกอบ	ไข่ทั้งฟอง (ร้อยละ)	ไข่แดง (ร้อยละ)	ไข่ขาว(ร้อยละ)
ความชื้น	73.6	50.0	86.0
โปรตีน	14.0	17.0	10.0
ไขมัน	12.0	31.0	0.2
น้ำตาล	0.0	0.2	0.4
เถ้า	1.0	1.5	1.0

ที่มา : องุ่น (2528)

ไข่ขาว มีอยู่ถึงร้อยละ 86 มีลักษณะเป็นเจลซึ่งเป็นคุณลักษณะของโปรตีนมิวซินในไข่ขาว (mucin) โปรตีนอีกชนิดที่อยู่ในไข่ขาว ได้แก่ โอวัลบูมิน จะตกตะกอนรวมตัวกันและเป็นตัวที่เกี่ยวข้องกับการคงตัวแข็ง เมื่อถูกความร้อนและจากการตีแรง ๆ และเร็ว ๆ

คุณภาพของไข่

ไข่ที่มีคุณภาพดีควรเป็นไข่สด ซึ่งไข่สดนั้นควรมีลักษณะดังนี้

1) ช่องอากาศ (air prcket) ไม่ลึก
2) ไข่แดงควรอยู่ตรงกลางและไม่เคลื่อนไปกับการหมุนไข่
3) ไข่ขาวจะเป็นเจล มีความคงตัวและยึดแน่นกับไข่แดง
4) ไม่มีกลิ่นเหม็น

การที่จะตรวจสอบว่าไข่มีคุณภาพดี ตรวจได้ด้วยการส่องไฟ โดยนำไข่ที่ต้องการตรวจไปส่องใต้ไฟในห้องที่มืด หรือในที่ที่สามารถเห็นภายในของไข่ได้ง่าย ถ้าไข่แดงอยู่ตรงกลางของไข่ช่องอากาศจะเล็ก และไข่แดงจับแน่นด้วยไข่ขาวเมื่อหมุนไข่ เปลือกไม่แตกและสะอาด แสดงว่าไข่นั้นมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพดี เมื่อตอกออกมาจะเห็นไข่แดงนูนเด่นอยู่บนไข่ขาวที่มีลักษณะเป็นเจลแข็ง แต่ถ้าไข่นั้นเก่าเมื่อตอกออกมาไข่ขาวจะไหลไม่เป็นเจลแข็ง และไข่แดงจะแบนราบไปกับพื้น กลิ่นจะไม่ปรากฏนอกจากจะตอกออกมาแล้ว กลิ่นเสียเกิดจากแบคทีเรียหรือราที่มีอยู่ในไข่ โดยความชื้นหรือน้ำที่ล้างไข่จะเป็นตัวนำแบคทีเรียหรือสปอร์ของราเข้าไปตามรูเปลือกนั้น ไข่ที่มีกลิ่นไม่ดีไม่ควรจะนำมาใช้เพราะกลิ่นจะแรงขึ้น เมื่อได้รับการผสมหรือการอบ

คุณภาพของไข่นั้นจะมีผลอย่างมากต่อการทำผลิตภัณฑ์เค้ก โดยเฉพาะเค้กชนิดที่ใช้ไข่เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เช่น แองเจิลฟู้ดเค้ก และสปันจ์เค้ก

หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1) เป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟองอากาศเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งถูกล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนจากไข่ การตีไข่ด้วยเครื่องและการสัมผัสของแผ่นโปรตีนบาง ๆ กับอากาศ จะทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัวและทำให้ฟองนั้นคงตัว ในการอบ ฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน และแผ่นโปรตีนจะยืดหยุ่นเพียงพอที่จะยืดได้ เมื่อส่วนผสมหรือไข่ขาวที่ตีแข็งได้รับอุณหภูมิสูงถึงจุด โปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึง จะสูญเสียความยืดตัวและจับตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งของผลิตภัณฑ์

2) สี

ไข่แดงจะช่วยให้เค้กมีสีเหลือง

3) ความเข้มข้น

เนื่องจากไข่มีไขมันและของแข็งอื่น ๆ ผลิตภัณฑ์จึงมีไขมันเพิ่มขึ้นและมีรสหวานขึ้น นอกจากนั้นไข่ยังช่วยให้ส่วนผสมมีความมัน สามารถผสมง่ายขึ้น

4) กลิ่นรส

ไข่มีกลิ่นเฉพาะซึ่งบางคนชอบให้มีในผลิตภัณฑ์

5) ความสดและคุณค่าทางอาหาร

เนื่องจากไข่มีความชื้น (ร้อยละ 75 ของไข่ทั้งฟอง) และมีความสามารถตามธรรมชาติในการที่จะรวมและเก็บความชื้นเอาไว้ จึงทำให้การแห้งของผลิตภัณฑ์เกิดช้าลง ไข่มีคุณค่าทางอาหารสูงและทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เป็นอาหารที่มีคุณค่า ไข่มีปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็กสูง และโปตีนที่มีในไข่ก็เป็นโปรตีนที่สมบูรณ์ สามารถที่จะให้กรดอะมิโนที่จำเป็นทั้งหมดที่ร่างกายต้องการเพื่อความเจริญเติบโตและมีสุขภาพที่ดี ทั้งโปรตีนและไขมันที่มีอยู่ในไข่แดงนั้นร่างกายมนุษย์สามารถดูดซึมเข้าไปใช้ได้หมดตามธรรมชาติอยู่แล้ว ยิ่งกว่านั้นไข่ยังให้วิตามินที่สำคัญแก่ร่างกายเช่น ไวตามิน เอ ดี ไทอะมีน และไรโบเฟลวิน อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.4 ของเหลว

1. น้ำ

น้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นอาจเป็นน้ำทั่ว ๆ ไป หรือเป็นน้ำที่อยู่ในนม หรือน้ำผลไม้ก็ได้ คือเป็นของเหลวที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ น้ำเป็นส่วนผสมที่จัดว่ามีราคาถูกที่สุดในการทำขนมปัง และเป็นส่วนผสมที่สำคัญมาก ขาดไม่ได้เนื่องจากน้ำมีหน้าที่รวมตัวกับโปรตีนในแป้งทำให้เกิดเป็นกลูเต็น

หน้าที่ของน้ำที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1) ทำให้เกิดกลูเต็น

2) น้ำช่วยควบคุมความหนืดของโด ร้อยละของน้ำที่ใช้จะแสดงให้เห็นถึงความหนืดของโด

3) น้ำช่วยควบคุมอุณหภูมิของโด และการที่จะทำให้โดมีความอุ่นหรือเย็นสามารถควบคุมที่น้ำได้

4) น้ำช่วยละลายเกลือและส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่แป้ง เช่น น้ำตาล เกลือ และโปรตีนที่ละลายน้ำได้ให้เป็นเนื้อเดียวกัน

5) น้ำจะทำให้แป้งสตาร์ชเปียกและเกิดการพองตัว ทำให้ย่อยง่าย

6) ช่วยให้เอ็นไซม์ทำงานได้ดี

7) ช่วยให้เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นาน

8) ช่วยกระจายยีสต์ในการหมักโด

ในการผสมแป้งสำหรับทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มักจะต้องมีน้ำอยู่ด้วย ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของน้ำธรรมดา หรือเป็นน้ำในส่วนประกอบของไข่ นม หรืออิมัลชั่นก็ได้ ปริมาณของน้ำที่ใช้จะต่างกันไปตามความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งและชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ

เมื่อผสมน้ำกับแป้งจะเกิดก้อนแป้งที่มีลักษณะแฉะ เหนียว และยืดหยุ่นได้ ซึ่งเรียกว่า "โด" โครงสร้างของโดก็คือกลูเต็นซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่ละลาย ยิ่งในโดมีปริมาณมากเท่าใด สตาร์ชซึ่งเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของแป้งก็จะยึดเอาไว้มากเท่านั้น สตาร์ชจะดูดซับน้ำไว้บนผิวนอกในขั้นตอนแรกของการผสม เมื่อการผสมดำเนินต่อไป โดจะค่อย ๆ หายแฉะ จนเมื่อดึงหรือจับดูจะไม่ติดมือหรือติดข้าง ๆ อ่างผสม ในสภาพเช่นนี้แสดงว่าโดได้รับการผสมอย่างพอเพียงแล้ว ในขณะนี้โปรตีนจะได้รับการผสมกับน้ำอย่างเต็มที่ และเซลล์ของแป้งสตาร์ชก็จะดูดซึมน้ำเข้าไปประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหมักแป้ง

เราสามารถที่จะบันทึกน้ำหนักของโด เพื่อเป็นการตรวจสอบน้ำหนักของวัตถุดิบที่ใช้และเพื่อคำนวณหาน้ำหนักที่สูญไปในระหว่างการหมัก เพราะน้ำหนักของโดจะลดลงเมื่อการหมักดำเนินต่อไป น้ำหนักที่หายไปส่วนมากเกิดจากการไล่ลม หรือโดยการระเหยออกทางผิวนอกของโดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างการอบ น้ำหนักส่วนใหญ่จะหายไปโดยที่น้ำที่มีอยู่ก้อนขนมปังเปลี่ยนเป็นไอน้ำและระเหยออกไปเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

โคที่มีความเหนียวแน่นจะทำให้แป้งมีพลังมากขึ้น ซึ่งน้ำมาก ๆ จะช่วยลดพลังนี้ลง ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในโคจะมีผลอย่างยิ่งต่อโครงสร้างของขนมปัง น้ำจะทำให้เนื้อใน (crumb) ของผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นอ่อนนุ่มและมีขนาดและรูปร่างของเซลล์เปิด โคที่แน่นจะทำให้เนื้อในขนมปังมีขนาดและรูปร่างของเซลที่ปิดแน่น มีเปลือกนอก (cryst) แข็งและมีปริมาตรเล็ก

2. นม

นมเป็นสารละลายที่มีส่วนเล็ก ๆ ของไขมัน โปรตีน น้ำตาล และแร่ธาตุปนอยู่โดยไม่แยกออกจากกันเมื่อตั้งทิ้งไว้ องค์ประกอบของนมอาจแตกต่างกันไปบ้าง แต่ก็มีองค์ประกอบโดยเฉลี่ยดังนี้

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบของนม

องค์ประกอบ	ร้อยละ
น้ำ	87.75
ของแข็งในนม	12.25
ไขมัน (บัตเตอร์แฟต)	3.50
โปรตีน	3.25
แร่ธาตุ (เถ้า)	0.75
แลคโตส (น้ำตาลในนม)	4.75

ที่มา : องุ่น (2528)

ในส่วนของโปรตีนร้อยละ 3.25 ที่มีอยู่ในนมนั้นจะประกอบด้วยเคซีน (casein) ร้อยละ 80 และอัลบูมินร้อยละ 20 นมสดที่รีดจากวัวแม่นมใหม่ ๆ ควรผ่านขบวนการโอโมจิไนส์ เพื่อไม่ให้เกิดการแยกชั้นของครีม แล้วนำมาฆ่าเชื้อด้วยวิธีการพาสเจอไรส์ (pasteurization) เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในนม โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 140 องศาฟาเรนไฮต์ นาน 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงโดยเร็วที่อุณหภูมิ 50 องศาฟาเรนไฮต์ หรือต่ำกว่านั้นหรืออาจใช้ระบบความร้อนสูง เวลาสั้นก็ได้ คือทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 160 องศาฟาเรนไฮต์ เวลาสั้นแล้วก็ทำให้เย็นลงทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของนมที่ใช้ในผลิตภัฑ์เบเกอรี่

โดยทั่วไปแล้วนมที่นำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ จัดเป็น 3 พวกด้วยกันคือ

1) นมสด เป็นของเหลวที่มีไขมันเต็ม ได้แก่นมสดบริสุทธิ์ (whole milk) นมสดที่เอาไขมันออกแล้ว หรือที่เรียกว่าหางนมสด (skim milk) และบัตเตอร์มิลค์ (butter milk)

2) นมข้น ได้แก่นมที่นำมาระเหยเอาความชื้นออก แล้วนำส่วนที่เหลือไปโฮโมจิไนส์ มีทั้งนมข้นหวานที่ทำจากนมสดบริสุทธิ์ ซึ่งนำมาระเหยแล้วเติมน้ำตาลลงไปประมาณร้อยละ 41 และนมข้นจืดชนิดมีไขมันเต็มและไม่มีไขมัน (หางนม) ได้จากการนำนมสดมาระเหยแต่ไม่เติมน้ำตาล รู้จักกันในชื่อของนมสดระเหย

3) นมผง ได้แก่นมสดที่ไขมันเต็ม และหางนมที่ปราศจากไขมัน ถูกนำมาต้มให้ร้อนและกระจายไปบนลูกกลิ้งที่มีความร้อน หรือฉีดผ่านเครื่องพ่นฝอยแห้ง (spray dry) นมผงที่ได้ไม่ควรมีความชื้นเกินร้อยละ 5

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบของนมชนิดต่างๆ

ชนิดของนม	องค์ประกอบของนม (ร้อยละ)					
	น้ำ	บัตเตอร์แฟต	โปรตีน	น้ำตาลแลคโตส	แร่ธาตุ	น้ำตาลทราย
นมบริสุทธิ์	88	3.5	3.25	4.5	0.75	-
นมผงมีไขมัน	1.5	27.5	27	38	6	-
นมสดระเหย	72	8	7.25	10.5	1.75	-
นมข้นหวานมีไขมัน	31	8	7.75	10.5	1.75	41
นมข้นปราศจากไขมัน	91	เล็กน้อย	3.5	4.75	0.75	-
นมผงปราศจากไขมัน	2.5	1.5	36	51.5	8	-
นมสดระเหยปราศจากไขมัน	72	เล็กน้อย	11	14.5	2.5	-
นมข้นหวานปราศจากไขมัน	29	เล็กน้อย	11	14.5	2.5	43

ที่มา : องุ่น (2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของนมที่มีต่อผลิตภัณฑ์

เมื่อใช้นมในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ควรต้องคำนึงถึงส่วนสำคัญ 2 ส่วนในนมคือ ส่วนที่เป็นน้ำ และส่วนที่เป็นของแข็งในนม

น้ำในนมจะมีอยู่ระหว่างร้อยละ 12.5-90 ขึ้นอยู่กับชนิดของนมนั้น ซึ่งทำหน้าที่หลายอย่างเมื่อมีอยู่ในปริมาตรที่เหมาะสมคือ

1) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน

2) ช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆเข้าด้วยกัน

3) ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม

4) ช่วยให้แป้งเกิดเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เมื่อรวมกับน้ำ

5) ความชื้นของนมนั้นไม่ได้เป็นทั้งตัวทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งขึ้นหรือนุ่มขึ้น แต่เมื่อรวมกับส่วนผสมอื่น ๆ แล้วอาจช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีทั้งความแข็งและความนุ่ม

ส่วนของแข็งในนมจะมีผลต่อการรวมตัวกันของโปรตีนในแป้ง ทำให้มีความแข็งตัวเพิ่มขึ้น และในนมส่วนที่เป็นของแข็งยังมีน้ำตาลแลคโตส ซึ่งช่วยทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองทอง นมยังช่วยปรับปรุงกลิ่นรสให้ดีขึ้นและยังเป็นตัวเก็บความชื้นที่สำคัญอีกด้วย

2.7.1.5 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำ และมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รสของคุกกี้ นอกจากนั้นน้ำตาลยังเป็นตัวควบคุมการแผ่กระจายของคุกกี้อีกด้วย (Matz, 1978)

น้ำตาลที่นำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทั่ว ๆ ไปมี 3 ชนิดด้วยกันคือ

1) น้ำตาลทรายขาว (granulated sugar)

ใช้กันมากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ น้ำตาลทรายมีขนาดความละเอียดต่าง ๆ กัน มีตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ 3 ขนาด คือ ขนาดธรรมดา ผลึกใหญ่หยาบ และเป็นผงละเอียด น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมเข่ากับส่วนผสมอื่นๆได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบ จะผสมกันเนยได้ไม่ดี เพราะผลึกที่ใหญ่ของมันจะละลายไม่หมดและมักจะคงอยู่ในรูปเมล็ด ผลึกของน้ำตาลจะไม่ละลายโดยความร้อยจากตู้อบและน้ำตาลที่อยู่ใกล้ ๆ ผิวขนมจะเกิดเป็นจุดขึ้น นอกจากนั้นผลึกน้ำตาลที่หยาบจะไปขูดเอาดีบุกที่เคลือบเครื่องผสมหรือชามผสมทำให้เกิดสีเทาขึ้นในผลิตภัณฑ์ และจะยิ่งเป็นมากขึ้นถ้าเนยหรือไขมันที่นำมาตีกับน้ำตาลเม็ดหยาบมีความเย็นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) น้ำตาลไอซิ่ง (icing หรือ confectionery sugar)

น้ำตาลชนิดนี้เป็นผลละเอียดที่มีแป้งข้าวโพดปนอยู่ด้วยประมาณร้อยละ 3 เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อน หรือป้องกันการเป็นผลึกของน้ำตาล ความละเอียดของน้ำตาลชนิดนี้ช่วยให้ผสมง่ายขึ้น และมักใช้กับแองเจิ้ลเค้ก

3) น้ำตาลทรายแดง (yellow หรือ brown sugar)

น้ำตาลชนิดนี้จะมีพวกคาราเมล แร่ธาตุ และความชื้นปนอยู่ด้วย และยังเป็นน้ำตาลที่ไม่บริสุทธิ์หรือเรียกว่า "น้ำตาลดิบ" น้ำตาลชนิดนี้ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการกลิ่นรส และสีของน้ำตาลทรายแดง ส่วนใหญ่ใช้ในการทำคุกกี้และเค้กบางชนิด เช่น ฟรุตเค้ก ไม่ใช้ในการทำเค้กที่มีความเบาตัว

นอกจากน้ำตาลทั้ง 3 ชนิดนี้แล้ว ยังมีน้ำตาลอื่น ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ เช่น น้ำตาลข้าวโพด (corn sugar) หรือเด็กซโตรส (dextrose) เป็นน้ำตาลที่ทำจากแป้งข้าวโพด น้ำตาลเด็กซโตรสนี้จะมีความหวานประมาณร้อยละ 75 ของน้ำตาลทรายซูโครส ส่วนมากใช้ในการทำขนมปังหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ เพราะยีสต์สามารถนำน้ำตาลนี้ไปใช้โดยตรงทำให้เกิดการหมักเร็วขึ้น

น้ำตาลจากนม (milk sugar) หรือแลคโตส เป็นน้ำตาลที่มีอยู่ในนมสด หรือในหางนม น้ำตาลชนิดนี้จะเป็นส่วนที่ช่วยเพิ่มความหวานและรสกลิ่นให้แก่ผลิตภัณฑ์

น้ำตาลมอลโตสหรือน้ำตาลจากข้าวมอลต์ (malt sugar) มีอยู่ในมอลต์ไซรับ ช่วยเพิ่มความหวานให้แก่ผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่ใช้ในการทำขนมปังชนิดแข็งและโรล

หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1) ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์
2) เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก
3) ช่วยในการตีครีม ทำให้จับอากาศได้ดี
4) ช่วยในการตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู
5) ช่วยให้เนื้อขนมมีลักษณะดี
6) ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
7) ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดี
8) เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์
9) ใช้เตรียมเป็นไอซิ่งชนิดต่าง ๆ

2.7.1.6 เกลือ

เกลือที่ใช้ในการทำเบเกอรี่นั้น เป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารทั่วๆไป ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของเกลือ

1) เกลือธรรมดา (normal salt) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมซัลเฟต

2) เกลือกรด (acid salts) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต หรือเบคกิ้งโซดา แคลเซียมแอซิดไพโรฟอสเฟต ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟูหรือเบคกิ้งเพาว์เดอร์ และ ครีมออฟทาร์ทาร์

3) เกลือด่าง (basic salts) เกลือชนิดนี้ไม่สำคัญสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

4) เกลือผสม (double salts) ได้แก่ อลัม (alum)

เกลือที่ใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี ได้แก่ เกลือธรรมดาและเกลือกรด

หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1) ทำให้อาหารมีรสดี

2) เน้นรสกลิ่นของส่วนผสมอื่น ๆ

3) ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป

4) ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ และควบคุมอัตราการหมัก

5) ช่วยให้กลูเต็นของโดมีกำลังในการยืดตัว

6) ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์

7) ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในโดที่หมักด้วยยีสต์

2.7.1.7 สิ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีความเบา โปร่ง มีลักษณะเนื้อในเป็นรู มี 3 ชนิดด้วยกันคือ อากาศ ไอน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1. การขึ้นฟูด้วยอากาศ

เราสามารถให้อากาศเข้าไปในส่วนผสมได้หลายได้หลายวิธีด้วยกันคือ

1) การร่อนแป้งก่อนผสม

2) การตีแป้งกับส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ผงฟู น้ำ ไขมัน นม น้ำตาลเข้าด้วยกัน

3) การตีเนยกับน้ำตาล เช่น ในการทำบัตเตอร์เค้ก

4) การตีไข่กับน้ำตาล เช่น การทำสปันจ์เค้ก และแองเจิ้ลเค้ก

5) การห่อพับรีดแป้ง สำหรับทำพัฟเพสตรี และเดนนิชเพสตรี

2. การขึ้นฟูด้วยไอน้ำ

เกิดจากการที่น้ำในส่วนผสมขยายตัวขึ้นเมื่อได้รับความร้อน ปริมาตรของขนมที่ขึ้นฟูด้วยไอน้ำนั้นขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแป้งกับน้ำที่มีอยู่ในส่วนผสมนั้น เช่น การพองตัวของครีมพัฟหรือเอแคลร์ ซึ่งใช้น้ำปริมาณมาก ลักษณะพองตัว ตรงกลางกลวง ซึ่งเป็นผลจากการที่น้ำกลายเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อน สำหรับพัฟเพสตรีที่พองตัวขึ้นเป็นชั้น ก็เนื่องมาจากน้ำในส่วนผสมและน้ำในเนยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาห่อรีดพับอยู่ในระหว่างชั้นของแป้งเดือดกลายเป็นไอ เมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ทำให้ขนมพัฟพองขึ้นฟูเป็นชั้นตามลักษณะการกีดพับโด

3. การขึ้นฟูด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.1) เกิดจากกระบวนการทางชีวเคมี

ยีสต์มีอยู่ตามธรรมชาติ เป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดการหมัก และยังเป็นอาหารที่มีคุณค่า เพราะเป็นแหล่งของวิตามินและเอนไซม์ที่สำคัญ ยีสต์เป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญมากสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ เช่น ขนมปังชนิดต่าง ๆ โดนัท ซาลาเปา เป็นต้น ยีสต์เป็นตัวที่ทำให้แป้งหมักที่มีความหนักเปลี่ยนเป็นเบาตัว มีความยืดหยุ่นและมีรูอากาศ ซึ่งเมื่อนำไปอบแล้วจะเป็นอาหารที่มีคุณค่าและย่อยง่าย สำหรับการทำขนมปังนั้น ยีสต์จะทำหน้าที่ตั้งแต่เริ่มผสมนวดแป้ง จนกระทั่งแป้งที่นวดได้ถูกนำไปอบ และจะหยุดทำหน้าที่เมื่อถูกความร้อนจากตู้อบ หรือจากแหล่งอื่นที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ให้สุก

3. 2) เกิดจากขบวนการทางชีวเคมี

3.2.1) เบคกิ้งโซดา (baking soda)

มีชื่อเรียกทางเคมีว่าโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีชนิดนี้ ช่วยในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่เพียงตัวเดียว จะมีผลเสียคือมีสารตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งถ้าใช้ในปริมาณมากทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเฝื่อน และถ้าสารตกค้างตัวนี้ทำปฏิกิริยากับไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นสบู่ อุณหภูมิที่ต้องใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเบคกิ้งโซดานี้ยังสูงอีกด้วย ดังนั้นก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นสุดท้ายของการอบ ซึ่งเมื่ออบเสร็จก็จะผลิตก๊าซออกมาได้เพียงครั้งเดียว ทำให้การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ไม่เต็มที่หรือไม่ดีเท่าที่ควร

เพื่อที่จะทำให้สารตกค้างที่เกิดจากการใช้เบคกิ้งโซดาเพียงอย่างเดียวนั้นหมดไปนั้น ต้องเติมกรดอาหารลงไปด้วย เช่น นมเปรี้ยว น้ำผึ้ง น้ำมะนาว โมลาส บัตเตอร์มิลค์ น้ำส้ม น้ำเชื่อม ข้าวโพด ซึ่งสารเหล่านี้จะมีคุณสมบัติเป็นกรเมื่อทำปฏิกิริยากับโซดาก็จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับสารตกค้างที่กินได้ แต่การใช้กรดอาหารเหล่านี้ผสมลงไปในเบคกิ้งโซดานั้นจะได้ผลที่ไม่สม่ำเสมอ ถ้าปราศจากการทดสอบทางเคมี จะเป็นการยากมากที่จะทราบว่าจะต้องใช้กรดเหล่านี้ผสมกับโซดาในสัดส่วนเท่าใด จึงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเป็นกลางอย่างสมบูรณ์ ซึ่งถ้าปฏิกิริยาไม่เป็นกลางอย่างสมบูรณ์ก็จะยังคงมีทั้งโซดาและกรดอาหารเหลืออยู่ปริมาณที่มากเกินไป ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่ได้ความลำบากอีกอย่างหนึ่งก็คือ ปริมาณของกรดที่มีอยู่ในกรดอาหารเหล่านี้จะแตกต่างกัน ซึ่งเป็นการยากต่อการใช้ในสัดส่วนที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2) เบคกิ้งเพาว์เดอร์ หรือผงฟู (baking powder)

เป็นสารช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู ผลิตขึ้นจากการผสมของเบคกิ้งโซดา หรือโซเดียมไบคาร์บอเนตกับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ซึ่งจะต้องเติมแป้งข้าวโพดลงไปด้วยส่วนหนึ่ง เพื่อป้องกันมิให้สารทั้งสองชนิดนี้สัมผัสกันโดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้นได้ และแป้งข้าวโพดยังทำหน้าที่เป็นตัวดูดความชื้นไว้ ทำให้ผงฟูไม่จับกันเป็นก้อน

ตามกฎข้อบังคับของ FDA (กองการอาหารและยา) ได้บ่งไว้ว่า ผงฟูที่ผลิตออกมานั้นจะต้องผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 12

ผงฟูมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับกรดที่นำมาผสม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจัด เป็น 2 แบบด้วยกันคือ

ก. ผงฟูกำลังหนึ่ง (single acting)

ผงฟูชนิดนี้ประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรดทาร์ทาริค หรือครีมออฟทาร์ทาร์ (cream of tartar) หรือเกลือฟอสเฟต เช่น แคลเซียมแอซิดฟอสเฟต (catcium acid phosphate) แคลเซียมแอซิดไพโรฟอสเฟต (calcium acid pyrophosphate) ผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันทีในขณะที่ส่วนผสมถูกผสม และจะผลิตก๊าซออกมาอย่างรวดเร็วในระหว่างที่ผลิตภัณฑ์รอการนำเข้าอบ ดังนั้นการใช้ผงฟูประเภทนี้จะต้องผสมส่วนผสมอย่างรวดเร็ว และนำเข้าอบทันทีที่ผสมเสร็จ มิฉะนั้นแล้วการสูญเสียก๊าซจะเกิดขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาขึ้นฟูได้ไม่ดี

ข. ผงฟูกำลังสอง (double acting)

ผงฟูประเภทนี้ประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรด 2 ชนิดหรือมากกว่า กรดที่เกิดปฏิกิริยาเร็วได้แก่แคลเซียมแอซิดฟอสเฟต ส่วนกรดที่เกิดปฏิกิริยาช้าอาจเป็นโซเดียมไพโรฟอสเฟตหรือโซเดียมอลูมิเนียมซัลเฟตก็ได้ ในขณะที่กำลังผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน กรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วของผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาส่วนหนึ่ง กรดที่ให้ปฏิกริยาช้าซึ่งเป็นพวกเกลือซัลเฟตจะผลิตก๊าซออกมาอีกส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ จึงเรียกผงฟูชนิดนี้ว่าผงฟูกำลังสอง

สำหรับการเลือกซื้อผงฟูมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ ควรดูที่ฉลากกระป๋องว่าเป็นผงฟูชนิดใด ที่โดยจะมีภาษาอังกฤษกำกับไว้ใต้คำ Baking powder ว่าเป็น Single Acting หรือ Double Acting และที่ข้าง ๆ กระป๋องจะมีส่วนฟสมของผงฟูบ่งไว้ว่าประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรดตัวใดบ้าง ถ้าพบว่าส่วนผสมนั้นประกอบด้วยโซดาและกรดทาร์ทาริค หรือครีมออฟทาร์ทาร์ ก็แสดงว่าเป็นผงฟูชนิดให้ปฏิกริยาเร็วหรือผงฟูกำลังหนึ่ง เมื่อนำมาใช้ในสูตรผสมจะต้องเพิ่มปริมาณการใช้มากขึ้น แต่ถ้าพบว่ามีส่วนผสมของโซดาและกรดมากกว่าหนึ่งชนิดขึ้นไป ก็จัดเป็นพวกผงฟูกำลังสอง การใช้ในสูตรผสมใช้ในอัตราปกติที่สูตรกำหนดให้ ผงฟูสามารถเสื่อมคุณภาพได้ โดยเฉพาะในที่ที่มีความชื้นสูง ดังนั้นเมื่อเปิดกระป๋องใช้แล้วควรปิดฝาให้แน่นและเก็บไว้ที่แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบการเสื่อมเสียของผงฟูก่อนนำไปใช้ เป็นสิ่งที่ควรกระทำโดยเฉพาะถ้าไม่มีการบ่งกำหนดการหมดอายุไว้ที่กระป๋องบรรจุ วิธีทดสอบก็ทำได้โดยตักผงฟูประมาณ 1 ช้อนชา ใส่ลงไปในน้ำร้อน ถ้าพบว่ามีฟองอากาศปุดขึ้นมาอย่างเร็วแล้วค่อยๆ ช้างจนหมดฟอง แสดงว่าผงฟูนั้นเสื่อมคุณภาพแล้ว ไม่สมควรที่จะนำมาใช้อีกต่อไป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ขึ้นฟู

ปริมาณการใช้ผงฟูนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ปริมาณของส่วนผสมที่ใช้ในสูตรและความสูงเหนือระดับน้ำทะเลของสถานที่ที่จะทำผลิตภัณฑ์

3.2.3) แอมโมเนีย

ได้แก่ พวกแอมโมเนียมคาร์บอเนต หรือแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต เป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูอีกชนิดหนึ่ง แต่ใช้กันน้อย ส่วนมากใช้ในการทำคุกกี้หรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก นอกจากนั้นก็ใช้ใส่ผสมในการทำครีมพัฟ ปาท่องโก๋ ข้อดีของการใช้แอมโมเนียคือ แอมโมเนียจะให้ก๊าซ 3 ชนิด ได้แก่ ก๊าซคาบอนไดออกไซด์ แอมโมเนียและไอน้ำ แล้วจะระเหยออกไปไม่เหลือสรตกค้างที่เป็นของแข็งอยู่ในผลิตภัณฑ์ ข้อเสียของแอมโมเนียคือมีการใช้ที่จำกัด เพราะอาจมีกลิ่นของแอมโมเนียตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ที่อบหรือทอดออกมาร้อนๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่ไม่ดี

การใช้สารที่ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูนั้น ควรชั่งตวงด้วยความระมัดระวัง เพราะถ้าใช้ในปริมาณที่สูงเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูมาก อาจทำให้ล้มหรือหดตัวได้หลังจากอบแล้ว และถ้าใช้ในปริมาณที่ต่ำเกินไปก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูไม่เต็มที่ เป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแน่นหนัก ปริมาตรไม่ดีและไม่ชวนให้รับประทาน

หน้าที่ของสิ่งช่วยให้ขึ้นฟูต่อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเบา ขึ้นฟู ง่ายต่อการขบเคี้ยว
2) ผลิตภัณฑ์ที่ใส่สารเหล่านี้ จะมีลักษณะเนื้อในเป็นรูโปร่ง ดังนั้นน้ำย่อยจึงสัมผัสกับอาหารได้หมด ทำให้ย่อยง่ายขึ้น
3) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทานและอร่อย

2.7.3 วิธีการผลิตคุกกี้ (องุ่น , 2528)

2.7.3.1 การผสม

วิธีการผสมคุกกี้มีหลายวิธี และขั้นตอนการผสมก็ได้กำหนดให้เหมาะสมกับชนิดของคุกกี้ที่ทำด้วย สำหรับบัตเตอร์คุกกี้มีวิธีการผสม ดังนี้

1) วิธีผสมครั้งเดียว (one stage method)

เป็นการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันจนได้โดที่ต้องการ อาจจะแบ่งของเหลวออกมาส่วนหนึ่ง เพื่อละลายสิ่งที่ช่วยให้ขึ้นฟู เกลือ สารให้กลิ่น รส และสี วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและผสมทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่อาจจะได้โดที่ข้น ซึ่งถ้าผสมนานเกินไปอาจจะทำให้การขยายตัวของคุกกี้ลดลง แต่ก็สามารถแก้ไขให้การขยายตัวของคุกกี้ดีขึ้นได้ โดยแบ่งน้ำตาลส่วนหนึ่งไว้เติมในขั้นตอนสุดท้ายของการผสม

2) วิธีครีมเนย (cream method)

มีหลายวิธีให้เลือกใช้ดังนี้

ก. วิธีสองขั้นตอน (two-stage method)

เป็นวิธีที่นำส่วนผสมทั้งหมดมาตีเข้าด้วยกันให้เป็นครีม ยกเว้นแป้งและกรดที่ช่วยให้ขึ้นฟู ซึ่งจะต้องเติมลงไปทีหลัง

ข. วิธีสามขั้นตอน (three-stage method)

เป็นวิธีที่นำไขมันและน้ำตาลมาตีเข้าด้วยกันจนเป็นครีมที่เรียบเนียน แล้วจึงเติมไข่ ของเหลวส่วนหนึ่ง เช่น นม น้ำ สารที่ช่วยให้ขึ้นฟูและเกลือผสมลงไป เสร็จแล้วจึงเติมของเหลวที่เหลือลงไป การผสมวิธีนี้ถ้าระยะเวลาในการตีครีมนานเกินไป คุกกี้จะขยายตัวน้อยลง เพราะน้ำตาลจะเป็นเม็ดละเอียดขึ้นและกระจายตัวอยู่ทั่วส่วนผสม ยิ่งถ้าใช้เวลาผสมนานหลังจากเติมแป้งลงไปแล้วโดจะเหนียว และคุกกี้จะขยายตัวได้น้อยลง

ค. วิธีคนผสม (blending method)

วิธีนี้ทำได้โดยนำไขมัน น้ำตาล น้ำเชื่อม แป้ง และกรดที่ช่วยให้ขึ้นฟู ผสมเข้ากันจนได้โดที่ร่วน แล้วจึงเติมน้ำหรือนมที่มีเกลือและโซดา หรือแอมโมเนียมไบคาร์บอร์เนตลงไปผสม การผสมวิธีนี้กลูเต็นจะเกิดขึ้นได้น้อย และจะได้คุกกี้ที่มีเนื้อร่วนมัน

สิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการผสมคุกกี้คือ ต้องระวังอย่าให้เกิดกลูเต็นขึ้นได้ในโดโดยไม่ผสมมากเกินไป เนื่องจากในระหว่างการผสมโปรตีนไกลอะดินและโปรตีนกลูเตนินจะทำปฏิกิริยากันได้สารประกอบเชิงซ้อนกลูเต็น โดยมีน้ำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Lineback, 1983) จะทำให้คุกกี้เหนียวและมีการขยายตัวต่ำ อีกประการหนึ่งโดที่ผสมมากเกินไปจะกดออกจากกระบอกพิมพ์ หรือถุงบีบหรือปั๊มออกจากเครื่องได้ยาก

2.7.3.2 การอบ

โดยทั่วไปคุกกี้จะใช้เวลาอบสั้น สำหรับคุกกี้ที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำ อยู่ในช่วงร้อยละ 35 หรือต่ำกว่านี้ ต้องการอุณหภูมิในการอบสูงกว่าคุกกี้ปกติที่มีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าร้อยละ 35 หรือเป็นคุกกี้ที่มีปริมาณไขมันต่ำ เมื่อนำคุกกี้เข้าอบด้านนอกของโดจะเริ่มสุก จึงเกิดเป็นลักษณะฟิล์มแข็งหรือมีผิวนอกแข็งขึ้นมา ความร้อนจากตู้อบจะทำให้ไขมันในโดละลาย และผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้โดขยายตัวและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันน้ำในโดจะเปลี่ยนเป็นไอ ซึ่งจะดันให้คุกกี้ขยายตัวออกไป เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแป้งจะเปลี่ยนเจล โปรตีนในแป้ง ไข่ และนมจะแข็งตัว ทำให้เกิดโครงร่างที่แข็งตัวของคุกกี้ ใกล้ช่วงสุดท้ายของการอบ คุกกี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาของน้ำตาลและโปรตีนในส่วนผสม ทำให้คุกกี้มีสีน้ำตาล กลิ่นหอม และรสชาติดี

2.7.3.3 การทำให้เย็น

เมื่อนำคุกกี้ออกจากตู้อบ คุกกี้จะยังร้อน อ่อน และมีความชื้นอยู่มาก ในระหว่างการทำให้เย็น โครงสร้างของคุกกี้จะกลับแข็งขึ้นเมื่อน้ำตาลแข็งตัว และหลังจากนั้นไขมันจะแข็งตัวขึ้นเช่นกัน เนื่องจากไอน้ำภายในระเหยออกไปจนถึงจุดสมดุลระหว่างความชื้นภายในและภายนอกชิ้นคุกกี้ เพราะถ้าความชื้นไม่สมดุลก็จะเกิดเป็นรอยเส้นบาง ๆ คล้ายรอยร้าวที่ผิวด้านบนของคุกกี้ หรือทำให้คุกกี้แตกหักได้ ห้องที่ใช้ทำให้คุกกี้เย็นจึงต้องมีการควบคุมความชื้นด้วย (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

2.8 เค้ก (องุ่น , 2528)

เค้กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมที่มีกระบวนการทำให้สุกโดยการอบ เป็นขนมที่นิยมบริโภคกันทุกกลุ่มชน เค้กทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อผสมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่ว ๆ ไป ของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามชนิดของเค้กที่จะทำ คุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีการผสมที่ถูกต้อง มีอุณหภูมิของแป้ง ระยะเวลาที่อบ และอุณหภูมิที่ใช้อบที่ถูกต้อง สำหรับส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้กนั้นแบ่งเป็น 2 พวกด้วยกัน คือ พวกที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเค้กได้แก่ แป้ง ไข่ และนม ส่วนพวกที่ทำให้เค้กมีความนุ่มได้แก่ น้ำตาล ไขมัน และผงฟู

เค้กเป็นขนมอบที่มีลักษณะ รูปร่างตามความต้องการของผู้ผลิต แต่มีส่วนประกอบของแป้งสาลี น้ำตาล ไข่ นม ไขมัน และสิ่งปรุงแต่งให้เกิดชนิดของเค้ก เช่น ผลไม้ต่าง ๆ ดังนั้นเค้กจึงเป็นขนมที่ให้ประโยชน์กับผู้บริโภค โดยได้รับสารอาหาร คือ แป้งและน้ำตาลให้สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นสารอาหารที่ทำให้เกิดพลังงานแก่ร่างกาย ไข่และนมให้สารอาหารประเภทโปรตีน ซึ่งเป็นสารอาหารที่สร้างเซลล์เนื้อเยื่อให้กับร่างกาย เนยและไขมันให้สารอาหารประเภทไขมัน ซึ่งเป็นสารอาหารที่ช่วยในการหล่อลื่นและทำให้ผิวพรรณสดชื่น

2.8.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เค้ก

2.8.1.1 แป้งสาลี

เป็นโครงสร้างของเค้กและเป็นตัวช่วยรวมส่วนผสมอื่น ๆ ให้เข้ากัน แป้งสาลีที่ใช้ในการทำเค้กส่วนใหญ่โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อน และมีปริมาณโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7-9 เมล็ดแป้งละเอียดและได้ผ่านการฟอกสีอย่างดี เหมาะที่จะใช้สำหรับเป็นแป้งเค้ก แป้งที่ได้รับการฟอกด้วย

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอรีนแล้วจะสามารถดูดน้ำตาล น้ำและไขมันได้มากกว่าแป้งที่ไม่ได้รับการฟอกสี ความเป็นกรดของแป้งเค้กควรมีประมาณ 5.2

2.8.1.2 น้ำตาล

เป็นตัวช่วยให้เค้กมีความนุ่มและหวาน เพราะน้ำตาลมีผลทำให้โปรตีนในแป้งอ่อนตัว ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของเค้ก และช่วยให้เค้กมีคุณภาพในการเก็บดีขึ้นเนื่องจากน้ำตาลมีคุณสมบัติในการเก็บความชื้นที่ดี ในการทำเค้กควรใช้น้ำตาลชนิดละเอียด เพื่อที่จะละลายได้อย่างสมบูรณ์ในการผสม

ปัจจัยที่ทำให้น้ำตาลละลายมีอยู่ 4 ประการคือ

1) เวลาที่ใช้ผสม
2) อุณหภูมิในระหว่างการผสม
3) ขนาดของเมล็ดน้ำตาล
4) ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสม

2.8.1.3 ไซรับ

นิยมใช้ในขนมเค้กบางชนิด เช่น แยมโรล เพื่อช่วยให้มีความยืดหยุ่นดีขึ้น และช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่อบแล้วมีคุณภาพในการเก็บที่ดีขึ้น อาจใช้ไซรับแทนส่วนหนึ่งของน้ำตาลที่ใช้ปกติในส่วนผสมได้ และเมื่อใช้ไซรับแล้ว ปริมาณของเหลวในส่วนผสมจะต้องลดลงเพื่อให้พอดีกับปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในไซรับ การใช้ไซรับนั้นไม่สามารถที่จะแทนน้ำตาลได้ทั้งหมด ในการคิดหาปริมาณที่ต้องการใช้ สามารถคำนวณได้โดยหารปริมาณน้ำตาลที่ถูกใช้ไซรับแทนด้วยปริมาณของแข็งที่มีอยู่ในไซรับซึ่งปกติจะมีอยู่ประมาณร้อยละ 80

2.8.1.4 เกลือ

เป็นตัวทำให้เกิดรสชาติในเค้ก คือ ให้ความเค็ม และยังเป็นตัวช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่น ๆ ให้เด่นชัดแล้ว เกลือยังช่วยให้เค้กมีความแข็งขึ้น เพราะเกลือมีผลต่อกลูเต็นของแป้ง จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นตัวช่วยสร้างโครงสร้างของเค้กด้วย

2.8.1.5 ไขมัน

มีหน้าที่เป็นตัวที่เก็บอากาศในส่วนผสมเค้กที่ผสมแล้ว อากาศที่ไขมันเก็บไว้ในระหว่างการตีครีมนั้นมีหน้าที่เป็นตัวทำให้เค้กอ่อนนุ่มมากกว่าตัวไขมันจริง ๆ ไขมันทุกชนิดถือว่ามีหน้าที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความอ่อนนุ่ม แต่มีค่าของการเป็นชอร์ทเทนนิ่งต่ำ คือ เวลาผสมจะมีน้ำหนักเนื้อไม่เนียนเป็นครีม และมักไม่เข้ากันดี ไขมันที่เป็นอิมัลซิไฟชอร์ทเทนนิ่งจะสามารถเติมน้ำในส่วนผสมได้มากกว่าปกติ ซึ่งจะช่วยให้เค้กมีความชุ่มชื้นมากขึ้น ไขมันที่ใช้ในการทำเค้กควรเป็นไขมันที่มีคุณสมบัติในการเป็นครีมที่ดี มีกลิ่นธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นรุนแรงและถ้าเป็นเนยขาวก็ควรมีสีขาวบริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนยสด เป็นไขมันที่ให้กลิ่นรสดีที่สุดในจำพวกไขมันทุกชนิดที่ใช้ในการทำเบเกอรี่ แต่มีคุณสมบัติในการเป็นครีมค่อนข้างต่ำ เค้กที่ทำด้วยเนยสดล้วน ๆ จึงมักจะมีปริมาตรไม่ดี และมีเนื้อเค้กหยาบกว่าเค้กที่ทำด้วยเนยขาวที่มีคุณภาพสูง ซึ่งมีคุณลักษณะในการเป็นครีมที่ดี แต่จะไม่มีกลิ่นรสที่ดีเหมือนเนยสด ด้วยเหตุนี้จึงมักใช้เนยสดส่วนหนึ่งเพื่อช่วยในด้านกลิ่นรส และเนยขาวส่วนหนึ่งผสมเข้าไปเพื่อช่วยในด้านเนื้อสัมผัสและปริมาตรของเค้ก

2.8.1.6 ไข่ไก่

ช่วยให้เกิดโครงสร้าง ความชื้น กลิ่นรส สีและคุณค่าทางอาหารให้แก่เค้ก โครงสร้างที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการรวมตัวของโปรตีนในไข่ในระหว่างการอบ นอกจากนั้นอากาศที่ไข่เก็บไว้ในระหว่างการตีก็ช่วยให้เกิดการขึ้นฟูอีกด้วย

2.8.1.7 นมผง

ช่วยให้เกิดโครงสร้างและความมันแก่เค้ก ทำให้เค้กแข็งและแห้งในขณะเดียวกัน เนื่องจากนมผงมีการเชื่อมกับโปรตีนในแป้ง จึงทำให้เกิดการแข็งตัวขึ้น นอกจากนั้นนมผงยังมีน้ำตาลแลคโตสซึ่งช่วยให้เปลือกนอกของเค้กมีสีเกิดขึ้น ช่วยให้มีกลิ่นรสดีขึ้นและเป็นตัวเก็บความชื้นที่ดีด้วย

2.8.1.8 สิ่งที่ช่วยทำให้ขึ้นฟู

เป็นตัวที่ช่วยสร้างความนุ่มให้แก่เค้ก ชนิดของสิ่งที่ทำให้ขึ้นฟูที่ใช้สูตรเค้กขึ้นอยู่กับประเภทของเค้กที่ต้องการทำ ความเข้มข้นของสูตร ความหนืดของแป้งผสมและอุณหภูมิในการอบ

การขึ้นฟูโดยทั่วไปนั้นเกิดจากเหตุ 3 ประการ คือ

1) ขึ้นฟูโดยอากาศ
2) โดยใช้สารเคมี เช่น ผงฟู หรือผงโซดา
3) โดยความดันไอน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อเค้กอยู่ในตู้อบ

2.8.1.9 ของเหลว

ของเหลวที่ใช้ในสูตรเค้กอาจอยู่ในรูปของน้ำ น้ำนม ไข่ หรืออาจอยู่ในรูปของส่วนผสมอื่น ๆ ที่มีความชื้นอยู่ ความชื้นทำหน้าที่หลายอย่างในการทำเค้ก เช่น ละลายน้ำตาลทำให้เกิดกลูเต็นเกิดขึ้น ทำให้ผงฟูเกิดปฏิกิริยาที่ควรเป็น ช่วยควบคุมความหนืดและอุณหภูมิของส่วนผสม นอกจากนั้นยังช่วยสร้างโครงสร้างและความอ่อนนุ่มให้แก่เค้กอีกด้วย ส่วนของน้ำในสูตรควรจะต้องปรับให้พอดีกับความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสมอื่น ๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.10 กลิ่นรสและเครื่องเทศ

สิ่งเหล่านี้เติมลงไปในเค้กเพื่อให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะอย่าง การเลือกใช้กลิ่นรสควรต้องเลือกให้เหมาะสมที่สุดกับชนิดของเค้กที่จะทำ ปริมาณของกลิ่นรสที่ใช้จะมีผลต่อรสกลิ่นของเค้กที่อบเสร็จแล้ว จึงควรชั่งตวงด้วยความระมัดระวัง

2.8.2 เนื้อเค้กชนิดต่าง ๆ

เค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลักเป็นเค้กที่มีปริมาณของไขมันสูง การขึ้นฟูของเค้กประเภทนี้เกิดจากอากาศที่ได้จากการตีเนย โดยอนุภาคของไขมันจะเก็บอากาศไว้แล้วขยายตัวในระหว่างอบ เค้กประเภทนี้ ได้แก่ เค้กเนย เค้กผลไม้ เค้กช็อกโกแลต เป็นต้น

เค้กที่มีไข่เป็นส่วนผสมหลัก อาจมีหรือไม่มีไขมันเป็นส่วนผสมก็ได้ขึ้นอยู่กับสูตร โครงสร้างของเค้กเกิดจากโปรตีนในไข่ซึ่งมีปริมาณสูงในส่วนผสม การขึ้นฟูขึ้นอยู่กับการจับอากาศของไข่ในระหว่างการตีไข่ และทำให้เค้กขยายตัวหรือขึ้นฟูในระหว่างการอบ เพราะเกิดแรงดีดขึ้นทำให้เค้กขึ้นฟูในเตาอบ การทำเค้กประเภทนี้ควรทำด้วยความระมัดระวัง เพราะฟองที่เกิดจากการตีไข่อ่อนตัว ไม่เหมือนเค้กที่มีไขมันเป็นหลัก เค้กประเภทนี้ ได้แก่ แยมโรล ขนมไข่ สปันจ์เค้ก แองเจิ้ลฟูดเค้ก

เค้กที่ทำโดยการแยกไข่ขาว-ไข่แดง หรือชิฟฟ่อนเค้ก เป็นเค้กที่มีลักษณะรวมของเค้กเนยและเค้กไข่ คือ มีโครงสร้างที่ละเอียดเหมือนเค้กไข่ และมีเนื้อเค้กที่มันเงาเหมือนเค้กเนย ต่างจากเค้กเนยที่ชิฟฟ่อนเค้กใช่น้ำมันพืชแทนเนย เป็นเค้กที่มีลักษณะเบาและนุ่มมาก

2.8.3 สูตรสมดุล (formula balance)

สูตรที่ดี คือ สูตรที่บอกน้ำหนักที่แน่นอนของส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่จำเป็นต้องใช้ในการทำเค้กแต่ละชนิด

เค้กที่ดี หมายถึง เค้กที่มีลักษณะถูกตาถูกใจและถูกปากของผู้บริโภค คุณภาพของเค้กนั้นขึ้นอยู่กับการปรับสูตรให้สมดุลเสมอ เมื่อสูตรอยู่ในสมดุล เค้กที่ผลิตออกมาก็จะมีคุณภาพดีตามต้องการ

ความเข้าใจและความรู้ในการทำสูตรสมดุลนี้จำเป็นมากสำหรับผู้ทำขนมเค้ก เพราะไม่เพียงแต่จะทำให้ผู้ทำสามารถทำขนมเค้กได้ดีเสมอแล้ว ยังทำให้รู้ถึงจุกบกพร่องและความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นกับเค้กที่อบได้ สามารถจะแก้ไขให้กลับสู่สภาพเดิมได้ง่าย โดยการปรับสมดุลของสูตรให้ถูกต้อง

ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้กนั้นแบ่งเป็น 2 พวก คือ พวกแรกเป็นพวกที่ให้โครงสร้างและความคงตัวของเค้ก ได้แก่ แป้ง ไข่ เพราะส่วนผสมทั้งสองนี้มีโปรตีนเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบ และโปรตีนนี้จะจับตัวกันเป็นโครงร่างเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ส่วนพวกหลังเป็นพวกที่เพิ่มรสชาติ ความกลมกล่อมแก่เค้ก ได้แก่ ไขมัน น้ำตาล นม ผงฟู ซึ่งจะต้องได้รับการอุ้มชูจากพวกแรกเพื่อให้ขนมคงสภาพที่พอเหมาะพอดี

คุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก คือ วัตถุดิบที่มีส่วนทำให้โครงร่างเบาฟูขึ้น ซึ่งได้แก่น้ำตาล ผงฟู ไขมัน และไข่ และวัตถุดิบที่ทำให้โครงร่างแน่นไม่ฟู ได้แก่ นมและน้ำ

ถ้าใช้แป้ง ไขมัน น้ำตาล และไข่ ในสัดส่วนที่เท่ากันโดยน้ำหนักแล้วจะทำให้ได้ขนมเค้กที่ดี เนื่องจากมีไข่พอดีที่จะให้ความชุ่มชื้นแก่แป้ง และมีน้ำตาลเพียงพอที่จะให้ความหวาน มีไขมันเพียงพอที่จะช่วยอุ้มไข่ไม่ให้จับกันเป็นก้อนเมื่อถูกตีให้ขึ้น นอกจากนั้นไขมันและไข่ยังช่วยกันอุ้มอากาศที่ได้หลังจากการตีแล้ว เพื่อช่วยให้ขนมเค้กขึ้นฟูเมื่ออบสุก ส่วนแป้งและไข่ก็จะช่วยให้เกิดโครงสร้างและความคงทนของรูปร่างขนมเค้กเมื่ออบเสร็จแล้ว

ถ้าจะลดคุณภาพของเค้กลง สิ่งแรกที่ต้องพิจารณา คือ การเพิ่มปริมาณแป้ง โดยมีปริมาณของไขมันเท่าเดิม น้ำหนักของไข่ต้องเท่ากับน้ำหนักของไขมัน น้ำหนักของน้ำตาลจะต้องเพิ่มขึ้น เพราะเมื่อเพิ่มแป้ง ก็ต้องเพิ่มน้ำตาลให้ความชุ่มชื้นแก่แป้ง นอกจากนั้นก็ควรจะเพิ่มนมเข้าไปด้วย และเนื่องจากสัดส่วนของไขมันและไข่จะต่ำกว่าแป้งที่เพิ่มขึ้น จึงต้องเติมผงฟูในสูตรเพื่อช่วยเพิ่มอากาศให้เค้กมีความขึ้นฟู ไขมันมีส่วนควบคุมคุณภาพของเค้ก ถ้าไขมันที่ใช้มีคุณภาพดีก็จะทำให้เค้กที่อบได้มีคุณภาพดีด้วย ถ้าลดปริมาณของไขมันลง คุณภาพเค้กจะลดลงด้วย น้ำหนักของไขมันที่ใช้ไม่ควรเกินน้ำหนักแป้ง ไขมันมีคุณภาพดีจะอุ้มไข่ได้ในสัดส่วน 1 : 1.25 ซึ่งถือเป็นสัดส่วนที่เหมาะสม

ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทำเค้ก

เกิดขึ้นได้เป็น 2 แบบ คือ การยุบที่ส่วนบนของเค้ก และ

1) การยุบที่ส่วนบนของเค้ก

มักเกิดจากการใส่ผงฟู หรือน้ำตาลมากเกินไป หรือใส่ทั้งสองอย่างมากเกินไป ถ้าใส่ผงฟูมากเกินไปจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขณะอบมากไป ทำให้ขนมพองฟูเร็ว และจะทำลายโครงร่างของเค้กเมื่อออกจากเตาอบ โครงร่างที่ไม่แข็งแรงก็จะยุบตัวลงเป็นร่อง ถ้าน้ำตาลมากไปก็จะทำให้สัดส่วนของโครงร่างน้อยลง เป็นเหตุให้เค้กยุบตัวได้เช่นกัน และสังเกตได้จากสีของเค้กที่มีน้ำตาลมากไปจะมีสีเข้มทั้งด้านนอกและภายในเนื้อเค้ก โดยเฉพาะที่ฐานของเค้ก นอกจากนั้นอาจเกิดเป็นจุดด่างสีขาวที่เปลือกนอกของเค้กซึ่งเป็นสีของเกร็ดของน้ำตาล และเนื้อในเค้กจะแฉะและมีรสหวานจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าใส่น้ำตาลน้อยเกินไป ปริมาตรของเค้กจะลดลง และมียอดบนของเค้กแหลมแตก เปลือกนอกจะขาดความมันเงา เนื้อในเค้กจะแน่นและกระด้างเมื่อสัมผัส ถ้าใส่ผงฟูน้อยเกินไป ปริมาตรของเค้กจะลดลง

2) การยุบที่ด้านข้างของเค้ก

มักเกิดจากการใส่นมในส่วนผสมมากเกินไป จะสังเกตเห็นความผิดพลาดไม่ชัดในขณะที่อบ แต่เมื่อนำเค้กออกจากเตาอบแล้วทิ้งให้เย็น เค้กจะเริ่มยุบทางด้านข้างและมีเนื้อแน่นในบริเวณฐานของเค้ก เหตุที่เค้กไม่ยุบเมื่ออยู่ในเตาอบก็เพราะยังมีความดันไอน้ำจากภายในและภายนอกก้อนเค้กเท่า ๆ กัน เมื่อนำออกจากเตาอบ ความดันภายในจะมากกว่าภายนอก จึงทำให้เค้กยุบลงไป

แต่ถ้าใส่นมน้อยเกินไป จะทำให้ปริมาตรของเค้กลดลง เค้กจะมีลักษณะแห้งและเสียเร็วขึ้น

สำหรับไขมัน ถ้าในสูตรมีไขมันมากเกินไป จะมีผลทำให้ปริมาตรของเค้กลดลงเช่นกัน เพราะปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้น จะทำให้โครงร่างของเค้กอ่อนตัวลง นอกจากนั้นยังทำให้เค้กมีลักษณะลื่นมันทั้งเปลือกนอกและเนื้อในเค้ก และถ้าไขมันน้อยเกินไป จะมีสีของเปลือกนอกไม่ดี และแห้งแข็งอย่างรวดเร็ว เค้กจะแข็งและสูญเสียปริมาตร โครงร่างของเนื้อในจะมีลักษณะเป็นโพรงทางด้านบนตรงกลางของเค้ก เนื่องจากผลของไขมันที่มีต่อกลูเต็นลดลง จึงทำให้เกิดมีความต้านทานมากขึ้นภายในเค้กในการที่จะขยายตัวในระหว่างการอบ การขยายตัวจะชะงักลง ไอน้ำจะหนีออกไปทางยอดของเค้ก ทำให้ตรงกลางส่วนบนของเค้กมีลักษณะเป็นรูโพรงยาว และยอดจะขึ้นแหลม

ถ้าเค้กมีลักษณะแตกร้าวที่ผิวด้านบนมาก มักจะเกิดจากการผิดพลาดในสัดส่วนของเค้กอย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่านั้น ซึ่งรวมถึงวิธีการและขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำด้วย เช่น ถ้าใช้แป้งที่มีความแข็งและเหนียวมากเกินไป จะทำให้เกิดแรงต้านทานต่อการฟื้นฟูมาก ทำให้เกิดการแตกแยกของเค้ก และทำให้เค้กยุบตัวง่ายขึ้น

ถ้าเตาอบมีอุณหภูมิสูงหรือร้อนเกินไป และความชื้นภายในเตาอบมีน้อย ความผิดพลาดจะเกิดขึ้นได้เช่นกัน โดยที่เปลือกนอกของเค้กจะเกิดขึ้นและคงตัวเร็วเกินไป เนื้อในยังไม่สุกดี ยังมีอากาศที่จะขยายตัวดันเปลือกนอกที่เริ่มแข็งแล้ว ทำให้เปลือกนอกแตกแยกได้

ถ้าผสมแป้งและส่วนผสมอื่น ๆ นานเกินไป ทำให้แป้งเกิดกลูเต็นจะมีลักษณะเหนียวแข็งคล้ายกับการใช้แป้งแข็ง ซึ่งจะทำให้เค้กแตกร้าวได้เช่นกัน

สำหรับความผิดพลาดของเค้กทั้ง 2 แบบ คือ การยุบตอนบนกับยุบด้านข้างนั้นจะไม่เกิดพร้อมกัน เพราะสัดส่วนของส่วนผสมจะช่วยขจัดความผิดพลาดอย่างใดอย่างหนึ่งออกไป และเมื่อได้แก้ไขสัดส่วนของสูตรให้อยู่สมดุลแล้ว ก็จะสามารถขจัดความผิดพลาดนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 ขั้นตอนการทำเค้ก

เค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลัก มีวิธีผสมโดยทั่ว ๆ ไป ดังนี้

2.8.4.1 วิธีครีมเนย (creaming method)

เป็นวิธีผสมโดยตีไขมันกับน้ำตาลด้วยความเร็วปานกลางของเครื่อง ตีจนกระทั่งเนยขึ้นฟู การที่เนยขึ้นฟูเนื่องจากเซลล์อากาศที่เกิดจะถูกดูดซึมเข้าไว้ โดยทำให้เนยฟูและเบา จากนั้นค่อย ๆ เติมไข่ลงไปทีละฟอง ตีให้เข้ากันด้วยความเร็วปานกลาง ใส่แป้งสลับกับของเหลว โดยเริ่มต้นด้วยแป้งและสิ้นสุดด้วยแป้งสลับกันไป เพื่อที่จะให้แป้งค่อย ๆ ดูดซึมน้ำบางส่วน และป้องกันการจับตัวเป็นก้อน จากนั้นผสมจนส่วนผสมเรียบเนียน

2.8.4.2 วิธีคนผสม (blending method)

ใช้สำหรับเค้กที่มีส่วนผสมของน้ำตาลและน้ำในร้อยละที่สูงกว่าแป้ง เรียกว่า ไฮเรโชเค้ก (high ratio cake) เค้กที่ทำด้วยวิธีนี้จะมีปริมาตรต่ำ แต่มีความชุ่ม นุ่ม มีเนื้อเค้กที่ละเอียดและเนื้อสัมผัสดี มีคุณภาพในการเก็บดี

มีวิธีทำโดยการผสมแป้งกับไขมันให้เข้ากัน จนเม็ดแป้งถูกห่อหุ้มด้วยไขมันรวมตัวกันเป็นเม็ด เติมส่วนผสมแห้งอื่น ๆ ลงไป เติมของเหลวลงไปประมาณร้อยละ 25 ของของเหลวที่ใช้รวมทั้งไข่ด้วย ผสมส่วนผสมทั้งหมด แล้วผสมต่อไปจนแป้งที่ผสมเรียบเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน

2.8.4.3 วิธีชูการ์-วอเตอร์ (sugar water method)

คือการผสมน้ำตาลลงในน้ำให้ละลายตั้งพักไว้ ตีเนยกับส่วนผสมของแป้งที่ร่อนแล้ว เช่น แป้ง ผงฟู เกลือ นมผงลงไป ตีด้วยความเร็วต่ำ พอเนยกับแป้งรวมตัวกันเป็นเม็ด ค่อย ๆ เติมสารละลายของน้ำตาล ตีให้เข้ากันด้วยความเร็วปานกลางจนกระทั่งขึ้นฟู แล้วเติมไข่ลงผสมต่อไปจนแป้งที่ผสมเรียบเนียน

2.8.4.4 วิธีผสมขั้นตอนเดียว (single stage method)

เป็นการผสมส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ในสูตรเข้าด้วยกัน ยกเว้นไข่ แล้วตีด้วยที่ตีรูปตะกร้อสำหรับตีไข่ด้วยความเร็วสูงประมาณ 5 นาที แล้วจึงเติมไข่ลงไปตีต่ออีก 5 นาที ด้วยความเร็วต่ำ วิธีนี้ส่วนมากใช้กับเค้กสำเร็จรูป

2.8.4.5 วิธีแยกไข่ขาว-ไข่แดง

เป็นวิธีที่นิยมในการทำบัตเตอร์เค้ก เพราะจะได้เค้กที่มีปริมาตรดี มีวิธีการทำคือ ตีเนยกับน้ำตาลจนกระทั่งฟูประมาณ 10-15 นาที ด้วยความเร็วปานกลาง เติมไข่แดงทีละฟองตีผสมให้เข้ากัน ใส่ส่วนผสมของแห้งที่ร่อนแล้วสลับกับของเหลว ตีด้วยความเร็วต่ำ เติมกลิ่นผสมให้เข้ากัน พักไว้ก่อน นำไข่ขาวตีกับครีมออฟทาร์ทาร์จนกระทั่งตั้งยอดอ่อน ค่อย ๆ เติมน้ำตาลลงไปจนหมด ตีจนกระทั่งตั้งยอแข็ง นำมาผสมในส่วนผสมที่พักไว้ คนผสมเบา ๆ ให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5 ประเภทของเค้ก

แบ่งตามวิธีการผสม คือ

2.8.5.1 แองเจิ้ลเค้ก (angle cake)

เป็นเค้กที่ใช้โปรตีนจากไข่ขาว โดยการนำไข่ขาวมาตีให้ขึ้นเป็นฟอง โดยมีน้ำตาลส่วนหนึ่งเป็นส่วนผสม ตีจนไข่ขาวขึ้นฟองและฟองไข่ขาวมีลักษณะแข็งตัวเป็นมันเงา ในการตีไข่ขาวยังต้องใส่ครีมออฟทาร์ทาร์ลงไป เพื่อช่วยให้ฟองไข่ขาวอยู่ตัวไม่เหลวเป็นน้ำ และทำให้เค้กที่อบได้มีเนื้อขาวละเอียดอีกด้วย ส่วนน้ำตาลอีกส่วนหนึ่งนำมาผสมส่วนแห้งอื่น ๆ แล้วจึงผสมลงไปในฟองไข่ขาวที่ตีขึ้นแล้ว คนเบา ๆ ให้เข้ากัน เทใส่พิมพ์สะอาดปราศจากไขมัน อบให้สุก

2.8.5.2 สปันจ์เค้ก (spong cake)

เป็นการทำเค้กที่ใช้ทั้งไข่ทั้งฟองหรือเฉพาะไข่แดง ในการผสมเค้กชนิดนี้ ตีไข่และน้ำตาลด้วยความเร็วสูงจนกระทั่งฟองไข่ลละเอียดและเป็นเนื้อสีขาว จึงเติมส่วนผสมของแป้งผสมให้เข้ากัน บางสูตรอาจมีนม ไขมันละลายควรเติมหลังจากผสมแป้งแล้ว โดยต้องคนเร็ว ๆ และเบาเพื่อป้องกันการยุบตัวของส่วนผสม ควรใช้เนยละลายอุ่น ๆ เพื่อป้องกันการยุบตัว จะทำให้เค้กมีปริมาตรดีขึ้น

2.8.5.3 ชิฟฟ่อนเค้ก (chiffon cake)

เป็นเค้กที่มีลักษณะเบาและนุ่มมากเหมือนสปันจ์เค้ก เตรียมได้โดยแบ่งขั้นตอนการทำออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นตอนแรก

ผสมไข่แดงที่แยกออกจากไข่ขาวแล้วเทผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ แป้ง น้ำตาลส่วนหนึ่ง ผงฟู เกลือ น้ำมันพืช และน้ำหรือน้ำผลไม้ ผสมให้เข้ากันจนส่วนผสมเนียน

2) ขั้นตอนที่สอง

ตีไข่ขาว ครีมออฟทาร์ทาร์ หรือน้ำมะนาวพอขึ้น ใส่น้ำตาลอีกส่วนหนึ่งแล้วตีจนฟองแข็งตัวตั้งยอดแล้วค่อย ๆ เทส่วนผสมแรกลงบนขาขาวที่ตีได้ คนตะล่อมเบา ๆ จนเข้ากันดี การผสมส่วนผสมแรกกับไข่ขาวเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ควรผสมเบา ๆ ด้วยมือ

2.8.6 การอบเค้ก

การอบเค้กเป็นสิ่งสำคัญในการทำเค้ก เพราะการใช้อุณหภูมิในการอบเค้กชนิดต่าง ๆ นั้นย่อมแตกต่างกันออกไป แต่ที่แน่นอนของการอบเค้กทุกชนิดนั้น ผู้ทำเค้กจะต้องเปิดอุณหภูมิของเตาอบให้ได้ตามวัตถุประสงค์ในการอบเค้กชนิดนั้น ๆ ก่อนเริ่มลงมือทำการอบเค้กชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.6.1 เค้กเนย (butter cake)

เค้กเนยที่ผสมแล้วควรเทใส่ในพิมพ์ที่ทาด้วยไขมัน แล้วเคาะแป้งนวลเพื่อไม่ให้เค้กติดก้นพิมพ์ หรือจะใช้กระดาษไขรองก้นพิมพ์แล้วทาไขมันก็ได้ ควรใส่เนื้อเค้กประมาณ 1/2 หรือ 1/3 ส่วนของพิมพ์ เสร็จแล้วรีบนำเข้าเตาอบที่ตั้งอุณหภูมิไว้ คือ 180 องศาเซลเซียส ถ้าผสมเค้กเสร็จแล้ววางพักไว้นาน จะเกิดปฏิกิริยาของผงฟูกับของเหลวในส่วนผสมผลิตเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น ซึ่งเป็นการทำให้ขนมเค้กขึ้นฟู และจะสูญสียออกไปมากระหว่างการรอเข้าเตาอบ เค้กที่อบออกมาจะมีลักษณะที่ไม่ดี การอบเค้กเนยที่เป็นปอนด์อันใหญ่จะใช้เวลาในการอบนานถึง 40-50 นาที แต่ถ้าอบเค้กถ้วยเล็ก ๆ จะใช้เวลาเร็วขึ้นประมาณ 15-20 นาที

การตรวจสอบว่าเค้กเนยสุกดีแล้วหรือไม่ สามารถทำได้โดยใช้ไม้แหลมเล็ก ๆ จิ้มลงในเนื้อเค้ก เมื่อดึงออกมาจะไม่มีเนื้อติดออกมา แสดงว่าเค้กอบสุกดีแล้ว หรือรอบ ๆ ข้างเค้กร่อนจากพิมพ์ จึงนำออกจากเตาตั้งพักไว้ประมาณ 5 นาที จึงเอาออกจะพิมพ์แล้วพักให้เย็น ก่อนนำไปแต่งหน้าเค้ก

2.8.6.2 สปันจ์เค้ก

เค้กชนิดนี้เมื่อผสมแล้วเมใส่พิมพ์นำเข้าอบทันที ถ้าตั้งทิ้งไว้นาน ฟองอากาศที่เกิดขึ้นจากการผสมจะสูญเสียไปในระหว่างการรอคอย ทำให้สูญเสียปริมาตรเค้กและเนื้อเค้กไม่ดี พิมพ์ที่ใช้กับเค้กชนิดนี้จะทาไขมันและรองด้วยกระดาษไขตามขนาดของพิมพ์ที่ใช้ การอบเค้กชนิดนี้ผู้ทำเค้กควรตั้งอุณหภูมิเตาอบให้ได้ตามต้องการก่อน เพื่อให้เค้กที่ผสมเสร็จแล้วสามารถเข้าอบได้ทันที และควรเทส่วนผสมประมาณ 2/3 หรือ 3/4 ของพิมพ์ เพราะเมื่อเค้กฟูจะขึ้นเต็มพิมพ์ อุณหภูมิที่ใช้ควรอยู่ในช่วง 340-400 องศาฟาเรนไฮต์

การตรวจสอบว่าสปันจ์เค้กอบสุกดีแล้ว ทำได้โดยการใช้นิ้วแตะลงบนหน้าเค้กจะมีความรู้สึกแน่นและเป็นสปริง คือ รอยนิ้วมือจะถูกดันกลับขึ้นมา แสดงว่าเค้กสุกแล้ว เมื่อนำเค้กออกจากเตาอบต้องเทคว่ำพิมพ์ทันที เพื่อให้ผิวนอกของเค้กสม่ำเสมอและเอาออกจากพิมพ์ได้ง่าย

2.8.6.3 แองเจิ้ลฟูดเค้ก

เค้กชนิดนี้นิยมใช้พิมพ์ที่มีปล่องตรงกลาง ไม่ต้องทาไขมันที่พิมพ์ แต่ต้องล้างให้สะอาด การอบเค้กชนิดนี้จะใช้อุณหภูมิต่ำกว่าสปันจ์เค้ก เนื่องจากแองเจิ้ลฟูดเค้กมีปริมาณน้ำตาลอยู่สูง ใช้อุณหภูมิที่อบประมาณ 325-350 องศาฟาเรนไฮต์ และขึ้นอยู่กับขนาดของเค้กด้วย

2.8.6.4 ชิฟฟ่อนเค้ก

ส่วนผสมของเค้กชนิดนี้สามารถนำไปทำเค้กได้หลายชนิด เช่น แยมโรล เค้กม้วน เค้กปอนด์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาและขนาดของเค้กรวมไปถึงการอบด้วย ขนาดและความหนาของเค้กจะต้องเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิที่ใช้อบ ชิฟฟ่อนเค้กเมื่อนำไปอบจะขึ้นฟูอย่างรวดเร็วและมีปริมาตรสูง เนื่องจากการขยายตัวของเซลล์อากาศที่เกิดขึ้นจากการตีไข่ขาว และจากปฏิกิริยาของผงฟูที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใส่ในส่วนผสม จะต้องอบเค้กให้สุกอย่างทั่วถึง เพื่อให้แน่ใจว่าโปรตีนในไข่และกลูเต็นที่มีอยู่ในแป้งแข็งตัวจนกลายเป็นโครงร่างของเค้กต่อไป ชิฟฟ่อนเค้กจะมีลักษณะแน่นตัวและเป็นสปริงเมื่ออบสุกดี ตรวจดูว่าเค้กสุกหรือไม่โดยใช้ไม้จิ้ม ถ้าเค้กติดไม้แสดงว่ายังไม่สุก เมื่ออบสุกนำออกจากเตา คว่ำเค้ก เค้กจะหดตัวและหลุดออกจากพิมพ์

ตารางที่ 2.5 อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำเค้กชนิดต่างๆ

ชนิดของเค้ก	อุณหภูมิ (องศาฟาเรนไฮต์)
เค้กปอนด์	340-350
เค้กไข่ขาว (ใช้เฉพาะไข่ขาว)	350-360
เยลโรเค้ก (ใช้เฉพาะไข่แดง)	340-350
เค้กผลไม้	300-350
เค้กแถวแบบขนมปัง	370-380

ที่มา : ศิริลักษณ์ (2535)

การอบเค้กนานเกินไปเนื้อเค้กจะแห้งและเปลือกนอกจะหนา ถ้าอุณหภูมิในเตาอบต่ำมาก จะทำให้เนื้อเค้กภายในสีอ่อน ไม่สวย ความแห้งของเค้กที่เกิดขึ้นจากการอบนานเกินไปเพราะความชื้นในตัวเค้กระเหยไปมากกว่าปกติ

การอบเค้กเร็วเกินไป ถ้าอุณหภูมิของเตาอบสูงมาก จะทำให้เปลือกนอกของเค้กหนาและแข็งเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เปลือกนอกของเค้กจะมีสีน้ำตาลไหม้ก่อนที่เนื้อเค้กภายในจะสุก ทำให้ไม่น่ารับประทานและปริมาตรของเค้กมีขนาดเล็กด้วย

2.8.7 หลักการและเทคนิคในการทำเค้ก

การทำเค้กแต่ละชนิดมีวิธีการและส่วนผสมที่ต่างกัน บางชนิดก็มีวิธีการทำที่ซับซ้อน ซึ่งผู้ทำเค้กควรจะมีเทคนิคในการทำ คือ

ควรร่อนแป้งทุกครั้งก่อนใช้ เพื่อให้อากาศแทรกเข้าไประหว่างเนื้อแป้ง ทำให้แป้งฟูเบาช่วยให้แป้งที่จับเป็นก้อนแยกตัวออก จะสังเกตได้ว่าแป้งที่ร่อนแล้วกับแป้งที่ยังไม่ได้ร่อน แม้จะมีปริมาตรเท่ากันแต่จะหนักไม่เท่ากัน ดังนั้นในการทำเค้กในปัจจุบัน จะนิยมการชั่งมากกว่าการตวง ซึ่งทำให้ส่วนผสมแน่นอนกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันในการทำเค้ก ถ้าเป็นเนยสดก่อนใช้ควรนำออกจากตู้เย็นก่อนเพื่อจะตีได้ง่ายขึ้น ในการทำเค้กเพื่อให้มีลักษณะดีควรใช้เนยสดผสมมาการีนหรือเนยขาว จะทำให้เค้กเนื้อนุ่มมีลักษณะดีและมีปริมาตรดีด้วย

ควรใช้น้ำตาลเม็ดละเอียดในการผสมเค้ก ถ้าใช้น้ำตาลเม็ดใหญ่อาจทำให้ละลายไม่หมดทำให้เกิดลักษณะเป็นจุดๆบนหน้าเค้ก ควรนำไปปั่นให้ละเอียดก่อนใช้

การตีส่วนผสม เค้กชนิดที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลัก ควรใช้พายยางปาดข้างอ่างผสมและที่ตีเสมอ ๆ เพื่อช่วยให้ส่วนผสมเข้ากันได้ง่ายขึ้น ควรหยุดเครื่องผสมทุกครั้งก่อนใช้พายปาด ผงฟูที่ใช้ในการทำเค้กควรให้ผงฟูคุณภาพดี ถ้าผงฟูเก่าขนมเค้กจะมีขนาดและปริมาตรไม่เป็นไปตามที่ต้องการ

การเติมไข่หรือส่วนผสมที่เป็นของเหลวควรค่อย ๆ เติมลงไปทีละน้อย หรือแบ่งเติมทีละส่วน ไม่ควรใส่หมดในคราวเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ไขมันแยกตัวออกจากส่วนผสม ทำให้เค้กที่ได้มีปริมาตรเล็ก และเนื้อขนมมีลักษณะไม่ดี

ในการผสมเค้กเนยในช่วงสุดท้ายมักเป็นการผสมนมหรือของเหลวอื่น ๆ ให้ใส่แป้งสลับกับนมโดยเริ่มต้นด้วยแป้งสลับกับนมและจบสุดท้ายด้วยแป้ง เพื่อให้ดูดซึมของเหลวบางส่วนไว้และป้องกันการแยกตัวของไขมัน ในส่วนผสมอื่นอีกด้วย

ไข่ที่เหมาะสำหรับทำเค้กควรใช้ไข่ไก่สด เพราะไข่ขาวจะข้นและไข่แดงรวมตัวเป็นก้อนกลมไม่เหลวหรือแตกง่าย

ข้อควรระวังในการตีไข่ขาว อุปกรณ์เครื่องใช้ เช่น อ่างผสม ที่ตีต้องสะอาด และแห้งสนิทไม่เปื้อนไขมัน ไม่มีไข่แดงแตกปน

การอบเค้กทุกชนิด ควรจุดเตาอบให้อุณหภูมิของเตาอบได้ตามที่บอกไว้ตามตำรา ขณะอบขนมไม่ควรเปิดเตาอบดูขนมบ่อยๆ การเปิดเตาอบแต่ละครั้งอุณหภูมิจะลดลงเพราะในขณะอบขนมอยู่ อากาศหรือก๊าซที่อยู่ในเนื้อขนมจะขยายตัว เมื่อสัมผัสอากาศจะทำให้เนื้อขนมยุบตัวได้ ถ้าเป็นระยะที่เนื้อขนมยังไม่แข็งตัวหรือยังไม่สุก

การทดสอบว่าเค้กที่อบสุกหรือยัง ทำได้โดยใช้ไม้ปลายแหลมจิ้มตรงกลางขนม ถ้าไม่มีเนื้อเค้กติดไม้ออกมาแสดงว่าสุกแล้ว หรือใช้นิ้วมือแตะหน้าขนมเบาๆ ถ้าไม่มีรอยนิ้วที่แตะก็ใช้ได้หรือสังเกตว่าขอบขนมร่อนออกจากพิมพ์โดยรอบ มีสีเหลืองสวย

การอบเค้ก ควรวางพิมพ์ให้อยู่กึ่งกลางเตาอบมากที่สุด เมื่อต้องการอบพร้อมกันหลายๆ พิมพ์ ควรจัดวางพิมพ์ให้ห่างกันประมาณ 1 นิ้ว ไม่ควรวางพิมพ์ชิดกันหรือติดผนังเตาอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.8 ลักษณะของเนื้อเค้กที่ดี

1) สีของผิวรอบนอกควรเป็นสีเหลืองทอง หรือสีน้ำตาลอ่อนสม่ำเสมอ

2) สีของเนื้อในเป็นไปตามเครื่องปรุงหรือส่วนผสม

3) ลักษณะของขอบรอบนอก เรียบสม่ำเสมอกัน

4) ลักษณะของหน้าขนมมัน เรียบ ไม่นูนเป็นแห่งๆ

5) การขึ้นฟูเป็นไปตามปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิต น้ำหนักเบาเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของขนม

6) ลักษณะของเนื้อในละเอียด ไม่แน่น หนัก มีความชื้น ไม่ร่วนหรือแฉะ

7) มีความนุ่มนวล นิ่ม เมื่อเอามือแตะเบา ๆ จะมีสปริงหรือหยุ่นกลับที่เดิม เนื้อไม่แน่น มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน

8) รสชาติกลมกล่อมเป็นไปตามเครื่องปรุงและส่วนผสมไม่มีรสผิดไป เช่น มีรสเฝื่อน กลิ่นหอมชวนรับประทาน ไม่มีกลิ่นหืน

ตารางที่ 2.6 ข้อผิดพลาดของเค้ก สาเหตุ และวิธีการแก้ไข

ลักษณะเค้ก	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
เค้กหน้าแตก	- เตาอบร้อนเกินไปทำให้เปลือกนอกของเค้กแข็งตัวอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ภายในเนื้อเค้กเริ่มขยายตัวดันขึ้นข้างบน	- ลดอุณหภูมิเตาอบให้พอดี
	- แป้งมากเกินไป	- ลดปริมาณแป้งที่ใช้ให้พอดี
ผิวเค้กไม่เรียบ	- น้ำตาลมากเกินไป	- ลดน้ำตาลให้พอดี
	- เตาอบมีอุณหภูมิต่ำ	- เพิ่มอุณหภูมิเตาอบ
เปลือกนอกของเค้กหนักและหนา	- แป้งมากเกินไป	- ลดปริมาณแป้งให้น้อยลง
	- เตาอบร้อนเกินไป	- ลดอุณหภูมิเตาอบ
	- อบนานเกินไป	- อบในเวลาที่กำหนดให้พอดี
	- น้ำตาลหรือไขมันไม่เพียงพอ	- เพิ่มน้ำตาลหรือไขมันในปริมาตรที่พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ข้อผิดพลาดของเค้ก เทคนิค และวิธีการแก้ไข (ต่อ)

ลักษณะเค้ก	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
เนื้อเค้กยุบ	- ปริมาณน้ำตาลหรือไขมันมากเกินไป	- ลดปริมาณไขมันและน้ำตาลลง
	- เตาอบร้อนน้อยเกินไป	- ปรับอุณหภูมิเตาอบให้คงที่
	- เวลาในการอบไม่เพียงพอ	- ใช้เวลาอบให้นานและเพียงพอต่อชนิดของเค้ก
	- เคลื่อนย้ายเค้กในระหว่างการอบ	- อย่าเคลื่อนย้ายเค้กในขณะที่ยังอบไม่ได้ที่
เนื้อเค้กแฉะหรือเป็นไตที่ฐานของเค้ก	- ผสมไม่เข้ากันดี	- ผสมส่วนผสมให้เข้ากัน
	- น้ำตาลหรือผงฟูมากเกินไป	- ใส่น้ำตาลหรือผงฟูให้ได้สัดส่วน
	- เตาอบร้อนเกิน	- ปรับอุณหภูมิเตาอบให้พอดี
เนื้อเค้กหยาบ	- น้ำมากเกินไป	- ใช้น้ำในสัดส่วนของเค้กให้พอดี
	- ผงฟูมากเกินไป	- ลดผงฟูให้พอเหมาะกับส่วนผสม
	- น้ำตาลมากเกินไป	- ลดน้ำตาลลง
	- อุณหภูมิของเตาอบน้อยเกินไป	- ปรับอุณหภูมิให้คงที่
	- ตีเนยกับน้ำตาลเวลาน้อยเกินไป	- ใช้เวลาในการตีให้มากขึ้น
เนื้อเค้กแห้ง	- ไขมันหรือน้ำตาลน้อยเกินไป	- เพิ่มปริมาณน้ำตาลหรือไขมัน
	- อบนานเกินไป	- ใช้เวลาในการอบให้น้อยลง
	- แป้งมากเกินไป	- ลดปริมาณแป้งให้พอดี
เนื้อเค้กหนักและแน่น	- ไขมันหรือน้ำตาลมากเกินไป	- ลดปริมาณน้ำตาลหรือไขมันให้พอดี
	- ตีแป้งผสมมากเกินไป	- ช่วงใส่แป้งอย่าผสมนาน
	- เตาอบร้อนน้อยเกินไป	- เพิ่มอุณหภูมิเตาอบให้ร้อนพอดี

ที่มา : ศิริลักษณ์ (2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงงานพิเศษ

Power และคณะ (2007) ทำการศึกษาความนุ่มลื่นของเต้าหู้ในการแทนที่ไขมันในเค้กเนยในปริมาณร้อยละ 25 50 และ 75 โดยน้ำหนัก ผลที่ได้คือปริมาณความชื้นจากเต้าหู้ส่งผลให้ระดับน้ำในแบ็ตเตอร์สูงขึ้นเมื่อแทนที่ไขมันในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความหนืดของแบ็ตเตอร์ (batter) มีค่าลดลงหลังจากประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าเต้าหู้ที่สามารถทดแทนไขมันและอยู่ในระดับที่ยอมรับได้มากที่สุดคือที่ร้อยละ 50 โดยที่ไม่มีผลต่อคุณภาพด้านประสาทสัมผัส การแทนที่ไขมันด้วยเต้าหู้ส่งผลให้ลดปริมาณแคลลอรี่ลงร้อยละ 15 และลดปริมาณไขมันได้ถึงร้อยละ 43

Cleveland และคณะ (2007) ทำการศึกษาการแทนที่ไขมันที่มีผลต่อโครงสร้างและคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กช็อกโกแลต โดยแทนที่ไขมันในปริมาณร้อยละ 50 และ 100 และทำการเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ไม่มีการแทนที่ไขมัน) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างสูตรควบคุมกับสูตรที่มีการแทนที่ไขมันร้อยละ 50 ($p \leq 0.05$)ในด้านปริมาณความชื้น ความชอบ การอัดตัว การรวมตัวกันภายในเนื้อเค้ก แรงเฉือน และความสูง แต่มีความแตกต่างกันระหว่างสูตรควบคุมกับสูตรที่มีการแทนที่ไขมันร้อยละ 100 และมีความแตกต่างกันระหว่างสูตรที่มีการแทนที่ไขมันร้อยละ 50 กับสูตรที่มีการแทนที่ไขมันร้อยละ 100 ในทางตรงกันข้ามสูตรที่มีการแทนที่ไขมันร้อยละ 100 พบว่ามีการลดลงของความอ่อนนุ่ม ปริมาณความชื้น ความชอบ การรวมตัวกันภายในเนื้อเค้ก และความหนาแน่น ดังนั้นการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการแทนที่ไขมันร้อยละ 50 ในเค้กช็อกโกแลตจะได้รับความชอบสูงสุด และสามารถลดปริมาณแคลอรี่ได้ถึงร้อยละ 22

Romanchik-Cerpovicz และคณะ (2002) ทำการศึกษาโดยใช้ออกร้ำกัม (Okra gum) ในการแทนที่มาการีนและไข่แดงในคุกกี้ช็อกโกแลต การศึกษานี้ พบว่าคุกกี้มีปริมาณความชื้นสูงมากกว่าคุกกี้สูตรควบคุมเมื่อระยะเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง ผู้ทดสอบประเมินคุณภาพของคุกกี้โดยใช้ hedonic scale ให้คะแนนทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ด้านสี กลิ่น รส รสชาติหลังชิม ความชุ่ม และการยอมรับโดยรวม หลังจากทดสอบทางด้านต่าง ๆ ของคุกกี้สูตรทดแทนและสูตรควบคุม พบว่าคุกกี้สูตรทดแทนได้รับการยอมรับโดยรวมสูงกว่าคุกกี้สูตรควบคุม ($P < 0.01$) และออกกร้ำกรัมได้รับการยอมรับโดยรวมในการทดแทนไขมันในคุกกี้ช็อคโกแลต

Woods และ Navdarr (2006) ได้ศึกษานี้การใช้ C-Trim ซึ่งเป็นเบต้ากลูแคนที่สกัดได้จากข้าวโอ๊ต และข้าวบาเล่ย์ ในการแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์คุกกี้ช็อกโกแลตชิพในปริมาณร้อยละ 0 33 66 75 และ 100 โดยเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่มีไขมันในส่วนผสมร้อยละ 50 ผลในการใช้ C-Trim แทนที่ไขมันพบว่าทำให้การขยายของคุกกี้ลดลง ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้สูงขึ้น และลักษณะเนื้อสัมผัสจะแข็งกว่า มีการยึดเกาะดีกว่าสูตรควบคุม ในการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า C-Trim สามารถใช้แทนที่ไขมันในคุกกี้ช็อกโกแลตชิพได้มากถึงร้อยละ 75 (โดยน้ำหนัก) และสามารถลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณไขมันลงได้ถึงร้อยละ 45 มีแคลอรี่น้อยกว่าร้อยละ 12 และให้ใยอาหารมากกว่าสูตรควบคุมถึงร้อยละ 100

Zoulias และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ไขมันต่ำที่แทนที่ด้วยสารประกอบคาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีน คาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีน เช่น แป้งข้าวโอ๊ต ซึ่งมีหน้าที่และคุณสมบัติเหมือนไขมัน แต่มีแคลลอรี่ต่ำกว่า พบว่าคาร์โบไฮเดรตหรือโปรตีนสามารถแทนที่ไขมันได้ถึงร้อยละ 50 โดยผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ได้มีคุณภาพไม่แตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุม แต่ถ้าแทนที่ในระดับร้อยละที่สูงกว่านี้จะทำให้คุกกี้มีความชื้นลดลงและคุณภาพโดยรวมจะต่ำลง

Jacob และ Leelavathi (2006) ทำการศึกษาถึงผลของไขมันที่ต่างกัน 4 ชนิดที่มีต่อลักษณะของโคและคุณภาพของคุกกี้ ผลของการสังเกตลักษณะของโคของคุกกี้ พบว่าคุกกี้ที่มีไขมันเพียงหนึ่งชนิดจะมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าคุกกี้ที่มีการผสมไขมันมากกว่า 2 ชนิดรวมกัน ขณะที่การลดปริมาณไขมันนั้นไม่มีปริมาณความชื้น และความนิ่มของคุกกี้ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าคุกกี้ที่มีปริมาณไขมันสูงจะมีการขยายตัวสูง และมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าเกิดจากการยึดเกาะกันของอากาศในระหว่างการตีครีม และคุณภาพของคุกกี้สามารถปรับปรุงได้โดยโซเดียม สเตอโรอิล แลคทิเลต ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5

Suphantharika และคณะ (2005) ทำการศึกษาการแทนที่ไขมันในมายองเนสด้วยเบต้ากลูแคนที่สกัดจากบริวเวอร์ยีสต์ โดยแทนที่ไขมันในปริมาณร้อยละ 25 50 และ 75 ทำการเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ไม่มีการแทนที่ไขมัน) พบว่าสูตรที่มีการแทนที่ไขมัน มีปริมาณแคลอรี่ลดลง และปริมาณความชื้นสูงกว่าสูตรควบคุม เนื้อสัมผัสของสูตรที่มีการแทนที่ไขมันร้อยละ 50 และ 75 นั้นมีความเป็นเนื้อเดียวกัน และการเกาะติดผิว (adhesiveness) เหมือนกับสูตรควบคุม และสูตรที่มีการแทนที่ปริมาณร้อยละ 25 มีความหนืดน้อยที่สุด จากการศึกษาพบว่ามายองเนสที่มีการแทนที่ไขมันในปริมาณไม่เกินร้อยละ 50 จะได้รับการยอมรับโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เชื้อยีสต์

ยีสต์ที่ใช้ในการทดลองเป็นยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces carlbergensis* ที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ (spent brewer's yeast) มีลักษณะเป็นครีมข้น (slurry) สีน้ำตาล ซึ่งมีปริมาณของแข็งเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 18 ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทบุญรอดบริเวอรี่ จำกัด

3.2 สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1.0 โมลาร์
2. สารละลายกรดอะซีติก เข้มข้น 0.5 โมลาร์
3. สารละลายโซเดียมอะซีเตรท (food grade)

3.3 วัตถุดิบ

1. แป้งเค้กตราพัดโบก
2. แป้งอเนกประสงค์ตราว่าว
3. ผงฟู ชนิดดับเบิ้ลแอ็กติง ตรา เบสท์ ฟูดส์
4. เกลือ
5. นมสด
6. นมข้นจืด ตรา คาร์เนชัน
7. ไข่ไก่ เบอร์ 2
8. อิมัลซิไฟเออร์ ตรา อีซี 25 เค
9. เบต้ากลูแคน
10. เนยชนิดเค็ม ตรา ออร์คิด
11. มาการีน ตรา เบสท์ ฟูดส์
12. วานิลลาผง
13. น้ำตาลทรายป่น
14. เนยขาว ตรา เบสท์ ฟูดส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 อุปกรณ์

1. เครื่องโฮโมจีไนส์ (homogenize) รุ่น DIAX 900 ของบริษัท ITS (ประเทศไทย)
2. เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) รุ่น FALCON 6/300 ของบริษัท Labquip International
3. เครื่องวัดพีเอช (pH meter) รุ่น CG842 ของบริษัท Cyantific Production จำกัด
4. เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง (sarrorius) รุ่น AG204 ของบริษัท METLER TOLEDO
5. อ่างน้ำปรับอุณหภูมิ (water bath) รุ่น DIN 40050-ของบริษัท Memmert
6. เดซิเคเตอร์ (desicator)
7. ตู้อบความร้อน (hot air oven) รุ่น FD-53 ของบริษัท Binder 7200
8. เครื่องวัดสี (colorimeter) รุ่น Minotta CR-300
9. เครื่องย่อยโปรตีน (digestionsystem) รุ่น 1007 Digester
10. เครื่องกลั่นไนโตรเจน (distillation unit) รุ่น vapodest 30 ของบริษัท Cyantific Production จำกัด
11. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (soxhlet extraction analyzer) รุ่น BUCHI 810
12. เครื่องวิเคราะห์ค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้ (a_w) ของ Thermoconsatanter
13. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) ของ LLOYD
14. เครื่องวัดค่าความหนืด (viscometer) รุ่น LVDV-II ของ Brookfield
15. เตาเผาอุณหภูมิสูง (hotspot) รุ่น Furnace ของบริษัท Labquip International Limited
16. เตาอบ
17. เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 1 กิโลกรัม
18. เครื่องผสมอาหาร Kitchen aid ประเทศสหรัฐอเมริกา
19. ถ้วยตวง
20. ถุงบีบคุกกี้พร้อมหัวบีบ
21. ช้อนตวง
22. พายยาง
23. ถาดอบ
24. แปรงสำหรับทาเนย
25. พิมพ์สำหรับอบขนมเค้ก
26. เวอร์เนียคาริปเปอร์
27. อุปกรณ์เครื่องแก้วและเคมีภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 การเตรียมเบต้ากลูแคนจากบริวเวอร์ยีสต์ (Brewer's yeast) โดยดัดแปลงมาจากวิธีการของ Suphantharika และคณะ (1997)

3.5.1.1 การเตรียมเซลล์ยีสต์

นำสารละลายของยีสต์ที่ได้ซึ่งมีลักษณะเป็นครีมข้นมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 12 องศาเซลเซียส จากนั้นเทส่วนที่เป็นน้ำด้านบนทิ้ง เก็บส่วนที่เป็นของแข็งบริเวณก้นหลอด นำเอาของแข็งที่เป็นเซลล์ยีสต์ที่ได้มาผสมด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วนของน้ำ : เซลล์ยีสต์เท่ากับ 1 : 3 แล้วทำการปั่นเหวี่ยง 3 ครั้ง เพื่อล้างเซลล์ จนกระทั่งส่วนที่เป็นน้ำด้านบนใส จะได้เซลล์บริวเวอร์ยีสต์เป็นครีมสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งจะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับขั้นตอนการย่อยโดยเอนไซม์ที่อยู่ภายในเซลล์ (autolysed) เพื่อให้ได้ผนังเซลล์ของบริวเวอร์ยีสต์ (brewer's yeast cell wall) ต่อไป

(ก) (ข)

รูปที่ 3.1 เซลล์บริวเวอร์ยีสต์

(ก) เซลล์บริวเวอร์ยีสต์ก่อนทำการล้างเซลล์

(ข) เซลล์บริวเวอร์ยีสต์หลังทำการล้างเซลล์

3.5.1.2 การเตรียมผนังเซลล์ยีสต์

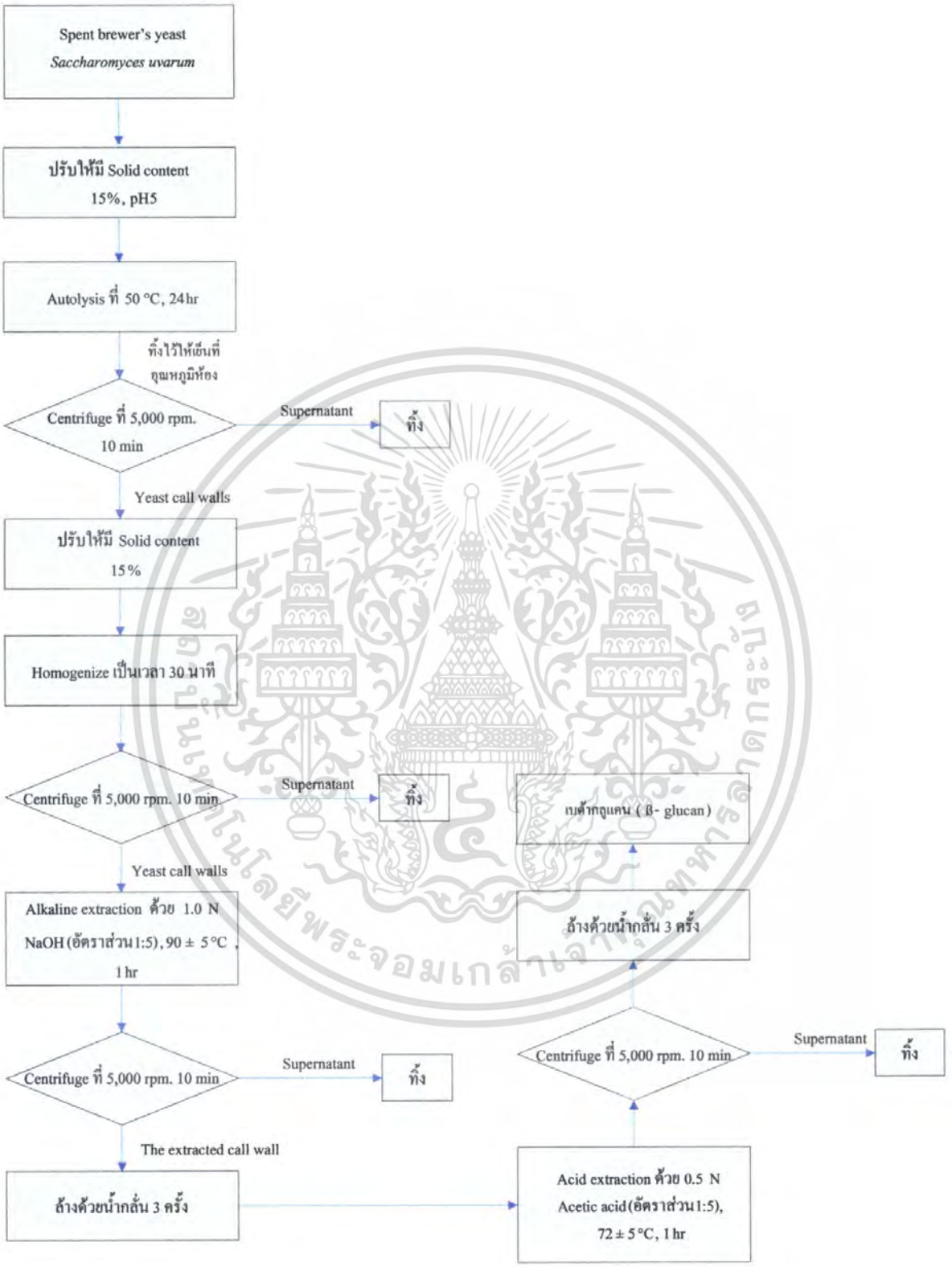
นำเซลล์บริวเวอร์ยีสต์ (ที่ได้จากข้อ 3.4.1.1) มาปรับให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 15 ด้วยน้ำกลั่น นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยกวนสารละลายของยีสต์ตลอดเวลา จากนั้นนำยีสต์ที่ผ่านการย่อยตัวเองแล้วมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที เทน้ำส่วนใสด้านบนทิ้งและเก็บส่วนที่เป็นของแข็ง ซึ่งจะเป็นส่วนของผนังเซลล์ของบริวเวอร์ยีสต์ ซึ่งจะเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1.3 การสกัดเบต้ากลูแคน

นำผนังเซลล์ของบริวเวอร์ยีสต์ มาปรับให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 15 ด้วยน้ำกลั่น นำมาปั่นโดยใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ เพื่อทำให้เซลล์แตกโดยใช้ความเร็วรอบเบอร์ 3 ของเครื่อง เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที นำสารละลายของผนังเซลล์ยีสต์ มาสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 1.0 โมลาร์ ในอัตราส่วนของผนังเซลล์ยีสต์ : สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 1:5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ผสมให้เข้ากันและนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยกวนส่วนผสมตลอดเวลา จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำส่วนผสมไปทำการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แยกส่วนใสทิ้งและนำของแข็งที่ได้มาล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที โดยทำทั้งหมด 3 ครั้ง เพื่อล้างสารละลายด่างออกไป จากนั้นนำผนังเซลล์ของบริวเวอร์ยีสต์ ที่ผ่านการสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้วมาสกัดด้วยสารละลายกรดอะซิติกที่มีความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ทำการผสมและให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในอัตราส่วนของยีสต์ : สารละลายกรดอะซีติกเท่ากับ 1:5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นทำการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แล้วแยกส่วนใสทิ้ง นำของแข็งส่วนที่ได้มาล้างด้วยน้ำกลั่นจำนวน 3 ครั้ง เพื่อล้างสารละลายกรดออกไป จะได้ตะกอนของเบต้ากลูแคนที่มีลักษณะเป็นของครีมข้นหนืดสีน้ำตาลอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แผนผังการเตรียมเบต้ากลูแคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การตรวจสอบคุณภาพของเบต้ากลูแคน

3.5.2.1 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ตามวิธีการของ AOAC (1998)

1. ค่าสี CIE L*, a*, b* โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta CR-300

โดย ค่า L* แสดงค่าความสว่าง / สีขาว (0= สีดำ, 100= สีเทา)

ค่า a* แสดงค่าสีแดง / เขียว (+ = สีแดง ,- = สีเขียว)

ค่า b* แสดงค่าสีเหลือง / น้ำเงิน (+ = สีเหลือง , - = สีน้ำเงิน)

2. ค่าความหนืด โดยใช้เครื่องวัดความหนืดรุ่น LVDV-II ของ Brookfield ใช้เข็มเบอร์ 6 ความเร็วรอบ 70 rpm.

3.5.2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี ตามวิธีการของ AOAC (1998)

1. ปริมาณความชื้น
2. ปริมาณของแข็งทั้งหมด
3. ปริมาณไขมัน
4. ปริมาณโปรตีน
5. ปริมาณเถ้า
6. ค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้ pH meter
7. ปริมาณเบต้ากลูแคน ตามวิธีการของเสาวนีย์ (2545)

3.5.3 การประยุกต์ใช้เบต้ากลูแคนแทนที่เนยสดบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนย

3.5.3.1 การเตรียมตัวอย่างเค้กเนย

เตรียมเค้กโดยวิธีครีมเนย (creaming method) โดยใช้ส่วนผสมดังแสดงในตาราง ที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของเค้กเนยสูตรควบคุม

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)
แป้งเค้กตราพัดโบก	200
เนยสด	150
ผงฟู	8
น้ำตาลทราย	230
เกลือ	1.50
นมข้นจืด	120
ไข่ไก่	150
อีซี 25 เค	20

วิธีทำ

การผสมจะใช้เครื่องผสม Kitchen Aid ® ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้คือ ร่อนแป้งเค้กตราพัดโบกและผงฟูเข้าด้วยกันพักไว้ ตีเนยสด (สูตรควบคุม) หรือเนยสดที่แทนที่ด้วยเบต้ากลูแคนร้อยละ 20 25 และ 30 โดยน้ำหนัก (สูตร BG-20, BG-25 และ BG-30 ตามลำดับ) กับน้ำตาลจนขึ้นฟู แล้วค่อยๆผสมไขไก่ลงไปในส่วนผสม จากนั้นเติมแป้งเค้กที่ร่อนผสมกับผงฟู ครั้งละ 1/3 ส่วน สลับกับนมข้นจืดครั้งละ 1/2 ส่วน ในแต่ละครั้งตีผสมให้พอเข้ากันโดยใช้ความเร็วเบอร์ 1 ของเครื่อง จากนั้นตีส่วนผสมให้ได้แบ็ตเตอร์ที่เข้ากันดี แบ่งแบ็ตเตอร์ลงพิมพ์ขนาด 9.6 x 19 x 6.3 เซนติเมตรที่ทาเนยขาวและรองด้วยกระดาษไข พิมพ์ละ 250 กรัม และอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที เมื่ออบเสร็จแล้วนำเค้กเนยตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติก ปิดสนิทเพื่อรอการตรวจวิเคราะห์ต่อไป

3.5.3.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่

1) ตรวจสอบค่าสีโดยวัดสีของชิ้นเค้กที่ตัดตามขวางของก้อนเค้กด้วยเครื่องวัดสี Minoilta CR-300 วิเคราะห์ค่าสี เป็นค่า L*, a*, b*

2) ตรวจสอบปริมาตรของก้อนเค้ก (volume index) ตามวิธีของ AACC (1983) โดยใช้เวอร์เนียคาริปเปอร์วัดความสูงของชิ้นเค้กรูปสี่เหลี่ยมบริเวณกึ่งกลางด้านทั้งสี่และตรงจุดกึ่งกลาง รวมทั้งหมด 5 ตำแหน่ง นำค่าทั้งหมดมาเฉลี่ย มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

3) วิเคราะห์ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ รุ่น Themocon satanter บริษัท Novasina

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของเค้กเนย

ทำการตรวจสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสูตรต่าง ๆ ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (LLOYD instrument รุ่น TA plus) เพื่อวัดค่าความแน่นเนื้อ (hardness) ค่าการรวมตัวกันภายในของเค้ก (cohesiveness) ค่าการกลับคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิม (springiness) ค่าระดับความเป็นแป้งเปียกที่เกิดขึ้นในตัวเนื้อเค้ก (gumminess) ค่าการเกาะติดผิว (Adhesiveness) โดยใช้หัววัดรูปทรงกระบอก (cylindrical probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร โดยตัดชิ้นเค้กให้มีความหนา 2 เซนติเมตร วัดแรงกระทำของหัววัดที่กด (compression force) ลง ณ จุดกึ่งกลางของชิ้นเค้กด้วยระยะทางร้อยละ 50 ของความหนาของชิ้นเค้ก โดยทำการกด 2 ครั้ง ตรวจสอบตัวอย่างละ 4 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 12.0

3.5.3.3 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของเค้กเนย ตามวิธีการของ AOAC (1998)

1) การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

2) การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 12.0

3.5.3.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสูตรต่าง ๆ

ทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผู้บริโภค โดยเปรียบเทียบกับเค้กเนยสูตรควบคุมในด้านลักษณะปรากฏ สีของเนื้อเค้ก เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เค้กเนย โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน ซึ่งเป็นนักศึกษาของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สจล. จำนวน 30 คน ให้คะแนนแบบ 9-Point hedonic scale มีคะแนนระหว่าง 1-9 โดย 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 12.0

3.5.4 การประยุกต์ใช้เบต้ากลูแคนแทนที่ไขมันบางส่วนในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย

3.5.4.1 การแทนที่เบต้ากลูแคนในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย

ทำการทดลองแทนที่เบต้ากลูแคนที่เตรียมได้จากบริวเวอร์ยีสต์ ลงในคุกกี้เนย โดยใช้เบต้ากลูแคนแทนที่ไขมันในส่วนของมาการีนบางส่วน ในปริมาณร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักมาการีน และทำการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์บัตเตอร์คุกกี้ที่ได้ระหว่างสูตรควบคุม (ตารางที่ 3.2) และสูตรที่ใช้เบต้ากลูแคนแทนที่มาการีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของคุกกี้เนยสูตรควบคุม

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)
แป้งอเนกประสงค์	440
ผงฟู	6.30
เกลือ	1.50
นมข้นจืด	32
มาการีน	260
น้ำตาลป่น	180
ไข่ไก่	50
วานิลา	3

การผสมจะใช้เครื่องผสม Kitchen Aid ® ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้คือ ร่อนแป้ง ผงฟู เกลือเข้าด้วยกันแล้วพักไว้ ตีมาการีน (สูตรควบคุม) หรือมาการีนที่แทนที่ด้วยเบต้ากลูแคนร้อยละ 20 25 และ 30 โดยปริมาตร (สูตร CBG-20 , CBG-25 และ CBG-30 ตามลำดับ) ผสมกับน้ำตาลด้วยเครื่องตีไฟฟ้าจนขึ้นฟูด้วยความเร็วเบอร์ 3 ของเครื่อง เติมไข่ลงไปในส่วนผสมตีให้พอเข้ากันจากนั้นค่อยๆเติมส่วนของแป้งที่ร่อนผสมกับผงฟูและเกลือลงไป ครั้งละ 1/3 ส่วนสลับกับนมข้นจืด จากนั้นเติมวานิลลาผง ตีส่วนผสมให้เข้ากันโดยใช้ความเร็วเบอร์ 1 ของเครื่อง ตักแป้งโดใส่ถุงบีบ บีบลงบนถาดอบที่ทาเนยขาวบาง ๆ ห่างกันประมาณ 2 นิ้ว จะบีบได้คุกกี้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว นำเข้าเตาอบโดยใช้ความร้อนประมาณ 180 °C เวลาเป็น 20 นาที นำออกจากถาดผึ่งให้เย็น

3.5.4.2 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

1) ตรวจสอบค่าสีของเนื้อเค้กด้วยเครื่องวัดสีMinolta CR-300 วิเคราะห์ค่าสีเป็นค่า L*, a*, b*

2) ตรวจสอบการขยายตัวของคุกกี้ (cookies spread) สามารถคำนวณได้จากความกว้าง / ความหนาของชิ้นคุกกี้ (AACC, 1983)

3) ปริมาณไขมัน

4) ปริมาณความชื้น

5) ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ตรวจสอบเนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง)

โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัสของ LLOYD เพื่อวัดความแข็ง (hardness) ณ จุดกึ่งกลางของผลิตภัณฑ์บัตเตอร์คุกกี้ โดยใช้หัวตัดลักษณะเป็นคมมีดที่มีความหนา 1 มิลลิเมตร ความกว้าง 63 มิลลิเมตร ความยาว 100 มิลลิเมตร ที่จุดกึ่งกลางของคุกกี้ในทิศทางตั้งฉากกับผิวหน้าด้านกว้าง อ่านค่าแรงสูงสุดจากกราฟความสัมพันธ์ของแรง (กรัม) และเวลา (วินาที) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 4 ซ้ำ

7) การทดสอบคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนย

ทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผู้บริโภค โดยเปรียบเทียบกับคุกกี้เนยสูตรควบคุมในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ ความกรอบ กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน เป็นนักศึกษาของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สจล. จำนวน 30 คน ให้คะแนนแบบ 9-Point hedonic scale มีคะแนนระหว่าง 1-9 โดย 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 12.0

3.5.4.3 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของคุกกี้เนยในระหว่างการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ

บรรจุคุกกี้เนยแต่ละสูตรในถุงพลาสติกชนิด Poly propyrene ถุงละ 200 กรัม ปิดปากถุงให้สนิทและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) ตรวจสอบคุณภาพของคุกกี้เนยในระหว่างการเก็บรักษาที่ 0 24 48 และ 72 ชั่วโมง โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) วิเคราะห์ปริมาณความชื้น

2) วิเคราะห์ค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้

3) การตรวจสอบเนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง)โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 องค์ประกอบทางเคมีกายภาพของเบต้ากลูแคน

จากการศึกษาการสกัดเบต้ากลูแคน โดยใช้บริวเวอร์ยีสต์ที่มีปริมาณของแข็งร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก พบว่าปริมาณผลผลิตที่สกัดได้คิดเป็นร้อยละ 48.19 และเมื่อนำเอาสารสกัดจากยีสต์ที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณเบต้ากลูแคนพบว่ามีปริมาณคิดเป็นร้อยละ 86 จากนั้นนำเอาเบต้ากลูแคนที่ได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีกายภาพ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

จากการวิเคราะห์พบว่า เบต้ากลูแคนที่สกัดได้จากผนังเซลล์ยีสต์ มีลักษณะเป็นครีมข้นเนื้อละเอียด สีน้ำตาลอ่อน ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และเมื่อนำไปวัดความหนืด พบว่ามีค่าความหนืดเท่ากับ 309.309 เซนติพอยส์ ปริมาณความชื้นร้อยละ 79.54 ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 40 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 3.49 ปริมาณไขมันร้อยละ 1.9 ปริมาณเถ้าร้อยละ 1.52 และมีพีเอชเท่ากับ 6.7

เบต้ากลูแคนที่สกัดได้จากบริวเวอร์ยีสต์มีสีน้ำตาลอ่อน เมื่อนำไปวัดค่าสีพบว่ามีค่า L* a* b* เท่ากับ 50.28 4.10 และ 5.55 ตามลำดับ การที่สีของเบต้ากลูแคนที่ได้มีสีน้ำตาล ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากเป็นเซลล์ยีสต์ที่ได้จากอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ ซึ่งในขั้นตอนของกระบวนการผลิตมีการเติมวัตถุดิบ รวมทั้งสารต่าง ๆ เช่น ข้าวมอลล์ คอกฮอฟ และการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อน้ำหมักก่อนเติมยีสต์ จึงมีผลทำให้เซลล์ยีสต์ดูดซับสารต่าง ๆ ในระหว่างกระบวนการหมัก สารสกัดเบต้ากลูแคนที่ได้จึงมีสีน้ำตาลอ่อน

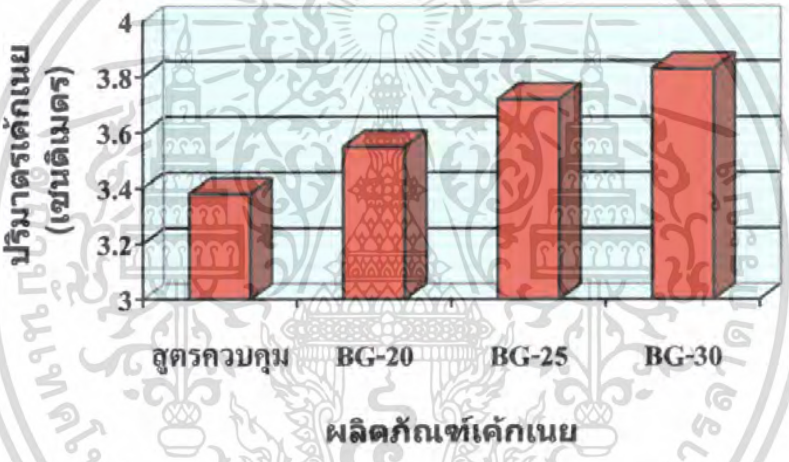
รูปที่ 4.1 เบต้ากลูแคนที่ได้จากการสกัดผนังเซลล์ของบริวเวอร์ยีสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ มีค่า a* เท่ากับ -1.70 -1.44 และ -1.44 ตามลำดับ

สำหรับค่า b* แสดงถึงสีเหลือง / น้ำเงิน (+ = สีเหลือง , - = สีน้ำเงิน) ในสูตรควบคุมมีค่าสีเหลืองเท่ากับ 21.93 แต่เมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่าค่า b* มีแนวโน้มลดลงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ มีค่า b* เท่ากับ 20.27 19.77 และ 19.45 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของค่าสีเมื่อการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเบต้ากลูแคนที่มีสีน้ำตาล เมื่อนำไปแทนที่เนยสดที่มีสีเหลือง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่ได้มีความสว่างลดลง มีค่าสีเขียวและค่าสีเหลืองลดลง



รูปที่ 4.2 ปริมาตรของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (1)

สูตรควบคุม หมายถึงเค้กเนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคน

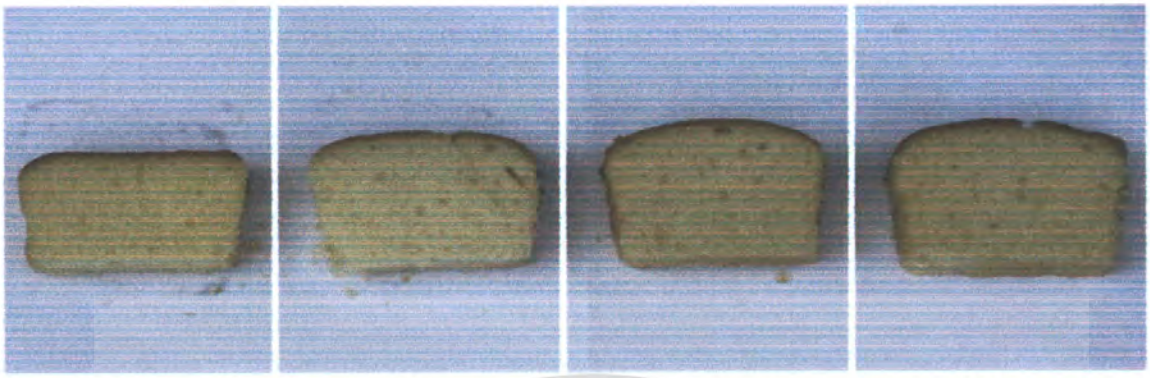
BG – 20 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

จากการวัดปริมาตรของเค้กเนยได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.2 เค้กเนยสูตรควบคุมมีปริมาตรเท่ากับ 3.38 เซนติเมตร เมื่อแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่าการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนในระดับการแทนที่เพิ่มขึ้น ปริมาตรของเค้กมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จาก 3.38 เป็น 3.83 ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการเพิ่มเบต้ากลูแคนในระดับที่สูงขึ้น ทำให้ความข้นหนืดของแบ็ตเตอร์ (batter) สูงขึ้น ส่งผลทำให้สามารถอุ้มหรือรักษาอากาศได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค) (ง)

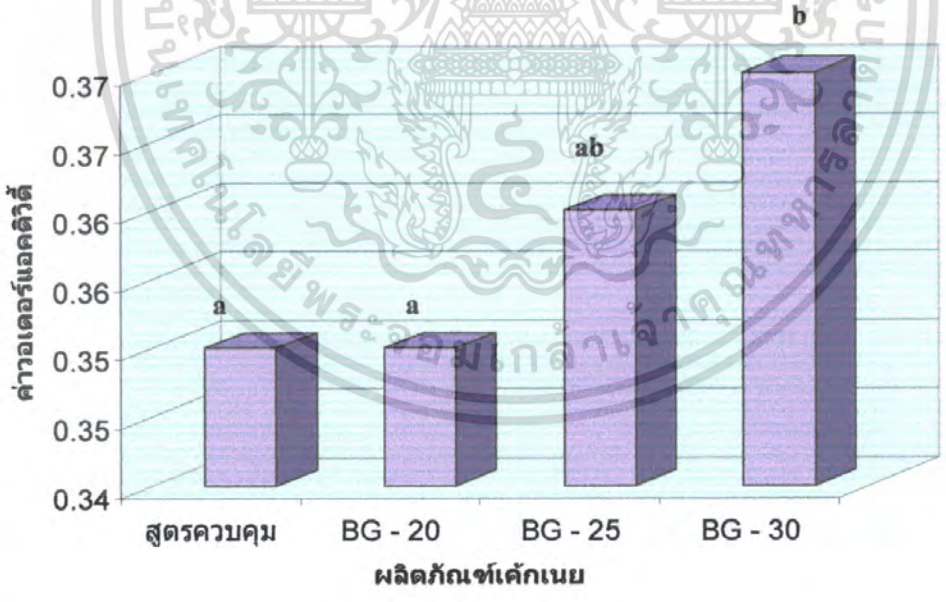
รูปที่ 4.3 ปริมาตรเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (2)

(ก) สูตรควบคุม หมายถึงเค้กเนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคน

(ข) BG – 20 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

(ค) BG – 25 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

(ง) BG – 30 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30



รูปที่ 4.4 ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

สูตรควบคุม หมายถึงเค้กเนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวัดค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้ของผลิตภัณฑ์เค้กเนยได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.4 พบว่าในสูตรควบคุมมีค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้เท่ากับ 0.3559 แต่เมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่าค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้ของเค้กเนยมีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.3524 0.3639 และ 0.3729 ตามลำดับ และเค้กเนยสูตร BG – 20 และ BG – 25 มีค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p > 0.05$) แต่เค้กเนยสูตร BG-30 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสูตรควบคุมและสูตร BG – 20 การที่ค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้ของเค้กเนยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการแทนที่ด้วยเบต้ากลูแคนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีรายงานการศึกษาว่าเบต้ากลูแคนมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ทำให้ความสามารถในการจับกับน้ำในส่วนผสมได้ดีขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์เค้กเนยมากขึ้น (Thammakiti และคณะ, 2004)

ตารางที่ 4.3 ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

คุณลักษณะ	ตัวอย่างเค้ก			
	สูตรควบคุม	BG - 20	BG - 25	BG - 30
Hardness (N)	1.5850^{c}	1.8200^{bc}	1.9000^{b}	2.2600^{a}
Cohesiveness	0.1900^{a}	0.1250^{b}	0.1450^{b}	0.1450^{b}
Springiness (mm)	3.7400^{a}	3.7600^{a}	3.7800^{a}	3.8100^{a}
Gumminess (gf)	30.1950^{a}	33.9150^{a}	27.5300^{ab}	23.3000^{b}
Adhesiveness (kgf.mm)	0.2150^{a}	0.1200^{b}	0.0750^{b}	0.0750^{b}

a-c อักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึงเค้กเนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

จากผลการทดลองพบว่าค่าความแน่นเนื้อ (hardness) ของเค้กเนยสูตรควบคุมมีค่าเท่ากับ 1.5850 นิวตัน แต่เมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่าค่าความแน่นเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนเพิ่มขึ้น โดยมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 1.8200 1.9000 และ 2.2600 นิวตัน ตามลำดับ ค่าความแน่นเนื้อของเค้ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนยสูตร BG-20 และ BG-25 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างจากสูตร BG-30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าการรวมตัวกันภายในของเค้ก (cohesiveness) ในสูตรควบคุมมีค่า cohesiveness เท่ากับ 0.1900 แต่เมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่าค่า cohesiveness มีค่าเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) กล่าวคือมีค่า cohesiveness เท่ากับ 0.1250 0.1450และ 0.1450 ตามลำดับ และเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ค่าการกลับคืนสู่ขนาดและรูปร่างเดิมของเนื้อเค้ก (springiness)ในสูตรควบคุมมีค่า springiness เท่ากับ 3.7400 และเมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่าค่า springiness มีค่าเพิ่มขึ้นและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรควบคุม ($p \geq 0.05$) กล่าวคือมีค่า springiness เท่ากับ 3.7600 3.7800 และ 3.8100 ตามลำดับ

ค่าระดับความเป็นแป้งเปียกที่เกิดขึ้นในตัวเนื้อเค้ก (gumminess) ในสูตรควบคุมมีค่า gumminess เท่ากับ 30.1950 และเมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่ามีค่า gumminess มีแนวโน้มลดลงเท่ากับ 33.9150 27.5300 และ 23.3000 ตามลำดับ แต่ค่า gumminess ของเค้กเนยสูตร BG-20 และ BG-25 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรควบคุม ($p \geq 0.05$) เค้กเนยสูตร BG-30 มีค่า gumminess สูงสุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากเค้กเนยสูตรอื่น ๆ ($p \leq 0.05$)

ค่าการเกาะติดผิว (Adhesiveness) ในสูตรควบคุมมีค่า Adhesiveness เท่ากับ 0.2150 แต่เมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่าค่า Adhesiveness มีแนวโน้มลดลงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) กล่าวคือมีค่า Adhesiveness เท่ากับ 0.1200 0.0750 และ 0.0750 ตามลำดับ และพบว่าสูตรที่มีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

4.2.2 ศึกษาคุณภาพทางเคมีของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของตัวอย่างเค้กสูตรต่างๆ ได้แก่ ปริมาณความชื้น และปริมาณไขมัน ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ปริมาณ ความชื้นและปริมาณไขมันของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ตัวอย่างเค้ก	ปริมาณความชื้น	ปริมาณไขมัน
สูตรควบคุม	21.11^{b}	17.08^{a}
BG - 20	21.12^{b}	15.18^{b}
BG - 25	21.43^{ab}	13.11^{c}
BG - 30	21.90^{a}	12.00^{c}

a-c อักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึงเค้กเนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของเนื้อเค้กได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าสูตรควบคุมมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 21.11 แต่เมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่าปริมาณความชื้นของเนื้อเค้กมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 21.12 21.43 และ 21.90 ตามลำดับ เค้กเนยสูตร BG – 20 และ BG - 25 พบว่าปริมาณความชื้นไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสูตรควบคุม ($p>0.05$) แต่เค้กเนยสูตร BG 30 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถติจากสูตรควบคุมและสูตร BG – 20 แสดงให้เห็นว่าการเติมเบต้ากลูแคนมากกว่าร้อยละ 25 มีผลทำให้ปริมาณความชื้นแตกต่างจากสูตรควบคุม ทั้งนี้เป็นผลมาจากการใช้เบต้ากลูแคนที่แทนที่ไขมันบางส่วนทำให้เพิ่มคุณสมบัติในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์เค้กเนยจึงเพิ่มขึ้นตามระดับการแทนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้ที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน

จากการวิเคราะห์ไขมันในในตัวอย่างเบต้ากลูแคน พบว่ามีปริมาณไขมันเป็นองค์ประกอบร้อยละ 1.9 ซึ่งต่ำกว่าเนยสดที่มีไขมันถึงร้อยละ 80 ดังนั้นเมื่อแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยในระดับที่เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่ได้มีปริมาณไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยพบว่าสูตรควบคุมมีปริมาณไขมันเท่ากับ 17.08 และเค้กเนยสูตร BG – 20 BG - 25 และ BG – 30 มีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 15.18 13.11 และ 12.00 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กเนยสูตรต่าง ๆ

ผลการทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของของผู้ทดสอบ โดยทำการประเมินความชอบของของเค้กเนยสูตรต่าง ๆ ในด้านลักษณะปรากฏ สีของเนื้อ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยใช้แบบทดสอบแบบ 9-Point hedonic scale ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสของเค้กเนยสูตรต่าง ๆ

ตัวอย่างเค้ก	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อ	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
สูตรควบคุม	8.06[a]	7.80[a]	7.96[a]	8.30[a]	8.26[a]
BG – 20	7.26[b]	6.86[b]	7.16[b]	7.36[b]	7.40[b]
BG – 25	7.13[b]	6.83[b]	6.70[b]	7.10[b]	7.16[b]
BG – 30	5.80[c]	5.80[c]	6.00[c]	6.36[c]	6.23[c]

a-c อักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึงเค้กเนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

จากผลการทดสอบพบว่า ลักษณะปรากฏของเค้กเนยในสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบเท่ากับ 8.06 แต่เมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่ามีคะแนนความชอบลดลงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตรควบคุม ($p < 0.05$) กล่าวคือมีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏเท่ากับ 7.26 7.13 และ 5.80 ตามลำดับ และพบว่าเค้กเนยสูตร BG-20 และ BG-25 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่เค้กเนยสูตร BG-30 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตร BG-20 และ BG-25 ($p \leq 0.05$) การให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏลดลง เมื่อแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เค้กเนยมีความสม่ำเสมอของขนาดเซลล์ต่อย ๆ ลดลง ส่งผลทำให้เนื้อเค้กหยาบมากขึ้น ลักษณะปรากฏจึงมีคะแนนความชอบลดลง

สีของเนื้อเค้ก ในสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบเท่ากัน 7.80 แต่เมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่ามีคะแนนความชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) กล่าวคือมีคะแนนความชอบด้านสีของเนื้อเค้กเท่ากับ 6.86 6.83 และ 5.80 ตามลำดับ และพบว่าเค้กเนยสูตร BG-20 และ BG-25 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่แตกต่างจากเค้กเนยสูตร BG-30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คะแนนความชอบทางด้านสีของเนื้อเค้กมีค่าลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการแทนที่เนยสดด้วยเบต้ากลูแคนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น เนื้อเค้กมีสีอ่อนลง ซึ่งสอดคล้องกับค่า b* ซึ่งเป็นค่าแสดงถึงสีเหลืองมีค่าลดลงเมื่อปริมาณของเบต้ากลูแคนในส่วนผสมของเค้กเนยเพิ่มขึ้น

การทดสอบความชอบด้านเนื้อสัมผัสของเนื้อเค้ก พบว่าการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด มีผลทำให้คะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กล่าวคือมีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.16 6.70 และ 6.00 ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรควบคุม ซึ่งมีคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสเท่ากับ 7.96 และพบว่าเค้กเนยสูตร BG-20 และ BG-25 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่เค้กเนยสูตร BG-30 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสูตรควบคุม สูตร BG-20 และ BG-25 ($p \leq 0.05$) เนื่องจากหน้าที่ของไขมันในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เค้ก คือป้องกันการจับตัวของกลูเต็นในขณะที่ทำการผสม ไขมันจะห่อหุ้มกลูเต็น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความอ่อนนุ่ม (องุ่น, 2528) ดังนั้นการลดปริมาณของไขมันในส่วนผสม จึงมีผลทำให้เนื้อเค้กที่ได้มีเนื้อหยาบมากขึ้น

นอกจากนี้การลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ ส่งผลทำให้คะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสของเค้กเนยในสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบเท่ากับ 8.30 แต่เมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่ามีคะแนนความชอบลดลง กล่าวคือมีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.36 7.10 และ 6.36 ตามลำดับ การที่คะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสของเนื้อเค้กลดลง เนื่องจากเบต้ากลูแคนไม่มีคุณสมบัติทางด้านกลิ่นรสเหมือนกับเนยสด ซึ่งเป็นไขมันที่ให้กลิ่นรสดีที่สุด จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนนั้นขาดกลิ่นรส และความกลมกล่อมจ จึงส่งผลให้คะแนนความชอบลดลงตามปริมาณของเบต้ากลูแคนที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเค้กเนยสูตร BG-20 และ BG-25 ก็ยังได้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบในระดับปานกลาง

เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวมของเค้กเนยสูตรต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับเค้กเนยสูตรควบคุม พบว่าเค้กเนยสูตร BG-20 มีคะแนนความชอบสูงที่สุดในผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่มีการแทนที่ไขมันด้วยเบต้ากลูแคนอยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.40 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเค้กเนยสูตร BG-25 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของความชอบเท่ากับ 7.16 แสดงว่าผู้ทดสอบยอมรับเค้กเนยทั้งสองสูตร ถึงแม้ว่าเค้กเนยสูตร BG-25 จะมีคะแนนความชอบทางคุณลักษณะอื่น ๆ น้อยกว่า BG-20 แต่เนื่องจากคุณประโยชน์ของเบต้ากลูแคนที่มีการรายงานถึง ดังนั้นเค้กเนยสูตร BG-25 จึงน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์เค้กเนยได้มากในขณะที่คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การประยุกต์ใช้เบต้ากลูแคนแทนที่ไขมันบางส่วนในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนย

การศึกษาผลของการใช้เบต้ากลูแคนแทนที่มาการีนในส่วนผสมของคุกกี้เนย โดยแปรความเข้มข้นของเบต้ากลูแคนแทนที่ไขมันในส่วนผสมเป็นร้อยละ 20 25 และ 30 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่าง ๆ ดังนี้

4.3.1 คุณภาพทางเคมีกายภาพของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

จากการศึกษาผลของเบต้ากลูแคนที่ใช้แทนที่มาการีนบางส่วนในการผลิตคุกกี้เนย โดยเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ซึ่งผลจากการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพของคุกกี้เนย ได้แก่ การวัดค่าสี การขยายตัวของคุกกี้ ปริมาณไขมัน ค่าความชื้น ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ค่าความแข็งของคุกกี้ และคุณภาพการยอมรับทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.6 รูปที่ 4.5 4.6 4.7 4.8 4.9 4.10 และตารางที่ 4.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ค่าสีของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ตัวอย่างคุกกี้	ค่าสี CIE		
	L*	a*	b*
สูตรควบคุม	74.48[a]	2.50[a]	20.64[a]
CBG - 20	73.02[b]	2.18[b]	20.02[b]
CBG - 25	72.16[c]	2.14[b]	18.27[c]
CBG - 30	71.68[c]	2.13[c]	17.34[d]

a-d อักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

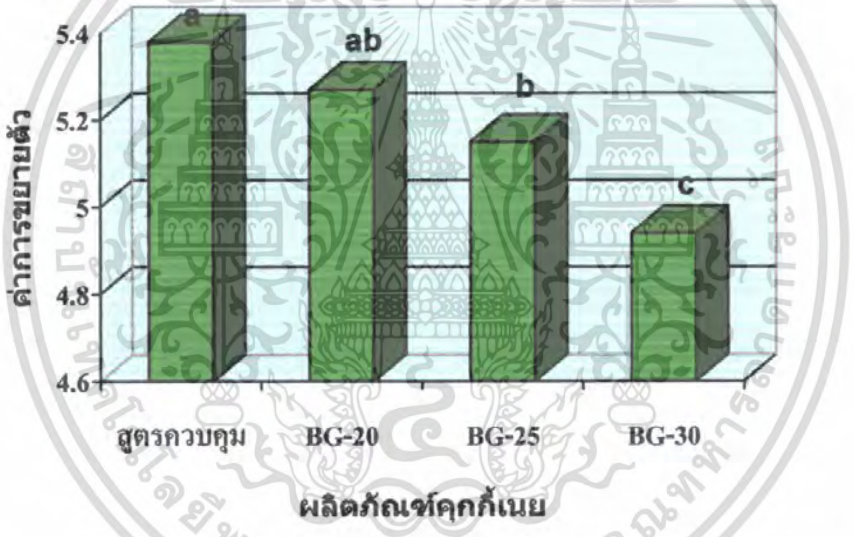
BG – 30 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

จากการวัดค่าสีของคุกกี้เนยได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่าค่า L* ในสูตรควบคุมมีค่าเท่ากับ 74.48 แต่เมื่อแทนที่ มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนในระดับที่สูงขึ้น มีผลทำให้ค่า L* ของคุกกี้เมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยคุกกี้เนยสูตร CBG-20 CBG-25 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CBG-30 มีค่า L* เท่ากับ 73.02 72.16 และ 71.68 ตามลำดับ สำหรับค่า a* พบว่า ในสูตรควบคุมมีค่า a* เท่ากับ 2.50 แต่เมื่อมีการแทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 โดยน้ำหนักมาการีน ค่า a* มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ มีค่า a* เท่ากับ 2.18 2.14 และ 2.13 ตามลำดับ และค่า b* ในสูตรควบคุมมีค่าเท่ากับ 20.64 เมื่อแทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 โดยน้ำหนักมาการีน พบว่าค่า b* มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เช่นเดียวกับค่า L* และค่า a* กล่าวคือ มีค่า b* เท่ากับ 20.02 18.27 และ 17.34 ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของค่าสี L* a* b* ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ลดลง เมื่อมีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน อาจมีสาเหตุมาจากการลดปริมาณของมาการีนซึ่งมีสีเหลืองเข้ม ในสูตรของคุกกี้ ส่งผลทำให้สีของเนื้อคุกกี้มีสีที่อ่อนลงตามปริมาณของการแทนที่ด้วยเบต้ากลูแคน



รูปที่ 4.5 ค่าการขยายตัวของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนความเข้มข้นต่าง ๆ

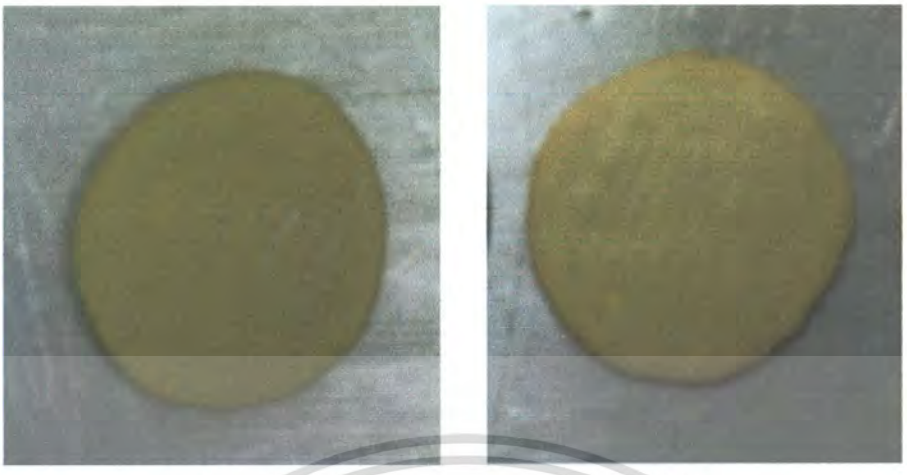
สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

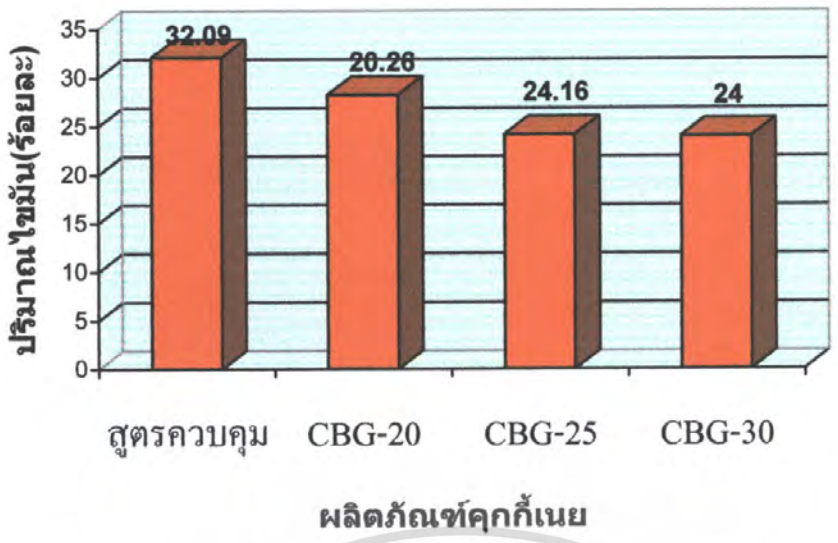


(ก) (ข)

รูปที่ 4.6 ลักษณะโดของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนร้อยละ 20
(ก) ลักษณะโดของคุกกี้ก่อนอบ
(ข) ลักษณะของคุกกี้หลังอบ

จากการวัดค่าการขยายตัวของคุกกี้เนยได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.5 พบว่า ค่าการขยายตัวของคุกกี้เนยทุกตัวอย่างที่แทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คุกกี้เนยที่เติมเบต้ากลูแคนแทนที่มาการีนร้อยละ 20 ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสูตรควบคุม ในขณะที่การแทนที่เบต้ากลูแคนร้อยละ 25-30ให้ผลแตกต่างกับสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการศึกษาพบว่าคุกกี้ที่เติมเบต้ากลูแคนในปริมาณที่มากขึ้นจะมีลายดอกที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งเป็นผลเนื่องจากคุกกี้มีการขยายตัวได้น้อยลง อาจเป็นเพราะคุณสมบัติของเบต้ากลูแคนที่สามารถรวมตัวกับน้ำได้ดี (WHC) ทำให้โด (dough) มีลักษณะแข็งกว่าสูตรที่มีไขมันปริมาณมาก จึงมีผลทำให้โดขยายตัวได้น้อยลง (รูปที่ 4.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



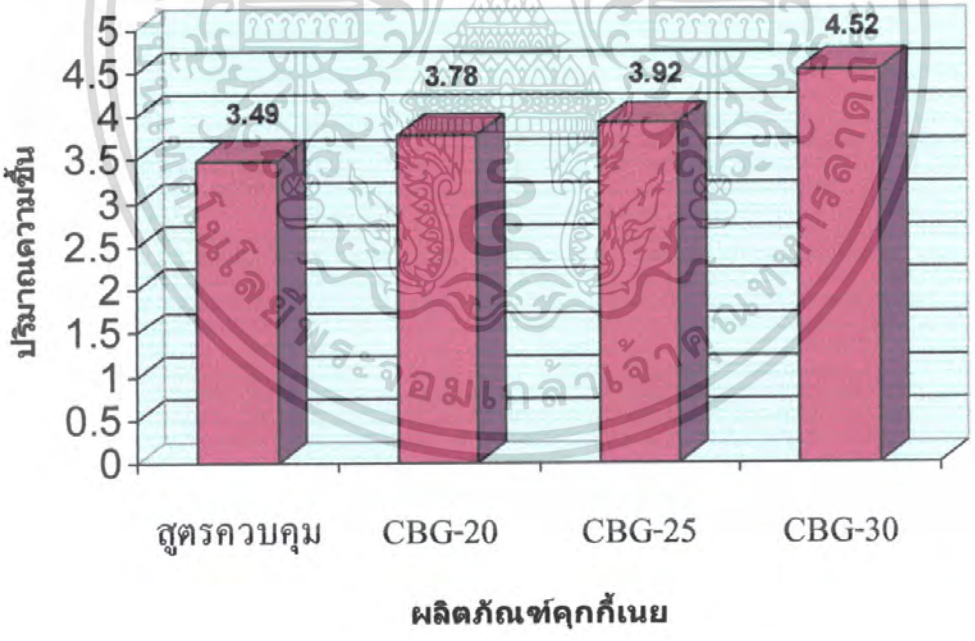
รูปที่ 4.7 ปริมาณไขมันของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30



รูปที่ 4.8 ปริมาณความชื้นของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

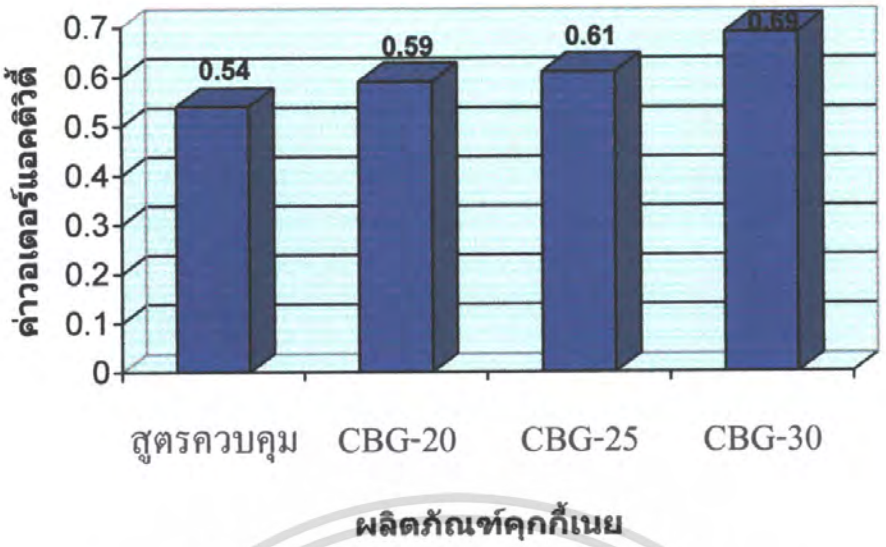
สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



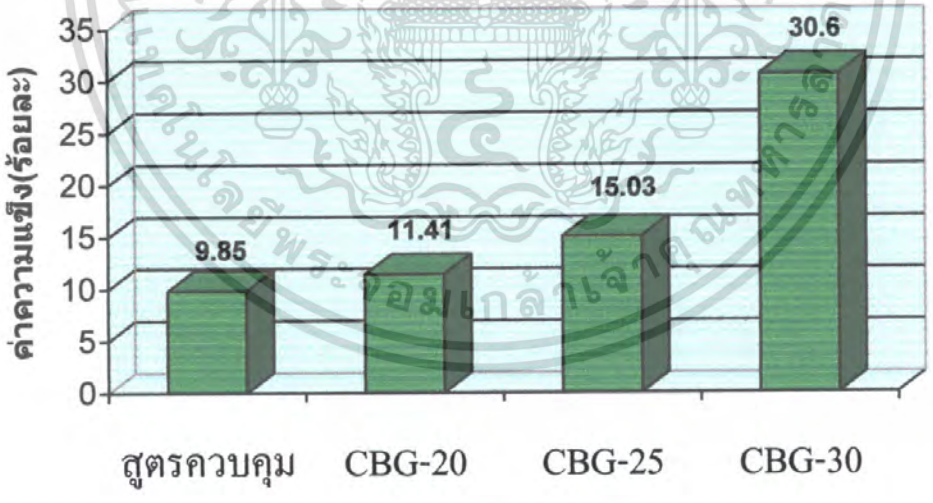
รูปที่ 4.9 ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ ของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30



รูปที่ 4.10 ค่าความแข็งของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันของคุกกี้เนย (รูปที่ 4.7)พบว่าปริมาณไขมันของคุกกี้เนยมีแนวโน้มลดลงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ มีปริมาณไขมันเท่ากับ 28.26 24.16 และ 24.00 ตามลำดับ ในขณะที่สูตรควบคุมมีปริมาณไขมันเท่ากับร้อยละ 32.09 ทั้งนี้เนื่องจากมาการีนมีส่วนประกอบของไขมันปาล์ม มะพร้าว หรือถั่วเหลือง ปรุงแต่งสีธรรมชาติที่เป็นวิตามินและกลิ่นรส เพื่อให้คล้ายเนย (http:// www.foodandbakery.com) ดังนั้นเมื่อลดปริมาณมาการีนโดยแทนที่ด้วย เบต้ากลูแคนซึ่งมีไขมันเป็นส่วนประกอบร้อยละ 1.92 จึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยที่ได้มีปริมาณไขมันลดลง

สำหรับปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ของคุกกี้เนย (รูปที่ 4.8 และ 4.9) พบว่าปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ของคุกกี้เนย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น กล่าวคือ มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 3.78 3.92 และ 4.52 ตามลำดับ และมีค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้เท่ากับ 0.59 0.61 และ 0.69 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุมซึ่งมีปริมาณความชื้นร้อยละ 3.49 และค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้เท่ากับ0.54 ทั้งนี้เป็นผลมาจากการใช้เบต้ากลูแคนที่แทนที่มาการีน ทำให้เพิ่มคุณสมบัติในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ ทำให้โมเลกุลของน้ำอยู่ในคุกกี้หลังอบมากขึ้น ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยจึงเพิ่มขึ้นตามระดับการแทนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน

ผลการตรวจวัดค่าความแข็งโดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (รูปที่ 4.10) พบว่าคุกกี้เนยที่เติมเบต้ากลูแคนจะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น โดยคุกกี้ที่เติมเบต้ากลูแคนร้อยละ 20 ให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับสูตรควบคุม ในขณะที่การเติมเบต้ากลูแคนในตั้งแต่ร้อยละ 25-30 พบว่ามีความแตกต่างกับสูตรควบคุมและสูตรที่เติมเบต้ากลูแคนร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การที่ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการเติมเบต้ากลูแคนเพิ่มขึ้นทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณไขมันที่ลดลงในส่วนผสม จึงมีผลทำให้สักษณะของโดที่แห้ง คุกกี้ที่ได้หลังอบจึงมีความแข็งเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ตัวอย่างคุกกี้	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
สูตรควบคุม	7.33[a]	7.10[a]	7.03[a]	7.06[a]	7.50[a]
CBG - 20	6.96[a]	7.36[a]	7.26[a]	6.96[a]	7.20[a]
CBG - 25	6.03[b]	6.23[b]	5.80[b]	6.03[b]	6.26[b]
CBG - 30	5.96[b]	6.03[b]	5.50[b]	6.00[b]	6.10[b]

a-c อักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

CBG – 20 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

CBG – 25 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

CBG – 30 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

รูปที่ 4.11 คุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนร้อยละ 20

คุกกี้ที่เติมเบต้ากลูแคนมีคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ ความกรอบ กลิ่นรสและความชอบโดยรวมลดลง ตามปริมาณของเบต้ากลูแคนที่เพิ่มขึ้น จากการวิจารณ์ทางด้านคุณสมบัติพบว่าคุกกี้สูตรควบคุมและสูตร CBG-20 จะให้คุกกี้ที่มีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p > 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มเบต้ากลูแคนเป็นร้อยละ 25-30 พบว่าตัวอย่างคุกกี้มีคุณลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านประสาทสัมผัสแตกต่างจาก สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเพิ่มปริมาณเบต้ากลูแคนในส่วนผสมที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณไขมันในส่วนผสมของคุกกี้ลดลง ซึ่งจะส่งผลถึงลักษณะปรากฏของคุกกี้ที่ลดลงเนื่องจากคุกกี้มีลักษณะที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน นอกจากนี้คะแนนความชอบ รสชาติ และกลิ่นรส ของคุกกี้ที่ลดลงอาจเนื่องจากเบต้ากลูแคนไม่มีคุณสมบัติทางด้านกลิ่นรสเหมือนกับไขมันซึ่งจะให้กลิ่นรสที่ดี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนนั้นขาดกลิ่นรสและความกลมกล่อม

ความชอบโดยรวมในสูตรควบคุมมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 7.50 แต่เมื่อมีการแทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนลงไปร้อยละ 20 25 และ 30 ของน้ำหนักเนยสด พบว่ามีคะแนนการยอมรับลดลงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) กล่าวคือมีคะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะปรากฏเท่ากับ 7.20 6.26 และ 6.10 ตามลำดับ พบว่าคุกกี้เนยสูตร CBG-20 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากสูตรควบคุม ($p \geq 0.05$) หรือกล่าวได้ว่าคุกกี้เนยสูตร CBG-20 ได้รับการยอมรับเทียบเท่ากับสูตรควบคุม และคุกกี้เนยสูตร CBG-25 และ BG-30 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจากสูตรควบคุมและสูตร CBG-20 ($p \leq 0.05$) แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (รูปที่ 4.11) คะแนนการยอมรับทางด้านความชอบโดยรวมของคุกกี้เนยลดลง ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะปรากฏ สีของเนื้อ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส ได้การยอมรับลดลง

4.3.2 การศึกษาคุณภาพของคุกกี้เนยแทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนในระหว่างการเก็บรักษา

บรรจุคุกกี้เนยแต่ละสูตรในถุงพลาสติกชนิด Poly propyrene (PP) ขนาด 4 ½ x 7 นิ้ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทำการตรวจสอบคุณภาพของคุกกี้เนยในระหว่างการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 0 24 48 และ 72 ชั่วโมง ได้แก่ ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ และค่าความแข็งของคุกกี้เนย ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.8 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ปริมาณความชื้นของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ในระหว่างการเก็บรักษา

ตัวอย่างคุกกี้ / ชั่วโมง	ค่าปริมาณความชื้นในการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ร้อยละ)			
	0	24	48	72
สูตรควบคุม	3.49^{d}	3.70^{c}	3.92^{b}	4.12^{a}
CBG - 20	3.78^{d}	4.12^{c}	4.28^{b}	4.50^{a}
CBG - 25	3.92^{d}	4.23^{c}	4.58^{b}	4.73^{a}
CBG - 30	4.52^{d}	4.85^{c}	5.15^{b}	5.63^{a}

a-d อักษรต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

CBG – 20 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

CBG – 25 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

CBG – 30 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของคุกกี้เนย ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8 พบว่าปริมาณความชื้นของคุกกี้เนยทุกสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเก็บที่ 72 ชั่วโมง คุกกี้ที่สูตรควบคุม CBG-20 CBG-25 และ CBG-30 มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจาก 0 ชั่วโมง เป็น 0.63 0.72 0.80 และ 1.11 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุกกี้สูตรที่เติมเบต้ากลูแคนสามารถดูดซับความชื้นได้ดีกว่าสูตรควบคุม จึงมีผลทำให้ปริมาณความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ในระหว่างการเก็บรักษา

ตัวอย่างคุกกี้ / ชั่วโมง	ค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้ในการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ร้อยละ)			
	0	24	48	72
สูตรควบคุม	0.57 [b]	0.58 [a]	0.60 [a]	0.61 [a]
CBG - 20	0.59 [d]	0.60 [c]	0.61 [b]	0.64 [a]
CBG - 25	0.61 [c]	0.62 [c]	0.64 [b]	0.68 [a]
CBG - 30	0.65 [c]	0.70 [b]	0.71 [b]	0.73 [a]

a-d อักษรต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

CBG – 20 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

CBG – 25 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

CBG – 30 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

จากการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ของคุกกี้เนย ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.9 พบว่าค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้ของคุกกี้เนยทุกสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น โดยคุกกี้สูตรควบคุม สูตร CBG-20 CBG-25 และ CBG-30 มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้เพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 0.04 0.05 0.07 และ 0.08 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุกกี้สูตรที่เติมเบต้ากลูแคนสามารถดูดซับความชื้นได้ดีกว่าสูตรควบคุม จึงมีผลทำให้ปริมาณค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้มีค่าเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ค่าความแข็ง (Hardness) ของคุกกี้เนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ตัวอย่างคุกกี้ / ชั่วโมง	ค่าความแข็งในการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ (ร้อยละ)			
	0	24	48	72
สูตรควบคุม	9.8450[a]	12.4250[a]	13.1950[a]	13.4000[a]
CBG - 20	11.4100[a]	12.9650[a]	13.3350[a]	13.4950[a]
CBG - 25	15.0350[b]	16.1350[b]	14.3950[b]	19.7000[a]
CBG - 30	30.6000[b]	31.4850[b]	34.6350[a]	36.4600[a]

a-d อักษรต่างกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

CBG – 20 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

CBG – 25 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

CBG – 30 หมายถึงคุกกี้เนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

ผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งของคุกกี้เนย ในระหว่างการเก็บรักษานเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 4.10 ค่าความแข็งของคุกกี้ทุกสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จากผลการวิจารณ์ทางสถิติพบว่าเมื่อระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น จาก 0 ชั่วโมง เป็น 72 ชั่วโมง คุกกี้สูตรควบคุมและสูตร CBG-20 มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในขณะที่คุกกี้สูตร CBG-25 ค่าความแข็งเริ่มมีความแตกต่างที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 72 ชั่วโมงและคุกกี้สูตร CBG-30 ค่าความแข็งมีความแตกต่างกันตั้งแต่การเก็บรักษาที่ 48 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าการเติมเบต้ากลูแคนในปริมาณที่มากขึ้นมีผลต่อการดูดซับความชื้นได้เร็วขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการสกัดเบต้ากลูแคนจากบริวเวอร์ยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces varumr* พบว่ามีปริมาณผลผลิตที่สกัดได้คิดเป็นร้อยละ 48.19 และเมื่อนำเอาสารสกัดจากยีสต์ที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณเบต้ากลูแคนพบว่า มีปริมาณเบต้ากลูแคนคิดเป็นร้อยละ 86 ซึ่งมีลักษณะเป็นครีมข้นเนื้อละเอียด สีน้ำตาลอ่อน มีค่าความหนืดเท่ากับ 309.309 เซนติพอยส์ ปริมาณโปรตีนร้อยละ 3.49 และปริมาณไขมันร้อยละ 1.9

จากการศึกษาผลของการใช้เบต้ากลูแคนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยและคุกกี้เนย เพื่อลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ มีผลทำให้คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ รวมทั้งคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป การเพิ่มเบต้ากลูแคนแทนที่ไขมันบางส่วนในส่วนผสมเค้กเนยไม่เกินร้อยละ 25 จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับจากผู้ทดสอบ และผลิตภัณฑ์ได้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น เค้กเนยที่ได้มีปริมาณไขมันร้อยละ 13.11 ในขณะที่สูตรควบคุมมีปริมาณไขมันร้อยละ 17.08 การเติมเบต้ากลูแคนในส่วนผสมของคุกกี้เนยมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการขยายตัวลดลงและมีความแข็งเพิ่มขึ้น โดยปริมาณการแทนที่มาการีนในส่วนผสมที่เหมาะสมไม่ควรเกินร้อยละ 20 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมและคุกกี้ที่ได้มีปริมาณไขมันร้อยละ 28.26 ในขณะที่สูตรควบคุมมีปริมาณไขมันร้อยละ 32.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. เบเกอรี่และเทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2535. หลักการประกอบอาหาร. ทฤษฎีอาหารเล่ม 1. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เสาวนีย์ ธรรมกิตติ. 2545. การเตรียมเบต้ากลูแคนจากยีสต์ที่ใช้แล้วในอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยมหิดล.

องุ่น คาราวิโรจน์. 2528. เบเกอรี่และอาหารนานาชาติ. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิยาเขตพระนครใต้.

AACC. 1983. Approved method of American Association of Cereal Chemists. American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, MN.

AOAC. 1998. Official methods of analysis (17th ed.), Association of Official Analytical Chemists,Washington, DC.

Cleveland, M.A., Erickson, R.R., Brown, S.C. and Gee, D.L. 2007. Benefat is a Successful Partial Fat Substitute in Chololate Cake. Journal of the American Dietic Association. 107(8) : A74.

Devaraja, T.N., Otta, S.K., Shubha, G., Karunasagar Indrani., Tauro P. and Karunasagar, Iddya. 1998. Immunostimulation of shrimp through oral administration of Vibio bacterin and yeast glucan: In proceedings to the special session on shrimp biotechnology 5th asian fisheries forum. Chiengmai, Thailand.

Donzis, BA. 1996. Substantially purified beta (1,3) finely ground yeast cell wall glucan composition with dermatological and nutritional: US Patent 5,576,015. Nov 19

Griswold, R.M. 1962. The experimental Study of food. Boston : Mass.

Haines, R. G. 1968. Food preparation for hotels, restaurant and cafeterias. American Technical Sotiety.

Hong, Z., Mann, P., Shaw, KJ. and Didomenico, B. 1994. Analysis of β-Glucans and chitin in a Saccharomyces cerevisiae cell wall muyant using high-performance liquid chromatography: Yeast., 10 : 1083-1092.

Jacob, J. and Leelavethi, K. 2006. Effect of fat-type on cookies dough and cookies quality., Journal of Food Engineering., 79(1) : 299-305.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jamas, S., Easson, D.D. and Ostroff, G.R. 1996. Use of aqueous soluble glucan preparation to stimulate platelet production: US Patent 5,532,223. Jul 2

Kollar, R ., Reinhold, B.B., Petrakova, E., Ashwell, G. and Drgonova, J. 1997. Architecture of the yeast cell wall. Journal Biol Chem., 272(28): 17762-17775.

Line back. 1983. Food carbohydrates. AVI Publishing Company, Inc. Westport.

Lipke, P.N. and Ovalle, R. 1998. Cell wall architecture in yeast. Journal Bacteriol., 180(15) : 3735-3740.

Mansell, P.W.A., Ichinose, H., Reed, RJ., Krements, E.T., Mcnamee, R.B. and Di Luzio, N.R. 1975. Macrophage medicated destructionof human malignant cell in Vivo: Journal of National Cancer Institute., 54 : 571-580.

Matz, S.A. 1978. Cookies and cracker technology. 2nd ed. USA. AVI.Publishing Company, Inc. Westport.

McMurrough, L. and Rose, A.H. 1967. Effect of growth rate and substrate limitation on the composition and structure of cell wall of *Saccharomyces cerevisae*. Biochem J. 105: 189-203.

Power, L., Williams, C., Fremont, J., Gupta, N., Samuel, L. and Navder, K.P. 2007. Effec t of Tofu as a fat replacer on texture of shortened cakes. Journal of American Dietetic Association., 107(8) : A74.

Reed, G. and Nagodawithana, T.W. 1991. Yeast Technology: 2nd Edition. Van Nustrad Reinhold : 369-412

Robbins, EA. and Seeley, RD. 1977. Choresterol lowering effect of dietary yeast and yeast Fractions. Journal Food Sci., 42(3) : 694-698.

Romanchik-Cerpovicz RD., Ranelda W., Tilmon and Karen A. 2002. Moisture Retention and Consumer Acceptability of Chocolate bar Cookies Prepared With Okra Gum as a Fat Ingredient Substitute., Journal of the American Dietetic Association., 102(9) : 1301-1303.

Ruiz-Herrera J. 1992. Fungal glucans: CRC Press.

Santipanichwong, R. and Suphantharika, M. 2007. Carotenoids as colorants in reduced-fat mayonnaise containing spent brewer's yeast β-glucan as a fat replacer. Food Hydrocolloids., 21 : 565-574

Smith, V.J. and Soderhall, K. 1983. β-1,3 Glucan activation of crustacean haemocytes *in vitro and in vivo*: Biol. Bull., 164 : 299-314.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Šrobárová, K.G. and Eged, Š. 2005. Yeast polysaccharide affects fusaric acid content in maize root rot, *Chem. Biodiv.* 2 : 1685–1690.

Suphantharika, M., Varavinit, S. and Shobsngob, S. 1997. Determinatiom of optimum condition for autolyzed yeast extract production: ASEAN Lour on Science amd Technology for Development., 14 : 21-28.

Suphantharika, M., Worrasinchai, S., Pinjai, S. and Jamnong, P. 2005. Beta glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. Food Hydrocolloids., 20 : 68-78.

Thammakiti, S., Suphantharika, M., Phaesuwan, T. and Verduyn, C. 2004. Preperation of spent brewer's yeast beta glucan for potential application in the food industry. International Journal of Food Science and Technology., 39 : 21-29.

Vargas, A.F., Valtazar, P.H., Clark, G.P. and Barajas, F.M. 1998. Activation of shrimp cellular defence functions by microbial product: In proceedings to the special session on shrimp biotechnology 5th asian fisheries forum. Chiengmai, Thailand.

Woods E. and Navdarr K.P. PhD, Rd. 2006. Effect of C-Trim as a Fat Replacer on the Physical,Textural and Sensory Properties of Chocolate Chip Cookies., 106(8) : A55.

Zekovic, D.B., Kwiatkowski, S., Vrvic, M.M., Jakovljevic, D. and Moran, C.A. 2005. Natural and modified (1⟶3)- β -D-glucans in health promotion and disease Alleviation: Critical Reviews in Biotechnology., 25 : 205-230.

Zoulias, E.I., Oreopoulou, V. and Tzia, C. 2002. Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. Journal of Food Engineering., 55(4) : 337-342.

http://www.foodandbakery.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นและปริมาณของแข็งทั้งหมด (AOAC, 1998)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. เดซิเคเตอร์(desicator)
3. ถ้วยหาความชื้น (moisture can)
4. ปากคีบ
5. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

วิธีวิเคราะห์

1. อบถ้วยหาความชื้นพร้อมฝาที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
2. นำไปใส่ในในเดซิเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็น
3. ชั่งน้ำหนักถ้วยหาความชื้นพร้อมฝาด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง จดบันทึกน้ำหนักไว้
4. นำไปอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่
5. ใส่ตัวอย่างที่บดแล้วลงไปประมาณ 2-5 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) เกลี่ยตัวอย่างกระจายให้ทั่วถ้วยอบความชื้น
6. นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
7. ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
8. นำไปอบซ้ำอีก 3 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ โดยน้ำหนักแห้งที่ชั่งได้ 2 ครั้งติดกัน มีน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 3-5 มิลลิกรัม

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละของความชื้น (น้ำหนักแห้ง)} = \frac{W \times 100}{D}$$

$$\text{ร้อยละของปริมาณของแข็งทั้งหมด} = \frac{D \times 100}{D+W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักที่หายไป (กรัม)

B คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่เหลือ (กรัม)

C คือ น้ำหนักตัวอย่างตั้งต้น (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 1998)

อุปกรณ์

1. ครูซิเบิล
2. ปากคีบ
3. เตาเผา
4. เดซิเคเตอร์
5. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง
6. กระดาษกรองชนิดไร้เถ้า
7. ตู้อบลมร้อน
8. Hood
9. Hot plate

วิธีวิเคราะห์

1. นำครูซิเบิลไปอบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกน้ำหนักไว้
2. ชั่งตัวอย่าง 2-5 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ในกระดาษกรองไร้เถ้า ใส่ลงในครูซิเบิล
3. นำครูซิเบิลที่มีตัวอย่างไปเผาบน Hot plate ใน Hood จนหมดควัน
4. นำไปเผาในเตาเผาที่มีอุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาวหรือสีเทา (ก่อนเอาออกจากเตาเผา ควรให้อุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 130 องศาเซลเซียส) ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ นำไปชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละของเถ้า} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักครูซิเบิล (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักครูซิเบิลและเถ้า (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ค่าความหนืด (AOAC, 1998)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดความหนืด (viscometer) รุ่น LVDV-II ของ Brookfield
2. เข็มวัดเบอร์ 6
3. บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

วิธีวิเคราะห์

1. ใส่ตัวอย่างประมาณ 150 กรัม ลงในบีกเกอร์
2. ใส่เข็มวัดเบอร์ 6 เข้ากับเครื่องวัดความหนืด และตั้งความเร็วรอบที่ 70 rpm
3. อ่านค่าที่ได้ แล้วนำมาคำนวณหาค่าความหนืด

วิธีคำนวณ

$$\text{ค่าความหนืด} = \frac{100 \times TK \times SMC \times Torque}{RPM}$$

เมื่อ RPM คือ ความเร็วรอบของเข็มวัด

TK คือ ค่าคงที่ของเครื่องวัดความหนืด (viscometer) รุ่น LVDV-II ของ Brookfield ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.09373

SMC คือ ขนาดของเข็มวัดที่ใช้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6

Torque คือ แรงที่ทำให้เกิดการหมุน (ร้อยละ)

4. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1998)

อุปกรณ์

1. เครื่องสกัดไขมัน Soxtherm apparatus
2. ทิมเบิล
3. กระดาษกรอง
4. บีกเกอร์ของชุด Soxtherm
5. ตู้อบลมร้อน
6. ปากคีบ
7. เดซิเคเตอร์
8. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์

1. ล้างทำความสะอาดบีกเกอร์ นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
2. ทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึกไว้
3. นำไปอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่
4. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 2-5 กรัม (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ในกระดาษกรอง เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง แล้วบรรจุลงในทิมเบิล ปิดทิมเบิลด้วยสำลีที่ปราศจากไขมัน
5. นำทิมเบิลใส่ลงใน Soxhlet tube
6. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาณมากเกินพอลงในบีกเกอร์
7. นำชุดบีกเกอร์ไปประกอบรวมกับเครื่องสกัดไขมัน
8. ในการสกัดต้องให้ความร้อนแก่ Soxhlet tube โดยปรับความร้อนจนปิโตรเลียมอีเทอร์ระเหยเป็นไอและควบแน่นหยดลงตัวอย่างอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง เมื่อสกัดเสร็จแล้วให้ระเหยตัวทำละลายออก
9. นำบีกเกอร์ที่มีสารสกัดไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที จนน้ำหนักคงที่ ทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักของบีกเกอร์อีกครั้ง
10. คำนวณหาน้ำหนักที่หายไป

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละของไขมัน} = \frac{(B - A) \times 100}{W}$$

เมื่อ A คือ น้ำหนักของบีกเกอร์ (กรัม)

B คือ น้ำหนักของบีกเกอร์และไขมัน (กรัม)

W คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1998)

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนักชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. หลอดย่อยและกลั่นโปรตีน
3. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน
4. บิวเรตต์ขนาด 50 มิลลิลิตร
5. ฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร (Erlenmeyer flask)
6. Glasses beads

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
2. สารละลายกรดบอริกร้อยละ 4
3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลาร์
4. คะตะลิสต์ผสม (โซเดียมซัลเฟต 400 กรัม คอปเปอร์ซัลเฟต 16 กรัม และเซเลเนี่ยมไดออกไซด์ 3 กรัม)
5. อินดิเคเตอร์
6. น้ำกลั่น

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ลงใน Kjeldahl flask อย่าให้ตัวอย่างเลอะคอขวด
2. เติมคะตะลิสต์ผสม 8 กรัม กรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร และ Glasses beads ลงไป
3. นำ Kjeldahl flask ใส่ในชุดย่อยโปรตีน ย่อยจนได้สารละลายสีฟ้าใส ทิ้งให้เย็น
4. ใส่สารละลายกรดบอริกร้อยละ 4 ลงใน Erlenmeyer flask ปริมาตร 100 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ลงไป 2-3 หยด แล้วนำไปวางไว้ที่เครื่องกลั่น
5. นำ Kjeldahl flask ที่ย่อยเสร็จแล้วไปใส่ในเครื่องกลั่นโปรตีน เติมน้ำกลั่นในตัวอย่างประมาณ 30 มิลลิลิตร (ตั้งโปรแกรมจากเครื่อง) ทำการกลั่นโดยตั้งเวลาไว้ 5-7 นาที เก็บก๊าซแอมโมเนียที่ได้ในสารละลายกรดบอริกร้อยละ 4 กลั่นจนได้สารละลายสีฟ้าใสใน Erlenmeyer flask ประมาณ 200 มิลลิลิตร
6. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกจนถึงจุดยุติ คือ สารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าใสเป็นสีชมพูอ่อน
7. ทำการทดลองกับแบลงก์เหมือนกับตัวอย่าง โดยแบลงก์ใช้น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ใส่แทนตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละของโปรตีน} = \frac{(A-B) \times C \times 6.25 \times 100}{D}$$

เมื่อ A คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตแบลงก์

C คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก

D คือ น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

6. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคส

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง
2. คิวเวตแก้ว
3. ปิเปต
4. stirrer
5. หลอดทดลอง

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริก (reagent grade 95.5 % , specific gravity 1.84)
2. ฟีนอลร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก)
3. สารละลายกลูโคสมาตรฐาน

วิธีวิเคราะห์

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างหรือสารละลายกลูโคสมาตรฐาน (ความเข้มข้น 0-80 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองแล้วเติมฟีนอลร้อยละ 5 ลงไป 1 มิลลิลิตร
2. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ลงไป โดยปล่อยกรดลงที่ผิวหน้าของของเหลวโดยตรงจะทำให้เกิดการผสมขึ้นได้ดีกว่าค่อย ๆ ปล่อยลงที่ข้างหลอด
3. ตั้งหลอดทดลองของสารผสมนี้เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเขย่าและนำมาบ่มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-20 นาที
4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร
5. นำค่าการดูดกลืนแสงไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อหาความเข้มข้นของกลูโคสในสารละลายตัวอย่าง หรือหาค่าจากการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีคำนวณ

ความเข้มข้นของกลูโคส (กรัมต่อลิตร) = $\frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสง x อัตราการเจือจาง}}{\text{ความชันของกราฟมาตรฐาน x 100}}$

7. การวิเคราะห์ปริมาณไกลโคเจน โดยวิธีการของ Parrou และ Francois (1997)

วิธีวิเคราะห์

ไกลโคเจนสามารถทดสอบด้วยการย่อยโดยเอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส ซึ่งได้มาจากรา *Rhizopus* ที่บ่มที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ในตู้เขย่าที่มีความเร็วรอบ 200 rpm

8. การวิเคราะห์ปริมาณแบค้ากลูแคน (เสาวนีย์, 2002)

วิธีคำนวณ

ร้อยละเบค้ากลูแคนที่เป็นองค์ประกอบ (น้ำหนักแห้ง)

= ร้อยละปริมาณกลูโคสทั้งหมด –ร้อยละปริมาณกลูโคสจากไกลโคเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ

1. การวิเคราะห์ค่าสี (AOAC, 1998)

ทำการวัดค่าสีโดยการใช้เครื่องวัดสี (Minolta CR-300) ตั้งค่าของเครื่องโดยการกดปุ่ม Index Set แล้วกดปุ่มลูกศรวนขึ้นหน้าจอ ให้เลือก Light Source C หรือ D_{65} แล้วกดปุ่ม Enter

ทำการ Calibrate เครื่องโดยกดปุ่ม Calibrate หน้าจอจะขึ้นค่า Y……X…….y….. ให้ใส่ค่าตรงกับแหล่งกำเนิดแสงที่เลือก คือ C หรือ D_{65} ตามค่าที่ให้มาในแผ่น White Plate (ใช้ปุ่ม ←→ เพื่อเลื่อนตำแหน่งให้ตรงกับค่าที่จะใส่) เมื่อค่า Y……x……y…..ตรงกับตำแหน่งกำเนิดแสงที่เลือกแล้ว ให้นำหัววัดวางบนแผ่น White Plate แล้วกดปุ่ม measure (ที่หัววัดหรือที่เครื่อง) ไฟจะแฟลช 3 ครั้ง แสดงว่าเครื่องได้ Calibrate เรียบร้อยแล้ว จากนั้นกดปุ่ม Color Space select เพื่อให้หน้าจอขึ้นค่า L…..a…..b…..เพื่อจะใช้ในการวัดสีต่อไป ทำการวัดสีแบบทั่วไปโดยนำหัววัดวางบนแผ่นตัวอย่าง กดปุ่ม measure (ที่หัววัดหรือที่เครื่อง) จะได้ค่าสี L, a, b นำข้อมูลไปเข้าในโปรแกรมเพื่อคำนวณข้อมูลทางสถิติ

2. การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้

อุปกรณ์

1. เครื่องสำหรับวิเคราะห์ค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้
2. ตลับความชื้นมาตรฐาน
3. ตลับพลาสติก

วิธีวิเคราะห์

1. ทำการ Calibrate ก่อนการใช้งาน
2. หมุนปุ่มสีเหลืองของเครื่องวิเคราะห์ ไปในตำแหน่งที่ 1
3. นำตัวอย่างใส่ในตลับพลาสติก ให้ได้ปริมาตรประมาณร้อยละ 80-90
4. นำตลับตัวอย่างมาใส่ไว้ใน Measuring Chamber
5. ปิดฝาให้เรียบร้อย
6. ทำการปรับอุณหภูมิให้ได้ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นรอจนกระทั่งอ่านอุณหภูมิให้ได้ตามที่ตั้งไว้
7. อ่านค่าจากเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีคำนวณ

$$\text{ค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง}}{100}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส
ผลิตภัณฑ์เค้กเนยที่แทนที่ขมันบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน

ชื่อผู้ทดสอบ.....**เพศ**.....**อายุ**.....

ท่านชอบบัตเตอร์เค้กหรือไม่.....**ทานบ่อยแค่ไหน**.....

ตัวอย่างที่ท่านได้รับนี้ เป็นเนยเค้กที่แทนที่ไขมันบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนในปริมาณต่าง ๆ กัน กรุณาชิมเค้กเนยที่เสิร์ฟตามลำดับที่จัดไว้ แล้วให้คะแนนตามความชอบของคุณภาพในด้านต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ โดยกำหนดคะแนนดังต่อไปนี้

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

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สีของเนื้อเค้ก	เนื้อสัมผัส	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
03					
05					
07					
09					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยที่แทนที่ไขมันบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคน

ชื่อผู้ทดสอบ.....**เพศ**.....**อายุ**.....

ท่านชอบบัตเตอร์คุกกี้หรือไม่.....**ทานบ่อยแค่ไหน**.....

ตัวอย่างที่ท่านได้รับนี้ เป็นคุกกี้เนยที่แทนที่ไขมันบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนในปริมาณต่าง ๆ กัน กรุณาชิมบัตคุกกี้เนยที่เสิร์ฟตามลำดับที่จัดไว้ แล้วให้คะแนนตามความชอบของคุณภาพในด้านต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ โดยกำหนดคะแนนดังต่อไปนี้

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

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ความกรอบ	กลิ่นรส	ความชอบโดยรวม
101					
104					
107					
110					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ 1 ปริมาตรของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ตัวอย่างเค้กเนย	ปริมาตรเค้ก (เซนติเมตร)
สูตรควบคุม	3.38[d]
BG - 20	3.55[c]
BG - 25	3.72[b]
BG - 30	3.83[a]

a-d อักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึงเค้กเนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

ตารางที่ 2 ค่าวอเตอร์ แอคติวิตี้ของเค้กเนยที่แทนที่เนยสดบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ตัวอย่างเค้ก	ค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้
สูตรควบคุม	0.35[b]
BG - 20	0.35[b]
BG - 25	0.36[ab]
BG - 30	0.37[a]

a, b อักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึงเค้กเนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

BG – 20 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

BG – 25 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

BG – 30 หมายถึงเค้กเนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าการขยายตัวของคุกกี้ที่ทดแทนมากบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ตัวอย่างคุกกี้	การขยายตัวของคุกกี้ (ความกว้าง / ความสูง)
สูตรควบคุม	5.38[a]
CBG - 20	5.27[ab]
CBG - 25	5.15[b]
CBG - 30	4.94[c]

a-c อักษรต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้แนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

CBG – 20 หมายถึงคุกกี้แนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

CBG – 25 หมายถึงคุกกี้แนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

CBG – 30 หมายถึงคุกกี้แนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

ตารางที่ 4 คุณสมบัติต่าง ๆ ของคุกกี้แนยที่แทนที่มาการีนบางส่วนด้วยเบต้ากลูแคนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ตัวอย่างคุกกี้	คุณสมบัติ		
	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	ปริมาณความชื้น(ร้อยละ)	ค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้
สูตรควบคุม	32.09	3.49	0.54
CBG - 20	28.26	3.78	0.59
CBG - 25	24.16	3.92	0.61
CBG - 30	24.00	4.51	0.69

สูตรควบคุม หมายถึงคุกกี้แนยสูตรที่ไม่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคน

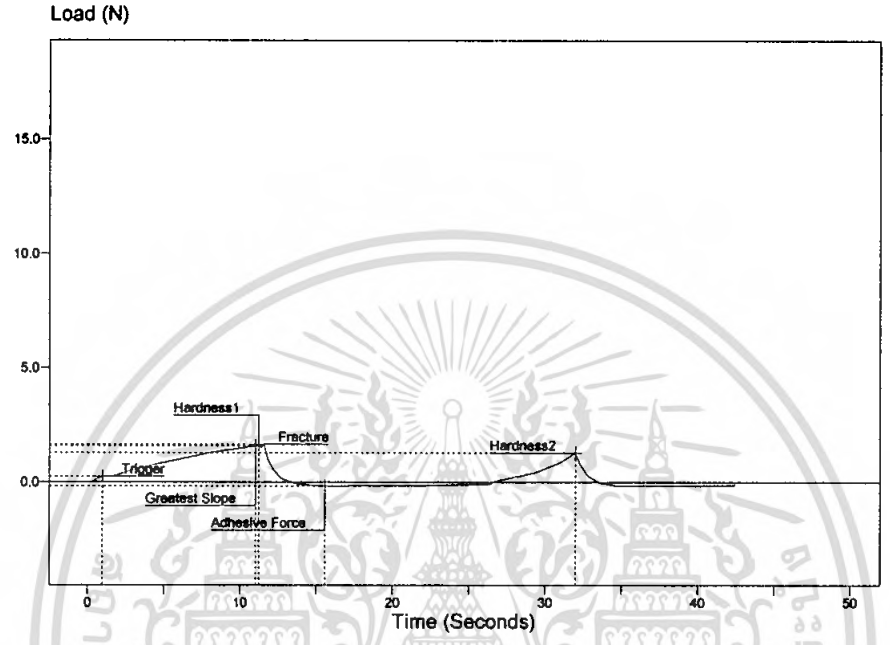
CBG – 20 หมายถึงคุกกี้แนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 20

CBG – 25 หมายถึงคุกกี้แนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 25

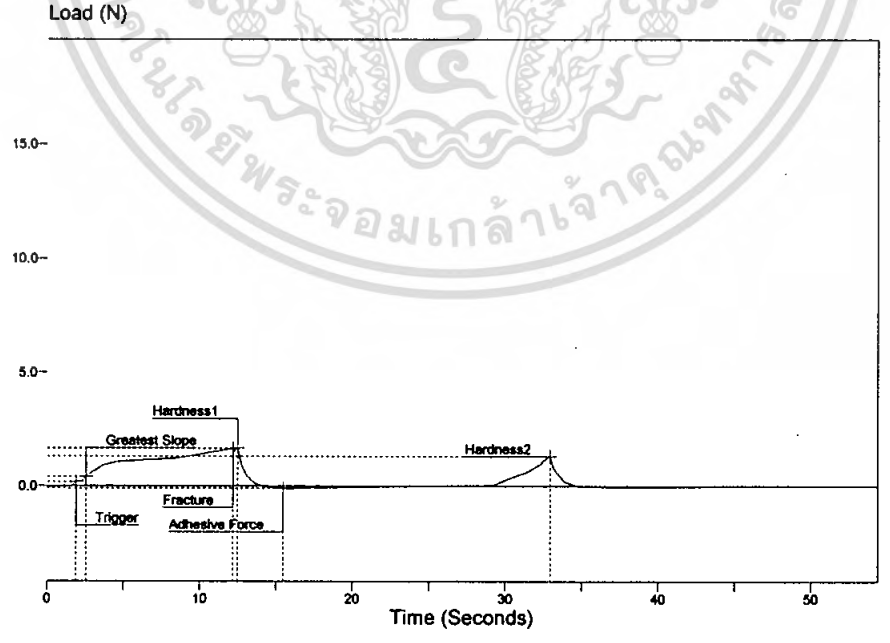
CBG – 30 หมายถึงคุกกี้แนยสูตรที่มีการแทนที่มาการีนด้วยเบต้ากลูแคนปริมาณร้อยละ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.
กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของเค้กเนยและคุกกี้เนยโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส

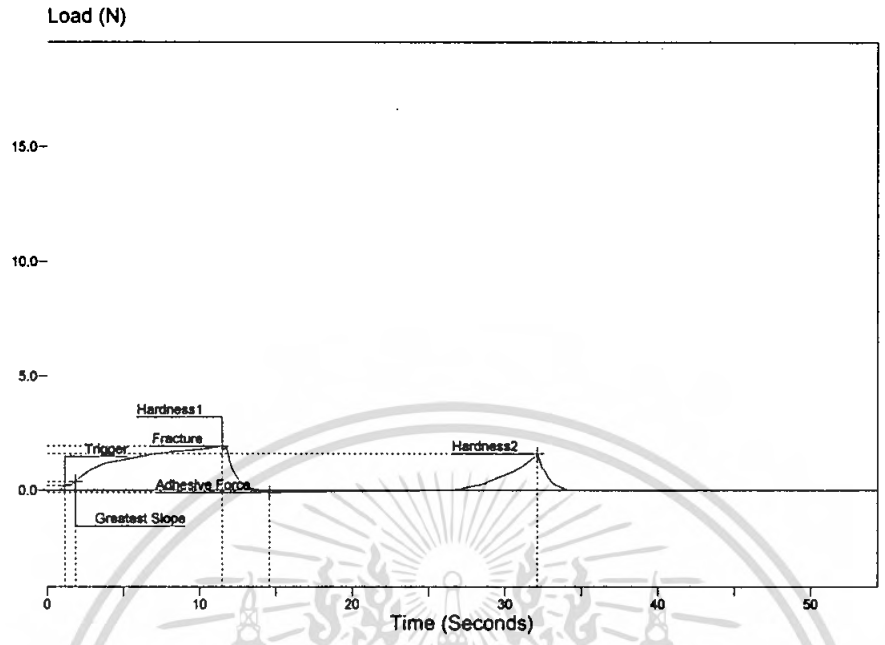


รูปที่ 1 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสูตรควบคุม

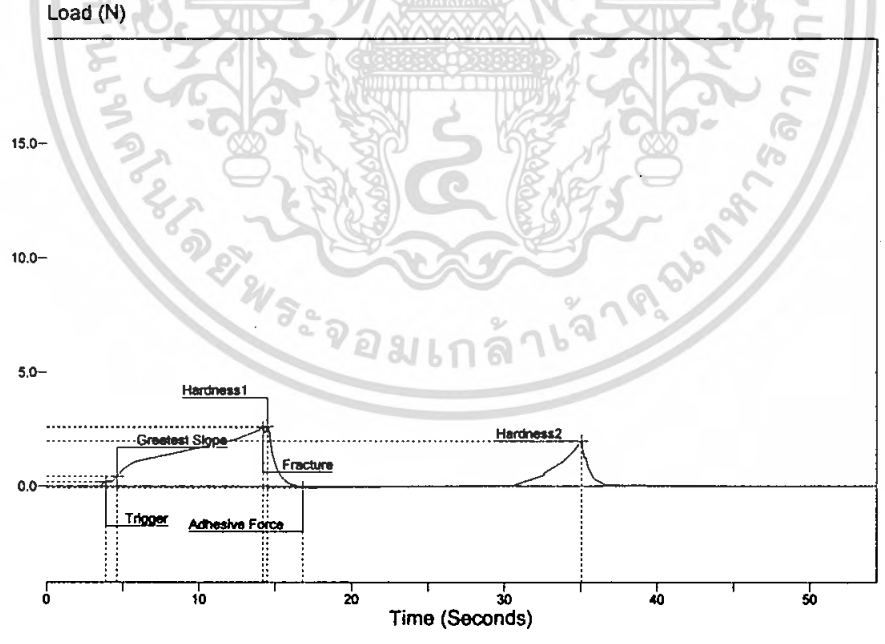


รูปที่ 2 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสูตร BG-20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

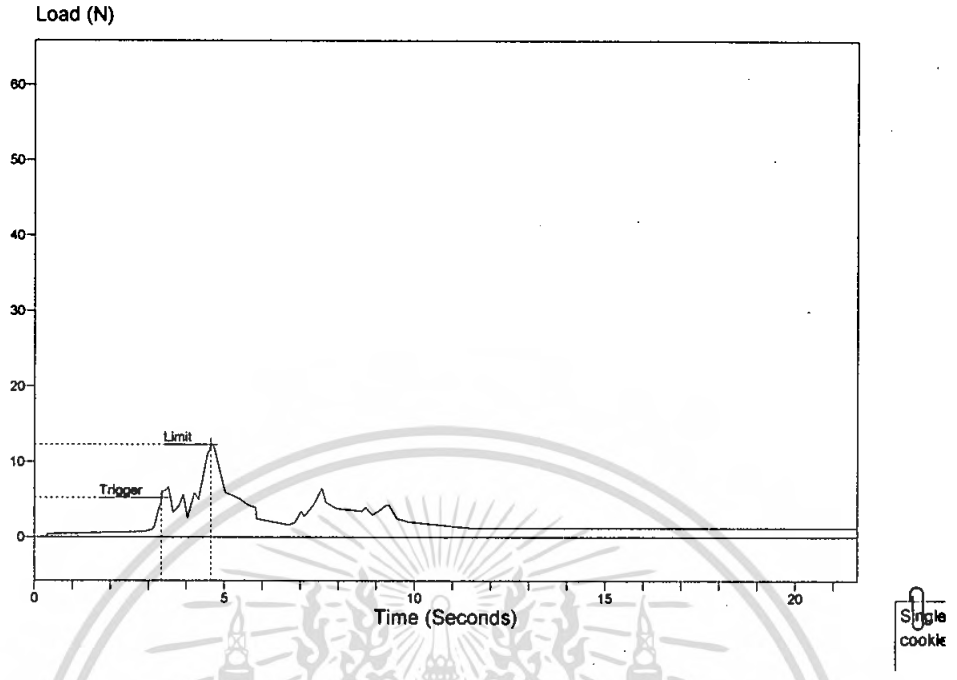


รูปที่ 3 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสูตร BG-25

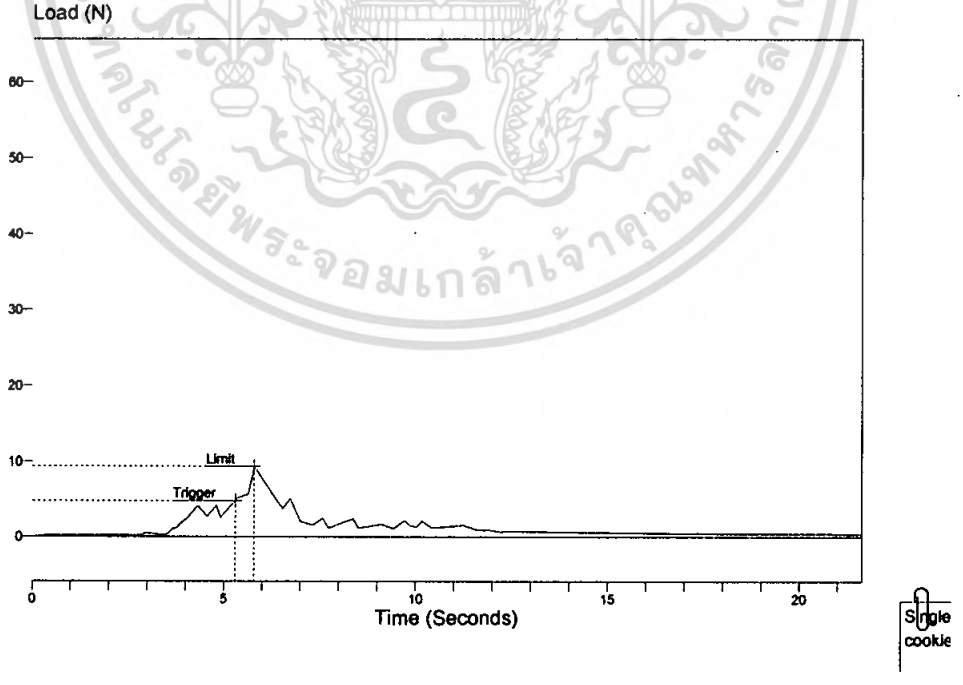


รูปที่ 4 กราฟแสดงค่าเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสูตร BG-30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

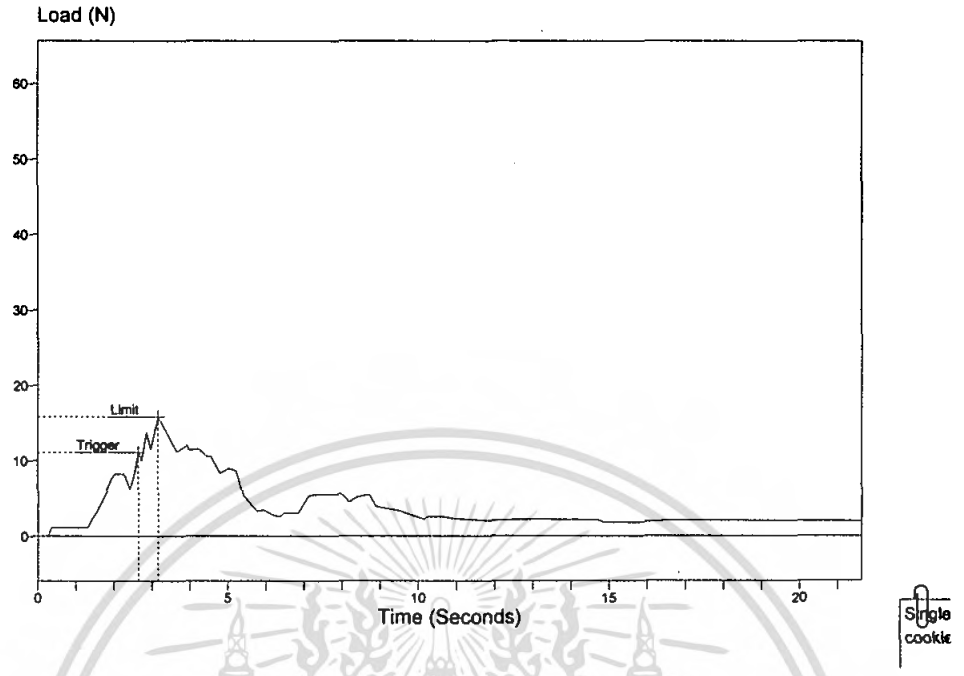


รูปที่ 5 กราฟแสดงค่าความแข็งของคุกกี้เนยสูตรควบคุมที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 ชั่วโมง

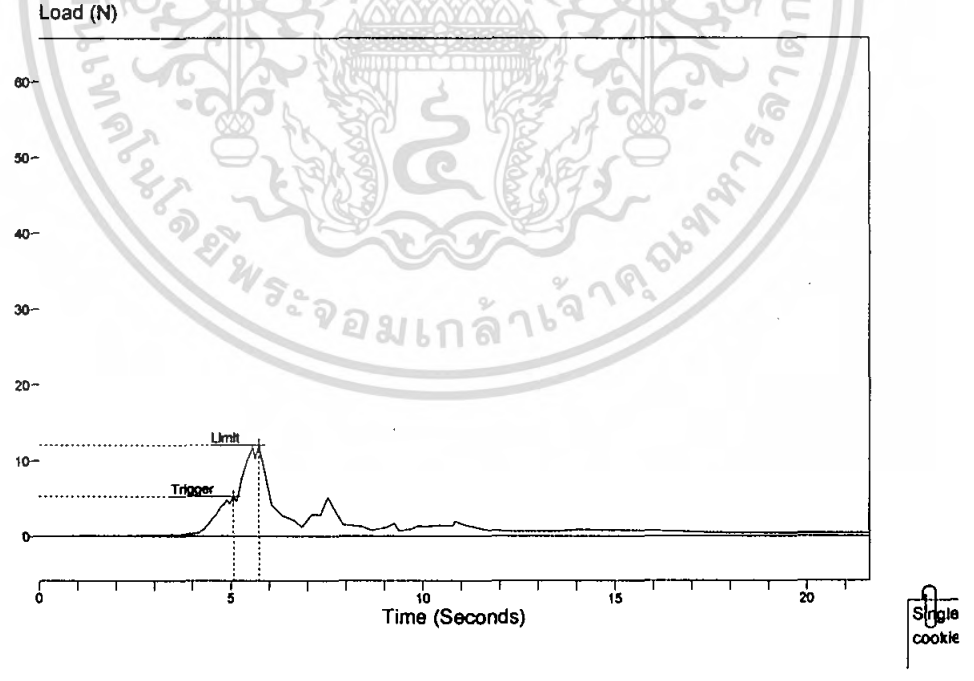


รูปที่ 6 กราฟแสดงค่าความแข็งของคุกกี้เนยสูตรควบคุมที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 72 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

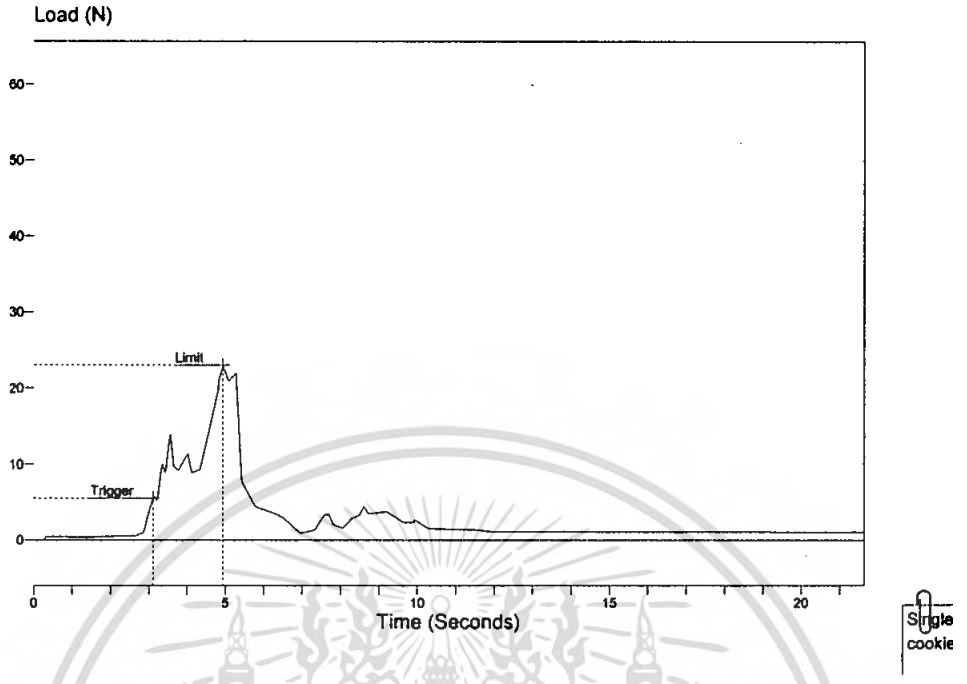


รูปที่ 7 กราฟแสดงค่าความแข็งของคุกกี้เนยสูตร CBG-20 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 ชั่วโมง

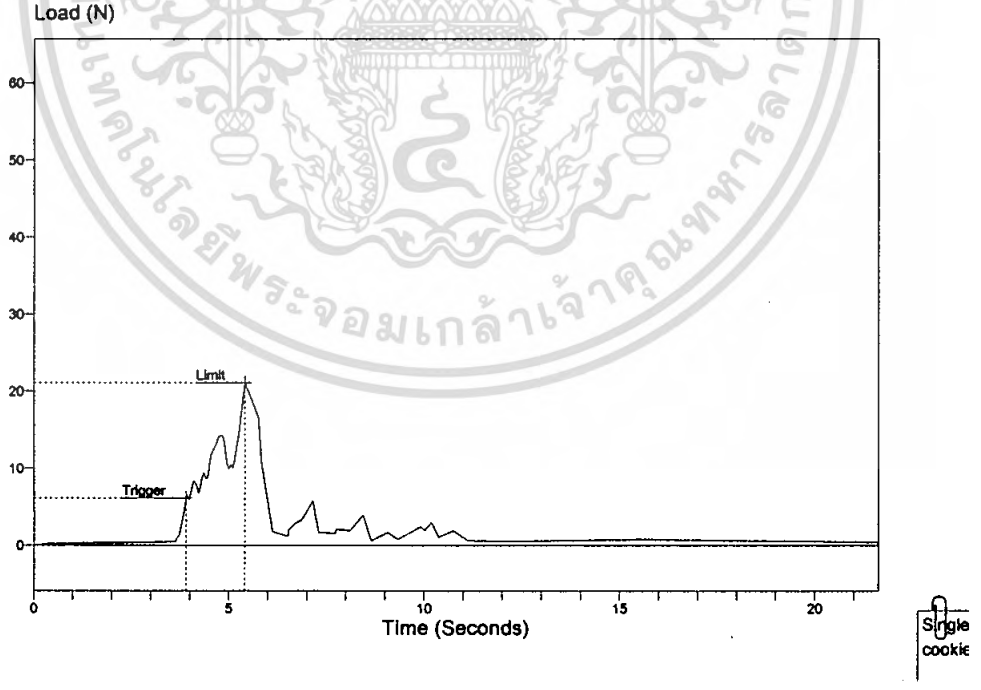


รูปที่ 8 กราฟแสดงค่าความแข็งของคุกกี้เนยสูตร CBG-20 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 72 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

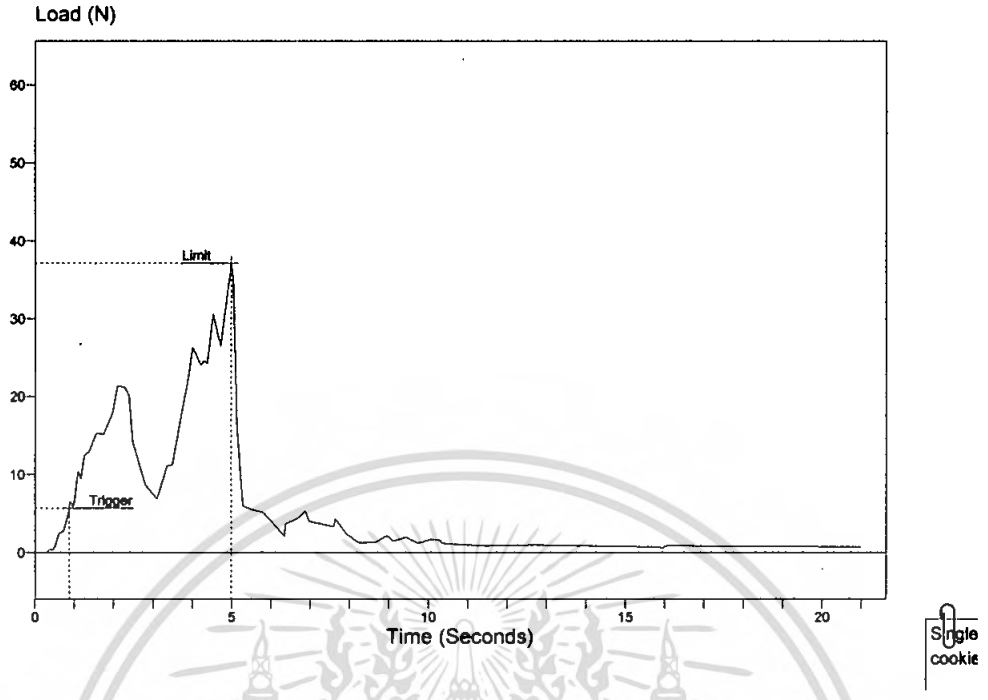


รูปที่ 9 กราฟแสดงค่าความแข็งของคุกกี้เนยสูตร CBG-25 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 ชั่วโมง

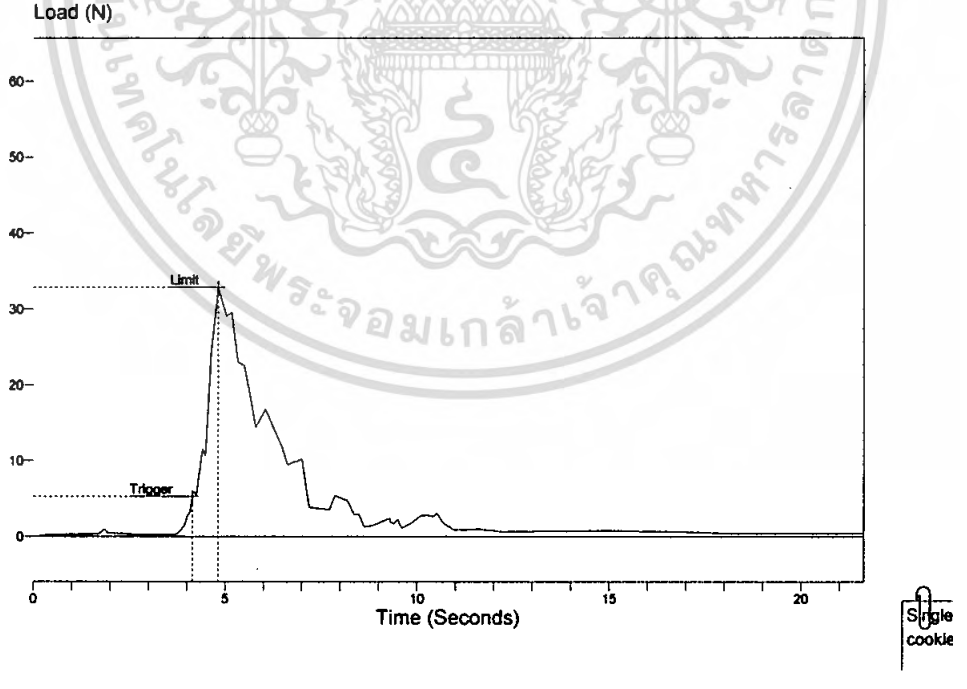


รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าความแข็งของคุกกี้เนยสูตร CBG-25 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 72 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 กราฟแสดงค่าความแข็งของคุกกี้เนยสูตร CBG-30 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 ชั่วโมง



รูปที่ 12 กราฟแสดงค่าความแข็งของคุกกี้เนยสูตร CBG-30 ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 72 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้