การพัฒนาตำรับเค้กเนยสดพลังงานต่ำ

The development of low calorie butter cake recipe

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์

Jadeniphat Bunyasawat

อมรรัตน์ เจริญชัย

Amornrat Chareonchai

วไลภรณ์ สุทธา

Walaiporn Suttha

พจนีย์ บุญนา

Photchanee Bunna

ฐิติพร เพ็งวัน

Titiporn Pengwon

จักราวุธ ภู่เสม

Chakkrawut Bhoosem

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การพัฒนาตำรับเค้กเนยสดพลังงานต่ำ

The development of low calorie butter cake recipe

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์

Jadeniphat Bunyasawat

อมรรัตน์ เจริญชัย

Amornrat Chareonchai

วไลภรณ์ สุทธา

Walaiporn Suttha

พจนีย์ บุญนา

Photchanee Bunna

ฐิติพร เพ็งวัน

Titiporn Pengwon

จักราวุธ ภู่เสม

Chakkrawut Bhoosem

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนาตำรับเค้กเนยสดพลังงานต่ำ

โดย : เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์ อมรรัตน์ เจริญชัย วไลภรณ์ สุทธา พจนีย์ บุญนา ฐิติพร เพ็งวัน และจักราวุธ ภู่เสม

สาขาวิชา : อาหารและโภชนาการ

คณะ : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ปีงบประมาณ : 2561

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตำรับเค้กเนยสดจากสารให้ความหวานพลังงานต่ำแทนน้ำตาล เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีของตำรับเค้กเนยสดจากสารให้ความหวานพลังงานต่ำแทนน้ำตาล และเพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพของตำรับเค้กเนยสดจากสารให้ความหวานพลังงานต่ำแทนน้ำตาล

เค้กเนยสดพลังงานต่ำ โดยใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครส มีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 36.28 ถึงร้อยละ 42.47 ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง การลดลงของปริมาณคาร์โบไฮ-เดตรลงผลต่อพลังงานที่ลดลง คุณภาพของเค้กเนยสดด้านสีของเนื้อเค้ก มีค่าความสว่าง L* เพิ่มขึ้น ค่า b* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่า a* ไม่แตกต่างกัน เนื้อสัมผัสของเค้กเนยสดมีค่าความแข็ง (Hardness) ที่เพิ่มขึ้น และค่าค่าการยึดเกาะภายใน (Cohesiveness) ลดลง ในขณะที่ค่าการเกาะติด (Adhesiveness) และค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ไม่มีความแตกต่างกัน คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดอยู่ในช่วง 6.95 ถึง 8.61 คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของเค้กเนยสดที่มีการทดแทนทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป ร้อยละ 40 และร้อยละ 60 มีระดับความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ตั้งแต่ร้อยละ 80 คะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะลดลง โดยเฉพาะด้านกลิ่นรส

อย่างไรก็ตามการใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครส มีผลทำให้มีปริมาณของพลังงานของเค้กเนยสดลดลงซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค

คำสำคัญ: เค้กเนยสด มอลทิทอล ลดพลังงาน พลังงานต่ำ

ABSTRACT

Research Title	:	The development of low calorie butter cake recipe
Author	:	Jadeniphat Bunyasawat Amornrat Chareonchai Walaiporn Suttha Photchanee Bunna Titiporn Pengwon and Chakkrawut Bhoosem
Department	:	Food and Nutrition
Faculty	:	Home Economics Technology
Academic year	:	2018

The aim of this research was to develop recipe for butter cake from low-calories sweeteners instead of sucrose sugar, chemical properties of butter cake from low- calories sweeteners instead of sucrose sugar and to study the physical properties of butter cake from low-calories sweeteners instead of sucrose sugar.

The use of maltitol syrup to replacement sucrose butter cake low-calories show that 36.28% to 42.47% of carbohydrate content. Decrease in carbohydrate content results in reduced calories. Cake crumb show that the b* value decreases significantly and the a* value is not significantly different. The texture of the butter cake has a higher in hardness and lower in cohesiveness. The Adhesiveness and Springiness are not different. The sensory evaluation scores of butter cakes ranged from 6.95 to 8.61. Appearance, color, aroma, flavor, texture and overall liking. The results showed that 40% and 60% of sucrose substitutes were sucrose substitutes. The 80 on all the attributes, especially on the flavor.

However, the use of maltitol syrup substitutes for sucrose. As a result, the amount of energy of the butter cake decreased, which is beneficial to the health of consumers.

Keywords: butter cake, maltitol, reduce calories and low calories

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จด้ได้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากคณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ซึ่งให้โอกาส และอนุมัติโครงการวิจัยนี้

ผู้วิจัยรู้สึกสำนึกในพระคุณของท่านคณาจารย์ทั้งในอดีต และปัจจุบันที่ได้ถ่ายทอดความรู้และเป็นแบบอย่างในการทำงานให้กับผู้วิจัย

ยิ่งไปกว่านั้น ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้บังคับบัญชา เพื่อน พี่ น้องคณาจารย์ ที่ให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ และอีกทั้งหลายท่านที่มิอาจเอ่ยนามได้ครบถ้วน ณ ที่นี้ ที่สละเวลาให้ความร่วมมือ และข้อมูลเพื่องานวิจัยเป็นอย่างดี

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่ถูกอ้างนามถึงในการวิจัยครั้งนี่ทุกท่าน และที่ขาดเสียมิได้คือผู้ที่คอยให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนอยู่เบื้องหลังคนสำคัญได้แก่ ผู้ที่เป็นบิดา มารดาของคณะผู้วิจัย

ด้วยความสนับสนุนของท่านทั้งหลาย ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณด้วยความสำนึกยิ่ง

คณะผู้วิจัย

2561

สารบัญ

			หน้า
บทคัดย่อ			**(1)**
Abstract			**(2)**
กิตติกรรมประกาศ			**(3)**
สารบัญ			**(4)**
สารบัญตาราง			**(5)**
สารบัญภาพ			**(6)**
บทที่	**1**	**บทนำ**	**1**
	1.1	ความเป็นมาและความสำคัญ	1
	1.2	วัตถุประสงค์	2
	1.3	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
	1.4	กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
บทที่	**2**	**ตรวจเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	**4**
	2.1	แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
	2.2	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่	**3**	**วิธีดำเนินการทดลอง**	**27**
	3.1	วัตถุดิบ และอุปกรณ์	27
	3.2	วิธีการทดลอง	29
บทที่	**4**	**ผลการทดลอง**	**37**
	4.1	ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานเค้กเนยสด	37
	4.2	ผลการศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมการใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครสบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด	38
บทที่	**5**	**สรุปและข้อเสนอแนะ**	**43**
	5.1	สรุป	43
	5.2	ข้อเสนอแนะ	43
เอกสารและสิ่งอ้างอิง			**44**
ภาคผนวก			**50**
ภาคผนวก ก		สูตรเค้กเนยสด	51
ภาคผนวก ข		แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	54
ภาคผนวก ค		วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและทางกายภาพ	56
ภาคผนวก ง		ประวัติคณะผู้วิจัย	64

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เปรียบเทียบคุณสมบัติมอลทิทอลไซรัปกับซูโครส	25
3.1	ส่วนประกอบของเค้กเนยสด	30
3.2	ลักษณะของข้อมูลการศึกษาการพัฒนาตำรับเค้กเนยสดพลังงานต่ำ ต่อการยอมรับโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในแผนการทดลอง RCBD	35
4.1	ค่าเฉลี่ยความพอดีทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานเค้กเนยสด	37
4.2	องค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางโภชนาการของเค้กเนยสดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครสบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดพลังงานต่ำ	39
4.3	สมบัติทางกายภาพด้านค่าสี และเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครสบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดพลังงานต่ำ	41
4.4	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครสบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดพลังงานต่ำ	42

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ขั้นตอนการทำเค้กเนยสด	5
2.2	โครงสร้างเมล็ดข้าวสาลี	7
2.3	สูตรโครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลซูโครส	10
2.4	โครงสร้างของไข่	13
2.5	โครงสร้างของมอลทิทอลไซรัป	25
2.6	สูตรการหาค่าความหวาน (Brix)	26
3.1	ขั้นตอนการเตรียมเค้กเนยสด	34
4.1	คะแนนเฉลี่ยความพอดีทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดสูตรพื้นฐาน	38
4.2	ภาพจริง และภาพขาว-ดำ โครงสร้างภายในของตัวอย่างเค้กเนยสดทำการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ (ก) ร้อยละ 0 (Control Butter Cake-CBC) (ข) ร้อยละ 40 (MBC-40) (ค) ร้อยละ 60 (MBC-60) และ (ง) ร้อยละ 80 (MBC-80) ของปริมาณน้ำตาลซูโครสทั้งหมดในส่วนผสม	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การบริโภคอาหารของคนไทยในปัจจุบันส่วนใหญ่แล้วได้นำเอาวัฒนธรรมมาจากชาวตะวันตกมาใช้เพิ่มมากขึ้น เกิดจากสภาพแวดล้อมทางสังคมเศรษฐกิจที่มีสภาวะเร่งรีบทำให้กลุ่มประชากรในปัจจุบันหันมารับประทานอาหารที่รับประทานง่ายสะดวกแต่อิ่มท้อง สามารถแก้ปัญหาความต้องการได้ในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ส่วนใหญ่แล้วอาหารที่บริโภคจะมีพลังงานสูงให้พลังงานเกินความต้องการของบุคคลในแต่ละช่วงวัยส่งผลให้มีภาวะโภชนาการเกินต่อความต้องการของร่างกาย อีกทั้งหากมีอายุมากก็จะทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับผู้สูงอายุ เช่น ความดันโลหิต เบาหวาน ไขมันอุดตันในเส้นเลือด ซึ่งในปัจจุบันก็ได้เกิดกับผู้สูงอายุเท่านั้นยังเกิดกับเด็ก วัยรุ่น วัยทำงาน ที่มีการออกกำลังน้อย แต่รับประทานอาหารที่ให้พลังงานสูงเกินกว่าร่างกายต้องการ การทำกิจกรรมในแต่ละวันมีการขยับร่างกายน้อยนั่งเรียน นั่งทำงานบนเก้าอี้ที่มาเวลานานทำให้ร่างกายใช้พลังงานน้อย อีกทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกในครัวเรือนก็มีมาขึ้น ทำให้ร่างกายยิ่งออกแรงน้อยใช้พลังงานในการเผาผลาญสารอาหารขาดความสมดุลกับสิ่งที่บริโภคเข้าไป

ผลิตภัณฑ์เบเกอรีมีหลากหลายชนิดที่นิยมบริโภคในสังคมปัจจุบัน ส่วนใหญ่แล้วรับประทานเพื่อทดแทนอาหารเช้าและอาหารว่างในมื้อต่างๆ เพื่อคลายหิวในแต่ละมื้ออาหาร เค้กเป็นผลิตภัณฑ์ที่คนส่วนใหญ่ให้ความชื่นชอบเพราะมีหลากหลายรสชาติที่จะนำมาประยุกต์ให้เกิดความหลากหลายในด้านรสชาติ รูปร่าง กลิ่นรส ทำให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มคนหลายช่วงวัย การผลิตเค้กเนยสดก็มีหลากหลายวิธีที่สามารถทำได้ เช่นการผสมแบบตีครีม แบบสองขั้นตอน แบบเบลนดิ้ง แบบผสมรวม แบบสปองค์ โดยแต่ละวิธีจะมีกรรมวิธีที่แตกต่างกัน เนื้อสัมผัส ปริมาตรที่แตกต่างกัน ในการวิจัยครั้งนี้จะเลือกกรรมวิธีที่มีความง่ายต่อการผลิตที่จะทำให้ผู้ประกอบการสามารถนำไปใช้ได้สะดวกมากขึ้น คือวิธีการผสมแบบผสมรวม ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เค้กจะมีน้ำตาลในปริมาณมากให้พลังงานสูง การเลือกใช้น้ำตาลในแต่ละชนิดก็ยังให้พลังงานสูงเช่นกัน

เค้กเป็นขนมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยเค้กเป็นขนมอบที่มีรสชาติหวาน มีส่วนผสมหลักคือแป้ง น้ำตาล เนย หรือมาการีน และส่วนผสมอื่นๆ เช่น นม เกลือ และสารแต่งกลิ่น เป็นต้น นิยมรับประทานเป็นของหวาน หรือมอบเป็นของขวัญในเทศกาลต่างๆ ปัจจุบันมีตำรับในการทำเค้กเป็นจำนวนมาก และขั้นตอนการทำก็ไม่ยุ่งยาก

เค้กเนยสดเป็นเค้กที่มีส่วนผสมหลักคือเนยสด แป้ง น้ำตาล และไข่ เพื่อให้ได้เค้กที่มีเนื้อหนักและมีกลิ่นหอม จากการคิดค้นผงฟูในศตวรรษที่ 19 ทำให้ส่วนผสมของเค้กมีเนื้อเบาและนุ่มขึ้น เค้ก

เนยหรือเค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลัก มีแป้ง นม ไข่ เป็นโครงสร้าง โดยปริมาตรของเค้กขึ้นฟูด้วยการตีเนยกับน้ำตาลซึ่งทำให้ไขมันเก็บกักอากาศระหว่างตี จนมีลักษณะเป็นครีม ดังนั้นขั้นตอนการผสมแป้งจึงต้องทำอย่างรวดเร็ว เพื่อไม่ให้สูญเสียอากาศภายในส่วนผสม เนื้อเค้กมีความนุ่ม แน่นละเอียดเสมอกัน เช่น เค้กเนยสด เค้กผลไม้ เค้กหินอ่อน คัพเค้ก (อีซองชิลลี, 2556)

มอลทิทอลไซรัป (maltitol syrup) เป็นสารให้ความหวานที่ทำมาจากน้ำตาลมอลโตส ซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่ผลิตมาจากมันสำปะหลัง โดยกระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพและนำไปผ่านระบวนการไฮโดรจิเนชั่น มอลทิทอล (maltitol) เป็นสารให้ความหวานแคลอรี่ต่ำตระกูลพอลิออลเหมือนกับไซลิ-ทอล (xilitol) และซอร์บิทอล (sorbitol) มีรสหวานเป็นธรรมชาติเหมือนน้ำตาลและปราศจากรสที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งต่างจากสารให้ความหวานเข้มข้นที่เป็นสารสังเคราะห์ที่มักมีรสขมติดลิ้นประโยชน์ ของมอลทิทอลไซรัป คือ ให้พลังงานเพียงครึ่งหนึ่งของน้ำตาลทราย โดยน้ำตาลทรายให้พลังงานประมาณ 4.0 Kcal/g และมอลทิทอลไซรัปให้พลังงานประมาณ 2.1 Kcal/g (Grembecka, 2015) เหมาะสำหรับผู้ที่ควบคุมน้ำหนัก และผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน เนื่องจากร่างกายสามารถย่อย และดูดซึมได้อย่างช้าๆจึงไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในกระแสเลือดสูงขึ้น มีการใช้มอลทิทอลไซรัปแทนที่น้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์ที่ให้พลังงานต่ำ

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้สารให้ความหวานพลังงานต่ำ ทดแทนน้ำตาลทรายในส่วนผสมเพื่อเป็นการลดพลังงานในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดด้วยวิธีการผสมแบบผสมรวมในการทดลองเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาตำรับเค้กเนยสดจากสารให้ความหวานพลังงานต่ำแทนน้ำตาล

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีของตำรับเค้กเนยสดจากสารให้ความหวานพลังงานต่ำแทนน้ำตาล

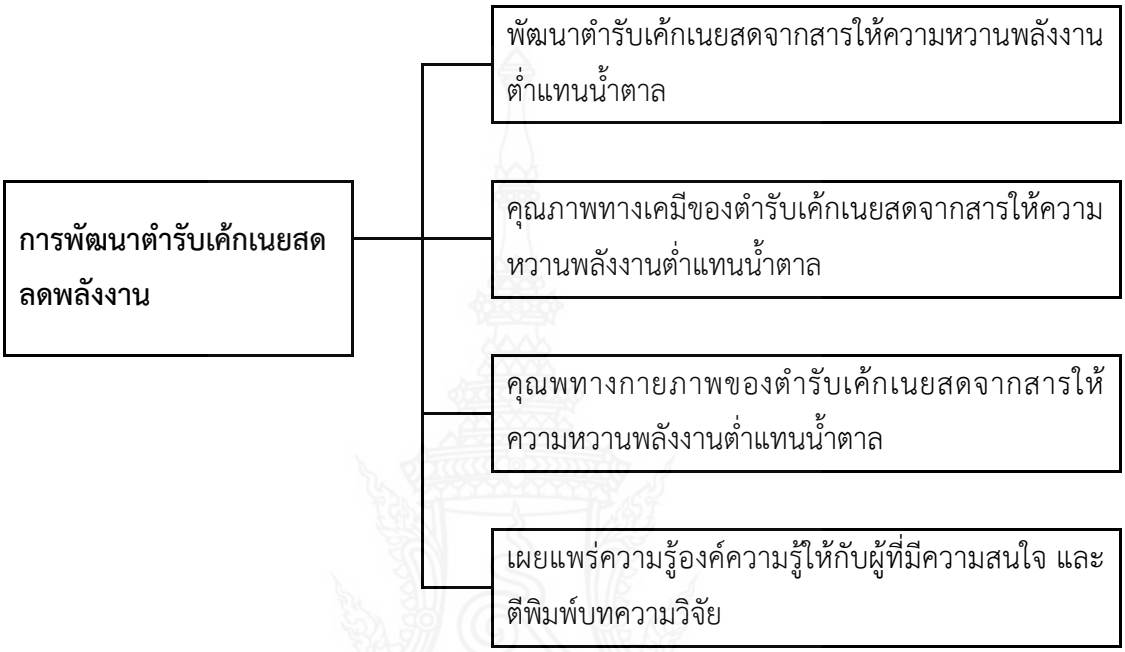
1.2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพของตำรับเค้กเนยสดจากสารให้ความหวานพลังงานต่ำแทนน้ำตาล

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ใช้กับการผสมเค้กเนยสดแบบผสมรวม

1.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

เพื่อต้องการใช้สารให้ความหวานพลังงานต่ำแทนน้ำตาล ในการผลิตเค้กเนยสดให้เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ



บทที่ 2

ตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่องนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษาส่วนประกอบที่สำคัญของการทำขนมไทย องค์ประกอบทางเคมี และสมบัติทางกายภาพ ดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เค้ก

Longman Dictionary of Conten English อธิบายว่าเบเกอรี (Bakery) หมายถึง สถานที่ที่มีเค้ก ขนมปัง และอาจรวมถึงผลิตภัณฑ์ขนมอบ หรือร้านที่ขายผลิตภัณฑ์ขนมอบ (Herts, 2001) Oxford Advanced Lea Dictionary อธิบายว่าเบเกอรี หมายถึง ที่ทำหรือขายเค้กและขนมปัง (Oxford University, 2003) New Model English-Thai Dictionary ของ So Sethoy แปล bakery ว่า โรงทำขนมปัง ตามรูปศัพท์ภาษาอังกฤษ Bakery หมายถึง สถานที่ทำหรือขายขนมปัง เค้ก และผลิตภัณฑ์ขนมอบ แต่สำหรับคนไทยเบเกอรี หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ประกอบด้วยขนมปัง เค้ก คุกกี้ และเพสตรี ที่ผลิตเพื่อรับประทานและจัดจำหน่ายในรูปแบบธุรกิจต่าง ๆ (เจตนิพัทธ์, 2560)

1.1.1 ความหมายของเค้ก

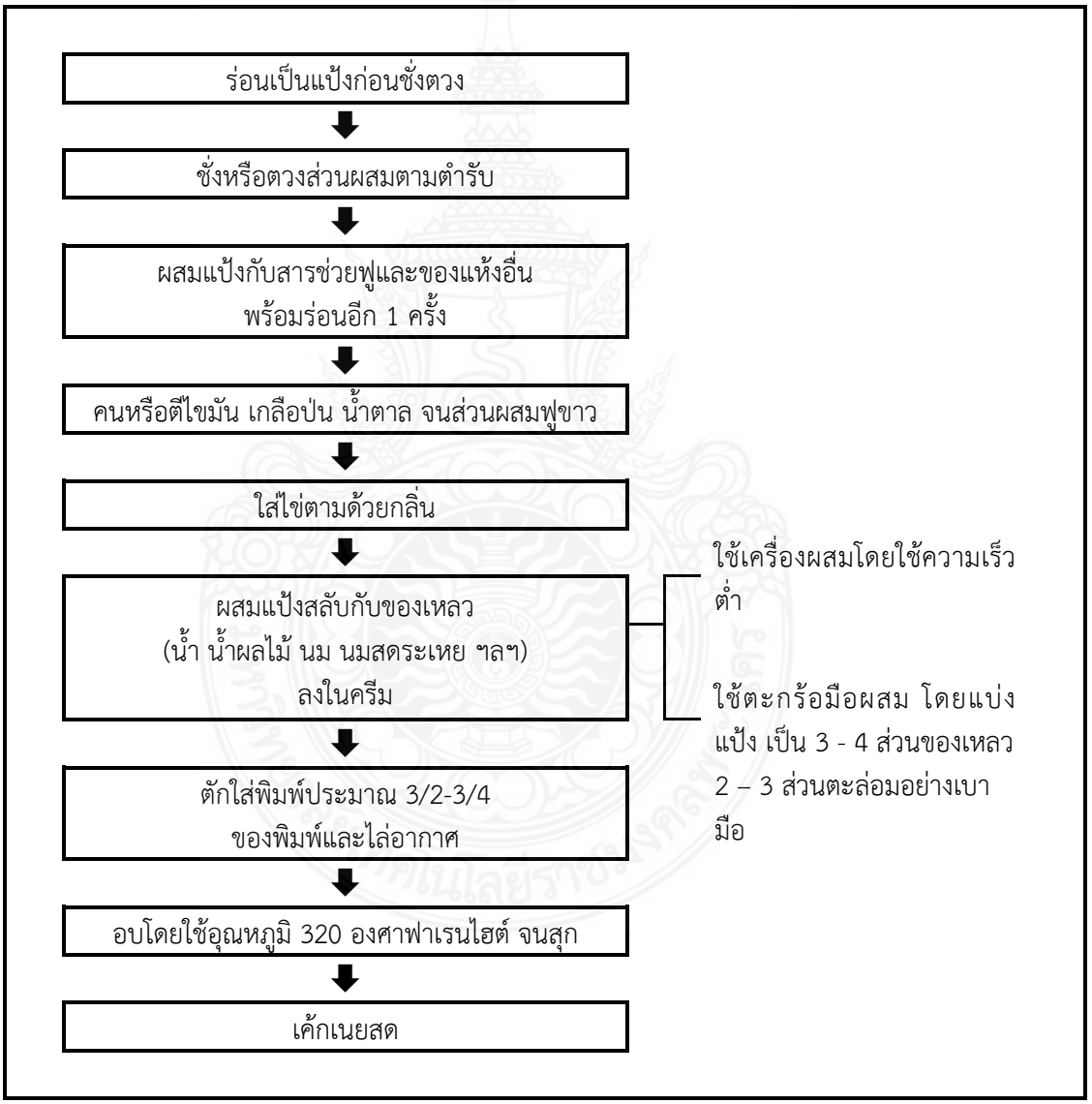
(จิตธนา และอรอนงค์, 2552) ได้ให้ความหมายของเค้กไว้ว่า เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมกันจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่วๆ ไปของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลต่างกันไปตามชนิดของเค้กที่จะทำ

(Indrani, D. and Rao, G. V., 2006) ให้ความหมายไว้ว่า ได้จากการอบส่วนผสมของเหลวที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (batter) ที่ได้จากการผสมของ แป้งสาลี น้ำตาล ไข่ ไขมัน สารช่วยฟู เกลือ สิ่งที่ไม่ใช่นม นงผง กลิ่น และน้ำ เค้กที่มีปริมาณความชุ่มฉ่ำของน้ำตาล และไขมันสูง จะผลิตในระดับโรงงานอุตสาหกรรม เป็นส่วนใหญ่

(Rinsky, G. and Laura, H. R. 2009) ให้ความหมายไว้ว่า โดยทั่วไปแล้วการผลิตการอบที่ดีทำให้เนื้อสัมผัส มีความเบานุ่ม มีขนาดรูปร่าง ตลอดจน กลิ่นรส ของเค้กปอนด์ เค้กนางฟ้า มีลักษณะที่ดีจนสามรถเสิร์ฟได้ และยังมีส่วนที่เสิร์ฟร่วมด้วยอีกคือ ครีมเนย ผลไม้ กานาชร์ และแยม ลักษณะของเค้กได้แก่ เค้กไขมันสูง เค้กไขมันต่ำ เค้กจากไข่ เค้กที่มีไขมันสูงจะมีความนุ่ม ชุ่มฉ่ำ ไม่แห้งกระด้าง และอายุการเก็บยังยาวนานขึ้นเพราะไขมัน พื้นฐานการผสมเค้กไขมันสูงมีอยู่ 3 วิธี คือ 1.

วิธีการตีครีม 2. วิธีการผสมขั้นตอนเดียว 3. วิธีการผสม 2 ขั้นตอน ส่วนเค้กที่มีไขมันต่ำ หรือเค้กจากไข่ บางคนอาจเรียก สปองค์เค้ก จะใช้น้ำตาลกับไข่ตีให้ขึ้นฟู มี 3 วิธี คือ 1. วิธีเค้กนางฟ้า 2. วิธีชิฟฟอน 3. วิธีสปองค์ หรือโฟมจากไข่ ส่วนผสมเค้กประกอบด้วย แป้งสาลี ของเหลว ไขมัน เป็นหลัก

จากความหมายของเค้กที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า เค้ก เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรีที่ทำจากแป้งสาลี ชนิดโปรตีนต่ำ น้ำตาล เกลือ ผงฟู ไขมัน นม ไข่ และกลิ่นรส มีการผสมอยู่ 3 วิธี ของเค้กที่มีไขมันสูง คือ การตีครีม ผสมขั้นตอนเดียว และผสม 2 ขั้นตอน เนื้อเค้กจะมีความชุ่มฉ่ำ ส่วนเค้กที่มีไขมันต่ำ มีวิธีการผสม 3 วิธีคือ วิธีเค้กนางฟ้า วิธีชิฟฟอน และวิธีสปองค์



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการทำเค้กเนยสด

ที่มา : เจตนิพัทธ์, 2556

2.1.2 ส่วนประกอบของเค้ก

ส่วนประกอบหรือวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเค้ก ซึ่งส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ แป้งสาลีที่ใช้ ในการทำเบเกอรีทุกชนิด และไม่มีแป้งชนิดอื่นใช้แทนแป้งสาลีได้ น้ำ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญ รองจากแป้ง น้ำตาล เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก เกลือ ที่ใช้ทำเบเกอรีเป็นเกลือป่น และจะมี ไข่ ไขมัน นม และกลิ่นรสเครื่องเทศ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญเช่นกัน

2.1.2.1 แป้งสาลีสำหรับทำเค้ก

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีทุกชนิดไม่มีแป้งชนิดอื่นใช้แทนแป้งสาลีได้ ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนิน และไกลอะดิน (Glutenin & Gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า “กลูเตน” (Gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากการอบ (จิตธนา และอรอนงค์, 2548) ข้าวสาลีที่นำมาโม่เป็นแป้งสาลีนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภทตามความแข็งแกร่ง และสีของเมล็ด จัดเป็นข้าวสาลีชนิดแข็ง (hard wheat) กับข้าวสาลีชนิดอ่อน (soft wheat) ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูง เหมาะสำหรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง แป้งชนิดนี้มีโปตีนที่มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ส่วนข้าวสาลีชนิดอ่อนเมื่อนำมาโม่ก็จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำแป้งจะมีความสามารถในการดูดน้ำได้ต่ำกว่าแป้งชนิดแข็งมีความทนทานต่อการผสมและการหมักต่ำเหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก และคุกกี้

1) ส่วนต่างๆ ของเมล็ดข้าวสาลี

โครงสร้างของเมล็ดข้าวสาลีประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญ 3 ส่วน คือ (ดังภาพที่ 2.2)

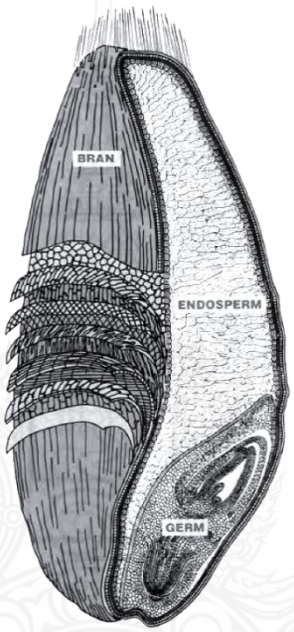
1.1) รำ (Bran) เป็นส่วนแข็งที่อยู่ด้านนอกสุดของเมล็ดประกอบด้วยเซลล์หลายชั้น มีอยู่ประมาณร้อยละ 14.2 ของเมล็ด

1.2) เอนโดสเปอร์ม (Endosperm) เป็นส่วนที่อยู่ตอนกลางของเมล็ดประกอบด้วยเมล็ดสตาร์มากมาย มีโปรตีนที่ทำให้เกิดกลูเตนอยู่ด้วย มีอยู่ประมาณร้อยละ 38 ของเมล็ด

1.3) คัพภะ หรือจมูกข้าว (Embryo or Germ) เป็นส่วนที่อยู่ตอนกลางของเมล็ด และเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ต่อไป เมื่อเมล็ดได้รับอุณหภูมิ และความชื้นที่เหมาะสม ประกอบด้วยไขมันเป็นส่วนใหญ่ และมีวิตามินแร่ธาตุอยู่บ้าง ส่วนนี้จะมีอยู่ประมาณร้อยละ 2-5 ของเมล็ด

ในการผลิตแป้งสาลีที่ออกมาขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีนั้น ทั้งส่วนที่เป็นรำ ชั้นของแอลลูโลน ซึ่งอยู่ถัดจากชั้นของรำเข้าไปและจมูกข้าวจะถูกขัดสีออกไป เนื่องจากในส่วนของรำนั้นจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่ร่างกายย่อยไม่ได้ เป็นพวกกาก รวมทั้งชั้นแอลลูโลนด้วย ส่วนจมูกข้าวนั้น

มีปริมาณไขมันสูง ถ้ามีอยู่ในแป้งก็จะมีผลต่อคุณภาพในการเก็บของแป้ง ทำให้แป้งมีกลิ่นหืนได้ โดยทั่วไปแล้ว ข้าวสาลีชนิดแข็งจะมีโปรตีนสูงกว่าข้าวสาลีชนิดอ่อน สำหรับแป้งขนมปังจะมีโปรตีนเกินร้อยละ 10.5 ขึ้นไป ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี และจะมีเถ้าร้อยละ 0.4 แป้งขนมปังควรมีการดูดซึมน้ำได้สูง และมีความทนทานต่อการผสมได้ดี ซึ่งหมายถึงว่าสามารถยืดเวลาการผสมได้โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาด ส่วนแป้งเค้กควรมีโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 10 และมีเถ้าร้อยละ 0.4 มีการดูดซึมน้ำได้ต่ำ



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างเมล็ดข้าวสาลี
ที่มา : ดัดแปลงจาก Figoni, 2008

2) ชนิดของข้าวสาลี

แป้งสาลีที่ผลิตออกมาขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีนั้นมี 3 ชนิดที่สำคัญ คือแป้งขนมปัง แป้งเค้ก และแป้งอเนกประสงค์ ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติ และคุณลักษณะ รวมถึงการใช้ประโยชน์ต่างกัน

2.1) แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูงประมาณร้อยละ 12 – 14 โม่จากแป้งสาลีชนิดแข็งพวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีเปอร์เซ็นโปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้ คือ เมื่อถูกด้วยมือคล้ายมีกรวด หยาบเหมือนทราย มีสีครีม ไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์ทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้ก้อนโดพองตัวได้

2.2) แป้งอเนกประสงค์ มีโปรตีนปานกลางร้อยละ 10 – 11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในส่วนที่เหมาะสมในการผลิต ผลิตภัณฑ์หลายๆชนิดใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ขนมปังจืด และขนมปังหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตี ใช้เวลาในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปังลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปัง และแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์ และผงฟู

2.3) แป้งเค้ก มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7 – 9 โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้ก คุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนเนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรกเมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ฟูเท่านั้น ไม่ใช้ยีสต์ ซึ่งสารเคมี ได้แก่ ผงฟู เบคกิ้งโซดา เป็นต้น

2.1.2.2 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน มีลักษณะเป็นผลึก สามารถละลายน้ำได้ดี โดยทั่วไปหมายถึง ซูโคร (sucrose) ที่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งสีขาว น้ำตาลเป็นสารเพิ่มความหวานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขนมหวานและเครื่องดื่ม ในทางการค้าน้ำตาลผลิตจาก อ้อย(Sugar cane) ต้นตาล (Sugar Palm) ต้นมะพร้าว (Coconut Palm) ต้นเมเปิ้ลน้ำตาล (Sugar Maple) และ หัวบีท (Sugar Beet) น้ำตาลที่มีองค์ประกอบทางเคมีแบบง่ายที่สุด หรือ โมโนแซคคาไรด์ เช่น กลูโคส มีสูตรโครงสร้างอย่างง่าย คือ $C_6H_{12}O_6$ ดังภาพที่ 2.3 เป็นที่เก็บพลังงาน ที่จะต้องใช้ในกิจกรรม ทางชีววิทยา ของเซลล์ น้ำตาลเป็นอาหารที่ให้พลังงานที่สำคัญที่สุดของร่างกาย อย่างไรก็ตามน้ำตาลมีทั้งคุณและโทษ การบริโภคน้ำตาลต้องระวังให้พอเหมาะ ไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป ขึ้นกับปัจจัยหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน (Brown, 2011)

1) ประเภทของน้ำตาล

น้ำตาลสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1.1) น้ำตาลที่ตกผลึก น้ำตาลที่ตกผลึก ได้แก่ น้ำตาลทราย ซึ่งเป็นน้ำตาลที่ผลิตจากอ้อย ส่วนในประเทศแถบเมืองหนาวนั้นจะใช้หัวบีทแทนอ้อย ในการผลิตน้ำตาลทรายที่เห็นกันอยู่ในตลาดนั้น จะมีอยู่ด้วยกัน 2 สี คือ สีขาวนั่นก็เพราะได้เพิ่มกระบวนการฟอกสีเข้าไปในขั้นตอนการผลิต น้ำตาลมีสีขาวเป็นเกล็ดใส และจะมีลักษณะที่ค่อนข้างแข็ง ละลายน้ำยาก อีกชนิดหนึ่งที่พบได้ก็คือ น้ำตาลที่มีออกแดงปนน้ำตาล

หรือที่เรียก “น้ำตาลทรายแดง” เป็นน้ำตาลที่ไม่ได้ฟอกสีทำให้มีสีธรรมชาติของน้ำตาล มีสิ่งเจือปนค่อนข้างมาก คนไม่นิยมใช้ เพราะสีไม่สวยแต่ยังใช้ทำขนมบางชนิดอยู่ นอกจากนี้ยังสามารถนำน้ำตาลทรายมาแปรรูปจนกลายเป็นน้ำตาลชนิดต่างๆ เพื่อเหมาะกับวัตถุประสงค์ในการประกอบอาหารแต่ละชนิดต่อไปอีก ดังนี้

1.1.1) น้ำตาลผง หรือที่รู้จักในนามของน้ำตาลไอซิ่ง เกิดจากการนำเอาน้ำตาลทรายขาวมาบดละเอียด จากนั้นเติมแป้งลงไปร้อยละ 3

1.1.2) น้ำตาลทรายป่น จะมีลักษณะที่หยาบกว่าน้ำตาลทรายผง และจะไม่ผสมแป้งลงไปเหมือนกับน้ำตาลทรายผง

1.1.3) น้ำตาลก้อน เกิดจากการนำเอาน้ำตาลทรายขาวมาอัดให้เป็นก้อนสี่เหลี่ยมลูกบาศก์แล้วทำให้แห้งโดยการไล่ความชื้นออกไป

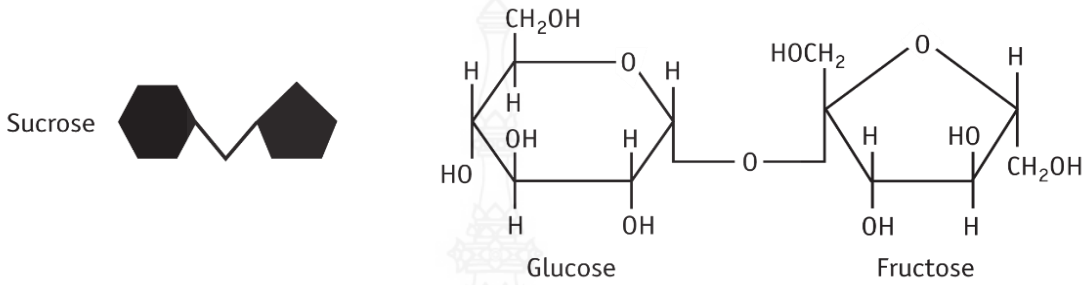
1.2) น้ำตาลไม่ตกผลึก น้ำตาลไม่ตกผลึก ได้แก่ น้ำตาลสด น้ำตาลโตนด น้ำตาลมะพร้าว ซึ่งนิยมนำมาทำขนมไทย ประเภท เชื่อม แกงบวด น้ำเชื่อมข้นเคลือบขนม

1.2.1) น้ำตาลสด เมื่อเคี่ยวน้ำตาลจนเดือดแล้ว ใส่สารเบนโทไนต์เพื่อให้น้ำตาลสดตกตะกอนใส (สารเบนโทไนต์ 1 ช้อนโต๊ะ : น้ำตาลสด 20 กิโลกรัม) ต้มน้ำตาลให้เดือด อีก 10 นาทีเคี่ยวจนให้ได้ความหวาน 12 องศาบริกซ์ ยกลงทิ้งไว้ให้เย็น นำมากรอง และบรรจุในขวดที่ฆ่าเชื้อ

1.2.2) น้ำตาลหม้อ หรือน้ำตาลปี๊บ ทำได้โดยเคี่ยวน้ำผึ้งที่ได้ต่อไปอีกโดยลดไฟอ่อนลง ใช้พายกวน เวลาในการเคี่ยวประมาณ 45 – 60 นาที น้ำตาลที่ได้จะข้นเหนียว ยกลงและใช้เครื่องตีตีน้ำตาลเพื่อให้เย็นลงและเปลี่ยนลักษณะจากใสเป็นขาวขุ่น จากนั้นใช้ไม้ตีน้ำตาลอีกรอบก่อนเทลงปี๊บ เมื่อน้ำตาลเย็นตัวลงจึงเทใส่ปี๊บ หรือภาชนะที่ต้องการ (น้ำตาลใส 7 ปี๊บ กวนได้น้ำตาลปี๊บประมาณ 1 ปี๊บ หรือน้ำตาล สด 5 ลิตร กวนได้น้ำตาลปี๊บหนัก 1 กิโลกรัม)

1.2.3) น้ำตาลปึก ทำได้โดยเคี่ยวน้ำตาลให้ข้นลงอีก เหลือประมาณ 1 ใน 8 และต้องใช้ไม้กลมขนาดเท่าข้อมือ ยาวประมาณ 50 เซนติเมตร กวนน้ำตาลปี๊บ เพื่อให้แข็งเร็วขึ้น เมื่อได้ที่แล้วตัก

น้ำตาลขณะร้อน ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องที่เตรียมไว้ โดยมีผ้าขาวบางรองไว้ข้างใน เมื่อน้ำตาลในถ้วยเย็นลงจึงเอาออกจากถ้วย เก็บไว้เป็นงบๆ (2 ปึกประกบกัน เรียกน้ำตาล 1 งบ น้ำตาล 1 ปึกจะหนัก 1 กิโลกรัม)



ภาพที่ 2.3 สูตรโครงสร้างทางเคมีของน้ำตาลซูโครส
ที่มา : Brown, 2011

2) หน้าที่ของน้ำตาล

2.1) ความหวานของน้ำตาล น้ำตาลเป็นสารที่ให้ความหวาน และมีคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive Sweetener) รสหวานของน้ำตาลเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากรสอื่นเจือปน การที่เรารู้รสหวานนั้นเกิดจากต่อมลิ้นบริเวณปลายลิ้นด้านบน วัตถุประสงค์หลักของการใส่น้ำตาลในอาหารคือการให้ความหวาน โดยทั่วไปนิยมน้ำตาลทรายเพราะความหวานสูง ราคาถูก เมื่อเทียบกับน้ำตาลอื่นๆ (Figoni, 2008)

2.2) การละลาย น้ำตาลทั่วไปที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมักจะละลายน้ำได้ดี ตามปกติจะละลายได้ร้อยละ 30 – 80 ปริมาณที่ละลายได้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ซึ่งการละลายได้จะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

2.3) การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหาร ในการเตรียมอาหารแปรรูป และการเก็บรักษาอาหารบางชนิดจะพบว่ามีสารสีน้ำตาลเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ตามปกติจะพบว่าอาหารเหล่านี้มีน้ำตาลซึ่งเป็นตัวการสำคัญในปฏิกิริยาเคมีนี้เป็นส่วนประกอบ สารเคมีที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีดำ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นสีน้ำตาล กลิ่นรส

ของอาหารจะเปลี่ยนไป (Figoni, 2008) การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหารจะเร็ว ขึ้น หากอาหารมีไนโตรเจน โดยเฉพาะสารประเภทเอมีน ปฏิกิริยาเริ่มต้นเป็นปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มคาร์บอนนิลของน้ำตาล (-CO) และกลุ่มอะมีน (-NH2) เกิดอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงกว่า 112 °C หรือที่ pH สูงกว่า 7 ของกรดอะมิโนมักจะเกิดขึ้นในอาหารแห้ง หรือเข้มข้น มีปริมาณน้ำน้อย

2.4) การดูดและการเก็บรักษาความชื้นโดยน้ำตาล สมบัติของน้ำตาลด้านการดูด และเก็บรักษาความชื้น มีความสำคัญต่อเนื้อสัมผัส และความคงทนในการเก็บรักษาลักษณะของอาหารบางชนิด การดูดความชื้นน้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันด้านความสามารถในการดูดความชื้นจากบรรยากาศ ฟรุคโตสเป็นน้ำตาลดูดความชื้น ได้ดีมาก รองลงมา เด็กซ์โตส ซูโครส มอลโตส และแล็กโตส คุณสมบัติด้านนี้ของน้ำตาลมีส่วนช่วยให้อาหารที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบนุ่ม และชื้นในด้านการเก็บรักษาความชื้น ความสามารถในการเก็บรักษาความชื้นของน้ำตาลเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดูดความชื้น โดยทั่วไปการเก็บรักษาความชื้นของน้ำตาล หมายถึง การที่น้ำตาลนั้นสามารถยึดความชื้นไว้โดยไม่ออกสู่บรรยากาศ คุณสมบัติอันนี้เป็นประโยชน์ต่อการที่จะช่วยให้ขนมเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่แห้ง หรือแข็ง เสียลักษณะที่ต้องการเร็วเกินไป (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

3) การเลือกซื้อน้ำตาลทราย

การเลือกซื้อน้ำตาลทราย พิจารณาดูความสะอาด เช่น ไม่มีเศษผง หรือแป้งเจือปนมากับน้ำตาล เลือกซื้อน้ำตาลทรายที่สีไม่ขาวจัดมาใช้ ถ้าหากว่าสีของน้ำตาลไม่มีผลทำให้สีขนมเปลี่ยนไป เพราะน้ำตาลที่มีสีขาวไม่จัดจะราคาถูกกว่าชนิดที่ขาวจัด และเลือกซื้อน้ำตาลชนิดต่างๆ ให้ตรงกับที่จะใช้ประกอบอาหาร (อบเชย และขนิษฐา, 2544)

2.1.2.3 เกลือ

เกลือที่ใช้ปรุงอาหารมีชื่อทางเคมีว่า โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride) มีสูตร NaCl ในเกลือที่ไม่มีความชื้นอยู่เลยจะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 95.5 - 98.5 และมีสารอื่นเจือปนในปริมาณน้อย เช่น แมกนีเซียม(Mg) แคลเซียม(Ca) และ ซัลเฟต(SO_4) เกลือโซเดียมคลอไรด์มีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากราคาถูกและใช้ได้หลากหลายทั้งในการปรุงอาหารและถนอมอาหาร ในอดีตมีการใช้เกลือในด้านอื่นด้วย เช่น รักษาแผลและผสมปรุงยา เกลือจึงเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิต หลายประเทศเคยมีการเก็บส่วยเกลือ สำหรับในด้านการแพทย์ เกลือแยก

ออกเป็นโซเดียมกับคลอไรด์ โซเดียมเป็นอิเลคโตรไลท์ที่สำคัญในการควบคุมความเข้มข้นของของเหลวภายนอกเซลล์และการกระจายของน้ำในร่างกายให้เกิดความสมดุล และมีบทบาทสำคัญในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ควบคุมการเต้นของหัวใจและชีพจร การส่งสัญญาณของระบบประสาท ควบคุมสมดุลของกรดและด่างในเลือด สำหรับคลอไรด์เป็นส่วนสำคัญของกรดเกลือที่ใช้ย่อยอาหาร เกลือโซเดียมคลอไรด์มีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากราคาถูกและใช้ได้หลากหลายเพื่อเป็นเครื่องปรุงรส หรือใช้เพื่อการถนอมอาหาร เช่น การหมักเกลือ (salt curing) ช่วยลดแอคทิวิตี้ของน้ำ (water activity) ทำให้ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) อาหารที่มีปริมาณเกลือสูง ได้แก่ กะปิ กุ้งแห้ง น้ำปลา ปลาร้า ปลาจ่อม กุ้งจ่อม ปลาส้ม ไตปลา ปูเค็ม เครื่องพริกแกง ผักดอง ปลาเค็ม ปลาแห้ง ไข่เค็ม เต้าเจี้ยว ซีอิ้วขาว (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2558) คุณสมบัติของเกลือในทางเคมีเกลือเป็นสารประกอบไอออนิก (ionic compound) ประกอบด้วยแคตไอออน (cation : ไอออนที่มีประจุบวก) และแอนไอออน (anion : ไอออนที่มีประจุลบ) ทำให้ผลผลิตที่ได้เป็นกลาง (ประจุสิทธิเป็นศูนย์) ไอออนเหล่านี้อาจเป็นอนินทรีย์ กับอินทรีย์ และไอออนอะตอมเดี่ยว กับไอออนหลายอะตอม เกลือจะเกิดขึ้นได้เมื่อกรดและเบสทำปฏิกิริยาด้วยกัน โดยมีคุณสมบัติ เป็นสารประกอบ สถานะปกติเป็นของแข็ง ไม่นำไฟฟ้า เป็นสารละลาย(อิเล็กโทรไลต์) เพราะเมื่อละลายน้ำบริสุทธิ์ ทำให้น้ำบริสุทธิ์นั้นนำไฟฟ้าได้ และสารละลายเกลืออาจเป็นกรด กลาง หรือเบสก็ได้เกลือที่เรารู้จักโดยทั่วไปคือ เกลือแกง มีสภาพเป็นกลาง เกลือแกง มีรสเค็ม ใช้ในการปรุงรส เกลือแกงมีคุณสมบัติในการดูดน้ำออกจากเนื้อสัตว์ ผัก ทำให้สามารถช่วยชะลอระยะเวลาอาหารเสียช้าลง

1) ชนิดของเกลือ

เกลือสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด

1.1) เกลือธรรมดา (Normal Salt) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมคาร์บอเนต และแคลเซียมซัลเฟต

1.2) เกลือกรด (Acid Salt) ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต หรือเบคกิ้งโซดา แคลเซียมแอซิก ไฟโรฟอสเฟต ซึ่งใช้ในการผสมทำผงฟู หรือเบคิงพาวเดอร์ และครีมอ๊อฟทาร์ทาร์

1.3) เกลือเบส (Basic Salt) ซึ่งเป็นเกลือที่ไม่สำคัญในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1.4) เกลือผสม (Duble Salt) ได้แก่ อะลัม เกลือที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้แก่ เกลือธรรมดา และเกลือกรด

2) หน้าที่ของเกลือ

2.1) ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีรสชาติดีขึ้น

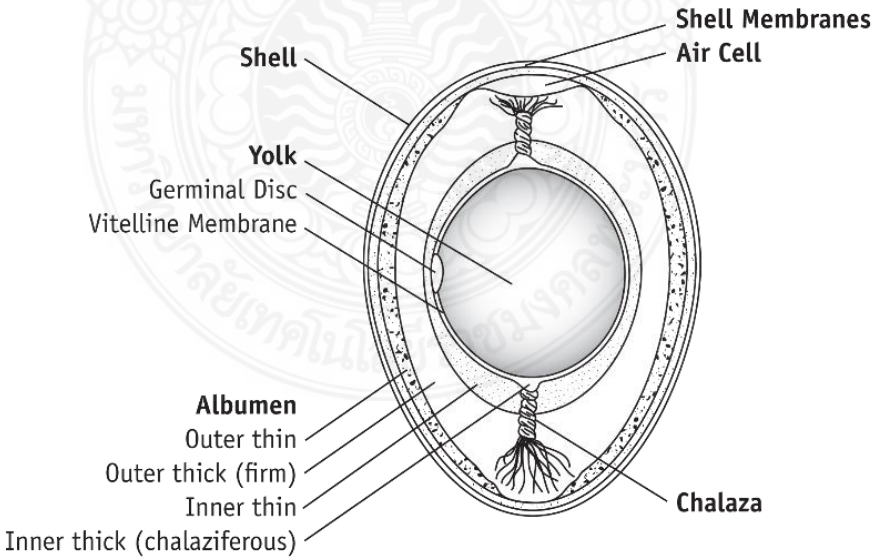
2.2) ช่วยเน้นรสชาติให้กับผลิตภัณฑ์ เช่น รสหวาน และเด่นขึ้นด้วยความเค็มของเกลือ

2.3) ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมัก และควบคุมอัตราการหมัก

2.4) ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในก้อนแป้งที่หมักด้วยยีสต์

2.1.2.4 ไข่

ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ส่วนมากใช้ไข่ไก่ เป็นวัตถุดิบ ที่มีความสำคัญมากในการทำผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะพวกขนมเค้กและขนมปังหวานที่มีสูตรเข้มข้น ในการทำเค้กประมาณร้อยละ 50 จะเป็นส่วนของไข่ ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เค้กมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ ไข่สด (fresh egg) หมายถึง ไข่ที่ยังอยู่ในเปลือก ไข่เหลว (liquid egg) หมายถึง ไข่ที่ตอกออกจากเปลือกแล้วบรรจุกระป๋อง ซึ่งจากไข่เหลวนี้ก็นำไปแช่แข็ง หรือ นำไปทำไข่ผงซึ่งเป็นการถนอมอาหารไว้ให้ใช้ได้นานๆ และไข่ผง (dried eggs) อาจจะเป็นไข่ทั้งฟองทำให้เป็นผง หรือแยกเป็นไข่แดงผงและไข่ขาวผงก็ได้ ส่วนใหญ่ไข่ผงใช้ผสมทำเป็นแป้งสำเร็จรูป



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างของไข่

ที่มา : ดัดแปลงจาก Brown. (2011)

1) หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1.1) การขึ้นฟู เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟองประกอบด้วยฟองอากาศเล็กๆ เป็นจำนวนมากซึ่งแต่ละฟองก็ถูกล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนบางๆ กับอากาศจะทำโปรตีนบางส่วนแข็งตัวและทำให้ฟองนั้นคงตัว ในการอบฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนและแผ่นโปรตีนจะยืดหยุ่นเพียงพอที่จะยืดได้ เมื่อส่วนผสม หรือไข่ขาวที่ตีแข็งได้รับอุณหภูมิสูงถึงจุดโปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึง จะสูญเสียความยืดตัว และจะจับตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งของผลิตภัณฑ์

1.2) สี ไข่แดงจะช่วยให้เค้กมีสีเหลือง

1.3) ความเข้มข้น เนื่องจากไข่มีไขมันและของแข็งอื่นๆ ผลิตภัณฑ์จะมีไขมันและรสหวานขึ้น นอกจากนั้นไข่ยังช่วยให้ส่วนผสมมีความมันสามารถผสมง่ายขึ้น

1.4) ความสมดุล และคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากไข่มีความชื้นร้อยละ 75 สำหรับไข่ทั้งฟอง) และมีความสามารถตามธรรมชาติในการที่จะรวมและเก็บความชื้นไว้จึงทำให้การแห้งของผลิตภัณฑ์เกิดช้าลง ไข่มีคุณค่าทางอาหารสูงและทำให้ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เป็นอาหารที่มีคุณค่า

2) ส่วนประกอบของไข่

2.1) ไข่แดง มีส่วนประกอบทางเคมีซึ่งซับซ้อนกว่าส่วนอื่นๆ ของไข่ ส่วนประกอบของไข่แดงส่วนใหญ่จะเป็นไขมัน รองลงมาจะเป็นโปรตีนและเกลือแร่ตามลำดับส่วนคาร์โบไฮเดรตนั้นมีน้อยมาก นอกจากนี้ยังมีรงควัตถุต่างๆรวมทั้งวิตามินอยู่ด้วย

2.1.1) โปรตีนที่สำคัญในไข่แดง ได้แก่ ไวเทลลิน (Vitellin) ซึ่งเป็นไลโพโปรตีนเชิงซ้อนจึงมักเรียกว่า ไลโพไวเทลลิน แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ แอลฟาไวเทลลิน และเบต้าไวเทลลิน โปรตีนอื่นที่พบ และสำคัญ ได้แก่ ฟอสไวติน (Phosvitin) ซึ่งมีฟอสฟอรัสประกอบอยู่ด้วยมาก กับไลเวตีน (Livetin) ซึ่งมีกำมะถันประกอบอยู่ด้วยมากเช่นกัน และเป็นประโยชน์ต่อร่างกายอย่างยิ่ง

2.1.2) ไขมันในไข่แดง ประกอบด้วย ไตรกรีเซอร์ไรด์ ฟอสโฟไลปิดและไลโพโปรตีน ซึ่งเป็นสารเชิงซ้อนระหว่างฟอสฟอไลปิดกับฟอสโฟไลปิด และฟอสฟอไลปิดที่สำคัญในไข่แดงได้แก่ เลซิติน หรือฟอสฟาติดิล โคลินซึ่งเป็นสารสำคัญที่ทำให้ไข่มี

คุณสมบัติในการเกิดอิมัลชั่นได้ มีฟอสฟาทิดิลเอทาโนลามิน และฟอสฟาททีดิลลามีนอยู่บ้าง ไขมันที่สำคัญอีกตัวหนึ่งคือ โคเลสเตอรอลพบในชั้นของไข่แดงสีเข้มมากกว่าในชั้นของไข่แดงสีอ่อนเป็นสารที่มีความสำคัญทางโภชนาการอย่างยิ่ง กรดไขมันที่ได้พบมีไนไตรกรีเซอร์ไรด์ของไข่แดงได้แก่ กรดโอลิอิค กรดปาล์มิติก กรด สเตียริก และกรดไลโนเลอิก ปริมาณและสัดส่วนของไขมันในไข่แดงอาจเปลี่ยนแปลงไปได้บ้างจากอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่

2.1.3) คาร์โบไฮเดรตในไข่แดงมีน้อย และรวมตัวอยู่กับโปรตีนเป็นไกลโคโปรตีนซึ่งขณะนี้ยังไม่ทราบบทบาท และความสำคัญต่อไข่แดงอย่างแน่ชัดอาจเป็นไปได้ว่าคาร์โบไฮเดรตที่มีในไข่รวมตัวเป็นสารเชิงซ้อนกับโปรตีนในไข่ชนิดต่างๆ นั้นอาจทำให้ไข่จากสัตว์บางชนิดแข็งตัวได้มากน้อยต่างกันเมื่อได้รับความร้อน

2.1.4) สารประกอบอนินทรีย์ในไข่แดงที่พบมีเพียงร้อยละ 0.2 เท่านั้น นอกจากนี้ไข่แดงยังมี แร่ธาตุประกอบอยู่ด้วย เช่น อลูมิเนียม ทองแดง ไอโอดีน ตะกั่ว สังกะสี เป็นต้น

2.2) ไข่ขาว ส่วนประกอบโดยทั่วไปของไข่ขาวได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเกลือแร่ ในชั้นต่างๆ ของไขมันมีองค์ประกอบของน้ำ และโปรตีนต่างกัน ไข่ขาวใสชั้นนอกมีน้ำประกอบอยู่เป็นปริมาณสูงสุด และค่อยๆ ลดลงในไข่ขาวข้นชั้นกลาง ไข่ขาวใสชั้นใน และในไข่ขาวชั้นขั้วไข่ ตามลำดับ ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณโปรตีนในชั้นต่างๆ ของไข่ขาวซึ่งจะมีโปรตีนเพิ่มมากขึ้น ตั้งแต่ไข่ขาวใสชั้นนอกไปจนถึงขาวชั้นขั้วไข่ซึ่งจะมีโปรตีนสูงข

2.2.1) โปรตีนในไข่ขาว ประกอบด้วย

2.2.1.1) โอวอลบูมิน (Ovalbumin) มีปริมาณร้อยละ 75 ของไข่ขาวทั้งหมด ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่สำคัญ คือ กรดกลูตามิค ลูซีน อะลานีน และกรดแอสปาติคจะแปรสภาพตามธรรมชาติเมื่อได้รับความร้อน

2.2.1.2) โอโวโคนาลบูมิน (Ovoconalbumin) มีประมาณร้อยละ 3 ของโปรตีนไข่ขาวทั้งหมด มีความคงทนต่อความร้อนน้อย

2.2.1.3) โอโวโกลบูมิน (Ovoglobumin) มีประมาณร้อยละ 2 ของไข่ขาวทั้งหมด

2.2.1.4) โอโวมิลคอยด์ (Ovomucoid) มีประมาณร้อยละ 13 ของไข่ขาวทั้งหมด เป็นไกลโคโปรตีนเชิงซ้อน ประกอบด้วย กลูโคส กาแลกโตส และแมนโนส รวมอยู่กับโปรตีนที่อยู่ในภาวะที่เป็นกรดโอโวมิลคอยด์ มีคุณสมบัติด้านการแปรสภาพธรรมชาติด้วยความร้อนได้ แต่ในภาวะด่างจะเสื่อมสลายได้อย่างรวดเร็วด้วยความร้อนเพียง 80 องศาเซลล-เซียส นอกจากนี้ยังมีคุณสบัติยับยั้งฤทธิ์ของทริปซินได้ด้วย

2.2.1.5) โอโวมิลซิน (Ovomimcin) เป็นไกลโคโปรตีน ซึ่งทำให้เกิดลักษณะเป็นวุ้นๆของไข่ขาวข้น โดยการทำให้เกิดเป็นตาข่าย โครงสร้างที่รวมแอลบูมินเหลวไว้ภายใน มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในน้ำเกลือเจือจางที่พีเอช 7 หรือมากกว่า

2.2.1.6) ไลโซไซม์ (Lysozyme) เป็นกลอบูลินชนิดหนึ่งที่คล้ายคลึงกับโอโวกลอบูลินโปรตีนชนิดนี้เป็นเอนไซม์ที่ช่วยรักษาคุณภาพของไข่โดยการป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์รบกวนเนื้อไข่ เนื่องจากมีคุณสมบัติละลายเซลล์แบคทีเรีย (Bacteria Dissolving Agent) ได้นั่นเอง แปรสภาพธรรมชาติได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน

2.2.1.7) อะวิดิน (Avidin) เป็นโปรตีนอีกชนิดหนึ่งซึ่งสามารถรวมตัวกับไบโอติน (Biotin Binding Protin) ทำให้ไบโอตินซึ่งเป็นวิตามินชนิดหนึ่งไม่ละลาย และร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ แต่เมื่ออะวิดินถูกแปรสภาพโดยความร้อนจะไม่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวขึ้น

2.2.2) คาร์โบไฮเดรตในไข่ขาว มีอยู่มากกว่าไข่แดง โดยไข่ไก่ 1 ฟอง จะมีคาร์โบไฮเดรตอยู่ประมาณ 0.5 กรัม ซึ่งร้อยละ 75 ของปริมาณนี้อยู่ในไข่ขาว โดยรวมตัวกับโปรตีนชนิดต่างๆ เช่น ดี-แมนโนส รวมกับโอโวลบูมิน และโอโวโกลบูมิน หรือกลูโคสแมนโนสและกาแลกโตส รวมกับโอโวมอลคอยด์ เป็นต้น

2.2.3) รงควัตถุในไข่ขาว มีอยู่เพียงชนิดเดียว คือ โอโวเฟลวิน มีคุณสมบัติละลายน้ำ

2.2.4) สารประกอบอนินทรีย์ในไข่ขาว สารประกอบ อนินทรีย์ในไข่ขาว ประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ คล้ายๆ กับในไข่แดง ซึ่งนอกจากนี้ยังพบแร่ธาตุที่พบในปริมาณน้อยอีกมากมาย เช่น อลูมิเนียม ทองแดง ฟลูออรีน ตะกั่ว แมงกานีส สังกะสี และไอโอดีน เป็นต้น

ลักษณะเหลวข้นของไข่ขาวช่วยทำให้ไข่ขาวจับเอาฟองอากาศไว้ได้เมื่อเอาไข่ขาวมาตี หรือปั่นจะเกิดเป็นฟองฟูขึ้น การตีทำให้ฟองอากาศจับตัวอยู่ในเส้นใยโปรตีนของไข่ขาว ซึ่งประกอบด้วยโอโวมิลซิน โอโวโกลบูลิน และคอนแอลบูมิน ทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวของอากาศ และน้ำลง พร้อมทั้งมีการคลายตัวของโมเลกุลของโพลีเปปไทน์ขนานไปกับพื้นผิวหน้าของฟองอากาศ นอกจากนี้ โอโวมิลซิน และคอนแอลบูมินที่มีอยู่ในไข่ช่วยเพิ่มความหนืดซึ่งช่วยให้ฟองคงตัว การตีจะช่วยดึงชั้นของโอโวมิลซินให้แผ่ขยายออกฟองฟูที่เกิดขึ้นจะมีขนาดพอเหมาะและคงทนถ้าชั้นของโอโวมิลซินแผ่ออกประมาณ 300-400 ไมครอน และขณะที่เกิดฟองฟูจะมีการแปรสภาพธรรมชาติของโปรตีนเกิดขึ้นซึ่งจะช่วยทำให้ฟองฟูคงทนยิ่งขึ้น มีประโยชน์ในการทำขนมที่ใช้ไข่เป็นตัวทำให้โป่งฟู เช่น ขนมไข่ แต่ถ้าตีมากเกินจะทำให้ฟองอากาศที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กเกินไปเมื่อผิวหน้าของฟองอากาศเพิ่มมากขึ้นชั้นของโอโวมิลซิน ก็จะถูกดึงยืดออกมาเพื่อเคลือบผิวหน้าฟองอากาศไว้ทำให้ความแข็งแรงของโปรตีนที่ยึดฟองอากาศไว้ลดน้อยลง เมื่อได้รับความร้อนโปรตีนชนิดนี้จะหดตัว ในขณะที่ฟองอากาศภายในขยายตัวดันทะลุชั้นของโปรตีนออกมา ปริมาณของฟองฟูที่เกิดขึ้นจะลดลง สังเกตเห็นได้ในขนมที่ตีมากเกินไปเวลานำไปอบให้สุกจะยุบตัวลง ฟองอากาศที่เกิดจากไข่ขาวจะเป็นรูปสามเหลี่ยม (Polyhedron) ไม่ใช่ทรงกลม ขนาดของฟองอากาศอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการตีไข่ยิ่งตีนานฟองที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กลง

2.1.2.5 ผงฟู

เป็นสารเสริมที่ช่วยทำให้ขนมต่างๆ มีความโปร่งเบา ฟู และเพิ่มปริมาตร โดยผงฟูจะช่วยปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างผลิต ผงฟูเป็นส่วนผสมของโซเดียมไบคาร์บอเนตหรือ

เบคกิ้งโซดา ผสมกับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด และแป้งข้าวโพดที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้สารทั้งสองสัมผัสกันโดยตรงเพราะจะทำปฏิกิริยากัน

1) การทดสอบคุณภาพคุณภาพผงฟู

วิธีทดสอบคุณภาพคุณภาพของผงฟูใส่ผงฟู 1 ช้อนชา ลงในน้ำร้อน ถ้ามีฟองอากาศปุดขึ้นมาอย่างรวดเร็วแล้วค่อยๆช้าลงจนหมด แสดงว่าผงฟูนั้นยังมีคุณภาพดีและสามารถใช้งานได้ ถ้าเกิดฟองช้าหรือไม่เกิดแสดงว่าผงฟูเสื่อมคุณภาพ

2) การเลือกซื้อผงฟู

ควรซื้อขนาดที่บรรจุไม่มากหรือขนาดเล็กเพราะอาจทำให้ผงฟูเสื่อมประสิทธิภาพลงถ้าเก็บไว้นานๆ ควรเลือกชนิดที่เป็นผงละเอียด สีขาวไม่จับตัวกันเป็นก้อน บรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด ดูวัน เดือน ปี ที่ผลิต และวันหมดอายุ

3) การเก็บรักษาผงฟู

ควรเก็บรักษาในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท เก็บไว้ในที่แห้ง อุณหภูมิไม่สูง ควรปิดฝาให้แน่นทุกครั้งหลังการใช้

2.1.2.6 เนยสด

เนยสด เป็นวัตถุดิบที่ใช้มากที่สุดในการทำเบเกอรีเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนมที่แยกออกจากหางนมที่เป็นของเหลวนำมาทำเป็นครีมสดแล้วคนครีมสดนั้นอย่างแรงจนเกาะตัวกันกลายเป็นก้อนแข็ง เนยเป็นวัตถุดิบที่สำคัญที่สุดของเค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลักมากกว่าเค้กชนิดอื่นๆ หากเข้าใจลักษณะพิเศษทางฟิสิกส์ที่เนยมีอยู่ จึงจะสามารถทำเค้กนั้นออกมาได้อย่างสำเร็จ และจะต้องยอมรับว่าเนยคือสิ่งจำเป็นที่สุดในการทำเค้กไม่ใช่แค่เนยเป็นเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งที่ไม่สำคัญในการทำเค้ก เนยสดเป็นวัตถุดิบที่มีกลิ่นหอมอบอวลจึงเป็นปัจจัยสำคัญกับคุณภาพของกลิ่นเค้กความหอมและกลิ่นเนยส่วนใหญ่จะเกิดจากไขมันที่มีอยู่ข้างในนมสด เนยเป็นไขมันจากธรรมชาติจะต้องเก็บรักษาอย่างดี จึงจะสามารถรักษาความสดของเนยไว้ได้ เนยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เนยชนิดเค็ม ที่เติมเกลือลงในขั้นตอนสุดท้ายของการทำประมาณร้อยละ 1 และเนยชนิดจืดที่ไม่ได้เติมเกลือ เนยชนิดเค็มจะมีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาได้ดีกว่าเนยชนิดจืดแต่หากใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเค้กปริมาณส่วนผสมของเกลือจะทำให้รสชาติเค้กแตกต่างออกไป ดังนั้นการใช้เนยชนิดจืดทำเค้กแล้วค่อยผสมเกลือต่างหากนั้นจะมั่นคงกว่าเล็กน้อยแต่ถ้าจะใช้เนยชนิดเค็มก็สามารถใช้ได้แต่ในปริมาณที่ไม่มาก เพราะเกลือที่ผสมในเนยมีปริมาณน้อยมากเพียงแต่ว่าในกรณีที่ใช้เนยชนิดเค็มจะต้องจำไว้เสมอว่าต้องปรับเรื่องของรสชาติให้เหมาะสม เนยประกอบด้วยน้ำปริมาณร้อยละ 14 – 20 กับไขมันในนมประมาณร้อยละ 80 จึงจำเป็นต้องมีการเก็บรักษารายละเอียดและรอบคอบเพราะเนยเป็นวัตถุดิบจากธรรมชาติไม่มีสิ่งอื่นเจือปน อย่างเช่นสารต้านอนุมูลอิสระหรือสารกันบูดจึงทำให้เนยไวต่อความชื้น อุณหภูมิ แสง และอากาศมาก ถ้าหากเนยสัมผัสอากาศไขมันจะทำปฏิกิริยาออกไซด์จึงทำให้เนยเปลี่ยนกลิ่น และละลายได้ง่ายเนื่องจากมีปริมาณน้ำและดูดกลิ่นรอบข้างได้ดีจึงควรปิดภาชนะที่ใส่เนย

ให้สนิทอยู่เสมอและต้องเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียสแต่ถ้าเก็บรักษาในความเย็นที่ต่ำกว่า -15 องศาเซลเซียส ความหอมและคุณภาพจะไม่เปลี่ยนแปลงไปประมาณ 1 ปี

ความสามารถในการดูดซึมและความสามารถในการกลมกลืนของเนย การสร้างเนื้อสัมผัสของเค้กให้มีความชุ่มฉ่ำนั้น ส่วนผสมจะต้องมีความเหลวในปริมาณมากและเนยก็จะเป็นตัว ดูดซึมน้ำจากของเหลวได้เป็นจำนวนมากทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างเนยและน้ำเข้ากันได้เป็นอย่างดี โดยปกติแล้วไขมันกับน้ำจะมีคุณสมบัติที่ผสมเข้ากันไม่ได้แต่ถ้าทำให้เนยกลายเป็นก้อนครีมแล้วเติมวัตถุดิบเหลว เช่น นมหรือไข่ไก่ ของเหลวจะกลายเป็นอนุภาคที่เล็กมากเนื่องจากการตีด้วยความเร็วต่อเนื่องและจะกระจายตัวเข้ากันกับเนยได้เป็นอย่างดีพร้อมทำให้เกิดการพองตัวที่สมบูรณ์และนุ่ม จึงทำให้เค้กมีความชุ่มฉ่ำและนุ่มได้ (ระริน, 2556)

2.1.2.7 สารเสริมคุณภาพ

SP (เอสพี)/Ovalet (โอวาเลต) เป็นสารที่ใช้ในการทำเค้กที่มีไข่เป็นส่วนผสมหลัก มีลักษณะเป็นครีมใส สีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมอ่อนๆ เหมาะสำหรับ เค้กไข่, ชาลาเปา

1) คุณสมบัติ
   1.1) ใช้ในการผสมเค้กแบบขั้นตอนเดียว ทำให้ไม่ยุ่งยาก
   1.2) สามารถตั้งส่วนผสมทิ้งไว้เพื่อรออบได้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง
   1.3) ช่วยให้เนื้อขนมละเอียด นุ่ม และเก็บความชื้นได้นาน
2) ปริมาณในการใช้ และวิธีการใช้

ปริมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักรวมของแป้ง น้ำตาล และไข่ หรือ ร้อยละ 3 – 5 ของน้ำหนักแป้ง วิธีใช้คือผสมพร้อมกับของเหลวในช่วงแรก และเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท แห้งและเย็น (อนิษา, 2556)

2.1.2.8 นมข้นจืด

นมข้นจืด เป็นผลิตภัณฑ์จากนมชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้กรรมวิธีแปรรูปน้ำนมโดยระเหยน้ำออก เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำนม จนกระทั่งมีธาตุน้ำนมที่ไม่รวมมันเนย ในปริมาณไม่ต่ำกว่าร้อยละ 17.5 ของน้ำหนัก โดยนิยมใช้เครื่องระเหยแบบสุญญากาศ เพื่อป้องกันมิให้กลิ่นและรสชาติของน้ำนมเปลี่ยนไป หรืออาจใช้นมผงขาดมันเนยผสมกับน้ำสะอาด แล้วเข้าสู่กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน จากนั้นผู้ผลิตมักนำไปบรรจุในกระป๋องโลหะ แล้วเข้าสู่กระบวนการสเตอริไลซ์เชิงพาณิชย์ จากนั้นจึงทำให้เย็นลง เพื่อยืดอายุของการเก็บรักษาขึ้นอีก 1-2 ปี ตามปริมาณของไขมัน ซึ่งนมระเหยนี้ นิยมใช้ประกอบในการปรุงอาหาร หรือขนมอบชนิดเบเกอรี หรือนำไปผสมกับเครื่องดื่ม อย่างกาแฟหรือน้ำชาเป็นต้น (อนิษา, 2556)

2.1.2.9 วานิลลา

วานิลลาเป็นเครื่องเทศชิ้นเอกในการทำเค้กหรือขนมอบต่างๆ วานิลลาเป็นกล้วยไม้พรรณไม้เลื้อยที่เติบโตในเขตร้อน ถ้าเด็ดฝักที่ยังสุกไม่เต็มที่แล้วหมักไว้ ขณะที่ฝักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ก็จะเกิดกลิ่นที่มีลักษณะเฉพาะตัว กลิ่นของวานิลลาจะช่วยกำจัดกลิ่นคาวของไข่ไก่ ในเค้กที่มี

ไข่ไก่เป็นส่วนผสมหลัก อีกทั้งยังเปลี่ยนกลิ่นเหม็นที่เกิดจากวัตถุดิบอื่นๆให้มีกลิ่นหอมหวานและสามารถทำให้เค้กมีราคาสูงขึ้นได้

วานิลลาสามารถใช้ได้หลายวิธี เช่นขูดเมล็ดออกมาใส่ในส่วนผสมเพื่อสร้างความหอมหวานบ่มไว้ในเหล้ารัมที่มีดีกรีสูงประมาณ 40 ดีกรี เพื่อทำกลิ่นวานิลลา เสียบไว้ในน้ำตาลเพื่อทำน้ำตาลวานิลลา ทำเป็นน้ำมันวานิลลา และวานิลลาเพส เป็นต้น (ณารา, 2557)

2.1.3 กรรมวิธีการผลิตเค้ก

2.1.3.1 การเตรียม (เจตนิพัทธ์, 2560)

1) ร่อนแป้งก่อนชั่ง
2) ชั่งหรือตวงส่วนผสมตามตำรับ
3) ผสมแป้งกับสารช่วยฟูและของแห้งอื่นพร้อมร่อนอีก 1 ครั้ง

2.1.3.2 การผสมเค้กเนยสด (เจตนิพัทธ์, 2560)

1) แบบตีครีม (sugar butter) เริ่มโดยตีเนย น้ำตาล เกลือ ด้วยความเร็วระดับปานกลางจนขึ้นฟู ค่อยๆเติมไข่แช่เย็นทีละฟอง ประมาณ 5 นาที ร่อนแป้งกับผงฟูใส่สลับกับ เติมกลิ่น ตีด้วย ความเร็วระดับ 2 นาที ตักใส่พิมพ์ที่ทาไขมัน นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที
2) แบบ 2 ขั้นตอน (flour batter) เริ่มต้นร่อนแป้งกับผงฟูให้เข้ากัน เติมเนยสด เกลือ ผสมด้วย ความเร็วระดับต่ำ 1 นาที ตีต่อด้วยความเร็วปานกลาง 3 นาที ค่อยๆ เติมนมข้นจืดและกลิ่น ตีต่อ 2 นาที พักไว้ ตีไข่ น้ำตาล และ เอส.พี. จนขึ้นฟู ด้วยความเร็วสูง 8 นาที ลดความเร็วระดับต่ำ 2 นาทีค่อยๆเติมส่วนผสมของไขมันลงไป ผสมจนเข้ากัน 1-2 นาที ตักใส่พิมพ์ที่ทาไขมัน นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที
3) แบบเบลนดิ้ง (blending) ขั้นแรกร่อนแป้งผงฟู เข้าด้วยกัน เติมน้ำตาล เกลือ ผสมด้วยความเร็วระดับต่ำ 1 นาที เติมเนยสดตีต่อด้วยความเร็วระดับต่ำ จนเป็นเม็ดเล็กๆ ประมาณ 2 นาที ใส่ไข่ไก่ที่แช่เย็นและนม ตีต่อด้วยความเร็วระดับต่ำ 1 นาที หยุดปาดให้ทั่ว ตีต่อด้วยความเร็วระดับปานกลาง 7 นาที ตักใส่พิมพ์ที่ทาไขมัน นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที
4) แบบผสมรวม (all-in) เริ่มจากร่อนแป้ง ผงฟู เข้าด้วยกัน เติมส่วนผสมทุกอย่างลงในอ่างผสม ด้วยความเร็วระดับต่ำ 1 นาที หยุดปาดให้ทั่ว ตีต่อด้วยความเร็วปานกลาง 8 นาที ลดความเร็วเหลือระดับต่ำ 1 นาที นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที
5) แบบสปันจ์ (butter-sponge method) ทำโดยร่อนแป้งและผงฟูเข้าด้วยกัน เติมน้ำตาลทราย เกลือใช้พายยางคลุกให้เข้ากัน เติมส่วนผสมที่เหลือ (ยกเว้นเนยสด) ตีด้วยความเร็วระดับต่ำ 1/2 นาที หยุดปาด ตีต่อด้วยความเร็วสูง 5

นาที ลดความเร็วต่ำ 1 นาที เติมเนยสดที่ละลายอุ่นๆลงไป ตีต่อด้วยความเร็วระดับต่ำ 1 นาที นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที

2.1.3.3 การใส่พิมพ์ และการอบเค้กเนยสด (เจตนิพัทธ์, 2560)

1) เค้กเนยสด ที่ผสมแล้วควรใส่พิมพ์ที่ทาด้วยไขมันเฉพาะที่ก้นพิมพ์ไม่ต้องทาด้านข้างพิมพ์หรือใช้กระดาษรองที่ก้นพิมพ์ก็ได้ ควรใส่ลงไปประมาณ 1/2 หรือ 2/3 ส่วนของพิมพ์ เสร็จแล้วควรนำเข้าอบให้เร็วที่สุดที่จะทำได้ เพราะถ้ารอทิ้งไว้นานจะเกิดปฏิกิริยาของผงฟูกับของเหลวในส่วนผสมผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซที่ทำให้เค้กขึ้นฟู และจะสูญเสียออกไปมากในระหว่างการรอเข้าเตาอบ ทำให้เซลล์อากาศภายในส่วนผสมหยาบขึ้น อุณหภูมิของเตาอบจะต่างกันไปตามความเข้มข้นของสูตรที่ใช้ขนาดของพิมพ์และความชื้นของส่วนผสม ส่วนผสมที่มีปริมาณน้ำตาลสูงจะต้องใช้อุณหภูมิในการอบต่ำประมาณ 325-350 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 163-176 องศาเซลเซียส
2) การตรวจสอบว่าเค้กเนยสุกดีแล้วสามารถตรวจได้โดยใช้ไม้แหลมจิ้มลงไปในเนื้อเค้กและเมื่อดึงออกมาจะไม่มีเนื้อเค้กติดออกมาแสดงว่าเค้กอบสุกดีแล้ว นำออกมาจากเตาอบ ตั้งทิ้งไว้พออุ่น จึงนำออกจากพิมพ์ แล้วตั้งพักไว้ให้เย็นก่อนจัดเก็บ หรือก่อนที่จะแต่งหน้า

2.1.3.4 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบ (เจตนิพัทธ์, 2560)

1) การอบเค้กมีวิธีการผสมที่ถูกต้อง เค้กที่อบสุกออกมาควรจะต้องมีคุณลักษณะที่ดีในระหว่างการอบเค้กจะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านฟิสิกส์และทางเคมีซึ่งเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของเตาอบ ความชื้น และเวลาที่ใช้ในการอบ
2) การขึ้นฟูของเค้ก ขึ้นอยู่กับส่วนผสม เช่น ไขมัน ไข่ และผงฟู เมื่อตีไขมันอากาศจะเข้าไปรวมในไขมันและจะเก็บไว้ในนั้นโดยมีไข่คอยช่วย ซึ่งเมื่อนำเค้กเข้าอบเค้กนั้นก็จะขยายตัวขึ้นพองฟู เมื่อได้รับความร้อนเข้าไป น้ำที่มีอยู่ในส่วนผสมจะเปลี่ยนเป็นไอน้ำซึ่งมีความดันอยู่ด้วย สำหรับผงฟูเมื่อได้รับความร้อนแล้วความชื้นจากน้ำจะทำปฏิกิริยาให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะทำให้เค้กขยายตัวฟูขึ้น อุณหภูมิที่สูงขึ้นในเตาอบจะกระจายเข้าไปในเนื้อเค้ก ผิวนอกของเค้กจะเริ่มเกิดขึ้นที่ด้านบนของก้อนเค้กและเมื่อความชื้นค่อยๆ ระเหยออกไป ผิวนอกของเค้กจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ให้เวลาในการขยายตัวของเค้กสูงสุดเมื่ออุณหภูมิในเตาอบมีความเหมาะสมและมีความชื้นอย่างพอเพียง สำหรับเค้กที่อบก้อนใหญ่ผิวนอกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีช้ากว่าเค้กก้อนเล็ก ส่วนหนึ่งเป็นเพราะการระเหยของความชื้นมีมากกว่า ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ช้ากว่า
3) ในเตาอบควรมีความชื้นพอเพียงเพราะถ้าเตาอบแห้งเกิน จะดึงความชื้นจากผิวหน้าเค้กออกไป ทำให้ผิวนอกที่เกิดขึ้นจะแห้งและแข็ง ทำให้การขยายตัว

ซึ่งเกิดขึ้นภายในก้อนเค้กดันออกผ่านทางด้านบนของเค้ก น้อยลงทำให้เกิดลักษณะเป็นรอยไม่เรียบแตกร้าวดันออกมา และตรงกลางส่วนบนของเค้ก ถ้าเตาอบมีความชื้นพอดีการขยายตัวจะเกิดขึ้นเต็มที่และเมื่อความร้อนกระจายเข้าไปตรงกลางของเค้ก ซึ่งทำให้ได้เค้กที่มีปริมาตรดี และมีรูปร่างดีด้วย หน้าเรียบนูนสวย

4) เมื่อการขยายตัวเต็มที่ และเปลือกนอกกำลังเกิดขึ้นด้วยนั้น ตรงกลางของเค้กจะยังคงแฉะอยู่ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สตาร์ชบางส่วนจะดูดความชื้นเข้าไว้ทำให้เกิดเป็นเจลแต่เกิดเพียงบางส่วนเท่านั้น เพราะมีความชื้นไม่เพียงพอ โปรตีนที่มีอยู่ซึ่งได้แก่ กลูเต็น และแอลบูมินจะเริ่มแข็งตัวและเป็นโครงร่างของเค้กขึ้น ในขณะที่การแข็งตัวของโปรตีนดำเนินอยู่นั้น จะซับน้ำออกไปมากขึ้นเปลือกนอกจะได้รับอุณหภูมิสูง โปรตีนจะแห้งและเริ่มดูดซึมไขมันเข้าไว้
5) สีของผิวเค้กจะเข้มขึ้น เมื่อน้ำตาลละลายถึงขั้นตอนสุดท้าย การอบก็จะมีสีที่ดีของเค้กเกิดขึ้น ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด จนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากไปกว่าการอบครั้งสุดท้าย ความชื้นมีการขับออกไปมากขึ้นจากการอบเค้กนานเกิน และจะทำให้เปลือกนอกของเค้กหนาขึ้นและมีอุณหภูมิของเค้กทั้งก้อนก็จะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เปลือกนอกของเค้กจะยังคงมีสีเข้มขึ้นและค่อยๆ เปลี่ยนแปลงเป็นสีดำทำให้เนื้อในของเค้กก็จะเริ่มมีสีเข้มขึ้นอย่างช้าๆ
6) การอบเค้กนานเกินเค้กจะแห้ง เนื้อสัมผัสแข็ง มีผิวเค้กหนา และถ้าอุณหภูมิเตาอบต่ำมากระหว่างการอบก็จะทำให้เนื้อในของเค้กมีสีไม่ดี ความแห้งของเค้กเกิดจากการที่เค้กอยู่ในเตาอบมากเกินไป ทำให้ความชื้นระเหยออกไปมากกว่าปกติ ในขณะเดียวกัน เปลือกนอกก็จะหนาขึ้น แต่จะไม่ให้สีเข้มมากเกินไปเพื่อจะให้เค้กมีสีเปลือกนอกที่พอดี ด้วยเหตุผลที่ว่าอุณหภูมิเนื้อในเค้กจะขึ้นสูงกว่าจุดเดือดของน้ำ ทำให้น้ำตาลในเนื้อจะเริ่มเกิดคาราเมล
7) การอบเค้กอุณหภูมิของเตาอบสูงเกินไปสำหรับชนิดของเค้กที่อบแล้วเปลือกนอกของเค้กจะหนาขึ้น แข็ง เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้เค้กเกิดสีเข้มอย่างรวดเร็วเค้กที่มีลักษณะแตกร้าวดันออกมา ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ปริมาตรและรูปร่างก็จะไม่ดีเปลือกนอกของเค้กจะเริ่มมีสีดำก่อนที่ภายในจะอบสุกดี เนื้อเค้กบางส่วนที่ยังไม่สุกก็จะเกิดขึ้นที่ใต้ส่วนบนของเค้ก หรือที่ฐานล่างของเค้กจะหดตัวลงเป็นรอยเส้นบางๆ ทำให้เค้กไม่น่ารับประทาน

2.1.3.5 การนำเค้กออกจากพิมพ์ (เจตนิพัทธ์, 2560)

เมื่อเค้กสุกออกจากเตาควรใช้สปาตูล่าเก็บริมเค้กตรงขอบพิมพ์ส่วนบนเพื่อมิให้ผิวหน้าของเค้กติดกับขอบพิมพ์ เค้กเมื่อเอาออกจากเตาอบ ควรพักให้เย็นในพิมพ์ 5-10 นาที จึงแซะและคว่ำออกจากพิมพ์ ถ้าเป็นสปองค์เค้กหรือชิฟฟ่อนเค้กควรคว่ำพิมพ์บนตะแกรง โดยหาภาชนะอื่นหนุน เพื่อป้องกันไม่ให้เค้กแฉะ พักจนเย็นสนิทและนำไปแต่งหน้าเค้ก

2.1.4 สารให้ความหวาน

ภาพรวมของประเทศจะเห็นว่าคนไทยมีพฤติกรรมการบริโภคน้ำตาลเพิ่มขึ้นกว่าในอดีตมากกว่า 2 เท่า ซึ่งตัวเลขดังกล่าวไม่ได้เกิดจากการเติมน้ำตาลในอาหารที่รับประทานมากขึ้น เพราะคนส่วนใหญ่โดยเฉพาะคนอ้วนมีแนวโน้มของพฤติกรรมการรับประทานที่พยายามจะหลีกเลี่ยง การเติมน้ำตาลอยู่แล้วแต่สิ่งที่คนส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ความระมัดระวังหรือมองข้ามไป คือ การดื่มเครื่องดื่มต่างๆ เช่น น้ำอัดลม น้ำชา กาแฟ น้ำสมุนไพร ชาเขียว หรือน้ำผลไม้ซึ่งเชื่อว่าดื่มเพื่อสุขภาพ แต่มีน้ำตาลปริมาณมากแอบแฝงอยู่ ทำให้ได้รับพลังงานส่วนเกินซึ่งส่งผลให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นได้โดยเมื่อเปรียบเทียบกับแนวทางในการบริโภคอาหารที่เหมาะสมสำหรับคนไทยหรือธงโภชนาการซึ่งกระทรวงสาธารณสุขจัดทำขึ้นในปี พ.ศ. 2543 จะเห็นว่าแนวทางดังกล่าวแนะนำ ให้รับประทานน้ำตาลไม่เกิน 6 ช้อนชาต่อวันนั่นแสดงว่าเราได้รับน้ำตาลมากขึ้นกว่าปริมาณที่แนะนำให้ควรรับประทานถึง 14 ช้อนชา (น้ำตาล 1 ช้อนชา = 4 กรัม) ซึ่งเท่ากับว่าเราได้รับพลังงานส่วนเกินประมาณ 224 กิโลแคลอรีต่อวัน ซึ่งการบริโภคน้ำตาลในปริมาณมากก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสุขภาพตามมา เช่น น้ำหนักเกิน โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหัวใจ และโรคเรื้อรังอื่นๆ ดังนั้นความรู้ความ เข้าใจเกี่ยวกับน้ำตาลและสารให้ความหวานประเภทต่างๆ โดยเฉพาะสารให้ความหวานที่ใช้ทดแทนน้ำตาลจะช่วยเป็นแนวทางในการดูแลสุขภาพตัวเองและสามารถเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม รวมทั้งสามารถให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยและประชาชนทั่วไปได้ สารให้ความหวานที่ใช้กันมาตั้งแต่สมัยโบราณ คือ น้ำตาล หรือซูโครส แต่การบริโภคน้ำตาลในปริมาณมากเกินไปก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ จากกระแสนิยมของผู้บริโภคผนวกกับมาตรการส่งเสริมของหน่วยงานภาครัฐทั่วโลกที่ให้ความสำคัญต่อสุขภาพมากขึ้น ทำให้การผลิตอาหารและเครื่องดื่ม ตามท้องตลาดเอาใจคนรักสุขภาพแต่ยังต้องการความหวาน ด้วยการพัฒนาสารให้ความหวานแทนน้ำตาล ที่ปลอดภัยต่อสุขภาพมีปริมาณความหวานสูงและรสชาติใกล้เคียงน้ำตาล แต่ให้พลังงานต่ำเพื่อใช้เป็นส่วนผสมแทนน้ำตาลซึ่งการเลือกใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลต้องอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม และได้รับเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ หรือสารให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงาน หรือน้ำตาลเทียม องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกายอมรับให้ใช้ได้อย่างปลอดภัยถ้าใช้ในปริมาณที่เหมาะสม โดยปริมาณสูงสุดต่อวันที่สามารถรับประทานได้อย่างปลอดภัยโดยไม่เกิดอันตรายใด ๆ เรียกว่า Acceptable daily intake levels หรือ ADI (วรรณคล, 2008)

2.1.4.1 ซูคราโลส

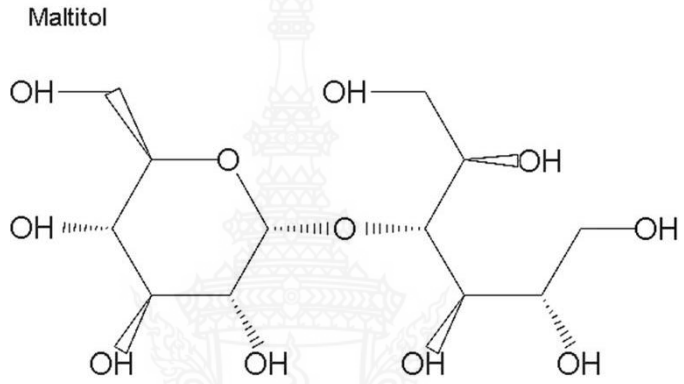
ซูคราโลส (Sucralose) มีรสชาติคล้ายน้ำตาลแต่ให้ความหวาน เป็น 600 เท่าของน้ำตาล คงตัวดี ทนต่อความร้อนสูง ไม่ดูด ความชื้น ละลายน้ำ ได้ดี สามารถใช้ในการปรุงอาหารได้โดยให้รสชาติใกล้เคียงน้ำตาลมากไม่ทำให้เกิดรสขมหรือเฝื่อนติดปลายลิ้น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ได้แก่ Splenda ® ผลิตภัณฑ์ที่ มีจำหน่ายในประเทศไทย คือ D-et ® และ Fitne sweet ® จึงสามารถนำมาใช้เป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น อาหารกระป๋อง ไอศกรีม ขนมขบเคี้ยวซอส ลูกกวาด หมากฝรั่ง ผลิตภัณฑ์ นม แยม เยลลี่ ผัก และผลไม้ดอง น้ำตาลสำหรับโรยหน้าขนม เครื่องดื่มต่างๆ เป็นต้น (วรรณคล, 2008)

2.1.4.2 มอลทิทอลไซรัป (maltitol)

มอลทิทอล หรือไฮโดรจีเนต (maltitol or hydrogenated maltose) มีชื่อ IUPAC ว่า 4-o-a-D-glucopyranosyl-D-glucitol เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์โมเลกุลคู่ประกอบด้วย กลูโคส และซอร์บิทอล (กลูซิทอล) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ 1,4 (1,4 – gulcosyl - gulcitol) มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 2.5 มอลทิทอลมีชื่อพ้องอื่นๆ คือ Amalty, Maltisord และ Maltisweet ในช่วงระยะแรกมอลทิทอลมีความบริสุทธิ์ต่ำ และพบได้ในรูปของน้ำเชื่อม (syrup) เท่านั้น ใน ค.ศ. 1940 Wolfrom และคณะได้พัฒนามอลทิทอลในรูปของแข็งซึ่งมีรูปร่างไม่แน่นอน เป็นสารสีขาว ต่อมาใน ค.ศ. 1975 Horaiwa ได้ทำมอลทิทอลบริสุทธิ์มากขึ้น และใช้ในประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากมอลทิทอลเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดูดความชื้นได้ดีมากจึงเตรียมเป็นผงได้ยาก ดังนั้น มอลทิทอลเกือบทั้งหมดจึงอยู่ในรูปของสารละลายของเหลวทำให้นำไปใช้งานได้จำกัดมาก ต่อมา Hirao และคณะได้พัฒนามอลทิทอลที่มีคุณสมบัติเป็นผลึก และไม่ดูดความชื้นและมีใช้ตั่งแต่ ค.ศ. 1981 เป็นต้น (สุขใจ, 2555)

การประยุกต์ในอาหารชนิดอื่นๆอาหารสำหรับผู้ที่ควบคุมโภชนาการโดยการจำกัดน้ำตาลหรือไขมันสามารถใช้มอลทิทอลในสูตรเป็นส่วนผสมได้ เช่น อาหารเช้าแบบแท่ง (granola bars) แยมที่ไม่เติมน้ำตาล ไอศกรีมเทียม (ice cream analogue) ไส้ขนมพาย น้ำสลัด คุกกี้ และเค้ก อาหารทั้งหมดที่กล่าวมาไม่ต้องการสารให้ความหวานในปริมาณมาก แต่เนื่องจากมอลทิทอลมีความหวานใกล้เคียงกับซูโครสจึงสามารถใช้แทนได้ในปริมาณหนึ่งต่อหนึ่ง ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์เป็นชนิดไม่มีน้ำตาลหรือทำเป็นสูตรพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์แคลอรีต่ำ มอลทิทอลสามารถใช้ได้ดีกว่าสารให้ความหวานชนิดอื่นๆ และมีคุณสมบัติเหมือนกับซูโครสมาก เช่น สารให้ความหวานประจำโต๊ะอาหาร (tabletop sweetener) สามารถทำได้จากมอลทิทอลและแอสปาร์แทมราคาของมอลทิทอลและการตลาดเป็นที่ทราบทั่วไปว่าโพลิออลมีราคาแพงกว่าสารให้ความหวานคาร์โบไฮเดรตทั่วไปอย่างซูโครส และน้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) เพราะต้องผ่านขั้นตอนของกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่ามอลทิทอลมีราคาแพงกว่าผลึกซอร์บิทอล(ประมาณ 2 เท่า) แต่รสชาติเด่นของมอลทิทอล ความหวาน และหน้าที่ของมอลทิทอลทำให้คุ้มค่าในหลายๆ การผลิต (สุขใจ, 2555) ความเหมาะสมของการใช้ในอาหารสำหรับคนที่เป็นโรคเบาหวาน เนื่องจากมอลทิทอลถูกไฮโดรไลซ์ และถูกดูดซึมได้ช้าเมื่อเปรียบเทียบกับซูโครสหรือกูลโคสในมนุษย์ ดังนั้น อาจจะนำมอลทิทอลมาใช้ประโยชน์ในอาหารสำหรับคนที่เป็นโรคเบาหวานมีเป้าหมายเพื่อควบคุมการจัดการอาหาร สำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานเพื่อลดการเปลี่ยนแปลงของกลูโคสในเลือกโดยให้มีความต้องการของอินซูลินไม่มากเกินไปความจริงแล้วมีการศึกษามากมายแสดงให้เห็นว่าการบริโภคมอลทิทอลไม่ทำให้ระดับกลูโคสในเลือดสูงขึ้นอย่างชัดเจนทั้งผู้ป่วยโรคเบาหวาน และคนที่ดูแลสุขภาพ และปรากฏว่าซอร์บิทอลที่ผลิตจากปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของมอลทิทอลนั้นดูดซึมได้ช้ามาก และยับยั้งการดูดซึมของกลูโคสที่ปล่อยออกมาเช่นกัน ดังนั้นผู้ป่วยโรคเบาหวานจึงควรปรึกษาแพทย์เพื่อหาความเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยนั้นๆ (สุขใจ, 2555) มอลทิทอลแสดงผลของ cooling effect ในปากเล็กน้อยโดยมีค่าความสามารถในการดูดพลังงานขณะอยู่ในสารละลาย (negative heat of solution) -23 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับซูโครส (-18 กิโลจูลต่อกิโลกรัม) และ น้อยกว่าคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นๆ มากเช่นไซลิทอล (-153 กิโลจูลต่อกิโลกรัม) แมนนิทอล (-121 กิโลจูลต่อกิโลกรัม) ซอร์บิทอล (-111 กิโลจูลต่อกิโลกรัม) ไอโซมอลต์ (-39 กิโลจูลต่อกิโลกรัม) และเดกซ์โทรส (-104.6 กิโลจูลต่อกิโลกรัม) ซึ่งคุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ของมอลทิทอล

เปรียบเทียบกับซูโครส มอลทิทอลเหมือนกับโพลิออลชนิดอื่นๆ คือไม่มีหมู่รีดิวซ์ และไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด มอลทิทอลมีความหวามประมาณร้อยละ 85-95 ของน้ำตาลซูโครส ซึ่งมอลทิทอลมีความหวานมากกว่าโพลิออลอื่นๆ ยกเว้นไซลิทอลแต่ให้รสชาติคล้ายกับซูโครส ปริมาณแคลอรี่ของมอลทิทอล (cloric content of maltitol) ใน ค.ศ. 1990 คณะกรรมการทางด้านเศรษฐศาสตร์ของยุโรป (The European economic communcil) ตรวจสอบพลังงานทั้งหมด (net energy, NE) ของโพลิออลรวมทั้งมอลทิทอลและ ค่าที่ได้ 10 กิโลจูลต่อกรัม (2.1 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม) (สุขใจ, 2555)



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของมอลทิทอลไซรัป
ที่มา : Grembecka, 2015

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติมอลทิทอลไซรัปกับซูโครส

คุณสมบัติ	**ซูโครส**	**มอลทิทอล**
น้ำหนักโมเลกุล	342	344
ความหวาน	1.00	0.74-0.95
ความหนืด	ต่ำ	สูง
ความสามารถในการดูดความชื้น	ปานกลาง	ปานกลาง
จุดหลอมเหลว	190	150
ความสามารถในการละลาย กรัม/100 กรัมของน้ำ	67	60-65
ความเสถียรต่อความร้อน	สลายตัวที่ 160-186 องศาเซลเซียส	มากกว่า 160 องศาเซลเซียส

ที่มา : สุขใจ, 2555

2.1.4.3 การวัดค่าบริกซ์

บริกซ์ คือ หน่วยที่ใช้บอกความเข้มข้น ของของแข็งที่ละลายอยู่ในสารละลาย เป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อน้ำหนัก มักใช้กับน้ำเชื่อม น้ำผลไม้และ น้ำผลไม้เข้มข้น เช่น น้ำเชื่อมเข้มข้น 10 บริกซ์ หมายถึงน้ำเชื่อมน้ำหนัก 100 กรัม มีน้ำตาลซูโครสละลายอยู่ 10 กรัม (ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) การวัดค่าบริกซ์สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือ Hydrometer หรือ Refractometer รายงานผลเป็น Degree Brix หรือคำนวณได้จากสูตร (พิมพ์เพ็ญ, 2555)

สูตรการหาค่าความหวาน (Brix)

$$\text{ค่าความหวาน (Brix)} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวถูกละลาย} \times 100}{\text{น้ำหนักของสารละลาย}}$$

ภาพที่ 2.6 สูตรการหาค่าความหวาน (Brix)
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ, 2555

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kim et. al. (2014) ได้ทำการศึกษาคุณลักษณะของเนื้อสัมผัส และประสาทสัมผัสของสูตรชิฟฟ่อนเค้กข้าวที่มีการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยน้ำตาลแอลกอฮอล์ น้ำตาลแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ซอบิทอล มอลทิทอล ไซลิทอล และแมนนิทอล ทำการทดแทนที่ระดับร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ของน้ำตาลแต่ละชนิด ผลการทดลองพบว่า เค้กที่เตรียมด้วยแอลกอฮอล์น้ำตาลต่างๆ ทดแทนน้ำตาลซูโครส น้ำตาล mannitol ที่ระดับร้อยละ 30 มีผลทำให้เค้กมีปริมาตรที่ดี เนื่องจากสามารถเก็บกักอากาศได้ดีกว่า polyols อื่นๆ ตลอดจนการก่อตัวของโครงร่างของเซลล์อากาศ อย่างไรก็ตามคะแนนความความชอบร้อยละ 100 มีลผทำให่เนื้อเค้กแห้ง ในขณะที่ maltitol sorbitol และ xylitol ไม่มีผลต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส ความหวาน และการยอมรับโดยรวมของเค้ก สรุปได้ว่า maltitol sorbitol และ xylitol สามารถนำมาใช้เป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลซูโครสในการเตรียมเค้กชิฟฟ่อนข้าวที่ปราศจากกลูเตนโดยไม่มีผลต่อคุณภาพ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1. วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1. วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1.1. แป้งสาลี ตราพัดโบก

3.1.1.2. ผงฟู ตราเบสต์ฟู้ดส์

3.1.1.3. โซดาไบคาร์บอเนต ตราแม๊กกาแรต

3.1.1.4. เนยสดชนิดเค็ม ตราอราวรี่

3.1.1.5. น้ำตาลทราย ตรามิตรผล

3.1.1.6. ไข่ไก่ เบอร์ 0

3.1.1.7. กลิ่นวนิลา ตราวินเนอร์

3.1.1.8. กลิ่นนมเนย ตราวินเนอร์

3.1.1.9. นมข้นจืด ตราคาร์เนชั่น

3.1.1.10. เกลือ ตราไอโอดีน

3.1.1.11. น้ำมันพืช ตราองุ่น

3.1.1.12. โอวาเล็ต ตราBakels ovalett

3.1.2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย

3.1.2.1. อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น อ่างผสม ตะกร้อมือ ตะแกรง ที่ร่องแป้ง พายยาง มีดตัดเค้ก ฯลฯ

3.1.2.2. เครื่องผสมอาหาร (Premier, Kenwood, England)

3.1.2.3. ชั่งไฟฟ้าทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Nagata รุ่น Fath-12

3.1.2.4. ถาดอลูมิเนียมขนาด 8×13×1.5 นิ้ว

3.1.2.5. เตาอบ ยี่ห้อ Fagar (HGV) รุ่น Combi Evolution

3.1.2.6. นาฬิกาจับเวลา

3.1.3. อุปกรณ์สำหรับการทดลองทางประสาทสัมผัส

3.1.3.1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

3.1.3.2. กล่องพลาสติกใส่ตัวอย่างพร้อมฝาปิด

3.1.3.3. ช้อนพลาสติก

3.1.3.4. ถาดใส่อาหาร

3.1.3.5. แก้วน้ำ

3.1.3.6. กระดาษทิชชู่

3.1.3.7. ปากกา

3.1.3.8. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 9-Point Hedonic Scale

3.1.3.9. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 5-Point just about right

3.1.4. อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ทางกายภาพ

3.1.4.1 เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น TA.XT plus ยี่ห้อ Stable Micro Systems Texture analyzer ประเทศอังกฤษ

3.1.4.2 เครื่องวัดค่าสี รุ่น Color Flex 45/0 ยี่ห้อ Hunter Lab ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.1.5. อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

3.1.5.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) รุ่น FD 115 ยี่ห้อ Binder ประเทศเยอรมัน

3.1.5.2 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง รุ่น GT 4100 ยี่ห้อ OHAUS ประเทศสวิสเซอร์แลนด์

3.1.5.3 เครื่องแก้ว (ได้แก่ บีกเกอร์ แท่งแก้ว ปิเปต บิวเรตพร้อมขาตั้ง ฟลาสก์ ขวดปรับปริมาตร หลอดทดลอง กระบอกตวง กรวยกรอง เป็นต้น)

3.1.5.4 กระดาษกรอง Whatman No.1 และ No.4 ของบริษัท Whatman Internationalประเทศอังกฤษ

3.1.5.5 ถ้วยอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Moisture cans)

3.1.5.6 โถดูดความชื้น (Desiccator)

3.1.5.7 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนแบบ Kjeldahl รุ่น Vapodest 20 ยี่ห้อ Gerhardt ประเทศเยอรมัน

3.1.5.8 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณไขมัน รุ่น SER 148 ยี่ห้อ VELP SCIENTIFICA ประเทศอิตาลี

3.1.5.9 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร ยี่ห้อ VELP SCIENTIFICA ประเทศอิตาลี

3.1.5.10 เตาเผา ยี่ห้อ Lenton ประเทศอังกฤษ

3.2. วิธีการทดลอง

3.2.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานเค้กเนยสดโดยวิธีแบบสปันจ์

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาสูตรเค้กเนยสด ตารางที่ 3.1 จำนวน 1 สูตร (ภาคผนวก ก) โดยหาค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ และนำไปทดลองประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยทำการประเมินทางประสาทสัมผัส ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และ เนื้อสัมผัส โดยใช้วิธีวัดความพอดี (Just about right (JAR) scale) โดยให้คะแนน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ใน 9 ระดับ โดยคะแนนความพอดีสูงสุดจะอยู่ในระดับ 5 คะแนน และความชอบโดยรวม 9 ระดับ คะแนนสูงสุดอยู่ที่ 9 คะแนน และนำผลไปวิเคราะห์ในโปรแกรม Excel โดยใช้รูปแบบกราฟความถี่ของระดับคะแนนความพอดีในแต่ละด้านทางประสาทสัมผัส ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3.2.2 การใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด

การวิจัยครั้งนี้ได้นำสูตรพื้นฐานของเค้กเนยสดที่ผ่านการวัดความพอดี (Just about right (JAR) scale) มาทำศึกษาปริมาณมอลธิทอลไซรัปที่เหมาะสมสำหรับการทำเค้กเนยสด (Maltitol syrup Butter Cake-MBC) ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (Control Butter Cake-CBC) ร้อยละ 40 (MBC-40) ร้อยละ 60 (MBC-60) และร้อยละ 80 (MBC-80) ของน้ำตาลในส่วนผสมทั้งหมดของสูตร ตารางที่ 3.1 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design-RCBD) และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านความชอบโดยรวม สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ทดลองชิม จำนวน 80 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และนำผลไปวิเคราะห์ตามแผน (Randomized Complete Block Design-RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan’s New Multiple Range Test) วิเคราะห์ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของเค้กเนยสด

ส่วนประกอบ (กรัม)	ตัวอย่าง*			
	CBC	MBC-40	MBC-60	MBC-80
1. แป้งข้าวสาลีเค้ก	250	250	250	250
2. ผงฟู	5	5	5	5
3. น้ำตาลทราย	**250**	**155**	**151**	**51**
4. มอลธิทอลไซรัป	**0**	**95**	**99**	**199**
5. เนยสดชนิดเค็ม	200	200	200	200
6. ไข่ไก่ เบอร์ 0	250	250	250	250
7. โอวาเลต	10	10	10	10
8. นมข้นจืด	75	75	75	75
9. กลิ่นวานิลา	2	2	2	2
10. กลิ่นนมเนย	3	3	3	3

* ตัวอย่างเค้กเนยสดทำการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (Control Butter Cake-CBC) ร้อยละ 40 (MBC-40) ร้อยละ 60 (MBC-60) และร้อยละ 80 (MBC-80) ของปริมาณน้ำตาลซูโครสทั้งหมดในส่วนผสม

นิยามค่าความหวาน

$$\text{สูตรหาค่าความหวาน} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวถูกละลาย}}{\text{น้ำหนักของตัวทำละลาย}} \times 100$$

$$= \frac{\text{น้ำตาล}}{\text{(ส่วนผสมทั้งหมด-น้ำตาล)}} \times 100$$

$$\text{แทนค่า} = \frac{250}{795} \times 100$$

$$= 31.4 \approx \text{ร้อยละ } 31 \text{ บริกซ์}$$

ดังนั้น เค้กเนยสดสูตรควบคุมมีปริมาณความหวานร้อยละ 100 จากปริมาณน้ำตาลในสูตรมีค่าความหวานที่ร้อยละ 31 บริกซ์

การคำนวนหาค่าความหวานของการลดปริมาณน้ำตาลซูโครสที่ระดับร้อยละ 40 60 และ 80 ของแต่ละตัวอย่างจากสูตร

$$\text{ร้อยละความหวาน (บริกซ์)} = \frac{\text{ร้อยละความหวานของตัวอย่างควบคุม} \times \text{ร้อยละความหวานต้องการลด}}{100}$$

เพราะฉะนั้น ความหวานของการลดปริมาณน้ำตาลซูโครสในตัวอย่างเค้กเนยสดจะเท่ากับ

ร้อยละ 40 (MBC-40) = 12.4
≈ 12 บริกซ์

ร้อยละ 60 (MBC-60) = 18.6
≈ 19 บริกซ์

ร้อยละ 80 (MBC-80) = 24.8
≈ 25 บริกซ์

การคำนวนหาปริมาณมอลธิทอลไซรัปและน้ำตาลซูโครสในตัวอย่างเค้กเนยสด โดยกำหนดให้ **M** แทน มอทธิทอลไซรัป (Maltitol syrup) ที่ต้องการทดแทนน้ำตาลซูโครส จากสูตร

$$\text{ปริมาณมอทธิทอลไซรัป (กรัม)} = \frac{\text{ปริมาณความหวานที่ลดลง (ร้อยละ บริกซ์)} \times \text{(ส่วนผสมทั้งหมด-น้ำตาล)}}{100}$$

ปริมาณมอทธิทอลไซรัป ร้อยละ 40 (MBC-40) = 12.4 ≈ ร้อยละ 12 บริกซ์
= 95.4 ≈ 95 กรัม

จากสูตร มีน้ำตาลซูโครส 250 กรัม = 250 – 95

เหลือน้ำตาลซูโครส = 155 กรัม

ค่าความหวานในน้ำตาลซูโครส 155 กรัม

$$\text{ปริมาณค่าความหวานในน้ำตาลซูโครส (บริกซ์)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำตาลซูโครส} \times 100}{\text{(ส่วนผสมทั้งหมด-น้ำตาล)}}$$

$$= \frac{155 \times 100}{795}$$

$$= 19.4$$

$$\approx 19$$

ตรวจความหวานของเค้กเนยสดที่ระดับความหวานร้อยละ 100 ของปริมาณน้ำตาลซูโครส เท่ากับ 31 บริกซ์ อัตราส่วนของน้ำตาลซูโครสและมอทธิทอลไซรัป เท่ากับ 12+19 = 31

เพราะฉะนั้น การทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอทธิทอลไซรัป ร้อยละ 40 (MBC-40) ในเค้กเนยสด ใช้น้ำตาลซูโครส 155 กรัม ใช้มอทธิทอลไซรัป 95 กรัม

ปริมาณมอทธิทอลไซรัป ร้อยละ 60 (MBC-60) = 18.6 ≈ ร้อยละ 19 บริกซ์

= 151.05 ≈ 151 กรัม

จากสูตร มีน้ำตาลซูโครส 250 กรัม = 250 – 151

เหลือน้ำตาลซูโครส = 99 กรัม

ค่าความหวานในน้ำตาลซูโครส 99 กรัม

$$\text{ปริมาณค่าความหวานในน้ำตาลซูโครส (บริกซ์)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำตาลซูโครส} \times 100}{\text{(ส่วนผสมทั้งหมด-น้ำตาล)}}$$

$$= \frac{99 \times 100}{795}$$

$$= 12.4$$

$$\approx 12$$

ตรวจความหวานของเค้กเนยสดที่ระดับความหวานร้อยละ 100 ของปริมาณน้ำตาลซูโครส เท่ากับ 31 บริกซ์ อัตราส่วนของน้ำตาลซูโครสและมอทธิทอลไซรัป เท่ากับ 12+19 = 31

เพราะฉะนั้น การทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอทธิทอลไซรัป ร้อยละ 60 (MBC-60) ในเค้กเนยสด ใช้น้ำตาลซูโครส 151 กรัม ใช้มอทธิทอลไซรัป 99 กรัม

ปริมาณมอทธิทอลไซรัป ร้อยละ 80 (MBC-80) = 24.8 ≈ ร้อยละ 25 บริกซ์

= 198.7 ≈ 199 กรัม

จากสูตร มีน้ำตาลซูโครส 250 กรัม = 250 – 199

เหลือน้ำตาลซูโครส = 51 กรัม

ค่าความหวานในน้ำตาลซูโครส 51 กรัม

$$\text{ปริมาณค่าความหวานในน้ำตาลซูโครส (บริกซ์)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำตาลซูโครส} \times 100}{\text{(ส่วนผสมทั้งหมด-น้ำตาล)}}$$

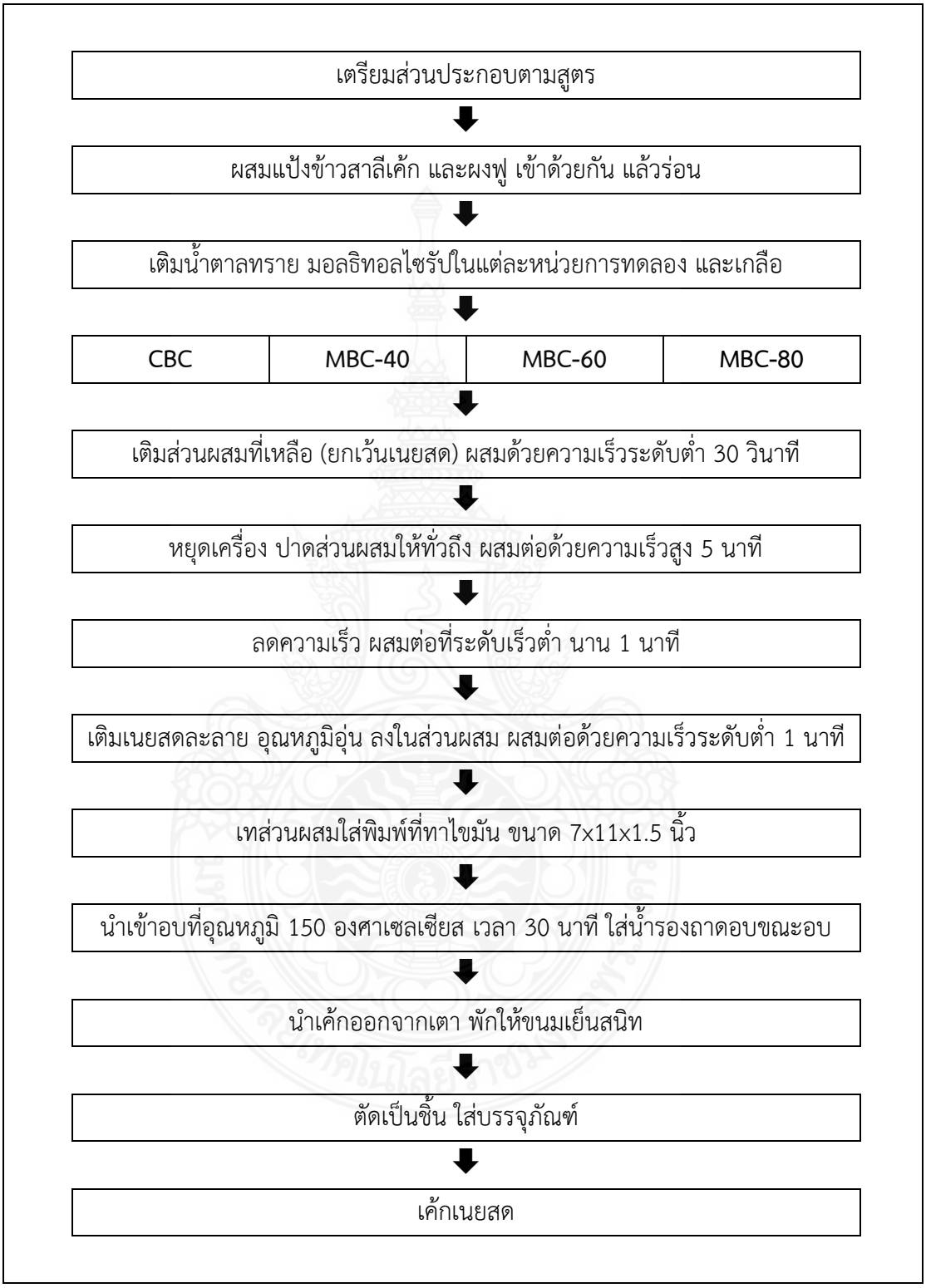
$$= \frac{51 \times 100}{795}$$

$$= 6.4$$

$$\approx 6$$

ตรวจความหวานของเค้กเนยสดที่ระดับความหวานร้อยละ 100 ของปริมาณน้ำตาลซูโครส เท่ากับ 31 บริกซ์ อัตราส่วนของน้ำตาลซูโครสและมอทธิทอลไซรัป เท่ากับ 25+6 = 31

เพราะฉะนั้น การทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอทธิทอลไซรัป ร้อยละ 80 (MBC-80) ในเค้กเนยสด ใช้น้ำตาลซูโครส 51 กรัม ใช้มอทธิทอลไซรัป 151 กรัม



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมเค้กเนยสด

ที่มา : เจตนิพัทธ์, 2560

ตารางที่ 3.2 ลักษณะของข้อมูลการศึกษาการพัฒนาตำรับเค้กเนยสดพลังงานต่ำ ต่อการยอมรับโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในแผนการทดลอง RCBD

ผู้ทดสอบ (Block)	Treatment			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
1	X_{11}	X_{21}	X_{31}	X_{41}
2	X_{12}	X_{22}	X_{32}	X_{42}
3	X_{13}	X_{23}	X_{33}	X_{43}
4	X_{14}	X_{24}	X_{34}	X_{44}
5	X_{15}	X_{25}	X_{35}	X_{45}
6	X_{16}	X_{26}	X_{36}	X_{46}
7	X_{17}	X_{27}	X_{37}	X_{47}
8	X_{18}	X_{28}	X_{38}	X_{48}
9	X_{19}	X_{29}	X_{39}	X_{49}
10	X_{110}	X_{210}	X_{310}	X_{410}
20	X_{120}	X_{220}	X_{320}	X_{420}
30	X_{130}	X_{230}	X_{330}	X_{430}

3.2.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณลักษณะทางกายภาพของการใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด

3.2.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างเค้กเนยสดพลังงานต่ำ ตามวิธีการของ AOAC (2000) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กากใย และคาร์โบไฮเดรต (ภาคผนวก ค) จากนั้นรายงานปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหารหยาบและคาร์โบไฮเดรตในรูปของร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง ปริมาณคาร์โบไฮเดรต คำนวนจาก [100-(ความชื้น+โปรตีน+ไขมัน+ใยอาหารหยาบ+เถ้า)]

3.2.3.2 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

ทำการตัดชิ้นตัวอย่างเค้กเนยสดพลังงานต่ำ ขนาด 3×3×3 เซนติเมตร และทำการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสแบบ Texture Profile Analysis (TPA) ตามวิธีของ Bourne (1978)

ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA.XT plus, Stable Micro Systems Texture analyzer, Surrey, ประเทศอังกฤษ) ด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50) ความเร็วของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และระยะกดตัวอย่างเท่ากับ ร้อยละ 80 ของความสูงเริ่มต้นของตัวอย่าง ทำการตรวจวัด 10 ซ้ำ บันทึกค่าความแข็ง (harness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) ค่าการยึดเกาะภายใน (cohesiveness) และค่าความเหนียวหนืบ (gumminess)

3.2.3.3 การวิเคราะห์ค่าสี

ทำการตรวจวัดค่าสีของเค้กเนยสดพลังงานต่ำด้วยระบบ CIE L* a* และ b* ด้วยเครื่องวัดค่าสี (รุ่น Color Flex 45/0, Hunter Lab, ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยค่าสี L* (ค่าความสว่าง มีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม, 100 หมายถึง วัตถุมีสีอ่อน) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และb* (+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

3.2.3.4 คุณค่าทางโภชนาการ

พลังงาน [กิโลแคลลอรี (kcal)/100 กรัม] = (ร้อยละของปริมาณโปรตีน×4)+(ร้อยละของปริมาณคาร์โบไฮเดรต×4)+(ร้อยละของปริมาณไขมัน×9)

3.2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย One-way ANOVA และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย DMRT (Least Significant Difference) (Williams and Abdi, 2010) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.3. สถานที่ทำการศึกษาทดลอง

3.2.6.1 ห้องปฏิบัติการอาหาร 515 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย-เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.6.2 ประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.4. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินการวิจัยตั้งแต่ ตุลาคม 2562 – กันยายน 2561

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์

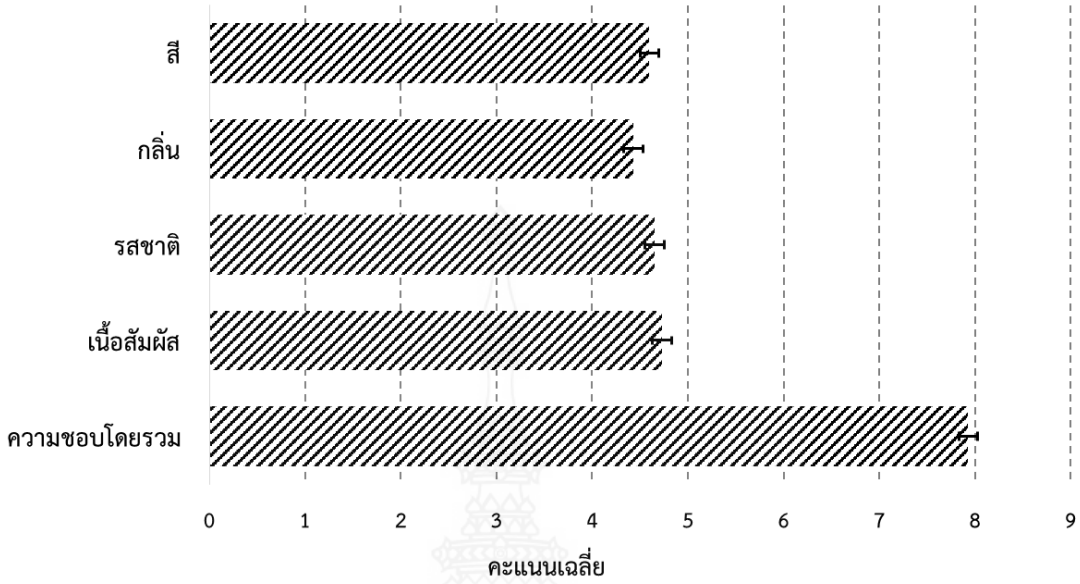
4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานเค้กเนยสด

สูตรพื้นฐานเค้กเนยสด จำนวน 1 สูตร (ภาคผนวก ก) โดยหาค่าเฉลี่ยและนำไปทดลองประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยทำการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ และ เนื้อสัมผัส โดยใช้วิธีวัดความพอดี (Just-right scale/Just about right (JAR) scale) ให้คะแนนความพอดี 9 ระดับ และนำผลไปวิเคราะห์ในโปรแกรม Excell โดยใช้รูปแบบกราฟความถี่ของระดับคะแนนความพอดีในแต่ละด้านทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย และกราฟแสดงค่าความพอดีของสูตรพื้นฐานสูตรเค้กเนยสดแสดงดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยความพอดีทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานเค้กเนยสด

คุณลักษณะ	จำนวน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
สี	40	3	5	4.60
กลิ่น	40	2	5	4.43
รสชาติ	40	4	5	4.65
เนื้อสัมผัส	40	4	5	4.73
ความโดยรวม	40	5	9	7.93

จากตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยและค่ากราฟความแตกต่างของคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูตรพื้นฐานเค้กเนยสด โดยใช้วิธีวัดความพอดี (Just-right scale/Just about right (JAR) scale) ให้คะแนนความพอดี 9 ระดับ เพื่อพิจารณายืนยันสูตรพื้นฐาน พบว่า คุณลักษณะเค้กเนยมีสีเหลืองนวล มีเนื้อค่อนข้างแน่น ละเอียด โพรงอากาศสม่ำเสมอ มีกลิ่นที่ดี หอมเนย และมีเนื้สัมผัสที่มีความนุ่ม ผู้ชิมให้การยอมรับ ยืนยันความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความพอดีมาก ดังนั้นจึงเลือกสูตรพื้นฐานดังกล่าว เพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป



ภาพที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ยความพอดีทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดสูตรพื้นฐาน

4.2 ผลการศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมการใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครสบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสด

4.2.1 องค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางโภชนาการของเค้กเนยสดพลังงานต่ำ

เค้กเนยสดพลังงานต่ำ โดยใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครส มีองค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วยความชื้น ร้อยละ 23.93 ถึงร้อยละ 29.55 โปรตีนร้อยละ 10.71 ถึงร้อยละ 10.95 ไขมันร้อยละ 20.24 ถึงร้อยละ 20.44 เถ้าร้อยละ 1.06 ถึงร้อยละ 1.08 เยื่อใยร้อยละ 1.95 ถึงร้อยละ 1.97 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 36.28 ถึงร้อยละ 42.47 ดังตารางที่ 4.2 ปริมาณของความชื้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) ในทุกระดับการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลทิทอลไซรัป เนื่องจากมอลทิทอลไซรัป มีปริมาณความชื้นมากกว่าน้ำตาลซูโครส สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดตรมีค่าลดลงในทุกระดับการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลทิทอลไซรัป ($p \leq 0.05$)

คุณค่าทางโภชนาการของเค้กเนยสดพลังงานต่ำ คำนวนจากการนำองค์ประกอบทางเคมีที่ได้จากการวิเคราะห์ นำมาคำนวนตามสูตร ดังนี้ พลังงาน [กิโลแคลลอรี (kcal)/100 กรัม] = (ร้อยละของปริมาณโปรตีน×4)+(ร้อยละของปริมาณคาร์โบไฮเดรต×4)+(ร้อยละของปริมาณไขมัน×9)

การทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป มีผลทำให้ปริมาณความชื้นในเค้กเนยสดเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดตรลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทุกระดับการทดแทนตามลำดับ ซึ่งการลดลงของปริมาณคาร์โบไฮเดตรลงผลต่อพลังงานที่ลดลง แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมี และคุณค่าทางโภขนาการของเค้กเนยสดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครสบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดพลังงานต่ำ

	ตัวอย่าง*			
	CBC	MBC-40	MBC-60	MBC-80
องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)				
ความชื้น	23.93±0.04**[d***]	27.43±0.16[c]	28.37±0.27[b]	29.55±0.33[a]
โปรตีน	10.71±0.23[b]	10.74±0.31[b]	10.87±0.21[a]	10.95±0.11[a]
ไขมัน	20.24±0.22[a]	20.44±0.26[a]	20.33±0.32[a]	20.36±0.42[a]
เถ้า	1.08±0.21[a]	1.07±0.26[a]	1.06±0.38[a]	1.08±0.42[a]
เยื่อใย	1.95±0.43[a]	1.95±0.51[a]	1.97±0.21[a]	1.97±0.31[a]
คาร์โบไฮเดรต	42.47±0.13[a]	38.37±0.26[b]	37.39±0.44[c]	36.28±0.34[d]
คุณค่าทางโภชนาการ (kcal)				
คาร์โบไฮเดรต	168.30±0.52[a]	153.46±0.56[b]	149.59±0.32[c]	144.32±0.63[d]
โปรตีน	42.85±0.18[b]	42.96±0.41[b]	43.49±0.31[a]	43.79±0.27[a]
ไขมัน[ns]	182.16±0.22[a]	183.99±0.58[a]	182.97±0.26[a]	183.24±0.62[a]
พลังงานทั้งหมด	393.32±0.32[a]	380.41±0.26[b]	376.05±0.48[c]	371.29±0.62[d]

* ตัวอย่างเค้กเนยสดทำการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (Control Butter Cake-CBC) ร้อยละ 40 (MBC-40) ร้อยละ 60 (MBC-60) และร้อยละ 80 (MBC-80) ของปริมาณน้ำตาลซูโครสทั้งหมดในส่วนผสม

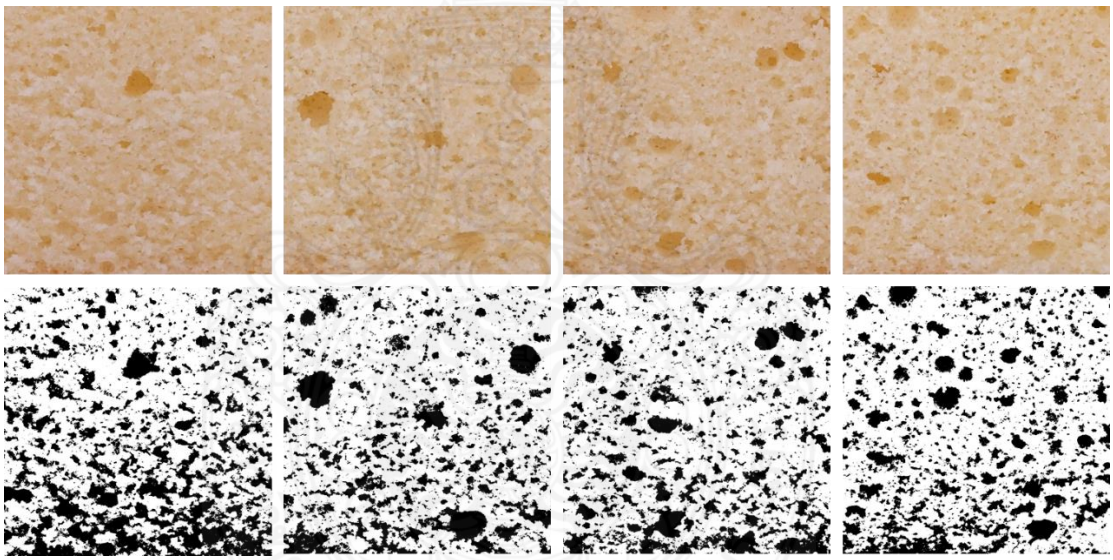
** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.2.2 สมบัติทางกายภาพของเค้กเนยสดพลังงานต่ำ

การเพิ่มขึ้นของมอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครสในเค้กเนยสด พบว่า สีด้านนอกของตัวอย่างเค้กเนยสดมีค่า ความสว่าง L* และค่า b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีค่า a* ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ตารางที่ 4.3 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม

สีของเนื้อเค้ก มีค่า ความสว่าง L* เพิ่มขึ้น ค่า b* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และมีค่า a* ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ตารางที่ 4.3 เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม สีของเน้อเค้กมีสีอยู่ในระดับสีขาวอมเหลือง ค่าสีดังกล่าวเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของมอลทิทอลไซรัป และการลดลงของปริมาณน้ำตาลซูโครส เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์ขนมอบมีหน้าที่ช่วยให้เกิดสีน้ำตาลในกระบวนการ Maillard reaction ซึ่งเป็นชนิดที่ไม่อาศัยเอนไซม์ (non-enzymatic browning) (Liang et. al., 2018)



(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 4.2 ภาพจริง และภาพขาว-ดำ โครงสร้างภายในของตัวอย่างเค้กเนยสดทำการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ (ก) ร้อยละ 0 (Control Butter Cake-CBC) (ข) ร้อยละ 40 (MBC-40) (ค) ร้อยละ 60 (MBC-60) และ (ง) ร้อยละ 80 (MBC-80) ของปริมาณน้ำตาลซูโครสทั้งหมดในส่วนผสม

เนื้อสัมผัสของเค้กเนยสดที่มีทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป แสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่า เมื่อการเพิ่มขึ้นของมอลทิทอลไซรัป และการลดลงของปริมาณน้ำตาลซูโครส เนื้อสัมผัสของเค้กเนยสด มีค่าความแข็ง (Hardness) ที่เพิ่มขึ้น และค่าค่าการยึดเกาะภายใน (Cohesiveness) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าการเกาะติด (Adhesiveness) และค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ไม่มีความแตกต่างกนอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากปริมาณน้ำตาลซูโครสที่มีน้อย ซึ่งมีคุณสมบัติในการเสริมสร้างเนื้อสัมผัสที่ดี ช่วยให้เค้กมีความนุ่ม และชุ่มฉ่ำ นอกจากนี้น้ำตาลซูโครสเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการละลายส่งผลให้มีความชื้นที่สูงขึ้น (Figoni, 2008) การลดลงของน้ำตาลซูโครสจึงส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสดเมื่อทำการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป

ตารางที่ 4.3 สมบัติทางกายภาพด้านค่าสี และเนื้อสัมผัสของเค้กเนยสดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครสบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดพลังงานต่ำ

สมบัติทางกายภาพ	ตัวอย่าง*			
	CBC	MBC-40	MBC-60	MBC-80
ค่าสี ผิวหน้า				
ค่าความสว่าง (L*)	51.28±0.14**[d***]	57.29±0.42[c]	58.31±0.25[b]	60.34±0.33[a]
ค่าสีแดง-เขียว (a*)	23.55±0.32[a]	23.17±0.02[a]	23.43±0.27[a]	23.47±0.25[a]
ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*)	43.67±0.33[d]	45.59±0.02[c]	47.72±0.32[b]	48.58±0.46[a]
ค่าสี เนื้อเค้ก				
ค่าความสว่าง (L*)	61.15±0.23[d]	71.76±0.55[c]	79.82±0.35[b]	81.26±0.43[a]
ค่าสีแดง-เขียว (a*)	7.64±0.15[a]	7.53±0.37[a]	7.81±0.22[a]	7.21±0.42[a]
ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*)	21.11±0.46[a]	20.48±0.42[b]	17.09±0.32[c]	11.32±0.13[d]
เนื้อสัมผัส				
ค่าความแข็ง (N)	1,515.12±0.27[d]	2,471.77±0.24[c]	2,558.52±0.37[b]	2,645.69±0.45[a]
ค่าการเกาะติด (g.sec)	102.03±0.17[a]	101.97±0.36[a]	102.05±0.47[a]	102.±0.21[a]
ค่าความยืดหยุ่น	0.96±0.31[a]	0.97±0.46[a]	0.95±0.37[a]	0.92±0.21[a]
ค่าการยึดเกาะภายใน	0.59±0.26[a]	0.57±0.49[b]	0.55±0.38[c]	0.53±0.62[d]

* ตัวอย่างเค้กเนยสดทำการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (Control Butter Cake-CBC) ร้อยละ 40 (MBC-40) ร้อยละ 60 (MBC-60) และร้อยละ 80 (MBC-80) ของปริมาณน้ำตาลซูโครสทั้งหมดในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดพลังงานต่ำ

คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดอยู่ในช่วง 6.95 ถึง 8.61 แสดงดังตารางที่ 4.4 พบว่า คะแนนคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของเค้กเนยสดที่มีการทดแทนทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป ร้อยละ 40 และร้อยละ 60 มีระดับความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

ที่ระดับร้อยละ 40 มีคะแนนความชอบสูงกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ร้อยละ 60 มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันกับเค้กเนยสดสูตรควบคุม แต่เมื่อการเพิ่มการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป ตั้งแต่ร้อยละ 80 คะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะด้านกลิ่นรส

ตารางที่ 4.4 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสดที่ใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครสบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดพลังงานต่ำ

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง*			
	CBC	MBC-40	MBC-60	MBC-80
ลักษณะปรากฏ	7.81±0.66**^{b***}	**8.50±0.63^{a}**	7.80±0.70^{b}	7.15±0.60^{c}
สี	7.83±0.78^{b}	**8.38±0.59^{a}**	7.80±0.71^{b}	7.16±0.75 ^{c}
กลิ่น	7.83±0.76^{b}	**8.38±0.60^{a}**	7.80±0.75^{b}	7.16±0.72 ^{c}
รสชาติ	7.81±0.77^{b}	**8.43±0.63^{a}**	7.83±0.81^{b}	7.17±0.65 ^{c}
กลิ่นรส	7.91±0.60^{b}	**8.59±0.61^{a}**	7.75±0.72^{b}	6.95±0.65 ^{c}
เนื้อสัมผัส	7.83±0.59^{b}	**8.61±0.54^{a}**	7.84±0.68^{b}	7.14±0.52 ^{c}
ความชอบรวม	7.81±0.66**^{b***}	**8.50±0.63^{a}**	7.80±0.70^{b}	7.15±0.60^{c}

* ตัวอย่างเค้กเนยสดทำการทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (Control Butter Cake-CBC) ร้อยละ 40 (MBC-40) ร้อยละ 60 (MBC-60) และร้อยละ 80 (MBC-80) ของปริมาณน้ำตาลซูโครสทั้งหมดในส่วนผสม

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

เค้กเนยสดพลังงานต่ำ โดยใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครส มีคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 36.28 ถึงร้อยละ 42.47 ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดตรลดลง การลดลงของปริมาณคาร์โบไฮ-เดตรลงผลต่อพลังงานที่ลดลง คุณภาพของเค้กเนยสดด้านสีของเนื้อเค้ก มีค่าความสว่าง L* เพิ่มขึ้น ค่า b* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่า a* ไม่แตกต่างกัน เนื้อสัมผัสของเค้กเนยสดมีค่าความแข็ง (Hardness) ที่เพิ่มขึ้น และค่าค่าการยึดเกาะภายใน (Cohesiveness) ลดลง ในขณะที่ค่าการเกาะติด (Adhesiveness) และค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ไม่มีความแตกต่างกัน คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดอยู่ในช่วง 6.95 ถึง 8.61 คุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของเค้กเนยสดที่มีการทดแทนทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป ร้อยละ 40 และร้อยละ 60 มีระดับความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก ตั้งแต่ร้อยละ 80 คะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะลดลง โดยเฉพาะด้านกลิ่นรส

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยการใช้มอลทิทอลไซรัปทดแทนน้ำตาลซูโครส สามารถทดแทนได้สูงสุดที่ร้อยละ 60 แต่หากมีการปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส และกลิ่นรสอาจสารมารถทดแทนได้ถึงร้อยละ 100 เนื่องจากหากมีการเพิ่มปริมาณการทดแทนมากกว่านี้จะมีผลกระทบต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส รวมทั้งความคุณลักษณะด้านกลิ่นรส ดังนั้น ควรศึกษาเพิ่มเติมด้านกรรมวิธีการผลิต หรือการใช้วัตถุดิบที่ความปลอดภัยกับอาหาร เพื่อช่วยปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้มีผลกระทบต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2546. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร**. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2553. **เบเกอรี่และเทคโนโลยีเบื้องต้น**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนปานนท์. 2553. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2555. **เกลือแคลเซียม**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1868/calcium-salt-เ ก ลื อ แคลเซียม. 20 กันยายน 2558.

วัฒนา ปทุมสิทธุ์. 2534. **การค้นคว้าทดลอง**. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลา-นครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. โรงพิมพ์หาดใหญ่, สงขลา.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. **ทฤษฎีอาหารเล่ม 1 หลักการประกอบอาหาร**. บำรุงนุกุลกิจ, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2537. **เอกสารวิชาการการปลูกพืชไร่**. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2540. **เอกสารวิชาการพันธุ์พืชไร่**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2558**. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุวรรณา สุภิมารส. 2543. **เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

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

Grembecka, M. 2015. Sugar alcohols - their role in the modern world of sweeteners: a review. **European Food Research and Technology**, DOI 10.1007/s00217-015-2437-7.

Liang, N., X. M. Chen and D. D. Kitts. 2018. Sugar Loss Attributed to Non-Enzymatic Browning Corresponds to Reduce Calories Recovered in Low-Molecular-Weight Fraction. **Journal of Nutrition & Food Sciences**. 8(2): 1-6.

Abiola, S.S. and W.S. Adegbaju. 2001. Effect of substituting pork back fat with rind on quality characteristics of pork sausage. **Meat. Sci**. 58: 409 – 412.

Adsule, R.N., Kadam, S.S. and Salunkhe, D.K., 1989, Green Gram, In Salunkhe, D.K., and Kadam, S.S., **Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization**, Vol. II, CRC Press, Inc., Florida.

Bates, J. and B., Becker. 2014. **The Book of Eggs a life-size guide to the eggs of six hundred of the world's bird species**. University of Chicago Press, the United States of America.

Brown, A. 2011. **Understanding Food Principles and Preparation**. 4th Ed. Wadsworth, the United States of America.

Buchholz, W. G., W. Teng, D. Wallace, J. R. Ambler and T. C. Hall. 1998. Production of Transgenic Rice (Oryza sativa subspecies japonica cv. Taipei 309). **Plant Virology Protocols**. 81: 383-396.

Bylund, G. 1955. **Dairy processing handbook**. Tetra pak processing systems AB, Sweden.

Chaiyakul, S., K. Jangchud, A. Jangchud, P. Wuttijumnong and R.Winger. 2009. Effect of extrusion conditions on physical and chemical properties of high protein glutinous rice-based snack. **LWT - Food Science and Technology**. 42: 781–787.

Chaiya, B. and R. Pongsawatmanit. 2011. Quality of Batter and Sponge Cake Prepared from Wheat-Tapioca Flour Blends. Kasetsart **J. (Nat. Sci.).** 45: 305 – 313.

Chang, T.T. and E.A. Bardenas. 1965. **The Morphology and Varietal Characteristics of the Rice Plant**. Technical Bulletin 4. IRRI, Philippines.

Chuang, G. C-C. and A-I. Yeh. 2006. Rheological characteristics and texture attributes of glutinous rice cake (mochi). **Journal of Food Engineering.** 74: 314-323.

Colmenero, F., Herrero, A., Pintado, T., Solas, M. T., & Ruiz- Capillas, D. 2010. Influence of emulsified olive oil stabilizing system used for pork backfat replacement in frankfurters. **Food Research International**, 43(8): 2068-2076.

Corn Refiners Association. 2006. **Nutritive sweeteners from corn**. 8th Ed. Washington, D.C., the United States of America.

Farnsworth, N. R. and Bunyapraphatsara, N. 1992. **Thai Medicinal plant**s. Medicinal plant and information center. Mahidal university, Thailand.

Figoni, P. 2008. **How baking works: exploring the fundamentals of baking science**. 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, the United States of America.

Gebhardt, S. E. and R. G. Thomas. 2002. **Nutritive Value of Foods**. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, the United States of America.

Ghotra, B. S., S. D. Dyal and S. S. Narine. 2002. Lipid shortenings: a review. **Food Research International**. 35: 1015–1048.

Gropper, S. S., J. L. Smith and J. L. Groff. 2009. **Advanced Nutrition and Human Metabolism**. 5th Ed. Wadsworth, Canada.

Harry T. Lawless and Hildegarde Heymann. 2010. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. 2nd ed. Springer, New York, United states of America.

Hui, Y. L., C. I. Ong, N. A. Aziz, F. S. Taip and N. Muda. 2009. Preliminary Work on Coconut Milk Fouling Deposits Study. **IJET**. 6(10): 8-13.

Jongen, W. 2002. **Fruit and vegetable processing**. Woodhead publishing limited, England.

Kaewmanee, T., S. Benjakul and W. Visessanguan. 2011. Effect of NaCl on thermal aggregation of egg white proteins from duck egg. **Food Chem**. 125: 706–712.

Kuhnen, S., P. M. M. Lemos, L. H. Campestrini, J. B. Ogliari, P. F. Dias and M. Maraschin. 2009. Antiangiogenic properties of carotenoids: A potential role of maize as functional food. **J. fun. Foods**. 1: 284– 290.

Murdia, L. K. and R. Wadhwani. 2010. Effect of processing parameters on texture and yield of tofu. **As. J. Food Ag-Ind**. 3(2), 232-241.

Nicolas, L., C. Marquilly and M. O'Mahony. 2010. The 9-point hedonic scale: Are words and numbers compatible. **Food Quality and Preference**. 21: 1008–1015.

O'Brien, R.D. 2009. **Fat and oils: formulating and processing for applications**. 3rd Ed. CRC Press, the United States of America.

Rothman, L. and M. J. Parker. 2012. **Just-About-Right (JAR) Scales: Design, Usage, Benefits, and Risks.** ASTM International, the United States of America.

Ruotolo, R., L. Calani, F. Brighenti, A. Crozier, S. Ottonello and D. D. Rio. 2014. Glucuronidation does not suppress the estrogenic activity of quercetin in yeast and human breast cancer cell model systems. **Archives of Biochemistry and Biophysics**. 559 : 62–67.

Schenck, F.W. 1992. **Corn and corn products**. Pp.482-490 in Y.H. Hui (Ed.). **Encyclopedia of Food Science and Technology**. Vol.1, John Willey & Sons, Inc. New York.

The Culinary Institute of America. 2009. **Baking and Pastry: Mastering the Art and Craft.** 2nd Ed. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, the United States of America.

Tokusoglu, Ö. and M. Ü. Kemal. 2003. Fat replacers in meat products. **J. Nutr**. 3: 196-203.

Tracy, W.F. 2001. **Sweet corn**. In A.R. Hallauer (ed.), Specialty Corns. 2nd ed. CRC Press LLC., Washington, D.C.

Unhasirikul, M., W. Narkrugsa and N. Naranong. 2013. Sugar production from durian (Durio zibethinus Murray) peel by acid hydrolysis. AJB. 12(33): 5244-5251.

Vaughan, J. G. and C. A. Geissler. 2009**. The New Oxford book of food plants**. Oxford University Press, Italy.

Wanyo, P., C. Chomnawang and S. Siriamornpun. 2009. Substitution of Wheat Flour with Rice Flour and Rice Bran in Flake Products: Effects on Chemical, Physical and Antioxidant Properties. **World Applied Sciences Journal**. 7(1): 49-56.

Williams, L. J. and H. Abdi. 2010. Fisher's Least Significant Difference (LSD) Test. In Neil Salkind (Ed.). **Encyclopedia of Research Design**. Thousand Oaks, CA: Sage.

Wrigley, C., Harold. C. and Charles E. W. 2004. **Encyclopedia of Grain Science**. Elsevier Ltd., United Kingdom.

Xie, F., L. Yu, B. Su, P. Liu, J. Wang, H. Liu and L.Chen. 2009. Rheological properties of starches with different amylose/amylopectin ratios. **Journal of Cereal Science**. 49: 371–377.

Zobel, H.F. and A.M. Stephen. 1995. Starch: Structure, analysis, and application. *In* Stephen, A.M., Ed. **Food Polysaccharides and their Applications**. Marcel Dekker, Inc., New York.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สูตรเค้กเนยสด และสูตรเค้กเนยสดทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป

สูตรเค้กเนยสดพื้นฐาน

ส่วนประกอบ

1.	แป้งข้าวสาลีเค้ก	250	กรัม
2.	ผงฟู	5	กรัม
3.	น้ำตาลทราย	250	กรัม
4.	เนยสดชนิดเค็ม	200	กรัม
5.	ไข่ไก่ เบอร์ 0	250	กรัม
6.	โอวาเลต	10	กรัม
7.	นมข้นจืด	75	กรัม
8.	กลิ่นวานิลา	2	กรัม
9.	กลิ่นนมเนย	3	กรัม

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งและผงฟูเข้าด้วยกัน
2. เติมน้ำตาลทราย และเกลือผสมให้เข้ากัน
3. เติมส่วนผสมที่เหลือ (ยกเว้นเนยสด) ผสมด้วยความเร็วระดับต่ำ 30 วินาที
4. หยุดเครื่อง ปาดส่วนผสมให้ทั่วถึง ผสมต่อด้วยความเร็วสูง 5 นาที
5. ลดความเร็ว ผสมต่อที่ระดับเร็วต่ำ นาน 1 นาที
6. เติมเนยสดละลาย อุณหภูมิอุ่น ลงในส่วนผสม ผสมต่อด้วยความเร็วระดับต่ำ 1 นาที
7. เทส่วนผสมใส่พิมพ์ที่ทาไขมัน ขนาด 7x11x1.5 นิ้ว
8. นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ใส่น้ำรองถาดอบขณะอบ
9. นำเค้กออกจากเตา พักให้ขนมเย็นสนิท
10. ตัดเป็นชิ้น ใส่บรรจุภัณฑ์

ที่มา : เจตนิพัทธิ์, 2560

สูตรเค้กเนยสดทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป

ส่วนประกอบ (กรัม)	ตัวอย่าง*			
	CBC	MBC-40	MBC-60	MBC-80
1. แป้งข้าวสาลีเค้ก	250	250	250	250
2. ผงฟู	5	5	5	5
3. น้ำตาลทราย	**250**	**155**	**151**	**51**
4. มอลธิทอลไซรัป	**0**	**95**	**99**	**199**
5. เนยสดชนิดเค็ม	200	200	200	200
6. ไข่ไก่ เบอร์ 0	250	250	250	250
7. โอวาเลต	10	10	10	10
8. นมข้นจืด	75	75	75	75
9. กลิ่นวานิลา	2	2	2	2
10. กลิ่นนมเนย	3	3	3	3

* ตัวอย่างเค้กเนยสดทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยมอลธิทอลไซรัป ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (Control Butter Cake-CBC) ร้อยละ 40 (MBC-40) ร้อยละ 60 (MBC-60) และร้อยละ 80 (MBC-80) ของปริมาณน้ำตาลซูโครสทั้งหมดในส่วนผสม

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งและผงฟูเข้าด้วยกัน
2. เติมน้ำตาลทราย มอลธิทอลไซรัปในแต่ละหน่วยการทดลอง และเกลือผสมให้เข้ากัน
3. เติมส่วนผสมที่เหลือ (ยกเว้นเนยสด) ผสมด้วยความเร็วระดับต่ำ 30 วินาที
4. หยุดเครื่อง ปาดส่วนผสมให้ทั่วถึง ผสมต่อด้วยความเร็วสูง 5 นาที
5. ลดความเร็ว ผสมต่อที่ระดับเร็วต่ำ นาน 1 นาที
6. เติมเนยสดละลาย อุณหภูมิอุ่น ลงในส่วนผสม ผสมต่อด้วยความเร็วระดับต่ำ 1 นาที
7. เทส่วนผสมใส่พิมพ์ที่ทาไขมัน ขนาด 7x11x1.5 นิ้ว
8. นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที ใส่น้ำรองถาดอบขณะอบ
9. นำเค้กออกจากเตา พักให้ขนมเย็นสนิท
10. ตัดเป็นชิ้น ใส่บรรจุภัณฑ์

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชุดที่_____

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ : _____

วันที่ทำการทดสอบ : _____

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามรหัสแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดคะแนน ดังนี้

คะแนนความชอบ

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

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**			
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
กลิ่นรส				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือจากการตอบแบบทดสอบ

คณะผู้ทดลอง

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีและทางกายภาพ

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

การหาปริมาณความชื้น (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ทิ้งไว้ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ทำเหมือนข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียดประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว

4. นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง

5. นำออกจากตู้อบใส่โถดูดความชื้น หลังจากนั้นชั่งหาน้ำหนัก

6. อบซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

7. คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

การหาปริมาณโปรตีน (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

การเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน 1-2 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน ใส่Antibumping beads ลงไป 4-5 เม็ด ขณะเดียวกันให้ทำ Blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง

2. เติมคะตะลิสต์ ประมาณ 5 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้นจำนวน 10 มิลลิลิตร

ขั้นตอนการย่อย

1. เปิดเครื่องย่อย แล้วตั้งหลอดย่อยในเครื่อง สวมเครื่องดักจับไอกรดลงบนส่วนบนของหลอดย่อย และเปิด Power ของเครื่องดักจับไอกรด โดยทำการย่อยในตู้ดูดควัน

2. กดปุ่ม Start ที่เครื่องย่อย เมื่ออุณหภูมิได้ 420 องศาเซลเซียส แล้ว เครื่องจะทำการย่อยต่อไปอีก 1 ชั่วโมง จนตัวอย่างเป็นสารละลายสีเขียวใส (หากครบ 1 ชั่วโมงแล้วยังไม่เป็นสีเขียวใสให้ทำการย่อยต่อ)

3. ยกหลอดย่อยออกมาจากเครื่อง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

4. ปิด Power เครื่องย่อย แต่ยังคงเปิดเครื่องดักจับไอกรดไว้เพื่อดักจับไอกรดที่ยังคงเหลืออยู่

การกลั่น

1. เปิด Power เครื่องหล่อเย็น แล้วเปิดเครื่องกลั่นทำการล้างระบบด้วยการล้างน้ำกลั่น

2. เติมสารละลายกรดบอริก (เข้มข้นร้อยละ4) ปริมาณ 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร พร้อมหยดมิกซ์อินดิเคเตอร์ 2-3 หยด นำไปรองรับของเหลวที่จะกลั่น โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลาย

3. นำหลอดย่อยโปรตีนที่บรรจุตัวอย่างที่ผ่านการย่อยมาแล้วประกอบเข้ากับเครื่องกลั่นโปรตีน ตรวจเช็คสายยางขวดน้ำกลั่น ขวดด่าง (สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 40) และเปิดก๊อกน้ำ สำหรับหล่อเย็น (Cooling)

4. ปิด Safety door ลง เครื่องกลั่นจะทำการกลั่นเป็นเวลาประมาณ 4 นาที

5. เมื่อกลั่นเสร็จแล้ว เอาขวดรูปชมพู่ และหลอดย่อยออกจากเครื่อง

6. นำสารละลายในขวดรูปชมพู่ไปไทเทรตกับกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น0.1นอร์มอล สีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

7. คำนวณผลการวิเคราะห์ดังนี้

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{(A-B) \times (N) \times (14.007) \times (F)}{W}$$

A = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
B = ปริมาตรกรดที่ใช้ไทเทรตกับ Blank (มิลลิลิตร)
N = ความเข้มข้นของกรด (นอร์มอล)
F = แฟคเตอร์ เท่ากับ 6.25
W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

การหาปริมาณไขมัน (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

1. อบ Extraction cup ในตู้อบไฟฟ้า แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่บนกระดาษกรองเบอร์ 1 ที่ทราบน้ำหนัก ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง

3. นำหลอดตัวอย่างใส่ลงใน Extraction cup

4. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในขวดสำหรับสกัดไขมัน 70 มิลลิลิตร จากนั้นนำหลอดใส่ตัวอย่างใส่ลงไป

5. ประกอบอุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน พร้อมทั้งเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่น และเปิดสวิทซ์ให้ความร้อน

6. กดปุ่ม Set และกดลูกศรขึ้นหรือลงเพื่อเลือกอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด (105 องศาเซลเซียส) เวลาที่ใช้ในการสกัด (Extraction time) (45 นาที) เวลาสำหรับการล้าง (Washing time) (30 นาที) และเวลาสำหรับการระเหยตัวทำละลาย (30 นาที)

7. นำ Extraction cup ออกจากเครื่องสกัด ทิ้งให้ตัวทำละลายระเหยออกให้หมดในตู้ควัน

8. นำ Extraction cup อบในตู้ที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส จนแห้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

9. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

10. คำนวณหาปริมาณไขมันจากสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ X100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

การหาปริมาณเถ้า (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก

2. เผาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที และทำซ้ำเหมือนข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผา ตั้งอุณหภูมิเตาเผาไว้ที่ 550 องศาเซลเซียส และทำซ้ำเหมือนข้อ 1

4. คำนวณหาปริมาณเถ้าจากสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

การหาปริมาณใยอาหาร (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

1. ทำการเผา Fritted glass crucible ด้วยเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง รอจนกระทั่งเย็นลง และเก็บไว้ในโถดูดความชื้น ทำการชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) และจดบันทึก

2. ชั่งตัวอย่างซึ่งผ่านการสกัดเอาไขมันออกแล้ว (ประมาณ 1 กรัม) ลงในFritted glass crucible ที่ทราบน้ำหนักแล้ว จดบันทึกน้ำหนักตัวอย่างโดยละเอียด (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

3. วาง Fritted glass crucible บนอุปกรณ์ให้ความร้อนซึ่งต่อเข้ากับอุปกรณ์ควบแน่น แล้วเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่น

4. เติมกรดซัลฟูริก ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาณ 150 มิลลิลิตร และเปิดสวิตซ์ไฟตั้งโปรแกรมให้ความร้อน

5. ต้มให้เดือดนาน 30 นาที

6. ปล่อยกรดออกจากบีกเกอร์ โดยปรับวาล์วไปที่ Vacuum”

7. ล้างด้วยน้ำร้อนประมาณ 40-50 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง (จนกระทั่งน้ำล้างหมดความเป็นกรด)

8. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาณ 150 มิลลิลิตร และต้มต่ออีก 30 นาที

9. ล้างด้วยน้ำร้อนประมาณ 40-50 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง (จนกระทั่งน้ำล้างหมดความเป็นด่าง)

10. ล้างด้วยอะซิโตนปริมาณ 30 มิลลิลิตร

11. นำ Fritted glass crucible ที่มีตัวอย่างอบให้แห้งในตู้อบอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

12. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งสองครั้งติดกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

13. นำ Fritted glass crucible พร้อมกากที่อบแห้งแล้วไปเผาเช่นเดียวกับวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง)

14. คำนวณหาปริมาณใยอาหาร จากสูตร

$$\text{ปริมาณใยอาหาร (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างหลังอบและหลังเผา X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพ

ค่าสีของเนื้อเค้ก

วัดค่าสี (CIE L* a* b*) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดพลังงานต่ำ ด้วยเครื่องวัดค่าสี รุ่น Color Flex 45/0 ยี่ห้อ Hunter Lab ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งค่าสี L* (ค่าความสว่าง มีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม, 100 หมายถึง วัตถุมีสีอ่อน) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และb* (+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

1. ปรับเทียบเครื่องโดยใช้แผ่นแก้วสีดำ แผ่นพลาสติกสีขาว และแผ่นพลาสติกสีเขียว ตามลำดับ
2. ใส่ตัวอย่างลงในภาชนะแก้วใสทรงกระบอก โดยใส่ให้มีความหนาประมาณครึ่งหนึ่งของกระบอก
3. นำภาชนะใส่ตัวอย่างวางลงในช่องใส่ตัวอย่าง และครอบภาชนะใส่ตัวอย่างด้วยฝาครอบพลาสติกสีดำ อ่านค่าสี L* a* b* ที่วัดได้ จดบันทึกค่าตัวอย่างที่วัดได้
4. วัดแต่ละตัวอย่างตัวอย่างละ 10 ซ้ำ

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เค้กเนยสดพลังงานต่ำ โดยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) ดัดแปรงจากวิธีของ Chaiya and Pongsawatmanit (2011) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA.XT plus, Stable Micro Systems Texture analyzer, Surrey, ประเทศอังกฤษ) ใช้หัววัดทรงกระบอก (Cylindrical probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50) ตัดตัวอย่างขนาด 30 x 30 x 20 มิลลิเมตร จำนวน 4 ตัวอย่าง กำหนดให้หัววัดกดบนตัวอย่างด้วยความเร็ว 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที กดที่ระยะร้อยละ 80 ของความสูงของตัวอย่าง จากนั้นหัววัดจะเคลื่อนที่กลับด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อวินาที แล้วกดตัวอย่างอีกครั้งด้วยความเร็วเท่าเดิม

ภาคผนวก ง

ประวัติคณะผู้วิจัย

ส่วน ค ประวัติคณะผู้วิจัย
หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายเจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์
   (ภาษาอังกฤษ) Mr. Jetniphat Bunyasawat
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3 1701 00029 61 6
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   ตำแหน่งบริหาร อาจารย์ประจำหลักสูตรคหกรรมศาสตร์บัณฑิต อาหารและโภชนาการ
   ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
   เงินเดือน 27,440 บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทรศัพท์ 0 2665 3777 ต่อ 5521-3 โทรสาร 0 2665 3800
   E-mail: jadeniphat.b@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คหกรมศาสตรบัณฑิต คศ.บ. (อาหารและโภชนาการ)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช	2542
ปริญญาโท	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คศ.ม. (คหกรรมศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2549

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2.1 โครงการวิจัยคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ

7.2.2 การศึกษากรรมวิธีการผลิตขนมไดฟูกุ

7.2.3 ผลของการใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนน้ำในขนมไดฟูกุ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

7.3.1 คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ ประจำปีงบประมาณ 2554

7.3.2 การใช้ประโยชน์จากบัวหลวงเป็นส่วนประกอบในอาหารเพื่อเพิ่มมูลค่า

7.3.3 ขนมขี้หนูพลังงานต่ำ

7.3.4 ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น

7.3.5 การการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

7.3.6 การพัฒนาตำรับและกรรมวิธีการผลิตขนมไทยทำยากเพื่อการอนุรักษ์

7.3.7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสจากเปลือกแตงโมที่เหลือทิ้งจากการตัดแต่ง

7.3.8 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงจากข้าวโพดหวาน

7.3.9 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสจากเปลือกแตงโมเหลือทิ้งจากการตัดแต่ง

7.3.10 การพัฒนาศักยภาพเปลือกทุเรียนในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

7.4.1 การพัฒนาศักยภาพแป้งเปลือกทุเรียน

7.5 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ

-

วารสารระดับชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์ และจักราวุธ ภู่เสม. 2556. ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร**. (ฉบับพิเศษ): 287-295.

ส่วน ค ประวัติคณะผู้วิจัย
ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางอมรรัตน์ เจริญชัย
   (ภาษาอังกฤษ) MRS. Amornrat Chareonchai
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1005 01552 43 3
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   ตำแหน่งบริหาร กรรมการสภาวิชาการผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   ตำแหน่งทางวิชาการ ศาสตราจารย์
   อาจารย์ประจำหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   เงินเดือน 40,000 บาท (ข้าราชการบำนาญ)
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 10 ช.ม. : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
   โทรศัพท์ 0 2665 3777 ต่อ 5236 โทรสาร 0 2665 3800
   E-mail: amorn125@yahoo.com
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	B.Sc. (cum laude) Food Technology	The Ohio State University	2501
ปริญญาโท	M.Sc. Foods and Nutrition	The Ohio State University	2503
ปริญญาเอก	Ph.D. Foods and Nutrition	The Ohio State University	2505
	ปริญญาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร		2534

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   อาหารและโภชนาการ คหกรรมศาสตร์
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

   -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

   -

   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

   7.3.1 รายงานโครงการวิจัยการพัฒนาอาหารพื้นบ้าน พ.ศ. 2527 แหล่งเงินทุน งบประมาณ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

   7.3.2 รายงานโครงการวิจัยความต้องการของผู้สูงอายุ พ.ศ. 2528 แหล่งเงินทุน งบประมาณ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

   7.3.3 บทความเรื่องเลิกให้ขนมกันเถอะ ในวารสารคหเศรษฐศาสตร์ พ.ศ. 2556 แหล่งเงินทุนงบประมาณ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

   7.3.4 การพัฒนาแบบทดสอบรายวิชาหลักการประกอบอาหารและโภชนาการ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 หลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

   7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่+งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

   7.4.1 การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องความรู้พื้นฐานในการประกอบอาหาร สำหรับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (ผู้ร่วมวิจัย) ดำเนินการได้ร้อยละ 10

   7.5 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

   วารสารระดับนานาชาติ

   -

   วารสารระดับชาติ

   -

   การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

   -

ส่วน ค ประวัติคณะผู้วิจัย
ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาววไลภรณ์ สุทธา
(ภาษาอังกฤษ) Miss Walaiporn Suttha

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3 1005 01784 466

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

ตำแหน่งบริหาร รองคณบดีฝ่ายวางแผนและหัวหน้าสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ
ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
เงินเดือน 38,650 บาท
เวลาที่ใช้ทำวิจัย 2 ช.ม.: สัปดาห์

4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมาย เลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์ 0-2665-3777 ต่อ 5232 โทรสาร 0-2665-3800
โทรศัพท์มือถือ 081-827-7133 E-mail: walaiporn.s@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คหกรรมศาสตรบัณฑิต (อาหารและโภชนาการ)	คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	2527
ปริญญาโท	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน	2536
ปริญญาเอก	ศิลปศาสตรดุษฎีบัณฑิต (อาชีวศึกษา)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน	2557

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สาขาศึกษาศาสตร์ เทคโนโลยีทางการศึกษา

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย -

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2.1 การพัฒนาตำรับและกรรมวิธีการผลิตขนมไทยทำยากเพื่อการอนุรักษ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

7.2.2 การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมจ่ามงกุฎแบบรวดเร็วประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

7.2.3 การพัฒนาแบบทดสอบรายวิชาหลักการประกอบอาหารและโภชนาการ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 หลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

7.3.1 คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

7.3.2 การพัฒนาตำรับและกรรมวิธีการผลิตขนมไทยทำยากเพื่อการอนุรักษ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

7.3.3 การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมจ่ามงกุฎแบบรวดเร็วประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

7.3.4 การสร้างหลักสูตรผู้สูงอายุวัยหลังเกษียณ: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

7.3.5 การศึกษากรรมวิธีการผลิตเปลือกแตงโมหยีปรุงรส ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

7.3.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซอสสำเร็จรูปจากเปลือกแตงโมที่เหลือใช้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

7.3.7 การใช้แป้งกล้วยในตัวแป้งผลิตภัณฑ์ขนมโก๋อ่อนไส้ถั่วกวน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

7.3.8 ความต้องการการศึกษาทางไกลหลักสูตรปริญญาตรีสาขาวิชาบริหารธุรกิจคหกรรมศาสตร์ของมัธยมศึกษาตอนปลาย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

7.3.9 โครงการวิจัยการพัฒนาแบบทดสอบรายวิชาหลักการประกอบอาหารและโภชนาการ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 หลักสูตรคหกรรมศาสตร

บัณฑิต สาขาวิชา อาหารและโภชนาการ งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 (หัวหน้าโครงการ)

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ: ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

7.4.1 การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องความรู้พื้นฐานในการประกอบอาหาร สำหรับนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 (หัวหน้าโครงการ) อยู่ระหว่างดำเนินการ ดำเนินการได้แล้วร้อยละ 10

7.5 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ

-

วารสารระดับชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับชาติ

-

ส่วน ค ประวัติคณะผู้วิจัย
ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวพจนีย์ บุญนา
   (ภาษาอังกฤษ) Miss.Photchanee Bunna
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3 9099 00380 49 1
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
   ตำแหน่งบริหาร -
   เงินเดือน 38,010 บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
   โทรศัพท์ 0-2281-9756-8 ต่อ 5203 โทรสาร 0-2281-9759
   E-mail: potchanee.b@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คศ.บ. คหกรรมศาสตรบัณฑิต (อาหารและโภชนาการ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	2528
ปริญญาโท	คศ.ม. คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(อาหารและโภชนาการ)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2537

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   สาขาการศึกษา กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดชนิดข้น จากเต้าหู้เพื่อสุขภาพ ประจำปีงบประมาณ 2553

7.2.2 โครงการวิจัย ผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบเสริมใยอาหาร ประจำปีงบประมาณ 2555

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

7.3.1 โครงการวิจัยเรื่อง ยุทธศาสตร์การสร้างผู้ประกอบการอาหารไทยในญี่ปุ่น งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2550 – 2551

7.3.2 โครงการวิจัยเรื่อง เกณฑ์มาตรฐานอาหารไทยเพื่ออนุรักษ์และต่อยอดธุรกิจอาหาร ปีงบประมาณ พ.ศ. 2549 – 2550

7.3.3 โครงการวิจัยเรื่อง คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

7.3.4 โครงการวิจัยเรื่อง เอกลักษณ์และรูปแบบของธุรกิจของอาหารไทยประเภทร้านข้าวแกงในเขตจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย ปีงบประมาณ พ.ศ. 2549 – 2550

7.3.5 โครงการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการลาออกกลางคันของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มทร.พระนคร ปีงบประมาณ 2555

7.3.6 โครงการวิจัยเรื่องวิถีชีวิตและความมั่นคงทางอาหารของท้องถิ่นได้ ปีงบประมาณ 2555

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

-

7.5 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ/วารสารระดับชาติ/การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ/การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

-

ส่วน ค ประวัติคณะผู้วิจัย
ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวฐิติพร เพ็งวัน
   (ภาษาอังกฤษ) Miss.Titiporn Pengwon
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3 5303 0014 26 9
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
   ตำแหน่งบริหาร -
   เงินเดือน 31,330 บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
   โทรศัพท์ 0-2281-9756-8 ต่อ 5203 โทรสาร 0-2281-9759
   E-mail: titiporn.p@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญาตรี	ศึกษาศาสตรบัณฑิต,ศศ.บ (อาหารและโภชนาการ)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	
ปริญญาโท	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คศ.ม. (อาหารและโภชนาการ)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   สัมมนา

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

-

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

-

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

-

7.5 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ/วารสารระดับชาติ/การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

-

ส่วน ค ประวัติคณะผู้วิจัย
ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ว่าที่ร้อยตรีจักราวุธ ภู่เสม
   (ภาษาอังกฤษ) Acting Sub Lt. Chakkrawut Bhoosem
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1 6001 90000 07 7
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
   ตำแหน่งบริหาร หัวหน้างานกีฬา
   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
   เงินเดือน 27,200 บาท
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราช-มงคลพระนคร เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
   โทรศัพท์ 0 2665 3777 ต่อ 5521-3 โทรสาร 0 2665 3800
   E-mail: chakkrawut.b@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คหกรรมศาสตรบัณฑิต คศ.บ. (อาหารและโภชนาการ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2550
ปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วท.ม. (คหกรรมศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2555

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย ในแต่ละผลงานวิจัย

7.6 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.7 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.7.1 การเพิ่มมูลค่ากากบีทรูทในผลิตภัณฑ์มัฟฟิ่น

7.7.2 การพัฒนาศักยภาพเมล็ดทุเรียนในผลิตผลิตภัณฑ์ขนมไทย

7.8 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

7.8.1 ขนมขี้หนูพลังงานต่ำ (Kanom Kee-Noo (Rice Flour Meal Streamed) Low Calorie)

7.8.2 ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น

7.8.3 การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

7.8.4 การพัฒนาตำรับและกรรมวิธีการผลิตขนมไทยทำยากเพื่อการอนุรักษ์

7.8.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกประเภทผัดจากเปลือกแตงโมเหลือทิ้ง

7.8.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงจากข้าวโพดหวาน

7.9 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

7.9.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกประเภทผัดจากเปลือกแตงโมเหลือทิ้ง

7.10 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ

-

วารสารระดับชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

- เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์ และจักราวุธ ภู่เสม. 2556. ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น. **วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร**. (ฉบับพิเศษ): 287-295.