รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาคุกกี้เนยสดจากเนยสวนดุสิตเสริมใยอาหารจากอัลเบโดของส้มโอ

DEVELOPMENT OF BUTTER COOKIE WITH SUAN DUSIT BUTTER SUPPLEMENTED FIBER FROM POMELO ALBEDO

นายนราธิป ปุณเกษม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาคุกกี้เนยสดจากเนยสวนดุสิตเสริมใยอาหารจากอัลเบโดของส้มโอ

DEVELOPMENT OF BUTTER COOKIE WITH SUAN DUSIT BUTTER SUPPLEMENTED FIBER FROM POMELO ALBEDO

นายนราธิป ปุณเกษม

(หลักสูตรเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ)

(โรงเรียนการเรือน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ปีงบประมาณ 2556)

หัวข้อวิจัย การพัฒนาคุกกี้เนยสดจากเนยสวนดุสิตเสริมใยอาหารจากอัลเบโดของส้มโอ
ผู้ดำเนินการวิจัย นายนราธิป ปุณเกษม
หน่วยงาน โรงเรียนการเรือน
ปี พ.ศ. 2557

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาผลของเวลาในการผสมต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยสดที่ผลิตจากเนยสวนดุสิต จากการทดลองพบว่า การเพิ่มเวลาในการผสมทำให้ ความแข็งลดลง แต่ ค่าสี เส้นผ่านศูนย์กลาง และความชื้นของคุกกี้เนยสดที่ผลิตจากเนยสวนดุสิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากในระหว่างการผสมจะเกิดความร้อนขึ้น และทำให้เนยสวนดุสิตที่มีจุดหลอมเหลวต่ำละลาย การผสมจึงเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ การผสมโดยใช้เวลาน้อยสำหรับเนยสวนดุสิตจึงมีความเหมาะสม ซึ่งมีคุณภาพไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสสอดคล้องกับคุณภาพด้านกายภาพและเคมี คือ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตที่ใช้เวลาในการผสม 5 นาทีมากที่สุด (2) ศึกษาผลของการเสริมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดที่ผลิตจากเนยสวนดุสิต ต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส จากการทดลองพบว่า การเสริมอัลเบโด ไม่มีผลต่อค่าความแข็งของคุกกี้ แต่ทำให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองลดลง เนื่องจากสมบัติของอัลเบโด ด้านองค์ประกอบทางเคมีพบว่า การเสริมอัลเบโด ช่วยลดปริมาณไขมัน และคาร์โบไฮเดรตในคุกกี้ และยังมีประโยชน์ในการเพิ่มปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์ ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่า อัลเบโดไม่มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และราในคุกกี้ โดยเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน แต่การใช้อัลเบโดในคุกกี้อาจมีผลต่อ กลิ่นรส โดยการเสริมอัลเบโดทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสน้อยกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากอัลเบโดมีสาร limonin ที่ให้รสขม แต่ก็มีคะแนนความชอบอยู่ในระดับ ชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก ดังนั้นจึงอาจกล่าวว่า การเสริมอัลเบโดในคุกกี้เนยสดสวนดุสิตปริมาณร้อยละ 9 เป็นปริมาณที่มีความเหมาะสมสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป (3) ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดที่ผลิตจากเนยสวนดุสิตเสริมอัลเบโด โดยวิเคราะห์คุณภาพคือ ความชื้น ความแข็ง และค่าความหืน (TBA) โดยเมื่อเก็บรักษาคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโดร้อยละ 9 ในบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดโพลิโพรพิลีน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และความแข็งลดลงในระหว่างการเก็บรักษาเนื่องจากการส่งผ่านความชื้นกับบรรยากาศ และค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลาประมาณ 10 สัปดาห์โดยใช้ ค่า TBA เป็นเกณฑ์ตัดสิน ในขณะที่ สูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมอัลเบโดจะสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลาประมาณ 9 สัปดาห์ เนื่องจากคุกกี้สูตรควบคุมมีปริมาณไขมันสูง ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่เป็นสาเหตุของความหืน

Research Title DEVELOPMENT OF BUTTER COOKIE WITH SUAN DUSIT BUTTER SUPPLEMENTED FIBER FROM POMELO ALBEDO
Researcher Mr. NARATIP POONNAKASEM
Organization School of Culinary Arts
Year 2014

The objectives of this research were to (1) study the effect of production time on physicochemical and sensory qualities of Suan Dusit butter cookie (SDBC). The results showed that increasing of mixing time decreased hardness, but increased L*, a*, b*, diameter and moisture content of SDBC. This might be due to heat from longer time mixing led to incomplete mixng of SDBC, so shorter time mixing was appropriate for Suan Dusit butter. Sensory qualities of 5 min mixing were the best, especially texture property. (2) Effect of pomelo albedo addition at 3 levels of 3, 6 and 9% on physical, chemical, microbiological and sensory qualities was studied. It was showed that albedo addition did not affect hardness of SDBC. Conversely, the albedo addition led to L* increase, a* and b* decrease due to albedo color. Results from chemical composition showed that the albedo addition led to dietary fiber increase, lipid and carbohydrate decrease. Moreover, the albedo addition did not affect microbiological quality including total plate count, yeast and mold count and it conformed to the Thai community product standard. However, the albedo addition affected flavour of of cookie because of limonin in pomelo albedo. The sensory results showed that the 9% albedo addition SDBC was appropriate condition with 7-8 point from 9-point hedonic scaling. (3) Shelf life estimation of albedo addition SDBC was studied. The qualities of the 9% albedo addition SDBC packed in polypropylene pouch at 30°C including moisture content, hardness and rancidity (TBA) were analyzed. The result showed that increase storage time led to moisture content increase and hardness decrease due to the moisture transfer between cookie and air. In addition, TBA value increased during storage. The 9% albedo addition SDBC could be stored for 10 weeks up to TBA value limit, while control condition could be stored for 9 weeks. This might be due to higher lipid content of control condition that led to oxidation reaction.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่เล็งเห็นความสำคัญของการวิจัยด้านอาหารที่เป็นอัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัยฯ เพื่อนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ที่จัดสรรงบประมาณเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัยครั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาในการเสนอแนะให้ข้อคิดเห็น และติดตามให้การทำวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้ รวมถึง ศูนย์ปฏิบัติการเนยสวนดุสิต ที่ให้ความอนุเคราะห์ เนยสวนดุสิต และ ศูนย์ปฏิบัติการอาหารนานาชาติ ที่อำนวยความสะดวกเรื่องห้องปฏิบัติการ สำหรับงานวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และหลักสูตรเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ ที่ได้ร่วมแรงร่วมใจในการช่วยงานวิจัยนี้

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การวิจัยครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จะได้นำไปเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัย หากมีข้อผิดพลาดประการใดในการทำวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอน้อมรับ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

นราธิป ปุณเกษม
(2557)

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตการวิจัย	2
สมมติฐานการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
คุกกี้	3
ส่วนผสมหลักของคุกกี้เนยสด	4
กระบวนการผลิตคุกกี้เนย	10
ส้มโอ	14
เส้นใยอาหาร	15
การทำแห้ง	15
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
กรอบแนวคิดงานวิจัย	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
การศึกษาผลของเวลาในการผสมต่อคุณภาพของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต	19
การศึกษาผลของการสริมอัลเบโดต่อคุณภาพของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต	20
การศึกษาหาอายุการเก็บรักษาคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด	21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 22
ผลของเวลาในการผสมต่อคุณภาพของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต 22
ผลของการเสริมอัลเบโดต่อคุณภาพของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต 24
อายุการเก็บรักษาคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด 28

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 31
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล 31
ข้อเสนอแนะ 32

บรรณานุกรม 33
บรรณานุกรมภาษาไทย 33
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ 34

ภาคผนวก 35
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ 36
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี 38
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ 46
ภาคผนวก ง การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 49
ภาคผนวก จ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 51

ประวัติผู้วิจัย 56

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	สูตรสำหรับการผลิตคุกกี้เนยสด	19
4.1	คุณภาพทางกายภาพและเคมีของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต	22
4.2	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต	23
4.3	คุณภาพทางกายภาพและเคมีของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ	24
4.4	คุณภาพทางกายภาพของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด	25
4.5	คุณภาพทางเคมีของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด	26
4.6	คุณภาพทางจุลินทรีย์ของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด	26
4.7	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด	27

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการผลิตเนยจากครีมสดและเนยจากครีมเปรี้ยว	5
2.2	เครื่องปั่นเนยแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch churner)	5
2.3	กระบวนการผลิตเนยแบบต่อเนื่อง	6
2.4	กระบวนการผลิตเนยคืนรูป	7
2.5	กระบวนการผลิตมาการีน	9
2.6	การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด	12
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่าง ความแข็งกับระยะเวลาการเก็บรักษาของคุกกี้สดเนยสวนดุสิต	28
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาของคุกกี้สดเนยสวนดุสิต	29
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความหืนกับระยะเวลาการเก็บรักษาของคุกกี้สดเนยสวนดุสิต	29

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญ

โรงงานเนยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ก่อตั้งขึ้นเพื่อเป็นแหล่งสร้างองค์ความรู้ และพัฒนาในรูปแบบ การวิจัยอุตสาหกรรมการการผลิตเนยคืนรูป (recombined butter) ให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ตามเทคโนโลยีสมัยใหม่ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีเนยคืนรูปเป็นวัตถุดิบ โดยเนยคืนรูป คือเนยที่ได้จากการนำส่วนผสมต่างๆ มารวมกัน แล้วผ่านการปั่นจนได้เป็นเนย โดยส่วนผสมของเนยคืนรูปวัตถุดิบหลักสำหรับการผลิตคือ ไขมันนมปราศจากน้ำ (anhydrous milk fat : AMF หรือ anhydrous butter oil) ได้จากน้ำนมหรือครีม หรือเนยที่ผ่านการขจัดเอาน้ำและของแข็งไม่รวมไขมันในนมออกหมด มีไขมันนมอย่างน้อยร้อยละ 99.8 และน้ำไม่เกินร้อยละ 0.1 เนยคืนรูปเป็นวัตถุดิบตั้งต้นของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่หลายชนิด เนื่องจากมีรสชาติดี ให้คุณค่าทางโภชนาการและความสะดวกรวดเร็วในการเลือกรับประทาน ทำให้มูลค่าของธุรกิจเพิ่มสูงตามความต้องการของตลาด คุกกี้เป็นขนมอบชิ้นเล็กๆ รูปร่างแบน ซึ่งทำจากแป้งสาลี นิยมรับประทานคู่กับชาหรือกาแฟ เพื่อเป็นอาหารว่าง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มักจะเพิ่มเติมคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งในงานวิจัยนี้สนใจการใช้ประโยชน์จากของเหลือใช้ทางการเกษตรคือ อัลเบโด (Albedo) คือเนื้อสีขาวที่อยู่ติดกับเปลือกของผลไม้ตระกูลส้มเป็นเนื้อเยื่อของเซลลูโลสมีลักษณะคล้ายฟองน้ำเป็นส่วนที่มีปริมาณเส้นใยสูงเส้นใยของผลไม้ตระกูลส้ม มีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงประมาณร้อยละ 80 ดังนั้นการจะนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจึงจำเป็นต้องนำมาผ่านกระบวนการทำแห้งหรืออาจทำให้เป็นผง และเมื่อผ่านกระบวนการทำแห้งสารประกอบทางชีวภาพในเปลือกส้มจะมีมากกว่าผลไม้ชนิดอื่นเช่น ฟลาโวนอยด์ซึ่งช่วยลดการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ และวิตามินซี ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมา การดำเนินการผลิตเนยสวนดุสิตจึงมีความจำเป็นในการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของกระบวนการผลิต เนื่องจากเนยมีการหลอมตัวเร็วทำให้เป็นอุปสรรคขณะผสม งานวิจัยนี้จึงเน้นที่จะนำเนยจากโรงงานเนยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตที่ผลิตได้เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดให้มีคุณภาพดี และสามารถประยุกต์ใช้ได้ในระดับอุตสาหกรรม รวมถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเพิ่มมูลค่าให้ของเหลือใช้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของเวลาในการผสมต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส ของคุกกี้เนยสดที่ผลิตจากเนยสวนดุสิต
2. เพื่อศึกษาผลของการเสริมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดที่ผลิตจากเนยสวนดุสิต ต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส
3. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดที่ผลิตจากเนยสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

3. ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาผลของกระบวนการผลิตคุกกี้โดยใช้เวลาที่แตกต่างกันในระหว่างการผสม เปรียบเทียบกับเนยทางการค้าในด้าน คุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส จากนั้นพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากเนยสวนดุสิตเสริมใยอาหารจากอัลเบโดของเปลือกส้มโอ โดยศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส รวมถึงศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากอัลเบโดของเปลือกส้มโอ

4. สมมติฐานการวิจัย

เนยสวนดุสิตเป็นเนยผสมที่ใช้เทคนิคการผลิตที่แตกต่างจากเนยทางการค้า ทำให้มีผลต่อการใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ประเภทต่างๆ โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของคุกกี้เนยสด รวมถึงศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมใยอาหารจากอัลเบโดของเปลือกส้มโอ

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำผลจากงานวิจัยมาเป็นแนวทาง และปรับใช้ในการผลิตคุกกี้เนยสดให้ได้คุณภาพดี

2. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการผลิตคุกกี้เนยสดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดที่ได้จากเนยสวนดุสิตในอนาคต รวมทั้งเผยแพร่ข้อมูลให้กับโรงงานเนย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

3. ทราบถึงผลของการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดโดยใช้อัลเบโด เพื่อปรับเพิ่มคุณค่าทางอาหาร

4. เป็นแนวทางและเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงด้านเนื้อสัมผัส ระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คุกกี้ และเบเกอรี่ เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้ผลิตที่มีองค์กรขนาดใหญ่ ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีคุณค่าทางอาหาร

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. คุกกี้

คุกกี้ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทำจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมกับแป้งชนิดอื่น น้ำตาล ไขมันหรือน้ำมันบริโภค นม ไข่ ผงฟู เบกกิ้งโซดา สารแต่งกลิ่นรส เกลือ อาจมีส่วนผสมอื่น เช่น โกโก้ เมล็ดธัญพืช สมุนไพร ผลไม้แห้ง กุ้งแห้ง เป็นต้น ทำเป็นชิ้นโดยการหยอด กด ปั้น หรือวิธีอื่นที่เหมาะสม แล้วนำไปอบจนกรอบ โดยทั่วไปคุกกี้มักมีลักษณะกรอบร่วนเป็นชิ้นเล็ก ขนาดพอคำ มีรสหวาน บางชนิดใช้พิมพ์ตัดเป็นรูปต่างๆ และตกแต่งด้วยน้ำตาลอย่างสวยงาม บางชนิดมีรสชาติแตกต่างกัน สามารถเก็บไว้ได้นานกว่าขนมอื่นๆ คุกกี้แบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ คุกกี้ชนิดกรอบ (Brittle cookies) และคุกกี้ชนิดนุ่ม (Soft cookies) คุกกี้ชนิดกรอบสามารถเตรียมได้จากส่วนผสมของแป้งที่มี ร้อยละน้ำตาลสูง คุกกี้ชนิดนุ่มเตรียมได้จากส่วนผสมของแป้งที่มีความชื้นค่อนข้างสูง คุกกี้แบ่งตามรูปร่างการผลิตได้เป็น

1.1 Dropped cookies คุกกี้แบบนี้เป็นแบบตักหยอด ลักษณะของแป้งจะเหลว ตักหยอดได้สะดวก เมื่ออบแล้วจะกลมและนูนตรงกลางหรือเป็นแผ่นบางกรอบร่วน

1.2 Sliced cookies คุกกี้ชนิดหั่นเป็นชิ้นๆ หรือแบบแช่แข็งจนกว่าจะหั่นได้เป็นชิ้นๆได้ ในการแช่แข็งควรคลึงแป้งให้เป็นก้อนยาวๆแล้วจึงห่อด้วยพลาสติกหรือวางในถาดที่ใส่น้ำแข็งก้อนใหญ่แล้วใช้น้ำแข็งวางทับจะช่วยให้แข็งเร็วขึ้น คุกกี้ชนิดนี้จะกรอบแข็งหรือที่เรียกว่ากรอบกระด้าง

1.3 Molded cookies คุกกี้ชนิดนี้มีวิธีการทำคล้ายกับคุกกี้แบบหยอด แต่มีข้อแตกต่างตรงที่คลุกแป้งสาลีทามือบางๆแล้วจึงตักแป้งขนมวางลงบนมือ ให้หนาตามที่ต้องการแล้วจึงใช้พิมพ์ตัดเป็นรูปต่างๆ

1.4 Pressed cookies คุกกี้ชนิดนี้ใช้พิมพ์กดเป็นรูปต่างๆ โดยใช้กระบอกสำหรับกดคุกกี้มีส่วนผสมของไขมันมากกว่าชนิดอื่น ถ้าผสมแล้วไขมันเยิ้มออกมาต้องแช่แข็งให้แป้งกับน้ำมันรวมกันก่อนแล้วจึงตักใส่กระบอกเป็นดอกๆซึ่งเราสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ โดยเปลี่ยนที่ปิดหัวกระบอก

1.5 Rolled cookies คุกกี้ชนิดนี้จะบางกว่าชนิดอื่นๆ สามารถทำเป็นรูปแปลกๆได้ โดยการคลึงแป้งแล้วตัดด้วยพิมพ์แล้วตัดให้สวยงามก่อนอบหรือหลังอบ คุกกี้ชนิดนี้จะมีลักษณะกรอบนุ่มนวล ไม่กรอบกระด้างและไม่ค่อยหวาน

1.6 Bar cookies คุกกี้ชนิดนี้จะตัดเป็นแท่ง มีลักษณะ 2 อย่างผสมกันคือในลักษณะของเค้กและคุกกี้อยู่ในตัวจะแตกต่างจากแบบอื่น คือเอาแป้งที่ผสมแล้วใส่ถาด แล้วเกลี่ยหน้าให้รีบ และจะอบทั้งถาดแบบเดียวกับเค้ก แต่ถาดที่ใช้จะมีขนาดตื้นกว่า (จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2554)

2. ส่วนผสมหลักของคุกกี้เนยสด

2.1 ไขมัน

ไขมัน ถือเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญสำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ รวมถึงคุกกี้ โดยไขมันจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเฉพาะของคุกกี้ขึ้นอยู่กับชนิดของคุกกี้นั้นๆ สำหรับคุกกี้เนย เนยจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักของตัวขนม ไขมันที่ใช้สำหรับคุกกี้เนยสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.1.1 เนย

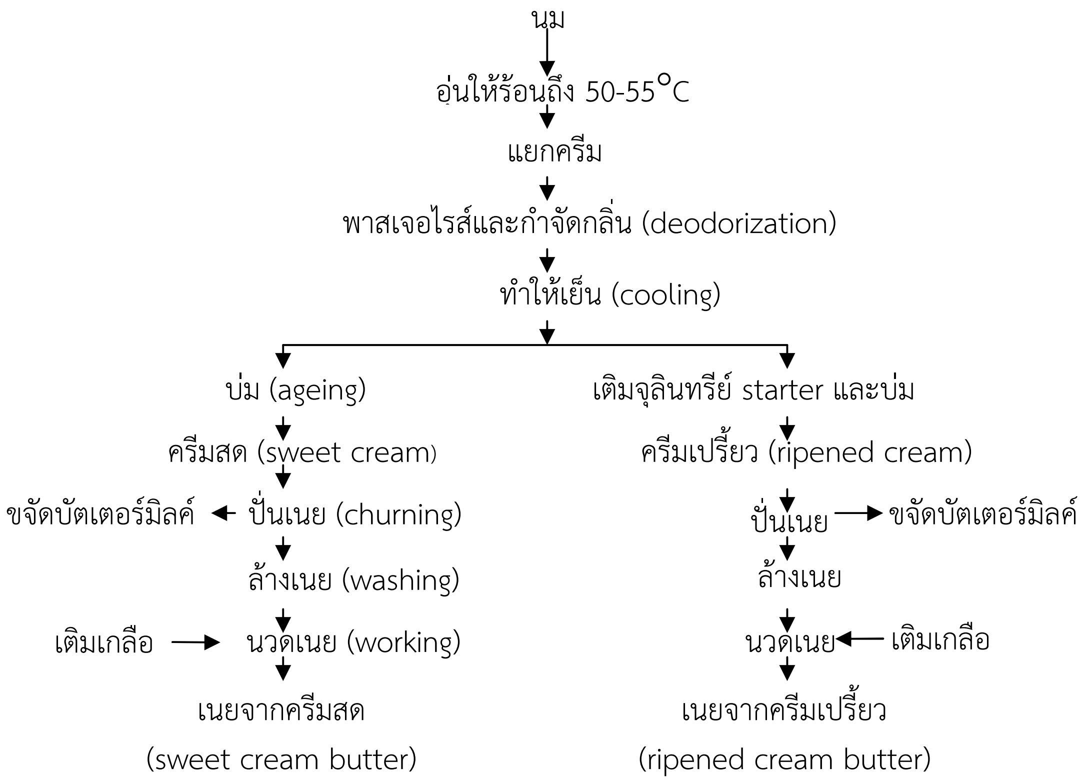
เนยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากไขมันนม นอกจากจะประกอบด้วยไขมันนมแล้วยังประกอบด้วยของแข็งในนมไม่รวมไขมัน (Milk solid not fat) และน้ำอีกบางส่วน บางครั้งอาจมีการเติมสารเจือปนอาหารลงไปด้วย มาตรฐานของส่วนประกอบในเนยของไทย ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 30 (พ.ศ.2522) กำหนดให้ เนยต้องมีไขมันนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของน้ำหนักมีของแข็งในนมได้ไม่เกินร้อยละ 2 มีน้ำได้ไม่เกินร้อยละ 16 และมีเกลือโซเดียมคลอไรด์ได้ไม่เกินร้อยละ 4 ของน้ำหนัก นอกจากนี้จะต้องไม่มีกลิ่นหืน ไม่มีวัตถุกันเสีย ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค รวมทั้งไม่มีสารเป็นพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2533) กระบวนการผลิตเนย ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ชนิดของเนยแบ่งตามประเภทวัตถุดิบเริ่มต้นหากเริ่มต้นจากครีมสามารถแบ่งได้ดังนี้

1) เนยจากครีมสด (Sweet cream butter) เป็นเนยที่ผลิตได้จากครีมสด มีการเติมเกลือร้อยละ1.6 และ ไม่ได้ผ่านการบ่มด้วยเชื้อจุลินทรีย์

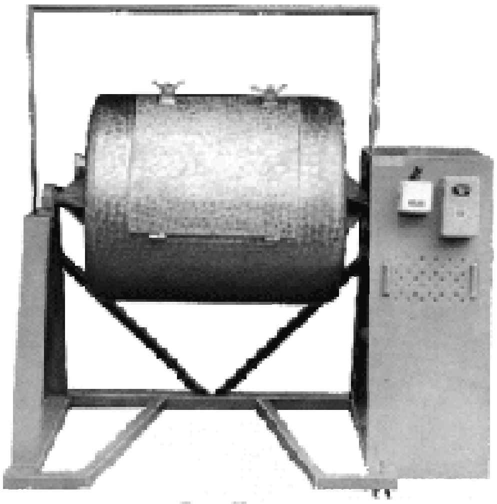
2) เนยจากครีมเปรี้ยว (Ripened cream butter) เป็นเนยที่ผลิตได้จากครีมที่ผ่านการบ่มด้วยเชื้อจุลินทรีย์แลคติก และไม่นิยมเติมเกลือ

กระบวนการผลิตเนยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) การผลิตเนยแบบไม่ต่อเนื่อง (Conventional process) เป็นวิธีการผลิตเนยแบบเก่าโดยใช้เครื่องปั่นเนยแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch churner) (ภาพที่ 2.2) ขั้นแรกเครื่องจะทำการกวนครีมอย่างรวดเร็วจนเกิดเป็นโฟมของครีม ใบพัดของเครื่องจะตีให้เม็ดไขมันแตกออก ไขมันเหลวที่อยู่ในเม็ดไขมันจะหลุดออกมาทำหน้าที่เป็นสารยึดเกาะให้เม็ดไขมันมารวมกันเกิดเป็นเม็ดเนยขึ้น พร้อมกับมีบัตเตอร์มิลค์แยกออกมา เมื่อปั่นเนยจนได้เม็ดเนยขนาดตามต้องการแล้ว ต้องทำการล้างเนย (Washing) ด้วยน้ำที่สะอาดเพื่อขจัดบัตเตอร์มิลค์ออกให้หมด จากนั้นนำก้อนเนยที่ได้มานวดเพื่อให้เม็ดเนยรวมกันเป็นเนื้อเดียว และขจัดบัตเตอร์มิลค์หรือน้ำที่เหลืออยู่ (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2533)



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตเนยจากครีมสดและเนยจากครีมเปรี้ยว
ที่มา : ศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2533)



ภาพที่ 2.2 เครื่องปั่นเนยแบบไม่ต่อเนื่อง (Batch churner)
ที่มา : ศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2533)

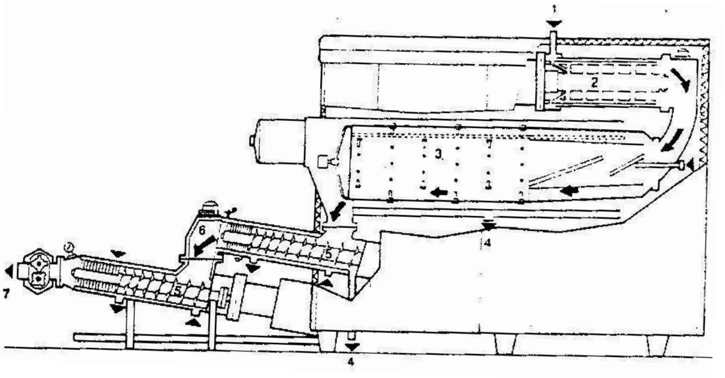
2) การผลิตเนยแบบต่อเนื่อง (Continuous process) เป็นวิธีการผลิตเนยโดยใช้เครื่องผลิตเนยแบบต่อเนื่อง (Continuous churner) (ภาพที่ 3) แบ่งได้ เป็น 3 ชนิด คือ

2.1 Fritz process หรือ Accelerated churning เป็นเครื่องผลิตที่ทันสมัยสามารถผลิตได้อย่างรวดเร็ว ระบบนี้มีการใช้ใบพัดสำหรับตีครีมทำให้เกิดเม็ดเนยขึ้น จากนั้นจะระบายบัตเตอร์มิลค์ออกแล้วส่งเนยที่ได้ไปล้างและนวดต่อไป

2.2 Phase inversion ระบบนี้มีการทำให้ครีมที่มีไขมันร้อยละ 30-40 เข้มข้นขึ้นจนได้ครีมที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 80-82 จากนั้นครีมที่เข้มข้นขึ้นนี้จะถูกเปลี่ยนสภาพจาก oil-in-water emulsion เป็น water-in-oil emulsion

2.3 Emulsification process เป็นระบบที่ใช้ครีมที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 30-40 และมีการทำให้อิมัลชันแตกออกก่อนที่ปรับความเข้มข้นของไขมัน น้ำ และเกลือ จากนั้นทำให้เป็นอิมัลชันอีกครั้ง แล้วทำให้เย็นและนวดต่อไป

ข้อดีของระบบต่อเนื่อง คือ สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ ลดการเกิดออกซิเดชัน และมีประสิทธิภาพการผลิตที่ดีกว่าแบบไม่ต่อเนื่อง ปัจจุบันนิยมใช้ Fritz process กันมาก และมีการผลิตเครื่องปั่นเนยชนิดนี้ออกมาหลายบริษัทโดยมีหลักการทำงานคล้ายกัน ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 กระบวนการผลิตเนยแบบต่อเนื่อง
ที่มา : ศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2533)

ในการผลิตเริ่มต้นโดยครีมจะถูกส่งเข้ามายังเครื่องผลิตเนยทางด้านบนสุดซึ่งเป็นส่วนที่ทำการปั่นขั้นแรกด้วยความเร็วสูงซึ่งจะทำให้เม็ดไขมันแตกภายใน 1-2 วินาที จากนั้นส่วนผสมของเม็ดเนย และบัตเตอร์มิลค์จะผ่านไปสู่ส่วนที่ทำการปั่นที่สอง เม็ดเนยจะถูกกวน และสุดท้ายก็จะผ่านตะแกรงละเอียด ทำให้มีการปรับขนาดของเม็ดเนยและมีการกำจัดบัตเตอร์มิลค์ออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากนั้นเม็ดเนยจะถูกส่งไปยังส่วนที่ทำการนวดเนย ทำให้บัตเตอร์มิลค์ที่อยู่ภายในก้อนเนยถูกบีบออกมา และทำให้หยดน้ำเล็กๆ กระจายไปทั่วทำให้เกิดสภาพของ Water-in-oil emulsion ช่วงหลังจะมีการเติมเกลือลงไปในรูปของสารละลาย สำหรับขั้นตอนการล้างอาจไม่จำเป็นต้องทำถ้าในกระบวนการผลิตมีสุขลักษณะที่ดีตั้งแต่ต้น

หากแบ่งเนยตามวัตถุดิบเริ่มต้นที่ไม่ได้มาจากครีมอาจเรียกว่า เนยคืนรูป เนยคืนรูปคือ เนยที่ได้จากการนำส่วนผสมต่างๆ มารวมกัน แล้วผ่านการปั่นจนได้เป็นเนย โดยส่วนผสมของเนยคืนรูป ได้แก่

1) Anhydrous milk fat หรือเรียกว่า Anhydrous butter oil เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำนม หรือ ครีม หรือ เนยที่ผ่านการขจัดเอาน้ำและของแข็งไม่รวมไขมันในนมออกหมดจนเกือบสมบูรณ์ตามมาตรฐานของ IDF กำหนดไว้ว่า Anhydrous milk fat จะต้องมีไขมันนมอย่างน้อยร้อยละ 99.8 น้ำไม่เกินร้อยละ 0.1 กรดไขมันอิสระไม่เกินร้อยละ 0.3 ทองแดงไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม เหล็กไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม

2) หางนมผง ควรเป็นหางนมผงที่มีคุณภาพดีหรือใช้บัตเตอร์มิลค์ผง

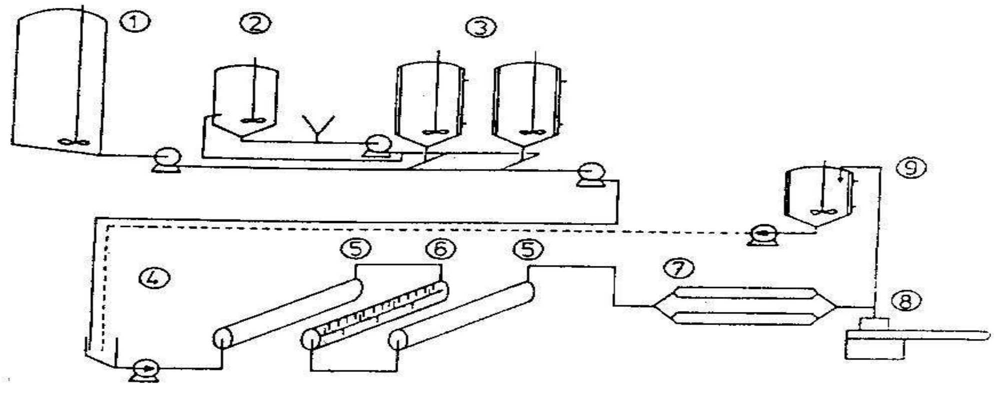
3) เกลือ ควรเป็นเกลือที่มีคุณภาพดี มีความบริสุทธิ์สูง

4) Emulsifier ที่นิยมใช้เติมในเนยคืนรูป ได้แก่ Lecithin

5) สารให้กลิ่นรส อาจเติม Diacetyl เพื่อให้กลิ่นรสดีขึ้น

6) น้ำ ควรเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีทั้งด้านเคมี และจุลินทรีย์ ก่อนใช้ควรต้มก่อนเพื่อทำลายเชื้อและตกผลึกเกลือที่ไม่ต้องการ

กระบวนการผลิตเนยคืนรูป เริ่มจากการเตรียมส่วนผสมที่เป็นไขมันโดยใช้ Anhydrous milk fat มาหลอมเหลวแล้วเติมอิมัลซิไฟเออร์ลงไป จากนั้นส่งไปยังถังผสมเติมส่วนผสมที่เป็นของเหลวลงในส่วนผสมที่เป็นไขมัน และเข้าสู่ถังกวนเพื่อให้เกิดอิมัลชัน แล้วส่วนผสมทั้งหมดจะถูกปั๊มให้ไหลผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Scarped-surface อย่างช้าๆ ไขมันจะถูกทำให้เย็นและตกผลึก หลังจากนั้นจะส่งไปยังส่วนที่ทำการนวด แล้วผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนอีกครั้ง สุดท้ายผ่านเข้าท่อพักเพื่อให้ไขมันตกผลึกต่ออย่างสมบูรณ์ ทำให้ได้เนยที่มีความคงตัวพร้อมที่จะบรรจุ ได้ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 กระบวนการผลิตเนยคืนรูป
ที่มา : ศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2533)

2.1.2 เนยเทียม หรือมาการีน

เนยเทียม หรือมาการีน เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นอิมัลชันของน้ำในน้ำมัน (Water-in-oil) เช่นเดียวกับเนย แต่จะประกอบด้วยน้ำนมหรือไขมันชนิดอื่นที่ไม่ใช่ไขมันนมเป็นส่วนใหญ่หรือทั้งหมด แล้วผ่านการผลิต ปรุงแต่งสี และกลิ่นรส เนยเทียมต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 37 (พ.ศ.2522) คือ ไม่มีกลิ่นหืน มีไขมันน้อยกว่าร้อยละ 80 ของน้ำหนัก มีวิตามินเอ หรือโปรวิตามินเอหรือทั้งสองอย่างรวมกันไม่น้อยกว่า 25 หน่วยสากล ในเนยเทียม 1 กรัม มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ได้ไม่เกินร้อยละ 4 มีน้ำได้ไม่เกินร้อยละ 16 ของน้ำหนัก ปราศจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ส่วนผสมของเนยเทียมหรือมาการีน

1) ไขมันและน้ำมัน สามารถเลือกใช้ได้หลายชนิดขึ้นกับชนิดและราคาของไขมันที่หาได้ โดยอาจใช้ไขมันจากสัตว์หรือไขมันพืชก็ได้

2) หางนม หรือหางนมผง หรืออาจใช้ผลิตภัณฑ์จากเวย์ก็ได้

3) เกลือ ที่ใช้ควรมีคุณภาพดี เม็ดเล็กละเอียด

4) สารอิมัลซิไฟเออร์ ได้แก่ Monoglyceride และ Diglyceride ซึ่งจะใช้ร้อยละ 0.1-0.3 และมักใช้ร่วมกับ Lecithin ร้อยละ 0.1

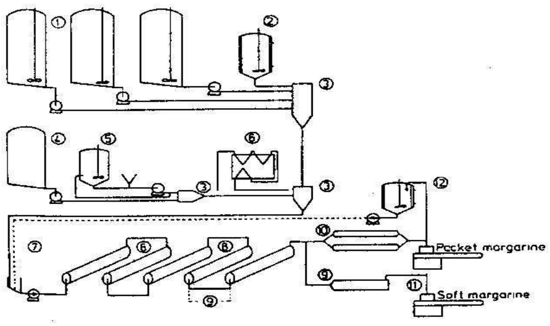
5) วิตามินและสี บางประเทศอนุญาตให้เติมวิตามินในมาการีนได้ โดยในประเทศไทยอนุญาตให้เติมวิตามินเอได้ไม่เกิน 25 หน่วยต่อกรัม ส่วนการเติมบีต้าแคโรทีน จะทำให้ได้ทั้งวิตามินเอและสี

6) สารกันเสีย บางประเทศอนุญาตให้เติมสารกันเสียลงในมาการีนได้

7) สารกันหืน หลายประเทศอนุญาตให้เติมสารกันหืนได้ สารกันหืนที่ใช้กันมากในปัจจุบัน ได้แก่ butylated hydroxyanisole, butylated hydroxytoluene และ propyl gallate

8) น้ำ น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี

กระบวนการผลิตเนยเทียมหรือมาการีน เตรียมส่วนผสมที่เป็นไขมันแยกกับส่วนผสมที่เป็นน้ำ โดยในส่วนที่เป็นไขมันจะเตรียมที่ อุณหภูมิ สูงกว่าจุดหลอมเหลวของไขมันที่ใช้ ถ้าจะผลิตมาการีนที่มีการหมักด้วย จุลินทรีย์ เมื่อเตรียมส่วนผสมที่เป็นไขมัน และเป็นน้ำเสร็จแล้ว ผสมส่วนผสมทั้งสองเข้าด้วยกันในถังผสมซึ่งมีใบกวนหมุนด้วยความเร็วสูงเพื่อให้เกิดสภาพเป็น water-in-oil emulsion จากนั้นนำไป พาสเจอไรส์ แล้วทำให้เย็นลง จากนั้นทำให้เย็นถึงจุดที่ไขมันตกผลึกโดยใช้เครื่องทำความเย็นแบบ scraped surface แล้วส่วนผสมทั้งหมดจะถูกส่งไปยังส่วนที่ทำการนวด ท่อพัก และเครื่องบรรจุต่อไปหลังพาสเจอไรส์ส่วนผสมแล้วจะทำให้เย็นแล้วจึงเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ลงไป ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 กระบวนการผลิตมาการีน
ที่มา : ศิริลักษณ์ สินธวาลัย (2533)

2.2 แป้งสาลี มีโปรตีนสองชนิดอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนิน และไกลอะดิน ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้เกิดโครงสร้างที่เรียกว่า กลูเตน มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ขนมอบ คุณภาพของแป้งสาลีที่นำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมอบแต่ละชนิดแตกต่างกัน แป้งที่ใช้ทำคุกกี้ควรมีโปรตีนปานกลาง มีความคงตัวเป็นโครงสร้างของคุกกี้ เพื่อให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี (จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2554)

2.3 ไข่ ช่วยในการให้โครงร่าง สี กลิ่นรส และคุณค่าทางอาหารแก่ขนมอบ และเวลาที่ใช้ในการตีไข่นั้น ไข่ขาวจะมีผลต่อการขึ้นฟูให้ลักษณะฟองอากาศเล็กและอยู่ตัวดีกว่าไข่ทั้งฟองและไข่แดง เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟองซึ่งประกอบด้วยฟองอากาศเล็กๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละฟองจะล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนจากไข่ การตีไข่ด้วยเครื่อง และการสัมผัสของแผ่นโปรตีนบาง ๆ กับอากาศจะทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัว และทำให้ฟองนั้นคงตัวในการอบ ฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน และแผ่นโปรตีนจะยืดหยุ่นเพียงพอที่จะยืดได้เมื่อส่วนผสมหรือไข่ขาวที่ตีแข็ง ได้รับอุณหภูมิสูงถึงจุดโปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึง จะสูญเสียความยืดตัวและจะจับตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งของผลิตภัณฑ์

2.4 น้ำตาล เป็นส่วนผสมสำคัญของคุกกี้ เพื่อให้ความนุ่ม ชุ่มฉ่ำ และให้รสหวานแก่ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังช่วยในการตีครีม และตีไข่ให้มีความคงตัว และขึ้นฟู ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีที่ดี และเพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

2.5 สารขึ้นฟู ขนมอบที่พองฟูตัวขึ้น เนื่องจากสารที่ช่วยให้ขึ้นฟู 3 ชนิดหลัก

1) อากาศที่แทรกตัวอยู่ในส่วนผสมจากการผสมส่วนผสมต่างๆ ให้เข้ากัน
2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีในส่วนผสม โดยการใส่ยีสต์หรือผงฟูลงไปทำให้เกิดปฏิกิริยาในขณะผสมได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แทรกตัวอยู่
3) การขึ้นฟูเนื่องจากไอน้ำที่เกิดขึ้นในขณะอบ

3. กระบวนการผลิตคุกกี้เนย

3.1 การผสม

การผสมคุกกี้ หากผสมไม่ดีอาจจะแข็งเหนียว มีลักษณะกระด้าง สำหรับการผสมคุกกี้หลักทั่วไป ต้องตีเนยผสมกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูแล้วเติมไข่ไก่ทีละฟอง ตีต่อไปให้เข้ากัน ใส่กลิ่นและนม ตีให้เข้ากัน ใส่แป้งลงผสมเบาและเร็ว เพื่อไม่ให้เกิดการผสมนานเกินไป เพราะถ้าผสมนาน กลูเตนที่เกิดขึ้นจะทำให้ส่วนผสมแห้งและเหนียว เมื่อนำไปหยอดคุกกี้จะแข็ง ถ้าต้องการคุกกี้ที่ร่วน มัน ควรผสมไขมัน น้ำตาล ของเหลวให้เข้ากัน แล้วจึงผสมแป้งการผสมควรทำโดยเร็วนำมากดเป็นรูปต่างๆ คุกกี้เมื่อผสมแล้วควรหยอดหรือทำรูปร่างทันที หากปล่อยไว้นานคุกกี้จะแห้ง การหยอดคุกกี้ ควรหยอดหรือทำรูปร่างให้มีขนาดเท่ากันลงในถาดที่ทาไขมันไว้ ให้ห่างกันประมาณ 1 นิ้ว เพราะเมื่ออบแล้วจะได้ไม่ติดกัน (จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2554)

3.2 การอบ

ในระหว่างการอบอาหารนั้นอาหารจะได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีจากผนังเครื่องอบ การพาความร้อนจากอากาศที่หมุนเวียนและการนำความร้อนผ่านถาดที่มีอาหารวางอยู่ ความร้อนส่วนใหญ่จะถ่ายเทไปยังอาหารโดยการนำความร้อน แม้ว่าในคุกกี้จะเกิดการพาความร้อนในช่วงแรกของการให้ความร้อนอาหารจะดูดซับรังสีอินฟราเรดและเปลี่ยนเป็นความร้อนโดยการกระทำของโมเลกุลในอาหาร ส่วนการถ่ายเทความร้อนของอากาศ ก๊าซอื่นๆ และไอน้ำในเครื่องอบเกิดขึ้นโดยการพาความร้อน และเปลี่ยนเป็นการนำความร้อนที่ผิวหน้าของอาหารและที่ผนังเครื่องอบ ฟิล์มบางๆของอากาศเป็นตัวต้านทานการถ่ายเทความร้อนสู่อาหารและการเคลื่อนที่ของไอน้ำจากอาหาร ความเร็วของอากาศและคุณสมบัติผิวหน้าของอาหารจะเป็นตัวกำหนดความหนาของชั้นฟิล์มนี้ กระแสการพาความร้อนส่งเสริมให้เกิดการกระจายความร้อนอย่างสม่ำเสมอในตู้อบ มีการติดตั้งพัดลมในตู้อบอุตสาหกรรมเพื่อเสริมกระแสการพาความร้อนตามธรรมชาติ ลดความหนาของของฟิล์มฉนวนและเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ความชื้นที่ผิวหน้าจะระเหย และถูกกำจัดไปโดยความร้อนเมื่ออาหารวางอยู่ในเตาอบ อากาศในตู้อบซึ่งมีความชื้นต่ำจะทำให้เกิดความแตกต่างของความดันไอและทำให้ความชื้นเคลื่อนที่จากใจกลางอาหารออกมายังที่ผิวของอาหาร คุณสมบัติของอาหารและอัตราการให้ความร้อนจะเป็นตัวกำหนดปริมาณความชื้นที่เสียไป เมื่ออัตราการสูญเสียความร้อนสูงกว่าอัตราการเคลื่อนที่ของความชื้นจากภายในจะทำให้แนวของการระเหยเคลื่อนที่เข้าไปภายในอาหาร ทำให้ผิวอาหารแห้งและอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นถึงอุณหภูมิของลมร้อน (110 – 240 องศาเซลเซียส) จึงเกิดเปลือกแข็งด้านนอกขึ้น อุณหภูมิภายในอาหารจะไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากการอบเกิดขึ้นที่ความดันบรรยากาศและความชื้นจะเคลื่อนที่ออกจากอาหารอย่างอิสระการเปลี่ยนแปลงนี้เหมือนกับการอบแห้งด้วยลมร้อน แต่การให้ความร้อนอย่างรวดเร็วและอุณหภูมิที่สูงกว่าทำให้องค์ประกอบของอาหารที่ผิวหน้าเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างสลับซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงนี้ช่วยเพิ่มคุณภาพของการบริโภคและรักษาความชื้นภายในก้อนอาหารให้คงอยู่ (วิไล รังสาดทอง, 2531) วัตถุประสงค์ของการอบนอกจากจะเป็นการเปลี่ยนคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของอาหารและเพื่อเพิ่มกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสของ

อาหารแล้ว การอบยังเป็นการทำลายเอนไซม์และเชื้อจุลินทรีย์ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเนื่องจากสามารถลดค่าความชื้นของอาหารได้ในระดับหนึ่ง โดยผลกระทบต่ออาหารมีดังนี้

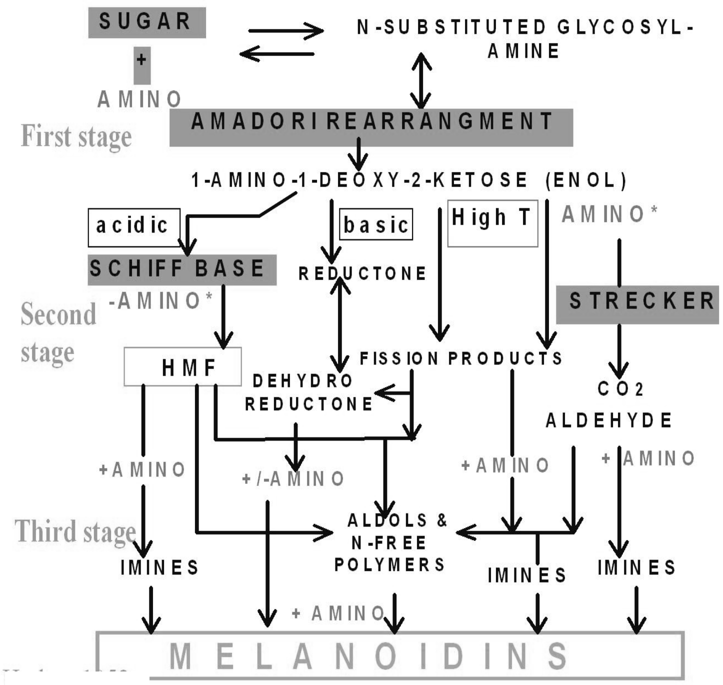
3.2.1 ลักษณะเนื้อสัมผัส

การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ลักษณะของอาหาร (ความชื้น องค์ประกอบทางเคมีคือ ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต) อุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน ลักษณะเฉพาะของอาหารอบได้แก่ การเกิดเปลือกแข็งซึ่งจะช่วยรักษาความชื้นภายในอาหารไว้ เช่น บิสกิต จะถูกอบจนมีความชื้นต่ำและเกิดมีลักษณะเหมือนเปลือกแห้งทั่วไปในอาหาร

การให้ความร้อนอย่างรวดเร็วจะทำให้เปลือกอาหารแข็ง ซึ่งจะป้องกันการเสียความชื้นและไขมันพร้อมทั้งป้องกันการเสื่อมสลายของสารอาหารและองค์ประกอบด้านกลิ่นรส ความเข้มข้นของความดันไอภายในอากาศจะสูงกว่าความดันไอของอาหารด้านนอกมาก ความชื้นจึงเคลื่อนที่จากด้านในของอาหารออกมาระหว่างการเก็บรักษา ถ้าวิธีเก็บรักษา เช่น การแช่แข็งไม่สามารถรักษาความชื้นไว้ได้ ความชื้นจะเคลื่อนที่ออกมาที่ผิวและทำให้เปลือกอาหารนิ่ม ไม่น่ารับประทานและทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง การให้ความร้อนอย่างช้าๆ จะทำให้ความชื้นหนีออกมาจากผิวหน้าของอาหารได้มากก่อนที่จะถูกปิดกั้นโดยเปลือกแข็ง วิธีนี้จะทำให้เกิดความแตกต่างของความเข้มข้นของไอน้ำที่ไม่มากนัก และทำให้ด้านในของอาหารแห้งกว่าการใช้ไอน้ำ นอกจากนี้ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสแป้งยังช่วยเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ทำให้เปลือกมีสีสวยน่ารับประทานด้วย (วิไล รังสาดทอง, 2531)

3.2.2 สี และกลิ่นรส

กลิ่นที่ได้จากการอบเป็นลักษณะเฉพาะด้านประสาทสัมผัส ที่สำคัญของอาหารอบ การได้รับความร้อนสูงของผิวอาหารทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน มีผู้วิจัยหลายท่านได้ศึกษารายละเอียดทางเคมีของปฏิกิริยาเมลลาร์ดและ Streaker degradation พบว่า อุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำในชั้นผิวของอาหารทำให้น้ำตาลกลายเป็นคาราเมล กรดไขมันเกิดออกซิเดชัน และเปลี่ยนไปเป็นแอลดีไฮด์ แล็กโตน คีโตน แอลกอฮอล์ และเอสเตอร์ได้ปฏิกิริยาเมลลาร์ดและ Streaker degradation ทำให้เกิดกลิ่นต่างๆ เนื่องจากการรวมตัวกันของกรดอะมิโนอิสระ และ น้ำตาลที่อยู่ในอาหารบางชนิด กรดอะมิโนแต่ละชนิดจะผลิตกลิ่นเฉพาะตัว เมื่อได้รับความร้อนร่วมกับน้ำตาลและเปลี่ยนไปเป็นแอลดีไฮด์เฉพาะอย่างขึ้น กลิ่นที่ได้แตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของน้ำตาลและสภาวะการให้ความร้อน เช่น กรดอะมิโนโปรลีน จะให้กลิ่นมันฝรั่ง เห็ดหรือไขไหม้เมื่อได้รับความร้อนกับน้ำตาลต่างชนิดที่อุณหภูมิต่างๆ เมื่อมีการให้ความร้อนต่อไปจะทำให้สารหอมระเหยที่เกิดจากกลไกดังกล่าวเกิดเสื่อมสภาพและกลายเป็นสารที่ให้กลิ่นไหม้แทน ดังนั้นจึงเกิดสารให้กลิ่นหลายชนิดในระหว่างการอบ ชนิดของกลิ่นจะขึ้นอยู่กับการรวมตัวกันของไขมัน กรดอะมิโนและน้ำตาลเฉพาะอย่างในชั้นผิวของอาหาร อุณหภูมิและความชื้นของอาหารตลอดระยะเวลาการให้ความร้อน สีน้ำตาลทองที่เกิดขึ้น ในอาหารอบเกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด การเกิดคาราเมล ของน้ำตาลและเดกทรินซ์ซึ่งอยู่ในอาหารหรือเกิดจากการไฮโดรไลซีสแป้งเป็นเฟอร์เฟอราล (Furfural) และไฮดรอก-ซีเมทิลเฟอร์เฟอราล (Hydroxymethyl furfural) การเกิดคาร์บอไนเซชัน (Carbonization) ของน้ำตาล ไขมัน และโปรตีน ดังภาพที่ 2.6 (Hodge, 1953)



ภาพที่ 2.6 การเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด
ที่มา : Hodge (1953)

3.2.3 คุณค่าทางโภชนาการ

อาหารอบหลายชนิด เช่น ขนมปัง และเนื้อ เป็นอาหารหลักที่สำคัญรวมถึงเป็นแหล่งโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ที่สำคัญในหลายประเทศ ไลซีนเป็นกรดอะมิโนที่มีน้อยในแป้งสาลีและถูกทำลายได้ง่ายในระหว่างการอบ การเปลี่ยนแปลงด้านคุณค่าทางโภชนาการเกิดขึ้นมากที่สุดที่ผิวของอาหาร อัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดผลกระทบต่อการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการโดยรวม ไทอามีนเป็นวิตามินที่ไวต่อความร้อนที่สำคัญที่สุดทั้งในอาหารธัญพืชและเนื้อการสูญเสียไทอามีนในขนมปังอบแบบถาดมีค่าประมาณร้อยละ15 (Bender, 1978) แต่การสูญเสียไทอามีนของคุกกี้ที่ทำให้ขึ้นฟูด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตอาจสูงถึงร้อยละ 50 – 95

ลักษณะทางกายภาพของโปรตีนและไขมันจะเปลี่ยนไปในระหว่างการอบ คาร์โบไฮเดรตกลายเป็นเจลและถูกย่อยเป็นเดกซทรินและน้ำตาลรีดิวซ์ แต่ก็ไม่มีผลมากต่อคุณค่าทางโภชนาการทั้งใน 2 กรณีการสูญเสียกรดอะมิโนและน้ำตาลรีดิวซ์ในปฏิกิริยาเมลลาร์ดทำให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการเพียงเล็กน้อย การสูญเสียไลซีนในปฏิบัติเมลลาร์ดทำให้คุณภาพของโปรตีนลดลงเล็กน้อย อัตราส่วนประสิทธิภาพของโปรตีน (Protein efficiency ratio) ในขนมปังลดลงร้อยละ 23 เทียบกับวัตถุดิบที่เป็นแป้ง (Bender, 1978) การสูญเสียดังกล่าวเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิสูงขึ้นหรือเมื่อเวลาในการอบนานขึ้นในสภาพที่มีน้ำตาลรีดิวซ์สูง นอกจากนั้น กิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสในแป้ง การเติมน้ำตาลในโด การใช้เอนไซม์อะไมเลสจากเชื้อราและการฉีดไอน้ำเข้าไปในตู้อบเพื่อทำให้แป้งที่ผิวกลายเป็นเจลและเพื่อปรับปรุงสีของเปลือกล้วนแต่มีผลกระทบต่อคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนในระดับหนึ่ง การลดความหนาของโดจาก 4.9 มิลลิเมตร เป็น 3.8 มิลลิเมตร

และอบที่ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที สำหรับบิสกิตทำให้เกิดการสูญเสียกรดอะมิโนดังนี้ ทริปโตฟานจากร้อยละ 8 เป็นร้อยละ 44 เมทิโอนีนจากร้อยละ 15 เป็นร้อยละ 48 ไลซีนจาก ร้อยละ 27 เป็นร้อยละ 61 ในข้าวโพดจะเกิดการสูญเสียไลซีนเพิ่มขึ้นจาก ร้อยละ 5 ถึงร้อนละ 88 มีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการเติมสารเหล่านี้เสริมลงไปการผลิตอาหารจากธัญพืช (วิไล รังสาดทอง, 2531)

3.3 การทำให้เย็น

เมื่อนำคุกกี้ออกจากเตาอบแล้ว ควรทำให้เย็นโดยเร็ว รีบแซะขนมออกจากถาดทันที ในขณะที่ยังร้อนอยู่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแตกหักของคุกกี้ เนื่องจากคุกกี้เมื่อเย็นลงแล้วจะแข็งตัวและแตกหักได้ง่ายเมื่อแซะออกจากถาด

3.4 การเก็บคุกกี้

ควรเก็บคุกกี้ขณะที่ยังอุ่นอยู่ไม่ถึงกับเย็นสนิท เพราะถ้าพักไว้จนคุกกี้เย็นสนิทจะทำให้คุกกี้สัมผัสกับความชื้น ทำให้คุกกี้ไม่กรอบ เก็บใส่ขวดหรือโหลที่มีฝาปิดมิดชิดเพื่อกันลม และรักษาให้คุกกี้กรอบได้นาน (จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2554)

3.5 ปัญหาการทำคุกกี้ (จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2554)

3.5.1 คุกกี้เหนียวไม่สามารถหยอดเป็นรูปร่างได้

1) ถ้าเป็นคุกกี้ที่ตีเนยกับน้ำตาลให้ตีเนยกับน้ำตาลเพิ่มขึ้น

2) ในระหว่างการผสมแป้ง ไม่ควรผสมนานเกินไป จะทำให้กลูเตนในแป้งจับตัวกัน ทำให้คุกกี้เหนียว

3.5.2 คุกกี้เหลว และแฉะติดมือ

1) ตีเนยกับน้ำตาลให้น้อยลง หรือในช่วงการใส่ไข่ลงในส่วนผสมอาจตีมากเกินไป ให้ลดระยะเวลาในการตีลง

2) อาจเพิ่มแป้งลงในส่วนผสมเล็กน้อย เพื่อให้อยู่ตัวมากขึ้น

3.5.3 คุกกี้มีลักษณะโปร่ง เปราะ บาง

1) ตีเนยกับน้ำตาลให้น้อยลง

2) ใช้ความร้อนต่ำเกินไปจึงทำให้คุกกี้แผ่ขยายตัวมากในการอบ

3.5.4 คุกกี้ไม่มีการแผ่ขยายตัว

1) ใช้ความร้อนในการอบสูงเกินไป

2) ตีเนยกับน้ำตาลน้อยเกินไป

3.5.5 คุกกี้แผ่ขยายตัวมาก

1) ทาเนยที่ถาดน้อยเกินไป

2) ตีเนยกับน้ำตาลน้อยเกินไป

4. ส้มโอ

ส้มโอเป็นไม้ผลยืนต้นมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Citrus maxima* (Burm) Merr. มีชื่อสามัญเรียกหลายชื่อ เช่น pummelo, pomelo, shaddock และ barbados เป็นต้น จัดเป็นพืชในตระกูลส้มอยู่กลุ่มเดียวกับส้มโอผลเล็ก (grapefruit) ผลมีขนาดปานกลางถึงขนาดใหญ่ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางผลประมาณ 10-30 เซนติเมตร รูปทรงผลมีตั้งแต่ทรงแป้น (oblate) กลม (pearshaped) แกนกลางแต่ละกลีบแยกจากกันด้วยเนื้อเยื่อที่ค่อนข้างเหนียวและหนาเนื้อผลที่ใช้ในการบริโภคเกิดจากส่วนเจริญของ endocarp มีลักษณะเป็นเส้นอัดยาวรวมตัวกันอยู่ เป็นเยื่อบางๆ หุ้มเนื้อ บางส่วนจะเปลี่ยนไปเป็นขนหรือถุงสำหรับเก็บน้ำ (juice sac) ซึ่งมีขนาดใหญ่และแยกออกจากกันได้ง่าย ภายในมีน้ำที่มีกลิ่นหอม รสอมเปรี้ยว ส่วนที่หุ้มเนื้อส้มโอจะเป็นเปลือกผลที่หนา ในประเทศไทยมีแหล่งผลิตส้มโอที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี ชัยนาท พิจิตร ปราจีนบุรี นครนายก ตราด ชุมพร สงขลา เป็นต้น และยังเป็นผู้ผลิตส้มโอรายใหญ่ที่สุดของโลก พันธุ์ส้มโอที่ปลูกในประเทศไทยอย่างแพร่หลายมี 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ขาวพวง ขาวแป้น และขาวทองดี (สมชาย ท่าตะเคียน, 2550)

4.1 เปลือกส้มโอ

เปลือกส้มโอ (pomelo peel) เป็นส่วนที่หุ้มเนื้อในของผลส้มโอลักษณะของเปลือกจะหนาและเกาะติดเนื้อแกนกลางต้น ลักษณะความหนาของเปลือกจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ซึ่งส่วนของเปลือกส้มโอ (pomelo pericarp, peel) สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

4.1.1 ชั้นนอกสุด (exocarp) จะบางกว่าเปลือกชั้นกลางประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นสีของเปลือกหรือที่เรียกว่า flavedo ประกอบด้วยเซลล์จำนวนมากที่มีแคร์อทีนอยด์เป็นองค์ประกอบในส่วนนี้จะมีน้ำมันหอมระเหยสะสมอยู่

4.1.2 เปลือกชั้นกลาง (mesocarp) จะมีสีขาวหนาและอ่อนนุ่มซึ่งในเปลือกของส้มโอจะมีทั้งเส้นใย เพกทินและสารพวกเมือก รวมถึงวิตามินและเอนไซม์ซึ่งจะมีความหนาประมาณ 1-3 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับพันธุ์

4.1.3 เปลือกชั้นในสุด (endocarp) มีลักษณะเป็นเยื่อโปร่งใสหุ้มอยู่ที่กลีบของเนื้อส้มโอ

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกส้มโอ Red pummelo ที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง พบว่า มีปริมาณความชื้น เถ้า กากอาหาร โปรตีน และไขมัน เท่ากับร้อยละ 15.6, 4.7, 4.3, 0.28 และ 14.7 ตามลำดับ อีกทั้งยังมีแคร์อทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน และวิตามินซี นอกจากนี้ในเปลือกส้มโอส่วนที่เป็นสีขาวจะประกอบด้วยเส้นใย เพกทิน และสารพวกเมือก

4.2 อัลเบโด

อัลเบโด (albedo) คือ เนื้อสีขาวที่อยู่ติดกับเปลือกของผลไม้ตระกูลส้ม เป็นเนื้อเยื่อของเซลลูโลส มีลักษณะคล้ายฟองน้ำเป็นส่วนที่มีปริมาณเส้นใยสูง เส้นใยของผลไม้ตระกูลส้มมีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงประมาณร้อยละ 80 ดังนั้นการจะนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจึงจำเป็นต้องนำมาผ่านกระบวนการทำแห้ง หรืออาจทำให้เป็นผง เมื่อผ่านกระบวนการทำแห้งสารประกอบทางชีวภาพ ประกอบด้วยโพลีฟีนอล (polyphenols) ในเปลือกส้มจะมีมากกว่าผลไม้

ชนิดอื่น สารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งพบมากในส่วนที่เป็นเนื้อเปลือกและเนื้อเยื่อจะช่วยลดการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบและเป็นสารต่อต้านมะเร็ง วิตามินซี (vitamin C) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ช่วยดูดซับไอออนช่วยในกระบวนการทำงานของกรดอะมิโน และฮอร์โมนซึ่งจะสูญเสียเพียงเล็กน้อย

5 เส้นใยอาหาร

เนื่องจากคุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูง การใช้สารทดแทนไขมันจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดพลังงานของผลิตภัณฑ์ โดยการใช้สารทดแทนไขมัน (fat replacer) ซึ่งทำหน้าที่แทนไขมัน ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ สารทดแทนไขมันที่ผลิตจากไขมัน (fat-based replacer) สารทดแทนไขมันประเภทคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate-based fat replacers) ซึ่งมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในผลิตภัณฑ์คุกกี้ เส้นใยอาหารแบ่งตามความสามารถในการละลายน้ำได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

5.1 เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ

เส้นใยชนิดนี้เป็นพวกที่มีความสามารถในการดูดซับอาหารหลายอย่าง ได้แก่ น้ำตาล เกลือแร่บางชนิด คอเลสเทอรอล ดังนั้นจึงมีผลชะลอและลดการดูดซึมของสารอาหารดังกล่าวเข้าสู่ร่างกาย ถึงแม้จะละลายน้ำได้โดยอยู่ในรูปเจล แต่จะไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว (ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์, 2545)

5.2 เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ

เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ จะเป็นกลุ่มของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน โดยเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์พืช ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสเป็นจำนวน 1,000 โมเลกุล คล้ายกับสตาร์ช (starch) แต่ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยวในขณะที่เฮมิเซลลูโลสจะเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลเชิงเดี่ยว (monosaccharide) ชนิดต่างๆ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเป็นจำนวน 100 โมเลกุล ที่มีคุณสมบัติในการละลายเหมือนกัน คือ ละลายได้ในสารละลายด่าง น้ำตาลเชิงเดี่ยวนี้แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ เพนโทแซนส์ (pentosans) และเฮกโซแซนส์ที่ไม่ใช่เซลลูโลส (non cellulose hexosans) น้ำตาลเชิงเดี่ยวที่พบมากในเฮมิเซลลูโลส คือ ดี-ไซแลนส์ (D-xylas) และดี-กลูโค-ดี-แมนแนนส์ (D-gluco-D-mannans) และมีหมู่ข้างเคียงเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวชนิดอื่นๆ เช่น แอลอะราบิโนส (L-arabinoses) นอกจากนี้ยังมีส่วนที่เป็น ลิกนิน ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของแอลกอฮอล์ที่พืชผลิตเมื่อแก่ขึ้น ทำให้ส่วนต่างๆ ของพืชมีโครงสร้างที่แข็งแรง เช่น เปลือกนอกของธัญพืชซึ่งถูกทำลายในกระบวนการขัดสี ทั้งนี้ส่วนประกอบของใยอาหารในอาหารจะขึ้นอยู่กับ อายุ พันธุ์พืช และส่วนต่างๆ ของพืช (ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์, 2545)

6. การทำแห้ง

การทำแห้ง (dehydration) หรือการดึงน้ำออก อาจเรียกว่า drying เป็นกระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งไปยังวัสดุที่มีความชื้น เพื่อกำจัดความชื้นออกจากอาหารด้วยการระเหยน้ำ โดยอาศัยความร้อนแฝงของการระเหย การทำแห้งเป็นวิธีการถนอมอาหารที่นิยมใช้กันมานาน โดยวิธีการดั้งเดิมคือการนำอาหารไปตากแดดจนอาหารนั้นแห้ง สามารถเก็บไว้ได้นาน การทำ

แห้งเป็นการกระทำโดยการลดความชื้นของอาหารด้วยการระเหยน้ำออกจากผิวของอาหาร ปัจจุบันการทำแห้งถือเป็นกระบวนการผลิตที่สำคัญในระดับอุตสาหกรรม มีผลิตภัณฑ์จำนวนมากที่มาจากการทำแห้ง วัตถุประสงค์ของการทำแห้งอาหารจึงได้แก่ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการอบแห้งจะมีปริมาณน้ำหรือความชื้นประมาณร้อยละ 2-14 ทำให้ a_w ในอาหารลดลงไปด้วย เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด เช่น รา ยีสต์ และแบคทีเรีย ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย ยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ หรือชะลอปฏิกิริยาต่างๆ ทั้งทางเคมี และทางชีวเคมีซึ่งมีน้ำเป็นส่วนร่วมและเป็นเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย การทำแห้งจึงทำให้อาหารมีความปลอดภัยเนื่องจากการลดปริมาณน้ำในอาหารโดยการทำแห้ง ทำให้อาหารมีค่า a_w น้อยกว่า 0.6 ซึ่งเป็นระดับที่จุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ รวมทั้งยังสามารถยับยั้งสารพิษของเชื้อรา (mycotoxin) เช่น Aflatoxin นอกจากนี้การทำแห้งยังทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา ลดปริมาตร ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง การบริโภค หรือการนำไปเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปต่อเนื่องด้วยวิธีอื่น อีกทั้งยังเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นทางเลือกของผู้บริโภคมากขึ้น อย่างไรก็ตามเพื่อให้ได้ซึ่งคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจถึงพื้นฐานการอบแห้งเป็นอย่างดี (วิไล รังสาดทอง, 2531)

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผาณิต รุจิรพิสิฐ และคณะ (2553) ได้ทดลองนำน้ำมันมะพร้าวมาใช้ในการผลิตเค้กชนิดส่วนผสมข้น ซึ่งเป็นเค้กที่มีไขมันเป็นองคืประกอบหลัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ เปรียบเทียบกับน้ำมันมะพร้าวในรูปของครีมมะพร้าว เนยขาว และมาการีน และเปรียบเทียบผลของการนำไปผลิตเค้กชนิดส่วนผสมข้น โดยศึกษาสมบัติทางกายภาพ คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเค้ก วิเคราะห์ค่า Thiobarbituric acid (TBA) และทางด้านจุลินทรีย์ของเค้ก ผลการทดลองพบว่า น้ำมันมะพร้าวและเนยขาวเป็นไขมันที่บริสุทธ์ ในขณะที่ครีมมะพร้าว และมาการีนมีองค์ประกอบอื่นอยู่ด้วยและเมื่อนำไปผลิตเค้ก พบว่า เค้กที่ใช้น้ำมันมะพร้าวจะมีเนื้อเค้กที่แน่นกว่า โดยปริมาตรของเค้กและการยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบชิมน้อยกว่าเค้กที่ใช้ครีมมะพร้าว เนยขาว และมาการีน โดยเค้กที่ผลิตจากครีมมะพร้าวมีลักษณะทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับเค้กที่ใช้เนยขาวและมาการีน แต่ค่า TBA และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเค้กที่ใช้น้ำมันมะพร้าวมีค่าต่ำที่สุด โดยเค้กที่ใช้ครีมมะพร้าวมีค่า TBA สูงกว่าเค้กที่ใช้ไขมันชนิดอื่น แต่มีอัตราการเพิ่มขึ้นของ จุลินทรีย์ค่อนข้างต่ำกว่าเค้กที่ใช้เนยขาวและมาการีน และมีปริมาณใกล้เคียงกับเค้กที่ใช้น้ำมันมะพร้าว

รุจิมัศม์ มุลตรี และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาคุกกี้ผักลดไขมันจากสูตรคุกกี้เนย โดยศึกษาการเติมผัก 4 ชนิด คือ ตำลึง แครอท หอมใหญ่ และถั่วแดงรวมกันร้อยละ 12, 15, 18, 21, 24 และ 27 ของน้ำหนักโดคุกกี้พบว่าคุกกี้มีค่า Spread ratio การขยายตัว และความแข็งเพิ่มขึ้นตามปริมาณผักถึงปริมาณร้อยละ 18 จากนั้นจะลดลง การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณผัก จึงสรุปได้ว่าสามารถการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ผักลดไขมัน โดยการเติมผัก 4 ชนิด คือ ตำลึง แครอท หอมใหญ่ และถั่วแดงรวมกันร้อยละ 12 ของน้ำหนักโดคุกกี้

สุชาดา นกเถื่อน และ ยุทธนา พิมลศิริผล (2553) พัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งปราศจากกลูเตนที่มีไขมันและค่าดัชนีน้ำตาลลดลง โดยการทดแทนแป้งข้าวเจ้าและไขมันเนยด้วยเส้นใยอาหารจากเปลือกชั้นในของผลส้มโอ จากการวางแผนการทดลองแบบ Mixture โดยแปรผันปริมาณเส้นใยอาหารจากเปลือกชั้นในของผลส้มโอร้อยละ 0-10 แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 53.2-59.11 และเนยสดร้อยละ 36.8 - 40.89 พบว่า การแทนเส้นใยอาหารมีผลทำให้ค่าสี b* ค่าปริมาณสตาร์ชทั้งหมด ค่าความแข็ง ปริมาณไขมัน และค่าดัชนีน้ำตาลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยสูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้า ไขมันเนย และเส้นใยอาหารจากเปลือกชั้นในของผลส้มโอเท่ากับร้อยละ 55.17, 37.77 และ 7.05 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ได้มีปริมาณไขมันลดลงร้อยละ 30.8 เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุม และมีค่าดัชนีน้ำตาลจากการทำนายเท่ากับ 53.8 ซึ่งจัดเป็นคุกกี้ชนิดดัชนีน้ำตาล

ภรัณยา ธิยะใจ และคณะ (2550) ศึกษากากบัวบกซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำบัวบก ได้ถูกนำมาศึกษาความเป็นไปได้เพื่อใช้เป็นส่วนผสมของสารเสริมสุขภาพ (Functional ingredient) มาทดแทนปริมาณแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ชาเขียวที่ร้อยละ 5, 10, 12.5 และ15 โดยน้ำหนัก พบว่า ระดับสูงสุดที่สามารถเติมได้โดยการยอมรับจากผู้ชิม คือ ร้อยละ 7.5 เมื่อเปรียบเทียบค่าวอเตอร์แอกติวิตี การขยายตัวของคุกกี้ และความหนาแน่นของคุกกี้ชาเขียวเสริมกากบัวบกกับคุกกี้สูตรควบคุม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่คุกกี้ชาเขียวเสริมกากบัวบกมีความแข็งมากกว่าคุกกี้สูตรควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าคุกกี้ชาเขียวเสริมกากบัวบก มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของคุกกี้สูตรควบคุม และพบปริมาณสารในกลุ่มไทรเทอร์พีนและสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์เฉพาะในคุกกี้ชาเขียวเสริมกากบัวบก ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคุกกี้ชาเขียวเสริมกากบัวบกเพิ่มขึ้น ร้อยละ 21 และ 118 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุม และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคุกกี้ชาเขียวเสริมกากบัวบกพบว่าไม่เปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บ นอกจากนี้ปริมาณสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ลดลงเพียงเล็กน้อย

ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์ (2545) ศึกษาการใช้สารทดแทนไขมัน fat mimetics 5 ชนิดในผลิตภัณฑ์คุกกี้เปรียบเทียบกับคุกกี้ที่ใช้มาการีน พบว่า ชนิดของสารทดแทนไขมันที่แตกต่างกันทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ได้มีความแตกต่างกัน โดยการเพิ่มปริมาณของ Polydextrose หรือ Dairytrim ในคุกกี้ ทำให้คุกกี้แข็งขึ้น เส้นใยอาหาร เป็นส่วนที่ร่างกายไม่สามารถย่อยสลายได้ ซึ่งมีโครงสร้างประกอบไปด้วยโมเลกุลน้ำตาลมาต่อกันอย่างซับซ้อน เส้นใยอาหารจะไม่ถูกย่อยด้วยกรดในกระเพาะอาหารและเอนไซม์ในลำไส้เล็ก จึงกลายเป็นกากที่จะไปบดบังพื้นที่ในระบบทางเดินอาหารเวลารับประทานเข้าไปจึงทาให้รู้สึกอิ่ม อีกทั้งยังเป็นสารที่ไม่ให้พลังงาน เมื่อรับประทานเข้าไปจึงไม่ก่อให้เกิดพลังงานส่วนเกิน และยังช่วยขัดขวางการดูดซึมไขมัน และคอเลสเทอรอลได้อีกด้วย

วันเพ็ญ มีสมญา และคณะ (2545) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้แป้งจากน้ำนมข้าวยาคูผงทดแทนแป้งสาลี 5 ระดับ คือ 0, 10, 20, 30, 40 และใช้แป้งข้าวยาคูผงร้อยละ 7 ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยมีส่วนประกอบคือ แป้งข้าวยาคู แป้งสาลี เนยเทียมน้ำตาลทรายบด นำผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ได้ทั้ง 5 สูตร มาวิเคราะห์ศักยภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี 1,0 diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) assay และใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ 517 นาโนเมตร เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) วิตามิน เกลือแร่ และการทดสอบการ

ยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี 9 point Hedonic scale ผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวยาคูร้อยละ 10 ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสตามความชอบสูงที่สุดแม้ว่าจะมีศักยภาพทางการต้านสารอนุมูลอิสระต่ำกว่าสูตรร้อยละ 40 ปริมาณโปรตีนและไขมันของคุกกี้ลดลงเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวยาคูในระดับที่สูงขึ้นเนื่องจากแป้งข้าวยาคูมีปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่าแป้งสาลี

กรุณา ชัยเสถียร และคณะ (2535) ศึกษาการใช้รำข้าวเป็นแหล่งใยอาหารโดยผ่านกระบวนการแช่ในด่างในผลิตภัณฑ์คุกกี้เปรียบเทียบกับรำข้าวสกัดน้ำมัน ในอัตราส่วนของรำข้าวร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 (โดยน้ำหนักแป้ง) พบว่า เมื่อระดับการทดแทนรำข้าวมากขึ้น แป้งสาลีผสมรำข้าวทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณโปรตีน เถ้า เส้นใย และใยอาหารรวมเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณไขมัน คาร์โบไฮเดรต และค่าพลังงานลดลง และสมบัติในการเกิดโด เมื่อระดับการทดแทนรำข้าวมากขึ้น ปรากฏว่าโดที่ได้จากส่วนผสมรำข้าวสกัดน้ำมัน มีค่า Water absorption, Dough development time และ Mixing tolerance index เพิ่มขึ้น แต่ค่า Dough stability, Resistance to extension และ Extensibility ลดลง ในขณะที่โดที่ได้จากส่วนผสมรำข้าวที่ผ่านกระบวนการจะมีค่าต่าง ๆ เพิ่มขึ้น ยกเว้น Mixing tolerance index ลดลง เมื่อนำโดทั้ง 2 ชนิด มาผลิตคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารพบว่า ปริมาณของรำข้าวที่เพิ่มขึ้นทำให้คุกกี้ที่ผลิตได้มีปริมาณใยอาหารรวม และค่าความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้น แต่ค่า Spread factor ค่าพลังงาน และ คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสลดลง คุกกี้ที่ผลิตโดยใช้โดทั้ง 2 ชนิด ที่มีปริมาณรำข้าวร้อยละ 10 (โดยน้ำหนักแป้ง) ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด และไม่แตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ได้ศึกษาการใช้ Potato maltodextrin (ร้อยละ20 w/w) ร้อยละ 40, 50 และ 60 (โดยน้ำหนักไขมัน) ทดแทนไขมันบางส่วนในคุกกี้ พบว่าปริมาณสารทดแทน ไขมันในอัตราส่วนร้อยละ 50 (โดยน้ำหนักไขมัน) ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากคุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูงแคลอรี่ต่ำขนาดชิ้นละ 15 กรัม ที่ผลิตจากแป้งผสมรำข้าวสกัดน้ำมัน และ แป้งผสมรำข้าวที่ผ่านกระบวนการ มีปริมาณใยอาหารรวม 0.18 และ 0.40 กรัม คิดเป็น 6 และ 13 เท่า ตามลำดับ เมื่อเทียบกับคุกกี้ชอคโกแลตชิพที่ทำจากแป้งสาลีสูตรควบคุม คิดเป็นพลังงานลดลงร้อยละ 30 คุกกี้ชอคโกแลตชิพชนิดใยอาหารสูงแคลอรี่ต่ำ ที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุด สามารถเก็บในถุง Polyethylene ได้ 2 เดือน และเก็บในถุง Metallized film ได้ถึง 3 เดือน โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

8. กรอบแนวคิดงานวิจัย

กรอบแนวความคิดแสดงในผังดังนี้

ศึกษากระบวนการผลิตคุกกี้เนยสดจากเนยสวนดุสิต

↓

ศึกษาการผลิตคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

↓

ศึกษาอายุการเก็บรักษาคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาผลของเวลาในการผสมต่อคุณภาพของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต

การผลิตคุกกี้ในการทดลองนี้ใช้ส่วนผสมแสดงในตารางที่ 3.1 โดยผสมเนยทางการค้า (ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 ± 1 องศาเซลเซียส) และน้ำตาลทราย ด้วยเครื่องผสมหัวตีใบพาย (Paddle) ใช้เวลาในการตีส่วนผสม 13 นาที จากนั้นใส่ไข่ไก่ตีผสมเป็นเวลา 1 นาที ตีด้วยความเร็วระดับ 5 (ปานกลาง) ใส่แป้งสาลีอเนกประสงค์ ผงฟู และเบกกิ้งโซดา ที่ร่อนแล้ว ตีด้วยความเร็วระดับ 1 (ช้า) เป็นเวลา 1 นาที ตักใส่พิมพ์ที่ทาเนยขาว ขนาดแต่ละชิ้นเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร ปริมาณ 12 กรัมนำไปอบในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาทีนำออกจากพิมพ์วางบนตะแกรงพักให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ส่วนการผลิตคุกกี้โดยใช้เนยสวนดุสิต (สูตร AAAA หรือ เนยสูตรที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบไม่ต่ำกว่าร้อยละ 81 และปริมาณไขมันทั้งหมดมาจาก AMF) แปรการใช้เวลาในการตีส่วนผสม 3 ระดับ คือ 5 10 และ 15 นาที (โดยใช้เวลา 2 นาทีสุดท้ายในการผสม ไข่ไก่ แป้งสาลีอเนกประสงค์ ผงฟู และเบกกิ้งโซดา ที่ร่อนแล้ว) วิธีการขึ้นรูป อบ และพักให้เย็น เช่นเดียวกับสูตรควบคุม วางแผนการทดลองแบบ CRD และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 3.1 สูตรสำหรับการผลิตคุกกี้เนยสด

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณ (ร้อยละ)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	200.0	33.3
เนยสดเค็ม	200.0	33.3
น้ำตาลทรายป่น	150.0	24.9
ไข่ไก่	50.0	8.2
ผงฟู	1.0	0.2
เบกกิ้งโซดา	0.5	0.1

ที่มา: โรงเรียนการอาหารนานาชาติสวนดุสิต (2553)

1.1 คุณภาพทางกายภาพ และเคมี

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีประกอบด้วย ลักษณะปรากฏ คือ สีของคุกกี้เนย โดยเครื่องวัดสี Handy Colorimeter (Nippon, NR-3000A, Japan) ขนาดโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง และ ความสูงโดยใช้เวอร์เนียแคลิเปอร์ (Mitutoyo, serie 530, Japan) เนื้อสัมผัสโดยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer, TA.XT2i, England) ด้านความแข็ง (ภาคผนวก ก) ปริมาตรจำเพาะ (AOAC, 2000) และ ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) (ภาคผนวก ข)

1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยการทดสอบแบบ 9- Point Hedonic Scale กำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-9 (9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน (ภาคผนวก ง)

คัดเลือกวิธีการผสมคุกกี้เนยสวนดุสิตที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมาเพื่อใช้ในการทดลองในข้อถัดไป

2. การศึกษาผลของการเสริมอัลเบโดต่อคุณภาพของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต

เตรียมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ เริ่มจากลดขนาดอัลเบโดจากเปลือกส้มโอพันธุ์ขาวทองดี โดยหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 4-5 มิลลิเมตร แล้วนำไปบีบในน้ำเกลือร้อยละ 1 จากนั้นนำไปล้างน้ำ และไปต้มในน้ำโดยใช้เปลือกส้มโอต่อน้ำในอัตราส่วน 1:5 (โดยน้ำหนัก) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง บีบน้ำออก จากนั้นนำอัลเบโดไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมงจากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียดในเครื่องปั่น ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 60 mesh แล้วบรรจุลงในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีประกอบด้วย ลักษณะปรากฏ คือ สี โดยเครื่องวัดสี Handy Colorimeter (Nippon, NR-3000A, Japan) คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ AOAC (2000) และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน ใยอาหาร เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธี AOAC (2000) (ภาคผนวก ข)

การผลิตคุกกี้เนยสดในการทดลองนี้ใช้วิธีตามข้อ 1 ส่วนผสมแสดงในตารางที่ 3.1 (โรงเรียนการอาหารนานาชาติสวนดุสิต, 2553) แปรปริมาณการเสริมอัลเบโดในปริมาณร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 ของน้ำหนักแป้ง วางแผนการทดลองแบบ CRD และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ดังนี้

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพประกอบด้วย ลักษณะปรากฏ คือ สีของคุกกี้เนยสด โดยเครื่องวัดสี Handy Colorimeter (Nippon, NR-3000A, Japan) และ เนื้อสัมผัสโดยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer, TA.XT2i, England) ด้านความแข็ง (ภาคผนวก ก)

2.2 คุณภาพทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน ใยอาหาร เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธี AOAC (2000) (ภาคผนวก ข)

2.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และปริมาณยีสต์ และรา (Yeast and mold count) (BAM, 2001) (ภาคผนวก ค)

2.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยการทดสอบแบบ 9- Point Hedonic Scale กำหนดช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-9 (9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน (ภาคผนวก ง)

คัดเลือกคุกกี้เนยสดสวนดุสิตที่ปริมาณการเสริมอัลเบโดที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด มาเพื่อใช้ในการทดลองในข้อถัดไป

3. การศึกษาหาอายุการเก็บรักษาคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

การผลิตคุกกี้เนยสดสวนดุสิตในการทดลองนี้ใช้วิธีตามข้อ 1 ส่วนผสมแสดงในตารางที่ 3.1 (โรงเรียนการอาหารนานาชาติสวนดุสิต, 2553) แปรปริมาณการเสริมอัลเบโดในปริมาณที่ได้คัดเลือกตามข้อ 2 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมอัลเบโดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด polypropylene (PP) ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 1 องศาเซลเซียส) เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ตรวจสอบคุณภาพทุก 1 สัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบ CRD และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ดังนี้

3.1 คุณภาพทางกายภาพ และเคมี

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีประกอบด้วย ลักษณะปรากฏ คือ เนื้อสัมผัสโดยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer, TA.XT2i, England) ด้านความแข็ง (ภาคผนวก ก) ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) (ภาคผนวก ข) และ ค่าความหืน โดยใช้วิธี TBA (AOAC, 2000)

บทที่ 4
ผลการวิจัย

1. ผลของเวลาในการผสมต่อคุณภาพของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต

1.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมี

จากการศึกษาเวลาที่ใช้ในการตีส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับเนยสดสวนดุสิต แปรเวลาในการตีส่วนผสม 3 ระดับ ได้แก่ เวลาในการตี 5 (S05m) 10 (S10m) และ 15 (S15m) นาที และสูตรควบคุม (C15m) ใช้เนยทางการค้า จากนั้นทดสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของคุกกี้เนยสด ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต

คุณภาพทางกายภาพและเคมี	C15m	S05m	S10m	S15m
ค่าสี				
L*	40.06^{d}±0.30	41.49^{c}±0.12	43.45^{b}±0.12	44.69^{a}±0.18
a*	14.55^{b}±0.31	17.90^{a}±0.22	17.56^{a}±0.24	17.74^{a}±0.24
b*	26.35^{b}±0.05	28.01^{a}±0.33	28.57^{a}±0.28	28.75^{a}±0.26
มิติ				
เส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	4.8^{b}±0.1	4.9^{b}±0.2	5.2^{a}±0.1	5.3^{a}±0.2
ความสูง (cm)^{ns}	0.9 ±0.0	0.9 ±0.1	0.8 ±0.1	0.8 ±0.1
ความแข็ง (N)	17.56^{a} ±1.29	14.73^{a} ±1.49	12.26^{ab}±1.29	9.83^{b} ±1.82
ความชื้น	2.0^{b}±0.04	2.15^{b}±0.02	2.77^{a}±0.14	3.20^{a}±0.12

หมายเหตุ:
ค่าเฉลี่ยในแถวแนวนอนเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษร a, b,... แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพของคุกกี้เนยสดทั้ง 4 สูตรได้แก่ คุกกี้เนยสดสูตรควบคุม คุกกี้เนยสดสวนดุสิตสูตร S05m, S10m และ S15m ด้านค่าสี ค่าความสว่าง (L*) พบว่ามีค่าความสว่างเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ระยะเวลาในการตีส่วนผสมนานขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) พบว่าเนยทางการค้า และเนยสวนดุสิตไม่ว่าจะตีด้วยเวลาเท่าใดก็ตาม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเนยสวนดุสิตมีค่าสีมากกว่าเนยทางการค้าเนื่องจากการใช้เวลาในการตีส่วนผสมนานจะทำให้เนยกับน้ำตาลมีอัตราการขึ้นฟู ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะโปร่งเบา คุกกี้ที่ได้จะมีสีอ่อนกว่าเมื่อใช้ระยะเวลาในการตีเนยกับน้ำตาลน้อย

ด้านความแข็งของคุกกี้เนยสดพบว่า สูตรควบคุมมีค่ามากที่สุด ส่วนคุกกี้เนยสดจากเนยสดสวนดุสิตมีค่าความแข็งลดลงเมื่อเพิ่มเวลาในการผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากระยะเวลาในการตีเนยกับน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการเพิ่มความร้อนในอ่างผสมและทำให้โครงสร้างในการจับเอาอากาศของเนยในระหว่างผสมไม่เหมาะสม การผสมจึงเกิดอย่างไม่สมบูรณ์ และมีผลต่อการขึ้นฟูของคุกกี้ ทำให้คุกกี้ที่อบมาได้จะแผ่ตัวมากในระหว่างการอบ ซึ่งสังเกตได้จากเส้นผ่านศูนย์กลางของคุกกี้ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการผสมเพิ่มขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อความสูงของคุกกี้ ซึ่งคุกกี้ที่ดีควรจะมีลักษณะเนื้อสัมผัสกรอบร่วน ไม่แข็งและร่วนจนเกินไป (จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2554) ส่วนความชื้นของคุกกี้เนยพบว่า เมื่อเพิ่มเวลาในการผสมคุกกี้เนยสวนดุสิต ทำให้ความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแข็งของคุกกี้ โดยคุกกี้ที่มีความชื้นสูงจะมีความแข็งน้อย เวลาในการตีส่วนผสมจึงมีความสำคัญในการผลิตคุกกี้ ซึ่งต้องพิจารณาประกอบกับชนิดและความคงตัวของเนยที่ใช้

1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยสดทั้ง 4 สูตรได้แก่ คุกกี้เนยสดสูตรควบคุม คุกกี้เนยสดสวนดุสิตสูตร S05m, S10m และ S15m ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่า คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส และความชอบโดยรวมของคุกกี้เนยสดทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยทั้ง 3 คุณลักษณะดังกล่าวมีคะแนนเฉลี่ยความชอบ มากกว่า 7 คะแนน ส่วนคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสพบว่า เมื่อใช้เวลาในการผสมคุกกี้มากขึ้นทำให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสของคุกกี้เนยสดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยคุกกี้เนยสดสวนดุสิตที่ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุดคือ สูตรที่ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ซึ่งไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	C15m	S05m	S10m	S15m
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.24 ±1.19	7.18 ±1.10	7.38 ±1.03	7.26 ±1.17
กลิ่นรส ^{ns}	7.46 ±1.21	7.12 ±1.08	7.28 ±1.28	7.34 ±1.22
เนื้อสัมผัส	7.50^{a}±1.27	7.54^{a}±0.98	6.78^{b}±1.08	6.61^{b}±1.19
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.52 ±1.27	7.40 ±0.95	7.04 ±1.10	7.10 ±1.11

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแถวแนวนอนเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษร a, b,... แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากผลการทดลองคุณภาพทางกายภาพของคุกกี้เนยสด ด้านเนื้อสัมผัสและขนาดชิ้นคุกกี้หลังอบ พบว่าคุกกี้เนยสดที่ผลิตจากเนยสวนดุสิตซึ่งใช้เวลาในการตีผสม 5 นาที เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากใช้เวลาในการตีส่วนผสมน้อยที่สุดจึงไม่สิ้นเปลืองเวลา และพลังงานในการผลิต และผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดสวนดุสิตที่ใช้เวลาในการผสม 5 นาที มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดสูตรควบคุมซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. ผลของการเสริมอัลเบโดต่อคุณภาพของคุกกี้เนยสดสวนดุสิต

2.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ

จากการนำอัลเบโดจากเปลือกส้มโอพันธุ์ขาวทองดีมาผ่านการลดความขมโดยการบีบในน้ำเกลือ และผ่านการทำแห้งเป็นเวลา 10 ชั่วโมง มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ คือ การวัดค่าสีและคุณสมบัติการอุ้มน้ำ และน้ำมันของอัลเบโด พบว่า อัลเบโดมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 68.9 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 1.5 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 7.5 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Sirisomboon and Theamprateep (2012) และของ สุชาดา นกเถื่อน และยุทธนา พิมลศิริผล (2553) ด้านคุณสมบัติการอุ้มน้ำ และน้ำมันของอัลเบโด ค่าการอุ้มน้ำ เท่ากับ 14.69 กรัมน้ำ/กรัมตัวอย่าง และค่าการอุ้มน้ำมัน เท่ากับ 2.30 กรัมน้ำมัน/กรัมตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ

คุณภาพทางกายภาพและเคมี	อัลเบโดจากเปลือส้มโอ
ค่าสี	
L*	68.90 ±0.56
a*	1.50 ±0.35
b*	7.50 ±0.26
การอุ้มน้ำ (กรัม/ กรัมตัวอย่าง)	14.69 ±0.68
การอุ้มน้ำมัน (กรัมน้ำมัน/ กรัมตัวอย่าง)	2.30 ±0.17
องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	
ความชื้น	6.33 ±0.11
ไขมัน	0.54 ±0.12
โปรตีน	4.68 ±0.50
เถ้า	3.72 ±0.28
ใยอาหาร	16.45 ±2.01
คาร์โบไฮเดรต	68.28 ±2.00

องค์ประกอบทางเคมีพบว่า ส่วนใหญ่ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต ตามด้วย ใยอาหาร ความชื้น โปรตีน เถ้า และไขมัน ซึ่งทุกองค์ประกอบมีปริมาณใกล้เคียงกับงานวิจัยของ สุชาดา นกเถื่อน และยุทธนา พิมลศิริผล (2553) ยกเว้นใยอาหาร โดยปริมาณใยอาหารของงานวิจัยนี้มีปริมาณน้อยกว่า ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากความแปรผันของพันธุ์ส้มโอ

2.2 คุณภาพทางกายภาพของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

ผลของการเสริมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอเสริมในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดสวนดุสิตในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือร้อยละ 3, 6 และ 9 ต่อคุณภาพทางกายภาพ แสดงในตารางที่ 4.4 จากการทดลองพบว่า การเสริมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ ไม่มีผลต่อความแข็งของคุกกี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่ทำให้ค่าความสว่างของคุกกี้เพิ่มขึ้น ค่าสีแดง และสีเหลืองลดลง เนื่องจากอัลเบโดที่ใส่ลงในคุกกี้มีสีที่สว่าง ในขณะที่ส่วนผสมเนื้อคุกกี้ที่มีองค์ประกอบของน้ำตาลจะเปลี่ยนสีเข้มขึ้น เมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการอบ

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางกายภาพของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

คุณภาพทางกายภาพ	0%	3%	6%	9%
ค่าสี				
L*	69.71^{b} ±1.02	71.89^{ab} ±1.10	72.34^{a} ±0.98	72.87^{a} ±1.05
a*	7.29^{a} ±1.05	6.45^{ab} ±0.96	6.02^{ab} ±1.01	5.78^{b} ±0.99
b*	34.56^{a} ±0.96	33.89^{ab} ±1.15	33.27^{ab} ±1.15	32.56^{b} ±1.05
ความแข็ง (N) ^{ns}	14.70 ±1.45	15.01 ±1.01	15.35 ±1.09	15.44 ±1.37

หมายเหตุ:
ค่าเฉลี่ยในแถวแนวนอนเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษร a, b,... แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$)

2.3 คุณภาพทางเคมีของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

ผลของการใช้อัลเบโดจากเปลือกส้มโอเสริมในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดสวนดุสิตในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือร้อยละ 3, 6 และ 9 ต่อคุณภาพทางเคมี แสดงในตารางที่ 4.5 จากการทดลองพบว่า การเสริมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ ไม่มีผลต่อปริมาณโปรตีน และเถ้าของคุกกี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากในอัลเบโดมีปริมาณโปรตีนและเถ้าเป็นองค์ประกอบอยู่น้อย ในด้านของใยอาหารพบว่า การเสริมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอทำให้ปริมาณใยอาหารในคุกกี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทำให้ปริมาณความชื้น และไขมันมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากอัลเบโดมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นใยอาหาร และมีไขมันต่ำ

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางเคมีของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

คุณภาพทางเคมี	0%	3%	6%	9%
ความชื้น	1.91^{a} ±0.33	1.72^{b} ±0.09	1.70^{b} ±0.17	1.71^{b} ±0.10
ไขมัน	30.12^{a} ±1.69	28.76^{ab} ±1.42	26.42^{b} ±1.39	25.94^{c} ±1.06
โปรตีน ^{ns}	2.20 ±0.32	2.08 ±0.26	2.04 ±0.29	2.02 ±0.38
เถ้า ^{ns}	1.13 ±0.39	1.06 ±0.10	1.15 ±0.09	1.13 ±0.08
ใยอาหาร	5.84^{d} ±0.57	8.06^{c} ±1.46	9.26^{b} ±0.25	12.33^{a} ±0.53
คาร์โบไฮเดรต	58.80^{a} ±1.11	58.32^{a} ±0.08	59.43^{a} ±1.00	56.87^{b} ±0.59

หมายเหตุ:
ค่าเฉลี่ยในแถวแนวนอนเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษร a, b,... แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2.4 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

ผลของการเสริมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอเสริมในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดสวนดุสิตในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือร้อยละ 3, 6 และ 9 ต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ แสดงในตารางที่ 4.6 จากการทดลองพบว่า การเสริมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ ไม่มีผลต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ ทั้งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์ และรา เนื่องจากอัลเบโดที่เสริมลงในคุกกี้มีปริมาณความชื้นต่ำ จึงไม่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งกระบวนการผลิตคุกกี้ใช้ความร้อนสูง ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์ และราเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^{4} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณ ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546)

ตารางที่ 4.6 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

คุณภาพทางจุลินทรีย์	0%	3%	6%	9%
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	< 10	< 10	< 10	< 10
ยีสต์ และรา (CFU/g)	< 10	< 10	< 10	< 10

หมายเหตุ: < 10 หมายถึง ไม่พบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

ผลของการเสริมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอเสริมในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยสดสวนดุสิตในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือร้อยละ 3, 6 และ 9 ต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ แสดงในตารางที่ 4.6 จากการทดลองพบว่า การเสริมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แต่พบว่า การเสริมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอส่งผลต่อ คะแนนความชอบด้านกลิ่นรส เนื่องจากอัลเบโดมีรสชาติขมเนื่องจากสาร limonin (Salunkhe and Kadam, 1995) แต่อย่างไรก็ตาม คะแนนความชอบในคุณลักษณะนี้ก็ยังได้รับมากกว่า 7-8 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนความชอบปานกลางถึงชอบมาก

ตารางที่ 4.7 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**0%**	**3%**	**6%**	**9%**
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.29 ±1.16	7.27 ±1.27	7.23 ±0.98	7.18 ±1.04
กลิ่นรส	7.94^{a}±1.03	7.50^{b}±1.18	7.36^{b}±1.32	7.44^{b}±1.17
เนื้อสัมผัส ^{ns}	7.64 ±1.01	7.34 ±1.16	7.28 ±1.27	7.54 ±1.07
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.90 ±0.73	7.58 ±1.29	7.38 ±1.21	7.52 ±1.13

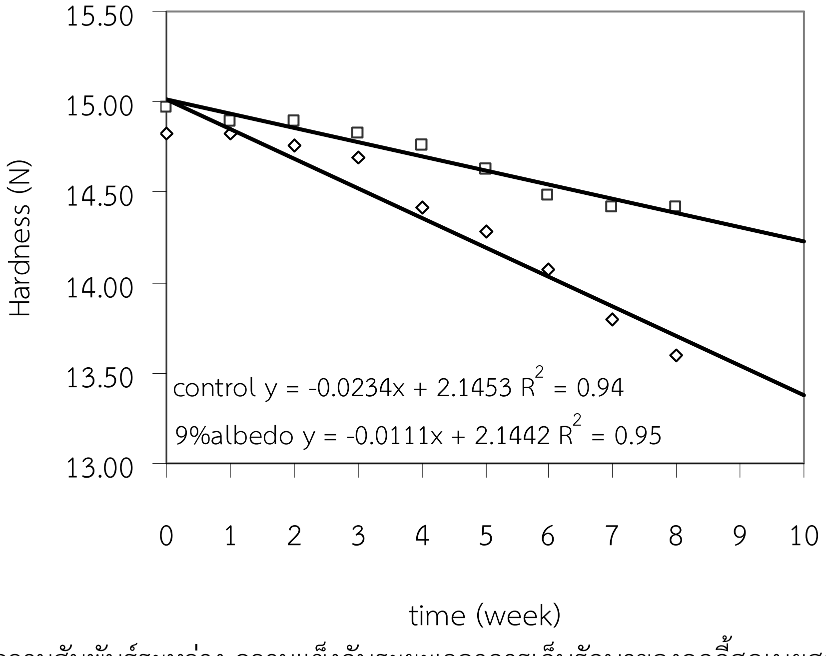
หมายเหตุ:
ค่าเฉลี่ยในแถวแนวนอนเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษร a, b,... แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาผลของการเติมอัลเบโดจากเปลือกส้มโอลงในคุกกี้เนยสดสวนดุสิตต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส พบว่า คุกกี้เนยสดสวนดุสิตที่มีการเสริมอัลเบโดร้อยละ 9 เป็นคุกกี้สูตรที่มีคะแนนความชอบในระดับ คะแนนความชอบปานกลาง ถึงชอบมาก ซึ่งเมื่อพิจารณาคุณภาพทางกายภาพพบว่า มีค่าความแข็งไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม คุณภาพทางเคมีพบว่า คุกกี้เนยสดสวนดุสิตที่มีการเสริมอัลเบโดร้อยละ 9 สามารถลดปริมาณไขมันลงจากสูตรควบคุม และยังมีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน จากสาเหตุดังกล่าวจึงคัดเลือก คุกกี้เนยสดสวนดุสิตที่มีการเสริมอัลเบโดร้อยละ 9 เป็นสูตรที่ใช้ในการทดลองถัดไป

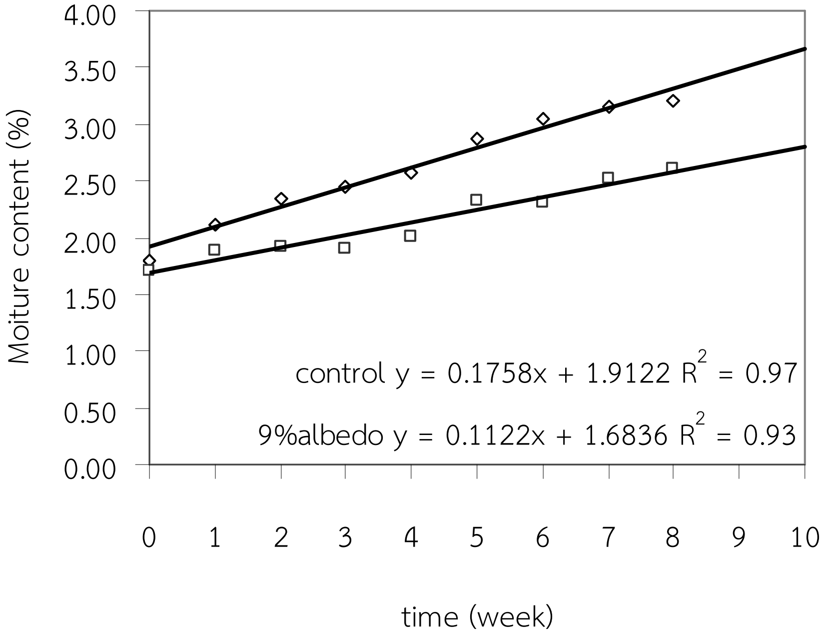
3. อายุการเก็บรักษาคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโด

3.1 คุณภาพทางกายภาพ และเคมี

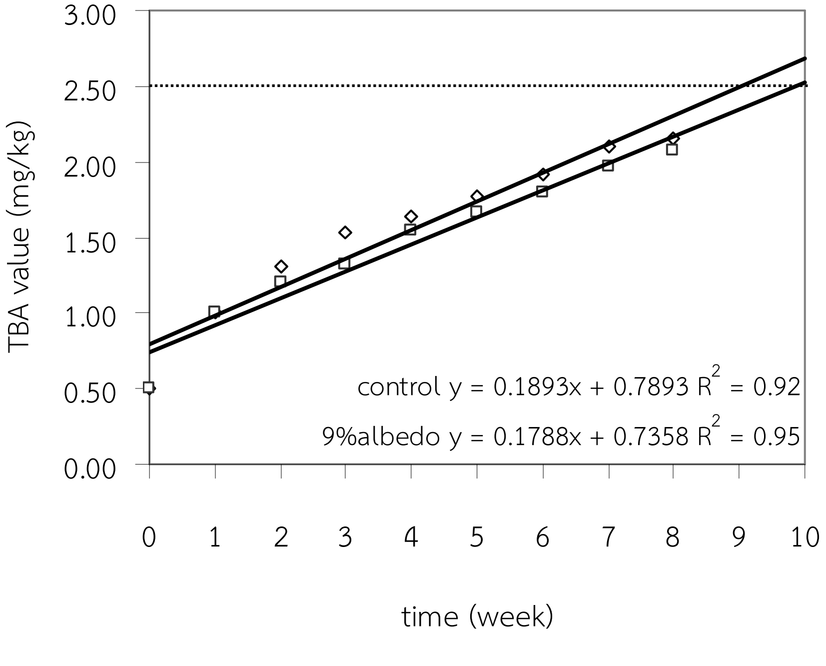
จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโดร้อยละ 9 โดยวิเคราะห์คุณภาพคือ ความแข็ง ปริมาณความชื้น และความหืน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลองแสดงในภาพที่ 4.1 – 4.3 จากการทดลองพบว่า ด้านความแข็งของคุกกี้ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น โดยเมื่อใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความแข็ง กับ เวลา พบว่า การเปลี่ยนแปลงความความแข็งของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตทุกสูตรมีความสัมพันธ์กับเวลาในลักษณะเส้นตรง (ปฏิกิริยาอันดับศูนย์) โดยมีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.90-0.99 โดยเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง สูตรควบคุม กับสูตรที่เสริมอัลเบโดร้อยละ 9 พบว่า คุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโดร้อยละ 9 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงความแข็ง (0.0111 N/week) น้อยกว่า คุกกี้เนยสดสวนดุสิตสูตรควบคุม (0.0234 N/week) ซึ่งเมื่อพิจารณาประกอบกับปริมาณความชื้นในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในลักษณะเชิงเส้นตรง เนื่องจากการส่งผ่านความชื้นระหว่างคุกกี้กับบรรยากาศ เพราะถุงพลาสติกชนิด PP สามารถให้ความชื้นผ่านเข้าออกได้ ซึ่งคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโดร้อยละ 9 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้น (0.1120 %/week) น้อยกว่า คุกกี้เนยสดสวนดุสิตสูตรควบคุม (0.1758 %/week) ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงความแข็ง โดยเมื่อบรรยากาศส่งผ่านความชื้นให้คุกกี้ จะทำให้คุกกี้มีความแข็งลดลง โดยคุกกี้สูตรควบคุมสามารถส่งผ่านความชื้นได้ดีกว่า เนื่องจากมีปริมาณไขมัน และคาร์โบไฮเดรต สูงกว่าสูตรที่มีการเสริมอัลเบโด อย่างไรก็ตามในระยะเวลา 8 สัปดาห์ ปริมาณความชื้น ของคุกกี้ทั้ง 2 สูตร ไม่เกินร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นปริมาณที่มากที่สุดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2546)



ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความแข็งกับระยะเวลาการเก็บรักษาของคุกกี้สดเนยสวนดุสิตสูตรควบคุม (◇) และ เสริมอัลเบโดร้อยละ 9 (□)



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณความชื้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาของคุกกี้สดเนยสวนดุสิตสูตรควบคุม (◇) และ เสริมอัลเบโดร้อยละ 9 (□)



ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความหืนกับระยะเวลาการเก็บรักษาของคุกกี้สดเนยสวนดุสิตสูตรควบคุม (◇) และ เสริมอัลเบโดร้อยละ 9 (□)

เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านความหืนโดยวิธี TBA พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นลักษณะเชิงเส้นตรงในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจากการส่งผ่านอากาศระหว่างคุกกี้กับบรรยากาศ เพราะถุงพลาสติกชนิด PP สามารถให้อากาศผ่านเข้าออกได้ ซึ่งคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโดร้อยละ 9 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงค่า TBA (0.1788 mg/ kg week) น้อยกว่า คุกกี้เนยสดสวนดุสิตสูตรควบคุม (0.1893 mg/ kg week) เนื่องจากคุกกี้สูตรควบคุมมีปริมาณไขมันสูงกว่า จึงเสี่ยงต่อการเกิดปฏิกริยาออกซิเดชันของลิพิดมากกว่า (ปราณี วราสวัสดิ์, 2550) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่มีการเสริมอัลเบโด โดยค่า TBA ที่จะทำให้ผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้ถึงความหืนอยู่ในช่วง 2.5 mg.malonadehyde/ kg.sample (สินี หนองเต่าดา, 2544) ดังนั้น อาจคำนวณระยะเวลาการเก็บรักษาคุกกี้ทั้ง 2 สูตร โดยการกำหนดค่าขอบเขตการเสื่อมเสียเท่ากับ 2.5 mg.malonadehyde/kg.sample โดยคุกกี้เนยสดสวนดุสิตสูตรควบคุมจะสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลาประมาณ 9 สัปดาห์ และคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโดร้อยละ 9 จะสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลาประมาณ 10 สัปดาห์

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล

การปรับปรุงกระบวนการผลิตคุกกี้เนยเพื่อให้เหมาะสมกับเนยสวนดุสิต โดยใช้เวลาการผสม 5 นาที เป็นกระบวนการผลิตที่เหมาะสม โดยทำให้ความแข็งของคุกกี้มีค่าใกล้เคียงกับสูตรควบคุม และมีค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง สูงกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะตัวของเนยสวนดุสิต ที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ และอัตราการละลายเร็ว การใช้เวลาการผสมเป็น 10 และ 15 นาที จะทำให้การผสมเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ การใช้เวลาการผสมเพิ่มขึ้นส่งผลให้คุกกี้มีเส้นผ่านศูนย์กลางมาก และความชื้นสูง ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสสอดคล้องกับคุณภาพด้านกายภาพและเคมี คือ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของคุกกี้เนยสดสวนดุสิตที่ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ในคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุด รวมทั้งยังมีข้อดีในเรื่องของการประหยัดเวลา และพลังงาน

จากการศึกษาผลของการใช้อัลเบโดจากเปลือกส้มโอในคุกกี้เนยสดสวนดุสิตพบว่า การเสริมอัลเบโด ไม่มีผลต่อค่าความแข็งของคุกกี้ แต่ทำให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองลดลง เนื่องจากสมบัติของอัลเบโด ด้านองค์ประกอบทางเคมีพบว่า การเสริมอัลเบโด ช่วยลดปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตในคุกกี้ และยังมีประโยชน์ในการเพิ่มปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์ ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่า อัลเบโดไม่มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และราในคุกกี้ โดยเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน แต่การใช้อัลเบโดในคุกกี้อาจมีผลต่อ กลิ่นรส โดยการเสริมอัลเบโดทำให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสน้อยกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากอัลเบโดมีสาร limonin ที่ให้รสขม แต่ก็มีคะแนนความชอบอยู่ในระดับ ชอบปานกลาง ถึง ชอบมาก ดังนั้นจึงอาจกล่าวว่า การเสริมอัลเบโดในคุกกี้เนยสดสวนดุสิตปริมาณร้อยละ 9 เป็นปริมาณที่มีความเหมาะสมสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

เมื่อเก็บรักษาคุกกี้เนยสดสวนดุสิตเสริมอัลเบโดร้อยละ 9 ในบรรจุภัณฑ์ชนิด PP ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และความแข็งลดลงในระหว่างการเก็บรักษาเนื่องจากการส่งผ่านความชื้นกับบรรยากาศ และค่าความหืน (TBA) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 10 สัปดาห์โดยใช้ ค่า TBA เป็นเกณฑ์ตัดสิน ในขณะที่ สูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมอัลเบโดจะสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 9 สัปดาห์ เนื่องจากคุกกี้สูตรควบคุมมีปริมาณไขมันสูง ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่เป็นสาเหตุของความหืน

2. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ได้นำเสนอไปแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าสามารถเพิ่มเติมงานวิจัยเพื่อต่อยอดในอนาคตได้ดังนี้

1. ควรพัฒนากระบวนการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์อื่นๆ นอกเหนือจากคุกกี้เนยสด ที่เหมาะสมกับเนยสวนดุสิต เพื่อจำหน่ายทางการค้า

2. ควรเพิ่มปริมาณการเติมอัลเบโดให้มากขึ้น เพื่อให้เห็นถึงผลของการเติมอัลเบโดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. ควรติดตามการเปลี่ยนแปลงในคุกกี้ โดยเทคนิคขั้นสูงเช่น ทางกายภาพอาจติดตามการเกิดรีโทรเกรเดชัน โดยใช้ Differential scanning calorimetry (DSC)

4. ควรหาวิธีการแก้ปัญหา การลดความขมของอัลเบโดจากเปลือกส้มโอ อาจแก้ไขในส่วนของกระบวนการผลิต หรืออาจแก้ไขโดยใส่ส่วนผสมอื่นลงในคุกกี้เช่น กาแฟ

5. ควรศึกษาเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาหลายๆ ประเภทเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

กรุณา ชัยเสถียร. (2535). *การใช้รำข้าวเป็นแหล่งใยอาหารในคุกกี้แคลอรี่ต่ำ.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. (2554). *เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ผาณิต รุจิรพิสิฐ. (2553). *ผลของการใช้น้ำมันมะพร้าวต่อเค้กชนิดที่ผสมนมข้น.* วิทยานิพนธ์วิทยา-ศาสตรบัณฑิต คณะอุตสาหกรรมเกษตร กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์. (2545). *ใยอาหารเพื่อสุขภาพ.* วารสารอาหาร. 3: 157-159.

ปราณี วราสวัสดิ์. (2550). *เคมีอาหาร.* ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ภรัณยา ธิยะใจ และสิติมา จิตตินันทน์. (2550). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ชาเขียวเสริมกากบัวบกที่ได้จากการกระบวนการผลิตน้ำบัวบก.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รุจิมัศม์ มุลตรี. (2553). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ผักลดไขมัน.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โรงเรียนการอาหารนานาชาติสวนดุสิต. (2553). *เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตรระยะสั้นคุกกี้.*

วันเพ็ญ มีสมญา, ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์ และไพลิน ผู้พัฒน์. (2545). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากน้ำนมข้าวยาคูผง.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิไล รังสาดทอง. (2531). *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. (2533). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารทางโภชนาการ.* กรุงเทพฯ.

สมชาย ท่าตะเคียน. (2550). *เอกสารวิชาการเรื่องการใช้เทคโนโลยีชีวภาพกับส้มโอพันธุ์ขาวแตงกวาในเขตจังหวัดชัยนาท.* สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาธิการ.

สินี หนองเต่าดำ. (2544). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อจระเข้ปรุงรสและการเก็บรักษา.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชาดา นกเถื่อน และ ยุทธนา พิมลศิริผล. (2553). การลดปริมาณไขมันและค่าดัชนีน้ำตาลของคุกกี้ปราศจากกลุเตนโดยใช้เส้นใยอาหารจากเปลือกชั้นในของส้มโอ. *การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49.*

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคุกกี้ มผช. 118-2546.* กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

AOAC. (2000). *Official methods of analysis* (17th ed.). Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.

Bacteriological Analytical Manual (BAM). (2001). (8^{th} ed). *Food and Drug Administration.* Gaithersburg. AOAC International.

Bender, A. E. (1978). *Food processing and nutrition.* London: Academic press.

Hodge, J. E. (1953). Chemistry of browning reactions in models systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1: 928-943.

Salunkhe, D. K. and Kadam, S. S. (1995). *Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition and Processing.* New York: Marcel Dekker.

Sirisomboon, P. and Theamprateep, C. (2012). Physicochemical and textural properties of pomelo (*Citrus maxima* Merr. cv. Kao Nam Pueng) fruit at preharvest, postharvest and during the commercial harvest period. *The Philippine Agricultural Scientist.* 1: 43-52.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ภาคผนวก ก การวัดเนื้อสัมผัส

วัดเนื้อสัมผัสโดยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) ซึ่งเป็นการวัดเนื้อสัมผัสในลักษณะเลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์ โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส และกำหนดสภาวะต่างๆดังนี้

1. ทำการ Calibrate Force
2. ใช้หัววัด P100
3. ทำการ Calibrate Probe ก่อนการวัด
4. ทำการวิเคราะห์โดยเครื่อง TA-XT2i

สภาวะที่ใช้ในการวัด

Option	TPA
Pre-Test speed	2.0 mm/s
Test-speed	2.0 mm/s
Post-Test Speed	5.0 mm/s
Distance	10 mm
Trigger Type	Auto-5g
Time	3 s.
Data Acquisition Rate	200 pps.

เตรียมตัวอย่างโดยการตัดตัวอย่างคุกกี้ ในการวัดจะทำการกดตัวอย่าง 2 ครั้ง ค่าเนื้อสัมผัสที่ได้จากการวัดโดยวิธี TPA ได้แก่ ความแข็ง

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ภาคผนวก ข.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นตามวิธี AOAC (2000)

หลักการ

การหาความชื้น ตัวอย่างอาหารจะทำได้โดยการอบแห้งด้วยความร้อน ซึ่งน้ำหนักที่หายไปคือความชื้น อาหารแต่ละชนิดจะใช้ความร้อนและเวลาที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตู้อบลมร้อน (Hot Ari Oven)
2. ถ้วยหาความชื้น (Aluminum Can)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analysis Balance)
5. Tongs หรือ Forceps

วิธีการวิเคราะห์

1. หาน้ำหนักที่คงที่ของถ้วยเปล่า โดยนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-4 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนัก แล้วนำเข้าอบใหม่ดำเนินการเหมือนครั้งแรกจนได้น้ำหนักคงที่ (น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไม่มากกว่า 0.005 กรัม)
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัมใส่ลงในถ้วยที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
3. เกลี่ยตัวอย่างแผ่ออกอย่างสม่ำเสมอให้มีเนื้อที่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
4. นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-4 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนักแล้วนำเข้าอบใหม่ดำเนินการเหมือนครั้งแรกจนได้น้ำหนักคงที่ (น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไม่มากกว่า 0.005 กรัม)
5. นำผลที่ได้ไปคำนวณปริมาณความชื้นดังต่อไปนี้

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ภาคผนวก ข.2 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนตามวิธี AOAC (2000)

หลักการ

เป็นวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในอาหาร (-NH-) ในอาหารได้แก่ protein nitrogen, amino nitrogen และ amide nitrogen ซึ่งจากไนโตรเจน (ร้อยละ) ที่วิเคราะห์ได้สามารถเปลี่ยนเป็นปริมาณโปรตีน โดยคูณด้วยแฟคเตอร์สำหรับแปลงกลับ (Conversion Factor) ซึ่งได้จาก 100 / ไนโตรเจน (ร้อยละ) ในอาหาร (100 / x)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. กระดาษ Whatman กรองเบอร์ 1
2. หลอดย่อยโปรตีน (Kjieldaht Flask) ขนาด 250-300 มิลลิลิตร
3. ชุดกลั่นโปรตีน (Semi-Microdistillations)
4. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 1000 มิลลิลิตร
5. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
6. บิวเรตต์ ขนาด 50 มิลลิลิตร
7. Glass Bead

สารเคมี

1. H_2SO_4 (Sulfuric Acid)
2. NaOH (Sodiumhydroxide)
3. H_3OB_3 (Boric Acid)
4. Mix indicater: Methyl Red and Bromocresol Green
5. $CuSo_4$ $5H_2O$ (Copper (II) Sulphate)
6. K_2SO_4 (Potassium Sulphate)

วิธีการวิเคราะห์

1. พับกระดาษกรองเป็นรูปซองจดหมายชั่งตัวอย่างลงในกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 0.5 - 1.0 กรัม
2. เติมคอปเปอร์ซัลเฟต 0.8 กรัมโปตัสเซียมซัลเฟต 7 กรัม ลงในหลอดย่อย
3. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 12 มิลลิลิตร
4. ต่อชุดย่อยเข้ากับชุดจับไอกรด เสียบปลั๊ก เปิดสวิทซ์เครื่องย่อย ตั้งอุณหภูมิที่ 420 องศาเซลเซียส
5. ตั้งหลอดย่อยบน Stand ปิด Heat Shield ยก Stand ที่มีหลอดย่อยใส่ลงในหลุมของเตาย่อย ปิดฝาหลอดย่อย (Exhaust Mainifold) เปิดสวิทซ์ชุดจับไอกรด (Scrubber Unit)

6. ย่อยจนได้สารละลายใสในตู้ควัน (ใช้เวลาประมาณ 30-60 นาที) ย้าย Stand พร้อมหลอดย่อยมาตั้งไว้ข้างๆเครื่องย่อย โดยยังไม่ถอดฝาหลอดย่อย รอให้ไอกรดหมดก่อนทิ้งให้เย็น
7. นำไปกลั่นโดยเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 32 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
8. รองรับสิ่งที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร หยด Mix Indicator 2-3 หยด นำฟลาสค์ไปตั้งไว้ที่ตำแหน่งรองรับของเครื่องกลั่น และเลื่อนฐานขึ้นให้ปลายแท่งแก้วจุ่มอยู่ใต้สารละลาย
9. กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในฟลาสค์รองรับ
10. ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก 0.1 นอร์มัล จนได้สีเทา (จุดยุติ) จดปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้
11. ทำ Blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 2-10
12. ก่อนการกลั่นตัวอย่างต่อไป ควรล้างระบบโดยใช้น้ำกลั่นใส่ในหลอดย่อยแล้วทำการกลั่นโดยไม่เติมด่าง ประมาณ 3 นาที
13. เมื่อกลั่นตัวอย่างสุดท้ายเสร็จแล้ว ใส่หลอดเปล่าและฟลาสค์ ในตำแหน่งที่รองรับปิดสวิทซ์ เช็ดทำความสะอาดเครื่องทั้งหมด

การคำนวณ

$$\text{Nitrogen (ร้อยละ)} = \frac{(T-B) \times 14.007 \times 100 \times N}{\text{Weight of Sample (mg)}}$$

Protein (ร้อยละ)	=	Nitrogen
T	=	Sample Titration (ml)
B	=	Blank Titration (ml)
N	=	Normality of Titrant (N)
Conversion Factor	=	แฟคเตอร์สำหรับแปลงกลับ = 6.25

(น้ำหนักสมบูรณ์ของไนโตรเจนเท่ากับ 14.007)

ภาคผนวก ข.3 การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยตามวิธี AOAC (2000)

หลักกการ

การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร เป็นวิธีการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตอย่างหนึ่ง ใยอาหารที่อยู่ตามธรรมชาติเป็นสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ในอาหารที่ได้แยกเอาไขมันออก โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตอื่นๆออกไปแล้ว ในปัจจุบันได้มีการใช้เอนไซม์พวกอะไมเลส และโพรทีเนสช่วยในการละลายแป้งและโปรตีน เพื่อให้กากที่ไม่ละลายที่เหลืออยู่นี้ มีองค์ประกอบใกล้เคียงกับกากไม่ดูดซับในระบบการย่อยของมนุษย์

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ถ้วยแก้ว (Crucible)
2. โถดูดความชื้น (Desicator)
3. ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)
4. เตาเผา (Furnance)

สารเคมี

1. H_2SO_4 (Sulfurric acid)
2. NaOH (Sodiumhydroxide)
3. $CH_3(CH_2)_7OH$ (Octanol)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่มีน้ำหนักแน่นอน 1-2 กรัม ลงใน Crucible
2. เติม Cilite 1 กรัม
3. วาง Crucible ในช่องของอุปกรณ์ของ Crude Fiber
4. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาณ 150 มิลลิลิตร หยด Octanol 2-3 หยด
5. ต้มให้เดือดนาน 30 นาที ดูดสารละลายกรดซัลฟิวริกทิ้งโดยการกรอง ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนปริมาณ 30 มิลลิลิตร จำนวณ 3 ครั้ง
6. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 1.25 ปริมาณ 150 มิลลิลิตร หยด Octanol 2-3 หยด ดูดสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ทิ้งโดยกรอง ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนปริมาณ 30 มิลลิลิตร จำนวณ 3 ครั้ง
7. นำเข้า Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
8. ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก
9. นำ crucible ไปเผาต่อในเตาเผา (Furnance) ที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง
10. ปิดเตาเผา ลดอุณหภูมิใน Hot Air Oven
11. ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ)} = \frac{\text{(น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ - น้ำหนักหลังเผา)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}}$$

ภาคผนวก ข.4 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน AOAC (2000)

หลักการ

วิเคราะห์ปริมาณไขมันด้วยการใช้ Organic Solvent ซึ่งสกัดไขมันด้วยวิธีการกลั่นย้อนกลับ สามารถสกัดได้อย่างต่อเนื่อง จากนั้นระเหยแยกตัวทำละลายออกจากไขมัน ตัวอย่างที่ใช้สกัดควรเป็นตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ชุดเครื่องมือและอุปกรณ์เครื่อง Soxtec Avanti 2050 Auto System
2. หลอดบรรจุตัวอย่าง (Thimble) พร้อมที่จับ (Thimble Holder)
3. ถ้วยสกัด (Extraction Cup) พร้อมที่จับ (Extraction Cup Holder)
4. ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)
5. โถดูดความชื้น (Desiccator)

สารเคมี

เฮกเซน หรือปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีการ

1. เปิดเครื่องทำน้ำเย็น (Cooling Bath) ควบคุมอุณหภูมิที่ 12-15 องศาเซลเซียส
2. Warm เครื่อง Soxtec โดยเปิดปุ่ม Power ปรับอุณหภูมิและตั้งโปรแกรมทำงานตามชนิดของตัวทำละลายที่ใช้
3. ชั่งตัวอย่างอาหารบดแห้งแล้วบดละเอียด 1 กรัม ใส่ใน Thimble
4. นำ Thimble มาใส่ในตัวเครื่อง Soxtec ด้วย Thimble Holder
5. เติมตัวทำละลายประมาณ 50 มิลลิลิตร ใน Extraction Cup ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
6. กดปุ่ม Start 1 ครั้งโปรแกรมจะเริ่มทำงานตั้งแต่ขั้นตอน boiling ไปจนถึง Pre-Drying
7. เมื่อครบเวลาการทำงาน นำ Extraction Cup อบใน Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 100±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จนน้ำหนักคงที่
8. ระบายตัวทำละลายออกจากเครื่อง ใส่ในขวดตัวทำละลายที่ใช้แล้ว
9. คำนวณหาปริมาณไขมันที่สกัดได้

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมันของตัวอย่าง (ร้อยละ)} = \frac{100\,(W_1 - W_2)}{W}$$

W_1 คือ น้ำหนักของ Extraction Cup และน้ำหนักไขมันที่สกัดได้หลังการอบแห้งแล้ว (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของ Extraction Cup ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน (กรัม)

W คือ น้ำหนักของตัวอย่างอาหารที่อบแห้งแล้ว (กรัม)

ภาคผนวก ข.5 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า AOAC (2000)

หลักการ

ทำลายสารอินทรีย์โดยใช้เปลวไฟ หรือเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 500-550 องศาเซลเซียส จนเหลือแต่สารอนินทรีย์

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Crucible or Porcelain Dish (ถ้วยกระเบื้องเคลือบ)
2. Desiccator
3. Electric Muffle Furnace
4. Electric Burner
5. Hot Air Oven
6. Tong

วิธีการ

1. อบ Crucible ที่ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของ Crucible
2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างประมาณ 4-6 กรัม ใส่ Crucible แล้วนำไปเผาไฟอ่อนๆบน Electric burner จนหมดควัน
3. นำตัวอย่างไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550±20 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-3 ชั่วโมง จนกระทั่งได้เถ้าสีขาวหรือสีเทา (ถ้ายังเป็นสีดำให้นำออกมาหยดน้ำกลั่นลงไปให้ท่วมแล้วเผาต่อจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว)
4. นำออกมาลดอุณหภูมิใน Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำใส่ใน Desiccator ทิ้งให้เย็นในอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่ง เผาตัวอย่างซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม

วิธีคำนาณ

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

เมื่อ W = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ (กรัม)

W_1 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผาจนได้น้ำหนักคงที่ (กรัม)

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ภาคผนวก ค.1 การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (BAM, 2001)

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างอาหารคุกกี้เนย
2. plate count agar (PCA)
3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85%
4. ปิเปต
5. หลอดทดลอง
6. เครื่องตีปั่นอาหาร
7. ตู้อบฆ่าเชื้อ
8. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหาร 50 กรัม ใส่ใน sterile bag เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85% 250 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่อง stomacher ตีปั่นเป็นเวลา 30 วินาทีจนเป็นของผสมเนื้อเดียวกันจะได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-1} เท่า
2. เจือจางเป็นความเข้มข้น 10^{-2} เท่าโดยปิเปตสารละลายเข้มข้น 10^{-1} เท่า ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ จากนั้นทำเป็นสารละลายเข้มข้น10^{-3} เท่า
3. ปิเปตตัวอย่างเจือจางแต่ละความเข้มข้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว เท PCA เหลวทับผสมให้เข้ากันโดยหมุนจานเพาะเชื้อวนไปทางด้านซ้ายและขวา (pour- plate technique)
4. รอให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
5. นับโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนมากกว่า 30 แต่ไม่เกิน 300 โคโลนี
6. คำนวณค่าเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

วิธีการคำนวณ

โคโลนี / กรัม = ค่าเฉลี่ยของจำนวนแบคทีเรียที่นับได้×ค่าผกผันของระดับการเจือจาง

ภาคผนวก ค.2 การวิเคราะห์จำนวนยีสต์ และรา (Yeast and mold Count) (BAM, 2001)

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างอาหารคุกกี้เนย
2. potato dextrose agar (PDA)
3. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85%
4. ปิเปต
5. หลอดทดลอง
6. เครื่องตีป่นอาหาร
7. ตู้อบฆ่าเชื้อ
8. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหาร 50 กรัม ใส่ใน sterile bag เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85% 250 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่อง stomacher ตีป่นเป็นเวลา 30 วินาทีจนเป็นของผสมเนื้อเดียวกันจะได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-1} เท่า
2. เจือจางเป็นความเข้มข้น 10^{-2} เท่าโดยปิเปตสารละลายเข้มข้น 10^{-1} เท่า ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ จากนั้นทำเป็นสารละลายเข้มข้น10^{-3} เท่า
3. ปิเปตตัวอย่างเจือจางแต่ละความเข้มข้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว เท PDA เหลวทับผสมให้เข้ากันโดยหมุนจานเพาะเชื้อวนไปทางด้านซ้ายและขวา (pour- plate technique)
4. รอให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน
5. นับโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนมากกว่า 30 แต่ไม่เกิน 300 โคโลนี
6. คำนวณค่าเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

วิธีการคำนวณ

โคโลนี / กรัม = ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้×ค่าผกผันของระดับการเจือจาง

ภาคผนวก ง
การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างแบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส
ผลิตภัณฑ์ ...

ชื่อผู้ทดสอบ..**วันที่**...

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา พร้อมให้คะแนนความชอบในแต่ละตัวอย่าง และบ้วนปากก่อนทุกครั้งก่อนที่จะทดสอบตัวอย่างต่อไป

ระดับการให้คะแนนที่ 1 - 9 ดังนี้

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

รหัส	....	....	....	....	....
ลักษณะปรากฏ	....	....	....	....	....
กลิ่นรส	....	....	....	....	....
เนื้อสัมผัส	....	....	....	....	....
ความชอบโดยรวม	....	....	....	....	....

ข้อเสนอแนะ

....
....
....

ภาคผนวก จ
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (คุกกี้)

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะคุกกี้กรอบ ไม่รวมถึงคุกกี้ที่มีเนื้อนุ่ม

2. บทนิยาม

ความหมายของคุกกี้ที่ใช้ในมาตรฐานชุมชนนี้ หมายถึง ขนมอบชนิดหนึ่งที่ทาจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมกับแป้งชนิดอื่น น้ำตาล ไขมันหรือน้ำมันบริโภค นม ไข่ ผงฟู เบ้กกิ้งโซดา สารแต่งกลิ่นรส เกลือ อาจมีส่วนผสมอื่น เช่น โกโก้ เมล็ดธัญญพืช สมุนไพร ผลไม้แห้ง กุ้งแห้ง ปลาหยอง ทำเป็นชิ้นโดยการหยอด หั่น กด ปั้น หรือวิธีอื่น ที่เหมาะสม แล้วนำไปอบจนกรอบ

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป ต้องมีลักษณะเป็นชิ้นขนาดใกล้เคียงกันอาจแตกหักได้บ้างเล็กน้อย

3.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีส่วนที่ไหม้

3.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน

3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส ต้องกรอบแข็ง กรอบร่วน เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ เช่น แมลง มด หนู นก

3.6 วัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.7 ความชื้น ต้องไม่เกินร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก ในกรณีที่มีการเติมแต่งด้วยส่วนประกอบอื่นต้องไม่เกินร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก

3.8 จุลินทรีย์

3.8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.2 ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

สุขลักษณะในการทำคุกกี้ ให้เป็นไปตามคำแนะนำตาม ภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุคุกกี้ในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ผนึกได้เรียบร้อย สามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้ และไม่ดูดซึมไขมันจากผลิตภัณฑ์

5.2 น้ำหนักสุทธิของคุกกี้ในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุคุกกี้ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

6.1.1 ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น คุกกี้ใบเตย คุกกี้งา

6.1.2 น้ำหนักสุทธิ

6.1.3 ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

6.1.4 วัน เดือน ปี ที่ทe และวัน เดือน ปี ที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

6.1.5 ข้อแนะนำในการเก็บรักษา

6.1.6 ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง คุกกี้ที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ที่ทาโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าคุกกี้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 จึงจะถือว่าคุกกี้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ความชื้น และจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 ถึงข้อ 3.7 จึงจะถือว่าคุกกี้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างคุกกี้ต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าคุกกี้รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบคุกกี้อย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 วางตัวอย่างคุกกี้ในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร และความชื้นให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์ ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

9. สุขลักษณะ (ข้อ 4.1)

9.1 สถานที่ตั้ง และอาคารที่ทำ

9.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคาร และที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

9.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

9.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

9.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

9.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบ และก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

9.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

9.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

9.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

9.3 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

9.3.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

9.3.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งทำความสะอาดได้ง่าย และทั่วถึง

10. การควบคุมกระบวนการทำ

10.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนาไปใช้

10.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

11. การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

11.1 น้ำที่ใช้ล้างทาความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

11.2 มีวิธีการป้องกัน และกำจัดสัตว์นาเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

11.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

11.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

12. บุคลากร และสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายนราธิป ปุณเกษม เกิดวันอังคารที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2527 สำเร็จการศึกษา ปริญญาวิทยาศาตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร (เกียรตินิยมอันดับสอง) จากภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2548 จากนั้นสำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร จากภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2551

ประสบการณ์ทำงาน ในปี พ.ศ. 2548 – 2552 ปฏิบัติงานเป็น เจ้าหน้าที่ฝ่ายอบรม อาหาร และ เครื่องดื่มโรงเรียนการอาหารนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต จากนั้น ปี พ.ศ. 2552 - 2554 เป็นอาจารย์ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต และ ปี พ.ศ. 2555 จนถึงปัจจุบัน เป็นอาจารย์ เทคโนโลยีการประกอบอาหาร และการบริการ โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ในปี พ.ศ. 2553 มีงานวิจัย เรื่อง “โครงการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคก๋วยเตี๋ยวแกงไทยของชาวญี่ปุ่น” ทุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และ สถาบันวัฒนธรรมไทยศึกษา (ประเทศญี่ปุ่น) ในปี พ.ศ. 2554 มีงานวิจัย เรื่อง “การศึกษาคุณภาพของเนย และผลิตภัณฑ์จากเนยสวนดุสิต” ทุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต และในปี พ.ศ. 2555 มีงานวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่สมุนไพรไทยแคลอรี่ต่ำ: ขิง” ทุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ผลงานตีพิมพ์ใน Journal of Food Process Engineering ในปี ค.ศ. 2011 เรื่อง “Process development of shelf-stable Chinese steamed bun” ตีพิมพ์ใน Procedia Food Science ในปี ค.ศ. 2011 เรื่อง “Process development of ready-to-eat custard cream filled Chinese steamed bun” และตีพิมพ์ในวารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม ในปี 2555 เรื่อง “Effect of hydrocolloids on the bread staling”