การพัฒนากระบวนการผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ขนมหวานเคลือบช็อกโกแลต สำหรับอุตสาหกรรมขนาดย่อม

PROTOTYPE PROCESS DEVELOPMENT FOR SMALL SCALE CHOCOLATE COATING CANDY PRODUCTION

จักรพงศ์ วงศ์อนวัทย์
มุจลินท์ ศรีสุชาติ
สิริกาญจน์ มงคลเลิศพาณิช
อิสรา อารีสง่าวงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การพัฒนากระบวนการผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ขนมหวานเคลือบช็อกโกแลต สำหรับอุตสาหกรรมขนาดย่อม

PROTOTYPE PROCESS DEVELOPMENT FOR SMALL SCALE CHOCOLATE COATING CANDY PRODUCTION

จักรพงศ์ วงศ์อนวัทย์
มุจลินท์ ศรีสุชาติ
สิริกาญจน์ มงคลเลิศพาณิช
อิสรา อารีสง่าวงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROTOTYPE PROCESS DEVELOPMENT FOR SMALL SCALE CHOCOLATE COATING CANDY PRODUCTION

Jakkrapong Wonganawat
Mujalin Srisuchart
Sirikarn Mongkollerpanich
Issra Areesawangwong

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN FOOD ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2560

สาขาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ขนมหวานเคลือบช็อกโกแลต สำหรับอุตสาหกรรมขนาดย่อม

Prototype process development for small scale chocolate coating candy production

ผู้จัดทำ

1. นายจักรพงศ์ วงศ์อนวัทย์ รหัสประจำตัว 57010156
2. นางสาวมุจลินท์ ศรีสุชาติ รหัสประจำตัว 57011019
3. นายสิริกาญจน์ มงคลเลิศพาณิช รหัสประจำตัว 57011366
4. นายอิสรา อารีสง่าวงศ์ รหัสประจำตัว 57011549

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	การพัฒนากระบวนการผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตสำหรับอุตสาหกรรมขนาดย่อม	
นักศึกษา	นายจักรพงศ์	วงศ์อนวัทย์
	นางสาวมุจลินท์	ศรีสุชาติ
	นางสาวสิริกาญจน์	มงคลเลิศพาณิช
	นางสาวอิสรา	อารีสง่าวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์	
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอาหาร	
ปีการศึกษา	2560	

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตสำหรับอุตสาหกรรมขนาดย่อม ที่มุ่งเน้นเพื่อเพิ่มมูลค่าและความหลากหลายให้แก่ตลาดไทย ในการศึกษานี้วัสดุตัวกลางที่ใช้ในการทดลองคือ ถั่วลิสง โดยทดลองผ่านเครื่องหม้อเคลือบแบบหมุน ซึ่งวัสดุตัวกลางผ่านการเคลือบทั้งหมด 5 ชั้น คือการเคลือบช็อกโกแลต การเคลือบรองพื้น การเคลือบแข็ง การเคลือบสี และการเคลือบเงา ในชั้นเคลือบแข็งปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายเคลือบแข็ง 70 และ 75 องศาบริกซ์และจำนวนชั้นเคลือบ 16, 32 และ 48 ชั้นต่อกระบวนการเคลือบแข็ง จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า จำนวนชั้นเคลือบมีอิทธิพลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็ง และความหนาของชั้นเคลือบ ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ มีอิทธิพลต่อค่าความแข็งค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็ง และค่าวอเตอร์แอคติวิตีโดยระดับปัจจัยที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตต้นแบบขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตด้วยหม้อเคลือบแบบหมุนคือ ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลาย 75 องศาบริกซ์ และจำนวนชั้นเคลือบ 48 ชั้นและการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าความชอบโดยรวมมีคะแนนเท่ากับ 6.90 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Prototype process development for small scale chocolate coating candy production
Students	Mr. Jakkrapong Wonganawat
	Ms. Mujalin Srisuchart
	Ms. Sirikarn Mongkollerpanich
	Ms. Issra Areesawangwong
Project Advisior	Asst.Prof.Dr.Pimpen Pornchaloempong
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Food Engineering
Academic Year	2017

ABSTRACT

The objective of this research is to develop prototype process for small scale chocolate coating candy production. The experiment was carried out using the panning method. The center material is coated with 5 layers including chocolate coating, pre seal coating, hard coating, color coating and wax coating. In hard coating layer, we studied the effect of Total soluble solid at 70 and 75 °Brix and the number of layers at 16, 32 and 48 layers per hard coating. The statistical analysis showed that the number of layers influences geometric mean diameter, % weight of hard coating layer and thickness. Total soluble solids influences hardness, % weight of hard coating layer and water activity The optimum conditions for process of chocolate coating candy production were total solids solubility at 75 °Brix and the number of layers at 48 layers and sensory evaluation showed that overall preference was 6.90 points.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยโดยได้รับความกรุณาและความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ คำชี้แนะ ความรู้ และแนวทางในการทำปริญญานิพนธ์ รวมถึงชี้แนะในข้อบกพร่องต่างๆ จนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ประสิทธิประสาทความรู้ให้ตลอดระยะเวลาในการศึกษา

ขอขอบคุณ คุณสมบัติ วิจันทมุข ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตในการทำโครงงาน

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ ที่ให้ความรู้ และคำปรึกษาในเรื่องการประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหารในการทำโครงงาน

ขอขอบคุณ คุณอำนาจ คูตะคุ (พี่แมน), คุณวราภรณ์ มาไพศาลทรัพย์ (พี่นุ้ย), คุณวสันต์ อินทร์ตา (พี่มะเดี่ยว), คุณดวงดาว โหมดวัฒนะ (พี่ดวงดาว), คุณศิรภัสสร์ กี่ตระกูล (พี่กิ๊ฟ) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและธุรการภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในด้านการดำเนินงานของโครงงาน

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้ออำนวยสถานที่ และเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆในการทำโครงงาน

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ บิดา มารดา ครอบครัว ตลอดจนเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจ และความช่วยเหลือจนโครงงานนี้ประสบความสำเร็จ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
ปกในภาษาไทย	i
ปกในภาษาอังกฤษ	ii
หน้าอนุมัติ	iii
บทคัดย่อ	iv
กิตติกรรมประกาศ	vi
สารบัญ	vii
สารบัญตาราง	x
สารบัญรูป	xii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ถั่วลิสง	3
2.2 ช็อกโกแลต	4
2.2.1 ชนิดของช็อกโกแลต	4
2.2.2 การตกผลึกของไขมันช็อกโกแลต	4
2.2.3 การละลาย	5
2.3 น้ำตาล	5
2.3.1 ประเภทของน้ำตาล	6
2.3.1.1 น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว	6
2.3.1.2 น้ำตาลโมเลกุลคู่	6
2.3.2 สมบัติของน้ำตาล	7
2.4 ผลิตภัณฑ์ที่ทำชั้นเคลือบด้วยน้ำตาล	8
2.4.1 การเคลือบแบบนิ่ม (soft-panned confections)	8
2.4.2 การเคลือบแบบแข็ง (hard-panned confections)	9
2.4.3 การเคลือบเงา (Wax-panned confections)	9
2.5 หม้อเคลือบแบบหมุน	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6 การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร 11
2.7 วอเตอร์แอคติวิตีสำหรับขนมหวานและอายุการเก็บรักษา 12
2.8 การประเมินทางประสาทสัมผัส 14
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง 16
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ 16
3.1.1 วัตถุดิบ 16
3.1.2 อุปกรณ์ 18
3.2 การวางแผนการทดลอง 19
3.3 หลักการทดลอง 20
3.4 วิธีการทดลอง 21
3.4.1 การเตรียมตัวอย่าง 21
3.4.1.1 การเตรียมวัสดุตัวกลาง 21
3.4.1.2 การเตรียมถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลต 21
3.4.2 การทดลองเบื้องต้นในชั้นเคลือบรองพื้น 22
3.4.3 การทดลองเบื้องต้นในชั้นเคลือบแข็ง 22
3.4.4 การทดลองหากระบวนการขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตในชั้นเคลือบแข็ง 23
3.5 วิธีการวัดคุณภาพ 24
3.5.1 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต 24
3.5.2 ค่าความเป็นทรงกลม 24
3.5.3 ความหนาของชั้นเคลือบ 24
3.5.4 วอเตอร์แอคติวิตี 25
3.5.5 เนื้อสัมผัส 25
3.5.6 ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบ 26
3.5.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ 26
3.5.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 26
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 27
4.1 ผลการทดลองเบื้องต้น 27
4.1.1 หาสภาวะของกระบวนการผลิตในชั้นเคลือบรองพื้น 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.2 หาสภาวะของกระบวนการผลิตในชั้นเคลือบแข็ง 27

4.2 ผลการทดลองชั้นเคลือบแข็งของถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลต 29

4.2.1 ลักษณะทางกายภาพ 30

4.2.2 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต 31

4.2.3 ความหนาของชั้นเคลือบแข็ง 31

4.2.4 การวัดเนื้อสัมผัส 32

4.2.5 วอเตอร์แอคติวิตี 33

4.2.6 ร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็ง 34

4.2.7 ความเป็นทรงกลม 35

4.2.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 36

4.3 ต้นทุนการผลิตถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลตต่อครั้งการผลิต 37

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 39

5.1 สรุปผลการทดลอง 39

5.2 ข้อเสนอแนะ 41

เอกสารอ้างอิง 42

ภาคผนวก ก 45

ภาคผนวก ข 54

ภาคผนวก ค 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	รูปแบบของผลึกไขมันในเนยโกโก้ และสมบัติบางประการ	5
2.2	ค่าวอเตอร์แอคติวิตีของผลิตภัณฑ์ประเภทขนมหวาน	13
3.1	วัตถุดิบ	16
3.2	อุปกรณ์	18
3.3	ส่วนประกอบของชั้นเคลือบช็อกโกแลต	21
3.4	ส่วนประกอบของสารละลายเปียก	22
3.5	ส่วนประกอบของส่วนผสมแห้ง	22
3.6	ส่วนประกอบของสารละลายชั้นเคลือบแข็งในการทดลองเบื้องต้น	23
3.7	ส่วนประกอบของสารละลายชั้นเคลือบรองพื้น	23
3.8	ส่วนประกอบของสารละลายชั้นเคลือบแข็ง	23
4.1	ผลการทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์ในการเคลือบนิ่ม	27
4.2	ผลการทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์ในการเคลือบแข็ง	28
4.3	ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ B 5 กับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ M&M	29
4.4	ระดับความขรุขระของพื้นผิวที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายและจำนวนชั้นเคลือบต่างกัน	30
4.5	ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน	31
4.6	ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน	31
4.7	ค่าความหนาของชั้นเคลือบแข็งที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน	32
4.8	ค่าความหนาของชั้นเคลือบแข็งที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน	32
4.9	ค่าความแข็งสูงสุดของผลิตภัณฑ์ที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน	32
4.10	ค่าความแข็งสูงสุดของผลิตภัณฑ์ที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน	33
4.11	ค่าวอเตอร์แอคติวิตีที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน	33
4.12	ค่าวอเตอร์แอคติวิตีที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน	33
4.13	ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็งที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน	34
4.14	ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็งที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน	34
4.15	ค่าความเป็นทรงกลมของผลิตภัณฑ์ที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.16	ค่าความเป็นทรงกลมของผลิตภัณฑ์ที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน	35
4.17	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	36
4.18	ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลตต่อครั้งการผลิต	37
4.19	ค่าไฟฟ้าในการผลิตถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลตต่อครั้งการผลิต	38
5.1	สรุปกระบวนและสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลต	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ถั่วลิสง	3
2.2 กราฟแสดงการละลายของน้ำตาลซูโครสและจุดเดือดของสารละลายที่บรรยากาศปกติ	7
2.3 ผลิตภัณฑ์หลังจากการเคลือบนิ่ม	8
2.4 ผลิตภัณฑ์หลังจากการเคลือบแข็ง	9
2.5 ลักษณะของหม้อที่ใช้ในการทำชั้นเคลือบด้วยน้ำตาล	10
2.6 บริเวณที่ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการเคลื่อนที่ (Dead zone) ภายในหม้อหมุน	10
2.7 กราฟที่ได้จากการทำ Texture Profile Analysis	12
3.1 ภาพตัดขวางต้นแบบผลิตภัณฑ์ขนมหวานเคลือบช็อกโกแลต	19
3.2 กระบวนการผลิตขนมหวานเคลือบช็อกโกแลต	20
3.3 การอบถั่วลิสงในหม้ออบลมร้อน	21
3.4 การละลายช็อกโกแลตเหลว	22
3.5 การวัดค่าคุณภาพจากเวอร์เนียคาลิปเปอร์	24
3.6 เครื่อง aqua lab	25
3.7 ลักษณะของหัววัด cylinder probe รุ่น P/2	25
4.1 ผลิตภัณฑ์จากการทดลอง B 5	28
4.2 ระดับความขรุขระ 1-6	30
5.1 ถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลต	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ช็อกโกแลตคือผลผลิตที่ได้จากเมล็ดโกโก้ สามารถนำมาเป็นส่วนประกอบของขนมหวานหลากหลายชนิด อาทิ ช็อกโกแลตแท่ง ขนมเค้ก เวเฟอร์ บิสกิต และลูกกวาดเคลือบช็อกโกแลต ทั้งยังเป็นของหวานยอดนิยมของโลก ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์มีปริมาณการบริโภคช็อกโกแลต 10.4 กิโลกรัมต่อคนต่อปีซึ่งมากที่สุดในโลก แต่ในประเทศไทยมีปริมาณการบริโภคช็อกโกแลตอยู่ที่ 1.2 กิโลกรัมต่อคนต่อปีเท่านั้น ถือว่าปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ (Statista, 2018) ผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตในตลาด มีทั้งชนิดแท่ง ก้อน สอดไส้และไม่มีไส้ หรือนำไปใช้ร่วมกับขนมหวานชนิดอื่นๆ

การเคลือบ (Panning) ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่นำช็อกโกแลตมาแปรรูป (Talbot, 2009) โดยนำช็อกโกแลตเคลือบลงบนพื้นผิวของตัวกลาง โดยตัวกลางที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ ถั่วลิสง เนื่องจาก ถั่วลิสงเป็นพืชเศรษฐกิจ (เกรียงศักดิ์, 2559) มีการเพาะปลูกในทุกพื้นที่และจัดจำหน่ายทั่วไป อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เป็นที่นิยมในประเทศไทย ขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตมีส่วนประกอบหลักคือ ถั่วลิสง โดยนำช็อกโกแลตเหลวมาเคลือบลงบนวัสดุตัวกลาง ด้วยเทคนิคการเคลือบแบบ Panning ใช้อุปกรณ์ที่ขับเคลื่อนทางกลคือ เทคนิคที่ทำผ่านหม้อเคลือบแบบหมุน (Panning machine) มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน ได้แก่ หม้อเคลือบ ทำหน้าที่บรรจุวัสดุที่ใช้สำหรับกระบวนการเคลือบ โดยมีมอเตอร์เป็นตัวขับให้หม้อเคลือบหมุน เมื่อวัสดุตัวกลางถูกเหวี่ยงขึ้นและตกกลับลงมา ทำให้ตัววัสดุเกิดการขัดสีระหว่างกันและขัดสีกับผนังของหม้อเคลือบ ส่งผลให้พื้นผิวผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเรียบและกลม ท่อลมเป่าลมปรับความเย็น ทำหน้าที่เป่าลมเย็นให้ชั้นเคลือบแต่ละชั้นแห้งและจับตัวเป็นผลึก (สุวรรณา, 2543)

นอกจากนี้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลือบในประเทศไทยไม่เป็นที่แพร่หลายนัก จึงสนใจศึกษาเทคนิคการเคลือบโดยใช้หม้อเคลือบแบบหมุน เพื่อศึกษากระบวนการผลิต ค่าของแข็งที่ละลายในสารละลายเคลือบแข็ง จำนวนชั้นเคลือบในกระบวนการผลิตขนมหวานเคลือบช็อกโกแลต และปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค เช่น สีบนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ การทดสอบค่าเนื้อสัมผัส การวัดค่าความเป็นทรงกลม การวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี การศึกษาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต การศึกษาจำนวนชั้นเคลือบ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อนำสภาวะที่ได้จากการวิจัยไปต่อยอดในการผลิตขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตในระดับอุตสาหกรรมขนาดย่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตสำหรับอุตสาหกรรมขนาดย่อม

2. เพื่อศึกษาค่าของแข็งที่ละลายในสารละลายเคลือบแข็ง และจำนวนชั้นเคลือบใน กระบวนการผลิตขนมหวานเคลือบช็อกโกแลต

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ใช้ถั่วลิสง (Arachishypogaea L.) เป็นตัวกลาง

2. ใช้ดาร์กช็อกโกแลตคอมพาวด์ (Dark chocolate compound) ในการเคลือบชั้นช็อกโกแลต

3. ใช้หม้อเคลือบแบบหมุนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 41.5 เซนติเมตร

4. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ จำนวนชั้นที่เคลือบ และค่าของแข็งที่ละลายในสารละลายที่ใช้เคลือบ

5. คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเคลือบที่ศึกษา ได้แก่ สีบนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ การทดสอบค่าเนื้อสัมผัส การวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ การวัดค่าความเป็นทรงกลม การศึกษาจำนวนชั้นเคลือบ การศึกษาเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. กระบวนการผลิตขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตในระดับอุตสาหกรรมขนาดย่อม

2. ค่าของแข็งที่ละลายในสารละลาย และจำนวนชั้นเคลือบในกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตขนมหวานเคลือบช็อกโกแลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ถั่วลิสง

ถั่วลิสง (Arachis hypogaea L.) จัดอยู่ในวงศ์ Legume- minosae เช่นเดียวกับถั่วเหลือง ซึ่งเป็นพืชล้มลุก ปลูกในดินร่วน หรือร่วนปนทราย ปลูกได้ทั้งในฤดูฝน ฤดูแล้ง แหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศไทยได้แก่ ภาคเหนือ จังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากได้แก่ ลำปาง, น่าน, พะเยา รองลงมาเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์, สกลนคร, มุกดาหาร ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดลพบุรี, สระบุรี, กาญจนบุรี สำหรับภาคใต้มีปลูกบ้างในจังหวัดสุราษฎร์ธานี, สงขลา, ปัตตานี ถั่วลิสงเป็นพืชที่ขยายพันธุ์โดยเมล็ด ต้นอ่อนในเมล็ดจะงอก โดยขยายตัวแทงรากแก้วลงไปในดิน ลำต้นอาจมีสีเขียวหรือม่วง สูงประมาณ 50 - 70 เซนติเมตร ดอกถั่วลิสงมีสีเหลือง เจริญออกตามข้อของลำต้น เป็นดอกแบบสมบูรณ์เพศ คือมีอับเกสรตัวผู้ และเรณู (รังไข่) อยู่ในดอกเดียวกัน หลังจากผสมเกสรแล้ว กลีบดอกจะเหี่ยวและร่วง แต่ก้านของรังไข่จะขยายตัวยาวออกไปเรียกว่า เข็ม แทงลงไปในดินแล้วจึงพัฒนาเป็นฝัก แต่ละฝักมีเมล็ด 2 - 4 เมล็ด ฝักจะคอดกิ่วตามจำนวนเมล็ดในฝัก เมื่อตากให้แห้งแล้ว เขย่าจะมีเสียง เยื่อหุ้มเมล็ดมีหลายสี เช่น ขาว ชมพู แดง ม่วง และน้ำตาล ในปัจจุบันปัญหาสำคัญของถั่วลิสง คือ การเกิดสารพิษอะฟลาท็อกซิน ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในตับ ดังนั้นจึงต้องตากเมล็ดให้แห้งสนิทโดยเร็ว (มีความชื้นในเมล็ดต่ำกว่าร้อยละ 14) จะสามารถระงับการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งผลิตสารพิษชนิดนี้ (นพปฎล มากบุญ. 2554 ; สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. 2538)

รูปที่ 2.1 ถั่วลิสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ช็อกโกแลต

ช็อกโกแลต (Chocolate) เป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมและรู้จักกันทั่วโลก มีการรับประทานกันอย่างแพร่หลายทั้งในรูปช็อกโกแลตเหลว นมช็อกโกแลต ช็อกโกแลตแท่ง ช็อกโกแลตเคลือบ เป็นต้น ช็อกโกแลตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากเมล็ดโกโก้ (Cocoa) ซึ่งนำไปการคั่ว กะเทาะเปลือก บดอย่างละเอียด

2.2.1 ชนิดของช็อกโกแลต

ช็อกโกแลตมีหลายชนิด โดยแต่ละชนิดมีส่วนผสมหลักที่แตกต่างกันไปตามชนิดของช็อกโกแลต โดยสามารถแบ่งได้ดังนี้

1) ช็อกโกแลตดำ (Dark chocolate) คือ ช็อกโกแลตที่มีส่วนผสมหลัก คือ เนยโกโก้, โกโก้ลิเคอร์, ผงโกโก้และ น้ำตาล

2) ช็อกโกแลตนม (Milk chocolate) คือ ช็อกโกแลตที่มีส่วนผสมหลัก คือ เนยโกโก้, โกโก้ลิเคอร์, นม หรือ นมผง, น้ำตาล และ สารให้กลิ่นรส เช่น วานิลา

3) ช็อกโกแลตขาว (White chocolate) คือ ช็อกโกแลตที่มีส่วนผสมหลัก คือเนยโกโก้, น้ำตาลและนมสด หรือนมผง

4) คูเวอร์เจอร์ช็อกโกแลต (Couverture chocolate) คือ ช็อกโกแลตที่มีส่วนผสมของเนยโกโก้มาก มีไขมันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ และมีส่วนผสมของ น้ำตาล น้ำนม เหมาะสำหรับใช้เคลือบอาหาร

5) ช็อกโกแลตชนิดครีม คือ ช็อกโกแลตที่ใส่น้ำตาล ครีม

6) ช็อกโกแลตชนิดเส้น หรือช็อกโกแลตชนิดเกล็ด (Chocolate chip) คือ ช็อกโกแลตที่ทำเป็น เส้น หรือ เม็ดขนาดเล็ก ใช้เป็นส่วนผสมในเบเกอรี (Bakery)

7) คอมพาวด์ช็อกโกแลตคือผลิตภัณฑ์เลียนแบบรสชาติของช็อกโกแลต มีน้ำมันพืชเป็นส่วนผสมแทนโกโก้บัตเตอร์ และอาจมีช็อกโกแลตลิเคียวร์อยู่เพียงเล็กน้อย ให้รสชาติและคุณสมบัติด้อยกว่าช็อกโกแลตแท้ จึงไม่นิยมนำมาเป็นวัตถุดิบในขนมอบ หรือเป็นส่วนผสมของครีมและมูสราคาถูก เหมาะสำหรับใช้เคลือบหน้าขนมหรือไอศกรีม (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2556)

2.2.2 การตกผลึกของไขมันช็อกโกแลต

ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารแปรรูปจากช็อกโกแลต ผลิตภัณฑ์ส่วนมากต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนสถานะช็อกโกแลตจากของแข็งกลายเป็นของเหลว เพื่อขึ้นรูปแล้วจึงทำกระบวนการย้อนกลับ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์คงรูป ดังนั้นในการผลิตจึงมีกระบวนการทำให้ช็อกโกแลตแข็งตัว ส่วนใหญ่นิยมใช้ความเย็น แทนการวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากไขมันในเนยโกโก้ต้องใช้เวลานานกว่าจะสร้างผลึกแรกได้เอง แต่การให้ความเย็นจัดกับช็อกโกแลตเหลว พบปัญหาที่เกิดขึ้นคือช็อกโกแลตแข็งตัวได้เร็วมาก แต่ผลึกไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการจะปรากฏมีเงาขาวๆ อยู่บนผิวมองดูเหมือนรา ซึ่งจริงๆไม่มีอันตรายใดๆทั้งสิ้น เพราะเป็นผลึกไขมันที่จับเรียงตัวกันใหม่เท่านั้น ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “fat bloom”เกิดจากการตกผลึกใหม่ของเนยโกโก้ เมื่อช็อกโกแลตมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tempering ที่ไม่เพียงพอหรือมีการผันแปรอุณหภูมิเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาเพราะเนยโกโก้สามารถตกผลึกได้หลายรูปแบบ (Hartel. 1999 ; Beckett. 2008)

ไขมันในโกโก้เป็นไขมันที่มีองค์ประกอบแบบง่ายๆ และเป็นปกติธรรมดาเหมือนไขมันอื่น แต่ก็เป็นไขมันที่มีความซับซ้อนจากการที่มีรูปแบบในการตกผลึกถึง 6 รูปแบบแต่ละรูปแบบมีพลังงานต่างกันและมีสมบัติต่างกัน (สุวรรณา, 2543)

ตารางที่ 2.1 รูปแบบของผลึกไขมันในเนยโกโก้ และสมบัติบางประการ

รูปแบบ		จุดหลอมเหลว	ความเสถียร	ความหนาแน่น	ร้อยละของการหดตัว
A	B	°ซ			
I	γ หรือ β_2	17.3	ไม่เสถียร	ต่ำ	(ไม่อยู่ตัว)
II	α	23.3	ไม่เสถียร		7.0
III	$\alpha+\beta$	25.5			(ไม่มีข้อมูล)
IV	β'	27.3	กึ่งเสถียร		8.3
V	β	33.8	เสถียร		9.6
VI	β	36.3	เสถียร	สูง	

ที่มา: สุวรรณา (2543)

2.2.3 การละลาย

การละลาย (Melting) คือการละลายช็อกโกแลตด้วยความร้อน เพื่อให้ช็อกโกแลตกลายสภาพจากของแข็งเป็นของเหลว โดยใช้วิธีการตุ๋น คือ การนำช็อกโกแลตใส่ในภาชนะที่ทนความร้อนได้ วางบนหม้อน้ำมันร้อน (Oil bath) ซึ่งไม่ควรใช้น้ำเป็นตัวส่งผ่านความร้อน เนื่องจากน้ำมีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำมัน เมื่อน้ำได้รับความร้อนระเหยกลายเป็นไอ ไอน้ำอาจเกิดการสัมผัสกับช็อกโกแลตที่อยู่ในภาชนะ ซึ่งส่งผลให้เกิด เนื้อทราย ทำให้ช็อกโกแลตแข็งตัว การละลายช็อกโกแลตโดยวิธีนี้ ใช้กับช็อกโกแลตได้ทุกรูปแบบ เหมาะสำหรับการละลายเพื่อนำไปเป็นส่วนประกอบในการทำของหวานต่างๆ เช่น เป็นส่วนประกอบของซอส เค้ก หรือมูส เป็นต้น แต่ถ้าเป็นการละลายเพื่อนำไปขึ้นรูป และพักให้แข็งตัวอีกที จะไม่สามารถใช้กับคูเวอร์เจอร์ช็อกโกแลต ซึ่งควรจะใช้วิธีเทมเปอร์ริ่งจึงเหมาะสมกว่า (พล, 2559)

2.3 น้ำตาล

น้ำตาล (Sugar) คือ สารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ให้รสชาติหวานและให้พลังงาน น้ำตาลปริมาณ 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี และน้ำตาล 1 ช้อนชาให้พลังงาน 20 กิโลแคลอรี โดยทั่วไปจะผลิตมาจากอ้อย เรียกว่า น้ำตาลทราย แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ายังไม่ได้ทำเป็นน้ำตาลทรายจะเรียกว่า น้ำตาลดิบ ผลิตจากมะพร้าวจะเรียกว่า น้ำตาลมะพร้าว ผลิตจากต้นตาลจะเรียกว่า ตาลโตนด และผลิตจากหัวบีท (Sugar beet)

2.3.1 ประเภทของน้ำตาล

ประเภทของน้ำตาลแบ่งตามโครงสร้าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharide) และน้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide)

2.3.1.1 น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

เป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กที่สุด สามารถละลายน้ำได้ดี เมื่อรับประทานเข้าไปร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านการย่อยอีก น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่สำคัญได้แก่

1) น้ำตาลกลูโคส (glucose) มีอยู่ในธรรมชาติทั่วไปในส่วนต่างๆของพืช ผัก ผลไม้ เป็นน้ำตาลที่สลายให้พลังงานมากที่สุดในสิ่งมีชีวิต มีความหวานเป็นที่สองรองจากน้ำตาลฟรักโทส น้ำตาลกลูโคสเป็นน้ำตาลชนิดเดียวในกระแสเลือดของมนุษย์ที่ได้จากการย่อยคาร์โบไฮเดรตจึงเรียกว่า น้ำตาลในเลือด (blood sugar)

2) น้ำตาลฟรักโทส (fructose) เป็นน้ำตาลที่มีรสหวานกว่าน้ำตาลชนิดอื่น ได้จากการย่อยสลายน้ำตาลซูโครส พบมากในน้ำผึ้ง นอกจากนี้ยังพบในเกสรดอกไม้ ผัก ผลไม้ ที่มีรสหวาน

3) น้ำตาลกาแล็กโตส (galactose) น้ำตาลชนิดนี้เราไม่พบในธรรมชาติ เพราะปกติจะรวมอยู่กับน้ำตาลกลูโคสเป็นน้ำตาลแล็กโตสที่มีอยู่เฉพาะในอาหารพวกนม

2.3.1.2 น้ำตาลโมเลกุลคู่

จัดอยู่ในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตที่ให้รสหวาน เป็นน้ำตาลที่เกิดจากการรวมกันของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุล ซึ่งอาจเป็นน้ำตาลชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกันก็ได้ สามารถละลายน้ำได้ต่างกันออกไป คือ น้ำตาลซูโครสละลายน้ำได้ดี น้ำตาลมอลโทสละลายน้ำได้ค่อนข้างดี ส่วนน้ำตาลแล็กโทสละลายน้ำได้เล็กน้อย แต่เมื่อสิ่งมีชีวิตรับประทานเข้าไป ร่างกายจะไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันที ต้องทำให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวก่อน น้ำตาลโมเลกุลคู่ที่สำคัญได้แก่

1) ซูโครส (Sucrose) หรือน้ำตาลทราย เป็นน้ำตาลที่เรารับประทานกันมากกว่าคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ พบในพืชทั่วไป เช่น ผลไม้สุก อ้อย และหัวบีท เป็นต้น เมื่อย่อยสลายจะได้น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโทส

2) แล็กโทส (Lactose) น้ำตาลชนิดนี้ไม่พบในพืช พบได้เฉพาะในน้ำนมสัตว์ จึงเรียกว่า น้ำตาลนม เมื่อย่อยสลายจะได้น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกาแล็กโทส

3) มอลโทส (Maltose) ไม่พบในรูปอิสระตามธรรมชาติ แต่พบมากในเมล็ดข้าวที่กำลังงอกหรือน้ำที่สกัดจากข้าวงอก ผลิตได้จากการการใช้กรดหรือเอนไซม์ย่อยแป้ง เมื่อย่อยสลายจะได้เป็นน้ำตาลกลูโคส 2 โมเลกุล (เกศรินทร์ และคณะ. 2555 ; MedThai. 2560)

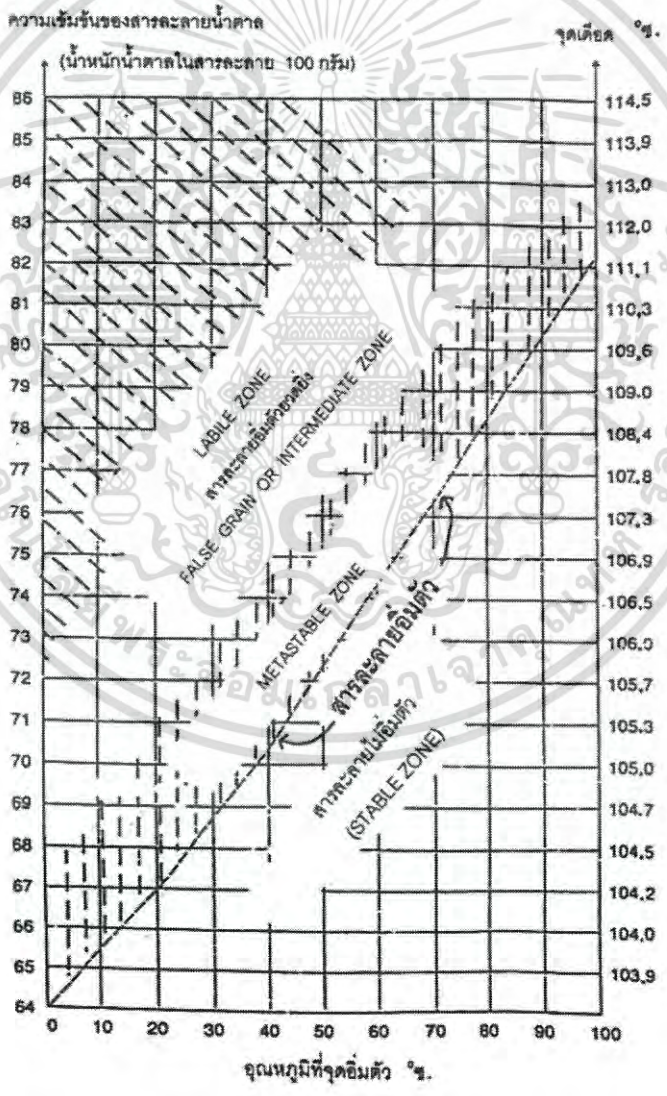
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 สมบัติของน้ำตาล

1) ความหวาน (Sweetness) เป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนา และสามารถแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ ปัจจุบันค่าความหวานของน้ำตาลใช้น้ำตาลซูโครสเป็นมาตรฐานของความหวานเพื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลชนิดอื่น

2) การละลายน้ำ (Solubility) ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาลขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงการละลายของน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น ที่อุณหภูมิห้อง (20°C) น้ำตาลจะละลายได้ที่ความเข้มข้นสูงสุดประมาณร้อยละ 67 โดยน้ำหนัก สามารถวัดด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า รีแฟรกโตมิเตอร์ (Refractometer) ใช้หลักการวัดค่าการหักเหของแสงมีหน่วยวัดคือ บริกซ์ (brix)

3) จุดเดือดของสารละลายน้ำตาล ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้กับสารละลายน้ำตาลที่อิ่มตัวแล้ว น้ำตาลจะละลายได้เพิ่มขึ้นอีก และจุดเดือดของสารละลายจะเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงการละลายของน้ำตาลซูโครสและจุดเดือดของสารละลายที่บรรยากาศปกติ
ที่มา: สุวรรณา (2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การดูดและการเก็บรักษาความชื้น ผลึกน้ำตาลบริสุทธิ์มีสมบัติดูดความชื้นเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) เกินกว่าร้อยละ 75 น้ำตาลทรายจะดูดความชื้นได้เร็วและจับตัวกันเป็นก้อน

5) การให้สารสีน้ำตาลในอาหาร สารสีน้ำตาลที่มาจากน้ำตาลเป็นรงควัตถุที่เกิดจากการไหม้ของน้ำตาล ซึ่งการทำให้เกิดการไหม้ของน้ำตาลจนมีสีน้ำตาล เป็นวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดสีของน้ำตาลสำหรับผสมหรือผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้ผสมซีอิ้วดำ ซอสถั่วเหลือง และน้ำอัดลม เป็นต้น (สุวรรณา, 2543)

2.4 ผลิตภัณฑ์ที่ทำชั้นเคลือบด้วยน้ำตาล

ผลิตภัณฑ์ที่ทำชั้นเคลือบด้วยน้ำตาล (Sugar panning) คือกระบวนการสร้างชั้นเคลือบทีละชั้นเพื่อเพิ่มความหนาให้แก่ตัวกลาง โดยการใช้ชั้นของเหลวหรือของแข็งใส่ลงไปอย่างต่อเนื่องในหม้อเคลือบแบบหมุน โดยมีหรือไม่มีการใช้อากาศร้อนหรือเย็น (Lynch, 1992) ชั้นเคลือบอาจมีลักษณะแข็งหรือนิ่ม ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของส่วนผสมที่ใช้เคลือบและวิธีการที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ วิธีการเคลือบผลิตภัณฑ์สามารถจำแนกได้ดังนี้

2.4.1 การเคลือบแบบนิ่ม (soft-panned confections) คือกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะชั้นเคลือบอ่อนนิ่ม โดยไม่ใช้ลมร้อนในการทำแห้ง (Alikonis, 1979) โดยทั่วไปนิยมเตรียมส่วนประกอบชั้นเคลือบจากน้ำเชื่อมไม่อิ่มตัว อาทิ กลูโคสไซรัป หรือน้ำตาลผสมกลูโคสไซรัป เป็นต้น เคลือบให้ทั่วตัวกลาง แล้วใช้น้ำตาลเม็ดเล็กละเอียดหรือน้ำตาลป่น ดูดซับความชื้นบริเวณผิวหน้าเพื่อป้องกันการซึมผ่านของความชื้นไปยังชั้นต่อไป ความเร็วรอบของหม้อเคลือบที่ใช้ทั่วไปประมาณ 25 - 30 รอบต่อนาที (Alikonis, 1979) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเคลือบแบบนิ่มที่รู้จักกันมากในท้องตลาดได้แก่ เยลลี่รูปถั่ว (Jelly beans)

รูปที่ 2.3 ผลิตภัณฑ์หลังจากการเคลือบนิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การเคลือบแบบแข็ง (hard-panned confections) คือกระบวนการผลิตที่ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะชั้นเคลือบแข็ง จากการจับตัวเป็นชั้นของน้ำตาล ทำได้โดยการเคลือบตัวกลางด้วยน้ำเชื่อมให้เหนียว แล้วเป่าลมแห้ง ให้น้ำตาลตกผลึกเป็นชั้นๆ ความหนาแต่ละชั้นโดยเฉลี่ยประมาณ 10 ถึง 14 ไมโครเมตร ทำซ้ำหลายๆชั้น จนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวเรียบกรอบ แข็ง รูปร่างเหมือนตัวกลางที่ใช้เดิม แต่ขนาดใหญ่ขึ้นความเร็วรอบของหม้อเคลือบที่ใช้ทั่วไป 15-25 รอบต่อนาที (Alikonis, 1979) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเคลือบแบบแข็งที่รู้จักกันมากในท้องตลาดได้แก่ ขนมเคลือบช็อกโกแลต ยี่ห้อ m&m และเม็ดยาต่างๆ

รูปที่ 2.4 ผลิตภัณฑ์หลังจากการเคลือบแข็ง

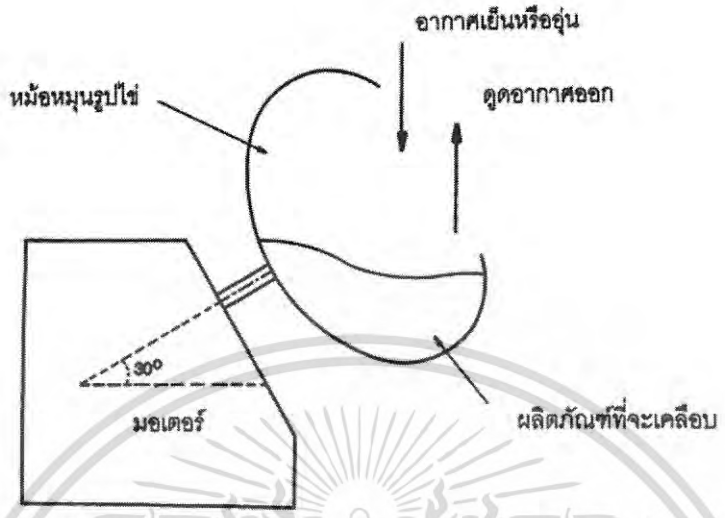
2.4.3 การเคลือบเงา (Wax-panned confections) คือกระบวนการเคลือบผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านการเคลือบนิ่มหรือการเคลือบแข็ง เป็นการทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะชั้นเคลือบมันเงาสวยงาม ป้องกันปฏิกิริยาทางเคมี ในการเตรียมผลิตภัณฑ์ก่อนการเคลือบเงาต้องพักผลิตภัณฑ์ 1 - 2 วัน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เข้าสู่สภาวะสมดุล เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของความชื้น และวอเตอร์แอคติวิตีทำให้ผลิตภัณฑ์หลังเคลือบเงามีสีคล้ำหมอง (Groves. 1978 ; Isganitis. 1993) และความชื้นบริเวณผิวอาหารทำให้สารเคลือบเงาเกาะติดยาก ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะไม่เรียบ (สุวรรณา. 2543 ; Troutman. 2000) ปริมาณสารเคลือบเงาที่ใช้จะอยู่ในช่วงร้อยละ 0.05 - 1 ของตัวกลาง

2.5 หม้อเคลือบแบบหมุน

หม้อเคลือบแบบหมุน (Panning machine) คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลือบ มีลักษณะเป็นหม้อปากกว้างอาจจะเป็น รูปกลม รูปไข่ หรือรูปลูกแพร ผิวภายในหม้อเคลือบแบบหมุนไม่เรียบหรือหยาบเกินไป เพราะถ้าผิวลื่นมาก ตัวกลางจะไม่สามารถกลิ้งได้ ถ้าหยาบมากเกินไปอาจทำให้ครูดผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของชั้นเคลือบให้เสียหายได้ โดยทั่วไปหม้อเคลือบที่ใช้จะเอียงทำมุมประมาณ 30 องศาหรือปรับมุมได้ วัสดุที่ใช้ผลิตนิยมทำด้วยทองแดงหรือเหล็กกล้าไร้สนิม



รูปที่ 2.5 ลักษณะของหม้อที่ใช้ในการทำชั้นเคลือบด้วยน้ำตาล
ที่มา: สุวรรณา (2543)

ส่วนประกอบหลักของหม้อเคลือบประกอบไปด้วย ส่วนหม้อเคลือบ ทำหน้าที่บรรจุวัสดุที่ใช้สำหรับกระบวนการเคลือบ มอเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวขับให้หม้อเคลือบหมุน ทำให้วัสดุที่จะถูกเคลือบเหวี่ยงขึ้นและตกกลับลงมา ทำให้เกิดการผสมที่ดีมากเพราะพื้นที่ผิวภายในหม้อเพิ่มขึ้น และท่อลมทำหน้าที่เป่าอากาศเข้าไปภายในหม้อเคลือบ ในการเคลือบถ้าใส่ตัวกลางลงไปมาก จะทำให้เกิด Dead zone ขึ้นภายในหม้อซึ่งเป็นบริเวณที่ตัวกลางมีการเคลื่อนที่น้อยมาก จึงมีข้อเสนอแนะให้ใส่ตัวกลางเพียง 1 ใน 3 ของความจุหม้อเคลือบ (สุวรรณา, 2543)

รูปที่ 2.6 บริเวณที่ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการเคลื่อนที่ (Dead zone) ภายในหม้อหมุน
ที่มา: สุวรรณา (2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร

ลักษณะทางเนื้อสัมผัสในอาหารเป็นผลประกอบกันของคุณสมบัติทางเคมีและของสารนั้นๆ ดังนั้นลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารจึงมีความจำเป็นและสำคัญอย่างมากต่อการยอมรับของผู้บริโภค และจากคุณสมบัติดังกล่าวนี้นำไปสู่การคิดค้นวิธีการประเมินโดยการใช้ประสาทสัมผัสของมนุษย์ นอกจากนี้ยังมีการนำคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสมาประยุกต์หรือดัดแปลงให้อยู่ในรูปของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดเนื้อสัมผัสที่มีความสะดวกสบาย และรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการใช้เครื่องมือ สามารถแบ่งวิธีการประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการใช้เครื่องมือออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

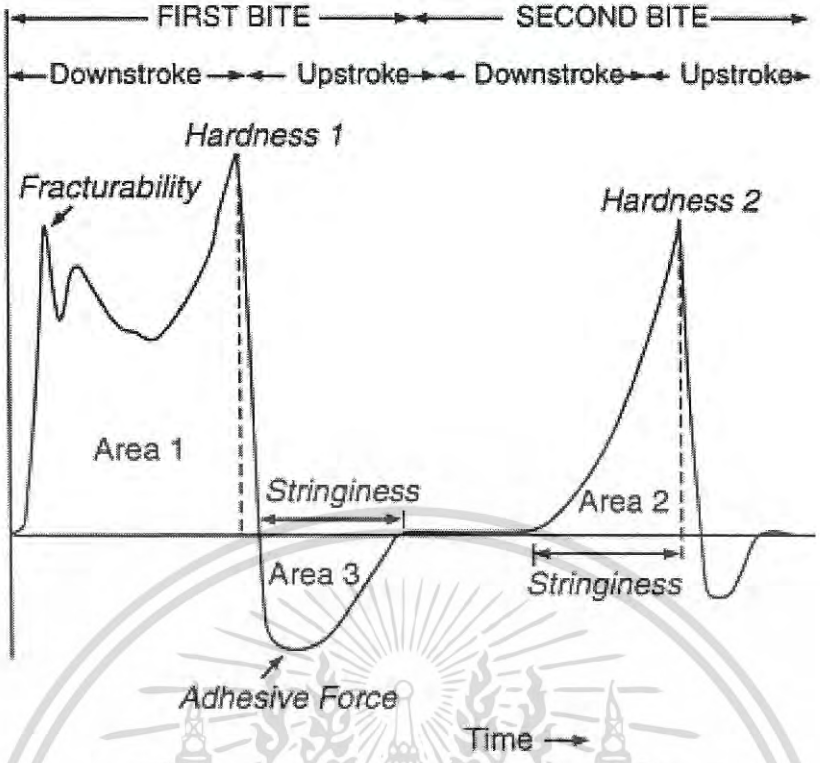
1) วิธีการวัดค่าพื้นฐานทางวัสดุศาสตร์ (Fundamental measurement) เป็นวิธีการเกี่ยวข้องกับค่าแรงที่มากระทำต่อตัวอย่างซึ่งได้แก่ แรงกด และแรงกดอัด แรงดึง แรงตัดและแรงเฉือน เป็นต้น โดยค่าแรงที่กระทำต่อตัวอย่างได้มาจากแรงที่หัววัดกระทำต่อตัวอย่างในแนวตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างที่ทำการทดสอบ ในขณะที่ในตัวอย่างก็จะเกิดแรงต้านต่อแรงที่มากระทำเพื่อพยายามรักษาสมดุลรูปร่างของตัวอย่างให้คงรูปเดิม

2) วิธีการวัดค่าแบบประยุกต์ (Empirical measurement) เป็นวิธีการวัดค่าเนื้อสัมผัสที่ถูกออกแบบเพื่อให้มีความเหมาะสมกับงานที่นำไปใช้ โดยเฉพาะงานควบคุมคุณภาพในโรงงานอุตสาหกรรม

3) วิธีการเลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์ (Imitative measurement) วิธีการนี้จะออกแบบเครื่องมือให้มีหลักการทำงานคล้ายกับการเคี้ยวของมนุษย์ โดยเป็นเครื่องมือแบบเดียวกันกับวิธีการวัดค่าพื้นฐานทางวัสดุศาสตร์ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัดค่าด้วยวิธีการนี้ ได้แก่ Texture Analysis

การวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture Profile Analysis เป็นการวัดค่าพารามิเตอร์ของเนื้อสัมผัสของอาหารที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีแรงมากระทำ ค่าเนื้อสัมผัสจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำกับตัวอย่างต่อเวลา โดยความสูงของกราฟคือแรงกดที่กระทำในแต่ละครั้ง ซึ่งจะแสดงค่าความแข็งของตัวอย่าง (Hardness) นอกจากนี้กราฟที่ได้ยังแสดงถึงแรงกดที่กระทำครั้งแรกซึ่งทำให้เกิดการแตกหักหรือเสียรูปของชิ้นงาน (Fracturability), ขอบเขตของวัสดุที่สามารถเสียรูปก่อนที่จะเกิดการแตกหัก (Cohesiveness), อัตราการคืนรูปของวัสดุหลังจากถูกกด (ธัญญาภรณ์, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 กราฟที่ได้จากการทำ Texture Profile Analysis
ที่มา : ธัญญาภรณ์ (2549)

2.7 วอเตอร์แอคติวิตีสำหรับขนมหวานและอายุการเก็บรักษา

วอเตอร์แอคติวิตี (Water Activity) คือค่าที่แสดงระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร จึงมีผลโดยตรงต่อการกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร ใช้ในการประเมินว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเป็นหรือไม่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเสีย เพราะเชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ภายใต้ค่าวอเตอร์แอคติวิตีที่จำกัด โดยเราจะทำให้อาหารมีค่าวอเตอร์แอคติวิตีต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้ เช่น แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตีต่ำกว่า 0.9 และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตที่ค่าวอเตอร์แอคติวิตีต่ำกว่า 0.7 (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2546)

นอกจากการควบคุมค่าวอเตอร์แอคติวิตีแล้ว สภาวะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ต่างกัน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ยังส่งผลต่ออายุการเก็บด้วยเช่นกัน นอกจากการควบคุมค่าวอเตอร์แอคติวิตีแล้ว ยังสามารถใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า Hurdle Technology ซึ่งเป็นการผสมผสานเทคนิคการถนอมอาหารแบบต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน เช่น การใช้อุณหภูมิสูง การควบคุมค่า pH การใช้สารกันเสีย การเติมส่วนผสม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำแนกประเภทอาหารตามค่าวอเตอร์แอคติวิตี สามารถแบ่งอาหารออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) อาหารสด (fresh food) เป็นอาหารกลุ่มที่เน่าเสียง่าย อาหารประเภทนี้จะมีค่าวอเตอร์แอคติวิตีมากกว่า 0.85 ตัวอย่างอาหารเช่น เนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ อาหารทะเล

2) อาหารกึ่งแห้ง (intermediate moisture food) หมายถึง อาหารที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตีระหว่าง 0.6-0.85 เช่น นมข้นหวาน ผลไม้แช่อิ่ม กุ้งปรุงรส

3) อาหารแห้ง (dried food) หมายถึงอาหารที่มีค่าวอเตอร์แอคติวิตีน้อยกว่า 0.6 เช่น นมผง ผลไม้อบแห้ง กุ้งแห้ง น้ำผลไม้ผง เก๊กฮวยผงชงดื่ม กระชายผงชงดื่ม หมูหยอง (พิมพ์เพ็ญและเกียรติคุณ, 2556)

ในผลิตภัณฑ์ประเภทขนมหวานมีค่าวอเตอร์แอคติวิตีอยู่ในช่วง 0.25 - 0.85 (Bussiere และ Serpelloni, 1985)

ตารางที่ 2.2 ค่าวอเตอร์แอคติวิตีของผลิตภัณฑ์ประเภทขนมหวาน

Products	Water Activity	Moisture	Total sugars
Boiled sweets	0.25-0.40	2-5%	35-60%
Caramels Toffees Fudge	0.45-0.60	6-10%	40-70%
Chewy sweets	0.46-0.60	6-10%	40-60%
Nougat	0.40-0.65	5-10%	30-60%
Marshmallow	0.60-0.75	12-20%	40-65%
Gums Jellies Liquorices	0.50-0.75	8-22%	30-75%
Candied fruit	0.70-0.80	20-30%	35-100%
Jams	0.80-0.85	30-40%	0-70%
Fondants Creams	0.65-0.80	10-18%	15-30%
Chewing-gum	0.40-0.65	3-6%	20-35%
Soft coating	0.40-0.65	3-6%	20-30%
Hard coating	0.40-0.75	0-1%	0-20%
Lozenges Tablets	0.40-0.75	0-1%	0-5%

ที่มา: Bussiere และSerpelloni (1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การประเมินทางประสาทสัมผัส

ในปัจจุบันความสำคัญของการใช้ประสาทสัมผัสเป็นสิ่งที่ปฏิเสธไม่ได้ว่าเป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดลักษณะของผลิตภัณฑ์และการยอมรับผลิตภัณฑ์ จึงจำเป็นต้องตรวจวิเคราะห์ลักษณะของผลิตภัณฑ์และระดับของคุณภาพเพื่อให้สอดคล้องกับระดับความชอบของผู้บริโภค

การทดสอบความชอบหรือการยอมรับ เป็นวิธีการที่วัดความชอบ โดยวัดจากความรู้สึกส่วนตัวของผู้ทดสอบชิมที่ตอบสนองต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่กำลังทดสอบการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยการทดสอบนี้ เป็นการวัดความชอบจากความรู้สึกส่วนตัวของผู้บริโภคที่ไม่มีการฝึกฝน ซึ่งด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องใช้ผู้ทดสอบที่มีประชากรมาก เพื่อให้ได้ค่าที่สรุปและผลในการวิเคราะห์ทางสถิติมีผลเป็นที่น่าพอใจ

การใช้สเกล (Hedonic scaling) เป็นวิธีการทดสอบที่อ้างถึงความพอใจทางจิตวิทยาและลำดับของความไม่พอใจของผู้บริโภค เพื่อวัดสภาวะทางจิตวิทยาโดยตรง วิธีดังกล่าวเป็นการวัดการยอมรับอย่างแท้จริงจากปฏิกิริยาของผู้บริโภคในเทอมของระดับการชอบ/ไม่ชอบของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดให้ภายใต้สภาวะที่กำหนดไว้ ตัวอย่างแบบสอบถามในกรณีนี้ได้แก่ 9-point hedonic scaling (ไพโรจน์, 2545)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(Troutman และคณะ, 2000) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของความชื้นผ่านชั้นของเจลลี่บีน โดยการถ่ายภาพด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้ศึกษาการเคลื่อนที่ของความชื้น โดยพิจารณาจากความชื้น วอเตอร์แอคติวิตี น้ำหนักของเจลลี่บีนที่เปลี่ยนไปหลังการเคลือบในช่วงเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนการเคลือบเงา โดยแบ่งการเคลือบออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การเคลือบนิ่มและเคลือบแข็ง จากนั้นจึงเคลือบเงา และการพิจารณาความชื้น เก็บตัวอย่างที่ผ่านการแยกระหว่างชั้นเคลือบกับตัวกลาง แล้วเก็บใส่ขวดแก้วปิดสนิททันทีที่หลังการเคลือบทุกๆ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยควบคุมสภาวะ 21.1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 70±5% ความชื้นจะถูกวัดโดยการเจือจางสารละลาย 10 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง ต่อมาตัวอย่างจะถูกผสมกันด้วยน้ำวนเพื่อกระจายตัวกลางในตัวทำละลายและเก็บไว้ประมาณ 24 ชม. ก่อนการวิเคราะห์ความชื้น เพื่อให้ความชื้นในศูนย์กลางสกัดเข้าสู่สารละลาย โดยผลการทดลองพบว่าความชื้นลดลง จากการพิจารณาค่าวอเตอร์แอคติวิตี เก็บตัวอย่างที่ผ่านการเคลือบทุกๆ 2 ชั่วโมง จนครบ 48 ชั่วโมง มาวัดค่า พบว่าค่าวอเตอร์แอคติวิตีลดลง และจากการพิจารณาโดยการชั่งน้ำหนัก เก็บตัวอย่างที่ผ่านการเคลือบทันที และ 48 ชั่วโมง มาชั่งน้ำหนัก พบว่าน้ำหนักเจลลี่บีนหลังเคลือบลดลง 0.29% (w/w) เนื่องมาจากเกิดการถ่ายเทความชื้นระหว่างชั้นเคลือบกับใจกลาง และชั้นเคลือบกับสิ่งแวดล้อม

(Afoakwa และคณะ, 2008) พบว่า ที่อุณหภูมิเหนือเทมเปอร์ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของความแข็งและความเหนียว และที่อุณหภูมิต่ำกว่าเทมเปอร์ส่งผลให้เกิดสีขาวในผิวและขอบเขต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในของผลิตภัณฑ์ ที่ส่งผลต่อเนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏ ดังนั้นการตระหนักถึงอุณหภูมิเทมเปอร์ที่เหมาะสมในการเตรียมการตกผลึกของดาร์กช็อกโกแลต มีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพระดับดีเยี่ยม หลีกเลี่ยงการเสียหายในโครงสร้าง และลักษณะการละลาย

(Ali และคณะ, 2012) กล่าวว่า กัมอารบิก (Gum Arabic) หรือ กัมอะคาเซีย (Gum acacia) ใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร (Food additive) สารเพิ่มปริมาณ (Bulking agent) ห่อหุ้มสารเพื่อให้กลิ่นรส (Flavor encapsulation) สารเคลือบผิวอาหาร (Glazing agent) สารเพิ่มความข้นหนืด (Thickening agent) สารเพิ่มความคงตัว (Stabilizing agent) ป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล และชะลอการเกิดกลิ่นหืน โดยในงานด้านการเคลือบอาหารด้วยช็อกโกแลต จะเลือกใช้ปริมาณ กัมอารบิก (Gum Arabic) โดยเทียบกับสัดส่วนช็อกโกแลต ในอัตราส่วน 10% น้ำหนัก/ปริมาตร ซึ่งจากการศึกษาทำให้ทราบว่ากัมอารบิก สามารถใช้เคลือบอาหารที่ถูกเคลือบด้วยช็อกโกแลตได้ ในอัตราส่วน 10% น้ำหนัก/ปริมาตร และจากการศึกษาทำให้ทราบว่าอีกว่าอุณหภูมิในการเทมเปอร์ริ่งของช็อกโกแลตมีความสำคัญต่อลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัส จึงควรเลือกอุณหภูมิเทมเปอร์ที่เหมาะสมกับชนิดช็อกโกแลตนั้นๆ โดยอุณหภูมิที่ใช้ไม่ควรเกิน 50 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่ไขมันทุกชนิดสามารถละลายได้หมด หากใช้อุณหภูมิที่สูงกว่านี้ จะทำให้ช็อกโกแลตไหม้ได้

(Enevold และคณะ, 2008) พบว่า การเคลือบด้วยชั้นน้ำตาลต้องใช้ความพยามมากกว่าการเคลือบด้วยชั้นไขมัน หนึ่งในชนิดของการเคลือบด้วยชั้นน้ำตาลประกอบด้วยน้ำเชื่อมหลายเลเยอร์ มันคือชั้นน้ำตาลที่บาง จึงจำเป็นต้องทำให้แห้งที่สุดเพื่อความหนาของชั้นที่บาง แข็ง และกรอบเนื่องจากมันเกิดการเปลี่ยนแปลงของผลึกน้ำตาลระหว่างการเคลือบ panning การเคลือบที่ลักษณะคล้าย ๆ กันนี้ เช่น M&M, Skittles, Chewing gum pieces, หรือการเคลือบแข็งลูกอมอื่นๆ

(Silva และคณะ, 2017) พบว่า ไขมันเป็นทางเลือกที่ใช้ในการผลิตช็อกโกแลต ยังสามารถเพิ่มความนุ่มและช่วยต้านการเปลี่ยนสภาพที่จะเกิดการตกผลึกของเนยโกโก้ ในปัจจุบันการผลิตช็อกโกแลตมีความแตกต่างด้านความเข้มข้นของไขมันโกโก้เพื่อการป้องกันการตกผลึกเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 100 วันโดยช็อกโกแลตจะถูกทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิซึ่งความต้านทานการตกผลึกของ CBS (Cocoa Butter Substitutes) และ CBE (Cocoa Butter Equivalents) จะชัดมากขึ้นโดย CB (Cocoa Butter) จะต้านการเปลี่ยนแปลงได้แค่ 3 ช่วงการของเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ในขณะที่ CBS จะต้านการเปลี่ยนแปลงได้ 6 ช่วงการของเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และ CBE จะต้านการเปลี่ยนแปลงได้มากกว่า 6 ช่วงการของเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิค่าเหล่านี้แสดงถึงผลการตอบสนองของการทดสอบโดยใช้ CBS และ CBE ในดาร์กช็อกโกแลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

ตารางที่ 3.1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบ	รายละเอียด	หน้าที่	ที่มา
ถั่วลิสง	น้ำหนักต่อถุง 300 กรัม	วัสดุตัวกลาง	บริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด ตั้งอยู่ที่ 62/3 หมู่ 3 ตำบล บางใหญ่ อำเภอ บางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี น้ำหนักต่อถุง 300 กรัม
ดาร์กช็อกโกแลตคอมพาวด์แบบเม็ด	ดาร์กช็อกโกแลตคอมพาวด์แบบเม็ด มีน้ำหนัก 0.5 กรัมต่อเม็ด	วัตถุดิบในชั้นเคลือบช็อกโกแลต	ตรา Cocoa tree ผลิตโดย บริษัท Cocoa tree จำกัด จังหวัดกรุงเทพฯ
น้ำตาลทราย	น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ 100% น้ำหนักต่อถุง 1 กิโลกรัม	วัตถุดิบในชั้นเคลือบรองพื้นและชั้นเคลือบแข็ง	ตรา มิตรผล ผลิตโดย บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด ตั้งอยู่ที่ 109 หมู่ 10 อำเภอ ด่านช้าง จังหวัด สุพรรณบุรี
น้ำตาลไอซิ่ง	น้ำหนักต่อถุง 400 กรัม	วัตถุดิบในชั้นเคลือบรองพื้น	น้ำตาลไอซิ่งตราอิมพีเรียล ผลิตและจัดจำหน่ายโดย บริษัท เคซีจี คอร์ปอเรชั่น จำกัด 3059-3059/1-3 ถ. สุขุมวิท เขตพระโขนง กรุงเทพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 วัตถุดิบ (ต่อ)

วัตถุดิบ	รายละเอียด	หน้าที่	ที่มา
กัมอารบิก	กัมธรรมชาติ ช่วยป้องกันการการแพร่ผ่านของไขมันสู่ชั้นอื่นๆ น้ำหนักต่อถุง 100 กรัม	วัตถุดิบในชั้นเคลือบรองพื้น	บริษัท เคมีภัณฑ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด
สีผสมอาหาร	สีผสมอาหารชนิด ADILAKE TARTRAZINE แบบผงชนิด Food Grade ความบริสุทธิ์ของสีไม่ต่ำกว่า 85%	วัตถุดิบในชั้นเคลือบสี	บริษัท อดินพ จำกัด
ไททาเนียมไดออกไซด์	สารให้ความขาว นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ลูกอมและขนมหวาน เป็นต้น	วัตถุดิบในชั้นเคลือบรองพื้นและชั้นเคลือบแข็ง	บริษัท Sensient Technologies Thailand Ltd.
สารเคลือบเงา	Capol600 ขนาดขวดบรรจุ 200 กรัม	วัตถุดิบในชั้นเคลือบเงา	บริษัท Topflight Interfoods จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 อุปกรณ์

ตารางที่ 3.2 อุปกรณ์

อุปกรณ์	รายละเอียด	หน้าที่	ที่มา
หม้อเคลือบแบบหมุน	หม้อเคลือบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 41.5 เซนติเมตร ความสูงของเครื่องเท่ากับ 113 เซนติเมตร ความเร็วรอบของหม้อเคลือบ 23 รอบต่อนาที ความเร็วลม 8 เมตรต่อวินาที	เครื่องจักรใช้ในการเคลือบ	-
หม้ออบลมร้อน	รุ่น HW-CO03 แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ความถี่ไฟฟ้า 50 เฮิรตซ์ กำลังไฟฟ้า 1300 วัตต์ ขนาดความจุ 12 ลิตร	อบถั่วลิสง	บริษัท House Worth จำกัด
Refractometer	เครื่องวัดค่าบริกซ์ รุ่น HI 96800 ย่านการวัดตั้งแต่ 0 – 85%		ตรา ฮันน่า
เทอร์โมมิเตอร์	รุ่น TTX110 ย่านการวัดตั้งแต่ -50.0 – 350.0 องศาเซลเซียส	วัดอุณหภูมิ	ebro Electronic GmbH & Co. KG ประเทศ Germany
เตาไฟฟ้า	รุ่น IC – 050 แรงดันไฟฟ้า 220 – 240 โวลต์ ความถี่ไฟฟ้า 50 เฮิรตซ์ กำลังไฟฟ้า 2100 วัตต์	ให้ความร้อน	ตรา Turbora โดย บริษัท นพัช อินเตอร์ จำกัด 105/200-1 หมู่ 1 ถ.เทศปทุม ต.บางขะแยง อ.ปทุมธานี จ. ปทุมธานี 12000
ช้อนตวง	ช้อนตวงขนาด 1 ช้อนโต๊ะ และ ช้อนตวงขนาด 1 ช้อนชา	ใช้ตวงสารละลาย	-
หม้อสแตนเลสขนาดกลาง	ภาชนะที่ใช้สำหรับการเตรียมสารละลาย	ใส่และเตรียมส่วนผสม	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวางแผนการทดลอง

อาศัยแผนการทดลองแบบ Factorial Designs 2 ปัจจัย ทำการทดลอง 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 18 การทดลอง โดยกำหนดตัวแปรที่ศึกษาดังนี้

- ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในสารละลายเคลือบแข็ง ระดับของปัจจัยได้แก่ 70 และ 75 องศาบริกซ์
- จำนวนชั้นเคลือบ ระดับของปัจจัยได้แก่ 16, 32 และ 48 ชั้นต่อชั้นเคลือบแข็ง

3.3 หลักการทดลอง

รูปที่ 3.1 ภาพตัดขวางต้นแบบผลิตภัณฑ์ขนมหวานเคลือบช็อกโกแลต

แบ่งขั้นตอนการเคลือบผลิตภัณฑ์ออกเป็น 5 ขั้นตอน

1) การเคลือบช็อกโกแลต (Chocolate coating) เริ่มจากการนำวัสดุตัวกลางใส่ในหม้อเคลือบ เติมช็อกโกแลตเหลวที่ได้จากการนำช็อกโกแลตมาละลาย จากนั้นเป่าลมเย็นจนแห้ง ทำการเคลือบซ้ำ เพื่อเพิ่มรสชาติให้แก่ผลิตภัณฑ์

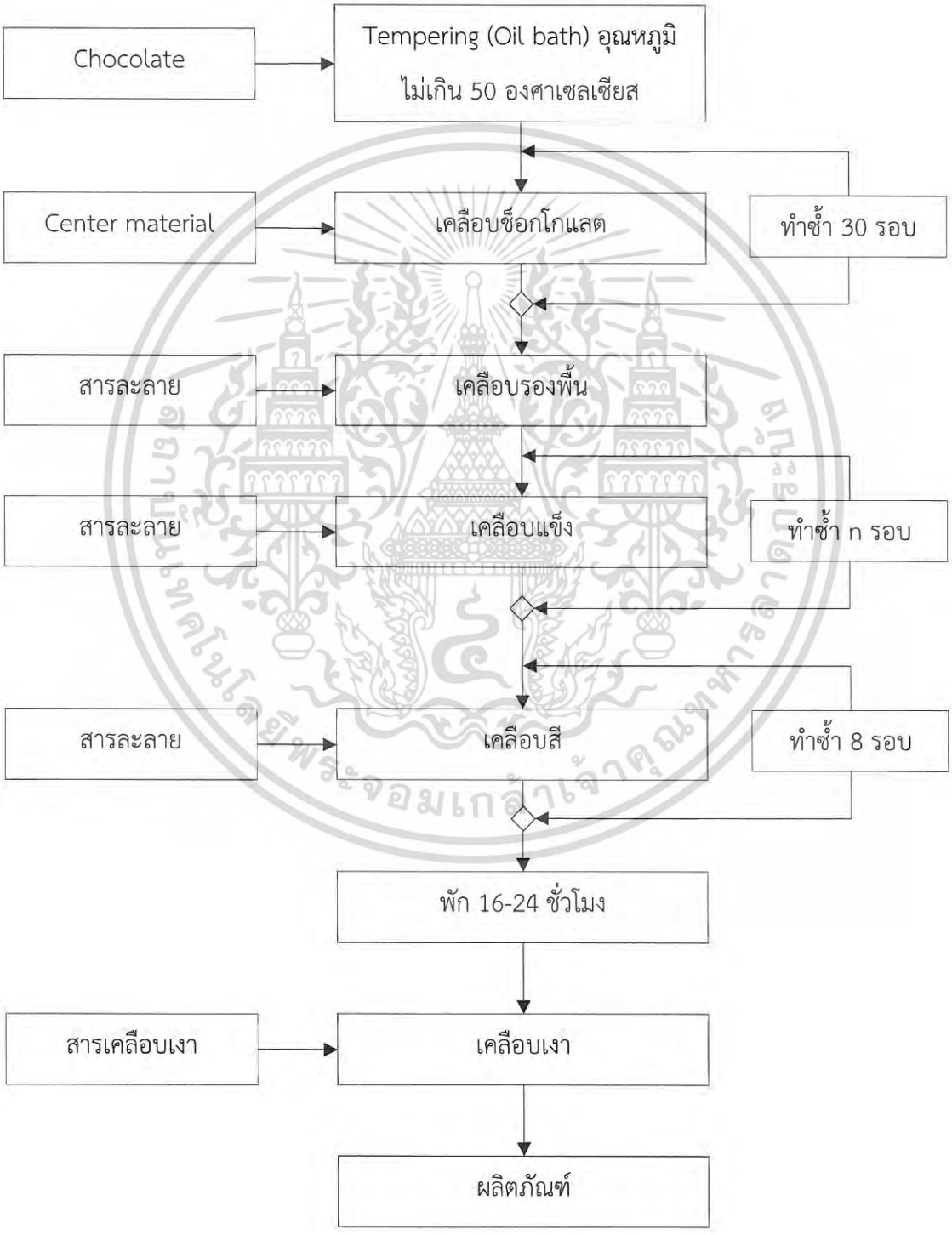
2) การเคลือบรองพื้น (Pre-seal coating) นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเคลือบช็อกโกแลตแล้ว มาเคลือบด้วยสารละลายเพื่อช่วยให้ชั้นเคลือบแข็งสามารถยึดติดกับชั้นเคลือบช็อกโกแลตได้ดียิ่งขึ้น

3) การเคลือบแข็ง (Hard coating) นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเคลือบรองพื้น มาเคลือบด้วยสารละลาย เพื่อให้มีเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่แข็งกรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การเคลือบสี (Color coating) นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเคลือบแข็ง มาเคลือบด้วยสารละลายที่มีส่วนผสมเหมือนกับสารละลายที่ใช้ในการเคลือบแข็ง แต่มีส่วนผสมเพิ่มเติมคือ สีผสมอาหาร เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีสันสวยงาม

5) การเคลือบเงา เป็นขั้นตอนสุดท้าย นำผลิตภัณฑ์มาเคลือบด้วยสารเคลือบเงาลงไป จากนั้นปล่อยทิ้งไว้จนผลิตภัณฑ์เกิดความมันเงา



รูปที่ 3.2 กระบวนการผลิตขนมหวานเคลือบช็อกโกแลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมตัวอย่าง

3.4.1.1 การเตรียมวัสดุตัวกลาง

วัสดุตัวกลางที่ใช้ในการทดลองคือ ถั่วลิสง ตราท็อปส์ ผลิตโดยบริษัท ไร่ธัญญะ จำกัด จังหวัดนนทบุรี มาคัดแยก โดยเลือกเฉพาะเม็ดที่สมบูรณ์เท่านั้น อบด้วยหม้ออบลมร้อนที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที

รูปที่ 3.3 การอบถั่วลิสงในหม้ออบลมร้อน

3.4.1.2 การเตรียมถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลต

นำถั่วลิสงที่ผ่านการอบ ใส่ในหม้อเคลือบแบบหมุน เติมช็อกโกแลตเหลวที่ได้จากการนำดาร์กช็อกโกแลตคอมพาวด์แบบเม็ด ตรา Cocoa tree ผลิตโดยบริษัท Cocoa tree จำกัด จังหวัดกรุงเทพฯ มาละลายโดยกำหนดอุณหภูมิช็อกโกแลตไม่เกิน 50 องศาเซลเซียสเป่าลมเย็นจนแห้ง เคลือบซ้ำจำนวน 30 รอบ โดยมีส่วนประกอบดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ส่วนประกอบของชั้นเคลือบช็อกโกแลต

วัตถุดิบ	ร้อยละ (%)
ถั่วลิสง	20.00
ช็อกโกแลต	80.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 การละลายช็อกโกแลตเหลว

3.4.2 การทดลองเบื้องต้นในชั้นเคลือบรองพื้น

นำวัสดุตัวกลางที่ผ่านการเคลือบช็อกโกแลตมาเคลือบรองพื้น โดยมีส่วนประกอบพื้นฐานของสารละลายดังตารางที่ 3.4-3.5 โดยเคลือบสารละลายเปียก จากนั้นปล่อยกลิ้ง แล้วจึงเติมส่วนผสมแห้งตามลำดับ จากนั้นเป่าลมเย็นจนแห้ง

ตารางที่ 3.4 ส่วนประกอบของสารละลายเปียก

ส่วนประกอบ	ร้อยละ (%)
แป้งสาลี	3.38
ไททาเนียมไดออกไซด์	0.76
น้ำเปล่า	47.93
น้ำตาลทราย	47.93

ตารางที่ 3.5 ส่วนประกอบของส่วนผสมแห้ง

ส่วนประกอบ	ร้อยละ (%)
แป้งสาลี	60.00
น้ำตาลไอซิ่ง	40.00

3.4.3 การทดลองเบื้องต้นในชั้นเคลือบแข็ง

นำวัสดุตัวกลางที่ผ่านการเคลือบชั้นรองพื้นมาเคลือบแข็ง โดยมีส่วนประกอบพื้นฐานของสารละลายดังตารางที่ 3.6 จากนั้นปล่อยกลิ้ง 90 วินาที เป่าลมเย็นจนแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 ส่วนประกอบของสารละลายชั้นเคลือบแข็ง

ส่วนประกอบ	ร้อยละ (%)
น้ำตาลทราย	71.70
น้ำเปล่า	28.30
ไททาเนียมไดออกไซด์	2.00

3.4.4 การทดลองหากระบวนการขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตในชั้นเคลือบแข็ง

3.4.4.1 การเตรียมตัวกลาง

นำตัวอย่างจากข้อ 3.4.1.2 มาเคลือบรองพื้น โดยมีส่วนประกอบดังตารางที่ 3.7 ปล่อยกลิ้ง 60 วินาที จากนั้นเป่าลมเย็น 90 วินาที

ตารางที่ 3.7 ส่วนประกอบของสารละลายชั้นเคลือบรองพื้น

ส่วนประกอบ	ร้อยละ (%)
น้ำเปล่า	60.00
กัมอารบิก	40.00

3.4.4.2 การทดลองในชั้นเคลือบแข็ง

นำตัวอย่างในข้อ 3.4.4.1 มาเคลือบแข็ง โดยมีส่วนประกอบของสารละลายดังตารางที่ 3.8 โดยมีการเติมกัมอารบิกลงในสารละลาย เพื่อช่วยป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล เคลือบซ้ำตามแผนการทดลอง ได้แก่ จำนวนชั้นเคลือบ 16, 32 และ 48 ชั้น และค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในสารละลายเท่ากับ 70 และ 75 องศาบริกซ์ โดยกำหนดให้น้ำหนักของสารละลายที่ใช้เคลือบคงที่

ตารางที่ 3.8 ส่วนประกอบของสารละลายชั้นเคลือบแข็ง

ส่วนประกอบ	ร้อยละ (%)
น้ำเชื่อม	98.60
ไททาเนียมไดออกไซด์	0.90
กัมอารบิก	0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการวัดคุณภาพ

3.5.1 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต

วัดขนาดผลิตภัณฑ์ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ โดย a คือ เส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุด b คือ เส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุดตั้งฉากกับ a และ c คือ เส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a และ b คำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตจากสมการ

$$GMD = \sqrt[3]{abc} \tag{3.1}$$

3.5.2 ค่าความเป็นทรงกลม

วัดขนาดผลิตภัณฑ์ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ โดยคำนวณค่าความเป็นทรงกลมจากสมการ

$$\phi = \frac{\sqrt[3]{abc}}{a} \tag{3.2}$$

3.5.3 ความหนาของชั้นเคลือบ

วัดขนาดผลิตภัณฑ์ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ โดยคำนวณความหนาของชั้นเคลือบจากสมการ

$$T = X - Y \tag{3.3}$$

*X = เส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์หลังเคลือบ

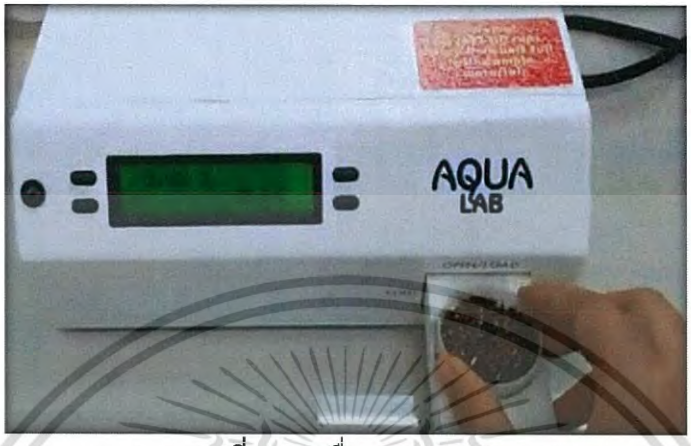
Y = เส้นผ่านศูนย์กลางของผลิตภัณฑ์ก่อนเคลือบ

รูปที่ 3.5 การวัดค่าคุณภาพจากเวอร์เนียคาลิปเปอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 วอเตอร์แอคติวิตี (Water activity, a_w)

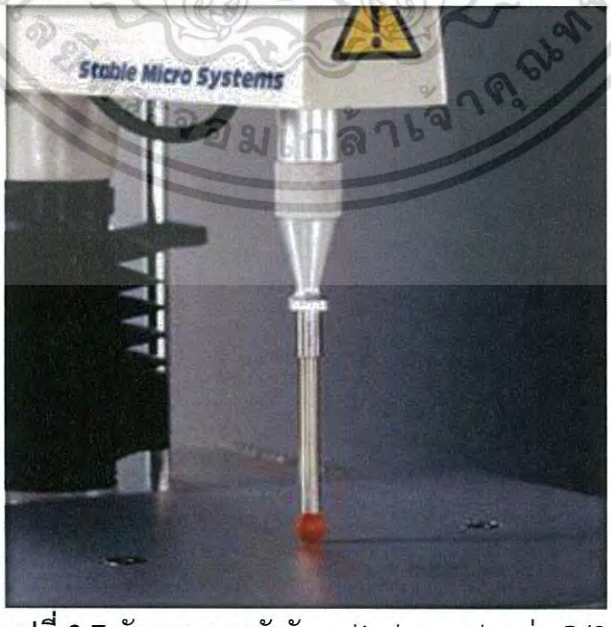
วัดวอเตอร์แอคติวิตีด้วยด้วยเครื่องมือวัดอัตโนมัติ (Series 3 TE, Decagon, USA) โดยวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตีของผลิตภัณฑ์ 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.6 เครื่อง aqua lab

3.5.5 เนื้อสัมผัส (Texture)

วัดค่าด้วยเครื่อง TA.XT.Plus Texture Analyser หัววัด cylinder probe รุ่น P/2 ขนาด 2 มิลลิเมตร ทำการทดสอบในรูปแบบ Penetration test เป็นระยะ strain ร้อยละ 50 ของตัวอย่าง อ่านค่าความแข็งจากค่าแรงสูงสุด ณ จุดแตกหัก กำหนดการเคลื่อนที่ของหัววัดเป็น return to start ใช้อัตราในการเคลื่อนที่ของหัววัดในการกดคือ Pre-test = 1.0 มิลลิเมตร/วินาที Test peed = 0.2 มิลลิเมตร/วินาที Post-test speed = 10 มิลลิเมตร/วินาที



รูปที่ 3.7 ลักษณะของหัววัด cylinder probe รุ่น P/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.6 ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบ

ชั่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังเคลือบแข็ง คำนวณหาค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบจากสมการ

$$\%W = \frac{(A - B)\times 65}{B} \quad (3.4)$$

*A = น้ำหนักผลิตภัณฑ์หลังเคลือบแข็ง

B = น้ำหนักผลิตภัณฑ์ก่อนเคลือบแข็ง

*ค่าร้อยละน้ำหนักก่อนเคลือบแข็ง คือ 65% ของผลิตภัณฑ์สำเร็จ

3.5.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน ด้วยวิธี Univariate ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ยุทธ, 2559) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Tukey's HSD (Honestly Significant Difference)

3.5.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผ่านการเคลือบทั้งหมด 5 ชั้น ได้แก่ เคลือบช็อกโกแลต เคลือบรองพื้น เคลือบแข็ง เคลือบสี และเคลือบเงา โดยวิธีการใช้สเกล (Hedonic scaling) แบบ 9 - point hedonic scaling วิธีการการใช้สเกล (Hedonic scaling) แบบ 9 - point hedonic scaling โดยนำไปทดสอบหาการยอมรับของผู้บริโภคในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี เนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่นและความชอบโดยรวม โดยมีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ ระดับที่ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด และระดับที่ 9 คือชอบมากที่สุด (ปราณี, 2551) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน คือนักศึกษาและบุคลากรของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจำนวน 50 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองเบื้องต้น

จากการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาสภาวะของกระบวนการผลิต พิจารณา 2 ชั้นเคลือบได้แก่ ชั้นเคลือบรองพื้น และชั้นเคลือบแข็ง โดยวัดผลจากการวัดค่าทางประสาทสัมผัสเบื้องต้น

4.1.1 หาสภาวะของกระบวนการผลิตในชั้นเคลือบรองพื้น

การทดลองที่ชั้นเคลือบรองพื้นประกอบด้วยส่วนประกอบแห้งและเปียก แบ่งออกเป็น 4 การทดลอง แสดงผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์ในการเคลือบนิ่ม

การทดลอง	ส่วนประกอบ		จำนวนชั้นที่เคลือบ
	เปียก	แห้ง	
A 1	เพิ่มแป้ง purity gum ในอัตราส่วนที่เท่ากับแป้งสาลี	ใช้สูตรพื้นฐาน	8
A 2	แป้ง purity gum แทนแป้งสาลี	ใช้สูตรพื้นฐาน	8
A 3	แป้ง purity gum แทนแป้งสาลี	icing sugar ต่อ แป้งสาลี 30:70	8
A 4	แป้ง purity gum แทนแป้งสาลี	icing sugarต่อ แป้งสาลี 30:70	2

จากการทดลองเคลือบรองพื้นพบว่า การทดลอง A 3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความหนามาก จึงทดลองลดจำนวนชั้นเคลือบเหลือเพียง 2 ชั้น คือการทดลอง A 4

4.1.2 หาสภาวะของกระบวนการผลิตในชั้นเคลือบแข็ง

ในการทดลองแบ่งออกเป็น 5 การทดลอง แสดงผลดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองพัฒนาผลิตภัณฑ์ในการเคลือบแข็ง

การทดลอง	ส่วนประกอบ hard coating	จำนวนชั้นที่เคลือบ	การทดลอง Soft coating ที่ใช้ในการเคลือบ
B 1	สูตรพื้นฐาน	5	A 3
B 2	น้ำตาล : น้ำ 2:1	16	A 3
B 3	น้ำตาล : น้ำ 2:1	40	A 3
B 4	กลูโคสไซรัปแทนน้ำตาลทราย	8	A 3
B 5	น้ำตาล : น้ำ 2:1	16	A 4

ผลการทดลองเคลือบแข็งดังตารางที่ 4.2 พบว่า การทดลอง B 1, B 2 และ B 3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีความแข็งกรอบ ในการทดลอง B 4 จึงเปลี่ยนชนิดน้ำตาลคือ กลูโคสไซรัป พบว่าผิวของผลิตภัณฑ์เหนียวติดหม้อเคลือบ เนื่องจากน้ำตาลไม่ตกผลึก จึงไม่สามารถทดลองต่อได้ ต่อมาคือการทดลอง B 5 โดยการปรับเปลี่ยนตัวกลางเป็น A 4 ซึ่งมีจำนวนชั้นเคลือบต่ำกว่า A 3 พบว่าผลิตภัณฑ์หลังเคลือบแข็งมีความแข็งกรอบกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองอื่น

รูปที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์จากการทดลอง B 5

ดังนั้นจึงนำการทดลอง B 5 ดังรูปที่ 4.1 มาวัดคุณภาพเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบคือ M&M ดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ B 5 กับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ M&M

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์	B 5	M&M
เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (mm)	15.15	15.75
ความเป็นทรงกลม (%)	94.69	88.08
Hardness (N)	40.5146	34.3646
วอเตอร์แอคติวิตีตัวกลาง	0.496	0.534
วอเตอร์แอคติวิตีชั้นเคลือบ	0.670	0.561

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของผลิตภัณฑ์ B 5 คือ 15.15 มิลลิเมตร ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ M&M คือ 15.75 มิลลิเมตร ค่าความเป็นทรงกลมและค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ B 5 มีค่า 94.69 เปอร์เซ็นต์ และ 40.5146 นิวตัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ M&M ที่มีค่า 88.08 เปอร์เซ็นต์ และ 34.3646 นิวตัน ตามลำดับ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี ตัวกลางของผลิตภัณฑ์ B 5 เท่ากับ 0.496 มีค่าต่ำกว่าตัวกลางของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ M&M ซึ่งมีค่า 0.534 แต่ชั้นเคลือบของผลิตภัณฑ์ B 5 มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี 0.670 ซึ่งสูงกว่าชั้นเคลือบของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ M&M ซึ่งมีค่า 0.561 และผลิตภัณฑ์ B 5 มีช่วงความแตกต่างของค่าวอเตอร์แอคติวิตีระหว่างตัวกลางกับชั้นเคลือบสูง เนื่องจากยังไม่เข้าสู่สภาวะสมดุล

จากผลดังกล่าวจึงปรับปรุงชั้นเคลือบรองพื้นที่มีส่วนประกอบได้แก่ น้ำ แป้งสาลี น้ำตาลทราย และไททาเนียมไดออกไซด์ ที่ทำให้เกิดความชื้นสะสม ซึ่งส่งผลต่อความแข็งกรอบในชั้นเคลือบแข็ง โดยเปลี่ยนส่วนประกอบชั้นรองพื้นที่ใช้เป็นตัวกลางในการทดลองศึกษาค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายเคลือบแข็งที่ 70 และ 75 องศาบริกซ์ และจำนวนของชั้นเคลือบที่ 16, 32 และ 48 ชั้น คือน้ำและกัมอารบิก

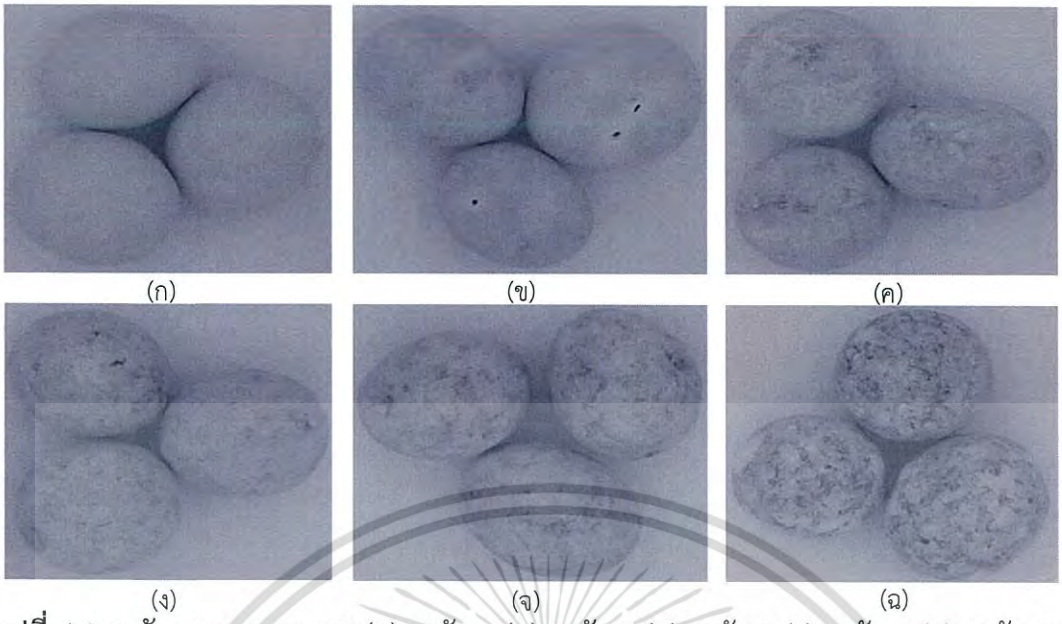
4.2 ผลการทดลองชั้นเคลือบแข็งของถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลต

จากการทดลองเพื่อศึกษาค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายเคลือบแข็งที่ 70 และ 75 องศาบริกซ์ ที่จำนวนชั้นเคลือบ 16, 32 และ 48 ชั้น ตามแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล ได้ผลดังต่อไปนี้

4.2.1 ลักษณะทางกายภาพ

เกณฑ์การประเมินระดับความขรุขระของพื้นผิว จำแนกออกเป็น 6 ระดับดังรูปที่ 4.2 จากการถ่ายภาพผ่านกล่องถ่ายภาพตัวอย่างชิ้นเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ระดับความขรุขระ 1-6 (ก) ระดับ 1 (ข) ระดับ 2 (ค) ระดับ 3 (ง) ระดับ 4 (จ) ระดับ 5 (ฉ) ระดับ 6

ตารางที่ 4.4 ระดับความขรุขระของพื้นผิวที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายและจำนวนชั้นเคลือบต่างกัน

TSS (°brix)	Number of layer (layers)	ระดับความขรุขระ
70	16	6
	32	4
	48	2
75	16	5
	32	3
	48	1

จากตารางที่ 4.4 ระดับความขรุขระลดลงตามจำนวนชั้นเคลือบและค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลาย เนื่องจากสารละลายที่ใช้ในการเคลือบมีค่าของแข็งมาก จะมีปริมาณของแข็งมาก ทำให้ใช้เวลาในการถ่ายเทมวลน้ำต่ำ ผิวของผลิตภัณฑ์จึงไม่เหนียวติดหม้อเคลือบ ซึ่งทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอของพื้นผิว เช่นเดียวกันกับจำนวนของชั้นเคลือบ เพราะจำนวนชั้นเคลือบมาก ปริมาณสารละลายที่ป้อนจะน้อยลง ทำให้ระดับความขรุขระมีค่าลดลง โดยที่ 70 องศาบริกซ์ 16 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลือบ มีระดับความขรุขระสูงสุดคือ 6 และที่ 75 องศาบริกซ์ 48 ชั้นเคลือบ มีระดับความขรุขระต่ำสุดคือ 1

4.2.2 เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต

จากการวิเคราะห์ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตดังตารางที่ 4.5-4.6 พบว่าผลของค่าของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายไม่มีอิทธิพลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต แต่ผลของจำนวนชั้นเคลือบมีอิทธิพลต่อคุณลักษณะดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตที่ 16, 32 และ 48 ชั้น มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับคือ 14.26, 14.46 และ 14.66 มิลลิเมตร เนื่องจากค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายมาก จะมีปริมาณของแข็งมาก จึงทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.5 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน

TSS (°brix)	GMD (mm)
70	14.45 ± 0.23^{ns}
75	14.44 ± 0.19^{ns}

^{ns} แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ $P>0.05$

ตารางที่ 4.6 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน

Number of layer (layers)	GMD (mm)
16	14.26 ± 0.10^{a}
32	14.46 ± 0.12^{ab}
48	14.66 ± 0.17^{b}

$^{a-b}$ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งของกลุ่มตัวอย่างเดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

4.2.3 ความหนาของชั้นเคลือบแข็ง

จากการวิเคราะห์ค่าความหนาของชั้นเคลือบแข็งดังตารางที่ 4.7-4.8 พบว่าผลของค่าของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายไม่มีอิทธิพลต่อความหนาของชั้นเคลือบแข็ง แต่ผลของจำนวนชั้นเคลือบมีอิทธิพลต่อคุณลักษณะดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ค่าความหนาของชั้นเคลือบแข็งที่ 16, 32 และ 48 ชั้น มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับคือ 0.58, 0.76 และ 0.93 มิลลิเมตร เนื่องจากค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายมาก จะมีปริมาณของแข็งมาก จึงทำให้ความหนาของชั้นเคลือบมีค่าเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ค่าความหนาของชั้นเคลือบแข็งที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน

TSS (°brix)	Thickness (mm)
70	0.76 ± 0.19^{ns}
75	0.76 ± 0.19^{ns}

^{ns} แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ P>0.05

ตารางที่ 4.8 ค่าความหนาของชั้นเคลือบแข็งที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน

Number of layer (layers)	Thickness (mm)
16	0.58 ± 0.07^{a}
32	0.76 ± 0.16^{ab}
48	0.93 ± 0.09^{b}

$^{a-b}$ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งของกลุ่มตัวอย่างเดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P≤0.05

4.2.4 การวัดเนื้อสัมผัส

จากการวิเคราะห์ค่าความแข็งสูงสุดของผลิตภัณฑ์ ตารางที่ 4.9 พบว่าผลของจำนวนชั้นเคลือบไม่มีอิทธิพลต่อค่าความแข็งสูงสุด โดยไม่พิจารณาค่าความแข็งสูงสุดที่ 16 ชั้นเคลือบ เนื่องจากระดับความขรุขระของพื้นผิวมีค่าสูงคือ 5-6 ส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของข้อมูลสูง ตารางที่ 4.10 พบว่าผลของค่าของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายมีอิทธิพลต่อค่าความแข็งสูงสุด โดยค่าความแข็งสูงสุดที่ 70 และ 75 องศาบริกซ์ มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับคือ 20.3244 และ 30.6634 นิวตัน เพราะค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายมาก จะมีปริมาณของแข็งมาก ทำให้ต้องใช้แรงในการกดสูงค่าความแข็งสูงสุดจึงมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.9 ค่าความแข็งสูงสุดของผลิตภัณฑ์ที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน

Number of layer (layers)	Hardness (N)
16	-
32	25.2492 ± 7.7038^{ns}
48	25.7386 ± 5.7820^{ns}

^{ns} แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ P>0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ค่าความแข็งสูงสุดของผลิตภัณฑ์ที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน

TSS (°brix)	Hardness (N)
70	20.3244±0.9038[a]
75	30.6634±5.2888[b]

[a-b] ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งของกลุ่มตัวอย่างเดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ $P \leq 0.05$

4.2.5 วอเตอร์แอคติวิตี

จากการวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตีของผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 4.11-4.12 พบว่าผลของค่าของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายและจำนวนชั้นเคลือบมีอิทธิพลต่อค่าวอเตอร์แอคติวิตี แต่ไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (TSS*layers) ทางสถิติ โดยค่าวอเตอร์แอคติวิตีในตารางที่ 4.11 ที่ 70 และ 75 องศาบริกซ์มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับคือ 0.471 และ 0.533 เนื่องจากค่าของแข็งที่ละลายในสารละลายมาก ของแข็งที่เกาะติดผลิตภัณฑ์จะมากตามไปด้วย ทำให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตีมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ถัดไปคือค่าวอเตอร์แอคติวิตีในตารางที่ 4.12 ที่จำนวนชั้นเคลือบ 16, 32 และ 48 ชั้นคือ 0.445, 0.553 และ 0.510 ตามลำดับ พบว่าที่จำนวนชั้นเคลือบ 32 ชั้น มีค่าวอเตอร์แอคติวิตีสูงสุด แต่มีค่าต่ำกว่า 0.6 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของอาหารแห้งที่มีระยะการเก็บรักษายาวนาน

ตารางที่ 4.11 ค่าวอเตอร์แอคติวิตีที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน

TSS (°brix)	Water activity (Aw)
70	0.471±0.047[a]
75	0.533±0.048[b]

[a-b] ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งของกลุ่มตัวอย่างเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.12 ค่าวอเตอร์แอคติวิตีที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน

Number of layer (layers)	Water activity (Aw)
16	0.445±0.032[a]
32	0.553±0.031[c]
48	0.510±0.040[b]

[a-c] ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งของกลุ่มตัวอย่างเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 ร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็ง

จากการวิเคราะห์ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็งดังตารางที่ 4.13-4.14 พบว่าผลของค่าของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายและจำนวนชั้นเคลือบมีอิทธิพลต่อค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็ง แต่ไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (TSS*layers) ทางสถิติ โดยค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็งในตารางที่ 4.13 ที่ 70 และ 75 องศาบริกซ์ มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับคือ 9.05 และ 12.82 เนื่องจากค่าของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายมาก จะมีปริมาณของแข็งเกาะติดที่ผิวของผลิตภัณฑ์มาก ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็งจึงมีค่าเพิ่มขึ้น ถัดไปคือค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็งในตารางที่ 4.14 ที่จำนวนชั้นเคลือบ 16, 32 และ 48 ชั้น มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับคือ 8.19, 10.24 และ 14.38 เพราะเมื่อจำนวนชั้นเคลือบมาก ปริมาณการป้อนน้อย จึงทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์ใช้เวลาในการกลิ้งเหนียวติดหม้อเคลือบต่ำ ส่งผลให้ปริมาณของแข็งของสารละลายเคลือบแข็งติดหม้อเคลือบน้อย และติดผลิตภัณฑ์มาก ทำให้ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็งมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.13 ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็งที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน

TSS (°brix)	Weight of layer hard coating (%)
70	9.05±2.36[a]
75	12.82±3.81[b]

[a-b] ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งของกลุ่มตัวอย่างเดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P≤0.05

ตารางที่ 4.14 ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็งที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน

Number of layer (layers)	Weight of layer hard coating (%)
16	8.19±1.59[a]
32	10.24±2.63[a]
48	14.38±3.41[b]

[a-b] ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งของกลุ่มตัวอย่างเดียวกันแสดงถึงค่าความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ P≤0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 ความเป็นทรงกลม

จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นทรงกลมของผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 4.15-4.16 พบว่าผลของค่าของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายและจำนวนชั้นเคลือบไม่มีอิทธิพลต่อค่าความเป็นทรงกลมของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากตัวกลางที่ใช้ในการเคลือบคือ ถั่วลิสง มีรูปทรงเป็นวงรี หลังผ่านกระบวนการเคลือบ ผลิตภัณฑ์สำเร็จจะมีรูปทรงคล้ายตัวกลาง จึงทำให้ปัจจัยที่ศึกษาไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นทรงกลม

ตารางที่ 4.15 ค่าความเป็นทรงกลมของผลิตภัณฑ์ที่ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลายต่างกัน

TSS (°brix)	Sphericity (%)
70	88.51±1.98^{ns}
75	89.96±2.60^{ns}

^{ns} แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ P>0.05

ตารางที่ 4.16 ค่าความเป็นทรงกลมของผลิตภัณฑ์ที่จำนวนชั้นเคลือบต่างกัน

Number of layer (layers)	Sphericity (%)
16	88.75±2.37^{ns}
32	91.00±2.21^{ns}
48	87.96±1.60^{ns}

^{ns} แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ P>0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 4.17 แสดงค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลต ที่ผ่านการเคลือบทั้งหมด 5 ชั้น โดยในชั้นเคลือบแข็งใช้ค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลาย 75 องศาบริกซ์ จำนวน 48 ชั้นเคลือบมาพิจารณา ซึ่งมีระดับคะแนนของสีเท่ากับ 5.98 คะแนน ระดับความชอบเฉยๆ ระดับคะแนนของกลิ่นเท่ากับ 5.70 คะแนน ระดับความชอบเฉยๆ ระดับคะแนนของรสชาติเท่ากับ 7.18 คะแนน ระดับความชอบปานกลาง ระดับคะแนนของเนื้อสัมผัสเท่ากับ 7.18 คะแนน ระดับความชอบปานกลาง และระดับคะแนนของความชอบรวมเท่ากับ 6.90 คะแนน ระดับความชอบเล็กน้อย โดยข้อเสนอแนะจากผู้ทดสอบพบว่า ลักษณะของสีที่ปรากฏคือ สีเหลือง ไม่สัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับช็อกโกแลต และความมันเงาของผิวน้อย ปรับปรุงโดยการเปลี่ยนเฉดสีที่ใช้ในการเคลือบ และเคลือบเงาให้ผลิตภัณฑ์มีความมันเงามากขึ้น ลักษณะของกลิ่น กลิ่นของผลิตภัณฑ์ไม่มีกลิ่นของขนมหวาน ปรับปรุงโดยการเติมสารแต่งกลิ่น

ตารางที่ 4.17 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

คุณลักษณะ	คะแนน±SD	ร้อยละความไม่ชอบ	ระดับความชอบ/ไม่ชอบ
สี	5.98±1.41	12.00	เฉยๆ
กลิ่น	5.70±1.40	12.00	เฉยๆ
รสชาติ	7.18±1.24	6.00	ชอบปานกลาง
เนื้อสัมผัส	7.10±1.31	6.00	ชอบปานกลาง
ความชอบรวม	6.90±1.13	6.00	ชอบเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ต้นทุนการผลิตถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลตต่อครั้งการผลิต

ต้นทุนการผลิตถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลตทั้งกระบวนการแสดงดังตารางที่ 4.18-4.19 โดยสภาวะในการผลิตชั้นเคลือบแข็งคือ 75 องศาบริกซ์ จำนวน 48 ชั้นเคลือบ ต้นทุนวัตถุดิบคือ 73.58 บาท ค่าไฟฟ้าในการผลิตเท่ากับ 51.38 บาท

ดังนั้นต้นทุนการผลิตถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลตสุทธิต่อครั้งการผลิตเท่ากับ 124.96 บาท โดยได้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์คือ 415 กรัม หรือ 301.11 บาท/กิโลกรัมผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.18 ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลตต่อครั้งการผลิต

ชั้นเคลือบ	วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้ในการผลิต (กรัม)	ราคาวัตถุดิบต่อกิโลกรัม (บาท)	ต้นทุนในการผลิต (บาท)
ตัวกลาง	ถั่วลิสง	100.00	96.67	9.67
เคลือบช็อกโกแลต	ดาร์กช็อกโกแลตคอมพาวด์	400.00	120.00	48.00
เคลือบรองพื้น	กัมอารบิก	8.00	416.00	3.328
	น้ำเปล่า	12.00	0.02	0.00
เคลือบแข็ง	กัมอารบิก	3.91	416.00	1.63
	น้ำเปล่า	121.42	0.02	0.00
	น้ำตาลทราย	306.50	23.50	7.20
	ไททาเนียมไดออกไซด์	2.17	321.00	0.70
เคลือบสี	กัมอารบิก	0.56	41.60	0.02
	น้ำเปล่า	20.46	0.02	0.00
	น้ำตาลทราย	40.88	23.50	0.96
	สีผสมอาหาร	0.31	235.00	0.07
เคลือบเงา	คาปอล	2.50	800.00	2.00
		รวม		73.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ค่าไฟฟ้าในการผลิตถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลตต่อครั้งการผลิต

เครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	เวลาใช้งาน (ชั่วโมง)	พลังงานไฟฟ้า (ยูนิต)	ค่าไฟฟ้า (บาท)
หม้อเคลือบแบบหมุน	3.443	3.50	12.05	33.29
เตาไฟฟ้า	2.000	3.00	6.00	16.58
หม้ออบลมร้อน	1.300	0.42	0.55	1.51
	รวม			51.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาต้นแบบขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตสำหรับอุตสาหกรรมขนาดย่อม เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิต โดยพิจารณาทำการทดลองที่ชั้นเคลือบแข็ง ซึ่งเป็นชั้นที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากที่สุด วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2 ปัจจัย คือค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในสารละลาย 2 ระดับ คือ 70 และ 75 องศาบริกซ์ และจำนวนชั้นเคลือบ 3 ระดับ คือ 16, 32 และ 48 ชั้น พบว่า

- ระดับความขรุขระ เมื่อเพิ่มจำนวนชั้นเคลือบและค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ระดับความขรุขระจะลดลง โดยที่สภาวะ 75 องศาบริกซ์ 48 ชั้น มีระดับความขรุขระต่ำสุด คือ 1
- ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต และค่าความหนาของชั้นเคลือบแข็ง พบว่าเมื่อเพิ่มจำนวนชั้นเคลือบ ทั้งสองค่าดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยจำนวนชั้นเคลือบ 48 ชั้นมีค่าสูงสุด
- ค่าความแข็งสูงสุดของผลิตภัณฑ์ และค่าวอเตอร์แอคติวิตี พบว่าเมื่อเพิ่มจำนวนชั้นเคลือบทั้งสองค่าดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยค่าของแข็งที่ 75 องศาบริกซ์มีค่าสูงสุด
- ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็ง เมื่อเพิ่มจำนวนชั้นเคลือบและค่าของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ค่าร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็งจะเพิ่มขึ้น โดยที่สภาวะ 75 องศาบริกซ์ 48 ชั้นมีค่าสูงสุด
- ค่าความเป็นทรงกลม พบว่าปัจจัยที่ศึกษาไม่ส่งผล เนื่องจากรูปทรงของตัวกลางคือ วงรี จึงไม่ขึ้นกับความเป็นทรงกลม
- ค่าของแข็งที่ละลายได้ในสารละลายและจำนวนชั้นเคลือบไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (TSS*layers) ทางสถิติ ($P>0.05$)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาค่าคุณภาพดังกล่าวพบว่า ระดับปัจจัยที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตชั้นเคลือบแข็งของต้นแบบขนมหวานเคลือบช็อกโกแลตด้วยหม้อเคลือบแบบหมุนคือ 75 องศาบริกซ์ และ 48 ชั้นเคลือบ เมื่อนำผลิตภัณฑ์สำเร็จคือ ถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลตไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.90 คะแนน ซึ่งเป็นค่าที่ผู้บริโภคยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 สรุปกระบวนและสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลต

ชั้นเคลือบ	วัตถุดิบ		กระบวนการ	สภาวะการผลิต
	วัตถุดิบ	ปริมาณ (กรัม)		
ตัวกลาง	ถั่วลิสง	100.00	การอบ	T 160°C , 25 นาที
เคลือบช็อกโกแลต	ดาร์กช็อกโกแลตคอมพาวด์	400.00	การเคลือบ	ควบคุม T 37-50°C ป้อน 30 มล. 30 ชั้นเคลือบ เวลากลิ้ง 45 วินาที เวลาเป่าลม 45 วินาที
เคลือบรองพื้น	กัมอารบิก น้ำเปล่า	8.00 12.00	การเคลือบ	เวลากลิ้ง 60 วินาที เวลาเป่าลม 150 วินาที
เคลือบแข็ง	กัมอารบิก น้ำเปล่า น้ำตาลทราย ไททาเนียมไดออกไซด์	3.91 121.42 306.50 2.17	การเคลือบ	ควบคุม T 60°C ป้อน 5 มล. 48 ชั้นเคลือบ เวลากลิ้ง 90 วินาที เวลาเป่าลม 35 วินาที
เคลือบสี	กัมอารบิก น้ำเปล่า น้ำตาลทราย สีผสมอาหาร	0.56 20.46 40.88 0.31	การเคลือบ	ควบคุม T 60°C ป้อน 5 มล. 8 ชั้นเคลือบ เวลากลิ้ง 60 วินาที เวลาเป่าลม 30 วินาที
เคลือบเงา	คาปอล	2.50	การเคลือบ	กลิ้งจนผิวของผลิตภัณฑ์เงา

รูปที่ 5.1 ถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในห้องผลิตควรรักษาสภาวะความชื้นต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ตลอดทั้งกระบวนการ เพื่อลดความเสี่ยงในการผิดพลาดของการทดลอง เนื่องจากความชื้นภายในห้องมีผลต่ออัตราการถ่ายเทมวลน้ำของผลิตภัณฑ์

5.2.2 ควรศึกษาระยะการพักผลิตภัณฑ์ที่เข้าสู่สภาวะสมดุล เพื่อลดเวลากระบวนการผลิตสำเร็จ เพื่อนำไปต่อยอดสำหรับการผลิตเชิงพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ สุวรรณธราดล และคณะ. (2559). ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง ทิศทางพืชเศรษฐกิจไทยในอาเซียน. พรทรัพย์การพิมพ์.

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์, ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง, ดวงกมล ตั้งสถิตพร และนพพร สกุลยืนยงสุข. (2555). การพัฒนาลูกอมสมุนไพรไทยพื้นบ้าน:ลดการอักเสบและดับกลิ่นปาก. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ: 69 หน้า.

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ. (2549). การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 1(ฉบับที่ 1): 6-13.

นุชนารถ ทรัพย์พาณิชย์. (2545). Water activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. วารสารจาร์พา. 9(ฉบับที่ 68): 48-51.

นพปฎล มากบุญ. (2554). พืชที่มาผลอยู่ใต้ดิน. [สื่อออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: http://www.siamensis.org/article/34818

ประไพศรี สุทัศนณ์ อยุธยา และ พงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์. (2552). การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง. สำนักพิมพ์ท็อป

ปราณี อ่านเปรื่อง. (2551). หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2553). Chocolate/ช็อกโกแลต. [สื่อออนไลน์]. แหล่งที่มา:http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1138/chocolate-ช็อกโกแลต

ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). การประเมินทางประสาทสัมผัส Sensory Evaluation. พิมพ์ครั้งที่1. เชียงใหม่: คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พล ตัณฑเสถียร. (2559). Melting or Tempering. [สื่อออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.pholfoodmafia.com/goodthing_detail.php?goodthingid=184

เมดไทยดอทคอม. (2557). [สื่อออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: https://medthai.com/น้ำตาล/#ประเภทของน้ำตาล

ยุทธ ไกยวรรณ์. (2559). การวางแผนการทดลองสำหรับวิจัย. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวรรณา สุภิมารส .(2543). เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต .สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาวุธ ณ ลำปาง. (2538). สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 19. กรุงเทพฯ: โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Vieira, J. (2008). Effects of tempering and fat crystallization behaviour on microstructure, mechanical properties and appearance in dark chocolate systems. Journal of Food Engineering. 1(89): 128–136.

Ali, A., Maqbool, M., Alderson, P. G., & Zahid, N. (2012). Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (Solanum lycopersicum L.) fruit during storage. Postharvest Biology and Technology. 1(76): 119–124.

Alikonis, J. (1979). Panned confections. In Candy technology (pp.187–196). Westport, Connecticut: AVI Publishing.

Beckett, S. T. (2008). The Science of Chocolate. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.

Bussiere G. & Serpelloni M. (1985). Confectionery and water activity determination of aw by calculation. In: Simato D and Multon JL, (eds.) Properties of Water in Foods in Relation to Quality and Stability. Dordrecht, The Netherlands: MartinusNijhoff Publishers. pp. 627-645.

da Silva, T. L. T., Grimaldi, R., & Goncalves, L. A. G. (2017). TEMPERATURE, TIME AND FAT COMPOSITION EFFECT ON FAT BLOOM FORMATION IN DARK CHOCOLATE. Food Structure. 1(14): 68-75.

Enevold, C. J., Flaget, R. N., & Schonauer, S. L. (2008). SOFTSUGAR COATING FOR A PANNING PROCESS. [Online]. Available: https://patentimages.storage.googleapis.com/08/d4/97/d6824c0081a861/US20080213435A1.pdf

Fontana, A. J. (2005). Water activity for confectionery quality and shelf-life. Decagon Devices, Inc.

Hartel, RW. (1999). Chocolate: fat bloom during storage. The influence of structural elements. The Manufacturing Confectioner. 79(5):89–99.

Lynch, M. J. (1992). Panning: an overview. Manufacturing Confectioner, 72(5), 59–64.

Statista. (2018) . Chocolate confectionery Switzerland. [Online] . Available: https://www.statista.com/outlook/40100100/155/chocolate-confectionery/switzerland#market-volumePerCapita

Statista. (2018) . Chocolate confectionery Thailand. [Online] . Available: https://www.statista.com/outlook/40100100/126/chocolate-confectionery/thailand#market-volumePerCapita

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Talbot, G. (2009). Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products. Wood Head Publishing Limited.

Troutman, M. Y., Mastikhin, I. V., Balcom, B. J., Eads, T. M., & Ziegler, G. R. (2000). Moisture migration in soft-panned confections during engrossing and aging as observed by magnetic resonance imaging. Journal of Food Engineering. 1(48): 257-267.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองวัดคุณภาพขนมหวานเคลือบช็อกโกแลต

- เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต
- ความหนาของชั้นเคลือบ
- ค่าความแข็งสูงสุด
- ค่าวอเตอร์แอคติวิตี
- ร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็ง
- ค่าความเป็นทรงกลม
- การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ผลการวัดค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของผลิตภัณฑ์

TSS (°brix)	Number of layer (layers)	Geometric Mean Diameter (mm)
70	16	14.22 14.37 14.23
AVG		14.27
70	32	14.30 14.52 14.36
AVG		14.39
70	48	14.93 14.49 14.66
AVG		14.69
75	16	14.34 14.11 14.28
AVG		14.24
75	32	14.56 14.50 14.52
AVG		14.53
75	48	14.70 14.53 14.63
AVG		14.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ผลการวัดค่าความหนาของผลิตภัณฑ์

TSS (°brix)	Number of layer (layers)	Thickness (mm)
70	16	0.51 0.67 0.62
AVG		0.60
70	32	0.55 0.86 0.71
AVG		0.71
70	48	1.08 0.93 0.87
AVG		0.96
75	16	0.48 0.56 0.63
AVG		0.56
75	32	0.65 1.01 0.78
AVG		0.81
75	48	0.84 0.98 0.89
AVG		0.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ผลการวัดค่าความแข็งสูงสุดของผลิตภัณฑ์

TSS (°brix)	Number of layer (layers)	Hardness (N)
70	32	19.4010 21.1380 19.8950
AVG		20.1447
70	48	19.4060 21.5420 20.5660
AVG		20.5047
75	32	37.0890 21.0390 32.9340
AVG		30.3540
75	48	30.7500 30.6290 31.5400
AVG		30.9730

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ผลการวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตีของผลิตภัณฑ์

TSS (°brix)	Number of layer (layers)	Water Activity
70	16	0.414 0.426 0.410
AVG		0.417
70	32	0.519 0.533 0.521
AVG		0.524
70	48	0.471 0.474 0.475
AVG		0.473
75	16	0.468 0.479 0.472
AVG		0.473
75	32	0.583 0.578 0.581
AVG		0.581
75	48	0.554 0.545 0.540
AVG		0.546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ร้อยละน้ำหนักของชั้นเคลือบแข็งของผลิตภัณฑ์

TSS (°brix)	Number of layer (layers)	Weight of layer hard coating (%)
70	16	7.12
		6.14
		7.81
AVG		7.03
70	32	11.41
		6.51
		8.29
AVG		8.74
70	48	10.50
		12.34
		11.35
AVG		11.40
75	16	10.79
		8.53
		8.74
AVG		9.35
75	32	13.97
		9.82
		11.46
AVG		11.75
75	48	18.51
		16.09
		17.50
AVG		17.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ผลการวัดค่าความเป็นทรงกลมของผลิตภัณฑ์

TSS (°brix)	Number of layer (layers)	Sphericity (%)
70	16	85.47 90.98 89.22
AVG		88.56
70	32	90.37 89.39 88.13
AVG		89.30
70	48	85.86 89.00 87.18
AVG		87.35
75	16	86.90 91.67 88.29
AVG		88.95
75	32	94.43 91.63 92.03
AVG		92.70
75	48	87.14 87.94 87.94
AVG		87.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

คนที่	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	3	5	6	7	6
2	6	8	9	9	9
3	7	8	8	9	8
4	9	7	8	8	8
5	9	4	7	7	7
6	5	5	7	7	7
7	7	4	8	8	8
8	7	7	7	8	8
9	5	5	8	8	7
10	7	6	6	6	6
11	7	8	8	8	8
12	7	5	9	9	8
13	5	5	8	4	6
14	7	7	7	7	7
15	7	7	7	8	8
16	5	5	7	8	7
17	5	5	7	7	7
18	7	6	8	8	8
19	5	8	8	6	7
20	5	3	7	8	7
21	6	5	7	8	8
22	6	2	8	7	6
23	5	4	7	7	6
24	7	5	9	8	8
25	4	5	4	4	4
26	6	5	5	6	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

คนที่	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
27	6	7	8	7	7
28	5	6	7	7	7
29	6	7	7	8	7
30	8	7	7	8	8
31	7	5	7	8	7
32	4	5	8	7	7
33	5	5	4	5	5
34	5	5	8	8	8
35	5	8	8	8	7
36	7	6	8	8	7
37	9	7	7	6	7
38	5	5	6	5	4
39	7	8	8	6	7
40	7	6	8	7	7
41	7	5	6	7	7
42	7	5	6	7	7
43	4	5	6	5	6
44	5	5	8	7	7
45	3	5	6	7	5
46	4	4	4	3	4
47	6	5	8	8	7
48	6	8	9	9	8
49	5	5	6	7	7
50	7	7	9	7	8
AVG	5.98	5.70	7.18	7.10	6.90
STDV	1.41	1.40	1.24	1.31	1.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

- รูปวัสดุและอุปกรณ์
- รูปผลิตภัณฑ์
- รูปอุปกรณ์เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.1 ถั่วลิสง

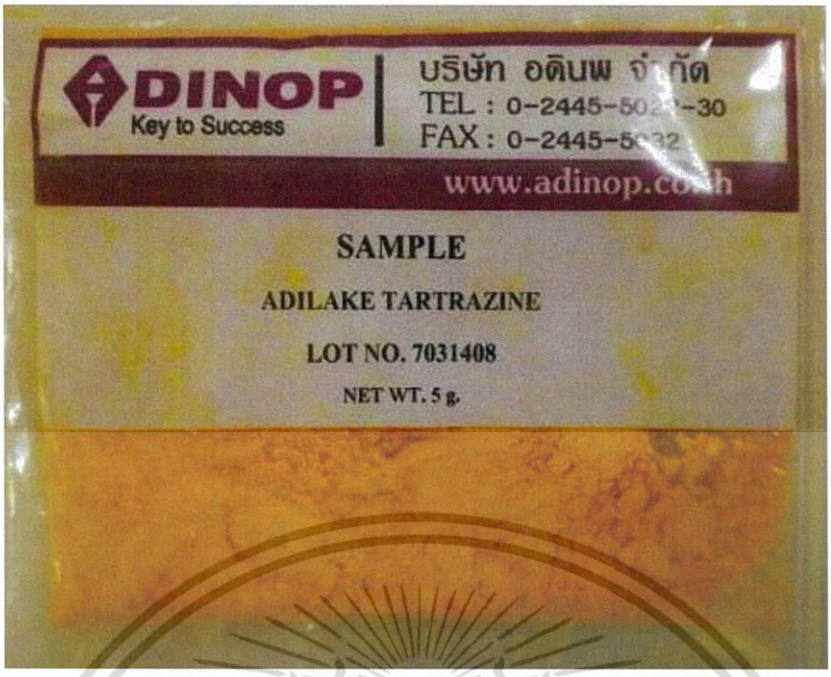
รูปที่ ข.2 ดาร์กช็อกโกแลตคอมพาวด์แบบเม็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.3 น้ำตาลทรายตรา มิตรผล

รูปที่ ข.4 กัมอารบิก

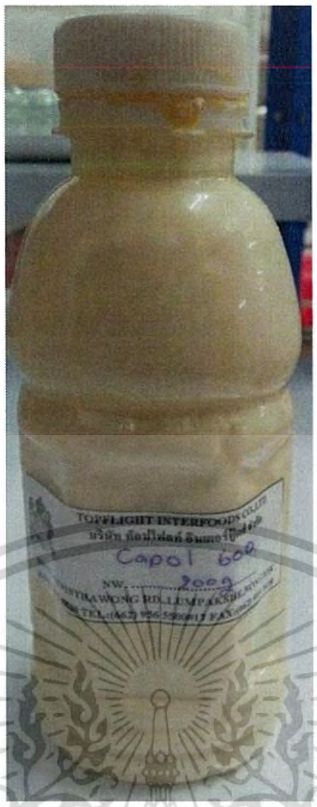
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 ADILAKE TARTRAZINE

รูปที่ ข.6 ไททาเนียมไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.7 Capol

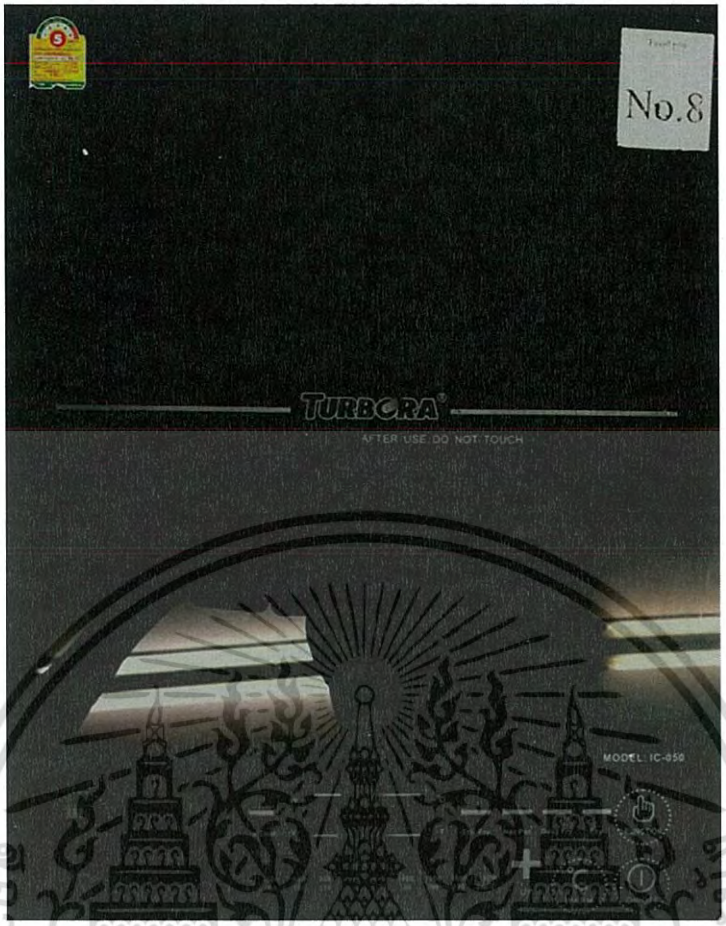
รูปที่ ข.8 หม้ออบลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.9 Refractometer

รูปที่ ข.10 เทอร์โมมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



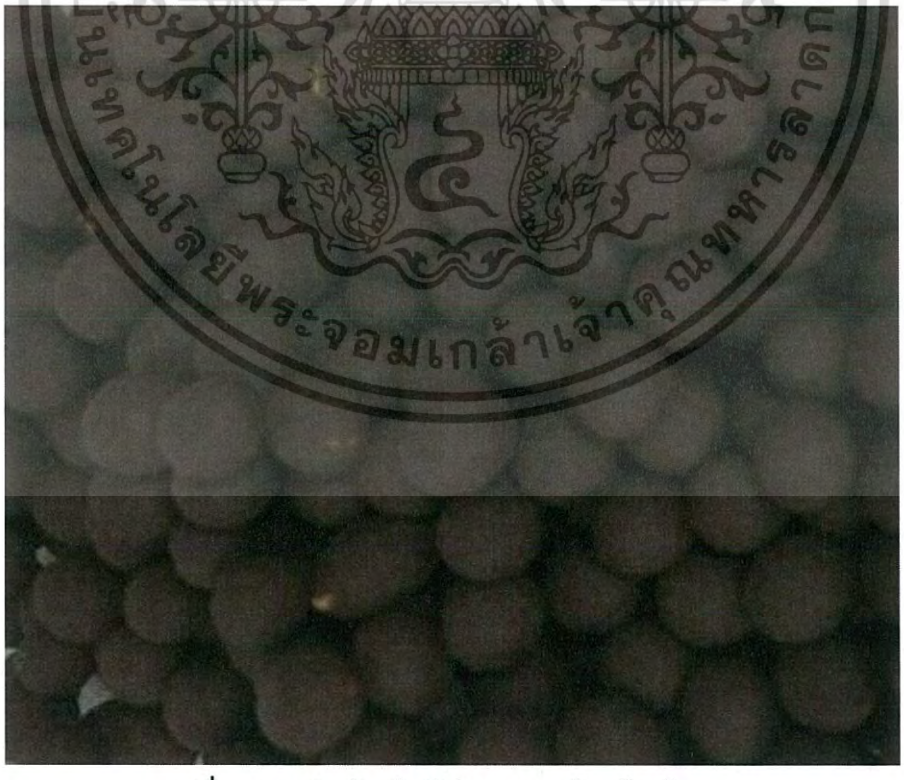
รูปที่ ข.11 เตาไฟฟ้า

(ก) (ข)

รูปที่ ข.12 (ก) ช้อนตวงขนาด 1 ช้อนชา (ข) ช้อนตวงขนาด 1 ช้อนโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.13 หม้อสแตนเลสขนาดกลาง



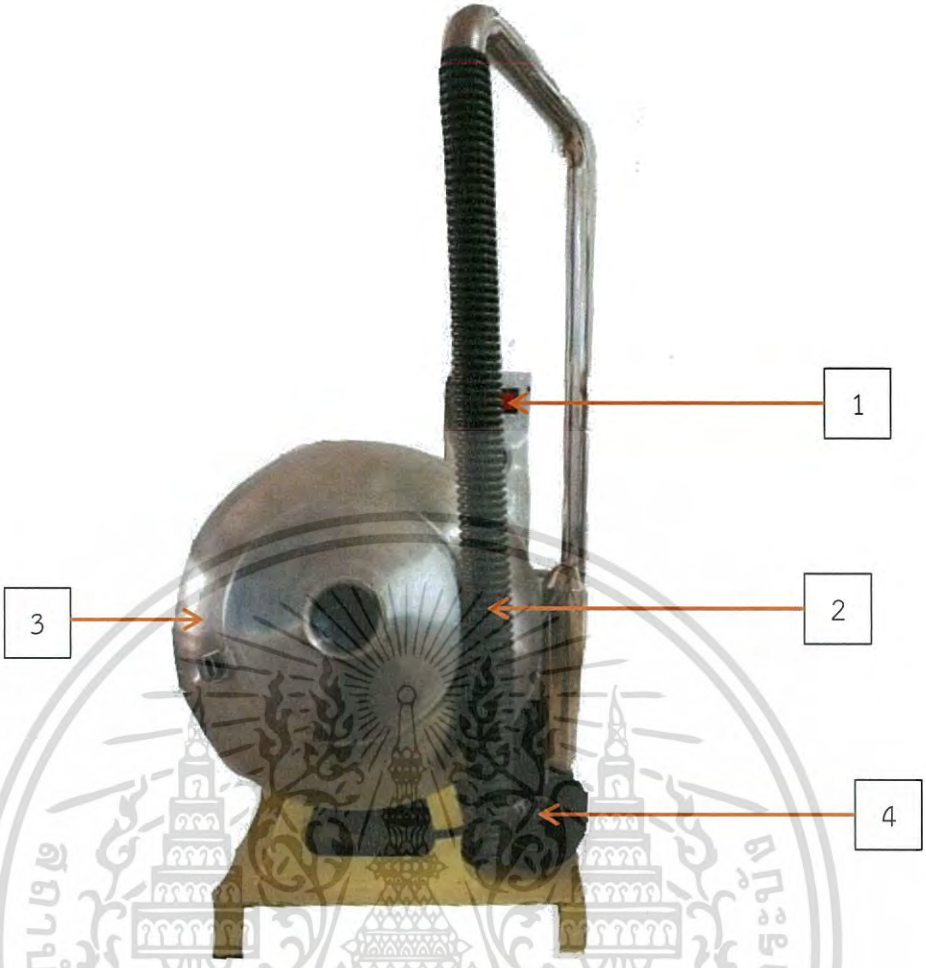
รูปที่ ข.14 ผลิตภัณฑ์หลังผ่านการเคลือบช็อกโกแลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.15 ผลิตภัณฑ์หลังผ่านการเคลือบแข็ง

รูปที่ ข.16 ผลิตภัณฑ์หลังผ่านการเคลือบสีและเคลือบเงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.17 หม้อเคลือบแบบหมุน

ส่วนประกอบของเครื่องหม้อเคลือบแบบหมุน

1. ชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง
2. ท่อลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.50 เซนติเมตร
3. หม้อเคลือบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 41.50 เซนติเมตร
4. โบลเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

- แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่

ผู้ชิมลำดับที่ ____ ทดสอบ

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ **ถั่วลิสงเคลือบช็อกโกแลต**

ชื่อ_____ เพศ_____ อายุ_____ ปี

คำแนะนำ 1. กรุณาทดสอบตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

2. และกรุณาดื่มน้ำระหว่างตัวอย่างทุกครั้ง

ลักษณะ	รหัส
	512
1. สี	
2. กลิ่น	
3. รสชาติ	
4. เนื้อสัมผัส	
5. ความชอบรวม	

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

_____

ขอบคุณค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้