



การใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว

The use of palm sugar to instead some of the sugar
in the Allure products

ทิพย์วรรณ สืบสายสกุล

TIPPAWAN SUEBSAISAKUL

ฐิติชา ชินพงสานนท์

THITICHA CHINPONGSANON

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



การใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์

The use of palm sugar to instead some of the sugar
in the Allure products

ทิพย์วรรณ สืบสายสกุล

TIPPAWAN SUEBSAISAKUL

ฐิติชา ชินพงสานนท์

THITICHA CHINPONGSANON

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อโครงการพิเศษ การใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอ้าว
ชื่อ นักศึกษา ทิพย์วรรณ สืบสายสกุล และฐิติชา ชินพงสานนท์
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา และคณะ อุตสาหกรรมการบริการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อินท์ธิดา หิรัญอัครวงศ์

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงการพิเศษฉบับนี้แล้ว



.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณนทนต์ แดงสังวาลย์)



.....กรรมการ

(อาจารย์คันสนีย์ ทิมทอง)



.....กรรมการ

(อาจารย์อินท์ธิดา หิรัญอัครวงศ์)

โครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



.....หัวหน้าสาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร

(อาจารย์ปรัชญา แพมมงคล)

วันที่..... 1เดือน..... ๑๖๕๒๕๔ พ.ศ. ๒๕๖๐

ชื่อโครงการพิเศษ	การใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี
ชื่อนักศึกษา	ทิพย์วรรณ สืบสายสกุล และ จิตติชา ชินพงสานนท์
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา และคณะ	อุตสาหกรรมกรรมการบริการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์อินท์ธิมา หิรัญอัครวงศ์

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คืออัตราส่วน 25:75 50:50 และ 75:25 และทำการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งของขนมอาลาวีที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนและคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน โดยวางแผนทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) จากนั้นทำการทดสอบชิมโดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 60 คน ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ (9 - Point Hedonic Scale) จากนั้นทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 100 คน ด้วยวิธีการทดสอบชิมแบบให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 - Point Hedonic Scale)

ผลการศึกษาพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีที่อัตราส่วน 25:75 เป็นอัตราส่วนที่มีคะแนนการยอมรับมากที่สุดในทุกๆด้าน และผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับระยะเวลาในการอบแห้งของขนมอาลาวีที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนที่ระยะเวลา 10 ชั่วโมง การศึกษาคุณภาพทางเคมีทางด้านคุณค่าทางโภชนาการพบว่า มี โปรตีน คาร์โบไฮเดรต พลังงาน ที่มากกว่าตำรับพื้นฐาน และตำรับที่ได้รับการยอมรับมีไขมัน ปริมาณน้ำ-ความชื้น และพลังงานจากไขมันที่ต่ำกว่าตำรับพื้นฐาน และผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีที่ร้อยละ 99

คำสำคัญ : น้ำตาลโตนด, ขนมอาลาวี

Special project The use of palm sugar to instead some of the sugar in the Allure products.

Author Tippawan Suebsaisakul and Thiticha Chinpongsanon.

Degree Bachelor of Home Economics program

Major program Faculty of Food Service Industry Home Economics Technology

Academic year 2016

Adviser Intima Hirunakarawong

Abstracts

The replacement of partial sugar with jaggery palm in Khanom Ar-Lua production was further carried out for studying the suitable ratio of jaggery and sugar are 25:50, 50:50 and 75:25 and studying the suitable drying time which varied period of time at 8, 9, 10 and 11 hours. Analyze nutritional values of Khanom Ar-Lua that sugar partially replaced with jaggery palm and Randomized Complete Block Design (RCBD) was applied. Sensory evaluation (color, flavor, taste, texture and overall liking) was tasted by sixty panels with 9-point hedonic scale. After that, using 5-point hedonic scale for consumer acceptance test by one-hundred panels.

The results showed that Khanom Ar-Lua which use of jaggery palm replacement partial sugar at ratio of 25:75 had the highest score in every properties of sensory test. The suitable drying time is 10 hours. Khanom Ar-Lua that used jaggery palm to replace partial sugar had higher protein, carbohydrate and total energy than basic recipe but moisture content and energy from fat are the lower. The consumer acceptance test showed that 99% accepted Khanom Ar-Lua which using jaggery palm replaced patial sugar.

Key word: Palm sugar, Allure

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษเรื่อง “การใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลที่สนับสนุนงบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ. 2560 ภายใต้โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ในการทำแผนงานพิเศษในครั้งนี้ ขอขอบคุณบริษัท ขจีชีวิตพอเพียง จำกัด ที่ให้ข้อมูลและวัตถุดิบในการทดลองผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์และให้คำปรึกษาทางด้านการทำผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์จนออกมาได้ผลิตภัณฑ์ที่ดี

ขอขอบคุณอาจารย์อินทธีมา ทิรัญอุครวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษที่สละเวลาอันมีค่าและการให้คำปรึกษา แนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ ขอขอบคุณอาจารย์ศันสนีย์ ทิมทอง อาจารย์ผู้สอนวิชาโครงการพิเศษที่มอบความรู้ทางด้านวิชาการและการวิเคราะห์ผลทางสถิติในการทำโครงการพิเศษ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ณนท แดงสังวาลย์ ประธานกรรมการในการสอบที่ให้คำปรึกษาในการทำโครงการพิเศษนี้และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์จอมขวัญ สุวรรณรักษ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะในการทำผลิตภัณฑ์ ตลอดจนร่วมทางคณะจัดทำไปเผยแพร่ผลงานในจังหวัดเพชรบุรี

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และบุคคลในครอบครัวทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนทั้งกำลังใจ และกำลังทรัพย์ ตลอดจนความห่วงใยอย่างไม่เคยขาดหาย สุดท้ายนี้ คณะผู้จัดทำ ขอระลึกถึงพระคุณครูบารอาจารย์ทุกท่าน ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และหากโครงการพิเศษฉบับนี้เป็นประโยชน์แก่ผู้ใดก็ตาม ขอมอบความดีทั้งหมดแต่ทุกท่านที่กล่าวมา ส่วนความผิดพลาดอันพึงปรากฏคณะผู้จัดทำขอน้อมรับเพียงผู้เดียว

ทิพย์วรรณ สืบสายสกุล

ฐิติชา ชินพงสานนท์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
Abstract	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญภาพ	(ช)
สารบัญแผนภาพ	(ซ)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขต	3
1.4 นิยามศัพท์	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ต้นตาลโตนด	4
2.2 อาลัว	8
2.3 การกวน	13
2.4 ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นกับแป้ง	15
2.5 การทำแห้งอาหาร	16
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	22
3.1 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์	22
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง	23
3.3 สถานที่ทำการทดลอง	25
3.4 ระยะเวลาในการทดลอง	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	27
4.1 ผลการศึกษา	27
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	40
5.1 สรุปผลการทดลอง	40
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	44
ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานและสูตรพัฒนา	45
ภาคผนวก ข รูปวัตถุตีบ อุปกรณ์และการทำแบบทดสอบของผู้ชิม	52
ภาคผนวก ค แบบประเมินประสาทสัมผัสและ ค่า SPSS	57
ภาคผนวก ง คุณค่าทางโภชนาการตำรับพื้นฐานและตำรับที่ได้รับการยอมรับ	63
ภาคผนวก จ ตารางการวิเคราะห์ผลโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS	66
ภาคผนวก ฉ ภาพการเผยแพร่ผลงาน	82
ภาคผนวก ช ภาพการเผยแพร่ผลงาน	84
ภาคผนวก ซ ภาพผลิตภัณฑ์	86
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	88

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบคุณทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดและน้ำตาลทรายต่อปริมาณ 100 กรัม	7
4.1 อัตราส่วนการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนของผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี	27
4.2 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทราย บางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี	28
4.3 ลักษณะทางกายภาพการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ ขนมอาลาวี	28
4.4 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสระยะเวลาในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ ขนมอาลาวี	32
4.5 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีน้ำตาลโตนดที่ระยะเวลาในการอบแห้ง	32
4.6 เปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนใน ผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี 100 กรัม	34
4.7 แสดงจำนวน และค่าร้อยละข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคในด้านเพศ อายุ อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน	36
4.8 ผลการทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีน้ำตาลโตนดด้านประสาทสัมผัส	37
4.9 ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีน้ำตาลโตนดนี้ ขนาดบรรจุ 100 กรัม ราคา 25 บาท	38
4.10 แสดงจำนวน และค่าร้อยละท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีน้ำตาลโตนดนี้หรือไม่	38
4.11 แสดงจำนวน และค่าร้อยละเหตุผลหลักในการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีน้ำตาลโตนด	39
4.12 แสดงจำนวน และค่าร้อยละหากมีผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีน้ำตาลโตนดจำหน่ายใน ท้องตลาดท่านจะซื้อหรือไม่	39

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 น้ำตาลปีบ	6
4.1 ขนมวลัวตำรับที่ 1	28
4.2 ขนมวลัวตำรับที่ 2	28
4.3 ขนมวลัวตำรับที่ 3	28
4.4 ตำรับที่ 1	32
4.5 ตำรับที่ 2	32
4.6 ตำรับที่ 3	32
4.7 ตำรับที่ 4	32



สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
2.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลปีบและน้ำตาลปีก	8
3.1 กรรมวิธีการผลิตอ้าวที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน	24



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดเพชรบุรี จึงได้จัดทำยุทธศาสตร์เมืองต้นแบบเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Creative City) จังหวัดเพชรบุรี “เมืองเพชร เมืองตาลโตนด” ขึ้นโดยวางยุทธศาสตร์ 4 ประการ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน คือ 1. ส่งเสริมการปลูกตาลโตนด 2. การสร้างมูลค่าเพิ่มจากตาลโตนด 3. วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากตาลโตนด 4. ประชาสัมพันธ์เมืองต้นแบบเศรษฐกิจสร้างสรรค์ “เมืองเพชร เมืองตาลโตนด” โดยมุ่งหวังให้ตาลโตนดอยู่คู่กับจังหวัดเพชรบุรีตลอดไปจนชั่วลูกชั่วหลาน และยังสามารถนำรายได้เข้าสู่ชุมชน และจังหวัดเพชรบุรี อย่างยั่งยืน มั่นคง และต่อเนื่องตลอดไป (เมืองเพชร เมืองตาลโตนด, 2548)

บริษัท ขจี ชีวิตพอเพียง จำกัด ก่อตั้งขึ้นต้นปี 2559 อยู่ในพื้นที่ของจังหวัดเพชรบุรี ตำบลไร่โคก อำเภอบ้านลาด ขจีเป็นกิจการที่ทำเพื่อสังคม เป้าหมายที่ทำไมไม่ใช้การทำเป็นธุรกิจ ก่อตั้งโดยนางสาวพิมรา อินทรวิทยนันท์ และนางสาวดารัสสิริ ธีรังกูร ด้วยปณิธานในการดำเนินตามพระราชดำริและแนวทางที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ และพระบรมวงศานุวงศ์ ได้ทรงนำไว้เพื่อการสร้างพื้นฐานของมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งกายและใจ เพิ่มพื้นที่การอยู่ร่วมกันแบบเกื้อกูล มีคุณธรรมและคำนึงถึงส่วนรวมก่อนส่วนตน ดำเนินกิจการต้นน้ำถึงปลายน้ำจากแกนหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง อนุรักษ์ภูมิปัญญา วิถีชีวิตและพืชพันธุ์ท้องถิ่น โดยมีพื้นที่โครงการที่อำเภอบ้านลาด อำเภอท่ายาง และอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี และ อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต บริษัท ขจี ชีวิตพอเพียง จำกัด เริ่มก้าวเดินสู่เป้าหมายความพอเพียงโดยปรับพื้นที่ตามหลักเกษตรทฤษฎีใหม่ ดำนา และโยนกล้าแบบโบราณ การลงแขกตามวิถีชาวนา เมืองเพชรกับเกษตรกรตำบล ไร่โคก อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี เมื่อวันที่ 12 สิงหาคม พ.ศ. 2559 มีการอนุรักษ์ดอกบัวหลวงพระราชินี ปลูกต้นตาลโตนด ลงกล้าพันธุ์พืชผสมผสานให้เป็นป่า 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง ชาวนาแรกของ ขจีชีวิตพอเพียงกำลังเติบโต และจะถูกเก็บเกี่ยวในวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2559 นี้ด้วยวิถีดั้งเดิม เช่นนวดข้าวด้วยวัว เพื่อเป็นเสียงของเกษตรกรและบุคลากรบริษัท ขจี ชีวิตพอเพียง จำกัด รวมทั้งแบ่งปันให้ชุมชนและจำหน่ายต่อไป เช่นเดียวกับการจะได้ข้าวสุกหอม ย่อมต้องเริ่มต้นที่การเพาะกล้าจากเมล็ดที่ดีในภาวะเหมาะสม การปลูกเยาวชนเพื่อเป็นกำลัง

ในการพัฒนาชาติที่มีรากเข้มแข็งเช่นเดียวกัน บริษัทขจีชีวิตพอเพียง ต้องการสืบทอดภูมิปัญญา ของชาวเพชรบุรีให้อยู่อย่างยั่งยืน นอกเหนือจากนี้ต้องการสร้างงาน สร้างรายได้ให้กับคนในชุมชนเพื่อให้เกิดความยั่งยืน และจากการได้ลงสำรวจพื้นที่ของชุมชนภายใต้ บริษัท ขจี ชีวิตพอเพียง ได้มีการปลูกต้นตาลโตนดไว้ เพื่อใช้ในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ในรูปแบบของน้ำตาลสดเพื่อดื่ม แก้วกระหาย ลอนตาลอ่อน หัวตาลอ่อน และน้ำตาลโตนด ผู้บริโภคมักนำไปประกอบอาหารคาวหวานรับประทานกันในครัวเรือน ซึ่งคุณภาพของน้ำตาลโตนดของชุมชนในบริษัท ขจี ชีวิตพอเพียง เป็นน้ำตาลโตนดแท้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในการกระบวนการผลิตไม่มีส่วนผสมของน้ำตาลทราย มีลักษณะของน้ำตาลโตนด สีจะออกแดง มีรสหวานนุ่ม เนื้อน้ำตาลที่ละเอียด ถูกอากาศจะเหลวเหมาะสำหรับนำไปส่วนผสมในการทำการอาหารคาวและอาหารหวานโดยเฉพาะถ้าหากนำไปทำขนมไทยก็จะให้กลิ่นและรสชาติที่มีเอกลักษณ์ (พิมพ์รา, 2559)

จากที่กล่าวมาพบว่า ยังไม่มีการใช้ประโยชน์ของน้ำตาลโตนดในผลิตภัณฑ์ขนมไทย และขนมอาลัว ซึ่งเป็นขนมที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย เหมาะที่จะเป็นของหวานหรือของฝาก เนื่องจากรูปแบบ และสีสัมผัสที่ดัดแปลงให้มีความสวยงามได้ และมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าขนมไทยหลาย ๆ ชนิด โดยส่วนประกอบหลักของขนมอาลัว ประกอบด้วยแป้งสาลี หัวกะทิ น้ำตาลทราย และสีผสมอาหาร ลักษณะที่ดีของขนมอาลัว ข้างนอกจะต้องแห้งเป็นเกล็ด ด้านในเลื่อมมันเป็นยางมะตูม และมียอดหรือปลายขนม (อาตยา, 2549) ผู้ศึกษาสนใจที่จะนำน้ำตาลโตนดมาใช้ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากการใช้น้ำตาลโตนดให้หลากหลายมากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรมีอาชีพเสริมจากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ และก่อให้เกิดรายได้เพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณของน้ำตาลโตนดที่ใช้ทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์

1.2.2 เพื่อศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งของขนมอาลาว์ที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์ที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์

1.2.4 เพื่อศึกษาการยอมรับจากผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์ที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน

1.3 ขอบเขต

การวิจัยครั้งนี้ ศึกษาเฉพาะการผลิตขนมอาลาว์ โดยใช้น้ำตาลโตนดบริษัท ขจี ซีวิตพอเพียง จำกัด อำเภอบ้านโคกตำบลบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี

1.4 นิยามศัพท์

1.4.1 อาลาว์ หมายถึง ขนมหวานที่ข้างนอกจะต้องแห้งเป็นเกล็ด ข้างในเลื่อมมันเป็นยางมะตูมและมียอดหรือปลายขนม

1.4.2 น้ำตาลโตนด หมายถึง น้ำตาลสดที่ได้จากต้นตาลโตนดที่ผ่านการแปรรูปเป็นน้ำตาลโตนดโดยผ่านกระบวนการให้ความร้อน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์ให้มีรูปแบบที่มีความหลากหลาย เป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค

1.5.2 เพื่อเพิ่มประโยชน์ และคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์

1.5.3 เพื่อส่งเสริมให้มีการนำน้ำตาลโตนดซึ่งเป็นวัตถุดิบท้องถิ่นที่มีประโยชน์มาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ต้นตาลโตนด

ตาลโตนดจัดเป็นไม้ตระกูลเก่าแก่ตระกูลหนึ่งในโลกซึ่งมีมากกว่า 4,000 ชนิด (Species) เป็นต้นไม้ที่มีอายุยืนนับเป็นร้อยปี และอยู่กับจังหวัดเพชรบุรี มาตั้งแต่โบราณกาล และผลิตผลจากต้นตาลโดยเฉพาะน้ำตาลโตนดยังเป็นส่วนผสมที่สำคัญในการทำขนมหวานเมืองเพชร ซึ่งมีชื่อเสียงตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ดังคำสวดสุบินกุมารที่มีอายุมากกว่าร้อยปี นักชีววิทยามีความเห็นว่าการตาลโตนดน่าจะมีถิ่นกำเนิดทางฝั่งตะวันออกของอินเดียขยายไปสู่ศรีลังกา สหภาพเมียนมาร์ ไทย อินโดนีเซีย กัมพูชา ส่วนในประเทศไทยพบมากที่จังหวัดเพชรบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม ส่วนภาคใต้พบมากที่อำเภอสติงพระ อำเภอระนอง จังหวัดสงขลา การแพร่กระจายของตาลโตนดนั้น นักวิชาการบางท่านให้ความเห็นว่าการแพร่กระจายของตาลโตนดนั้น สัตว์ก็มีส่วนด้วยเหมือนกัน เช่น เวลาช้างกินเมล็ดตาลโตนด จะกลืนทั้งเมล็ด และช้างจะเดินทางไกลนับเป็นร้อย ๆ กิโลเมตร ทำให้ตาลโตนดแพร่กระจายจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งได้เช่นกัน ตรงข้ามกับวัว ควาย ซึ่งชอบเมล็ดตาลโตนดสุกเหมือนกันแต่วัว ควาย ได้แต่แทะ และดูกินส่วนของเส้นใยของเมล็ดตาล พอหมดรสหวานก็จะทิ้งไว้ใกล้เคียงบริเวณเดิมไม่แพร่กระจายไปสู่ถิ่นอื่น

ตาลโตนด เป็นพืชตระกูลปาล์มพืดชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Borassas flabellifer* L. จัดอยู่ในสกุล *Borassas* ชื่อสามัญ Palmyra Palm นักชีววิทยาเชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดในเอเชียตอนใต้ แถบฝั่งตะวันออกของอินเดียและกระจายตัวทั่วภูมิภาคเอเชียได้แก่ อินเดีย ศรีลังกา สหภาพเมียนมาร์ กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย สำหรับไทยนั้น ตาลโตนดน่าจะมีการปลูกมาก่อนสมัยทวารวดี เพราะจากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ พบว่า เมื่อประมาณ พุทธศตวรรษที่ 11 - 16 ได้มีตราประทับรูปคน ปืนต้นตาล แสดงว่าในสมัยนั้นได้รู้จักวิธีใช้ประโยชน์จากต้นตาลแล้ว นอกจากนี้ ตาลยังถูกบันทึกเป็น ลายลักษณ์อักษรมาตั้งแต่สมัยโบราณ เช่น จารึกวัดแดนเมือง จารึกวัดศรีคูณเมือง จารึกวัดศรีเมือง จารึกวัดถ้ำสุวรรณคูหาตาลโตนดมีชื่อเรียกกันหลายชื่อด้วยกัน เช่น ตาลใหญ่ ตาลนาไทย ทางภาคเหนือ เรียกปลีตาล ภาคใต้ เรียกโนด เขมร เรียก ตะนอย

ลำต้น ตาลโตนดเป็นพืคลำต้นเดี่ยว (Single stem) ขึ้นจากพื้นดินเพียงต้นเดียว ไม่มีการแตกหน่อ มีขนาดใหญ่เส้นรอบวงประมาณ 2 - 4 ฟุต ผิวดำเป็นเส้นแข็งมีความสูงจากพื้นดินถึงยอด

ประมาณ 25 - 30 เมตร จากข้อมูลของผู้ที่มีอาชีพเกี่ยวกับตาลกล่าวว่า ต้นตาลจะเริ่มตั้งสะโพกหลังจาก ปลูกประมาณ 3 - 5 ปี มีความสูงประมาณ 1 เมตร และจะเพิ่มความสูงประมาณปีละ 30 - 40 เซนติเมตร และผลการประกวดต้นตาลที่สูงที่สุดในจังหวัดเพชรบุรี ปี 2550 ปรากฏว่าต้นที่สูงที่สุดอยู่ที่ตำบล โรงเข้ อำเภอ บ้านลาด สูงถึง 37.22 เมตรและเป็นต้นที่ยังคงให้ผลผลิตอยู่

ใบ มีลักษณะยาวใหญ่เป็นรูปพัด (Palmate) ใบจะมีใบย่อยเรียกว่า Segment จะแตกจากจุดๆ เดียว ขอบก้านใบจะมีหนามแข็ง และคมติดอยู่เป็น แนวยาวคล้ายใบเลื่อย ยอดตาลประกอบด้วยใบตาลประมาณ 25 - 40 ใบมีสีเขียวเข้มล้อมรอบลำต้นเป็นรัศมีประมาณ 3 - 4 เมตร ใบแก่สีน้ำตาลห้อยแนบกับ ลำต้นใน 1 ปีจะแตกใบประมาณ 12 - 15 ใบหรือเฉลี่ยเดือนละ 1 ใบ

ดอก ออกดอกเป็นช่อ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่คนละต้น ช่อดอกตัวผู้จะมีลักษณะเป็นวงยาวประมาณ 30 - 40 เซนติเมตร โดยมีกระโปง ห่อหุ้มอยู่ ภายในกระโปงจะมีช่อดอกตัวผู้ประมาณ 3 - 5 ช่อ การออกของกระโปงจะออกเวียนรอบคอประมาณ 10 - 15 กระโปงต่อต้น ใน 1 ช่อดอก ประกอบด้วยดอกตัวผู้มากน้อยแล้วแต่ความสมบูรณ์ของช่อดอก ส่วนดอกตัวเมียจะออกจากกระโปงเหมือนกัน จะรู้ว่าเป็นดอกตัวผู้หรือดอกตัวเมีย เมื่อออกกระโปงแล้วเท่านั้น จากการสังเกตลักษณะของกระโปงพบว่าถ้ากระโปงปลายแหลมจะเป็นตัวผู้และถ้าผิวกระโปงมีลักษณะเป็นคลื่น ๆ จะเป็นตัวเมีย ช่อดอกตัวเมียจะมีลักษณะเป็นทะลายมีผลตาลเล็กๆ ติดอยู่ ถ้า 1 กระโปงมี 1 ทะลายจะได้ทะลายที่มีผลขนาดใหญ่ เต้ามีขนาดใหญ่และสวย แต่ถ้า 1 กระโปง มีมากกว่า 1 ทะลายจะได้ผลที่มีขนาดเล็ก คุณภาพของผลไม่ดีเท่าที่ควรและเท่าที่ทราบเกษตรกรยังไม่เคยตัดแต่งให้เหลือแค่ 1 ทะลายต่อ 1 กระโปงแต่อย่างใด

ผล ผลจะเกิดกับต้นตัวเมียเท่านั้น โดยจะออกเวียนรอบต้นตามกาบใบ คือ 1 กาบใบจะออก 1 กระโปงใน 1 ปีจะออกประมาณ 10 - 12 กระโปง ใน 1 กระโปง จะมีช่อดอก 1 - 3 ทะลาย และใน 1 ทะลายประกอบด้วยผลตาลอ่อนประมาณ 1 - 20 ผล และใน 1 ผลจะมี 2 - 4 เมล็ด (เต้า)

ส่วนประกอบของผล แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

- 1) เปลือกชั้นนอก ผิวเรียบเป็นมันเรียกว่า Exocarp
- 2) ส่วนที่เป็นเส้นใยเรียก Mesocarp
- 3) ส่วนที่เป็นกะลาแข็งหุ้มเมล็ดเรียกว่า Endocarp เมื่อผลตาลแก่จัด (สุก) จะมีกลิ่นหอม จากการศึกษพบว่าเนื้อตาลสุกประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมี ส่วนผสมของแคโรทีนอยด์ซึ่งให้สีเหลือง ใช้แต่งสีขนมต่าง ๆ เช่น ขนมตาล ขนมเค้ก ขนมขี้หนู และ ไอศกรีม (อินทธีมา, 2557)

2.1.1 น้ำตาลสด

ต้นตาลมีช่อดอก 2 ชนิด คือ ดอกตัวผู้ และดอกตัวเมีย ส่วนของช่อดอกตัวผู้ที่แตกแขนงออกเรียกว่า งวงตาล และส่วนของช่อดอกตัวเมียที่แตกออกเรียกว่า ปลีตาล ซึ่งสามารถให้น้ำหวานได้ทั้ง 2 ชนิด น้ำหวานที่ได้จากการปาดงวงตาล และปลีตาล เรียกว่า น้ำตาลใส หรือ น้ำตาลสด อยู่ในรูปของน้ำหวานที่สามารถดื่มได้ทันที

2.1.2 การรองรับน้ำตาลโตนดสด

เมื่อใช้มีดปาดงวงตาลเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือ การเอากระบอกไม้ไผ่ที่เตรียมมาใส่เข้าไปรองรับน้ำตาลสด แล้วผูกให้แน่นกับงวงตาลโดยตาลต้นหนึ่งจะรองรับได้ 5 - 6 กระบอก และจะให้น้ำตาลโตนดเฉลี่ย 15 - 16 ลิตรต่อวัน (2 ครั้ง เช้า - เย็น) ตามปกติช่อดอกตัวผู้สามารถรองรับน้ำตาลสดหรือน้ำตาลโตนดได้นาน 2 - 3 เดือน และช่อดอกตัวเมียจะสามารถรองรับน้ำตาล ได้นาน 4 - 5 เดือน ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของงวงตาล และวิธีการปาดงวงตาลอีกด้วย

2.1.3 น้ำตาลโตนด

เป็นน้ำตาลที่ได้จากการนำน้ำตาลสดมาเคี่ยวประมาณ 3 - 4 ชั่วโมง จนงวดจึงยกลงจากเตา ใช้ไม้กวนน้ำตาลให้เย็น ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 30 นาที แล้วใช้ไม้ตีดสปริงเหล็กตีน้ำตาลอีกประมาณ 10 - 15 นาที จากนั้นก็สามารถเทลงปื๊บ ซึ่งเก็บไว้ได้นาน โดยน้ำตาลสด 8 ปื๊บ สามารถเคี่ยวเป็นน้ำตาลปื๊บได้ 1 ปื๊บ ประมาณ 30 กิโลกรัม โดยช่วงที่มีน้ำตาลออกมามากที่สุดและคุณภาพดีมีกลิ่นหอม รสหวาน คือ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ช่วงนี้บรรดาแม่ค้าขนมโดยเฉพาะขนมหม้อแกงจากจังหวัดเพชรบุรี จะนิยมซื้อน้ำตาลปื๊บกักตุนไว้ใช้ เพราะน้ำตาลปื๊บนี้จะสามารถเก็บไว้ได้นานข้ามปี ส่วนช่วงฝนจะเป็นช่วงที่น้ำตาลมีคุณภาพต่ำ ลักษณะเป็นก้อนเหนียว ไม่เอี่ยมเหลว มีสีน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม และออกนวล มีความชื้นประมาณ 7 - 8 เปอร์เซ็นต์ มีองค์ประกอบของน้ำตาลซูโครสมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาลอินเวิร์ทไม่มากกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ นิยมใช้ในการประกอบอาหารที่ใช้กะทิ (ปรัชญา, 2550) แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 น้ำตาลปื๊บ

ที่มา : ปรัชญา, 2550

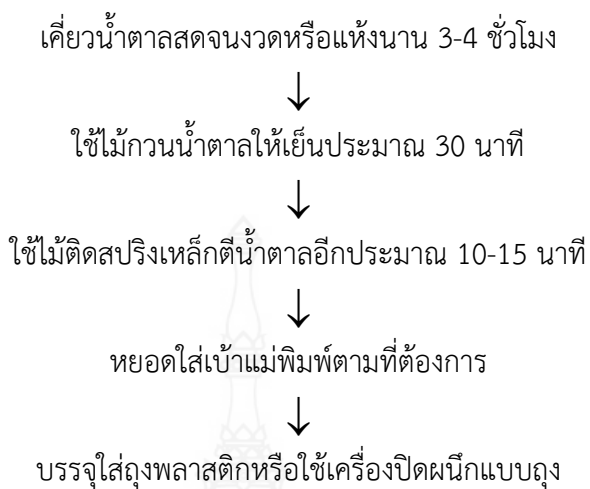
น้ำตาลมะพร้าวและน้ำตาลโตนด เป็นน้ำตาลก้อนเหนียวมีความหนืดสูง สีสน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม มีความชื้นมากผลิตจากต้นมะพร้าวหรือต้นตาลการเรียกชื่อน้ำตาลชนิดนี้เรียกชื่อตามภาษาที่บรรจุถ้าใส่อยู่ในปี๊บจะเรียกว่า “น้ำตาลปี๊บ” ถ้าบรรจุอยู่ในหม้อใบเล็กเรียกว่า “น้ำตาลหม้อ” นอกจากนั้นถ้านำมาตัดหยอดให้เป็นก้อนแล้วนำทั้งสองก้อนมาประกบกัน เรียกว่า “น้ำตาลงบ” เป็นต้น น้ำตาลชนิดนี้นิยมนำมาใช้ในการประกอบอาหารและขนมไทยต่าง ๆ (อัจฉรา, 2556)

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลโตนดและน้ำตาลทรายต่อปริมาณ 100 กรัม

ชนิดของแร่ธาตุ	น้ำตาลทรายขาว	น้ำตาลโตนด	หน่วย
พลังงาน	387	402	กิโลแคลอรี
โปรตีน	-	0.30	กรัม
ไขมัน	-	0.40	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	99.98	99.3	กรัม
น้ำตาล	99.80	-	กรัม
น้ำ	0.02	-	กรัม
วิตามินบี1	-	0.01	มิลลิกรัม
วิตามินบี2	0.019	0.02	มิลลิกรัม
วิตามินซี	-	17	มิลลิกรัม
ไนอาซีน	-	0.5	มิลลิกรัม
แคลเซียม	1	0.4	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.05	0.20	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	2	-	มิลลิกรัม
โซเดียม	1	-	มิลลิกรัม
สังกะสี	0.01	-	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	-	20	มิลลิกรัม

ที่มา : USDA Nutrent database, 2557

นิรนาม, มปป.



แผนภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลปี๊บและน้ำตาลปึก

2.2 อาลัว

ขนมอาลัว เป็นขนมประเภทกวนที่ทำจากแป้ง ผิด้านนอกเป็นผลึกน้ำตาล ด้านในเป็นแป้งเหนียว มักทำเป็นอันเล็ก ๆ หลากหลายสี มีกลิ่นหอมหวาน ในสมัยโบราณขนมอาลัวมีลักษณะกลมแบนคล้ายเหรียญบาท ข้างนอกน้ำตาลแห้ง ข้างในเฝิ้มเป็นยางมะตูม มีลักษณะเปราะบาง แตกหักง่าย (อรรสู, 2542) แต่ปัจจุบันมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะของหัวบีบ คือ หัวบีบแบบมีลายโดยใช้หัวบีบเม็ดมะยม และหัวบีบแบบไม่มีลายโดยใช้ หัวบีบแบบหัวกลม ส่วนประกอบที่สำคัญในขนมอาลัว คือ แป้งสาลี กะทิ และน้ำตาล โดยบางสูตรใส่น้ำลอยดอกมะลิเพื่อให้เกิดกลิ่นหอมและลดความเข้มข้นของไขมันในกะทิให้มีปริมาณพอเหมาะแก่การทำขนมอาลัว หรืออาจแต่งสีและกลิ่นสังเคราะห์ หรืออบควันเทียนหลังตากแดด หรือเข้าเตาอบเพื่อเพิ่มความสวยงามและน่ารับประทาน (อาตยา, 2549)

2.2.1 วัตถุดิบ

2.2.1.1 แป้ง หมายถึง สิ่งที่เป็นผงละเอียดได้จากเมล็ดพืช เช่น เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดถั่วเขียว หรือ พืชหัว เช่น มันเทศ มันสำปะหลัง และมันฝรั่ง แป้ง (Starch) พืชมีการสะสมแป้งไว้ที่ส่วนต่าง ๆ ส่วนที่เป็นเมล็ดได้แก่พวกธัญพืชและถั่ว เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งสาลี แป้งข้าวโพด แป้งถั่วเขียว จากส่วนที่เป็นรากและหัว ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งท้าวายม่อม แป้งมันฝรั่ง จากไส้กลางของลำต้น ได้แก่ แป้งสาคุ จากต้นซาโกแป้งสาลีที่มีคุณภาพดีมาจากส่วน

เอนโดสเปอรัมของเมล็ดเท่านั้น บดอย่างละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงจนได้ขนาดที่ต้องการ ฟอกสีให้ขาวสะอาด แป้งสาลีที่ผลิตออกมามีหลายชนิด ได้แก่

1) แป้งสำหรับทำขนมปัง (Bread flour) ทำจากข้าวสาลีอย่างหนัก มีโปรตีนสูง หนัก 112 กรัม ต่อหนึ่งถ้วยตวง เหมาะสำหรับทำขนมปังโดยเฉพาะ

2) แป้งสำหรับทำขนมเค้ก (Cake flour) ทำจากข้าวสาลีอย่างเบา เป็นแป้งที่มีความละเอียดที่สุด มีโปรตีนต่ำ หนัก 96 กรัม ต่อหนึ่งถ้วยตวง เหมาะสำหรับทำขนมเค้ก

3) แป้งอเนกประสงค์ (All purpose flour) ทำจากข้าวสาลีอย่างหนักและอย่างเบาปนกันอย่างละเท่าๆกัน หนัก 110 กรัม ต่อหนึ่งถ้วยตวง ทำอาหารได้ทุกชนิด เมื่อจะใช้ทำเค้กหรือขนมปัง

2.1.1.2 ส่วนประกอบของแป้ง

แป้งเกิดขึ้นในเนื้อเยื่อของพืชและอยู่ในลักษณะเม็ดแป้ง (Starch granule) เม็ดแป้งของพืชแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน มีขนาดเล็กบ้าง ใหญ่บ้าง เป็นรูปเหลี่ยมบ้าง กลมบ้าง แป้งเป็นโมเลกุลใหญ่จัดอยู่ในจำพวกน้ำตาลหลายชั้น ประกอบด้วยกลูโคส หลายหน่วยมาเชื่อมต่อกันเป็นเส้นยาว แบ่งชนิดของโมเลกุลตามลักษณะการเชื่อมโยงของกลูโคสเป็น 2 ชนิด

1) อะมิโลส (amylose) ประกอบด้วยกลูโคสเกาะกันเป็นเส้นเดี่ยว จะมีลักษณะเป็นวุ้นเมื่อแป้งสุก

2) อะมิโลเพคติน (amylopectin) ประกอบด้วยกลูโคสเกาะกันเป็นแขนง เมื่อแป้งสุกจะมีลักษณะเหนียวเกาะกันแน่นแต่ไม่เป็นวุ้น เม็ดแป้งส่วนใหญ่มีทั้งอะมิโลส และ อะมิโลเพคติน โดยทั่วไปมีอะมิโลส ประมาณร้อยละ 24 - 30 ที่เหลือเป็นอะมิโลเพคติน

2.1.1.3 คุณสมบัติของแป้ง

เม็ดแป้งไม่ละลายในน้ำเย็น เพราะเมื่อผสมแป้งกับน้ำเย็นแป้งจะกระจายทั่วไปในน้ำ หากทิ้งไว้สักครู่จะเกิดการนอนกัน เมื่อหุงต้มเม็ดแป้งที่กระจายตัวอยู่ในน้ำจะเปลี่ยนแปลง แป้งเปียกของแป้งบางชนิดจะเป็นวุ้น บางชนิดไม่เป็นวุ้น บางชนิดขุ่น บางชนิดใส บางชนิดค่อนข้างเหลว บางชนิดข้นหนืด แป้งเปียกที่ได้จากแป้งพวกธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งสาลี จะมีลักษณะขุ่น แป้งเปียกที่ได้จากแป้งพวกธัญพืช เช่น แป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง จะมีลักษณะใสกว่า เมื่อทำให้สุกแล้วทิ้งไว้ให้เย็นลักษณะของแป้งจะไม่แข็งและเป็นวุ้นเท่ากับแป้งข้าวโพด แป้งเปียกของมันสำปะหลังและแป้งมันฝรั่งจะมีลักษณะเหนียวและค่อนข้างเหลว การเปลี่ยนแปลงของแป้งเมื่อได้รับความร้อนขึ้น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเป็นวุ้นของแป้ง

1) ความเข้มข้นของแป้ง ความเหนียวของแป้งเปียกขึ้นกับปริมาณแป้งที่เติมลงไป ถ้าเติมมากก็เหนียวมาก

2) ชนิดของแป้ง แป้งแต่ละชนิดเกิดการเป็นวุ้นได้ดีไม่เท่ากันแป้งชนิดที่มีอะมิโลเพคตินสูง อุ่มน้ำได้มากกว่า แป้งมันทำแป้งเปียกได้ดี เพราะจะได้แป้งเปียกที่นุ่มและใส แต่จะค่อนข้างเหลว รองลงมาเป็นแป้งข้าวโพด และแป้งสาลี

3) อุณหภูมิและเวลาที่ทำให้ความร้อน เม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่จะพองตัวและใสขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าเม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กกว่า (อบเชย และชนิษฐา, 2544)

2.1.1.4 แป้งเค้ก

แป้งเค้ก มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำประมาณ 7 - 9 เปอร์เซ็นต์ ไม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อน Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้ก คุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่ม เนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์และแป้งขนมปัง เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ไม่ใช้ยีสต์ ซึ่งสารเคมีก็ได้แก่ ผงฟู เบกิงโซดา เป็นต้น

ดังกล่าวมาแล้วว่า แป้งสาลีนั้นมีคุณสมบัติเฉพาะที่ไม่เหมือนกับแป้งชนิดอื่น คือ ในแป้งสาลีจะประกอบด้วยโปรตีนซึ่งเมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวชนิดอื่นแล้วจะได้กลูเตน ซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะเหนียว เป็นยาง และยืดหยุ่นได้ กลูเตนประกอบด้วยกลูเตนิน และไกลอะดินในอัตราส่วนเท่า ๆ กัน กลูเตนินจะทำให้โดหรือก้อนแป้งผสมมีกำลังที่จะอุ่มก๊าซที่ขึ้นฟูไว้ได้ ซึ่งจะเป็โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ส่วนไกลอะดินนั้นทำให้กลูเตนมีคุณสมบัติในการยึดตัว และยืดหยุ่นได้นั่นคือ กลูเตนินนั้นให้ความแข็งแรงตัวกับกลูเตน และไกลอะดินซึ่งเป็นสารที่อ่อน และเหนียวจะเป็นตัวเชื่อม ดังนั้นไกลอะดินจะติดอยู่กับกลูเตนิน และป้องกันไม่ให้กลูเตนินถูกล้างออกไปในกระบวนการสกัดกลูเตนออกมา (จิตธนา, 2556)

2.1.1.5 กะทิ

กะทิล่องแบบยูเอชที (UHT) เป็นกะทิสำเร็จรูปที่ได้รับความนิยม และหาซื้อได้ง่ายที่สุดในปัจจุบัน กะทิชนิดนี้ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน 135 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 - 2 วินาที ทำให้กะทิยูเอชทีเก็บในอุณหภูมิห้องได้เป็นเวลานาน แต่ความร้อนระดับดังกล่าวทำให้กลิ่นและรสของกะทิเปลี่ยนแปลงไป กลิ่นกะทิยูเอชทีจะไม่หอมเหมือนกะทิสด และมีการผสมสารอีมีลซิไฟเออร์ คือ สารเคมีที่ทำหน้าที่ผสมน้ำกับน้ำมันไม่ให้แตกตัวออกจากกัน เพื่อป้องกันกะทิแตกมันขณะผ่านการฆ่าเชื้อ (ญดา และชนิรัตน์, 2556)

2.1.1.6 น้ำตาล

น้ำตาลโดยทั่วไป หมายถึง สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวาน และให้พลังงานแก่ร่างกาย ในทางเคมีเราสามารถแบ่งน้ำตาลออกเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำตาลชั้นเดียว (monosaccharide) เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุคโตส เป็นต้น และน้ำตาลหลาย

ชั้น (oligosacchiride) ที่รู้จักกันดี คือน้ำตาลทรายหรือน้ำตาลซูโครส (sucrose) น้ำตาลซูโครส จัดเป็นน้ำตาลสองชั้น ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาล ฟรุคโตส พืชจะสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารตามธรรมชาติ หน่วยสุดท้ายของการสังเคราะห์สารที่จะได้คือน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกลูโคสนี้จะถูกเก็บสะสมอยู่ในส่วนต่างๆของพืชในรูปของแป้ง แต่มีพืชหลายชนิด เช่น อ้อย มะพร้าวตาล หรือพืชหัว เช่น หัวผักกาดหวานที่มีน้ำย่อยพิเศษสามารถเปลี่ยนส่วนหนึ่งของน้ำตาลกลูโคสเป็นน้ำตาล ฟรุคโตสและทำการสังเคราะห์น้ำตาลทั้งสองนี้ขึ้นเป็นน้ำตาลซูโครสได้ (อบเชย และ วนิชฐา, 2544)

1) สมบัติของน้ำตาลทราย

1.1) ความหวาน น้ำตาลเป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนา และ สามารถแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ รสหวานของน้ำตาลเกิดจากรสของต่อมรับรสบริเวณปลายลิ้น ด้านบน ค่าความหวานของน้ำตาลจะใช้ค่าความหวานของน้ำตาลซูโครสเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบกับความหวานของน้ำตาลอื่น ๆ เนื่องจากน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลที่หวานมากที่สุดในบรรดาน้ำตาลทุกชนิด รองลงมาจะเป็นน้ำตาลกลูโคส มอลโทส และกาแลคโทส

1.2) การละลายน้ำ น้ำตาลสามารถละลายได้ดีในน้ำ ปริมาณการละลายได้มากถึง 100% ขึ้นกับความเข้มข้น และอุณหภูมิ หากมีความเข้มข้นมากจะละลายได้น้อยลง หากมีอุณหภูมิสูงจะละลายได้มากขึ้นเช่นกัน ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาล เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ฟรุคโตส, ซูโครส, กลูโคสกับมอลโทส และแลคโทส

1.3) การให้สารสีน้ำตาลในอาหาร สารสีน้ำตาลที่มาจากน้ำตาลเป็น รงควัตถุที่เกิดจากการไหม้ของน้ำตาล แต่ไม่ได้ไหม้สนิทจนเกิดสีดำ ซึ่งการทำให้เกิดการไหม้ของน้ำตาลจนมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลอมดำเป็นวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดสีของน้ำตาลสำหรับผสมหรือผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้ผสมซีอิ๊วดำ ซอสถั่วเหลือง และน้ำอัดลม เป็นต้น

2) การดูดซับความชื้น

2.1) น้ำตาลแต่ละชนิดจะสามารถดูดความชื้นได้แตกต่างกัน น้ำตาลฟรุคโตสเป็นน้ำตาลที่ดูดความชื้นได้ดีที่สุด รองลงมาเป็น น้ำตาลซูโครส มอลโทส และแลคโทส

2.2) น้ำตาลเมื่อดูดซับความชื้น และเป็นหนึ่งในส่วนผสมในอาหารจะทำให้อาหารมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มขึ้น

2.3) การเก็บรักษาความชื้น จากการดูดซับความชื้นของน้ำตาล ช่วยให้ อาหารที่มีส่วนผสมของน้ำตาลมีความชุ่มชื้น ไม่แห้งง่าย และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน (เกศรินทร์ และคณะ, 2555)

3) หน้าที่ของน้ำตาล

มีการนำน้ำตาลมาใช้เป็นทั้งส่วนผสมหลักและเป็นส่วนประกอบเพื่อปรุงรสอาหารมากมายหลายชนิดทั้งบริโภคภายในครัวเรือนและแปรรูปในอุตสาหกรรมด้านอาหารจะใช้น้ำตาลเพื่อให้รสชาติ รูปร่าง หรือให้คุณค่าแก่ร่างกายได้อีกหลายร้อยประเภททั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลมีสมบัติหลากหลายดังได้กล่าวตอนต้น ทำให้หน้าที่ของน้ำตาลในอาหารจึงมีหลายอย่างตามจุดประสงค์ของการใส่ในการประกอบอาหารที่พอสรุปได้ดังนี้

3.1) เป็นสารให้รสหวาน นับว่าเป็นหน้าที่หลักๆของน้ำตาลที่ใส่ลงไป ในอาหารเพื่อให้รสชาติดหวานแก่อาหาร นิยมใช้ในอาหารประเภทหวานทั่วไป เช่น ในขนมหวานของไทย เครื่องดื่มประเภทต่างๆ เป็นต้นการใช้น้ำตาลเพื่อเป็นสารให้ความหวานมีปัจจัยหลายชนิดที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่ ชนิดของน้ำตาล ความเข้มข้น อุณหภูมิ ความเป็นกรดของอาหารและส่วนประกอบอื่นๆ ที่ใส่ลงในอาหารล้วนมีผลให้สมบัติของน้ำตาลเปลี่ยนไป

3.2) ให้กลิ่นรสแก่อาหาร การใส่น้ำตาลช่วยให้อาหารมีกลิ่นรสเปลี่ยนไป โดยน้ำตาลจะช่วยให้รสชาติอาหารดีขึ้นเห็นได้จากในสมัยก่อนนิยมใช้น้ำตาลแทนผงชูรสช่วยให้รสชาติอาหารกลมกล่อมขึ้นช่วยลดให้รสใดรสหนึ่งของอาหารจางลง เช่น ใช้น้ำตาลใส่ในอาหารที่มีรสเปรี้ยวเกินจะช่วยให้รสเปรี้ยวลดลงอาหารจึงมีรสชาติดกลมกล่อมขึ้นหรือช่วยให้เกิดกลิ่นรสคาราเมลในทำให้เกิดกลิ่นรสดังกล่าวขึ้น

3.3) ให้ลักษณะที่เป็นเนื้อแก่อาหาร (Body) ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อสมบัติของน้ำตาลว่าน้ำตาลช่วยให้เกิดลักษณะความเป็นเนื้อ (body) ที่เรียกว่า “mouth feel” ขึ้นในปาก พบมากในเครื่องดื่มที่ใส่น้ำตาลลงไป

3.4) ช่วยให้สีแก่อาหารหรือที่เรียกกันว่า สีคาราเมล ที่มีตั้งแต่สีน้ำตาลอ่อนจนไปถึงสีน้ำตาลเข้มเกิดจากการให้ความร้อนแก่น้ำตาลจนกระทั่งมีอุณหภูมิตั้งแต่ 170 °C ขึ้นไป

3.5) ช่วยให้อาหารสามารถเก็บไว้ได้นานมากยิ่งขึ้น เพราะการที่ใส่น้ำตาลในปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 60 - 70 จะช่วยป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากน้ำตาลจะรวมกับน้ำอิสระในอาหารทำให้ไม่มีน้ำหรือความชื้นพอที่จุลินทรีย์จะใช้เจริญได้นอกจากนี้ น้ำตาลยังสามารถดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์ได้ ดังนั้นน้ำตาลจึงจัดเป็นวิธีการถนอมอาหารวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กับผลไม้และน้ำผลไม้ เช่น แยม น้ำผลไม้เข้มข้น ผลไม้เชื่อม เป็นต้น

3.6) เป็นตัวกระจาย อาหารหลายชนิดใช้น้ำตาลเป็นตัวช่วยทำกระจาย ในอาหาร เช่น เครื่องดื่มผลไม้ หรือสมูทตี้ผลไม้ เจลาตินผง เป็นต้น

3.7) เป็นตัวหล่อลื่น สารละลายน้ำตาลทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นในอาหารที่ดี เช่น น้ำสลัดหรือส่วนผสมของแป้งเค้กที่ผสมแล้วเมื่อนำน้ำตาลจะทำให้ไหลดีขึ้นหรือใช้น้ำเชื่อมเป็นตัวหล่อลื่นไม่ให้ขนมติดกัน เช่น ทองหยิบ ทองหยอด เม็ดขนุน เป็นต้น

3.8) ช่วยในการรักษาสีเนื้อหมัก การที่ใส่น้ำตาลลงไปใช้ร่วมกับดินประสิวในการหมักเนื้อทำให้เนื้อมีสีที่ไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนการใส่ดินประสิวอย่างเดียวจะทำให้เนื้อที่ทิ้งไว้นานมีสีคล้ำขึ้น

3.9) เป็นอาหารของยีสต์ ใช้ในการทำขนมอบ การใส่น้ำตาลลงไปเพื่อเป็นอาหารของยีสต์จะช่วยให้ยีสต์เจริญได้อย่างรวดเร็วและสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มาก ขนมอบที่ได้จึงขึ้นฟูได้ดี

3.10) ป้องกันการแยกชั้นของอาหาร น้ำส้มที่ใส่น้ำตาลปริมาณร้อยละ 50 ลงไปจะไม่เกิดการแยกชั้นแม้เก็บเป็นเวลานานปีครึ่งอุณหภูมิ -18°C หรือนมที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสร้อยละ 0.5-2.0 สามารถเก็บได้ 185 วัน ที่อุณหภูมิ -23.3°C โดยไม่ทำให้เกิดการแยกชั้นเมื่อนำไปทำให้คั้นตัว

3.11) ป้องกันการเหม็นหืนของอาหาร น้ำตาลซูโครสมีสมบัติที่ช่วยป้องกันการหืนของอาหารได้ เนื่องจากการละลายของน้ำตาลทำให้ออกซิเจนในน้ำตาลลง น้ำเชื่อมที่มีน้ำตาลร้อยละ 60 จะมีออกซิเจนเหลืออยู่เพียง 1 ใน 6 ออกซิเจนที่เคยละลายอยู่

3.12) ช่วยทำให้เกิดโครงสร้างเจล น้ำตาลถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดโครงสร้างร่างแหให้เพกทินเข้ามาจับเกาะ และเกิดเจล

3.13) เป็นโครงร่างของอาหารบางชนิด เมื่อมีการนำสารละลายน้ำตาลมาหลอมเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 160°C แล้วทำให้เย็นตัวลงจะเสียโครงสร้างผลึกไป โดยจะอยู่ในรูปอสัณฐาน (non - crystalline) มีลักษณะแข็งตัวจึงนิยมนำมาทำลูกกวาดชนิดแข็งหรือขึ้นรูปเป็นแบบต่าง ๆ มากมาย (อัจฉรา, 2556)

2.3 การกวน

การกวนหรือการผสมแป้งเปียก แรงเฉือนที่เกิดขึ้นจะตัดเม็ดแป้งที่พองตัวบางส่วนทำให้ความหนืดของแป้งลดลง ดังนั้นแป้งที่มีพันธะครอสลิงจะสามารถทนต่อแรงเฉือนได้ดี เมื่อให้ความร้อนพร้อมๆ กับการกวนแป้งจากส่วนหัว ราก และแป้งข้าวเหนียวจะพองตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้มีส่วนของเม็ดแป้งที่ถูกตัดมาก สำหรับแป้งจากธัญพืชจะพองตัวอย่างช้าๆ ทำให้มีส่วนเม็ดแป้งที่ถูกตัดได้น้อยกว่า ดังนั้นแป้งข้าวโพดและแป้งสาลีจะสามารถทนต่อแรงเฉือนได้ดีกว่าแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพดและข้าวเหนียว (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2550) การกวนเป็นการถนอม

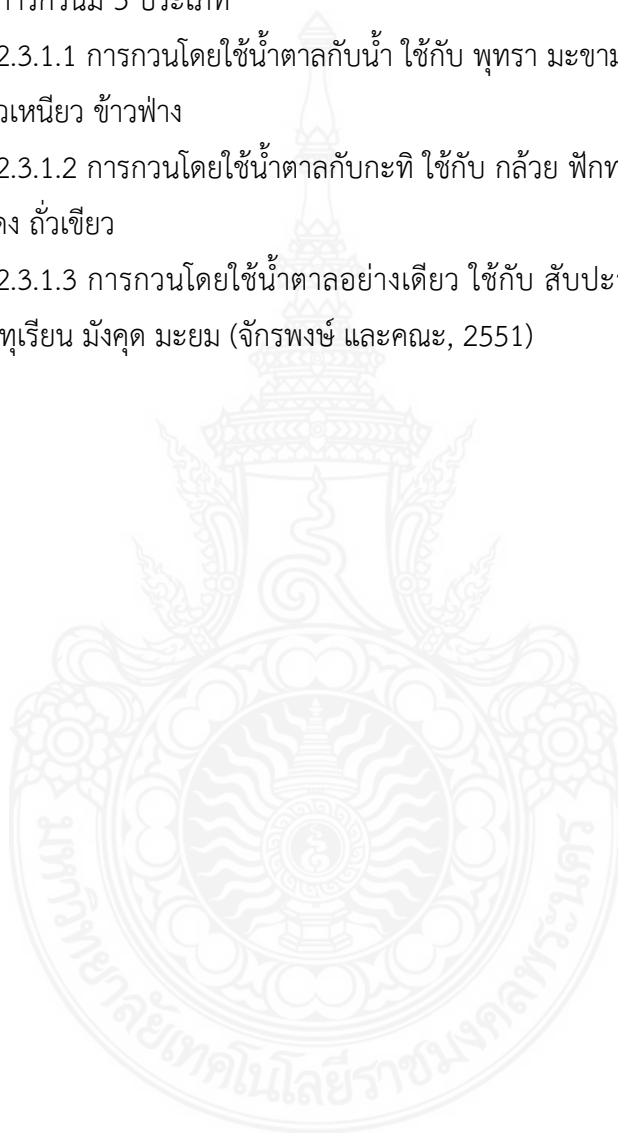
อาหารอย่างหนึ่ง เช่น การเอาผัก ผลไม้ หรือธัญพืชมาผสมกับน้ำตาล เคี้ยวจนจนปริมาณน้ำตาลน้อยลงและผสมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยจะสามารถเก็บไว้ได้นาน เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลสูง สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้

2.3.1 การกวนมี 3 ประเภท

2.3.1.1 การกวนโดยใช้น้ำตาลกับน้ำ ใช้กับ พุทรา มะขาม กระท้อน มะปราง มะม่วงดิบมะละกอ ข้าวเหนียว ข้าวฟ่าง

2.3.1.2 การกวนโดยใช้น้ำตาลกับกะทิ ใช้กับ กล้วย ฟักทอง เผือก มันเทศ ถั่วต่าง ๆ เช่น ถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วเขียว

2.3.1.3 การกวนโดยใช้น้ำตาลอย่างเดียว ใช้กับ สับปะรด มะม่วงสุก มะละกอสุก มะดัน มะเฟือง ทูเรียน มังคุด มะยม (จักรพงษ์ และคณะ, 2551)



2.4 ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นกับแป้ง

2.4.1 การเกิด Geletinization

โมเลกุลของแป้งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl groups) เป็นจำนวนมาก ยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน มีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) แต่เนื่องจากว่าเม็ดแป้งอยู่ในรูปของร่างแห (micelles) ดังนั้นการจัดเรียงตัวลักษณะนี้จะทำให้เม็ดแป้งละลายในน้ำเย็นยาก ดังนั้นในขณะที่แป้งอยู่ในน้ำเย็นเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย (Leach et al, 1959) แต่เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้ง พันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำแล้วพองตัว ส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดมากขึ้นและใสขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลื้อมีอยู่รอบๆ เม็ดแป้งเหลือน้อยลง เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยากขึ้น ทำให้เกิดความหนืด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การเกิดเจลาตินในเซชัน (gelatinization) อุณหภูมิที่สารละลายเริ่มเกิดความหนืดเรียกว่า อุณหภูมิเจลาตินในเซชัน เมื่อตรวจวัดโดยเครื่องมือวัดความหนืด มักจะเรียกจุดนี้ว่า อุณหภูมิที่เริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด (pasting temperature) หรือเวลาที่เริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด (pasting time) ซึ่งจะแตกต่างกันในแป้งแต่ละชนิด แป้งจากพืชหัว เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่งจะมีอุณหภูมิเริ่มเจลาตินในเซชัน ต่ำกว่าอุณหภูมิจากแป้งธัญพืช

การเกิดเจลาตินในเซชันของเม็ดแป้งแบ่งได้ 3 ระยะ คือระยะแรกเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำเย็นได้อย่างจำกัดและเกิดการพองตัวแบบผันกลับได้เนื่องจากร่างแหระหว่างไมเซลล์ (micelles) ยึดหยุ่นได้จำกัด ความหนืดของสารแขวนลอยจะไม่เพิ่มขึ้นจนเห็นได้ชัด เม็ดแป้งยังคงรักษารูปร่างและโครงสร้างแบบที่เกิดการบิดแสงระนาบโพลาไรซ์ได้ (birefringence) เมื่อใส่สารเคมี หรือเพิ่มอุณหภูมิให้สารละลายน้ำแป้งจนถึงประมาณ 65 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง) เมื่อเริ่มเข้าสู่ระยะที่ 2 เม็ดแป้งจะพองตัวอย่างรวดเร็ว ร่างแหระหว่างไมเซลล์ภายในเม็ดแป้งจะอ่อนแอลง เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนถูกทำลาย เม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำเข้ามามากและเกิดการพองตัวแบบผันกลับไม่ได้ เรียกว่าการเกิดเจลาตินในเซชัน เม็ดแป้งมีการเปลี่ยนรูปร่างและโครงสร้างแบบที่เกิดการบิดแสงระนาบโพลาไรซ์ได้ ความหนืดของสารละลายน้ำแป้งจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แป้งที่ละลายได้จะเริ่มละลายออกมา ซึ่งถ้าเหวี่ยงแยกส่วนใสและหยดสารละลายไอโอดีนลงในส่วนใส จะเกิดสีน้ำเงินขึ้น เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิต่อไปอีกจะเข้าสู่ระยะที่ 3 รูปร่างเม็ดแป้งจะไม่แน่นอน การละลายของแป้งจะเพิ่มขึ้น เมื่อนำไปทำให้เย็นจะเกิดเจล การเกิดเจลาตินในเซชัน จะทำให้หมู่ไฮดรอกซิลของแป้งสามารถทำปฏิกริยากับสารอื่นๆ ได้ดีขึ้น รวมทั้งพร้อมที่จะถูกย่อยด้วยน้ำย่อยต่างๆ ได้ดีกว่า ความหนืดสูงสุดของสารละลายแป้งในระหว่างเจลาตินในเซชันจะแปรเปลี่ยนไปตามชนิดของแป้ง แป้งมันฝรั่งจะมีความหนืดสูงสุด (peak viscosity) สูงที่สุด และมีความสามารถในการทำให้ข้นหนืด (thickening power) สูงด้วย ในขณะที่แป้งข้าวโพดและแป้งสาลีจะมีความหนืดสูงสุดต่ำ

เนื่องจากเม็ดแป้งมีกำลังการพองตัวอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณอะมิโลสและไขมันนอกจากนี้ระดับอุณหภูมิในการเกิดเจลลาที่โนเซชันจะแตกต่างกันไปตามชนิดและองค์ประกอบของแป้ง เช่น ปริมาณไขมัน สัดส่วนอะมิโลส และอะมิโลเพกทิน การจัดเรียงตัวและขนาดของเม็ดแป้ง เนื่องจากการจัดเรียงตัวของอะมิโลส และอะมิโลเพกทินภายในเม็ดแป้งมีความหนาแน่นไม่สม่ำเสมอทำให้เม็ดแป้งมีขนาดต่างกัน แป้งชนิดต่าง ๆ มีลักษณะการเกิดเจลที่ต่างกันไป (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2550)

2.4.2 การเกิด Retrogradation

จากอุณหภูมิที่ทำให้เกิดเจลของแป้งสาลี ถ้าเพิ่มความร้อนขึ้นไปเรื่อย ๆ รวมไปถึงมีการกวนอย่างต่อเนื่อง จะทำให้เม็ดแป้งพองตัวอยู่แต่กออก ความหนืดของแป้งจะลดลงเนื่องจากน้ำที่อยู่ในเม็ดแป้งจะหลุดออกมาจากการแตกของเม็ดแป้ง แต่ถ้าหากตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงก็จะเกิดการคืนตัวของแป้งเปียก เพราะน้ำที่หลุดออกมาจะถูกบีบออกข้างนอก และเกิดการระเหย จึงทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม แป้งเปียกจะมีลักษณะขุ่นและหนืดขึ้น (ศิริลักษณ์, 2525) เป็นเหตุให้การกวนขนมอาลัวจะต้องพักขนมให้เย็นลงก่อนที่จะบีบเป็นตัวขนมได้ เพื่อให้แป้งเปียกขนมอาลัวที่เกิด Retrogradation มีการคืนตัวให้ได้ความหนืดที่เพิ่มขึ้นเสียก่อนนั่นเอง (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2550)

2.5 การทำแห้งอาหาร

การทำแห้งอาหารเป็นวิธีการถนอมอาหารเก่าแก่ที่สุดซึ่งมีมานาน การทำแห้งอาหารในสมัยเริ่มแรก เริ่มจากมนุษย์สังเกตเห็นว่าเมล็ดพืชที่ตากแห้งตามธรรมชาติสามารถเก็บไว้ได้นานข้ามฤดู แสงอาทิตย์จะทำให้อาหารหลายชนิดแห้ง เช่น เนื้อ ปลา และผลไม้ เป็นต้น อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีรูป รส กลิ่นที่จำเพาะ การตากแห้งทำให้อาหารมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่นองุ่นตากแห้งกลายเป็นลูกเกด และเมื่อนำลูกเกดไปแช่น้ำจะไม่สามารถกลับกลายเป็นองุ่นได้เหมือนเดิม

การถนอมอาหารโดยการทำแห้ง ใช้หลักที่ว่าจุลินทรีย์และเอนไซม์ ต้องการน้ำในการทำปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการเมแทบอลิซึม การทำแห้ง เป็นการลดความชื้น (moisture) ในอาหาร หรือการลดค่า a_w ของอาหาร ค่า a_w มาจากคำว่า available water หรือ water activity

2.5.1 การจัดกลุ่มอาหารตามค่า a_w ดังนี้

2.5.1.1 อาหารที่มีความชื้นสูง (high moisture food : HMF) เป็นอาหารที่มีปริมาณความชื้นมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ หรือมี a_w มากกว่าหรือเท่ากับ 0.95 เช่น อาหารสดทุกชนิด

2.5.1.2 อาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food : IMF) เป็นอาหารที่มีความชื้น 15 - 50 เปอร์เซ็นต์ หรือมี a_w ระหว่าง 0.65-0.85 เช่น ปลาหมึกแห้งปรุงรส มีปริมาณความชื้นไม่เกิน 28 เปอร์เซ็นต์

2.5.1.3 อาหารที่มีความชื้นต่ำ (low moisture food : LMF) เป็นอาหารที่มีความชื้นน้อยกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ หรือมีค่า a_w น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.65 เปอร์เซ็นต์ เช่น นมผง แป้งมัน และ กาแฟผงสำเร็จรูปมีความชื้นไม่เกิน 4.5 เปอร์เซ็นต์

ในความชื้นน้อยกว่า 13 เปอร์เซ็นต์ หรือมี a_w ต่ำกว่า 0.62 เปอร์เซ็นต์ จะไม่พบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ใด ๆ

2.5.2 วัตถุประสงค์ของการทำแห้ง

เพื่อเอาความชื้นออกจากอาหาร ป้องกันหรือลดการเติบโตของเซลล์ปกติ (vegetative cells) ป้องกันการงอกของสปอร์ของจุลินทรีย์ รวมทั้งป้องกันการสร้างสารพิษโดยเชื้อราและแบคทีเรีย

จุลินทรีย์ที่อยู่ในอาหารแห้งที่มี a_w ต่ำจะตายหรือบาดเจ็บ สำหรับวัตถุประสงค์อื่น ๆ ในการทำแห้ง ได้แก่

2.5.2.1 เพื่อถนอมรักษาสภาพผลิตภัณฑ์ไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ หรือ เคมี อันเนื่องมาจากความชื้นที่มากเกินไป

2.5.2.2 เพื่อสะดวกในการบรรจุอาหารลงในภาชนะโดยไม่ต้องเปลืองเนื้อที่ ทำให้ลดต้นทุนในการขนส่งอาหาร

2.5.2.3 เพื่อเก็บเป็นอาหารแห้งสำหรับการบริโภคเมื่อยามขาดแคลน หรือไม่ใช่ฤดูกาลของอาหารนั้นๆ

2.5.2.4 เพื่อให้อาหารมีคุณภาพสม่ำเสมอ เพื่อความสะดวกในการแบ่งคุณภาพสินค้า ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจซื้อหรือขาย

2.5.3 วิธีการทำแห้งอาหาร

การทำแห้งอาหาร มี 3 วิธี ดังนี้

2.5.3.1 การทำแห้งโดยอาศัยธรรมชาติ

การทำแห้งโดยอาศัยธรรมชาติ ได้แก่ การตากแดด การใช้กระแสลมตามธรรมชาติ ตัวอย่างอาหารที่ทำแห้งโดยวิธีนี้มักเป็นผลไม้ เช่น องุ่น ลูกพรุน มะเดื่อ และแอปเปิ้ลคอกซ์ ข้อดี เป็นวิธีที่ประหยัด ไม่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง และไม่สิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้า ข้อเสีย เป็นวิธีที่ขึ้นกับดิน ฟ้า อากาศ จึงไม่สามารถควบคุมอาหารแห้งให้มีคุณภาพสม่ำเสมอเหมือนกันทุกครั้ง เนื่องจาก ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในแต่ละวันให้มีเหมือนกันตลอดเวลาได้ เช่นในวัน

เดียวกันจะมีอุณหภูมิแตกต่างกัน มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (relative humidity) และความเร็วมต่างกัน นอกจากนั้นยังไม่สามารถควบคุมความสะอาดในระหว่างการตากอาหารให้แห้งได้ เนื่องจากต้องดำเนินการในที่โล่งแจ้งที่ในบางครั้งก็มีแมลง รวมทั้งถิ่นที่อยู่อาศัยในบริเวณนั้นเป็นสาเหตุทำให้มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนในอาหารตากแห้ง บางครั้งกระแสลมจะพัดพาฝุ่นละอองที่เต็มไปด้วยจุลินทรีย์ต่างๆ มาปนเปื้อนในอาหาร และต้องใช้พื้นที่ในการตากมาก

2.5.3.2 การรมควัน

การนำเนื้อ และปลาทั้งหลายไปรมควัน เพื่อเอาน้ำออกจากผลิตภัณฑ์เพื่อลด a_w ลง ความร้อนจากควันไฟจะฆ่าจุลินทรีย์หลายชนิด ในควันไฟมีสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หลายชนิด

2.5.3.3 การทำแห้งโดยใช้เครื่องมือ

การทำแห้งวิธีนี้ต้องใช้ความร้อนจากกระแสไฟฟ้า แก๊ส ส่วนมากใช้ในระดับอุตสาหกรรมซึ่งมีหลายแบบ หลายขนาด โดยใช้หลักการที่แตกต่างกันไปแล้วแต่ประโยชน์ของการใช้สอย การทำแห้งโดยใช้เครื่องมือมีหลายวิธี ได้แก่

1) การอบแห้งด้วยความร้อนแบบต่อเนื่อง หรือ การใช้อุโมงค์ความร้อน (tunnel drying) โดยการทำให้อาหารเคลื่อนที่ไปบนสายพานภายในอุโมงค์ที่มีการพ่นลมร้อนออกมา ในขณะที่มีการเคลื่อนอาหารไปบนสายพานที่อยู่ภายในอุโมงค์ หรือใส่อาหารในถาด ที่วางบนรถเข็นซึ่งจะถูกเข็นเข้าสู่อุโมงค์ที่มีการพ่นลมร้อนออกมา ทำให้น้ำในอาหารถูกระเหยออกไป

2) เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (roller drying) เครื่องทำแห้งแบบนี้ให้ความร้อนแบบนำความร้อน ซึ่งประกอบด้วยลูกกลิ้งที่ทำจากเหล็กปลอดสนิม อาจเป็นลูกกลิ้งคู่หรือลูกกลิ้งเดี่ยว ภายในมีลักษณะกลวง และทำให้ร้อนด้วยไอน้ำหรือไฟฟ้า อาหารที่จะทำแห้งต้องมีลักษณะชิ้น และป้อนเข้าเครื่องตรงผิวของลูกกลิ้ง เป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ความร้อนจะถ่ายเทจากลูกกลิ้งไปยังอาหาร การอบแห้งจะเร็วขึ้น ถ้าแผ่นฟิล์มอาหารที่สัมผัสกับลูกกลิ้งบางและสม่ำเสมอ แผ่นฟิล์มอาหารที่แห้งติดบนผิวของลูกกลิ้งจะถูกชะออกมา โดยใช้มีดที่ติดขนานกับผิวหน้าของลูกกลิ้ง จะได้ผลิตภัณฑ์อบแห้งที่เป็นแผ่นบางกรอบ หรือเป็นเกล็ด (flake) หรือเป็นผง

3) เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนแบบตู้ (ตู้อบ) ภายในตู้ด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนมีถาดสำหรับวางอาหารที่จะอบความร้อนกระจายภายในตู้โดยแผงที่ช่วยการไหลเวียนของลมร้อนหรือโดยพัดลม เครื่องมือชนิดนี้จะใช้อบอาหารในปริมาณน้อยหรือสำหรับงานทดลอง

4) เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ใช้หลักการพ่นอาหารเหลวให้เป็นฟองในลมร้อน (spray drying) น้ำในอาหารจะระเหยออกไป อาหารจะแห้งเป็นผง เช่น การทำนมผง ไข่ผง ชุปผง กาแฟผง และน้ำผลไม้ผง เป็นต้น

5) เครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze drying) ประกอบด้วยเครื่องที่ทำให้อาหารเย็นจัด (freezer) แผ่นให้ความร้อน และตู้สุญญากาศ การถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการนำความร้อนเพราะผลิตภัณฑ์เยือกแข็งจะวางอยู่ในถาด และถาดวางบนแผ่นให้ความร้อน

6) ตู้อบแห้งแบบใช้ไมโครเวฟ ใช้คลื่นไมโครเวฟความถี่ 13×10^6 ไซเคิล เพื่อลดความชื้นของผัก เช่น กะหล่ำปลีจาก 90 - 95 เปอร์เซ็นต์ เหลือลดความชื้นเพียง 5 - 7 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อนจะช่วยลดเวลาเหลือเพียง 1 ใน 5 ซึ่งจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายและผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีคุณภาพดีสีสวย การใช้ระบบสุญญากาศร่วมกับ การใช้ไมโครเวฟจะยิ่งทำให้เวลาที่ใช้ในการอบแห้งลดลงอีก 50 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งโดยวิธีนี้ เช่น น้ำส้มผอง ซึ่งยังคงคุณภาพของสี กลิ่น และรสของส้มไว้ (บุษกร, 2555)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐรัตน์ (2555) ขนมหาล้าและฝอยทองเป็นขนมไทยที่มีปริมาณน้ำตาลสูง ซึ่งอาจส่งผลเสียเชิงโภชนาการต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายในขนมมหาล้าและฝอยทอง โดยเมื่อใช้ซอร์บิทอล มอลทิทอล ไอโซมอลท์ และแมนนิทอล ทดแทนน้ำตาลทรายในขนมมหาล้าที่ระดับ 25, 50, 75 และ 100% ปรับความหวานให้คงเดิมด้วยซูคราโลส พบว่าการเติมสารให้ความหวานส่งผลต่อสมบัติการให้ความหนืดของส่วนผสมแตกต่างกันขึ้นกับชนิดและระดับการทดแทนสารให้ความหวานที่ระดับการทดแทน 25% ขนมหาล้าจะยังคงลักษณะเฉพาะตัวของส่วนเปลือกและเนื้อใน การเติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลทรายมีแนวโน้มทำให้ขนมมหาล้ามีปริมาณความชื้น ค่า water activity (a_w) และค่า L^* ของส่วนเปลือกลดลง แต่ค่า L^* ส่วนเนื้อในขนมและค่า Hardness ของขนมมีค่าเพิ่มมากขึ้น สามารถเลือกใช้ซอร์บิทอลและไอโซมอลท์ทดแทนน้ำตาลทรายในระดับ 25% ได้โดยคะแนนความชอบรวมของขนมมหาล้าไม่ต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ทิพวรรณ (2551) น้ำตาลโตนดหรือน้ำตาลปึกเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากน้ำตาลสดซึ่งผลิตมากในพื้นที่ของอำเภอดำรงวิทยะจังหวัดพิษณุโลก แต่การบริโภคอยู่ในวงแคบและไม่ได้มีการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มในรูปแบบใหม่จากน้ำตาลโตนด จึงไม่สามารถขยายช่องทางการตลาดของสินค้าประเภทนี้ได้เท่าที่ควร ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มที่มีความหลากหลาย โดยใช้น้ำตาลโตนดเป็นวัตถุดิบ งานวิจัยนี้ทดสอบการใช้น้ำตาลโตนดในการผลิตเยลลี่และกัมซึ่งเดิมใช้น้ำตาลทรายเป็นวัตถุดิบหลัก เยลลี่และกัมเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดที่มีส่วนแบ่งในตลาดมาก และมีแนวโน้มของการจำหน่ายสูงขึ้นเรื่อยๆ ลักษณะของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีความยืดหยุ่น นุ่มเหนียว เหมาะกับการเคี้ยวและไม่ได้บริโภคด้วยการอมแบบลูกกวาด

มนสุวีร์ (2551) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลโตนดเข้มข้น และคุณภาพน้ำตาลโตนดเข้มข้นที่ผลิตเชิงการค้า รวมทั้งศึกษาคุณภาพของน้ำตาลโตนดสดที่ผลิตด้วยวิธีปฏิบัติดั้งเดิม และวิธีควบคุมปัจจัยคุณภาพทั้งทางด้านเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และด้านประสาทสัมผัส ซึ่งจากการสัมภาษณ์ และใช้แบบสอบถาม เกษตรกรผู้ผลิตจำนวน 30 รายในเขตจังหวัดสงขลา พบว่าเกษตรกรผู้ผลิตประมาณร้อยละ 57 ใช้กระบอกไม้ไผ่เป็นภาชนะในการรองรับ และมีการเติมเศษไม้เคี้ยมลงในกระบอกประมาณ 8-10 ชั่วโมง น้ำตาลโตนดสดส่วนมากจะถูกรวบรวมไว้เพื่อผลิตเป็นน้ำตาลโตนดเข้มข้นต่อไป เกษตรกรผู้ผลิตส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 90 ไม่ได้ให้ความสำคัญกับคุณภาพของวัตถุดิบน้ำตาลโตนดสดเริ่มต้น ขาดการเอาใจใส่เกี่ยวกับสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ดี อย่างไรก็ตาม เกษตรกรผู้ผลิตถึงร้อยละ 93 มีความตั้งใจที่จะพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเข้มข้นให้ดีขึ้น เพื่อให้สามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ และจากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำตาลโตนดเข้มข้นที่ผลิตเชิงการค้าจำนวน 30 ตัวอย่าง พบว่าแต่ละตัวอย่างมีคุณภาพแตกต่างกัน ($p < 0.05$) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์ และรา เกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลโตนดเข้มข้น และ 7 ใน 30 ตัวอย่าง โดยคิดเป็นร้อยละ 23 ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

อาฒยา (2549) ได้ทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตขนมอาลัวเพื่อให้ได้มาตรฐาน จากการทดลอง พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่พัฒนาได้ประกอบด้วยแป้งสาลีชนิดเบา, น้ำตาลทรายและกะทิร้อยละ 10, 35 และ 55 ตามลำดับ การผลิต ละลายน้ำตาลทรายกับกะทิทิ้งให้เย็น ผสมแป้งให้ละลายเข้ากัน กรองลงในกระทะทอง ตั้งไฟปานกลางค่อนข้างอ่อนจนแป้งเริ่มร้อนจากกระทะ (มีค่า Firmness = 0.201 N., Consistency = 2.89 N.sec., Cohesiveness = -0.14 N. และ Index of Viscosity = -1.87 N.sec.) ปีบตัวขนม นำเข้าอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 14 ชั่วโมง คุณภาพทางกายภาพ ค่า Water Activity เป็น 0.68 ค่าสีในระบบ L*, a* และ b* เท่ากับ 71.73, -0.18 และ 16.27 ตามลำดับ เนื้อสัมผัสของขนมมีค่า Coating Hardness, Interior Hardness และ Work of Cutting /Toughness เท่ากับ 1.86 N., 2.61 N. และ 11.47 N./sec. ตามลำดับ คุณภาพทางเคมีมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้าและคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 15.76, 11.13, 25.83, 0.56, 0.354 และ 46.18 โดยน้ำหนักเปียก ตามลำดับ

อินทิธมา (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบจากน้ำตาลสด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตวุ้นกรอบจากน้ำตาลมะพร้าวโดยทำการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมเป็นสูตรพื้นฐานเพื่อนำมาผลิตวุ้นกรอบ ได้สูตรที่มีน้ำตาลทราย 42.11 เปอร์เซ็นต์ น้ำ 56.14 เปอร์เซ็นต์ และผงวุ้น 1.75 เปอร์เซ็นต์ นำสูตรพื้นฐานมาปรับปริมาณน้ำและของแข็ง ที่ละลายน้ำด้วยการ

คำนวณ จากนั้นศึกษาปริมาณน้ำตาลสดต่อน้ำตาลทราย เวลาในการให้ความร้อน และอุณหภูมิการทำแห้งที่เหมาะสม พบว่าอัตราส่วนของน้ำตาลทรายและเวลาในการให้ความร้อน เพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของส่วนผสมสูงขึ้นเป็นผลทำให้วุ้นกรอบมีปริมาณเกลือน้ำตาลบริเวณผิวหน้ามากขึ้น และมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด คือ วุ้น กรอบที่มีอัตราส่วนของน้ำตาลสดต่อน้ำตาลทรายเท่ากับ 1 : 0.6 และ 1 : 0.8 วุ้นกรอบที่เวลาในการให้ความร้อนเท่ากับ 5 นาที การทำแห้งวุ้นกรอบที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นผลทำให้ระยะเวลาในการทำแห้งลดลง และมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นโดยการทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสให้ ลักษณะของวุ้นกรอบที่ดี และผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด เมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาวุ้นกรอบในกล่องพลาสติกปิดสนิทเป็นเวลาอย่างน้อย 8 สัปดาห์ พบว่าสภาวะดังกล่าว ช่วยรักษาคุณภาพของวุ้นกรอบจากน้ำตาลสดได้



บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 แป้งเค้ก ตราบัวแดง

3.1.1.2 กะทิ ตราอร่อยดี

3.1.1.3 น้ำตาลทราย ตราวังขนาย

3.1.1.4 น้ำตาลโตนด จากอำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี

3.1.1.5 น้ำเปล่า

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 เครื่องอบผลไม้แห้ง ยี่ห้อ ABC รุ่น ABC-728.002

3.1.2.2 เครื่องชั่งดิจิตอล ยี่ห้อ SOEHNE รุ่น LFH-65108

3.1.2.3 ที่ร่อนแป้งสแตนเลส ขนาด 20 ซม.

3.1.2.4 ตระกร้อมือ

3.1.2.5 กระทะทอง

3.1.2.6 ไม้พายไม้

3.1.2.7 เต้าไฟฟ้า

3.1.2.8 อ่างผสมสแตนเลส

3.1.2.9 ถ้วยสแตนเลส

3.1.2.10 ถุงปีบ

3.1.2.11 หัวปีบ

3.1.3 อุปกรณ์ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

3.1.3.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาล้วนน้ำตาลโตนด

3.1.3.2 แบบสอบถามทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point hedonic scale

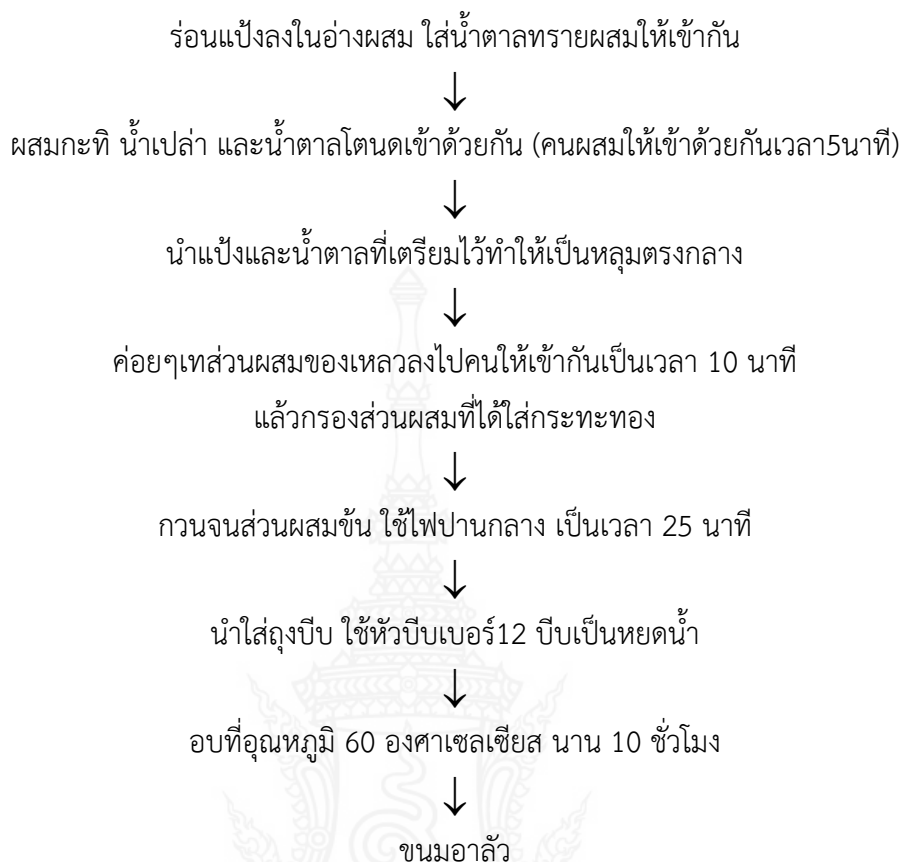
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 ศึกษากระบวนการผลิตขนมอาลาว์โดยใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน

การทดลองครั้งนี้ได้นำสูตรพื้นฐานขนมอาลาว์ของอาจารย์กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์ โดยมีอัตราส่วนของ แป้งเค้ก 118.75 กรัม น้ำตาลทราย 463 กรัม หัวกะทิ 480 กรัม น้ำเปล่า 113 กรัม มาทำการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 25 : 75 50 : 50 และ 75 : 25 มีขั้นตอนตามแผนภาพที่ 3.1 แล้วนำขนมอาลาว์ไปทดลองคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี 9 - point hedonic scale (คือ 1 ไม่ชอบมากที่สุดและ 9 คือชอบมากที่สุด) ปัจจัยที่ทำการทดสอบได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม มีผู้ทดสอบชิม 60 คน ซึ่งเป็นนักศึกษา และอาจารย์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร โดยวางแผนแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) เพื่อเลือกสูตรที่เหมาะสมไปทดลองในข้อต่อไป

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนของผลิตภัณฑ์ขนมอาลาว์

วัตถุดิบ	ปริมาณน้ำตาลโตนดต่อน้ำตาลทราย (กรัม)		
	25:75	50:50	75:25
แป้งเค้ก	118.75	118.75	118.75
น้ำตาลทราย	347.25	231.5	115.75
น้ำตาลโตนด	115.75	231.5	347.25
น้ำเปล่า	113	113	113
หัวกะทิ	480	480	480



แผนภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตอาลัวที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน

3.2.2 ศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งของขนมอาลัวที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน

นำขนมอาลัวที่ได้จากข้อ 3.2.1 มาศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยใช้เวลาที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 8 ชั่วโมง 9 ชั่วโมง 10 ชั่วโมง และ 11 ชั่วโมง แล้วนำขนมอาลัวไปทดลองคุณภาพประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 9 - point hedonic scale (คือ 1 ไม่ชอบมากที่สุดและ 9 คือชอบมากที่สุด) ปัจจัยที่ทำการทดสอบได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม มีผู้ทดสอบชิม 60 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาและอาจารย์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยวางแผนแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) เพื่อเลือกสูตรที่เหมาะสมไปทดลองในข้อต่อไป

3.2.3 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน

นำตัวอย่างขนมอาลัวที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดวิเคราะห์สมบัติทางเคมีส่งวิเคราะห์ ณ ALS LABORATORY GROUP (THAILAND) CO LTD ได้แก่

3.2.5.1 วิเคราะห์ โปรตีนด้วยวิธีวิเคราะห์ In-house method STM No. 03-017 based on AOAC (2012), 980.10

3.2.5.2 วิเคราะห์ไขมัน ด้วยวิธีวิเคราะห์ Based on AOAC (2012), 922.06

3.2.5.3 วิเคราะห์เถ้า ด้วยวิธีวิเคราะห์ In-house method STM No. 03-112 based on AOAC (2012), 900.02A

3.2.5.4 วิเคราะห์ความชื้น/น้ำ ด้วยวิธีวิเคราะห์ In-house method STM No. 03-118 based on AOAC (2012), 925.45A

3.2.5.5 วิเคราะห์คาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธีวิเคราะห์ Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106

3.2.5.6 วิเคราะห์พลังงาน ด้วยวิธีวิเคราะห์ Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106

3.2.5.7 วิเคราะห์พลังงานจากไขมัน ด้วยวิธีวิเคราะห์ Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106

3.2.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว

ทำการทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภค (consumer test จำนวน 100 คน) ซึ่งเป็น อาจารย์ นักศึกษา และบุคลากร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยการใช้แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ตอน ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม และแบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ตอนที่ 2 ประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 point hedonic scale) โดยใช้บรรจุภัณฑ์เป็นพลาสติกแบบ CPP และแสดงรายละเอียดฉลากข้อมูลบนผลิตภัณฑ์ และตอนที่ 3 ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist)

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

3.3.1 ห้องปฏิบัติการอาหาร 612 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3.2 ทดสอบประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3.4 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

3.4 ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองในครั้งนี้เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษา

4.1.1 ผลการศึกษาการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี การทดลองครั้งนี้ได้นำสูตรพื้นฐานขนมอาลาวีของอาจารย์กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์ โดยมีอัตราส่วนตามตารางที่ 4.1 มาทำการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 25 : 75 50 : 50 และ 75 : 25 มีขั้นตอนตามแผนภาพที่ 3.1 แล้วนำขนมอาลาวีไปทดลองคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 9 - point hedonic scale (คือ 1 ไม่ชอบมากที่สุดและ 9 คือชอบมากที่สุด) ปัจจัยที่ทำการทดสอบได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม มีผู้ทดสอบชิม 60 คน ซึ่งเป็นนักศึกษา และอาจารย์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร โดยวางแผนแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) เพื่อเลือกปริมาณน้ำตาลโตนดที่เหมาะสมมากที่สุดคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.2 และลักษณะทางกายภาพดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 อัตราส่วนการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนของผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี

วัตถุดิบ	ปริมาณน้ำตาลโตนดต่อน้ำตาลทราย (กรัม)		
	25:75	50:50	75:25
แป้งเค้ก	118.75	118.75	118.75
น้ำตาลทราย	347.25	231.5	115.75
น้ำตาลโตนด	115.75	231.5	347.25
น้ำเปล่า	113	113	113
หัวกะทิ	480	480	480

ตารางที่ 4.2 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัส		
	25:75	50:50	75:25
สี	7.68 ± 1.00 ^a	7.18 ± 0.98 ^b	6.68 ± 1.04 ^c
กลิ่น	7.70 ± 1.14 ^a	7.10 ± 0.77 ^b	6.97 ± 0.96 ^b
รสชาติ	7.72 ± 1.17 ^a	7.03 ± 1.07 ^b	6.88 ± 1.07 ^b
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	7.52 ± 1.26 ^a	6.58 ± 1.42 ^b	6.57 ± 1.38 ^b
ความชอบโดยรวม	7.68 ± 1.16 ^a	6.92 ± 1.27 ^b	6.58 ± 1.18 ^b

หมายเหตุ : 1) อักษรที่แตกต่างกันแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
 2) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี

ลักษณะทางกายภาพ	25 : 75	50 : 50	75 : 25
สี	สีน้ำตาลอ่อน	สีน้ำตาลเข้ม	สีน้ำตาลเข้มมาก
กลิ่น	หอมน้ำตาลโตนดน้อย	หอมน้ำตาลโตนดปานกลาง	หอมน้ำตาลโตนดมาก
รสชาติ	หวานพอดี	หวานมาก	หวานมาก
เนื้อสัมผัส	กรอบนุ่ม	เหนียว	เหนียว



ภาพที่ 4.1

25 : 75



ภาพที่ 4.2

50 : 50



ภาพที่ 4.3

75 : 25

จากตารางที่ 4.2 และ 4.3 พบว่าการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่อัตราส่วน 25 : 75 50 : 50 และ 75 : 25 อัตราส่วนที่ 25 : 75 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม สูงกว่าอัตราส่วนที่ 50 : 50 และ อัตราส่วนที่ 75 : 25 โดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.68 7.70 7.72 7.52 และ 7.68 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนและความเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่าด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม เมื่อนำมาวิเคราะห์รายด้านพบว่า

ด้านสี พบว่าอัตราส่วน 25 : 75 แตกต่างกับอัตราส่วน 50 : 50 และ 75 : 25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยอัตราส่วน 25 : 75 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.68 อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ซึ่งขนมอาลัวที่ได้มีลักษณะตั้งยอดสวย เนื้อข้างในสีผิวหน้าขนมเงามัน มีสีน้ำตาลเล็กน้อย ต่างจากขนมอาลัวอัตราส่วน 50 : 50 และ 75 : 25 มีลักษณะสีน้ำตาลเข้มเนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลโตนดมากส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น เนื่องจากกระบวนการผลิตน้ำตาลโตนดได้ผ่านการให้ความร้อนและการระเหยน้ำจากน้ำตาลสด ทำให้น้ำตาลซูโครสเกิดการสลายตัวและเกิดน้ำตาลอินเวอร์ ซึ่งได้แก่ ซูโครส และฟรักโทส ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นน้ำตาลรีดิวซิง ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับ เอมีนและไทอะมีนในน้ำตาลโตนดและเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด และได้ลักษณะของน้ำตาลโตนดเป็นก้อนเหนียวมีความหนืดสูง สีน้ำตาลอ่อนถึงเข้ม (รสิตา, 2548) เมื่อใส่ลงในผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่มาก จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่มีสีเข้ม ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับ อินทร์ธิดา (2557) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบน้ำตาลสด พบว่าวุ้นกรอบที่มีอัตราส่วนของน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น จะมีสีเข้มมากกว่าสูตรอื่น ๆ เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลการให้ความร้อนระหว่างการอบแห้ง สอดคล้องกับ ทิพวรรณ และคณะ (2552) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้น้ำตาลโตนดในผลิตภัณฑ์เยลลี่และกัม โดยใช้ น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายในสูตรของเยลลี่ พบว่าได้เยลลี่ที่มีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ตามปริมาณน้ำตาลโตนดที่เสริมลงในผลิตภัณฑ์

ด้านกลิ่น เนื่องจากน้ำตาลโตนดมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยว และมีรสชาติที่หอมตามธรรมชาติ เมื่อนำมาทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว พบว่ากลิ่นของผลิตภัณฑ์ในอัตราส่วน 25:75 มีกลิ่นหอมน้ำตาลโตนดน้อยแตกต่างกับอัตราส่วน 50:50 ที่มีกลิ่นหอมน้ำตาลโตนดปานกลาง และอัตราส่วน 75:25 ที่มีกลิ่นหอมน้ำตาลโตนดมาก สอดคล้องกับ ทิพวรรณ และคณะ(2552) ได้ศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเยลลี่ที่ผลิตจากน้ำตาลโตนดเปรียบเทียบกับน้ำตาลทราย พบว่าเยลลี่น้ำตาลโตนดให้กลิ่นรสที่เป็นเอกลักษณ์ของน้ำตาลโตนดที่เด่นชัดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับเยลลี่สูตรที่ผลิตจากน้ำตาลทราย

ด้านรสชาติ พบว่าอัตราส่วน 25:75 แตกต่างกับอัตราส่วน 50:50 และ 75:25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยอัตราส่วน 25:75 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.72 อยู่ในระดับความชอบปานกลาง โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่มีอัตราส่วน 25 : 75 สูงที่สุด พบว่าลักษณะของผลิตภัณฑ์สามารถขึ้นรูปได้ และมีเกล็ดน้ำตาลที่เคลือบบางบริเวณผิวหน้า เนื้อสัมผัสนุ่ม และมีรสหวานไม่มาก ต่างจากผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวในอัตราส่วน 50 : 50 และ 75 : 25 มีรสหวานมากตามปริมาณของน้ำตาลโตนดที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้สัดส่วนของน้ำตาลซูโครสในน้ำตาลโตนดนั้นมีน้อยกว่า จึงมีผลต่อความหวานที่ลดลง น้ำตาลทรายขาวนับเป็นอาหารที่มีความบริสุทธิ์สูง ร้อยละ 95.95 โดยน้ำหนักแห้ง ส่วนน้ำตาลโตนด เกิดจากการเคี่ยวน้ำเชื่อมจนข้น แต่ไม่มีการหล่อให้เกิดผลึกจึงมีความบริสุทธิ์น้อยกว่า สอดคล้องกับทิพวรรณ และคณะ (2552) ได้ศึกษา การใช้น้ำตาลทรายทดแทนในสูตรเยลลี่น้ำตาลโตนดในอัตราส่วนที่ต่างกัน มีผลต่อรสหวานที่ลดลง

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าอัตราส่วน 25 : 75 แตกต่างกับอัตราส่วน 50 : 50 และ 75 : 25 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับที่มีความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยอัตราส่วน 25 : 75 ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.52 อยู่ในระดับความชอบปานกลาง เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่มีอัตราส่วนของน้ำตาลโตนดน้อยและมีปริมาณของน้ำตาลทรายมากกว่า ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม ไม่กระด้าง และมีเกล็ดน้ำตาลบริเวณผิวหน้าของขนมอาลัว เนื่องจากสมบัติของน้ำตาลทรายละลายน้ำมีรสหวานสามารถดูดความชื้น และตกผลึกได้เมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนแบบอบแห้ง เพราะในระหว่างการอบ น้ำในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจะเคลื่อนที่จากภายในระเหยออก ทำให้เกิดเกล็ดน้ำตาลขึ้นที่บริเวณผิวหน้าของขนมอาลัว สอดคล้องกับ (อาตยา, 2549) ได้ทำการศึกษา การทำขนมอาลัวให้ได้สูตรมาตรฐาน ที่อัตราส่วนแป้งสาลิซินิดเบา:น้ำตาล:กะทิที่อัตราส่วน 15 : 30 : 55 และ 15 : 35 : 50 ซึ่งมีอัตราส่วนของแป้งมาก และมีอัตราส่วนของน้ำตาลน้อยจึงได้เนื้อสัมผัสที่แห้งเหนียวกว่าขนมอาลัวที่อัตราส่วนอื่นๆ ดังนั้นอัตราส่วน 25 : 75 ปริมาณของน้ำตาลโตนดทั้งหมดในผลิตภัณฑ์อาลัวจึงมีความเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับมากที่สุด

ด้านความชอบโดยรวมอัตราส่วนที่ 25 : 75 ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดที่คะแนนเฉลี่ย 7.68 ในระดับความชอบปานกลาง อัตราส่วนที่ 50 : 50 และ อัตราส่วนที่ 75 : 25 ได้คะแนนเฉลี่ย 6.92 และ 6.58 ตามลำดับ เนื่องจากได้ลักษณะที่ดีของขนมอาลัว รสหวานของน้ำตาลโตนดไม่มากจนเกินไปรสชาติกลมกล่อมและมีสีน้ำตาลอ่อน ต่างจากอัตราส่วนที่ 50 : 50 และ 75 : 25 ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลโตนดในปริมาณที่มากกว่าส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่มีสีเข้มและเนื้อสัมผัสกรอบแข็งทำให้คุณลักษณะที่ดีของขนมอาลัว คือ ผิวด้านนอกเป็นผลึกน้ำตาล ด้านในเป็นแป้งเหนียว เป็นอันเล็กๆหลากหลายสี มีกลิ่นหอมหวาน ช่างนอกน้ำตาลแห้งเป็นเกล็ด ช่างในเฝิ้มเป็นยางมะตูม มีลักษณะประาะบาง (อรวิสุ, 2542) โดยอัตราส่วนที่ 25 : 75 มีคะแนนเฉลี่ยด้าน

ความชอบโดยรวม สี กลิ่น การลอกชั้น รสชาติ และเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) คือ 7.68 7.68 7.70 7.72 7.52 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่า คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ในด้านความชอบโดยรวม สี การลอกชั้น รสชาติ และเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนในด้านกลิ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากน้ำตาลโตนดเหมาะสำหรับทำขนมไทยที่มีส่วนประกอบของกะทิมีกลิ่นและรสเฉพาะตัว (อัจฉรา, 2556) ดังนั้นอัตราส่วนที่ 25 : 75 ที่มีปริมาณของน้ำตาลโตนดและน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจึงเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับมากที่สุด

4.1.2 ผลการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งของขนมอาลัวที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน

ตำรับที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือตำรับขนมอาลัวตำรับที่ 1 ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด นำตำรับขนมอาลัวตำรับที่ 1 มาทดลองอบแห้งด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 8 ชั่วโมง 9 ชั่วโมง 10 ชั่วโมง และ 11 ชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบทดสอบคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 60 คน ซึ่งเป็น นักศึกษาสาขาวิชาอุตสาหกรรม การบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's new Multiple Range Test) เพื่อเลือกปริมาณน้ำตาลโตนดที่เหมาะสมมากที่สุดคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.4 และลักษณะทางกายภาพดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสระยะเวลาในการอบแห้งผลิตภัณฑ์
ขนมอาลัว

คุณภาพทาง ประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัส			
	8 ชม.	9 ชม.	10 ชม.	11 ชม.
สี	7.20 ^b ± 1.05	7.22 ^b ± 9.22	7.62^a ± .88	7.33 ^b ± .95
กลิ่น	7.17 ^b ± .99	7.05 ^{ab} ± .98	7.42^a ± 1.06	7.25 ^{ab} ± 1.02
รสชาติ	7.08 ^b ± 1.25	7.07 ^b ± .1.07	7.58^a ± .96	7.20 ^b ± 1.03
เนื้อสัมผัส (ความ นุ่ม)	7.05 ^b ± 1.24	7.05 ^b ± .98	7.52^a ± 1.1	7.08 ^b ± 1.06
ความชอบโดยรวม	7.13 ^{bc} ± 1.07	6.95 ^c ± .94	7.58^a ± .91	7.30 ^b ± .93

หมายเหตุ : 1) อักษรที่แตกต่างกันแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
2) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.5 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดที่ระยะเวลาในการอบแห้ง

คุณลักษณะทาง กายภาพ	8 ชม.	9 ชม.	10 ชม.	11 ชม.
สี	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน
กลิ่น	หอมน้ำตาล โตนด	หอมน้ำตาล โตนด	หอมน้ำตาล โตนด	หอมน้ำตาล โตนด
รสชาติ	หวานพอดี	หวานพอดี	หวานพอดี	หวานพอดี
เนื้อสัมผัส	กรอบนุ่ม	กรอบนุ่ม	กรอบนุ่ม	กรอบนุ่ม



ภาพที่ 4.4 ระยะเวลาอบ 8 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.5 ระยะเวลาอบ 9 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.6 ระยะเวลาอบ 10 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.7 ระยะเวลาอบ 11 ชั่วโมง



จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 พบว่าการใช้ระยะเวลาในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวตำรับที่ 3 ผู้ชิมให้การยอมรับในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความนุ่ม) และความชอบโดยรวมสูงกว่าตำรับที่ 1 ตำรับที่ 2 และ ตำรับที่ 4 โดยได้คะแนนค่าเฉลี่ย 7.62 7.42 7.58 7.52 และ 7.58 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนและความเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่าด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และตำรับที่ 3 มีการยอมรับมากที่สุด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่อบในระยะเวลาในการอบ ที่ 8 ชั่วโมง ถึง 9 ชั่วโมงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแห้งไม่ทั่วถึงทั้งชิ้นผลิตภัณฑ์ และเมื่ออบแห้งที่ระยะเวลา 10 ชั่วโมง ขนมอาลัวมีลักษณะแห้งทั่วถึงกันทั้งชิ้น และมีเนื้อสัมผัสนุ่ม และเมื่ออบมากกว่าระยะเวลามากกว่า 10 ชั่วโมง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ผิวด้านนอกแห้งกรอบเกินไป เนื่องจากการทำแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และกายภาพที่ซับซ้อนที่ผิว และผิวนอกของอาหาร จะแข็งขึ้น เรียกว่า case hardening ซึ่งจะลดอัตราการแห้งของส่วนที่อยู่ด้านในชิ้นอาหาร ทำให้ความชื้นระหว่างผิวนอกและด้านในมีความแตกต่างกันสูง สอดคล้องกับ (Miranda et al., 2010) และอาตยา (2549) ที่ได้ทำการศึกษาการอบแห้งขนมอาลัวโดยนำผลิตภัณฑ์ไปเข้าอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง นำขนมออกมาพักให้เย็นสนิท ทำการกลับตัวขนมอาลัว จากนั้นอบต่อที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อีก 2 ชั่วโมง เพื่อให้ขนมอาลัวแห้งเสมอกัน จะได้เป็นขนมอาลัวที่มีลักษณะผิวนอกแห้งเปราะ เนื้อข้างในเหนียวนุ่ม และมีความเลื่อมมัน (อาตยา, 2549) ดังนั้นผู้บริโภคให้การยอมรับขนมอาลัวในตำรับที่ 3 ระยะเวลาในการอบแห้งของการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจึงมีความเหมาะสมและเป็นที่ยอมรับมากที่สุด

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับขนมอาลัวน้ำตาลโตนดที่ระยะเวลา 10 ชั่วโมง เป็นสูตรที่มีคะแนนการยอมรับมากที่สุดใน 5 ด้าน คือ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม อยู่ในความชอบระดับปานกลาง และผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังเป็นทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค

4.1.3 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการน้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว

ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีตำรับพื้นฐานและตำรับที่ได้รับการยอมรับ ผลการศึกษาได้จากการเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมี แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณในหน่วยบริโภคต่อ 100กรัม	
	ผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว	ผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน
	สูตรพื้นฐาน	(ตำรับที่ได้รับการยอมรับ)
เถ้า (กรัม)	0.32	0.58
โปรตีน (กรัม)	2.50	2.98
ไขมัน (กรัม)	7.07	6.69
ปริมาณน้ำ-ความชื้น (กรัม)	15.0	13.9
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	75.1	75.8
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	374	375
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	63.6	60.2

จากผลการศึกษาคคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวโดยใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน โดยผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการต่ออาหาร 100 กรัม ดังตารางที่ 4.6 พบว่า

จากผลการศึกษาคคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวโดยใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน โดยผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการต่ออาหาร 100 กรัม ดังตารางที่ 4.6 พบว่า

มีปริมาณสารอาหารที่ใกล้เคียงกัน ระหว่างสูตรพื้นฐานกับสูตรที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนในผลิตภัณฑ์ โปรตีนระหว่าง 0.48 กรัม ไขมันระหว่าง 0.38 กรัม ปริมาณน้ำ-ความชื้นระหว่าง 1.1 กรัม คาร์โบไฮเดรตระหว่าง 0.7 กรัม และพลังงานระหว่าง 1 กิโลแคลอรี โดยมีปริมาณของเถ้าสูงกว่าสูตรพื้นฐานระหว่าง 0.26 กรัม และไขมันต่ำกว่าสูตรพื้นฐานระหว่าง 3.4 กิโลแคลอรี เนื่องจากปริมาณของเถ้าสูงในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน ซึ่งน้ำตาลโตนดที่ทดแทนลงในผลิตภัณฑ์ ซึ่งน้ำตาลโตนดมีคุณค่าทางโภชนาการโดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 1.66 องศาบริกซ์ PH ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ประมาณร้อยละ 16.8 น้ำตาลรีดิวิซึ่งร้อยละ 1.8 และน้ำตาลซูโครสร้อยละ 15.0 (ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตาลโตนด, มปป.) เมื่อน้ำตาลสดจากงวงตาลของต้นตาลโตนดมาผ่านกระบวนการให้ความร้อนในการเคี้ยวเพื่อให้เกิดการระเหยน้ำออกไป จนได้เป็นน้ำตาลโตนด ทำให้มีปริมาณของเถ้าที่เป็นสารอาหารอยู่ในน้ำตาลโตนดคงอยู่ เมื่อนำมาทดแทนในผลิตภัณฑ์ทำให้มีปริมาณเถ้าสูงกว่าขนมอาลัวสูตรพื้นฐานที่มีส่วนผสม

น้ำตาลทรายเป็นส่วนผสมเพียงอย่างเดียว ในส่วนของพลังงานไขมันลดลงเพราะเนื่องจากน้ำตาลโตนดเป็นน้ำตาลมาจากธรรมชาติเป็นน้ำตาลน้ำตาลซูโครส(sucrose) หรือน้ำตาลทรายหรือน้ำตาลอ้อย เป็นน้ำตาลที่เรารับประทานพบว่าเมื่อน้ำตาลซูโครสแตกตัวหรือถูกย่อยจะให้น้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลฟรุกโทสอย่างละ 1 โมเลกุล ทำให้มานำมาเสริมในผลิตภัณฑ์ทำให้สารอาหารในปริมาณไขมันลดลง

4.1.4 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว

ผลการศึกษาการยอมรับกับผู้บริโภค (consumer test) จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ นักศึกษา และบุคลากร สาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยการใช้แบบสอบถาม แบ่งเป็น 3 ตอน ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) ตอนที่ 2 ทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด ด้านประสาทสัมผัสแบบการให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 point hedonic scale) และ ตอนที่ 3 ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist)

4.1.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้บริโภค ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวน และค่าร้อยละข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคในด้านเพศ อายุ อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน

(N=100)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	34	34.0
หญิง	66	66.0
รวม	100	100.0
อายุ		
18-25 ปี	99	99.0
26-33 ปี	1	1.0
34-41 ปี	-	-
42 ปีขึ้นไป	-	-
รวม	100	100.0
อาชีพ		
นักศึกษา	99	99.0
อาจารย์	1	1.0
เจ้าหน้าที่	-	-
รวม	100	100.0
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
น้อยกว่า 5,000 บาท	48	48.0
5,001-10,000 บาท	40	40.0
10,001-15,000 บาท	9	9.0
มากกว่า 15,001 บาท	3	6.0
รวม	100	100.0

จากตารางที่ 4.7 จำนวนและค่าร้อยละของสถานภาพด้านเพศ อายุ อาชีพ และรายได้เฉลี่ยของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นผู้หญิงจำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 66.0 และเพศชาย จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 34.0 มีอายุ 18 - 25 ปี จำนวน 99 คน คิดเป็นร้อยละ 99.0 อายุ 26 - 33 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.0 อายุ 34-41 ปี จำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0 และอายุมากกว่า 42 ปี จำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0

ด้านอาชีพ เป็นนักศึกษา จำนวน 99 คน คิดเป็นร้อยละ 99.0 อาจารย์จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.0 เจ้าหน้าที่ จำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0

ด้านรายได้เฉลี่ยต่อเดือน น้อยกว่า 5,000 บาท จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 48.0 5,001 – 10,000 บาท จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 40.0 10,001 – 15,000 บาท จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 9.0 และมากกว่า 15,000 บาท จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 3.0

4.1.4.2 ผลการทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดด้านประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดด้านประสาทสัมผัส

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ลักษณะที่ปรากฏ	4.23±0.56
สี	4.18±0.62
กลิ่น	4.26±0.66
รสชาติ	4.35±0.59
เนื้อสัมผัส	4.22±0.59
ความชอบโดยรวม	4.33±0.55

จากตารางที่ 4.7 พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 4.23 4.18 4.26 4.35 4.22 และ 4.33 ตามลำดับผลิตภัณฑ์อาลัวน้ำตาลโตนด ลักษณะสีขนมอาลัวน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมน้ำตาลโตนด มีรสหวาน มีเนื้อสัมผัสข้างนอกกรอบข้างในมีความนุ่ม ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด จำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 100

4.1.4.3 ผลการวิเคราะห์การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด

ผลการวิเคราะห์การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดของผู้บริโภค ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) ได้แก่ ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด ขนาดบรรจุ 100 กรัมราคา 25 บาทมีความเหมาะสมหรือไม่ ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดนี้หรือไม่ เหตุหลักในการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด และหากมี

ผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดจำหน่ายในท้องตลาดท่านจะซื้อหรือไม่ แสดงดังตารางที่ 4.10-4.13

ตารางที่ 4.8 ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดนี้ ขนาดบรรจุ 100 กรัม
ราคา 25 บาท

(N=100)

ข้อมูลการทดสอบการยอมรับ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เหมาะสม	96	96.0
ไม่เหมาะสม	4	4.0
รวม	100	100.0

จากตารางที่ 4.8 พบว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดขนาดบรรจุ 100 กรัม ราคา 25 บาท จะเห็นได้ว่าผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบมากที่สุด ได้แก่ ราคาเหมาะสม จำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 96.0 และผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบน้อยที่สุด ได้แก่ ไม่เหมาะสม 4 คน คิดเป็นร้อยละ 4.0 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 แสดงจำนวน และค่าร้อยละท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดนี้หรือไม่

(N=100)

ข้อมูลการทดสอบการยอมรับ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ยอมรับ	99	99.0
ไม่ยอมรับ	1	1.0
รวม	100	100.0

จากตารางที่ 4.9 พบว่าท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดนี้หรือไม่ จะเห็นได้ว่าผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบมากที่สุด ได้แก่ ยอมรับจำนวน 99 คน คิดเป็นร้อยละ 99.0 และผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบน้อยที่สุด ได้แก่ ไม่ยอมรับ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.0 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.10 แสดงจำนวน และค่าร้อยละเหตุผลหลักในการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด (N=100)

ข้อมูลการทดสอบการยอมรับ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
รสชาติกลมกล่อม/อร่อย	83	44.62
มีความสะดวกในการบริโภค	39	20.97
ได้ลักษณะขนมอาลัวน้ำตาลโตนดที่มีคุณภาพ	32	17.20
ราคาเหมาะสม	31	16.67
อื่นๆโปรดระบุ	1	0.54
รวม	186	100.0

จากตารางที่ 4.10 พบว่าเหตุผลหลักในการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด จะเห็นได้ว่าผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบมากที่สุด ได้แก่ รสชาติกลมกล่อม/อร่อยจำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 44.62 รองลงมา มีความสะดวกในการบริโภคจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 20.97 ได้ลักษณะขนมอาลัวน้ำตาลโตนดที่มีคุณภาพ 32 คน คิดเป็นร้อยละ 17.20 ราคาเหมาะสม 31 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 และอื่นๆโปรดระบุจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.54 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 แสดงจำนวน และค่าร้อยละหากมีผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดจำหน่ายในท้องตลาดท่านจะซื้อหรือไม่

ข้อมูลการทดสอบการยอมรับ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ซื้อ	90	90.0
ไม่แน่ใจ	8	8.0
ไม่ซื้อ	2	2.0
รวม	100	100.0

จากตารางที่ 4.11 พบว่าหากมีผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดจำหน่ายในท้องตลาดท่านจะซื้อหรือไม่ จะเห็นได้ว่าผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบมากที่สุด ได้แก่ ซื้อ จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0 ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบรองลงมา ได้แก่ ไม่แน่ใจ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 8.0 และผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบน้อยที่สุด ได้แก่ ไม่ซื้อ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 2.0 ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำตาลโตนดในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับระดับร้อยละ 25 มากที่สุดในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 7.68 7.70 7.72 7.52 และ 7.68 ตามลำดับ และพบว่าผู้ชิมให้การยอมรับที่ไม่แตกต่างกันในด้านสี กลิ่น รสชาติ การใช้น้ำตาลโตนดในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีที่ระดับร้อยละ 25 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง

5.1.2 การศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งของขนมอาลาวีที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับระยะเวลาอบแห้งที่ 10 ชั่วโมง มากที่สุดในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 7.62 7.42 7.58 7.52 และ 7.58 ตามลำดับ การใช้ระยะเวลาในการอบแห้งในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีที่ 10 ชั่วโมง มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง

5.1.3 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการพบว่าน้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี โปรตีน คาร์โบไฮเดรต พลังงาน ที่มากกว่าตำรับพื้นฐาน และตำรับที่ได้รับการยอมรับมีไขมัน ปริมาณน้ำ-ความชื้น และพลังงานจากไขมันที่ต่ำกว่าตำรับพื้นฐาน

5.1.4 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ ขนมอาลาวี พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีน้ำตาลโตนดที่ระดับความชอบ และพบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวีน้ำตาลโตนด คิดเป็นร้อยละ 99

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การใส่น้ำตาลโตนดในขนมอาลาวีไม่ควรใส่มากเกินไป เพราะน้ำตาลโตนดมีความชื้นมาก ชื้นเหนียว ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวและแข็ง

5.2.2 การอบแห้ง ไม่ควรจะอบนานกว่าเวลาที่กำหนดไว้ เพราะมีการระเหยของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์มากขึ้น จึงมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากกว่าความกรอบนุ่ม

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2550. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 4.

กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์ ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง ดวงกมล ตั้งสถิตพร และนพพร สุกุลยืนยงสุข. 2555.

การพัฒนาลูกอมสมุนไพรไทยพื้นบ้าน : ลดการอักเสบและดับกลิ่นปาก. [ออนไลน์].

ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตาลโตนด. 2531. คุณค่าทางโภชนาการจากตาลโตนด. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก :

http://www.raisathon.com/otop/otop_detail.php?otop_id=00000000004

สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2560

จักรพงษ์ ทองแผน ญัฐพนธ์ บ้านแก่ง พิระพงษ์ หงษ์อวน อภิพันธ์ ยอดวงศ์ และ คณิง สุขโกชนัน.

2551. เครื่องตัดกล้วยกวน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาโครงการพิเศษเทคโนโลยี

เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

จิตธนา แจ่มเมฆ. 2556.

เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น = Basic baking science and technology.

พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ญาดา ศรีเงินยวง และ ชนิตร์สำเร็จ. 2556. แกงไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1.

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แสงแดด

ทิพวรรณ ทองสุข, ปุณศรีกา รัตนตรัยวงศ์ และ ญัฐกานต์ นามมะกานา. 2551.

การใช้น้ำตาลโตนด(น้ำตาลปีก)ในผลิตภัณฑ์เยลลี่และกัม. ระดับปริญญาตรี

โครงการพิเศษ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร.

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

นิรนาม. มปป. ตาลโตนด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://www.phetchaburi.go.th>

บุษกร อุดรภิชาติ. 2555. “จุลชีววิทยาทางอาหาร = Food microbiology”. พิมพ์ครั้งที่ 5.

สงขลา : ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยทักษิณ.

ปรัชญา รัศมีธรรมวงศ์. 2550. การปลูกและการขยายพันธุ์ตาลโตนด มรดกพืชจากบรรพบุรุษ

แหล่งสร้างงานสร้างชีวิต. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ เพชรกระรัต

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พิมรา อินทรวิทยนันท์. 2559. ผู้ก่อตั้งบริษัท. สัมภาษณ์, 20 พฤศจิกายน.
- มนสุวีร์ ไพชำนาญ. 2552. ผลของการปฏิบัติระหว่างเก็บเกี่ยว และหลังการเก็บเกี่ยวน้ำตาล
 โตนดสด (*Borassua flabellifer* Linn.) ต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเข้มข้น.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- “เมืองเพชร เมืองตาลโตนด”. 2548. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :
http://www.phetchaburi.go.th/data/create_eco.pdf, 20 กุมภาพันธ์ 2560
- รสิตา ธีธธรตั้งสกุล. 2548. การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการเกี่ยวน้ำตาลมะพร้าว.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
 พระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศิริลักษณ์ สีนธวาลัย. 2525. **ทฤษฎีอาหาร. เล่ม 1.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล. 2544. **หลักการประกอบอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 1.
 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรวิศ นพพรศักดิ์. 2542. **ขนมไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์
- อาตยา สันตะกุล. 2549. **การพัฒนาขนมอาลัวให้ได้สูตรมาตรฐาน.** วิทยานิพนธ์. สาขาเกษตรกรรม
 ศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อินท์ธิดา หิรัญอัครวงศ์. 2557. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบจากน้ำตาลสด.** วิทยานิพนธ์
 ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- อัจฉรา ดลวิทยาคณ. 2556. **การทดลองอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์
- Leach, H.W., L.D. McCowen and T.J. Schoch. 1959. Structure of the starch granule I.
 Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem.*
 36 : 534-544

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Miranda, M., Beg-Galvez, A., Garcia, P. and Di Scala, K. 2010. Effect of temperature on structural properties of aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) gel and Weibull distribution for modeling drying process. *Food and Bioproducts Processing*. 88: 138-144

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 2559. คุณค่าทางโภชนาการ. [ออนไลน์].

เข้าถึงได้จาก : <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6269>.

สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2560.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานและสูตรพัฒนา

ภาคผนวก ข รูปวัตถุดิบ อุปกรณ์และการทำแบบทดสอบของผู้ชิม

ภาคผนวก ค แบบประเมินประสาทสัมผัสและ ค่า SPSS

ภาคผนวก ง คุณค่าทางโภชนาการตำรับพื้นฐานและตำรับที่ได้รับการยอมรับ

ภาคผนวก จ ตารางการวิเคราะห์ผลโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

ภาคผนวก ฉ ภาพการลงพื้นที่สำรวจข้อมูล

ภาคผนวก ช ภาพการเผยแพร่ผลงาน

ภาคผนวก ซ ภาพผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ก

สูตรพื้นฐานและสูตรพัฒนา



ก - 1 ขั้นตอนการทำขนมอาลัว



1. ร้อนแป้งลงในอ่างผสม ใส่น้ำตาลทรายผสมให้เข้ากัน



2. ผสมกะทิ น้ำเปล่า และน้ำตาลโตนดเข้าด้วยกัน (คนผสมให้เข้าด้วยกันเวลา 5 นาที)



3. นำแป้งและน้ำตาลที่เตรียมไว้ ทำให้เป็นหลุมตรงกลาง



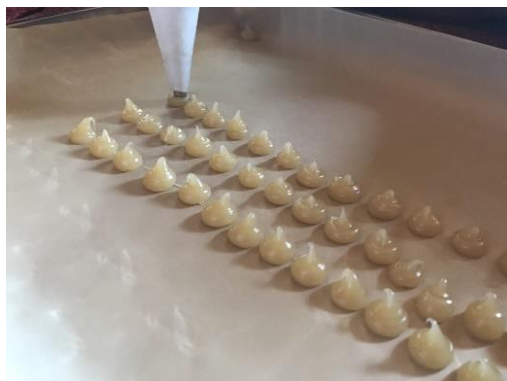
4. ค่อยๆ เทส่วนผสมของเหลวลงไปคนให้เข้ากันเป็นเวลา 10 นาทีแล้วกรองส่วนผสมที่ได้ใส่กระชาะทอง



5. กวน



6. จนส่วนผสมข้น ใช้ไฟปานกลาง เป็นเวลา 25 นาที



7. นำไส้ถุ้งปิบ ใช้หัวปิบเบอร์ 12



8. ปิบเป็นหยดน้ำ



9. อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง



10. ขนมหาลัว

ก - 2 สูตรพื้นฐานขนมอาลาวี

ส่วนผสม

แป้งเค้ก	118.75	กรัม
น้ำตาลทราย	463	กรัม
หัวกะทิ	480	กรัม
น้ำเปล่า	113	กรัม

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งลงในอ่างผสม ใส่น้ำตาลทรายผสมให้เข้ากัน
2. ผสมกะทิ และน้ำเปล่า เข้าด้วยกัน
3. นำแป้งและน้ำตาลที่เตรียมไว้ทำให้เป็นหลุมตรงกลางและค่อยๆเทส่วนผสมของเหลวลงไปคนให้เข้ากันเป็นเวลา 10 นาทีแล้วกรองส่วนผสมที่ได้ใส่กระชงทอง
4. กวนจนส่วนผสมข้น ใช้ไฟปานกลาง เป็นเวลา 25 นาที
5. นำใส่ถุงบีบ ใช้หัวบีบเบอร์ 12 บีบเป็นหยดน้ำ
6. อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง

ก - 3 สูตร ขนมวลัวน้ำตาลโตนด (25 : 75)

ส่วนผสม

แป้งเค้ก	118.75	กรัม
น้ำตาลทราย	347.25	กรัม
หัวกะทิ	480	กรัม
น้ำเปล่า	113	กรัม
น้ำตาลโตนด	115.75	กรัม

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งลงในอ่างผสม ใส่น้ำตาลทรายผสมให้เข้ากัน
2. ผสมกะทิ น้ำเปล่า และน้ำตาลโตนดเข้าด้วยกัน (คนผสมให้เข้าด้วยกันเวลา5นาที)
3. นำแป้งและน้ำตาลที่เตรียมไว้ทำให้เป็นหลุมตรงกลางและค่อยๆเทส่วนผสมของเหลวลงไปคนให้เข้ากันเป็นเวลา 10 นาทีแล้วกรองส่วนผสมที่ได้ใส่กระทะทอง
4. กวนจนส่วนผสมข้น ใช้ไฟปานกลาง เป็นเวลา 25 นาที
5. นำใส่ถุงบีบ ใช้หัวบีบเบอร์12 บีบเป็นหยดน้ำ
6. อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง

ก - 4 สูตร ขนมหาล้าวน้ำตาลโตนด (50 : 50)

ส่วนผสม

แป้งเค้ก	118.75	กรัม
น้ำตาลทราย	231.5	กรัม
หัวกะทิ	480	กรัม
น้ำเปล่า	113	กรัม
น้ำตาลโตนด	231.5	กรัม

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งลงในอ่างผสม ใส่น้ำตาลทรายผสมให้เข้ากัน
2. ผสมกะทิ น้ำเปล่า และน้ำตาลโตนดเข้าด้วยกัน (คนผสมให้เข้าด้วยกันเวลา 5 นาที)
3. นำแป้งและน้ำตาลที่เตรียมไว้ทำให้เป็นหลุมตรงกลางและค่อยๆ เทส่วนผสมของเหลวลงไปคนให้เข้ากันเป็นเวลา 10 นาทีแล้วกรองส่วนผสมที่ได้ใส่กระทะทอง
4. กวนจนส่วนผสมข้น ใช้ไฟปานกลาง เป็นเวลา 25 นาที
5. นำใส่ถุงบีบ ใช้หัวบีบเบอร์ 12 บีบเป็นหยดน้ำ
6. อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง

ก - 5 สูตร ขนมหาล้าวน้ำตาลโตนด (75 : 25)

ส่วนผสม

แป้งเค้ก	118.75	กรัม
น้ำตาลทราย	115.75	กรัม
หัวกะทิ	480	กรัม
น้ำเปล่า	113	กรัม
น้ำตาลโตนด	347.25	กรัม

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งลงในอ่างผสม ใส่น้ำตาลทรายผสมให้เข้ากัน
2. ผสมกะทิ น้ำเปล่า และน้ำตาลโตนดเข้าด้วยกัน (คนผสมให้เข้าด้วยกันเวลา 5 นาที)
3. นำแป้งและน้ำตาลที่เตรียมไว้ทำให้เป็นหลุมตรงกลางและค่อยๆ เทส่วนผสมของเหลวลงไปคนให้เข้ากันเป็นเวลา 10 นาทีแล้วกรองส่วนผสมที่ได้ใส่กระทะทอง
4. กวนจนส่วนผสมข้น ใช้ไฟปานกลาง เป็นเวลา 25 นาที
5. นำใส่ถุงบีบ ใช้หัวบีบเบอร์ 12 บีบเป็นหยดน้ำ
6. อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง

ภาคผนวก ข

รูปวัตตุดิบบ อุปกรณ์และการทำแบบทดสอบของผู้ชิม



ข - 1 ภาพวัตถุดิบ



แป้งเค้ก ตราบัวแดง



กะทิ ตราอโรยดี



น้ำตาลทราย ตราวังนาย



น้ำตาลโตนด จังหวัดเพชรบุรี

ข - 2 รูปอุปกรณ์



อ่างผสมสแตนเลส



ถ้วยสแตนเลส



ที่ร่อนแป้งสแตนเลส 20 ซม.



ตะกร้อมือ

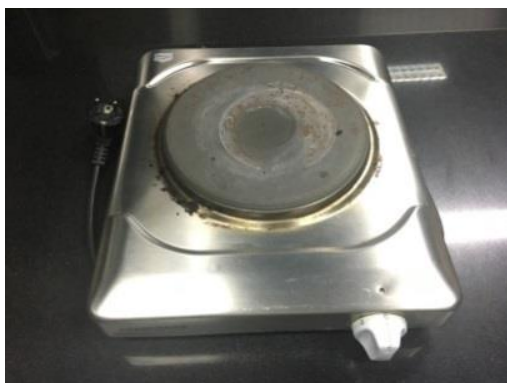


กระทะทอง



ไม้พายไม้

ข - 2 ภาพอุปกรณ์ (ต่อ)



เตาไฟฟ้า



เครื่องอบผลไม้แห้ง ABC รุ่น ABC-728.002



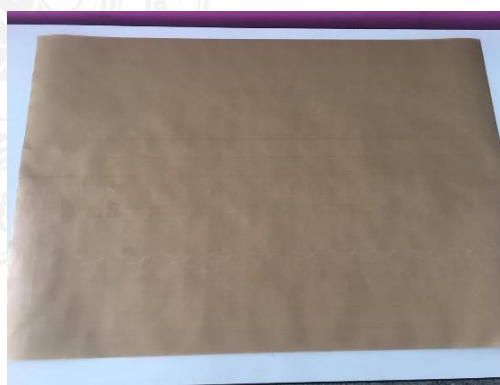
เครื่องชั่งดิจิตอล



ถุงบีบ



หัวบีบ



แผ่นเทปล่อน

ข - 3 รูปถ่ายผู้ทดสอบชมในการให้ประเมิน



ภาคผนวก ค
แบบประเมินประสาทสัมพัทธ์ และค่า SPSS



ค - 1 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูตรพัฒนา 3 สูตร

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

สูตรพัฒนา 3 สูตร

ชุดที่.....

วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ : ขนมอาลวน้ำตาลโตนด

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอ จากทางซ้ายไปขวาตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด

8 = ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

6 = ชอบเล็กน้อย

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมิน

คณะผู้จัดทำ

ค - 2 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสการอบแห้ง 4 ระดับ

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
การอบแห้ง 4 ระดับ

ชุดที่.....

วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ : ขนมวลวุ้นน้ำตาลโตนด

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอ จากทางซ้ายไปขวาตามลำดับ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด

8 = ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

6 = ชอบเล็กน้อย

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

3 = ไม่ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....
.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบประเมิน

คณะผู้จัดทำ

ค - 3 แบบสอบถามการทดสอบการยอมรับการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว

คำอธิบาย

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการงานพิเศษทางอุตสาหกรรมบริการอาหารเพื่อทดสอบการยอมรับการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวจึงใคร่ขอความกรุณาจากท่านตอบแบบสอบถามฉบับนี้ให้ครบถ้วนตามความเป็นจริง และขอความคิดเห็นของท่านเพื่อนำไปเป็น ประโยชน์และในกรณีทำการศึกษาดังกล่าว ผู้ศึกษาโครงการพิเศษจะนำข้อมูลที่ท่านได้ตอบ แบบสอบถามทั้งหมดไปใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษาเท่านั้น

คำชี้แจง

แบบสอบถามทั้งหมดมี 3 ส่วน ซึ่งประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด

ส่วนที่ 3 ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด

ผู้ศึกษาโครงการพิเศษทางอุตสาหกรรมบริการอาหาร ขอขอบพระคุณผู้ตอบแบบสอบถามที่ให้ความร่วมมือ และสละเวลาในการตอบแบบสอบถามเพื่อการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือ

นางสาวทิพย์วรรณ สืบสายสกุล

นางสาวฐิติชา ชินพงสานนท์

สาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม และตรงตามความคิดของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ

- 1) ชาย 2) หญิง

2. อายุ

- 1) 18-25 ปี 2) 26-33 ปี
 3) 34-41 ปี 4) 42 ปีขึ้นไป

3. อาชีพ

- 1) นักศึกษา 2) อาจารย์ 3) เจ้าหน้าที่

4. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

- 1) น้อยกว่า 5,000 บาท 2) 5,001-10,000 บาท
 3) 10,001 - 15,000 บาท 4) มากกว่า 15,001 บาท

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดกรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในคะแนนที่ตรงตามความรู้สึกของท่าน

คุณลักษณะ	ระดับความชอบ				
	ชอบมากที่สุด (5)	ชอบ (4)	ไม่แน่ใจ (3)	ไม่ชอบ (2)	ไม่ชอบที่สุด (1)
ลักษณะที่ปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
ความชอบโดยรวม					

6. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด ขนาดบรรจุ 100 กรัม ราคา 25 บาท มีความเหมาะสมหรือไม่

- 1) เหมาะสม 2) ไม่เหมาะสมเพราะ.....

7. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดนี้หรือไม่

- 1) ยอมรับ 2) ไม่ยอมรับเพราะ.....

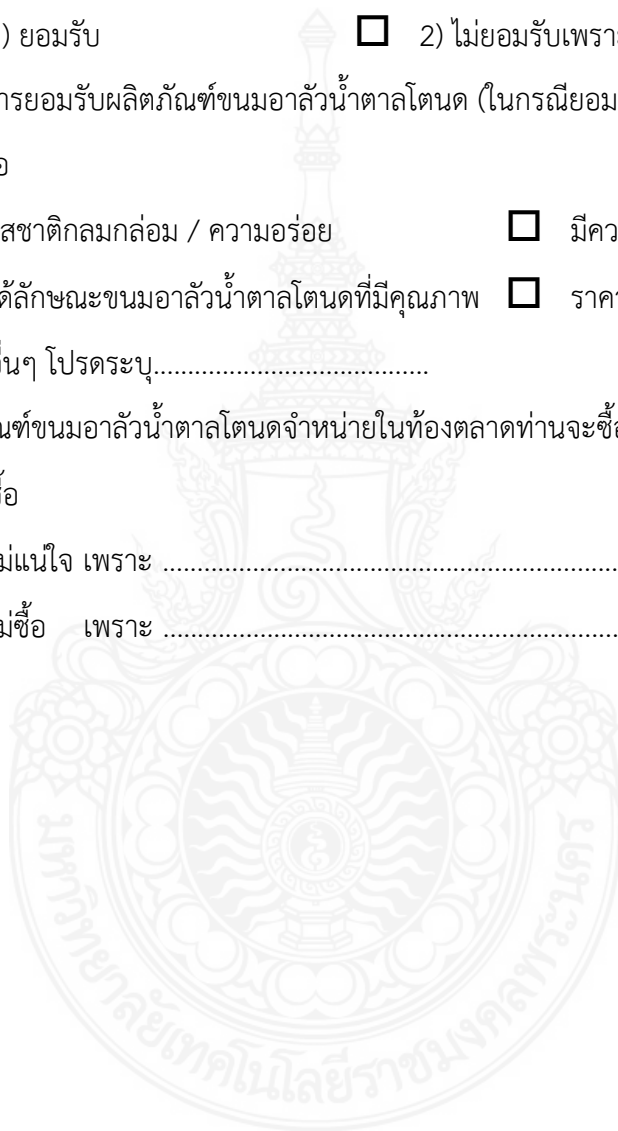
8. เหตุหลักในการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนด (ในกรณียอมรับจากคำถามข้อที่ 7) ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

- รสชาติกลมกล่อม / ความอร่อย มีความสะดวกในการบริโภค
 ได้ลักษณะขนมอาลัวน้ำตาลโตนดที่มีคุณภาพ ราคาเหมาะสม
 อื่นๆ โปรดระบุ.....

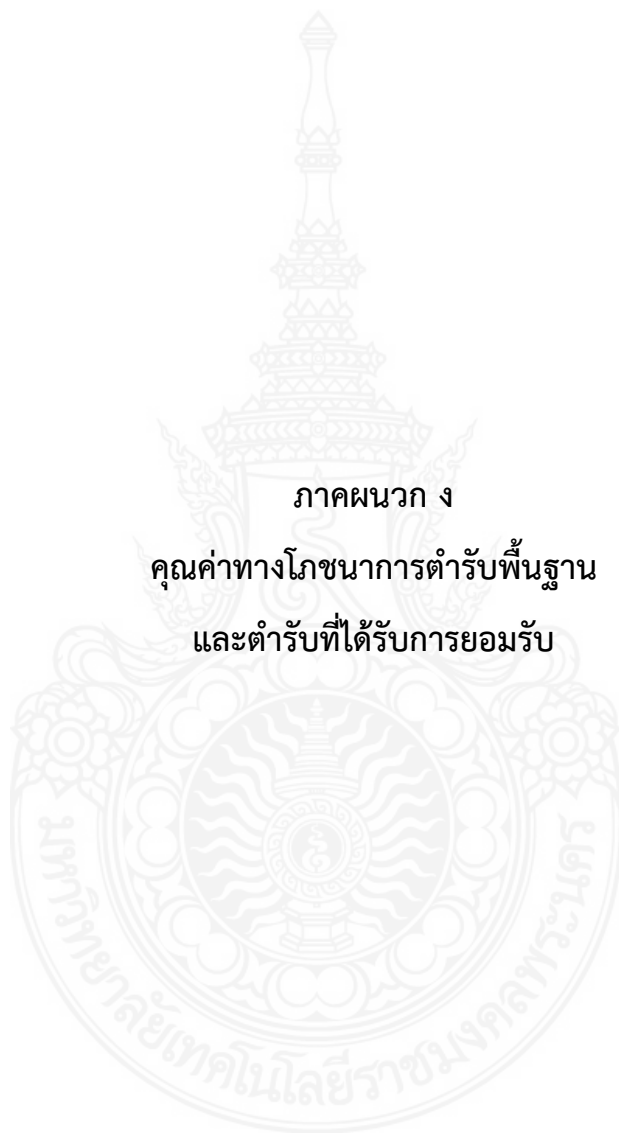
9. หากมีผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวน้ำตาลโตนดจำหน่ายในท้องตลาดท่านจะซื้อหรือไม่

- ซื้อ
 ไม่แน่ใจ เพราะ

- ไม่ซื้อ เพราะ



ภาคผนวก ง
คุณค่าทางโภชนาการตำรับพื้นฐาน
และตำรับที่ได้รับการยอมรับ





Accreditation No. 1031/47

Analysis / Test Report

Report to : Chanchalit Khammark
 4/252, Phaholyothin Road, Anusawari,
 BangKhen, Bangkok Thailand 10220
Attn : Chanchalit Khammark
Phone : 0-8631-9458 - 7
Fax : -
Email : sakuraeiei@hotmail.com

Project Name :
Location :
P/O :

Lot ID: 1715176
 Date Received : Mar 07, 2017
 Date Reported : Mar 14, 2017
 Report Number : 851421-1

Page 3 of 4

Reference Number 1715176-3
Sample Description ขนมอาลัว 2 สูตร (สีขาว)
Condition of Sample packed in one plastic box, refrigerated
Date of Analysis Mar 09, 2017

Analyte	Unit	LOD	Result	Method
Food Testing				
Ash	g/100g	-	0.32	In-house method STM No.03-112 based on AOAC (2012), 900.02A
Calories from Fat	kcal/100g	-	63.6	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
Total Carbohydrate (Include Dietary Fiber) *	g/100g	-	75.1	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
Calories *	kcal/100g	-	374	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
Fat *	g/100g	-	7.07	Based on AOAC (2012), 922.06
Moisture	g/100g	-	15.0	In-house method STM No.03-118 based on AOAC (2012), 925.45A
Protein (Nx6.25)	g/100g	0.1	2.50	In-house method STM No. 03-017 based on AOAC (2012), 981.10

The above results are valid only for the analyzed/tested sample(s) as indicated in this report. No part of this report or certificate may be reproduced in any form without written consent from the Laboratory. ALS Laboratory Group (Thailand) strongly recommends that this report is not reproduced except in full.

Approved by

Sumalee Chanta
 Assistant Manager



Accreditation No. 1031/47

Analysis / Test Report

Report to : Chanchalit Khammark
 4/252, Phaholyothin Road, Anusawari,
 BangKhen, Bangkok Thailand 10220
Attn : Chanchalit Khammark
Phone : 0-8631-9458 - 7
Fax : -
Email : sakuraiei@hotmail.com

Project Name :
Location :
P/O :

Lot ID: 1715176
 Date Received : Mar 07, 2017
 Date Reported : Mar 14, 2017
 Report Number : 851421-1

Page 4 of 4

Reference Number 1715176-4
Sample Description ขนมอาลัว 2 สูตร (สีน้ำตาล)
Condition of Sample packed in one plastic box, refrigerated
Date of Analysis Mar 09, 2017

Analyte	Unit	LOD	Result	Method
Food Testing				
Ash	g/100g	-	0.58	In-house method STM No.03-112 based on AOAC (2012), 900.02A
Calories from Fat	kcal/100g	-	60.2	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
Total Carbohydrate (Include Dietary Fiber) *	g/100g	-	75.8	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
Calories *	kcal/100g	-	375	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
Fat *	g/100g	-	6.69	Based on AOAC (2012), 922.06
Moisture	g/100g	-	13.9	In-house method STM No.03-118 based on AOAC (2012), 925.45A
Protein (Nx6.25)	g/100g	0.1	2.98	In-house method STM No. 03-017 based on AOAC (2012), 981.10

Remark :

1. LOD : Limit of Detection
2. "<" : Lower than LOQ (Limit of Quantitation)
3. Analyte(s) marked * is/are not included in scope of Accreditation.

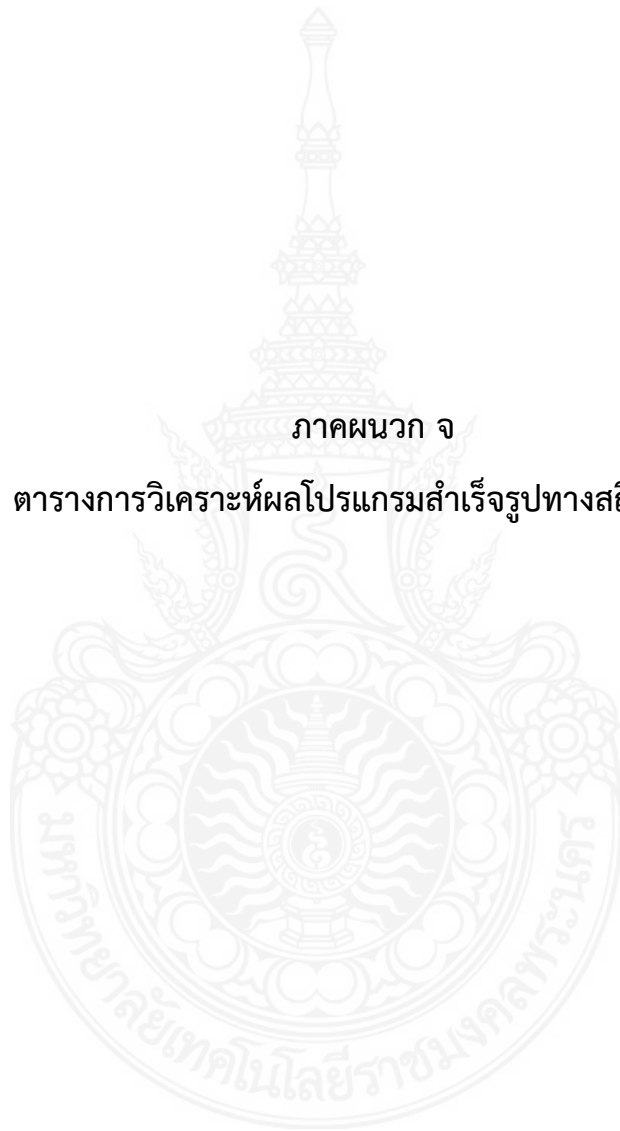
The above results are valid only for the analyzed/tested sample(s) as indicated in this report. No part of this report or certificate may be reproduced in any form without written consent from the Laboratory. ALS Laboratory Group (Thailand) strongly recommends that this report is not reproduced except in full.

Approved by

Sumalee Chanta
 Assistant Manager

ภาคผนวก จ

ตารางการวิเคราะห์ผลโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS



จ - 1 ผลการศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลัว

ถ

Duncan^{a,b}

ตัวอย่าง	N	Subset		
		1	2	3
ตำรับที่ 3	60	6.68		
ตำรับที่ 2	60		7.18	
ตำรับที่ 1	60			7.68
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .876.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

b. Alpha = .05.



กลืน

Duncan^{a,b}

ตัวอย่าง	N	Subset	
		1	2
ตำรับที่ 3	60	6.97	7.70
ตำรับที่ 2	60	7.10	
ตำรับที่ 1	60		
Sig.		.402	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .754.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

b. Alpha = .05.

เนื้อสัมผัส

Duncan^{a,b}

ตัวอย่าง	N	Subset	
		1	2
ตำรับที่ 3	60	6.57	7.52
ตำรับที่ 2	60	6.58	
ตำรับที่ 1	60		
Sig.		.938	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.383.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

b. Alpha = .05.

ความชอบโดยรวม

Duncan^{a,b}

ตัวอย่าง	N	Subset	
		1	2
ตำรับที่ 3	60	6.85	
ตำรับที่ 2	60	6.92	
ตำรับที่ 1	60		7.68
Sig.		.742	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.223.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

b. Alpha = .05.



จ - 2 ผลการศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ขนมอาลัวที่ใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วน

ล

Duncan^{a,b}

ตัวอย่าง	N	Subset	
		1	2
ตำรับที่ 1	60	7.20	
ตำรับที่ 2	60	7.22	
ตำรับที่ 4	60	7.33	
ตำรับที่ 3	60		7.62
Sig.		.292	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .420.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

b. Alpha = .05.

ถ

Duncan^{a,b}

ตัวอย่าง	N	Subset	
		1	2
ตำรับที่ 1	60	7.20	
ตำรับที่ 2	60	7.22	
ตำรับที่ 4	60	7.33	
ตำรับที่ 3	60		7.62
Sig.		.292	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .420.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

กลั่น

Duncan^{a,b}

ตัวอย่าง	N	Subset	
		1	2
ตำรับที่ 2	60	7.05	
ตำรับที่ 1	60	7.17	7.17
ตำรับที่ 4	60	7.25	7.25
ตำรับที่ 3	60		7.42
Sig.		.140	.064

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .486.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

b. Alpha = .05.

ผล

Duncan^{a,b}

ตัวอย่าง	N	Subset	
		1	2
ตำรับที่ 1	60	7.20	
ตำรับที่ 2	60	7.22	
ตำรับที่ 4	60	7.33	
ตำรับที่ 3	60		7.62
Sig.		.292	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .420.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

รสชาติ

Duncan^{a,b}

ตัวอย่าง	N	Subset	
		1	2
ตำรับที่ 2	60	7.07	
ตำรับที่ 1	60	7.08	
ตำรับที่ 4	60	7.20	
ตำรับที่ 3	60		7.58
Sig.		.392	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .633.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

b. Alpha = .05.

เนื้อสัมพัทธ์

Duncan^{a,b}

ตัวอย่าง	N	Subset	
		1	2
ตำรับที่ 2	60	7.05	
ตำรับที่ 1	60	7.05	
ตำรับที่ 4	60	7.08	
ตำรับที่ 3	60		7.52
Sig.		.843	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .741.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

b. Alpha = .05.



ความชอบโดยรวม

Duncan^{a,b}

ตัวอย่าง	N	Subset		
		1	2	3
ตำรับที่ 2	60	6.95		
ตำรับที่ 1	60	7.13	7.13	
ตำรับที่ 4	60		7.30	
ตำรับที่ 3	60			7.58
Sig.		.184	.227	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .568.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.



จ - 3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อการใช้น้ำตาลโตนดทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนในผลิตภัณฑ์ขนมอาลาวี

เพศ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ชาย	34	34.0	34.0	34.0
หญิง	66	66.0	66.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

อายุ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 18-25ปี	99	99.0	99.0	99.0
26-33ปี	1	1.0	1.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

อาชีพ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid นักศึกษา	99	99.0	99.0	99.0
อาจารย์	1	1.0	1.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

รายได้

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid น้อยกว่า5,000บาท	48	48.0	48.0	48.0
5,001-10,000บาท	40	40.0	40.0	88.0
10,001-15,000บาท	9	9.0	9.0	97.0
มากกว่า15,001บาท	3	3.0	3.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	



ลักษณะที่ปรากฏ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ไม่ชอบ	1	1.0	1.0	1.0
ไม่แน่ใจ	4	4.0	4.0	5.0
ชอบ	66	66.0	66.0	71.0
ชอบมากที่สุด	29	29.0	29.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

ฉี

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ไม่ชอบ	1	1.0	1.0	1.0
ไม่แน่ใจ	9	9.0	9.0	10.0
ชอบ	60	60.0	60.0	70.0
ชอบมากที่สุด	30	30.0	30.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

กลีน

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ไม่ชอบ	1	1.0	1.0	1.0
ไม่แน่ใจ	9	9.0	9.0	10.0
ชอบ	52	52.0	52.0	62.0
ชอบมากที่สุด	38	38.0	38.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

รสชาติ

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ไม่แน่ใจ	6	6.0	6.0	6.0
ชอบ	52	52.0	52.0	58.0
ชอบมากที่สุด	42	42.0	42.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

เนื้อสัมผัส

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ไม่แน่ใจ	9	9.0	9.0	9.0
ชอบ	60	60.0	60.0	69.0
ชอบมากที่สุด	31	31.0	31.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	



ความชอบโดยรวม

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ไม่แน่ใจ	4	4.0	4.0	4.0
ชอบ	59	59.0	59.0	63.0
ชอบมากที่สุด	37	37.0	37.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

ขนมมีราคาเหมาะสม

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid เหมาะสม	96	96.0	96.0	96.0
ไม่เหมาะสมเพราะ	4	4.0	4.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

ยอมรับผลิตภัณฑ์

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid ยอมรับ	99	99.0	99.0	99.0
ไม่ยอมรับเพราะ	1	1.0	1.0	100.0
Total	100	100.0	100.0	

รสชาติกลมกล่อม

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	รสชาติกลมกล่อม/ ความอร่อย	83	83.0	100.0	100.0
Missing	9	17	17.0		
Total		100	100.0		

มีความสะดวกในการบริโภค

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	มีความสะดวกในการบริโภค	39	39.0	100.0	100.0
Missing	9	61	61.0		
Total		100	100.0		

มีคุณภาพ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ได้ลักษณะขนมอาลัวน้ำตาล โตนดที่มีคุณภาพ	32	32.0	100.0	100.0
Missing	9	68	68.0		
Total		100	100.0		

ราคาเหมาะสม

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ราคาเหมาะสม	31	31.0	100.0	100.0
Missing	9	69	69.0		
Total		100	100.0		

อื่นๆ

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	อื่นๆ	1	1.0	100.0	100.0
Missing	9	99	99.0		
Total		100	100.0		

จะซื้อหรือไม่

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ซื้อ	90	90.0	90.0	90.0
	ไม่แน่ใจ	8	8.0	8.0	98.0
	ไม่ซื้อ	2	2.0	2.0	100.0
Total		100	100.0	100.0	

ภาคผนวก ฉ
ภาพการลงพื้นที่สำรวจข้อมูล



ฉ - 1 ภาพการลงพื้นที่สำรวจข้อมูล



ภาคผนวก ข
ภาพการเผยแพร่ผลงาน



ช - 1 ภาพการเผยแพร่ผลงาน



ภาคผนวก ซ
ภาพผลิตภัณฑ์



ซ - 1 ภาพผลิตภัณฑ์



ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ - นามสกุล นางสาวทิพย์วรรณ สืบสายสกุล
 วัน เดือน ปี 23 พฤศจิกายน 2537
 ภูมิลำเนา 61 ซอยฉิมพลี 33 ถนนพุทธมณฑลสาย 1 แขวงฉิมพลี เขต ดลิ่งชั้น
 จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10170

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
มัธยมตอนปลาย	โรงเรียนโพธิสารพิทยากร	2555
มัธยมตอนต้น	โรงเรียนโพธิสารพิทยากร	2552



ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ - นามสกุล นางสาวฐิติชา ชินพงสานนท์
 วัน เดือน ปี 27 มกราคม 2538
 ภูมิลำเนา 13/53 หมู่ 4 ถนนประชาราษฎร์ แขวง สวนใหญ่ เขต เมืองนนทบุรี
 จังหวัดนนทบุรี 11000

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์	2555
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์	2552

