ผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

Frozen Riceberry Flour Khanom Tien

พาขวัญ มีชาญเชาว์

PHAQUAN MEECHANCHAOWA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2559

ผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

Frozen Riceberry Flour Kanom Tien

พาขวัญ มีชาญเชาว์

PHAQUAN MEECHANCHAOWA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

ชื่อนามสกุล พาขวัญ มีชาญเชาว์

ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา คหกรรมศาสตร์

คณะ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สุรีย์ แถวเที่ยง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ)

.....กรรมการ

(ดร.วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุรีย์ แถวเที่ยง)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....คณะบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย)

วันที่ 9 เดือน เมษายน พ.ศ. 2560

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรี่แช่แข็ง
ชื่อ นามสกุล พาขวัญ มีชาญเชาว์
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา และคณะ คหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สุรีย์ แถวเที่ยง
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

จากการศึกษาสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณ ร้อยละ 20 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว พบว่าการทดแทนที่ปริมาณ ร้อยละ 20 ได้รับการยอมรับมากสุดในด้าน ลักษณะที่ปรากฏ กลิ่น รสชาติและ ความชอบโดยรวม แต่ด้านเนื้อสัมผัสมีการยอมรับระดับชอบเล็กน้อย จึงทำการปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยการเสริมแป้งเท้ายายม่อมเพื่อเพิ่มปริมาณอะไมโลเพกติน พบว่าการเสริมแป้งเท้ายายม่อมปริมาณร้อยละ 7.5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ได้รับการยอมรับมากที่สุดในทุกด้าน และผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพมีค่าความเหนียวใกล้เคียงสูตรพื้นฐานมากที่สุด ดังนั้นสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ประกอบด้วยแป้งข้าวเหนียวร้อยละ 80 แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว และแป้งเท้ายายม่อมร้อยละ 7.5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด น้ำตาลมะพร้าว 500 กรัม และน้ำหญ้าชิวคัก 800 กรัม การคืนรูปขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรี่แช่แข็งสามารถใช้ไมโคเวฟที่ 600 วัตต์ นาน 2 นาที หรือ 800 วัตต์ นาน 1.30 นาที เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 60 วัน ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา ผลิตภัณฑ์ 100 กรัม ให้พลังงาน 249.4 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และใยอาหาร 5.17 1.12 3.66 และ 0.41 กรัม แอนโทไซยานิน 0.81 มิลลิกรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับความชอบมากและชอบปานกลาง บรรจุในกล่องพลาสติกใสทรงสี่เหลี่ยม จำนวน 4 ชิ้น ราคา 36.00 บาท โดยวางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า/ซุปเปอร์มาร์เก็ต และผู้บริโภคร้อยละ 95 มีความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ: ขนมเทียน, แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรี่, การแช่แข็ง

Thesis title	Frozen Riceberry Flour Khnom Tien
Author	Phaquan Meechanchaowa
Degree	Master of Home Economics
Major Program	Home Economics Technology
Academic Year	2016

ABSTRACT

The study aimed to :1) create a standard formula for frozen rice berry flour Khnom Tien, 2) study the defrosting process using a microwave, and 3) evaluate consumers' acceptance. The physical properties, sensory evaluation, chemical composition, and microbiological quality were studied. To create the formula substitution of riceberry flour for sticky rice flour at 20, 30, and 40% weight per weight were used and studied. It was found that Khnom Tien with 20% of rice berry flour in substitution for sticky rice flour was accepted most on appearance, smell, taste and overall appearance, but texture (stickiness) was accepted at "a little level,". To improve the texture, arrowroot flour was added to increase amylopectin. The result showed that the addition of 7.5% arrowroot flour for the total flour weight was most accepted in all aspects. The results of the physical quality analysis indicated that the stickiness value was to that of the basic formula. The standard formula of riceberry Khnom Tien contained 80% sticky- rice flour, 20 % of rice berry flour to sticky- rice flour (w/w), 7.5% of arrowroot flour to the total flour weight(sticky rice flour and riceberry flour weight),500g palm sugar, and 800g *Gnaphalium affine* juice. Microwaving at 600 watts for 2 minutes or at 800 watts for 1.30 minutes could be used in defrosting Khnom Tien. The product could be kept for 60 days at -18 ^{o}c; none of the microorganism, yeast or mold was found. One hundred grams of the product provided 249.4kcal energy, 5.17g carbohydrate, 1.12 fat, 3.66g protein, 0.41g fiber, and 0.81mg anthocyanin. The consumers accepted the product at "much" and "moderate" levels; 95% of them were interested in buying the product sold in a department store/ supermarket at 36 baht for one plastic box containing 4 pieces of Khnom Tien.

Keywords: Khnom Tien, brown riceberry flour, frozen

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์สุรีย์ แถวเที่ยงอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ดร.วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์เกศิณี บำรุงไทย คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้ คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องภายในวิทยานิพนธ์

ขอขอบใจนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ ที่ช่วยเหลือในการเป็นผู้ทดสอบชิมที่ดี เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของน้องนักศึกษา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา บุคคลในครอบครัวและคณาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้คอยอบรม สั่งสอน มอบความรู้ และการช่วยเหลือขอบคุณผู้ที่ให้คำแนะนำกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด ขอขอบคุณทุกท่านที่มิได้กล่าวถึงที่เป็นแรงผลักดัน กำลังใจและคอยให้ความช่วยเหลือเสมอมาจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีขอบพระคุณค่ะ

พาขวัญ มีชาญเชาว์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(8)
สารบัญแผนภูมิ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แนวคิดทฤษฎีและที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ	18
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์	18
3.2 วิธีการ	20
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	27
4.1 ผลการสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรี่แช่แข็ง	27
4.2 ผลการศึกษากระบวนการคืนรูปขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรี่แช่แข็งโดยไมโครเวฟ	33
4.3 ผลการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งของผู้บริโภค	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	48
5.1 สรุปผล	48
5.2 ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก	53
ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานแป้งขนมเทียนและสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรี่แช่แข็ง	54
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและแบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค	57
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	63
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์	74
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	76

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความแตกต่างระหว่างอะไมโลส และอะไมโลเพกทิน	5
2.2	คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ 100 กรัม	6
2.3	คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลมะพร้าวในส่วนที่บริโภคได้100 กรัม	8
2.4	การเปรียบเทียบการแช่แข็งแบบช้ากับการแช่แข็งแบบเร็ว	12
3.1	วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวบางส่วนในการสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง	20
4.1	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพขนมเทียนสูตรพื้นฐานและขนมเทียนที่ใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว	28
4.2	ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมเทียนสูตรพื้นฐานและขนมเทียนที่ใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ	29
4.3	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพขนมเทียนสูตรพื้นฐานและขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่เสริมแป้งเท้ายายม่อมในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ	31
4.4	ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่เสริมแป้งเท้ายายม่อมในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ	32
4.5	ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่คืนรูปโดยใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ เวลาต่างกัน 3 ระดับ	34
4.6	ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่คืนรูปโดย ใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ เวลาต่างกัน 3 ระดับ	35
4.7	ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่คืนรูปโดยใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้าและเวลาต่างกัน 2 ระดับ	36

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่ได้เก็บรักษาระยะเวลา 60 วัน 37

4.9 คุณค่าทางโภชนาการขนมเทียนสูตรพื้นฐานและขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง ในน้ำหนัก 100 กรัม 37

4.10 ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ระยะเวลา 1 วัน และขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งระยะเวลา 60 วัน ที่ผ่านการคืนรูป 38

4.11 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค 39

4.12 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภค 41

4.13 ข้อมูลความรู้ทางโภชนาการเกี่ยวกับข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่จากผู้ตอบแบบสอบถาม 43

4.14 ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค 45

4.15 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ 46

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างของอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน 4

4.1 ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณร้อยละ 20 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว 27

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ **หน้า**

3.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำหญ้าซิวคัก 21

3.2 ขั้นตอนการทำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ 21

3.3 ขั้นตอนการทำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่เสริมแป้งเท้ายายม่อม 23

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมเทียน เป็นขนมไทยที่ดัดแปลงจากขนมเข่งของคนไทยเชื้อสายจีน นิยมทำในวันตรุษจีนและสารทจีน เพื่อสื่อความหมายถึงความหวานชื่น ราบรื่น และความอุดมสมบูรณ์ เดิมขนมเทียนไม่มีไส้ ถูกพัฒนาจากคนไทยให้มีไส้เพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มรสชาติและเอกลักษณะของขนมไทย วัตถุดิบหลักที่ใช้ทำตัวขนม คือ แป้งข้าวเหนียว น้ำตาลมะพร้าว และน้ำชิวคัก นวดรวมกัน พักไว้ จากนั้นนำมาใส่ไส้ ห่อด้วยใบตองที่เป็นรูปสามเหลี่ยม นึ่งให้สุก เนื้อขนมที่ดีจะมีลักษณะเหนียวหนึบ คงตัว สีเขียวขี้ม้าค่อนข้างดำ เมื่อเคี้ยวขนมเทียนแล้วจะรู้สึกได้ถึงกลิ่นหอมของใบตอง และกลิ่นของหญ้าชิวคัก มีรสชาติหวานอ่อนๆ ของเนื้อแป้ง (จริยา, 2549) ขนมเทียนมีจำหน่ายมากในช่วงเทศกาลตรุษจีน สารทจีน และวันสำคัญของคนไทยเชื้อสายจีน เนื่องจากมีความต้องการของผู้บริโภคในช่วงเทศกาลสูงแต่เมื่อหมดช่วงเทศกาลจะมีผู้ผลิตจำหน่ายน้อย ซึ่งอาจเป็นเพราะขั้นตอนการทำที่ใช้ระยะเวลาค่อนข้างมากกระบวนการทำซับซ้อน และความต้องการของผู้บริโภคในช่วงนอกเทศกาลมีน้อย แต่ยังมีผู้บริโภคบางส่วนที่ต้องการแต่ไม่สามารถซื้อหรือหามารับประทานได้เพราะมีการผลิตจำหน่ายน้อย

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือข้าวที่ได้จากการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ ลักษณะเป็นข้าวเจ้า สีม่วงเข้ม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว ผิวมันวาว เมื่อหุงสุกจะมีกลิ่นหอม และมีความนุ่มนวลมาก ปัจจุบันประสบปัญหาในด้านการตลาด เนื่องมีการผลิตมากแต่ช่องทางการตลาดมีน้อย และการปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์ทำให้ได้ผลผลิตน้อย ต้นทุนการผลิตสูง และยังประสบปัญหาข้าวเก็บได้ไม่นานโดยเฉพาะข้าวกล้องจะเกิดกลิ่นหืน เนื่องจากมีปริมาณไขมันสูง มีการเพิ่มมูลค่าโดยการนำปลายข้าวแปรรูปเป็นแป้งเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ แต่ยังอยู่ในวงจำกัด (ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าวและหน่วยปฏิบัติการค้นหาและการใช้ประโยชน์ยีนข้าว, 2557) คุณค่าทางโภชนาการของแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ในน้ำหนัก 100 กรัมประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 76.35 กรัม โปรตีน 9.49 กรัม ไขมัน 3.67 กรัม ใยอาหาร 0.41 กรัม เถ้า 0.48 กรัม ความชื้น 9.60 กรัม และ แอนโทไซยานิน 21.42 มิลลิกรัม

ดังนั้น เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการรับประทานขนมเทียนในช่วงนอกเทศกาลแต่หาซื้อยาก และเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มาทดแทนแป้งข้าวเหนียวบางส่วนในขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ โดยใช้กระบวนการแช่แข็งเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ในลักษณะขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภคให้สามารถหาซื้อได้ง่าย สะดวก และได้ขนมเทียนที่มีคุณประโยชน์มากขึ้นโดยได้รับสารแอนโทไซยานีน ซึ่งเป็นสารพฤกษเคมีที่มีสมบัติของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และอาจเป็นแนวทางช่วยแก้ไขปัญหาของกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตข้าวไรซ์เบอร์รี่ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

1.2.2 ศึกษากระบวนการคืนรูปขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งโดยใช้ไมโครเวฟ

1.2.3 ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งจากผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาเฉพาะตัวแป้งขนมเทียน และการเก็บรักษาโดยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -32 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสเวลา 2 เดือน

1.3.2 ศึกษากระบวนการคืนรูปขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง โดยศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการคืนรูปผลิตภัณฑ์โดยใช้ไมโครเวฟ ศึกษากำลังไฟที่ 2 ระดับ คือ 600 และ 800 วัตต์ เป็นเวลา 1 นาที 1.30 นาที และ 2 นาที

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแช่แข็งที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ

1.4.2 ขนมเทียนที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าขนมเทียนสูตรพื้นฐาน คือมีสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารพฤกษเคมีที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

1.4.3 เป็นผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแช่แข็งเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงพานิช

1.4.4 เพื่อนำแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มาใช้ประโยชน์มากขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ขนมเทียน หรือ ขนมนมสาว เป็นขนมชนิดหนึ่งที่ชาวจีนใช้ในพิธีไหว้บรรพบุรุษช่วงวันตรุษและวันสารทจีน (มณี, 2547) ส่วนคนไทยนิยม ใช้ในงานบุญ โดยเฉพาะเทศกาลสงกรานต์ตัวแป้งหรือตัวขนมทำจากแป้งข้าวเหนียว แต่ถ้าทำด้วยแป้งถั่วจะเรียก ขนมเทียนแก้ว ส่วนไส้มีไส้หวานซึ่งทำจากมะพร้าวและน้ำตาลกวน และไส้เค็มทำจากถั่วเขียวบด ปรุงรสด้วยเกลือและพริกไทยกวนให้เข้ากัน บางสูตรอาจใส่ถั่วลิสงป่น หรืองาขี้ม่อน ลงในไส้มะพร้าวหรือไส้ถั่วเขียว โดยเอาถั่วเขียวนึ่งแล้วบดและนำมาผสมหรือผัดกับเครื่องปรุง มีรสเค็มนำเรียกว่า ไส้เค็มปัจจุบันไส้ขนมมีการดัดแปลงให้มีความหลากหลายเช่น ไส้ถั่วเขียว ไส้ถั่วแดง ไส้เค็มเหมือนไส้ซาลาเปา (รัตนา, 2542)

2.1.1 **แป้งข้าวเหนียว** (glutinous rice flour)

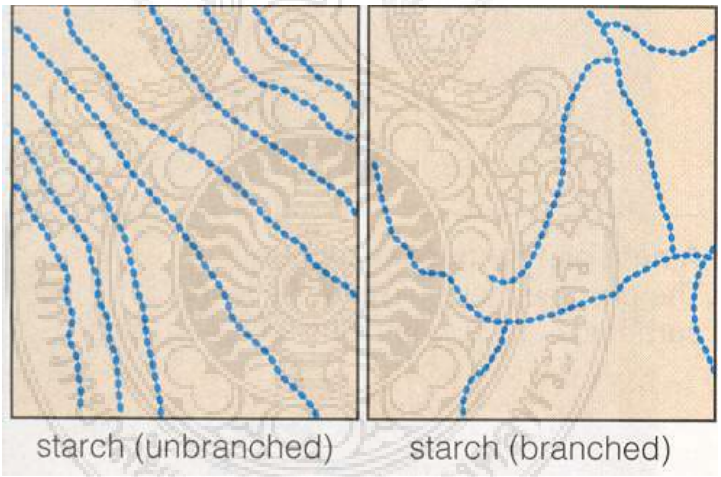
แป้งข้าวเหนียว คือแป้งที่ทำจากเมล็ดข้าวเหนียวมีลักษณะเป็นผงสีขาว เนื้อสัมผัสที่หยาบ จับแล้วสากมือ เมื่อนำไปทำให้สุกมีลักษณะข้นเหนียวแต่ไม่ใส (อบเชย และขนิษฐา, 2547) เมื่อนำมาผสมน้ำและนำไปผ่านความร้อนจะเกิดการจับตัวเป็นก้อนค่อนข้างเหนียว เนื่องจากมีปริมาณอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับแป้งข้าวเจ้าในการทำขนมเทียนควรใช้ข้าวเหนียวใหม่เพราะมีกลิ่นหอม ในสมัยโบราณจะใช้ข้าวเหนียวใหม่แช่น้ำไว้ 1 คืน แล้วนำมาโม่พร้อมกับน้ำเล็กน้อยเพื่อให้ได้น้ำแป้งข้นๆ จากนั้นกรองเอาน้ำออกด้วยผ้าขาวบางที่ทับซ้อนหลายชั้น บิดจนน้ำออกหมดเหลือแต่เนื้อแป้งหรือเอาใส่ผ้าขาวบางแล้วนำไปวางทับด้วยของหนักๆ เพื่อให้น้ำไหลออกจนเหลือแต่แป้ง จึงเรียกกันว่า แป้งโม่ทับน้ำ (ณัฐพงศ์, 2549)

2.1.1.1 ชนิดของแป้งข้าวเหนียว แบ่งตามสายพันธุ์ ดังนี้

1) แป้งข้าวเหนียวขาว คือแป้งที่ได้จากการนำข้าวเหนียวขาวโม่จนละเอียด จะมี 2 ลักษณะ คือ แป้งสดและแป้งแห้ง แป้งสดจะทำเช่นเดียวกับแป้งข้าวเจ้าสด นิยมนำมาใช้ทำขนมบัวลอย ขนมบ้าบิ่น ขนมไข่หงส์ ขนมถั่วแปบ เป็นต้น สำหรับแป้งแห้งเป็นแป้งที่สามารถเก็บไว้ใช้ได้นาน สะดวกในการเก็บและการนำมาใช้

2) แป้งข้าวเหนียวดำ ทำจากข้าวเหนียวดำโดยปกติจะมีการผสมแป้งข้าวเหนียวขาวลงไปด้วย เพราะแป้งจะมีสีดำมาก และเนื้อแป้งเมื่อนำมาทำขนมจะมีความกระด้างไม่นุ่มนวล เมื่อเติมแป้งข้าวเหนียวขาวลงไปจะช่วยให้สีและเนื้อขนมมีความนุ่มนวล มีทั้งชนิดแป้งสดและแป้งแห้งเช่นเดียวกับแป้งข้าวเหนียวขาว นิยมนำมาทำขนมถั่วแปบ ขนมสอดไส้

2.1.1.2 ลักษณะโครงสร้าง แป้งข้าวเหนียวเป็นแป้ง (starches) หรือโพลีแซคคาไรด์ที่เกิดจากกลูโคสจำนวนมากเก็บสะสมในรูปของเม็ดสตาร์ช (starch granule) ที่อาจมีเยื่อหุ้มหรือไม่มีก็ได้ สตาร์ชจากพืชแต่ละชนิดมีโครงสร้างทางโมเลกุล ขนาด รูปร่าง และสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน ในโครงสร้างของเม็ดสตาร์ชประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน 2 ชนิด คือ อะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกทิน ซึ่งจะมีในปริมาณมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช แป้งข้าวเหนียวมีปริมาณอะไมโลเพกทินสูงกว่าอะไมโลส หรือเกือบทั้งหมดเป็นอะไมโลเพกทิน ซึ่งมีการเรียงตัวกันเป็นแขนง เมื่อแป้งสุกจะมีลักษณะเหนียวเกาะกันแน่นจึงทำให้เป็นก้อนขณะเคี้ยว (ณัฐพงศ์, 2549) โครงสร้างของอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน ภาพที่ 2.1 และความแตกต่างของอะมิโลสกับอะมิโลเพกทิน แสดงดังตารางที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน

ที่มา : Whitney and Rolfes (2005)

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่างอะไมโลส และอะไมโลเพกทิน

อะไมโลส	อะไมโลเพกทิน
1. ละลายน้ำได้ดีกว่า	1. ละลายน้ำได้น้อยกว่า
2. เมื่อต้มในน้ำหนืดข้นน้อยกว่าแต่ขุ่นกว่า	2. หนืดข้นมากกว่าและใส
3. ให้สีน้ำเงินแก่กับไอโอดีน	3. ให้สีแดงม่วงและสีน้ำตาล
4. ประกอบด้วยโมเลกุลที่ต่อกันเป็นเส้นตรง	4. โมเลกุลต่อกันคล้ายกิ่งไม้
5. ประกอบด้วยกลูโคส 200-2,100 หน่วย	5. แต่ละกิ่งมีกลูโคส 20-25 หน่วย
6. ต้มแล้วทิ้งไว้จับตัวเป็นวุ้นได้	6. ไม่จับตัวเป็นวุ้น

ที่มา: เข็มทอง (2538)

2.1.1.3 การเลือกซื้อและการเก็บรักษา (เข็มทอง, 2538) มีดังนี้

1) แป้งข้าวเหนียวที่จำหน่ายในท้องตลาดจะบรรจุถุงสามารถดูวันหมดอายุได้จากฉลากหน้าซองหรือถุงแป้ง นอกจากนี้อาจมีรายละเอียดอื่นๆบอกไว้ด้วยจึงควรศึกษาจากฉลากที่ติดไว้

2) การเก็บรักษาเมื่อใช้เสร็จแล้วมีส่วนเหลือให้บรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท โดยอาจเก็บทั้งถุงที่ผูกมัดเรียบร้อยเพื่อจะได้สะดวกในการใช้งานครั้งต่อไปไม่ต้องเสียเวลาพิจารณาว่าเป็นแป้งชนิดใด วางภาชนะที่บรรจุในที่อากาศถ่ายเท และไม่เก็บในที่อับชื้น

2.1.2 **แป้งเท้ายายม่อม** (arrowroot flour)

แป้งเท้ายายม่อม คือแป้งที่สกัดมาจากหัวมันเท้ายายม่อม มีลักษณะเป็นเม็ดขนาดเล็ก สีขาว เวลาใช้ต้องบดให้ละเอียดเป็นผงเมื่อนำไปประกอบอาหารจะให้ความข้นเหนียวหนืดใส เมื่อเย็นตัวจะมีลักษณะเหนียวกว่าแป้งมันสำปะหลัง นิยมนำมาใช้รวมกับแป้งชนิดอื่นเพื่อให้ได้อาหารที่มีความข้นเหนียวเป็นมันวาว เช่น ขนมชั้น ขนมน้ำดอกไม้ (รุ่งทิวา, 2553) นอกจากนี้แป้งเท้ายายม่อมยังเป็นแป้งที่ทำให้ขนมใส คล้ายกับแป้งถั่ว

2.1.2.1 คุณสมบัติของแป้งเท้ายายม่อม เมื่อผ่านความร้อนแล้ว เมื่อปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นแป้งจะมีลักษณะเหนียวใส ใช้เป็นส่วนประกอบเสริมหรือผสมกับแป้งชนิดอื่นเพื่อให้ได้ลักษณะขนมที่มีความเหนียวแป้งจะมีลักษณะ สีขาวเม็ดเล็กๆ ไม่เนียนละเอียด เวลาใช้ต้องบดให้ละเอียดเป็นผง

2.1.2.2 การเลือกซื้อแป้งเท้ายายม่อม ควรเป็นแป้งใหม่ เมื่อดมจะไม่มีกลิ่นเหม็นอับ ไม่มีตัวมอดหรือแมลง

2.1.2.3 การเก็บรักษาแป้งเท้ายายม่อม เมื่อเปิดถุงแป้งใช้แล้ว ถ้ายังมีเหลืออีกควรใส่ภาชนะที่มีฝาปิดสนิทเพื่อป้องกันความชื้น และแมลง เก็บในอุณหภูมิปกติ ไม่ควรโดนแดดหรือความร้อน (ณภัทร, 2550)

2.1.3 **ข้าวไรซ์เบอร์รี่** (rice berry)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ลักษณะเป็นข้าวเจ้าปลูกได้ตลอดทั้งปี โดยอายุการเก็บเกี่ยวของข้าวสายพันธุ์นี้จะอยู่ที่ประมาณ 130 วัน (ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว, 2558)

กระบวนการขัดสีข้าวไรซ์เบอร์รี่จะขัดสีในลักษณะข้าวกล้อง (half milled rice berry) จึงมักพบการจำหน่ายในลักษณะข้าวกล้อง

2.1.3.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ		**ปริมาณ**
อะไมโลส	15.6	เปอร์เซ็นต์
โอเมก้า-3	25.5	มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ธาตุสังกะสี	31.9	มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ธาตุเหล็ก	13-18	มิลลิกรัม/กิโลกรัม
วิตามินอี	678	ไมโครกรัม/100 กรัม
อะไมโลส	15.6	เปอร์เซ็นต์
โอเมก้า-3	25.5	มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ธาตุสังกะสี	31.9	มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ธาตุเหล็ก	13-18	มิลลิกรัม/กิโลกรัม
วิตามินอี	678	ไมโครกรัม/100 กรัม
วิตามินบี 1	0.42	มิลลิกรัม/100 กรัม

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

คุณค่าทางโภชนาการ		ปริมาณ
เบต้าแคโรทีน (สารตั้งต้นของ วิตามินเอ)	63	ไมโครกรัม/100 กรัม
ลูทีน	84	ไมโครกรัม/100 กรัม
โพลิฟีนอล	114	มิลลิกรัม./100 กรัม
แทนนิน	89.3	มิลลิกรัม/100 กรัม
แกมมา โอไรซานอล	462	ไมโครกรัม/100 กรัม
สารต้านอนุมูลอิสระ ชนิดละลายในน้ำ	47.5	มิลลิกรัม/100 กรัม
สารต้านอนุมูลอิสระ ชนิดละลายในน้ำมัน	33.4	มิลลิกรัม/100 กรัม

ที่มา : กองบรรณาธิการการเกษตร (2557)

2.1.3.2 แอนโทไซยานิน (anthocyanin) เป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้ จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งตามธรรมชาติมีประมาณ 600 ชนิด (Wardlaw, 2012) เป็นสารที่ให้สีตามธรรมชาติ โดยสีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่าง ถ้าอยู่ในสภาพที่เป็นกรดจะให้สีม่วงแดง แต่ถ้าอยู่สภาพที่เป็นด่างจะให้สีม่วงน้ำเงิน

1) โครงสร้างทางเคมี แอนโทไซยานินมีโครงสร้างแบบ $C_6C_3C_6$ ซึ่งเป็นไกลโคไซด์ของ 2-phenyl benzopyrylium หรือ flavylium- cation ที่มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด และแอนโทไซยานินยังมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ที่สูงกว่าวิตามินซีและวิตามินอีถึง 2 เท่า แอนโทไซยานินสามารถบริโภคเฉลี่ยสูงสุดได้ถึงวันละ 200 มิลลิกรัมต่อวัน (ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

2) ประโยชน์ของสารแอนโทไซยานิน ช่วยลดอาการอักเสบ ช่วยปกป้องหลอดเลือด กระตุ้นการไหลเวียนของเลือด และลดความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจหลอดเลือด ช่วยชะลอการเกิดโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือด ลดคอเลสเตอรอลในเลือด และ ยับยั้งเซลล์มะเร็งหลายชนิด เช่น มะเร็งระบบสืบพันธุ์ มะเร็งลำไส้และตับ มะเร็งเม็ดเลือดขาว Wargovich *et al.* (1996) รายงานว่าแอนโทไซยานินสามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งเต้านมได้ โดยการใช้แอนโทไซนินที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (10^5) นอกจากนั้นช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ซึ่งจะก่อให้เกิดการแก่ก่อนวัย ช่วยเพิ่มความสามารถในการมองเห็นช่วยชะลอความเสื่อมของดวงตา ช่วยต้านไวรัสและแบคทีเรียบางชนิด เช่น *อี.โคไล* ในทางเดินอาหารที่ทำให้เกิดท้องเสีย (นิศารัตน์, 2556)

2.1.4 น้ำตาลมะพร้าว

น้ำตาลมะพร้าว หรือที่เรียกว่า “น้ำตาลปี๊บ” จะผลิตได้จากน้ำหวานจากจั่นมะพร้าว มะพร้าวที่นิยมนำมาทำน้ำตาล คือ พันธุ์หมูสี ซึ่งเป็นมะพร้าวที่ต้นไม่สูงมาก สะดวกในการเก็บ และยังมีจั่นใหญ่ให้น้ำตาลสดปริมาณมาก และมีความหวานสูง จังหวัดที่มีการทำน้ำตาลมะพร้าวมาก คือ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร

น้ำตาลมะพร้าวที่มีคุณภาพดี คือ มีสีนวล ไม่ใช้ผงฟอกสี เนื้อละเอียด กลิ่นหอม ปริมาณความชื้นร้อยละ 7- 8 ไม่เยิ้มเหลว ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีสูงกว่าร้อยละ 70

2.1.4.1 หน้าที่ของน้ำตาลมะพร้าว (จิตธนา และอรอนงค์,2539) มีดังนี้

1) ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์
2) เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก
3) ช่วยให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดี
4) ช่วยให้เกิดความร้อนและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
5) ทำให้เปลือกนอกผลิตภัณฑ์มีสีที่ดี
6) เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแก่ผลิตภัณฑ์

2.1.4.2 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลมะพร้าว ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลมะพร้าวในส่วนที่บริโภคได้ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ	
พลังงาน	383	กิโลแคลอรี
โปรตีน	0.40	กรัม
ไขมัน	0.10	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	95	กรัม
แคลเซียม	80	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	40	มิลลิกรัม
เหล็ก	11.40	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	1	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	280	หน่วยสากล

ที่มา: อบเชย และขนิษฐา (2547)

2.1.5 น้ำมันพืช

น้ำมันพืชเป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งประกอบด้วยไตรกลีเซอรอลกับกรดไขมันมีสภาพเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง น้ำมันที่ได้จากพืชมีหลายชนิดได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันข้าวโพด น้ำมันรำข้าว เป็นต้น น้ำมันพืชที่ได้จากแหล่งต่างๆจะมีคุณสมบัติที่ต่างกันไป โดยหน้าที่ของน้ำมันในการประกอบอาหาร คือ ทำให้อาหารนุ่ม เป็นตัวหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดกับภาชนะเป็นตัวกลางในการนำความร้อน ช่วยจับอากาศ และให้กลิ่นรสแก่อาหาร สำหรับหน้าที่ในการทำให้อาหารมีความนุ่มนั้น เนื่องจากในโมเลกุลของน้ำมันมีหมู่คาร์บอกซิล ซึ่งมีลักษณะเป็นโพลาร์ สามารถจับกับส่วนที่เป็นโพลาร์ของโมเลกุลโปรตีนได้ เป็นการป้องกันไม่ให้สายของโปรตีนรวมตัวกัน น้ำมันสามารถแผ่กระจายได้ดี จึงสามารถเคลือบผิวของอาหารให้เกิดความเงามันได้ (นิธิยา, 2551)

2.1.6 หญ้าซิวคักหรือหญ้านางนวล

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Gnaphalium polycaulon Pers.* วงศ์ *Asteraceae Dumort*

2.1.6.1 ลักษณะทั่วไป หญ้าซิวคัก หรือหญ้าขนมเทียน เป็นพืชล้มลุกที่ขึ้นเองตามธรรมชาติในแหล่งที่มีสภาพน้ำท่วมและชุ่มชื้น พบได้ทั่วทุกภาค โดยเฉพาะภาคกลาง พบมากในท้องที่ตำบลจอมปลวก ตำบลดอนมะโนรา และตำบลยายแพง สมุทรสงคราม โดยหญ้าซิวคักมักจะขึ้นเองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคมของทุกปี และจะเก็บเกี่ยวได้ประมาณเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ของปีถัดไป คุณสมบัติของสภาพพื้นที่หญ้าซิวคักจะขึ้นได้ดีต้องเป็นที่น้ำท่วมมีความชื้นและเป็นที่โล่งแจ้ง หรือแสงแดดส่องได้ถึงและไม่มีการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช

หญ้าซิวคักมีลำต้นเป็นเนื้อเยื่ออ่อน เปราะ หักง่าย ลำต้นกลมเล็ก ต้นอ่อนมีสีเขียว เมื่อโตเต็มที่จะมีขนสีขาวอมเทาเป็นเส้นใยยาวปกคลุมทั่ว ลำต้นแตกกิ่งแขนงออกจำนวนมาก ทำให้กลายเป็นกอใหญ่ ส่วนใบมีรูปเรียวรี ใบของต้นอ่อนมีสีเขียวอ่อน และเมื่อแก่มีสีเขียวเงิน และมีขนสั้นๆปกคลุมทั่ว ส่วนดอกออกเป็นช่อตรงส่วนปลายของกิ่ง ดอกมีขนาดเล็กจำนวนมาก หญ้าซิวคักมี 2 สายพันธุ์ ดังนี้

1) ลักษณะลำต้นสูงใหญ่ ทรงพุ่มงามใบหนา และใบจะเป็นสีเขียวสด ดอกสด ออกช่อใหญ่

2) ลักษณะลำต้นเขียวชะรูดขึ้นไป ลำต้นเล็ก และไม่สูงใบเล็กบาง

2.1.6.2 การใช้ประโยชน์จากหญ้าชิวคัก

หญ้าชิวคักที่นำมาใช้ได้จากต้นแก่ที่ออกดอกแล้ว นำมาตากแห้ง ก่อนนำมาใช้จะเอาไปต้ม แล้วคั้นเอาแต่น้ำมานวดกับแป้ง คนไทยเชื้อสายจีนได้นำหญ้าชิวคักมาใช้เป็นส่วนผสมในขนมเทียนเพราะมีคุณสมบัติ ทำให้ขนมมีกลิ่นหอม และทำให้เนื้อขนมนุ่มนวล รับประทานได้อร่อย ปัจจุบันมีการวิจัยและนำหญ้าชิวคักมาผสมในแป้งทำขนมเทียนเป็นแป้งสำเร็จรูป ซึ่งถ้ามีการพัฒนาและวิจัยมากขึ้นอาจนำไปสู่การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากหญ้าชิวคักเพิ่มมากขึ้น เช่น อาจมีการศึกษาวิจัยการนำหญ้าชิวคักไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอย่างอื่นๆอีก เช่น ทำเป็นชา หรือยาสมุนไพรในการดูแลรักษาสุขภาพ และในอนาคตหญ้าชิวคักน่าจะได้รับความนิยมมากขึ้น เมื่อมีการประชาคมอาเซียนเพราะในอาเซียนมีชาวจีนอาศัยอยู่ในหลายประเทศ แต่คงต้องมีการจดสิทธิบัตรพันธุ์พืชไว้ สำหรับประเทศไทยปัญหาของหญ้าชิวคักปัจจุบันมีการขึ้นเองและปลูกน้อยลงแต่ความต้องการของตลาดยังมีมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากวิถีการทำเกษตรในปัจจุบันมีการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชมากขึ้นทำให้หญ้าชิวคักตาย (สรณพงษ์, 2547)

2.1.6.3 คุณสมบัติของชิวคัก มีดังนี้

1) ใบมีกลิ่นหอม

2) เมื่อนำมานวดกับแป้งจะนุ่มน่ารับประทาน

2.1.6.4 การดูแลรักษา

1) ไม่ต้องการการดูแลมาก ไม่ต้องฉีดยา จึงไม่มีสารเคมี ปลอดภัย ต้นหญ้าชิวคักมักจะชอบอยู่ที่มีสภาพดินชุ่มชื้น ไม่ชอบอากาศร้อน

2) หญ้าชิวคักจะไม่ขึ้นง่ายๆ แต่จะขึ้นเฉพาะบริเวณที่เคยขึ้น เมื่อถึงเวลาจะขึ้นเอง และจะมีเมล็ดร่วงตรงบริเวณที่เคยขึ้นประจำจัดเป็นพืชประจำถิ่น (สรณพงษ์, 2547)

2.1.7 การแช่แข็ง (freezing)

ในการถนอมอาหารด้วยความเย็น แบ่งเป็น 2 กระบวนการ คือ การทำเย็น (chilling) และการแช่แข็งหรือแช่เยือกแข็ง (freezing) ทั้ง 2 กระบวนการถูกแบ่งด้วยจุดเยือกแข็งของอาหาร การทำเย็นอุณหภูมิของระบบอยู่ในช่วงสูงกว่าจุดเยือกแข็ง (freezing point) ของอาหาร คืออยู่ระหว่าง 0-8 องศาเซลเซียส ในขณะที่การแช่แข็ง อุณหภูมิของระบบจะต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ซึ่งปกติจะเก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ราไม่สามารถเติบโตได้ (ชัยรัตน์, 2559)

2.1.7.1 วัตถุประสงค์ของการแช่แข็ง

1) เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย, ยีสต์, ราและพยาธิ ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้อาหารเกิดการเสื่อมคุณภาพลง รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่เป็นอันตรายในอาหาร

2) เพื่อยับยั้งปฏิกิริยาชีวเคมีของอาหาร เช่น การหายใจของผักและผลไม้ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และปฏิกิริยาทางเคมีที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมคุณภาพ เช่น ปฏิกริริยาออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมคุณภาพในอาหาร

3) เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ได้ไม่จำกัดรูปแบบ เช่น ผลิตภัณฑ์แบบวัตถุดิบพร้อมปรุงซึ่งสะดวกในการใช้ และยังพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภค (ready-to-eat) รูปแบบใหม่ๆทำให้กระจายสินค้าได้กว้างขวางและช่วยเพิ่มมูลค่าจากวัตถุดิบพื้นฐาน เช่น เนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ สัตว์น้ำ อาหารทะเล มากขึ้น

2.1.7.2 วิธีการแช่แข็ง แบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

1) การแช่แข็งแบบช้า (slow freezing) เป็นการทำให้อาหารแข็งตัวที่อุณหภูมิประมาณจุดเยือกแข็งอย่างช้าๆ และใช้เวลาประมาณ 3-72 ชั่วโมง วิธีนี้ได้แก่ การใช้เครื่องแช่เยือกแข็งอาศัยการพาแบบธรรมชาติ อาหารถูกแช่เย็นโดยลมเชิงหมุนเวียนตามธรรมชาติที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส และ -30 ถึง -45 องศาเซลเซียสไม่นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรม ห้องเย็นถือเป็นเครื่องแช่เยือกแข็งอาศัยการพาแบบธรรมชาติขนาดใหญ่ใช้ในการแช่เนื้อสัตว์ไอศกรีม โดยทั่วไปจะใช้พัดลมหมุนเวียนอากาศเพื่อให้มีการกระจายอุณหภูมิทั่วถึงกัน การแช่เยือกแข็งแบบช้านี้เป็นการลดอุณหภูมิลง 1 องศาเซลเซียสต่อนาที ใช้เวลานาน 1 ชั่วโมง ในช่วงที่ผลิตภัณฑ์เกิดการแข็งตัว จะมีผลึกน้ำแข็งเกิดขึ้นในเนื้ออาหารจะมีขนาดใหญ่ ทำให้ไปดันผนังเซลล์ของเนื้อ และผักผลไม้ เกิดการบอบช้ำ และฉีกขาดขึ้นได้ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหาร หลังจากที่ผลึกน้ำแข็งละลายจนอาหารกลับคืนสู่สภาพเดิม อาหารจะมีลักษณะเละ และชุ่มน้ำ มีส่วนของเหลวภายในเซลล์ไหลออกมา

2) การแช่แข็งแบบเร็ว (quick freezing) คือ การทำให้น้ำในอาหารกลายเป็นน้ำแข็งอย่างรวดเร็วในระยะเวลาสั้นไม่ควรเกิน 30 นาที วิธีนี้พบว่าผลึกน้ำแข็งจะมีขนาดเล็กและละเอียดไม่มีชั้นแยกแสดงให้เห็นชัดเจนเกิดบริเวณผิวหน้าน้ำแข็งหนา 1-10 เซนติเมตร/ชั่วโมง โดยผลึกน้ำแข็งจะเกิดขึ้นในเซลล์ด้วย ซึ่งจะไม่ทำให้เซลล์ของอาหารบอบช้ำมากนักเหมือนการแช่แข็งแบบช้า ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบัน เปรียบเทียบการแช่แข็งแบบช้ากับการแช่แข็งแบบเร็ว ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบการแช่แข็งแบบช้ากับการแช่แข็งแบบเร็ว

การแช่แข็งแบบช้า	การแช่แข็งแบบเร็ว
1. ผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่กว่า	1. ผลึกน้ำแข็งมีขนาดเล็กกว่า
2. กระบวนการเมแทบอลิซึมเกิดอย่างช้าๆ	2. หยุดกระบวนการเมแทบอลิซึม
3. ใช้เวลานานกว่า	3. ใช้เวลาน้อยกว่า
4. เมื่อนำอาหารไปละลายน้ำแข็ง อาหารจะเสียคุณค่าทางโภชนาการมากกว่า	4. เมื่อนำอาหารไปละลายน้ำแข็ง อาหารจะเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อยกว่า
5. เซลล์ต่างๆจะถูกทำลายมากกว่า	5. เซลล์ต่างๆจะถูกทำลายน้อยกว่า

ที่มา : ชมพู่ (2550)

2.1.7.3 ผลของการแช่แข็งต่ออาหาร ผลกระทบของการแช่แข็งต่อคุณภาพอาหาร คือ เกิดความเสียหายเนื่องจากผลึกน้ำแข็งมีขนาดใหญ่ การแช่เยือกแข็งมีผลต่อ สี กลิ่น รส หรือคุณค่าทางโภชนาการน้อยมาก การสูญเสียดังกล่าวอาจเกิดในขั้นตอนการเตรียมหรือในระหว่างการแช่เยือกแข็ง การแช่เยือกแข็งทำให้อิมัลชันมีความคงตัวมากขึ้น แม้ว่าโปรตีนอาจจะตกตะกอนจากสารละลายได้ เช่น การแช่เยือกแข็งน้ำนม

2.1.7.4 ผลของการเก็บรักษาต่ออาหาร การเก็บรักษาอาหารแช่เยือกแข็งยิ่งลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจะลดอัตราการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาทางชีวเคมีให้น้อยลง เพราะกระบวนการแช่เยือกแข็ง และขั้นตอนการเก็บรักษาไม่ได้ทำลายเอนไซม์ และผลต่อจุลินทรีย์ก็มีการผันแปรไปตามอุณหภูมิด้วยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิระหว่าง -4 ถึง -10 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้เกิดการตาย (lethal effect) ต่อจุลินทรีย์มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้ (ระหว่าง -15 ถึง -30 องศาเซลเซียส)

สำหรับอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาอาหารแช่เยือกแข็งโดยทั่วไป คือ ประมาณ -18 องศาเซลเซียส จะมีการสูญเสียคุณภาพทั้งที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และอาหารบางชนิดอาจเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ด้วย และการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะเกิดได้เร็วขึ้น เมื่อความเข้มข้นของตัวถูกละลายสูงขึ้นรอบๆ ผลึกน้ำแข็งทำให้ความชื้น (water activity) ลดลง (เช่น เหลือประมาณ 0.82 ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ในอาหารที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ) นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนค่าความเป็นกรดด่าง และ redox potential ด้วย ถ้าเอนไซม์ไม่ถูกทำลายขณะที่

เซลล์เมมเบรนถูกทำลายด้วยผลึกน้ำแข็ง จะทำให้เอนไซม์เข้าไปทำปฏิกิริยากับตัวถูกละลายที่อยู่-ภายใน และมีความเข้มข้นมากขึ้น (วิไล, 2552)

2.1.8 **การคืนตัวของผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง** (thawing of frozen products)

การคืนตัวของผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง หมายถึง กระบวนการที่ตรงกันข้ามกับการแช่เยือกแข็ง จัดเป็นกระบวนการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง เพื่อทำให้ผลึกน้ำแข็งละลายกลับคืนสู่สภาพเดิม ซึ่งจัดเป็นงานขั้นตอนสุดท้ายของการแช่เยือกแข็งก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์ไปบริโภค หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป (สายสนม, 2549)

2.1.8.1 ธรรมชาติของการคืนตัวของผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็ง (nature of thawing) การคืนตัวหรือการละลายน้ำแข็ง คือการให้ความร้อนแก่อาหารแช่แข็งเพื่อให้น้ำแข็งละลาย ส่วนการแช่แข็ง คือ การดึงความร้อนในอาหารออกให้เกิดผลึกน้ำแข็งในอาหาร ดังนั้นกระบวนการทั้งสองนี้ คือ การย้อนกลับกัน โดยทั่วไปการละลายอาหารแช่แข็งใช้เวลานานกว่าการแช่แข็ง ขึ้นกับธรรมชาติของน้ำ กระบวนการแช่แข็งกับการละลายน้ำแข็งย้อนกลับกันในแง่ของการให้และการดึงความร้อน ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ อาหาร กับเวลาในการปฏิบัติของการแช่แข็งกับการคืนสภาพของอาหารแช่แข็งจึงต่างกัน

น้ำแข็งมีคุณสมบัติเป็นตัวนำความร้อนได้ดีกว่าน้ำถึง 4 เท่า และยังมีคุณสมบัติในการกระจายความร้อนได้ดีกว่าน้ำถึง 9 เท่า ดังนั้นเมื่อคิดเปรียบเทียบในสภาพที่อุณหภูมิเท่ากันและในสภาพที่มีการเคลื่อนย้ายของน้ำในอาหาร พอสรุปได้ว่า น้ำแข็งจะส่งผ่านความร้อนและเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดีกว่าน้ำ

การละลายน้ำแข็งตามธรรมชาติ จะเกิดการละลายที่ผิวหน้าอาหารก่อน ดังนั้นในทันทีที่อาหารเป็นน้ำแข็งหมด ความร้อนจะส่งผ่าน และเปลี่ยนอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็วจึงปรากฏการละลายที่ผิวหน้าอาหารอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อผิวหน้าเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำ น้ำก็จะหน่วงเหนี่ยวการส่งผ่าน และเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอาหารให้ช้าลง ยิ่งเวลาผ่านไปชั้นของน้ำก็จะหนามากขึ้นจะยิ่งชะลอการส่งผ่านความร้อน ทำให้การละลายเริ่มช้าลง

2.1.8.2 วิธีการคืนตัวของอาหารที่แช่แข็งแบ่งตามเวลาที่ใช้ มี 2 ลักษณะ คือ การคืนสภาพแบบเร็ว (fast thawing) และการคืนสภาพแบบช้า (slow thawing) การคืนสภาพแบบเร็วจะทำให้อาหารที่คืนสภาพมีคุณภาพดีกว่าการคืนสภาพแบบช้าที่ใช้ระยะเวลานานกว่า แต่ต้องใช้อุณหภูมิไม่สูงเกินไปจนเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิวหน้าอาหารสามารถเจริญได้อย่างรวดเร็ว ปัจจุบันในระดับครัวเรือนนิยมใช้เตาไมโครเวฟสำหรับคืนสภาพของอาหารแช่แข็ง เพราะเตาไมโครเวฟให้

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แพร่เข้าสู่อาหารและไปให้ความร้อนที่โมเลกุลของน้ำ และอาหารโดยตรงหรือที่เรียกว่า ไดอิเล็กทริก ฮีทติง (dielectric heating) โมเลกุลของน้ำแข็งทั้งภายในและที่ผิวหน้าอาหารจะได้รับการกระตุ้นให้สั่นไหว เกิดความร้อนขึ้นพร้อมกัน การละลายน้ำแข็งจึงเกิดอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ การทำให้น้ำแข็งในอาหารแช่แข็งละลายสู่สภาพเดิมต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของวิธีการที่จะเลือกใช้ คือต้องไม่ทำลายคุณภาพ และลักษณะของอาหาร วิธีการคืนสภาพมีหลายวิธี ดังนี้

1) ใช้การหมุนเวียนภายในน้ำเย็น น้ำผลิตภัณฑ์แช่แข็งมาแช่ลง ในภาชนะที่มีน้ำเย็นอุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส โดยน้ำเย็นมีการหมุนเวียนตลอดเวลาเพื่อช่วยในการถ่ายเทความร้อนทำให้ผลึกน้ำแข็งละลายได้เร็วขึ้น ไม่สูญเสียน้ำหนัก และช่วยรักษาอุณหภูมิของผิวหน้าอาหารไม่ให้สูงเกินไป แต่จะสูญเสียสารอาหาร รงค์วัตถุ กลิ่นรส ที่ละลายน้ำได้ ไม่เหมาะสมกับอาหารบางชนิด ซึ่งเมื่อสัมผัสกับน้ำนานๆผิวของอาหารจะเปื่อยยุ่ย ฉ่ำน้ำ

2) การใช้ความร้อนเร่งการละลายโดยการต้ม ย่าง อบ และนึ่ง วิธีนี้นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านวิธีการหุงต้มโดยการอบให้สุกไปพร้อมกันกับการคืนตัวพร้อมที่จะนำไปรับประทานได้เลย เช่น ซาลาเปา ขนมจีบ ฮะเก๋า

3) การใช้กระแสไฟฟ้า ทำได้โดยการนำอาหารที่ผ่านการแช่แข็ง มาแช่ลงในของเหลว หรือน้ำที่มีแผ่นอิเล็กโทรดซึ่งเชื่อมต่อกับวงจรไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความต่างศักย์ 380 โวลต์ เป็นแหล่งกำเนิดความร้อน มีสวิตช์ปิดเปิดได้อัตโนมัติ เพื่อควบคุมไม่ให้เกิดความร้อนสูงเกินไป อัตราการคืนตัวจะเร็วกว่าวิธีแรก 3 เท่า

4) การใช้ไมโครเวฟ อาศัยความร้อนที่เกิดจากคลื่นความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพลังงานสูงมากในช่วง 2,450 เมกะเฮิรตซ์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะกระตุ้นโมเลกุลของน้ำเคลื่อนไหว เกิดการชน และการเสียดสีกัน ทำให้อาหารร้อนขึ้นจากภายในช่วยให้ผลึกน้ำแข็งละลายไปได้อย่างรวดเร็ว วิธีนี้ประหยัดเวลาและเนื้อที่ได้มาก สามารถจัดเป็นกระบวนการต่อเนื่องได้ดี การสูญเสียในรูปของน้ำที่ไหลเยิ้มออกมาน้อยที่สุด ผลิตภัณฑ์ไม่ต้องสัมผัสกับของเหลวอื่นที่จะทำให้สูญเสียคุณค่า แต่เป็นวิธีที่ต้องลงทุนสูง (ชมพู่, 2550)

2.1.8.3 ข้อดีและข้อเสียของอาหารแช่แข็ง มีดังนี้

1) อาหารแช่แข็งจะมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าอาหารที่ถนอมโดยการใช้อุณหภูมิสูง เพราะความร้อนจะทำลายวิตามินในอาหารเกือบหมด

2) อาหารแช่แข็งมีลักษณะคล้ายอาหารสดมากกว่าอาหารที่ถนอมด้วย

วิธีอื่นๆจึงทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์สูงตามไปด้วย แม้ว่าจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตสูงก็ตาม แต่ก็คุ้มกับผลที่ได้รับ

3) อาหารแช่แข็งมีอายุการเก็บรักษาที่น้อยกว่าอาหารกระป๋องมาก

4) ห้องหรือตู้ที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์รวมทั้งการขนส่ง ต้องใช้ห้องแช่แข็งจะเก็บในอุณหภูมิปกติเหมือนผลิตภัณฑ์อื่นไม่ได้

5) ผลิตภัณฑ์แช่แข็งอาจสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการไปพร้อมกับผลึกน้ำแข็งที่ละลายได้ โดยเฉพาะใช้วิธีการแช่แข็งที่ไม่มีประสิทธิภาพ (ลาวัลย์, 2542)

2.1.9 เตาอบไมโครเวฟ

เตาอบไมโครเวฟ เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้อาหารสุกหรืออ้อนโดยใช้คลื่นความถี่สูง ซึ่งแตกต่างจากการหุงต้มที่ใช้แก๊สหรือใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงหรือพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อน จากนั้นจึงถ่ายเทความร้อนสู่อาหารต่อไป

2.1.9.1 หลักการทำงานของเตาอบไมโครเวฟ โดยใช้คลื่นไมโครเวฟซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ของคลื่นสูงคล้ายกับคลื่นวิทยุ แต่มีความถี่ที่สั้นกว่า หัวใจสำคัญของเตาไมโครเวฟ คือหลอดแม็กนิตรอนที่จะเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นไมโครเวฟ คลื่นไมโครเวฟจะกระตุ้นโมเลกุลของอาหารให้มีการเสียดสีกันด้วยอำนาจแม่เหล็ก ทำให้อาหารร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วเพราะคลื่นไมโครเวฟจะพุ่งเข้าหาอาหารจากทุกทิศทุกทาง เนื่องจากความร้อนซึ่งเกิดจากการกระตุ้นด้วยคลื่นไมโครเวฟจะเกิดขึ้นลึกลงไปจากผิวหน้าของอาหารประมาณ ¾ นิ้วเท่านั้น ดังนั้นหลังจากที่นำอาหารออกจากเตาอบไมโครเวฟแล้วจะต้องวางทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้ความร้อนที่ยังคงมีอยู่ภายในตัวอาหารกระจายไปทั่วๆ ทำให้อาหารสุกเสมอกัน (ภาควิชาฟิสิกส์, 2560)

2.1.9.2 ประเภทของเตาอบไมโครเวฟ เตาอบไมโครเวฟที่ใช้ในประเทศไทยแบ่งตามระบบการใช้งานได้ ดังนี้

1) ระบบอุ่นอาหาร (solo) เตาอบประเภทนี้จะมีหลอดแม็กนิตรอนสำหรับปล่อยคลื่นไมโครเวฟอย่างเดียว ใช้สำหรับอุ่นอาหารประเภทต้ม หุงข้าว

2) ระบบย่างอาหาร (grill) เตาอบประเภทนี้จะมีหลอดแม็กนิตรอนสำหรับปล่อยคลื่นไมโครเวฟ และขดลวดสำหรับย่างอยู่ด้านบนของช่องอบ สามารถทำอาหารได้หลายประเภท เช่น ย่าง ต้ม หุงข้าว

3) ระบบอบอาหาร (convection) เตาอบประเภทนี้จะมีหลอด

แม็กนิตรอนสำหรับปล่อยคลื่นไมโครเวฟ ขดลวดสำหรับย่างจะอยู่ด้านบนของช่องอบ และมีพัดลมความร้อนที่ด้านหลังช่องอบ สามารถทำอาหารได้หลายอย่าง เช่น เบเกอรี่ ย่าง และนึ่งอาหาร

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐชยา และณัฐฐิติ (2557) การศึกษาเรื่องการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรีทดแทนแป้งสาลีในขนมโดนัทเค้ก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของโดนัทเค้ก และเพื่อศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรีที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในขนมโดนัทเค้ก ทำการศึกษาปริมาณแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรีทดแทนแป้งสาลี ในปริมาณ 0% 25% 50% และ 75% ของน้ำหนักแป้งสาลี พบว่าการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรีทดแทนแป้งข้าวสาลีที่ 50% ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ย 8.54 8.34 8.53 8.45 และ 8.66 ตามลำดับ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(นุ่ม) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก เมื่อนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่า ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(นุ่ม) และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

โชดก (2555) การศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มันบดแช่แข็ง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์มันฝรั่งบดแช่แข็งและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์-มันฝรั่งบดแช่แข็ง พบว่า ผลิตภัณฑ์ฝรั่งบดที่ใช้กระบวนการผลิตแบบวิธีต้ม และนึ่ง ได้รับคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสไม่ต่างกัน ($p > 0.05$) และนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพความเหนียว และความแน่นเนื้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อนำผลิตภัณฑ์มันฝรั่งบดแช่แข็งไปผ่านกระบวนการคืนรูปด้วยสภาวะเตาไมโครเวฟ ให้ความร้อนแบบ Medium Low กำลังวัตต์ 240 วัตต์ ระยะเวลา 5 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์มันฝรั่งบดคืนรูปที่เหมาะสมในการนำไปอุ่นเพื่อการบริโภค โดยจะทำการอุ่นในเตาไมโครเวฟให้ความร้อนแบบ High กำลังวัตต์ 800 วัตต์ ระยะเวลา 60 วินาที ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด และนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพในด้านสี (L*) (a*) (b*) ความเหนอะ และความแน่นเนื้อมีความต่างกัน ($P \leq 0.05$) การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคแบบ Home Use Test ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมันฝรั่งบดแช่แข็ง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 58 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากต่อคุณลักษณะก่อนการปรุงอาหาร ในด้านบรรจุภัณฑ์ สี และ ความชอบโดยรวม และหลังการปรุงอาหาร ผู้บริโภคมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ในด้านกลิ่น และรสชาติ ส่วนด้านสี

เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และความยากง่ายต่อการใช้ผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 75 และตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์มันฝรั่งบดแช่แข็ง ร้อยละ 60 อยู่ในช่วงราคา 36.00 – 40.00 บาท ร้อยละ 42

มยุรี (2537) การศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อความเหนียวนุ่มของแป้งขนมเทียน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเหนียวนุ่มของแป้งขนมเทียนที่ใช้น้ำเชื่อมในอัตราความเข้มข้นที่ต่างกันใช้ระยะเวลาที่หมักต่างกัน ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสและอายุการเก็บ การทดลองใช้น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 59, 64 และ 69 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการหมักแป้งกับน้ำเชื่อมเป็น 12, 18 ชม. และ 24 ชม. โดยวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 3x3 แป้งข้าวเหนียวหมักด้วยความเข้มข้นของน้ำเชื่อม 3 ระดับและระยะเวลาการหมักแป้งขนมเทียน 3 ระดับ สามารถจัดสิ่งทดลองได้เป็น 9 สิ่งทดลอง ผลจากการทดลองเมื่อใช้ระยะเวลาการหมักแป้งมากขึ้นจะทำให้แป้งขนมเทียนมีความเหนียวนุ่มมากขึ้น ส่วนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสนั้นพบว่าความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ 64 เปอร์เซ็นต์และระยะเวลาการหมัก 18 ชม. นั้นเป็นสูตรที่ผู้ชิมชอบรสชาติทางด้านความหวานและความเหนียวนุ่มมากที่สุด เมื่อนำแป้งขนมเทียนไปทดสอบหาปริมาณน้ำตาล พบว่าปริมาณน้ำตาลในแป้งขนมเทียนจะลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักแป้งเพิ่มมากขึ้น และจากการศึกษาอายุการเก็บของแป้งขนมเทียน พบว่า ขนมเทียนนั้นสามารถเก็บในตู้เย็นช่องธรรมดาได้นานถึง 3 เดือน และช่องแช่แข็งได้มากกว่า 3 เดือน และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของขนมเทียนที่เก็บในตู้เย็นช่องธรรมดาและช่องแช่แข็งเปรียบเทียบกับที่ทำสุกใหม่ไม่มีความแตกต่างกัน

บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 แป้งข้าวเหนียว เครื่องหมายการค้า ช้างสามเศียร

3.1.1.2 แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรี่ เครื่องหมายการค้า RICEBERRY FLOUR

3.1.1.3 น้ำตาลมะพร้าวเครื่องหมายการค้ามิตรผล

3.1.1.4 หญ้าซิวคัก ตลาดเก่าเยาวราช

3.1.1.5 ใบตอง ตลาดเทเวศร์

3.1.1.6 น้ำมันพืช เครื่องหมายการค้าองุ่น

3.1.1.7 แป้งเท้ายายม่อม เครื่องหมายการค้าชูถิ่น

3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

3.1.2.1 เครื่องชั่งดิจิทัลทศนิยม 4 ตำแหน่ง (เครื่องหมายการค้า Tanita kd-200)

3.1.2.2 ชุดเครื่องตวงมาตรฐานประกอบด้วยช้อนตวงและถ้วยตวง

3.1.2.3 ถาดสแตนเลส กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร

3.1.2.4 อ่างผสมสแตนเลสเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร

3.1.2.5 เครื่องปั่น ยี่ห้อ ทีฟาล์ว (Tefal) รุ่น BL 312 CJIMC

3.1.2.6 ลังถึง 2 ชั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.3.1 เครื่องวัดค่าสี (Colorimeter) เครื่องหมายการค้า Hunter Lab รุ่น Color Quest XE เพื่อวัดความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)

3.1.3.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) เครื่องหมายการค้า Stable Micro System/TA.XT. Plus

3.1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.1.4.1 ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ด้วยวิธีการ AOAC (2012)

3.1.4.2 ชุดวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ด้วยวิธีการ AOAC (2012)

3.1.4.3 ชุดวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร ด้วยวิธีการ AOAC (2012)

3.1.4.4 ชุดวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธีการ AOAC (2012)

3.1.5 อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์จุลินทรีย์

3.1.5.1 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (hot air oven) เครื่องหมายการค้า Binder รุ่น BD ประเทศเยอรมนี

3.1.5.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (autoclave) ยี่ห้อ Sanyo รุ่น Lado Autoclave ประเทศจีน

3.1.5.3 ตู้ปลอดเชื้อ (laminar flow cabinet) เครื่องหมายการค้า Heal Force รุ่น A2 ประเทศจีน

3.1.5.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA เครื่องหมายการค้า สำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด

3.1.5.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เครื่องหมายการค้า สำหรับวิเคราะห์ยีสต์และรา

3.1.5.6 ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร เครื่องหมายการค้า HBG ประเทศเยอรมนี

3.1.5.7 บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร เครื่องหมายการค้า Pyrex ประเทศเยอรมนี

3.1.5.8 หลอดทดลอง เครื่องหมายการค้า Pyrex ประเทศเยอรมนี

3.1.5.9 แท่งแก้วคนสาร

3.1.5.10 เครื่องให้ความร้อน(hot plate) เครื่องหมายการค้า Cat รุ่น M6 ประเทศเยอรมนี

3.1.6 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1.6.1 แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – points hedonic scale) พร้อมปากกา คนละ 1 ชุด

3.1.6.2 ตัวอย่างสิ่งทดลอง ขนาดบรรจุ 1 ชิ้นต่อ 1 ตัวอย่าง

3.1.7 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

3.1.7.1 แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคพร้อมปากกา คนละ 1 ชุด

3.1.7.2 ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่ผ่านการคืนสภาพแล้ว 1 ชิ้น

3.2 วิธีการ

3.2.1 การสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

3.2.1.1 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวบางส่วนในการสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง โดยนำสูตรขนมเทียนของร้านเรือนขวัญ ที่ทำการผลิตและจำหน่ายขนมเทียนเฉพาะเทศกาลตรุษจีนและสารทจีนมาเป็นระยะเวลา 21 ปี เป็นสูตรพื้นฐาน โดยนำแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณ ร้อยละ 20 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวบางส่วนในการสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง แสดงดังตารางที่ 3.1 และขั้นตอนการเตรียมน้ำซิวคัก แสดงดังแผนภูมิที่ 3.1 ขั้นตอนการทำขนมเทียนข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ แสดงดังแผนภูมิที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวบางส่วนในการสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ(กรัม)			
	สูตรพื้นฐาน	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40
แป้งข้าวเหนียว	1,000	800	700	600
แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่	-	200	300	400
น้ำตาลมะพร้าว	500	500	500	500
น้ำซิวคัก	800	800	800	800

นำหญ้าซิวคักแห้ง 100 กรัม มาเลือกก้านแข็งออก
ล้างหญ้าซิวคักด้วยน้ำสะอาด 1 ครั้ง

⇩

นำหญ้าซิวคักใส่หม้อ เติมน้ำ 1,500 กรัม
ยกขึ้นตั้งไฟ ใช้ไฟปานกลาง
ต้มนาน 1 ชั่วโมง

⇩

ใส่หญ้าซิวคักพร้อมน้ำที่ต้มลงในเครื่องปั่น
ใช้ความเร็วสูง เวลา 1 นาที

⇩

น้ำหญ้าซิวคัก

แผนภูมิที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำซิวคัก

ชั่งแป้งข้าวเหนียว น้ำตาลมะพร้าว น้ำหญ้าซิวคัก
และแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ปริมาณ ร้อยละ 20 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว

⇩

นำแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมรวมกัน

⇩

นำน้ำตาลมะพร้าวและน้ำหญ้าซิวคักผสมรวมกัน

⇩

นำแป้งที่เตรียมไว้ผสมกับน้ำตาลมะพร้าวและน้ำหญ้าซิวคักนวดให้เข้ากันจนเนื้อเนียน

⇩

ชั่งแป้ง ก้อนละ 20 กรัม วางบนถาดที่ทาน้ำมัน ห่อด้วยใบตองเป็นรูปทรงปิรามิด

⇩

นำลังถึงตั้งไฟจนน้ำเดือด ใส่ขนมนึ่งเป็นระยะเวลา 30 นาที

⇩

ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่

แผนภูมิที่ 3.2 ขั้นตอนการทำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่

นำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ไปทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสีด้วย เครื่อง Colorimeter Hunter Lab รุ่น Color Quest XE จำนวนตัวอย่างที่วัด 10 ชิ้น แสดงผลในรูปแบบของค่า L* a* และ b* โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ปัจจัยที่ศึกษา คือ ปริมาณแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ นำผลที่ได้ มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variances, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

2) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนลีราชมงคลพระนคร ที่ไม่ผ่านการฝึกการชิม ประเมินผลด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ) และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan' New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3) การวัดเนื้อสัมผัส (texture profile analysis) โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส เครื่องหมายการค้า Stable Micro System รุ่น TA.XT. Plus ใช้หัววัด compression probe ; P/50 โดยนำขนมเทียนมาตัดเป็นชิ้นขนาดกว้าง x ยาว x สูง = 2 x 2 x 1 เซนติเมตร วางบนแผ่น plate จำนวน 12 ชิ้น วัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการกดบนตัวอย่าง โดยใช้หัวกด compression probe ; P/50 ความเร็วของหัวกดที่เคลื่อนลงมาก่อนสัมผัสตัวอย่าง (pre-test speed) 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วของหัวกดขณะเคลื่อนที่ลงในตัวอย่าง (test speed) 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที และความเร็วของหัวกดขณะเคลื่อนที่ขึ้นจากตัวอย่าง (post-test speed) 2.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ทำการทดลองจำนวน 10 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ ปัจจัยที่ศึกษา คือ ปริมาณแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ นำผลที่ได้ มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี

Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.2.1.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งเท้ายายม่อม เพื่อปรับปรุงปริมาณอะไมโลเพกตินให้เพิ่มมากขึ้น โดยนำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.2.1.1 นำมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งเท้ายายม่อม เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส เนื่องจากแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่นำไปทดแทนแป้งข้าวเหนียวในสูตรพื้นฐาน เป็นแป้งที่มีอะไมโลเพกทินต่ำกว่าแป้งข้าวเหนียว ซึ่งมีผลต่อเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวลดลง ผู้ทดลองจึงมีแนวคิดนำแป้งเท้ายายม่อมซึ่งมีอะไมโลเพกทินสูงมาเสริม เพื่อให้มีปริมาณอะไมโลเพกตินเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เนื้อสัมผัสมีความเหนียวใกล้เคียงสูตรพื้นฐาน โดยทำการศึกษาในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 7.5, 10 และ 12.5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง แสดงดังตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการทำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ แสดงดังแผนภูมิที่ 3.3

ชั่งแป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ และ
แป้งเท้ายายม่อมร้อยละ 7.5 10 และ 12.5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด
ชั่งน้ำตาลมะพร้าว น้ำหญ้าซิวคัก
⇩
นำแป้งทั้ง 3 รวมกัน ร่อน 1 ครั้ง
⇩
นำน้ำตาลมะพร้าวและน้ำหญ้าซิวคักผสมรวมกัน
⇩
นำแป้งที่เตรียมไว้ผสมกับน้ำตาลและน้ำหญ้าซิวคักนวดให้เข้ากันจนเนื้อเนียน
⇩
ชั่งน้ำหนักแป้ง ก้อนละ 20 กรัม วางบนถาดที่ทาน้ำมัน ห่อด้วยใบตองเป็นรูปทรงปิรามิด
⇩
นำลังถึงตั้งไฟจนน้ำเดือด ใส่ขนมนึ่งเป็นระยะเวลา 30 นาที
⇩
ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่เสริมแป้งเท้ายายม่อม

แผนภูมิที่ 3.3 ขั้นตอนการทำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่เสริมแป้งเท้ายายม่อม

นำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่เสริมแป้งเท้ายายม่อมไปวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี แสดงผลในรูปแบบของ ค่า L* a* และ b* พร้อมวัดค่าเนื้อสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) ปัจจัยที่ศึกษาคือปริมาณแป้งเท้ายายม่อมที่เสริมในขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ นำผลที่ได้ มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variances, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

2) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนลีราชมงคลพระนคร ที่ไม่ผ่านการฝึกการชิม ประเมินผลด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ) และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan' New Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

นำผลที่ได้จาก 1) และ 2) มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

จากนั้นนำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่เสริมแป้งเท้ายายม่อม ที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2.1.2 โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพร่วมกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน ไปทำการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 60 วัน

3.2.2 การศึกษากระบวนการคืนรูปขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

3.2.2.1 การศึกษากระบวนการคืนรูป โดยใช้ไมโครเวฟในระดับกำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ 800 วัตต์ เป็นเวลา 1, 1.30 และ 2 นาที นำไปทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

จากนั้นนำขนมเทียนที่ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในแต่ละกำลังไฟฟ้า ไปทำการเปรียบเทียบระดับความชอบ โดยวางแผนการทดลองแบบ Independent T-Test ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปที่เคยรับประทานขนมเทียน ณ บริเวณตลาดบางรัก เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan' New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อนำไปศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคใน ขั้นตอนต่อไป

3.2.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพ นำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการคืนรูป ไปวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ดังนี้

1) การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ภาคผนวก ง)

2) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยนำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่เก็บรักษาระยะเวลา 1และ 60 วัน ไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (ภาคผนวก ค)

3) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการนำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่เก็บรักษาระยะเวลา 1 วัน และ 60 วัน ผ่านการคืนรูปไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน

3.2.3 **การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งจากผู้บริโภค**

โดยนำผลิตภัณฑ์ขนมเทียนข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง ที่ผ่านกระบวนการคืนรูปด้วยการใช้คลื่นความถี่ไมโครเวฟ พร้อมแบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ (ภาคผนวก ข) ไปทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคจำนวน 100 คน ณ บริเวณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และบุคคลทั่วไปบริเวณตลาดบางรัก โดยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (accidental sampling) ให้ผู้บริโภคชิมผลิตภัณฑ์คนละ 1 ชิ้น แล้วตอบแบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่แจกให้คนละ 1 ชุด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าความถี่ (frequency) และร้อยละ (percentage)

3.2.4 **สถานที่ทำการวิจัย**

3.2.4.1 ห้องปฏิบัติการ 623 สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยี-คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.4.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.4.3 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และบุคคลทั่วไปบริเวณตลาดบางรัก

3.2.5 ระยะเวลาทำการวิจัย

การวิจัยเริ่มต้นเดือนธันวาคม 2558 สิ้นสุดเดือน 30 กันยายน 2559

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

4.1.1 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวบางส่วนในการสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่

จากการศึกษาขนมเทียนที่ใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณร้อยละ 20 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว ภาพที่ 4.1

ขนมเทียนสูตรพื้นฐาน **ทดแทนที่ร้อยละ** 20

ทดแทนที่ร้อยละ 30 **ทดแทนที่ร้อยละ** 40

ภาพที่ 4.1 ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณร้อยละ 20 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว

จากภาพที่ 4.1 ขนมเทียนที่ใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวจะมีสีเข้มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน มีลักษณะทรงตัว โดยการทดแทนในปริมาณมากจะทำให้มีลักษณะทรงตัวมาก เนื้อสัมผัสแข็ง ความเหนียว และความยืดหยุ่นลดลง ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพขนมเทียนสูตรพื้นฐานและขนมเทียนที่ใช้ แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว

คุณภาพทางกายภาพ	**ปริมาณแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ (ร้อยละ)**			
	สูตรพื้นฐาน	20	30	40
ค่า L^*	38.97±1.62^a	31.35±1.04^b	30.99±1.45^b	28.37±1.50^c
a^*	4.48±0.19^a	4.29±0.30^a	3.65±0.21^b	3.33±0.41^c
b^*	16.84±1.09^a	5.22±0.48^b	3.22±0.26^c	2.40±0.45^d
ความแข็ง (g)	21,866.51±1,545.04^b	22,909.19±1,477,31^a	28,967.10±2,287^c	29,517±2,835^d
ความยืดหยุ่น (mm.)	0.71± 0.09^a	0.38±0.04^b	0.25±0.03^b	0.23±0.03^c
ความเหนียว (N/mm)	13,035±1,292.55^a	8,894.52±695.53^b	8,516.39±827.79^b	8,306.29±844.77^c
ทนต่อแรงบดเคี้ยว (N/mm)	9,317.88±501.17^a	3,171.15±302.45^b	2,285.01±226.86^c	1,865.05±172.83^d

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

การใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณที่ต่างกันมีผลทำให้ขนมเทียนที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่ในด้านความเป็นสีแดง ขนมเทียนที่ใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวที่ร้อยละ 20 กับสูตรพื้นฐานไม่มีความแตกต่างกัน อาจเป็นเพราะทดแทนในปริมาณที่น้อยจึงทำให้สียังไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ดังนี้

ด้านความสว่างและค่าสี พบว่าค่า L^* a^* และ b^* มีค่าลดลง อาจเนื่องจากแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีรงควัตถุเป็นสีม่วง จึงมีผลต่อค่าความสว่าง ค่าความเป็นแดง และค่าความเป็นสีเหลืองมีทิศทางลดลง ในด้านความแข็ง ความยืดหยุ่น ความเหนียว และทนต่อแรงบดเคี้ยว

มีค่าลงลง เนื่องจากแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่เป็นแป้งที่มีปริมาณของอะไมโลเพกทินน้อยกว่าแป้งข้าวเหนียว ดังนั้นเมื่อใช้ในปริมาณที่สูงจะมีผลทำให้ มีความเหนียวลดลง

ด้านความแข็งพบว่าการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียว ทำให้มีค่าความแข็งมากกว่าสูตรพื้นฐาน อาจเป็นเพราะแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีเส้นใยอาหารสูง ซึ่งโครงสร้างของเส้นใยมีเซลลูโลสซึ่งเป็นเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (สิริพันธุ์, 2550) จึงทำให้มีความแข็งมากกว่าสูตรพื้นฐาน และส่งผลทำให้ความยืดหยุ่น ความเหนียว และการทนต่อแรงบดเคี้ยวลดลง และอาจเนื่องจากขนมเทียนสูตรพื้นฐานใช้แป้งข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบหลัก ซึ่งเป็นแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพกทินสูงเมื่อผ่านความร้อนจึงให้เนื้อสัมผัสเหนียวและมีความยืดหยุ่น แต่แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่เป็นที่มีปริมาณอะไมโลเพกทินต่ำแต่มีอะไมโลสสูง เมื่อผ่านความร้อนจะทำให้โครงสร้างสามารถอุ้มน้ำและไม่มีการดูดน้ำเข้ามาอีก และเมื่อถูกความร้อนมากขึ้นจะทำให้โครงสร้างหนาแน่นและแข็ง ทำให้เนื้อสัมผัสคงตัว แข็ง ไม่ยืดหยุ่น ซึ่งทำให้เนื้อสัมผัสของขนมมีความแข็ง แต่ขาดความยืดหยุ่น และความเหนียว (อริญา, 2555)

ตารางที่ 4.2 ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมเทียนสูตรพื้นฐานและขนมเทียนที่ใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**ค่าคะแนนเฉลี่ย**			
	สูตรพื้นฐาน	**ร้อยละ 20**	**ร้อยละ 30**	**ร้อยละ 40**
ลักษณะปรากฏ	7.93±0.54^{a}	7.61±0.78^{b}	6.76±0.62^{c}	6.94±0.68^{c}
สี	7.68±0.54^{a}	7.45±0.85^{b}	7.13±0.75^{c}	7.11±0.69^{c}
กลิ่น	7.65±0.67^{a}	7.55±0.71^{a}	7.17±0.72^{b}	7.15±0.76^{b}
รสชาติ	7.70±0.77^{a}	7.51±0.71^{a}	6.91±0.88^{b}	7.11±0.76^{b}
เนื้อสัมผัส(เหนียว,หนึบ)	7.81±0.76^{a}	7.13±0.83^{b}	6.78±0.71^{c}	6.18±0.71^{c}
ความชอบโดยรวม	7.61±0.77^{a}	7.51±0.65^{a}	6.85±0.71^{b}	6.88±0.68^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

การใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณที่ต่างกัน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่าการทดแทนในปริมาณมากทำให้ความเหนียวลดลง มีผลทำให้คะแนนความชอบลดลง โดยเฉพาะด้านเนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ) ซึ่งส่งผลทำให้ค่าคะแนนความชอบโดยรวมลดลง แต่ด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม พบว่าขนมเทียนที่ใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวที่ปริมาณร้อยละ 20 กับสูตรพื้นฐานไม่มีความแตกต่างกัน

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าในทุกด้านผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณร้อยละ 20 มากกว่าในปริมาณร้อยละ 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว โดยมีความชอบในระดับความชอบปานกลาง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานจะพบว่าในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี และเนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ)ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับสูตรพื้นฐานมากกว่า ซึ่งอาจเป็นเพราะผู้ทดสอบชิมไม่คุ้นชินกับขนมเทียนที่มีสีและเนื้อสัมผัสผิดจากที่เคยรับประทาน แต่ในด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับ โดยเฉพาะด้านรสชาติซึ่งเป็นลักษณะที่ดีอย่างหนึ่งของขนมเทียน ยังคงให้การยอมรับในระดับเดียวกับสูตรพื้นฐาน คือ ระดับความชอบปานกลาง

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งพบว่าขนมเทียนที่ใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวที่ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียวและสูตรมาตรฐานได้คะแนนการยอมรับในระดับเดียวกันในด้าน กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม และในด้านเนื้อสัมผัสมีค่าใกล้เคียงสูตรพื้นฐานมากสุดโดยพิจารณาจากผลวิเคราะห์ทางกายและค่าคะแนนจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้ทดลองจึงมีแนวคิดในการปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส ให้ใกล้เคียงสูตรมาตรฐานมากสุด โดยการเพิ่มปริมาณอะไมโลเพกทินทดแทนส่วนที่ขาดไปเนื่องจากการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งมีปริมาณอะไมโลเพกทินน้อยกว่าแป้งข้าวเหนียว จึงทำการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเสริมแป้งเท้ายายม่อมลงในขนมเทียน ในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ในขั้นตอนต่อไป

4.1.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเสริมแป้งเท้ายายม่อมในการสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่

เมื่อนำขนมเทียนที่ใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวในปริมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียว มาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งเท้ายายม่อมในปริมาณ ร้อยละ 7.5, 10 และ 12.5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ไปการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลแสดงดังตารางที่ 4.3 แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพขนมเทียนสูตรพื้นฐานและขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่เสริมแป้งเท้ายายม่อมในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพทางกายภาพ	สูตรพื้นฐาน	แป้งเท้ายายม่อม(ร้อยละ)		
		7.5	10	12.5
ค่าสี L*	38.19±0.83[a]	32.01±0.79[c]	32.76±1.56[b]	33.01±1.83[b]
a*	4.48±0.16[a]	3.40±0.42[b]	3.22±0.35[c]	3.17±0.19[c]
b*	17.85±0.87[a]	5.51±0.70[b]	5.05±0.70[b]	4.70±0.33[b]
ความแข็ง (g)	21,866.51±1,360.9[d]	23,152.61±635.5[c]	27,885.24±1,453.8[b]	28,200.89±1,640.6[a]
ความยืดหยุ่น (mm.)	0.78±0.04[a]	0.75±0.03[a]	0.73±0.07[a]	0.70±0.05[b]
ความเหนียว (N/mm)	13,524.83±825.2[d]	13,777.92±548.7[c]	14,083.77±489.7[b]	14,538.04±726.7[a]
แรงบดเคี้ยว (N/mm)	9,316.87±551.5[a]	2,955.13±431.9[d]	3,172.21±562.6[c]	3,205.56±546.4[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ผลเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าในด้าน ค่า L* a* และค่า b* ค่าความแข็ง ความเหนียว และแรงบดเคี้ยว การเสริมแป้งเท้ายายม่อมในปริมาณที่ต่างกันทั้ง 3 ระดับ และสูตรพื้นฐานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้านความยืดหยุ่นพบว่าการเสริมแป้งเท้ายายม่อมในปริมาณร้อยละ 7.5 ร้อยละ 10 และสูตรพื้นฐานไม่มีความแตกต่างกันแต่มีความแตกต่างกับในปริมาณร้อยละ 10 และ 12.5 อย่างมีมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อาจเป็นเพราะการเสริมในปริมาณน้อย ทำให้มีความเหนียวเพิ่มขึ้นไม่มากจึงทำให้ค่าความยืดหยุ่นไม่ต่างจากสูตรพื้นฐานมากนัก

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพพบว่า ขนมเทียนที่เสริมแป้งเท้ายายม่อมในปริมาณที่ต่างกันทั้ง 3 ระดับ มีผลทำให้ค่า L* เพิ่มขึ้น โดยการเสริมในปริมาณมาก มีผลทำให้มีค่าความสว่างมากขึ้น แต่ค่า a* และค่า b* ลดลง และพบว่าการเสริมในปริมาณมากจะส่งผลทำให้เนื้อสัมผัสมีความเหนียว และแรงบดเคี้ยวสูงขึ้น เนื่องจากแป้งเท้ายายม่อมมีอะไมโลเพกทินสูง เมื่อถูกความร้อนจะมีความข้นหนืดมาก สอดคล้องกับ Beynum. and Roels. (1985) อ้างถึงในเข็มทอง (2538) ที่กล่าวถึงคุณสมบัติของแป้งที่มีอะไมโลเพกทินมาก เมื่อถูกความร้อนจะทำให้มีเนื้อสัมผัสข้นหนืดมาก และใส ส่งผลทำให้ความเหนียว และแรงบดเคี้ยวสูงขึ้น จากการผลการ

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพพบว่าการเสริมในปริมาณน้อย คือ ร้อยละ 7.5 มีผลทำให้ความแข็ง ความยืดหยุ่น และความเหนียวใกล้เคียงสูตรพื้นฐานมากกว่าการเสริมในปริมาณมาก

ตารางที่ 4.4 ค่าคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่เสริม แป้งเท้ายายม่อมในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าคะแนนเฉลี่ย			
	สูตรพื้นฐาน	ร้อยละ 7.5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 12.5
ลักษณะปรากฏ	7.63±0.49^{b}	7.77±0.77^{a}	7.60±0.77^{b}	7.53±0.09^{c}
สี	7.47±0.51^{b}	7.53±0.82^{b}	7.60±0.77^{a}	7.33±0.76^{c}
กลิ่น	7.53±0.51^{b}	7.67±0.92^{a}	7.70±0.84^{a}	7.57±0.90^{b}
รสชาติ^{ns}	7.46±0.87	7.47±0.86	7.43±0.90	7.47±0.63
เนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ)	7.53±0.51^{a}	7.57±0.82^{a}	7.07±0.83^{b}	6.83±0.83^{c}
ความชอบโดยรวม	7.63±0.49^{a}	7.57±0.82^{a}	7.43±0.86^{b}	7.20±0.89^{c}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

^{ns} หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนเฉลี่ย พบว่าการเสริมในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ทำให้ด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ) และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกัน ส่วนด้านสีพบว่าการเสริมที่ปริมาณร้อยละ 10 มีความแตกต่างกับการเสริมที่ปริมาณร้อยละ 7.5 และ 12.5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ด้านรสชาติพบว่าการเสริมในปริมาณที่ต่างกันทั้ง 3 ระดับและสูตรพื้นฐานไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการเสริมแป้งเท้ายายม่อมเพื่อเพิ่มปริมาณอะไมโลเพกทินทำให้ได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากขึ้น เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะในด้านเนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ) โดยพบว่าการเสริมในปริมาณร้อยละ 7.5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมสูงกว่าทุกระดับ โดยมีค่าคะแนนความชอบในระดับชอบปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานพบว่า

มีค่าคะแนนความชอบระดับเดียวกับสูตรพื้นฐาน ซึ่งทำให้ด้านลักษณะปรากฏได้รับการยอมรับมากขึ้นจากเดิมที่ไม่ได้เสริมแป้งเท้ายายม่อม ซึ่งเป็นเพราะแป้งเท้ายายม่อมเมื่อถูกความร้อนจะมีลักษณะเหนียว ใส ซึ่งช่วยให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมมีความเหนียวใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน แต่ถ้าเสริมในปริมาณมากทำให้เนื้อสัมผัสเหนียวเกินไปผิดลักษณะของขนมเทียน ส่วนด้านสีและกลิ่น พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนยอมรับการเสริมแป้งเท้ายายม่อมในปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมดสูงกว่าทุกระดับ อาจเพราะเป็นสีที่อยู่ระหว่างกลาง คือสีไม่อ่อนหรือเข้มเกินไป และให้กลิ่นหอมอ่อนๆ ของแป้งข้าวกล้องซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะของแป้ง

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าเสริมแป้งเท้ายายม่อมในปริมาณร้อยละ 7.5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมดมีผลทำให้เนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ) ที่ต้องการปรับปรุงได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพที่พบว่าการเสริมในปริมาณร้อยละ 7.5 มีค่าความเหนียวใกล้สูตรพื้นฐานมากสุดรวมถึงค่าความแข็งและความยืดหยุ่น จากข้อมูลดังกล่าวจึงคัดเลือกขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่เสริมแป้งเท้ายายม่อมในปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมดไปทำการแช่แข็ง โดยนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -32 องศาเซลเซียส เวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วัน เพื่อนำไปศึกษากระบวนการคืนรูปโดยไมโครเวฟในขั้นตอนต่อไป

4.2 ผลการศึกษากระบวนการคืนรูปขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งโดยไมโครเวฟ

4.2.1 การศึกษากระบวนการคืนรูปขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

จากการนำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 วัน มาผ่านกระบวนการคืนรูปโดยไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟฟ้าที่ต่างกัน 2 ระดับ คือ 600 และ 800 วัตต์ ในเวลา 1 นาที 1.30 นาที และ 2 นาที ต่อผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกกำลังไฟฟ้าและเวลาที่เหมาะสมในการคืนรูปไปศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคในขั้นตอนต่อไป ผลการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าที่ 600 และ 800 วัตต์ แสดงดังตารางที่ 4.5 ตารางที่ 4.6 และผลการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าที่ต่างกัน 2 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.5 ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่คืนรูปโดยใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ เวลาต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าคะแนนเฉลี่ย		
	1 นาที	1.30 นาที	2 นาที
ลักษณะปรากฏ	6.27± 0.14[b]	7.33±0.14[a]	7.43±0.14[a]
สี	6.73±0.16[c]	7.37±0.16[b]	7.50±0.16[a]
กลิ่น	6.83±0.12[b]	6.90±0.12[b]	7.23±0.12[a]
รสชาติ	6.67±0.17[b]	7.10±0.17[a]	7.13±0.17[a]
เนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ)	6.77±0.15[c]	7.10±0.15[b]	7.70±0.15[a]
ความชอบโดยรวม	6.70±0.16[c]	7.10±0.16[b]	7.20±0.16[a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างพบว่า ในด้านลักษณะปรากฏ และรสชาติ การคืนรูปที่ระยะเวลา 2 นาทีและ 1.30 นาทีไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส (เหนียว ,หนึบ)และความชอบโดยรวม การคืนรูปที่ระยะเวลา 2 นาทีมีความแตกต่างกับที่ระยะเวลา 1 และ 1.30 นาทีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ผลการศึกษาการคืนรูปขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งโดยใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ เวลา 1 นาที 1.30 นาที และ 2 นาที พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับการคืนรูปที่ใช้ระยะเวลา 2 นาทีสูงสุดในทุกด้าน อาจเป็นความร้อน และระยะเวลาที่ใช้มีผลทำให้คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงขนมเทียนที่ผู้บริโภคเคยรับประทาน โดยเฉพาะในด้านเนื้อสัมผัสซึ่งอาจเป็นเพราะผลึกน้ำแข็งเกิดการละลายได้อย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 4.6 ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่คืนรูปโดยใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ เวลาต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าคะแนนเฉลี่ย		
	1 นาที	1.30 นาที	2 นาที
ลักษณะปรากฏ	7.56±0.79[b]	7.83±0.78[a]	7.58±0.81[b]
สี	7.51±0.84[b]	7.81±0.78[a]	7.49±0.83[b]
กลิ่น	7.29±0.68[b]	7.55±0.86[a]	7.51±0.89[a]
รสชาติ	7.39±0.88[b]	7.69±0.90[a]	7.45±0.87[b]
เนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ)	7.41±0.89[b]	7.73±0.78[a]	7.45±0.79[b]
ความชอบโดยรวม	7.55±0.78[b]	7.76±0.73[a]	7.49±0.80[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ผลการคืนรูปขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งโดยใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ เวลาต่างกัน 3 ระดับ พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับการคืนรูปที่ใช้ระยะเวลา 1.30 นาทีสูงสุดในทุกด้าน ผลเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่าในทุกด้าน การใช้ระยะเวลาการคืนรูปที่ 1.30 นาทีมีความแตกต่างกับการใช้เวลาที่ 1 นาทีและ 2 นาที ยกเว้นด้านกลิ่น การใช้ระยะเวลาที่ 1.30 นาที และ 2 นาทีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ซึ่งอาจเป็นเพราะการใช้ระยะเวลามากขึ้นทำให้ใบตองที่ห่อได้รับความร้อนมากขึ้นจึงทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะของใบตองซึ่งเป็นกลิ่นที่ผู้บริโภคคุ้นชิน ส่วนในด้านอื่น ๆ การใช้ระยะเวลา 1 นาที อาจทำให้ความร้อนการคืนรูปไม่มากพอทำให้คุณภาพในทุกด้าน โดยเฉพาะในด้านเนื้อสัมผัสไม่ดีเท่าสูตรพื้นฐาน และการใช้เวลา 2 นาที เนื้อสัมผัสของขนมอ่อนตัว ความเหนียวลดลง ดังนั้นถ้าใช้กำลังไฟ 800 วัตต์ ระยะเวลาที่เหมาะสม จึงควรอยู่ที่ 1.30 นาที

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทขนมเทียนแป้งกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง โดยใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 600 และ 800 วัตต์ ระยะเวลา 2 และ 1.30 นาที ที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดไปทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้า และเวลาที่เหมาะสมในการคืนรูป ผลแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่คืนรูปโดยใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้าและเวลาต่างกัน 2 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าคะแนนเฉลี่ย	
	600 วัตต์/2นาที	800 วัตต์/1.30 นาที
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.75±0.88	7.70±0.71
สี ^{ns}	7.35±0.88	7.40±0.91
กลิ่น	7.35±0.98 ^{b}	7.60±0.99 ^{a}
รสชาติ ^{ns}	7.30±0.65	7.35±0.74
เนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ) ^{ns}	7.40±0.59	7.35±0.75
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.55±0.68	7.53±0.55

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตัวอักษร ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลวิเคราะห์ความแตกต่างพบว่าการใช้กำลังไฟฟ้าที่ 600 และ 800 วัตต์ในทุกด้านยกเว้นด้านกลิ่นไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนในด้านกลิ่นการกำลังไฟสูงคือ 800 วัตต์ มีกลิ่นหอมของใบตองมากกว่าเล็กน้อย ดังนั้นการคืนรูปในลักษณะใดขึ้นอยู่กับความสะดวกและความพึงพอใจของผู้บริโภค คือถ้าชอบให้มีกลิ่นหอมของใบตองอาจเลือกใช้ที่กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์

ผลการศึกษาการคืนรูปขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง โดยใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ ระยะเวลา 2 นาที และ 800 วัตต์ ระยะเวลา 1.30 นาที พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยในทุกด้านใกล้เคียงกัน โดยมีความชอบในระดับชอบปานกลาง ลักษณะของขนมเทียนที่ผ่านการคืนรูปจะมีรูปทรงเป็นรูปสามเหลี่ยมทรงปิรามิดฐานกว้าง ลักษณะคงตัว มีน้ำมันเล็กน้อย เมื่อรับประทานจะมีกลิ่นหอมของใบตอง รสไม่ความหวานมาก เนื้อสัมผัสเหนียว หนึบ

4.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพของขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

เมื่อนำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง ไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านคุณค่าทางโภชนาการ ผลแสดงดังนี้

4.2.2.1 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ เมื่อนำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่เก็บรักษาไว้ทำการตรวจปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดทุก 15 วัน ผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่ได้เก็บรักษาระยะเวลา 60 วัน

จุลินทรีย์	ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง			
	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน
แบคทีเรียโดยรวม	Not detect	Not detect	Not detect	Not detect
ยีสต์ และรา	Not detect	Not detect	Not detect	Not detect

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ พบว่าขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่เก็บรักษาไว้ ณ อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสระยะเวลา 15, 30, 45 และ 60 วัน ปลอดภัยต่อการบริโภคเพราะตรวจไม่พบแบคทีเรียโดยรวม รวมทั้งยีสต์และรา

4.2.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เมื่อนำขนมเทียนข้าวสูตรพื้นฐานและขนมเทียนข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่เก็บรักษาระยะเวลา 60 วัน ไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ผลแสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 คุณค่าทางโภชนาการขนมเทียนสูตรพื้นฐานและขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง ในน้ำหนัก 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ขนมเทียนสูตรพื้นฐาน	ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	229.9	249.4
โปรตีน (กรัม)	2.75	3.66
ไขมัน (กรัม)	1.02	1.12
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	52.43	56.17
เส้นใยอาหาร (กรัม)	0.04	0.41
เถ้า (กรัม)	0.14	0.31
ความชื้น (กรัม)	43.80	38.21
แอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม)	-	0.81

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบว่าขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าขนมเทียนสูตรพื้นฐาน ทั้งในด้านพลังงานและสารอาหาร คือมีพลังงาน 249.4 กิโลแคลอรี โปรตีน 3.66 กรัม ไขมัน 1.12 กรัม คาร์โบไฮเดรต 56.17 กรัม เส้นใยอาหาร 0.41 กรัม เถ้า 0.31 กรัม ความชื้น 38.21 กรัม และสารแอนโทไซนิน 0.81 มิลลิกรัม เนื่องจากแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่มีเส้นใยอาหารที่สูงกว่าแป้งข้าวเหนียว เมื่อนำไปทดแทนแป้งข้าวเหนียวบางส่วนจึงทำให้ขนมเทียนข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์สูงขึ้น ซึ่งเป็นผลดีเพราะเส้นใยอาหารจะช่วยลดการดูดซึมไขมัน และเพิ่มปริมาณกากอาหารช่วยในการขับถ่าย ลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ (อัจฉรา, 2550)

4.2.2.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เมื่อนำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ระยะเวลา 1 และขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่ 60 วัน ผ่านการคืนรูป ไปประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อเปรียบเทียบการยอมรับจากผู้ทดสอบชิม ผลแสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ระยะเวลา 1 วัน และขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งระยะเวลา 60 วันที่ผ่านการคืนรูป

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**ค่าคะแนนเฉลี่ย**	
	ระยะเวลา 1 วัน	**ระยะเวลา 60 วัน**
ลักษณะปรากฏ ns	8.10±0.88	7.90±0.80
สี ns	7.73±0.88	8.00±0.71
กลิ่น ns	7.60±0.74	7.70±0.74
รสชาติ ns	7.48±0.87	7.47±0.96
เนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ) ns	8.00±0.53	7.91±0.57
ความชอบโดยรวม ns	7.83±0.89	7.72±0.92

หมายเหตุ : ตัวอักษร ns แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเปรียบเทียบคุณภาพขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ระยะเวลา 1 และ 60 วัน พบว่าในทุกด้านไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยของขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่เก็บรักษาระยะเวลา 1 วัน และ 60 วัน ในทุกด้านยังคงได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมในระดับชอบมากและชอบปานกลาง โดยเฉพาะเนื้อสัมผัส(เหนียว ,หนึบ) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมยุรี (2537) ที่ได้เก็บรักษาแป้งขนมเทียน และพบว่าสามารถเก็บในตู้เย็นช่องธรรมดาได้นานถึง 3 เดือน และช่องแช่แข็งได้มากกว่า 3 เดือน คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของขนมเทียนที่เก็บในตู้เย็นช่องธรรมดาและช่องแช่แข็งเปรียบเทียบกับที่ทำสุกใหม่ไม่มีความแตกต่างกัน

ผู้ทดลองได้นำขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งที่เก็บรักษาระยะเวลา 60 วัน ที่ผ่านกระบวนการคืนรูปโดยไมโครเวฟที่ 800 วัตต์ เวลา 1.30 นาที ไปศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคในขั้นตอนต่อไป

4.3 ผลการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งของผู้บริโภค

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยใช้กลุ่มผู้บริโภค จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไป โดยวิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (accidental sampling) ให้ผู้บริโภคชิมผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่คนละ 1 ชิ้น และตอบแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ ที่แจกให้คนละ 1 ชุด ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 4.11 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 4.12 ข้อมูลความรู้ทางโภชนาการเกี่ยวกับข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่จากผู้ตอบแบบสอบถาม แสดงดังตารางที่ 4.13 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 4.14 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

N=100

ข้อมูล	ร้อยละ
1. เพศ	
ชาย	37.00
หญิง	63.00
รวม	100.00

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

N=100

ข้อมูล	ร้อยละ
2. อายุ(ปี)	
20 ปี	0.00
21-25 ปี	13.00
26-30 ปี	7.00
31-35 ปี	28.00
36-40 ปี	25.00
มากกว่า 40 ปี	27.00
รวม	100.00
3. ระดับการศึกษา	
ต่ำกว่าปริญญาตรี	44.00
ปริญญาตรี	49.00
ปริญญาโท	7.00
ปริญญาเอก	0.00
รวม	100.00
4. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
น้อยกว่า 5,000 บาท	0.00
5,000-10,00 บาท	20.00
10,001-15,000บาท	26.00
15,001-20,000 บาท	25.00
มากกว่า 20,000 บาท	29.00
รวม	100.00

จากตารางที่ 4.11 พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 63.00 เพศชายคิดเป็นร้อยละ 37 โดยมีอายุ 31-35 ปี คิดเป็นร้อยละ 28.00 การศึกษาโดยส่วนใหญ่ระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 49.00 ผู้บริโภคมีรายได้ มากกว่า 20,000.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 29

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภค

N=100

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
1. ท่านเคยบริโภคแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่หรือไม่		
เคย	-	88.00
ไม่เคย	-	12.00
รวม	-	100.00
2. เหตุผลที่บริโภคแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่		
มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขาว	43	31.62
มีใยอาหารสูง	54	39.71
มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่นแอนโธไซยานิน	33	24.26
เป็นนวัตกรรมใหม่ที่น่าสนใจ	6	4.41
รวม	136	100.00
3. ท่านเคยบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่หรือไม่		
เคย		85.00
ไม่เคย	-	15.00
รวม	-	100.00
4. ท่านสนใจบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่หรือไม่		
สนใจ	-	95.00
ไม่สนใจ	-	5.00
รวม		100.00
5. ท่านเคยบริโภคขนมเทียนหรือไม่ (ถ้าไม่เคยไม่ต้องตอบแบบสอบถามข้อ 6)		
เคย	-	100.00
ไม่เคย	-	0.00
รวม		100.00

ตารางที่ 4.12 **(ต่อ)**

N=100

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
6. ความถี่ในการบริโภคขนมเทียน		
5ครั้ง/เดือน	-	1.00
4 ครั้ง/เดือน	-	1.00
3 ครั้ง/เดือน	-	3.00
2ครั้ง/เดือน	-	29.00
1ครั้ง/เดือน	-	48.00
ไม่แน่นอน	-	18.00
รวม	-	100.00
7. ปัจจัยที่มีผลต่อความถี่ในการบริโภคคืออะไร(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
หาซื้อยาก	75	64.10
ราคาแพง	13	11.10
ให้พลังงานสูง	15	12.80
มีคุณค่าทางโภชนาการน้อย	4	3.40
รับประทานลำบาก	10	8.50
รวม	117	99.90
8. หากท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ขนมเทียนท่านจะพิจารณาจากสิ่งใด(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
รสชาติ	79	27.14
รูปร่าง	18	6.19
ขนาดต่อชิ้น	24	18.25
ความเหนียว/นุ่ม	54	18.55
สถานที่	16	5.49
บรรจุภัณฑ์	33	11.34
ราคา/ปริมาณที่บรรจุ	56	19.24
คุณค่าทางโภชนาการ	9	3.10
เครื่องหมายรับรองคุณภาพ	2	0.70
รวม	291	100.00

ตารางที่ 4.12 **(ต่อ)**

N=100

9. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์ขนมเทียนจากสถานที่ใดมากที่สุด	
ตลาดสด	81.00
ศูนย์สินค้า OTOP	14.00
ห้างสรรพสินค้า/ซุปเปอร์มาร์เก็ต	5.00
รวม	100.00

ข้อมูลเชิงพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยบริโภคข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ คิดเป็นร้อยละ 88.00 เหตุผลในการบริโภค คือมีเส้นใยอาหารสูง คิดเป็นร้อยละ 39.71 เคยบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ คิดเป็นร้อยละ 85.00 สนใจบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ คิดเป็นร้อยละ 95.00 เคยบริโภคขนมเทียน คิดเป็นร้อยละ 100 ความถี่ในการบริโภคขนมเทียนส่วนใหญ่จำนวน 1 ครั้งต่อเดือนคิดเป็นร้อยละ 48.00 ปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคเกิดจากหาซื้อยาก คิดเป็นร้อยละ 764.10 สิ่งที่พิจารณาในการเลือกซื้อขนมเทียนคือรสชาติ คิดเป็นร้อยละ 27.14 และมักซื้อผลิตภัณฑ์ขนมเทียนจากตลาดสด คิดเป็นร้อยละ 81.00

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลความรู้ทางโภชนาการเกี่ยวกับข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่จากผู้ตอบแบบสอบถาม

N=100

ข้อมูล	**ความถี่**	**ร้อยละ**
1. ท่านคิดว่าข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แตกต่างจากข้าวเจ้าธรรมดาอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
มีกลิ่นและรสชาติที่ดีกว่า	6	4.88
มีสารต้านอนุมูลอิสระ	47	38.21
มีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่า	44	35.77
มีเส้นใยอาหารมากกว่า	26	21.14
รวม	123	100.00

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

N=100

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
2. ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีสารอาหารใดที่แตกต่างจากข้าวเจ้าธรรมดา(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
วิตามิน อี	12	10.80
โอเมก้า-3	2	1.80
โฟเลต	13	11.70
เบต้าแคโรทีน	2	1.80
ธาตุเหล็ก/สังกะสีสูงกว่า	27	24.30
แอนโธไซยานีน	55	49.50
รวม	111	99.99
3. ท่านทราบหรือไม่สารใดบ้างที่จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
วิตามิน อี	3	2.90
โอเมก้า-3	3	2.90
เบต้าแคโรทีน	31	30.10
แอนโธไซยานีน	66	64.10
รวม	103	100.00
4. แอนโธไซยานีนมีผลดีอย่างไรต่อร่างกาย(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ป้องกันลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง	49	48.51
ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน	19	18.81
เพิ่มกรดไขมันชนิดHDLและลดไขมันชนิดLDL	2	1.98
ชะลอความเสื่อมของผิวหนังช่วยให้ดูอ่อนกว่าวัย	31	30.69
รวม	101	100.00
5. เส้นใยอาหารมีผลอย่างไรต่อร่างกาย(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ไม่ทราบ	3	2.80
เป็นอาหารของแบคทีเรียในลำไส้	20	18.70
ช่วยการทำงานของระบบขับถ่าย	67	62.60
ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งลำไส้	17	15.90
รวม	107	100.00

ข้อมูลความรู้ทางโภชนาการเกี่ยวกับข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคคิดว่าข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีคุณค่าทางโภชนาการ มีสารต้านอนุมูลอิสระ คิดเป็นร้อยละ 38.21 และมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าข้าวเจ้า คิดเป็นร้อยละ 35.77 และทราบว่าสารอาหารที่ต่างกัน คือในข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีสารแอนโธไซยานิน คิดเป็นร้อยละ 49.50 โดยทราบว่าแอนโธไซยานิน คือสารต้านอนุมูลอิสระ คิดเป็นร้อยละ 64.10 โดยทราบว่าแอนโธไซยานีนช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง คิดเป็นร้อยละ 48.51 สารแอนโทไซยานิน คือสารที่มีสีที่ได้จากธรรมชาติซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ กระตุ้นการไหลเวียนเลือด ลดความเสี่ยงในการเป็นโรคหัวใจหลอดเลือด ช่วยชะลอการเกิดโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือด และยังช่วยป้องกันมะเร็งหลายชนิด รวมถึงช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ซึ่งจะก่อให้เกิดการแก่ก่อนวัย (ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553) และทราบว่าเส้นใยอาหารช่วยการทำงานของระบบขับถ่าย คิดเป็นร้อยละ 62.60

ตารางที่ 4.14 คะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค	คะแนนเฉลี่ย
1. ระดับความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์	7.40±0.68
2. การยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค	
ลักษณะที่ปรากฏ	4.05±0.74
สี	3.97±0.77
กลิ่น	3.80±0.63
รสชาติ	4.07±0.70
เนื้อสัมผัส	4.02±0.65
คุณค่าทางโภชนาการ	4.22±0.68
บรรจุภัณฑ์	4.08±0.60
ลักษณะผลิตภัณฑ์โดยรวม	4.14±0.74

หมายเหตุ : ในข้อ 1) 7 หมายถึง ชอบมาก

ในข้อ 2) 5 หมายถึง ชอบมากที่สุด 4 หมายถึง ชอบมาก 3 หมายถึง ชอบปานกลาง 2 หมายถึง ชอบเล็กน้อย และ 1 หมายถึง ไม่ชอบ

ข้อมูลด้านความรู้สึกต่อผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับชอบมาก โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยที่ 7.40 โดยมีเหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์ ด้านลักษณะที่ปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ บรรจุภัณฑ์ และลักษณะผลิตภัณฑ์โดยรวม ในระดับชอบมาก ด้านสี และกลิ่นให้การยอมรับในระดับชอบปานกลาง

ตารางที่ 4.15 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

N=100

ข้อมูล	ความถี่	ร้อยละ
2. ราคาที่เหมาะสมในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ขนาดบรรจุ 4 ชิ้นต่อ 1 บรรจุภัณฑ์		
ราคา 32.00 บาท	-	21.00
ราคา 34.00 บาท	-	8.00
ราคา 36.00 บาท	-	50.00
ราคา 38.00 บาท	-	21.00
รวม	-	100.00
3. บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม		
กล่องพลาสติกใสสี่เหลี่ยมจัตุรัส	-	65.00
กล่องพลาสติกใสสี่เหลี่ยมผืนผ้า	-	32.00
ถุงพลาสติก OPP	-	3.00
รวม	-	100.00
4. สถานที่เหมาะในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์		
ร้านขายของฝากริมทาง	-	10.62
ร้านสะดวกซื้อ	-	18.58
ศูนย์สินค้า OTOP	-	30.08
ห้างสรรพสินค้า/ซุปเปอร์มาร์เก็ต	-	40.71
รวม	-	100.00
5. หากมีผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งวางจำหน่าย ท่านจะซื้อหรือไม่		
ซื้อ	-	95.00
ไม่ซื้อ	-	5.00
รวม	-	100.00

ข้อมูลด้านความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ พบว่าราคาที่เหมาะสมในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ขนาดบรรจุ 4 ชิ้นต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ ที่ 36.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 50.00 บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมคือ กล่องพลาสติกใสสี่เหลี่ยมจัตุรัส คิดเป็นร้อยละ 65.00 ห้างสรรพสินค้า/ซุปเปอร์มาร์เก็ตเป็นสถานที่เหมาะในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 40.71 หากมีผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งวางจำหน่ายผู้บริโภคส่วนใหญ่มีแนวโน้มเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 95.00

จากผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค กลุ่มผู้บริโภคที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 31 - 35 ปี มีวุฒิการศึกษา ปริญญาตรีขึ้นไป และทั้งยังมีรายได้มากกว่า 20,000.00 บาท ขึ้นไป ซึ่งกลุ่มผู้บริโภคนั้นล้วนมีความสนใจในการรักษาสุขภาพมากขึ้น และมีความรู้ในการดูแลตนเอง ทราบถึงประโยชน์ของอาหาร มีหลักการในการเลือกซื้อและบริโภคผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้มาซึ่งสุขภาพที่ดี โดยให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่แปลกออกไปจากรูปแบบเดิม หากส่งผลดีต่อสุขภาพจะมีความสนใจต่อผลิตภัณฑ์นั้น แต่ต้องสะดวกในการหาซื้อ และสะอาด เนื่องจากจะให้มีความน่าเชื่อถือ และรู้สึกปลอดภัยเมื่อบริโภค ผู้บริโภคยังแนะนำอีกว่าหากมีการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่น อาจจะดึงดูดความสนใจให้กับกลุ่มผู้บริโภคอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ และวัยรุ่น

เหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์ ด้านลักษณะที่ปรากฏและลักษณะผลิตภัณฑ์ โดยรวมอยู่ในระดับความชอบมาก ทั้งสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ซึ่งลักษณะปรากฏของขนมเทียนข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มีลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส ใกล้เคียงกับขนมเทียนที่เคยเห็นและบริโภค มีเพียงสีของขนมเท่านั้นที่แปลกจากขนมเทียนเดิม แต่สิ่งที่ผู้บริโภคให้ความสนใจคือคุณค่าทางโภชนาการที่ซึ่งมีมากกว่า เช่น เส้นใยอาหาร และสารแอนโธไซยานินซึ่งเดิมไม่มี นอกจากที่กล่าวแล้ว ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งยังมีสารอาหารอื่น เช่น ธาตุเหล็ก สังกะสี โอเมก้า 3 วิตามินอี โฟเลต เบต้าแคโรทีน โพลีฟินอล แทนนิน แกมมา โอไรซานอล ซึ่งมีสมบัติของการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว, 2557)

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรีแช่แข็ง

5.1.1.1 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งข้าวเหนียวบางส่วนในการสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ พบว่าปริมาณแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสม คือปริมาณ ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งข้าวเหนียวทั้งหมด ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากผู้ทดสอบชิมทั้งในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม มีความชอบในระดับความชอบปานกลางแต่ด้านเนื้อสัมผัส (เหนียว,หนึบ) ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับความชอบเล็กน้อย จึงได้ทำการปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยการเสริมแป้งเท้ายายม่อมเพื่อเพิ่มปริมาณอะไมโลเพกทิน

5.1.1.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งเท้ายายม่อม เพื่อปรับปรุงปริมาณอะไมโลเพกทินในการสร้างสูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ พบว่าปริมาณแป้งเท้ายายม่อมที่เหมาะสม คือร้อยละ 7.5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ได้รับการยอมรับมากที่สุดในทุกด้านจากผู้ทดสอบชิม และผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพพบว่า มีค่าความเหนียวใกล้เคียงสูตรพื้นฐานมากที่สุด

สูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ประกอบด้วย แป้งข้าวเหนียว 800 กรัม แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ 200 กรัม แป้งเท้ายายม่อม 7.5 กรัม น้ำตาลมะพร้าว 500 กรัม และน้ำซิวคัก 800 กรัม

5.1.2 ผลการศึกษากระบวนการคืนรูปขนมเทียนข้าวกล้องไรซ์เบอรี่แช่แข็งด้วยไมโครเวฟ

การศึกษาพบว่าขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรี่แช่แข็งที่ผ่านกระบวนการคืนรูปโดยใช้กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ เวลา 2 นาที และ 800 วัตต์ เวลา 1.30 นาที ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นการคืนรูปโดยไมโครเวฟจะเลือกใช้กำลังไฟฟ้าแบบใดขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้บริโภค

ผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ –18 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 60 วัน ตรวจไม่พบแบคทีเรียโดยรวม ยีสต์และรา การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ในน้ำหนัก 100 กรัม ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ ให้พลังงาน 249.4 กิโลแคลอรี่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหาร เถ้า และความชื้น 3.66 1.12 56.170.41 0.31 และ 38.21 กรัม สารแอนโทไซนิน ปริมาณ 0.81 มิลลิกรัม

5.1.3 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็งจากผู้บริโภค

ผลการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค พบว่าส่วนใหญ่ให้การยอมรับในระดับความชอบมากและชอบปานกลาง โดยต้องการให้บรรจุในกล่องพลาสติกใสทรงสี่เหลี่ยม จำนวน 4 ชิ้น ต่อ 1 ผลิตภัณฑ์ จำหน่ายในราคา 36.00 บาท สถานที่จำหน่ายที่เหมาะสม คือ ห้างสรรพสินค้า/ซุปเปอร์มาร์เก็ต และผู้บริโภคร้อยละ 95 มีความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 นำแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรี่ไปใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมไทยชนิดอื่นที่ใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นส่วนผสมหลัก เช่น ขนมเรไร ขนมครก และขนมถ้วย

5.2.2 พัฒนารูปแบบหรือวัสดุอื่นแทนใบตองในการห่อ เพื่อลดความไม่สะดวกขณะทำการแกะขนม มือจะได้ไม่เปื้อน

เอกสารอ้างอิง

กองบรรณาธิการการเกษตร. 2557. **ไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมสายพันธุ์ใหม่ พลิกชีวิตชาวนาไทย**. ส.เอเซียเพรส (1989), กรุงเทพฯ.

เข็มทอง นิ่มจินดา. 2538. **ทฤษฎีอาหาร**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 81. ภาคพัฒนาตำรา ว.ท.บ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จริยา เดชกุญชร. 2549. **ขนมไทย**. เล่ม 2. เพชรการเรือน. กรุงเทพฯ.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. **เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชมพู่ ยิ้มโต. 2550. **การถนอมอาหาร**. โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ.

ชัยรัตน์ ตั้งดวงดี. 2559. **การแช่เย็นและการแช่แข็งอาหาร**. คู่มือการอบรมหลักสูตรมินิ Food Engineering. ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

โชดก ทับจันทร์. 2555. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์มันบดแช่แข็ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

ณภัทร วิศวะกุล. 2550. **กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยีขนมไทยแสนอร่อย**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://an.cmu.ac.th. วันที่ 9 เมษายน 2559

ณัฐชยา เปียแก้ว และณัฐฐิติ. 2557. **การศึกษาเรื่องการใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลีในขนมโดนัทเค้ก**. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

ณัฐพงศ์ ธีรนันทพิชิต. 2549. **บัวลอยไข่หวาน**. สำนักพิมพ์แม่บ้านจำกัด, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2551. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 3. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

นิศารัตน์ ศิริวัฒนเมธานนท์. 2556. **สารเคมีที่มีประโยชน์จากผักผลไม้ที่มีสีม่วงและสีน้ำเงิน**. ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/152, 9 เมษายน 2559.

ปิติพร ฤทธิเรืองเดช. 2546. **คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งเท้ายายม่อมและการนำไปใช้ประโยชน์ในขนมชั้น**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาควิชาฟิสิกค์. 2560. **เตาไมโครเวฟ**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.atom.rmutphysics.com/physics/oldfront/45/index45.htm วันที่ 3 เมษายน 2560.

มณี พะยอมยงค์. 2547. **ประเพณีสิบสองเดือนล้านนาไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 5. ส.ทรัพย์การพิมพ์ เชียงใหม่.

มยุรี เจียมหยิน. 2537. **ปัจจัยที่มีผลต่อความเหนียวนุ่มของแป้งขนมเทียน**. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

รัตนา พรหมพิชัย. 2542. **เข้าหนมจ็อก**. สารานุกรมวัฒนธรรมไทยภาคเหนือ. เล่ม2. มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพาณิชย์, กรุงเทพฯ.

รุ่งทิวา วงศ์ไพศาลฤทธิ์. 2553. **ขนมไทยในงานพิธี**. ไทยควอลิตี้บุ๊คส์, กรุงเทพฯ.

ลาวัลย์ เบญจศีล. 2542. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรเบื้องต้น**. ม.ป.ท. กรุงเทพฯ.

วิไล รังสาดทอง. 2552. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร**. บริษัทเท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว. 2558. **ข้าวกล้องไรซ์เบอรี่**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553. **แอนโทไซยานิน**. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ.

สรณพงษ์ บัวโรย. 2547. **หญ้าซิวคักพืชแซมที่มีคุณค่าของชาวบางคนที**. สำนักงานเกษตรจังหวัดสมุทรสงคราม: สมุทรสงคราม. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.k-center.doae.go.th/getKnowledge.jsp?id=2580 วันที่ 5 ธันวาคม 2559

สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2549. **การให้ความร้อนด้วยพลังงานไมโครเวฟและการฉายรังสีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2547. **หลักการประกอบอาหาร**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อริญา ลาภโคกสูง. 2555. **ผลของปริมาณอะมิโลสและโครงสร้างอะมิโลเพคตินในสตาร์ชข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ต่อการเกิดแป้งทนต่อการย่อยของเอนไซม์ชนิดที่ 3**. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

อัจฉรา ดลวิทยาคุณ. 2550. **พื้นฐานโภชนาการ**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

Beynum, G.M.A., van, and Roels, J.A., 1985, **Starch Conversion Technology**, Marcel Dekker, Inc., New York, p. 326.

Wardlaw, G.M., and the Others. 2012. **Contemporary Nutrition : A Functional Approach**. 2nd ed. N.Y. : McGraw-Hill, 2012.

Wargovich, M.J., Chen, C.D., Jimenez, A., and Steele, V.E. “Aberrant Crypts as a Biomarker for Colon Cancer : Evaluation of Potential Chemopreventive Agents in the Rat” **Cancer Epidemiol. Biomark. Prev.** 5 (1996) : 355-360.

Whitney E. and S.R. Rolfes. 2005. **Understanding Nutrition**. Thomson Learning Inc., United States of America.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สูตรพื้นฐานแป้งขนมเทียนและ
สูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แซ่แข็ง

สูตรพื้นฐานแป้งขนมเทียน

วัตถุดิบ

แป้งข้าวเหนียว	1,000	กรัม
น้ำตาลมะพร้าว	500	กรัม
น้ำหญ้าซิวคัก	800	กรัม

ขั้นตอนการทำ

1. ชั่งตวง แป้งข้าวเหนียว น้ำตาลมะพร้าว และน้ำซิวคัก ตามสูตรพื้นฐาน
2. ผสมแป้งข้าวเหนียวกับน้ำตาลมะพร้าวและน้ำซิวคัก นวดให้เข้ากันจนเนื้อเนียนนาน 30 นาทีพักไว้
3. แบ่งแป้งเป็นก้อน ชั่งน้ำหนักก้อนละ 20 กรัม ปั้นเป็นรูปทรงกลม วางบนถาดที่ทาน้ำมัน พักไว้
4. เติมน้ำใส่ในลังถึงตั้งไฟ ใช้ไฟแรง รอให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
5. นำใบตองที่เช็ดสะอาดซ้อนกัน 2 ชั้น พับกลางตัดหัวท้ายให้มน
6. นำแป้งที่พักไว้วางบนใบตอง ห่อเป็นทรงปิรามิด
7. จัดเรียงบนลังถึงนึ่งเป็นเวลา 30 นาทีปล่อยให้เย็นนาน 30 นาที

สูตรมาตรฐานขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แซ่แข็ง

วัตถุดิบ

แป้งข้าวเหนียว	800	กรัม
แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่	200	กรัม
แป้งท้าวยายม่อม	75	กรัม
น้ำตาลมะพร้าว	500	กรัม
น้ำหญ้าชิวคัก	800	กรัม

ขั้นตอนการทำ

1. ชั่งตวงวัตถุดิบตามสูตรมาตรฐาน
2. ผสมแป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่และแป้งท้าวยายม่อมเข้าด้วยกัน ใส่ น้ำตาลมะพร้าวและน้ำชิวคัก นวดให้เส่วนผสมข้ากันจนเนื้อเนียนนาน 30 นาทีพักไว้
3. แบ่งแป้งเป็นก้อน ชั่งน้ำหนักก้อนละ 20 กรัม ปั้นเป็นรูปทรงกลม วางบนถาดที่ทาน้ำมัน พักไว้
4. เติมน้ำใส่ในลังถึงตั้งไฟ ใช้ไฟแรง รอให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
5. นำใบตองที่เช็ดสะอาดซ้อนกัน 2 ชั้น พับกลางตัดหัวท้ายให้มน
6. นำแป้งที่พักไว้วางบนใบตอง ห่อเป็นทรงปิรามิด
7. จัดเรียงบนลังถึงนึ่งเป็นเวลา 30 นาทีปล่อยให้เย็นนาน 30 นาที

ภาคผนวก ข
แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
และแบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

ชุดที่ .....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอรี่แซ่แข็ง

วันที่ .....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบตัวอย่าง**		
	รหัส.....	**รหัส**.....	**รหัส**.....
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส(เหนียว, หนึบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

ชื่อผลิตภัณฑ์ ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่แช่แข็ง”สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ กลุ่มวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผู้วิจัยใคร่ขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถามซึ่งแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความรู้ทางโภชนาการของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 4 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำอธิบาย

ขนมเทียนข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี หมายถึง ขนมเทียนที่ใช้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีทดแทนแป้งข้าวเหนียวบางส่วนในการผลิต เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เส้นใยอาหาร และสารแอนโทไซยานีนซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้แป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีเป็นแป้งที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ซึ่งมีผลดีต่อสุขภาพมากกว่าขนมเทียนที่ทำจากแป้งข้าวเหนียวตามตำรับเดิม

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ลงใน ( ) หน้าคำตอบที่เห็นว่าเหมาะสม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) น้อยกว่า 20 ปี ( ) 21 - 25 ปี ( ) 26 - 30 ปี

( ) 31 - 35 ปี ( ) 36 - 40 ปี ( ) มากกว่า 40 ปี

3. ระดับการศึกษา

( ) ต่ำกว่าปริญญาตรี ( ) ปริญญาตรี ( ) ปริญญาโท ( ) ปริญญาเอก

4. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

( ) น้อยกว่า 5,000 บาท ( ) 5,001 – 10,000 บาท ( ) 10,001 – 15,000 บาท

( ) 15,001 – 20,000 บาท ( ) มากกว่า 20,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ท่านเคยบริโภคข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีหรือไม่

( ) เคย ( ) ไม่เคย

2. เหตุผลที่บริโภคข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขาว

( ) มีใยอาหารสูง

( ) มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น แอนโทไซยานีน

( ) เป็นนวัตกรรมใหม่ที่น่าสนใจ

3. ท่านเคยบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีหรือไม่

( ) เคย ( ) ไม่เคย

4. ท่านสนใจที่ทดลองบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีหรือไม่

( ) สนใจ ( ) ไม่สนใจ

5. ความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมเทียน

( ) 5 ครั้ง/เดือน ( ) 4 ครั้ง/เดือน ( ) 3 ครั้ง/เดือน

( ) 2 ครั้ง/เดือน ( ) 1 ครั้ง/เดือน ( ) ไม่แน่นอน

6. ปัจจัยที่มีผลต่อความถี่ในการบริโภค คืออะไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) หาซื้อยาก ( ) ราคาแพง ( ) ให้พลังงานสูง

( ) มีคุณค่าทางโภชนาการน้อย

7. หากท่านเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ขนมเทียนท่านจะพิจารณาจากสิ่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) รสชาติ ( ) บรรจุภัณฑ์ ( ) รูปร่าง

( ) ราคา/ปริมาณที่บรรจุ ( ) ขนาดต่อชิ้น ( ) คุณค่าทางโภชนาการ

( ) ความเหนียว/นุ่ม ( ) เครื่องหมายรับรองคุณภาพ ( ) อื่นๆ.....

8. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์ขนมเทียนจากสถานที่ใดมากที่สุด

( ) ตลาดสด ( ) ศูนย์สินค้า OTOP ( ) ห้างสรรพสินค้า/ซุปเปอร์มาร์เก็ต

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความรู้ทางโภชนาการของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ท่านคิดว่าข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีแตกต่างจากข้าวเจ้าธรรมดาอย่างไร (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) มีกลิ่น และรสชาติดีกว่า ( ) มีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่า

( ) มีสารต้านอนุมูลอิสระ ( ) มีเส้นใยอาหารมากกว่าข้าวเจ้า

2. ท่านทราบหรือไม่ว่าข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีมีสารอาหารใดที่ต่างจากข้าวเจ้าธรรมดา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) วิตามิน อี ( ) โฟเลต ( ) ธาตุเหล็ก/สังกะสีสูงกว่า

( ) โอเมก้า-3 ( ) เบต้าแคโรทีน ( ) แอนโธไซยานีน

3. ท่านทราบหรือไม่สารใดบ้างที่จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) วิตามิน อี ( ) โอเมก้า-3 ( ) เบต้าแคโรทีน ( ) แอนโธไซยานีน

4. แอนโทไซยานีนมีผลดีอย่างไรต่อร่างกาย (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ป้องกันลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง

( ) ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน

( ) เพิ่มกรดไขมันชนิดดีหรือ HDL และลดไขมันชนิดไม่ดีหรือ LDL

( ) ชะลอความเสื่อมของผิวหนังช่วยให้ผิวหนังดูอ่อนกว่าวัย

5. เส้นใยอาหารมีผลอย่างไรต่อร่างกาย (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ไม่ทราบ ( ) ช่วยการทำงานของระบบขับถ่าย

( ) เป็นอาหารของแบคทีเรียในลำไส้ ( ) ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งลำไส้

ส่วนที่ 4 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. กรุณาชิมขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีแช่แข็งแล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) ตามความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์

( ) ชอบมากที่สุด ( ) ชอบมาก ( ) ชอบปานกลาง

( ) ชอบน้อย ( ) ชอบน้อยที่สุด

2. เหตุผลในการยอมรับ

ปัจจัย	ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ลักษณะที่ปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
คุณค่าทางโภชนาการ					
บรรจุภัณฑ์					
ลักษณะผลิตภัณฑ์โดยรวม					

3. ราคาที่เหมาะสมในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีแซ่แข็ง ขนาดบรรจุ 4 ชิ้นต่อ 1 บรรจุภัณฑ์ ท่านคิดว่าควรมีราคาเท่าใด

( ) 34.00 บาท ( ) 36.00 บาท ( ) 38.00 บาท ( ) 40.00 บาท

4. ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีแซ่แข็งที่จำหน่ายท่านต้องการให้บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบใด

( ) กล่องพลาสติกใสสี่เหลี่ยมจัตุรัส ( ) กล่องพลาสติกใสสี่เหลี่ยมผืนผ้า

( ) ถุงพลาสติกใส OPP

5. ท่านต้องการให้วางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีแซ่แข็งในสถานที่ใด

( ) ร้านขายของฝากริมทาง ( ) ศูนย์สินค้า OTOP ( ) ร้านสะดวกซื้อ

( ) ห้างสรรพสินค้า/ซุปเปอร์มาร์เก็ต

6. หากมีขนมเทียนแป้งข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีแซ่แข็งวางจำหน่าย ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่

( ) ซื้อ ( ) ไม่ซื้อ

ขอบคุณที่กรุณาสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม

นางสาวพาขวัญ มีชาญเชาว์

ผู้วิจัย

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

(Determination of moisture content)

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธี (AOAC, 2005)

1. นำmoisture can อบในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาใส่ในโถดูดความชื้น 30 นาที

2. ชั่งน้ำหนัก moisture can ให้ได้น้ำหนักคงที่

3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ moisture can

4. นำmoisture can เข้าตู้อบลมร้อน (Hot air oven) 2 ชั่วโมง จดน้ำหนักที่ได้แล้วนำตัวอย่างเข้าอบจนตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ หรือห่างกัน $\leq$ 0.05 กรัมนำค่าที่ได้ไปคำนวณ

สูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{W}{W_S} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักความชื้น (กรัม) = $W_S - (W_T - W_B)$

W_S = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_T = น้ำหนักถ้วยที่มีตัวอย่างหลังอบแห้ง (กรัม)

W_B = น้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมเปล่า (กรัม)

วิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร
(Total dietary fiber)

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบตามวิธี Enzymatic-Gravimetric Method (AOAC, 2005)

1. ชั่งตัวอย่าง 0.5 – 1 กรัม (ความละเอียด 0.0001 กรัม) ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ทำ 4 ซ้ำและทาแบลงค์ 2 ใบน้ำหนักของตัวอย่างไม่ควรแตกต่างกันมากกว่า 20 มิลลิลิตร เติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่มีค่าความเป็นกรด – ด่างเท่ากับ 6.0 จำนวน 50 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์แต่ละใบ (ตรวจสอบพีเอช 6.0 ± 0.2 ถ้าจำเป็น)

2. amylase (heat-stable) ปริมาตร 50 ไมโครลิตรวาง magnetic sterring bar ลงในบีกเกอร์ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ และวางลงไปในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 95–100 องศาเซลเซียส(โดยวางบีกเกอร์ให้ตรงกับตำแหน่งของ magnetic stirrer) นาน 30 นาทีโดยกวนอย่างช้าๆ

3. ยกบีกเกอร์ออกจากอ่างน้ำตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.275 นอร์มอล 10 มิลลิลิตรตรวจสอบพีเอชเท่ากับ 7.5 ± 0.2 เติมเอนไซม์ Protease ปริมาตร 50 ไมโครลิตรปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ ให้ความร้อนในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีโดยกวนอย่างต่อเนื่อง

4. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.325 โมลาร์ 10 มิลลิลิตรตรวจสอบพีเอชให้เท่ากับ 4.0 – 4.6 เติม amyloglucosidase 150 ไมโครลิตรปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และให้ความร้อนในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีกวนต่อเนื่อง

5.ยกบีกเกอร์ออกจากอ่างน้ำตกตะกอน dietary fiber ด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 250 มิลลิลิตรที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (วัดปริมาตรก่อนให้ความร้อน) ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที

6. กรองตะกอนด้วย fritted crucible ที่มีcelite (ที่ทราบน้ำหนัก fritted crucible ที่แน่นอน) ทำceliteให้เปียกด้วยเอทานอล 78 เปอร์เซ็นต์ก่อนกรอง

7. หลังจากกรองตะกอนแล้วให้ล้างตะกอนด้วยเอทานอล 78 เปอร์เซ็นต์ล้าง 3 ครั้งๆละ 20 มิลลิลิตรเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ล้าง 2 ครั้งๆละ 10 มิลลิลิตรและอะซิโตน 2 ครั้งๆละ10 มิลลิลิตร

8. นำ fritted crucible มาอบข้ามคืนในตู้อบความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสทำให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนัก (ความละเอียด 0.0001 กรัม)

9. นำตะกอนที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนและปริมาณเถ้า (วิเคราะห์แบลงค์และตัวอย่างอย่างละ 2 ซ้ำ)

10. วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยนำตะกอนที่ได้ถ่ายลงในหลอดกลั่น (distillation vessel) เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียมซัลเฟต-ซีลีเนียม) จำนวน 2 เม็ดและเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร

11. นำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยสารจนกระทั่งได้สารละลายใสตั้งทิ้งไว้ให้เย็นหยดเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 1-2 หยด

12. นำหลอดกลั่นใส่ในเครื่องกลั่นเติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตรเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์จนมีความเป็นด่างจนเกินพอ (สารละลายเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง)

13. ในขวดรูปชมพู่ที่รองรับสารที่กลั่นได้ใส่สารบอริกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 25 มิลลิลิตรและหยดอินดิเคเตอร์ผสม (เมทิลเรดและเมทิลีนบลู) 4 หยดทำการกลั่นและเก็บสารละลายที่กลั่นได้ให้ได้ปริมาตรประมาณ 200 มิลลิลิตร

14. ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอลจนถึงจุดยุติ (สารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเทา)

15. วิเคราะห์หาปริมาณเถ้าโดยเผา fritted crucible ที่ 525 องศาเซลเซียส เวลา 5 ชั่วโมงทิ้งไว้ในเตาเผาจนกว่าอุณหภูมิลดลง $\leq$ 250 องศาเซลเซียสทาให้เย็นในโถดูดความชื้นอย่างน้อย 45 นาทีและชั่งน้ำหนัก

สูตร

ปริมาณใยอาหาร (drain weight)

$$TDF_{dw} \text{ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{[W_B - A_S - P_S - B]}{W_S} \times 100$$

เมื่อ W_R = น้ำหนักตะกอนของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

A_S = ปริมาณเถ้าของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

P_S = ปริมาณโปรตีนของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

W_S = น้ำหนักของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

ปริมาณใยอาหาร (wet weight)

TDF_{ww} (เปอร์เซ็นต์) = $\frac{\mathbf{TDF_{dw} \times TS}}{\mathbf{100}}$

เมื่อ TS = ปริมาณของแข็งได้จาก 100 – ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) – ไขมัน (เปอร์เซ็นต์) – น้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)

TS = ปริมาณของแข็งทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน
(Determination protein)

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตามวิธี Kjeldahl method (AOAC, 2005)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5 – 2 กรัมถ้าตัวอย่างเป็นของแข็งให้ชั่งใส่ลงในกระดาษกรองปราศจากไนโตรเจนห่อและนาตัวอย่างใส่ลงในหลอดกลั่น

2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียม-ซีลีเนียม) จำนวน 2 เม็ดและเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร

3. สวม suction tube เข้ากับหลอดกลั่นและยึดหลอดกลั่นกับ suction tubeให้แน่นด้วยยางยึด

4. วางหลอดกลั่นลงในเครื่องย่อยสารที่ปรับปุ่มpower control ไว้แล้วที่หมายเลข 5 ซึ่งความร้อนที่ตั้งไว้จะไม่ทาให้ตัวอย่างเดือดแรงขึ้นไปจนถึงคอของหลอด

5. ย่อยตัวอย่างไปอย่างน้อย 20 นาทีหรือจนกระทั่งควันสีขาวเกิดขึ้นในหลอดแล้วปรับปุ่ม power control ไปที่หมายเลข 10 ย่อยตัวอย่างจนกระทั่งได้สารละลายใสและย่อยต่อไปอีกประมาณ 15 นาที

6. เมื่อย่อยตัวอย่างเสร็จตั้งทิ้งไว้ให้เย็นและจนไอแก๊สหายไป

7. กลั่นโดยเครื่องกลั่น Buchi 323 หรือ Buchi 324 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตรและเติมเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 1 หยด

8. ใส่กรดบอริกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 25 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตรเติมสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม 4 หยดเขย่าให้เข้ากันและวางขวดไว้บนตำแหน่งรับสารละลายที่กลั่นได้ของเครื่องกลั่น

9. นำหลอดกลั่นใส่ในเครื่องกลั่นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์จนมีความเป็นด่างเกินพอ (สารละลายเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง)

10. ทำการกลั่นและเก็บของเหลวที่กลั่นได้ในขวดรูปชมพู่ที่มีกรดบอริกอยู่ให้ได้ปริมาตรรวม 200 มิลลิลิตร

11. ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอลที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนจนถึงจุดยุติ

12. ทำแบลงค์โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างและทำการทดสอบเหมือนตัวอย่าง

สูตร

ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง

$$\text{A (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(V_A - V_B) \times 1.4007 \times N}{W}$$

เมื่อ A = ปริมาณของไนโตรเจนที่ได้จากการทดสอบ (เปอร์เซ็นต์)

V_AและV_B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มอล)

1.4007 = มิลลิกรัมสมมูล (Milliequivalent weight) ของไนโตรเจน × 100

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง

Protein (เปอร์เซ็นต์) = A × F

เมื่อ A = ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง(เปอร์เซ็นต์)

F = factor ที่ใช้คำนวณโปรตีน (F = 6.25)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน
(Determination of crude fat)

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี Acid Hydrolysis method (AOAC, 2005)

1. นำตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้น และทราบน้ำหนักที่แน่นอนชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 2 กรัมใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

2. เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 2 มิลลิลิตร และกรดไฮโดรคลอริก (25 + 11) 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันปิดขวดรูปชมพู่ด้วยกระจกนาฬิกา

3. นำไปให้ความร้อนบนอ่างควบคุมอุณหภูมิ 70 – 80 องศาเซลเซียสประมาณ 30 – 40 นาทีคนสารเป็นระยะทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

4. ถ่ายสารละลายใส่ในกรวยแยกขนาด 100 มิลลิลิตร

5. ล้างขวดรูปชมพู่ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตรแล้วเทผสมในกรวยแยก

6. ล้างอีกรอบด้วยเอทิลอีเทอร์ 25 มิลลิลิตรแล้วเทผสมในกรวยแยก

7. ปิดจุกกรวยแยกแล้วเขย่า 1 นาทีและลดความดันในกรวยแยก

8. ล้างขวดรูปชมพู่ด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตรปิดจุกและเขย่าอีก 1นาทีและลดความดัน

9. ตั้งสารละลายให้แยกชั้น

10. ไขสารละลายชั้นล่างลงขวดรูปชมพู่และเทสารชั้นบนผ่านสำลีปราศจากไขมันลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

11. ทำการสกัดซ้ำอีก 2 ครั้งโดยใช้อีเทอร์และปิโตรเลียมอย่างละ 15 มิลลิลิตรในการสกัดแต่ละครั้งตามลำดับ

12. เมื่อทำการสกัดครบ 3 ครั้งแล้วนำบีกเกอร์ที่ได้ไประเหยบนอ่างน้ำเดือด

13. นำบีกเกอร์อบในตู้อบความร้อนแห้งอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

14. ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาทีและชั่งน้ำหนักอบซ้ำและชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่หรือผลต่างของน้ำหนักต่างกัน$\leq$ 0.05 กรัม

15. เมื่อได้น้ำหนักคงที่แล้วนำบีกเกอร์มาล้างไขมันออกด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์

16. แล้วนำไปอบในตู้อบความร้อนแห้งนาน 1 ชั่วโมง

17. ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาทีและชั่งน้ำหนัก

สูตร

ปริมาณไขมัน(เปอร์เซ็นต์)

$$\text{ไขมัน(เปอร์เซ็นต์)} = \frac{[W_I - W_B - B]}{W_S} \times 100$$

เมื่อ W_B = น้ำหนักบีกเกอร์เปล่าหลังอบ (กรัม)

W_T = น้ำหนักบีกเกอร์และไขมันที่ได้หลังอบ (กรัม)

B = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตะกอนของแบลงค์ (กรัม)

W_S = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต
(Determination of Carbohydrates)

วิธีวิเคราะห์

คำนวณโดยใช้ความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างแห้งละปริมาณขององค์ประกอบอื่นๆ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซ็นต์) = 100 - (เปอร์เซ็นต์ของโปรตีน + เปอร์เซ็นต์ของเถ้า+ เปอร์เซ็นต์ของความชื้น + เปอร์เซ็นต์เส้นใย)

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

(Determination of ash)

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าตามวิธี Direct method (AOAC, 2005)

1. เผาถ้วยครูซิเบิลพร้อมฝาชั่งจนได้น้ำหนักคงที่
2. ชั่งตัวอย่างใส่ในถ้วยครูซิเบิลที่ทราบน้ำหนักแน่นอน
3. วางถ้วยครูซิเบิลบนเตาไฟฟ้าจนน้ำระเหยออกหมด
4. วางบนเตาหลุมจนหมดควัน
5. ปิดฝาถ้วยครูซิเบิลนำใส่ในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง
6. ถ้าเถ้าไม่ขาวให้หยดน้ำกลั่น 2 - 3 หยดวางถ้วยครูซิเบิลบนเตาไฟฟ้าจนน้ำแห้ง
7. วางถ้วยครูซิเบิลบนเตาหลุมเผาจนแห้ง
8. นำถ้วยครูซิเบิลออกจากเตาเผาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นอย่างน้อย 45 นาทีชั่งน้ำหนัก
9. ปิดฝาถ้วยครูซิเบิลนำใส่ในเตาเผาอีกครั้งและชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่หรือน้ำหนักสองครั้งสุดท้ายต่างกัน$\leq$ 0.0010 กรัมให้ใช้ค่าน้ำหนักที่ต่ำสุดจากการอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่มาคำนวณ

สูตร

$$\text{เถ้า(เปอร์เซ็นต์)} = \frac{W}{W_S} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักเถ้า (กรัม) = WT – WB

W_T = น้ำหนักถ้วยครูซิเบิลที่มีเถ้าหลังเผา (กรัม)

W_B = น้ำหนักถ้วยครูซิเบิล (กรัม)

W_S = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

วิธีนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร

วัสดุและอุปกรณ์

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ที่เตรียมและผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตขนาด 1,5 และ 10 มิลลิลิตรที่ปราศจากเชื้อ
3. ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่ปราศจากเชื้อ 9 หรือ 99 มิลลิลิตร ในขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิท
4. จานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อ
5. ขวดแก้วมีฝาปิดขนาดบรรจุอย่างต่ำ 15 มิลลิลิตร ที่ปราศจากเชื้อ หรือถุงร้อนที่ปราศจากเชื้อ
6. เครื่องผสม (Vertex Mixer)
7. ตะเกียงแอลกอฮอล์

วิธีปฏิบัติ

1. นำตัวอย่างอาหารมาเจือจางให้มีความเจือจางเป็น $1:10^1$, $1:10^2$, $1:10^3$, $1:10^4$ และ $1:10^5$ ตามลำดับ

2. ดูดตัวอย่างอาหารแต่ละอัตราส่วนความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ แต่ละจานทำ 2 ซ้ำ และจานคุมที่ไม่ใส่ตัวอย่าง 1 จาน

3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 45-50 องศาเซลเซียส ลงในจานเฉพาะเชื้อที่มีตัวอย่างอาหารอยู่เทใส่จานละประมาณ 15 มิลลิลิตร หมุนจานไปมาเล็กน้อยโดยการหมุนซ้ายและขวา เพื่อให้อาหาร และตัวอย่างอาหารเข้ากันดี

4. รอให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งกลับจานเพาะเชื้อก่อนนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องหรืออุณหภูมิที่กำหนด นาน 48 ชั่วโมง

5. นับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ

6. รายงานผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร 1 กรัม หรือ 1 มิลลิลิตร โดยนำเอาค่าความเจือจางมาคูณกับค่าเฉลี่ยของจานที่นับได้

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ประวัตการศึกษาและการทำงาน

ชื่อและนามสกุล นางสาว พาขวัญ มีชาญเชาว์

วัน เดือน ปีเกิด 2 มกราคม พ.ศ. 2534

ภูมิลำเนา 242 หมู่ 3 ถนน สุขสวัสดิ์ แขวงจอมทอง เขตจอมทอง จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10150

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาตรีคหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	2557

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว