การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว

Development of Non-fried Rice Cracker (Khao-tan) From Sticky Rice

บัณฑิต ไพรีขยาด

Bandit Paireekayad

ปิยวัฒน์ กิจจานนท์

Piyawat Kitchanon

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2559

ใบอนุมัติโครงงานพิเศษ

ชื่อโครงงานพิเศษ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว
ชื่อ นามสกุล บัณฑิต ไพรีขยาด
ปิยวัฒน์ กิจจานนท์
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559
อาจารย์ที่ปรึกษา น้อมจิตต์ สุธีบุตร

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงงานพิเศษฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. น้อมจิตต์ สุธีบุตร)

..... กรรมการ
(อาจารย์นพพร สกุลยืนยงสุข)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ธนภพ โสตรโยม)

โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
(อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์)
วันที่ 7 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2560

ชื่อโครงงานพิเศษ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว
ชื่อ นามสกุล บัณฑิต ไพรีขยาด
ปิยวัฒน์ กิจจานนท์
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอด ทำการพัฒนาน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว และศึกษาปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เหมาะสมสำหรับเสริมในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด ศึกษาลักษณะทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มศึกษาอัตราส่วนข้าวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ข้าวเหนียวขาว: ข้าวเหนียวดำ (80%: 20%) มากที่สุด จากนั้นพัฒนาสูตรน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋นสูตรที่เหมาะสม พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 2 (แบะแช+น้ำตาล) มากที่สุด โดยปริมาณน้ำเชื่อมที่มีแบะแช และน้ำตาลมีผลต่อคะแนนความชอบในด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากนั้นศึกษาปริมาณของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 (12.5%), สูตรที่ 2 (25%) และสูตรที่ 3 (37.5%) พบว่าคะแนนความชอบด้าน กลิ่นรส และรสชาติ มีความแตกต่างกัน โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบที่สูตรที่ 2 (25%) เนื่องจากรับประทานง่ายขึ้น และมีคุณค่าทางโภชนาการที่เพิ่มขึ้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ 25% มาทำการศึกษา จากนั้นศึกษาองค์ประกอบทางเคมี โดยเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ 25% กับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่ไม่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ พบว่าค่าองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดมีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 25% มีองค์ประกอบของเคมีที่สูงกว่า เช่น โปรตีน, ไขมัน, และเส้นใย รับประทานง่าย และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ จุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์-รา ในส่วนของคุณภาพทางจุลินทรีย์ ตรวจพบปริมาณ มีจำนวน <10 cfu/g และผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ 25% สูงถึง 94%

คำสำคัญ: ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด, เม็ดมะม่วงหิมพานต์, พัฒนาผลิตภัณฑ์

Title of Research Development of Non-fried Rice Cracker (Khao-tan) From Sticky Rice
Name-surname Bandit Paireekayad
Piyawat Kitchanon
Degree Bachelor of Science
Major and Faculty Food Science and Technology, Home Economics
Academic Year 2016

Abstract

The objective of this thesis was to study the ratio of the black and white sticky rice in the recipe of non-fried rice cracker (Khao-tan), to develop syrup for product topping and to study the appropriate quantity of a cashew nuts for adding in the product. To study a physical and chemical nature of the product. To study the customers satisfaction in product. Firstly, the appropriate ratio of the black and white sticky rice was studied. The result was the recipe that had 80% of white sticky rice and 20% of black sticky rice was voted to be the best. For the product topping that had a combination of glucose syrup and sugar was the best. Moreover, the quantity of glucose syrup and sugar on product effects the customer's satisfaction (color, smell, taste, texture and the overall score). For the appropriate quantity of the cashew nut, the formula 2 which has a 25% of cashew nuts was voted to be the best. Comparison of which non-cashew nuts and 25% cashew nuts formula, the study revealed that the 25% cashew nuts formula had more nutrition (protein, fat, and fiber). Microbial population count <10 cfu/g. The product is able to keep in room temperature. The customer's satisfaction reach to 94% in 25% cashew nuts formula.

Keywords: Non-fried rice cracker (Khao-tan), Cashew nuts, Develop product

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวสามารถลุล่วงไปได้เป็นอย่างดีนั้น ได้ความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. น้อมจิตต์ สุธีบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ อาจารย์นพพร สกุลยืนยงสุข และ อาจารย์ ดร. ธนภพ โสตรโยม กรรมการโครงงานพิเศษ และคณาจารย์ทุกๆ ท่านที่ให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำระหว่างการดำเนินการโครงงานพิเศษเล่มนี้

ขอขอบพระคุณโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ประจำปีงบประมาณ 2560 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย สถานที่ และอุปกรณ์เครื่องมือในการปฏิบัติการทดลองโครงงานพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เพื่อนๆ และน้องๆ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบทุกคน บุคลากรของทางมหาวิทยาลัย รวมถึงเพื่อนๆ น้องๆ ร่วมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่มีส่วนช่วยเหลือในเรื่องการตอบแบบสอบถาม รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ

ทั้งนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ขอบคุณทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่สามารถกล่าวนามได้ทั้งหมดไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย หากผลดีของงานวิจัยนี้ได้เกิดขึ้นต่อคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร หรือต่อหน่วยงานอื่นใดที่เกี่ยวข้อง ข้าพเจ้าขอมอบความดีนี้ให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าว ส่วนความบกพร่องนั้นข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

บัณฑิต ไพรีขยาด
ปิยวัฒน์ กิจจานนท์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (1)
Abstract (2)
กิตติกรรมประกาศ (3)
สารบัญ (4)
สารบัญตาราง (6)
สารบัญรูปภาพ (7)
สารบัญแผนภาพ (8)
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 ขอบเขตการศึกษา 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ข้าวแต๋น 3
2.2 วัตถุดิบ 3
2.2.1 ข้าวเหนียว 3
2.2.2 ข้าวเหนียวดำ 5
2.2.3 น้ำผึ้ง 7
2.2.4 กลูโคสไซรัป (แบะแซ) 8
2.2.5 น้ำตาลปี๊บ 8
2.2.6 มะม่วงหิมพานต์ 9
2.3 การเปลี่ยนแปลงของแป้ง (starch) 10
2.3.1 การเกิดเจลาติไนเซชั่น (gelatinization) 10
2.3.2 การเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation) 10
2.4 การให้ความร้อน 11
2.4.1 การอบแห้ง 11
2.4.2 การทอด 11
2.4.3 การคั่ว 12
2.5 ซองลามิเนต 12
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ 16
- 3.1 วัตถุดิบ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 16
- 3.2 วิธีการดำเนินงาน 18
- 3.3 สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 23

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล 24
- 4.1 ผลการทดลองศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอด 24
- 4.2 ผลการทดลองพัฒนาน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด 26
- 4.3 ผลการทดลองศึกษาปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด 28
- 4.4 ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากผู้บริโภค 31

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 36
- 5.1 สรุปผล 36
- 5.2 ข้อเสนอแนะ 36

เอกสารอ้างอิง 38

ภาคผนวก 40
- ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 41
- ภาคผนวก ข สูตรอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอด, สูตรน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว และสูตรปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด 49
- ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี 58
- ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาทางอาหารของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด 64
- ภาคผนวก จ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น 68
- ภาคผนวก ฉ ต้นทุนในการผลิต และฉลากผลิตภัณฑ์ 74
- ภาคผนวก ช แผ่นพับ 78

ประวัติผู้ศึกษา 81

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวต่อปริมาณ 100 กรัม	5
2.2	คุณค่าทางโภชนาการของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ต่อปริมาณ 100 กรัม	9
3.1	ปริมาณข้าวเหนียวในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอด จำนวน 3 สูตร	18
3.2	สูตรน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋น	18
3.3	สูตรน้ำเชื่อมที่ใช้สำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ	21
4.1	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวแต๋นที่มีอัตราส่วนข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ ต่างกัน 3 อัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำต่างกัน	24
4.2	คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำต่างกัน	25
4.3	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวแต๋นที่ใช้น้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปต่างกัน	26
4.4	คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี ของข้าวแต๋นที่ใช้น้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปต่างกัน	27
4.5	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวแต๋นที่มีปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ต่างกัน	28
4.6	คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวของที่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ต่างกัน	29
4.7	องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวที่ไม่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ และมีเม็ดมะม่วงหิมพานต์	30
4.8	แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	32
4.9	แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวแต๋น	33
4.10	ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด	34
ค.1	แฟกเตอร์ที่ใช้คำนวณหาปริมาณโปรตีนสำหรับอาหารชนิดต่างๆ	60
จ.1	หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสี และกลิ่นรส	72
ฉ.1	แสดงราคาวัตถุดิบ	75
ฉ.2	แสดงราคาบรรจุภัณฑ์	75

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ข้าวเหนียว 4
ฉ.1 สัญลักษณ์ผลิตภัณฑ์ และป้ายผลิตภัณฑ์ 76
ฉ.2 ฉลากผลิตภัณฑ์ 77
ช.1 แผ่นพับ 79

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนการผลิตข้าวกล้องพองโดยไม่ต้องใช้น้ำมันทอดแบบไม่ทอด	19
ข.1	ขั้นตอนการผลิตข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำต่างกัน	52
ข.2	ขั้นตอนการพัฒนาน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว	53
ข.3	ปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด	54

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ข้าวแต๋น เป็นขนมพื้นบ้านหรือเป็นอาหารว่างของชาวภาคเหนือในประเทศไทยเป็นเอกลักษณ์และภูมิปัญญาพื้นบ้านที่แสดงถึงวัฒนธรรมของชาวพื้นเมืองที่บริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก โดยการแปรรูปเป็นขนมพื้นบ้าน และยังเป็นการถนอมอาหารด้วย ขั้นตอนวิธีการทำข้าวแต๋น โดยการนำข้าวเหนียวนึ่งมากดใส่พิมส์แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง จากนั้นนำไปทอดให้พองกรอบแล้วราดด้วยน้ำอ้อย นิยมนำมาบริโภคเป็นขนม และใช้ในเทศกาลงานบุญ ข้าวแต๋นเป็นผลิตภัณฑ์ที่รับประทานง่าย และกรอบอร่อย มีคุณค่าทางโภชนาการ (รัตนา, 2556) ได้มีงานวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองโดยประเทือง (2559) ได้พัฒนากรรมวิธีการผลิตข้าวกล้องพองแบบไม่ใช้น้ำมัน โดยการคั่วเพื่อให้เมล็ดข้าวพองตัวแทนการทอดที่ใช้น้ำมันดังนั้นการทำข้าวให้พองแบบไร้น้ำมัน นอกจากเป็นการลดปริมาณคอเลสเตอรอลเพื่อสุขภาพที่ดีของผู้บริโภคแล้ว ยังส่งผลดีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีกลิ่นหืนจากน้ำมัน ช่วยยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นได้อีกทางหนึ่ง

นอกจากการใช้ข้าวเหนียวเป็นวัตถุดิบหลักแล้ว การใช้ข้าวชนิดอื่นเสริมลงในข้าวแต๋นเพื่อเพิ่มสีสันและคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ก็เป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้น่าสนใจมากขึ้น โดยการเสริมข้าวเหนียวดำ ซึ่งเป็นข้าวที่มีลักษณะ สีม่วงเข้ม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว คุณสมบัติเด่นทางโภชนาการ คือมีสารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ได้แก่ แกมมาโอไรซานอล แอนโทไซยานิน วิตามินเอ และวิตามินอี สารอาหารที่สำคัญที่อยู่ในข้าวเหนียวดำประกอบด้วยโปรตีน ธาตุสังกะสี ธาตุเหล็ก และกรดอะมิโนที่สำคัญ คือ ไลซีน (lysine) (จรัญจิต, 2552)

คณะผู้วิจัยจึงได้ตระหนักถึงความสำคัญที่จะทำการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด โดยการศึกษาปริมาณข้าวเหนียวดำเพื่อเสริมในสูตรข้าวแต๋น เป็นการสร้างความหลากหลายของผลิตภัณฑ์เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มมูลค่า และความนิยมให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น และยังศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ของข้าวแต๋น และศึกษาคุณค่าทางโภชนาการเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

1.2.2 พัฒนาสูตรน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว

1.2.3 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ สำหรับเสริมในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาอัตราส่วนผสมข้าวแต๋นโดยศึกษาปริมาณข้าวเหนียวขาว : ข้าวเหนียวดำที่ระดับ 90% : 10%, 80% : 20% และ 70% : 30% ตามลำดับ อ้างอิงวิธีทำจากการศึกษาการทำข้าวกล้องพองโดยไม่ต้องใช้น้ำมันทอด (ประเทือง และภัฒนษอรณ์, 2559)

1.3.2 ศึกษาสูตรน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว 3 สูตร

1.3.3 ศึกษาปริมาณของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่อัตราส่วน 12.5%, 25% และ 37.5%

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้สูตรมาตรฐานในการผลิตข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ

1.4.2 ได้สูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในการขึ้นรูปข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

1.4.3 ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่พัฒนาแล้ว เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าวแต๋น

ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น หรือที่เรียกว่า นางเล็ด ข้าวแต๋น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเหนียวนึ่งสุกอาจผสมกับส่วนประกอบอื่นๆ เช่น น้ำผลไม้ น้ำผัก น้ำสมุนไพร เกลือ น้ำอ้อย งา น้ำกะทิ แล้วทำให้เป็นแผ่นหรือรูปทรงอื่น ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือพลังงานจากแหล่งอื่นทอดให้พองอาจปรุงแต่งหน้าด้วยเครื่องปรุงต่างๆ เช่น น้ำมะพร้าวเคี่ยว หมูหยอง น้ำพริกเผา โดยข้าวแต๋น เป็นขนมพื้นบ้านหรือเป็นอาหารว่างของชาวภาคเหนือในประเทศไทยเป็นเอกลักษณ์ และภูมิปัญญาพื้นบ้านที่แสดงถึงวัฒนธรรมของชาวพื้นเมืองที่บริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก โดยการแปรรูปเป็นขนมพื้นบ้าน และยังเป็นการถนอมอาหารด้วย ขั้นตอนวิธีการทำข้าวแต๋น โดยการนำข้าวเหนียวนึ่งมากดใส่พิมส์แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง จากนั้นนำไปทอดให้พองกรอบแล้วราดด้วยน้ำอ้อย นิยมนำมาบริโภคเป็นขนม และใช้ในเทศกาลงานบุญ ข้าวแต๋นเป็นผลิตภัณฑ์ที่รับประทานง่าย และกรอบอร่อย มีคุณค่าทางโภชนาการตามมาตรฐานชุมชนของข้าวแต๋นมีดังนี้

2.1.1 ลักษณะทั่วไปต้องกรอบอาจแตกหักได้เล็กน้อย สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นปรุงแต่งหน้าส่วนที่เป็นหน้าต้องต้องเกาะติดแผ่นข้าวแต๋นและกระจายตัวสม่ำเสมอ

2.1.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น สม่ำเสมอ ไม่ไหม้เกรียม

2.1.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

2.1.4 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

2.1.5 จุลินทรีย์ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

2.2 วัตถุดิบ

2.2.1 ข้าวเหนียว

ข้าวเหนียว (Waxy rice, *Oryza sativa*) เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินอยู่สูง ทำให้มีคุณสมบัติอ่อนนุ่มและการเกาะติด (Stickiness) ข้าวเหนียวจึงถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารหลายชนิด เช่น ขนมปังกรอบ ขนมกรอบพอง และข้าวพอง เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ข้าวพองที่ทำขายเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านทั่วไปที่พบเห็นในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวตอก ข้าวเม่า ข้าวตู ข้าวตัง ข้าวแต๋น (Keeratipibul, 2008)

2.2.1.1 แหล่งที่มาของการปลูกข้าวเหนียว

ในอดีตข้าวเหนียวปลูกในแถบล้านนา พบมากในจังหวัดเชียงราย

2.2.1.2 ลักษณะประจำพันธุ์

เป็นข้าวไวต่อช่วงแสง ออกดอกประมาณปลายเดือนตุลาคม ต้นแข็ง สูงประมาณ 150 เซนติเมตร ต้นแข็ง คอรวงยาว ระแง้ห่าง รวงเล็ก เมล็ดเล็กเรียวยาว ข้าวที่นึ่งแล้วมีลักษณะเมล็ด เรียวยาว เป็นมันวาว นุ่ม และมีกลิ่นหอม

โดยแบ่งชื่อตามหลักทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์	:	*Oryza sativa* var. *glutinosa*
ชื่อสามัญ	:	Glutinous rice
ชื่อภาษาไทย	:	ภาคเหนือ เรียกว่า ข้าวก่ำ
		ภาคกลาง เรียกว่า ข้าวเหนียว

ภาพที่ 2.1 ข้าวเหนียว

2.2.1.3 ชนิดของข้าว

ข้าวเหนียวมี 2 สี คือ สีขาว และสีดำแต่ข้าวเหนียวดำจะมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์มากกว่าข้าวเหนียวขาว สารอาหารที่ว่า คือ “โอพีซี" (OPC) มีสรรพคุณช่วยชะลอการแก่ก่อนวัย และความเสื่อมถอยของร่างกาย โดยสารโอพีซีที่พบในข้าวเหนียวดำเป็นสารชนิดเดียวกับสารสกัดที่ได้จากองุ่นดำองุ่นแดง เปลือกสน

1) พันธุ์สันป่าตอง1 ต้านทานโรคไหม้ และโรคขอบใบแห้งดีให้ผลผลิตสูง สามารถปลูกได้ทั้งปี

2) พันธุ์สกลนคร เป็นข้าวเหนียวไม่ไวต่อช่วงแสงปรับตัวได้หลายสภาพ นาดอน นาชลประทาน และสภาพไร่นา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3) พันธุ์หางยี 71 ทนแล้งปลูกเป็นข้าวไร่ได้ อายุเบา ต้านทานโรคไหม้ และโรคใบจุดสีน้ำตาล ไม่ต้านทานโรค ขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงบั่ว

4) พันธุ์กข 2 ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล ต้านทานเพลี้ยจักจั่นสีเขียวปานกลาง ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง โรคไหม้ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และแมลงบั่ว

5) พันธุ์กข 4 ปลูกได้ทุกฤดูกาล ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล แมลงบั่ว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยจักจั่นสีเขียว ไม่ต้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง

6) พันธุ์กข 6 ทนแล้ง ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและแมลงบั่ว

7) พันธุ์กข 8 ทนแล้ง ต้านทานโรคใบจุดสีน้ำตาล ไม่ต้านทานโรคขอบใบแห้ง เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และแมลงบั่ว

2.2.1.4 สรรพคุณของข้าวเหนียว

1) เป็นอาหารร่าเริง ทำให้สมองสงบ คลายเครียด กินแล้วจะรู้สึกผ่อนคลาย

2) เพิ่มสมรรถภาพการทำงานของกระเพาะอาหาร

3) ชะลอการแก่ก่อนวัย และความเสื่อม ถอยของร่างกาย

4) ช่วยขับลมในร่างกาย

5) สร้างเม็ดเลือด ทำให้เม็ดเลือดสมบูรณ์

6) ป้องกันหลอดเลือดหัวใจตีบ

7) ป้องกันปัญหาวุ้นนัยน์ตาเสื่อม

2.2.1.5 โภชนาการของข้าวเหนียว

คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียว แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวต่อปริมาณ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	**ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม ส่วนที่กินได้)**
Energy	353 แคลอรี่
Protein	6.3 กรัม
Fat	0.6 กรัม
Carbohydrate	80.4 กรัม
Ash	0.8 กรัม
Phosphorus	61 มิลลิกรัม
calcium	7 มิลลิกรัม
Niacin	1.82 มิลลิกรัม
Vitamin B1	0.09 มิลลิกรัม
Vitamin B2	0.03 มิลลิกรัม

ที่มา: สุนทร, 2553

2.2.2 ข้าวเหนียวดำ

2.2.2.1 คุณค่าทางโภชนาการ

มีสารสำคัญชื่อ แกมมา โอไรซานอล (Gamma oryzanol) ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Antioxidant) สามารถลดคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ (Cholesterol triglyceride) และเพิ่มระดับของไขมันหนาแน่นสูง (High density lipoprotein) ในเลือด มีผลต่อการทำงานของต่อมใต้สมอง ยับยั้งการหลั่งกรดในกระเพาะอาหารและการรวมตัวของเกล็ดเลือด ลดน้ำตาลในเลือดและเพิ่มระดับของฮอร์โมนอินซูลิน ของคนเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2

แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ชะลอการเสื่อมของเซลล์ร่างกาย โดยเฉพาะแอนโทไซยานินชนิดที่พบในข้าวสีม่วงกลุ่มอินดิก้า ซึ่งรวมถึงข้าวก่ำไทย คือ Cyanindin 3-Glucoside มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปอด สารสกัดในข้าวเหนียวดำ ยังมีคุณสมบัติช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง สร้าง “วิลไล” ในผนังลำไส้เล็กซึ่งเป็นส่วนที่ยื่นออกมาเพื่อดูดซึมสารอาหาร ทำให้ร่างกายสามารถดูดซับสารอาหารได้มากขึ้น ส่งผลให้ร่างกายเจริญเติบโตและแข็งแรงยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังพบสารประกอบอื่นๆ ในเมล็ดข้าวเหนียวดำที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีเข้ม ได้แก่ โปรตีน ซึ่งในข้าวกล้องมีปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนที่สำคัญ คือ ไลซีน (Lysine) สูงกว่าข้าวสาร ธาตุเหล็ก ในเมล็ดข้าวโดยทั่วไปแล้วมีแนวโน้มว่าพันธุ์ข้าวที่มีกลิ่นหอม และมีสี (แดง และดำ) จะมีปริมาณธาตุเหล็กสูงกว่าพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง แต่ไม่มีกลิ่นหอม และไม่มีสีมีธาตุสังกะสี โดยที่ข้าวต่างสี และมีกลิ่นหอมมีแนวโน้มที่มีธาตุสังกะสีในปริมาณสูง วิตามินเป็นสารอาหารที่ร่างกายไม่สามารถสร้างเองได้ แต่มีความสำคัญช่วยให้ร่างกายทำงานเป็นปกติ เช่น วิตามินเอ ช่วยในการเจริญเติบโต บำรุงสายตา และซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ช่วยพัฒนากระดูกและฟัน และช่วยสร้างภูมิคุ้มกันโรค วิตามินอี (Tocopherol) ช่วยชะลอการแก่ของเซลล์ ให้การกระจายออกซิเจนในกระแสเลือดดีขึ้น ป้องกันการสะสมและการเกาะของแคลเซียมในหลอดเลือด เป็นสารหลักของสารต้านอนุมูลอิสระช่วยในการดูแลรักษาผิว รักษาแผลเป็น และลดริ้วรอยบนผิวจึงนิยมมาผสมเครื่องสำอาง วิตามินบี 1 (Thiamine) เป็นสารอาหารที่มีบทบาทในกลไกการย่อยคาร์โบไฮเดรตในร่างกายให้ดีขึ้น ทำให้ร่างกายรับอาหารได้มากขึ้น ช่วยสนับสนุนระบบการทำงานของประสาท หัวใจ และกล้ามเนื้อ วิตามินบี 2 (Riboflavin) จำเป็นสำหรับสุขภาพของผิวหนังและระบบประสาท ช่วยบำรุงสายตา วิตามินบี 6 (Pyridoxine) จำเป็นสำหรับสุขภาพของผิวหนัง ลิ้น การทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้ รวมทั้งการทำงานของระบบประสาท

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) เป็นสารที่ทำหน้าที่ต่อต้านหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ ป้องกันไม่ให้อนุมูลอิสระไปมีผลทำลายเซลล์ในร่างกายซึ่งก่อให้เกิดโรคหลายชนิด โดยปกติในร่างกายมีระบบควบคุมหรือป้องกันอนุมูลอิสระแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มของเอนไซม์ กลุ่มของสารและโปรตีนบางชนิด และกลุ่มของสารอาหารบางชนิด ปัจจุบันสารต้านอนุมูลอิสระ ถูกนำมาใช้ในการส่งเสริมสุขภาพป้องกันและรักษาโรคต่างๆ ในรูปของอาหารและสมุนไพรโดยเฉพาะประเภทที่มีวิตามินซี วิตามินอี และวิตามินเอ ซีลีเนียม และเบต้าแคโรทีนรวมทั้งสารประกอบฟีนอลิค ซึ่งทำหน้าที่ขจัดอนุมูลอิสระได้ดี

2.2.2.2 สรรพคุณทางยาของข้าวเหนียวดำ

เนื่องจากในข้าวกล้องของข้าวเหนียวดำ มีปริมาณสารแกมมาโอไรซานอล และสามารถสังเคราะห์สารแอนโทไซยานินได้มากกว่าข้าวขาว จึงได้มีการนำคุณสมบัตินี้มาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ โดยพบว่าสารแกมมาโอไรซานอล จะช่วยกระตุ้น (Growth hormone) ทำให้ร่างกายทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ร่างกายจึงสร้างภูมิต้านทานต่อโรคต่างๆ หรือบำบัดอาการของโรคเรื้อรังต่างๆ ด้วยตัวเอง ต้านมะเร็ง อัมพฤกษ์ โรคหัวใจ ความดันโลหิต ลดคอเรสเตอรอล เส้นเลือดตีบ โรคเก๊าท์ ไมเกรน ลดความเครียด ช่วยให้นอนหลับ แก้ปัญหาวัยทอง ปวดประจำเดือน และสมรรถภาพเพศชายในต่างประเทศได้มีการนำสาร GABA (Aminobutyric Acid) ที่พบในข้าวกล้องงอกมาใช้ในวงการแพทย์ เพื่อรักษาโรคเกี่ยวกับประสาทเช่น โรควิตกกังวล

โรคนอนไม่หลับ และโรคลมชักเพราะสาร GABA หรือ กรดแกมมามิโนบิวทิริกจัดอยู่ในกลุ่มกรดโปรตีนที่ช่วยบำรุงเซลล์ประสาท ทำให้สมองเกิดการผ่อนคลาย ป้องกันการทำลายสมอง ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคสูญเสียความทรงจำ หรืออัลไซเมอร์ การเตรียมข้าวกล้องงอกแบบใหม่ คือ งอกทั้งเปลือกทำให้ได้สาร GABA สูงขึ้น โดยพันธุ์ข้าวมะลิแดง ให้สาร GABA สูงที่สุด (12 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) นอกจากนี้ ตามภูมิปัญญาท้องถิ่นเชื่อว่าข้าวเหนียวดำเป็นสมุนไพรสามารถใช้รักษาโรคได้หลายชนิด เช่น โรคตกเลือดในสตรี โรคท้องร่วง โรคผิวหนัง เช่น โรคหิด เป็นต้น

2.2.2.3 การใช้ข้าวเหนียวดำในการประกอบอาหาร

ข้าวเหนียวดำ นอกจากใช้รับประทานเป็นข้าว กับอาหารหลากหลายชนิดของชาวอีสาน เช่น ส้มตำ ไก่ย่าง ฯลฯ หรืออาหารของชาวเหนือ เช่น น้ำพริกหนุ่ม ไส้อั่ว ฯลฯ แล้วยังสามารถดัดแปลงเพื่อทำอาหารคาวหวานได้อีกหลายชนิด เช่น ข้าวเม่าหมี่ ข้าวเหนียวดำ เป็นอาหารไทยที่นิยมทานเล่นของเด็กในสมัยก่อน และหาทานได้ยากในปัจจุบัน ซึ่งลักษณะของข้าวเม่าหมี่ คือ ข้าวเม่าทอดกรอบสีเหลืองนวล ผสมน้ำตาลทราย กุ้งแห้ง ถั่วลิสง เต้าหู้เหลืองหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ทอดกรอบ พร้อมกลิ่นหอมอ่อนๆ ของกระเทียมเจียว นางเล็ดข้าวเหนียวดำ บะจ่างข้าวเหนียวดำ ข้าวแต๋น ข้าวเหนียวดำ (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2551)

2.2.3 น้ำผึ้ง

น้ำผึ้ง (Honey) เป็นอาหารหวานที่ผึ้งผลิตโดยใช้น้ำต้อยจากดอกไม้ น้ำผึ้งมักหมายถึงชนิดที่ผลิตโดยผึ้งน้ำหวานในสายพันธุ์ Apis เนื่องจากเป็นผึ้งเก็บน้ำหวานให้คุณภาพสูง และสามารถเลี้ยงระบบกล่องได้ น้ำผึ้งมีประวัติการบริโภคของมนุษย์มายาวนาน และถูกใช้เป็นสารให้ความหวานในอาหาร และเครื่องดื่มหลายชนิด น้ำผึ้งยังมีบทบาทในศาสนา และสัญลักษณ์นิยมนอกจากนี้ ยังมีภูมิปัญญาที่ใช้น้ำผึ้งในการรักษาอาการเจ็บป่วยอีกด้วย

ผึ้งน้ำหวานเปลี่ยนน้ำต้อยเป็นน้ำผึ้งด้วยขบวนการการขย้อน และเก็บไว้เป็นแหล่งอาหารหลักในรังผึ้ง Honey comb โดยผึ้งจะสร้างขี้ผึ้งจากเศษเกสรดอกไม้ และน้ำเมือก โดยจะเก็บของเหลวจากการขย้อนลงในฐานหกเหลี่ยม และปิดไว้ด้วยขี้ผึ้งอ่อน

2.2.3.1 คุณค่าทางโภชนาการ

น้ำผึ้งได้ความหวานจากมอโนแซ็กคาไรด์ ฟรุกโทส กลูโคส และมีความหวานประมาณเทียบได้กับน้ำตาลเม็ด น้ำผึ้งมีคุณสมบัติทางเคมีที่ดึงดูดในการอบ และมีรสชาติพิเศษซึ่งทำให้บางคนชอบน้ำผึ้งมากกว่าน้ำตาล และสารให้ความหวานอื่นๆ จุลินทรีย์ส่วนมากไม่เจริญเติบโตในน้ำผึ้ง เพราะมีค่าแอกติวิตีของน้ำต่ำที่ 0.6 อย่างไรก็ดีบางครั้งน้ำผึ้งก็มีเอนโดสปอร์ในระยะพักตัวของแบคทีเรีย *Clostridium botulinum* ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อทารก เพราะเอนโดสปอร์สามารถแปลงเป็นแบคทีเรียที่ผลิตชีวพิษในทางเดินอาหารที่ยังไม่เจริญเต็มที่ของทารก ซึ่งทำให้เกิดความเจ็บป่วยและอาจถึงแก่ชีวิต

2.2.3.2 ส่วนประกอบทางเคมี

น้ำผึ้งเป็นสารผสมของน้ำตาลกับสารประกอบอื่น น้ำผึ้งส่วนใหญ่เป็นฟรุกโทส (38.5%) และกลูโคส (31.0%) ทำให้น้ำผึ้งคล้ายกับน้ำเชื่อมน้ำตาลอินเวิร์ท (Inverted sugar syrup) ที่ผลิตเชิงสังเคราะห์ ซึ่งมีปริมาณฟรุกโทส 48% กลูโคส 47% และซูโครส 5% คาร์โบไฮเดรตที่เหลือในน้ำผึ้งมีมอลโทสและคาร์โบไฮเดรตซับซ้อนอื่นๆ เช่นเดียวกับสารให้ความหวานที่บำรุงสุขภาพทุก

ชนิด น้ำผึ้งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลและมีวิตามินหรือแร่ธาตุอยู่เล็กน้อย น้ำผึ้งยังมีสารประกอบหลายชนิดในปริมาณน้อยซึ่งคาดกันว่าทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ รวมถึงไครซิน วิตามินซี คาตาเลสและพิโนเซมบริน องค์ประกอบที่เจาะจงของน้ำผึ้ง แต่ละกลุ่มนั้นขึ้นอยู่กับดอกไม้ที่ผึ้งใช้ผลิตน้ำผึ้ง

ผลการวิเคราะห์น้ำผึ้งตามแบบ มีสารดังต่อไปนี้

ฟรุกโทส 38.2% กลูโคส 31.3% มอลโทส 7.1% ซูโครส 1.3% น้ำ 17.2% น้ำตาลสูงกว่า 1.5% เถ้า 0.2% อื่นๆ 3.2%

ค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ระหว่าง 31-78 แล้วแต่ชนิด น้ำผึ้งมีความหนาแน่นราว 1.36 กิโลกรัมต่อลิตร (หนาแน่นกว่าน้ำ 36%)

ในประเทศไทย น้ำผึ้ง ตามแบบแผนการรักษา ตำรับยาโบราณของไทย ได้มีการสืบทอดกันมาตามสูตรยาสมุนไพรโบราณ มักนำมาใช้แต่งกลิ่นเจือรส เพื่อให้ง่ายต่อการรับประทาน

1) แต่งรส น้ำผึ้งมีรสหวานฝาด ร้อนเล็กน้อยเราใช้น้ำผึ้งแต่งรสยาบางชนิด เช่น ยาแก้ไข้ที่มีรสขมมาก จนคนไข้กินไม่ได้ เราต้องใช้น้ำผึ้งผสม และช่วยชูกำลัง

2) ปรุงยา เป็นส่วนประกอบในการนำไปใช้ โดยน้ำผึ้งมาผสมกับยาผงให้เหนียวเพื่อปั้นเป็นลูกกลอน แต่ผู้ปรุงยาควรนำน้ำผึ้งไปเคี่ยวให้เดือดเพื่อฆ่าเชื้อโรค มิฉะนั้น ยาลูกกลอนจะขึ้นราภายหลัง (น้ำผึ้ง. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.4 กลูโคสไซรัป (แบะแซ)

กลูโคสไซรัป (คอร์นไซรัป หรือแบะแซ) ได้จากการนำแป้งที่บริโภคได้ เช่น แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง หรือแป้งมันฝรั่งมาทำการไฮโดรไลซ์ด้วยกรด หรือเอนไซม์เพียงบางส่วน โดยผ่านการทำให้บริสุทธิ์ และทำให้เข้มข้นขึ้น กลูโคสไซรัปที่ได้จะเป็นสารละลายเนื้อเดียวกันของ D (+)- glucose มอลโทส และพอลิเมอร์อื่นๆ ของกลูโคสในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยแป้งด้วยตัวกลาง และกระบวนการที่ต่างกัน ระดับการสลายตัวของแป้งจะมีผลต่อชนิดและสมบัติของกลูโคสไซรัปที่นิยม ซึ่งนิยมกำหนดด้วยค่าสมดุลเด็กซ์โตรส (Dextrose equivalent) หมายถึง ปริมาณของน้ำตาลรีดิวส์ในรูป D-glucose ที่มีในน้ำหนักแห้งทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ หากการไฮโดรไลซ์แป้งแล้วทำให้โมเลกุลของแป้งกลายเป็นสายตรง ทั้งหมดเรียกว่า เด็กซ์ตริน ผลผลิต จะมีค่า D.E. เป็นศูนย์ และหากไฮโดรไลซ์แป้งจนได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวทั้งหมดผลผลิตจะมีค่า D.E. เป็น 100 ปกติกลูโคสไซรัปที่ผลิตได้จะมีค่า D.E. อยู่ในช่วงกว้างมาก (กลูโคสไซรัป. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.2.5 น้ำตาลปี๊บ

น้ำตาลมะพร้าว หรือน้ำตาลโตนด ที่บรรจุในกระป๋องโลหะทรงสี่เหลี่ยมที่เรียกว่าปี๊บ ได้มาจากการเคี่ยวน้ำหวานจากยอดทลายอ่อนของมะพร้าวจนกระทั่งเหนียวข้น มีความหนืดสูง แต่ไม่ตกเป็นผลึก มีรสหวาน และมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว น้ำตาลปี๊บ หรือน้ำตาลมะพร้าวนั้นจัดเป็นน้ำตาลพื้นบ้านที่อยู่คู่ครัวไทยมานานมาก มีการผลิตกันอย่างแพร่หลายในหลายจังหวัด เช่น สมุทรสงคราม ราชบุรี สุราษฎร์ธานี เป็นต้น ส่วนทางเพชรบุรี จะทำมาจากตาลโตนด จึงเรียกน้ำตาลโตนด

ประโยชน์ น้ำตาลมะพร้าวส่วนใหญ่นิยมใช้ประกอบอาหาร เพราะมีรสหอมหวานปนมัน ประโยชน์ทางด้านความสามารถในการทำความสะอาดร่างกาย ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยย่อยอาหาร เพิ่มความหวานให้อาหารสำหรับผู้ที่รักสุขภาพ และให้ปริมาณแร่ธาตุแก่ร่างกาย

โทษ เมื่อชิมน้ำตาลมะพร้าวแล้ว พบว่ามีกลิ่นเหม็นหรือกลิ่นฉุน รสหวานแหลม เนื้อน้ำตาลแข็งมากจนบางครั้งต้องใช้ของแข็งทุบจึงแตกออก เก็บไว้ได้นานเป็นเดือนที่อุณหภูมิห้อง หรือในตู้กับข้าวโดยสียังคงขาวนวล ลักษณะเช่นนี้ต้องระวัง เพราะอาจเป็นน้ำตาลมะพร้าวที่ผสมไฮโดรซัลไฟด์ซึ่งเป็นสารฟอกขาว และอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภคได้

2.2.6 มะม่วงหิมพานต์

มะม่วงหิมพานต์ เป็นพืชพื้นเมืองของบราซิล มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบป่าฝนอเมซอน พบครั้งแรกโดยนักสำรวจชาวโปรตุเกส ส่วนที่เรานำมารับประทานคือเนื้อในของเมล็ด โดยเมล็ดจะติดอยู่ที่ปลายผลซึ่งมีลักษณะคล้ายกับชมพู่ ซึ่งเม็ดมะม่วงหิมพานต์นั้นมีลักษณะเม็ดคล้ายกับนวมของนักมวย นิยมนำมารับประทานเปล่าๆ หรือนำไปปรุงกับอาหารคาวหวานต่างๆ เนื่องจาก เม็ดมะม่วงหิมพานต์ มีรสชาติหวานมันกว่าถั่วชนิดอื่น อีกทั้งคุณค่าทางโภชนาการก็ยังสูงอีกด้วย เหมาะสำหรับรับประทานเพื่อบำรุงสุขภาพ คุณค่าทางโภชนาการของเม็ดมะม่วงหิมพานต์แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ต่อปริมาณ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	**ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม ส่วนที่กินได้)**
พลังงาน	553 แคลอรี่
น้ำ	5.2 กรัม
โปรตีน	18.22 กรัม
ไขมัน	43.85 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	30.19 กรัม
ไฟเบอร์	33 กรัม
น้ำตาล	5.91 กรัม
แคลเซียม	37 มิลลิกรัม
ธาตุเหล็ก	6.68 มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	292 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	593 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	660 มิลลิกรัม
โซเดียม	12 มิลลิกรัม
สังกะสี	5.78 มิลลิกรัม
วิตามินซี	0.5 มิลลิกรัม
กรดไขมันอิ่มตัว	7.783 กรัม
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว	23.797 กรัม

ที่มา: เม็ดมะม่วงหิมพานต์. (ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.3 การเปลี่ยนแปลงของแป้ง (Starch)

2.3.1 การเกิดเจลาติไนเซชั่น (gelatinization)

ปรากฏการณ์ของน้ำแป้งเมื่อได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเมล็ดแป้ง (starch granule) เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ ของอะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัว และรวมกับน้ำที่ล้อมรอบส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ เมล็ดแป้งพองตัว และความหนืดของน้ำแป้งเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อุณหภูมิที่สตาร์ชเริ่มเกิดการเจลาติไนซ์เรียกว่า gelatinization temperature หรือ pasting temperature อยู่ในช่วง อุณหภูมิประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ช่วงนี้เม็ดแป้งยังคงมีสภาพอยู่ได้โดยไม่แตกออก เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นเม็ดแป้งจะพองตัวเพิ่มขึ้นและมีความหนืดสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เกิดลักษณะของน้ำแป้งข้น (Starch paste) ความหนืดจะเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งถึงจุดที่เม็ดแป้งเกิดการพองตัวสูงสุด และให้ความหนืดสูงสุด (maximum viscosity) จากนั้นเม็ดแป้งจะแตกถึงจุดสูงสุด ซึ่งไม่สามารถคืนสภาพได้ หรือมีการกวนอย่างรุนแรงจนเมล็ดแป้งแตกออก การเกิดเจลาติไนซ์ เป็นการสุกของสตาร์ช ซึ่งเกิดจากการให้ความร้อนแก่อาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบ เกิดในการให้อาหารสุก (cooking) ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การนึ่ง การทอด การอบ การทำให้สุกด้วย เอกซ์ทรูเดอร์ และไมโครเวฟ เป็นต้น

2.3.2 การเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation)

การคืนตัวของสตาร์ช (starch) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อนำสตาร์ช ที่ผ่านการเจลาติไนซ์ (gelatinization) มาแล้ว ปล่อยให้เย็นตัวลง โมเลกุลของอะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ซึ่งเคยรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นเจล จะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันของโมเลกุลน้ำตาลกลูโคสในสายจะมาเชื่อมต่อกันเองใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจน และขับน้ำที่เคยจับอยู่ออกจากโมเลกุล เรียกว่า syneresis ทำให้เกิดเป็นผลึกใหม่ ตัวอย่างของการการเกิดรีโทรเกรเดชันในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น อาหารพวกแป้งที่ผ่านการทำให้สุก (cooking) ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น หุงต้ม นึ่ง (steaming) อบ (baking) ได้แก่ ข้าวสวย ก๋วยเตี๋ยว ขนมปัง หลังจากสุก เมื่อปล่อยตั้งทิ้งไว้ จะเกิดรีโทรเกรเดชันขึ้นช้าๆ และเพิ่มมากขึ้น เมื่อเวลานานขึ้นจะเกิดเป็นผลึกแข็ง ทำให้อาหารมีลักษณะแห้งแข็งขึ้น

2.3.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชัน

- สัดส่วนของอะไมโลส และอะไมโลเพกทินในสตาร์ช เนื่องจากโมเลกุลของอะไมโลส (amylose) ซึ่งเป็นเส้นตรง มีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชันได้มากกว่าโมเลกุลของอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ซึ่งโครงสร้างโมเลกุลมีลักษณะเป็นกิ่งก้านสาขา เกะกะ ขัดขวางการเคลื่อนที่กลับมารวมกันใหม่ของโมเลกุลน้ำตาลกลูโคส

- อุณหภูมิ การเก็บรักษาสตาร์ช ที่ทำให้เกิดเจลาติไนเซชั่น (gelatinization) แล้วที่อุณหภูมิต่ำ เช่น เก็บรักษาแบบแช่เย็น (cold storage) หรือแช่เยือกแข็ง (freezing) จะเร่งทำให้เกิดรีโทรเกรเดชันได้เร็วขึ้น

- สภาวะ และส่วนผสมได้แก่ อุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนซ์ ปริมาณน้ำที่ใช้ และส่วนผสมอื่น เช่น ไขมัน โปรตีน เกลือ น้ำตาล กรด และวัตถุเจือปนอาหาร สตาร์ชดัดแปร

(modified starch) โมเลกุลของสตาร์ชธรรมชาติ (native starch) อาจถูกดัดแปร เพื่อลดการเกิดรีโทรเกรเดชัน เพื่อให้ได้สตาร์ชที่มีสมบัติเหมาะสมกับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น อาหารแช่เย็น อาหารแช่เยือกแข็ง (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2553)

2.4 การให้ความร้อน

2.4.1 การอบแห้ง

กระบวนการลดความชื้น ซึ่งส่วนใหญ่ใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่ชื้นเพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย โดยของเหลวที่อยู่ภายในวัสดุจะเคลื่อนที่ออกมายังผิวโดย (Capillary flow) ซึ่งเป็นผลมาจากแรงตึงผิว (surface force) ส่วนไอน้ำในวัสดุจะเคลื่อนที่เนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นความชื้น (vapor diffusion) และความดันไอ (partial- pressure of-vapor) ที่แตกต่างกันระหว่างไอน้ำในวัสดุกับอากาศร้อนในช่วงแรกของการอบแห้งเป็นช่วงการอบแห้งคงที่ การถ่ายเทความร้อน และมวลระหว่างวัสดุกับอากาศจะเกิดขึ้นรอบๆผิววัสดุเท่านั้น ความร้อนจากอากาศจะถ่ายเทไปยังผิววัสดุโดยการนำความร้อนผ่านชั้นฟิล์มของก๊าซ วัสดุจะแพร่ความชื้นจากผิวชั้นฟิล์มของก๊าซไปยังอากาศร้อน และเมื่อผิวของวัสดุมีปริมาณน้ำลดลงมากการถ่ายเทความร้อน และการถ่ายเทมวลสารจะเกิดขึ้นภายในวัสดุด้วย โดยน้ำภายในวัสดุจะเคลื่อนที่มายังผิววัสดุในรูปแบบของเหลวหรือไอน้ำ แล้วระเหยเมื่อได้รับความร้อนจากอากาศร้อน การเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในวัสดุมายังผิวจะช้ากว่าการพาความชื้นจากผิวไปยังอากาศ ทำให้อัตราการอบแห้งลดลง ที่อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศคงที่ ความชื้นของวัสดุจะลดต่ำลงถึงจุดหนึ่งซึ่งไม่เปลี่ยนแปลง ที่จุดนั้นความดันไอของน้ำในวัสดุจะมีค่าเท่ากับความดันไอของอากาศที่อยู่รอบๆ ทำให้น้ำไม่สามารถระเหยออกจากวัสดุได้ เรียกความชื้นขณะนั้นได้ว่า ความชื้นสมดุล (มุกรินทร์, 2552)

2.4.2 การทอด

การทอดอาหาร ไขมันหรือน้ำมันจะเป็นตัวนำความร้อนทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดกับภาชนะขณะทอด ทำให้อาหารมีสี และเพิ่มรสชาติให้กับอาหาร การทอดอาหารโดยใช้น้ำมันท่วม (Deep fat frying) เป็นวิธีการทอดที่ทำให้อารหารทั้งชิ้นจมอยู่ในน้ำมันขณะที่ทอด เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากในการที่จะใช้ผลิตอาหารให้มีความกรอบพอง และมีรสชาติที่อร่อย แต่หากใช้ความร้อนที่สูงมากหรือใช้น้ำมันทอดอาหารซ้ำกันหลายๆครั้ง วิตามินอีจะถูกทำลายจนหมด ทำให้กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย โดยเฉพาะการทอดอาหารที่มีความชื้นสูง อาหารที่ใช้อุณหภูมิสูงจะสามารถลดระยะเวลาในการทอดให้น้อยลง แต่การใช้อุณหภมิสูงในการทอดจะเร่งให้น้ำมันเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น โดยจะทำให้น้ำมันเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระมีความหนืดเพิ่มขึ้น น้ำมันมีกลิ่น และสีที่เปลี่ยนไปทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำมันบ่อยๆซึ่งเป็นการสิ้นเปลือง นอกจากนี้น้ำมันยังสลายตัวได้เป็นอะครีลีน (acrelein) ที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดควันสีน้ำเงินขึ้นบริเวณผิวหน้าน้ำมันขณะทอดทำให้เกิดสภาวะต่อบรรยากาศ อุณหภูมิที่ใช้ยังผันแปรตามชนิดของอาหารด้วย น้ำมันที่เคยทอดอาหารมาแล้ว 2-3 ครั้ง หรือผ่านความร้อนสูงๆมาแล้ว หากเหลือใช้ควรทิ้งไม่ควรนำกลับมาใช้ทอดอาหารซ้ำแล้วซ้ำอีกเพราะจะก่อให้เกิดการก่อมะเร็งปนอยู่ในอาหารที่ทอดซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้ (นิธิยา, 2542)

2.4.3 การคั่ว

กระบวนการใช้ความร้อนกับอาหารแห้ง โดยไม่ใช้น้ำหรือน้ำมันเป็นตัวกลาง การคั่วไม่เหมือนการใช้ความร้อนแบบแห้งวิธีอื่นคือ การคั่วจะกระทำกับอาหารอย่างเช่นถั่วเปลือกแข็งหรือเมล็ดพืช เช่น ถั่วลิสง งา ข้าว กาแฟ ซึ่งไม่มีไขมันหรือความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ อาหารจะถูกคนไปเรื่อยๆ ในระหว่างที่คั่วเพื่อให้ความร้อนกระจายอย่างทั่วถึง

2.5 ซองลามิเนต

ซองลามิเนตคือ ถุงพลาสติกที่มีฟิล์มพลาสติกหลายชั้นจำพวก Polyester.(PET), Metalized polyester (M-PET), Polyamide (Nylon), Cast polypropylene (CPP), Metalized cast polypropylene (M-CPP), Bi-Oriented polypropylene (BOPP), กระดาษหรือแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์ โดยพิมพ์ลวดลายด้านหลัง (Reverse print) ของฟิล์ม แล้วประกบเข้ากับพลาสติกอีกชั้นหนึ่งกับ CPP, Polyethylene (HDPE, LLDPE, LDPE) ซึ่งยึดระหว่างชั้นฟิล์มด้วยความร้อน หรือกาว (Adhesive) อย่างไรก็ตามจำนวนชั้นฟิล์มมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับตามความต้องการว่าใช้สำหรับสินค้าประเภทอะไร และสินค้าประเภทดังกล่าวต้องการคุณสมบัติด้านใดบ้าง เมื่อทราบความต้องการดังกล่าวแล้ว จึงจะสามารถเลือกประเภทของฟิล์มให้เหมาะสม และมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการเพื่อทำการลามิเนตต่อไป (ชาลินี และธิติ. ม.ป.ป. : ออนไลน์)

2.5.1 ชนิดฟิล์มที่ใช้งาน และคุณสมบัติของฟิล์มชนิดต่างๆ

ได้แก่ LLDPE, PET, OPP, CPP, ONYLON, AULMINEAM เป็นต้น

ตัวอย่างประเภทของฟิล์มและวัสดุที่นิยมนำมาผลิตฟิล์มลามิเนตสำหรับบรรจุภัณฑ์มีดังนี้

2.5.1.1 ฟิล์ม Polyethylene (PE)

ใช้ฟิล์ม LLDPE และฟิล์ม LDPE ในชั้นในสุด ซึ่งเป็นชั้นปิดผนึกหรือเป็นชั้นที่สามารถสัมผัสกับอาหาร โดยปิดผนึกด้วยความร้อน (Heat.sealing) ฟิล์ม PE มีคุณสมบัติยืดหยุ่น นิ่ม และยังสามารถต้านทานต่อความชื้น หรือสารเคมีบางประเภท ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น ถุงน้ำตาล ถุงข้าวสาร ถุงบรรจุเม็ดพลาสติก เป็นต้น

2.5.1.2 ฟิล์ม Polypropylene (PP)

ใช้ฟิล์ม CPP และฟิล์ม BOPP ซึ่งมีคุณสมบัติเด่น ด้านใส เงา เหนียว ทนต่อแรงดึง และยังสามารถต้านทานต่อความชื้นได้ดี โดยส่วนใหญ่ ฟิล์ม CPP และ BOPP ทำหน้าที่เป็นชั้นสำหรับการพิมพ์ลวดลายด้านหลัง ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น ฟิล์มหุ้มซองบุหรี่

2.5.1.3 ฟิล์ม Polyester (PET)

BOPET (Biaxial oriented polyethylene terephthalate)

ซึ่งมีคุณสมบัติเด่น ด้านใส เงา เรียบ ต้านทานต่อการฉีกขาดหรือการกระแทกทรงรูปได้ดี และสามารถทนต่อความร้อนสูงจึงสามารถใช้ได้กับไมโครเวฟ นอกจากนี้ยังสามารถต้านทานต่อความชื้น สารเคมีหรือตัวทำละลายต่างๆ รวมถึงสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซต่าง ๆ ได้ดี อีกทั้งยังมีคุณสมบัติในการถนอมและรักษาสินค้า หรืออาหารที่บรรจุอยู่ภายใน ดังนั้น

จึงรักษาความกรอบของขนมขบเคี้ยวได้ดีกว่าฟิล์ม BOPP ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น บรรจุภัณฑ์ถุงอาหาร ขนมขบเคี้ยว ซองกาแฟ ถุงบรรจุผงซักฟอก เป็นต้น

2.5.1.4 ฟิล์ม Polyamide, PA (Nylon)

ใช้ฟิล์ม BOPA (Biaxial Oriented Polyamide Film) ซึ่งมีคุณสมบัติต่อต้านการรั่วซึม ทนต่อความร้อน-เย็น มีความเหนียวสูง สามารถนำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์สุญญากาศสำหรับบรรจุอาหาร ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น บรรจุภัณฑ์สุญญากาศอาหารแช่แข็ง บรรจุภัณฑ์สุญญากาศถุงข้าวสาร เป็นต้น

2.5.1.5 ฟิล์ม Metalized

ใช้ฟิล์ม M-BOPA (Metalized Nylon Film), M-CPP (Metalized - Cast Polypropylene Film), M-PET (Metalized Polyester Film) เป็นต้น มาผ่านกระบวนการเคลือบด้วยไอของโลหะอลูมิเนียม (Aluminum) ทำให้ซองบรรจุภัณฑ์มีสีสันแวววาว สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและความชื้นได้ดี สามารถยืดอายุของสินค้าภายในได้ดีกว่าแผ่นฟิล์มทั่วไป ดังนั้นฟิล์ม Metalized จึงเหมาะกับงานด้านบรรจุภัณฑ์ เช่น ถุงอาหารขนมขบเคี้ยว, ซองกาแฟ 3 in 1 เป็นต้น

2.5.1.6 แผ่นอะลูมิเนียมฟอยด์ (Aluminum foil)

เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ดีที่สุดเมื่อเทียบฟิล์มพลาสติกชนิดอื่น แต่ก็มีราคาแพงที่สุดเช่นกัน ผิวของอะลูมิเนียมฟอยด์มีความเงาสวยงามเช่นเดียวกับฟิล์ม Metalized โดยอะลูมิเนียมฟอยด์มีคุณสมบัติ ป้องกันการซึมผ่านได้ทั้งก๊าซ น้ำ กลิ่น น้ำมัน และแสงได้อย่างดีเยี่ยม สามารถปกป้อง ถนอมผลิตภัณฑ์ หรือสินค้าที่บรรจุอยู่ภายในได้ยาวนานกว่าฟิล์มชนิดอื่น สามารถใช้ได้ทั้งบรรจุภัณฑ์อาหาร, ยา ฯลฯ ทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว อีกทั้งสามารถเคลือบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติในการกัดกร่อนสูงได้อีกด้วย

โดยสรุปแล้วซองลามิเนตมีคุณสมบัติที่ดี ดังนี้

1) มีความสดใส เงางาม สะดุดตา
2) มีความเหนียว มีความต้านทานต่อแรงกระแทก และการฉีกขาด
3) ไม่มีกลิ่น
4) สามารถกันความชื้น ไขมัน และแสงได้
5) สามารถป้องกันไม่ให้อากาศเข้าได้
6) สามารถยืดอายุการเก็บของสินค้าที่อยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ได้

2.5.2 ชนิดของซองลามิเนต

2.5.2.1 ซองลามิเนต ONYLON (OPA) / LLDPE

(Oriented/Nylon/Linear Low density Polyethylene)

เป็นซองลามิเนตที่ประกอบด้วย ฟิล์ม ONYLON ซึ่งมีคุณสมบัติในการกันการซึมของอากาศได้ดีมากทนต่อการเจาะทะลุได้ดี มีความใส วาว นุ่มทนความร้อน เย็นได้ดี ลามิเนตเก็บฟิล์ม LLDPE ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง ทนเคมีกรดด่างได้ดี ซิลติดได้ง่าย ป้องกันความชื้นได้ดี จึงเหมาะสำหรับทำซองบรรจุอาหารที่ต้องการการซึมผ่านของอากาศ เช่น ซองบรรจุไส้กรอก บรรจุข้าวแบบสุญญากาศ ยีสต์ ผักดอง หมูยอ ฯลฯ

2.5.2.2 ซองลามิเนต OPET/LLDPE

(Oriented polyester/Linear Low density Polyethylene)

เป็นซองที่ประกอบด้วยฟิล์ม OPET หรือเรียกย่อว่า PET ซึ่งมีคุณสมบัติในการกันอากาศและความชื้นได้ดี มีความใสวาว ทนต่ออุณหภูมิได้ทั้งสูง ต่ำ ลามิเนตกับฟิล์ม LLDPE ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง และซิลง่าย เหมาะสำหรับบรรจุสินค้า ข้าวสาร ซองกุนเชียง ฯลฯ

2.5.2.3 ซองลามิเนตOPP/LLDPE

(Oriented polypropylene/Linear Low density Polyethylene)

เป็นซองที่ประกอบด้วยฟิล์ม OPP ซึ่งมีความใส วาว ทนอุณหภูมิสูงได้พอสมควร แต่ทนอุณหภูมิต่ำได้ไม่ดี กันความชื้นและอากาศได้พอสมควร แต่ผิวฟิล์มค่อนข้างกรอบ ลามิเนตกับฟิล์ม LLDPE หรือ CPP เหมาะสำหรับบรรจุ อาหารแห้ง ขนมขบเคี้ยว ฯลฯ อนึ่งในกรณีลามิเนตด้วย CPP ซองจะใสกว่าลามิเนตด้วยฟิล์ม LLDPE

2.5.2.4 ซองลามิเนต CPP/LLDPE

(Cast polypropylene/Linear Low density Polyethylene)

ด้วยคุณสมบัติความใส แต่ยังคงมีความยืดหยุ่นพอสมควรนำมาใช้แทน OPP, OPET, NYLON ในการพิมพ์ และนำมาลามิเนตกับฟิล์ม LLDPE ทำให้ได้ซองลามิเนตทีมีความใส วาว พอสมควรแต่ทนต่อการฉีกขาดได้ดีกว่าการใช้กลุ่ม Oriented ฟิล์ม จึงมีการนำมาประยุกต์ใช้กับถุงบรรจุข้าวสารที่ต้องการลามิเนตเพื่อความสวยงาม และมีความแข็งแรงพอสมควร

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิศา และสุภาพร (2538) ทำการศึกษาคุณสมบัติของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเพื่อใช้ในการผลิตขนมขบเคี้ยวจากเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่ พบว่าอุณหภูมิแป้งสุก หมายถึง อุณหภูมิซึ่งเม็ดแป้ง (starch granule) เริ่มพองในน้ำร้อน ข้าวเจ้าและข้าวเหนียวมีอุณหภูมิแป้งสุก 55-79 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิเจลาติไนซ์เซชันสามารถแบ่งได้เป็นช่วงต่ำ คือ 69.5 องศาเซลเซียส หรือ ต่ำกว่าช่วงปานกลาง 70-74 องศาเซลเซียส และสูงคือมากกว่า 74 องศาเซลเซียส สามารถวัดได้จาก ระดับการแตกตัวของเมล็ดข้าว 6 เมล็ดใน 1.7 % KOH 10 มิลลิลิตร นาน 23 ชั่วโมง ที่ 30 องศาเซลเซียส โดยให้คะแนนเป็น 1-7 ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูงจะใช้เวลาหุงต้มนานกว่าข้าวที่มีเมล็ดยาว และข้าว ที่มีอุณหภูมิแป้งสุกปานกลาง จากค่าการสลายตัวในด่างแสดงให้เห็นว่าข้าวที่ไม่มีกลิ่นหอมมีอุณหภูมิแป้งสุกปานกลาง ข้าวหอมและข้าวเหนียวมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ

รุ่งนภา (2543) ทำการศึกษาการวิเคราะห์กระบวนการเจลาติไนซ์และรีโทรเกรเดชันที่มีผลต่อการพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าว พบว่า ระยะเวลาและอุณหภูมิในการแช่ข้าวที่ใช้อุณหภูมิ 15 และ 30 องศาเซลเซียส หลังการแช่ข้าวในน้ำนาน 3-7 ชั่วโมง แม้ปริมาณการดูดซึมน้ำอยู่ในช่วง 33%-35% ก็ตาม แต่พบว่าตัวอย่างข้าวที่สุ่มขึ้นมาหลังจากการแช่ข้าว หลังชั่วโมงที่ 10 (ประมาณ 16 ชั่วโมง) เป็นต้นไป ณ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่ามีกลิ่นหมักเกิดขึ้นในขณะที่การแช่ข้าว ณ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จะให้การดูดซับน้ำที่สูงกว่าการแช่ที่อุณหภูมิ 15 และ 30 องศาเซลเซียส โดยที่ระยะเวลาที่ใช้แช่ข้าวตั้งแต่ชั่วโมงที่ 7 เป็นต้นไป จะเกิดกลิ่นหมักขึ้น ถึงแม้

จะมีอัตราการดูดซึมน้ำที่สูงก็ตาม การแช่ข้าวเป็นเวลา 23 ชั่วโมง ให้ข้าวที่มีลักษณะที่เละ แตกหักง่าย และมีกลิ่นหมักรุนแรง

Gregorio (2002) ทำการศึกษาสารสำคัญในเมล็ดข้าวเหนียวดำ โดยมีสารสำคัญชื่อแกมมา โอไรซานอล (Gamma oryzanol) ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Antioxidant) สามารถลดคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ (Cholesterol triglyceride) และเพิ่มระดับของไขมันที่มีความหนาแน่นสูง (High density lipoprotein) ในเลือด มีผลต่อการทำงานของต่อมใต้สมอง ยับยั้งการหลั่งกรดในกระเพาะอาหารและการรวมตัวของเกล็ดเลือดลดน้ำตาลในเลือด และเพิ่มระดับของฮอร์โมนอินซูลิน ของคนเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ชะลอการเสื่อมของเซลล์ร่างกาย โดยเฉพาะแอนโทไซยานินชนิดที่พบในข้าวสีม่วงกลุ่มอินดิก้า ซึ่งรวมถึงข้าวก่ำไทย คือ Cyanindin 3-Glucoside มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งปอด สารสกัดในข้าวเหนียวดำ ยังมีคุณสมบัติช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง สร้าง “วิลไล” ในผนังลำไส้เล็กซึ่งเป็นส่วนที่ยื่นออกมาเพื่อดูดซึมสารอาหาร ทำให้ร่างกายสามารถดูดซับสารอาหารได้มากขึ้น ส่งผลให้ร่างกายเจริญเติบโตและแข็งแรงยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังพบสารประกอบอื่นๆ ในเมล็ดข้าวเหนียวดำที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีเข้ม ได้แก่ โปรตีน ซึ่งในข้าวกล้องมีปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนที่สำคัญ คือ ไลซีน (Lysine) สูงกว่าข้าวสาร ธาตุเหล็ก ในเมล็ดข้าวโดยทั่วไปแล้วมีแนวโน้มว่าพันธุ์ข้าวที่มีกลิ่นหอมและมีสี (แดง และดำ) จะมีปริมาณธาตุเหล็กสูงกว่าพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง แต่ไม่มีกลิ่นหอมและไม่มีสี

Labuza and Kreisman (2004) รายงานว่าขนมอบพองเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษานานเพราะมีไขมันต่ำ จึงไม่พบปัญหาการเสียเนื่องจากกลิ่นหืน ต่างจากขนมขบเคี้ยวที่ทอดด้วยน้ำมันที่มักพบปัญหาการเกิดกลิ่นหืน การใช้ภาชนะบรรจุที่ป้องกันการผ่านเขาออกของความชื้นได้ จะช่วยให้ขนมมีอายุการเก็บรักษานาน 4 - 6 สัปดาห์ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส และยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานมากกว่า 6 เดือน เมื่อเก็บในภาชนะบรรจุที่เป็น laminated และภายในบรรจุด้วยก๊าซไนโตรเจน นอกจากนี้ยังไม่พบการเสียเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ เพราะขนมขบเคี้ยวมีค่า a_w ที่ต่ำไม่เหมาะกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

Matz (1970) ศึกษาการพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ เพราะเป็นปัจจัยคุณภาพอย่างหนึ่งของการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค กระบวนการทำให้อาหารพองนั้นสามารถที่จะแบ่งได้กว้างๆ คือ กรรมวิธีการทำให้พองในสภาวะความดันบรรยากาศปกติ (Atmospheric pressure process) และอีกกรรมวิธีหนึ่งคือ การให้ความดันแก่อาหารแล้วลดความดันลงทันทีทันใด กุญแจสำคัญที่จะทำให้อาหารเกิดการพองตัวได้มากหรือน้อยนั้น คือ ความเร็วของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความดัน การใช้ทรายร้อนคั่วให้พองทำได้รวดเร็วแต่ว่ามักพบปัญหาการปนเปื้อนของทราย ส่วนการใช้วิธี Gun puffing นั้นในกระบวนการต้องใช้แรงดันสูงมากและลดความดันลงทันทีทันใดจะเกิดการขยายตัวของไอน้ำอย่างรวดเร็ว อีกทั้งไปดันโครงสร้างของเมล็ดให้ขยายตัวออกและน้ำระเหยออกไปทันทีทันใดทำให้โครงสร้างของเมล็ดแห้งแข็งตัวเกิดเป็นรูพรุนเล็กๆ (Porous structure) มากมายเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 วัตถุดิบ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ข้าวเหนียว พันธุ์สันป่าตอง	สถานที่ซื้อตลาดเทเวศร์
3.1.1.2 ข้าวเหนียวดำ	ตราไร่ทิพย์
3.1.1.3 แบะแซ	ตราปลาแฟนซีคาร์พ
3.1.1.4 น้ำผึ้ง	ตราสวนจิตรลดา
3.1.1.5 น้ำตาลปี๊บ	สถานที่ซื้อตลาดเทเวศร์
3.1.1.6 เม็ดมะม่วงหิมพานต์	สถานที่ซื้อตลาดเทเวศร์
3.1.1.7 น้ำดื่มสะอาด (ทั่วไป)	

3.1.2 อุปกรณ์สำหรับการทดลอง

3.1.2.1 เครื่องอบแห้งแบบตู้อบลมร้อน BINDER รุ่น FED 720
3.1.2.2 เครื่องชั่งดิจิตอล 1 ตำแหน่ง รุ่น GH series
3.1.2.3 ตู้เย็น
3.1.2.4 ตะแกรงร่อน แบบหยาบ
3.1.2.5 เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ
3.1.2.6 เตาแก๊ส
3.1.2.7 อ่างสแตนเลส
3.1.2.8 ถาดอลูมิเนียมขนาด 16x25 นิ้ว
3.1.2.9 กระชอน
3.1.2.10 ลังถึง
3.1.2.11 กระทะ
3.1.2.12 ผ้าขาวบาง
3.1.2.13 ตะหลิว
3.1.2.14 มีด
3.1.2.15 เทอร์โมมิเตอร์
3.1.2.16 นาฬิกาจับเวลา
3.1.2.17 แม่พิมพ์ทรงสี่เหลี่ยมกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร

3.1.3 เครื่องมือการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

3.1.3.1 เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CM-3500d

3.1.3.2 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ยี่ห้อ AQUALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.1.3.3 เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด Moisture Determination รุ่น FD-620

3.1.3.4 เครื่องวัดลักษณะทางเนื้อสัมผัส (Texture Analysis) TA - xT2i

3.1.4 เครื่องมือวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

3.1.4.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ BINDER รุ่น FED

3.1.4.2 เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่งยี่ห้อ OHAUS รุ่น V11P3

3.1.4.3 เตาเผา ยี่ห้อ CARBOLITE รุ่น cwf11/13

3.1.4.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

1) ชุดย่อย BUCHI Digestion Unit K-435

2) ชุดดูดจับไอกรด BUCHI Scrubber B-414

3) ชุดกลั่น BUCHI Distillation B-324

4) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน FossSoxtec 205

3.1.4.5 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย Foss Fibertec 1020 และFoss Cold Extraction Unit 1021

3.1.4.6 ตู้ดูดควัน Fume cupboard MODEL 252 S/N25366 TRAND international. Co, Ltd

3.1.4.7 Desiccators

3.1.4.8 อื่นๆ ได้แก่ แคนพร้อมฝาปิดสำหรับหาปริมาณความชื้น ถ้วยกระเบื้อง ช้อนตักสารเคมี และครูซิเบิลแก้ว สำหรับวิเคราะห์เส้นใย

3.1.5 เครื่องมือวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

3.1.5.1 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (hot air Over) Binder รุ่น FD 115

3.1.5.2 หม้ออัดความดัน (Autoclave) sanyo รุ่น lado Autoclave

3.1.5.3 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Forec รุ่น A2

3.1.5.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ (PDA) สำหรับวิเคราะห์เชื้อรา และยีสต์

3.1.5.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ (PCA) สำหรับวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด

3.1.5.6 จานเพาะเชื้อที่ปลอดภัย

3.1.5.7 ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร

3.1.5.8 หลอดทดลอง

3.2 วิธีการดำเนินงาน

3.2.1 ศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

ศึกษาการทำผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นจากข้าวเหนียวแบบไม่ทอด โดยใช้วิธีการทำข้าวกล้องพองโดยไม่ต้องใช้น้ำมันทอดของ ประเทือง และภัฒนษอรณ์ (2559) โดยศึกษาปริมาณข้าวเหนียวขาว: ข้าวเหนียวดำที่ระดับ 90%: 10%, 80%: 20% และ 70%: 30% ตามลำดับ ดังตารางที่ 3.1 และขึ้นรูปเป็นข้าวแต๋น โดยใช้สูตรน้ำเชื่อมดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ปริมาณข้าวเหนียวในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอด จำนวน 3 สูตร

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสมในแต่ละสูตร (%)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ข้าวเหนียวขาว	90	80	70
ข้าวเหนียวดำ	10	20	30

ตารางที่ 3.2 สูตรน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋น

ส่วนผสม	น้ำหนักส่วนผสม (ถ้วยตวง)	น้ำหนักส่วนผสม (กรัม)
น้ำตาลปี๊บ	1/2	214
น้ำผึ้ง	1/2	94
แบะแซ	1/4	90
น้ำเปล่า	1/2	125

***หมายเหตุ** ต่อข้าว 6 ถ้วย หรือ 468 กรัม

ที่มา: ประเทือง และภัฒนษอรณ์, 2559

3.2.1.1 ขั้นตอนการผลิตข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

แผนภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตข้าวกล้องพองโดยไม่ต้องใช้น้ำมันทอดแบบไม่ทอด
ที่มา: ประเทือง และภัฒนษอรณ์, 2559

เมื่อได้ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำตามสูตรในอัตราส่วน ตารางที่ 3.1 มาแล้ว นำไปทดสอบคุณสมบัติ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับวิเคราะห์กายภาพ และเคมี

3.2.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.1.2.1 วิเคราะห์คุณภาพสี

- นำตัวอย่างข้าวแต๋นแบบไม่ทอด ทั้ง 3 สูตร ที่ต้องการวัดไปปั่นตัวอย่างอาหารในเครื่องปั่นตัวอย่างอาหาร แล้ววัดสี จากเครื่องมือวัดสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d แสดงผลดังนี้ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a* (+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และ b* (+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง, - หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

3.2.1.2.2 เครื่องวัดลักษณะทางเนื้อสัมผัส (Texture Analysis) รุ่น TA -xT2i ใช้หัว HDP/3PB THREE POINT โดยวัดค่า Hardness

3.2.1.2.3 ตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

- นำตัวอย่างข้าวแต๋นแบบไม่ทอดวัดปริมาณน้ำอิสระ ด้วยเครื่องวัดค่า Water Activity รุ่น AQUALAB

3.2.1.2.4 ตรวจวิเคราะห์ค่าความชื้น

- นำตัวอย่างข้าวแต๋นแบบไม่ทอดวัดความชื้นแบบอินฟาเรด Moisture Determination รุ่น FD-620 ทั้ง 3 สูตร

3.2.1.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำข้าวแต๋นแบบไม่ทอดทั้ง 3 สูตรมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยใช้ อาจารย์ นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และสาขาอาหารและโภชนาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (Randomized Complete Block Design - RCBD)

3.2.2 พัฒนาน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว

ศึกษากรรมวิธีการทำน้ำเชื่อมเพื่อขึ้นรูปข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว ซึ่งทำการทดลองสูตรเบื้องต้น และนำสูตรอัตราส่วนข้าวแต๋นที่เหมาะสมจาก ตารางที่ 3.1 ที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน มาขึ้นรูปโดยใช้น้ำเชื่อมที่ดัดแปลงจากสูตรเดิมในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ ในลักษณะที่แตกต่างกัน 3 สูตร ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 สูตรน้ำเชื่อมที่ใช้สำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ

ส่วนผสม	สูตร (กรัม)		
	1 (แบะแซ)	2 (แบะแซ+น้ำตาล)	3 (น้ำตาล)
น้ำตาลปี๊บ	10	10	10
น้ำผึ้ง	10	10	10
แบะแซ	10	10	-
น้ำเปล่า	10	10	10
น้ำตาล	-	10	10

***หมายเหตุ** 1สูตร ต่อข้าว 60 กรัม

เมื่อได้น้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำตามสูตรดัดแปลงทั้ง 3 สูตร ดังตารางที่ 3.3 แล้วนำไปทดสอบคุณสมบัติ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับวิเคราะห์กายภาพ และเคมี

3.2.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.2.2.1 วิเคราะห์คุณภาพสี

- นำตัวอย่างข้าวแต๋นแบบไม่ทอด ทั้ง 3 สูตร ที่ต้องการวัดไปปั่นตัวอย่างอาหารในเครื่องปั่นตัวอย่างอาหาร แล้ววัดสี จากเครื่องมือวัดสี

3.2.2.2.2 ตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

- นำตัวอย่างข้าวแต๋นแบบไม่ทอดวัดปริมาณน้ำอิสระ ด้วยเครื่องวัดค่า Water Activity รุ่น AQUALAB

3.2.2.2.3 ตรวจวิเคราะห์ค่าความชื้น

- นำตัวอย่างข้าวแต๋นแบบไม่ทอดวัดความชื้นแบบอินฟาเรด Moisture Determination รุ่น FD-620 ทั้ง 3 สูตร

3.2.2.2.4 เครื่องวัดลักษณะทางเนื้อสัมผัส (Texture Analysis) รุ่น TA -xT2i ใช้หัว HDP/3PB THREE POINT โดยวัดค่า Hardness

3.2.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำข้าวแต๋นที่ขึ้นรูปด้วยน้ำเชื่อมต่างกันทั้ง 3 สูตรมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยให้อาจารย์ นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และสาขาอาหารและโภชนาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (Randomized Complete Block Design - RCBD)

3.2.3 ศึกษาปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ

เมื่อได้สูตรของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำที่เหมาะสม และผ่านการยอมรับของผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คนแล้ว ทำการพัฒนาเติมเม็ดมะม่วงหิมพานต์คลุกลงไปในข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ ในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดในลักษณะผู้บริโภคทั่วไปยอมรับ นั้นคือ เม็ดมะม่วงหิมพานต์ ในอัตราส่วน 12.5%, 25%, และ 37.5% ของปริมาณข้าวแต๋น

เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ โดยเลือกสูตรและปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่เหมาะสมแล้ว นำไปทดสอบคุณสมบัติ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับวิเคราะห์กายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

3.2.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.2.3.1.1 วิเคราะห์คุณภาพสี

- นำตัวอย่างข้าวแต๋นแบบไม่ทอดทั้ง 3 สูตร ที่ต้องการวัดไปปั่นตัวอย่างอาหารในเครื่องปั่นตัวอย่างอาหาร แล้ววัดสี จากเครื่องมือวัดสี Spectrophotometer

3.2.3.1.2 ตรวจวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

- นำตัวอย่างข้าวแต๋นแบบไม่ทอดวัดปริมาณน้ำอิสระ ด้วยเครื่องวัดค่า Water Activity รุ่น AQUALAB

3.2.3.1.3 ตรวจวิเคราะห์ค่าความชื้น

- นำตัวอย่างข้าวแต๋นแบบไม่ทอดวัดความชื้นแบบอินฟาเรด Moisture Determination รุ่น FD-620

3.2.3.1.4 เครื่องวัดลักษณะทางเนื้อสัมผัส (Texture Analysis) รุ่น TA - xT2i ใช้หัว HDP/3PB THREE POINT โดยวัดค่า Hardness

3.2.3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.3.2.1 เครื่องมือวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate) ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้า

3.2.3.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ประเมินคุณภาพตามมาตรฐาน มผช.36/2554 (ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น) ได้แก่

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- ยีสต์ และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.2.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

ศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำจากผู้บริโภคโดยใช้แบบทดสอบแบบ consumer test กับกลุ่มผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ทั่วไป จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถาม เพื่อทดสอบพฤติกรรมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด และหาค่าคะแนนเฉลี่ย

3.3 สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

3.3.1 สถานที่ทำการทดลอง

สถานที่ดำเนินงานเชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติการ 521, 522, 621, 622

สถานที่ดำเนินงานเชิงทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3.2 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่ 1 มกราคม 2560 ถึง 9 เมษายน 2560

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ผลการทดลองศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวแต๋นที่มีอัตราส่วนข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ ต่างกัน 3 อัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.1 และผลการทดสอบทางกายภาพ และเคมี แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวแต๋นที่มีอัตราส่วนข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำต่างกัน 3 อัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำต่างกัน

คุณลักษณะ	อัตราส่วนข้าวเหนียวขาว : ข้าวเหนียวดำ (%)		
	70 : 30	80 : 20	90 : 10
ลักษณะปรากฏ	7.06±1.25^{a}	7.32±0.87^{a}	5.78±1.23^{b}
สี	6.78±1.15^{b}	7.54±1.26^{a}	5.66±1.52^{c}
กลิ่น	6.60±1.05^{a}	7.00±1.37^{a}	5.66±1.52^{b}
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.50±1.36^{a}	6.84±1.50^{a}	4.84±1.23^{b}
รสชาติ	6.64±1.06^{a}	7.28±1.16^{a}	5.48±1.36^{b}
ความชอบโดยรวม	6.90±1.02^{a}	7.44±1.03^{a}	5.40±1.20^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการศึกษาปริมาณของข้าวเหนียวดำที่เป็นส่วนผสมกับข้าวเหนียวขาว ในการผลิตข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว แล้วขึ้นรูป โดยใช้น้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋นผสมกับข้าวเหนียวดำในอัตราส่วนที่แตกต่างกันใน 3 ระดับ คือ 30%, 20% และ 10% ตามลำดับ นำข้าวแต๋นที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการใช้ปริมาณข้าวเหนียวดำมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบในปัจจัยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ของข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการใช้ข้าวเหนียวดำที่ระดับ 20% จะพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกับปริมาณข้าวเหนียวดำที่ 30% ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกันที่ด้านสีระหว่างข้าวเหนียวดำที่ระดับ 20% กับ 30% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากข้าวเหนียวดำที่ระดับ 20% ข้าวแต๋นมีสีของข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำที่มีความพอดี ส่วนปริมาณข้าวเหนียวดำที่ระดับ 30% ข้าวแต๋นมีสีของข้าวเหนียวดำมากเกินไป ส่วนข้าวเหนียวดำ

ที่ระดับ 10% มีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมน้อยกว่าระดับที่ 20% และระดับที่ 30% ตามลำดับ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำต่างกัน

คุณลักษณะ	**อัตราส่วนข้าวเหนียวขาว: ข้าวเหนียวดำ (%)**		
	90 : 10	**80 : 20**	**70 : 30**
ทางกายภาพ			
ค่าสี			
L* (ความสว่าง)	54.51±0.15^{a}	48.45±2.70^{b}	51.20±0.65^{b}
a* (สีแดง)	4.85±0.22^{a}	4.14±0.09^{b}	4.29±0.34^{b}
b* (สีเหลือง)	21.14±0.48^{a}	18.59±1.02^{b}	18.98±0.42^{b}
ปริมาณน้ำอิสระ ^{ns}	0.27±0.01	0.29±0.01	0.25±0.01
ค่าความแข็ง (Hardness) (N)	34.68±0.84^{b}	37.95±0.89^{a}	21.84±0.64^{c}
ทางเคมี			
ค่าความชื้น (%)	3.12±0.48^{a}	1.71±0.27^{b}	1.84±0.32^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบทางเคมีของข้าวแต๋นที่มีปริมาณข้าวเหนียวดำที่ต่างกัน พบว่าปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวดำที่ 30% กับ 20% มีค่า 1.84±0.32% และ 1.71±0.27 ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนข้าวเหนียวดำที่ 10% มีความชื้นสูงสุด 3.12±0.48% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ก็ไม่เกิน 6% ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.36/2554) กำหนดไว้

4.2 ผลการทดลองพัฒนาน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวแต๋นที่ขึ้นรูป โดยใช้น้ำเชื่อมที่ต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.3 และผลการทดสอบทางกายภาพ และเคมี แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวแต๋นที่ใช้น้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปต่างกัน

คุณลักษณะ	สูตรน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว		
	1 (แบะแซ)	2 (แบะแซ+น้ำตาล)	3 (น้ำตาล)
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.16±1.27	7.42±0.88	7.06±1.06
สี ^{ns}	7.22±0.95	7.28±0.97	7.16±1.04
กลิ่น ^{ns}	6.76±1.24	7.22±0.97	7.02±1.32
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.70±1.34^{ab}	7.22±1.35^{a}	7.12±0.90^{b}
รสชาติ	6.10±1.37^{c}	7.14±1.16^{a}	6.62±1.18^{b}
ความชอบโดยรวม ^{ns}	6.88±1.36	7.32±1.00	7.00±1.38

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 ศึกษาปริมาณของน้ำเชื่อมที่เป็นส่วนขึ้นรูปของข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว โดยใช้น้ำเชื่อมผสมกับข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำในอัตราส่วน 20% ในปริมาณที่แตกต่างกันใน 3 สูตร คือ สูตรที่ 1, สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 3.3) นำข้าวแต๋นที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการใช้ปริมาณน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋นมีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบในปัจจัยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการใช้น้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋นทั้ง 3 สูตรผสมกับข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ จะพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่จะแตกต่างกันที่ด้านเนื้อสัมผัส ระหว่างสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ส่วนสูตรที่ 1 ไม่แตกต่างกับ สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 เนื่องจากความหวานส่งผลต่อความกรอบหากมีน้ำเชื่อมมากจะทำให้ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดแข็งมากขึ้น ส่วนความแตกต่างทางด้านรสชาติ จะพบว่า สูตรที่ 1, สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋นมีส่วนผสมที่แตกต่างกัน จึงส่งผลต่อด้านรสชาติความหวานที่ต่างกันโดยตรง

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมี ของข้าวแต๋นที่ใช้น้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปต่างกัน

คุณลักษณะ	สูตรน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว		
	1 (แบะแซ)	2 (แบะแซ+น้ำตาล)	3 (น้ำตาล)
ทางกายภาพ			
ค่าสี			
L* (ความสว่าง)	54.26±1.40[b]	57.55±0.81[a]	52.98±0.56[b]
a* (สีแดง) [ns]	4.38±0.62	4.87±0.48	5.07±1.10
b* (สีเหลือง) [ns]	20.42±1.37	22.07±0.56	22.80±2.58
ปริมาณน้ำอิสระ [ns]	0.24±0.01	0.24±0.01	0.25±0.01
ค่าความแข็ง (Hardness) (N)	10.70±0.26[c]	44.88±1.67[a]	24.54±2.02[b]
ทางเคมี			
ค่าความชื้น (%)	3.35±0.08[a]	1.85±0.19[b]	1.19±0.21[c]

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋นแตกต่างกันใน 3 สูตร ซึ่งสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผลการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scales จากผู้ทดสอบ 50 คน คือ สูตรที่ 2 (แบะแซ+น้ำตาล) ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดในคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) เมื่อนำมาวัดค่าสีมีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 57.55±0.81, 4.87±0.48 และ 22.07±0.56 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความสว่าง L* สูงสุดต่างจากสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ($p \leq 0.05$) ข้าวแต๋นที่ได้มีสีเหลืองออกน้ำตาลเล็กน้อย ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.36/2554) และจากการวัดค่า Hardness (N) พบว่าการขึ้นรูปข้าวแต๋นที่ใช้น้ำเชื่อมสูตรที่ 2 มีค่าสูงสุด 44.88±1.67 N แสดงว่าน้ำเชื่อมสูตรที่ 2 มีผลต่อค่า Hardness (N) ซึ่งการที่ข้าวแต๋นที่มีทั้งน้ำตาล และแบะแซในน้ำเชื่อมทำให้ข้าวแต๋นมีความแข็งที่มากกว่าการใช้แบะแซ หรือน้ำตาลเพียงอย่างเดียว ส่วนปริมาณน้ำอิสระ จะพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คุณภาพทางเคมี พบว่าปริมาณความชื้นของน้ำเชื่อมทั้ง 3 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ก็ไม่เกิน 6% ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.36/2554) กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากตารางที่ 4.3 สูตรที่ 2 (แบะแซ+น้ำตาล) เป็นสูตรที่เหมาะสม

4.3 ผลการทดลองศึกษาปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสข้าวแต๋นที่มีปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวแต๋นที่มีปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ต่างกัน

คุณลักษณะ	อัตราส่วนของเม็ดมะม่วงหิมพานต์		
	สูตรที่ 1 (12.5%)	สูตรที่ 2 (25%)	สูตรที่ 3 (37.5%)
ลักษณะปรากฏ^{ns}	7.22±1.20	7.52±1.03	7.12±1.25
สี	6.94±1.20^{b}	7.46±1.09^{a}	7.10±1.16^{ab}
กลิ่น	7.04±1.05^{ab}	7.20±1.11^{a}	6.60±1.69^{b}
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.02±1.32^{a}	7.16±1.42^{a}	6.30±1.69^{b}
รสชาติ	7.36±1.08^{a}	7.28±1.07^{a}	6.54±1.61^{b}
ความชอบโดยรวม	7.26±1.03^{a}	7.44±1.09^{a}	6.58±1.62^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 ศึกษาปริมาณของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ในการผลิตข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว โดยการเสริมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ลงในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น ในปริมาณที่แตกต่างกันใน 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 (12.5%), สูตรที่ 2 (25%) และสูตรที่ 3 (37.5%) นำข้าวแต๋นที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าการใช้ปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ มีอิทธิพลต่อคะแนนความชอบในปัจจัยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมของข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ด้านลักษณะปรากฏทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่จะแตกต่างกันที่ด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการใช้ปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์สูตรที่ 2 (25%) จะพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมมีคะแนนสูงสุด เนื่องจากปริมาณของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ส่งผลต่อด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมต่างกันโดยตรง

ตารางที่ 4.6 คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวของที่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ต่างกัน

คุณลักษณะ	อัตราส่วนของเม็ดมะม่วงหิมพานต์		
	สูตรที่ 1 (12.5%)	**สูตรที่ 2 (25%)**	**สูตรที่ 3 (37.5%)**
ทางกายภาพ			
ค่าสี			
L* (ความสว่าง)	64.54±0.29[a]	61.18±0.19[b]	59.39±1.09[c]
a* (สีแดง) [ns]	4.34±0.58	4.12±0.38	4.76±0.16
b* (สีเหลือง)	19.99±0.84[a]	17.75±0.56[b]	19.65±0.41[a]
ปริมาณน้ำอิสระ[ns]	0.17±0.01	0.18±0.01	0.19±0.01
ค่าความแข็ง (Hardness) (N)	20.39.±0.74[c]	44.46±3.91[b]	75.28±0.74[a]
ทางเคมี			
ค่าความชื้น (%)	3.12±0.48[a]	1.71±0.27[b]	1.84±0.32[b]
ทางจุลินทรีย์			
จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	<10 (โดยประมาณ)	<10 (โดยประมาณ)	<10 (โดยประมาณ)
ยีสต์รา (cfu/g)	<10 (โดยประมาณ)	<10 (โดยประมาณ)	<10 (โดยประมาณ)

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 ปริมาณของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ผสมกับ ข้าวเหนียวในอัตราส่วนที่แตกต่างกันใน 3 ระดับ คือ สูตรที่ 1 (12.5%), สูตรที่ 2 (25%) และสูตรที่ 3 (37.5%) เมื่อพิจารณาร่วมกับการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scales จากผู้ทดสอบ 50 คน ซึ่งสูตรที่ 2 คืออัตราของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 25% (ตารางที่ 4.5) ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดในคุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม เมื่อนำมาวัดค่ามีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 61.18±0.19, 4.12±0.38 และ 17.75±0.56 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความสว่าง L* แตกต่างจากสูตรที่ 1 กับสูตรที่ 3 จะเห็นได้ว่าค่าความสว่าง L* แปรผกผันตามอัตราส่วนของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ กล่าวคือเมื่อเม็ดมะม่วงหิมพานต์เพิ่มขึ้นค่าความสว่าง (L*) ก็จะลดลง มีสีเหลืองออกน้ำตาลเล็กน้อย แต่ยังคงอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.36/2554) และจากการวัดค่า Hardness (N) พบว่าข้าวแต๋นสูตรที่ 2 มีค่า 44.46±3.91 N แสดงว่าเม็ดมะม่วงหิมพานต์ สูตรที่2 (25%) มีผลต่อค่า Hardness (N) ซึ่งข้าวแต๋นที่มีการเพิ่มปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ลงในข้าวแต๋น ทำให้ข้าวแต๋นมีความแข็งมากกว่าสูตรที่ 1 (12.5%) แต่น้อยกว่าสูตรที่ 3 (37.5%) แต่การเติมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณน้ำอิสระ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 ปริมาณของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ผสมกับ ข้าวเหนียวในอัตราส่วนที่แตกต่างกันใน 3 ระดับ คือ สูตรที่ 1 (12.5%), สูตรที่ 2 (25%) และสูตรที่ 3 (37.5%) จากการทดสอบพบว่าสูตรที่ 2 (25%) เป็นสูตรที่เหมาะสม ผลการทดสอบคุณภาพทางเคมี พบว่าปริมาณความชื้นของข้าวแต๋น สูตรที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วน สูตรที่ 2 กับสูตรที่ 3 ไม่แตกต่างกัน แต่ทั้ง 3 สูตรก็ไม่เกิน 6% ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.36/2554) กำหนดไว้

ส่วนการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และปริมาณยีสต์รา พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ มีน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อ ตัวอย่าง 1 กรัม เป็นจำนวนที่น้อยกว่ามาตรฐานกำหนด ที่ระบุว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนี และปริมาณยีสต์ราไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น, 2554) อรอนงค์ (2538) กล่าวว่าจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมเสียได้ ถ้าอาหารมีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.85 น้อยกว่า จัดอยู่ในประเภทไม่มีอันตรายเพราะไม่มีน้ำอิสระมากพอไปทำให้จุลินทรีย์ที่ก่อโรคเจริญเติบโตได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า 0.85 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบระหว่างข้าวแต๋นสูตรที่ไม่เสริมและเสริมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวที่ไม่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ และมีเม็ดมะม่วงหิมพานต์

คุณสมบัติทางเคมี (%)	**ปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ (%)**	
	0	**25**
ความชื้น	**5.16±0.06^a**	4.59 ±0.16^b
ไขมัน	0.44±0.35^b	**6.59±0.62^a**
คาร์โบไฮเดรต	78.21±0.61^b	**87.68±0.02^a**
เส้นใย^{ns}	0.49±0.04	0.81±0.12
โปรตีน	5.86±0.01^b	**8.09±0.01^a**
เถ้า	0.34±0.07^b	**0.72±0.05^a**

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำที่ไม่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ (0%) นำมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ (25 %) พบว่า ความชื้น ปริมาณไขมัน ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และปริมาณเถ้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าปริมาณเส้นใยในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่ไม่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ (0%) กับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ (25 %) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าว

เหนียวขาว และข้าวเหนียวดำที่ไม่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ (0%) จะมีค่าไขมันต่ำกว่าที่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ (25 %) เนื่องจากเม็ดมะม่วงหิมพานต์มีคุณค่าทางโภชนาการอยู่แล้ว ในด้านโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต (เม็ดมะม่วงหิมพานต์. ม.ป.ป. : ออนไลน์) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดเดิมมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นมากกว่าข้าวแต๋นที่ไม่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ทั้งนี้ข้าวแต๋นตลาดทั่วไปจะมีค่าไขมันประมาณ 19.60-33.08% (อรทัย, 2551) ซึ่งสูงกว่าข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ (25%) ที่มีค่าไขมันน้อยกว่าจึงเลือกนำมาเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด แม้ว่าเม็ดมะม่วงหิมพานต์จะมีไขมันสูง แต่ส่วนใหญ่เป็นไขมันที่ดี (จิตรกุล, 2558) จึงเลือกผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบมีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 25 % ในการผลิต เพื่อให้ผู้บริโภคได้คุณค่าทางโภชนาการที่เพิ่มขึ้น และรับประทานง่ายขึ้น

4.4 ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากผู้บริโภค

จากการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวแต๋นที่มีการใช้ข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำทำให้พองโดยไม่ใช้น้ำมันในการทอด ใช้แบบสอบถามกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน แบบสอบถามส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนนี้จะบอกถึง เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	(%)
1. เพศ	
- ชาย	25
- หญิง	75
2. อายุ	
- 15 – 24 ปี	54
- 25 – 34 ปี	22
- 35 – 54 ปี	16
- มากกว่า 55 ปี	8
3. ระดับการศึกษา	
- มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	14
- อนุปริญญา/ปวส.	10
- ปริญญาตรี	69
- สูงกว่าปริญญาตรี	7
4. อาชีพ	
- ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	12
- ครู/อาจารย์	8
- นักเรียน/นักศึกษา	50
- แม่บ้าน/พ่อบ้าน	13
- ธุรกิจส่วนตัว	10
- รับจ้าง/พนักงานบริษัท	7
5. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	
- น้อยกว่า 5,000 บาท	11
- 5,001 – 10,000 บาท	25
- 10,001 – 20,000 บาท	45
- 20,001 – 30,000 บาท	10
- มากกว่า 30,000บาท	9

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นผู้หญิงจำนวน 75 คน มีอายุระหว่าง 15 – 24 ปี 54% มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี 69% มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา 50% และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001 – 20,000 บาท 45%

ส่วนที่ 2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวแต๋น แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวแต๋น

ข้อมูล	(%)
6. ปกติท่านนิยมบริโภคข้าวแต๋นหรือไม่	
- ใช่	84
- ไม่ใช่	16
7. ท่านเคยรับประทานข้าวแต๋นกี่ครั้งต่อเดือน	
- น้อยกว่า 1 ครั้ง	34
- มากกว่า 1 ครั้ง	50
- ไม่เคยเลย	16
8. หากมีผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ ท่านสนใจหรือไม่	
- สนใจ	94
- ไม่สนใจ (จบแบบสอบถาม)	6
9. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่ไหนบ้าง ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ	
- ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า	53
- ร้านค้าตามตึกแถว	72
- ซุปเปอร์มาเก็ต	90
- ห้องอาหาร/ร้านอาหาร	84
- ร้านสะดวกซื้อ/ตลาดทั่วไป	60
- ร้านจำหน่ายของฝาก	91
10. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อข้าวแต๋นมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	
- รสชาติอร่อย	94
- มีราคาถูก	74
- หาซื้อได้ง่าย	64
- น่ารับประทาน	90
- ซื้อเป็นของฝาก	91

จากตารางที่ 4.9 ผู้บริโภคนิยมข้าวแต๋น 84% ผู้บริโภครับประทานข้าวแต๋น มากกว่า 1 ครั้งต่อเดือน 50% ผู้บริโภคมีความสนใจในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ 94% ผู้บริโภคซื้อข้าวแต๋นจากร้านจำหน่ายของฝาก 91% และเหตุผลที่เลือกซื้อข้าวแต๋นมาบริโภคเพราะรสชาติอร่อย 94%

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำโดยไม่ใช้น้ำมันในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

ข้อมูล	(%)
11. กรุณาใส่เครื่องหมาย (√) ลงในช่องระดับความพึงพอใจของท่านในแต่ละด้าน ที่มีต่อตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำที่ท่านได้รับประทาน	
11.1 ขนาด – รูปร่าง	
- มากที่สุด	16
- มาก	58
- ปานกลาง	20
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0
11.2 สี	
- มากที่สุด	26
- มาก	53
- ปานกลาง	15
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0
11.3 กลิ่น	
- มากที่สุด	17
- มาก	44
- ปานกลาง	30
- น้อย	3
- น้อยที่สุด	0
11.4 รสชาติ	
- มากที่สุด	19
- มาก	63
- ปานกลาง	12
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0
11.5 เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	
- มากที่สุด	29
- มาก	54
- ปานกลาง	7
- น้อย	4
- น้อยที่สุด	0

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ข้อมูล	(%)
11.6 ความชอบโดยรวม	
- มากที่สุด	24
- มาก	61
- ปานกลาง	9
- น้อย	0
- น้อยที่สุด	0
12. ท่านยอมรับในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด	
- ยอมรับ	91
- ไม่ยอมรับ	3
13. หากมีข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำวางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่	
- ซื้อ	84
- ไม่ซื้อ	2
- ไม่แน่ใจ	8
14. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ บรรจุใส่พอลิเอทิลีน (PE) แบบหนาซึ่งมีน้ำหนักสุทธิ 68 กรัมต่อซอง (ประมาณ 15 ชิ้น) ควรมีราคาเท่าไหร่	
- 39 บาทต่อถุง	36
- 44 บาทต่อถุง	38
- 49 บาทต่อถุง	20

จากตารางที่ 4.10 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด พบว่ามีความพึงพอใจต่อด้าน ขนาด – รูปร่าง ของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจมากคิดเป็น 58% ด้านสีของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจมากคิดเป็น 53% ด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจมากคิดเป็น 44% ด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจมากคิดเป็น 63% ด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจมากคิดเป็น 54% ด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจมากคิดเป็น 61% ผู้บริโภคให้ การยอมรับคิดเป็น 91% และจากการสอบถามผู้บริโภคว่าหากมีข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำวางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับ และซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็น 84% และไม่แน่ใจคิดเป็น 8% ไม่ซื้อ 2% ส่วนราคาที่เหมาะสมต่อการขายผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดบรรจุขนาด 68 กรัม (ประมาณ 15 ชิ้น) ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อราคาที่ 44 บาท คิดเป็น 38%

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอดทั้ง 3 สูตร พบว่าสูตรที่เหมาะสม คือ สูตรที่ 2 ใช้ข้าวเหนียวขาว: ข้าวเหนียวดำที่ระดับ 80: 20 ซึ่งได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด มีค่าปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.29±0.01 มีค่าสี L* (ความสว่าง) ค่า a* (สีแดง) และค่า b* (สีเหลือง) เท่ากับ 48.45±2.70, 4.14±0.09 และ 18.59±1.02 ตามลำดับ และค่าความกรอบ เท่ากับ 37.95±0.89 N และค่าความชื้น เท่ากับ 1.71±0.27 %

การพัฒนาน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว ทั้ง 3 สูตร พบว่าสูตรที่เหมาะสม คือ สูตรขึ้นรูปข้าวแต๋นที่ใช้น้ำเชื่อมสูตรที่ 2 ซึ่งได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด มีค่าปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.29±0.01 มีค่าสี L* (ความสว่าง) ค่า a* (สีแดง) และค่า b* (สีเหลือง) 57.55±0.81, 4.87±0.48 และ 22.07±0.56 ตามลำดับ และค่า Hardness เท่ากับ 44.88±1.67 N และค่าความชื้น เท่ากับ 1.85±0.19 %

การศึกษาปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวและข้าวเหนียวดำทั้ง 3 สูตรพบว่าสูตรที่เหมาะสม คือ สูตรที่ 2 มีค่าปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.29±0.01 มีค่าสี L* (ความสว่าง) ค่า a* (สีแดง) และค่า b* (สีเหลือง) 61.18±0.19, 4.12±0.38 และ 17.75±0.56 ตามลำดับ และค่า Hardness เท่ากับ 44.46±3.91 และค่าความชื้นเท่ากับ 1.71±0.27% การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า มีแบคทีเรีย<10 cfu/g ไม่เกิน 1,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และเชื้อรา < 10 cfu/g ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดสามารถเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องได้

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ของข้าวแต๋นแบบที่มีเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 25% มีความชื้น 4.59±0.16%, ปริมาณไขมัน 6.59±0.62%, ปริมาณคาร์โบไฮเดรต 87.68±0.02%, โปรตีน 8.09±0.01%, เส้นใย 0.81±0.12%, และปริมาณเถ้า 0.72±0.05%

การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนมากรับประทานข้าวแต๋นมากกว่า 1 ครั้งต่อเดือน 50% ผู้บริโภคให้ความสำคัญด้านคุณค่าทางโภชนาการในระดับมาก และคิดว่าข้าวแต๋นแบบไม่ใช้น้ำมันทอดสามารถพัฒนาต่อไปได้ และมีความสนใจผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ 94%

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1.1 สามารถพัฒนาการใช้ข้าวชนิดอื่นนอกจากข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง และข้าวเหนียวดำสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

5.2.2 สามารถพัฒนาส่วนผสมแทนเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด โดยใช้วัตถุดิบอื่นที่ไขมันน้อย

5.2.3 ควรศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด และระบุระยะเวลาการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

เอกสารอ้างอิง

จรัญจิต เพ็งรัตน์. 2552. **ข้าวเหนียวดำหลากประโยชน์หลายแนวคิดเสริมเศรษฐกิจไทยสู่สากล**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://agkb.lib.ku.ac.th/rd/search_detail/result/156014 (วันที่สืบค้นข้อมูล 22 มีนาคม 2560)

จิตรกุล สุวรรณเจริญ. 2558. **ไขมันดีของเม็ดมะม่วงหิมพานต์.** เพราะอาหารคือชีวิต. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.ifit4health.com (วันที่สืบค้นข้อมูล 22 มีนาคม 2560)

ชาลินี เลี้ยงวชิรานนท์ และธิติ จารุธเนศ. (ม.ป.ป.). **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับถุงพลาสติก.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s& (วันที่สืบค้นข้อมูล: 10 มกราคม 2560).

นิธิยา รัตนปนนท์. 2541. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน.** เชียงใหม่.

นิรนาม. ม.ป.ป. **กลูโคสไซรัป.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2551/food1051ck_ch2.pdf: หน้า 23 – 27 (วันที่สืบค้นข้อมูล: 29 ธันวาคม 2559).

นิรนาม. ม.ป.ป. **น้ำผึ้ง.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://th.wikipedia.org/wiki/น้ำผึ้ง (วันที่ค้นข้อมูล: 30 ธันวาคม 2559).

นิรนาม. ม.ป.ป. **เม็ดมะม่วงหิมพานต์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://medthai.com/ เม็ดมะม่วงหิมพานต์ (วันที่สืบค้นข้อมูล 10 มกราคม 2560)

นิศา ตรีภัทรชยากร และสุภาพร จิตรประภาภรณ์. 2538. **การศึกษาคุณสมบัติของข้าวเจ้า และข้าวเหนียวเพื่อใช้ในการผลิตขนมขบเคี้ยวจากเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่**. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ประเทือง โชคประเสริฐ และภัฒนษอรณ์ กาศสกุล. 2558. **ศึกษาการทำข้าวกล้องพองโดยไม่ต้องใช้น้ำมันทอด.** มหาวิทยาลัยแม่โจ้, แพร่

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. **Gelatinization / การเจลาติไนซ์.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0350/gelatinization. (วันที่เข้าค้นข้อมูล 10 มกราคม 2560)

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2553. **Retrogradation / รีโทรเกรเดชัน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0591/retrogradation (วันที่เข้าค้นข้อมูล 10 มกราคม 2560)

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. **วิธีคเจลดาห์ล** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2065/kjeldahl-method (วันที่เข้าค้นข้อมูล 11 มกราคม 2560)

มุกรินทร์ จินดารัตน์. 2552. **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการอบ.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 30 ธันวาคม 2559).

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2543. **การวิเคราะห์กระบวนการเจลาติไนเซชันและรีโทรกราเดชันที่มีผลต่อการพองตัวของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าว.** รายงานผลการวิจัย โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รัตนา อู่อรุณ. 2556. **ข้าวแต๋นทรายบ้านกลางทุ่ง.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.gotoknow.org/posts/535559 (วันที่สืบค้นข้อมูล 22 มีนาคม 2560)

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2551. **เหนียวดำพืชสมุนไพรไทย.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://news.enterfarm.com/content/ (วันที่สืบค้นข้อมูล : 30 ธันวาคม 2559).

สุนทร ตรีนันทวัน. 2553 **คุณค่าทางโภชนาการของข้าว.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.scimath.org/biologyarticle/item/517-nutritional (วันที่สืบค้นข้อมูล 10 มกราคม 2560)

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538**. เคมีทางธัญญาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร. คณะอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อรทัย บุญทะวงศ์. 2551. **ข้าวแต๋นกึ่งสำเร็จรูปสำหรับไมโครเวฟ.** ชุดโครงการสนับสนุนผู้ปฏิบัติการวิจัยในภาคอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, ลำปาง

AOAC. 2000. **Offcial methods of analysis** (17th edition), Washington, D.C., Association of official analytical chemist

AOAC. 2002. **Official Method of Analysis** 14thed. The Association Analytical Chemist. Washington D.C.

Gregorio, G. B. 2002. Progress in breeding for trace minerals in staple crops. **Journal of Nutrition** 132: 500 – 502.

Keeratipibul, S. and Luangsakul, N. 2008. “The effect of Thai glutinous rice cultivars, Grain length and cultivating locations on the quality of rice cracker (arare)”. **LWT - Food Science and Technology.** 41(10).1934-1943.

Labuza, C., and Kreisman, L. (No date). Application of open dating to specific foods. [Online]. Available: http://www.foodmarketexchange.com

Matz, S. A. 1970. **“Chemistry and technology of cereals as food and feed”.** West Port, CT: AVI Publishing Co., Inc...

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใบรายงานการทดสอบ

เรื่อง การให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำต่างกัน

ชุดที่.....

วันที่.....**เวลา**.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด 6 = ชอบน้อยที่สุด 3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก 5 = เฉย ๆ 2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบ**		
	รหัส.....	**รหัส**.....	**รหัส**.....
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบคำถาม

ใบรายงานการทดสอบ

เรื่อง การให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวที่ขึ้นรูปโดยใช้น้ำเชื่อมที่ต่างกัน

ชุดที่.....

วันที่.....**เวลา**.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด 6 = ชอบน้อยที่สุด 3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก 5 = เฉย ๆ 2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบ**		
	รหัส.....	**รหัส**.....	**รหัส**.....
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบคำถาม

ใบรายงานการทดสอบ

เรื่อง การให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่มีปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ต่างกัน

ชุดที่.....

วันที่.....**เวลา**.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด 6 = ชอบน้อยที่สุด 3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก 5 = เฉย ๆ 2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบ**		
	รหัส.....	**รหัส**.....	**รหัส**.....
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบคำถาม

แบบสอบถาม

เรื่อง การสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงงานพิเศษเรื่องการศึกษาการพัฒนาข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว ของนายบัณฑิต ไพรีขยาด และนายปิยวัฒน์ กิจจานนท์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ วิทยาเขตโชติเวช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว จึงขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถามซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อผลิตภัณฑ์

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว เป็นผล

ขอแสดงความนับถือ
ผู้ดำเนินโครงการพิเศษ

แบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด จากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ

<u>ส่วนที่ 1</u> แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

กรุณาทำเครื่องหมายถูก √ ลงใน ☐ ตามลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ 15 - 24 ปี ☐ 25 - 34 ปี ☐ 35 - 54 ปี ☐ มากกว่า 55 ปี

3. ระดับการศึกษา

☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.
☐ อนุปริญญา/ปวส.
☐ ปริญญาตรี
☐ สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

☐ ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ ☐ รับจ้าง/พนักงานบริษัท
☐ ครู/อาจารย์ ☐ นักเรียน/นักศึกษา
☐ ธุรกิจส่วนตัว ☐ แม่บ้าน/พ่อบ้าน

5. ระดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 5,000 บาท
☐ 5,001 – 10,000 บาท
☐ 10,001 – 20,000 บาท
☐ 20,001 – 30,000 บาท
☐ มากกว่า 30,000 บาท

<u>ส่วนที่ 2</u> แสดงข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและทัศนคติต่อการบริโภคข้าวแต๋น

6. ปกติท่านนิยมบริโภคข้าวแต๋นหรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

7. ท่านเคยรับประทานข้าวแต๋นกี่ครั้งต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 1 ครั้ง ☐ มากกว่า 1 ครั้ง ☐ ไม่เคยเลย

8. หากมีผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ ท่านสนใจหรือไม่

☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ (จบแบบสอบถาม)

9. ปกติท่านซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่ไหนบ้าง ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

☐ ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า ☐ ร้านค้าตามตึกแถว
☐ ซุปเปอร์มาเก็ต ☐ ห้องอาหาร/ร้านอาหาร
☐ ร้านสะดวกซื้อ/ตลาดทั่วไป ☐ ร้านจำหน่ายของฝาก

10. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อข้าวแต๋นมาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ รสชาติอร่อย
☐ มีราคาถูก
☐ หาซื้อได้ง่าย
☐ น่ารับประทาน
☐ ซื้อเป็นของฝาก

<u>ส่วนที่ 3</u> ข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค

11. กรุณาใส่เครื่องหมาย (√) ลงในช่องระดับความพึงพอใจของท่านในแต่ละด้าน ที่มีต่อตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวและข้าวเหนียวดำที่ท่านได้รับประทาน

คุณลักษณะ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.ขนาด-รูปร่าง					
2. สี					
3. กลิ่น					
4. รสชาติ					
5. เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)					
6. ความชอบโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

12. ท่านยอมรับในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ

☐ ยอมรับ ☐ ไม่ยอมรับ

13. หากมีข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวและข้าวเหนียวดำวางจำหน่าย ท่านคาดว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

☐ ซื้อ ☐ ไม่ซื้อ ☐ ไม่แน่ใจ

14. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวและข้าวเหนียวดำบรรจุใส่พอลิเอทิลีน (PE) แบบหนาซึ่งมีน้ำหนักสุทธิ 68 กรัมต่อซอง (ประมาณ 15 ชิ้น) ควรมีราคาเท่าไหร่

☐ 39 บาทต่อถุง
☐ 44 บาทต่อถุง
☐ 49 บาทต่อถุง

ภาคผนวก ข

สูตรอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

สูตรน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว

สูตรปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

วิธีทำ

ข้าวเหนียวขาว (สันป่าตอง) แช่น้ำ 5 ชั่วโมง, ข้าวเหนียวดำ แช่น้ำ 5 ชั่วโมง

นำมานึ่ง โดยใช้ลังถึงหุงข้าว ประมาณ 30 นาที

นำข้าวที่หุงสุกแล้ว มาพักให้เย็นตัวลง 15 นาที
นำใส่ถุงพลาสติก (HDPE) ขนาดกว้าง 6 ยาว 9 นิ้ว หนา 0.06 มม. ต่อ 1 ถุง 100 กรัม
นำไปแช่ในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 2 คืน

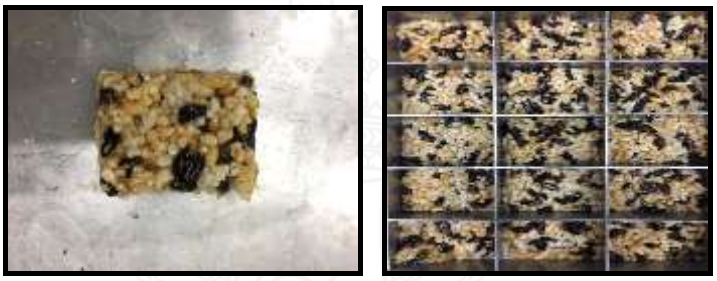
นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง จนแห้ง พักให้เมล็ดข้าวสุกเย็นตัว

นำมาคั่วในกระทะที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส

นำข้าวเหนียวขาวมาผสมกับข้าวเหนียวดำ

ข้าวเหนียวขาว : ข้าวเหนียวดำ	ข้าวเหนียวขาว : ข้าวเหนียวดำ	ข้าวเหนียวขาว : ข้าวเหนียวดำ
สูตรที่ 1 (90% : 10%)	สูตรที่ 2 (80% : 20%)	สูตรที่ 3 (70% : 30%)

ทำการคลุกในน้ำเชื่อม เป็นเวลา 1 นาที



จัดใส่พิมพ์แบบสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร ที่เตรียมไว้ และบรรจุใส่ถุงนำเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

แผนภาพที่ ข.1 ขั้นตอนการผลิตข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำต่างกัน

วิธีทำ

เคี่ยวน้ำเชื่อมตามสูตร (จากตารางที่ 3.3) เป็นเวลา 5-6 นาที จนได้ที่
ทำการคลุกในน้ำเชื่อม เป็นเวลา 1 นาที

สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3

จัดใส่พิมพ์แบบสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร ที่เตรียมไว้
และบรรจุใส่ถุงนำเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

แผนภาพที่ ข.2 ขั้นตอนการพัฒนาน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจาก
ข้าวเหนียว

วิธีทำ

เคี่ยวน้ำเชื่อมสูตรที่ 2 ตารางที่ 3.3
ทำการคลุกในน้ำเชื่อม เป็นเวลา 1 นาที

จัดใส่พิมพ์แบบสี่เหลี่ยม ขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร ที่เตรียมไว้
และบรรจุใส่ถุงนำเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3

แผนภาพที่ ข.3 ปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น
(Determination of moisture content)

วิธีวิเคราะห์

อบจานหาความชื้นอะลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที ทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิด ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใส่ในจานอะลูมิเนียม ประมาณ 2 กรัม นำกลับไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 ชั่วโมง โดยเปิดฝาอะลูมิเนียมเล็กน้อย จากนั้นปิดฝาแล้วนำไปทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนทำการอบซ้ำครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักที่แตกต่างกันไม่ควรเกิน 2 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณของความชื้น (%) ของตัวอย่างอาหาร

สูตรคำนวณ

$$\textbf{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{100\times(W_1 - W_2)}{W_1 - W_2}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน
(Determination of Crude fat)

วิธีวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน โดยใช้กระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักรองรับ ชั่งตัวอย่างประมาณ 1–2 กรัม ถ้าตัวอย่างเป็นชนิดที่มีไขมันต่ำให้ชั่งประมาณ 3–5 กรัม ห่อตัวอย่างให้มิดชิดด้วยกระดาษกรองแล้วใส่ลงในทิมเบิล จากนั้นใส่ทิมเบิลในช่องกลั่นของเครื่อง Soxhlet

ชั่งน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ไขมัน ที่อบให้แห้งสนิทแล้ว นำไปประกอบกับเครื่อง Soxhlet

จากนั้นกด ปุ่ม preheat รอให้อุณหภูมิขึ้นถึง 135 องศาเซลเซียส (ขณะเดียวกัน เปิด cooling bath) ค่อยๆเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาณ 80 มิลลิลิตร โดยแบ่งออกเป็นสองรอบ รอบละ 40 มิลลิลิตร เพื่อไม่ให้ปิโตรเลียมอีเทอร์ชะล้างตัวอย่างเร็วเกินไป เมื่ออุณหภูมิที่กำหนดได้แล้วให้เลือกรูปแบบในการใช้งาน รูปแบบที่ 1 หลังจากนั้นให้กดปุ่มถัดมาเพื่อเริ่มการทำงาน และเมื่อทำงานครบเวลาที่ตั้งไว้แต่ละครั้งจะมีเสียงร้องเตือนให้กดปุ่มถัดมา จนครบการทำงานพร้อมกับยกคันโยกตามรูปแบบที่กำหนดไว้ที่เครื่องสกัดไขมัน เมื่อสกัดได้ตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำถ้วยอะลูมิเนียมซึ่งมีไขมัน หรือน้ำมันที่สกัดได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกเกือบหมดแล้วนำไปอบแห้ง ในตู้อบอุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และชั่งจนได้น้ำหนักคงที่หลังจากทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์

คำนวณปริมาณของไขมันในตัวอย่างอาหารจากการคำนวณน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมที่เพิ่มขึ้นโดยใช้สูตรต่อไปนี้

สูตรคำนวณ

$$\textbf{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{100\times(W_1 - W_2)}{W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของตัวอย่างอบแห้ง (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียมและไขมันหลังอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของถ้วยอะลูมิเนียมที่นำไปอบจนได้น้ำหนักคงที่ (กรัม)

การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย
(Determination of Crude fiber)

วิธีวิเคราะห์

เตรียมตัวอย่างโดยบดให้ละเอียด โดยตัวอย่างต้องผ่านการสกัดเอาไขมันออกแล้ว ทำให้เย็นใน Dessicator ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างที่บดแล้ว 1 กรัม (W_0) ลงในครูซิเบิลแก้วที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน

นำครูซิเบิลแก้วใส่ลงในเครื่อง hot extraction unit จากนั้นเลื่อนคันโยกด้านซ้ายมาล็อกให้แน่น เพื่อป้องกันสารเคมีไหลออกมา (ขณะเลื่อนคันโยกลงระวังปากครูซิเบิลแก้วแตก) โยกปุ่มควบคุมด้านหน้าไปที่ตำแหน่ง closed

เติมสารละลายกรดซัลฟูริก (ที่เตรียมไว้แล้ว) หลังจากนั้นนำไปต้มให้ร้อนไว้ก่อนโดยใช้ hot plate นำไปเทลงท่อแก้วคอนเดนเซอร์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร

เติม 3–5 หยด n–octanol ลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์เพื่อป้องกันการเกิดฟอง

เปิดปุ่ม powerfแล้วหมุนระดับไฟไปที่ระดับสูงสุด (Max) เมื่อสารละลายในท่อแก้วคอนเดนเซอร์เริ่มเดือดเริ่มจับเวลา 30 นาที และปรับระดับไฟไปที่เลข 4–5 เพื่อให้สารละลายเดือดอย่างคงที่

เมื่อครบ 30 นาที ปิดไฟและกรองสารละลายออก โดยโยกปุ่มควบคุมด้านหน้า ไปที่ตำแหน่ง vacuum พร้อมกับเปิดก๊อกน้ำช่วยการกรองด้วย และเพื่อการกรองสารละลายได้เร็วขึ้น ให้ใช้ปุ่ม pressure พร้อมทั้งเปิด blower ร่วมด้วย (ใกล้กับปุ่ม Power) ทำสลับกันเช่นนี้จนกรองสารละลายหมด

ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 50 มิลลิลิตร ทำการกวนตัวอย่างให้กระจายในน้ำร้อนโดยใช้ปุ่ม pressure จากนั้นกรองสารละลายออก เมื่อสารละลายหมดแล้วให้เลื่อนปุ่มด้านหน้าไปที่ตำแหน่ง closed

เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ต้มให้ร้อนก่อนใส่ลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร จากนั้นทำซ้ำข้อ 5–8 เมื่อล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนครบ 3 ครั้ง

ล้างด้วยอะซิโตน หรือ แอลกอฮอล์ ปริมาตรครั้งละ 25 มิลลิลิตร เพื่อไล่น้ำออกจนแห้ง

อบด้วยตู้อบลมร้อนครูซิเบิลแก้วที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ (W_1) บันทึกน้ำหนักไว้ จากนั้นเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ (W_2) บันทึกน้ำหนักไว้ (ใส่ตัวอย่างก่อนเพิ่มอุณหภูมิเป็น 500 องศาเซลเซียส)

สูตรการคำนวณ

$$\text{Crude fiber (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)\times 100}{W_0}$$

เมื่อ W_0 คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักครูซิเบิลแก้ว + ตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักครูซิเบิลแก้ว + ตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน
(Determination of Protein)

วิธีวิเคราะห์

ทำการย่อย กลั่น และไทเทรตเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนดังนี้

<u>การย่อย</u>

1. เปิดเครื่องหล่อเย็นก่อนทำการกลั่นอย่างน้อย 30 นาที
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5–1.0 กรัม อย่างละเอียดใส่ลงในหลอดย่อย (Kjeldhl Flask หรือ digestion tube)
3. เติมสารช่วยเร่งปฏิกิริยาที่ผสมระหว่าง $CuSO_4$ และ K_2SO_4 ในอัตราส่วน 0.5: 10 ประมาณ 10–15 กรัม
4. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10–15 มิลลิลิตร เขย่าให้สารทั้งหมดเข้ากันเบาๆ
5. ตั้งหลอดย่อยใน Stand สวม exhaust manifold ลงบนขวดย่อย
6. ตั้ง Stand, Digestion tube และ Exhaust ลงบนเครื่องย่อยแล้วเปิด Power เครื่องย่อย หมุนปุ่มไปที่เลข 9 เปิดเครื่องดักจับไอกรด ย่อยจนได้สารละลายใสทุกหลอดประมาณ 45–60 นาที
7. ยก Stand พร้อมหลอดย่อยออกจากเครื่องย่อยโดยเปิดเครื่องดูดจับไอกรดไว้ ทิ้งให้สารละลายเย็น จนควันในหลอดไม่มีจึงค่อยปิดเครื่องดักจับไอกรด (ระวังอย่าให้สารละลายในหลอดเซ็ดตัว) จากนั้นนำไปกลั่น

<u>การกลั่นและวิเคราะห์ปริมาณ</u>

1. เปิดเครื่องหล่อเย็นก่อนทำการกลั่นอย่างน้อย 30 นาที (อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส) แล้วเปิดเครื่องกลั่น
2. ใส่หลอดย่อยและฟาส์กเปล่าเข้าไปที่เครื่องกลั่น จากนั้นเข้าไปที่หน้าจอเครื่องกลั่นกดปุ่ม preheat เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องจนครบระยะเวลา 2 นาที
3. ใส่หลอดย่อยที่มีน้ำกลั่นอยู่ประมาณ ¼ ของหลอด พร้อมฟาส์ก ใส่เข้าประจำที่เครื่องกลั่น แล้วกดปุ่ม clean เพื่อเป็นการล้างทำความสะอาดเครื่อง
4. ใส่หลอดย่อยที่มีสารสกัดจากตัวอย่างที่ย่อยแล้ว โดยเริ่มกลั่นจาก Blank ก่อนแล้วปิดประตูเครื่องกลั่น
5. เข้าโปรแกรม distillation ⟶ Enter ⟶ Load ⟶ Pro ⟶ OK
6. ใส่หลอดย่อยให้แน่น พร้อมกับใส่ฟาส์กที่บรรจุกรดบอริค หลังจากนั้น กด start เครื่องจะทำการดูดสารละลายที่อยู่ในแทงค์ เข้าไปในหลอดย่อย
7. กดปุ่มด่าง (NaOH) ประมาณ 2–3 ครั้ง จนสารละลายในหลอดเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม – สีดำ (จะใช้ในกรณีที่สารละลายในหลอดไม่เป็นสีน้ำเงินหรือสีดำ)
8. รอจนเครื่องกลั่นทำงานเสร็จ นำสารละลายในฟาส์กที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับกรด เติม Bromocresolgreen และ Methyl red อย่างละ 2 หยด นำสารละลายดังกล่าวไปไทเทรตกับกรด HCl 0.1 M จนได้สารละลายเป็นสีชมพูอ่อนคงที่

การคำนวณ

$$\%N = \frac{14\times(V_1 - V_2)\times \text{normality of HCL(mol/L)}\times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}\times 1000}$$

เมื่อ V_1 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตตัวอย่าง

V_2 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรต blank

%Protein = %N × ตัวแฟคเตอร์ (F)

เมื่อ F คือ conversion factor ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแหล่งโปรตีน (โปรตีนในอาหารทั่วไปเท่ากับ 6.25)

ตารางที่ ค.1 แฟกเตอร์ที่ใช้คำนวณหาปริมาณโปรตีนสำหรับอาหารชนิดต่างๆ

อาหาร	**แฟกเตอร์**
ธัญพืช	
- แป้งสาลีจากข้าวทั้งเมล็ด	5.83
- มักกะโรนีและสปาเก็ตตี้	5.70
- ข้าวเจ้าและผลิตภัณฑ์	5.95
- ข้าวไรน์และผลิตภัณฑ์	5.83
- ข้าวบาร์เลย์และผลิตภัณฑ์	5.83
นัทและพืชเมล็ด	
- ถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์	5.71
- อัลมอนด์	5.18
- บราซิลนัท	5.46
- มะพร้าว	5.30
- เมล็ดงา ทานตะวัน คำฝอย และอื่นๆ	5.30
- นมและผลิตภัณฑ์	6.38
อาหารอื่นๆ	6.25

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2556

การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า
(Determination of ash)

วิธีวิเคราะห์

เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500–550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปิดสวิทช์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30–45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนักคงที่

เผาซ้ำอีกประมาณ 30 นาที และทำซ้ำข้อ 1 จนผลต่างของน้ำหนักคงที่

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible) ที่เผาและชั่งน้ำหนักแน่นอน

นำตัวอย่างไปเผาบน hot plate (เผาในตู้ hood) จนเปลวไฟหมดควันเพื่อเผาส่วนที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ออกไป

หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปเผาในเตาเผา (muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 500 – 550 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 - 5 ชั่วโมง จนกระทั่งได้เถ้าสีขาวหรือสีเทาอ่อน นำออกจากตู้เผาใส่ในเดสิกเคเตอร์ ปล่อยไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก เผาตัวอย่างซ้ำนาน 30 นาที จนได้น้ำหนักที่คงที่ (น้ำหนักต่างกันไม่เกิน 0.001 กรัม)

สูตรคำนวณ

$$\textbf{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{100 \times (W_2 - W)}{W_1 - W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด
(Determination of Carbohydrates)

วิธีหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

คำนวณหาโดยใช้ความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างแห้ง และปริมาณองค์ประกอบอื่นๆ

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = 100 – (โปรตีน (%) + ไขมัน (%) + เถ้า (%) + ความชื้น (%) + เส้นใยหยาบ (%))

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาทางอาหารของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาทางอาหารของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

1 การตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร (AOAC, 2002)

1.1 การเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1.1 สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้น 0.1% (Peptone AR Grade) ชั่งเปปโตน 0.1 กรัมละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ถ่ายใส่ขวดหรือ หลอดทดลอง นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

1.1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (AR Grade) ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อมา 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส

1.2 วิธีการวิเคราะห์

1.2.1 ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์ 70 % เช็ดขวดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดก่อนการเปิดขวด

1.2.2 ใช้ช้อนที่ผ่านการฆ่าเชื้อเช็ดสำลีชุบแอลกอฮอล์ลนไฟแล้วตักตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด 25 กรัม ใส่ในถุงตีป่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (ทำภายในตู้ถ่ายเชื้อ) เติมสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 225 มิลลิลิตร นำไปตีป่นด้วยเครื่องตีป่นจนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดแตกละเอียดและผสมเป็นเนื้อเดียวกันสารละลายที่ได้เป็นตัวอย่างเจือจาง 1:10 หรือ 10-1

1.2.3 ปิเปตตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่เจือจางที่ความเข้มข้น 10-1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด ให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ได้เป็นสารละลายตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่เจือจาง 1:100 หรือ 10-2

1.2.4 นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่เจือจางที่ความเข้มข้น 10-2 มาเจือจางต่อให้เป็น 10-3, 10-4, 10-5, 10-6 โดยทำเช่นเดียวกับข้อ 1.2.3

1.2.5 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ปิเปตตัวอย่างอาหารที่เจือจางที่เตรียมไว้ลงในจานเพาะเชื้อจานละ 1 มิลลิลิตรระดับความเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูดจากตัวอย่างอาหารที่เจือจางมากที่สุด

1.2.6 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ที่หลอมเหลวอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างโดยใส่จานละประมาณ 15-20 มิลลิลิตร

1.2.7 ผสมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด และอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากัน โดยการเลื่อนจานเพาะเชื้อในแนวตั้ง, แนวตามเข็มนาฬิกา, แนวนอน และแนวทวนเข็มนาฬิกาแนวละ 5 ครั้ง แล้วตั้งทิ้งไว้ให้แข็งตัว

1.2.8 กลับจานเพาะเชื้อบรรจุในถุงพลาสติกโดยวางซ้อนกันไม่เกิน 5 ชั้น แล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง

1.2.9 ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนีหาค่าเฉลี่ยจากทั้ง 2 จานเพาะเชื้อรายงานผลการตรวจนับว่ามี Mesophillic aerobic bacteria ในรูปจำนวนโคโลนีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด 1 กรัม (cfu/g)

1.3 การตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์

1.3.1 กรณีที่จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เจริญอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี/จานเพาะเชื้อ

1.3.1.1 ถ้าจานเพาะเชื้อทั้ง 2 จานจากตัวอย่างที่ทำให้เจือจาง (dilution) ระดับเดียวกันมีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนีให้นำจำนวนแบคทีเรียทั้ง 2 จานมาหาค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วยแฟกเตอร์การทำให้เจือจาง (dilution factor)

1.3.1.2 ถ้าจานเพาะเชื้อจานใดจานหนึ่งจากตัวอย่างที่ทำให้เจือจางระดับเดียวกันมีจำนวนโคโลนีน้อยกว่า 25 หรือมากกว่า 250 โคโลนีนำจำนวนแบคทีเรียทั้ง 2 จาน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วยแฟกเตอร์การทำให้เจือจาง

1.3.1.3 ถ้ามีตัวอย่างที่ทำให้เจือจาง 2 ระดับที่ติดกันมีจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้ออยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนีให้นับจำนวนแบคทีเรียทั้ง 2 ระดับ แล้วนำค่าที่นับได้ของแต่ละระดับ แล้วนำค่าที่นับได้ของแต่ละระดับคูณด้วยแฟกเตอร์การทำให้เจือจางหาอัตราส่วนความแตกต่างของค่าที่สูงต่อค่าที่ต่ำถ้าไม่เกิน 2 เท่าแล้วนำค่าที่ได้จากทั้ง 2 ระดับที่เจือจางมาหาค่าเฉลี่ย แต่ถ้าเกินให้รายงานที่ได้ต่ำกว่า

1.3.2 กรณีที่ไม่มีเชื้อเจริญอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี/จานเพาะเชื้อแต่ยังสามารถนับได้ทั้งหมด ถ้ามีจำนวนเชื้อมากกว่า 250 โคโลนีเลือกรายงานผลค่าที่ใกล้เคียง 250โดยรายงานว่าเป็นค่าประมาณ (est.)

1.3.3 กรณีที่ทุกจานเพาะเชื้อมีจำนวนเชื้อน้อยกว่า 25 โคโลนี/จานเพาะเชื้อ 105 ให้รายงานผลเป็นค่าจริงที่นับได้จากการทำให้เจือจางที่ต่ำที่สุด (เข้มข้นที่สุด) และรายงาน

ว่าเป็นค่าประมาณ (est.)

1.3.4 กรณีที่ทุกจานเพาะเชื้อไม่มีโคโลนีเจริญเลยให้รายงานผลเป็นค่าน้อยกว่า ค่าของการทำให้เจือจางที่ต่ำที่สุดและรายงานว่าเป็นค่าประมาณ (est.)

1.3.5 กรณีที่จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เจริญมากกว่า 250 โคโลนี/จานเพาะเชื้อ

1.3.5.1 ถ้าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญจากระดับการทำให้เจือจางสูงสุด (เจือจางที่สุด) อยู่ระหว่าง 4-10 โคโลนี/ตารางเซนติเมตร ให้นับจำนวนแบคทีเรียเป็นพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร (นับในแนวนอน 6 ตารางที่ติดกัน และนับในแนวตั้ง 6 ตารางที่ติดกัน) หาค่าเฉลี่ยต่อตารางเซนติเมตรแล้วคูณด้วยจำนวนพื้นที่ของจานเพาะเชื้อทั้งหมด

1.3.5.2 ถ้าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในระดับการทำให้เจือจางสูงสุดมีมากกว่า 10 โคโลนี/ตารางเซนติเมตรแต่ประมาณจำนวนด้วยสายตาแล้วสามารถที่จะนับได้ให้นับจำนวนจากพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเพียง 4 ตารางเซนติเมตร หาค่าเฉลี่ยต่อตาราง-เซนติเมตร แล้วคูณด้วยจำนวนพื้นที่ของจานเพาะเชื้อทั้งหมด (พื้นที่มาตรฐานของจานเพาะเชื้อขนาด 15 x 100 มิลลิเมตร ประมาณ 56 ตารางเซนติเมตร) โดยที่ระดับการทำให้เจือจางที่ต่ำกว่านั้นให้รายงานผลเป็น too numerous to count หรือ TNTC

1.3.5.3 ถ้าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่นับมีค่าเกิน 100 โคโลนีต่อตารางเซนติเมตร ให้รายงานผลเป็นค่ามากกว่าพื้นที่ของจานเพาะเชื้อคูณด้วย 100 คูณด้วยค่าแฟกเตอร์การทำให้เจือจางที่สูงที่สุดซึ่งก็คือ 5,600 เท่าของค่าการทำให้เจือจางที่สูงที่สุด และรายงานว่าเป็นค่าประมาณ (est.) กรณีที่จานเพาะเชื้อมี spreader มากกว่า 25% ให้รายงานว่า “SPR” (spreader) และถ้า

จำเป็นต้องนับให้นับโคโลนีที่ spreader เป็น 1 โคโลนี และนำไปรวมกับจำนวนโคโลนีปกติแล้วนำไปคำนวณ และกรณีที่เกิดการปนเปื้อนหรือเกิดการผิดพลาด ให้รายงานผลว่า “LA” (laboratory accident)

2. การตรวจหาปริมาณยีสต์ และราในอาหารโดยวิธี pour plate (AOAC, 2002)

2.1 การเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1.1 สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้น 0.1% (Peptone AR Grade) ชั่งเปปโตน 0.1 กรัมละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ถ่ายใส่ขวดหรือ หลอดทดลอง นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2.1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Drextrose Agar (AR Grade) ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 39 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121-124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ก่อนนำอาหารเลี้ยงเชื้อมาใช่ต้องปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 3.5 โดยการเติมสารละลายกรดทาร์ทาริคความเข้มข้น 10% ปริมาตร 1.9 มิลลิลิตรต่ออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร

2.2 วิธีการวิเคราะห์

2.2.1 ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์ 70 % เช็ดขวดซอสตัวอย่างก่อนการเปิดขวด

2.2.2 ใช้ช้อนที่ผ่านการฆ่าเชื้อเช็ดสำลีชุบแอลกอฮอล์ลนไฟแล้วตักตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด 25 กรัม ใส่ในถุงตีป่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (ทำภายในตู้ถ่ายเชื้อ) เติมสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 225 มิลลิลิตร นำไปตีป่นด้วยเครื่องตีป่นจนตัวอย่างแตกละเอียด และผสมเป็นเนื้อเดียวกันสารละลายที่ได้เป็นตัวอย่างเจือจาง 1:10 หรือ10-1

2.2.3 ปิเปตตัวอย่างที่เจือจางที่ความเข้มข้น 10-1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้เป็น สารละลายตัวอย่างที่เจือจาง 1:100 หรือ 10-2

2.2.4 นำตัวอย่างที่เจือจางที่ความเข้มข้น 10-2 มาเจือจางต่อให้เป็น 10-3 โดยทำเช่นเดียวกับข้อ 2.2.3

2.2.5. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรดูดสารละลายของตัวอย่างอาหารที่ความเจือจางต่างๆ ลงในจานอาหารเพาะเชื้อจานละ 1 มิลลิลิตรความเจือจางละ 3 จาน

2.2.6. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Drextrose Agar Agar ที่หลอมเหลวอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียสที่ผ่านการปรับความเป็นกรด-ด่างให้เท่ากับ 3.5 แล้วลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างโดยใส่จานละประมาณ 15-20 มิลลิลิตร

2.2.7 ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากัน โดยการเลื่อนจานเพาะเชื้อในแนวตั้ง, แนวตามเข็มนาฬิกา, แนวนอน และแนวทวนเข็มนาฬิกาแนวละ 5 ครั้งแล้วตั้งทิ้งไว้ให้แข็งตัว

2.2.8 กลับจานเพาะเชื้อบรรจุในถุงพลาสติกโดยวางซ้อนกันไม่เกิน 3 ชั้น แล้วนำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

2.2.9 ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนีหาค่าเฉลี่ยจากทั้ง 3 จานเพาะเชื้อรายงานผลการตรวจนับว่ามีปริมาณเชื้อยีสต์ และรา

ในรูปจำนวนโคโลนีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด 1 กรัม (cfu/g) ใช้วิธีการตรวจนับ เช่นเดียวกับการหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในอาหาร

ภาคผนวก จ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นไม่ปรุงแต่งหน้าและปรุงแต่งหน้าด้วยผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ธัญพืช ผลไม้แห้ง สมุนไพร หรืออื่นๆ ที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น หรือที่เรียกว่า นางเล็ด ข้าวแต๋น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเหนียวนึ่งสุกอาจผสมกับส่วนประกอบอื่นๆ เช่น น้ำผลไม้ น้ำผัก น้ำสมุนไพร เกลือ น้ำอ้อย งา น้ำกะทิ แล้วทำให้เป็นแผ่นหรือรูปทรงอื่น ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือพลังแห่งงานอื่น ทอดให้พองอาจปรุงแต่งหน้าด้วยเครื่องปรุงต่างๆ เช่น น้ำมะพร้าวเคี่ยว หมูหย็อง น้ำพริกเผา

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องกรอบ อาจแตกหักได้เล็กน้อย สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นปรุงแต่งหน้าส่วนที่เป็นหน้าต้องเกาะติดแผ่นข้าวแต๋นและกระจายตัวสม่ำเสมอ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องกรอบไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและชิม

3.3 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น สม่ำเสมอ ไม่ไหม้เกรียม

3.4 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนข้อ 8.1 แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

การทดสอบทำโดยการตรวจพินิจ

3.6 ความชื้น

ต้องไม่เกิน 6% โดยน้ำหนัก การทดสอบให้ปฏิบัติตาม

AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.7 ค่าเพอร์ออกไซด์

ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IUPAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.8 วัตถุเจือปนอาหาร

3.8.1 ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

3.8.2 ห้ามใช้วัตถุกันเสียทุกชนิด เว้นแต่ที่ติดมากับวัตถุดิบให้เป็นไปตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.9 จุลินทรีย์

3.9.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.2 *Salmonella* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

3.9.3 *Staphylococcus aureus* ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.4 *Bacillus cereus* ต้องไม่เกิน $1x10^3$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.5 *Clostridium perfringens* ต้องไม่เกิน $1x10^3$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.6 *Escherichia coli* โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.9.7 ยีสต์ และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นให้เป็นไปตามถาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท สามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 น้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

การทดสอบให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

6.1.1 ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.) อาจตามด้วยชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ข้าวแต๋น ข้าวแต๋นน้ำแตงโม นางเล็ด

6.1.2 ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นน้ำหนักโดยประมาณ (%) และเรียงจากมากไปน้อย

6.1.3 น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม

6.1.4 วัน เดือน ปี ที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

6.1.5 ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บภาชนะที่ปิดสนิท

6.1.6 เลขสารบบอาหาร

6.1.7 ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบทั่วไป ลักษณะเนื่อสัมผัส สี กลิ่น รส สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความชื้น ค่าเพอร์ออกไซด์ และวัตถุเจือปนอาหารให้ชักตัวอย่างโดยการสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำให้เป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 ถึงข้อ 3.8 จึงจะถือว่าผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัมกรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างทีมีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.9 จึงจะถือว่าผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบสีและกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนตามอิสระ

8.1.2 วางตัวอย่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ จ.1

ตารางที่ จ.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสี และกลิ่นรส

(ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสินใจ	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น สม่ำเสมอ ไม่ให้เกรียม สีพอใช้ใกล้เคียงกับสีธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น กลิ่นรสปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	3 2 1
กลิ่น	กลิ่นรสดีตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น กลิ่นรสพอใช้ใกล้เคียงรสตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม	3 2 1

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ

(ข้อ 6.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารแลที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง แฉะ และสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาดและสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างวัสดุที่คงมน เรียบ ทำความสะอาดง่าย และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่ตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน สำหรับวัตถุดิบ วัสดุบรรจุ ผลิตภัณฑ์รอการบรรจุ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขาซึ่งเปิดสู่บริเวณทำโดยตรง ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือเกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.1.2.4 ห้องสุขา อ่างล้างมือมีจำนวนเหมาะสม มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาด หรือฆ่าเชื้อโรค

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้งานต้องทำความสะอาดเหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง และเก็บไว้ในที่เหมาะสม

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ ต้องสะอาด มีคุณภาพดีได้จากแหล่งที่น่าเชื่อถือ ปลอดภัย จักเก็บในภาชนะสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนได้ แยกเก็บเป็นสัดส่วน

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.3.3 เครื่องชั่งที่ใช้ต้องตรวจสอบได้เที่ยงตรง

ก.4 การสุขภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผงในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีวิธีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข แมว เข้าไปในบริเวณที่ทำ

ก.4.4 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และทิ้งน้ำ อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.4.5 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ก.5.1 ผู้ทำทุกคน ต้องมีสุขภาพดีทั้งร่างกายและจิตใจ รักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ก.5.2 ผู้ทำทุกคน ต้องไม่กระทำใดๆ ที่ไม่ถูกสุขลักษณะในสถานที่ทำ เช่น รับประทานอาหาร สูบบุหรี่

ภาคผนวก ฉ

ต้นทุนในการผลิต และฉลากผลิตภัณฑ์

ต้นทุนที่ใช้ในการผลิต
การใช้ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ

1 วัตถุดิบ

ตารางที่ ฉ.1 แสดงราคาวัตถุดิบ

ส่วนประกอบ	ราคา/หน่วย	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	หน่วย (%)	ราคา (บาท)
ข้าวเหนียวขาว	30 บาท/1 กิโลกรัม	160	45.84	4.80
ข้าวเหนียวดำ	35 บาท/500 กรัม	40	11.46	2.80
น้ำตาล	24 บาท/1 กิโลกรัม	33	9.46	0.80
น้ำตาลปี๊บ	16 บาท/500 กรัม	33	9.46	1.06
น้ำผึ้ง	35 บาท/115 กรัม	33	9.46	10.04
เม็ดมะม่วงหิมพานต์	150/500 กรัม	50	14.32	15
	รวม	349		34.50

2 บรรจุภัณฑ์

ตารางที่ ฉ.2 แสดงราคาบรรจุภัณฑ์

ส่วนประกอบ	ราคา/หน่วย	ปริมาณหน่วยที่ใช้ (หน่วย)	ราคา (บาท)
กล่องกระดาษ	80 บาท /12 ใบ	1	6
ถุงแก้ว ขนาด 2.5*3.5 นิ้ว	40 บาท/180 ใบ	15	6
สารกันความชื้น	50 บาท/50 ถุง	1	1
		รวม	13

3 สาธารณูปโภค 40%

นำค่าวัตถุดิบ + ค่าบรรจุภัณฑ์ = 34.50 + 13 บาท
= 47.50 บาท
ค่าโสหุ้ย 40% = 2.425 บาท
รวมราคาต้นทุนในการผลิต = 49.925 หรือ 50 บาท

ราคาต้นทุนในการผลิต ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

รวมราคา 49.925 หรือ50 บาท ต่อการผลิต 1 สูตร ซึ่งสามารถผลิตได้ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด ประมาณ 220.5 กรัม หรือ 49 ชิ้น ขนาดชิ้นรูปสี่เหลี่ยม 3x4 เซนติเมตร น้ำหนักต่อชิ้นประมาณ 4.5 – 5 กรัม จากการทำแบบสอบถามประเมินผู้บริโภค ข้าวแต๋นแบบไม่ทอด (ประมาณ 15 ชิ้น) ราคา 44 บาท ราคาต่อชิ้น 0.34 บาท/ชิ้น ต้นทุนราคาต่อถุง 220.5 กรัม (ประมาณ 49 ชิ้น) ราคา 50 บาท จะได้กำไรต่อถุง ถุงละ 27.33 บาท

***หมายเหตุ** 1 สูตร ราคา 50 บาท เท่ากับ 220.5 กรัม สามารถขายได้ 3 ถุง เท่ากับ 204 กรัม ยังเหลืออีก 16.5 กรัม สามารถนำไปเพิ่มผลกำไรในถุงถัดไปได้

ภาพที่ ฉ.1 สัญลักษณ์ผลิตภัณฑ์ และป้ายผลิตภัณฑ์

3.8 x 15 นิ้ว
(แนวนอน)

ภาพที่ ฉ.2 ฉลากผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ช

แผ่นพับ

สาระน่ารู้

ข้าวแต๋น

ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น หรือที่เรียกว่า นางลิส ข้าวแต๋น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวเหนียวนึ่งสุก อาจผสมกับส่วนประกอบอื่นๆ เช่น น้ำตาลโม้ น้ำตัก น้ำตาลทราย เกลือ น้ำอ้อย งา น้ำกะทิ แล้วทำให้เป็นแผ่น หรือรูปทรงอื่น ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือพลังแหล่งงานอื่น ทอดให้พองอาจปรุงแต่งหน้าด้วยเครื่องปรุงต่างๆ เช่น น้ำมะพร้าวเคี่ยว หมูหยอง น้ำพริกเผา โดยข้าวแต๋น เป็นขนมพื้นบ้านหรือเป็นอาหารว่างของชาวภาคเหนือในประเทศไทยเป็นเอกลักษณ์ และภูมิปัญญาที่บ้านที่แสดงถึงวัฒนธรรมของชาวพื้นเมืองที่ใช้ข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก

ข้าวเหนียว

ข้าวเหนียว (Waxy rice, Oryza sativa) เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลเพคติน อยู่สูงทำให้มีคุณสมบัติยอมนุ่มและการยาย (Stickiness) ข้าวเหนียวจึงถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารพลายชนิด เช่น ขนมเข่งกรอบ ขนมกรอบทอง และข้าวพอง เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ข้าวพองที่ทำจากเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านที่ไปที่พบเห็นในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวตอก ข้าวเม่า ข้าวตู ข้าวตัง ข้าวแต๋น ซีมน้ำตาล และไขมัน ส่งผลให้ระดับน้ำตาล และไขมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารทุก ๆ ท่าน ที่ช่วยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้โครงการฯนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น มีความสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ "โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่" ประจำปีงบประมาณพุทธศักราช 2560 สถาบันวิจัยและพัฒนา "มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร" ที่ให้การสนับสนุนด้านทุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่เอื้อเฟื้อสถานที่ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ในการศึกษาทำโครงงานพิเศษจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ติดต่อสอบถามหรือขอข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
168 ถ.ศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กทม.
10300 โทร.02-281-9231 ต่อ 4

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว

จัดทำโดย
นายบัณฑิต ไพรียาล
นายปิยวัฒน์ กิจจานนท์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวดิบและข้าวเหนียวดำในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอด ทำการพัฒนาน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว และศึกษาอัตราส่วนโรยหน้า (topping) สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวที่เหมาะสม ศึกษาลักษณะทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มศึกษาอัตราส่วนข้าวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวดิบและข้าวเหนียวดำ พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูงที่ข้าวเหนียวดิบ: ข้าวเหนียวดำ (80%: 20%) มากที่สุด จากนั้นพัฒนาสูตรน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปข้าวแต๋นสูตรที่เหมาะสม พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 2 (แอลเอ+น้ำตาล) มากที่สุด โดยปริมาณน้ำเชื่อมที่มีแอลเอ และน้ำตาลมีผลต่อคะแนนความชอบในด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม จากนั้นศึกษาปริมาณของเมล็ดแมงลักที่ได้ในผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 (12.5 %), สูตรที่ 2 (25%) และสูตรที่ 3 (37.5%) พบว่าคะแนนความชอบด้าน กลิ่นรส และรสชาติ มีความแตกต่างกัน โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบที่สูตรที่ 2 (25%) เนื่องจากรับประทานง่ายขึ้น และมีคุณค่าทางโภชนาการที่เพิ่มขึ้นจึงเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีเมล็ดแมงลักที่ 25% มาทำการศึกษา จากนั้นศึกษาองค์ประกอบทางเคมี โดยเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่มีเมล็ดแมงลักที่ 25% กับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นที่ไม่มีเมล็ดแมงลัก พบว่าส่วนองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่มีเมล็ดแมงลักที่ 25% มีองค์ประกอบของเคมีที่สูงกว่า เช่น โปรตีน, ไขมัน, และเส้นใยรับประทานง่าย และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ตรงตามที่กำหนด และมีสี L* a* b* ในส่วนของคุณภาพทางกายภาพ ไม่เด่นกำหนด

วัตถุประสงค์

1 ศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเหนียวดิบและข้าวเหนียวดำในสูตรข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

2 พัฒนาน้ำเชื่อมสำหรับขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียว

3 1.2.3 ศึกษาปริมาณของเมล็ดแมงลักที่เหมาะสม สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวที่เหมาะสม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 ได้สูตรมาตรฐานในการผลิตข้าวแต๋นแบบไม่ทอดจากข้าวเหนียวดิบ และข้าวเหนียวดำ

2 ได้สูตรน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในการขึ้นรูปข้าวแต๋นแบบไม่ทอด

3 ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นแบบไม่ทอดที่พัฒนาแล้วเป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค

ขั้นตอนการทำข้าวเหนียว และข้าวเหนียวดำแบบไม่ทอด

แช่ข้าวเหนียวดิบ และข้าวเหนียวดำ
↓
นึ่งให้สุก
↓
นำข้าวใส่ถุง เพื่อนวดเย็น 2 คืน
↓
นำข้าวที่นวดมา ลดให้มีเมล็ดออกจากกัน นำไปอบอีก 2 คืน
↓
นำข้าวไปอบ ที่ 50 องศาเซลเซียส 6 ชั่วโมง
↓
นำไปตัวที่ ไฟแรง เมื่อข้าวพองตัวพักให้เย็น

ขั้นตอนการทำน้ำเชื่อม

จัดวัตถุดิบต่างๆ
↓
เคี่ยวไปไฟปานกลาง เป็นเวลาประมาณ 5 นาที
↓
นำข้าวพองที่พักให้เย็นนำมาคลุก เป็นเวลา 1 นาที
↓
นำใส่พิมพ์ที่เตรียมไว้ บรรจุใส่ถาดรอง

ภาพที่ ช.1 แผ่นพับ

ประวัติผู้ศึกษา

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นายบัณฑิต ไพรีขยาด
วัน เดือน ปีเกิด 3 มิถุนายน 2538
ที่อยู่ปัจจุบัน 6/4 ม.2 ต.บางแก้ว อ.บางพลี
จ. สมุทรปราการ 10540

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
ประถมศึกษา	โรงเรียนบุรารักษ์	2549
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเซนต์ราฟาแอล	2552
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนเทพศิรินทร์สมุทรปราการ	2555

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นายปิยวัฒน์ กิจจานนท์
วัน เดือน ปีเกิด 14 สิงหาคม 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน 26 ม.2 ต.ท่าพริก อ.เมือง
จ.ตราด 23000

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
ประถมศึกษา	โรงเรียนสุนันทาวิทยา	2549
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนตราษตระการคุณ	2552
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนตราษตระการคุณ	2555