การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

Development of Plant-Based Mozzarella Cheese Products from Fresh-Cut Durian Trimmings

สุมภา เทิดขวัญชัย

SUMAPAR THEDKWANCHAI

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2567

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

Development of Plant-Based Mozzarella Cheese Products from Fresh-Cut Durian Trimmings

สุมภา เทิดขวัญชัย

SUMAPAR THEDKWANCHAI

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อดุษฎีนิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง
ชื่อ นามสกุล	สุมภา เทิดขวัญชัย
ชื่อปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา	คหกรรมศาสตร์
คณะ	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร

คณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริมา สินธุสำราญ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม)

วันที่ 3 เดือน กันยายน พ.ศ. 2567

ชื่อดุษฎีนิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง
ชื่อ นามสกุล	สุมภา เทิดขวัญชัย
ชื่อปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา และคณะ	คหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส 2) พัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง 3) ศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในอาหารพร้อมรับประทาน และ 4) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) ประกอบด้วยวิธีวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) และวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research)

ผลการวิจัย พบว่า 1) ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 21 - 30 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาตรี อาชีพนักเรียน/นักศึกษา และมีรายได้ต่อเดือน ไม่เกิน 10,000 บาท ความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยผู้บริโภคเคยบริโภคมอสซาเรลล่าชีส ชอบรับประทานทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ไม่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม เคยบริโภคอาหารพร้อมรับประทาน ถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนจำหน่าย ผู้บริโภคสนใจที่จะบริโภคในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทาน และสนใจที่จะทดลองบริโภค คือ เมนูพิซซ่า ปัจจัยการเลือกบริโภคด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส องค์ประกอบในส่วนผสม คุณค่าทางโภชนาการ บรรจุภัณฑ์/ฉลาก ราคา และความสะดวกในการซื้อผลิตภัณฑ์ อยู่ในระดับความสำคัญมาก ถึงมากที่สุด 2) การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ใช้แป้งดัดแปรชนิด EHELASTIC 20 เป็นวัตถุดิบหลักของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสแล้วนำมาเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ที่ระดับร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งดัดแปร พบว่าปริมาณพลังงาน โปรตีน ไขมัน และเถ้า มีค่าลดลง ส่วนคาร์โบไฮเดรต และความชื้น มีปริมาณเพิ่มขึ้น ผลการวัดเนื้อสัมผัส พบว่าความแน่นเนื้อ และ ความเหนียวแน่นเพิ่มขึ้น แต่ค่าการเกาะติดลดลง ส่วนค่าสี มีค่า L* ความสว่างมาก ค่า a* มีค่าเป็นลบ จึงมีสีออกเขียว และค่า b* มีค่าเป็นบวก จึงมีสีออกเหลือง เมื่อเทียบกับมอสซาเรลลาชีสจากเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ร้อยละ 10 ของน้ำหนักน้ำนมวัวดิบ ค่าเนื้อสัมผัส และค่าสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และคุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 209 พ.ศ. 2543 ว่าด้วยกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์เงื่อนไข และวิธีการในการ

ตรวจวิเคราะห์ของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค 3) การใช้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส จากเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในเมนูพิซซ่า โดยนำมาโรยบนแป้งพิซซ่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว ปริมาณ 25 กรัม ให้เต็มแผ่นแป้ง ผู้ชิมให้การยอมรับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง 4) การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ผู้บริโภคให้การยอมรับ ร้อยละ 93.33 และสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 90

คำสำคัญ: มอสซาเรลล่าชีส, ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส, เนื้อทุเรียน, แป้งดัดแปร

Dissertation Title	Development of Plant-Based Mozzarella Cheese Products from Fresh-Cut Durian Trimmings
Author	Sumapar Thedkwanchai
Degree	Doctor of Philosophy (Home Economics)
Major Program	Home Economics Faculty of Home Economics Technology
Academic Year	2024

ABSTRACT

The objective of this study is to 1) study consumers' demand for plant-based mozzarella cheese products, 2) develop plant-based mozzarella cheese products from fresh-cut durian trimmings, 3) explore the use of plant-based mozzarella cheese products from fresh-cut durian trimmings in ready-to-eat meals, and 4) study of consumer acceptance of ready-to-eat meals made from plant-based mozzarella cheese products from fresh-cut durian trimmings. This mixed-methods research relies on experimental and quantitative research.

The result showed that 1) most consumers were female, aged 21-30, with a bachelor's degree, working as students, and having a monthly income of no more than 10,000 baht. The qualification of consumers' interest in plant-based mozzarella cheese products from fresh-cut durian trimmings was accustomed to eating mozzarella cheese, Monthong-durian Lovers, unfamiliar with plant-based non-dairy products, and familiar with ready-to-eat meals. If there were plant-based mozzarella cheese products from durian available on the market, the consumers would be willing to try them in the form of ready-to-eat meals with pizza as a preferred menu. Other key factors influencing consumer choices included color, aroma, taste, texture, ingredients, nutritional value, packaging/labeling, price, and purchasing convenience, all rated highly important. 2) the development of plant-based mozzarella cheese products from fresh-cut durian trimmings was adopted using modified starch EHELASTIC 20 as the main ingredient at 75% of the starch weight. It showed that the amounts of energy, protein, fat, and ash decreased, while the amounts of carbohydrates and moisture increased. Texture measurement results, it was found that the firmness and toughness increased. However, the cohesiveness value decreased. In terms of color, the L* value indicated brightness, a* was negative with green color, and b* was positive with yellow color. Comparing plant-based mozzarella cheese products from fresh-cut durian

trimmings at 10%of weights of raw cow's milk, the differences in texture and color were statistically significant ($P \leq 0.05$) and the microbiological quality conformed to the Ministry of Public Health's standards, set by Notification of the Ministry of Public Health (No.209) B.E.2543 (2000) Re: Prescribing the quality or standard, principles, conditions and methods of analysis for pathogenic microorganisms in foods. 3) To use plant-based mozzarella cheese products from fresh-cut durian trimmings as a topping on a 5-inch pizza crust and using 25 grams spread evenly, the customers' satisfaction was rated moderately. 4) The consumer acceptance of ready-to-eat meals made from plant-based mozzarella cheese products from fresh-cut durian trimmings shows that 93.33% of respondents accepted the pizza product, with 90% expressing interest in purchasing these products.

Keywords: Mozzarella Cheese, Plant-Based Mozzarella Cheese Products, Durian Meat, Modified Starch

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากทุกท่านที่คอยผลักดัน ดูแลเอาใจใส่ให้ความรู้ และให้คำชี้แนะแนวทางในการศึกษาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์ร่วม ที่ให้คำแนะนำ ปรึกษาตลอดจนตรวจ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น ประธานกรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริมา สินธุสำราญ กรรมการสอบ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ จนผู้วิจัยสามารถดำเนินการทำดุษฎีนิพนธ์ได้สำเร็จลุล่วง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ให้ข้อมูลสำคัญทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำดุษฎีนิพนธ์ แก้ไขข้อบกพร่อง และแก้ไขเครื่องมือวิจัยเพื่อประกอบการวิจัยครั้งนี้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ และให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำดุษฎีนิพนธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรีพรรณ ตรีศักดิ์ศรี อาจารย์สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร และอาจารย์สาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหารที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ปรึกษา และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส รวมถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ (บัณฑิตศึกษา) ฝ่ายวิชาการและวิจัย เพื่อนปริญญาเอกรุ่น 1 อาจารย์ เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมืออุปกรณ์ และสถานที่ในการทดลอง และผู้ที่เกี่ยวข้องที่มิได้เอ่ยนามในกิตติกรรมประกาศนี้ ที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนให้เกิดความคล่องตัวในการทำวิจัยครั้งนี้

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ดรุณี โอวจริยาพิทักษ์ ครอบครัวโพพี และครอบครัวญาณฐิตวัฒนา ที่ให้คำปรึกษา คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนการศึกษา ผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จอย่างแท้จริง

ผลแห่งความสำเร็จในการศึกษา คุณค่า และประโยชน์ของดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนบูรพาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และอบรมสั่งสอน และรวมถึงผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ผู้วิจัยเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาตราบเท่าทุกวันนี้ ผู้วิจัยจะนำความรู้ไปพัฒนาการศึกษา และระบบการทำงานในปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเพื่อประโยชน์ต่อประเทศชาติซึ่งเป็นปลายทางสูงสุดต่อไป

สุมภา เทิดขวัญชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญแผนภูมิ	(10)
สารบัญภาพ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.5 กรอบแนวความคิด	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ทุเรียน	6
2.2 เนยแข็ง	16
2.3 ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม	24
2.4 แป้งดัดแปร	26
2.5 อาหารพร้อมรับประทานแช่แข็ง	29
2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	38
3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทดลอง	38
3.2 วิธีการทดลอง	40
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	48
3.4 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย	49
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	50
4.1 ผลการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส	50
4.2 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	57
4.3 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา	66
4.5 ผลการพัฒนาสูตรอาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	69
4.6 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสูตรอาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	70
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	75
5.1 สรุปผล	75
5.2 ข้อเสนอแนะ	78
เอกสารอ้างอิง	79
ภาคผนวก	85
ภาคผนวก ก แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แบบสอบถามความต้องการของผู้บริโภค แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค	86
ภาคผนวก ข สูตรพื้นฐานมอสซาเรลล่าชีส สูตรมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง สูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส สูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	101
ภาคผนวก ค ภาพขั้นตอนการทำมอสซาเรลล่าชีส ภาพขั้นตอนการทำมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ภาพขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส ภาพขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	108
ภาคผนวก ง หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย	116
ภาคผนวก จ ใบรายงานผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี	122
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	130

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของทุเรียนหมอนทอง	8
2.2	ตัวอย่างการใช้แป้งดัดแปรทางเคมีและทางกายภาพในอุตสาหกรรมอาหาร	28
3.1	สูตรพื้นฐานมอสซาเรลลาชีส	42
3.2	ปริมาณแป้งดัดแปรต่อน้ำ	45
3.3	ปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนในผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส	46
4.1	จำนวน และร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	51
4.2	จำนวน และร้อยละของความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	52
4.3	จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส	56
4.4	คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	58
4.5	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานมอสซาเรลล่าชีส	59
4.6	ปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนในมอสซาเรลล่าชีส	60
4.7	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	61
4.8	คุณภาพทางกายภาพของมอสซาเรลลาชีสสูตรควบคุม และผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส	63
4.9	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	65
4.10	คุณค่าทางเคมีของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน และผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน	66
4.11	คุณภาพทางกายภาพของมอสซาเรลลาชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งและผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	67
4.12	คุณภาพทางจุลชีววิทยาของมอสซาเรลลาชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งและผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	68
4.13	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	69
4.14	จำนวน และร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	71
4.15	จำนวน และร้อยละของข้อมูลพฤติกรรมการบริโภค และทัศนคติต่อการบริโภคพิซซ่า	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.16 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง 73

4.17 จำนวน และร้อยละของข้อมูลพฤติกรรมการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง 74

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
3.1	วิธีการทำมอสซาเรลล่าชีสสูตรที่ 1	42
3.2	วิธีการทำมอสซาเรลล่าชีสสูตรที่ 2	43
3.3	วิธีการทำมอสซาเรลล่าชีสสูตรที่ 3	44
3.4	วิธีการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส	45
4.1	ลำดับผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่ผู้บริโภคสนใจ	55

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวความคิด	4
2.1	ทุเรียนฟรีซดราย	13
2.2	การแช่เยือกแข็งทุเรียน	14
2.3	ทุเรียนกวน	14
2.4	ทุเรียนเชื่อม	15
2.5	ทุเรียนทอด	15
2.6	กระบวนการผลิตชีส	19
4.1	เนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งบดละเอียด	57
4.2	ผิวหน้าด้านนอกและหน้าตัดด้านในของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน	58
4.3	ผิวหน้าด้านนอกและหน้าตัดด้านในของมอสซาเรลล่าชีสสูตรควบคุม และสูตรเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	61
4.4	ผิวหน้าด้านนอกและหน้าตัดด้านในของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส	62
4.5	ลักษณะผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส	63
4.6	ผิวหน้าด้านนอกและหน้าตัดด้านในของมอสซาเรลล่าชีสจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	64
4.7	พิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง	69
ค.1	วิธีการทำมอสซาเรลล่าชีส	110
ค.2	วิธีการทำมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน	112
ค.3	วิธีการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส	113
ค.4	วิธีการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน	115

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทุเรียนเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญอันดับต้นของประเทศ มีพื้นที่ปลูกประมาณ 755,000 ไร่ ในปี 2564 คาดการณ์ว่าจะมีผลผลิตประมาณ 1,241,930 ตัน มูลค่าระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม ประมาณ 58,343.54 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) ทุเรียนแช่เย็นจนแข็ง มีมูลค่าการส่งออกในปี 2564 ระหว่างเดือนมกราคม - กรกฎาคม ประมาณ 3,522.16 ล้านบาท และมีแนวโน้มอัตราการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 37.43 (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร, 2564) สำหรับทุเรียนที่นำมาแช่แข็ง ส่วนใหญ่จะเป็นทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ซึ่งมีเนื้อมาก แก่จัด เริ่มจากเกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวผลทุเรียนที่สุกได้ที่ ส่งไปยังพ่อค้าคนกลางหรือสถานประกอบการ เพื่อนำผลทุเรียนสดที่มีลักษณะสอดคล้องกับความต้องการของตลาดไปส่งขายให้กับลูกค้า แต่ถ้ามีผลทุเรียนที่มีลักษณะ ไม่ตรงตามความต้องการ เช่น ขนาดไม่ตรงตามความต้องการ หรือมีลักษณะบางประการที่บกพร่อง คือ ผลมีรอยแตก หรือผลมีรูปร่างไม่สวยงาม เป็นต้น ทุเรียนเหล่านี้ยังสามารถนำไปบริโภคได้ ถูกขายออกไปในราคาที่ต่ำกว่าทุเรียนคุณภาพดี พ่อค้าคนกลาง หรือผู้ประกอบการได้มีการนำทุเรียนที่มีตำหนินี้ ไปแยกเอาเฉพาะส่วนของเนื้อทุเรียนที่บริโภคได้นำไปแช่แข็ง ได้เป็นผลิตภัณฑ์ทุเรียนแช่แข็ง ส่งไปจำหน่ายให้ลูกค้านำไปบริโภคโดยตรง หรือส่งให้กับโรงงานเป็นวัตถุดิบต้นทาง (interncdiate product) ส่วนเนื้อทุเรียนที่ไม่ได้คุณภาพ เช่น เศษเหลือจากการตัดแต่งทุเรียนที่ไม่สามารถส่งขายได้ สุกหรือดิบเกินไป ไม่สวย หรือมีรอยตำหนิบนเนื้อทุเรียน เป็นต้น เศษเนื้อทุเรียนเหล่านี้ถูกจำหน่ายไปผลิตเป็นเนื้อทุเรียนกวนในราคาไม่สูงมาก เศษเนื้อทุเรียนเหล่านี้มีจำนวนมากพอที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อย่างอื่นที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้น หรือพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเฉพาะกับกลุ่มผู้บริโภค จึงคิดที่จะนำมาทำมอสซาเรลล่าชีส เนื่องจากมีลักษณะเนื้อสัมผัสเนียนใกล้เคียงกัน

เนยแข็ง (cheese) จัดเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายไปทั่วโลก และมีการพัฒนาคุณภาพของเนยแข็งเพิ่มขึ้น เนยแข็งนอกจากจะบริโภคเป็นอาหารโดยตรงแล้วยังสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารหลากหลายชนิดเพื่อเพิ่มรสชาติ เนื้อสัมผัสและเสริมคุณค่าโภชนาการได้ (Mounsey & O'Riordan, 2008) การผลิตเนยแข็งส่วนใหญ่ใช้น้ำนมจากสัตว์เป็นวัตถุดิบ โดยนำน้ำนมมาตกตะกอนโปรตีนเคซีนซึ่งเป็นโปรตีนหลักในน้ำนม ด้วยเอนไซม์เรนนิน หรือกรดแลคติกทำให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพ และเกิดเป็นตะกอนโปรตีน นำมาขึ้นรูปเป็นก้อน เนยแข็งจากนมมีปริมาณไขมันสูง เมื่อบริโภคเป็นประจำจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ และการมีน้ำตาลแลคโตสในนม จะส่งผลให้เกิดอาการแพ้ในกลุ่มผู้บริโภคที่มีการแพ้น้ำตาล ผู้บริโภคกลุ่มที่มีภาวะพร่องเอนไซม์ย่อยสลายกรดอะมิโนฟีนิลอะลานีน หรือโรคฟีนิลคีโตนูเรีย (phenylketonuria) หาก

ได้รับโปรตีนทั่ว ๆไปจากสัตว์ นม ไข่ซึ่งมีกรดอะมิโนฟีนิลอะลานีนสูงจะเกิดภาวะเสี่ยงอันตรายต่อร่างกายได้ รวมถึงผู้บริโภคกลุ่มที่แพ้โปรตีนนมเคซีน จึงทำให้ผู้บริโภคกลุ่มนี้จำเป็นต้องได้รับปริมาณโปรตีนจากอาหารในปริมาณที่ต่ำ หรือหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารที่มีโปรตีนนมเป็นส่วนผสม การผลิตเนยแข็งเทียมที่ปราศจากโปรตีนเคซีน และน้ำตาลแลคโตสจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ และสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่มีความเสี่ยงในการแพ้สารอาหารต่าง ๆ รวมถึงผู้บริโภคกลุ่มมังสวิรัติ (พิสุทธิ หนักแน่น และคณะ, 2558)

ปัจจุบันรูปแบบการดำเนินชีวิตได้เปลี่ยนไปตามสภาวการณ์ของสภาพเศรษฐกิจสังคม ทำให้ผู้บริโภคมีความนิยมอาหารพร้อมรับประทานมากขึ้นเพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ลดโปรตีนจากเนื้อสัตว์บริโภคโปรตีนจากพืชมากขึ้น (Plant based food) ลดไขมันในอาหาร ซึ่งอาหารพร้อมรับประทานมีมูลค่าทั้งภายในประเทศ และที่ส่งออกไปประเทศจีน มีมูลค่ารวมสูงถึง 29,000 ล้านดอลล่าร์สหรัฐ และมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 20 (สถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560) อุตสาหกรรมแปรรูปอาหารจึงหันมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทานมากขึ้น มีหลากหลายรสชาติแตกต่างกันไปตามกลุ่มของผู้บริโภค เช่น อาหารไทย อาหารจีน อาหารอิตาเลี่ยน และอาหารญี่ปุ่น เป็นต้น อาหารอิตาเลี่ยนพร้อมรับประทานมีหลายผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของชีส เช่น ผักโขมอบชีส ลาซานญ่า มักกะโรนี พิซซ่า ที่ส่งขายตามร้านสะดวกซื้อ เช่น 7 - Eleven, MaxValu และ Tops ซึ่งปัจจุบันมีคู่แข่งทางการค้าเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก เช่น CP S&P Surapon Foods เป็นต้น โดยจะแข่งขันกันพัฒนาผลิตภัณฑ์รสชาติใหม่ออกมาสู่ตลาดเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค และเพิ่มยอดขายให้กับธุรกิจของตนเอง ยุคปัจจุบันต้องใช้ชีวิตแบบสังคมเมือง อยู่บนความเร่งรีบ การทำงานมีการแข่งขันสูง คนหนุ่มสาวนิยมที่อยู่อาศัยแบบคอนโดมิเนียมในสภาพครอบครัวเดียว ดังนั้นกลุ่มคนเหล่านี้จึงนิยมประกอบอาหารง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากมักใช้ไมโครเวฟอุ่นอาหารพร้อมทาน ประเภทแช่เย็น (chilled food) หรือแช่แข็ง (frozen food) และการประกอบอาหารเองอาจมีต้นทุนสูงกว่าการซื้ออาหารสำเร็จรูป นอกจากนั้นคนยุคนี้ต้องการประสบการณ์การกินแปลกใหม่ การพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงต้องตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่เน้นความสะดวกสบาย และรสชาติก็เหมือนกับอาหารปรุงสด จึงนิยมซื้ออาหารพร้อมรับประทานมาบริโภคเพราะไม่ต้องการออกนอกบ้านบ่อย ๆ เมื่อหิวก็จะนำมาอุ่นไมโครเวฟ จึงเห็นได้ว่าตลาดอาหารพร้อมทานเติบโตอย่างต่อเนื่อง คาดว่าในปี 2564 มีมูลค่า 23,686 ล้านบาท (NALISA, 2021) ดังนั้น จึงคิดที่จะนำเศษที่เหลือจากการตัดแต่งทุเรียน มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือกสำหรับกลุ่มวีแกน (Vegan) มังสวิรัติ (Veggie) และคนรักสุขภาพ เพื่อเพิ่มมูลค่า และเป็นวัตถุดิบต่อยอดให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร โดยผลิตภัณฑ์อาหารวีแกนที่นิยมวางจำหน่ายในตลาด 5 อันดับแรก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์วีแกนในรูปแบบเนื้อสัตว์และไข่ ร้อยละ 20.30 ของรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในตลาดทั้งหมด รองลงมาได้แก่ ผลิตภัณฑ์นม ร้อยละ 12.30 อาหารพร้อมรับประทาน ร้อยละ 10.20 เครื่องปรุงรส ร้อยละ 9.10 และเบเกอรี ร้อยละ 7.70 (จีรศักดิ์ คำสุริย์ และคณะ, 2562) ซึ่งในอาหารตะวันตกมีเนยแข็งเป็นส่วนประกอบ จึงเห็นถึงประโยชน์จากการใช้ทุเรียนมาพัฒนาเป็นเนยแข็งในอาหารตะวันตกพร้อมรับประทาน และยังไม่มีเนยแข็งจากทุเรียนขายในท้องตลาด เป็นการสร้างโอกาสทางการตลาด อาจเป็นช่องทางการลองตลาดทั้งในประเทศ และต่างประเทศ การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง” จะเป็นการเพิ่มประโยชน์ และเพิ่ม

มูลค่าของทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง สร้างการร่วมมือทางการค้า พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากฐานการผลิต และทุนที่มีอยู่เดิมให้เกิดประโยชน์สูงสุด สร้างนวัตกรรมใหม่ที่ยังไม่มีในระบบตลาด เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันเชิงพาณิชย์

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

1.2.2 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

1.2.3 เพื่อศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในอาหารพร้อมรับประทาน

1.2.4 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ใช้ทุเรียนหมอนทองจากบริษัท หมิงหยาง อินเตอร์เนชั่นแนล เทรดดิ้ง จำกัด ที่เหลือจากการตัดแต่ง เก็บรักษาไว้ด้วยการแช่แข็ง (-18 องศาเซลเซียส) เป็นวัตถุดิบในการศึกษา

1.3.2 ใช้แป้งดัดแปร (Modified Starch) บริษัท เอี่ยมเฮง โมดิฟาย สตาร์ช จำกัด

1.3.2 ใช้การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในการผลิตอาหารพร้อมรับประทาน

1.3.3 กลุ่มประชากรเป็นผู้ที่สามารถรับประทานมอสซาเรลล่าชีส และทุเรียนได้

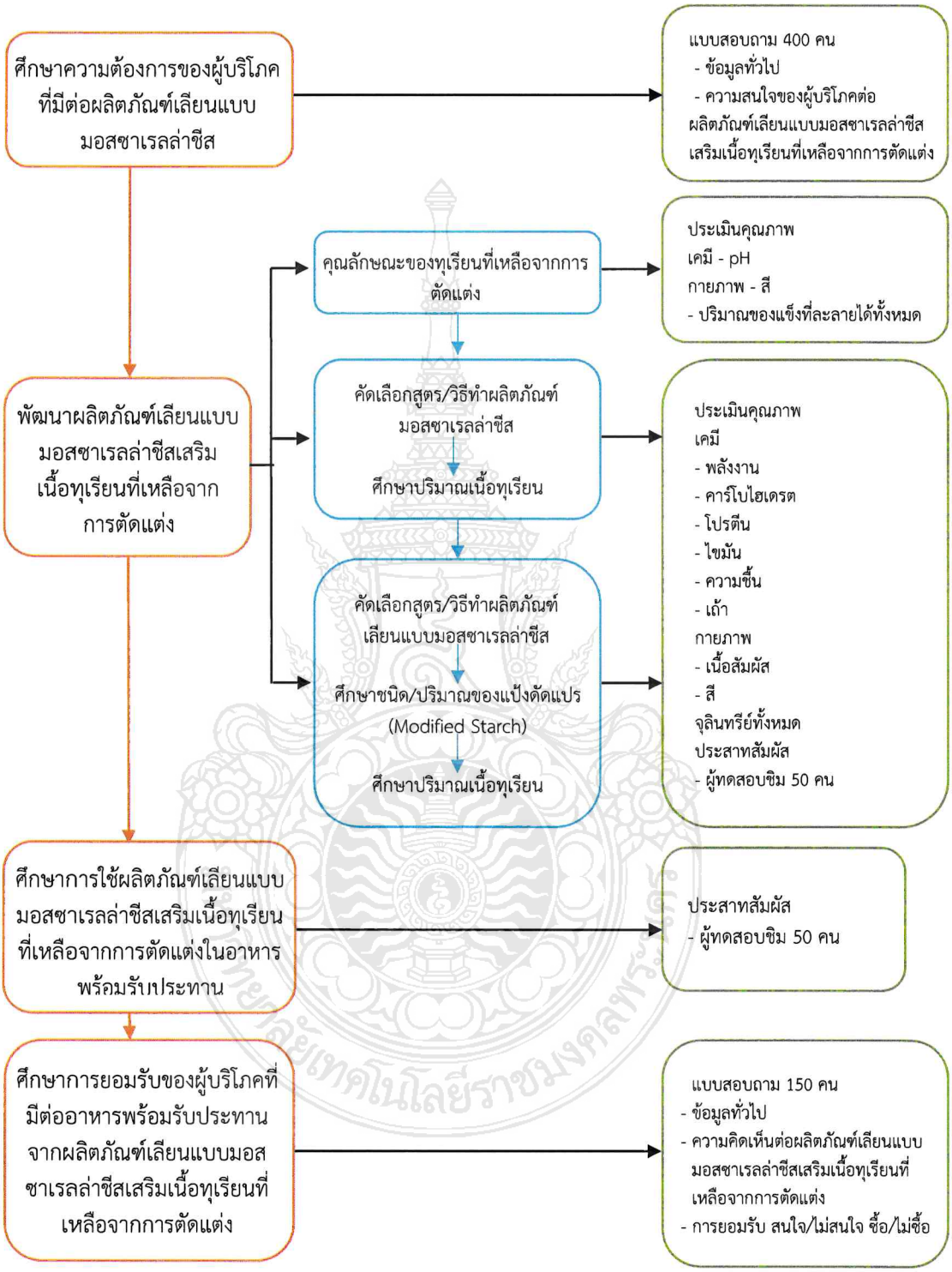
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 ทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง คือ ทุเรียนหมอนทองที่สุกประมาณร้อยละ 75 - 90 นำมาแกะเปลือกแยกเนื้อ นำเนื้อทุเรียนไปเข้าห้องแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เพื่อให้เนื้อทุเรียนแข็งตัว คงคุณภาพเดิมสำหรับขายส่งออกต่างประเทศ แต่เนื่องจากกระบวนการแกะเปลือก จะมีเนื้อส่วนที่หลุดจากพู หรือขนาดไม่ได้ตามมาตรฐาน แต่เนื้อยังมีรสชาติหวานมัน เนื้อแน่น กลิ่นไม่แรง

1.4.2 เนยแข็ง (Cheese) ผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากนม ส่วนใหญ่จะใช้นมวัว นมแพะ หรือนมแกะในการทำ ซึ่งขั้นตอนในการทำต้องผ่านกระบวนการแยกโปรตีนของนม แล้วนำไปผสมกับเชื้อรา แบคทีเรีย หรือสารอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับเนยแข็งแต่ละประเภท ในที่นี้จะศึกษาเฉพาะมอสซาเรสล่าชีส

1.4.3 ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน คือ เนยแข็งเทียม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากส่วนประกอบที่ไม่ใช่มาจากนมวัว เช่น ใช้น้ำมันข้าวโพด หรือมาการีนแทนเนย หรืออาจนำโปรตีนจากพืชเป็นวัตถุดิบ เช่น น้ำนมถั่วลิสง และโปรตีนสกัดจากถั่วลิสงแทนเคซีเนท หรือใช้ในรูปถั่วลิสงบด หรือผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองในรูปแบบต่าง ๆ มีส่วนผสมของทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งและแป้งดัดแปร ที่มีกระบวนการผลิต และขึ้นรูปให้มีคุณลักษณะคล้ายกับผลิตภัณฑ์มอสซาเรลล่าชีส

1.5 กรอบแนวความคิด



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวความคิด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพิ่มมูลค่าของทุเรียนหมอนทองที่เหลือจากการตัดแต่ง และลดการเหลือทิ้ง

1.6.2 ใช้เป็นวัตถุดิบต่อยอดให้กับผลิตภัณฑ์อาหารตะวันตกพร้อมรับประทาน เช่น มักกะโรนีอบชีส ผักโขมอบชีส ลาซานญ่า พิซซ่า เป็นต้น

1.6.3 ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้บริโภคกลุ่มวีแกน (Vegan) มังสวิรัติ (Veggie) คนรักสุขภาพ และผู้ที่แพ้นม

1.6.4 ใช้เป็นข้อมูลสำหรับนักพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารนำไปศึกษาเชิงพาณิชย์

1.6.5 ใช้เป็นแนวทางสร้างนวัตกรรมใหม่ให้กับวงการวิชาการด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ผู้ศึกษาได้ทำการค้นคว้าแนวคิดทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาดังนี้

2.1 ทุเรียน

2.2 เนยแข็ง

2.3 ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม

2.4 แป้งดัดแปร

2.5 อาหารพร้อมรับประทานแช่แข็ง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทุเรียน

ทุเรียน (durian) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Durio zibethinus Murr.* วงศ์ *Bombaceaceae* ซึ่งเป็นวงศ์ที่พบอยู่ในทวีปอเมริกาใต้และเอเชีย ชื่อท้องถิ่นภาคเหนือเรียก มะทุเรียน ภาคใต้เรียก เรียน มาเลเซียใต้เรียก ดูรียัน (กัวลาลัมเปอร์-เคดาห์) ดือแย (กลันตัน-ตรังกานู) คำว่าทุเรียนมาจากภาษามาเลย์ ดูริแปลว่าหนาม และเสียงเอียนทำให้คำดังกล่าวเป็นคำนาม ส่วนชื่อสปีชี่ส์มาจากชื่อวิทยาศาสตร์ของชะมดชนิดหนึ่ง Large Indian Civet (Viverra zibetha) ทุเรียนมีถิ่นกำเนิดบริเวณหมู่เกาะอินโดนีเซีย และแถบประเทศบรูไนและมาเลเซีย เป็นผลไม้เขตร้อนที่มีลักษณะแตกต่างจากไม้ผลชนิดอื่น ๆ ผลปกคลุมเต็มไปด้วยหนามทรงพิรามิด ผลประกอบด้วย 5 พู ภายในผลมีเนื้อและเมล็ดที่เจริญมาจากเยื่อหุ้มเมล็ดและเป็นส่วนที่ใช้รับประทาน รสชาติหวานมันมีคุณค่าทางอาหารสูง และมีกลิ่นเฉพาะตัวเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ได้ชื่อว่าเป็นราชาของผลไม้ (King of the fruits) งานวิจัยในประเทศมาเลเซียและประเทศไทยพบว่าทุเรียนส่วนใหญ่รับการผสมเกสรจากค้างคาวเล็บกุด (Eonycteris spelaea) ซึ่งเป็นค้างคาวถ้ำกินผลไม้ ปัจจุบันนี้ค้างคาวดังกล่าวมีจำนวนประชากรลดลงมากเนื่องจาก ถูกล่าและมีการระเบิดภูเขาหิน ทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยของค้างคาวดังกล่าวลดลง การลดจำนวนประชากรค้างคาวอาจมีผลต่อปริมาณผลทุเรียนที่เก็บเกี่ยวได้ในอนาคต ทุเรียนพันธุ์ต่าง ๆ มีชื่อเรียกและมีรหัสหมายเลขกำกับ เช่น กบ (D99) ชะนี (D123) ก้านยาว (D158) และหมอนทอง (D159) แต่ละสายพันธุ์มีรสและกลิ่นที่แตกต่างกัน ในประเทศไทยมีทุเรียนมากกว่า 200 สายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่ได้รับความนิยมใช้เป็นต้นตอมากที่สุดคือพันธุ์ชะนี เพราะทนต่อโรครากเน่าโคนเน่า (กรณ์กาญจน์ ภมรประวัติธนะ, 2552) ทุเรียนเป็นผลไม้ที่เจริญได้ดีในเขตร้อนชื้น อุณหภูมิ 24 – 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ประมาณ 70 – 80 เปอร์เซ็นต์ ฝนตกสม่ำเสมอ แหล่งปลูกทุเรียนใน

ประเทศไทยมีการปลูกอยู่เกือบทุกภาค เช่น ภาคเหนือที่ อุตรดิตถ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ นครพนม ภาคกลางที่ นนทบุรี อยุธยา ลพบุรี และสระบุรี ภาคใต้ที่สำคัญได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นราธิวาส และตรัง ภาคตะวันออกที่สำคัญได้แก่ จันทบุรี ระยอง ปราจีนบุรี และตราด (ทรงพล สมศรี, 2558) ทุเรียนที่พบในประเทศไทย มีพันธุ์สำคัญที่นิยมปลูกสำหรับการบริโภคหรือการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศคือ พันธุ์หมอนทอง พันธุ์ชะนี พันธุ์กระดุม พันธุ์กระดุมทอง และพันธุ์ก้านยาว จากสถิติการเพาะปลูกการเพาะปลูกทุเรียนในไทย ภาคตะวันออกเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญของประเทศ ซึ่งผลผลิตจะออกในช่วงเดือน พฤษภาคม – มิถุนายน ส่วนทุเรียนทางภาคใต้จะออกในช่วงเดือน กรกฎาคม - สิงหาคม ของทุกปี

2.1.1 การจัดจำแนกทุเรียน

จากการรายงานของณิชชา แหลมเพ็ชร (2565) พบว่า การศึกษาและรวบรวมพันธุ์ทุเรียนในประเทศ มีการจัดจำแนกทุเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม คือ กลุ่มกบ กลุ่มลวง กลุ่มก้านยาว กลุ่มกำปั่น กลุ่มทองย้อย และกลุ่มเบ็ดเตล็ด แต่ในเบื้องต้นยังไม่มีหลักฐานการจดบันทึกลักษณะที่ใช้จัดจำแนก ต่อมากรม-วิชาการเกษตร จึงได้มีการศึกษาเพิ่มเติมและกำหนดแนวทางในการจำแนกทุเรียนไทยอย่างเป็นระบบโดยการศึกษาลักษณะของทรงใบ ปลายใบ ฐานใบ ทรงผล และหนามผล ซึ่งเป็นลักษณะที่ค่อนข้างจะคงที่ และได้ใช้ลักษณะดังกล่าวจำแนกทุเรียนไทยออกเป็น 6 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนพันธุ์ที่รวบรวมได้แตกต่างกันดังนี้

2.1.1.1 กลุ่มกบ ได้แก่ กบแม่เฒ่า กบพิกุล กบชายน้ำ กบสุวรรณ กบตาท้วม กบหน้าศาล กบตาโห้ กบทองคำ กบสีนาค กลีบสมุทร การะเกด เป็นต้น

2.1.1.2 กลุ่มลวง ได้แก่ ลวงทอง ลวงมะรุม ชะนี ชะนีกิ่งม้วน ชมพูศรี ย่ำมะหวาด เป็นต้น

2.1.1.3 กลุ่มก้านยาว ได้แก่ ก้านยาว ทองสุก เป็นต้น

2.1.1.4 กลุ่มกำปั่น ได้แก่ กำปั่นเดิม กำปั่นแดง ชายมะไฟ ปิ่นทอง หมอนทอง เป็นต้น

2.1.1.5 กลุ่มทองย้อย ได้แก่ ทองย้อยฉัตร นมสวรรค์ ทับทิม ธรณีไหว นกหยิบ เป็นต้น

2.1.1.6 กลุ่มเบ็ดเตล็ด ได้แก่ กะเทยเนื้อขาว กะเทยเนื้อแดง กระดุมทอง จอกลอย ชายมังคุด แดงสาวน้อย ดาวกระจาย ตะพาบน้ำ ทองคำตาพรอด นกกระจิบ บาตร-ทองคำ พวงมณี สาวชม-ฟักทอง หาง อีลีบ เป็นต้น

เนื่องจากขอบเขตการศึกษาครั้งนี้จะใช้ทุเรียนหมอนทองเป็นวัตถุดิบหลัก จึงขอกล่าวรายละเอียดเกี่ยวกับทุเรียนหมอนทองไว้ดังนี้

2.1.2 ทุเรียนหมอนทอง

ทุเรียนหมอนทอง เป็นทุเรียนพุ่มใหญ่ที่ขึ้นง่าย ใบมีลักษณะบาง กลางใบปลายใบเรียวแหลม ฐานใบแหลม ดอกปลายดอกแหลม ก้านขั้วใหญ่แข็งแรง รูปร่างหนามแหลมตรง ฐานหนามใหญ่ ผลมีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 3 - 4 กิโลกรัม ทรงผลค่อนข้างยาวมีบ่าผล ปลายผลแหลม พูมักไม่ค่อยเต็มทุกพู หนามแหลมสูง ฐานหนามเป็นเหลี่ยม ระหว่างหนามใหญ่จะมีหนามเล็กวางแซมอยู่ทั่วไป ซึ่งเรียกหนามชนิดนี้ว่า เขี้ยวงู ก้านผลใหญ่แข็งแรง ช่วงกลางก้านผลจนถึงปากปลิงจะอ้วนใหญ่เป็นทรงกระบอก เนื้อหนาสีเหลืองอ่อนละเอียด เนื้อค่อนข้างแห้งไม่แฉะติดมือ รสชาติหวานมันกลิ่นน้อย เมล็ดน้อย และลีบเป็นส่วนใหญ่ (ศูนย์การเรียนรู้เพื่ออนุรักษ์ทุเรียนพื้นบ้านนนทบุรี, 2562)

สำหรับคุณค่าทางโภชนาการทุเรียนมีพลังงาน และคาร์โบไฮเดรตสูง ให้ธาตุอาหารสำคัญคือ โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม เบต้าแคโรทีน และวิตามินซี รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.1 ดังนั้นคนทั่วไปที่มีสุขภาพดีสามารถบริโภคได้ตามปกติ แต่ทุเรียนมีน้ำตาลสูงไม่เหมาะแก่ผู้ที่ต้องควบคุมอาหาร เช่น ผู้ป่วยโรคเบาหวาน โรคอ้วน โรคไต และโรคความดันโลหิตสูง (กรณ์กาญจน์ ภมรประวัติธนะ, 2552)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของทุเรียนหมอนทอง

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	163	kcal
น้ำ	62.5	g
โปรตีน	2.1	g
ไขมัน	3.3	g
คาร์โบไฮเดรต	31.2	g
คอเลสเตอรอล	54	mg
เส้นใยอาหาร	1.4	g
เถ้า	0.9	g
แคลเซียม	29	mg
ฟอสฟอรัส	34	mg
โพแทสเซียม	473	mg
เหล็ก	1.1	mg
เบต้าแคโรทีน	46	µg
วิตามิน A	4	µg
วิตามิน B	0.16	mg
ไรโบฟลาวิน	0.23	mg
ไนอาซิน	2.5	mg
วิตามิน C	38	mg
น้ำตาล	21	g

ที่มา: สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2561)

2.1.3 การตรวจสอบการสุกแก่ของทุเรียน

การเก็บเกี่ยวผลทุเรียนจะคัดเลือกเฉพาะผลที่แก่จัดซึ่งสามารถพัฒนาเป็นทุเรียนสุกหลังจากเก็บเกี่ยวจากต้นแล้ว และมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สำหรับการตรวจสอบความแก่ของผลทุเรียน สามารถทำได้ 2 วิธี คือ (คลังเอกสารความรู้ กรมวิชาการเกษตร, 2562)

2.1.3.1 การตรวจสอบทางจิตวิสัย (Subjective) เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพด้วยตา หรือ มือสัมผัส หรือการชิม โดยใช้การสังเกต และพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบภายนอก และลักษณะภายในผลทุเรียนร่วมกัน ซึ่งทุเรียนผลแก่จะมีลักษณะที่สามารถสังเกตได้ ดังนี้

1) ก้านผล แข็ง สีเข้ม สากมือ ปากปลิงบวมโตเห็นรอยต่อชัดเจน

2) ปลายหนามแห้งมีสีน้ำตาลเข้ม เปราะและหักง่าย หนามกางออก ร่องหนามห่าง เมื่อบีบหนามเข้าหากันจะรู้สึกว่ามีสปริง

3) รอยแตกระหว่างพู ผลทุเรียนแก่จัดจะสังเกตเห็นรอยแตกบนพูได้ชัดเจน

4) เมื่อเคาะผลทุเรียนแก่ จะได้ยินเสียงโปร่งกว่าเคาะผลทุเรียนอ่อน เนื่องจากผลทุเรียนแก่จะมีช่องว่างระหว่างเปลือกกับเนื้อ

5) สีเนื้อ เมล็ด และกลิ่น พันธุ์กระดุมทองผลดิบจะมีเนื้อสีเหลือง กลิ่นหอมเล็กน้อย เมล็ดสีน้ำตาล พันธุ์ชะนีผลดิบจะมีเนื้อสีเหลือง กลิ่นหอมเล็กน้อย มันเล็กน้อย เมล็ดสีน้ำตาลปนครีม และพันธุ์หมอนทองผลดิบจะมีเนื้อสีขาวปนเหลืองอ่อน กลิ่นหอมเล็กน้อย มันน้อย รสหวานน้อย เมล็ดสีครีมปนน้ำตาล

การตรวจสอบโดยใช้ลักษณะทางจิตวิสัยนี้ มีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ง่าย เนื่องจากต้องอาศัยทักษะ ความชำนาญ และประสบการณ์เฉพาะด้าน จึงจะสามารถตรวจสอบได้แม่นยำ และเนื่องจากการตัดสินใจต้องใช้การสังเกต และพิจารณาประกอบกัน ดังนั้นเมื่อต้องตรวจสอบผลทุเรียนเป็นปริมาณมาก อาจทำให้ผลการตรวจสอบผิดพลาดได้

2.1.3.2 การตรวจสอบทางวัตถุวิสัย (Objective) เป็นการวัดคุณภาพโดยอาศัยเกณฑ์ที่วัดออกมาเป็นตัวเลขได้ โดยใช้เครื่องมือเข้าช่วย เป็นวิธีการตรวจสอบที่มีข้อมูลถูกต้อง มีเหตุผล สามารถตรวจสอบ และสอบทานได้ตลอดเวลา เป็นวิธีที่มีความเที่ยงตรงมากขึ้น และมีข้อผิดพลาดน้อย ลักษณะหรือองค์ประกอบของทุเรียนที่สามารถนำมาใช้เป็นวิธีตรวจสอบความสุกแก่ทางวัตถุวิสัย ได้แก่

1) อายุผลทุเรียน โดยนับจากจำนวนวันหลังดอกบาน ทั้งนี้อายุผลมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความบริบูรณ์ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity) คือ ความบริบูรณ์ทางสรีรวิทยาจะมากขึ้นตามอายุของผลที่มากขึ้นทั้งนี้จุดเริ่มต้นที่ผู้บริโภคยอมรับในคุณภาพของทุเรียนนั้น ทุเรียนต้องมีความบริบูรณ์ทางสรีรวิทยาอย่างน้อยร้อยละ 75 สำหรับต่างประเทศ และมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 85 สำหรับตลาดภายในประเทศ หรือตลาดที่สามารถขนส่งได้ภายใน 1-2 วัน อายุผลที่เก็บเกี่ยวจะแตกต่างกันเล็กน้อยในแต่ละปี หรือในแต่ละท้องถิ่น ขึ้นอยู่กับภูมิอากาศ ถ้าอุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูงทุเรียนจะแก่เร็วกว่าปีที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า

2) เสียงเคาะผลทุเรียน ผลทุเรียนที่เริ่มแก่จะเกิดช่องว่างระหว่างเปลือกกับเนื้อของผล ทำให้เกิดเสียงที่แตกต่างกันเมื่อทำการเคาะ เมื่อนำมาสัมพันธ์กับเทคนิคการตรวจสอบความแก่ของผลไม้ด้วยความถี่ธรรมชาติ สามารถใช้ในการคัดแยกความแก่ของผลทุเรียน

3) น้ำหนักแห้งของเนื้อทุเรียน เมื่อนำการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายในของทุเรียนผลดิบพันธุ์ต่าง ๆ เช่น ความหวาน ความมัน ความกรอบ ความเหนียว เส้นใย และกลิ่นของเนื้อดิบ เป็นต้น

2.1.4 การเก็บรักษาผลผลิตทุเรียน

2.1.4.1 อุณหภูมิและความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญในการยืดอายุการเก็บรักษาทุเรียนให้นานขึ้น ถ้าสภาพอุณหภูมิห้องปกติ (28 – 30 องศาเซลเซียส) ผลทุเรียนแก่จะสุกภายใน 4 – 7 วัน หลังจากนั้นผลจะเหลือง แตก เนื้อนิ่มลง และมีความแฉะมากขึ้นจนรับประทานไม่ได้ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่เหมาะสม (14 - 15 องศาเซลเซียส) สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และทำให้เก็บรักษาทุเรียนได้นาน 10 - 16 วัน การเก็บรักษาทุเรียนดิบที่อุณหภูมิต่ำเกินไป อาจส่งผลให้ทุเรียนแสดงอาการสะท้านหนาว (Chilling injury, CI) โดยอาการที่พบ คือ ทุเรียนไม่สุก เปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องทุเรียนจะแสดงอาการรุนแรงขึ้น คือ เปลือกปริ หนาม ก้าน ปลิงเหี่ยว ผิวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำ และเน่าเสียง่าย ความรุนแรงของอาการขึ้นกับอายุการเก็บเกี่ยว ความสุก อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม

ความชื้นของอากาศมีผลต่อการสูญเสียน้ำของผลไม้ โดยอัตราการสูญเสียน้ำของผลไม้จะสูง เมื่อเก็บรักษาในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ทุเรียนที่เก็บในอุณหภูมิต่ำที่มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 75 - 85 พบว่า เนื้อส่วนที่ติดขั้วเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงเป็นจุดสีน้ำตาลภายใน 1 - 2 สัปดาห์ อาการจะรุนแรงมากขึ้น เมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น และมีผลกระทบทำให้ทุเรียนสุกไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นควรเก็บรักษาทุเรียนในสภาพที่มีความชื้นสูงประมาณร้อยละ 90 แต่พบว่าปัญหาตามมาคือการเน่าเสียของผลทุเรียน

2.1.4.2 การใช้สารเคลือบผิว เป็นการช่วยลดการสูญเสียน้ำจากผลิตผล ลดอัตราการหายใจ ชะลอการสุกของผลไม้โดยลดการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนระหว่างบรรยากาศกับตัวผลผลิต และลดการผ่านเข้าออกของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ภายนอก ซึ่งการลดระดับออกซิเจน และการเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลทำให้ผลผลิตมีอัตราการหายใจต่ำลง ส่งผลให้การสร้างและการทำงานของ เอทิลีนเกิดขึ้นได้น้อย เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์จะขัดขวางการทำงานของเอทิลีนจึงสามารถชะลอการสุกได้อีกด้วย

2.1.4.3 การเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศ (Controlled atmosphere storage, CA) ในสภาพบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำ (ร้อยละ 2 - 5) และ/หรือมีคาร์บอนไดออกไซด์สูง (ร้อยละ 3 - 10) จะช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลไม้ เช่นเดียวกับการใช้สารเคลือบผิว แต่การเก็บในสภาพที่มีการควบคุมสัดส่วนของก๊าซที่แน่นอน และคงที่ช่วยควบคุมการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตผลได้ดีขึ้น ในการทดลองเก็บรักษาทุเรียนพันธุ์หมอนทองในสภาพบรรยากาศที่มีออกซิเจนผสมกับไนโตรเจนให้มีออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 3 - 10 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 90 - 95 พบว่า สภาพบรรยากาศที่มีออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 3 - 5 ทำให้ทุเรียนสุกไม่สม่ำเสมอ ส่วนสภาพบรรยากาศที่มีออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 7 - 10 พบว่า สามารถบ่มทุเรียนให้สุกได้ภายหลังการเก็บรักษา โดยไม่มีอาการผิดปกติแม้จะเก็บรักษานาน 4 สัปดาห์ แต่ปัญหาสำคัญที่พบคือการเน่าเสียทั้งที่เกิดจากเชื้อที่แฝงมากับผลทุเรียนและจากการเน่าเสียสู่ผลทางขั้ว และก้านผล ดังนั้นการจะเก็บทุเรียนสดทั้งผลให้ได้นาน 3 - 4 สัปดาห์

เพื่อการส่งออกทางเรือไปยังประเทศที่นอกเหนือจากตลาดหลักในปัจจุบันนั้นจะต้องมีวิธีควบคุมโรคระหว่างการเก็บรักษาด้วย

2.1.4.4 การลดอุณหภูมิ (precooling) การลดอุณหภูมิของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวเป็นการทำให้อุณหภูมิของผลิตผลลดลง หรือเย็นลงจนถึงอุณหภูมิขนส่ง และ/หรือเก็บรักษา ก่อนที่จะทำการขนส่ง หรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ต้องการ การลดอุณหภูมิของผลิตผลจะช่วยระบายความร้อน และลดอัตราการหายใจของผลิตผลให้ต่ำลง เพราะผลิตผลส่วนใหญ่จะมีอัตราการหายใจสูงขึ้น 2 - 3 เท่า ทุก 10 องศาเซลเซียส ที่สูงขึ้นจากอุณหภูมิที่เหมาะสม ในการเก็บรักษา การลดอุณหภูมิของผลิตผลจึงช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีระ และการเสื่อมคุณภาพของผลิตผล ช่วยลดการสูญเสียความชื้น การผลิตเอทธีลีน และการแพร่กระจายของโรคด้วย

การลดอุณหภูมิควรปฏิบัติตั้งแต่การเก็บเกี่ยว คือ เก็บเกี่ยวผลิตผลในช่วงของวันที่มีอากาศเย็น เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วควรรวบรวมในที่ร่ม ที่มีการระบายอากาศดี เพื่อลดการสะสมของความร้อนซึ่งจะเร่งการสุก หรือเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น ผลิตผลที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมหลังการเก็บเกี่ยวและบรรจุหีบห่อแล้วควรรีบลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษาหรือการขนส่งในตู้สินค้าปรับอุณหภูมิภายใต้อุณหภูมิที่เหมาะสม เพราะตู้สินค้าไม่ได้ออกแบบระบบทำความเย็นมาเพื่อรับภาระความร้อนจากสินค้าที่ไม่มีการลดอุณหภูมิก่อน ดังนั้นการไม่ลดอุณหภูมิของผลิตผลก่อนการเรียงในตู้สินค้าอาจมีผลทำให้การลดอุณหภูมิของผลิตผลภายในตู้สินค้าช้าลง และมีผลต่อเนื่องถึงคุณภาพผลิตผลได้ เช่น สุกหรือเน่า นอกจากนี้อาจทำให้ระบบทำความเย็นทำงานหนักเกินไปและเสียหายได้

การลดอุณหภูมิมีหลายวิธี ได้แก่ การเก็บในห้องเย็น (Cold storage) การเก็บในห้องเย็นที่มีระบบลมอัด (Forced air cooling) ซึ่งช่วยให้การหมุนเวียนของอากาศเย็นผ่านผลิตผลได้เร็วขึ้น การใช้น้ำเย็นไหลผ่านผลิตผล (Hydrocooling) เป็นต้น ปัจจุบันมีผู้ส่งออกทุเรียนทำการลดอุณหภูมิโดยการเก็บในห้องเย็นจนทุเรียนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิที่จะส่งออก แต่การลดอุณหภูมิทุเรียนยังไม่เป็นที่นิยมเพราะเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่าย ประกอบกับตลาดใหญ่ของทุเรียนในปัจจุบันคือประเทศจีน ใช้เวลาการขนส่งสั้น (โดยเฉลี่ย 5 - 6 วัน) ทำให้ผู้ส่งออกให้ความสนใจการลดอุณหภูมิของทุเรียนน้อย ที่สำคัญคือ ต้องการให้ทุเรียนไปถึงตลาดปลายทางในสภาพที่สุกพร้อมรับประทาน ประกอบกับตลาดส่วนใหญ่เป็นตลาดสดและขายอย่างรวดเร็ว คือ ขายหมดภายใน 1 - 2 วัน (คลังเอกสารความรู้ กรมวิชาการเกษตร, 2562)

2.1.5 ประโยชน์ของทุเรียนหมอนทอง

ทุเรียนพันธุ์หมอนทองสามารถช่วยลดระดับไขมันหรือคอเลสเตอรอลได้ เพราะทุเรียนสายพันธุ์นี้มีสารโพลีฟีนอลส์ (Pholyphenols) และมีเส้นใยที่ช่วยลดไขมัน ช่วยในการกระตุ้นการทำงานของลำไส้ให้เป็นปกติ มีการขับถ่ายที่ดีได้ถ้ายิ่งออกกำลังกายร่วมด้วย แต่ว่าต้องรับประทานแค่ 1 พูต่อวัน เพราะในเนื้อทุเรียนมีสารประกอบกำมะถัน (Organosulfur compound) ที่ช่วยทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระ ลดการอักเสบ ต้านเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด ช่วยให้ผิวพรรณดี เส้นผมเงางามแข็งแรง ช่วยบำรุงสมอง ทุเรียนเป็นผลไม้อารมณ์ดีเพราะมีสารที่มีส่วนช่วยสร้างเคมีสมองที่ช่วยความรู้สึกสงบสบายใจ มีส่วนช่วยในการสร้างเคมีนิทรา (เมลาโทนิน) เพราะในทุเรียนมีทริปโตแฟน (Tryptophan) เช่นเดียวกับในพืชแป้ง โดยทริปโตแฟนเป็นวัตถุดิบในการสร้างเคมีสมอง (Serotonin) ที่ช่วยปรับอารมณ์ ทุเรียนให้พลังงานจากน้ำตาลและคาร์โบไฮเดรตในเนื้อของทุเรียนจึงทำให้อิ่มได้นาน และมี

แร่ธาตุที่ช่วยการทำงานของกล้ามเนื้อทำให้กระฉับกระเฉงคือ โพแทสเซียม เนื่องจากทุเรียนมีสารต่อต้านอนุมูลอิสระการบริโภคทุเรียนในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยป้องกันการเกิดโรคในมนุษย์ได้ เช่น โรคหัวใจ และโรคมะเร็ง เป็นต้น (กฤษดา ศิรามพุช, 2557)

2.1.6 การส่งออกทุเรียน

ทุเรียนพันธุ์ที่ปลูกในเชิงพาณิชย์มากที่สุดในประเทศไทยคือพันธุ์ชะนี กระดุมทอง หมอนทอง และก้านยาว ประเทศไทยส่งออกทุเรียนเกินกว่าร้อยละ 50 ของทุเรียนที่มีจำหน่ายในตลาดโลก ปริมาณการกินทุเรียนในตลาดโลกเมื่อ 10 ปีที่แล้วคือ 1.4 ล้านตัน ตลาดขยายไกลไปจนถึงญี่ปุ่น ออสเตรเลีย สหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา บางส่วนอยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์แช่แข็ง

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและผู้ส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก ซึ่งตลาดหลักสำคัญของไทยคือ ประเทศจีน ฮ่องกง และเวียดนาม โดยส่งออกในรูปทุเรียนสดประมาณร้อยละ 95 ของการส่งออกทั้งหมด ในปี 2562 – 2563 การส่งออกทุเรียนสดและผลิตภัณฑ์ของไทยลดลงจาก 743,548 ตัน (คิดเป็นทุเรียนสด 655,395 ตัน) มูลค่า 45,481 ล้านบาท ในปี 2562 เป็น 723,976 ตัน (คิดเป็นทุเรียนสด 620,893 ตัน) มูลค่า 65,631 ล้านบาท ในปี 2563 ซึ่งในปี 2563 การส่งออกรวมลดลงจากปีที่ผ่านมาเล็กน้อย เนื่องจากการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในช่วงแรก ทำให้การขนส่งทางบกผ่านประเทศที่สามมีความล่าช้า เนื่องจากมาตรการควบคุมโรคระบาด ทำให้ผลทุเรียนได้รับความเสียหายและคุณภาพลดลงก่อนถึงตลาดปลายทาง การบริโภคภายในประเทศมีการขายผ่านระบบออนไลน์ผ่านแพลตฟอร์มต่าง ๆ มากขึ้น และการส่งผลผลิต ให้กับผู้บริโภคผ่านการขนส่งที่มีความสะดวกรวดเร็วมากขึ้น ราคาอยู่ในเกณฑ์ดีเนื่องจากความต้องการของตลาดมีอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะตลาดต่างประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) ปี 2564 ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 1.24 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 1.12 ล้านตัน ในปี 2563 โดยมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.28 และในปี 2565 มีผลผลิตประมาณ 1,252,086 ตัน มูลค่าส่งออก 171,612 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) แบ่งเป็นทุเรียนสดมีมูลค่าการส่งออก 110,146.21 ทุเรียนแช่แข็ง มีมูลค่าการส่งออก 14,963.44 ล้านบาท และมีแนวโน้มอัตราการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 56.31 (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร, 2564)

ผลผลิตทุเรียนที่มีคุณภาพส่วนใหญ่เกษตรกรจะจำหน่ายแบบเหมาสวนให้กับล้ง เพื่อส่งออกไปยังตลาดจีน โดยผู้ประกอบการโรงคัดบรรจุทุเรียน (ล้ง) ได้เปิดทำการรับซื้อทุเรียนตั้งแต่ช่วงประมาณกลางเดือนมีนาคม ผลผลิตที่มีคุณภาพเกรด A และเกรด B ส่วนใหญ่บรรจุกล่องส่งออกตลาดจีน และเกรดพรีเมี่ยมส่งห้างสรรพสินค้าภายในประเทศ โดยผลผลิต เกรด A และ เกรด B ราคารับซื้อเหมาสวน อยู่ที่ประมาณกิโลกรัมละ 115 – 130 บาท เกรด C กิโลกรัมละ 90 บาท และ เกรดรวม (คละไซส์ทุกลูก) กิโลกรัมละ 120 บาท ในขณะที่ เกรดพรีเมี่ยม กิโลกรัมละ 135 - 140 บาท ผลผลิตตกเกรดส่วนใหญ่กระจายตลาดภายในประเทศ อยู่ที่กิโลกรัมละ 85 บาท ล้งจะเป็นผู้รวบรวมผลผลิตรายใหญ่จากเกษตรกรในพื้นที่ และสหกรณ์การเกษตรก็มีบทบาทสำคัญในการรวบรวมผลผลิตทุเรียนจากเกษตรกรสมาชิก เป็นตัวกลางในการซื้อขายผลผลิต และการคัดคุณภาพระหว่างเกษตรกรและบริษัทคู่ค้า โดยมีการรับรองคุณภาพมาตรฐาน และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ ทำให้ราคาที่เกษตรกรได้รับสูงกว่าตลาดทั่วไป และหากเกษตรกรรายใดที่มีการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทาง

การเกษตรที่ดี (GAP) จะได้รับราคาจำหน่ายเพิ่มอีกกิโลกรัมละ 2 บาท บางสหกรณ์ยังมีห้องเย็นในการแปรรูปเป็นทุเรียนแช่แข็ง และแกะเปลือกส่งออกตลาดต่างประเทศ เช่น จีน และสหรัฐอเมริกา สามารถรองรับผลผลิตที่ตกเกรดจากการส่งออกได้ โดยราคารับซื้ออยู่ที่ประมาณกิโลกรัมละ 50 - 60 บาท (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2562)

2.1.7 การแปรรูปทุเรียน

การแปรรูปทุเรียนเป็นการช่วยป้องกันปัญหาผลผลิตล้นตลาด หรือผลผลิตตกเกรดไม่ได้ขนาดตามที่ลูกค้าต้องการ นอกจากนี้ช่วงที่ทุเรียนออกผลและเนื้อสุกกำลังดีรสชาติอร่อยนั้นเป็นเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ ดังนั้นการแปรรูปทุเรียนทำให้สามารถเก็บรักษาให้คงสภาพ หรือรสชาติได้เป็นระยะเวลานานขึ้น โดยมีทั้งวิธีการแปรรูปเนื้อทุเรียนดิบ และเนื้อทุเรียนสุกจัดเกินช่วงที่รสชาติอร่อยที่สุดไปแล้ว เป็นขนมหวาน และอาหารทานเล่น ตลอดจนการทำทุเรียนสุกที่พอดีสำหรับการส่งออก ทำให้สามารถยกระดับราคาผลผลิตทุเรียนไม่ให้ตกต่ำ และยังเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งจะทำให้สามารถขยายตลาดการค้าออกไปสู่ต่างประเทศได้ (คลังเอกสารความรู้ กรมวิชาการเกษตร, 2562) การแปรรูปทุเรียน สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

2.1.7.1 ทุเรียนฟรีซดราย (Freeze Dried Durian) เป็นการแปรรูปทำแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze Drying) คือ การทำให้น้ำที่อยู่ในเนื้อผลเปลี่ยนสถานะเป็นผลึกน้ำแข็งเล็ก ๆ ลดความดันสภาพแวดล้อมให้ต่ำกว่าบรรยากาศปกติผลึกน้ำแข็งจะระเหิดไปเป็นไอน้ำ โดยจะใช้เนื้อผลสด เนื้อทุเรียนที่ผ่านกระบวนการฟรีซดราย จะคงสภาพกลิ่น รสชาติ และคุณค่าทางโภชนาการไว้ใกล้เคียงผลสด สามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน และเป็นที่นิยมส่งออกไปยังประเทศจีน

ภาพที่ 2.1 ทุเรียนฟรีซดราย

ที่มา: คลังเอกสารความรู้ กรมวิชาการเกษตร (2562)

2.1.7.2 การแช่เยือกแข็งด้วยห้องทำความเย็นที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจัดเก็บในอุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาคุณภาพของเนื้อทุเรียนไว้ให้ดีที่สุด

ภาพที่ 2.2 การแช่เยือกแข็งทุเรียน

ที่มา: คลังเอกสารความรู้ กรมวิชาการเกษตร (2562)

2.1.7.3 ทุเรียนกวน เป็นการแปรรูปด้วยน้ำตาล นำเนื้อทุเรียนที่สุกจัดแล้วผสมกับน้ำตาล โดยใช้ความร้อนกวนผสมให้กลมกลืนกันโดยมีรสหวาน และให้รสชาติเข้มข้นขึ้น

ภาพที่ 2.3 ทุเรียนกวน

ที่มา: คลังเอกสารความรู้ กรมวิชาการเกษตร (2562)

2.1.7.4 ทุเรียนเชื่อม เป็นการแปรรูปด้วยน้ำตาล โดยใช้ทุเรียนเนื้อแข็งหรือทุเรียนดิบมาแปรรูปเป็นขนมหวานที่เก็บได้นานขึ้น เนื้อสัมผัสของทุเรียนที่เชื่อมแล้วจะเหนียวหนึบคล้ายมันสำปะหลังเชื่อม

ภาพที่ 2.4 ทุเรียนเชื่อม

ที่มา: คลังเอกสารความรู้ กรมวิชาการเกษตร (2562)

2.1.7.5 ทุเรียนทอด เป็นวิธีการแปรรูปด้วยความร้อนและน้ำมัน โดยเลือกใช้ทุเรียนดิบ ปัจจุบันได้รับความนิยมมากจากทั้งคนไทยและชาวต่างชาติ เพราะทุเรียนทอดไม่มีกลิ่นทุเรียนที่หลาย ๆ คนไม่ชอบ ทำให้แม้คนที่ไม่ชอบกินทุเรียนก็ยังชอบกินทุเรียนทอด

ภาพที่ 2.5 ทุเรียนทอด

ที่มา: คลังเอกสารความรู้ กรมวิชาการเกษตร (2562)

ทุเรียนสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายแบบ เช่น ทุเรียนกวนสำเร็จรูป ทุเรียนกวนกึ่งสำเร็จรูป ทุเรียนทอดนิ่ม ทุเรียนทอดกรอบ ทุเรียนผง เพื่อนำไปพัฒนาเป็นขนม หรือผสมในอาหารอื่น ๆ การแปรรูปเป็นการใช้ประโยชน์ของเนื้อทุเรียนจากผลผลิตที่มีมากเกินความต้องการของตลาดบริโภคสดช่วยทำให้ราคาทุเรียนสดไม่ตกต่ำจนเกินไป และสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ไว้จำหน่ายได้เป็นเวลานาน เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มรายได้ของเกษตรกร และใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างคุ้มค่า

2.1.8 เศษเหลือจากทุเรียน

ทุเรียนถูกห่อหุ้มด้วยเปลือกที่มีหนามแหลม แต่มีส่วนเนื้อประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นส่วนรับประทานได้ ส่วนที่เหลือเป็นเมล็ดและเปลือกจะถูกทิ้งเป็นของเสีย ซึ่งการแปรรูปทุเรียนก่อให้เกิดเศษเหลือทั้งเปลือกทุเรียน และเมล็ดทุเรียนจำนวนมาก สำหรับปริมาณเมล็ดทุเรียนมีมากถึง 20-25 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้เมื่อเทียบกับเปลือกทุเรียนแล้วเมล็ดทุเรียนจะเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่มีปริมาณน้อยกว่ามาก แต่เมื่อทิศทางของการนำทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่เป็นที่น่าสนใจกันอย่างมากในปัจจุบัน จึงได้มีการนำเศษเหลือจากการแปรรูปทุเรียนมาใช้ประโยชน์ (วารินทร์ พิมพา และ นิทรา เนื่องจำนงค์, 2554)

2.1.8.1 เปลือกทุเรียน

เปลือกแข็งด้านนอกของทุเรียนที่มีหนามแหลม เมื่อนำไปสับแช่ในน้ำปูนใสสามารถใช้สมานแผลได้ และล้างแผลพุพอง แผลน้ำเหลืองเสีย เพื่อช่วยให้แผลหายเร็ว และยังมีการนำเปลือกทุเรียนไปเผาแล้วบดเป็นผง แล้วนำมาผสมกับน้ำมันงา หรือน้ำมันมะพร้าว เพื่อนำมาพอกที่คางจะทำให้คางทูมยุบลงได้ อีกทั้งเปลือกทุเรียนยังสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง และใช้ไล่ยุ่งหรือแมลง และในส่วนของเปลือกทุเรียนมีเส้นใยเหนียวนุ่มสามารถนำเปลือกทุเรียนมาผลิตเป็นกระดาษเปลือกทุเรียน และผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ของใช้ และของประดับตกแต่ง

2.1.8.2 เมล็ดทุเรียน

เมล็ดทุเรียนสามารถรับประทานได้โดยนำมาทำให้สุกด้วยวิธีการคั่ว การทอดในน้ำมันมะพร้าว หรือการนึ่ง เนื้อในจะมีลักษณะคล้ายกับเผือก หรือมันเทศแต่เหนียวกว่า แต่ไม่เป็นที่นิยมบริโภค (ศูนย์การเรียนรู้เพื่ออนุรักษ์ทุเรียนพื้นบ้านนนทบุรี, 2562)

2.2 เนยแข็ง (Cheese)

เนยแข็ง เป็นอาหาร และวัตถุดิบหลักชนิดหนึ่งของอาหารตะวันตก เป็นอาหารที่มีการบริโภคมากติดอันดับต้น ๆ ของโลก และมีหลากหลายชนิด เนยแข็งทำมาจากนมของสัตว์ มีต้นกำเนิด และประวัติมาอย่างยาวนาน คำว่าเนยแข็งมีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า caseus ซึ่งแปลว่า เนยแข็ง เกิดขึ้นจากความบังเอิญเพราะชนเผ่าเบดูอินเร่ร่อนอยู่ในทะเลทราย และแบกน้ำนมโดยใช้กระเพาะอาหารของแพะใส่น้ำนมบรรทุกไว้บนหลังอูฐเพื่อประทังชีวิต แต่ระหว่างการเดินทางต้องผ่านความร้อน และการเขย่า ทำให้น้ำนมในภาชนะกระเพาะแพะเกิดการแยกชั้นน้ำ และไขมันออกจากกัน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของเนยแข็งที่เกิดจากความไม่ตั้งใจ และยังมีประวัติศาสตร์ความเป็นมา ปรากฏพบในคัมภีร์ไบเบิลระบุว่า “นักรบโรมันไม่ว่าจะยกทัพไปที่ใดก็จะนำเนยแข็งไปด้วยเสมอ” ปัจจุบันมีเนยแข็งมากกว่า 3,000 ชนิดทั่วโลก ด้วยรสชาติละมุนนุ่มลิ้นรับประทานได้ทันที หรือจะใช้ประกอบอาหารก็อร่อย ทำให้เนยแข็งในการบริโภคได้รับความนิยม (ช้อนกลาง, 2562)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 209) พ.ศ. 2543 เรื่อง เนยแข็ง (2544) โดยให้ความหมายว่า เนยแข็ง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำนม ครีมบัตเตอร์มิลค์ (butter milk) หรือเวย์ (whay) อย่างหนึ่งอย่างใดหรือหลายอย่างมาผสมกับเอนไซม์ (enzyme) หรือกรด หรือจุลินทรีย์ จนเกิดการรวมตัวเป็นก้อนแล้วแยกส่วนที่เป็นน้ำออก เพื่อนำมาใช้ในลักษณะสด หรือนำมาบ่มให้ได้ที่ก่อนนำไปใช้

2.2.1 ประเภทเนยแข็ง

2.2.1.1 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 209) พ.ศ. 2543 เรื่อง เนยแข็ง (2544) ได้จำแนกประเภทเนยแข็งออกเป็น 5 ชนิด คือ

1) ครีมชีส (cream cheese) หมายความว่า เนยแข็งที่ใช้ครีมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิต

2) โฮลมิลค์ชีส (whole milk cheese) หมายความว่า เนยแข็งที่ใช้นมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิต

3) สกิมมิลค์ชีส (skim milk cheese) หมายความว่า เนยแข็งที่ใช้นมพร่องมันเนย หรือนมขาดมันเนย หรือหางเนย หรือเวย์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิต

4) โพรเซลชีส (processed cheese) หมายความว่า เนยแข็งซึ่งได้ผ่านกรรมวิธีทำให้เล็กลง เติมสารอิมัลซิไฟเออร์ และนำมาพาสเจอไรส์ จะแต่งสี กลิ่น รส หรือไม่ก็ได้

5) เนมชีส (named cheese) หมายความว่า เนยแข็งที่มีชื่อตามชนิดของเนยแข็ง หรือสถานที่ผลิตซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป และมีกรรมวิธีการผลิตเฉพาะตามชนิดของเนยแข็ง

2.2.1.2 การจำแนกประเภทเนยแข็งตามการตกตะกอน มี 3 แบบ (อภิญญา เจริญกูล, 2558) ดังนี้

1) การตกตะกอนด้วยเรนเนท (rennet coagulation) เป็นวิธีการตกตะกอนเคซีนโดยใช้เรนเนท (rennet) เรนเนทที่ใช้ในการตกตะกอนน้ำนมเป็นเอนไซม์เรนนิน (rennin) ที่สกัดได้จากกระเพาะที่สี่ของลูกโค และทำงานได้ดีในสภาพที่มีค่า pH 3.8 โดยจะนำเรนเนทมาเจือจางด้วยน้ำก่อนเติมลงในน้ำนม

2) การตกตะกอนด้วยกรด (acid coagulation) วิธีการนี้เป็นการตกตะกอนโดยใช้กรดซึ่งอาจได้จากการเติมกรดลงไปโดยตรง หรือเป็นกรดที่สร้างโดยแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ซึ่งใช้เป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ (starter culture) จุลินทรีย์ดังกล่าว ได้แก่ *Lactobacillus, Lactococcus, Leuconostoc* และ *Streptococcus* ปัจจุบันยังมีการใช้ Pediococcus ร่วมด้วย ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ homofermentative ซึ่งสร้างกรดแลคติกเพียงอย่างเดียว ได้แก่ Lactococcus เช่น *L. lactis ssp. diacetylactis, L. lactis ssp. lactis* และ *L. cremoris* เป็นต้น Streptococcus เช่น *S. thermophilus* เป็นต้น และ Lactobacillus เช่น *Lb. lactis, Lb. bulgaricus, Lb. helveticus* และ *Lb. casei* เป็นต้น และกลุ่มที่เป็น heterofermentative ซึ่งสร้างกรดแลคติก คาร์บอนไดออกไซด์ และสารให้กลิ่นรส ได้แก่ Leuconostoc เช่น *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris* เป็นต้น

ทั้งนี้สภาวะความเป็นกรดของน้ำนมจะทำให้เคซีนเกิดการตกตะกอนเมื่อทำให้ค่า pH ลดลงถึงจุด isoelectric point คือ ค่า pH 4.6 ซึ่งเป็นหลักการเดียวกันกับการผลิตโยเกิร์ต เช่น คอตเทจชีส (cottage cheese) และครีมชีส เป็นต้น โดยอาจใช้ความร้อนร่วมด้วย เช่น ริคอตตาชีส (ricotta cheese) เป็นต้น

3) การตกตะกอนด้วยกรดร่วมกับเรนเนท วิธีการนี้เป็นการใช้การตกตะกอนด้วยกรดร่วมกับเรนเนท ซึ่งค่า pH มีผลต่อลักษณะของตะกอน หรือเคิร์ดที่เกิดขึ้นกล่าวคือ ที่ค่า pH ต่ำกว่า 5.15 จะเป็นลักษณะตะกอนที่ค่อนไปทางตะกอนที่เกิดจากกรดมากกว่า แต่มีลักษณะที่ดีกว่าการใช้กรดเพียงอย่างเดียว

2.2.1.3 การจำแนกประเภทเนยแข็งตามความแข็ง ซึ่งความแข็งของเนยแข็งเป็นผลมาจากความชื้นที่แตกต่างกัน (ชมภูนุช เผื่อพิภพ, 2557) มี 4 ชนิด ดังนี้

1) เนยแข็งชนิดอ่อน (soft cheese) มีความชื้นสูงประมาณร้อยละ 45 - 80 และมักเกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย เช่น คอทเทจชีส (cottage cheese) ควาร์กชีส (quarg cheese) ครีมชีส (cream cheese) บรีชีส (brie cheese) และคาเมมเบอร์ทชีส (camembert cheese) เป็นต้น

2) เนยแข็งชนิดกึ่งแข็ง (semi-hard cheese) มีความชื้นประมาณร้อยละ 30 - 45 เช่น อีดัมชีส (edam cheese) รอคฟอร์ตชีส (roquefort cheese) บริกชีส (brick cheese) ลิมเบอร์เกอร์ชีส (limburger cheese) กอร์กอนโซลาชีส (gorgonzola cheese) และบลูชีส (blue cheese) เป็นต้น

3) เนยแข็งชนิดแข็ง (hard cheese) มีความชื้นประมาณร้อยละ 30 - 40 เช่น เชดดาร์ชีส (cheddar cheese) สวิสชีส (swiss cheese) เอมเมนทัลชีส (emmental cheese) และกรูเยร์ชีส (gruyere cheese) เป็นต้น

4) เนยแข็งชนิดแข็งมาก (very hard cheese) มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 30 เช่น พาร์มีซานชีส (parmesan cheese) และโรมาโนชีส (romano cheese) เป็นต้น

2.2.1.4 การจำแนกประเภทเนยแข็งตามวิธีการบ่ม มี 2 ชนิด (อภิญญา เจริญกูล, 2558) ดังนี้

1) เนยแข็งที่ไม่ผ่านการบ่ม (unripened cheese หรือ fresh cheese) เป็นเนยแข็งที่ผ่านการตกตะกอนแต่ไม่ผ่านการบ่ม มักเป็นเนยแข็งที่ตกตะกอนด้วยกรด ซึ่งกลิ่นรสของเนยแข็งจะได้มาจากกรด และสารให้กลิ่นรสต่าง ๆ ที่สร้างโดยจุลินทรีย์ที่ใช้ เป็นหัวเชื้อ เช่น คอทเทจชีส และริคอตตาชีส เป็นต้น

2) เนยแข็งที่ผ่านการบ่ม (ripening) มีทั้งแบบที่ไม่ใช้จุลินทรีย์ในการบ่มและใช้จุลินทรีย์ในการบ่มซึ่งจุลินทรีย์ที่ใช้สำหรับบ่มมีหลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus* และ *Pediococcus* เป็นต้น แบคทีเรียที่สร้างกรดโพรพิโอนิก (propionic bacteria) เช่น *Propionibacterium freudenreichii* ซึ่งสร้างกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) กรดอะซิติก (acetic acid) และคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งทำให้เกิด “eyes” ในเนยแข็งบางชนิด เช่น เอมเมนทัลชีส และกรูเยร์ชีส เป็นต้น รวมทั้งจุลินทรีย์อื่น ๆ ได้แก่ รา เช่น *Penicillium roquefortii* ที่เติมพร้อมหัวเชื้อจุลินทรีย์ในการผลิตบลู

ชีส (blue cheese) และ *Penicillum camembertii* ซึ่งเป็น surface mold ที่ใช้ฉีดพ่นที่ผิวของเนยแข็งในการผลิตบรีชีส และคาเมมเบอร์ทชีส เป็นต้น จุลินทรีย์ที่ใช้ในการบ่มอาจเติมพร้อมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้สำหรับการผลิตเนยแข็งซึ่งเรียกว่าการบ่มภายใน หรือการบ่มบริเวณผิวเนยแข็งซึ่งเกิดจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์บริเวณผิวหน้าเนยแข็งก่อนการบ่ม ทำให้ได้เนยแข็งที่แตกต่างกันไป และมีกลิ่นรสที่มีความซับซ้อน ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของโปรตีน และไขมันในเนยแข็ง

2.1) เนยแข็งที่ผ่านการบ่มโดยไม่เติมจุลินทรีย์ ได้แก่ พาร์เมสันชีส(parmesan cheese) เชดดาร์ชีส ดัลเบิ้ลกบอชีสเตอร์ชีส (double gloucester cheese) ลานคาเชียร์ชีส (lancashire cheese) และอีดัมชีส (edam cheese)

2.2) เนยแข็งที่ผ่านการบ่มภายในพร้อมกับหัวเชื้อด้วยแบคทีเรีย ได้แก่เอมเมนทัลชีส

2.3) เนยแข็งที่ผ่านการบ่มภายในพร้อมกับหัวเชื้อด้วยรา ได้แก่ สทิลตันชีส (stilton cheese) และโรควิฟอร์ทชีส (roquefort cheese)

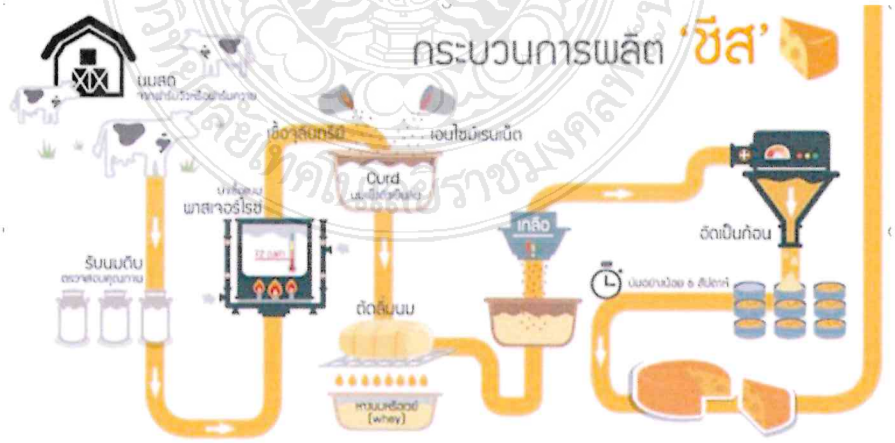
2.4) เนยแข็งที่ผ่านการบ่มภายในพร้อมกับหัวเชื้อด้วยรา และบ่มด้วยเชื้อราที่ผิวหน้าเนยแข็งอีกครั้ง ได้แก่ บลูเชเชียร์ชีส (blue cheshire cheese)

2.5) เนยแข็งที่ผ่านการบ่มที่ผิวหน้าด้วยแบคทีเรีย ได้แก่ ลิมเบอเกอร์ชีสและพอร์ทดูซาลูทชีส (port du salut cheese)

2.6) เนยแข็งที่ผ่านการบ่มที่ผิวหน้าด้วยรา ได้แก่ บรีชีส และคาเมมเบอร์ทชีส

2.2.2 กระบวนการผลิตเนยแข็ง

เนยแข็งที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรมมีหลายชนิด ซึ่งเนยแข็งแต่ละชนิดมีวิธีการผลิตแตกต่างกัน แต่ขั้นตอนพื้นฐานสำหรับการผลิตเนยแข็งทุกชนิดประกอบด้วย การตกตะกอนโปรตีนนม (clotting of milk protein) การกำจัดเวย์ (removal of the whey) การผลิตกรด (acid production) การเติมเกลือ (salting) การอัดขึ้นรูป (mould หรือ hoop) และ การบ่ม (สุรีย์ นานาสมบัติ, 2539; Bylund, 1995; Walstra et al., 2006) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.6 กระบวนการผลิตชีส

ที่มา: edtguide (2565)

2.2.2.1 การตกตะกอนโปรตีนนม สามารถทำได้ทั้งจากการใช้เอนไซม์ หรือกรด หรือใช้ทั้งเอนไซม์และกรดร่วมกัน การใช้เอนไซม์ทำให้เกิดการตัดเส้นเคซีโนมาโครเปปไทด์ (caseinomacropeptide hairs) ออกจาก K-casein ทำให้พาราเคซีนไมเซลล์ตกตะกอน ส่วนกรดซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแล็กโทสให้เป็นกรดแลคติกโดยแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกเป็นผลให้แคลเซียมฟอสเฟตเกิดการแยกตัวออกจากเคซีนไมเซลล์ ทำให้ประจุรวมของเคซีนไมเซลล์เป็นศูนย์ (isoelectric point) และเกิดการตกตะกอน ซึ่งตะกอนดังกล่าวมีลักษณะเป็นร่างแหของโปรตีนซึ่งห่อหุ้ม milk serum และเม็ดไขมันไว้ภายใน

2.2.2.2 การกำจัดเวย์ ขั้นตอนการตกตะกอนโปรตีนนม เมื่อเคิร์ดมีความแข็งเพิ่มขึ้น ความสามารถในการอุ้มน้ำจะลดลง เคิร์ดจะเกิดการหดตัวพร้อมกับมีเวย์แยกออกมา เรียกว่า การเกิดซินเนอรีซีส (syneresis) การตัดเคิร์ดจะช่วยให้เคิร์ดหดตัวมากขึ้นและเพิ่มพื้นที่ผิวของเคิร์ด ช่วยในการกำจัดเวย์ ขนาดของการตัดเคิร์ดมีผลต่ออัตราการขับน้ำออกจากเคิร์ด โดยทั่วไปถ้าเคิร์ดที่ตัดมีขนาดเล็กละเอียด จะให้เนยแข็งที่มีปริมาณความชื้นต่ำ ได้แก่ เนยแข็งชนิดแข็ง แต่ถ้าขนาดของเคิร์ดใหญ่หรือหยาบจะให้เนยแข็งที่มีปริมาณความชื้นมากขึ้น ได้แก่ เนยแข็งขนิดกึ่งแข็ง การตัดเคิร์ดควรตัดด้วยความเร็วต่ำ เพื่อป้องกันการสูญเสียไขมันและเคซีนไปกับเวย์ ซึ่งอาจมีผลต่อผลผลิตของเนยแข็งที่ได้ นอกจากนี้ระหว่างการตัดเคิร์ดอาจมีการให้ความร้อนกับส่วนผสมของเคิร์ดและเวย์ ซึ่งเรียกว่า scalding พร้อมกับการกวนอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นถังสำหรับตกตะกอน โปรตีนนมและกำจัดเวย์สำหรับการผลิตเนยแข็งจึงต้องประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับการกวนการตัด การกำจัดเวย์และการกด (press) ไล่เวย์ออกจากเคิร์ด โดยทั่วไปหลังจากการกดไล่น้ำเวย์ออกจากเคิร์ดแล้ว จะได้เคิร์ดที่มีปริมาตรเหลือประมาณร้อยละ 10-30 ของปริมาตรน้ำนมเริ่มต้น

2.2.2.3 การสร้างกรด หลังจากตัดเคิร์ดและกำจัดเวย์ออกจากเคิร์ด จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อที่ยังคงอยู่ในเคิร์ดจะเปลี่ยนแล็กโทสไปเป็นกรดแลคติก เมื่อความเข้มข้นของกรดแลคติกเพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของ เคซีนและแคลเซียมฟอสเฟต ขณะเดียวกันสารต่าง ๆ ในเวย์รวมทั้งแล็กโทสจะแพร่กลับเข้าไปในเคิร์ดแทนที่สารที่จุลินทรีย์ใช้ไปทำให้กรดแลคติกเพิ่มขึ้นทั้งภายในและรอบ ๆ เคิร์ดเป็นสาเหตุให้เคิร์ดหดตัวต่อไปและยิ่งจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อ เจริญได้มากเท่าใดกรดแลคติกก็จะยิ่งเกิดเร็วขึ้นเท่านั้น ทำให้เคิร์ดหดตัวได้เร็วและกำจัดความชื้นออกได้เร็วยิ่งขึ้น

2.2.2.4 การเติมเกลือ สำหรับการผลิตเนยแข็งมักใช้ปริมาณร้อยละ 1-4 และมีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1) ป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ไม่ต้องการ เช่น แบคทีเรียที่ผลิตกรดบิวทิริก (butyric acid bacteria) ซึ่งย่อยโปรตีนในเนยแข็งทำให้เกิดรสขมประกอบกับย่อยไขมันทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน

2) เพิ่มกลิ่นรสให้กับเนยแข็ง

3) ลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นหัวเชื้อแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก ประเภทที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำสามารถทนต่อสภาวะที่มีเกลือได้แตกต่างกัน เช่น *Streptococcus cremoris* ส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งด้วยเกลือความเข้มข้นร้อยละ 2 ในขณะที่ *S.lactis* สามารถทนเกลือความเข้มข้นร้อยละ 4 ได้

4) เกลือช่วยลดปริมาณความชื้นในเคิร์ด ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของความดันออสโมติก เช่น ในเกาดาชีสและอีดัมชีส มีปริมาณความชื้นในเคิร์ดหลังอัดร้อยละ 46.5 และ 51.5 ตามลำดับ การเติมเกลือลงในเนยแข็งทำได้ 2 วิธี คือ วิธีแรกแช่เคิร์ดลงในน้ำเกลือ และวิธีที่สองผสมเกลือแห้งลงในเคิร์ดที่บดแล้วคลุกเคล้าให้ทั่ว ปริมาณเกลือในเนยแข็งจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำเกลือ หรือปริมาณเกลือแห้งที่เติม ปริมาณความชื้นในเนยแข็ง ระยะเวลาที่แช่น้ำเกลือ อุณหภูมิขณะเติมเกลือ และอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของเนยแข็ง

2.2.2.5 การอัดขึ้นรูป หลังจากเติมเกลือจะนำเคิร์ดมาอัดเพื่อกำจัดเวย์ส่วนเกินออกและทำให้เป็นรูปร่างที่ต้องการ โดยเครื่องมือที่ผู้ผลิตสร้างขึ้นสำหรับอัดขึ้นรูปเนยแข็ง ข้อควรทราบเกี่ยวกับการอัดขึ้นรูปเนยแข็งมีดังนี้

1) ระดับแรงอัดขึ้นรูปที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของเนยแข็ง สำหรับเนยแข็งที่มีความชื้นต่ำควรใช้แรงอัดมาก เพื่อให้ได้รูปร่างตามต้องการ

2) ในระหว่างการอัดเคิร์ดควรเพิ่มแรงอัดทีละน้อย มิฉะนั้นจะเกิดการสร้างเปลือกของเนยแข็งเร็วเกินไป ทำให้เนยแข็งที่ได้มีเวย์อยู่ภายในมาก ทำให้ปริมาณแล็กโทสสูง และค่า pH ของเนยแข็งจะต่ำกว่าปกติ

3) ระยะเวลาที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปเคิร์ดขึ้นอยู่กับชนิดของเนยแข็งและเครื่องมือ

4) การอัดเคิร์ดเพื่อขึ้นรูปที่อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้เกิดไขมันในรูปของเหลว ซึ่งจะขัดขวางการรวมตัวของเคิร์ดก้อนเล็ก ๆ

5) การเกิดลักษณะเนื้อที่เว้าเป็นโพลงในเนยแข็ง อาจมีสาเหตุมาจากความผิดพลาดของเครื่องมือที่ใช้อัดขึ้นรูปหรืออาจเกิดจากการอัดขึ้นรูปที่อุณหภูมิต่ำเกินไป

6) ก้อนเคิร์ดที่มีขนาดเล็กจะรวมตัวกันได้ดีระหว่างการอัดขึ้นรูป และเวย์จะกำจัดออกได้เร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับก้อนเคิร์ดที่มีขนาดใหญ่

2.2.2.6 การบ่ม เคิร์ดที่ยังไม่ผ่านการบ่มประกอบด้วยเคซีน ไขมันและน้ำเป็นส่วนใหญ่ มีเกลือ กรดแลคติก เวย์ และเกลือแร่อีกเล็กน้อย ในระหว่างการบ่มเนยแข็งมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้น ได้แก่ การย่อยโปรตีน (proteolysis) การย่อยไขมัน (lipolysis) และการหมักแล็กโทส ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การย่อยโปรตีน เป็นปฏิกิริยาที่สำคัญในการบ่มเนยแข็ง เนื่องจากมีผลต่อกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสของเนยแข็งที่ได้ ในระหว่างบ่มเนยแข็งจะเกิดการย่อยโปรตีนโดยเอนไซม์จากหลายแหล่ง คือ เอนไซม์เรนเนทที่ยังคงเหลืออยู่ในเคิร์ด เอนไซม์ย่อยโปรตีนจากจุลินทรีย์ที่เป็นหัวเชื้อ เอนไซม์ภายนอกเซลล์ (exoenzymes) ที่ผลิตโดยแบคทีเรียที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำซึ่งมีอยู่ในน้ำนมขณะเก็บที่อุณหภูมิต่ำ และเอนไซม์โปรติเนส (proteinase) ที่มีอยู่แล้วในน้ำนม ได้แก่ พลาสมิน (plasmin) สารประกอบไนโตรเจนในเนยแข็งที่เริ่มบ่มส่วนใหญ่จะอยู่ในสภาพของโปรตีนที่ไม่ละลาย แต่เมื่อการบ่มดำเนินต่อไปเรื่อย ๆ เอนไซม์ย่อยโปรตีนจะย่อยโปรตีนบางส่วนหรือทั้งหมด ทำให้เกิดสารประกอบที่มีโมเลกุลเล็กลง และละลายได้ เมื่อเอนไซม์ย่อยโปรตีนได้เป็นกรดอะมิโนแล้ว จุลินทรีย์จะรีดิวซ์กรดอะมิโนให้เป็นแอมโมเนีย และกรดอินทรีย์ หรือออกซิไดซ์ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และเอมีน

การย่อยโปรตีนในขั้นแรก เกิดขึ้นโดยการกระทำของเอนไซม์เรนเนท ซึ่งเอนไซม์เรนเนทจะย่อยพาราเคซีนให้เป็นโปรตีโอสและเปปโตน ซึ่งเอนไซม์ย่อยโปรตีนจากจุลินทรีย์จะย่อยต่อไปได้เป็นเปปไทด์ และกรดอะมิโน สำหรับในเนยแข็งชนิดแข็งจุลินทรีย์ที่มีอยู่ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกรูปกลม และรูปท่อนที่สร้างกรดแลคติกเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจุลินทรีย์จะกระจายอยู่ทั่วก้อนเนยแข็ง และผลิตเอนไซม์โปรตีเนสภายนอกเซลล์ออกมาย่อยโปรตีนในเนยแข็ง และเมื่อเซลล์ตายก็จะเกิดการย่อยสลายตัวเอง (autolysis) ปล่อยเอนไซม์ย่อยโปรตีน (intracellular proteinase) ออกมาอีก ทำให้การบ่มดำเนินต่อไป ส่วนในเนยแข็งชนิดอ่อน การย่อยโปรตีนส่วนใหญ่เกิดขึ้นโดยเอนไซม์โปรตีเนสภายนอกเซลล์ที่สร้างขึ้นโดยจุลินทรีย์หลายชนิดที่เจริญบริเวณผิวของเนยแข็ง ซึ่งการย่อยโปรตีนในเนยแข็งชนิดอ่อนจะเกิดขึ้นมากกว่าในเนยแข็งชนิดแข็ง ทำให้เกิดสารประกอบที่ละลายได้ในสัดส่วนสูง ประกอบกับในเนยแข็งชนิดนี้มีปริมาณน้ำมาก ทำให้ได้ลักษณะเนื้อที่อ่อนนุ่ม ส่วนในเนยแข็งบางชนิดเชื้อรามีบทบาทในการย่อยโปรตีนเช่นกัน เช่น บลู-วีนชีส และบรีชีส สำหรับเอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำนม คือ พลาสมิน มีบทบาทในการย่อยโปรตีนเช่นกัน โดยเฉพาะในเนยแข็งที่มีค่า pH สูง เช่น เอมเมนทัลชีสและเกาดาชีส เอนไซม์พลาสมินจะย่อยพาราเคซีนให้ได้โพลีเปปไทด์ และไฮโดรไลซ์ต่อไปให้ได้สารโมเลกุลเล็กลง แต่ไม่ใช่ว่าสารประกอบที่เกิดขึ้นจะให้กลิ่นรสที่ดีทั้งหมด บางครั้งเปปไทด์ก็มีส่วนทำให้เกิดรสขมในเนยแข็งได้ โดยเฉพาะโพลีเปปไทด์ที่มีส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) สูง

2) การย่อยไขมันที่เกิดขึ้นในระหว่างการบ่มเนยแข็ง เกิดจากการกระทำของเอนไซม์ไลเปสที่มีอยู่แล้วในน้ำนม เอนไซม์ไลเปสจากจุลินทรีย์และเอนไซม์เรนเนทที่เติมและเอนไซม์ในน้ำนม สำหรับเอนไซม์ไลเปสจากน้ำนมมีผลในการย่อยไขมันเฉพาะในเนยแข็งที่ทำจากน้ำนมดิบและเนยแข็งที่ทำจากน้ำนมที่ได้รับความร้อนในการพาสเจอไรส์ไม่เพียงพอ ส่วนเอนไซม์ไลเปสจากจุลินทรีย์อาจมาจาก Lactobacilli บางสายพันธุ์หรือแบคทีเรียชนิดอื่นที่เกิดการย่อยสลายตัวเองแล้วปล่อยเอนไซม์ไลเปสภายในเซลล์ออกมาย่อยไขมัน ได้แก่ ในเนยแข็งชนิดแข็ง เช่น เชดดาร์ชีส และเอมเมนทัลชีส นอกจากนี้เชื้อราที่เจริญบนผิวของเนยแข็งบางชนิด เช่น สทิลทัลชีสและคาร์เมมเบอร์ทชีส ก็เป็นแหล่งของเอนไซม์ย่อยไขมันเช่นกัน ส่วนเอนไซม์เรนเนทมีกิจกรรมย่อยไขมันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สารที่เกิดขึ้นจากการย่อยไขมันมีผลต่อกลิ่นรสของเนยแข็ง โดยเฉพาะกรดไขมันชนิดระเหยได้ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ได้แก่ กรดบิวทิริก กรดคาโปรอิก (caproic) กรดคาปรีลิก (caprylic) และกรดคาปริก (capric)

3) การหมักแล็กโทส ในเนยแข็งชนิดแข็งแล็กโทสจะถูกใช้หมดไปในปฏิกิริยาการหมักโดยจุลินทรีย์ภายใน 2-3 วันแรกของการผลิตเนยแข็ง แต่ในกรณีของเนยแข็งชนิดอ่อนจะใช้เวลามากกว่า 3 วัน สำหรับการหมักแล็กโทสโดยแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกที่ใช้เป็นจุลินทรีย์หัวเชื้อจะได้กรดแลคติกเป็นส่วนใหญ่ มีเอทานอล และสารประกอบชนิดอื่นเกิดขึ้นเล็กน้อย ในเนยแข็งบางชนิดกรดแลคติกอาจเกิดการหมักครั้งที่สองโดยแบคทีเรียที่ผลิตกรดโพรพิโอนิก ทำให้เกิดกรดโพรพิโอนิก กรดอะซิติก และคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นอีกเล็กน้อย

2.2.3 มอสซาเรลล่าชีส (mozzarella cheese)

มอสซาเรลล่าชีส (mozzarella cheese) เป็นเนยแข็ง (cheese) ที่โดดเด่นเรื่องความยืด นุ่มหนึบ จัดอยู่ในกลุ่มเนยแข็งชนิดกึ่งเหลว semi-soft cheese นิยมใช้เป็นชีสโรยหน้าพิซซ่า ลาซานญ่า หรือชีสทอดก็ใช้มอสซาเรลล่าชีส มีต้นกำเนิดจากอิตาลี แต่ในอิตาลีนิยมใช้น้ำนมควายในการผลิต ซึ่งมอสซาเรลลาชีสทั่วไปจะมีสีขาว และมีสีเหลืองอ่อนบางครั้ง โดยขึ้นอยู่กับอาหารของสัตว์ที่กินเข้าไปในช่วงนั้น (ช้อนกลาง, 2562) มอสซาเรลล่าชีสมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นสาเหตุการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และจุลินทีย์ (Joshi N.S. et al, 2004) ดังนี้

2.2.3.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical changes)

1) ด้านรูปร่าง (Body) ลักษณะที่ครอบคลุมมีดังนี้ คือ ความคงตัว (Firmnesss) ความยืดหยุ่น (elasticity) คุณสมบัติการเป็นพลาสติก (Plasticity) และการยึดเกาะภายใน (cohesivness) เคิร์ดของเนยแข็งสดจะมีลักษณะเหนียวคล้ายยางจะเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่อ่อนกว่าหรือเปราะแตกง่าย มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ละลายส่วนของเคซีนของเนยแข็ง เพราะมีการพัฒนาความเป็นกรดสูงในระหว่างการทำเนยแข็งเกิดลักษณะที่เรียกว่า Short body คือผลิตภัณฑ์ขาดความยืดหยุ่น แตกหักง่าย

2) ด้านเนื้อสัมผัส (Texture) เนื้อสัมผัสมีความสัมพันธ์กับการเกิดรูพรุนในเนยแข็ง อาจมีเนื้อสัมผัสแบบไม่มีรูพรุน (Close texture) เช่น cheddar cheese ถ้ามีรูพรุนเกิดขึ้นแสดงว่าเป็นตำหนิในเนยแข็งประเภทนี้ หรือเป็นแบบมีรูพรุน (Open texture) เช่นใน blue-vein cheese

3) ด้านกลิ่นรส (flavour) การสร้างกลิ่นที่ต้องการในเนยแข็งเป็นการเปลี่ยนแปลงเริ่มต้นในระหว่างการบ่ม ถึงแม้ว่ากลิ่น และการเกิดปฏิกิริยาจากเอนไซม์ไปย่อยโปรตีน ไขมัน และน้ำตาลแลคโตส และองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น กรดแลคติก lactate และ citrate ซึ่งเป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นในเนยแข็ง

2.2.3.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical/Biochemical changes)

การบ่ม (Ripening/Curing) หลังจากได้เคิร์ดจากการตกตะกอนนมแล้วจะได้เนยแข็งสด ซึ่งผ่านกระบวนการทางชีววิทยา ชีวเคมี และทางฟิสิกส์ เป็นผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลแลคโตส โปรตีน และไขมัน และส่วนประกอบจากการบ่มทำให้มีความแตกต่างระหว่างเนยแข็งชนิดแข็ง เอนไซม์ที่ได้จากจุลินทรีย์เรนเนต ทำให้เกิดปฏิกิริยาในนมส่วนใหญ่เกิดกับน้ำตาลแลคโตส โปรตีน และไขมัน เพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในระหว่างการบ่ม การเปลี่ยนแปลงนี้จะแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1) การเปลี่ยนแปลงช่วงแรก (Primary changes) คือ เกิดการย่อยสลายองค์ประกอบหลักทั้ง 3 คือ โปรตีน ไขมัน และน้ำตาลแลคโตส ทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติก กรดอะมิโน และกรดไขมัน

2) การเปลี่ยนแปลงช่วงที่สอง (Secondary changes) เอนไซม์จากช่วงแรกจะมีผลเปลี่ยนสารประกอบในช่วงแรก ทำให้เกิดสารประกอบที่ซับซ้อนเกิดจากปฏิกิริยาได้จาก lactate และ pyruvate ให้ผลเป็น propionic acid, citric acid, acetyl methyl carbinol, diacetyl, acetaldehyde, ethanol และสารประกอบอื่นประกอบด้วย TCA cycle intermediate จากกรดอะมิโนได้รับ amine keto acid, aldehydes, cystine-cysteine-cysteic, acid-taurine,

serine-pyruvic acid, methionine, trimethyl keto, buteric acid, glutamic acid-glutamine, aspartic acid-asparagine, tyrosine-tyramine,glycine-acetic acid-acetyl CoA เป็นต้น ได้จากกรดไขมัน เช่น buteric, caproic, capryic and capric ได้รับจาก acetoacetic acidacetone, β-keto acids, β-keto caproic acid-methyl ketones esters เป็นต้น กระบวนการย่อยสลายนี้จะได้แก๊สเกิดขึ้น ได้แก่ NH_3, H_2S และ CO_2 NH_3 และ H_2S เกิดขึ้นได้โดยตรงในการเกิดกลิ่นรสเนยแข็งเหมือนกลิ่นเหม็นบูด แต่ CO_2 เกิดได้ทางอ้อม

2.2.3.3 การเปลี่ยนแปลงทางจุลชีววิทยา (Microbiological changes)

การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์นี้เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับวิธีการในการบ่มที่แตกต่างกันตามประเภทของเนยแข็ง ดังนี้

1) เนยแข็งชนิดแข็ง และกึ่งแข็ง สภาวะในการบ่มเกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์และจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์เจริญภายในเนื้อเนยแข็งเท่านั้นไม่ให้เจริญที่ผิวหน้า กระบวนการบ่มไม่คำนึงถึงขนาด และรูปร่างของเนยแข็ง

2) เนยแข็งชนิดอ่อน หรือกึ่งเหลว สภาวะบ่มทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ที่ผิวของเนยแข็ง เช่น การเจริญของ Brevibactirium linenes ในเนยแข็งขณะบ่มที่ผิวหน้าและรา เช่น Penicillium camembert เชื้อจะปลดปล่อยเอนไซม์จากผิวหน้าเข้าไปยังเนื้อของเนยแข็ง กลไกนี้จะเพิ่มความรุนแรงจากผิวหน้าไปยังตรงกึ่งกลาง จึงจำเป็นที่จะต้องทำให้ขนาดและรูปร่างของเนยมีลักษณะแบบราบ ให้เกิดการบ่มได้ทั่วถึง

3) เนยแข็งชนิดอื่น ๆ ที่บ่มโดยใช้รา เช่น blue vein cheese ใช้วิธีการทั้งสองอย่างข้างต้นรวมกันในช่วงแรกของการบ่มจะเกิดการบ่มในเนื้อเนยแข็ง จะยอมให้อากาศเข้าเนื้อโดยการเกิดรูพรุน เนยแข็งแต่ละชนิดจะนำไปบ่มในห้องเย็นให้เกิดลักษณะที่ต้องการ

2.3 ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม

ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม (non-dairy imitation milk product) คือ ผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกับนมหรือผลิตภัณฑ์นม แต่ไม่มีองค์ประกอบที่มาจากนม หรือผลิตภัณฑ์นม ยกเว้นเคซีเนท วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมมีหลายชนิด แต่นิยมใช้วัตถุดิบจากพืช เนื่องจากมีราคาถูก เป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่มีอาการแพ้นม และผู้ที่ต้องการไขมันจากพืชแทนไขมันจากสัตว์ เพราะไขมันจากสัตว์มีผลต่อการเกิดโรคหัวใจ และความดันโลหิตสูง มีเมล็ดพืชน้ำมันหลายชนิดที่มีปริมาณ โปรตีน และไขมันสูง อีกทั้งยังมีวิตามินและเกลือแร่บางอย่างในปริมาณสูงอีกด้วย (มนภัทร องค์สรณะคม และคณะ, 2552)

2.3.1 การแพ้นมวัว

ปัจจุบันพบว่าผู้บริโภคบางกลุ่ม โดยเฉพาะกลุ่มเด็กเล็กที่มีปัญหาแพ้น้ำตาลแลคโตสในนมวัว (cow milk protein allergy) หลังจากดื่มนมวัวภายใน 15 นาที - 2 ชั่วโมงจะมีอาการแพ้ เช่น มีผื่นขึ้นตามผิวหนัง ปากบวม ลิ้นบวม หรือในกรณีผู้บริโภคบางกลุ่มไม่สามารถย่อยแลคโตสในนมวัวได้ (lactose intolerance) เนื่องจากระบบย่อยอาหารในร่างกายไม่สามารถผลิตเอนไซม์แลคเตส (lactase) ได้เพียงพอ จุลินทรีย์ในทางเดินอาหารจึงนำน้ำตาลนี้ไปใช้ ทำให้เกิดการสร้างกรด และแก๊ส และดึงน้ำเข้ามาในลำไส้ ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของลำไส้เร็วขึ้น เกิดอาการท้องอืด ท้องเสีย รู้สึกไม่

สบายท้อง ซึ่งมักเกิดในช่วง 2 - 8 ชั่วโมงหลังจากดื่มนมวัว จากการที่ผู้บริโภคบางกลุ่มไม่สามารถย่อยแลคโตสได้ ทางผู้ผลิตนมวัวจึงได้มีการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์นมวัวปราศจากแลคโตส (lactose free) เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว แต่สำหรับในกลุ่มผู้บริโภคที่ทานมังสวิรัติ หรือมีข้อจำกัดในการดื่มนมวัว ผลิตภัณฑ์นมจากพืชได้เข้ามาเป็นผลิตภัณฑ์นมทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค ปัจจุบันในประเทศไทยมีผลิตภัณฑ์นมจากพืชหลากหลายชนิดที่พบได้ทั่วไปตามร้านสะดวกซื้อ อาทิ นมจากถั่วเหลือง (soy milk) นมจากอัลมอนต์ (almond milk) นมจากข้าวโพด (corn milk) และนมจากข้าว (rice milk) ซึ่งคุณสมบัติของนมจากพืชแต่ละชนิดพบว่ามีความแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช คุณภาพของวัตถุดิบ และกระบวนการผลิตนับเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสารอาหารในผลิตภัณฑ์นมจากพืช บางผลิตภัณฑ์ใช้วัตถุดิบในระยะที่มีสารอาหารสูง เช่น การใช้ข้าวในระยะงอก หรือการใช้เทคโนโลยีการแปรรูปวัตถุดิบให้คงปริมาณสารอาหารไว้ให้ได้มาก โดยสิ่งที่สามารถสะท้อนถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมจากพืชที่เราสามารถตรวจสอบได้ด้วยตัวเองเบื้องต้น คือ การอ่านฉลากข้อมูลทางโภชนาการ (nutrition information) และส่วนประกอบ (ingredients) เพื่อตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ เพราะนอกจากความชอบส่วนบุคคลแล้ว ควรคำนึงถึงปัจจัยทางด้านสุขภาพ สารอาหารที่ต้องการในแต่ละช่วงวัย และงบประมาณตามกำลังทรัพย์ ทั้งนี้ มีข้อแนะนำว่าควรบริโภคนมจากพืชในปริมาณแต่พอดี (เนื่องจากมักมีปริมาณน้ำตาลสูง) ควบคู่กับการรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่ เพื่อให้ได้รับสารอาหารครบถ้วน และสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง (ธฤตา กิติศรีปัญญา, 2561)

2.3.2 โปรตีนสัตว์ และโปรตีนพืช

โปรตีนเป็นส่วนประกอบสำคัญของร่างกาย เช่น เซลล์กระดูก กล้ามเนื้อ เส้นผม ขน เลือด และอวัยวะต่าง ๆ เป็นต้น โปรตีนเป็นสารอาหารหลักที่ร่างกายต้องการ โดยทั่วไปร่างกายต้องการโปรตีน 1 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม แต่โปรตีนที่เราบริโภคจะไม่เก็บสะสมไว้ใช้เหมือนคาร์โบไฮเดรต และไขมัน ในแต่ละวันร่างกายจะมีการสลาย และขับโปรตีนออกในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การหลุดลอกของเซลล์ผิวหนัง การหลุดร่วงของเส้นผม การกำจัดสารภูมิคุ้มกันที่หมดหน้าที่ เป็นต้น ดังนั้นมนุษย์ต้องกินอาหารที่มีโปรตีนเข้าไปทดแทน ร่างกายมนุษย์ประกอบไปด้วยโปรตีนประมาณร้อยละ 20 ดังนั้นมนุษย์ต้องกินอาหารที่มีโปรตีนเข้าไปทดแทน โดยเลือกโปรตีนจากธรรมชาติ 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ โปรตีนที่มาจากสัตว์ และโปรตีนที่มาจากพืช ซึ่งมีความแตกต่างกัน ดังนี้

2.3.2.1 โปรตีนจากสัตว์ (Animal Protein) มีไขมันอิ่มตัว และคอเลสเตอรอลสูงกว่าโปรตีนจากพืช และถั่วเหลือง ซึ่งอุดมไปด้วยโปรตีน ธาตุสังกะสี ธาตุเหล็กและวิตามินบี 12 ซึ่งในโปรตีนพืชไม่มี จุดด้อยของโปรตีนจากนมนั้น มีสารแลคโตสที่ไม่เหมาะสำหรับคนที่มีปัญหาย่อยยาก หรือผู้ที่แพ้นมวัว ทำให้รับประทานไม่ได้

2.3.2.2 โปรตีนจากพืช (Plant-based Protein) คือ โปรตีนที่สกัดหรือแปรรูปโปรตีนจากพืช เมล็ดพืช และธัญพืช ซึ่งถือเป็นโปรตีนที่บริสุทธิ์มากที่สุด เพราะปราศจากสารสกัดจากสิ่งมีชีวิต ดูดซึมง่าย ซึ่งให้คุณค่าโปรตีนเทียบเท่ากับโปรตีนจากสัตว์ได้เช่นเดียวกัน โปรตีนที่ได้จากพืชที่มีกรดอะมิโนจำเป็นทั้ง 9 ชนิด (Histidine, Isoleucine, Leucine, Lysine, Methionine, Phenylalanine, Threonine, Tryptophan และ Valine) หรือโปรตีนสมบูรณ์ที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างพืช 2 ชนิดขึ้นไปเพื่อให้ได้กรดอะมิโนครบทั้ง 9 ชนิด เพราะว่าโดยส่วนใหญ่แล้ว

พืชจะไม่มีกรดอะมิโนจำเป็นครบทุกตัว และถึงแม้ว่าพืชบางชนิดจะมีกรดอะมิโนครบทุกตัว แต่กรดอะมิโนจำเป็นบางชนิดก็มีน้อยเกินไป (แมนเนเจอร์, 2562)

2.3.3 เนยแข็งเทียม

เนยแข็งเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากส่วนประกอบอื่นที่ไม่ใช่มาจากนมวัว เช่น ใช้น้ำมันข้าวโพด หรือมาการีนแทนเนย เพื่อลดปริมาณคอเลสเตอรอลของผลิตภัณฑ์ หรืออาจนำโปรตีนจากพืชเป็นวัตถุดิบ เช่น น้ำนมถั่วลิสง และโปรตีนสกัดจากถั่วลิสงแทนเคซีเนท หรือใช้ในรูปถั่วลิสงบด หรือผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองในรูปแบบต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างดี แต่เนื่องจากถั่วมีกลิ่นเฉพาะที่แรงจึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้มีการเติมสารประกอบไฮโดรคอลลอยด์ หรือกัม เพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัส (อริสรา โพธิ์สนาม, 2549)

2.4 แป้งดัดแปร

แป้งดัดแปรตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1073-2535 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้ง (starch) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและ/หรือทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อน และ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ประกอบด้วยหน่วยกลูโคสจำนวนหลายโมเลกุลมาต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก (Glycosidic bonding) ประกอบด้วย อะไมโลส (Amylose) และอะไมโลเพกติน (Amylopectin) เป็นส่วนประกอบหลักในโมเลกุลของแป้ง หน้าที่ของแป้งเป็นแหล่งให้พลังงานที่สำคัญสำหรับมนุษย์ พบได้ในพืช อาหารประเภทเมล็ด และพืชหัว ได้แก่ ข้าว ข้าวสาลี มันฝรั่งและข้าวโพด เป็นต้น และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารได้ เช่น ใช้เป็นสารให้ความข้นหนืด (Thickening agent) สารให้ความคงตัว (Stabilizer) สารที่ทำให้เกิดเจล (Gel-forming agent) และสารที่ทำหน้าที่เชื่อมส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ (Binding agent) แต่แป้งจากธรรมชาติยังมีข้อจำกัดในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น มีลักษณะความข้นหนืดที่ไม่คงตัว ลักษณะเจลที่ไม่พึงประสงค์ภายหลังจากการเย็นตัวลง หรือมีลักษณะเป็นเจลอ่อนเหนียว และมีลักษณะที่เหนียวเหนอะหนะ เป็นต้น จึงทำให้ผู้ผลิตอาหารเลือกใช้แป้งหรือสตาร์ชที่มีคุณสมบัติการคงตัวที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ โดยแป้งจากธรรมชาติทั่วไปมีคุณสมบัติที่จำกัดไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในระดับอุตสาหกรรมอาหารที่ต้องการความเสถียรและควบคุมได้ เนื่องจากแป้งธรรมชาติไม่เสถียรต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และการทนทานต่อความร้อนในกระบวนการแปรรูปอาหาร แป้งจากธรรมชาตินำมาดัดแปรเพื่อให้แป้งให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสม และมีคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกัน การนำแป้งดัดแปรมาใช้จะช่วยให้การแปรรูปทำได้ง่ายกว่า และให้ประโยชน์มากกว่าแป้งจากธรรมชาติ เช่น การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส การปรับปรุงความคงตัว หรือการปรับปรุงรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้การใช้แป้งดัดแปรในอุตสาหกรรมอาหาร คือ ใช้เวลาในการแปรรูปน้อยลงเนื่องจากคุณสมบัติเชิงหน้าที่ที่หลากหลาย และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารประเภทต่าง ๆ ได้ (กรรณิการ์ กุลยะณี, 2563)

แป้งดัดแปร (modified starch) หมายถึง แป้ง (starch) ที่ได้จากการนำแป้งธรรมชาติ (native starch) มาผ่านกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ทำให้มีสมบัติเปลี่ยนไปตามที่ต้องการ เช่น ความ

หนืด (viscosity) ลดลง คงตัวต่อความร้อน กรด และแรงเฉือน กรรมวิธีการผลิตแป้งดัดแปรโดยวิธีทางเคมี กายภาพ เอนไซม์หรือจุลินทรีย์ แป้งที่นำมาใช้แปรรูปเป็นแป้งดัดแปร ได้แก่ แป้งจากมันสำปะหลัง (tapioca starch) แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า วิธีการทำแป้งโดยทั่วไป จะนำแป้งฟลาวแช่น้ำเพื่อให้ส่วนของโปรตีนละลายน้ำแล้วเทน้ำทิ้ง ทำเช่นนี้ 2-3 ครั้ง เพื่อให้โปรตีนออกมากที่สุด แล้วนำแป้งไปลดความชื้นด้วยการตาก หรืออบ จากนั้นทดสอบการเป็นแป้งโดยนำแป้งที่ได้วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน เส้นใย และน้ำมัน พร้อมทั้งนำไปวิเคราะห์ความหนืดแป้ง วิธีดังกล่าวใช้เวลานานหลายวัน ใช้ปริมาณน้ำมาก จึงควรหาวิธีที่ง่าย ใช้เวลาสั้น เพื่อสะดวกในการทำแป้งสตาร์ชจำนวนมาก การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาวิธีสกัดเอาโปรตีนออกจากแป้งฟลาวของพืชชนิดต่าง ๆ อย่างเหมาะสม รวดเร็ว ไม่เป็นอันตราย (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์, 2562)

2.4.1 ชนิดของสตาร์ชดัดแปร ดังนี้

2.4.1.1 สตาร์ชดัดแปรด้วยกระบวนการทางเคมี

สตาร์ชดัดแปรด้วยกระบวนการทางเคมี เป็นสตาร์ชดัดแปรส่วนใหญ่ที่มีการผลิตและใช้ในระดับอุตสาหกรรม เป็นสตาร์ชที่ผ่านการดัดแปรโครงสร้างด้วยกระบวนการทางเคมีมีหลายชนิด ขึ้นกับชนิดของ สารเคมีที่ใช้ และระดับการดัดแปร (degree of substitution, DS) เช่น

1) สตาร์ชครอสลิง (cross-linked starch) เป็นการทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารเคมีกับโมเลกุลสตาร์ช โดยปฏิกิริยาจะเกิดที่หมู่ไฮดรอกซีตั้งแต่ 2 หมู่ขึ้นไปกับสารเคมี ทำให้เกิดพันธะอีเทอร์ หรือเอสเทอร์ของสารเคมีที่ทำหน้าที่คล้ายสะพานเชื่อมโมเลกุลสตาร์ช มีผลทำให้สตาร์ชมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น สามารถทนทานต่อความร้อน แรงเฉือนจากการกวน และความเป็นกรดได้ดี ในการนำมาใช้ประโยชน์ในอาหารสำเร็จรูป เช่น ซอส ผลิตภัณฑ์นม และขนมปัง เพื่อลดการเกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง (frozen food) และยังทำให้สตาร์ชมีความหนืดได้ โดยไม่เกิดเจล (gel)

2) สตาร์ชคาร์บอกซีเมทิล (carboxymethyl starch) เป็นสตาร์ชดัดแปรด้วยทางกระบวนการทางเคมี โดยใช้ปฏิกิริยาการแทนที่หมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group, -OH) ในโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของสตาร์ช (starch) ด้วยหมู่คาร์บอกซีเมทิล (-CH2COO-) โดยปฏิกิริยาอีเทอริฟิเคชัน ทำให้คาร์บอกซีเมทิลสตาร์ชมีสมบัติที่แตกต่างไปจากสตาร์ชธรรมชาติ (native starch) โดยระดับการดัดแปรนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาวะของกระบวนการที่ใช้ในการผลิต เช่น เวลาและอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา ปริมาณสารที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

3) สตาร์ชไฮดรอกซีโพพิล (hydroxypropyl starch) เป็นผงอสัณฐานสีขาว สีขาวนวล หรือเหลืองคานารี ซึ่งได้จากการเปลี่ยนคุณสมบัติของแป้งธรรมชาติที่ได้จากข้าวโพดข้าวเหนียวหรือมันสำปะหลังผ่านการบำบัดทางกายภาพ เอนไซม์ หรือทางเคมีในปริมาณเล็กน้อย มันสามารถคงตัวที่อุณหภูมิสูงและค่า pH ต่ำ สามารถละลายได้ง่ายในน้ำร้อน และน้ำเย็น (จี่หนาน SPARK IMP & EXP บจก., 2023)

2.4.1.2 สตาร์ชดัดแปรทางกายภาพ

สตาร์ชดัดแปรทางกายภาพ เป็นการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยทำให้โครงสร้างโมเลกุลภายในเม็ดสตาร์ช เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ใช้พลังงานความร้อน หรือพลังงานจลน์ หรือทั้งสองอย่างประกอบกัน เมื่อโครงสร้างโมเลกุล ภายในเม็ดสตาร์ชได้ถูกเปลี่ยนแปลงไป สมบัติของสตาร์ชก็เปลี่ยนไปเช่นกัน (ปริศนา สุวรรณาภรณ์, 2561) ได้แก่

1) สตาร์ชพรีเจลาติไนซ์ (pregelatinized starch) หรือที่เรียกทางการค้าว่า สตาร์ชกึ่งสำเร็จรูป (instant starch) ผลิตจากกระบวนการที่ทำให้สตาร์ชเกิดการเจลาติไนซ์ และเม็ดสตาร์ชถูกทำลายในระหว่างกระบวนการผลิต สตาร์ชชนิดนี้สามารถละลายน้ำ และให้ความหนืดได้เมื่อเติมน้ำเย็นหรือน้ำร้อน เนื่องจากเม็ดสตาร์ชสูญเสียความเป็นผลึกจึงพองตัวในน้ำได้ดี เหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารกึ่งสำเร็จรูป เกิดเป็นเพสต์ที่มีความหนืด อาจมีสับสนเรื่องชื่อที่ใช้เรียกสตาร์ชพรีเจลาติไนซ์ และสตาร์ชละลายน้ำเย็น (cold water soluble starch) หรือสตาร์ชพองตัวในน้ำเย็น (cold water swelling starch) เนื่องจากสตาร์ชทั้งสองชนิดนี้สามารถละลายได้ในน้ำเย็น ความแตกต่าง คือ สตาร์ชละลายน้ำเย็นจะให้ความหนืดที่สูงกว่า และเม็ดสตาร์ชยังสามารถคงรูปร่างแกรนูลไว้ได้แม้เจลาติไนซ์แล้ว แต่เม็ดสตาร์ชของสตาร์ชพรีเจลาติไนซ์จะถูกทำลายจนหมดหรือเกือบหมด

2) การดัดแปรสตาร์ชละลายน้ำเย็นแบบกรานูลาร์ (Granular cold water soluble starch) เป็นการทำให้โครงสร้างของเม็ดสตาร์ชเกิดการเปลี่ยนแปลงจนสามารถละลาย หรือพองตัวได้ดีในน้ำเย็น โดยนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารที่ปรุงสุกด้วยไมโครเวฟ อาหารกึ่งสำเร็จรูป และอาหารที่มีส่วนผสมที่ไวต่อความร้อน เช่น วิตามิน สารสี และสารให้กลิ่นรส เป็นต้น สตาร์ชละลายน้ำเย็นแบบกรานูลาร์ที่มีขนาดเล็กสามารถนำไปใช้เป็นสารทดแทนไขมัน เนื่องจากสามารถให้เนื้อสัมผัสที่เรียบเนียนคล้ายไขมัน ให้ความหนืดสูงในน้ำเย็น

3) การดัดแปรแบบแอนนีลลิง (Annealing starch) เป็นการดัดแปรสตาร์ชในสภาวะที่มีน้ำมากเกินพอ (มากกว่าร้อยละ 60) และใช้อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิกลาสทรานสิชัน (glass transition temperature: Te) แต่ต่ำกว่าอุณหภูมิเริ่มเกิดเจลาติไนเซชัน (T_0) อุณหภูมิและความชื้นต้องไม่ทำให้สตาร์ชเกิดการเจลาติไนเซชัน การดัดแปรแบบแอนนีลลิงช่วยเพิ่มการเคลื่อนที่ระดับโมเลกุล (molecular mobility) ของสตาร์ชในส่วนอสัณฐานทำให้เกิดการจัดเรียงตัวใหม่ในระดับโมเลกุล (molecular reorganization) ทำให้เจลสตาร์ชมีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น เหมาะสำหรับนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเจลสตาร์ช เช่น เส้นก๋วยเตี๋ยวให้มีคุณภาพดีขึ้น

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการใช้แป้งดัดแปรทางเคมีและทางกายภาพในอุตสาหกรรมอาหาร

กระบวนการดัดแปรแป้ง	แหล่งของแป้งที่นำมาดัดแปร	ผลของการใช้แป้งต่อคุณสมบัติอาหาร
ทางเคมี		
Crosslinking	มันสำปะหลัง แป้งสาลี สตาร์ชข้าวโพด	เพิ่มความต้านทานแรงเฉือน
Acetylation	แป้งข้าวโพด	ลดความหนืดของแป้ง
ทางกายภาพ		
Pre-gelatinization	ข้าว	ชะลอการเกิด Retrogradation
High pressure	มันสำปะหลัง แป้งสาลี สตาร์ชข้าวโพด	ลดความหนืดของแป้ง

ที่มา: กรรณิการ์ กุลยะณี (2563)

2.4.2 การใช้ประโยชน์ของสตาร์ชดัดแปร

การประยุกต์ใช้แป้งดัดแปรในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ (กรรณิการ์ กุลยะณี, 2563) ดังนี้

2.4.2.1 อาหารกระป๋อง (Canned Food) การใช้แป้งดัดแปรในกลุ่มอาหารกระป๋องนำมาใช้เพื่อเพิ่มความความข้นหนืด และความคงตัวในอาหาร และเพิ่มความรู้สึกในปาก (Moutee) ช่วยควบคุมการไหลของอาหาร โดยการใช้แป้งดัดแปรด้วยวิธีสตาร์ชครอสลิง (Cross-Inking starch)

2.4.2.2 อาหารประเภทอบ (Baked Food) สำหรับกลุ่มอาหารประเภทอบที่มีการใช้แป้งดัดแปรเป็นส่วนผสม ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เค้ก สารเคลือบ (Glazes) และกลุ่มของไส้ขนม (Fillings) แป้งพรีเจลาติไนซ์นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนผสมของเค้กเพื่อให้เค้กนุ่มและคงความชุ่มชื้นในผลิตภัณฑ์คุกกี้เพื่อควบคุมทิศทางการขยายตัวของขนมอบ แป้งที่ผ่านการพรีเจลาติไนซ์ยังช่วยลดระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์เบเกอรี

2.4.2.3 อาหารแช่แข็ง (Frozen Food) การใช้แป้งดัดแปรในกลุ่มอาหารแช่แข็ง มีวัตถุประสงค์การใช้เช่นเดียวกับอาหารกระป๋อง สำหรับเพิ่มความข้นหนืดหรือทำให้ความหนืดเสถียรในระหว่างกระบวนการเก็บรักษา และช่วยควบคุมการไหลของอาหาร แต่ความคงตัวของแป้งในอาหารแช่แข็งมีความสำคัญ โดยการใช้แป้งดัดแปรในอาหารแช่เยือกแข็งทำให้คุณสมบัติการยึดเกาะดีขึ้นและลดการดูดซับน้ำมันในอาหารทอดก่อนนำไปแช่เยือกแข็ง โดยแป้งที่มีอะไมโลสสูงเมื่อผ่านกระบวนการดัดแปรจะเป็นที่นิยมสำหรับนำมาทำให้อาหารกรอบ หลังจากการทำละลายน้ำแข็งและนำไปอบหรือทอด

2.4.2.4 อาหารเด็กอ่อน (Baby Food) แป้งดัดแปรถูกนำมาใช้ในอาหารเด็กอ่อนเพื่อให้เนื้อสัมผัสมีความข้นขึ้น แต่ไม่เหนียวหนืด โดยใช้แป้งที่ผ่านการดัดแปรด้วยวิธีอะซิทิเลชัน (acetylation) ซึ่งเป็นวิธีที่นำมาใช้ดัดแปรผลิตภัณฑ์แป้ง ผลิตภัณฑ์อาหารเด็กนำแป้งมันสำปะหลัง หรือแป้งข้าวมาดัดแปรเนื่องจากมีประโยชน์ต่อสุขภาพ และไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้สำหรับทารก

2.4.2.5 เครื่องดื่ม (Beverage) การใช้แป้งดัดแปรในกลุ่มเครื่องดื่มเพื่อช่วยทำให้เกิดความคงตัว และป้องกันการแยกชั้น ทำให้ระบบอิมัลชันมีความเสถียร การใช้แป้งดัดแปรยังเพิ่มความรู้สึกภายในปาก (Moutfeel) ให้ดีขึ้น

2.5 อาหารพร้อมรับประทานแช่แข็ง

อาหารพร้อมรับประทาน เป็นอาหารที่สามารถรับประทานได้ทันทีหลังจากผ่านขั้นตอนการละลายหรือปรุงแล้ว โดยสามารถแบ่งตามเทคโนโลยีการผลิตได้ 2 รูปแบบ คือ อาหารพร้อมรับประทานแช่แข็ง (frozen food) และอาหารพร้อมรับประทานแช่เย็น (chilled food) โดยใช้ความเย็นรักษาคุณภาพอาหารให้คงความสด เหมือนอาหารสด หรืออาหารปรุงสดใหม่ ๆ โดยทำให้อาหารมีอุณหภูมิต่ำ เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และต้องนำมาอุ่นก่อนรับประทาน โดยอาหารแช่แข็งจะเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอุ่น 4 - 7 นาที เก็บรักษาได้ 18 เดือน ส่วนอาหารแช่เย็นเก็บรักษาในอุณหภูมิ 4 - 7 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอุ่น 1 - 2 นาทีเก็บรักษาได้ไม่เกิน 7 วัน (Marshall Cavendish Business Information, 2024)

2.5.1 การแช่เยือกแข็ง

การแช่เยือกแข็ง คือ เป็นกรรมวิธีการแปรรูปอาหาร (food processing) เพื่อถนอมอาหาร (food preservation) ด้วยการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำลงถึงจุดเยือกแข็ง โดยให้อุณหภูมิณ จุดกลางของอาหารมีค่า -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาวะของน้ำในอาหารที่เป็นของเหลวให้เป็นน้ำแข็ง เป็นกรรมวิธีการถนอมอาหารที่คงความสด และรักษาคุณภาพอาหาร ได้ดีกว่าการถนอมอาหารด้วยวิธีอื่น ไม่ได้เป็นกรรมวิธีที่มุ่งทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (micorbial spoilgage) และจุลินทรีย์ก่อโรค แต่เป็นการใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อลดจำนวนหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ เป็นการชะลอการเน่าเสียของอาหาร สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าการแช่เย็น หรือการแชในน้ำแข็ง ผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส ตลอดเวลา เพื่อรักษาคุณภาพป้องกันการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ และป้องกันการเกิดผลึกใหม่ (recrystallization) ของน้ำแข็ง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเสื่อมคุณภาพทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการแช่เยือกแข็ง และขั้นตอนการละลาย อัตราการแช่เยือกแข็งและขนาดของผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นในกระบวนการแช่เยือกแข็ง มีผลต่อการทำลายเนื้อเยื่อของอาหารซึ่งมีผลโดยตรงต่อการสูญเสียน้ำ (drip loss) ในขั้นตอนการทำละลาย ถ้าอัตราการแช่เยือกแข็งสูงขนาดผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นก็จะมีขนาดเล็ก การทำลายฉีกขาดของเนื้อเยื่ออาหารจะน้อย ทำให้การสูญเสียน้ำมีค่าต่ำคุณภาพของอาหารหลังการทำละลายมีค่าสูงขึ้น (พิสิฐ วงศ์สง่าศรี, 2563)

การแช่แข็ง หมายถึง ขบวนการที่เปลี่ยนน้ำ (ของเหลว) ไปเป็นน้ำแข็ง (ของแข็ง) (Crystallization) อาหารแช่แข็ง จะอยู่ในสภาพที่เรียกว่า เย็นยิ่งยวด คือ สภาพที่อุณหภูมิของอาหารต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของอาหารนั้น นอกจากจะปลอดเชื้อแล้ว ยังสามารถเก็บรักษาความสดเอาไว้ได้เกือบเท่าเดิม เพราะต้องเก็บไว้ทันทีเมื่อยังสด ๆ อยู่ที่อุณหภูมิตั้งแต่ -18 องศาเซลเซียสลงไป ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ไม่มีจุลินทรีย์ชนิดใดสามารถเจริญเติบโตได้ เพราะจุลินทรีย์ต้องใช้น้ำในการเจริญเติบโต เมื่อน้ำเปลี่ยนเป็นน้ำแข็งแล้วจึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้อีก อีกทั้งการแช่แข็งยังเป็นการหยุดปฏิกิริยาเคมี หรือหยุดการทำงานของเอนไซม์ ทำให้สามารถรักษารสชาติและคุณค่าทางอาหารไว้ได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วอาหารแช่แข็งสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานถึง 6 เดือน - 2 ปี (งานพัฒนาศูนย์ข้อมูล SMEs Knowledge Center, 2557)

การแช่แข็งอาหารเป็นการถนอมรักษาคุณภาพอาหารโดยใช้ความเย็น การเกิดผลึกน้ำแข็งอาจมีผลเสียต่อคุณภาพอาหาร ดังนั้นสิ่งที่สำคัญมากที่สุด คือ การคัดเลือกคุณภาพอาหารก่อนนำมาแช่แข็ง ให้มีคุณภาพที่ดีสม่ำเสมอขนาดใกล้เคียงกัน รวมถึงมีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำ เนื่องจากการแช่แข็งทั่วไปจะเพียงยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แต่ถึงแม้อาหารนั้นจะมีจุลินทรีย์ต่ำ ก็ควรแช่แข็งด้วยวิธีที่เหมาะสมกับชนิดของอาหาร เพื่อให้อัตราการดึงความร้อนจากอาหารเป็นไปอย่างสม่ำเสมอทั่วถึงและรวดเร็วที่สุด อุณหภูมิในการแช่แข็งและเก็บรักษาควรต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงของผลึกน้ำแข็งในอาหารแช่แข็ง และที่สำคัญคือ ไม่ควรให้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอาหารแช่แข็งขึ้นลง ในตลอดวงจรการผลิตเก็บรักษา ขนส่งจนถึงผู้บริโภค (หรือให้มีน้อยที่สุด) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะเร่งการเปลี่ยนแปลงของผลึกน้ำแข็ง ซึ่งเป็นผลเสียต่อคุณภาพอาหาร และอาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดเจริญเติบโตเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค การแช่แข็งอาหารที่ประสบความสำเร็จ คือ การ

ที่อาหารก่อนแช่แข็งและหลังละลาย (ทั้งในด้านกลิ่นรส สี เนื้อสัมผัส รูปร่าง) มีคุณภาพที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด

2.5.2 การละลายอาหารแช่แข็ง

ธรรมชาติของการละลายอาหารแช่แข็ง (Nature of Thawing) การแช่แข็งคือการดึงความร้อนในอาหารออกให้เกิดน้ำแข็ง การละลาย (Thawing) ก็คือ การให้ความร้อนแก่อาหารเพื่อให้น้ำแข็งละลาย ดังนั้น ขบวนการทั้งสองนี้จึงเป็นการย้อนกลับกันในแง่ของการให้และการดึงความร้อน แต่ต่างกันในแง่ของการส่งผ่านความร้อนของน้ำและน้ำแข็ง ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอาหารกับเวลาในการปฏิบัติหรือ Freezing Curve กับ Thawing Curve จึงต่างกัน น้ำแข็งมีคุณสมบัติในการเป็นตัวนำความร้อน (Thermal Conductivity) ได้ดีกว่าน้ำถึง 4 เท่า และยังมีคุณสมบัติในการกระจายความร้อน (Thermal Diffusivity) ดีกว่าน้ำถึง 9 เท่า เมื่อทำการละลายอาหารแช่แข็งโดยการให้ความร้อนจากพื้นผิวหน้า (Surface heating) ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของน้ำในอาหาร (Non-convection of water in tissue) น้ำแข็งจะส่งผ่านความร้อนและเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้เร็วกว่าน้ำ (ที่อยู่นิ่ง) เห็นได้จากการละลายที่ผิวหน้าอาหารอย่างเร็ว แต่เมื่อผิวหน้าเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำ น้ำก็จะหน่วงเหนี่ยวการส่งผ่านและเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอาหารให้ช้าลง ทำให้ใช้เวลานานขึ้น กว่าจะส่งผ่านความร้อนไปถึงชั้นน้ำแข็งได้และให้ความร้อนแฝงแก่น้ำแข็ง จึงเป็นสาเหตุของการละลายอาหารแช่แข็งที่ใช้เวลานาน โดยสังเกตจากภายนอกว่าละลายดีแล้ว เมื่อผ่าลงไปในอาหารกลับพบว่าภายในยังคงเป็นน้ำแข็งอยู่

วิธีการละลายที่เหมาะสม ในเมื่อการละลายน้ำแข็งโดยการส่งผ่านความร้อนจากผิวหน้าต้องใช้เวลานาน การละลายน้ำแข็ง โดยการให้ความร้อนจากภายใน (Internal Heating) จึงเป็นอีกทางเลือกที่ประหยัดเวลา ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำเตาไมโครเวฟ (Microwave) มาใช้ในการละลายอาหารแช่แข็ง โดยการทำงานของเตาไมโครเวฟคือ ให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่เข้าสู่อาหารไปให้ความร้อนแก่โมเลกุล ของน้ำและอาหารโดยตรง ด้วย Dielectric Heating โมเลกุลของน้ำแข็งทั้งภายในและที่ผิวอาหารจะได้รับการกระตุ้นให้สั่นไหวเกิดความร้อนขึ้นพร้อมกัน การละลายจึงเกิดขึ้นเร็ว และสมบูรณ์กว่า ผนวกกับการที่ความร้อนที่ผิวอาหารสามารถสูญเสียไปสู่อากาศรอบด้านได้ง่ายกว่าภายใน อุณหภูมิที่ผิวหน้าจึงมักจะต่ำกว่าภายในเล็กน้อย (0.2-1 องศาเซลเซียส) แต่การใช้เตาไมโครเวฟในการละลายน้ำแข็งก็อาจทำให้เกิดปัญหาเรื่องความไม่สม่ำเสมอ (Non-uniformity) ของเนื้ออาหารภายใน คืออาจทำให้เกิดความร้อนเป็นจุด ๆ ภายในอาหาร (Localized Heating Pocket) ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพของอาหารได้ สรุปคือ วิธีที่เหมาะสมกับการละลายอาหารแช่แข็งคือ วิธีที่รวดเร็วที่สุด (Fast Thawing) แต่ต้องไม่ให้อุณหภูมิสูงเกินไปจนเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิวหน้าหรือในอาหารสามารถเจริญได้อย่างรวดเร็ว การละลายที่รวดเร็วจะให้อาหารที่คืนตัวมีคุณภาพดีกว่าการใช้เวลานาน (Slow Thawing) การละลายที่ใช้เวลานานจะก่อให้การสูญเสียน้ำจากอาหารเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการเกิดผลึกน้ำแข็งใหม่มักจะทำลายผนังเนื้อเยื่อของ cell ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เนื้อเยื่อไม่สามารถดูดซึมน้ำกลับได้ โดยน้ำที่เห็นไหลซึมออกมา (Drip loss) จากอาหารแช่แข็ง ซึ่งมักจะเป็นผลเสียต่อสี รส คุณค่าทางอาหาร และเนื้อสัมผัสของอาหาร การเกิดน้ำลายน้ำแข็ง (Drip หรือ Thaw exudate) มีปัจจัยเนื่องจากโครงสร้างอาหาร การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ชีวเคมี และเคมีกายภาพของอาหาร รวมถึงวิธีการแช่แข็ง การเก็บรักษาในสภาพเยือกแข็ง และการละลายอาหาร

คุณภาพของอาหารหลังการละลาย ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของเวลา และอุณหภูมิการละลายที่ใช้เวลาสั้นหรือ Fast Thawing โดยทั่วไปจะให้อาหารที่มีคุณภาพดีกว่าการใช้เวลานาน เพราะการที่อาหารแช่แข็งมีอุณหภูมิอยู่ที่จุดต่ำกว่าจุดเยือกแข็งเพียงเล็กน้อย (Subfreezing temperature) ซึ่งเป็นช่วงเวลาส่วนใหญ่ของการละลายจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่มีผลเสีย คือ การเกิดผลึกน้ำแข็งใหม่ที่ใหญ่ขึ้น (Recrystallization) ซึ่งสามารถทำลายเนื้อเยื่อโครงสร้าง และเนื้อเยื่อสัมผัสของอาหาร การเกิดปฏิกิริยาเคมีในอัตราที่สูงอย่างรวดเร็ว มีผลเสียต่อสี กลิ่น รส และคุณค่าทางอาหาร มีผลให้เกิดการปรับตัว และเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด

2.5.3 การเก็บและการใช้อาหารแช่แข็ง

อุณหภูมิของตู้แช่แข็งมีผลต่อระยะเวลาที่เก็บอาหาร อุณหภูมิยิ่งต่ำก็ยิ่งช่วยให้เก็บอาหารได้นานขึ้น ในการแช่แข็งควรใช้อุณหภูมิต่ำกว่า -18 องศาเซลเซียส (0 องศาฟาเรนไฮต์) ตู้เย็นตามบ้านชนิดที่แยกประตูช่องระหว่าง ช่องแช่เย็นและช่องแช่แข็ง ปกติช่องแช่แข็งมีอุณหภูมิต่ำกว่า -15 องศาเซลเซียส แต่ตู้เย็นที่ชนิดที่ไม่มีประตูของช่องแช่แข็งแยกต่างหาก ช่องแช่แข็งก็จะมีอุณหภูมิสูงกว่านั้น จึงเก็บอาหารแช่แข็งไม่ได้นานเท่าที่ควร วิธีละลายน้ำแข็งจากอาหารที่ดีที่สุดก่อนนำไปทำอาหาร ทำได้โดยหยิบอาหารออกจากช่องน้ำแข็งมาใส่ตู้เย็นชั้นล่าง ถึงแม้จะใช้เวลานานก็ดีกว่าละลายนอกตู้เย็น เพราะอุณหภูมิภายนอกตู้สูงกว่า จุลินทรีย์เจริญเติบโตรวดเร็ว อาหารก็เน่าเปื่อยเสียง่าย ไม่ควรละลายโดยเทน้ำราดอาหาร เพราะน้ำจะพาสารต่าง ๆ ที่ให้รสชาติและคุณค่าทางโภชนาการออกไปด้วย การแช่แข็ง ควรกะปริมาณของอาหารสำหรับแช่แข็งที่พอเหมาะจะใช้แต่ละครั้ง บรรจุภาชนะแยกเป็นส่วน ๆ ส่วนที่ทำให้ละลายแล้วต้องใช้หมดในครั้งเดียว ไม่นำอาหารมาละลายแล้วแช่แข็งซ้ำ ทำให้สูญเสียน้ำและสารอาหารมากขึ้น (Editorial Team, Food Focus Thailand Magazine, 2018)

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์แปรรูปทุเรียน

วริศชนม์ นิลนนท์ และกุลพร พุทธมี (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมทุเรียนไร้น้ำตาลด้วยการใช้สารให้ความหวานทดแทน มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตแยมทุเรียนไร้น้ำตาลด้วยการใช้สารให้ความหวานทดแทน (ซูคราโลส มอลทิทอล และสตีเวีย) ผลการวิจัยพบว่าปริมาณเนื้อทุเรียนร้อยละ 40 ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสแยมที่เรียบเนียนและมีความสามารถในการแผ่กระจายตัวที่ดี โดยชนิดของสารให้ความหวานทดแทนที่เหมาะสม คือ ซูคราโลส (ร้อยละ0.08) ซึ่งให้ความหนืดสูงที่สุด (8.20+0.03 cm/90s) และให้ค่าพลังงานต่ำสุด (2.92+0.01kcal/g) โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (6.80±1.15) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับสูตรควบคุม

สวิตรา ใบงิ้ว และคณะ (2554) ได้ศึกษาผลของการเตรียมวัตถุดิบก่อนการอบแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศต่อคุณภาพของทุเรียนแผ่น มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทุเรียนแผ่นอบกรอบ ด้วยการอบแห้งแบบไมโครเวฟร่วมสูญญากาศที่กำลังไมโครเวฟ 7.23 W-g' ควบคุมความดันที่ 13.33 kPa โดยศึกษากระบวนการเตรียมวัตถุดิบก่อนการอบแห้ง: การสไลด์-แช่เย็น (4 องศาเซลเซียส), การสไลด์-แช่แข็ง (-18 องศาเซลเซียส) และการแช่แข็ง-สไลด์ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เมื่อตรวจสอบ

โครงสร้างด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบสองกราด พบว่า การสไลด์-แช่แข็ง และการแช่แข็ง-สไลด์ก่อนการอบแห้ง ทำให้โพรงอากาศภายในผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้ค่าความแข็งลดลงนอกจากนี้ การอบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมสูญญากาศสามารถลดปริมาณไขมันได้ร้อยละ 90 เมื่อเปรียบเทียบกับทุเรียนทอด จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการทดสอบผู้บริโภค พบว่า การเตรียมทุเรียนแบบ สไลด์-แช่แข็งก่อนการอบแห้งทำให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้การให้ข้อมูลที่ดีของผลิตภัณฑ์สามารถเพิ่มการยอมรับของผู้บริโภคได้ ($P \leq 0.05$)

Razali et al. (2021) ได้ศึกษาทุเรียนแท่งพร้อมรับประทานผ่านเทคโนโลยีไส้กรอก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์จากทุเรียนเป็นทุเรียนแท่งพร้อมรับประทาน (RTE) เทคนิคการผลิตแท่งเริ่มต้นด้วยกระบวนการบดแป้งทุเรียน ผสมส่วนผสม บรรจุส่วนผสมลงในปลอกไส้กรอก นึ่งส่วนผสม และแช่เย็นแท่งทุเรียน (RTE) จากนั้น วิเคราะห์ความแน่นและความชื้นของการผลิตทุเรียนแท่ง (RTE) นอกจากนั้น ยังมีการประเมินทางประสาทสัมผัสเพื่อพิจารณา การยอมรับของผู้บริโภคเกี่ยวกับทุเรียนแท่ง (RTE) ที่ผลิตขึ้น จากผลลัพธ์ที่ได้ ความแน่นที่ดีที่สุดสำหรับแท่งทุเรียน (RTE) นี้คือ 10.42 นิวตัน ค่าความชื้นที่ได้รับนั้นสูง ซึ่งอยู่ระหว่างร้อยละ 52.05 ถึงร้อยละ 61.89 การยอมรับโดยรวมของแท่งทุเรียน (RTE) มีผล 3.7 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน สำหรับแท่งทุเรียน (RTE) ซึ่งแท่งทุเรียน (RTE) เป็นที่น่าพอใจ การยอมรับโดยรวมได้คะแนนร้อยละ 74 โดยสรุป วิธีนี้สามารถใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่มและความเป็นเอกลักษณ์ของแท่งทุเรียน (RTE) ที่ผลิตได้ อย่างไรก็ตาม การปรับปรุง เช่น สูตรผลิตภัณฑ์ และวิธีการแช่แข็งเพื่อยืดอายุผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอนาคตในการผลิตขนม (RTE) ให้ดีขึ้น สินค้าทุเรียนแท่ง (RTE) มีศักยภาพที่จะนำไปจำหน่ายในตลาดในประเทศและต่างประเทศ โดยพิจารณาจากการยอมรับโดยรวมในแง่ของเนื้อสัมผัส ลักษณะ กลิ่น และรสชาติ

2.6.2 งานวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

จุฑามาศ สุขดี และคณะ (2566) ได้ศึกษาผลของสารก่อเจลต่อคุณภาพบางประการของมอสซาเรลล่าชีสจากพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารก่อเจล (อะการ์และสารก่อเจลผสมระหว่างแคปปา-คาราจีแนนกับโลคัสบีนกัมที่อัตราส่วน 1 : 1) ที่ปริมาณ 3 ระดับคือ 1 1.5 แล: 2 เปอร์เซ็นต์ ต่อคุณภาพบางประการของมอสซาเรลล่าชีสจากพืช พบว่า ตัวอย่างชีสจากพืชมีลักษณะปรากฏเรียบเนียน มีสีขาวออกเหลือง มีค่าสี L* อยู่ในช่วง 69.35 - 71.79, ค่า a* อยู่ในช่วง (-0.34) - (-0.07) และค่า b* อยู่ในช่วง 19.37 - 21.48 ชนิดและปริมาณของสารก่อเจลมีผลต่อค่าเนื้อสัมผัสและความสามารถในการหลอมเหลวของตัวอย่างชีสจากพืช ($P \leq 0.05$) โดยเมื่อเพิ่มปริมาณสารก่อเจลส่งผลให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้นแต่ค่าความยืดหยุ่นและแรงยึดเกาะกันภายในมีค่าลดลง ($P \leq 0.05$) ตัวอย่างชีสจากพืชที่ใช้อะการ์ 1.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถหลอมเหลวได้มากที่สุด ผลของการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนามอสซาเรลล่าชีสจากพืชได้

สุชานาถ ทิพย์จันทร์ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีส ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้ ศึกษาสมบัติทางกายภาพ โภชนาการจุลินทรีย์ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้ การศึกษาแนวคิดของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีส กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้บริโภคทั่วไปที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถาม การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ชีส

มะม่วงน้ำดอกไม้ แปรเป็น 2 ระดับ ได้แก่ 2.50 และ 3.00 ปริมาณเนยสดเค็ม แปรเป็น 2 ระดับ ได้แก่ 18.00 และ 19.50 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก และปริมาณคาราจีแนน แปรเป็น 2 ระดับ ได้แก่ 0.80 และ 0.90 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก คัดเลือกสูตรที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความแน่นเนื้อ ความเหนียวการเกาะตัวกันของอาหาร ความสามารถในการละลาย ความสามารถในการไหล และศึกษาโครงสร้างภายในด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด และสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความหวาน ทำการวิเคราะห์กลุ่ม โดยวิธีแบ่งกลุ่มแบบขั้นตอน และทดสอบความชอบของผู้บริโภค จำนวน 50 คน โดยให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ จากนั้นทำการผลิตชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้ตามสูตรที่เหมาะสม เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ โภชนาการจุลินทรีย์ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้ ผลการวิจัย พบว่า แนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีส คือ ควรเพิ่มรสชาติให้มีความหลากหลาย เสริมรสหวาน คุณค่าทางโภชนาการที่ควรเพิ่ม คือ วิตามินเอ ใยอาหารและแคลเซียมวัตถุดิบที่ควรนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีส คือ ผลไม้เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่า สูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้ ประกอบด้วย โปรตีนเคซีน 33.00 เปอร์เซ็นต์ น้ำมะม่วงน้ำดอกไม้ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 3.00 46.00 เปอร์เซ็นต์ เนยสดเค็ม 19.50 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมซิเตรท 0.50 เปอร์เซ็นต์ คาราจีแนน 0.90 เปอร์เซ็นต์ และแซนแทนกัม 0.10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เมื่อนำมาศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า มีปริมาณเบต้าแคโรทีน เท่ากับ 129.00 μg ปริมาณแคลเซียม เท่ากับ 148.41 mg ปริมาณใยอาหารเท่ากับ 1.15 g และปริมาณวิตามินเอ 21.50 μg สมบัติทางกายภาพ พบว่า ความแน่นเนื้อ ความเหนียวการเกาะตัวกันของอาหาร ความสามารถในการละลาย และความสามารถในการไหล เท่ากับ 74.91 g, 9.78 g, 4.16 g.sec, 9.93 cm และ 1.22 ตามลำดับ ลักษณะโครงสร้างภายใน พบว่า มีลักษณะโครงข่ายโปรตีนที่แน่นและรูพรุนของไขมันที่แทรกตัวอยู่ในโครงข่ายโปรตีนมีการกระจายตัวได้ดี สมบัติทางจุลินทรีย์ พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 416 พ.ศ. 2564 ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบอยู่ระดับชอบปานกลาง และเมื่อผู้บริโภคได้รับข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้ ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์คิดเป็น 76.00 เปอร์เซ็นต์

สมฤดี ไทพาณิชย์ (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเสริมด้วยผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นที่ได้จากผลพลอยได้จากการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์สกัดเย็นในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อน และพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนจากน้ำนมวัวไขมันต่ำเสริมด้วยผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้น ผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นเตรียมโดยการตกตะกอนโปรตีนที่จุดไอโซอิเล็กทริกของโปรตีนมะพร้าว และทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเตรียมโดยใช้วิธีการตกตะกอนโปรตีนด้วยกรดที่ค่า pH ต่าง ๆ จากนั้นเสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่ปริมาณต่าง ๆ ผลที่ได้พบว่าค่า pH ที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีนมีผลต่อการจับตัวกันของโปรตีนโดย pH ที่เหมาะสมในการตกตะกอนโปรตีน คือ 4.0 ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนที่เสริมผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้นในปริมาณร้อยละ 5.0 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีปริมาณโปรตีน และปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 16 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเสริมด้วยผงโปรตีนมะพร้าว

เข้มข้นที่พัฒนาขึ้นมีความยืดหยุ่นแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากสูตรควบคุม และได้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในระดับชอบปานกลาง

พัทธนันท์ ศรีม่วง และคณะ (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสจากน้ำนมถั่วเหลือง กะทิ และกะทิธัญพืช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตกตะกอนโปรตีนน้ำนมถั่วเหลืองด้วยแคลเซียมซัลเฟต อัตราส่วนของกะทิและกะทิธัญพืชร่วมกับคาร์ราจีแนน ปริมาณเกลือ และกลิ่นควัน โดยการตกตะกอนโปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองด้วยแคลเซียมซัลเฟต พบว่า ปริมาณแคลเซียมซัลเฟตร้อยละ 0.8 สามารถตกตะกอนโปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองได้คุณลักษณะที่ดีที่สุด มีสีน้ำตาลอ่อน กลิ่นถั่วเหลือง เนื้อนุ่ม ละเอียด รสชาติไม่เฝื่อน ได้ผลผลิตร้อยละ 38.2 เมื่อนำโปรตีนที่ตกตะกอน (Curd) ผสมกับกะทิและกะทิธัญพืชในอัตราส่วนร้อยละ 50 ต่อ 50 โดยใช้กะทิและกะทิธัญพืชอัตราส่วน 100:0, 50:50 และ 0:100 ร่วมกับคาร์ราจีแนนที่ร้อยละ 1 และ 2 ตามลำดับ พบว่า สูตรที่มีอัตราส่วนของกะทิและกะทิธัญพืช ร้อยละ 50:50 ร่วมกับคาร์ราจีแนน ร้อยละ 1 ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.49 7.45 7.47 7.52 และ 7.68 ตามลำดับ จากนั้นนำโพรเซสชีสที่ได้มาเติมเกลือ 3 ระดับ ร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 และกลิ่นควัน 2 ระดับที่ร้อยละ 0.05 และ 0.10 พบว่า อัตราส่วนของเกลือ และกลิ่นควัน ร้อยละ 1.0 และ 0.05 มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 8.20 7.73 7.73 7.83 7.93 และ 7.93 ตามลำดับ ค่าสีพบว่า มีค่า L* a* และ b* เท่ากับ 77.53 2.50 และ 11.73 ตามลำดับ ค่าความแข็ง (Hardness) เท่ากับ 13.61 นิวตัน และค่าความยืดหยุ่น (Springiness) เท่ากับ 0.015 กรัม/มิลลิเมตร ความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 6.56 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.03±0.63 log CFU/g ยีสต์และรา < 30 CFU/g หลังจากเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5-7 องศาเซลเซียส พบว่า มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้น เท่ากับ 4.46 log CFU/g ยีสต์และรา 1.66 CFU/g โดย พบราบริเวณผิวหน้า ผลจากการประเมินคุณค่าทางโภชนาการด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป INMUCAL จากสถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่า โพรเซสชีสจากน้ำนมถั่วเหลืองและกะทิปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงานต่ำกว่าผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสจากน้ำนมโค 191.72 กิโลแคลอรี่

M. Ahsan et al. (2024) ได้ศึกษาการใช้แป้งมันฝรั่งที่ออกซิไดซ์ทดแทนไขมันและเคซีนพร้อมกันในมอสซาเรลลาชีสอะนาล็อก- I : ผลกระทบต่อคุณสมบัติการไหลของชีส โดยศึกษาผลกระทบของแป้งมันฝรั่งธรรมชาติและแป้งมันฝรั่งที่ผ่านการออกซิไดซ์เป็นสารทดแทนเคซีน (15 เปอร์เซ็นต์) และไขมัน (5 เปอร์เซ็นต์) ทั้งแบบแยกกันและพร้อมกันในชีสมอสซาเรลลาอะนาล็อก (AMC) การออกซิเดชันของแป้งมันฝรั่งทำให้มีลักษณะชอบน้ำมากกว่าและละลายได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับแป้งมันฝรั่งธรรมชาติ ซึ่งส่งผลให้การไฮเดรชั่นของเคซีนเปลี่ยนไปและทำให้อิมัลชันน้ำมันในน้ำในชีสมีความเสถียรมากขึ้น สเปกโตรสโคปีอินฟราเรดแบบแปลงฟูเรียร์ (FTIR) ของชีสแสดงให้เห็นการเพิ่มของพีคใหม่ระหว่าง (1635–1646) เซนติเมตร$^{-1}$ เนื่องจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มคาร์บอนิลของแป้งที่ผ่านการออกซิไดซ์และเคซีนที่มีอยู่ในชีส ซึ่งบ่งชี้ถึงความเสถียรที่ดีกว่า ความเสถียรของอิมัลชันซึ่งโดยปกติแล้วเกิดจากการก่อตัวของเม็ดไขมันทรงกลมยังสามารถมองเห็นได้ในภาพจุลทรรศน์แบบสแกนของแป้งที่ผ่านการออกซิไดซ์ที่มีชีสด้วย กราฟ (G′ เทียบกับความถี่) ยืนยันพฤติกรรมเทียมของ AMC เนื่องจากดัชนีพฤติกรรมการไหลมีช่วงระหว่าง (0.231–0.258) ซึ่งใกล้เคียงกับ AMC ควบคุม

AMC เนื่องจากดัชนีพฤติกรรมการไหลมีช่วงระหว่าง (0.231–0.258) ซึ่งใกล้เคียงกับ AMC ควบคุม นอกจากนี้ ชีสที่ทำจากแป้งมันฝรั่งที่ผ่านการออกซิไดซ์ซึ่งคล้ายกับชีสควบคุมยังแสดงให้เห็นการครอสโอเวอร์สองแบบระหว่างโมดูลัสของการเก็บรักษาและโมดูลัสของการสูญเสียในระหว่างการวัดการกวาดอุณหภูมิ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการหลอมละลายและการแข็งตัวอีกครั้งของชีสเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่ปรากฏการณ์นี้ไม่มีในแป้งธรรมชาติที่มี AMC ดังนั้น แป้งที่ผ่านการออกซิไดซ์จึงสามารถเลียนแบบเคซีน และไขมันในชีสมอสซาเรลลาได้ดีกว่า

Suchanart et al. (2024) ได้ศึกษาการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อะนาล็อกชีสธรรมชาติโดยใช้มะม่วงน้ำดอกไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์อะนาล็อกชีสมะม่วงน้ำดอกไม้ และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ โภชนาการ จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของอะนาล็อกชีสมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ผลิต เพื่อตรวจสอบสูตรที่เหมาะสม ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ ค่า pH ของน้ำมะม่วงน้ำดอกไม้ (2.50 หรือ 3.00) และสัดส่วนของเนยเค็ม (18.0 เปอร์เซ็นต์ หรือ 19.5 เปอร์เซ็นต์) และคาราจีแนน (0.8 เปอร์เซ็นต์ หรือ 0.9 เปอร์เซ็นต์) การศึกษานี้ดำเนินการโดยใช้แฟกทอเรียลในการทดลองออกแบบแบบสุ่มสมบูรณ์ พบว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแอนะล็อกมะม่วงชีสน้ำดอกไม้ประกอบด้วยโปรตีนเคซีน 33.0 เปอร์เซ็นต์ น้ำมะม่วงน้ำดอกไม้ 46.0 เปอร์เซ็นต์ (pH 3) เนยเค็ม 19.5 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมซิเตรต 0.5 เปอร์เซ็นต์ คาราจีแนน 0.9 เปอร์เซ็นต์ และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ แซนแทนกัม ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า อะนาล็อกน้ำดอกไม้ชีส (100 กรัม) มีเบต้าแคโรทีน 129.00 ไมโครกรัม แคลเซียม 148.41 มก. เส้นใยอาหาร 1.15 กรัม วิตามินเอ 21.50 ไมโครกรัม ร้อยละ 68 ของ ผู้บริโภคให้คะแนนว่า "ปานกลาง" สำหรับการยอมรับโดยรวม อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้บริโภคได้รับข้อมูลทางโภชนาการของอะนาล็อกมะม่วงชีสน้ำดอกไม้ หลายคน (76 เปอร์เซ็นต์) กล่าวว่าพวกเขาจะซื้อผลิตภัณฑ์เนื่องจากมีวิตามินเอซึ่งมีความสำคัญต่อการมองเห็นและสุขภาพดวงตา การบริโภควิตามินเออย่างเพียงพอจะช่วยป้องกันโรคทางดวงตาบางชนิด เช่น โรคจอประสาทตาเสื่อมตามวัย ซึ่งสอดคล้องกับไลฟ์สไตล์ของคนปัจจุบันที่ใช้สายตามากเกินไป เช่น การจ้องหน้าจอคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือตลอดทั้งวัน

AH, J. and Tagalpallewar, G. (2017) ได้ศึกษาคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของมอสซาเรลลาชีสสำหรับการใช้งานขั้นสุดท้าย ชีสเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลาย มีรสชาติ เนื้อสัมผัส และการใช้งานที่หลากหลาย ประโยชน์ส่วนใหญ่ของชีสไม่ได้รับการบริโภคต่างหาก แต่ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบส่วนหนึ่งของอาหารอื่น ชีสต้องแสดงลักษณะทำงานทั้งในรูปแบบดิบและที่ถูกทำอาหาร การละลาย การยืด การเกิดน้ำมันอิสระ ความยืดหยุ่น และการเกิดสีน้ำตาลเป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญสำหรับมอสซาเรลลาชีส เมื่อชีสถูกใช้ในการทำอาหารสำเร็จรูป คุณลักษณะเฉพาะบางประการของชีสมีบทบาทสำคัญในการยอมรับผลิตภัณฑ์ เช่น ค่า pH ของชีสกำหนดโครงสร้างของชีสซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการแตกชิ้น และคุณสมบัติในการละลายของชีส ปริมาณกาแลคโตสที่ตกค้างในมวลชีสกำหนดแนวโน้มที่ชีสจะมีสีน้ำตาลขณะที่อบ การพัฒนา “ชีสแบบสั่งทำ” เกี่ยวข้องกับการมุ่งเน้นไปที่การปรับเปลี่ยนลักษณะเฉพาะของชีสเพื่อให้ได้คุณลักษณะที่ต้องการสำหรับการใช้งานสุดท้ายที่เหมาะกับทั้งความต้องการ และความปรารถนาของผู้บริโภค เอกสารทบทวนที่ลึกซึ้งนี้จะให้ข้อมูลในด้านการผลิตชีสเกี่ยวกับปัจจัยที่กำหนดคุณสมบัติทำงานของชีสและเพื่อผู้ผลิตพิซซ่าตัดสินใจว่าจะใช้ชีสใดที่จะทำงานได้ดีในการอบขนม.

Muzeyyen et al. (2009) ได้ศึกษาโครงสร้างของชีสเลียนแบบที่มีปริมาณโปรตีนต่ำได้รับการพัฒนาโดยแทนที่ร้อยละ 80 ของเคซีนจากเรนเนทด้วยแป้งข้าวโพดเหนียวและ K-carrageenan ในสูตรแป้งถูกไฮโดรไลซ์บางส่วนโดยใช้ α-อะไมเลสของเชื้อรา เพื่อให้เกิดการละลายได้ การศึกษาการผสมสูตรได้ดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งความสามารถในการละลาย และคุณสมบัติเนื้อสัมผัสของชีสแข็งที่มีปริมาณโปรตีนสูงในชีสที่พัฒนาแล้ว วิธีการพื้นผิวตอบสนองถูกใช้เพื่อกำหนดผลของ α-amylase และ K-carrageenan ต่อคุณสมบัติทางกายภาพของชีส ความแข็ง ความเหนียวแน่น และความยืดหยุ่นของชีส ได้รับผลกระทบจาก K-carrageenan และ α-amylase สูตรถูกกำหนดโดยใช้วิธีการปรับให้เหมาะสมการตอบสนองหลายแบบที่จะให้ความแข็ง ความเหนียวแน่นและความสามารถในการหลอมละลายในชีสที่พัฒนาแล้ว ซึ่งคล้ายกับของที่มีโปรตีนสูงคู่กันซึ่งใช้เป็นเป้าหมาย ผลลัพธ์ที่ได้จากชีสทดลองที่ผลิตขึ้นตามสูตรที่กำหนด ยืนยันว่าสามารถบรรลุค่าของคุณสมบัติทางกายภาพที่ประเมินโดยการปรับให้เหมาะสมที่สุดได้

Mounsey, John and O'Riordan, Dolores. (2008) ได้ศึกษาลักษณะของชีสเลียนแบบที่มีแป้งข้าวดัดแปร มีการผลิตชีสเลียนแบบที่มีข้าวโพดพื้นเมือง ข้าวโพดข้าวเหนียว ข้าวสาลี มันฝรั่ง หรือแป้งข้าว 3 เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบโครงสร้างจุลภาค ความสามารถในการละลาย เนื้อสัมผัส และรีโอโลยีไดนามิกของผลิตภัณฑ์เหล่านี้กับกลุ่มควบคุม (แป้ง 0 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ที่มีแป้ง (ยกเว้นมันฝรั่ง) มีขนาดเล็กกว่าในกลุ่มควบคุม โดยดูจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แป้งทั้งหมดลดความสามารถในการหลอมละลายและการจับตัวกันของชีสเลียนแบบ ความกระด้างเพิ่มขึ้นด้วยข้าวสาลี มันฝรั่ง หรือแป้งข้าวโพด แต่ลดลงด้วยข้าวโพดข้าวเหนียว หรือแป้งข้าว แป้งข้าวมีศักยภาพมากที่สุดในการทดแทนเคซีนบางส่วนในชีสเลียนแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการวิจัย 1) ศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส 2) พัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง 3) ศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในอาหารพร้อมรับประทาน และ 4) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง วิธีดำเนินการวิจัยใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) ประกอบด้วยวิธีวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) และวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ในการดำเนินการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทาง ขั้นตอน และวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทดลอง

3.1.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1.1 น้ำนมวัวดิบ สหกรณ์โคนมนครปฐม จำกัด

3.1.1.2 น้ำส้มสายชูกลั่น 5% ตราคิวพี

3.1.1.3 เกลือ ตราปรุงทิพย์

3.1.1.4 กรดซิตริก

3.1.1.5 น้ำสะอาด

3.1.1.6 เรนเนทผง Cheesemaking Supplies (ปริมาณการใช้ 2 กรัม ต่อน้ำนม 100 ลิตร)

3.1.1.7 ทุเรียนพันธุ์หมอนทองส่วนเหลือจากการตัดแต่ง บริษัท หมิงหยาง อินเตอร์เนชั่นแนล เทรดดิ้ง จำกัด สุกประมาณร้อยละ 75 - 90

3.1.1.8 แป้งดัดแปร (Modified Starch) บริษัท เอี่ยมเฮง โมดิฟาย สตาร์ช จำกัด ดังรายละเอียดในภาคผนวก จ

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบและการผลิต

3.1.2.1 อุปกรณ์เครื่องครัว

3.1.2.2 เตาไฟฟ้า ยี่ห้อ IMARFLEX Induction Cooker Model IF-404

3.1.2.3 เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.1.2.4 นาฬิกาจับเวลา

3.1.2.5 เทอร์โมมิเตอร์

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.1.3.1 วิเคราะห์ปริมาณพลังงาน วิเคราะห์ตามวิธีการ NFI T 126 on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)

3.1.3.2 วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต วิเคราะห์ตามวิธีการ NFI T 943 on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)

3.1.3.3 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน วิเคราะห์ตามวิธีการ NFI In – House Method T 927 based on AOAC (2019)

3.1.3.4 วิเคราะห์ไขมัน วิเคราะห์ตามวิธีการ NFI T 966 based on Method of Analysis for Nutrition Labeling (2019)

3.1.3.5 วิเคราะห์ปริมาณเถ้า วิเคราะห์ตามวิธีการ (AOAC, 2019)

3.1.3.6 เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด Moisture Determination Balance ยี่ห้อ Sartorius รุ่น D-620

3.1.3.7 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ยี่ห้อ Mettler Toledo

3.1.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.4.1 เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d

3.1.4.2 เครื่องวัดความหวาน (Refractometer) ยี่ห้อ HITECH รุ่น RHB-32ATC ค่าความหวานที่วัด Brix: 0-32%

3.1.4.3 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer รุ่น TA-xT2i

3.1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพจุลชีววิทยา

3.1.5.1 อุปกรณ์เครื่องแก้วในการวิเคราะห์คุณภาพจุลินทรีย์

3.1.5.2 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ

3.1.5.3 หม้ออัดความดัน

3.1.5.4 ตู้ปลอดเชื้อ

3.1.5.5 ตู้บ่มเพาะเชื้อ

3.1.5.6 เครื่อเขย่าสารในหลอดทดลอง

3.1.6 การเตรียมวัตถุดิบ

3.1.6.1 น้ำนมวัวดิบ สหกรณ์โคนมนครปฐม จำกัด เก็บรักษาระหว่างขนส่งโดยการแช่น้ำแข็งเป็นเวลา 1 – 2 ชั่วโมง

3.1.6.2 ทุเรียนพันธุ์หมอนทองส่วนเหลือจากการตัดแต่ง บริษัท หมิงหยาง อินเตอร์เนชั่นแนล เทรดดิ้ง จำกัด นำมาบดด้วยเครื่องบด Vitamix ให้ละเอียด จัดแบ่งใส่ถุงละ 100 กรัม เก็บรักษาในตู้แช่แข็ง (อุณหภูมิ -18 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส) ก่อนนำมาทดลองนำมาแช่ในตู้เย็น (อุณหภูมิ 5 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 คืน

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 ศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส โดยวางแผนการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค ด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มผู้บริโภคทั่วไป โดยใช้การคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างตามตารางสำเร็จรูป ($n = N/1+Ne^2$) ของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ ±5 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสิ้น 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือแบบสอบถามซึ่งถูกสร้างขึ้นจากกรอบแนวคิดในงานวิจัย โดยศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร และบทความ รวมถึงผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถาม ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามฉบับร่างที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงทางเนื้อหา ซึ่งเป็นนักวิชาการผู้มีความรู้ และผู้มีประสบการณ์ด้านชีส จำนวน 5 ท่าน พิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) (นิรัช สุดสังข์, 2559)

โดยให้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

จากนั้นนำผลคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่า IOC ดังนี้

1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้
2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ทั้งนี้ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแบบสอบถาม จากนั้นจึงนำแบบสอบถามฉบับร่าง ที่ผ่านการแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try-Out) ด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 30 ชุด ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) มีข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐานหาค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) เพื่อศึกษาความเห็น และสรุปความสนใจของผู้บริโภค เพื่อนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งต่อไป

3.2.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

3.2.2.1 ศึกษาคุณภาพของทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

การศึกษาคุณภาพทางเคมี และทางกายภาพของทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งแช่แข็ง มาแช่ในตู้เย็น (อุณหภูมิ 5 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1 คืน วัดค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ เพื่อใช้ควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

1) วัดค่า pH ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

2) วัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) กำหนดหน่วยวัดสีมีสัญลักษณ์ L*, a*, b* โดยทั้ง 3 ตัวแปรมีรายละอียด ดังนี้

ค่า L* คือ ความสว่าง (lightness) มี ค่าตั้งแต่ 0 - 100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว

ค่า a* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีแดง และค่า a* เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีเขียว

ค่า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีเหลือง และค่า b* เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีน้ำเงิน

3) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) ด้วยเครื่อง Refractometer

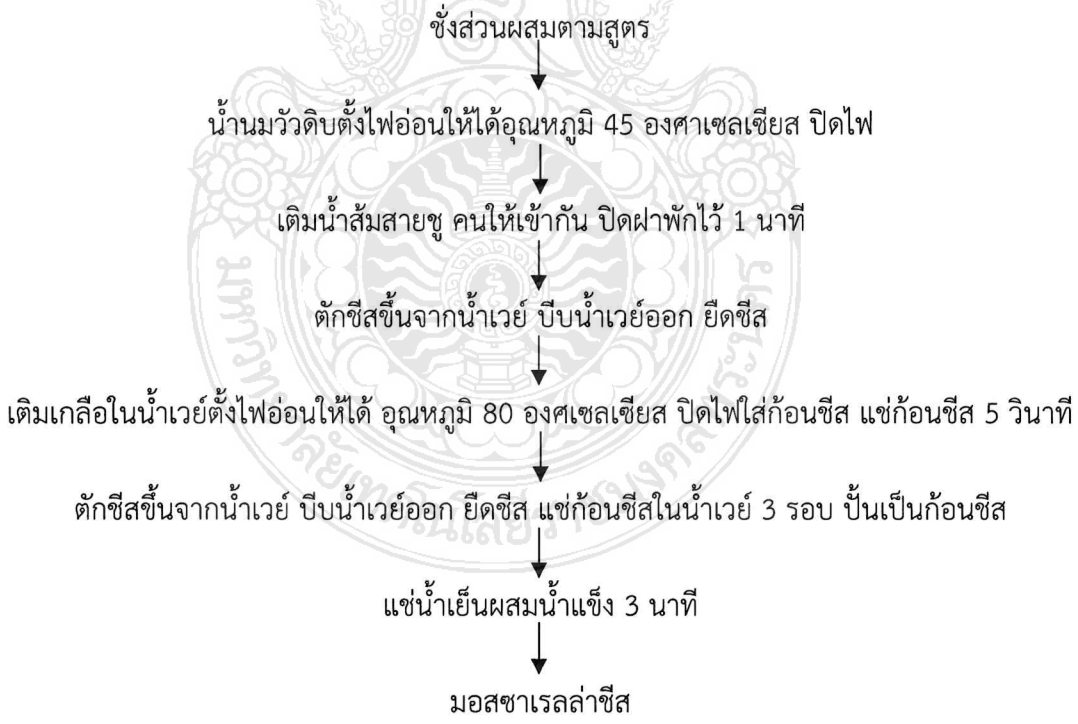
3.2.2.2 ศึกษาสูตรพื้นฐานมอสซาเรลลาชีส

ศึกษาสูตรพื้นฐานมอสซาเรลลาชีสจำนวน 3 สูตร โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไป นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้วิธี (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ เพื่อนำไปศึกษาปริมาณเนื้อทุเรียนเสริมในมอสซาเรลล่าชีส และเปรียบเทียบกับการศึกษาชนิดของแป้งดัดแปรในผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสในการทดลองขั้นต่อไป สำหรับสูตรพื้นฐานมอสซาเรลลาชีส แสดงดังตารางที่ 3.1 และวิธีการทำมอสซาเรลล่าชีส แสดงดังแผนภูมิที่ 3.1 – 3.3

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานมอสซาเรลลาชีส

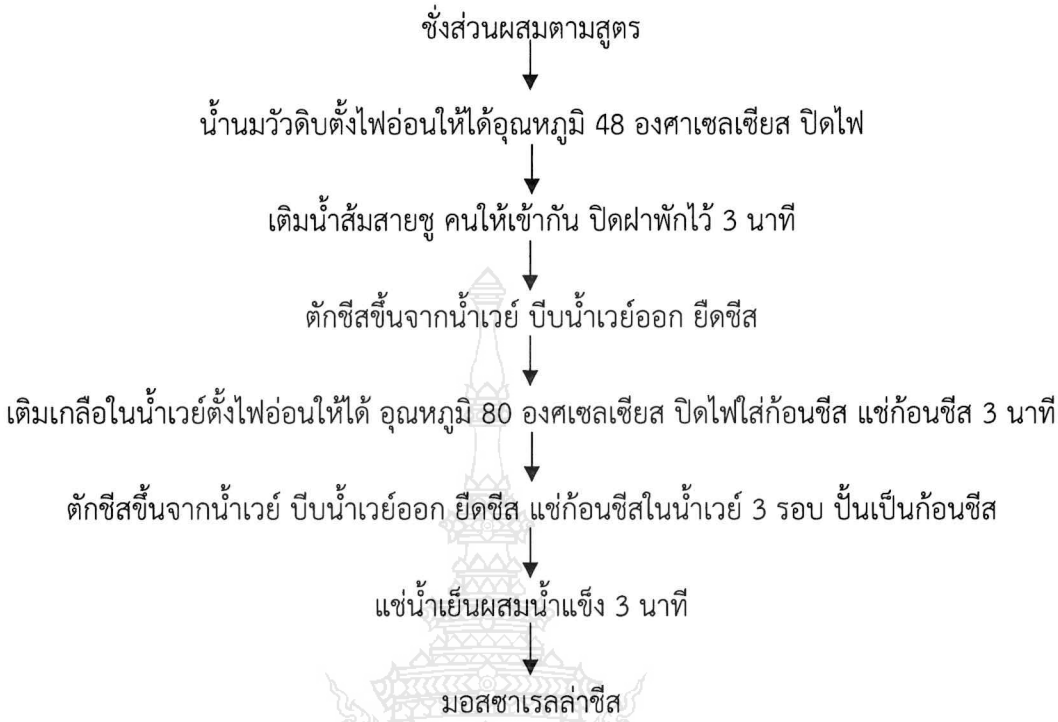
วัตถุดิบ	ปริมาณ					
	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
น้ำนมวัวดิบ	2,000	94.49	1,500	92.21	3,800	96.90
น้ำส้มสายชู	110	5.20	120	7.38	-	-
น้ำสะอาด	-	-	-	-	110	2.87
กรดซิตริก	-	-	-	-	7.50	0.13
เรนเนท	-	-	-	-	0.83	0.02
เกลือ	6.50	0.31	6.50	0.41	3	0.08

ที่มา: สูตรที่ 1 MS RoamAround (2021)
สูตรที่ 2 แม่บ้านตุรกี Asli in Kitchen (2020)
สูตรที่ 3 Encanto' Channel (2020)



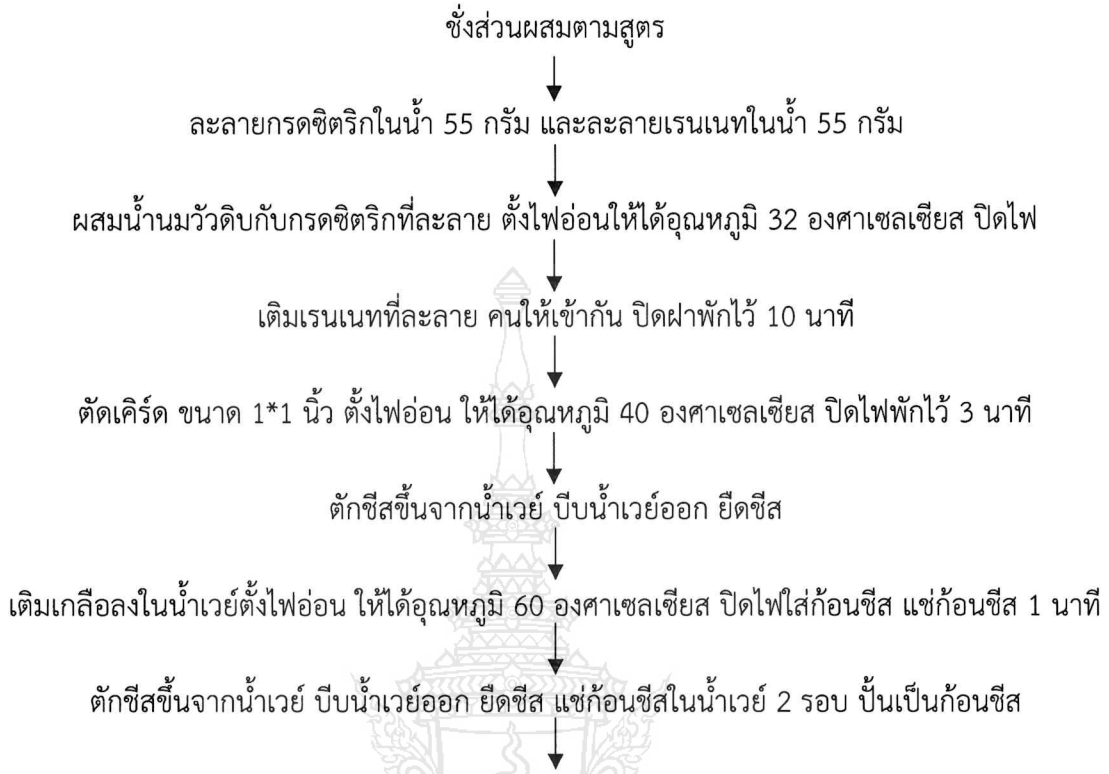
แผนภูมิที่ 3.1 วิธีการทำมอสซาเรลล่าชีสสูตรที่ 1

ที่มา: MS RoamAround (2021)



แผนภูมิที่ 3.2 วิธีการทำมอสซาเรลล่าชีสสูตรที่ 2

ที่มา: แม่บ้านตุรกี Asli in Kitchen (2020)



แผนภูมิที่ 3.3 วิธีการทำมอสซาเรลล่าชีสสูตรที่ 3

ที่มา: Encanto' Channel (2020)

3.2.2.3 ศึกษาปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนในมอสซาเรลล่าชีส

นำมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐานที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับ จากข้อ 3.2.2.2 มาศึกษาปริมาณเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง วิธีการทำเช่นเดียวกับมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐานที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับ เสริมเนื้อทุเรียนในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ สูตรควบคุม (ร้อยละ 0) ร้อยละ5 ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 ของน้ำหนักน้ำนมวัวดิบ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไป นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้วิธี (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ และนำไปศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในการทดลองขั้นต่อไป

3.2.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

3.2.3.1 ศึกษาส่วนผสมในสูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ศึกษาชนิดของแป้งดัดแปร (Modified starch) จำนวน 4 ชนิด คือ EHELASTIC 20 EHTHICK 501 SPT 3HV และ SPE 902 โดยใช้อัตราส่วนของแป้งดัดแปร : น้ำ คือ 1 : 4 ผสมแป้งดัดแปร กับน้ำสะอาด คนให้แป้งละลาย ตั้งไฟที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 10 นาที ใส่ในภาชนะแม่พิมพ์รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดยาว 15 เซนติเมตร กว้าง 10 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร ปริมาณ 500 กรัม เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -18 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ ความแน่นเนื้อ (Firmness) ค่าความเหนียวแน่น (Consistency) และค่าการเกาะติด (Cohesiveness) กับมอสซาเรลลาชีสที่ได้จากข้อ 3.2.2.2 เป็นชุดการทดลองควบคุม (control) เพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้วิธี (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ เพื่อนำไปศึกษาปริมาณเนื้อทุเรียนเสริมในผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสในการทดลองขั้นต่อไป สำหรับปริมาณแป้งดัดแปรต่อน้ำ แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ปริมาณแป้งดัดแปรต่อน้ำ

วัตถุดิบ	ปริมาณ (กรัม)			
	EHELASTIC 20	EHTHICK 501	SPT 3HV	SPE 902
แป้งดัดแปร	150	150	150	150
น้ำสะอาด	600	600	600	600

ผสมแป้งดัดแปร และน้ำสะอาด คนให้แป้งละลาย

↓

ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จับตัวเป็นก้อน

↓

ใส่ในภาชนะแม่พิมพ์รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดยาว 15 เซนติเมตร กว้าง 10 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร ปริมาณ 500 กรัม

↓

ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

แผนภูมิที่ 3.4 วิธีการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

3.2.3.2 ศึกษาปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนในผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

นำสูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากข้อ 3.2.3.1 ที่มีคุณภาพทางกายภาพใกล้เคียงกับมอสซาเรลลาชีสในข้อ 3.2.2.2 มาทำการศึกษาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง วิธีการทำเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส โดยใส่เนื้อทุเรียนผสมกับแป้งดัดแปร น้ำสะอาด และเกลือ คนให้ละลาย เสริมเนื้อทุเรียนในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ สูตรควบคุม (ร้อยละ 0) ร้อยละ 50 ร้อยละ 75 และร้อยละ 100 ของน้ำหนักแป้งดัดแปร โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่รับประทานชีสและทุเรียน จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้วิธี (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ และนำไปศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ ของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 3.3 ปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนในผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

วัตถุดิบ	ปริมาณ							
	สูตรควบคุม		ร้อยละ 50		ร้อยละ 75		ร้อยละ 100	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
แป้งดัดแปร	150	19.83	150	18.04	150	17.26	150	16.55
น้ำสะอาด	600	79.31	600	72.16	600	69.04	600	66.18
เกลือ	6.5	0.86	6.5	0.78	6.5	0.75	6.5	0.72
เนื้อทุเรียน	-	-	75	9.02	112.5	12.95	150	16.55

3.2.4 ศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา

นำมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ได้จากข้อ 3.2.2.3 ทำการศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ได้จากข้อ 3.2.3.2 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้วิธี (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ ดังนี้

1) คุณภาพทางเคมี โดยนำไปวิเคราะห์ที่ศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์และการเกษตรแห่งเอเชีย ตรวจวัดปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า ด้วยวิธี AOAC (2019) การคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด และพลังงานทั้งหมด ด้วยวิธี AOAC (1993)

2) คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าเนื้อสัมผัส และค่าสี

การวัดค่าเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer โดยนำตัวอย่าง 100 กรัม ใส่ภาชนะพลาสติกใส ใช้หัวทดสอบแบบแผ่นแบน เส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร ด้วยแรงกดที่ร้อยละ 50 ลงบนตัวอย่างอาหาร ทำซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อวัดความแน่นเนื้อ (firmness) ความเหนียวแน่น (consistency) และการเกาะติดของอาหาร (Cohesiveness)

ค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) กำหนดหน่วยวัดสีมีสัญลักษณ์ L* - a* - b* โดยทั้ง 3 ตัวแปลมีรายละอียด ดังนี้

ค่า L* คือ ความสว่าง (lightness) มี ค่าตั้งแต่ 0 - 100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว

ค่า a* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีแดง และค่า a* เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีเขียว

ค่า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีเหลือง และค่า b* เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีน้ำเงิน

3) คุณภาพทางจุลชีววิทยา ด้วยวิธี AOAC (2000) ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี Total Plate Count จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด/กรัม ไม่น้อยกว่า $1x10^6$ โดยจะต้องไม่เกินเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์เงื่อนไขและวิธีการในการตรวจวิเคราะห์ของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

3.2.5 ศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในอาหารพร้อมรับประทาน

นำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งจากข้อ 3.2.3.2 มาใส่ในอาหารพร้อมรับประทานที่ได้ข้อมูลจากข้อ 3.2.1 ที่ผู้บริโภคสนใจเป็นอันดับ 1 โดยศึกษาปริมาณผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ 15 กรัม 25 กรัม และ 35 กรัม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่รับประทานชีสและทุเรียน จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ใช้วิธี (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) ด้วยโปรแกรมทางสถิติ

3.2.6 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

นำผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งมาดำเนินการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยวางแผนการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ใช้ผู้ทดสอบที่รับประทานชีสและทุเรียน จำนวน 150 คน ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปในพื้นที่บริเวณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) มีข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลพฤติกรรมการบริโภค และทัศนคติต่อการบริโภคอาหารพร้อมรับประทาน

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

โดยตอนที่ 1 และ ตอนที่ 2 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐานหาค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ส่วนตอนที่ 3 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 Point Hedonic Scale) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติ หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยมีเกณฑ์พิจารณาค่าเฉลี่ย (นิรัช สุดสังข์, 2559) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49	พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49	พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49	พึงพอใจน้อยที่สุด

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

3.3.1 พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ณ ห้องปฏิบัติการอาหาร สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3.2 วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ และจุลินทรีย์ ณ ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3.3 วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทางเคมี ณ บริษัท ศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์และการเกษตรแห่งเอเชีย จำกัด (มหาชน)

3.3.4 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.4 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

การทดลองครั้งนี้เริ่มตั้งแต่ เดือนมิถุนายน 2564 – เดือนธันวาคม 2566

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการวิจัย 1) ศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส 2) พัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง 3) ศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในอาหารพร้อมรับประทาน และ 4) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสูตรอาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง วิธีดำเนินการวิจัยใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) ประกอบด้วยวิธีวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) และวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ในการดำเนินการวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

4.1.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถาม

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามฉบับร่างที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงทางเนื้อหา พิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแบบสอบถาม จากนั้นจึงนำแบบสอบถามฉบับร่าง ที่ผ่านการแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try-Out) ด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 30 คน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 0.968 มีความเที่ยงตรง ใช้ได้

4.1.2 ผลการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ไปเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 400 คน แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม แสดงดังตารางที่ 4.1

ตอนที่ 2 ความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง แสดงดังตารางที่ 4.2 – 4.3 และแผนภูมิที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวน และร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

(n = 400)

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	115	28.75
หญิง	285	71.25
2. อายุ		
ไม่เกิน 20 ปี	107	26.75
21 - 30 ปี	132	34.25
31 - 40 ปี	87	21.75
41 - 50 ปี	26	6.50
51 - 60 ปี	26	6.50
61 ปี ขึ้นไป	22	5.50
3. การศึกษา		
ระดับอนุปริญญา/ปวส.	107	26.75
ระดับปริญญาตรี	200	50.00
ระดับปริญญาโท	69	17.25
ระดับปริญญาเอก	24	6.00
4. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	190	47.50
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	44	11.00
พนักงานมหาวิทยาลัย/พนักงานของรัฐ	49	12.25
พนักงานบริษัท	78	19.50
อาชีพอิสระ	29	7.25
ข้าราชการบำนาญ	5	1.25
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	5	1.25
5. รายได้ต่อเดือน		
ไม่เกิน 10,000 บาท	181	45.25
10,001 – 20,000 บาท	87	21.75
20,001 – 30,000 บาท	50	12.50
30,001 – 40,000 บาท	48	12.00
40,001 – 50,000 บาท	15	3.75
50,001 บาท ขึ้นไป	19	4.75

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 285 คน คิดเป็นร้อยละ 71.25 และรองลงมาเป็นเพศชาย จำนวน 115 คน คิดเป็นร้อยละ 28.75 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 21 - 30 ปี จำนวน 132 คน คิดเป็นร้อยละ 34.25 รองลงมามีอายุไม่เกิน 20 ปี จำนวน 107 คน คิดเป็นร้อยละ 26.75 และส่วนน้อยมีอายุระหว่าง 31 – 40 ปี จำนวน 87 คน คิดเป็นร้อยละ 21.75 มีการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 200 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาระดับอนุปริญญา/ปวส. จำนวน 107 คน คิดเป็นร้อยละ 26.75 และส่วนน้อยระดับปริญญาโท จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 17.25 มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา จำนวน 190 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 รองลงมาอาชีพพนักงานบริษัท จำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 19.50 และส่วนน้อยอาชีพพนักงานมหาวิทยาลัย/พนักงานของรัฐ จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 12.25 และมีรายได้ต่อเดือนไม่เกิน 10,000 บาท จำนวน 181 คน คิดเป็นร้อยละ 45.25 รองลงมารายได้ต่อเดือน 10,001 – 20,000 บาท จำนวน 87 คน คิดเป็นร้อยละ 21.75 และส่วนน้อยรายได้ต่อเดือน 20,001 – 30,000 บาท จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50

ตารางที่ 4.2 จำนวน และร้อยละของความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

(n = 400)

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เนยแข็ง		
1.1 ชอบรับประทานเนยแข็ง	322	80.50
1.2 ไม่ชอบรับประทานเนยแข็ง	78	19.50
1.3 เนยแข็งที่เคยบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ชนิด)		
มอสซาเรลล่า	254	63.50
เชดดาร์	95	23.75
พาเมซาน	56	14.00
อีดัม	5	1.25
บรี	3	0.75
มาสคาโปน	3	0.75
ครีมชีส	3	0.75
กูวด้า	2	0.50
เฟต้า	2	0.50
เอมเมนทัล	1	0.25
เพโคริโน่	1	0.25

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

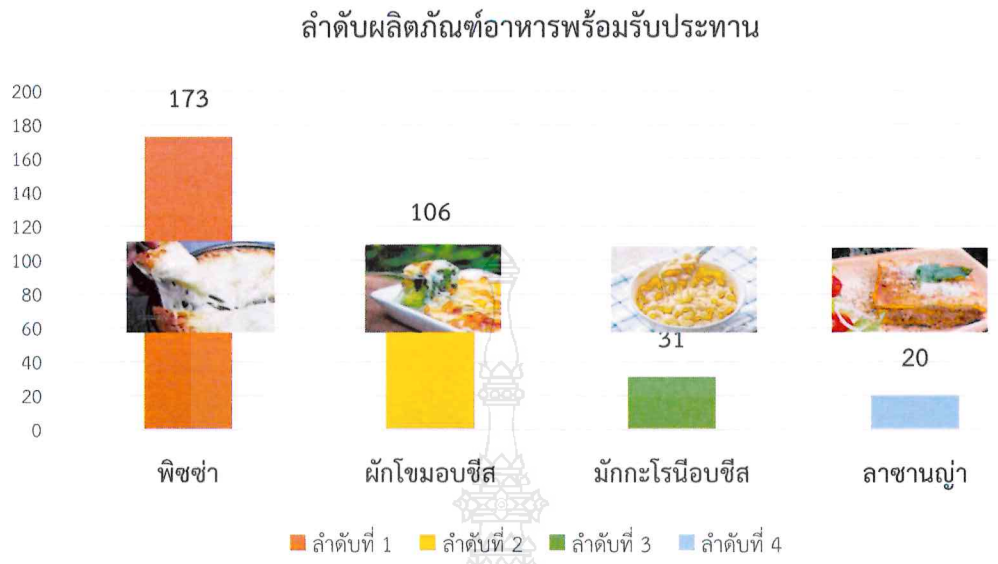
(n = 400)

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
2. ทุเรียน		
2.1 ชอบรับประทานทุเรียน	331	82.75
2.2 ไม่ชอบรับประทานทุเรียน	69	17.25
2.3 สายพันธุ์ทุเรียนที่บริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 สายพันธุ์)		
หมอนทอง	320	80.00
ก้านยาว	70	17.50
ชะนี	50	12.50
พวงมณี	25	6.25
ทุกสายพันธุ์	20	5.00
ทุเรียนบ้าน	15	3.75
ภูเขาไฟ	16	4.00
กระดุม	12	3.00
นกกระจิบ	9	2.25
นกหยิบ	7	1.75
หลงลับแล	6	1.50
ป่าละอู	5	1.25
สาลิกา	3	0.75
กบ	1	0.25
3. ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม		
3.1 เคยบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม	190	47.50
3.2 ไม่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม	210	52.50
3.3 ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมที่เคยบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ชนิด)		
นมถั่วเหลือง	104	26.00
ชีส	89	22.25
นมอัลมอนด์	59	14.75
นมข้าวโพด	59	14.75
ครีมเทียม	45	11.25
เนย	30	7.50
เวย์โปรตีน	15	3.75
4. อาหารพร้อมรับประทาน		
เคยบริโภคอาหารพร้อมรับประทาน	385	96.25
ไม่เคยบริโภคอาหารพร้อมรับประทาน	15	3.75

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

(n = 400)

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
5. ความสนใจบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน		
สนใจบริโภค	298	74.50
ไม่สนใจบริโภค	102	25.50
6. ความสนใจบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนจำหน่ายในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทาน (Ready to Eat Food)		
สนใจบริโภค	297	74.25
ไม่สนใจบริโภค	103	25.75
7. ความสนใจอาหารพร้อมรับประทานที่มีส่วนประกอบจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง		
มักกะโรนีอบชีส	31	7.75
ผักโขมอบชีส	106	26.50
พิซซ่า	173	43.25
ลาซานญ่า	20	5.00
ไม่ชอบทานทุเรียน	69	17.25
ขนมหวาน	1	0.25
8. เหตุผลที่สนใจอาหารพร้อมรับประทานในข้อ 7 (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ชอบ	135	33.75
รับประทานง่าย	65	16.25
รสชาตินำ่จะดี	45	11.25
น่ารับประทาน	40	10.00
สะดวก	40	10.00
มีความกลมกลืน/ผสมผสาน	39	9.75
อร่อย	38	9.50
แปลกใหม่	35	8.75
ความหลากหลาย	15	3.75
เคยทาน	2	0.50
9. ความสนใจรูปแบบการจำหน่ายอาหารพร้อมรับประทาน ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง		
อาหารแช่เย็น	166	41.50
อาหารแช่แข็ง	234	58.50



แผนภูมิที่ 4.1 ลำดับผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่ผู้บริโภคสนใจ

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานเนยแข็ง จำนวน 322 คน คิดเป็นร้อยละ 80.50 และไม่ชอบรับประทานเนยแข็ง จำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 19.50 โดยผู้บริโภคเคยบริโภคเนยแข็งมากกว่า 1 ประเภท ขึ้นไป ดังนี้ มอสซาเรลล่า จำนวน 254 คน คิดเป็นร้อยละ 63.50 เชดดาร์ จำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 23.75 และพาเมซาน จำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 14.00 ชอบรับประทานทุเรียน จำนวน 331 คน คิดเป็นร้อยละ 82.75 และไม่ชอบรับประทานทุเรียน จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 17.25 โดยผู้บริโภคเคยบริโภคทุเรียนมากกว่า 1 สายพันธุ์ ขึ้นไป ซึ่งเป็นสายพันธุ์สำคัญที่นิยมปลูกสำหรับการบริโภค หรือส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ดังนี้ พันธุ์หมอนทอง จำนวน 320 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 พันธุ์ก้านยาว จำนวน 70 คน คิดเป็นร้อยละ 17.50 และพันธุ์ชะนี จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50 ไม่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม จำนวน 210 คน คิดเป็นร้อยละ 52.50 และเคยบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม จำนวน 190 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 โดยผู้บริโภคเคยบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมมากกว่า 1 อย่างขึ้นไป ดังนี้ นมถั่วเหลือง จำนวน 104 คน คิดเป็นร้อยละ 26 ชีส จำนวน 89 คน คิดเป็นร้อยละ 22.25 และนมอัลมอนด์ จำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 14.75 ผู้บริโภคเคยบริโภคอาหารพร้อมรับประทาน จำนวน 385 คน คิดเป็นร้อยละ 96.25 และไม่เคยบริโภคอาหารพร้อมรับประทาน จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 3.75 โดยถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนจำหน่ายผู้บริโภคสนใจที่จะตัดสินใจบริโภค จำนวน 298 คน คิดเป็นร้อยละ 74.50 และไม่สนใจที่จะตัดสินใจบริโภค จำนวน 102 คน คิดเป็นร้อยละ 25.50 และถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนจำหน่ายในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทาน ผู้บริโภคสนใจที่จะทดลองบริโภค จำนวน 297 คน คิดเป็นร้อยละ 74.25 และไม่สนใจที่จะทดลองบริโภค จำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 25.75 จากจำนวนผู้ที่ไม่สนใจบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน เนื่องจากกลุ่มประชากรเป็นผู้บริโภคทั่วไป อาจจะยัง

ไม่เห็นผลิตภัณฑ์ และยึดติดกับรสชาติเดิมของมอสซาเรลล่าชีส จึงไม่เห็นถึงความจำเป็นที่ใช้ทุเรียนมาใส่ในมอสซาเรลล่าชีส หรืออาจจะไม่ชอบกลิ่นทุเรียน ทำให้ผู้บริโภคส่วนหนึ่งไม่สนใจต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน ผู้บริโภคสนใจเมนูพิซซ่า จำนวน 173 คน คิดเป็นร้อยละ 43.25 ผักโขมอบชีส จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 26.50 และไม่ชอบทานทุเรียน จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 17.25 โดยผู้บริโภคให้เหตุผลในการเลือกอาหารพร้อมรับประทานมากกว่า 1 ข้อ ดังนี้ ชอบ จำนวน 135 คน คิดเป็นร้อยละ 33.75 รับประทานง่าย จำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 16.25 และรสชาตินำจะดี จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 11.25 และการจำหน่ายในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทานแบบอาหารแช่แข็ง จำนวน 234 คน คิดเป็นร้อยละ 58.50 และแบบอาหารแช่เย็น จำนวน 166 คน คิดเป็นร้อยละ 41.50

จากแผนภูมิที่ 4.1 พบว่า การจัดลำดับผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทาน ผู้บริโภคให้ความสนใจอาหารพร้อมรับประทานที่มีส่วนประกอบจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยเลือกเมนูพิซซ่าเป็นลำดับที่ 1 จึงเลือกเมนูพิซซ่าเพื่อใช้เป็นอาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 4.3 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

(n = 400)

ปัจจัยการเลือกบริโภค	จำนวน (คน) / ร้อยละ					ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D.	ระดับความสำคัญ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
สี	112 (28.00%)	151 (37.75%)	107 (26.75%)	30 (7.50%)	0 (0%)	3.86	0.91	มาก
กลิ่น	215 (53.75%)	122 (30.50%)	59 (14.75%)	0 (0%)	4 (1.00%)	4.36	0.80	มาก
รสชาติ	283 (70.75%)	88 (22.00%)	24 (6.00%)	0 (0%)	5 (1.25%)	4.61	0.71	มากที่สุด
เนื้อสัมผัส	176 (44.00%)	180 (45.00%)	44 (11.00%)	0 (0%)	0 (0%)	4.33	0.66	มาก
องค์ประกอบในส่วนผสม	80 (20.00%)	210 (52.50%)	107 (26.75%)	0 (0%)	3 (0.75%)	3.91	0.73	มาก
คุณค่าทางโภชนาการ	176 (44.00%)	122 (30.50%)	97 (24.25%)	5 (1.25%)	0 (0%)	4.17	0.84	มาก
บรรจุภัณฑ์/ฉลาก	112 (28.00%)	181 (45.25%)	93 (23.25%)	14 (3.50%)	0 (0%)	3.98	0.81	มาก
ราคา	127 (31.75%)	171 (42.75%)	97 (24.25%)	5 (1.25%)	0 (0%)	4.05	0.78	มาก
ความสะดวกในการซื้อผลิตภัณฑ์	200 (50.00%)	142 (35.50%)	58 (14.50%)	0 (0%)	0 (0%)	4.36	0.72	มาก

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส องค์ประกอบในส่วนผสม คุณค่าทางโภชนาการ บรรจุภัณฑ์/ฉลาก ราคา และความสะดวกในการซื้อผลิตภัณฑ์ โดยมีค่าเฉลี่ย 4.36 4.61 4.33 3.91 4.17 3.98 4.05 และ 4.36 ตามลำดับ อยู่ในระดับความสำคัญมาก ถึงมากที่สุด เนื่องจากผู้บริโภคมีปัจจัยการเลือกบริโภคด้านรสชาติที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส โดยในกระบวนการผลิตมอสซาเรลล่าชีสมีการเติมเกลือลงในน้ำเวย์ เพื่อเป็นการเพิ่มกลิ่นรสของมอสซาเรลล่าชีส นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ เช่น และยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของมอสซาเรลล่าชีสไว้ได้นานขึ้น (ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับเพชรินทร์ อยู่เป็นสุข และเจริญชัย เอกมาไพศาล (2561) ซึ่งอธิบายว่า ทัศนคติต่อรสชาติของเมนูอาหารที่ดีต่อสุขภาพมีผลต่อพฤติกรรมความตั้งใจในการเลือกแนะนำหรือบอกเล่าเกี่ยวกับความน่าสนใจในรายการเมนูอาหารเหล่านั้น

จากการสำรวจความเห็น และสรุปความต้องการของผู้บริโภค นำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งต่อไป

4.2 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยศึกษาข้อมูลและขั้นตอนการผลิตในประเด็นต่าง ๆ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาคุณภาพของทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

การศึกษาคุณภาพทางเคมี และทางกายภาพของทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ได้แก่ pH ค่าสี และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) เพื่อใช้ควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ แสดงดังภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.4

ภาพที่ 4.1 เนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งบดละเอียด

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

คุณภาพทางเคมี/ทางกายภาพ	ผลการวิเคราะห์
pH	6.35±0.09
ค่าสี	
- ค่า L*	77.83±0.11
- ค่า a*	-0.04±0.07
- ค่า b*	28.96±0.33
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)	25.00±0.00

หมายเหตุ: ค่า L* คือ ความสว่าง (lightness) มี ค่าตั้งแต่ 0 - 100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว
ค่า a* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีแดง และค่า (a*) เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีเขียว
ค่า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีเหลือง และค่า (b*) เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีน้ำเงิน

จากตารางที่ 4.4 พบว่า คุณภาพทางกายภาพของทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง มีค่า L* คือมีความสว่างมาก ค่า a* มีค่าเป็นลบ จึงมีสีออกเขียว และค่า b* มีค่าเป็นบวก จึงมีสีออกเหลืองเข้ม แสดงว่าทุเรียนมีสีเหลืองออกเขียวเล็กน้อย มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 25°Brix และมีค่า pH เท่ากับ 6.35 แสดงว่าทุเรียนมีค่าเป็นกรดเล็กน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Supeeraya Arsa et al. (2021) ที่ศึกษาคุณสมบัติของทุเรียนพันธุ์ต่าง ๆ พบว่าทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 25.21 และ pH 6.81 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่เป็นวัตถุดิบในการทดลอง

4.2.2 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานมอสซาเรลลาชีส

ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานมอสซาเรลลาชีส จำนวน 3 สูตร โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และลักษณะทางกายภาพ ปรากฏผลการศึกษาดังรายละเอียดแสดงดังภาพที่ 4.2 และตารางที่ 4.5

สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3

ภาพที่ 4.2 ผิวหน้าด้านนอกและหน้าตัดด้านในของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานมอสซาเรลล่าชีส

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.95±1.36	7.20±1.61	6.65±1.84
สี	7.10±0.85^{b}	7.70±1.03^{a}	7.00±1.21^{b}
กลิ่น ^{ns}	7.65±0.93	7.60±0.99	7.40±1.39
รสชาติ ^{ns}	7.05±1.54	7.80±1.20	6.95±1.76
เนื้อสัมผัส	6.85±1.35^{ab}	7.55±1.00^{a}	6.30±1.84^{b}
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.20±1.32	7.80±1.15	7.00±1.56

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ค่าเฉลี่ยและความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีส สูตรที่ 2 (แม่บ้านตุรกี Asli in Kitchen, 2020) มีคะแนนค่าเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.20, 7.70, 7.80, 7.55 และ 7.80 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ถึงชอบมาก ส่วนด้านกลิ่น สูตรที่ 1 (MS RoamAround, 2021) เท่ากับ 7.65 อยู่ในระดับความชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ของทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ด้านสี สูตรที่ 2 มีความแตกต่างจากสูตรที่ 1 และ 3 และด้านเนื้อสัมผัส สูตรที่ 2 ไม่มีความแตกต่างจากสูตรที่ 1 แต่มีความแตกต่างจากสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การเตรียมมอสซาเรลล่าชีสต่างกัน มีผลต่อค่าสีและเนื้อสัมผัสที่ต่างกัน ด้วยมอสซาเรลล่าชีส เป็น fresh cheese หลังจากการตกตะกอนโปรตีนในนมด้วยน้ำส้มสายชู และแยกโปรตีนเวย์ออกไปนวดหลายครั้งจนได้ชีสที่มีเนื้อนุ่มเหนียว มีความยืดหยุ่นก่อนนำไปใส่ในน้ำเกลือ ทำให้ได้เป็นมอสซาเรลล่าสีขาว เมื่อแยกส่วนโปรตีนเวย์ออกมากขึ้น มอสซาเรลล่าชีสที่ได้ยิ่งมีสีเหลืองเข้มขึ้น กลิ่นของชีสชนิดนี้จะไม่รุนแรง เพราะไม่ได้ผ่านกระบวนการบ่ม การตกตะกอนของนมจนเกิดเป็นก้อนชีส เป็นการทำให้เคซีนไมเซลล์เสียสภาพจับตัวกันเป็นก้อนได้โดยการเติมกรด ทำให้โปรตีนเคซีนเสียสภาพเกิดการตกตะกอนเป็นเคิร์ด หรือการเติมเอนไซม์จะย่อยโปรตีนเคซีนชนิดแคปปา-เคซีน ทำให้มีโมเลกุลเล็กลงแล้วจับกับแคลเซียมไอออนเกิดเป็นตะกอนขาวขุ่นจับตัวเป็นก้อน (อศิรา เฟื่องฟูชาติ, 2560) โดยมอสซาเรลล่าชีส สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 เป็นการตกตะกอนนมด้วยน้ำส้มสายชู ร้อยละ 5.20 และ 7.38 มีค่า pH เท่ากับ 5.25 และ 4.90 ตามลำดับ ปริมาณของน้ำส้มสายชูที่มากกว่าช่วยให้เกิดการตกตะกอนที่ดี แต่เนื้อสัมผัสที่ได้จะมีลักษณะแข็งกว่า สูตรที่ 2 เนื้อสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสที่ได้มีลักษณะยืด เนื้อเนียน แสดงดังภาพที่ 4.2 มีผลให้มี

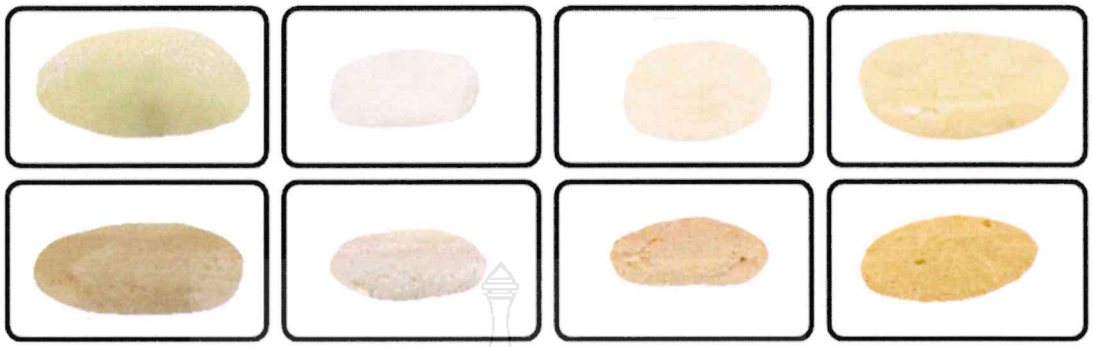
คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสที่ไม่ต่างกัน แต่คะแนนความชอบด้านสีของสูตรที่ 2 สูงกว่าสูตรที่ 1 ด้วยสูตรที่ 1 มีสีขาวกว่าสูตรที่ 2 โดยปริมาณของน้ำส้มสายชูที่น้อยจะทำให้เกิดการตกตะกอนช้าลง ทำให้มอสซาเรลล่าชีสสามารถเก็บความชุ่มชื้นได้ดีขึ้น และกักเก็บไขมันในเนื้อชีสได้มากกว่า ส่งผลให้มอสซาเรลล่าชีสมีสีเหลืองอ่อนหรือสีครีม ซึ่งเป็นสีธรรมชาติของน้ำนมที่ไม่ได้ถูกเปลี่ยนแปลงมากนัก (Fox, P et al., 2017) และการตกตะกอนด้วยน้ำส้มสายชูมีผลให้คะแนนความชอบมากกว่าการตกตะกอนด้วยกรดซิตริกและเอนไซม์เรนเนท ตามวิธีการของสูตรที่ 3 จากการทดลองของบุศรินทร์ ชนะคช และคณะ (2563) พบว่ามอสซาเรลล่าชีสจากน้ำนมโคดิบใช้เอนไซม์เรนเนทร้อยละ 0.03 และมอสซาเรลล่าชีสจากน้ำนมแพะดิบใช้เอนไซม์เรนเนทร้อยละ 0.01 แต่สูตรที่ 3 ใช้เอนไซม์เรนเนทร้อยละ 0.02 อาจส่งผลให้เกิดเคิร์ดมีลักษณะที่ยืดได้น้อยกว่า และมีสีขาว จึงได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสีและเนื้อสัมผัสน้อยกว่าการตกตะกอนนมด้วยน้ำส้มสายชูในสูตรที่ 2 ($p \leq 0.05$) จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดด้านสี และเนื้อสัมผัสจึงคัดเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

4.2.3 ผลการศึกษาปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนในมอสซาเรลล่าชีส

ผลการศึกษาข้อ 4.2.2 ได้เลือกมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 (แม่บ้านตุรกี Asli in Kitchen, 2020) มาศึกษาปริมาณเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง วิธีการทำเช่นเดียวกับมอสซาเรลล่าชีสสูตรที่ 2 โดยใส่เนื้อทุเรียนตอนเติมน้ำส้มสายชู เสริมเนื้อทุเรียนในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 ของน้ำหนักน้ำนมวัวดิบ ปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนในมอสซาเรลล่าชีส แสดงดังตารางที่ 4.6 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และลักษณะทางกายภาพ แสดงดังภาพที่ 4.3 และตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนในมอสซาเรลล่าชีส

วัตถุดิบ	ปริมาณ							
	สูตรควบคุม		ร้อยละ 5		ร้อยละ 10		ร้อยละ 15	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
น้ำนมวัวดิบ	1,500	92.21	1,500	88.16	1,500	84.44	1,500	81.02
น้ำส้มสายชู	120	7.38	120	7.05	120	6.75	120	6.48
เกลือ	6.50	0.41	6.50	0.38	6.50	0.37	6.50	0.35
เนื้อทุเรียน	-	-	**75**	4.41	**150**	8.44	**225**	12.15



สูตรควบคุม เสริม ร้อยละ 5 เสริม ร้อยละ 10 เสริม ร้อยละ 15

ภาพที่ 4.3 ผิวหน้าด้านนอกและหน้าตัดด้านในของมอสซาเรลล่าชีสสูตรควบคุม และสูตรเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

ตารางที่ 4.7 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	สูตรควบคุม	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15
ลักษณะปรากฏ	7.60±0.74^{b}	7.80±0.65^{a}	**8.00±0.71^{a}**	7.50±0.60^{b}
สี	7.80±0.93^{b}	7.90±0.59^{ab}	**8.05±0.71^{a}**	7.78±0.81^{b}
กลิ่น	7.45±0.67^{b}	7.74±0.82^{a}	**7.95±0.71^{a}**	7.47±0.50^{b}
รสชาติ	7.68±0.87^{ab}	7.71±0.70^{ab}	**7.90±0.63^{a}**	7.56±0.69^{b}
เนื้อสัมผัส	7.64±0.70^{b}	7.70±0.79^{a}	**8.03±0.59^{a}**	7.43±0.61^{b}
ความชอบโดยรวม	7.68±0.71^{b}	7.85±0.83^{b}	**8.23±0.66^{a}**	7.74±0.71^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ค่าเฉลี่ยและความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ระดับร้อยละ 10 ของน้ำหนักน้ำนมวัวดิบ มีคะแนนค่าเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.00, 8.05, 7.95, 7.90, 8.03 และ 8.23 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบมาก ถึงชอบมากที่สุด เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การเสริมเนื้อทุเรียนที่เพิ่มขึ้นทำให้ลักษณะของมอสซาเรลล่าชีสหลังให้ความร้อนมีการยืด

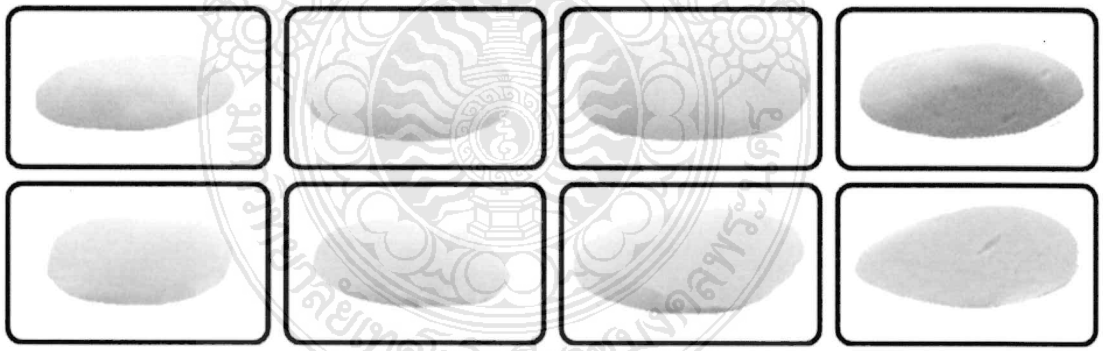
ลดลง มีกลิ่น และรสชาติของทุเรียนที่ชัดเจน เนื้อเรียบเนียน มีสีเหลืองอ่อน เนื่องจากเมื่อมีการเสริมเนื้อทุเรียนลงไปเป็นการเพิ่มในส่วนของคาร์โบไฮเดรตและความชื้น ในขณะที่โปรตีนและไขมันลดลง ซึ่งทำให้โครงร่างตาข่ายของโปรตีนเคซีนที่รวมตัวกันตกตะกอนมีความแข็งแรงน้อยลง เนื้อสัมผัสของชีสจึงมีความแน่นเนื้อลดลง การยึดเกาะกันน้อยลง ทำให้ความยืดหยุ่น การยืดตัวของชีสลดลง จากผลการทดสอบชิมจึงคัดเลือกมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักน้ำนมวัวดิบ มาเปรียบเทียบคุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาเปรียบเทียบกับสูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ในข้อ 4.4

4.3 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

การศึกษาขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยศึกษาข้อมูล และขั้นตอนการผลิตในประเด็นต่าง ๆ เพื่อพัฒนา ดังนี้

4.3.1 ผลการศึกษาส่วนผสมในสูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ผลการศึกษาชนิดของแป้งดัดแปร (Modified starch) จำนวน 4 ชนิด คือ EHELASTIC 20 EHTHICK 501 SPT 3HV และ SPE 902 โดยใช้อัตราส่วนของแป้งดัดแปร (Modified Starch) : น้ำ คือ 1 : 4 เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ ความแน่นเนื้อ (Firmness) ค่าความเหนียวแน่น (Consistency) และค่าการเกาะติดของอาหาร (Cohesiveness) กับมอสซาเรลลาชีสที่เป็นสูตรควบคุม (control) แสดงดังภาพที่ 4.4 - 4.5 และตารางที่ 4.8



EHELASTIC 20 EHTHICK 501 SPT 3HV SPE 902

ภาพที่ 4.4 ผิวหน้าด้านนอกและหน้าตัดด้านในของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางกายภาพของมอสซาเรลลาชีสสูตรควบคุม และผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ตัวอย่าง	ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	ความแน่นเนื้อ (g.)	ความเหนียวแน่น (g.)	การเกาะติดของอาหาร (g.)
สูตรควบคุม	171.15±41.80^{d}	3394.89±184.06^{c}	-291.48±70.45^{a}
EHELASTIC 20	344.63±26.47^{c}	3767.34±261.80^{c}	-250.75±35.84^{a}
EHTHICK 501	461.70±33.50^{b}	**9874.53±769.32^{a}**	-806.46±42.00^{b}
SPT 3HV	**741.84±31.32^{a}**	8645.85±445.69^{b}	-1151.43±29.17^{c}
SPE 902	184.15±34.04^{d}	3758.11±783.03^{c}	**-243.91±15.82^{a}**

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ภาพที่ 4.5 ลักษณะผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

จากตารางที่ 4.8 พบว่า คุณภาพทางกายภาพของมอสซาเรลลาชีสที่เป็นสูตรควบคุม (Control) และผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสที่ใช้แป้งดัดแปรชนิด SPE 902 มีค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ค่าความเหนียวแน่น (Consistency) และค่าการเกาะติดของอาหาร (Cohesiveness) ใกล้เคียงมอสซาเรลลาชีสที่เป็นสูตรควบคุม (Control) เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า มอสซาเรลลาชีสที่เป็นสูตรควบคุม (Control) และผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสที่ใช้แป้งดัดแปรชนิด SPE 902 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งค่าความแน่นเนื้อ จะบ่งบอกถึงความต้านทานต่อการกดหรือกัด ความแข็งหรือนิ่มของชีส ค่าความแน่นเนื้อสูงจะมีโครงสร้างที่เรียงแน่นและยากต่อการละลาย ซึ่งมักจะมีลักษณะเนื้อแข็ง ในขณะที่ชีสที่มีค่าความแน่นเนื้อต่ำอาจจะมีเนื้อที่นุ่มและอ่อน ส่วนค่าความเหนียวแน่น หมายถึงลักษณะของเนื้อสัมผัสของชีสว่ามีความแข็งหรือนิ่ม มีลักษณะเป็นการวัดถึงความทนทานและความเป็นก้อนของชีส ซึ่งชีสที่มีความเหนียวแน่นสูงจะมีเนื้อสัมผัสแข็ง และค่าการเกาะติดของอาหาร บ่งบอกถึงการเกาะตัวกันของเนื้ออาหาร หรือเชื่อมแน่นภายในของโครงสร้างเนื้ออาหาร จากภาพที่ 4.5 พบว่า คุณสมบัติของแป้งดัดแปรชนิด SPE 902 มีลักษณะข้นหนืด ไม่มีความยืดหยุ่น ผู้วิจัยจึงเลือกแป้งดัดแปรชนิด EHELASTIC 20 ที่มีค่าใกล้เคียงมอสซาเรลลาชีสที่เป็นสูตรควบคุม (Control) มีค่าความแน่นเนื้อที่มากกว่า และมีลักษณะยืดหยุ่นกว่ามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

4.3.2 ผลการศึกษาปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนในผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ผลการศึกษา ข้อ 4.4.1 ได้เลือกแป้งดัดแปรชนิด EHELASTIC 20 มาศึกษาปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 ร้อยละ 50 ร้อยละ 75 และร้อยละ 100 ของน้ำหนักแป้งดัดแปร โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และลักษณะทางกายภาพ แสดงดังภาพที่ 4.6 และตารางที่ 4.9

ร้อยละ 0 ร้อยละ 50 ร้อยละ 75 ร้อยละ 100

ภาพที่ 4.6 ผิวหน้าด้านนอกและหน้าตัดด้านในของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

ตารางที่ 4.9 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 50	ร้อยละ 75	ร้อยละ 100
ลักษณะปรากฏ	7.60±0.74^{b}	7.80±0.65^{a}	**8.00±0.71^{a}**	7.50±0.60^{b}
สี	7.80±0.93^{b}	7.90±0.59^{ab}	**8.05±0.71^{a}**	7.78±0.81^{b}
กลิ่น	7.45±0.67^{b}	7.74±0.82^{a}	**7.95±0.71^{a}**	7.47±0.50^{b}
รสชาติ	7.68±0.87^{ab}	7.71±0.70^{ab}	**7.90±0.63^{a}**	7.56±0.69^{b}
เนื้อสัมผัส	7.40±0.95^{b}	7.72±0.64^{a}	**7.78±0.62^{a}**	7.34±0.85^{b}
ความชอบโดยรวม	7.54±0.81^{b}	7.56±0.64^{b}	**7.92±0.53^{a}**	7.54±0.86^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ค่าเฉลี่ยและความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ระดับร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งดัดแปร มีคะแนนค่าเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.00 8.05 7.95 7.90 7.78 และ 7.92 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ระดับร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งดัดแปร ไม่มีความแตกต่างจากระดับร้อยละ 50 แต่มีความแตกต่างจากระดับร้อยละ 0 และร้อยละ 100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) การเสริมเนื้อทุเรียนที่เพิ่มขึ้นผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับที่น้อยลงจากลักษณะของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสหลังให้ความร้อนมีลักษณะการยืดลดลง เนื่องจากแป้งดัดแปรเสียการยืดเกาะ จึงส่งผลต่อการคงรูปของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส มีกลิ่น และรสชาติของทุเรียนที่ชัดเจน เนื้อเรียบเนียน มีสีเหลืองอ่อน ดังนั้นจึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งดัดแปร มาเปรียบเทียบคุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาเปรียบเทียบกับสูตรมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักน้ำนมวัวดิบ ในข้อ 4.4

4.4 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา

4.4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมี

ผลการศึกษาคุณค่าทางเคมี ได้แก่ ปริมาณพลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า โดยนำสูตรมอสซาเรลล่าชีส (แม่บ้านตุรกี Asli in Kitchen, 2020) สูตรมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ร้อยละ 10 ของน้ำหนักน้ำนมวัวดิบ ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส (ทางการค้า) และผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งดัดแปร มาเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมี แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 คุณค่าทางเคมีของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน และผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน

คุณภาพทางเคมี (ต่อ 100 กรัม)	ผลการวิเคราะห์			
	มอสซาเรลล่าชีส	มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน	ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่า (ทางการค้า)	ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน
พลังงาน (Kcals)	283.53	258.17	297.71	86.45
คาร์โบไฮเดรต (g.)	3.61	5.74	24.85	20.24
โปรตีน (g.)	28.64	23.77	0.28	0.72
ไขมัน (g.)	17.17	15.57	21.91	0.29
ความชื้น (g.)	49.27	53.68	50.86	78.09
เถ้า (g.)	1.31	1.24	2.10	0.66

จากตารางที่ 4.10 พบว่า คุณภาพทางเคมีของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ปริมาณ 100 กรัม มีพลังงาน 258.17 กิโลแคลอรี่ คาร์โบไฮเดรต 5.74 กรัม โปรตีน 23.77 กรัม ไขมัน 15.57 กรัม ความชื้น 53.68 กรัม และเถ้า 1.24 กรัม ส่วนผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ปริมาณ 100 กรัม มีพลังงาน 86.45 กิโลแคลอรี่ คาร์โบไฮเดรต 20.24 กรัม โปรตีน 0.72 กรัม ไขมัน 0.29 กรัม ความชื้น 78.09 กรัม และเถ้า 0.66 กรัม ปริมาณพลังงาน โปรตีน ไขมัน และเถ้า มีค่าลดลง และปริมาณคาร์โบไฮเดรต และความชื้น มีค่าสูงขึ้น เนื่องจากนมมีโปรตีน และไขมันสูงกว่าแป้งดัดแปรที่ไม่มีองค์ประกอบของโปรตีนและไขมันเลย แต่ที่มีปริมาณโปรตีน และไขมันมาจากเนื้อทุเรียนที่เสริมลงไป และผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง มีการเติมน้ำสะอาดลงในส่วนผสม จึงทำให้มีปริมาณความชื้นมากกว่ามอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการผลิตภัณฑ์ชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้ ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงานทั้งหมด 356.20 กิโลแคลอรี่ คาร์โบไฮเดรต 21.17 กรัม โปรตีน 7.58 กรัม ไขมัน 26.80 กรัม และใยอาหาร 1.15 กรัม โดยมีส่วนผสมโปรตีนเคซีน ร้อยละ 33.00 น้ำมะม่วงน้ำดอกไม้ ร้อยละ

46.00 เนยสดเค็ม ร้อยละ 16.50 นมผงร้อยละ 3.00 โซเดียมซิเตรท ร้อยละ 0.50 คาราจีแนน ร้อยละ 0.70 และแซนแทนกัม ร้อยละ 0.30 ของสุชานาถ ทิพย์จันทร์ (2565) โดยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ให้พลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้ และผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส (ทางการค้า)

4.4.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าเนื้อสัมผัส และค่าสี โดยนำสูตรมอสซาเรลลาชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ร้อยละ 10 ของน้ำหนักน้ำนมวัวดิบ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งดัดแปร แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 คุณภาพทางกายภาพของมอสซาเรลลาชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง และผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

คุณภาพทางกายภาพ	ผลการวิเคราะห์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	
	มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน	ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน
ค่าเนื้อสัมผัส		
- ความแน่นเนื้อ (g.)	39.03±9.37^{b}	151.26±13.22^{a}
- ความเหนียวแน่น (g.)	700.05±334.90^{b}	3468.29±283.37^{a}
- การเกาะติดของอาหาร (g.)	-138.25±53.91^{a}	-293.34±24.10^{b}
ค่าสี		
- ค่า L*	86.29±0.43^{a}	69.37±0.04^{b}
- ค่า a*	-0.32±0.05^{a}	-3.44±0.08^{b}
- ค่า b*	15.55±0.30^{a}	12.30±0.18^{b}

หมายเหตุ: ค่า L* คือ ความสว่าง (lightness) มี ค่าตั้งแต่ 0 - 100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว
ค่า a* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีแดง และค่า (a*) เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีเขียว
ค่า b* เป็นค่าบวก หมายถึง ออกสีเหลือง และค่า (b*) เป็นค่าลบ หมายถึง ออกสีน้ำเงิน
ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.11 พบว่า คุณภาพทางกายภาพของมอสซาเรลลาชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพกับผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง พบว่าค่าเนื้อสัมผัส มีค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) และค่า

ความเหนียวแน่น (Consistency) เพิ่มขึ้นทำให้มีความแน่นเนื้อ และความเหนียวแน่นเพิ่มขึ้น และค่าการเกาะติดของอาหาร (Cohesiveness) ลดลงทำให้มีการเกาะติดของอาหาร ลดลง ค่าการเกาะติดของอาหาร บ่งบอกถึงการเกาะตัวกันเองของเนื้ออาหาร หรือเชื่อมแน่นภายในของโครงสร้างเนื้ออาหาร โดยมอสซาเรลลาชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งสามารถยืดได้ถึง 120 เซนติเมตร และค่าสีไปในทิศทางเดียวกัน คือมีค่า L* ความสว่างมาก ค่า a* มีค่าเป็นลบ จึงมีสีออกเขียว และค่า b* มีค่าเป็นบวก จึงมีสีออกเหลือง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า ค่าเนื้อสัมผัส และค่าสี ทั้ง 2 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากมอสซาเรลลาชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งมีปริมาณโปรตีน และไขมันที่สูงกว่าจึงส่งผลให้เกิดการตกตะกอนของโปรตีน มีโครงสร้างที่ยึดเกาะ เมื่อให้ความร้อนแป้งดัดแปรที่เกิดเจลมักจะมีลักษณะโปร่งแสงและมีความเหนียวมากกว่าเจลจากโปรตีน แป้งดัดแปรจะสร้างโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับเครือข่ายที่สามารถเก็บน้ำไว้ได้มากกว่า ทำให้มีความหนืด และจับตัวเป็นก้อนแน่น (Thomas, L. & Atwell, W., 2016)

4.4.3 ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา

ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยา ด้วยวิธี AOAC 2000 พิจารณาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์เงื่อนไข และวิธีการในการตรวจวิเคราะห์ของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนี/กรัม แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของมอสซาเรลลาชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งและผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

คุณภาพทางจุลชีววิทยา	ผลการวิเคราะห์	
	มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน	ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	Not Detected	Not Detected

จากตารางที่ 4.12 พบว่า การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของมอสซาเรลลาชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง และผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง มีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด คือปริมาณจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 209 พ.ศ. 2543 จึงมีความปลอดภัยไม่ก่อให้เกิดโรค โดยการใช้ความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยความร้อนจะไปทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (Pathogen) รวมทั้งจุลินทรีย์และเอนไซม์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย (อัญญาวีร์ ปาริจกุล, 2558)

4.5 ผลการใช้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในอาหารพร้อมรับประทาน

นำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งดัดแปร มาใช้ในอาหารพร้อมรับประทานที่กลุ่มผู้บริโภคสนใจเป็นอันดับ 1 คือเมนูพิซซ่า โดยศึกษาปริมาณผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งมาขูด และโรยบนแป้งพิซซ่าขนาด 5 นิ้ว ให้เต็มแผ่นแป้ง ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ 15 กรัม 25 กรัม และ 35 กรัม นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที นำพิซซ่ามาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และลักษณะทางกายภาพ แสดงดังภาพที่ 4.7 และตารางที่ 4.13

15 กรัม 25 กรัม 35 กรัม

ภาพที่ 4.7 พิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

ตารางที่ 4.13 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	15 กรัม	25 กรัม	35 กรัม
ลักษณะปรากฏ^{ns}	6.64±0.88	6.88±1.08	6.68±1.34
สี^{ns}	6.92±1.47	6.96±1.05	6.86±1.44
กลิ่น^{ns}	7.00±0.86	7.02±1.04	6.82±1.08
รสชาติ^{ns}	6.94±1.15	7.04±0.92	6.95±1.49
เนื้อสัมผัส^{ns}	6.68±1.61	7.02±1.06	6.76±1.44
ความชอบโดยรวม^{ns}	6.88±1.12	6.76±1.52	6.90±1.31

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.01)

จากตารางที่ 4.13 พบว่า ค่าเฉลี่ยและความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ที่ปริมาณ 25 กรัม มีคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส เท่ากับ 6.88 6.96 7.02 7.04 และ 7.02 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ส่วนปริมาณ 35 กรัม พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.90 อยู่ในระดับความชอบปานกลาง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของทั้ง 3 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.01$) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในปริมาณ 25 กรัม ใส่ในแป้งพิซซ่าขนาด 5 นิ้ว เนื่องจากผู้ทดสอบชิมที่รับประทานชีสและทุเรียนให้คะแนนความชอบมีค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด และจากการศึกษาความต้องการของผู้บริโภค ข้อ 4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสด้านรสชาติให้ความสำคัญระดับมากที่สุด ถ้าใส่ในปริมาณที่น้อยลงอาจจะมีผลต่อรสชาติของพิซซ่าได้ นำมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสูตรอาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งต่อไป

4.6 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

นำผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยวางแผนการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ใช้ผู้ทดสอบที่รับประทานชีสและทุเรียน จำนวน 150 คน ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปในพื้นที่บริเวณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม แสดงดังตารางที่ 4.14

ตอนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภค และทัศนคติต่อการบริโภคพิซซ่า แสดงดังตารางที่ 4.15

ตอนที่ 3 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง แสดงดังตารางที่ 4.16 – 4.17

ตารางที่ 4.14 จำนวน และร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

(n = 150)

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	38	25.33
หญิง	112	74.67
2. อายุ		
ไม่เกิน 20 ปี	10	6.67
21 - 30 ปี	50	33.33
31 - 40 ปี	30	20.00
41 - 50 ปี	55	36.67
51 - 60 ปี	5	3.33
3. การศึกษา		
ระดับมัธยมศึกษา / เทียบเท่า	5	3.33
ระดับอนุปริญญา/ปวส.	24	16.00
ระดับปริญญาตรี	63	42.00
ระดับปริญญาโท	45	30.00
ระดับปริญญาเอก	13	8.67
4. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	60	40.00
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	13	8.67
พนักงานมหาวิทยาลัย/พนักงานของรัฐ	36	24.00
พนักงานบริษัท	11	7.33
อาชีพอิสระ	22	14.67
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	8	5.33
5. รายได้ต่อเดือน		
ไม่เกิน 10,000 บาท	29	19.33
10,001 – 20,000 บาท	69	46.00
20,001 – 30,000 บาท	26	17.33
30,001 – 40,000 บาท	17	11.34
40,001 – 50,000 บาท	9	6.00
50,001 บาท ขึ้นไป	0	0.00

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 112 คน คิดเป็นร้อยละ 74.67 และรองลงมาเป็นเพศชาย จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 25.33 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 41 – 50 ปี จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 36.67 รองลงมามีอายุระหว่าง 21 - 30 ปี จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และส่วนน้อยมีอายุระหว่าง 31 – 40 ปี จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 20 มีการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 42.00 ระดับปริญญาโท จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 และระดับอนุปริญญา/ปวส. จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 16.00 อาชีพนักเรียน/นักศึกษา จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 อาชีพพนักงานมหาวิทยาลัย/พนักงานของรัฐ จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 24.00 และอาชีพอิสระ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 14.67 และมีรายได้ต่อเดือน 10,001 – 20,000 บาท จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 46.00 รายได้ต่อเดือนไม่เกิน 10,000 บาท จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 19.33 และรายได้ต่อเดือน 20,001 – 30,000 บาท จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 17.33

ตารางที่ 4.15 จำนวน และร้อยละของข้อมูลพฤติกรรมการบริโภค และทัศนคติต่อการบริโภคพิซซ่า

(n = 150)

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ปกติชอบบริโภคพิซซ่า		
ชอบ	150	100.00
ไม่ชอบ	0	0.00
2. บริโภคพิซซ่ากี่ครั้งต่อเดือน		
น้อยกว่า 2 ครั้ง	59	39.33
2 – 3 ครั้ง	84	56.00
4 – 5 ครั้ง	7	4.67
มากกว่า 5 ครั้ง	0	0.00
3. เหตุผลที่เลือกซื้อพิซซ่ามาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
รสชาติอร่อย	132	88.00
ราคาถูก	63	42.00
หาซื้อง่าย	98	65.33
หลากหลายเมนู	80	53.33
สะดวกในการรับประทาน	84	56.00
4. โอกาสในการที่จะรับประทานพิซซ่า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
เมื่อรู้สึกอยากรับประทาน	105	70.00
รับประทานเป็นอาหารว่าง	95	63.33
รับประทานเป็นอาหารมื้อหลัก	113	75.33
อื่น ๆ	4	2.66

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภค และทัศนคติต่อการบริโภคพิซซ่า ส่วนใหญ่ชอบทานพิซซ่า จำนวน 150 คน คิดเป็นร้อยละ 100 บริโภคพิซซ่า 2 – 3 ครั้งต่อเดือน จำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 56.00 น้อยกว่า 2 ครั้งต่อเดือน จำนวน 59 คน คิดเป็นร้อยละ 39.33 และ 4 - 5 ครั้งต่อเดือน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 4.67 โดยให้เหตุผล ดังนี้ รสชาติอร่อย จำนวน 132 คน คิดเป็นร้อยละ 88.00 หาซื้อง่าย จำนวน 98 คน คิดเป็นร้อยละ 65.33 และสะดวกต่อการรับประทาน จำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 56.00 โอกาสในการที่จะรับประทานพิซซ่า ดังนี้ รับประทานเป็นอาหารมื้อหลัก จำนวน 113 คน คิดเป็นร้อยละ 75.33 เมื่อรู้สึกอยากรับประทาน จำนวน 105 คน คิดเป็นร้อยละ 70.00 และรับประทานเป็นอาหารว่าง จำนวน 95 คน คิดเป็นร้อยละ 63.33

ตารางที่ 4.16 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

(n = 150)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	จำนวน (คน) / ร้อยละ					ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
ลักษณะที่ปรากฏ	51 (34.00%)	77 (51.33%)	19 (12.67%)	3 (2.00%)	0 (0.00%)	4.17	0.72	มาก
สี	41 (27.33%)	63 (42.00%)	46 (30.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	3.97	0.76	มาก
กลิ่น	38 (25.33%)	73 (48.67%)	39 (26.00%)	0 (0%)	0 (0%)	3.99	0.72	มาก
กลิ่นรส	48 (32.00%)	75 (50.00%)	27 (18.00%)	0 (0%)	0 (0%)	4.14	0.70	มาก
รสชาติ	51 (34.00%)	86 (57.33%)	13 (8.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	4.25	0.60	มาก
เนื้อสัมผัส	48 (32.00%)	69 (46.00%)	33 (22.00%)	0 (0%)	0 (0%)	4.10	0.73	มาก
ความชอบโดยรวม	50 (33.33%)	90 (60.00%)	10 (6.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	4.27	0.58	มาก

จากตารางที่ 4.16 พบว่า การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง คุณภาพทางประสาทสัมผัสมีคะแนนค่าเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 4.17 3.97 3.99 4.14 4.25 4.10 และ 4.27 ตามลำดับ อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

ตารางที่ 4.17 จำนวน และร้อยละของข้อมูลพฤติกรรมการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

(n = 150)

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ยอมรับอาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง		
ยอมรับ	140	93.33
ไม่ยอมรับ	10	6.67
2. สนใจซื้ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งมาวางจำหน่าย		
ซื้อ	135	90.00
ไม่แน่ใจ	5	3.33
ไม่ซื้อ	10	6.67

จากตารางที่ 4.17 พบว่า พฤติกรรมการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าโรยหน้าด้วยผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ผู้บริโภคให้การยอมรับ จำนวน 140 คน คิดเป็นร้อยละ 93.33 และไม่ยอมรับ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ จำนวน 135 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 ไม่แน่ใจซื้อผลิตภัณฑ์ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และไม่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 เนื่องจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสมีความยืดน้อยเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับมอสซาเรลล่าชีสที่ขายในท้องตลาด และพิซซ่าที่ให้ผู้ทดสอบชิมไม่ได้ใส่ซอสหรือเนื้อสัตว์ทำให้ผู้ทดสอบชิมได้รับแต่รสชาติของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสและแป้งพิซซ่าเท่านั้น

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการวิจัย 1) ศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส 2) พัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง 3) ศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในอาหารพร้อมรับประทาน และ 4) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสูตรอาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง วิธีดำเนินการวิจัยใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) ประกอบด้วยวิธีวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) และวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ผู้วิจัยได้สรุปผล และข้อเสนอแนะ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

5.1 สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ผลการวิจัยสรุปผลได้ ดังนี้

5.1.1 การศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ผลจากการสร้างแบบสอบถามและกำหนดกรอบแนวคิดในงานวิจัย ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามฉบับร่างที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (นักวิชาการผู้มีประสบการณ์ด้านชีส) และนำมาสอบถามความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 21 - 30 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาตรี อาชีพนักเรียน/นักศึกษา และมีรายได้ต่อเดือน ไม่เกิน 10,000 บาท ความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานเนยแข็ง คิดเป็นร้อยละ 80.50 โดยผู้บริโภคเคยบริโภคมอสซาเรลล่า คิดเป็นร้อยละ 63.50 ชอบรับประทานทุเรียน คิดเป็นร้อยละ 82.75 เคยบริโภคทุเรียนพันธุ์หมอนทอง คิดเป็นร้อยละ 80 ไม่เคยบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม คิดเป็นร้อยละ 52.50 เคยบริโภคอาหารพร้อมรับประทาน คิดเป็นร้อยละ 96.25 ถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนจำหน่ายผู้บริโภคสนใจที่จะตัดสินใจบริโภคในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทาน (Ready to Eat Food) และสนใจที่จะทดลองบริโภค คิดเป็นร้อยละ 74.25 เมนูพิซซ่า คิดเป็นร้อยละ 43.25 โดยให้เหตุผลในการเลือกอาหารพร้อมรับประทานว่าชอบ คิดเป็นร้อยละ 33.75 และการจำหน่ายในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทานแบบอาหารแช่แข็ง คิดเป็นร้อยละ 58.50 โดยผู้บริโภคให้ระดับความสำคัญที่มีผลต่อการเลือกบริโภค

ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส ปัจจัยการเลือกบริโภคด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส องค์ประกอบในส่วนผสม คุณค่าทางโภชนาการ บรรจุภัณฑ์/ฉลาก ราคา และความสะดวกในการซื้อผลิตภัณฑ์ อยู่ในระดับความสำคัญมาก ถึงมากที่สุด

5.1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

5.1.2.1 ผลจากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง พบว่า ทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งมีสีเหลืองออกเขียวเล็กน้อย มีค่า L* ความสว่างมาก ค่า a* มีค่าเป็นลบ จึงมีสีออกเขียว และค่า b* มีค่าเป็นบวก จึงมีสีออกเหลืองเข้ม มีค่าความหวาน 25°Brix และมีค่า pH เท่ากับ 6.35 แสดงว่าทุเรียนมีค่าเป็นกรดเล็กน้อย นำมาเป็นวัตถุดิบในการทดลอง โดยศึกษาสูตรมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง พบว่า สูตรพื้นฐานมอสซาเรลล่าชีส สูตรที่ 2 (แม่บ้านตุรกี Asli in Kitchen, 2020) มีคะแนนค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ถึงชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ของทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ด้านสี และเนื้อสัมผัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) จึงนำมาศึกษาปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ที่ระดับร้อยละ 10 ของน้ำหนักน้ำนมวัวดิบ มีคะแนนค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับความชอบมาก ถึงชอบมากที่สุด เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

5.1.2.2 ผลจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง พบว่า การศึกษาส่วนผสมในสูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส ใช้แป้งดัดแปรชนิด EHELASTIC 20 มีค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ค่าความเหนียวแน่น (Consistency) และค่าการเกาะติดของอาหาร (Cohesiveness) ใกล้เคียงมอสซาเรลล่าชีสที่เป็นชุดการทดลองควบคุม (control) เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) จึงนำมามาศึกษาปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ที่ระดับร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งดัดแปร มีคะแนนค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับความชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

5.1.2.3 ผลจากการศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา นำสูตรมอสซาเรลลาชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ร้อยละ 10 ของน้ำหนักน้ำนมวัวดิบ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งที่ร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้งดัดแปร พบว่า คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง มีปริมาณพลังงาน โปรตีน ไขมัน และเถ้า มีค่าลดลง และปริมาณคาร์โบไฮเดรต และความชื้น มีค่าสูงขึ้น คุณภาพทางกายภาพของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

ค่าเนื้อสัมผัส มีค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) และค่าความเหนียวแน่น (Consistency) เพิ่มขึ้นทำให้มีความแน่นเนื้อ และความเหนียวแน่นเพิ่มขึ้น และค่าการเกาะติดของอาหาร (Cohesiveness) ลดลงทำให้มีการเกาะติดลดลง ส่วนค่าสี มีค่า L* ความสว่างมาก ค่า a* มีค่าเป็นลบ จึงมีสีออกเขียว และค่า b* มีค่าเป็นบวก จึงมีสีออกเหลือง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า ค่าเนื้อสัมผัส และค่าสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และคุณภาพทางจุลินทรีย์ มีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 209 พ.ศ. 2543 ว่าด้วยกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์เงื่อนไข และวิธีการในการตรวจวิเคราะห์ของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

5.1.3 การศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในอาหารพร้อมรับประทาน

ผลจากการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส กลุ่มผู้บริโภคสนใจเป็นอันดับ 1 คือเมนูพิซซ่า โดยศึกษาปริมาณผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งใส่ในแป้งพิซซ่าขนาด 5 นิ้ว ปริมาณ 25 กรัม นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที พบว่า มีคะแนนค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ส่วนปริมาณ 35 กรัม มีคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวม อยู่ในระดับความชอบปานกลาง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ของทั้ง 3 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.01$)

5.1.4 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

ผลจากการใช้ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งในอาหารพร้อมรับประทาน เมนูพิซซ่าขนาด 5 นิ้ว มาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุระหว่าง 41 – 50 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาตรี อาชีพนักเรียน/นักศึกษา และมีรายได้ต่อเดือน 10,001 – 15,000 บาท ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภค และทัศนคติต่อการบริโภคพิซซ่า ส่วนใหญ่นิยมทานพิซซ่า บริโภค 2 – 3 ครั้งต่อเดือน โดยให้เหตุผลในการบริโภคพิซซ่าว่ารสชาติอร่อย หาซื้อง่าย และสะดวกต่อการรับประทาน ถ้ามีโอกาสในการที่จะรับประทานพิซซ่าเลือกเป็นอาหารมื้อหลัก การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง คุณภาพทางประสาทสัมผัสมีคะแนนค่าเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ผู้บริโภคให้การยอมรับ และสนใจซื้อผลิตภัณฑ์

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ได้ข้อมูล ซึ่งเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวัตถุดิบเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร ผู้ศึกษามีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.2.1 ควรจะปรับปรุงลักษณะ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เพิ่มเติม

5.2.2 ควรศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารประเภทอื่น ๆ เช่น สเปรดชีส หรือดิปชีส

5.2.3 ควรพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการเสริมสารอาหาร หรือส่วนผสมอื่น ๆ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการอาหาร หรือมูลค่าของผลิตภัณฑ์

5.2.4 ควรเปลี่ยนกลุ่มผู้บริโภคในประเภทอื่น ๆ เช่น กลุ่มผู้สูงอายุ เพื่อกำหนดทิศทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ

5.2.5 ควรศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคให้สอดคล้องกับกลไกการตลาด และกลยุทธ์ทางการตลาดซึ่งอาจจะมีผลต่อการตัดสินใจซื้อ และเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ได้ต่อไปในอนาคต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เอกสารอ้างอิง

กรณ์กาญจน์ ภมรประวัติธนะ. (2552). มหัศจรรย์ทุเรียน ราชาของผลไม้. *หมอชาวบ้าน*, 31(362), 37-41.

กรรณิการ์ กุลยะณี. (2563). การประยุกต์ใช้แป้งและแป้งดัดแปรในผลิตภัณฑ์อาหาร. *Food focus Thailand,* 18(205), 58-60.

กฤษดา ศิรามพุช. (2557). 10 เรื่องควรรู้คู่ทุเรียน. https://mgronline.com/celebonline/detail/9570000055459

คลังเอกสารความรู้ กรมวิชาการเกษตร. (2562). วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว. https://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=2978

งานพัฒนาศูนย์ข้อมูล SMEs Knowledge Center. (2557). ความเข้าใจพื้นฐานเรื่องน้ำและน้ำแข็งสำหรับอาหารแช่แข็ง. https://www.sme.go.th/upload/mod_download/01-003%20อาหารแช่แข็ง.pdf

จารุวรรณ บางแวก. (2558). *รายงานผลงานวิจัยเรื่อง พัฒนาแป้งพืชศักยภาพให้เป็น modified starch*. https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2021/05/376-พัฒนาแป้งพืชศักยภาพให้เป็น-modified-starch.pdf

จีรศักดิ์ คำสุริย์, เมธาวี ชุณหวุฒิยานนท์ และดุจเดือน บุญสม. (2562). *โครงการศึกษาตลาดอาหารวีแกน (Vegan) เพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารไทย* (รายงานการวิจัย). อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร.

จี่หนาน SPARK IMP & EXP บจก. (2023). Hydroxypropyl Distarch ฟอสเฟตแป้งดัดแปลงอาหาร. https://th.sparkstarch.com/hydroxypropyl-distarch-phosphate-modified-food-starch-e1442.html

จุฑามาศ สุขดี, เทพกัญญา หาญศีลวัต และ นพรัตน์ ปราบสงบ. (2566). ผลของสารก่อเจลต่อคุณภาพบางประการของมอสซาเรลล่าชีสจากพืช. ใน *รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 61*. (หน้า 1080-1086). สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชมภูนุช เผื่อพิภพ. (2557). *เอกสารประกอบการสอนเทคโนโลยีนมและผลิตภัณฑ์.* โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ช้อนกลาง. (2562). *11 ประเภทชีส ที่คนรักชีสต้องรู้จัก.* https://www.chonklang.com/th/บทความ/11+ประเภทชีส+ที่คนรักชีสต้องรู้จัก-29/

ณิชชา แหลมเพ็ชร. (2565). *รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ทุเรียน ปี พ.ศ. 2559 – 2564.* หจก.ชุมพรการพิมพ์. https://www.doa.go.th/hc/chumphon/wp-content/uploads/2022/09/book-รายงานผลวิจัยทุเรียน.pdf

ทรงพล สมศรี. (2558). *โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ทุเรียน* (รายงานการวิจัย). กรมวิชาการเกษตร.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ธฤตา กิติศรีปัญญา. (2561). ผลิตภัณฑ์นมจากพืชกับการใช้บริโภคทดแทนนมวัว. https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/426/นมจากพืช/

นิรัช สุดสังข์. (2559). *ระเบียบวิธีวิจัยทางการออกแบบ*. โอเดียนสโตร์.

บุศรินทร์ ชนะคช, สุเจตน์ ชื่นชม และ ศศิธร นาคทอง. (2563). การศึกษาระดับเอนไซม์เรนเนทที่เหมาะสมต่อการผลิตมอสซาเรลล่าชีสจากน้ำนมโคและน้ำนมแพะ. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ*, 3(2), 81-86.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 209) พ.ศ. 2543 เรื่อง เนยแข็ง. (2544, 24 มกราคม). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. หน้า 86-89.

ปริศนา สุวรรณาภรณ์. (2561). *การดัดแปรสตาร์ชทางกายภาพและการประยุกต์ใช้ในอาหาร*. พรทรัพย์การพิมพ์.

ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา. (2555). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาเทคโนโลยีนมและผลิตภัณฑ์ [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

พัทธนันท์ ศรีม่วง, นิรมิต ภักดียิ่งยง และ สุวดา บุญรอด. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์โพรเซสชีสจากน้ำนมถั่วเหลือง กะทิ และกะทิธัญพืช. *วารสารคหเศรษฐศาสตร์*. 61(3), 31-43.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. (2562). Modified starch/สตาร์ชดัดแปร http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/502/starch-สตาร์ช

พิสิฐ วงศ์สง่าศรี. (2563). เทคโนโลยีการแช่เยือกแข็ง (Freezing Technology). https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20200529095802_1_file.pdf

พิสุทธิ หนักแน่น, ธีรารัตน์ อิทธิโสภณกุล และ พรรณทิพา เจริญไทยกิจ. (2558). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยแข็งชนิดเทียมจากข้าว Development of imitation cheese from rice* (รายงานการวิจัย). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เพชรินทร์ อยู่เป็นสุข และ เจริญชัย เอกมาไพศาล. (2561). ทัศนคติและพติกรรมของผู้บริโภคต่ออาหารประเภทฟู้ดทรัค กรณีศึกษาในตลาดนัดหัวมุม ถนนเกษตร-นวมินทร์ กรุงเทพมหานคร. *Thai Journals Online (ThaiJO)*, 14(1), 128–151.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2556). *การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). บริษัท วิสต้าอินเตอร์ปรินท์ จำกัด.

มนภัทร องค์สรณะคม, สุวรรณา สุภิมารส และ นินนาท ชินประหัษฐ์. (2552). การผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมจากแมคาเดเดเมียสกัดน้ำมัน. *ใน รายงานการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 12*. (1534-1544). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

แมนเนเจอร์. (2562). โปรตีนจากพืช VS โปรตีนจากสัตว์. https://www.mannature.com/blog/read/62

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

แม่บ้านตุรกี Asli in Kitchen. (2020, 7 กรกฎาคม). ทำเองได้ง่าย ๆ 15 นาทีเสร็จ สูตรมอสซาเรล่าชีส ยืด ๆ เยิ้ม ๆ โฮมเมดจ้า Home made mozzarella 2 ingredients. https://www.youtube.com/watch?v=mn7xeeCM8wY

วริศชนม์ นิลนนท์ และ กุลพร พุทธมี. (2562). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมทุเรียนไร้น้ำตาลด้วยการใช้สารให้ความหวานทดแทน* (รายงานการวิจัย). มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

วารินทร์ พิมพา และ นิทรา เนื่องจำนงค์. (2554). *การประยุกต์ใช้วัสดุเหลือทิ้งเม็ดทุเรียน เป็นแหล่งของแป้งเพื่อผลิตฟิล์มที่ย่อยสลายได้ และแคปซูลยาแบบแข็ง* (รายงานการวิจัย). คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศูนย์การเรียนรู้เพื่ออนุรักษ์ทุเรียนพื้นบ้านนนทบุรี. (2562). พันธุ์หมอนทอง. https://www.duriannon.com/13773341/พันธุ์หมอนทอง

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร. (2564). สินค้าส่งออกสำคัญของไทยตามโครงสร้างสินค้าส่งออกทั่วโลก. http://tradereport.moc.go.th/Report/Default.aspx?Report=MenucomRecode&ImExType=1&Lang=Th

สถาบันทรัพย์สินทางปัญญาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2560). *รายงานการวิเคราะห์แนวโน้มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร.* https://www.ipthailand.go.th/images/3534/web_01052018/Report_CHU/1_Food_Industries_final_12.9.2017_CHU.pdf

สมฤดี ไทพาณิชย์. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งชนิดอ่อนเสริมด้วยผงโปรตีนมะพร้าวเข้มข้น. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,* 28(12), 2173-2184.

สวิตรา ใบงิ้ว, นันทวัน เทอดไทย และพิสิฏฐ์ ธรรมวิถี. (2554). ผลของการเตรียมวัตถุดิบก่อนการอบแห้งแบบไมโครเวฟสุญญากาศต่อคุณภาพของทุเรียนแผ่น. ใน *รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร.* (หน้า 156-164). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2564). *สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2563* (เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 402). สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2566). *สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2565* (เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 401). สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2535). แป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร (มอก. 1073-2535). กระทรวงอุตสาหกรรม.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2561). *ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.* https://nutrition2.anamai.moph.go.th/th/thai-food-composition-table/download?id=61523&mid=31993&mkey=m_document&lang=th&did=18032

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). ส่องเส้นทางตลาดทุเรียนในภาคตะวันออก จากเกษตรกรสู่ล้งและสหกรณ์ เพื่อกระจายผลผลิต. https://www.oae.go.th/view/1/รายละเอียดข่าว/ข่าว%20สศก./30810/TH-TH

สุชานาถ ทิพย์จันทร์. (2565). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี]. http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4324/1/RMUTT-175917.pdf

สุรีย์ นานาสมบัติ. (2539). *เทคโนโลยีของนมและผลิตภัณฑ์นม.* สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อภิญญา เจริญกูล. (2558). เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์และนม [เอกสารประกอบการสอน]. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

อริสรา โพธิ์สนาม. (2549). *ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของเนยแข็งเทียมจากแป้งข้าวเจ้า.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์]. https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/BKN_GRAD/search_detail/result/155293

อศิรา เฟื่องฟูชาติ. (2560). กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของชีส. https://www.mtec.or.th/mat_sci_design_acti/cheese/

อัญญาวีร์ ปาริจกุล. (2558). *การใช้การพาสเจอร์ไรส์เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำยาง.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์]. https://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2015/TU_2015_5510030611_3125_2126.pdf

AH, J. & Tagalpallewar, G. (2017). Functional properties of mozzarella cheese for its end use application. *Journal of Food Science and Technology,* 54(12), 3766-3778.

AOAC. (1993). Official Method of Analysis. 16th ed. Virginia: The Association of Analysis Chemists.

AOAC. (2000). Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th Edition, AOAC International, Arlington.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

AOAC. (2019). Association of Official Chemists, Offcial Methods of Analysis. 21th ed. Washington, D.C.

Butt, N. A., Ali, T. M., & Hasnain, A. (2020). Development of rice starch-based casein and fat mimetics and its application in imitation mozzarella cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, *44*(12), e14928.

Bylund, G. (1995). Dairy processing handbook. Sweden: LP Gafiska AB.

Editorial Team, Food Focus Thailand Magazine. (2018). ข้อควรระวังในการเปลี่ยนแปลงของอาหารที่ผ่านการถนอมโดยการแช่แข็ง. *Food Focus Thailand*. 13(146), 80-84.

Edtguide. (2565). ยิ่งรู้จัก...ยิ่งรัก ชีส. https://www.edtguide.com/edtwithkids/432828/เที่ยวปากช่อง-เยี่ยม ๆ-มอง ๆ-โรงงานชีส

Encanto' Channel. (2020, 29 พฤศจิกายน). วิธีทำมอสซาเรลล่าชีส โฮมเมดแบบง่าย ๆ ชีสยืด ๆ, How to make Homemade Mozzarella Cheese. https://www.youtube.com/watch?v=3DEVRRuxPkA

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. (2017). Fundamentals of Cheese Science. Springer.

Joshi N.S., Muthukumarappan K., & Dave R.I.. (2004). Effect of Calcium on Microstructure and Meltability of Part Skim Mozzarella Cheese. Journal of Dairy Science. 87(7), 1975-1985. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70014-4

Maria Ahsan, Tahira Mohsin Ali and Abid Hasnain. (2024). Use of oxidized potato starch as simultaneous fat and casein replacer in analogue mozzarella cheese-I: Impact on rheological properties of cheese. *Food Hydrocolloids,* 146, 109192. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109192

Marshall Cavendish Business Information. (2024). อาหารพร้อมทานตอบโจทย์ไลฟ์สไตล์คนเมืองยุคนิวนอร์มอล. https://www.thaifoodbusiness.com/article/1697?section=Advertorials

Mounsey, John and O'Riordan, Dolores. (2008). Characteristics of imitation cheese containing native or modified rice starches. *Food Hydrocolloids,* 22(6), 1160-1169. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.06.014

MS RoamAround. (2021, 2 มิถุนายน). Easy Mozzarella recipe no rennet มอสซาเรลล่าชีส แค่ส่วนผสม 3 อย่างก็ยืดได้แล้ว กับคุณพ่อบ้านฝรั่ง. https://www.youtube.com/watch?v=JXxFE76eXZs

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Muzeyyen Burcu Kiziloz, Oznur Cumhur and Meral Kilic. (2009). Development of the structure of an imitation cheese with low protein content. *Food Hydrocolloids*. 23(6), 1596-1601. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.11.006

NALISA. (2021). ตลาดอาหารพร้อมทาน : Ready to Eat "คุณพร้อมทาน" หรือยัง ตลาดโตสุด ๆ. https://marketeeronline.co/archives/215350

Razali, S. N. M., Hamzah, M. H., Man, H. C., & Nor, M. Z. M. (2021). Converting durian-based traditional dessert into ready-to-eat durian stick through sausage technology application. Advances in *Agricultural and Food Research Journal*, 2(1). https://www.researchgate.net/publication/354818952_Converting_Durian-Based_Traditional_Dessert_into_Ready-To-Eat_Durian_Stick_through_Sausage_Technology_Application

Suchanart Thippayajan, Orawan Oupathumpanont and Sunan Parnsakhorn. (2024). Improving the Nutritional Value of Natural Cheese Analog Products Using Nam Dok Mai Mango. *Preventive Nutrition and Food Science.* 29(1), 63-69. https://doi.org/10.3746/pnf.2024.29.1.63

Sullivan, D.M. & Carpenter, D.E. (1993). Method of Analysis for Nutrition Labeling. Arlington, Association of Official Analytical Chemists International, Arlington.

Supeeraya Arsa, Angkana Wipatanawin, Rachit Suwapanich, Orachorn Makkerdchoo, Niphattha Chatsuwan, Pensiri Kaewthong, Praphan Pinsirodom, Ruchira Taprap, Ratiporn Haruenkit, Sumitra Poovarodom, Martyna Lubinska-Szczygeł, Elena Katrich and Shela Gorinstein. (2021). Properties of Different Varieties of Durian. Appl. Sci., 11(12), 5653. https://doi.org/10.3390/app11125653

Thomas, L. & Atwell, W. (2016). Starches: Structure, Functionality and Applications. Springer.

Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T.J. (2006). Dairy science and technology. 2nd ed. USA: Taylor & Francis Group, LLC.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามความต้องการของผู้บริโภค

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

ภาคผนวก ข สูตรพื้นฐานมอสซาเรลล่าชีส

สูตรมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

สูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

สูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

ภาคผนวก ค ภาพขั้นตอนการทำมอสซาเรลล่าชีส

ภาพขั้นตอนการทำมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

ภาพขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ภาพขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

ภาคผนวก ง หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

ภาคผนวก จ ใบรายงานผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

ภาคผนวก ก

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามความต้องการของผู้บริโภค

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบสอบถามความต้องการของผู้บริโภค
ดุษฎีนิพนธ์เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียน
ที่เหลือจากการตัดแต่ง

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้อยู่ในขั้นตอนการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส
2. แบบสอบถามฉบับนี้มุ่งตรวจสอบ เพื่อวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ (Item Objective Congruenc: IOC) ของแบบสอบถามและข้อเสนอแนะ ของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
3. แบบสอบถามฉบับนี้มีทั้งหมด 2 ตอน
   ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
   ตอนที่ 2 ความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียน
4. ขอความกรุณาท่านผู้เชี่ยวชาญ ช่วยพิจารณาร่างแบบสอบถามว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยเรื่องนี้หรือไม่ ด้วยการให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามในระบบ IOC โดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง
   เกณฑ์การให้คะแนนในระบบ IOC
   1) ให้ 1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
   2) ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
   3) ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา
5. ผู้วิจัยขอความกรุณาท่านผู้เชี่ยวชาญ ให้ข้อเสนอแนะหรือความคิดเห็นเพิ่มเติมในประเด็นที่ยังไม่สมบูรณ์โดยการเขียนข้อเสนอแนะไว้ท้ายข้อความนั้นๆ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านมานโอกาสนี้

นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย
นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ หน้าคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริง

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ : โปรดพิจารณาว่าข้อความเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1	เพศ				
2	อายุ				
3	การศึกษา				
4	อาชีพ				
5	รายได้ต่อเดือน				

ตอนที่ 2 ความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียน

คำชี้แจงสำหรับผู้เชี่ยวชาญ : โปรดพิจารณาว่าข้อความเกี่ยวกับความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1	ท่านบริโภคผลิตภัณฑ์เหล่านี้หรือไม่				
1.1	รับประทานเนยแข็ง				
1.2	รับประทานทุเรียน				
1.3	ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม				
1.4	อาหารพร้อมรับประทาน				
2	ถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนจำหน่ายท่านสนใจที่จะทดลองบริโภคหรือไม่				
3	เนยแข็งที่ดีควรเป็นอย่างไร				
4	ถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนจำหน่ายในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทาน (Ready to Eat Food) ท่านสนใจอาหารชนิดใด				

ข้อ	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
5	ถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนจำหน่ายในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทาน				
6	ถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนจำหน่ายในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทาน ท่านสนใจแบบไหน				
7	ระดับความสำคัญที่มีผลต่อการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม				
7.1	สี				
7.2	กลิ่น				
7.3	รสชาติ				
7.4	เนื้อสัมผัส				
7.5	องค์ประกอบในส่วนผสม				
7.6	คุณค่าทางโภชนาการ				
7.7	บรรจุภัณฑ์/ฉลาก				
7.8	ราคา				
7.9	ความสะดวกในการซื้อผลิตภัณฑ์				

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามความต้องการของผู้บริโภค

ดุษฎีนิพนธ์เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียน
ที่เหลือจากการตัดแต่ง

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยสำหรับการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียน ซึ่งผลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อในรูปแบบเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมอาหาร

คำชี้แจง แบบสอบถามการวิจัยฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียน

ข้อมูลที่ได้รับจากการตอบแบบสอบถามจะเป็นข้อมูลสำคัญซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้ โปรดตอบแบบสอบถามทุกข้อตามความเป็นจริง ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ท่านตอบไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น โดยนำเสนอข้อมูลในภาพรวมซึ่งจะไม่มีผลทำให้ท่านได้รับความเสียหายใดๆ ทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านในการให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้

นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย
นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ หน้าคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริง)

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ☐ ไม่เกิน 20 ปี ☐ 21 – 30 ปี
☐ 31 - 40 ปี ☐ 41 – 50 ปี
☐ 51 – 60 ปี ☐ 61 ปี ขึ้นไป

3. การศึกษา ☐ อนุปริญญา/ปวส. ☐ ปริญญาตรี
☐ ปริญญาโท ☐ ปริญญาเอก

4. อาชีพ ☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ รับราชการ
☐ พนักงานมหาวิทยาลัย/พนักงานของรัฐ ☐ รัฐวิสาหกิจ
☐ พนักงานบริษัท ☐ อาชีพอิสระ
☐ แม่บ้าน/พ่อบ้าน ☐ ข้าราชการบำนาญ
☐ ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ☐ อื่นๆ.....

5. รายได้ต่อเดือน ☐ ไม่เกิน 10,000 บาท ☐ 10,001 - 20,000 บาท
☐ 20,001 - 30,000 บาท ☐ 30,001 - 40,000 บาท
☐ 40,001 - 50,000 บาท ☐ 50,001 บาท ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความสนใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

1. ท่านบริโภคผลิตภัณฑ์เหล่านี้หรือไม่
   1.1 รับประทานเนยแข็ง ☐ ชอบ ☐ ไม่ชอบ
   ถ้าท่านเคยบริโภคเนยแข็งอะไรบ้าง โปรดระบุ.....
   1.2 รับประทานทุเรียน ☐ ชอบ ☐ ไม่ชอบ
   ถ้าท่านเคยบริโภคทุเรียนสายพันธุ์อะไร โปรดระบุ.....
   1.3 ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม ☐ เคย ☐ ไม่เคย
   ถ้าท่านเคยบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบนมอะไรบ้าง โปรดระบุ.....
   1.4 อาหารพร้อมรับประทาน ☐ เคย ☐ ไม่เคย

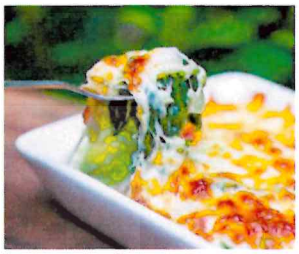
2. ถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนจำหน่ายท่านสนใจที่จะตัดสินใจบริโภคหรือไม่ ☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ

3. ถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนจำหน่ายในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทาน ท่านสนใจที่จะทดลองบริโภคหรือไม่
   ☐ สนใจ ☐ ไม่สนใจ

4. ถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งจำหน่ายในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทาน (Ready to Eat Food) ท่านสนใจอาหารชนิดใด

☐ มักกะโรนีอบชีส

☐ ผักโขมอบชีส



☐ พิซซ่า

☐ ลาซานญ่า

☐ อื่นๆ.....

เพราะเหตุใดท่านสนใจอาหารพร้อมรับประทานที่เลือก.....

5. ถ้ามีผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งจำหน่ายในรูปแบบอาหารพร้อมรับประทาน ท่านสนใจแบบไหน

☐ อาหารแช่เย็น ☐ อาหารแช่แข็ง

6. ระดับความสำคัญที่มีผลต่อการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของท่าน) โดยกำหนดระดับความสำคัญ แบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่

5 คะแนน หมายถึง มากที่สุด
4 คะแนน หมายถึง มาก
3 คะแนน หมายถึง ปานกลาง
2 คะแนน หมายถึง น้อย
1 คะแนน หมายถึง น้อยที่สุด

ปัจจัยการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม	ความคิดเห็น				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. สี					
2. กลิ่น					
3. รสชาติ					

ปัจจัยการเลือกบริโภค ผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม	ความคิดเห็น				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
4. เนื้อสัมผัส					
5. องค์ประกอบในส่วนผสม					
6. คุณค่าทางโภชนาการ					
7. บรรจุภัณฑ์/ฉลาก					
8. ราคา					
9. ความสะดวกในการซื้อผลิตภัณฑ์					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชุดที่.....

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ มอสซาเรลล่าชีส **วันที่**.....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส	รหัส	รหัส
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คณะผู้จัดทำ

ชุดที่.....

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ มอสซาเรลล่าชีสทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง **วันที่**.....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง			
	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คณะผู้จัดทำ

ชุดที่.....

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

วันที่.....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง			
	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คณะผู้จัดทำ

ชุดที่.....

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ พิซซ่าจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

วันที่.....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส	รหัส	รหัส
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คณะผู้จัดทำ

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

ดุษฎีนิพนธ์เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยสำหรับการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสูตรอาหารพร้อมรับประทานจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ซึ่งผลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อในรูปแบบเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมอาหาร

คำชี้แจง แบบสอบถามการวิจัยฉบับนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลพฤติกรรมการบริโภค และทัศนคติต่อการบริโภคพิซซ่า

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลพฤติกรรมการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

ข้อมูลที่ได้รับจากการตอบแบบสอบถามจะเป็นข้อมูลสำคัญซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้ โปรดตอบแบบสอบถามทุกข้อตามความเป็นจริง ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ท่านตอบไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น โดยนำเสนอข้อมูลในภาพรวมซึ่งจะไม่มีผลทำให้ท่านได้รับความเสียหายใดๆ ทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านในการให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้

นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย
นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ หน้าคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริง)

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ☐ ไม่เกิน 20 ปี ☐ 21 – 30 ปี
☐ 31 - 40 ปี ☐ 41 – 50 ปี
☐ 51 – 60 ปี

3. การศึกษา ☐ มัธยมศึกษา/เทียบเท่า ☐ อนุปริญญา/ปวส.
☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท
☐ ปริญญาเอก

4. อาชีพ ☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ
☐ พนักงานมหาวิทยาลัย/พนักงานของรัฐ ☐ พนักงานบริษัท
☐ อาชีพอิสระ ☐ ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว

5. รายได้ต่อเดือน ☐ ไม่เกิน 10,000 บาท ☐ 10,001 - 20,000 บาท
☐ 20,001 - 30,000 บาท ☐ 30,001 - 40,000 บาท
☐ 40,001 - 50,000 บาท ☐ 50,001 บาท ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภค และทัศนคติต่อการบริโภคพิซซ่า

1. ท่านชอบบริโภคผลิตภัณฑ์พิซซ่าหรือไม่
☐ ชอบ ☐ ไม่ชอบ

2. ท่านบริโภคผลิตภัณฑ์พิซซ่ากี่ครั้งต่อเดือน
☐ น้อยกว่า 2 ครั้ง ☐ 2 – 3 ครั้ง
☐ 4 - 5 ครั้ง ☐ มากกว่า 5 ครั้ง

3. เหตุผลที่ท่านเลือกซื้อพิซซ่ามาบริโภค (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
☐ รสชาติอร่อย ☐ ราคาถูก
☐ หาซื้อง่าย ☐ หลากหลายเมนู
☐ สะดวกในการรับประทาน

4. โอกาสในการที่ท่านจะรับประทานพิซซ่า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
☐ เมื่อรู้สึกอยากรับประทาน ☐ รับประทานเป็นอาหารว่าง
☐ รับประทานเป็นอาหารมื้อหลัก ☐ อื่นๆ.....

5. ระดับความพึงพอใจในแต่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง
(โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของท่าน) โดยกำหนดระดับความพึงพอใจ แบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่

5 คะแนน หมายถึง มากที่สุด
4 คะแนน หมายถึง มาก
3 คะแนน หมายถึง ปานกลาง
2 คะแนน หมายถึง น้อย
1 คะแนน หมายถึง น้อยที่สุด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความพึงพอใจ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. ลักษณะที่ปรากฏ					
2. สี					
3. กลิ่น					
4. รสชาติ					
5. เนื้อสัมผัส					
6. ความชอบโดยรวม					

ตอนที่ 3 ข้อมูลพฤติกรรมการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

1. ท่านยอมรับอาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งหรือไม่

☐ ยอมรับ ☐ ไม่ยอมรับ

2. ท่านสนใจซื้ออาหารพร้อมรับประทานเมนูพิซซ่าจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่งมาวางจำหน่ายหรือไม่

☐ ซื้อ ☐ ไม่แน่ใจ
☐ ไม่ซื้อ

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข

สูตรพื้นฐานมอสซาเรลล่าชีส
สูตรมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง
สูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส
สูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

มอสซาเรลล่าชีส (สูตรที่ 1)

ส่วนผสม

น้ำนมวัวดิบ	2,000	กรัม
น้ำส้มสายชู	110	กรัม
เกลือ	6.50	กรัม

วิธีทำ

1. นำน้ำนมวัวดิบ ตั้งไฟอ่อนให้ได้อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ปิดไฟ
2. เติมน้ำส้มสายชู คนให้เข้ากัน ปิดฝาพักไว้ 1 นาที
3. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยืดชีส
4. เติมเกลือลงในน้ำเวย์ตั้งไฟอ่อน ให้ได้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปิดไฟใส่ก้อนชีส แช่ก้อนชีส 5 วินาที
5. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยืดชีส แช่ก้อนชีสในน้ำเวย์ 3 รอบ ปั้นเป็นก้อนชีส
6. แช่น้ำเย็นผสมน้ำแข็ง 3 นาที

ที่มา: MS RoamAround (2021)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มอสซาเรลล่าชีส (สูตรที่ 2)

ส่วนผสม

น้ำนมวัวดิบ	1,500	กรัม
น้ำส้มสายชู	120	กรัม
เกลือ	6.50	กรัม

วิธีทำ

1. นำน้ำนมวัวดิบ ตั้งไฟอ่อนให้ได้อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส ปิดไฟ
2. เติมน้ำส้มสายชู คนให้เข้ากัน ปิดฝาพักไว้ 3 นาที
3. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยืดชีส
4. เติมเกลือลงในน้ำเวย์ตั้งไฟอ่อน ให้ได้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปิดไฟใส่ก้อนชีส แช่ก้อนชีส 3 นาที
5. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยืดชีส แช่ก้อนชีสในน้ำเวย์ 3 รอบ ปั้นเป็นก้อนชีส
6. แช่น้ำเย็นผสมน้ำแข็ง 3 นาที

ที่มา: แม่บ้านตุรกี Asli in Kitchen (2020)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มอสซาเรลล่าชีส (สูตรที่ 3)

ส่วนผสม

น้ำนมวัวดิบ	3,800	กรัม
น้ำสะอาด	110	กรัม
กรดซิตริก	7.50	กรัม
เรนเนท	0.83	กรัม
เกลือ	3	กรัม

วิธีทำ

7. ละลายกรดซิตริกในน้ำสะอาด 55 กรัม
8. ละลายเรนเนทในน้ำสะอาด 55 กรัม
9. ผสมน้ำนมวัวดิบกับกรดซิตริกที่ละลาย ตั้งไฟอ่อนให้ได้อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ปิดไฟ
10. เติมเรนเนทที่ละลาย คนให้เข้ากัน ปิดฝาพักไว้ 10 นาที
11. ตัดเคิร์ด ขนาด 1*1 นิ้ว ตั้งไฟอ่อน ให้ได้อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ปิดไฟพักไว้ 3 นาที
12. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยืดชีส
13. เติมเกลือลงในน้ำเวย์ตั้งไฟอ่อน ให้ได้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ปิดไฟใส่ก้อนชีส แช่ก้อนชีส 1 นาที
14. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยืดชีส แช่ก้อนชีสในน้ำเวย์ 2 รอบ ปั้นเป็นก้อนชีส

ที่มา: Encanto' Channel (2020)

สูตรมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ร้อยละ 10

ส่วนผสม

น้ำนมวัวดิบ	1,500	กรัม
น้ำส้มสายชู	120	กรัม
เกลือ	6.50	กรัม
เนื้อทุเรียน	150	กรัม

วิธีทำ

1. นำน้ำนมวัวดิบ ตั้งไฟอ่อนให้ได้อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส ปิดไฟ
2. เติมน้ำส้มสายชู และเนื้อทุเรียนคนให้เข้ากัน ปิดฝาพักไว้ 3 นาที
3. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยีดชีส
4. เติมเกลือลงในน้ำเวย์ตั้งไฟอ่อน ให้ได้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปิดไฟใส่ก้อนชีส แช่ก้อนชีส 3 นาที
5. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยีดชีส แช่ก้อนชีสในน้ำเวย์ 3 รอบ ปั้นเป็นก้อนชีส
6. แช่น้ำเย็นผสมน้ำแข็ง 3 นาที

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ส่วนผสม

แป้งดัดแปร	150	กรัม
น้ำสะอาด	600	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมแป้งดัดแปร และน้ำสะอาด คนให้แป้งละลาย
2. ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จับตัวเป็นก้อน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง ร้อยละ 75

ส่วนผสม

แป้งดัดแปร	150	กรัม
น้ำสะอาด	600	กรัม
เกลือ	6.50	กรัม
เนื้อทุเรียน	112.50	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมแป้งดัดแปร และน้ำสะอาด คนให้แป้งละลาย
2. ใส่เนื้อทุเรียน และเกลือ คนให้ละลาย
3. ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จับตัวเป็นก้อน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ภาคผนวก ค

ภาพขั้นตอนการทำมอสซาเรลล่าชีส

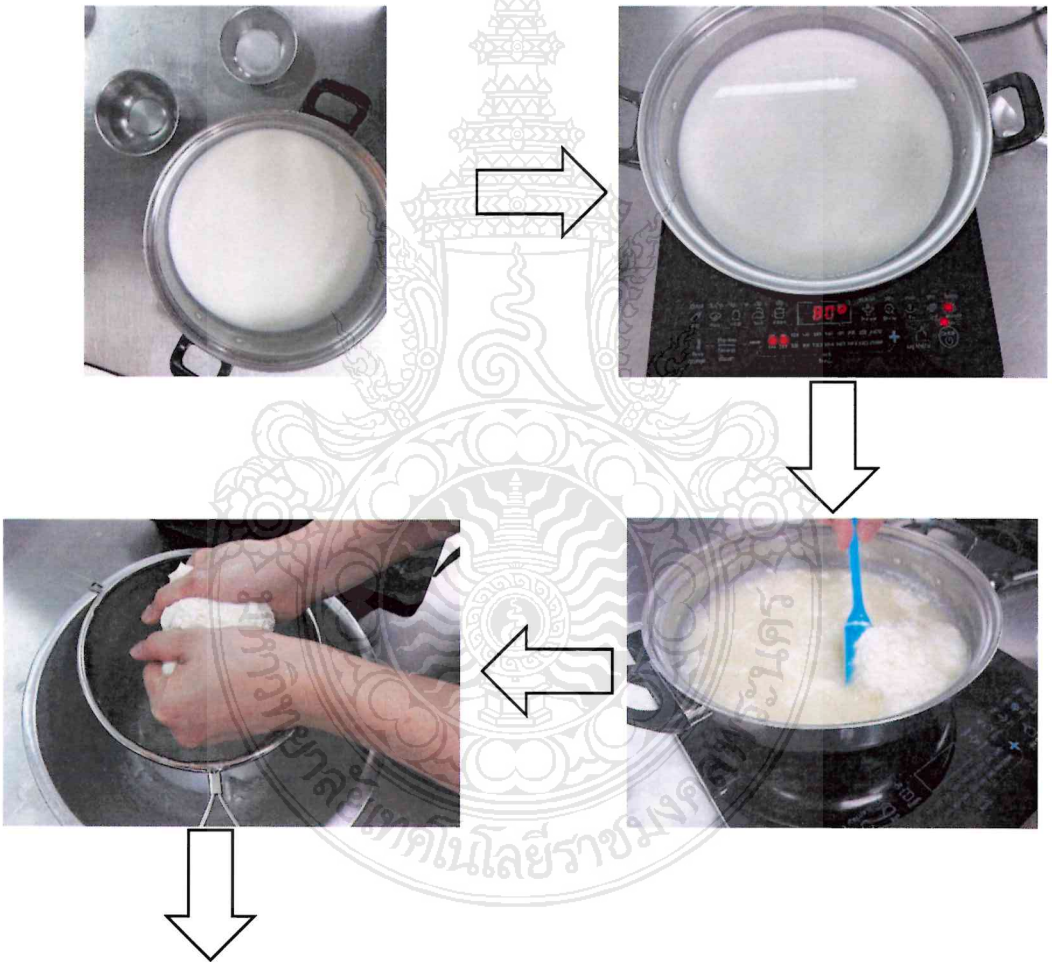
ภาพขั้นตอนการทำมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

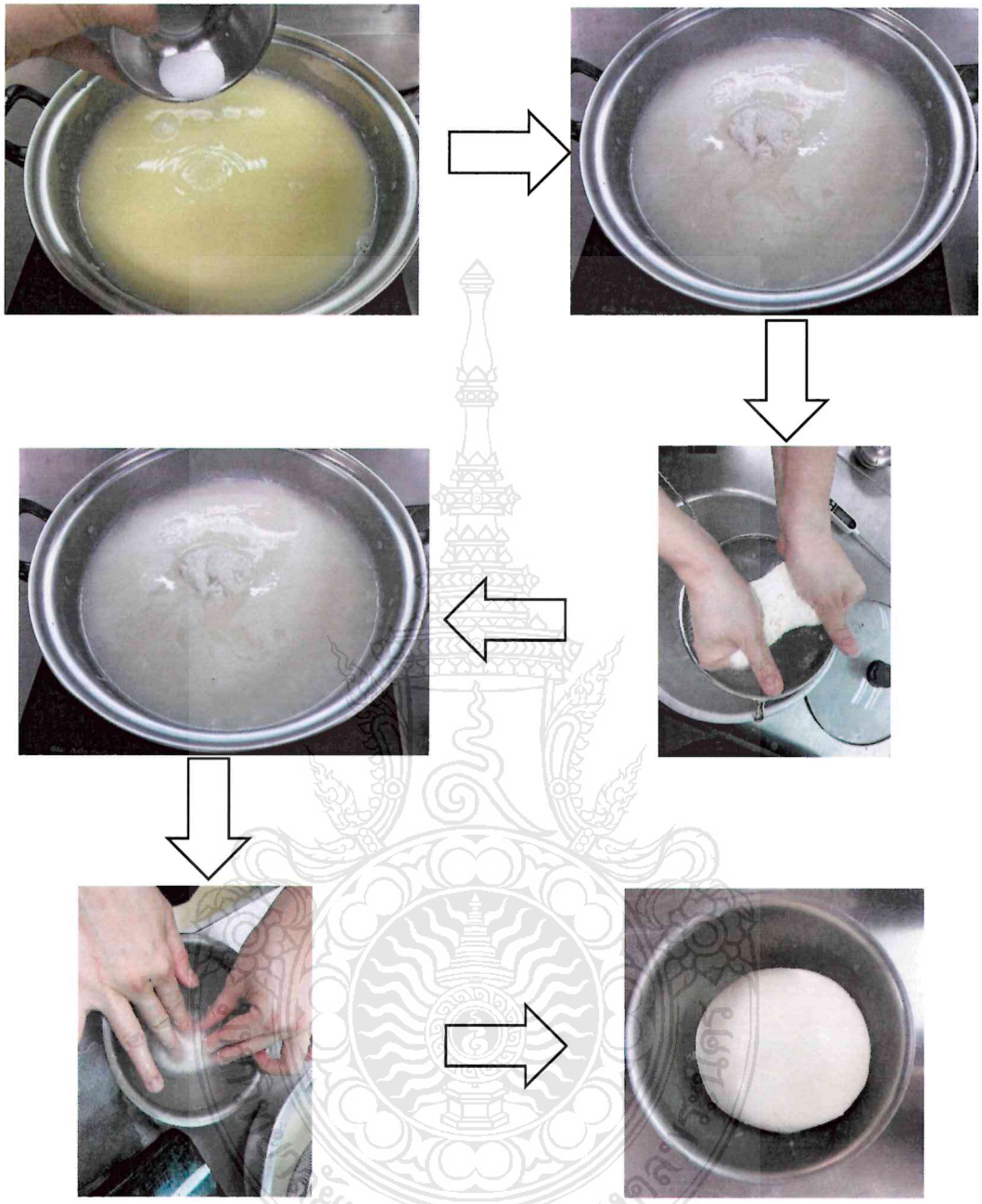
ภาพขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ภาพขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

ขั้นตอนการทำมอสซาเรลล่าชีส

1. เตรียมส่วนผสม
2. นำน้ำนมวัวดิบ ตั้งไฟอ่อนให้ได้อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส ปิดไฟ
3. เติมน้ำส้มสายชู คนให้เข้ากัน ปิดฝาพักไว้ 3 นาที
4. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยืดชีส
5. เติมเกลือลงในน้ำเวย์ตั้งไฟอ่อน ให้ได้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
6. ปิดไฟใส่ก้อนชีส แช่ก้อนชีส 3 นาที
7. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยืดชีส แช่ก้อนชีสในน้ำเวย์ 3 รอบ ปั้นเป็นก้อนชีส
8. แช่น้ำเย็นผสมน้ำแข็ง 3 นาที

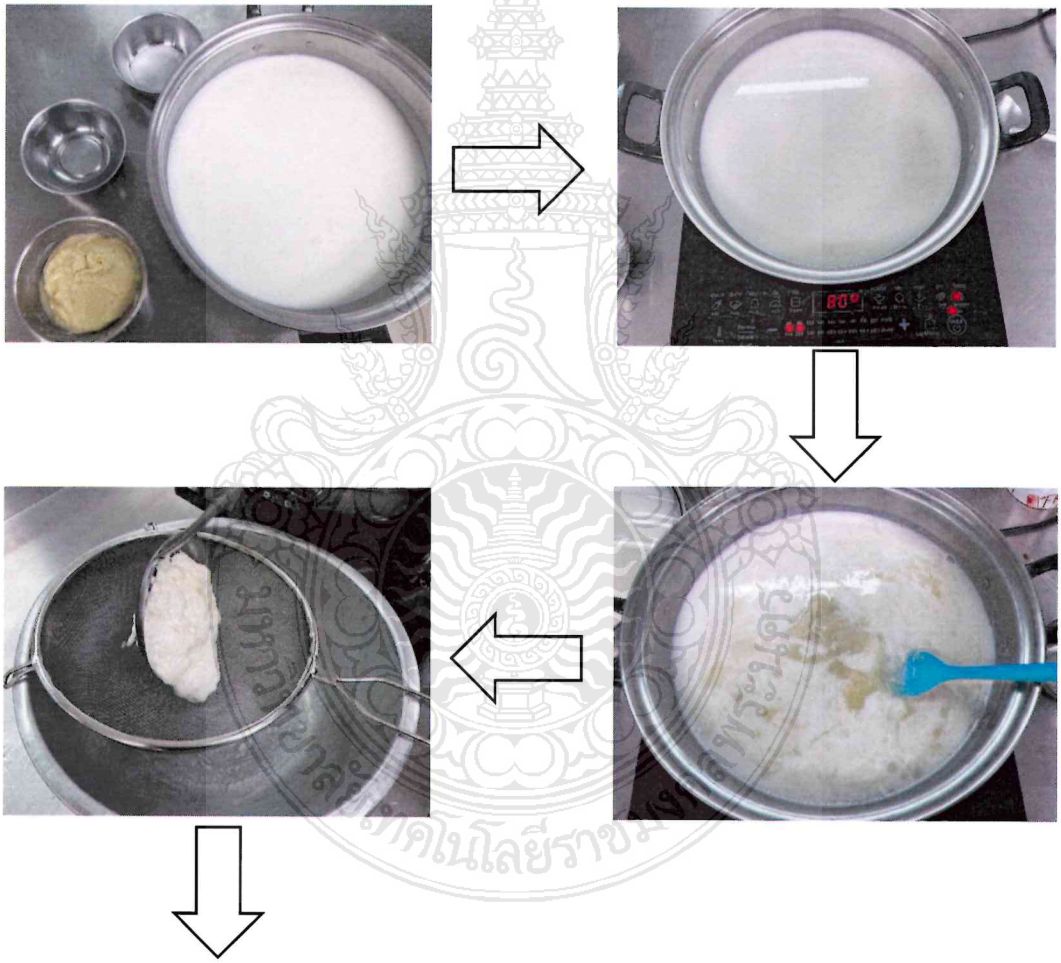


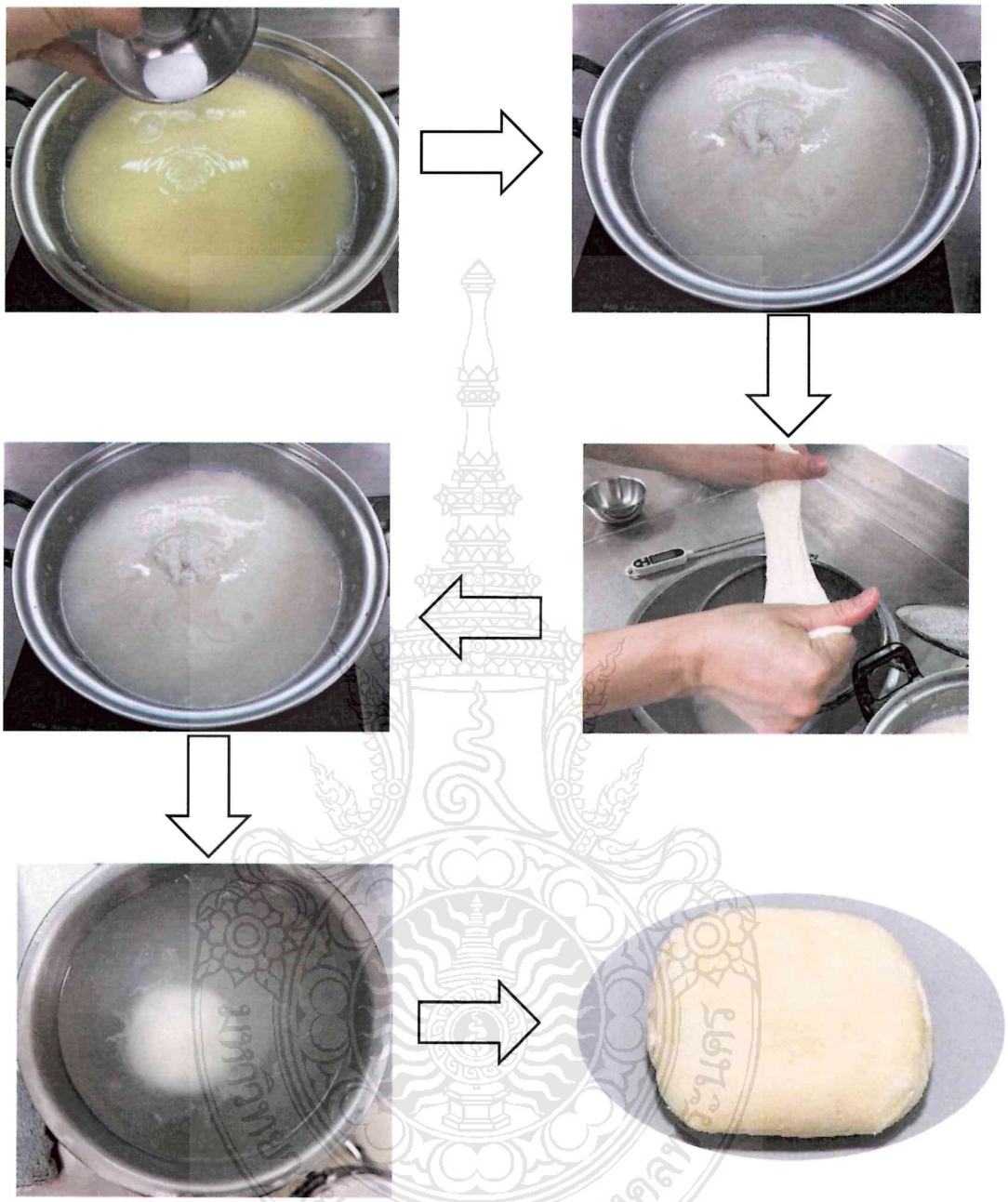


ภาพที่ ค.1 วิธีการทำมอสซาเรลล่าชีส

ขั้นตอนการทำมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

1. เตรียมส่วนผสม
2. นำน้ำนมวัวดิบ ตั้งไฟอ่อนให้ได้อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส ปิดไฟ
3. เติมน้ำส้มสายชู และเนื้อทุเรียนคนให้เข้ากัน ปิดฝาพักไว้ 3 นาที
4. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยืดชีส
5. เติมเกลือลงในน้ำเวย์ตั้งไฟอ่อน ให้ได้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
6. ปิดไฟใส่ก้อนชีส แช่ก้อนชีส 3 นาที
7. ตักชีสขึ้นจากน้ำเวย์ บีบน้ำเวย์ออก ยืดชีส แช่ก้อนชีสในน้ำเวย์ 3 รอบ ปั้นเป็นก้อนชีส
8. แช่น้ำเย็นผสมน้ำแข็ง 3 นาที

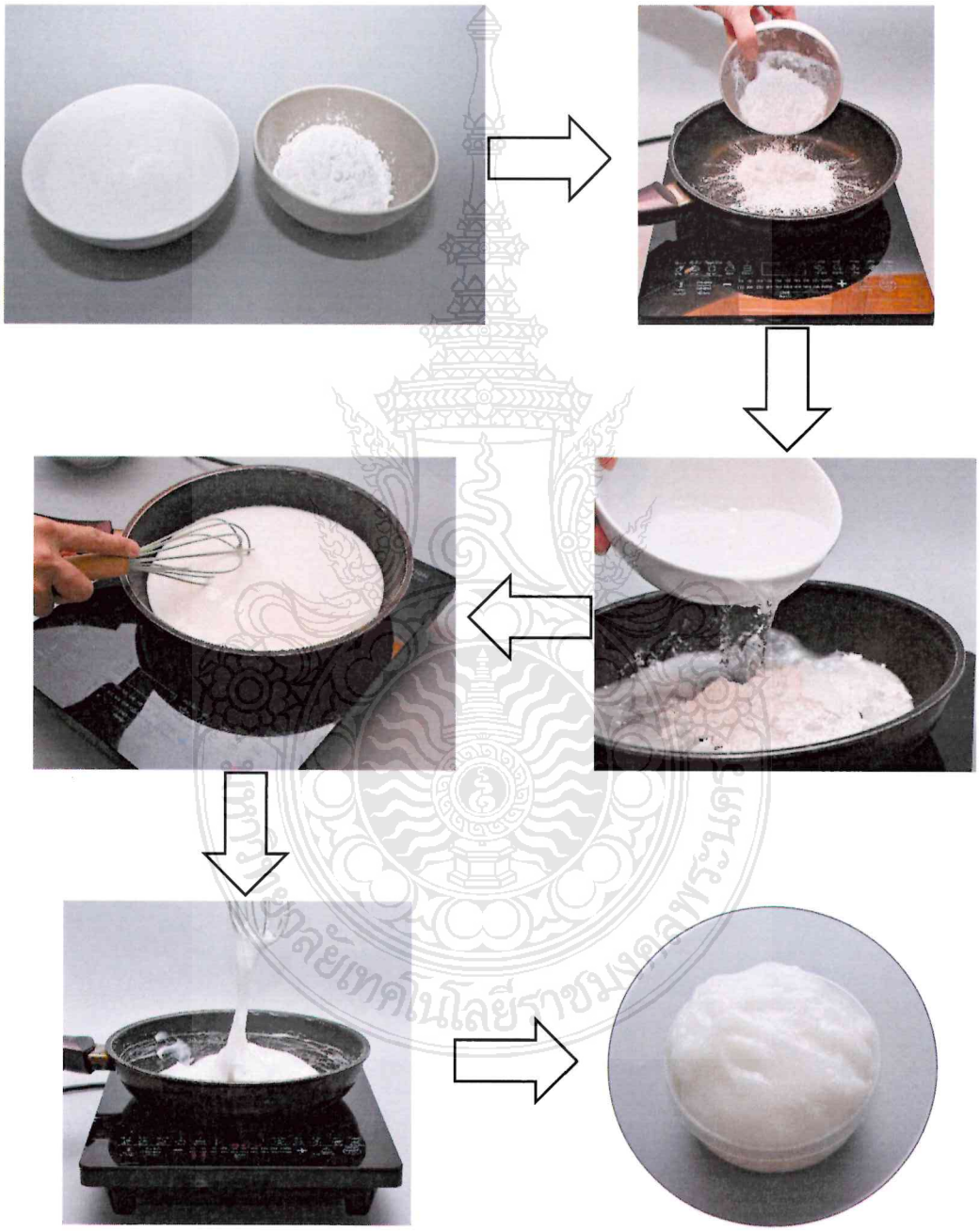




ภาพที่ ค.2 วิธีการทำมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน

ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

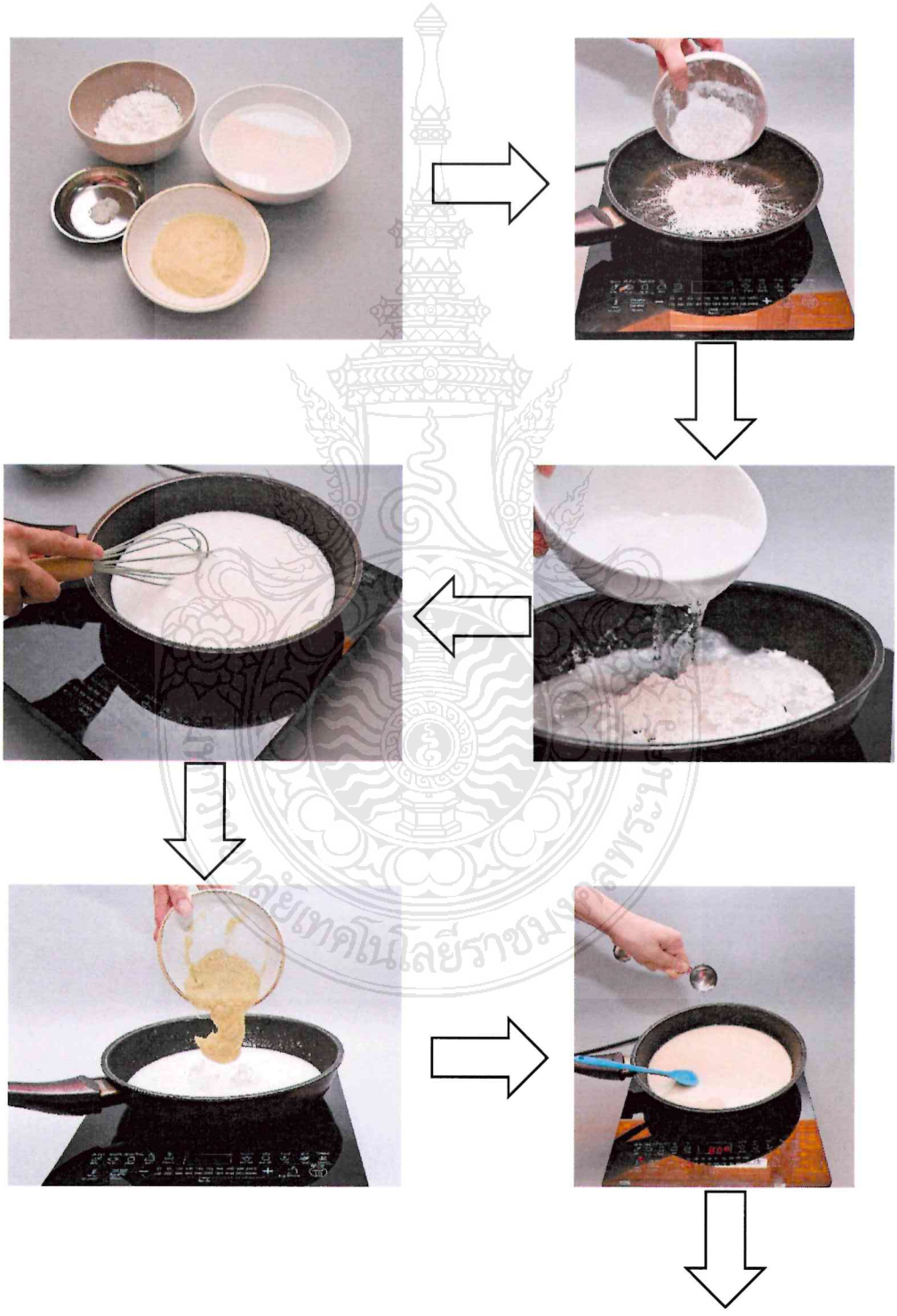
1. เตรียมส่วนผสม
2. ผสมแป้งดัดแปร และน้ำสะอาด คนให้แป้งละลาย
3. ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จับตัวเป็นก้อน

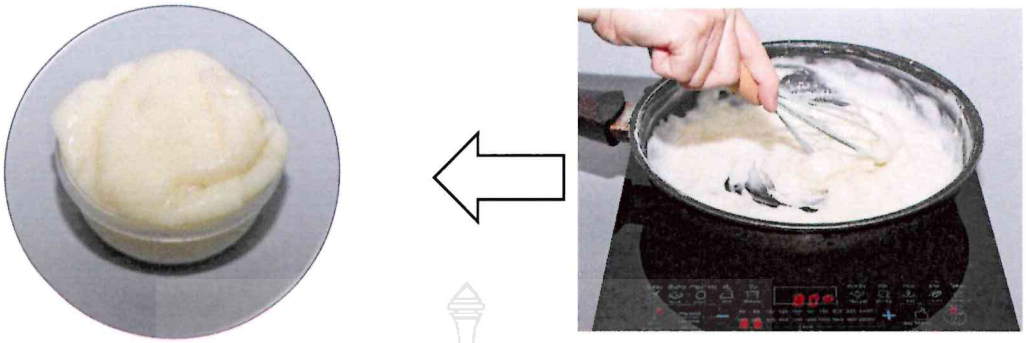


ภาพที่ ค.3 วิธีการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีส

ขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง

1. เตรียมส่วนผสม
2. ผสมแป้งดัดแปร และน้ำสะอาด คนให้แป้งละลาย
3. ใส่เนื้อทุเรียน และเกลือ คนให้ละลาย
4. ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จับตัวเป็นก้อน





ภาพที่ ค.4 วิธีการทำผลิตภัณฑ์เลียนแบบมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน

ภาคผนวก ง

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

ที่ อว ๐๖๕๒.๐๓/๑๖๑๒

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๖๘ ถนนศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๑๑ เมษายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.วรพล อิทธิคเณศร

ด้วย นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ กำลังดำเนินการทำดุษฎีนิพนธ์ ในหัวข้อ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และคุณสมบัติเหมาะสม จึงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัยให้กับ นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล)
รักษาราชการแทนคณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์
โทร. ๐ ๒๖๖๕ ๓๗๗๗ ต่อ ๘๒๖๒-๔
โทรสาร ๐ ๒๖๖๕ ๓๘๐๐
หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อนักศึกษา หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘ ๙๖๐๔ ๘๑๕๙

ที่ อว ๐๖๕๒.๐๓/๑๖๑๓

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๖๘ ถนนศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๑๑ เมษายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณชณา วสุวัต

ด้วย นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ กำลังดำเนินการทำดุษฎีนิพนธ์ ในหัวข้อ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และคุณสมบัติเหมาะสม จึงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัยให้กับ นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล)
รักษาราชการแทนคณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์
โทร. ๐ ๒๖๖๕ ๓๗๗๗ ต่อ ๘๒๖๒-๔
โทรสาร ๐ ๒๖๖๕ ๓๘๐๐
หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อนักศึกษา หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘ ๙๖๐๔ ๘๑๕๙

ที่ อว ๐๖๕๒.๐๓/๑๖๑๔

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๖๘ ถนนศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๑๑ เมษายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณรวีกานต์ ทักขิญเสถียร

ด้วย นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ กำลังดำเนินการทำดุษฎีนิพนธ์ ในหัวข้อ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และคุณสมบัติเหมาะสม จึงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัยให้กับ นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล)
รักษาราชการแทนคณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์
โทร. ๐ ๒๖๖๕ ๓๗๗๗ ต่อ ๘๒๖๒-๔
โทรสาร ๐ ๒๖๖๕ ๓๘๐๐
หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อนักศึกษา หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘ ๙๖๐๔ ๘๑๕๙

ที่ อว ๐๖๕๒.๐๓/๑๖๑๕

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๖๘ ถนนศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

๑๑ เมษายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารยา เชาว์เรืองฤทธิ์ คณบดีคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ด้วย นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ กำลังดำเนินการทำดุษฎีนิพนธ์ ในหัวข้อ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ พิจารณาเห็นว่า **ดร.นัฐวงค์ เฟื่องไพบูลย์** บุคลากรในสังกัดของท่าน ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และคุณสมบัติเหมาะสม จึงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัยให้กับ นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล)
รักษาราชการแทนคณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์
โทร. ๐ ๒๖๖๕ ๓๗๗๗ ต่อ ๘๒๖๒-๔
โทรสาร ๐ ๒๖๖๕ ๓๘๐๐
หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อนักศึกษา หมายเลขโทรศัพท์ ๐๘ ๙๖๐๔ ๘๑๕๙

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร โทร ๐ ๒๖๖๕ ๓๗๗๗ ต่อ ๘๒๖๒-๔

ที่ อว ๐๖๕๒.๐๓/๑๖๑๖ **วันที่** ๑๑ เมษายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์

ด้วย นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ กำลังดำเนินการทำดุษฎีนิพนธ์ ในหัวข้อ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนยแข็งจากทุเรียนที่เหลือจากการตัดแต่ง โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนภพ โสตรโยม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และคุณสมบัติเหมาะสม จึงขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเครื่องมือวิจัยให้กับ นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อพิจารณา

(นางปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล)
รักษาราชการแทนคณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ภาคผนวก จ

ใบรายงานผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

บริษัท เอี่ยมเฮง โมดิฟาย สตาร์ช จำกัด
EIAMHENG MODIFIED STARCH CO., LTD.
88 หมู่ 12 ตำบลกุดโบสถ์ อำเภอเฉิงสาง จังหวัดนครราชสีมา 30330 โทรศัพท์ +66(0)4445-7040-42 โทรสาร +66(0)4445-7496
88 Vlg.no. 12, Kutbot, Soengsang, Nakhon Ratchasima, 30330, Thailand, Tel: +66(0)4445-7040-42 Fax: +66(0)4445-7496

EIAMHENG MODIFIED

Certificate of Analysis

Product Name : EHELASTIC 20

Customer Name :

Date: June 2, 2023

SO No:

DO No:

Remark: Page 1/1

Batch No.	MFG. Date	BB. Date	Parameters								Qnty (MT)
			Appearance (1)	Moisture content (2)	Ash content (3)	pH value (4)	Whiteness (5)	SO_2 (6)	Viscosity (7)	Degree of Substitution (8)	
2304M20103	29/04/23	29/04/25	White powder	11.69	0.07	5.14	92.9	ND	887	0.025	
Standard Value											
										Total	0.000

Methods Applied for above parameters:-

(1) Visual test

(2) 5g / 130°C / constant wt. (%)

(3) Incinerated at 550°C (%)

(4) 20g starch / 80g H_2O

(5) Whiteness meter - Kett (%)

(6) Modified Monier - Williams (ppm)

(7) Brabender Viscograph, 6.00% solid, at peak (BU)

(8) Titration

Remark : ND for Not Detected

Reported By:..... (Supaporn Ruttanaprem)

Approved By:..... (Wadcharakorn Intharabut)

FM-QC-03/06 Rev : 03

บริษัท เอี่ยมเฮง โมดิฟาย สตาร์ช จำกัด
EIAMHENG MODIFIED STARCH CO., LTD.
88 หมู่ 12 ตำบลกุดโบสถ์ อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา 30330 โทรศัพท์ +66(0)4445-7040-42 โทรสาร +66(0)4445-7496
88 Vlg.no. 12, Kutbot, Soengsang, Nakhon Ratchasima, 30330, Thailand. Tel: +66(0)4445-7040-42 Fax: +66(0)4445-7496

EIAMHENG MODIFIED

Certificate of Analysis

Product Name: SPT 3HV

Customer Name:

Remark: Page 1/1

Date: June 2, 2023

SO No:

DO No:

Batch No.	MFG. Date	BB. Date	Parameters							Qnty (MT)
			Appearance (1)	Moisture content (2)	Ash content (3)	pH Value (4)	Whiteness (5)	SO_2 (6)	Viscosity (7)	
2303M20112	02/04/23	02/04/25	White powder	11.21	0.22	6.20	93.5	ND	416	
Standard Value										
									Total	0.000

Methods Applied for above parameters:-

(1) Visual test

(2) 5 g / 130 °C / constant wt. (%)

(3) Incinerated at 550 °C (%)

(4) 20g starch / 80g H_2O

(5) Whiteness meter - Kett (%)

(6) Modified Monier - Williams (ppm)

(7) Brabender Viscograph, 6.25% solid, at 95 °C (BU)

Remark : ND for Not Detected

Reported By:..... (Supaporn Ruttanprem)

Approved By:..... (Wadcharakorn Intharabut)

FM-QC-03/06 Rev : 03

บริษัท เอี่ยมเฮง โมดิฟาย สตาร์ช จำกัด
EIAMHENG MODIFIED STARCH CO., LTD.
88 หมู่ 12 ตำบลกุดโบสถ์ อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา 30330 โทรศัพท์ +66(0)4445-7040-42 โทรสาร +66(0)4445-7496
88 Vlg.no. 12, Kutbot, Soengsang, Nakhon Ratchasima, 30330, Thailand. Tel: +66(0)4445-7040-42 Fax: +66(0)4445-7496

EIAMHENG MODIFIED

Certificate of Analysis

Product Name: SPE 902 Date: June 12, 2023

Customer Name: SO No:

DO No:

Remark: Page 1/1

Batch No.	MFG. Date	BB. Date	Parameters							Qnty (MT)
			Appearance (1)	Moisture content (2)	Ash content (3)	pH Value (4)	Whiteness (5)	SO_2 (6)	Viscosity (7)	
2208M20014	05/08/22	05/08/24	White powder	11.55	0.22	6.10	95.0	ND	826	
Standard Value										
									Total	0.000

Methods Applied for above parameters:-

(1) Visual test

(2) 5 g / 130 °C / constant wt. (%)

(3) Incinerated at 550 °C (%)

(4) 20g starch / 80g H_2O

(5) Whiteness meter - Kett (%)

(6) Modified Monier - Williams (ppm)

(7) Brabender Viscograph, 6.00% solid, at peak (BU)

Remark : ND for Not Detected

Reported By:..... (Supaporn Ruttanaprem)

Approved By:..... (Wadcharakorn Intharabut)

FM-QC-03/06 Rev : 03

AMARC | ASIA MEDICAL AND AGRICULTURAL LABORATORY AND RESEARCH CENTER

Accreditation No. 1124/50

ใบรายงานผลการทดสอบ

เลขที่ใบรายงานผล : 22-137019
เลขที่ใบขอบริการ : 22-51169

ชื่อลูกค้า : คุณสุมภา เทิดขวัญชัย
ที่อยู่ : เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
รหัสตัวอย่าง : 22-51169-002
ชื่อตัวอย่าง : ชีส
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุกล่องพลาสติก
วันที่รับตัวอย่าง : 20/12/2022

วันที่ทดสอบ : 20/12/2022

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Appearance *	Visual Method	Normal	-
Ash *	AOAC (2019) 920.117	1.31	g/100g
Moisture *	ICUMSA GS2/1/3/9-15 (2007)	49.27	g/100g
Protein (N x 6.25) *	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.23	28.64	g/100g
Total Carbohydrate (Include fiber) *	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	3.61	g/100g
Total Energy *	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	283.53	kilocalories/100g
Total Fat *	AOAC (2019) 938.06	17.17	g/100g
Water activity (at 25 °C)	Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, (APHA), 4th Edition ; 2001. Chapter 64	0.997	-

Remarks : 1. The laboratory has been accepted as an accredited laboratory complying with the ISO/IEC 17025
2. * = Marked Test(s) is/are not accredited

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 05/01/2023

- End of Report -

(นางสาวดวงพร เจริญพงษ์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 05/01/2023

Reporting the result refers to the sample as received. This report shall not be reproduced except in full, without written approval of the company.

AMARC | ASIA MEDICAL AND AGRICULTURAL LABORATORY AND RESEARCH CENTER

ilac-MRA

QUALITY ASSURANCE Q DMSc Accreditation No. 1124/80

ใบรายงานผลการทดสอบ

หน้า : 1 / 1
เลขที่ใบรายงานผล : 22-137018
เลขที่ใบขอบริการ : 22-51169

ชื่อลูกค้า : คุณสุมภา เทิดชวัญชัย
ที่อยู่ : เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
รหัสตัวอย่าง : 22-51169-001
ชื่อตัวอย่าง : ซีสทุเรียน
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุกล่องพลาสติก
วันที่รับตัวอย่าง : 20/12/2022

วันที่ทดสอบ : 20/12/2022

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Appearance *	Visual Method	Normal	-
Ash *	AOAC (2019) 920.117	1.24	g/100g
Moisture *	ICUMSA GS2/1/3/9-15 (2007)	53.68	g/100g
Protein (N x 6.25) *	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.23	23.77	g/100g
Total Carbohydrate (Include fiber) *	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	5.74	g/100g
Total Dietary Fiber *	AOAC (2019) 985.29	0.00	g/100g
Total Energy *	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	258.17	kilocalories/100g
Total Fat *	AOAC (2019) 938.06	15.57	g/100g
Water activity (at 25 °C)	Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, (APHA), 4th Edition ; 2001. Chapter 64	0.996	-

Remarks : 1. The laboratory has been accepted as an accredited laboratory complying with the ISO/IEC 17025
2. * = Marked Test(s) is/are not accredited

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 05/01/2023

- End of Report -

(นางสาวดวงพร เจริญพงษ์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 05/01/2023

Reporting the result refers to the sample as received. This report shall not be reproduced except in full, without written approval of the company.

AMARC | ASIA MEDICAL AND AGRICULTURAL LABORATORY AND RESEARCH CENTER

ilac-MRA QUALITY ASSURANCE DMSc Accreditation No. 1124/50

ใบรายงานผลการทดสอบ

เลขที่ใบรายงานผล : 23-132486
เลขที่ใบขอบริการ : 23-49246

ชื่อลูกค้า : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่อยู่ : 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
รหัสตัวอย่าง : 23-49246-002
ชื่อตัวอย่าง : ชีส
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุถุงพลาสติกปิดสนิท
วันที่รับตัวอย่าง : 11/11/2023 **วันที่ทดสอบ :** 11/11/2023

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Ash	AOAC (2019) 940.26	2.10	g/100g
Moisture	AOAC (2019) 964.22	50.86	g/100g
Protein (N x 6.25)	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.23	0.28	g/100g
Total Carbohydrate (Include fiber)	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	24.85	g/100g
Total Energy	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	297.71	kilocalories/100g
Total Fat	AOAC (2019) 989.05	21.91	g/100g

Remarks : The laboratory has been accepted as an accredited laboratory complying with the ISO/IEC 17025

(นางสาวนภาวรรณ ตุ้มสังข์ทอง)
ลงนามแทนผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 22/11/2023

- End of Report -

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 22/11/2023

Reporting the result refers to the sample as received. This report shall not be reproduced except in full, without written approval of the company.

AMARC | ASIA MEDICAL AND AGRICULTURAL LABORATORY AND RESEARCH CENTER

ilac-MRA

QUALITY ASSURANCE DMSc Accreditation No. 1124/50

ใบรายงานผลการทดสอบ

หน้า : 1 / 1
เลขที่ใบรายงานผล : 23-132485
เลขที่ใบขอบริการ : 23-49246

ชื่อลูกค้า : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่อยู่ : 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
รหัสตัวอย่าง : 23-49246-001
ชื่อตัวอย่าง : ขัสทุเรียน
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุถุงพลาสติก
วันที่รับตัวอย่าง : 11/11/2023

วันที่ทดสอบ : 11/11/2023

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Ash	AOAC (2019) 940.26	0.66	g/100g
Moisture	AOAC (2019) 964.22	78.09	g/100g
Protein (N x 6.25)	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.23	0.72	g/100g
Total Carbohydrate (Include fiber)	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	20.24	g/100g
Total Energy	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	86.45	kilocalories/100g
Total Fat	AOAC (2019) 989.05	0.29	g/100g

Remarks : The laboratory has been accepted as an accredited laboratory complying with the ISO/IEC 17025

(นางสาวนภาวรรณ ตุ้มสังข์ทอง)
ลงนามแทนผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 22/11/2023

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 22/11/2023

- End of Report -

Reporting the result refers to the sample as received. This report shall not be reproduced except in full, without written approval of the company

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นางสาวสุมภา เทิดขวัญชัย

วัน เดือน ปีเกิด 12 กรกฎาคม 2527

ที่อยู่ปัจจุบัน 156 ซอยปทุมทิพย์ แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สาเร็จการศึกษา**
คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2552
คหกรรมศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2549

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประวัติการทำงาน

2549 - ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร