

ลักษณะของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน

Characteristics of Mozzarella Cheese Supplemented with Durian Pulp

สมภา เทิดขวัญชัย¹ น้อมจิตต์ สุธิบุตร² ชญาภัทร์ ก่ออารีโย² นพพร สกุลยีนยงสุข³ เชาวลิต อุปฐาก¹ และ ธนภพ โสทรโยม^{3*}

Sumapar Thedkwanchai¹ Nomjit Suteebut² Chayapat Keeariyo² Nopporn Sakulyunyongsuk³

Chaowalit Auppathak¹ and Thanapop Soteyome^{3*}

¹สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

กรุงเทพฯ ประเทศไทย

²สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ ประเทศไทย

³สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

กรุงเทพฯ ประเทศไทย

¹Program in Foods and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology

Phra Nakhon, Bangkok, Thailand

²Program in Home Economics, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology

Phra Nakhon, Bangkok, Thailand

³Program in Food Science and Technology, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala

University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, Thailand

วันที่ส่งบทความ : 14 สิงหาคม 2566 วันที่แก้ไขบทความ : 28 ตุลาคม 2567 วันที่ตอบรับบทความ : 28 ตุลาคม 2567

Received: 14 August 2023, Revised: 28 October 2024, Accepted: 28 October 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมของมอสซาเรลล่าชีส 2) ศึกษาปริมาณเนื้อทุเรียนเสริมที่เหมาะสมในมอสซาเรลล่าชีสจากสูตรพื้นฐานที่คัดเลือก และ 3) ศึกษาลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐานและมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน จากการประเมินการยอมรับของผู้บริโภคของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร พบว่าผู้ประเมินให้การยอมรับสูตรที่ 2 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 7.20, 7.70, 7.60, 7.80, 7.55 และ 7.80 ตามลำดับ จากนั้นนำเนื้อทุเรียนมาเสริมในสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 ในปริมาณที่ต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ร้อยละ 5 ร้อยละ 10

*ที่อยู่ติดต่อ E-mail address: sumapar.t@rmutp.ac.th

<https://doi.org/10.55003/scikmitl.2024.260039>

และร้อยละ 15 ของน้ำหนักนํ้ามวัดิบ ผลการประเมินการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า มอสซาเรลล่าชีสที่เสริมทุเรียนร้อยละ 10 ของน้ำหนักนํ้ามวัดิบ มีค่าเฉลี่ยคะแนนด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 8.00, 8.05, 7.95, 7.90, 8.03 และ 8.23 ตามลำดับ ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 พบว่ามอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐานมีค่าสีด้านความสว่าง (L^*) และเนื้อสัมผัส (ความยืดตัว) ต่ำกว่า แต่มีค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ที่มีค่าสูงกว่ามอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 สำหรับคุณภาพทางทางเคมี พบว่ามอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 มีค่าพลังงาน ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าน้อยกว่า แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและความชื้นมากกว่ามอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่าทั้ง 2 สูตรมีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 209 พ.ศ. 2543 ว่าด้วยกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์เงื่อนไข และวิธีการในการตรวจวิเคราะห์ของอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

คำสำคัญ : ชีส มอสซาเรลล่าชีส ทุเรียน

Abstract

The aims of this research were to: 1) study the optimal basic formula for mozzarella cheese, 2) study the optimal amount of durian pulp to be added to the selected basic mozzarella cheese, and 3) study the physical, chemical, and microbial properties of both the basic mozzarella cheese formula and the mozzarella cheese with added durian pulp. A consumer acceptance assessment of three variations of the basic mozzarella cheese formula showed that Form 2 received the highest scores from evaluators in terms of appearance, color, aroma, taste, texture, and overall liking, with average scores of 7.20, 7.70, 7.60, 7.80, 7.55, and 7.80, respectively. Durian pulp was subsequently added to the selected Form 2 mozzarella cheese at four different levels: 0% (control), 5%, 10%, and 15% of the weight of raw cow's milk. Consumer acceptance evaluations revealed that mozzarella cheese with 10% durian pulp had the highest average scores for appearance, color, aroma, taste, texture, and overall liking, with scores of 8.00, 8.05, 7.95, 7.90, 8.03, and 8.23, respectively. An investigation of the physical characteristics of both the basic mozzarella cheese and the mozzarella cheese with 10% durian pulp revealed that the basic mozzarella cheese had lower brightness (L^*) and stretchability but higher color intensity in terms of

redness (a^*) and yellowness (b^*) than the mozzarella cheese with 10% durian pulp. In terms of chemical quality, the mozzarella cheese with 10% durian pulp had slightly lower energy content, protein, fat, and ash values, but higher carbohydrate and moisture content compared to the basic mozzarella cheese. Regarding microbiological quality, both formulations had microbial amounts in accordance with the specified standards. According 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.

Keywords: Cheese, Mozzarella cheese, Durian

1. บทนำ

ทุเรียนเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญอันดับต้นของประเทศ ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกทุเรียนประมาณ 941,204 ไร่ โดยมีผลผลิตประมาณ 1,252,086 ตัน และมีมูลค่าส่งออกสูงถึง 171,612 ล้านบาท [1] ทุเรียนสดมีมูลค่าการส่งออก 110,146.21 ล้านบาท ในขณะที่ทุเรียนแช่แข็งมีมูลค่าการส่งออก 14,963.44 ล้านบาท โดยมีแนวโน้มอัตราการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 56.31 [2] สำหรับทุเรียนที่นำมาแช่แข็งนั้นส่วนใหญ่เป็นทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่มีเนื้อมาก เกษตรกรจะทำการเก็บเกี่ยวผลทุเรียนที่สุกได้ที่ ส่งไปยังพ่อค้าคนกลางหรือสถานประกอบการ เพื่อคัดผลทุเรียนสดที่มีลักษณะสอดคล้องกับความต้องการของตลาดส่งขายให้กับลูกค้าหรือผู้บริโภค แต่ถ้ามีผลทุเรียนตกเกรดที่มีลักษณะไม่ตรงตามความต้องการ เช่น ขนาดไม่ได้ตามความต้องการ หรือมีลักษณะบางประการที่บกพร่อง เช่น ผลมีรอยแตกหรือผลมีรูปร่างไม่สวยงาม เป็นต้น ผลทุเรียนเหล่านี้จะถูกนำไปขายในราคาต่ำกว่าทุเรียนคุณภาพดี ดังนั้นพ่อค้าคนกลางหรือผู้ประกอบการจึงได้นำทุเรียนตกเกรดไปแยกเอาเฉพาะส่วนของเนื้อทุเรียนที่บริโภคได้ไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ทุเรียนแช่แข็ง เพื่อส่งไปจำหน่ายให้ลูกค้านำไปบริโภคโดยตรง หรือส่งให้กับโรงงานเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบต้นทาง (Intermediate product) ส่วนเนื้อทุเรียนที่ไม่ได้คุณภาพ เช่น เศษเหลือจากการตัดแต่งทุเรียนที่ไม่สามารถส่งขายได้ สุกหรือดิบเกินไป ไม่สวย หรือมีรอยตำหนิบนเนื้อทุเรียน เป็นต้น เศษเนื้อทุเรียนเหล่านี้ถูกจำหน่ายไปผลิตเป็นเนื้อทุเรียนกวนที่มีราคาไม่สูงมาก เศษเนื้อทุเรียนเหล่านี้มีจำนวนมากพอที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นที่สามารถเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้น เช่น ทุเรียนกวน แยมทุเรียน ไอศกรีมทุเรียน พืชชาทุเรียนชีส หรือพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเฉพาะกับกลุ่มบุคคลที่ชอบบริโภคทุเรียน หรือประเภทอาหารตะวันตก โดยใช้ประโยชน์เศษเนื้อทุเรียนอย่างคุ้มค่า

ชีส คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนํานม ครีมบัตเตอร์มิลค์ หรือเวย์ อย่างหนึ่งอย่างใดหรือหลายอย่างมาผสมกับเอนไซม์ หรือกรดแล็กติกที่สร้างจากแบคทีเรียที่ผลิตกรดแล็กติก (Lactic acid bacteria) หรือใช้

ทั้งสองอย่างร่วมกัน จนเกิดการรวมตัวเป็นก้อนแล้วแยกส่วนที่เป็นน้ำออก เพื่อให้โปรตีนเคซีน (Casein) ซึ่งเป็นโปรตีนหลักในน้ำนมตกตะกอนหรือแยกตัวออกมา โดยมีลักษณะเป็นก้อนตะกอนขาวที่เรียกว่า เคิร์ด (Curd) แม้จะยังมีน้ำหรือของเหลวอยู่ก็จะถูกคัดแยกเพื่อกลั่นน้ำออก และนำมาใช้ในลักษณะสด หรือนำมาบ่มให้ได้ทั้งก่อนใช้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันออกไปตามขั้นตอนการหมักและบ่ม รวมถึงชนิดของจุลินทรีย์ โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชีส [3] การผลิตชีสโดยใช้เอนไซม์เป็นวิธีการตกตะกอนเคซีนโดยใช้เรนเนท ซึ่งจะตัดโปรตีนแคปปาเคซีนที่มีประจุลบ เพื่อให้ปลายด้านลบของโซ่ละลายเป็นของเหลว เนื้อสัมผัสของชีสจะแน่น แข็งกว่าแบบที่เติมกรด การผลิตชีสโดยใช้กรดอาจทำได้โดยการเติมกรดลงไปโดยตรง หรือใช้กรดที่สร้างมาจากแบคทีเรียที่ผลิตกรดแล็กติก การเติมกรดทำให้นมที่มีเคซีนเป็นประจุลบเปลี่ยนเป็นไม่มีประจุ และรวมตัวกันตกตะกอน เนื้อสัมผัสของชีสที่เติมกรดจะนุ่ม โดยการผลิตจะให้ผลต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของชีส [4] ชีสเป็นอาหารที่มีคุณประโยชน์ทางโภชนาการ อุดมไปด้วยแคลเซียม โปรตีน ฟอสฟอรัส และไขมัน ชีสมีลักษณะและประเภทที่แตกต่างกัน เป็นวัตถุดิบที่นิยมในการประกอบอาหาร ซึ่งจะทำให้อาหารมีกลิ่นแรง รสเข้มข้น และยืดอายุรับประทาน อาหารจำพวกพาสต้า มักกะโรนี มักจะมีมอสซาเรลล่าชีสเป็นส่วนประกอบ นอกจากจะเป็นส่วนประกอบในอาหารคาวแล้ว ชีสยังเป็นส่วนประกอบของขนมอีกด้วย เช่น ชีสเค้ก เนื่องจากชีสเหมาะกับทุกเพศทุกวัย สามารถรับประทานแล้วดีต่อสุขภาพ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกพรุน ข้อเข่าเสื่อม เสริมความแข็งแรงของฟัน ลดระดับคอเลสเตอรอล และลดความเสี่ยงโรคเบาหวาน แต่ต้องรับประทานแต่พอดีจึงจะเกิดประโยชน์กับร่างกาย [5] ด้วยประโยชน์ที่กล่าวมาทำให้อุปสงค์ต่อการบริโภคของมอสซาเรลล่าชีสมีเพิ่มมากขึ้นทั่วโลกในอุตสาหกรรมอาหาร [6] ปัจจุบันน้ำนมโคเป็นแหล่งนมดิบหลักที่ใช้ผลิตมอสซาเรลล่าชีส และมีผู้ประกอบการรายย่อยหลายคนสนใจผลิตชีสเพื่อเพิ่มมูลค่าให้ธุรกิจนํ้านม การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมอสซาเรลล่าชีสโดยใช้แหล่งน้ำนมดิบที่แตกต่างกัน เพื่อพัฒนาคุณภาพชีสยังคงเป็นสิ่งที่ต้องพัฒนาต่อไป นอกจากนี้ ชีสยังเป็นวัตถุดิบหลักที่ขาดไม่ได้สำหรับอาหารของชาติตะวันตก และชีสส่วนใหญ่ที่รับประทาน หรือพบในปัจจุบันได้ผ่านการผลิตในระดับอุตสาหกรรม มีการฆ่าเชื้อและทำให้สะอาดทุกขั้นตอนของการผลิต จึงค่อนข้างมั่นใจได้ในความปลอดภัย ทำให้ชีสยังคงมีเอกลักษณ์และได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง

มอสซาเรลล่าชีสเป็นชีสชนิดสด มีแหล่งกำเนิดในประเทศอิตาลี เริ่มต้นผลิตจากน้ำนมควาย ปัจจุบันผลิตได้ทั้งจากน้ำนมวัวและน้ำนมควาย มอสซาเรลล่าชีสเป็นชีสที่มีเนื้อสัมผัสนุ่ม มีสีเหลืองอ่อน หรือสีครีม เนื้อเรียบเนียน ชีสชนิดนี้มีกลิ่นรสที่ไม่แรง ซึ่งทำการบ่มหรือไม่บ่มก็ได้ขึ้นอยู่กับวิธีการผลิต สำหรับมอสซาเรลล่าชีสที่นิยมใช้เป็นส่วนประกอบของหน้าพิซซ่าจะมีความชื้นต่ำกว่ามอสซาเรลล่าชีสด โดยมีความโดดเด่นเรื่องความยืด นุ่มหนึบ ปกติมีสีขาวแต่อาจมีสีเหลืองอ่อนได้ ขึ้นอยู่กับพืชหรืออาหารสัตว์ที่วัวกินเข้าไป

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำเนื้อทุเรียนตากเกรด สายพันธุ์หมอนทอง มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารโดยเสริมในมอสซาเรลล่าชีส เนื่องจากเนื้อทุเรียนที่บดละเอียดมีลักษณะเป็นครีมและสามารถผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกับมอสซาเรลล่าชีสได้ ใช้เป็นวัตถุดิบต่อยอดให้กับผลิตภัณฑ์มอสซาเรลล่าชีสซึ่งเป็นอาหารตะวันตกพร้อมรับประทาน อีกทั้งยังเป็นการสร้างโอกาส และเพิ่มช่องทางการตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ สร้างความร่วมมือทางการค้า พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากฐานการผลิต และทุนที่มีอยู่เดิมให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตลอดจนสร้างนวัตกรรมใหม่ที่ยังไม่มีในระบบตลาด และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันเชิงพาณิชย์

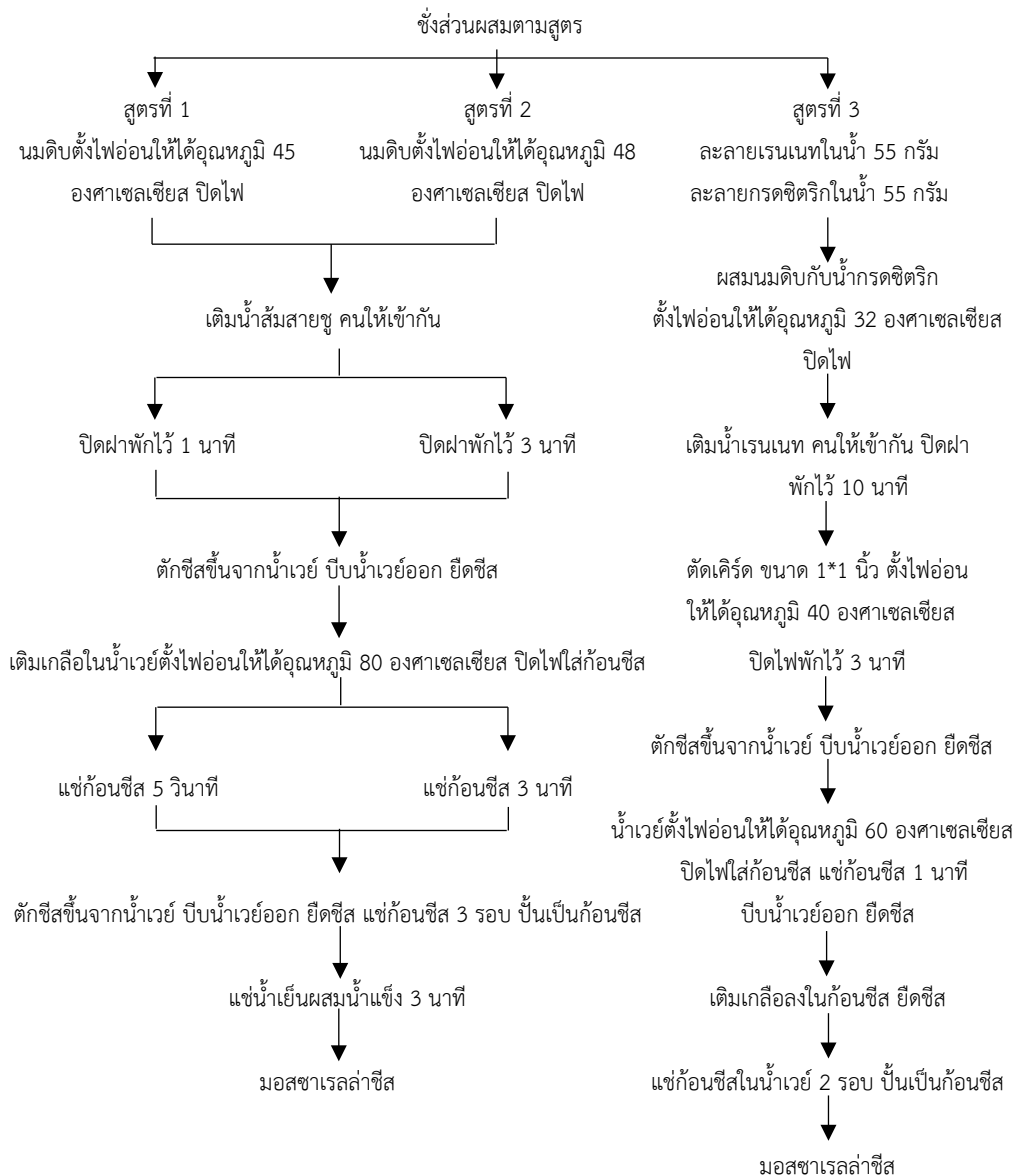
2. วิธีการทดลอง

2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานของมอสซาเรลล่าชีส

คัดเลือกสูตรพื้นฐานของมอสซาเรลล่าชีสจำนวน 3 สูตร โดยมีวัตถุดิบดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับวิธีการเตรียมแสดงในรูปที่ 1 เตรียมตัวอย่างมอสซาเรลล่าชีสโดยนำมอสซาเรลล่าชีส 10 กรัม ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ 500 วัตต์ เป็นเวลา 20 วินาที โดยอุ่นร้อนแล้วจัดเสิร์ฟชีสทั้ง 3 ตัวอย่างให้ผู้ทดสอบชิม ประเมินคุณภาพของชีสในด้านประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) จากผู้ที่มีประสบการณ์ในการบริโภคมอสซาเรลล่าชีส จำนวน 30 คน ทั้งนี้ให้ผู้ทดสอบชิมบ้วนน้ำเปล่ากลั้วคอระหว่างชิมตัวอย่างทั้ง 3 สูตร ตามลำดับการเสิร์ฟโดยใช้เลขสุ่ม นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทำการวิจัยโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD)

ตารางที่ 1. วัตถุดิบของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน

วัตถุดิบ	สูตร 1 [7]		สูตร 2 [8]		สูตร 3 [9]	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
นํ้านมวัว (ดิบ)	2,000.00	94.49	1,500.00	92.21	3,800.00	96.90
นํ้าส้มสายชูกลั่น 5%	110.00	5.20	120.00	7.38	-	-
นํ้าสะอาด	-	-	-	-	110.00	2.87
กรดซิตริก	-	-	-	-	7.50	0.13
เรนเนท	-	-	-	-	0.83	0.02
เกลือ	6.66	0.31	6.66	0.41	3.33	0.08



รูปที่ 1. วิธีการทำมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

2.2 ศึกษาปริมาณเนื้อทุเรียนเสริมในมอสซาเรลล่าชีส

ศึกษาปริมาณเนื้อทุเรียนที่เหมาะสมเพื่อเสริมในมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐานที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับจากข้อ 2.1 โดยใช้ทุเรียนตกละเอียดพันธุ์หมอนทอง ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หรือของแข็งที่ละลายได้ของเนื้อทุเรียนอยู่ระหว่าง 25-26 °Brix ทำการศึกษาปริมาณการเสริมที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 ของน้ำหนักนํ้ามวดิบ ปริมาณ

การเสริมเนื้อทุเรียนในมอสซาเรลล่าชีส แสดงดังตารางที่ 2 โดยนำเนื้อทุเรียนตากเกรดมาบดด้วยเครื่องบด (Vitamix) ให้ละเอียด และนำมาผสมในขั้นตอนการเติมน้ำส้มสายชูในการผลิตมอสซาเรลล่าชีส จากนั้นนำมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่นเดียวกับวิธีการในข้อ 2.1

ตารางที่ 2. ปริมาณการเสริมเนื้อทุเรียนในมอสซาเรลล่าชีส

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ (กรัม)			
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 5	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15
น้ำนมวัวดิบ	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00
น้ำส้มสายชู	120.00	120.00	120.00	120.00
เกลือ	6.66	6.66	6.66	6.66
เนื้อทุเรียน	-	75.00	150.00	225.00

2.3 ศึกษาลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน

1) ศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน ที่อุณหภูมิห้อง 37 องศาเซลเซียส โดยศึกษา ค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี (Konica Minolta CM-3500d) ระบบสี Cambridge International Examination (CIE) กำหนดหน่วยวัดสีมีสัญลักษณ์เป็น L^* a^* และ b^* และวัดค่าความสามารถในการยืดตัวด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer TA-xT2i) และใช้หัววัด Backward Extrusion Rig Code-A/BE โดยใช้ตัวอย่าง 100 กรัม ใส่ภาชนะพลาสติกใส ใช้หัวทดสอบแบบแผ่นแบนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร กดด้วยแรงกดร้อยละ 50 ลงบนตัวอย่างอาหารซ้ำ 3 ครั้ง วัดความแน่นเนื้อ (Firmness) ความคงตัว (Consistency) และการเกาะติด (Cohesiveness)

2) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของชีสที่ศูนย์ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางการแพทย์และการเกษตรแห่งเอเชีย โดยตรวจวัดปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า ด้วยวิธี AOAC [10] รวมทั้งคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด และพลังงานทั้งหมด [11]

3) ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน พิจารณาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดกับข้อกำหนดของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อกรัม [3]

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทำการวิจัยโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของมอสซาเรลล่าชีส

ลักษณะของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน 3 สูตร แสดงดังรูปที่ 2 และผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 3



รูปที่ 2. ลักษณะมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

ตารางที่ 3. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 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

a, b กำกับค่าในแนวนอนที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} กำกับคุณลักษณะที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 3 เมื่อนำค่าคะแนนความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า คะแนนในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$) คะแนนในด้านสีและเนื้อสัมผัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p\leq 0.05$) โดยสูตรที่ 2 ซึ่งมีกรรมวิธีทำชีสโดยการตกตะกอนด้วยน้ำส้มสายชู มีคะแนนความชอบด้านสีสูงสุด ($p\leq 0.05$) และให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด ซึ่งไม่แตกต่างกับสูตรที่ 1 ซึ่งมีกรรมวิธีทำชีสโดยการตกตะกอนด้วยน้ำส้มสายชูเช่นเดียวกัน สำหรับสูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.20, 7.70, 7.60, 7.80, 7.55 และ 7.80 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก การเตรียมมอสซาเรลล่าชีสต่างกันมีผลต่อค่าสีและเนื้อสัมผัสที่ต่างกัน โดยมอสซาเรลล่าชีสเป็น Fresh Cheese ที่ภายหลังจากการตกตะกอนโปรตีนในนมด้วยน้ำส้มสายชู และแยกเวย์ออกไปนวดหลายครั้ง จะได้ชีสที่มีเนื้อนุ่มเหนียว มีความยืดหยุ่นก่อนนำไปใส่ในน้ำเกลือ ทำให้ได้เป็นมอสซาเรลล่าชีสขาว เมื่อแยกส่วนเวย์ออกมากขึ้น มอสซาเรลล่าชีสที่ได้ยังมีสีเหลืองเข้มขึ้น กลิ่นของชีสนี้จะไม่รุนแรงเนื่องจากไม่ได้ผ่านกระบวนการบ่ม การตกตะกอนของนมจนเกิดเป็นก้อนชีส เป็นการทำให้เคซีนไมเซลล์เสียสภาพจับตัวกันเป็นก้อนได้โดยการเติมกรด ทำให้โปรตีนเคซีนเสียสภาพเกิดการตกตะกอนเป็นเคิร์ด หรือการเติมเอนไซม์จะย่อยโปรตีนเคซีนชนิดแคปปา-เคซีน ทำให้มีโมเลกุลเล็กลงแล้วจับกับแคลเซียมไอออนเกิดเป็นตะกอนขาวขุ่นจับตัวเป็นก้อน [12] โดยมอสซาเรลล่าชีสสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 เป็นการตกตะกอนนมด้วยน้ำส้มสายชู ร้อยละ 5.20 และ 7.38 ให้ค่า pH เท่ากับ 5.25 และ 4.90 ตามลำดับ ปริมาณของน้ำส้มสายชูที่มากกว่าช่วยให้เกิดการตกตะกอนที่ดี แต่เนื้อสัมผัสที่ได้จะมีลักษณะแข็งกว่าสูตรที่ 2 ที่เนื้อสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสที่ได้มีลักษณะยืดเหนียว ส่งผลให้มีคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสที่ไม่ต่างกัน แต่คะแนนความชอบด้านสีของสูตรที่ 2 สูงกว่าสูตรที่ 1 โดยสีของสูตรที่ 1 มีสีขาวมากกว่าสูตรที่ 2 สำหรับการตกตะกอนด้วยน้ำส้มสายชูมีผลให้คะแนนความชอบมากกว่าการตกตะกอนด้วยกรดซิตริกและเอนไซม์เรนเนท ตามวิธีการของสูตรที่ 3 จากการทดลองของ บุศรินทร์ ชนคช และคณะ [13] พบว่ามอสซาเรลล่าชีสจากนํ้านมโคดิบใช้เอนไซม์เรนเนทร้อยละ 0.03 และมอสซาเรลล่าชีสจากนํ้านมแพะดิบใช้เอนไซม์เรนเนทร้อยละ 0.01 แต่จากการวิจัยนี้ สูตรที่ 3 ใช้เอนไซม์เรนเนทร้อยละ 0.02 จึงอาจส่งผลให้เกิดเคิร์ดที่มีลักษณะยืดน้อยกว่า และมีสีขาว จึงได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสีและเนื้อสัมผัสน้อยกว่าการตกตะกอนนมด้วยน้ำส้มสายชูในสูตรที่ 2 ($p\leq 0.05$) จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดด้านสี และเนื้อสัมผัสจึงคัดเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

3.2 ผลการศึกษาปริมาณเนื้อทุเรียนที่เหมาะสมในมอสซาเรลล่าชีส

จากการเสริมเนื้อทุเรียนในมอสซาเรลล่าชีสที่ปริมาณร้อยละ 0 ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 ของน้ำหนักนํ้านมวัวดิบ พบว่ามอสซาเรลล่าชีสสูตรควบคุมและเสริมเนื้อทุเรียนมีลักษณะดังรูปที่ 3 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสที่เสริมเนื้อทุเรียนในระดับที่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4



รูปที่ 3. ลักษณะของมอสซาเรลล่าชีสสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) และสูตรที่เสริมด้วยเนื้อทุเรียน (ร้อยละ 5, 10 และ 15)

ตารางที่ 4. คะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	ร้อยละ 0	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

^{a, b} กำกับค่าในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของคะแนนความชอบของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนจากตารางที่ 4 พบว่าคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ทั้งนี้ตัวอย่างที่มีการเสริมเนื้อทุเรียนที่เพิ่มขึ้นทำให้เนื้อสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสหลังให้ความร้อนมีลักษณะการยืดลดลง และมีกลิ่นของทุเรียนที่ชัดเจน

เนื้อเรียบเนียนมีสีเหลืองอ่อน จากผลการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 5 และร้อยละ 10 ของน้ำหนักนํ้านมวัวดิบ มีคะแนนค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในทุกด้าน ($p>0.05$) ยกเว้นด้านความชอบโดยรวมที่เสริมเนื้อทุเรียน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักนํ้านมวัวดิบ ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าการเสริมเนื้อทุเรียนในทุกระดับ ($p\leq 0.05$) โดยสูตรที่เสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 ของน้ำหนักนํ้านมวัวดิบ ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.00, 8.05, 7.95, 7.90, 8.03 และ 8.23 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก ดังนั้นจึงคัดเลือกมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 ของน้ำหนักนํ้านมวัวดิบ มาเปรียบเทียบกับคุณลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณจุลินทรีย์เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานต่อไป

3.3 ผลการศึกษาลักษณะของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน

1) ศึกษาลักษณะทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5. คุณภาพทางกายภาพของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10

คุณภาพ	ตัวอย่าง	
	มอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน	มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10
ค่าสี		
ค่าความสว่าง (L^*) ^{ns}	84.54 ± 0.82	86.29 ± 0.43
ค่าสีแดง (a^*) ^{ns}	0.23 ± 0.15	- 0.32 ± 0.05
ค่าสีเหลือง (b^*) ^{ns}	18.67 ± 0.85	15.55 ± 0.30
ค่าเนื้อสัมผัส		
Firmness (g)	171.15 ± 41.80 ^a	39.03 ± 9.37 ^b
Consistency (g)	3394.89 ± 1184.06 ^a	700.05 ± 334.90 ^b
Cohesiveness (g)	-291.48 ± 70.45 ^b	-138.25 ± 53.91 ^a

^{ns} กำกับคุณลักษณะที่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

^{a, b} กำกับค่าในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 จากตารางที่ 5 พบว่าค่าสีของทั้ง 2 ตัวอย่างมีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสี

เหลือ (b*) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$) และการเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 ของน้ำหนักนํ้ามันวัวดิบ ทำให้สีของมอสซาเรลล่าชีสเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกับมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน อย่างไรก็ตาม การเสริมเนื้อทุเรียนส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของมอสซาเรลล่าชีส ค่าความแน่นเนื้อ ความคงตัว และการเกาะติด โดยมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนมีค่าน้อยกว่ามอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน เนื่องจากการเสริมเนื้อทุเรียนลงไปเป็นการเพิ่มในส่วนของการโบไฮเดรตและความชื้น ในขณะที่ปริมาณโปรตีนและไขมันลดลง ทำให้โครงร่างตาข่ายของโปรตีนเคซีนที่รวมตัวกันตกตะกอน ส่งผลให้มีความแข็งแรงน้อยลงและเนื้อสัมผัสของชีสจึงมีความแน่นเนื้อลดลง การยืดเกาะกันน้อยลง ทำให้ความยืดหยุ่น การยืดตัวของชีสลดลง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Ørskov และคณะ [14] และ Butt และคณะ [15] ที่รายงานว่าปฏิกิริยาในการยืดรวมกันของโปรตีน ไขมัน และแป้งมีผลต่อลักษณะการตกตะกอนของผลิตภัณฑ์ชีสเลียนแบบ

2) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

ลักษณะทางเคมีของของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 ของน้ำหนักนํ้ามันวัวดิบ แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6. คุณภาพทางเคมีของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10

คุณภาพ	ตัวอย่าง	
	มอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน	มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10
พลังงาน (Kcals)	283.53	258.17
คาร์โบไฮเดรต (g)	3.61	5.74
โปรตีน (g)	28.64	23.77
ไขมัน (g)	17.17	15.57
ความชื้น (g)	49.27	53.68
เถ้า (g)	1.31	1.24

การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 จากตารางที่ 6 พบว่า มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 มีปริมาณความชื้นและคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าสูตรพื้นฐาน แต่มีปริมาณพลังงาน โปรตีน ไขมัน และเถ้า ลดลง เนื่องจากเมื่อมีการเสริมเนื้อทุเรียนลงไป ทำให้องค์ประกอบทางเคมี โดยเฉพาะโปรตีนและไขมันลดลงกว่าสูตรพื้นฐาน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้ ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงานทั้งหมด 356.20 กิโลแคลอรี

โปรตีน 7.58 กรัม ไขมัน 26.80 กรัม คาร์โบไฮเดรต 21.17 กรัม และใยอาหาร 1.15 กรัม [16] เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียน ร้อยละ 10 ของน้ำหนักนํ้ามันมัวดิบ จัดเป็นชีสที่มีปริมาณไขมันต่ำประมาณร้อยละ 10-25 ของน้ำหนักแห้ง [17]

3) ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางจุลินทรีย์ของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 ของน้ำหนักนํ้ามันมัวดิบ แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7. คุณภาพทางจุลินทรีย์ของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐานและมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10

คุณภาพ	ตัวอย่าง	
	มอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน	มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	$< 1 \times 10^6$	$< 1 \times 10^6$
<i>Staphylococcus aureus</i> (โคโลนี/กรัม)	$< 1 \times 10^6$	$< 1 \times 10^6$

การวิเคราะห์ลักษณะทางจุลินทรีย์ของมอสซาเรลล่าชีสสูตรพื้นฐาน และมอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 จากตารางที่ 7 พบว่าทั้ง 2 ตัวอย่าง มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นไปตามมาตรฐานกำหนดที่ให้ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด คือ ต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อ 1 กรัม เนื่องจากมอสซาเรลล่าชีสมีปริมาณน้ำตาลน้อย และมีส่วนผสมของน้ำส้มสายชูที่มีฤทธิ์เป็นกรด ทำให้ชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ได้ และมีค่า pH เป็นกรดอ่อนไปทางกลาง

4. สรุปผลการทดลอง

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของมอสซาเรลล่าชีสจำนวน 3 สูตร และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่ามอสซาเรลล่าชีสสูตรที่ 2 มีคะแนนค่าเฉลี่ยด้านสี และเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด ขณะที่คะแนนจากคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรอื่น ดังนั้นจึงใช้สูตรที่ 2 เป็นสูตรพื้นฐานมาศึกษาปริมาณเนื้อทุเรียนที่เสริมในมอสซาเรลล่าชีส 4 ระดับ โดยพบว่ามอสซาเรลล่าชีสที่เสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 ของน้ำหนักนํ้ามันมัวดิบ มีค่าคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ถึงชอบมาก จึงนำมาเปรียบเทียบกับมอสซาเรลล่าชีสพื้นฐานสูตรที่ 2 ในลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณจุลินทรีย์ โดยพบว่าค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าเนื้อสัมผัส ค่าความแน่นเนื้อ ความคงตัว และการเกาะติด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มอสซาเรลล่าชีสเสริมเนื้อทุเรียนร้อยละ 10 มีปริมาณ

ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต สูงกว่า ทั้งนี้พบว่าปริมาณพลังงาน โปรตีน ไขมัน และเถ้า มีค่าต่ำกว่าสูตรพื้นฐาน สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าที่เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด คือ ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อ 1 กรัม ดังนั้นการศึกษานี้สามารถนำผลการทดลองไปต่อยอดให้กับผลิตภัณฑ์มอสซาเรลล่าชีสซึ่งเป็นอาหารตะวันตกพร้อมรับประทาน เพื่อเป็นการสร้างโอกาสทางการตลาด และเพิ่มช่องทางการตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ สร้างการร่วมมือทางการค้า พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากฐานการผลิต และทุนที่มีอยู่เดิมให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2566. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2565. แหล่งข้อมูล : <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/journal/2566/commodity2565.pdf>. ค้นเมื่อวันที่ 29 เมษายน 2566.
- [2] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร. 2564. สินค้าส่งออกสำคัญของไทยตามโครงสร้างสินค้าส่งออกทั่วโลก. แหล่งข้อมูล : <http://tradereport.moc.go.th/Report/Default.aspx?Report=MenucomRecode&ImExType=1&Lang=Th>. ค้นเมื่อวันที่ 29 เมษายน 2566.
- [3] กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 209) พ.ศ. 2543 เรื่อง เนยแข็ง. แหล่งข้อมูล : https://fic.nfi.or.th/law/upload/file1/TH_91.pdf. ค้นเมื่อวันที่ 29 เมษายน 2566.
- [4] Cheese Science Toolkit. 2017. Coagulation. Available at: <https://www.cheesescience.org/coagulation.html>. Retrieved 2 July 2024.
- [5] ช้อนกลาง. 2562. 11 ประเภทชีส ที่คนรักชีสต้องรู้จัก. แหล่งข้อมูล : <https://www.chonklang.com/th/บทความ/11+ประเภทชีส+ที่คนรักชีสต้องรู้จัก-29/>. ค้นเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2565.
- [6] Ahmed, S. et.al. 2008. Effects of acidification on physic-chemical characteristics of buffalo milk, a comparison with cow's milk. *Food Chemistry*, 106(1), 11-17. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.021>.
- [7] MS RoamAround. 2564. Easy Mozzarella recipe no rennet มอสซาเรลล่าชีส แค่ส่วนผสม 3 อย่างก็ยัดได้แล้ว กับคุณพ่อบ้านฝรั่ง. แหล่งข้อมูล : <https://www.youtube.com/watch?v=JXxFE76eXZs>. ค้นเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2565.

-
- [8] แม่บ้านตุรกี Asli in Kitchen. 2563. ทำเองได้ง่ายๆ 15 นาทีเสร็จ สูตรมอสซาเรลล่าชีส ยืดๆเยิ้มๆ โห้มนมด้า Homemade mozzarella 2 ingredients. แหล่งข้อมูล : <https://www.youtube.com/watch?v=mn7xeeCM8wY>. ค้นเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2565.
- [9] Encanto' Channel. 2563. วิธีทำมอสซาเรลล่าชีส โห้มนมด้าแบบง่ายๆ ชีสยืดๆ, How to make Homemade Mozzarella Cheese. แหล่งข้อมูล : <https://www.youtube.com/watch?v=3DEVRRuxPkA&t=0s>. ค้นเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม 2565.
- [10] AOAC. 2019. Association of Official Chemists, Official Methods of Analysis. 21th ed., Washington, D.C.
- [11] Sullivan, D.M. and Carpenter, D.E. 1993. Method of Analysis for Nutrition Labeling. AOAC International, Arlington.
- [12] อศิรา เฟื่องฟูชาติ. 2567. กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของชีส. แหล่งข้อมูล : https://www.mtec.or.th/mat_sci_design_acti/cheese/. ค้นเมื่อวันที่ 2 เมษายน 2567.
- [13] บุศรินทร์ ชนะคช, สุเจตน์ ชื่นชม และศศิธร นาคทอง. 2563. การศึกษาระดับเอนไซม์เรนเนทที่เหมาะสมต่อการผลิตมอสซาเรลล่าชีสจากน้ำนมโคและน้ำนมแพะ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ, 3(2), 81-86. [Bussarin Chanakot, Sujate Chaunchom and Sasitorn Nakthong. 2020. Study on Optimum Rennet Enzyme Level on Mozzarella Cheese from Cow Milk and Goat Milk. *Journal of Agricultural Science and Management*, 3(2), 81-86. (in Thai)]
- [14] Ørskov, K.E., Christensen, L.B., Wiking, L., Hannibal, T., and Hammershøj, M. 2023. Detecting interactions between starch and casein in imitation cheese by FTIR and Raman spectroscopy. *Food Chemistry Advances*, 2, 100322. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100322>.
- [15] Butt, N.A., Ali, T.M., and 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. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14928>.
- [16] สุชานาถ ทิพย์จันทร์. 2565. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชีสเลียนแบบรสมะม่วงน้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. [Suchanart Thippayajan. 2022. Product development of cheese analogue *Mangifera indica* L. “Nam Dok Mai” flavor. M.H.E. This thesis, Home Economics Technology Program, Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai)]

- [17] นิธิยา รัตนพานนท์. 2557. เคมีนมและผลิตภัณฑ์นม. พิมพ์ครั้งที่ 1, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
[Nithiya Rattanapanon. 2014. Cheese in milk and product chemistry. 1st ed., Odeon Store, Bangkok. (in Thai)]