



การใช้กรดจากผลไม้ในการพัฒนาออสซาเรลลาชีส

Using Fruit Acids to Develop Mozzarella Cheese

นางสาวทิพวรรณ บุญนวล

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาสัตวศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษ

การใช้กรดจากผลไม้ในการพัฒนามอสซาเรลลาชีส

Using Fruit Acids to Develop Mozzarella Cheese



วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

ปีการศึกษา 2654

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่...../.....

งานทะเบียนและประมวลผล

โครงการพิเศษ ปีการศึกษา 2564

เรื่อง

การใช้กรดจากผลไม้ในการพัฒนามอสซาเรลล่าชีส

Using Fruit Acids to Develop Mozzarella Cheese

ผู้จัดทำ

นางสาวทิพวรรณ บุญนวล

นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาสัตวศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เห็นชอบ/รับรอง



(อาจารย์สมพร นพแก้ว)

อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงการพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ศึกษาการใช้กรดจากผลไม้ในการพัฒนามอสซาเรลลาชีส มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณกรดจากตะลิงปลิงที่เหมาะสมในกระบวนการตกตะกอนโปรตีนของการทำมอสซาเรลลาชีส ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของมอสซาเรลลาชีสเสริมกรดตะลิงปลิง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน รวมทั้งการประเมินต้นทุนการผลิตมอสซาเรลลาชีสเสริมกรดตะลิงปลิง และมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเสริมกรดตะลิงปลิงในปริมาณร้อยละ 0.15, 0.35 และ 0.50 สูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด คือ สูตรที่ 3 มีปริมาณกรดตะลิงปลิงร้อยละ 0.50 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวิเคราะห์ร้อยละผลผลิต พบว่ามีปริมาณร้อยละผลผลิต 13.65 มีค่าความแน่นเนื้อ 50.76 นิวตัน/มิลลิเมตร ค่าสี $L^* a^* b^*$ อยู่ที่ 86.33, 0.62 และ 19.40 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-Point hedonic scale ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม พบว่ามีคะแนน 7.40, 6.90, 7.33, 7.30 และ 7.70 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) กับทุกสูตร เมื่อประเมินต้นทุนการผลิต พบว่ามอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐานมีต้นทุนการผลิตกิโลกรัมละ 160 บาท ส่วนมอสซาเรลลาชีสเสริมกรดตะลิงปลิงมีต้นทุนการผลิตกิโลกรัมละ 190 บาท

คำสำคัญ

กรดซิตริก, ตะลิงปลิง, ผลิตภัณฑ์เนยแข็ง, มอสซาเรลลาชีส

คำนิยม

โครงการพิเศษเรื่องนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์จากอาจารย์ สมพร นพเกื้อ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่เสียสละเวลาในการ แนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่อง และคอยให้คำปรึกษา ขอขอบคุณนางสาวอรสา ชูละเอียด และ นายปฏิพันธ์ ศรีสงคราม นักวิทยาศาสตร์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และแนะนำการใช้เครื่องมือ วิทยาศาสตร์ในการทำการทดลอง

นอกจากนี้ขอกราบขอบพระคุณผู้ปกครอง ที่ให้การอุปการะอบรมเลี้ยงดู และให้กำลังใจเป็นอย่างสูง ตลอดจนการสนับสนุนด้านการศึกษา ที่สำคัญขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ นักศึกษาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และบุคคลท่านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งไม่ได้กล่าวนาม รวมถึงสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ซึ่งเป็นสถานศึกษาที่ดีมีคุณภาพ ให้ความรู้ ส่งเสริมนักศึกษาด้านต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด และขอขอบคุณเจ้าของเอกสาร และงานวิจัยทุกท่านที่ข้าพเจ้าได้นำมาอ้างอิงจนกระทั่งโครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สุดท้ายข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างดีจึงขอกราบขอบคุณไว้โอกาสนี้

ทิพวรรณ บุญนวล

มิถุนายน 2565

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
คำนิยม	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของการศึกษา	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	3
เนยแข็ง (Cheese)	3
การจำแนกประเภทของเนยแข็ง	3
ประวัติความเป็นมาของมอสซาเรลลาชีส	6
คุณค่าทางโภชนาการของมอสซาเรลลาชีส	7
กรรมวิธีการผลิตเนยแข็ง	8
คุณประโยชน์ของเนยแข็ง	11
ตะลิงปลิง (Bilimbi)	11
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตะลิงปลิง	12
คุณค่าทางโภชนาการของตะลิงปลิง	14
องค์ประกอบทางเคมีของตะลิงปลิง	15
ประโยชน์จากกรดในตะลิงปลิง	15
โทษของตะลิงปลิง	16
งานวิจัยอื่นๆ	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	24
วัตถุประสงค์	24
สารเคมี	24
วิธีการทดลอง	25
บทที่ 4 ผลการทดลอง และอภิปรายผล	30
การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิง	30
การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส	31
การประเมินต้นทุนการผลิตมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสจาก กรดตะลิงปลิง	33
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	35
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	41
ภาคผนวก ก วิธีการทำมอสซาเรลลาชีส	42
ภาคผนวก ข การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส	48
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ	50
ภาคผนวก ง การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการด้วยระบบ Turnitin	51

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. คุณค่าทางโภชนาการของมอสซาเรลลาชีส	7
2. คุณค่าทางโภชนาการของตะลิงปลิง	14
3. การศึกษามอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน	25
4. การศึกษามอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิง	27
5. การวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต	30
6. การวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อ และค่าสี	31
7. คุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะปรากฏด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม	32
ตารางภาคผนวกที่	
ก. 1 แสดงสูตรการผลิตมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิง	42

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. กรรมวิธีการผลิตเนยแข็ง	10
2. ลักษณะของผล และช่อดอกตะลิงปลิง	13
3. องค์ประกอบทางเคมีของตะลิงปลิง	15
ภาพภาคผนวกที่	
ก. 1 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิง	43
ก. 2 ขั้นตอนการเตรียมกรดตะลิงปลิง	44
ก. 3 ขั้นตอนการผลิตมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิง	47
ข. 1 ผู้ทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	48
ค. 1 การวัดค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีส	50
ค. 2 การวัดค่าสี ($L^* a^* b^*$) ของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีส	50
ง. การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการด้วยระบบ Turnitin	51

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญ และความเป็นมา

ด้วยสถานการณ์ในปัจจุบัน สภาวะเศรษฐกิจในประเทศและทั่วโลกชะลอตัว รวมทั้งเกิดการระบาดของไวรัสโควิด-19 ส่งผลให้การบริโภคผลิตภัณฑ์นมลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นช่วงฤดูกาลที่น้ำนมโคมีปริมาณผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรเจอปัญหาน้ำนมดิบล้นตลาดทำให้ศูนย์รวบรวม น้ำนมดิบหรือสมาชิกเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมบางส่วนต้องนำนมไปเททิ้ง บริษัทผู้ผลิตหลายรายจึงหันมาให้ความสำคัญกับการนำน้ำนมดิบมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่กำลังเป็นที่นิยมในท้องตลาด อาทิ ไอศกรีม นมเปรี้ยว โยเกิร์ต และเนยแข็งประเภทต่างๆ เพื่อแก้ปัญหา น้ำนมดิบล้นตลาด เพิ่มรายได้ และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น (ศิริพร, 2563)

เนยแข็งมอสซาเรลลา มีถิ่นกำเนิดในประเทศอิตาลี เริ่มต้นผลิตจากน้ำนมกระป๋อง ปัจจุบันผลิตได้ทั้งน้ำนมกระป๋องและน้ำนมโค จัดเป็นเนยแข็งประเภทกึ่งแข็ง มีสีเหลืองอ่อน เนื้อสัมผัสจะค่อนข้างนิ่ม นิยมใช้เป็นส่วนประกอบในการทำอาหาร โดยเนยแข็งชนิดนี้ มีอายุการเก็บรักษานาน 30 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 2-7 องศาเซลเซียส การผลิตเนยแข็งมอสซาเรลลา เริ่มจากนำน้ำนมดิบมาปรับปริมาณไขมันแล้วนำมาผ่านการพาสเจอร์ไรส์ เพื่อจะทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค ลดอุณหภูมิลง แล้วจึงเติมกลูตาจิโนสรีย์ เอนไซม์ หรือกรดลงไป เพื่อให้เกิดลิ่มน้ำนมหรือเคิร์ด กรดที่นำมาใช้ส่วนใหญ่ คือ กรดซิตริก (สุคีพ, 2554)

กรดซิตริก เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นกรดอินทรีย์อ่อน ในทางอุตสาหกรรมมักใช้กรดซิตริกที่ได้มาจากการสังเคราะห์ทางเคมี เพื่อใช้ในกระบวนการตกตะกอนโปรตีนน้ำนมในกรรมวิธีผลิตมอสซาเรลลาชีส แต่กรดเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติได้ พบได้ในผลไม้ หรือสมุนไพรที่มีรสชาติเปรี้ยว ซึ่งสามารถนำกรดจากผลไม้รสเปรี้ยวมาผลิตมอสซาเรลลาชีสแทนการใช้กรดซิตริกสังเคราะห์ได้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำกรดซิตริกที่ได้จากผลไม้รสเปรี้ยวมาใช้ในการผลิตเนยแข็งมอสซาเรลลา ได้แก่ ตะลิงปลิง เพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกช่วยเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์เนยแข็งในท้องตลาด อีกทั้งมีส่วนช่วยในการเพิ่มรสชาติ และกลิ่นที่แปลกใหม่ รวมถึงเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาปริมาณกรดจากตะลิงปลิงที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเนยแข็งชนิดมอสซาเรลลา
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางเคมี และการทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของเนยแข็งชนิดมอสซาเรลลาสูตรมาตรฐาน และเนยแข็งชนิดมอสซาเรลลาที่ใช้กรดจากตะลิงปลิง
3. เพื่อประเมินต้นทุนการผลิตของมอสซาเรลลาสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาที่ใช้กรดจากตะลิงปลิง สูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

ขอบเขตของการศึกษา

พัฒนาผลิตภัณฑ์เนยแข็งชนิดมอสซาเรลลา และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ คุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ช่วยเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์เนยแข็งในท้องตลาด เพิ่มรสชาติ และกลิ่นที่แปลกใหม่

ตัวแปรต้น: 1. ปริมาณที่เหมาะสมที่สุดของกรดจากตะลิงปลิงในการผลิตเนยแข็งชนิดมอสซาเรลลา

ตัวแปรตาม: 1. ผลิตภัณฑ์เนยแข็งชนิดมอสซาเรลลาสูตรมาตรฐาน และผลิตภัณฑ์เนยแข็งชนิดมอสซาเรลลาสูตรที่ใช้กรดจากตะลิงปลิง

2. ผลิตภัณฑ์เนยแข็งชนิดมอสซาเรลลาสูตรที่ใช้กรดจากตะลิงปลิง สูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

3. คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งชนิดมอสซาเรลลาที่ทำจากกรดตะลิงปลิง

สถานที่ในการศึกษา: ห้องแปรรูปผลิตภัณฑ์นม สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และมีความหลากหลาย ทั้งทางด้านกลิ่น และรสให้กับผลิตภัณฑ์
2. เพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค และความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด
3. เพิ่มมูลค่าให้กับผลไม้ที่มีอยู่ในท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

เนยแข็ง (Cheese)

เนยแข็ง หรือ ชีส (cheese) คือ ผลิตภัณฑ์จากนมซึ่งสามารถผลิตได้จากนมโคหรือนมแพะ เป็นต้น ที่ได้ผ่านการคัดแยกโปรตีน แล้วนำโปรตีนของนมมาทำการผสมเชื้อรา หรือแบคทีเรีย หรือสารอื่น ๆ แตกต่างกันไปตามประเภทของเนยแข็ง ซึ่งแตกต่างจากเนยที่ทำมาจากไขมันของนม

เนยแข็งเป็นอาหารที่มีประวัติศาสตร์ความเป็นมายาวนาน โดยมีปรากฏหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่ชัดเจนที่สุดในคัมภีร์ไบเบิล กลุ่มนักรบทหารโรมันเป็นบุคคลผู้มีบทบาทสำคัญในการเผยแพร่ให้คนทั่วโลกได้รู้จักเนยแข็ง เพราะไม่ว่าจะไปที่ไหนก็จะนำเนยแข็งไปด้วยเสมอ และมักจะแบ่งปันเนยแข็งที่มีให้กับคนในท้องถิ่นนั้นๆ โบสถ์จัดว่าเป็นสถานที่ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูล และความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับเนยแข็งที่มีความเด่นชัดที่สุดในสมัยกลาง การจำหน่ายเนยแข็งเพื่อเป็นการหารายได้เข้าโบสถ์ของบาทหลวงในศาสนาคริสต์ส่งผลให้เกิดเป็นเนยแข็งแบบดั้งเดิมที่มีเฉพาะในแต่ละท้องถิ่น ในเวลาต่อมาได้มีการปรับปรุงรสชาติของเนยแข็ง โดยทำให้มีความหลากหลาย จนมีเนยแข็งมากกว่า 3,000 ชนิดอยู่ในปัจจุบันนี้

ผู้คนมีความเข้าใจผิดว่าเนยแข็ง และเนยเหลวเป็นอาหารประเภทไขมันเช่นเดียวกัน อันที่จริงแล้วเนยแข็งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากโปรตีนซึ่งอยู่ในน้ำนมโค ในขณะที่เนยเหลวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากไขมันที่อยู่ในน้ำนมโค ดังนั้นเนยแข็งจึงถือเป็นอาหารประเภทโปรตีนเหมือนเนื้อสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการไม่ต่างจากน้ำนมโค เนยแข็งให้สารอาหารจำพวก โปรตีน แคลเซียม วิตามินบี 12 ฟอสฟอรัส สังกะสี และไขมัน ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลแลคโตสน้อยกว่าในน้ำนม ดังนั้นผู้ที่ประสบปัญหาในการดื่มจึงสามารถเลือกรับประทานเนยแข็งแทนได้ (ไพทมาศ, 2555)

การจำแนกประเภทเนยแข็ง

จำแนกประเภทเนยแข็งออกเป็น 5 ชนิด คือ

1. ครีมชีส (cream cheese) หมายถึง เนยแข็งที่มีครีมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในกระบวนการผลิต
2. โฮลมิลค์ชีส (whole milk cheese) หมายถึง เนยแข็งที่มีการใช้น้ำนมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สกิมมิลค์ชีส (skim milk cheese) หมายถึง การใช้นมขาดมันเนย หรือนมพร่องมันเนย หรือหางนม หรือเวย์ในการผลิต

4. โพรเซสชีส (processed cheese) หมายถึง เนยแข็งที่ผ่านกรรมวิธี ทำให้มีขนาดเล็กกลง เติมสารที่เรียกว่าอิมัลซิไฟเออร์ หลังจากนั้นจึงนำเนยแข็งมาพาสเจอร์ไรส์ จะแต่งกลิ่น รส สี หรือไม่ก็ได้

5. เนมชีส (named cheese) หมายถึง เนยแข็งที่เรียกชื่อตามสถานที่ที่ผลิต หรืออาจจะเรียกตามชนิดของเนยแข็งนั้นๆ ซึ่งเป็นที่ให้การยอมรับโดยทั่วไปและมีกระบวนการผลิตที่เฉพาะเจาะจงตามชนิดของเนยแข็งนั้นๆ (กระทรวงสาธารณสุข, 2543)

นอกจากนี้การจำแนกประเภทของเนยแข็งสามารถทำได้หลายลักษณะ ได้แก่ การจำแนกประเภทของการตกตะกอน วิธีการบ่มและความแข็ง การจำแนกเนยแข็งในแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การจำแนกประเภทเนยแข็งตามการตกตะกอน

1.1 การตกตะกอนด้วยเรนเนท (rennet coagulation) วิธีนี้เป็นการตกตะกอนเคซีน โดยการใช้เรนเนท (rennet) เรนเนทที่ใช้ในการตกตะกอนน้ำนมเป็นเอนไซม์เรนนิน (rennin) ที่สกัดได้จากกระเพาะที่สี่ของลูกโค และทำงานได้ดีในสภาพที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.8 โดยจะนำเรนเนทมาเจือจางด้วยน้ำก่อนเติมลงในน้ำนม

1.2 การตกตะกอนด้วยกรด (acid coagulation) เป็นวิธีการตกตะกอนโดยใช้สารกรด ซึ่งอาจได้มาจากการเติมกรดลงไปโดยตรง หรือเป็นกรดที่สร้างโดยแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก (lactic acid bacteria) ซึ่งใช้เป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ (starter culture)

1.3 การตกตะกอนด้วยเรนเนทรวมกับการใช้กรด วิธีนี้เป็นการใช้การตกตะกอนจากกรดร่วมกับเรนเนท ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่าง มีผลต่อลักษณะของการตะกอน หรือเคิร์ดที่เกิดขึ้น กล่าวคือ ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 5.15 จะเป็นลักษณะตะกอนที่ค่อนข้างไปทางตะกอนที่เกิดจากกรดมากกว่า แต่มีลักษณะที่ดีกว่าการใช้กรดเพียงอย่างเดียว

2. การจำแนกประเภทเนยแข็งตามความแข็ง ซึ่งความแข็งเป็นผลมาจากความชื้นที่ต่างกัน

2.1 เนยแข็งชนิดแข็งมาก (very hard cheese) มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 25 เช่น พาร์มีซานชีส และโรมาโนชีส เป็นต้น

2.2 เนยแข็งชนิดแข็ง (hard cheese) มีความชื้นอยู่ประมาณร้อยละ 20-42 เช่น เชดดาร์ชีส สวิสชีส เอมเมนทัลชีส และกรูแยร์ชีส เป็นต้น

2.3 เนยแข็งชนิดกึ่งแข็ง (semi-hard cheese) มีความชื้น ประมาณร้อยละ 45-55 เช่น อีตัมชีส และรอกพอร์ทชีส เป็นต้น

2.4 เนยแข็งชนิดกึ่งนุ่ม (semi-soft cheese) มีความชื้น ประมาณร้อยละ 45-55 เช่น บริกชีส ลิมเบอร์เกอร์ชีส กอร์กอนโซลาชีส และบลูชีส เป็นต้น

2.5 เนยแข็งชนิดนุ่ม (soft cheese) มีความชื้น ประมาณร้อยละ 45-80 และมักเกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย เช่น คอทเทจชีส ควาร์กชีส ครีมชีส บริชีส และ คาเมมเบอร์ทชีส เป็นต้น

3. การจำแนกประเภทเนยแข็งตามวิธีการบ่ม

3.1 เนยแข็งที่ไม่ผ่านการบ่ม (unripened cheese) เป็นเนยแข็งผ่านการตกตะกอน แต่ไม่ผ่านการบ่ม มักเป็นเนยแข็งที่ตกตะกอนด้วยกรด ซึ่งกลิ่น รสของเนยแข็งจะได้มาจากกรด และสารให้กลิ่น รสต่างๆ ที่สร้างโดยจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อ เช่น คอทเทจชีส และ ริคอตตาชีส เป็นต้น

3.2 เนยแข็งที่ผ่านการบ่ม (ripening) มีทั้งแบบที่ไม่ใช้จุลินทรีย์ในการบ่ม และใช้จุลินทรีย์ในการบ่ม ซึ่งจุลินทรีย์ที่ใช้สำหรับบ่มมีหลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก เช่น *Lactobacillus* และ *Pediococcus* เป็นต้น แบคทีเรียที่สร้างกรดโพรพิโอนิก (propionic bacteria) เช่น *Propionibacterium freudenreichii* ซึ่งสร้างกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) กรดอะซิติก (acetic acid) และคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งทำให้เกิด “eyes” ในเนยแข็งบางชนิด เช่น เอมเมนทาลชีส และกรูแยร์ชีส เป็นต้น รวมทั้งจุลินทรีย์อื่นๆ ได้แก่ รา เช่น *Penicillium roquefortii* ที่เติมพร้อมหัวเชื้อจุลินทรีย์ในการผลิตบลูชีส (blue cheese) และ *Penicillium camembertii* ซึ่งเป็น surface mold ที่ใช้ฉีดพ่นที่ผิวของเนยแข็งในการผลิตบริชีส และคาเมมเบอร์ทชีส เป็นต้น

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการบ่มอาจเติมพร้อมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้สำหรับการผลิตเนยแข็ง ซึ่งเรียกว่าการบ่มภายในหรือการบ่มบริเวณผิวเนยแข็ง ซึ่งเกิดจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์บริเวณผิวหน้าเนยแข็งก่อนการบ่ม ทำให้ได้เนยแข็งที่แตกต่างกันไปและมีกลิ่นรสที่มีความซับซ้อน ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของโปรตีนและไขมันในเนยแข็ง (อภิญา, 2553)

ประวัติความเป็นมาของมอสซาเรลลาชีส

มอสซาเรลลา คือ เนยแข็งชนิดหนึ่ง ซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากภาคใต้ของประเทศอิตาลี ตามธรรมเนียมแล้วผลิตจากน้ำนมกระป๋องด้วยกรรมวิธีปีสตาฟีลาตา (*pasta filata*) ซึ่งโดยหลักๆ แล้วเป็นการแช่ กวน และนวดลิ่มน้ำนมในอ่างหางนมร้อนหรือน้ำร้อน เนยแข็งที่ได้จะมีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม ยืดหยุ่น และมีกลิ่นรสไม่แรง นิยมนำไปใช้เป็นส่วนประกอบชนิดต่างๆ หรือเสิร์ฟกับมะเขือเทศผ่า และใบโหระพาฝรั่งในสลัดคาปริ

มอสซาเรลลาได้รับการขึ้นทะเบียนการรับรองความชำนาญพิเศษแบบดั้งเดิม (Traditional Speciality Guaranteed) จากสหภาพยุโรปในปี พ.ศ. 2541 แผนการคุ้มครองนี้กำหนดให้มอสซาเรลลาที่จำหน่ายในสหภาพยุโรปต้องผลิตตามสูตรดั้งเดิม แต่ก็ไม่ได้กำหนดที่มาของนมที่ใช้ผลิต เนยแข็งชนิดนี้ ดังนั้นจึงอาจใช้นมชนิดใดก็ได้รวมทั้งนมโค อย่างไรก็ตาม ในอิตาลี มอสซาเรลลาชนิดที่ผลิตจากนมกระป๋องเป็นชนิดที่มีความสำคัญและมีชื่อเสียง โดยมอสซาเรลลากระป๋องของอิตาลีที่จำหน่ายในชื่อ "มอสซาเรลลากระป๋องคัมปาเนีย" (*Mozzarella di Bufala Campana*) ได้รับการขึ้นทะเบียนภายใต้แผนการการคุ้มครองการตั้งชื่อจากแหล่งกำเนิด (Protected Designation of Origin) ของสหภาพยุโรป และต้องผลิตในท้องที่ที่ได้รับการเลือกสรรในแคว้นคัมปาเนีย, ลัตซีโย, ปุลยา และโมลิเซ เท่านั้น

มอสซาเรลลาสดโดยทั่วไปจะมีสีขาว แต่บางครั้งอาจจะมีสีครีม หรือสีเหลืองอ่อนขึ้นอยู่กับอาหารที่สัตว์กินเข้าไป เนื่องจากมอสซาเรลลาสดจะมีความชื้นสูง แต่เดิมมักบริโภคภายในไม่กี่วัน หลังจากผลิตเสร็จแต่ก็สามารถเก็บไว้ในน้ำเกลือเข้มข้นได้นานประมาณหนึ่งสัปดาห์ หรือนานกว่านั้น เมื่อจำหน่ายในบรรจุภัณฑ์ที่ผนึกสุญญากาศ โดยมอสซาเรลลาที่มีความชื้นต่ำจะสามารถแช่เย็นเก็บไว้ได้นานถึงหนึ่งเดือน และมอสซาเรลลาชุดฝอยที่มีวางจำหน่ายทั่วไปบางชนิดก็มีอายุการเก็บรักษานานถึงหกเดือน (กมลวรรณ และ ชื่นชีวิน, 2562)

คุณค่าทางโภชนาการของมอสซาเรลลาชีส

มอสซาเรลลาเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เพราะอุดมไปด้วยสารอาหารวิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการมากมาย ดังนี้

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของมอสซาเรลลาชีสต่อปริมาณ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณคุณค่าทางโภชนาการ
พลังงาน	280 กิโลแคลอรี
ไขมันทั้งหมด	17 กรัม
ไขมันอิ่มตัว	11 กรัม
คอเลสเตอรอล	54 มิลลิกรัม
คาร์โบไฮเดรต	3.1 กรัม
น้ำตาล	1.2 กรัม
โปรตีน	28 กรัม
แร่ธาตุ	
เหล็ก	0.3 มิลลิกรัม
แคลเซียม	731 มิลลิกรัม
แมกนีเซียม	26 มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	95 มิลลิกรัม
โซเดียม	16 มิลลิกรัม
วิตามิน	
วิตามิน บี6	0.1 มิลลิกรัม
วิตามิน บี12	0.9 IU
วิตามิน ดี	13 IU

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก รัตติยา (2557)

กรรมวิธีการผลิตเนยแข็ง

เนยแข็งที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรมมีหลายชนิด ซึ่งเนยแข็งแต่ละชนิดมีวิธีการผลิตแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามขั้นตอนพื้นฐานสำหรับการผลิตเนยแข็งทุกชนิดประกอบด้วย การตกตะกอนโปรตีนนม (clotting of milk protein) การกำจัดเวย์ (removal of the whey) การผลิตกรด (acid production) การเติมเกลือ (salting) การอัดขึ้นรูป (mould หรือ hoop) และการบ่ม (ripening) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การตกตะกอนโปรตีนนม การตกตะกอนโปรตีนนมสามารถทำได้ทั้งจากการใช้เอนไซม์หรือกรด หรือใช้ทั้งเอนไซม์และกรดรวมกัน การใช้เอนไซม์ทำให้เกิดการตัดเส้นเคซีนมาโครเปปไทด์ (caseinomacropeptide hairs) ออกจากเคซีน ทำให้พาราเคซีนไมเซลล์ตกตะกอน ส่วนกรด ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแลคโตสให้เป็นกรดแลคติก โดยแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกเป็นผลให้แคลเซียมฟอสเฟตเกิดการแยกตัวออกจากเคซีนไมเซลล์ ทำให้ประจุมรวมของเคซีนไมเซลล์เป็นศูนย์ (isoelectric point) และเกิดการตกตะกอน ซึ่งตะกอนดังกล่าวมีลักษณะเป็นร่างแหของโปรตีน ซึ่งห่อหุ้ม milk serum และเม็ดไขมันไว้ภายใน

2. การกำจัดเวย์ ในขั้นตอนการตกตะกอนโปรตีนนม เมื่อเคิร์ดมีความแข็งเพิ่มขึ้นความสามารถในการอุ้มน้ำจะลดลง เคิร์ดจะเกิดการหดตัวพร้อมกับเวย์แยกออกมา เรียกว่า การเกิดซินเนอรีซิส (syneresis) การตัดเคิร์ดจะช่วยให้เคิร์ดหดตัวมากขึ้น และเพิ่มพื้นที่ผิวของเคิร์ด ช่วยในการกำจัดเวย์ ขนาดของการตัดเคิร์ดมีผลต่ออัตราการขับน้ำออกจากเคิร์ด โดยทั่วไปถ้าเคิร์ดที่ตัดมีขนาดเล็กละเอียดจะให้เนยแข็งที่มีความชื้นต่ำ ได้แก่ เนยแข็งชนิดแข็ง แต่ถ้าขนาดของเคิร์ดใหญ่หรือหยาบ จะให้เนยแข็งที่มีความชื้นมากขึ้น ได้แก่ เนยแข็งชนิดกึ่งแข็ง การตัดเคิร์ดควรตัดด้วยความเร็วต่ำ เพื่อป้องกันการสูญเสียไขมันและเคซีนไปกับเวย์ ซึ่งอาจมีผลต่อผลผลิตของเนยแข็งที่ได้ นอกจากนี้ระหว่างการตัดเคิร์ดอาจมีการให้ความร้อนกับส่วนผสมของเคิร์ดและเวย์ ซึ่งเรียกว่า scalding พร้อมกับการกวนอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นสำหรับตกตะกอนโปรตีนนมและกำจัดเวย์สำหรับการผลิตเนยแข็งจึงต้องประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับการกวน การตัด การกำจัดเวย์ และการกด เพื่อ

ไล่เวย์ออกจากเคิร์ด โดยทั่วไปหลังจากไล่เวย์ออกจากเคิร์ดแล้ว จะได้เคิร์ดที่มีปริมาตรเหลือประมาณ 10-30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำนมเริ่มต้น

3. การสร้างกรด หลังจากตัดเคิร์ดและกำจัดเวย์ออกจากเคิร์ด จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อ ที่ยังคงอยู่ในเคิร์ดจะเปลี่ยนแลคโตสทำให้เกิดกรดแลคติก เมื่อความเข้มข้นของกรดแลคติกเพิ่มขึ้น กรดแลคติกจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเคซีน และแคลเซียมฟอสเฟต ขณะเดียวกันสารต่างๆ ในเวย์รวมทั้งแลคโตสจะแพร่กลับเข้าไปในเคิร์ดแทนที่สารที่จุลินทรีย์ใช้ไป ทำให้กรดแลคติกเพิ่มขึ้นทั้งภายใน และรอบๆ เคิร์ด เป็นสาเหตุให้เคิร์ดหดตัวต่อไป และยังจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อเจริญได้มากเท่าใดกรดก็จะยิ่งเกิดเร็วขึ้นเท่านั้น ทำให้เคิร์ดหดตัวได้เร็ว และกำจัดความชื้นออกได้เร็วยิ่งขึ้น

4. การเติมเกลือ การเติมเกลือสำหรับการผลิตเนยแข็งมักใช้ปริมาณร้อยละ 1-4 และมีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

4.1 ป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ไม่ต้องการ เช่น แบคทีเรียที่ผลิตกรดบิวทิริก (butyric acid bacteria) ซึ่งย่อยโปรตีนในเนยแข็งทำให้เกิดรสขมประกอบกับย่อยไขมันทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน

4.2 เพิ่มกลิ่นรสให้กับเนยแข็ง

4.3 เพื่อลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นหัวเชื้อแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกประเภทที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ สามารถทนต่อสภาวะที่มีเกลือได้แตกต่างกัน เช่น *Streptococcus cremoris*

4.4 เกลือช่วยลดปริมาณความชื้นในเคิร์ด ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของความดันออสโมติก

การเติมเกลือลงในเนยแข็งทำได้ 2 วิธี คือ วิธีแรกแช่เคิร์ดลงในน้ำเกลือและวิธีที่สองผสมเกลือแห้งลงในเคิร์ดที่บดแล้วคลุกเคล้าให้ทั่วปริมาณเกลือในเนยแข็งจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำเกลือ หรือปริมาณเกลือแห้งที่เติม ปริมาณความชื้นในเนยแข็ง ระยะเวลาที่แช่น้ำเกลือ อุณหภูมิขณะเติมเกลือและอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของเนยแข็ง

5. การอัดขึ้นรูป หลังจากเติมเกลือจะนำเคิร์ดมาอัดเพื่อกำจัดเวย์ส่วนเกินออกและทำให้เป็นรูปร่างที่ต้องการ ข้อควรทราบเกี่ยวกับการอัดขึ้นรูปเนยแข็งมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 ระดับแรงอัดขึ้นรูป ที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของเนยแข็ง สำหรับเนยแข็งที่มีความชื้นต่ำควรใช้แรงอัดมาก เพื่อให้ได้รูปร่างตามต้องการ

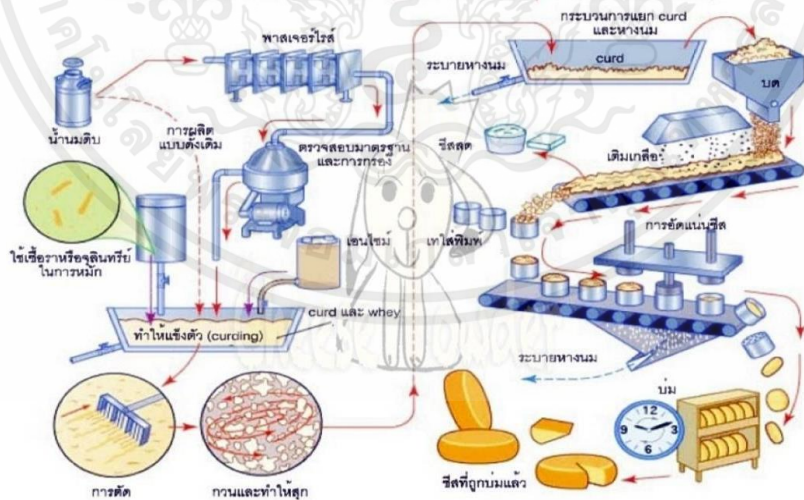
5.2 ในระหว่างการอัดเคิร์ด ควรเพิ่มแรงอัดที่ละน้อย มิฉะนั้นจะเกิดการสร้างเปลือกของเนยแข็งเร็วเกินไป ทำให้เนยแข็งที่ได้มีเว่ยอยู่ภายในมาก ทำให้ปริมาณแลคโตสสูงและค่าความเป็นกรด-ด่างของเนยแข็งจะต่ำกว่าปกติ

5.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปเคิร์ดขึ้นอยู่กับชนิดของเนยแข็งและเครื่องมือที่ใช้

5.4 การอัดเคิร์ด เพื่อขึ้นรูปที่อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้เกิดไขมันในรูปของเหลว ซึ่งจะขัดขวางการรวมตัวของเคิร์ดก้อนเล็ก ๆ

5.5 การเกิดลักษณะเนื้อที่เฝื่อนเป็นโพลิงในเนยแข็งอาจมีสาเหตุมาจากความผิดพลาดของเครื่องมือที่ใช้อัดขึ้นรูป หรืออาจเกิดจากการอัดขึ้นรูปที่อุณหภูมิต่ำเกินไป

6. การบ่ม เคิร์ดที่ยังไม่ผ่านการบ่มประกอบด้วยเคซีน ไขมันและน้ำเป็นส่วนใหญ่ มีเกลือกรดแลคติก เวย์และเกลือแร่เล็กน้อย ในระหว่างการบ่มเนยแข็งมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้น ได้แก่ การย่อยโปรตีน (proteolysis) การย่อยไขมัน (lipolysis) และการหมักแลคโตส (สุรีย, 2539)



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตเนยแข็ง

ที่มา: ฉวีวรรณพงศ์ (2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณประโยชน์ของเนยแข็ง

เนยแข็ง ครีမ်สด โยเกิร์ต และผลิตภัณฑ์ได้จากนํ้านมต่างมีคุณค่าทางโภชนาการที่ใกล้เคียงกันมาก เนยแข็งจะให้สารอาหารจำพวก โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส สังกะสี วิตามินบี 12 ที่สูงไม่แพ้นม แต่ข้อดีของเนยแข็งคือให้สารอาหารจำพวกน้ำตาลแลคโตสในปริมาณที่ต่ำกว่าในนํ้านม ดังนั้นการรับประทานเนยแข็งจึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ที่มีปัญหาในการดื่มนม

สำหรับคนที่มีปัญหาในการดื่มนมเนื่องจากร่างกายขาดน้ำย่อยแลคโตสหรือน้ำย่อยชนิดนี้ในปริมาณที่น้อย เมื่อดื่มนํ้านมเข้าไปแล้วร่างกายไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสในนมได้ ส่งผลให้เกิดการตกค้างของน้ำตาลแลคโตสในร่างกาย การหมักหมมนี้จะทำให้เกิดแก๊สและกรดในที่สุด ส่งผลให้ผู้รับประทานมีอาการท้องอืด ท้องเฟ้อและท้องเสียในเวลาต่อมา ดังนั้นจึงควรเลือกรับประทานเนยแข็งแทนการดื่มนม

นอกจากนี้เนยแข็งยังอุดมไปด้วยสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับเด็กวัยเจริญเติบโต เพราะเนยแข็งให้พลังงาน แคลเซียม และโปรตีนสูง โดยเฉพาะโปรตีนและแคลเซียมซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของกระดูก ช่วยเสริมสร้างให้กระดูกแข็งแรงและป้องกันโรคกระดูกพรุน อีกทั้งเนยแข็งยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพฟัน ช่วยป้องกันฟันผุ โดยโปรตีนในรูปของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในเนยแข็งจะเป็นตัวช่วยป้องกันสารเคลือบฟัน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มฟองน้ำลายที่ช่วยล้างกรดและน้ำตาลในช่องปากอันเป็นสาเหตุของฟันผุ แม้ว่าเนยแข็งจะมีปริมาณไขมันมากกว่านํ้านมแต่ก็เป็นอาหารที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย สำหรับผู้ที่มีปัญหาเรื่องน้ำหนักและคอเลสเตอรอล แต่ชื่นชอบการรับประทานเนยแข็งก็สามารถเลือกบริโภคเนยแข็งที่ทำจากนมไขมันต่ำหรือปราศจากไขมันได้ตามท้องตลาดทั่วไป โดยไม่ต้องกังวลกับปัญหาที่จะตามมาในภายหลัง (ปรีชา, 2562)

ตะลิงปลิง (Bilimbi)

ตะลิงปลิง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Averrhoa bilimbi* Linn. เป็นไม้ผลในวงศ์ Oxalidaceae เป็นพืชเขตร้อน คาดการณ์ว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ในหมู่เกาะมาลากู ของประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งในปัจจุบันนี้กลายเป็นพืชประจำถิ่นของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เอเชียใต้ ทวีปอเมริกากลาง ทวีปอเมริกาใต้ ประเทศแทนซาเนีย ประเทศออสเตรเลีย และประเทศจาเมกา

ตะลิงปลิงมีลักษณะเป็นไม้ยืนต้นสูงประมาณ 3-5 เมตร เปลือกลำต้นเป็นสีชมพูอ่อน กิ่งและลำต้นเปราะหักง่าย มีใบเป็นใบประกอบ ใบจะเรียงกันคล้ายใบมะยม ออกดอกสีแดงเข้มเป็นช่อตามบริเวณลำต้น เมื่อดอกโรยจะกลายเป็นผลลักษณะเรียวยาวและป้อม ผลอ่อนจะมีสีเขียว และจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อสุก เจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ชอบดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย นิยมขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ในด้านของพืชสมุนไพรนิยมนำส่วนที่เป็นผล และใบมาปรุงเป็นยา มีสรรพคุณช่วยบำรุงร่างกายช่วยให้เจริญอาหาร ออกผลตามกิ่งก้านและลำต้นเป็นพวงแน่นและสวยงาม จึงเป็นที่นิยมปลูกทั่วไป (วิมลรัตน์, 2551)

อนุกรมวิธานได้จัดจำแนกตะลิงปลิง ดังนี้

อาณาจักร (Kingdom) : Plantae

หมวด (Division) : Magnoliophyta

ชั้น (Class) : Magnoliopsida

อันดับ (Order) : Oxalidales

วงศ์ (Family) : Oxalidaceae

สกุล (Genus) : *Averrhoa*

ชนิด (Species) : *A. bilimbi*

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตะลิงปลิง

- **ต้นตะลิงปลิง** เป็นผลไม้ที่นิยมปลูกทั่วไปเพราะลำต้นมีผลเป็นพวงแน่นที่มีความสวยงาม และยังเป็นพืชร่วมวงศ์กับมะเฟือง แต่ขนาดของผลจะแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยมะเฟืองจะมีขนาดใหญ่กว่าตะลิงปลิง ต้นตะลิงปลิงจัดเป็นพืชที่อยู่ในเขตร้อน และเป็นไม้ผลยืนต้นขนาดเล็ก สูงประมาณ 3-5 เมตร แตกกิ่งก้านสาขามาก เปลือกต้นสีชมพู ผิวเรียบมีขนปกคลุมอยู่ตามกิ่ง ลักษณะของใบตะลิงปลิง ใบเป็นใบประกอบแบบขนนก มีสีเขียวอ่อนมีขุยปกคลุม คล้ายรูปหอก ปลายของใบแหลม โคนของใบมน หนึ่งก้านจะมีใบย่อยประมาณ 11-37 ใบ ใบมีขนาด ยาว 4-5 เซนติเมตร ส่วนลักษณะของดอกตะลิงปลิง จะออกดอกลักษณะเป็นช่อหลายช่อ บริเวณกิ่งและลำต้น และในแต่ละช่อจะมีความยาวประมาณ 6 นิ้ว ดอกมีกลีบ 5 กลีบ มีสีแดงเข้ม มีกลีบเลี้ยงสีเขียวอมชมพู 5 กลีบ และมีเกสรสีขาวตรงกลางดอก

- **ผลตะลิงปลิง** ลักษณะผลจะกลมยาว และปลายมน ผลมีความยาวประมาณ 4-6 เซนติเมตร กว้าง 2 เซนติเมตร เป็นพุ่มตามยาวเป็นช่อห้อย ผลตะลิงมีสีเขียวผิวเรียบเนียน แต่เมื่อสุกแล้วผลจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสีเหลือง เนื้อข้างในเหลว มีรสชาติเปรี้ยว และมีเมล็ด ลักษณะของเมล็ดตะลิงปลิงจะแบนยาว มีสีขาว

- **ใบตะลิงปลิง** เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ใบเป็นใบประกอบชนิดใบเดี่ยว ประกอบด้วยก้านใบหลักที่แตกออกบริเวณตรงส่วนปลายของกิ่ง ยาวประมาณ 30-50 เซนติเมตร ก้านใบหลักจะประกอบด้วยใบย่อยเรียงซ้อนกันเป็นคู่ๆ ประมาณ 15-25 คู่ ใบอ่อนมีสีส้มแดง เมื่อใบแก่จะมีสีเขียวสด และเป็นมันเล็กน้อย ใบย่อยบนก้านใบหลักจะมีรูปปลายหอก คล้ายกับใบของต้นมะยม แต่ใบของตะลิงปลิงจะยาวกว่าเล็กน้อย มีก้านใบยาว 3-5 มิลลิเมตร ตรงส่วนโคนใบจะใหญ่ ปลายใบแหลม ขนาดกว้างประมาณ 2.5-3.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 4-5 เซนติเมตร แผ่นใบ และขอบใบเรียบ เส้นใบมีขนสีเหลืองปกคลุม

- **ดอกตะลิงปลิง** จะออกดอกเป็นช่อ เป็นกระจุกหลายช่ออยู่ตามลำต้น และโคนกิ่ง แต่ละจุดจะมีช่อดอก 2-10 ช่อ ช่อดอกจะมีก้านดอกสีน้ำตาลอมม่วง ยาว 5-15 เซนติเมตร ตรงปลายช่อจะมีดอก 2-10 ดอก ตัวดอกประกอบด้วยกลีบดอก 5 กลีบ และกลีบเลี้ยงจำนวน 5 กลีบ กลีบเลี้ยงจะมีสีแดงระเรื่อ ส่วนกลีบดอกมีสีแดงอมม่วง ทั้งนี้ดอกตูมของตะลิงปลิงอ่อนนั้นจะมีสีเขียวอ่อน และเมื่อใกล้บานจะมีสีม่วงเข้ม เมื่อดอกบานออกสีกลีบดอกจะมีสีแดงอมม่วง

- **ผล และเมล็ด** ผลของตะลิงปลิงจะมีลักษณะเป็นทรงกระบอก และมีร่องตื้นบริเวณผล 5 ร่อง ขั้วผล และก้นผลมีลักษณะกลมมน กว้างประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 4-8 เซนติเมตร ผลที่โคนช่อมีขนาดเล็กกว่าผลที่ปลายช่อ ผลอ่อนมีผิวด้านนอกเป็นสีเขียวสด เนื้อผลด้านในมีสีเขียวอ่อนอมขาว ผลสุกมีสีผล และเนื้อผลค่อนข้างเหลือง ถัดมาตรงกลางเป็นที่อยู่ของเมล็ด 1-2 เมล็ด ผลอ่อนของตะลิงปลิงสามารถรับประทานได้ทุกส่วน แต่ผลแก่เมล็ดจะมีความแข็ง และค่อนข้างคมจะต้องแยกออก เนื้อของผลให้รสเปรี้ยวจัดพอๆ กับมะม่วงหาวมะนาวโห่ หรือ มะยม เมล็ดด้านในของตะลิงปลิงจะมีลักษณะแบนยาว มีสีขาว ขนาดประมาณ 2.5-4.5 มิลลิเมตร (พัชรราวดี, 2556)



ภาพที่ 2 ลักษณะผล และช่อดอกของตะลิงปลิง

ที่มา: สุรียา (2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าทางโภชนาการของตะลิงปลิง

ตะลิงปลิง ผลไม้รสเปรี้ยวที่อุดมไปด้วยสารอาหาร และวิตามินมากมาย ในประเทศไทย นอกจากนิยมนำมารับประทาน ยังมีการนำมาใช้รักษาอาการป่วยแบบแพทย์แผนโบราณด้วย นอกจากนี้ส่วนต่างๆ ของตะลิงปลิงยังมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังนี้

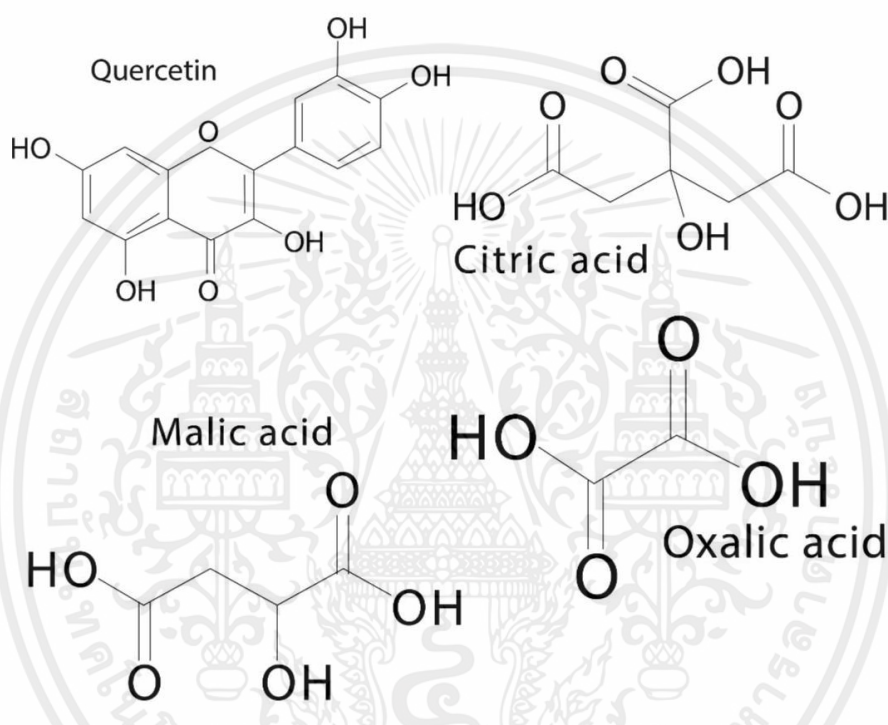
ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการของตะลิงปลิง ในส่วนที่รับประทาน 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณคุณค่าทางโภชนาการ
พลังงาน	11 กิโลแคลอรี
เส้นใย	0.3 กรัม
วิตามิน เอ	276 หน่วยสากล
วิตามิน บี1	0.03 มิลลิกรัม
วิตามิน บี2	0.09 มิลลิกรัม
วิตามิน บี3	0.7 มิลลิกรัม
วิตามินซี	2 มิลลิกรัม
แคลเซียม	1 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	6 มิลลิกรัม
ธาตุเหล็ก	0.2 มิลลิกรัม

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก สุรชาติพ (2551)

องค์ประกอบทางเคมีของตะลิงปลิง

องค์ประกอบทางเคมีจากการศึกษาวิจัยพบว่าในผลตะลิงปลิงประกอบไปด้วยสาร Flavonoid, Quercetin Alkaloid สารประกอบกลุ่ม Phenolic Compound และยังมีพบ Citric acid อีกด้วย



ภาพที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของตะลิงปลิง

ที่มา: อุไร (2547)

ประโยชน์จากกรดในตะลิงปลิง

ลดระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด เนื่องจากในตะลิงปลิงมีสารฟลาโวนอยด์ที่มีผลต่อการลดน้ำหนัก และยังมีสารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ อีกมากมาย ทำให้การบริโภคตะลิงปลิงสามารถช่วยลดระดับไขมันและน้ำตาลในเลือดได้ และยังพบว่าสารเคออสติน ซึ่งเป็นสารประกอบกลุ่มฟีนอลที่พบได้ในตะลิงปลิงยังช่วยลดความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานอีกด้วย

ต้านเชื้อจุลชีพ ตะลิงปลิงเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยกรดหลายชนิด เช่น กรดอะมิโน และกรดออกซาลิก รวมถึงสารต้านอนุมูลอิสระอย่างฟลาโวนอยด์ที่ทีมงานวิจัยพบว่าอาจช่วยต้านเชื้อจุลชีพชนิดต่างๆ ได้ เช่น แบคทีเรีย และเชื้อราที่อาจก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ โรคแบคทีเรียกินเนื้อคน หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคเนื้อเน่าได้ ทั้งยังช่วยต้านเชื้อแบคทีเรียซัลโมเนลลา ไทฟิมูเรียม (*Salmonella Typhimurium*) ที่เป็นสาเหตุของอาการท้องเสียและโรคไข้ไทฟอยด์

ลดความดันโลหิต ภาวะความดันโลหิตสูงอาจนำไปสู่โรคร้ายหลายชนิด เช่น โรคหัวใจ หรือโรคหลอดเลือดสมอง หลายคนเชื่อว่าการเลือกบริโภคตะลิงปลิงสามารถช่วยป้องกันโรคเหล่านี้ได้ เนื่องจากตะลิงปลิงเป็นผลไม้ที่มีสารฟลาโวนอยด์สูง ซึ่งสารชนิดนี้อาจช่วยลดระดับความดันโลหิตลงได้ (นันทนา, 2558)

โทษของตะลิงปลิง

มีความเชื่อว่า ตะลิงปลิงมีสรรพคุณหลายอย่าง จึงเป็นที่นิยมนำมารับประทานทั้งไม่ว่าจะเป็นราก ใบ ดอก ผล และในรูปแบบของการนำมาประกอบอาหาร หรือทำเป็นน้ำผลไม้ ในทางการแพทย์ ยังไม่มีผลงานวิจัยในมนุษย์ในเรื่องของประโยชน์จากตะลิงปลิงในการนำมารักษาโรคต่างๆได้อย่างชัดเจน แต่ผลข้างเคียงที่พบบ่อย คือ “ภาวะไตวาย” จากการนำผลตะลิงปลิงมาคั้นเป็นน้ำดื่ม เนื่องจาก ผลของตะลิงปลิงมีกรดออกซาลิก (oxalic acid) ในปริมาณที่สูงมาก ซึ่งทำให้เกิดอันตรายต่อไต เกิดภาวะไตวายเกิดขึ้น เป็นอันตราย ได้ตั้งนั้นคำแนะนำในการบริโภคตะลิงปลิง คือ

- ไม่ควรรับประทานตะลิงปลิงปริมาณมาก
- ไม่ควรนำผลตะลิงปลิงมาคั้นทำเป็นน้ำผลไม้ดื่ม
- ไม่ควรรับประทานตะลิงปลิงตอนท้องว่าง
- ไม่ควรรับประทานตะลิงปลิงในภาวะที่ร่างกายขาดน้ำ
- ผู้ป่วยที่มีการทำงานของไตผิดปกติไม่ควรรับประทานตะลิงปลิง หรือ มะเฟือง เพราะเป็นพืชที่มีกรดออกซาลิกสูงทั้งคู่ ซึ่งจะทำให้เกิดการทำงานของไตที่ผิดปกติมากขึ้น จนนำไปสู่ภาวะไตวาย

ไตล้มเหลวในที่สุด (พลอยไพลิน, 2562)

งานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

จรัสศรี และคณะ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยแข็งจากน้ำนมกระป๋องชนิดไม่ผ่านกระบวนการบ่ม โดยใช้เอนไซม์จากพืชสำหรับกระบวนการตกตะกอนโปรตีนนั้น ใช้เอนไซม์โบรมิเลนในน้ำสับปรดในการตกตะกอนโปรตีนเคซีนในน้ำนม เนื่องจากสับปรดเป็นผลไม้ที่หาง่ายในประเทศไทย และมีทุกฤดูกาล อีกทั้งยังเป็นเอนไซม์ที่มีการยอมรับให้ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ โดยได้ทำการศึกษาถึงผลการศึกษา pH ของน้ำสับปรดที่เหมาะสมในกระบวนการแปรรูป พบว่าน้ำสับปรดที่ pH เท่ากับ 3.97 (ประมาณ 4) เหมาะสมในการนำไปตกตะกอนโปรตีนในกระบวนการผลิตเนยแข็ง เพราะได้ปริมาณร้อยละของผลผลิต 22.7 ± 0.22 ค่าความแน่นเนื้อ (240.4 ± 7.37 g/sec) สูงที่สุด และค่าปริมาณความชื้น 12.88 ± 0.15 ต่ำที่สุด เมื่อใช้น้ำสับปรดที่มี pH เท่ากับ 3.97 มาศึกษาปริมาณของน้ำสับปรดที่เหมาะสมกับการผลิตเนยแข็งชนิดสดจากน้ำนมกระป๋องโดยใช้ปริมาณที่ร้อยละ 0.15, 0.20, 0.25 และ 0.30 พบว่าการใช้น้ำสับปรดที่ปริมาณเท่ากับร้อยละ 0.20 เหมาะสมในการนำไปตกตะกอนโปรตีนในกระบวนการผลิตเนยแข็งที่สุด โดยให้ผลร้อยละของผลผลิต (27.3 ± 0.05) ค่าความแน่นเนื้อ (275.2 ± 3.37 g/sec) ค่าปริมาณความชื้น (10.95 ± 0.12) และมีค่าคะแนนความชอบเท่ากับ ชอบ โดยคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ (6.5 ± 1.20) กลิ่น (6.5 ± 1.56) รสชาติ (6.5 ± 0.54) ลักษณะเนื้อสัมผัส (7.2 ± 1.20) และการยอมรับโดยรวม (7.0 ± 0.18) โดยผลต่อความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม แตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อีกทั้งยังมีปริมาณความชื้น (10.95 ± 0.12) และต้นทุนการผลิตที่กิโลกรัมละ 293.04 บาท ที่ต่ำที่สุดในการศึกษานี้

พิมพ์ฤทัย (2546) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต และเพิ่มมูลค่าชีส เพื่อขยายตลาดผลิตภัณฑ์นมโดยเฉพาะชีส การวิจัยประเมินความเป็นไปได้ในการผลิตรสผลไม้เพิ่มมูลค่าชีสจากผลไม้ 5 รสชาติ ได้แก่ แอปเปิล แคนตาลูป เมลอน องุ่น และแตงโม โดยนำน้ำผลไม้ที่สกัดได้จากผลไม้แต่ละชนิดเติมลงในนมก่อนขั้นตอนการทำชีส ชีสที่ได้มาถูกวิเคราะห์โดยมีสมาชิกจำนวน 30 คน เป็นผู้ประเมิน ซึ่งจากการทดลองพบว่าการเติมน้ำผลไม้ลงในนมจะเปลี่ยนค่า pH ของส่วนผสมเป็นส่วนใหญ่ยกเว้น เมลอน ไม่พบการแข็งตัวของนม ซึ่งเคิร์ดแต่ละชั้นของชีสรสผลไม้ไม่มีความเหนียวน้อย

กว่ากลุ่มควบคุมและมีขนาดเล็กกว่า และในบรรดาน้ำผลไม้ที่นำมาทดสอบพบว่า น้ำแอปเปิ้ลให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในแง่ของ ลักษณะ เนื้อสัมผัส สี และรส

ธีรภูมิ (2546) ได้ทำการศึกษาการผลิตเนยแข็ง โดยอาศัยกรดจากน้ำสับปะรด และน้ำมะขามในการตกตะกอนโปรตีนนม เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของสารตัวอย่าง 4 ชนิด คือ สารสกัดเรนินทางการค้า สารละลายเอนไซม์เรนินจากกระเพาะลูกโค กรดจากน้ำสับปะรด และน้ำมะขาม ทำการทดลองโดยการนำสารตัวอย่างทั้ง 4 ชนิด มาทดสอบการทำงานของเอนไซม์ด้วยวิธี milk-clotting โดยควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 6.3 จากการศึกษาพบว่า สารสกัดเรนินทางการค้ามีการทำงานสูงที่สุด รองลงมา คือ สารสกัดจากเรนินจากกระเพาะลูกโค ซึ่งเลือกใช้กรดจากน้ำสับปะรด 2 พันธุ์ คือ สับปะรดพันธุ์ภูเก็ต และสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ผลที่ได้ คือ กรดจากน้ำสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตมีการทำงานที่ดีกว่า จึงเลือกกรดจากน้ำสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตในการผลิตเนยแข็ง และเนื่องจากกรดจากน้ำมะขามไม่มีการทำงานที่ก่อให้เกิดการจับตัวกันของตะกอนโปรตีนนม จึงไม่เลือกใช้สารตัวอย่างดังกล่าวในการผลิตเนยแข็ง

บุศรินทร์ (2564) ได้ทำการศึกษาคูณภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลลาชีสจากนมแพะดิบที่มีอายุการเก็บรักษาต่างกัน เพื่อศึกษาระดับการใช้เอนไซม์เรนเนทที่ให้ผลผลิตมอสซาเรลลาชีสสูงที่สุดในนมโคดิบ และนมแพะดิบแช่แข็ง เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และลักษณะทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลลาชีสที่ผลิตจากน้ำนมแพะดิบแช่แข็ง อีกทั้งยังศึกษาคูณภาพทางกายภาพ เคมี ลักษณะทางประสาทสัมผัส และอายุการเก็บรักษาของมอสซาเรลลาชีสที่ผลิตจากน้ำนมแพะดิบแช่แข็ง ที่มีอายุการเก็บรักษา 0, 1, 2, 3 และ 4 เดือน ซึ่งบ่มในน้ำเกลือความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 0, 7, 14, 21 และวันที่ 28 โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของมอสซาเรลลาชีสจากน้ำนมโคดิบ ระดับเอนไซม์เรนเนทที่ 0.03 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และน้ำนมแพะดิบใช้ระดับเอนไซม์เรนเนทที่ให้ผลผลิตมอสซาเรลลาชีสสูงที่ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การเปรียบเทียบคุณภาพกายภาพ และเคมีของมอสซาเรลลาชีสที่ผลิตจากน้ำนมโคดิบ และน้ำนมแพะดิบ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และความพอใจโดยรวมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอสซาเรลลาชีสจากน้ำนมโคดิบคະแนนต่ำกว่ามอสซาเรลลาชีสจากน้ำนมแพะดิบ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในส่วนของ คุณภาพของมอสซาเรลลาชีสเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA) โดยการศึกษาของมอสซาเรลลาชีสจากน้ำนมแพะดิบแช่แข็งที่มีอายุการเก็บรักษาเดือนที่ 0, 1, 2, 3 และเดือนที่ 4 พบว่าคุณภาพกายภาพ เคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลลาชีส แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การทดสอบการยอมรับ พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มอสซาเรลลาชีสที่เก็บรักษาในวันที่ 0, 7, 14, 21 และวันที่ 28 มีคุณภาพกายภาพ เคมี เปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าสี และเปอร์เซ็นต์ไขมัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับค่ากรด-ต่าง (pH) ค่าน้ำอิสระ (a_w) การทดสอบทางประสาทสัมผัส และการทดสอบการยอมรับ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จิระเดช (2549) ศึกษาการพัฒนากรรมวิธีการผลิตเนยแข็งมอสซาเรลลา จากน้ำนมดิบที่เก็บรักษาด้วยระบบแลคโตเพอร์ออกซิเดส (LP-system) เพื่อลดปัญหาในเรื่องการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงระหว่างการขนย้ายน้ำนมดิบในอุตสาหกรรมนม และการเก็บรักษาน้ำนมดิบก่อนการแปรรูปในอุตสาหกรรมนม ทำการทดลองโดยแบ่งนม ออกเป็น 3 ส่วนคือ น้ำนมดิบ น้ำนมที่ผ่าน LP-system และน้ำนมที่ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ จากนั้นนำน้ำนมดิบทั้ง 3 ส่วน มาผลิตเป็นเนยแข็งมอสซาเรลลา ทำการวิเคราะห์ทางเคมี จุลชีววิทยา เวลาที่ใช้ในการตกตะกอนน้ำนม และคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ปริมาณความชื้นของตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำนมดิบมีค่ามากที่สุด ($p < 0.05$) คือ 50.80 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ตัวอย่างเนยแข็งจากนมสดพาสเจอร์ไรส์ และตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำดิบที่ผ่าน LP- system คือ 49.26, 46.28 และ 45.38 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณไขมันของตัวอย่างเนยแข็งทางการค้ามีค่ามากที่สุด ($p < 0.05$) คือ 22.42 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำนมดิบ ตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำนมดิบที่ผ่าน LP-system และตัวอย่างเนยแข็งจากนมสดพาสเจอร์ไรส์ คือ 20.00, 16.00 และ 14.83 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนของตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำนมดิบที่ผ่าน LP-system มีค่ามากที่สุด ($p < 0.05$) คือ 33.40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ตัวอย่างเนยแข็งจากนมสดพาสเจอร์ไรส์ ตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำนมดิบ และตัวอย่างเนยแข็งทางการค้ามีค่า คือ 30.14, 24.80 และ 24.70 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้จากผลต่างขององค์ประกอบทางเคมีทั้งหมดกับร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีในส่วนที่เหลือ ยกเว้นปริมาณเกลือ ซึ่งตัวอย่างเนยแข็งทางการค้ามีค่ามากที่สุด ($p < 0.05$) คือ 2.94 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำนมดิบที่ผ่าน LP-system ตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำนมดิบ และตัวอย่างเนยแข็งจากนมสดพาสเจอร์ไรส์ คือ 1.80, 1.50 และ 1.45 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณเถ้าของตัวอย่างเนยแข็งจากนมสดพาสเจอร์ไรส์มีค่ามากที่สุด ($p < 0.05$) คือ 4.32 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ตัวอย่างเนยแข็งทางการค้า ตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำนมดิบที่ผ่าน LP-system และตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำนมดิบ คือ 3.58, 3.42 และ 2.90 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ปริมาณเกลือของตัวอย่างเนยแข็งจากนมสดพาสเจอร์ไรส์มีค่ามากที่สุด ($p < 0.05$) คือ 1.85 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก รองลงมา คือ ตัวอย่างเนยแข็งทางการค้า ตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำนมดิบที่ผ่าน LP-system และตัวอย่างเนยแข็งจากน้ำนมดิบ คือ 1.84, 1.58 และ 1.39 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ตามลำดับ การใช้ น้ำนมที่ผ่าน LP-system หลังจากทำการรีดน้ำนมดิบเสร็จทันทีจะเป็นวิธีการที่ช่วยให้สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบอย่างมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด และการใช้น้ำนมที่ผ่าน LP-system ร่วมกับการฆ่าเชื้อในการแปรรูปผลิตภัณฑ์นม ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานยิ่งขึ้น ซึ่งยังสามารถลดอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ เพื่อลดการสูญเสียคุณค่าทางอาหารของน้ำนม และลดต้นทุนการผลิตในส่วนของการฆ่าเชื้อได้อีกด้วย

Abd El Aziz and Metwaly (2014) ได้ทำการศึกษาผลของการตกตะกอนโปรตีนจากกรดโดยตรง โดยสารปรับความเป็นกรดต่างๆ ต่อคุณสมบัติของมอสซาเรลลาชีส โดยกรดแลคติก และอะซิติก เช่น กรดอินทรีย์ มะนาว น้ำส้ม และทับทิม นำมาใช้ในการตกตะกอน ในการทำมอสซาเรลลาชีส และเปรียบเทียบกับกรดที่สร้างโดยแบคทีเรียเริ่มต้นเป็นตัวควบคุม ผลของชีสที่ได้จากการควบคุมทั้งหมดได้รับการวิเคราะห์ทางเคมี จุลชีววิทยา และคุณสมบัติการไหล วิเคราะห์ตัวอย่างในการทำซ้ำสามครั้งและบันทึกค่าหลัก ผลการศึกษาพบว่า มอสซาเรลลาชีสที่ทำโดยการทำให้เป็นกรดโดยตรงกับน้ำมะนาว มีคุณสมบัติทางเคมีที่ดีที่สุด คุณสมบัติการไหล และให้ร้อยละของผลผลิตสูง นอกจากนี้สิ่งทดลองทั้งหมดยกเว้นกรดที่ได้จากน้ำส้ม มีคุณสมบัติที่ดีเมื่อเทียบกับมอสซาเรลลาชีสกลุ่มควบคุม นอกจากนี้มอสซาเรลลาชีสที่สกัดจากน้ำทับทิมยังมีคุณสมบัติทางเคมี และการไหลที่ดี จากผลการทดลองนี้จึงกล่าวได้ว่า การใช้กรดโดยตรงในการผลิตมอสซาเรลลาชีสเป็นการปรับปรุงคุณสมบัติการไหล ลดเวลา และเพิ่มผลผลิตชีส สุดท้ายนี้สารเพิ่มความเป็นกรดตามธรรมชาติ เช่น มะนาวหรือกรดแอสซาร์ติกเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีย์บางชนิด (กรดอะซิติก กรดแลคติก) สามารถนำไปใช้กับการทำให้เป็นกรดและการทำมอสซาเรลลาชีสที่มีคุณภาพดีและได้รับความชื่นชอบ

Hashim *et al.* (2014) ได้ทำการศึกษาผลของสารสกัดจากผลมะนาวและผลองุ่นเป็นสารตกตะกอนต่อองค์ประกอบทางเคมีของชีสขาวชุดานระหว่างการเก็บรักษา เพื่อทดสอบผลกระทบของชนิดของสารตกตะกอนต่อองค์ประกอบทางเคมีของชีสขาวชุดาน โดยทำชีสกรดมะนาวและกรดองุ่นเป็นชุด โดยมีนมโคดิบ 20 ลิตร นำไปให้ความร้อนที่ 82 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นเติมเกลือในอัตรา 4 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายน้ำมะนาว pH 3.2 (น้ำมะนาว 50 เปอร์เซ็นต์ + น้ำกลั่น 50 เปอร์เซ็นต์) เติมเกลือที่อัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ และเติมน้ำองุ่น pH 3.7 ในอัตรา 10 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นให้ผสมทิ้งไว้จนแข็งตัวสมบูรณ์เกิดเป็นเคิร์ด จากนั้นบรรจุชีสลงในถุงโพลีเอทิลีนอย่างละ 100 กรัม และเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาหนึ่งเดือน วิเคราะห์ทางเคมีสำหรับตัวอย่างชีสในวันที่ 1 วันที่ 7 วันที่ 14 วันที่ 21 และวันที่ 30 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณไขมันของตัวอย่างชีสมะนาวและชีสองุ่นที่เก็บอยู่ในตู้เย็นอยู่ในระดับสูงกว่า ปริมาณไขมันของชีสชนิดเดียวกันที่เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณโปรตีนชีสมะนาวที่เก็บในตู้เย็น (19.45 ± 3.06 เปอร์เซ็นต์) และในตู้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (16.28 ± 1.29 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าของชีสองุ่น (17.03 ± 2.83 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) ของตัวอย่างชีสมะนาวที่เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิห้องเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) จาก 45.51 ± 1.31 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่หนึ่ง เป็น 66.94 ± 1.48 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่สี่ ปริมาณเถ้าของชีสมะนาวตัวอย่างที่เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (1.10 ± 0.26 เปอร์เซ็นต์) มีค่ามากกว่าตัวอย่างชีสมะนาวที่เก็บไว้ในตู้เย็นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ชีสมะนาวที่เก็บไว้ในตู้เย็นมีค่าความเป็นกรด (0.05 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์) ชีสมะนาวที่เก็บไว้ในตู้เย็นมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จาก 0.20 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 1 เป็น 0.30 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่สี่ สรุปได้ว่าการจัดเก็บระยะเวลาที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อองค์ประกอบทางเคมีของชีสขาวที่ทำจากมะนาวและองุ่นด้วย ดังนั้นวิธีการของการเก็บรักษามีผลชัดเจนต่อองค์ประกอบทางเคมีของชีสขาวชุดาน

Choi Hee Young *et al.* (2015) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของชีสเกาดาที่เสริมด้วยไวน์ผลไม้ การศึกษานี้ดำเนินการขึ้นเพื่อประเมินคุณลักษณะคุณภาพของชีสเกาดาที่เสริมด้วยไวน์ผลไม้ (*Prunus mume* หรือ *Cornus officinalis*) โดยวัดคุณภาพของชีสเกาดาที่เสริมด้วยไวน์ผลไม้จากการ

เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี จำนวนแบคทีเรียในกรดแลคติก pH ในโตรเจนที่ละลายน้ำได้ Water-soluble nitrogen (WSN) ลักษณะทางประสาทสัมผัสและติดตามการสลายโปรตีนในชีสที่สุกแล้ว รูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ของโปรตีนชีสผลไม้ ความเข้มข้นของส่วนประกอบในการทำงานของไวน์ และปริมาณฟลาโวนอยด์ของชีส ในการทดลองได้เสริมไวน์ผลไม้ที่ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยนำชีสที่ได้แช่ไว้ในตู้เย็นเป็นเวลา 0-15 สัปดาห์ จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของชีสที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 สัปดาห์ และเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการเสริมไวน์ผลไม้ในชีสเกาดาสามารถทำให้สารอาหารเพิ่มขึ้นและยังคงรักษารสชาติและคุณภาพของชีสเกาดาไว้เหมือนเดิม แต่การเสริมไวน์ผลไม้ไม่มีผล ($p > 0.05$) ต่อลักษณะที่ปรากฏหรือลักษณะทางประสาทสัมผัสของชีส ทั้งนี้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของเกาดาชีสที่เสริมด้วยไวน์ผลไม้ ไม่พบความแตกต่างของความชื้น ไขมันและโปรตีน แต่พบว่ามีเถ้า และฟลาโวนอยด์ ($p < 0.05$) และไขมันในชีสที่เสริมไวน์ผลไม้มากกว่าในกลุ่มควบคุม อีกทั้งจำนวนแบคทีเรียในกรดแลคติกและ Water-soluble nitrogen (WSN) ในชีสที่เสริมด้วยไวน์ผลไม้สูงกว่ากลุ่มควบคุมและมีค่า pH ต่ำกว่าชีสกลุ่มควบคุม

Shehata *et al.* (1967) ได้ทำการศึกษานิตของกรดที่ใช้ในขั้นตอนการตกตะกอนโปรตีนของบลูชีส และมอสซาเรลลาชีส เพื่อวิเคราะห์เกี่ยวกับความชื้น ความหนาแน่น และระดับแคลเซียมของชีสที่ได้ โดยจะใช้กรดฟอสฟอริก กรดไฮโดรคลอริก กรดแลคติกหรือกรดซิตริกเข้มข้น ตามลำดับ ขั้นตอนการผลิตจะให้น้ำนมเป็นกรด pH 5.6 ที่อุณหภูมิ 4.4 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ 20 นาที จากนั้นเติมเงินเนท 50 มิลลิลิตร / 453.6 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส วางทิ้งไว้ให้ตกตะกอน 30 นาที ตัดเคิร์ดที่ได้เป็นเป็นสี่เหลี่ยม ระบายน้ำเวย์ออก และเพิ่มสปอร์รา ส่วนขั้นตอนการผลิตมอสซาเรลลาชีสโดยการทำให้เป็นกรดโดยตรง โดยใช้เทคนิคการกวนอย่างต่อเนื่อง ขั้นตอนการผลิตจะให้น้ำนมเป็นกรด pH 5.6 ที่อุณหภูมิ 4.4 องศาเซลเซียส วางทิ้งไว้ 20 นาที จากนั้นเติมเรนเนท 100 มิลลิลิตร / 453.6 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส กวนอย่างต่อเนื่องในระหว่างการตกตะกอนของเคิร์ด เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นระบายน้ำเวย์ออก นวดเคิร์ดที่ได้ในน้ำอุณหภูมิ 2.2 องศาเซลเซียส เมื่อเคิร์ดเย็นจึงนำไปแช่ในน้ำเกลือที่อุณหภูมิ 7.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการวิเคราะห์ความชื้น ความหนาแน่น และระดับแคลเซียมของทั้ง 2 ชนิด พบว่าความชื้นของบลูชีส และมอสซาเรลลาชีสที่ผลิตโดยใช้กรดแลคติก มีปริมาณสูงสุด คือ 48.54 และ 50.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ ความหนาแน่นหลังจากการบิบเวย์ พบว่าทั้งบลูชีส และมอสซาเรลลาชีสที่ผลิตโดยใช้กรด ฟอสฟอริก และกรดไฮโดรคลอริกมีความหนาแน่นกว่าชีสที่ผลิตโดยใช้กรดแลคติก หรือกรดซิตริก เข้มข้น ระดับแคลเซียมของบลูชีส และมอสซาเรลลาชีส พบว่าชีสที่ผลิตโดยกรดฟอสฟอริกมีปริมาณ แคลเซียมสูงที่สุดคือ 9.91 และ 11.47 ตามลำดับ

Li et al. (2020) ได้ทำการศึกษาชนิดของแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกในชีสคาซัค และการมีส่วนทำให้เกิดการหมักชีส ในการทดลองจะใช้แบคทีเรีย 4 ชนิดคือ *Sthermophilus thermophilus* B8, *Lactobacilluss thamnosus* B10, *Weissella confusa* B14 และ *Lactobacilluss helveticus* B6 โดยเริ่มจากการใช้น้ำนมดิบ 20 ลิตร ปรับไขมันเป็น 3.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ความร้อนที่ อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที กวนอย่างต่อเนื่อง หลังจากทำให้เย็นลงจนมีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แบ่งนมออกเป็น 4 ส่วนๆ ละ 5 ลิตร ทำการทดลองชีส 4 ครั้ง ดำเนินการแยกกัน โดยใช้สารตั้งต้น 4 ชนิด ข้างต้น อุณหภูมิที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และเติมลงในนมที่ความเข้มข้น ของเซลล์ประมาณ 1.0×10^7 cfu / ml. จากนั้นเติมโคโมซิน 0.02 เปอร์เซ็นต์ ลงในนมเพื่อกระตุ้น การเกิดเคิร์ด กระบวนการหมักทั้งหมดดำเนินการภายใต้สภาวะปิดสนิท จากนั้นตัดเคิร์ดเป็นสี่เหลี่ยม จตุรัสขนาด 1 เซนติเมตร เพื่อระบายเวย์ หลังจากกำจัดเวย์นำเคิร์ดที่ได้แช่น้ำเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง บรรจุภาชนะและเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสโดยจะเก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 0, 8, 16, 24 และ 32 วัน นำตัวอย่างใส่หลอดสำหรับ ปั่นแยก 50 มิลลิลิตร แช่แข็งในไนโตรเจนเหลว และเก็บในในอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส ทำการ วิเคราะห์ผลการศึกษาพบว่าคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี ผลการทดลองพบว่าส่วนใหญ่ไม่มีความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นความชื้น และไขมัน ดังนั้นแบคทีเรียกรดแลคติก *Weissella confusa* B14 มีประโยชน์ต่อการผลิตกรดอะมิโน ในขณะที่ *Sthermophilus thermophilus* B8 ส่งเสริมการสร้างกรดอินทรีย์ และมีส่วนทำให้เกิดคุณสมบัติพื้นผิวที่ดี นอกจากนี้ ชีสทั้ง 4 ชนิด ยังมีกลิ่นหอมที่เด่นชัด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

วัตถุดิบ

1. น้ํานมดิบ
2. ตะลิ่งปลิง
3. น้ําสะอาด

สารเคมี

1. เรนเนท
2. กรดซิตริก

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer รุ่น Hunter Lab)
2. เครื่องวัด pH-meter (Ohaus; USA รุ่น Starter 3100)
3. เครื่องชั่งตวงถนียม 2 ตำแหน่ง
4. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Lloyd instruments รุ่น Texture analysis Instruments)
5. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Digital food thermometer รุ่น KT300)
6. ตู้เย็น (LG รุ่น IN 110)
7. เตามแม่เหล็กไฟฟ้า (Zebra รุ่น (ZB-ICP 2000)
8. ถุงสำหรับกรองน้ำเวย์
9. อุปกรณ์เครื่องครัวต่างๆ

วิธีการทดลอง

1. การศึกษามอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน

การศึกษามอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐานเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาเป็นมอสซาเรลลาชีสจากกรดของตะลิงปลิง ซึ่งดัดแปลงจาก เอกสารประกอบการเรียนการสอน เรื่องการแปรรูปผลิตภัณฑ์นม (สมพร, มปป.) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การศึกษามอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน

ส่วนผสมของมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน		
วัตถุดิบ	หน่วย	ปริมาณที่ใช้
กรดซิตริกสังเคราะห์	กรัม	8.0
เรนเนท	กรัม	0.2
น้ำนมดิบ	มิลลิลิตร	5,000

วิธีการผลิตมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน

1. ละลายกรดซิตริกสังเคราะห์ 3.2 กรัม กับน้ำเปล่า ¼ ถ้วยตวง
2. ละลายเรนเนท 0.08 กรัม กับน้ำเปล่า ¼ ถ้วยตวง
3. เทน้ำนมดิบลงในหม้อ ปริมาณ 2,000 มิลลิลิตร (เปิดหม้ออุ่นนม) ใช้ทัพพีคนเรื่อยๆ จน น้ำนมดิบมีอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ปิดเตา หลังจากนั้นเติมกรดซิตริกสังเคราะห์ และเรนเนทลงไป คนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้วปิดฝา
4. หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เพื่อรอให้โปรตีนนมตกตะกอน จะได้เป็นเคิร์ด และเวย์
5. นำเคิร์ด และเวย์ที่ได้ไปอุ่นต่อจนมีอุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส
6. ใช้สไปตูล่าตัดเคิร์ดเป็นสี่เหลี่ยมเล็กๆ ขนาดประมาณ 1x1 นิ้ว
7. เทใส่ถุงกรอง และบีบเวย์ออกจากก้อนเคิร์ดให้ได้มากที่สุด
8. นำน้ำเวย์ที่ได้จากการกรองไปอุ่น ใช้ทัพพีคนเรื่อยๆ จนมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นปิดเตาแล้วนำเคิร์ดในถุงกรองลงไปแช่ประมาณ 3-5 นาที
9. นำก้อนเคิร์ดที่ได้ขึ้นมาใส่ถาด เติมเกลือ 1 ช้อนชา นวดเรื่อยๆ จนเป็นเนื้อเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. อุณหภูมิที่เหลือให้มีอุณหภูมิอยู่ที่ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นนำก้อนเคิร์ดไปแช่อีกครั้ง (ทำซ้ำให้ครบ 3 รอบ)
11. ชั่งน้ำหนักเนยแข็งที่ได้ เพื่อคำนวณร้อยละของผลผลิต ตัดแบ่งเป็นชิ้นเล็กๆ บรรจุภาชนะ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น

2. การเตรียมกรดจากตะลิงปลิง

การศึกษาอัตราส่วนของตะลิงปลิงต่อน้ำนมดิบ เพื่อนำอัตราส่วนของตะลิงปลิงที่ได้มาใช้ในการพัฒนาโมสซาเรลลาชีสโดยการนำตะลิงปลิงมาปั่นเพื่อคั้นเอาน้ำ โดยการเปรียบเทียบจากปริมาณกรดซิตริก

วิธีการเตรียมกรดซิตริกจากตะลิงปลิง

1. นำตะลิงปลิงมาล้างน้ำให้สะอาด เพื่อชำระล้างสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ตามผลตะลิงปลิง
2. นำตะลิงปลิงมาตัดส่วนหัวผลและท้ายออก และหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อง่ายต่อการนำไปปั่น
3. นำตะลิงปลิงที่หั่นไว้แล้วมาใส่เครื่องปั่น ปั่นให้ละเอียด
4. เมื่อปั่นแล้ว นำตะลิงปลิงที่ได้มาเทใส่กรองเพื่อแยกกาก
5. นำน้ำตะลิงปลิงที่ได้ไปวัดค่า pH เท่ากับ 1.89

3. การศึกษามอสซาเรลลาชีสสูตรกรดของตะลิงปลิง

การศึกษามอสซาเรลลาชีสสูตรการใช้กรดจากตะลิงปลิง โดยดัดแปลงจากมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน ซึ่งสูตรมอสซาเรลลาชีสที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 3 สูตร โดยเป็นสูตรที่มีปริมาณกรดตะลิงปลิงที่แตกต่างกัน ซึ่งดัดแปลงจาก เอกสารประกอบการเรียนการสอน เรื่องการแปรรูปผลิตภัณฑ์นม (สมพร, มปป.) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การศึกษามอสซาเรลลาชีสสูตรกรดตะลิงปลิง

ส่วนผสมของมอสซาเรลลาชีสสูตรกรดตะลิงปลิง (ร้อยละ)				
วัตถุดิบ	หน่วย	สูตรที่ 1 (ร้อยละ)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ)
กรดตะลิงปลิง	มิลลิลิตร	0.15	0.35	0.50
เรนเนท	กรัม	0.004	0.004	0.004
นํ้านมดิบ	มิลลิลิตร	100	100	100

วิธีการผลิตมอสซาเรลลาชีสสูตรกรดของตะลิงปลิง

1. สูตรทดลองจะใช้กรดจากนํ้าตะลิงปลิงแทนการใช้สารละลายกรดซิตริกสังเคราะห์ ในปริมาณร้อยละ 0.15, 0.35 และ 0.50 หรือ 3, 7, 10 มิลลิลิตร ตามลำดับ
2. ละลายเรนเนท 0.08 กรัม กับนํ้าเปล่า ¼ ถ้วยตวง
3. เทนํ้านมดิบลงในหม้อ ปริมาณ 2,000 มิลลิลิตร ตั้งไฟ (เปิดโหมดอ่อนนํม) ใช้ทัพพีคนเรื่อยๆ จนนํ้านมดิบมีอุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ปิดเตา จากนั้นเติมกรดจากตะลิงปลิงและเรนเนทลงไป คนให้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วปิดฝา
4. หลังจากนั้นทิ้งไว้ 10 นาที เพื่อรอให้โปรตีนนมตกตะกอน จะได้เป็นเคิร์ด และเวย์
5. นำเคิร์ด และเวย์ที่ได้ไปอุ่นต่อจนอุณหภูมิได้ 42 องศาเซลเซียส
6. ใช้สไปตูล่าตัดเคิร์ดเป็นสี่เหลี่ยมเล็กๆ ขนาดประมาณ 1x1 นิ้ว
7. เทใส่ถุงกรอง และบีบเวย์ออกจากก้อนเคิร์ดให้ได้มากที่สุด
8. นำนํ้าเวย์ที่ได้จากการกรองไปอุ่น ใช้ทัพพีคนเรื่อยๆ จนมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นปิดเตาแล้วนำเคิร์ดในถุงกรองลงไปแช่ประมาณ 3-5 นาที
9. นำก้อนเคิร์ดที่ได้ขึ้นมาใส่ถาด นวดเรื่อยๆ จนเป็นเนื้อเดียวกัน
10. อุ่นเวย์ที่เหลือให้มีอุณหภูมิอยู่ที่ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นนำก้อนเคิร์ดไปแช่อีกครั้ง (ทำซ้ำให้ครบ 3 รอบ)
11. ชั่งนํ้าหนักเนยแข็งที่ได้ เพื่อคำนวณร้อยละของผลผลิต ตัดแบ่งเป็นชิ้นเล็กๆ บรรจุภาชนะ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น
12. ปฏิบัติตามขั้นตอนข้างต้นเหมือนกันทั้ง 3 สูตร โดยปรับระดับกรดตะลิงปลิงตามที่ระบุไว้

4. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

4.1 การวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต (Percent yield)

เปรียบเทียบปริมาณนมโคต่อผลผลิตที่ได้ โดยหลังจากนํานมโคมาแปรรูปเป็นมอสซาเรลลาชีสเป็นที่เรียบร้อยแล้ว นำมอสซาเรลลาชีสที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก เพื่อศึกษาผลของกรดตะลิงปลิงต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ โดยวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต ดังนี้ (ดัดแปลงจาก Sulieman *et al*, 2012)

$$\text{ร้อยละของผลผลิต} = 100 \times \frac{\text{น้ำหนักรวมของชีส}}{\text{น้ำหนักรวมของนมดิบ}}$$

4.2 การวัดค่าความแน่นเนื้อ

หั่นตัวอย่างมอสซาเรลลาชีสขนาดความกว้างและความหนา 10 มิลลิเมตร นำตัวอย่างมอสซาเรลลาชีสมาทำการวัดความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อ และใช้หัววัดเบอร์ 3 (LV3) ใช้แรงกดที่ 50 N ความเร็วอยู่ที่ 10 mm/ min โดยทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ

4.3 การวัดค่าสี

การวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Hunter Lab รายงานผลออกมาเป็นค่า L*, a*, b* โดยอ่านค่าสี L* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a* เป็นค่าสีแดง และสีเขียว (Redness/Greeness) และ b* เป็นค่าสีเหลือง และสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness) ดังนี้
L* เป็นค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 (มีด-สว่าง)

เมื่อ L* เป็น 0 มีความมืดมากที่สุด

เมื่อ L* เป็น 100 มีความสว่างมากที่สุด

a* เป็นค่าสีแดง และสีเขียว

เมื่อ a* มีค่าเป็นบวก คือสีแดง

เมื่อ a* มีค่าเป็นลบ คือสีเขียว

b* เป็นค่าสีเหลือง และสีน้ำเงิน

เมื่อ b* มีค่าเป็นบวก คือสีเหลือง

เมื่อ b* มีค่าเป็นลบ คือสีน้ำเงิน

โดยเลือกโปรแกรม Hunter Lab (L*, a*, b*) Illuminate = D 65 และ Observer=

10 องศาเซลเซียส ทำการปรับมาตรฐานสีโดยใช้แผ่นเทียบสีขาว และสีดำ โดยนำตัวอย่างมอสซาเรลลาชีสมาวางที่ตำแหน่งวัดค่าสี ค่าที่ออกมาเป็นค่า L^* , a^* , b^* โดยทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ

5. การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นการทดสอบการยอมรับโดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 30 คน โดยวิธี 9-Point hedonic scale กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ยอมรับมากที่สุด และคะแนน 9 หมายถึง ยอมรับมากที่สุด คุณลักษณะที่ทดสอบมีดังนี้คือ ลักษณะปรากฏด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม บรรจุกตัวอย่างละ 30 ชิ้น ได้จำนวนทั้งหมด 120 ชิ้น ลงในถ้วยพลาสติก พร้อมส้อมพลาสติก ให้รหัสตัวอย่างเป็นเลข 1-4 ทำการเสิร์ฟตัวอย่าง

6. การวางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) วิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยการนำผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (One way ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย วิเคราะห์หาค่าความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 2.7

7. การประเมินต้นทุนการผลิต

การประเมินต้นทุนการผลิต ตามราคา และปริมาณที่ใช้ในการผลิตมอสซาเรลลาชีส สูตรที่ผู้บริโภทยอมรับมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน

บทที่ 4

ผลการทดลอง และอภิปรายผล

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิง

1.1 การวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต (Percent yield)

ผลการศึกษาร้อยละของผลผลิตมอสซาเรลลาชีสต่อปริมาณน้ำนมที่มีการเสริมกรดตะลิงปลิงที่ระดับแตกต่างกัน โดยนำนมโคมาแปรรูปเป็นมอสซาเรลลาชีส จากนั้นนำมอสซาเรลลาชีสที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก เพื่อศึกษาปริมาณผลผลิตที่ได้ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณกรดตะลิงปลิงที่เสริมในระดับต่างๆ มีผลต่อปริมาณมอสซาเรลลาชีสที่ได้ การเสริมกรดตะลิงปลิงในปริมาณร้อยละ 0.15 มีปริมาณผลผลิตที่ได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับทั้ง 3 สูตร คือ 14.45 รองลงมาคือ การเสริมกรดตะลิงปลิงในปริมาณร้อยละ 0.35 และ 0.50 คือ 13.90 และ 13.65 ตามลำดับ แต่ร้อยละของผลผลิตยังต่ำกว่าสูตรมาตรฐาน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมกรดตะลิงปลิงในระดับที่สูงขึ้น ปริมาณผลผลิตที่ได้ยิ่งลดลง ซึ่ง (สุรีย์, 2539) กล่าวว่าร้อยละผลผลิตที่ได้โดยทั่วไปหลังจากได้เวย์ออกจากเคิร์ดแล้ว จะได้เคิร์ดที่มีปริมาตรเหลือประมาณ 10-30 ของปริมาตรน้ำนมเริ่มต้น ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงร้อยละของผลผลิตมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิง

ร้อยละของผลผลิต (Percent yield)	
ปริมาณกรดตะลิงปลิง	ปริมาณผลผลิตที่ได้ (กรัม)
สูตรมาตรฐาน (0)	16.50 ^a
สูตรที่ 1 (0.15)	14.45 ^b
สูตรที่ 2 (0.35)	13.90 ^c
สูตรที่ 3 (0.50)	13.65 ^c

หมายเหตุ ^{a b c} ตัวอักษรในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

1.2 การศึกษาวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อ และค่าสี

การศึกษาวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสสูตรลดตะลิงปลิงในปริมาณร้อยละ 0.15, 0.35 และ 0.50 พบการเสริมที่ระดับร้อยละ 0.15, 0.35 และ 0.50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรมาตรฐาน ($p < 0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงค่าสี L^* a^* และ b^* พบว่าค่า L^* ของมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสสูตรลดตะลิงปลิงที่เสริมในปริมาณร้อยละ 0.35, 0.50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรที่เสริมร้อยละ 0.15 ($p < 0.05$) แต่เมื่อพิจารณาค่า a^* และ ค่า b^* พบว่ามอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสสูตรลดตะลิงปลิงที่เสริมในปริมาณร้อยละ 0.15, 0.35, 0.50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพด้านการวัดค่าความแน่นเนื้อ และการวัดค่าสี ของมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิง

ปริมาณกรด ตะลิงปลิง	คุณสมบัติทางกายภาพ			
	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน/มิลลิเมตร)	ค่าสี		
		L^*	a^*	b^*
1 (ร้อยละ 0)	40.29±2.29 ^b	81.89±0.57 ^a	1.30±0.16 ^a	22.35±1.47 ^a
2 (ร้อยละ 0.15)	51.09±0.78 ^a	71.82±2.45 ^b	0.21±0.26 ^a	23.09±0.59 ^a
3 (ร้อยละ 0.35)	50.67±0.24 ^a	84.98±0.70 ^a	0.73±0.24 ^a	20.84±1.32 ^a
4 (ร้อยละ 0.50)	50.76±0.58 ^a	86.33±0.49 ^a	0.62±0.12 ^a	19.40±0.52 ^a

หมายเหตุ ^{a b} ตัวอักษรในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การศึกษาวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะปรากฏด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสสูตรลดตะลิงปลิงในปริมาณร้อยละ 0.15, 0.35 และ 0.50 ดังตารางที่ 7

คุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะปรากฏด้านสี ของผู้ทดสอบจากการมองผลิตภัณฑ์ด้วยตาเปล่า พบว่าการเสริมกรดตะลิงปลิงในผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสในปริมาณร้อยละ 0.15, 0.35 และ 0.50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน ($p > 0.05$) การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริมกรดอะมิโนในปริมาณสูงขึ้นไปมีแนวโน้มทำให้สีของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสมีความใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐาน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะปรากฏด้านกลิ่น พบว่าการเสริมกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสในปริมาณร้อยละ 0.15, 0.35 และ 0.50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน ($p>0.05$) การเสริมกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีส อาจจะมีกลิ่นอ่อนๆ ของอะมิโนของอะมิโน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะปรากฏด้านรสชาติ พบว่าการเสริมกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสในปริมาณร้อยละ 0.15, 0.35 และ 0.50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน ($p>0.05$) เนื่องจากการเสริมกรดอะมิโนในปริมาณค่อนข้างน้อย ทำให้ไม่ส่งผลต่อรสชาติเมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะปรากฏด้านเนื้อสัมผัส พบว่าการเสริมกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสในปริมาณร้อยละ 0.15, 0.35 และ 0.50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน ($p>0.05$) เนื่องจากการเสริมกรดอะมิโนในปริมาณที่เหมาะสม ทำให้เนื้อสัมผัสมีความใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐาน หากเสริมกรดอะมิโนในปริมาณที่สูงเกินไป อาจทำให้เนื้อสัมผัสของมอสซาเรลลาชีสแข็งเกินไป เพราะในน้ำอะมิโนมีความเป็นกรดสูง

คุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะปรากฏด้านการยอมรับโดยรวม พบว่าการเสริมกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสในปริมาณร้อยละ 0.15, 0.35 และ 0.50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน ($p>0.05$) ยิ่งเสริมปริมาณมากขึ้น มีแนวโน้มค่าการยอมรับโดยรวมเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 7 แสดงคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะปรากฏด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ของมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสจากกรดอะมิโน

ปริมาณกรด อะมิโน	คุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะปรากฏ ^{ns}				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
1 (ร้อยละ 0)	7.96±0.89	7.57±0.85	7.97±0.87	7.96±0.68	8.31±0.47
2 (ร้อยละ 0.15)	5.57±0.74	5.30±0.60	5.60±0.55	5.00±0.53	5.97±0.40
3 (ร้อยละ 0.35)	6.63±0.78	6.03±0.72	6.27±0.81	6.13±0.62	6.67±0.69
4 (ร้อยละ 0.50)	7.40±0.69	6.90±0.90	7.33±0.46	7.30±0.64	7.70±0.61

หมายเหตุ ^{ns} ตัวอักษรในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การประเมินต้นทุนการผลิตมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิง

การประเมินต้นทุนการผลิตมอสซาเรลลาชีส โดยใช้การคำนวณตามตาราง และน้ำหนักที่ใช้ในการผลิตเพื่อเทียบต้นทุนในการผลิตมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิงร้อยละ 0.50 ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด พบว่ามอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐานใช้ต้นทุนการผลิตต่อ 1 กรัม ถูกกว่ามอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิงร้อยละ 0.50 ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การประเมินต้นทุนการผลิตมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิงร้อยละ 0.50

รายการต้นทุน	สูตรมาตรฐาน	สูตรกรดตะลิงปลิง
ต้นทุนการผลิต (บาท)		
นมโคดิบ	50	50
กรดซิตริก	1.12	-
เรนเนท	2.24	2.24
กรดตะลิงปลิง	-	0.8
รวมต้นทุนการผลิต (บาท)	53.36	53.04
จำนวนที่ผลิตได้ต่อรอบ (กรัม)	330	273

ราคามอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐานต่อ 1 กรัม

$$= 53.36/330$$

$$= 0.16 \text{ บาท}$$

ราคามอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิงร้อยละ 0.50 ต่อ 1 กรัม

$$= 53.04/273$$

$$= 0.19 \text{ บาท}$$

ราคามอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐานต่อ 1 กิโลกรัม

$$= 0.16 \times 1,000$$

$$= 160 \text{ บาท}$$

ราคามอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปริงร้อยละ 0.50 ต่อ 1 กิโลกรัม

$$= 0.19 \times 1,000$$

$$= 190 \text{ บาท}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้กรดจากตะลึงปลิงในการพัฒนามอสซาเรลลาชีสสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลึงปลิง

1.1 การวิเคราะห์ร้อยละของผลผลิต (Percent yield) ของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลึงปลิง พบว่ามอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน มีร้อยละของผลผลิตสูงสุด คือ 16.50 รองลงมาเป็นในส่วนของมอสซาเรลลาชีสที่เสริมกรดตะลึงปลิงในปริมาณร้อยละ 0.15, 0.35 และ 0.50 คือ 14.45, 13.90 และ 13.65 ตามลำดับ

1.2 การศึกษาคุณภาพด้านความแน่นเนื้อ และค่าสีของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลึงปลิง พบว่าผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน มีค่าความแน่นเนื้อ เท่ากับ 40.29 นิวตัน/มิลลิเมตร และผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลึงปลิงร้อยละ 0.50 ที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุด มีค่าความแน่นเนื้อ เท่ากับ 50.76 ผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน มีค่าสีความสว่าง L^* เท่ากับ 81.89 ค่าสีแดง a^* เท่ากับ 1.30 และค่าสีเหลือง b^* เท่ากับ 22.35 และผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลึงปลิงร้อยละ 0.50 ที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุดมีค่าสีความสว่าง L^* เท่ากับ 86.33 ค่าสีแดง a^* เท่ากับ 0.62 และค่าสีเหลือง b^* เท่ากับ 19.40

2. การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อลักษณะปรากฏด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลึงปลิง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลึงปลิงที่เสริมในปริมาณร้อยละ 0.50 มากที่สุดในด้านใน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม มีคะแนน 7.40, 6.90, 7.33, 7.30 และ 7.70 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบถึงค่อนข้างชอบมาก

3. การประเมินต้นทุนการผลิตมอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐาน และมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลึงปลิงร้อยละ 0.50 พบว่ามอสซาเรลลาชีสสูตรมาตรฐานใช้ต้นทุนการผลิตต่อ 1 กรัม เท่ากับ 0.16 บาท และใช้ต้นทุนการผลิตต่อ 1 กิโลกรัม เท่ากับ 160 บาท ในขณะที่มอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลึงปลิงใช้ต้นทุนการผลิตต่อ 1 กรัม เท่ากับ 0.19 บาท และใช้ต้นทุนการผลิตต่อ 1 กิโลกรัม เท่ากับ 190 บาท

ข้อเสนอแนะ:

การทำมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิงในครั้งต่อไป อาจลดปริมาณกรดตะลิงปลิงที่ใช้ในการผลิตมอสซาเรลลาชีส เพื่อลดต้นทุนการผลิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2543. **การจำแนกประเภทของเนยแข็ง**. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 209), กรุงเทพฯ.

กมลวรรณ อยู่วัฒนะ และ ชื่นชีวิน ยิ้มเฟื่อง. 2562. ประวัติความเป็นมาของมอสซาเรลลา. **วารสารวิชาการแพรวภาพสนธิ์**. มหาวิทยาลัยภาพสนธิ์. 6(3): 1-16.

จรัสศรี แก้วฝัน, เอื้องพลอย ใจลังกา และ อาพล วรวิจิตรธรรม. 2560. **ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยแข็งจากน้ำนมกระป๋องชนิดไม่ผ่านกระบวนการบ่ม โดยใช้เอนไซม์จากพืชสำหรับกระบวนการตกตะกอนโปรตีน**. ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์เชียงใหม่ กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์.

จิระเดช มณีรัตน์. 2549. **การพัฒนากรรมวิธีการผลิตเนยแข็งมอสซาเรลลา จากน้ำนมดิบที่เก็บรักษาด้วยระบบเล็กโทเพอร์ออกซิเดส**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ณัฐพงศ์ ศรีรอด. 2556. **กรรมวิธีการผลิตเนยแข็ง**. แหล่งที่มา: <http://pitbullzone.com/community/discussion/34921>, 3 ตุลาคม 2564.

ธีรวิทย์ บัวแย้ม. 2546. **การผลิตเนยแข็ง โดยอาศัยสารสกัดจากสับปะรด และมะขาม ในการตกตะกอนโปรตีนนม**. แหล่งที่มา: <http://fic.nfi.or.th/knowledgebankResearch-detail.php?id=853>, 24 พฤษภาคม 2565.

นันทนา ปริมาณศิษฏ์. (2558). **ประโยชน์จากกรดในตะลิงปลิง**. ใน **สุลักษณ์ บุนปาน. ปลุกเอง กินเอง เมื่อร่อยจากสวนครัวคนเมือง** (หน้า 126). กรุงเทพฯ: มติชน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บุศรินทร์ ชนะคช. 2564. การศึกษาคุณภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัสของมอสซาเรลลาชีส จากนมแพะดิบที่มีอายุการเก็บรักษาต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรีชา เตียวทรานนท์. 2562. คุณประโยชน์ของเนยแข็ง. แหล่งที่มา: <https://sites.google.com>, 4 ตุลาคม 2564.
- ไพทมาศ กิ่งชา. 2555. เนยแข็ง. แหล่งที่มา: <http://www.thaigoodview.com/node/100215>, 25 กันยายน 2564.
- พัชรราวดี วัฒนวิทย์กิจ. 2556. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตะลิงปลิง. แหล่งที่มา: [https:// medthai.com](https://medthai.com), 17 ตุลาคม 2564.
- พิมพ์ฤทัย มนต์พงษ์ชัย. 2546. การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิต และเพิ่มมูลค่าชีส. แหล่งที่มา: <https://core.ac.uk/download/pdf/5066366>, 2 กุมภาพันธ์ 2565.
- พลอยไพลิน รัตนสัญญา. 2562. โทษของตะลิงปลิง. แหล่งที่มา: [https://goodlifeupdate.com/ healthyfood/154419.html](https://goodlifeupdate.com/healthyfood/154419.html), 19 ตุลาคม 2564.
- รัตติยา นิลกลม. 2557. คุณค่าทางโภชนาการของมอสซาเรลลา. แหล่งที่มา: [https://www.calfor life.com/th/calories/cheese](https://www.calforlife.com/th/calories/cheese), 10 กุมภาพันธ์ 2565.
- วิมลรัตน์ วรรณพฤษ. (2551). ตะลิงปลิง. 100 สุดยอด สมุนไพรบำรุงสุขภาพ (หน้า 133-134). กรุงเทพฯ: เพชรประกาย.

ศิริพร วงศ์เลิศประยูร. 2563. สถานการณ์น้ำมันดิบในปัจจุบัน. วารสารปศุสัตว์เกษตรศาสตร์. 143 (36): 6-16.

สุชีพ ไชยมณี. 2554. เนยแข็งมอสซาเรลลา. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).

สุรีย์ นานาสมบัติ. 2539. กรรมวิธีการผลิตเนยแข็ง. แหล่งที่มา: <http://elearning.psu.ac.th/courses/104>, 28 กันยายน 2564.

สุรียา ตันติวิวัฒน์. 2559. ลักษณะของผล และช่อดอกตะลิงปลิง. แหล่งที่มา: https://www.technology.chao ban.com/thai-local-wisdom/article_57712 17, ตุลาคม 2564.

สุธาทิพย์ ภาประวัตติ. (2551). คุณค่าทางโภชนาการของตะลิงปลิง. ใน วราภรณ์ คงสุวรรณ. สมุนไพร รู้ไว้ ไกลโรค (หน้า245). กรุงเทพฯ: แสงดาว จำกัด.

สมพร นพเกื้อ. (มปป.) เอกสารประกอบการเรียนการสอน เรื่องการแปรรูปผลิตภัณฑ์นม. สาขาวิชาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร, ชุมพร.

อภิัญญา เจริญกุล. 2553. การจำแนกประเภทเนยแข็งตามการตกตะกอน. แหล่งที่มา: <http://elearning.psu.ac.th/courses/104>, 28 กันยายน 2564.

อุไร จิรมงคลการ. 2547. องค์ประกอบทางเคมีของตะลิงปลิง. แหล่งที่มา: <https://www.pobpad.com>, 18 ตุลาคม 2564.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abd El Aziz, M.E., and M. Metwaly. 2014. the effect of direct acidification by different acidulants on the properties of mozzarella cheese. **J. Food and Dairy Sci.** 5(1): 7-13.

Choi, H.Y., C.J. Yang, K.S. Choi and I. Bae. 2015. Characteristics of Gouda cheese supplemented with fruit liquors. **J. Food Sci.** 57(15): 1-6.

Hashim, A.E., O.I.A. Hamid, and O.A.O. Owni. 2014. Effect of lime and grape fruit extract as coagulants on chemical composition of Sudanese white soft cheese during storage. **J. Adv. Res. Biol. Sci.** 1(7): 123-130.

Li, J., Q. Huang, X. Zheng, Z. Ge, K. Lin, D. Zhang, Y. Chen, B. Wang and X. Shi. 2020. Investigation of the Lactic Acid Bacteria in Kazak Cheese and Their Contributions to Cheese Fermentation. **J. Food Microbiology.** 228: 1-13.

Shehata, A.E., M. Iyar, N.F. Olson and T. Richardson. 1967. Effect of type of acid used direct acidification procedures on moisture, Firmness, and Calcium Levels of Cheese. **J. Dairy Sci.** 50(6): 824-827.

Suliaman, A.M.E., R.A.M. Ali, and K.A. Razig. 2012. Production and effect of storage in the chemical composition of mozzarella cheese. **Int J. Food Sci. Nutr. Eng.** 2: 21-26.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการทำมอสซาเรลลาชีส

ตารางภาคผนวกที่ ก.1 แสดงสูตรการผลิตมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิง

วัตถุดิบ	หน่วย	ปริมาณที่ใช้ในการผลิต
น้ำนมดิบ	กรัม	2,000
กรดตะลิงปลิง	กรัม	10
เรนเนท	กรัม	0.08

หมายเหตุ: สูตรที่ได้รับการพัฒนาจากการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส



วัตถุดิบ และขั้นตอนการทำมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปริง



ภาพผนวกที่ ก.1 ส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปริง



นำตะลิงปริงมาล้างทำความสะอาด

นำตะลิงปริงมาตัดชิ้นผล และทำยออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หั่นตะลิงปลิงเป็นชิ้นเล็กๆ



นำตะลิงปลิงไปปั่น เพื่อคั้นน้ำ



นำมากรองเพื่อแยกกาก



น้ำตะลิงปลิงที่ได้

ภาคผนวกที่ ก.2 ขั้นตอนการเตรียมกรดตะลิงปลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เตรียมวัตถุดิบ



นำนมไปให้ความร้อนที่ 35 องศาเซลเซียส เติมกรดตะลึงปลิง และเรนเนท ปิดฝา รอ 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เปิดเตาอุ่นให้อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส



ใช้สแปตูล่าตัดเคิร์ดเป็นสี่เหลี่ยมเล็กๆ



ตักเคิร์ดที่ได้ใส่ถุงกรอง และบีบเวย์ออกจากเคิร์ดให้ได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เปิดเตาอุ่นเวย์ ให้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส



นำเคิร์ดที่ได้ลงไปแช่ในเวย์ 3-5 นาที



นำเคิร์ดมาใส่ถาด และนวดจนเป็นเนื้อเดียวกัน (ทำซ้ำ 3 รอบ)



ชั่งน้ำหนักเนยแข็งที่ได้ ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ภาชนะ และนำไปแช่ในตู้เย็น

ภาคผนวกที่ ก.3 ขั้นตอนการผลิตมอสซาเรลลาชีสจากกรดตะลิงปลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

การประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point hedonic scale โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในแบบประเมิน



ภาพผนวกที่ ข.1 ผู้ทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เพื่อใช้สำหรับการใช้กรดจากผลไม้ในการพัฒนามอสซาเรลลาชีส

ผลิตภัณฑ์: มอสซาเรลลาชีสเสริมกรดตะลิงปลิง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แนะ: กรุณาประเมินความพึงพอใจและความรู้สึกที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามลำดับตัวอย่างที่นำเสนอ พร้อมทั้งให้ระดับคะแนนความพึงพอใจ และความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในแต่ละลักษณะคุณภาพตามความรู้สึกของท่านตามความเป็นจริงมากที่สุด

คำแนะนำ: กรุณาชิมน้ำก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบ 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
	สูตรมาตรฐาน	ความชอบ	ความชอบ	ความชอบ
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ:

.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ



ภาคผนวกที่ ค. 1 การวัดค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีส



ภาคผนวกที่ ค. 2 การวัดค่าสี (L^* a^* b^*) ของผลิตภัณฑ์มอสซาเรลลาชีส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการด้วยระบบ Turnitin

การใช้กรดจากผลไม้ในการพัฒนามอสซาเรลลาชีส

ORIGINALITY REPORT			
29%	27%	1%	6%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS
PRIMARY SOURCES			
1	elearning.psu.ac.th Internet Source		5%
2	sutir.sut.ac.th:8080 Internet Source		3%
3	th.wikipedia.org Internet Source		2%
4	sites.google.com Internet Source		2%
5	product.dld.go.th Internet Source		2%
6	realmetro.com Internet Source		1%
7	Submitted to King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Student Paper		1%
8	medthai.com Internet Source		1%
9	www.pobpad.com Internet Source		1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10	Submitted to Chiang Mai University Student Paper	1 %
11	Submitted to Suan Dusit Rajabhat University Student Paper	1 %
12	cluster006.ovh.net Internet Source	1 %
13	repository.rmutp.ac.th Internet Source	1 %
14	rdi.aru.ac.th Internet Source	1 %
15	www.foodnetworksolution.com Internet Source	1 %
16	www.disthai.com Internet Source	1 %
17	www.deethojai.com Internet Source	1 %
18	anyflip.com Internet Source	<1 %
19	Submitted to Prince of Songkla University Student Paper	<1 %
20	Submitted to Thammasat University Student Paper	<1 %
21	blog.bru.ac.th Internet Source	<1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22	www.src8.up.ac.th Internet Source	<1 %
23	mail.scialert.net Internet Source	<1 %
24	www.repository.rmutt.ac.th Internet Source	<1 %
25	vuir.vu.edu.au Internet Source	<1 %
26	wb.yru.ac.th Internet Source	<1 %
27	Xiaochun Zheng, Xiaoyu Xu, Yanqing Ma, Lihua Zhu, Jing Xiao, Li Deng, Xuewei Shi, Bin Wang. "Diversity and potential function of bacterial communities during milk fermentation of Kazak artisanal cheese", Process Biochemistry, 2021 Publication	<1 %
28	agri.kps.ku.ac.th Internet Source	<1 %
29	kb.psu.ac.th Internet Source	<1 %
30	www.scialert.net Internet Source	<1 %
31	cmuir.cmu.ac.th Internet Source	<1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32	www.esanpedia.oar.ubu.ac.th Internet Source	<1 %
33	conference.ssru.ac.th Internet Source	<1 %
34	repository.unika.ac.id Internet Source	<1 %
35	econ.eco.ku.ac.th Internet Source	<1 %
36	ssruir.ssru.ac.th Internet Source	<1 %
37	www.repository.rmutsu.ac.th Internet Source	<1 %
38	jurnal.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
39	th49.ilovetranslation.com Internet Source	<1 %
40	Submitted to Mae Fah Luang University Student Paper	<1 %
41	ir.mju.ac.th Internet Source	<1 %
42	Submitted to Rangsit University Student Paper	<1 %
43	hub.in.th Internet Source	<1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	sure.su.ac.th Internet Source	<1 %
45	52010214120g013.blogspot.com Internet Source	<1 %
46	science.yru.ac.th Internet Source	<1 %
47	www.crdc.kmutt.ac.th Internet Source	<1 %
48	ithesis-ir.su.ac.th Internet Source	<1 %
49	monkiiz-monk.exteen.com Internet Source	<1 %
50	research.rmutsb.ac.th Internet Source	<1 %
51	202.143.154.147 Internet Source	<1 %
52	amonratnuch.blogspot.com Internet Source	<1 %
53	cocciniagrandisvoigt.blogspot.com Internet Source	<1 %
54	dspace.lib.buu.ac.th Internet Source	<1 %
55	e-research.siam.edu Internet Source	<1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

56	lpgbcnx.com Internet Source	<1 %
57	research-system.siam.edu Internet Source	<1 %
58	th1.warbletoncouncil.org Internet Source	<1 %
59	www.fisheries.go.th Internet Source	<1 %
60	www.kanburo.net Internet Source	<1 %
61	www4.fisheries.go.th Internet Source	<1 %

Exclude quotes On Exclude matches Off
 Exclude bibliography On

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้