ผลของการใช้หัวเชื้อคอมบูชาและหัวเชื้อโยเกิร์ตที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมหมักในระหว่างการเก็บรักษา

EFFECTS OF KOMBUCHA AND YOGHURT CULTURE STARTERS AS WELL AS STORAGE TIME ON QUALITIES OF FERMENTED DAIRY PRODUCTS

นางสาวณัฐพร สุนทร

นายพงศ์ภัค ธรรมไชย

นางสาวอาภากร ดำนุ้ย

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECTS OF KOMBUCHA AND YOGHURT CULTURE STARTERS AS WELL AS STORAGE TIME ON QUALITIES OF FERMENTED DAIRY PRODUCTS

NATTAPORN SUNTORN
PONGPAK TAMMACHAI
APAKORN DUMNUI

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ผลของการใช้หัวเชื้อคอมบูชาและหัวเชื้อโยเกิร์ตที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมหมักในระหว่างการเก็บรักษา Effects of kombucha and yoghurt culture starter as well as storage time on qualities of fermented dairy products
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐพร สุนทร รหัสนักศึกษา 58050884 นายพงศ์ภัค ธรรมไชย รหัสนักศึกษา 58050934 นางสาวอาภากร ดำนุ้ย รหัสนักศึกษา 58051014
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดวงใจ โอชัยกุล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ. ลินจง สุขลำภู ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ กรรมการ	
รศ. ดวงใจ โอชัยกุล กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ผลของการใช้หัวเชื้อคอมบูชาและหัวเชื้อโยเกิร์ตที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมหมักในระหว่างการเก็บรักษา
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐพร สุนทร รหัสนักศึกษา 58050884
	นายพงศ์ภัค ธรรมไชย รหัสนักศึกษา 58050934
	นางสาวอาภากร ดำนุ้ย รหัสนักศึกษา 58051014
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดวงใจ โอชัยกุล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้หัวเชื้อคอมบูชาและหัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมหมักในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ผลิตภัณฑ์นมหมักมี 5 ชุดการทดลอง ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์นมหมักจากหัวเชื้อโยเกิร์ต ผลิตภัณฑ์นมหมักจากหัวเชื้อคอมบูชา และผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 1:5 และ 1:10 จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นมหมักและเมื่อนำผลิตภัณฑ์นมหมักมาทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ทางเคมี และจุลินทรีย์ พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าสี (L*a*b*) ผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย มีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในขณะที่ความเป็นสีแดง (a*) และความเป็นสีเหลือง (b*) มีค่าลดลงเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์นมหมักชุดการทดลองที่ 5 ซึ่งใช้อัตราส่วนหัวเชื้อโยเกิร์ตต่อหัวเชื้อคอมบูชา 1:10 มีคะแนนการยอมรับจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ การเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีพบว่า วันที่ 10 ของการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่ 5 มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH สูงสุดร้อยละ 82.30 ± 0.29 และทั้ง 5 ชุดการทดลองมีค่าพีเอชและปริมาณของแข็งลดลง โดยปริมาณกรดทั้งหมด(ร้อยละกรดแลคติก) มีปริมาณเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน นอกจากนั้นยัง พบว่าการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ ปริมาณแบคทีเรียแลคติกและปริมาณแบคทีเรียอะซิติกมีปริมาณเพิ่มขึ้น ในขณะที่ยีสต์และรามีปริมาณลดลง ระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์นมหมัก โยเกิร์ต คอมบูชา ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ แบคทีเรียแลคติก แบคทีเรียอะซิติก ยีสต์และรา

Title	Effects of kombucha and yoghurt culture starters as well as storage time on qualities of fermented dairy products		
Students	Nattaporn	Suntorn	Student ID 58050884
	Pongpak	Tammachai	Student ID 58050934
	Apakorn	Dumnui	Student ID 58051014
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)		
Department	Biology		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang		
Academic year	2018		
Advisor	Assoc. Prof. Duangjai Ochaikul		

Abstract

This research aimed to investigate the effects of kombucha and yoghurt culture starters as well as storage time on qualities of fermented dairy products for 10 days at 4-10 °C. Five treatments were performed: fermented dairy product from a yoghurt starter; fermented dairy product from a kombucha starter; and fermented dairy products from three combinations of yoghurt and kombucha starters, at ratios of 1:1, 1:5 and 1:10. It was found that increased storage time resulted in changes in physical chemical and microbiological qualities of the fermented dairy product. The colors of the dairy products in all five treatments changed slightly at the end of the treatments: lightness(L*) increased slightly while redness(a*) yellowness(b*) decreased slightly. The fermented dairy product with 1:10 yoghurt to kombucha starters provided the best taste. By the 10th day of storage, the dairy product with 1:10 yoghurt to kombucha starters exhibited the highest %DPPH scavenging at 82.30 ± 0.29. The pH values and total solid contents of the dairy products of all treatments decreased but the total acid (% lactic acid equivalent) increased as they were stored at 4-10 °C for 10 days. Furthermore, the quantities of lactic acid bacteria and acetic acid bacteria increased while those of yeast and mold decreased during the storage period.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Keywords : Fermented dairy product Yoghurt Kombucha Antioxidant Lactic acid bacteria Acetic acid bacteria Yeast and Mold

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้จะประสบความสำเร็จไปไม่ได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ได้แก่ บุคคลแรกที่ต้องกล่าวคำขอบพระคุณเป็นอย่างสูง คือ รองศาสตราจารย์ดวงใจ โอชัยกุล ที่คอยให้คำปรึกษาด้านการทดลองอีกทั้งด้านการวางแผนการทำงาน คอยให้คำชี้แนะและแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ จนทำให้ผู้วิจัยสามารถทำโครงงานพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ลินจง สุขลำภู และ ผศ.ดร.วรภัทร์ สงวนไชยไผ่วงศ์ ที่ให้คำแนะนำด้านการทดลอง ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและเจ้าหน้าที่ธุรการทุกท่านที่คอยอำนวยความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมี ช่วยอำนวยความสะดวกด้านการติดต่อประสานงาน ขอขอบคุณเพื่อนๆพี่ๆน้องๆป้าแม่บ้าน และทุกคนที่มีส่วนร่วมในการให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงการแลกเปลี่ยนความรู้ คำแนะนำและกำลังใจ ที่สำคัญอย่างยิ่งผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ที่เป็นแรงผลักดันและให้โอกาสในการศึกษามาโดยตลอด

คุณงามความดีทุกประการที่เกิดขึ้นจากโครงงานพิเศษฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดามารดา ครอบครัว และครูอาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนกัลยาณมิตรทั้งหลาย

ณัฐพร สุนทร
พงศ์ภัค ธรรมไชย
อาภากร ดำนุ้ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... จ
สารบัญรูป ..... ฉ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขต 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 คอมบูชา (Kombucha tea) 3
2.2 เซลลูโลสจากแบคทีเรีย (Bacterial cellulose) 3
2.3 จุลินทรีย์ที่พบในคอมบูชา 4
2.3.1 แบคทีเรียอะซิติก (Acetic acid bacteria) 4
2.3.2 แบคทีเรียแลคติก (lactic acid bacteria) 6
2.3.3 ยีสต์ (Yeast) 9
2.4 ผลิตภัณฑ์นมหมัก 11
2.4.1 ชนิดและประเภทของผลิตภัณฑ์นมหมัก 11
2.4.2 ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์นมหมัก 12
2.5 โยเกิร์ต (Yoghurt) 12
2.5.1 ประเภทของโยเกิร์ต 13
2.5.2 ประโยชน์ของโยเกิร์ต 14
2.6 จุลินทรีย์ที่ใช้ในโยเกิร์ต 15
2.7 ชา 15
2.7.1 ประวัติการปลูกชาในประเทศไทย 16
2.7.2 ชาดำ (Black tea) 16
2.8 อนุมูลอิสระ (Free radical) 18
2.9 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) 19
2.10 กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ 20
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 22
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี 22
3.1.1 วัตถุดิบ 22
3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 22
3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ 22
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 23
3.2.1 การหมักผลิตภัณฑ์นมหมักด้วยหัวเชื้อคอมบูชาและหัวเชื้อโยเกิร์ต 23
3.2.1.1 การเตรียมหัวเชื้อคอมบูชาในการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมัก 23
3.2.1.2 การเตรียมหัวเชื้อโยเกิร์ต 23
3.2.1.3 การหมักผลิตภัณฑ์นนหมักโดยใช้หัวเชื้อคอมบูชาและหัวเชื้อโยเกิร์ต 23
3.2.2 การวิเคราะห์ 24
3.2.2.1 ค่าความเป็นกรด-เบส โดยใช้ pH meter 24
3.2.2.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ โดยใช้ Refractometer 24
3.2.2.3 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดแลคติก) โดยวิธีไทเทรต (A.O.A.C,2000) 24
3.2.2.4 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช (DPPH) 24
3.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส 24
3.2.4 วัดค่าสี 25
3.2.5 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ 25
3.2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ 25
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 26
4.1 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักผลิตภัณฑ์นมหมัก 26
4.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส. 27
4.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี 27
4.2.1.1 ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมัก 27
4.2.1.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 29
4.2.1.3 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดแลคติก) 30
4.2.1.4 การวิเคราะห์กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 32
4.2.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตผสมและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน 33
4.2.2.1 วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์นมหมัก 33
4.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส 36
4.2.3.1 เนื้อสัมผัส 36
4.2.3.2 รสชาติ 38
4.2.3.3 กลิ่น 39
4.2.3.4 ความชอบโดยรวม 39
4.2.4 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4.1 ปริมาณแบคทีเรียแลคติก 42
4.2.4.2 ปริมาณแบคทีเรียอะซิติก 42
4.2.4.3 ปริมาณยีสต์และรา 43

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 46
เอกสารอ้างอิง 47
ภาคผนวก 50
ภาคผนวก ก 51
ภาคผนวก ข 53
ภาคผนวก ค 54
ภาคผนวก ง 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้แบคทีเรียอะซิติกในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ	5
2.2	ตัวอยางแบคทีเรียแลคติกกลุ่มแลคโตบาซิลลัส ที่มีรายงานวาสามารถใชในผลิตภัณฑสำหรับเปนอาหารมนุษย์	8
2.3	ตัวอยางแบคทีเรียแลคติกกลุ่มไบฟโดแบคทีเรียม ที่มีรายงานวาสามารถใชในผลิตภัณฑ์สำหรับเป็นอาหารมนุษย์	9
4.1	ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส	26
4.2	ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส	28
4.3	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้เชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส	29
4.4	ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดแลคติก) ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส	31
4.5	กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ(ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส	32
4.6	ค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส	33
4.7	ค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส	34
4.8	ค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส	35
4.9	การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน	37
4.10	การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน	38
4.11	การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน	40
4.12	การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งหมด ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส..... 43
4.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียอะซิติกในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส..... 44
4.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส..... 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ลักษณะของหัวเชื้อคอมบูชา	4
2.2	ลักษณะของยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*	10
2.3	ผลิตภัณฑ์นมหมัก	13
2.4	ลักษณะของชาดำ	18
4.1	การเปลี่ยนแปลงพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการหมักที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส	27
4.2	การเปลี่ยนแปลงพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	28
4.3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	30
4.4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด(ร้อยละกรดแลคติก) ของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	31
4.5	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	33
4.6	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	34
4.7	การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	35
4.8	การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน	36
4.9	การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน	37
4.10	การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน	39
4.11	การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน	40
4.12	การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน	41
4.13	การเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียอะซิติกในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส..... 44
4.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส..... 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

โยเกิร์ตจัดเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดหนึ่ง (Fermented milk) เป็นผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากการนำน้ำนมจากสัตว์ที่นำมาบริโภคได้ หรือส่วนประกอบของน้ำนมที่ผ่านการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคแล้ว หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคหรืออันตราย ทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และอาจปรุงแต่งกลิ่น รส สี หรือเติมวัตถุเจือปนอาหาร สารอาหาร หรือส่วนประกอบอื่นที่มิใช่น้ำนมด้วยก็ได้ ทั้งนี้ให้รวมถึงนมเปรี้ยวที่นำมาผ่านการฆ่าเชื้อ การแช่แข็ง หรือการทำให้แห้ง และหมักน้ำนมด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดแลกติก (Lactic Acid Bacteria : LAB) ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเปรี้ยว ซึ่งพีเอชที่ลดลงนี้จะทำให้โปรตีนเสียสภาพ (denature) และจับตัวตกตะกอน (curd) ทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะข้น การผลิตโยเกิร์ตโดยทั่วไปจะใช้น้ำนมวัวเป็นวัตถุดิบ แต่ก็สามารถใช้น้ำนมจากสัตว์ชนิดอื่น เช่น น้ำนมแพะ หรือผลิตภัณฑ์จากพืช เช่น น้ำนมถั่วเหลืองหรือกะทิมาแทนน้ำนมวัวได้ (สุนัดดา, 2557)

คอมบูชา (Kombucha) เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพให้ความรู้สึกสดชื่น เกิดจากการหมักน้ำตาลโดยจุลินทรีย์ในกลุ่มของยีสต์และแบคทีเรียอะซิติก พบว่ากลุ่มยีสต์ต่าง ๆ เช่น *Pichia, Candida, Zygosaccharomyces, Brettanomyces, Saccharomyces* และแบคทีเรียอะซิติก เช่น *Acetobacter xylinum* (Jayabalan *et al*., 2014) คอมบูชา เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีประโยชน์ประกอบด้วย สารต้านจุลชีพ สารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านมะเร็ง ยาลดความอ้วนและช่วยรักษาแผลในกระเพาะอาหาร (Jayabalan *et al*., 2011) มีรายงานว่า คอมบูชา สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างกว้างทั้งแบคทีเรียแกรมบวก เช่น *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus* แบคทีเรียแกรมลบ เช่น *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระอีกด้วยโดยปัจจุบันเป็นเครื่องดื่มสุขภาพที่นิยมดื่มทั้งในยุโรปและอเมริกา ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ กรดอะซิติก กรดแลคติก กรดกลูโคนิก กรดกลูคูโรนิก และยังมีสาร DSL (D-saccharic acid-1,4-lactone) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคอมบูชา กรดกลูคูโรนิกและ DSL เป็นสารที่ช่วยส่งเสริมให้ตับขับสารพิษและสารก่อมะเร็งได้ดีขึ้น ในคอมบูชายังมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด เช่น โพลีฟีนอล รวมทั้งทีเฟลวิน และทีรูบิกินซึ่งพบในปริมาณที่สูงกว่าในชาดำ ปริมาณโพลีฟีนอลที่สูง ทำให้การต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น ช่วยปกป้องร่างกายจากการทำลายของอนุมูลอิสระได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังตรวจพบสารต้านจุลชีพก่อโรคและสารต้านการเจริญของเซลมะเร็งบางชนิด (Battikhi *et al*, 2013)

จากการศึกษาระยะการหมัก kombucha ต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน โดยศักยภาพของสารต้านอนุมูลอิสระเฉลี่ยของ kombucha หลังจากการหมักเป็นเวลา 15 วัน เพิ่มขึ้นประมาณ 70%, 40%, 49% ซึ่งทำการทดสอบด้วยวิธี DPPH ABTS การยับยั้งการเกิด peroxidation ของกรด linoleic ลดลง และในทางกลับกัน 81% ของปริมาณฟีนอลทั้งหมดเพิ่มขึ้นสูงถึง 98% (Chu and Chen, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นโครงงานพิเศษนี้ได้สนใจการนำหัวเชื้อคอมบูชาซึ่งมีจุลินทรีย์ในกลุ่มโพรไบโอติกมาใช้เป็นหัวเชื้อชนิดใหม่ในการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมัก ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมหมักและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระรวมทั้งทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักเปรียบเทียบที่ได้กับการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้า

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมักโดยใช้หัวเชื้อคอมบูชาร่วมกับหัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้า YC-380 ในอัตราส่วนต่างๆ
2) ศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้ เช่น ค่าพีเอช กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ ปริมาณกรดทั้งหมด(ร้อยละกรดแลคติก) รวมทั้งการทดสอบทางประสาทสัมผัส
3) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักเป็นเวลา 10 วัน เช่น ลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และจุลินทรีย์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมักโดยใช้หัวเชื้อคอมบูชาร่วมกับหัวเชื้อโยเกิร์ตในอัตราส่วนต่างๆ และศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน เช่น ปริมาณกรดทั้งหมด(รูปกรดแลคติก) ค่าพีเอช ของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระโดยวิธีดีพีพีเอช และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำหัวเชื้อคอมบูชามาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์นมหมักร่วมกับหัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้า ซึ่งผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และเป็นการประยุกต์การนำหัวเชื้อคอมบูชามาใช้ประโยชน์ในอีกรูปแบบหนึ่ง รวมทั้งเป็นการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์โพรไบโอติกซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิตและมีประโยชน์ต่อผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คอมบูชา (Kombucha tea)

เป็นเครื่องดื่มชาหมักเพื่อสุขภาพที่เกิดจากการหมักชากับน้ำตาลด้วยจุลินทรีย์ที่ทำงานร่วมกัน คือ ยีสต์ และ แบคทีเรียอะซิติกโดยยีสต์จะใช้น้ำตาลในชาหมักเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ ซึ่งจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียอะซิติกที่จะใช้แอลกอฮอล์เปลี่ยนเป็นกรดอะซิติก (Jayabalan *et al.*, 2007) พบว่ายีสต์สายพันธุ์ต่างๆ เช่น *Pichia, Candida, Zygosaccharomyces, Brettanomyces* และ *Saccharomyces* species และ *Acetobacter xylinum* ถูกระบุว่าเป็นเชื้อจุลินทรีย์ในการหมักคอมบูชา คอมบูชาได้รับการบริโภคในหลายประเทศมาเป็นเวลานาน มีการนำชาหลายชนิดมาใช้ในการผลิตคอมบูชาเนื่องจากชาแต่ละชนิดมี สี กลิ่น รสชาติที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของใบชา และกระบวนการผลิต ซึ่งองค์ประกอบของใบชาที่แตกต่างกันเป็นผลมาจากสายพันธุ์ สภาพพื้นที่เพาะปลูก สภาพภูมิอากาศ ลักษณะดิน น้ำ การดูแล และกระบวนการเก็บเกี่ยว โดยชาที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการผลิตคอมบูชาได้แก่ ชาดำ (black tea) เป็นชาที่ผ่านกระบวนการหมักอย่างสมบูรณ์ทำให้ชาดำมีสีน้ำตาลแดง ใบชาจะถูกตากให้เอนไซม์ polyphenol oxidase เร่งปฏิกิริยาอย่างเต็มที่ ซึ่ง polyphenols จะถูก oxidized อย่างสมบูรณ์ (Dufresne และFarnworth, 1999) การศึกษาองค์ประกอบในคอมบูชาพบว่ามีสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น polyphenols, gluconic acid, glucuronic acid, lactic acid, vitamins, amino acid และantibiotics (Jayabalan *et al.*, 2008) โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง ช่วยการทำงานของไต สารต้านจุลชีพ ยาลดความอ้วนและเป็นประโยชน์ในการรักษาแผลในกระเพาะอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีการรายงานว่า คอมบูชาสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างกว้าง (broad spectrum) ทั้งแบคทีเรียแกรมบวก เช่น *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus* และแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *Escherichia coli* และ *Pseudomonas aeruginosa* นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ยังเพิ่มขึ้นเมื่อมีการหมักของคอมบูชา (Jayabalan *et al.*, 2014)

2.2 เซลลูโลสจากแบคทีเรีย (Bacterial cellulose)

เป็นชีววัสดุธรรมชาติที่ได้รับความสนใจและศึกษากันอย่างแพร่หลาย รู้จักกันดีในชื่อ Nata de Coco หรือวุ้นมะพร้าว หรือ วุ้นสวรรค์ ผลิตจากแบคทีเรีย *Acetobacter xylinum* (*Gluconacetobacter xylinus*) โครงสร้างประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่าไมโครไฟบริลซึ่งประกอบด้วยหน่วยของกลูโคสประมาณ 2,000-18,000 หน่วย มีขนาดเล็กกว่าเส้นใยของพืชชั้นสูงและเส้นใยสังเคราะห์ประมาณ 10-1,000 เท่า มีความบริสุทธิ์สูง ไม่มีการเจือปนของเฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเพกตินเหมือนเซลลูโลสที่ได้จากพืช มีปริมาณเซลลูโลสต่อน้ำหนักเปียกประมาณ 1.0% ซึ่งมากกว่าเซลลูโลสที่ได้จากพืช สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ประมาณ 60-700 เท่า ของน้ำหนักแห้ง ทนต่อแรงดึงได้ดีกว่าไฟเบอร์สังเคราะห์ โดยมีค่า Young´modulus ประมาณ 30,000 เมกกะปาสคาล ซึ่งสูงกว่าไฟเบอร์อินทรีย์ประมาณ 4 เท่า และมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงกว่าพอลิเอทิลีนและไวนิลคลอไรด์ 5 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ลักษณะของหัวเชื้อคอมบูชา

ปัจจุบันมีการนำเซลลูโลสจากแบคทีเรียไปประยุกต์ใช้ในงานวัสดุอย่างแพร่หลาย โดยอาศัยเทคโนโลยีและเทคนิคจำเพาะในการดัดแปลงโครงสร้างและคุณสมบัติทางเคมี เช่น มีการนำเซลลูโลสจากแบคทีเรียผงไปผสมกับฟีนอลเรซินหรือเส้นใยคาร์บอน เพื่อช่วยให้เส้นใยดังกล่าวขึ้นรูปเป็นแผ่นได้ง่ายขึ้น หรือนำเซลลูโลสจากแบคทีเรียไปเป็นส่วนผสมร่วมกับซีตไฟเบอร์คาร์บอนกัมมันต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับสารพิษนอกจากนี้ยังมีการนำเซลลูโลสจากแบคทีเรียไปผลิตเป็นกระดาษลำโพง ซึ่งทำให้ได้คุณภาพของเสียงดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุชนิดอื่น เป็นต้น

2.3 จุลินทรีย์ที่พบในคอมบูชา

2.3.1 แบคทีเรียอะซิติก (Acetic acid bacteria)

ลักษณะสรีรวิทยาของแบคทีเรียกลุ่มนี้จัดเป็นแบคทีเรียแกรมลบ (gram-negative) ตองการออกซิเจนในการเจริญ (aerobic) ไมสรางสปอร (non-spore forming) มีรูปรางเปนทอนจนถึงกลมรี (ellipsoida to rod-shape cells) สามารถเคลื่อนที่ไดเนื่องจากมี flagella ทั้งแบบ peritrichous และ polar ขึ้นอยูกับจีนัสนั้นๆ มีการเจริญเปนแบบเซลลเดี่ยวหรือติดกันเปนคูหรือเปนสาย เซลลมีความกวางระหวาง 0.4-1 μm ยาวประมาณ 0.8-4.5 μm ใหผลการทดสอบคะตะเลสเปนบวก (catalase positive) ออกซิเดสเปนลบ (oxidase negative) ชวงสภาวะของคาพีเอชที่มีความเหมาะสมในการเจริญอยูที่ 5.0 - 6.5 แตสามารถเจริญได้ในที่ที่มีค่าพี่เอชต่ำ 3.0–4.0 มีความสามารถในการเจริญในช่วงสภาวะความเปนกรดไดดีดวยคาพีเอชระหวาง 5.0-6.5 ในอดีตที่ผ่านมาแบคทีเรียอะซิติกถูกจัดจำแนกไว เพียง 2 จีนัสคือ *Acetobacter* และ *Gluconobacter* แต่ในปจจุบันการจัดจำแนกดวยเทคนิคทางพันธุกรรม (genetic molecular) เข้ามามีบทบาทจึงได้จัดจำแนกแบคทีเรียอะซิติกใหมได้เปนจำนวน 12 จีนัสดวยกันประกอบดวย *Acetobacter, Gluconobacter, Acidomonas, Gluconacetobacter, Asaia, Kozakia, Swaminathania, Saccharibacter, Neoasaia*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียอะซิติกมีกระบวนการออกซิไดซ์ที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งเป็นผลให้สามารถใช้ในการผลิตผลผลิต ออกซิไดซ์จากสารตั้งต้นที่ต้องการได้โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในบริเวณเพอริพลาสซึมจะเกิดได้

อย่างรวดเร็ว และผลผลิตที่ได้จะถูกขับออกมาสู่ภายนอกเซลล์แล้วสะสมอยู่ในอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อ โดยความสามารถที่เชื้อแบคทีเรียกลุ่มนี้ออกซิไดซ์ สารตั้งต้นไปเป็นผลิตภัณฑ์ได้เกือบ 100% นี้เป็นคุณสมบัติที่เด่นที่เหมาะสมจะใช้ในระดับอุตสาหกรรม โดยสามารถใช้ในการผลิตสารประกอบต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1 อย่างไรก็ดีเนื่องจากเชื้อแบคทีเรียอะซิติกเป็นเชื้อที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ในกระบวนการผลิตสารต่างๆ จึงต้องมีการให้อากาศอย่างทั่วถึง รวมถึงการที่เชื้อกลุ่มนี้ไม่สามารถเติบโตและผลิตผลิตภัณฑ์ได้ดีที่อุณหภูมิที่สูงกว่า 30 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นแบคทีเรียกลุ่มที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง ทำให้มีความจำเป็นต้องทำการคัดแยกหาเชื้อกลุ่มทนร้อนเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีการคัดแยกเชื้อแบคทีเรียอะซิติกกลุ่มทนร้อนออกมาได้หลายสายพันธุ์ และรวมถึงมีการปรับปรุงให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการผลิตสารประกอบต่างๆ ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้แบคทีเรียอะซิติกในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

จุลินทรีย์	ผลิตภัณฑ์	การนำไปใช้ในอุตสาหกรรม
Acetobacter spp. และ *Komagataeibacter* spp.	Acetic acid	- การผลิตน้ำส้มสายชูหมัก
Gluconobacter frateurii CHM9	Cyclic ketones	-ใช้เป็นตัวทำละลายและสารประกอบปฏิกิริยาในอุตสาหกรรมเคมี
Gluconobacter spp.	Dihydroxyacetone	-ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ต่าง ๆ
Gluconobacter spp.	2KGA และ 5KGA	-การผลิตวิตามินซี - การผลิต tartaric acid - การผลิต xylaric acid
Gluconobacter oxydans	อนุพันธ์ของน้ำตาล 5 คาร์บอน เช่น - 4-keto-D-arabonate - 4-keto-D-arabinose - 4-keto-D-ribose - 5-keto-D-fructose	-ใช้ในอุตสาหกรรมเคมี
Gluconobacter spp.	น้ำตาล D-xylulose น้ำตาล L-ribulose และ L-erythrulose	- ใช้เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1(ต่อ) ตัวอย่างการประยุกต์ใช้แบคทีเรียอะซิติกในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ (ต่อ)

จุลินทรีย์	ผลิตภัณฑ์	การนำไปใช้ในอุตสาหกรรม
Komagataeibacter xylinus	Bacterial cellulose	-ใช้เป็นผิวหนังเทียม เส้นเลือดเทียมหรือใช้เพื่อขึ้นรูปการเป็นที่ยึดในการสร้างเนื้อเยื่อสัตว์ในห้องทดลอง -ใช้เป็นอาหาร (วุ้นมะพร้าว) -ใช้ผสมในการผลิตกระดาษคุณภาพดี
- *Gluconobacter frateurii* TMW 2.767 - *Gluconobacter cerinus* DSM 9533T - *Neoasaia chiangmaiensis* NBRC 101099 - *Kozakia baliensis* DSM 14400	Fructan	-ใช้เป็นสารให้ความหวานที่ให้พลังงานต่ำในผลิตภัณฑ์อาหาร
Acetobacter spp.	สารประกอบโพลีแซคคาไรด์แบบอื่น ๆ	-ใช้ประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆทั้งทางด้านยาและอาหาร

ที่มา : ณัฏฐ์สรัล (2558)

2.3.2 แบคทีเรียแลคติก (lactic acid bacteria)

ลักษณะสรีรวิทยาของแบคทีเรียกลุ่มนี้จัดเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ไม่เคลื่อนที่ (nonmotile) ไม่สร้างเอนไซม์คะตะเลส (catalase negative) ไม่สร้างสปอร์(non-spore forming) ลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่ามีทั้งรูปร่างแท่งและรูปร่างกลม การจัดเรียงกลุ่มแบคทีเรียแลคติก ในสกุลต่างๆขึ้นอยู่กับรูปร่างลักษณะ รูปแบบของการหมักน้ำตาลกลูโคส การใช้น้ำตาลชนิดต่างๆและการเจริญที่อุณหภูมิต่างๆ การผลิตเกลือแลคติก เชื้อเจริญในที่มีเกลือความเข้มข้นสูงและการทนต่อกรดหรือด่าง (Wood และHolzapfel, 1997) แบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก เป็นสารเมตาบอไลท์ทุติยภูมิ พบในอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะในนม ผัก และผลไม้ ส่วนมากแบคทีเรียนี้เป็นแบคทีเรียที่เจริญในสภาวะที่ไม่มีอากาศ แต่ในสภาวะที่มีอากาศก็ไม่ตาย แบคทีเรียแลคติกขาดสารไซโตโครม (cytochromes) และฟอร์ไฟลิน (porphyrins) จึงไม่มีเอนไซม์คะตะเลสและออกซิเดส (สุมณฑา, 2545) แบคทีเรียแลคติกสร้างพลังงานจากการหมักคาร์โบไฮเดรต เกิดกรดแลคติกจากปฏิกิริยา 2 ทาง คือ วิถีทางที่ได้แลคเตทเพียงอย่างเดียว เรียกว่า โฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (homofermentative)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และวิถีทางที่ได้แลคเตทร่วมกับสารอื่นในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เรียกว่า เฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ (heterofermentative) (สมใจ, 2537)

1) Homofermentative เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกได้ในปริมาณ ร้อยละ 85 หรือมากกว่าจากการหมักคาร์โบไฮเดรต ซึ่งพวกนี้จะหมักน้ำตาลกลูโคส 1 โมลเป็นกรดแลคติก 1.8 โมล และได้กรดอะซิติก เอทานอล และ คาร์บอนไดออกไซด์เล็กน้อย

2) Heterofermentative เป็นแบคทีเรียที่หมักคาร์โบไฮเดรต เช่น น้ำตาลกลูโคสให้กรดแลคติก ประมาณร้อยละ 50 นอกนั้นให้กรดอะซิติก แอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะหมักน้ำตาลกลูโคส 1 โมล แล้วสร้างกรดแลคติกได้น้อยกว่า 1.8 โมล

ในปัจจุบันได้มีการการจัดจำแนกแบคทีเรียแลคโตบาซิลไลออกเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่มดังนี้ (สุมณฑา, 2545)

1) กลุ่มที่ทำให้เกิดการหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟเพียงอย่างเดียว (obligate homofermenter) สปีชีส์ที่นิยมใช้หมัก ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus, L. delbruckii* และ *L. helveticus*

2) กลุ่มที่ทำให้เกิดการหมักได้ทั้งสองแบบ (facultative heterofermenter) สปีชีส์ที่นิยมใช้หมักได้แก่ *L. plantarum, L. casei* และ *L. sake*

3) กลุ่มที่ทำให้เกิดการหมักแบบเฮทเทอโรเฟอร์เมนเททีฟเพียงอย่างเดียว (obligate heterofermenters) สปีชีส์ที่นิยมใช้หมักได้แก่ *L. bervis, L. fermentum* และ *L. kefir* สำหรับแบคทีเรียแลคติกชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่แลคโตแบซิลไล (สุมณฑา, 2545) ประกอบด้วย

1) จีนัส ลิวโคนอสตอค (Leuconostoc) เป็นแบคทีเรียแลคติกที่มีรูปร่างกลม เป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้สามารถจำแนกออกจากพวกแลคโตแบซิลไลได้ง่าย แบคทีเรียชนิดนี้ไม่นิยมนำมาใช้ในการหมักกรดแลคติก เพราะเกิดเมือก

2) จีนัส เพดิโอคอกคัส (Pediococcus) เป็นแบคทีเรียแลคติกที่นิยมใช้หมักกรดแลคติกมากกว่าเช่น *P. pentosaceus* ส่วน *P. halophilus* ในปัจจุบันถูกจัดไว้ในสปีชีส์ใหม่ในชื่อว่า *Tetragenococcus halophilus*

3) จีนัส เสตรปโตคอกคัส (Streptococcus) เป็นแบคทีเรียแลคติกอีกสปีชีส์หนึ่งจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แบคทีเรียในกลุ่มสเตรปโตคอกไคมีลักษณะเด่นที่สามารถจำแนกย่อยออกได้เป็น 3 จีนัส คือ *Enterococci, Lactococcus* และ *Streptococcus*

2.3.2.1 ชีวเคมีในการหมักกรดแลคติก

การหมักกรดแลคติก (lactic acid fermentation) เปนกระบวนการทางชีวเคมีซึ่งน้ำตาล เชน กลูโคส ฟรุกโทส และซูโครสถูกเปลี่ยนไปเปนพลังงานในเซลลและเปนสารเมแทบอไลท เช่น กรดแลคติก เปนปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเชนเดียวกับในเซลลแบคทีเรียหรือในเซลลสัตว เชน เซลล์กล้ามเนื้อ ในสภาวะที่ไมมีอากาศ การหมักใหเกิดกรดแลคติกเกิดได 2 แบบ คือ homolactic fermentation โดยกลูโคส 1 โมเลกุลเปนกรดแลคติกได 2 โมเลกุลและแบบ heterolactic acid fermentation ซึ่งน้ำตาลกลูโคส 1 โมเลกุลเปลี่ยนไปเปนกรดแลคติก 1 โมเลกุล เอทานอล 1 โมเลกุล และคารบอนไดออกไซด 1 โมเลกุล (landry, 2010) ดังสมการที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{แบคทีเรียกรดแลคติก}} 2CH_3CHOHCOOH$$

กลูโคส — กรดแลคติก

(สมการที่ 1)

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{แบคทีเรียกรดแลคติก}} 2CH_3CHOHCOOH + C_2H_5OH + CO_2$$

กลูโคส — กรดแลคติก — เอทานอล — คาร์บอนไดออกไซด์

(สมการที่ 2)

แบคทีเรียแลคติกชนิดที่เปนโพรไบโอติก เปนแบคทีเรียที่สามารถสรางกรดแลคติก หรือกรดในน้ำนมไดพบไดในทางเดินอาหารของคน สัตว และในอาหารหมักดองชนิดตาง ๆ สกุล (genus) ที่ได มีการศึกษาและพัฒนาเปนผลิตภัณฑโพรไบโอติกมากที่สุด ไดแก แลกโตบาซิลัส (Lactobacillus) และไบฟโดแบคทีเรียม (Bifidobacterium) โดยแลกโตบาซิลัสมักจะอาศัยอยูในรางกายมนุษยบริเวณลำไสเล็กตั้งแตวัยแรกเกิด ซึ่งอาจถูกสงผานมาทางแม สวนไบฟโดแบคทีเรียม มักอาศัยอยูในเด็กที่ดื่มน้ำนมมารดาตั้งแตอายุ 7 วันขึ้นไป จึงเปนผลทำใหทารกที่ดื่มน้ำนมมารดาตั้งแตแรกคลอดมีสุขภาพแข็งแรง และมีระบบภูมิคุมกันที่ดีกวาทารกที่ดื่มนมชวดหรือนมกระปอง เนื่องจากในลำไสของทารกที่ดื่มน้ำนมมารดามีแบคทีเรียทั้งสองสกุลนี้ซึ่งแบคทีเรียทั้งสองมีผลตอการเจริญของแบคทีเรียชนิดก่อโรค เชน โคลิฟอรมแบคทีเรีย และเอนเทอโรคอคคัส (Chaiyasut, 2013) สายพันธุของแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุที่นำมาใชในอาหารของมนุษยแสดงในตารางที่ 2.2 และ 2.3

ตารางที่ 2.2 ตัวอยางแบคทีเรียแลคติกกลุ่มแลคโตบาซิลลัส ที่มีรายงานวาสามารถใชในผลิตภัณฑสำหรับเปนอาหารมนุษย

สายพันธุ์	ผลิตภัณฑ์และการนำไปใช้ประโยชน์
Lactobacillus delbrueckii subsp. *delbrueckii*	โยเกิร์ตและผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดอื่นๆ
Lactobacillus delbrueckii sub sp. *lactis*	ผลิตภัณฑ์นมหมักและเนยแข็ง
Lactobacillus acidophilus	ผลิตภัณฑ์นมหมักและโพรไบโอติก
Lactobacillus kefirgranum *Lactobacillus kefiri*	ผลิตภัณฑ์นมหมัก (คีเฟอร์) และช่วยลดความขมในน้ำผลไม้ตระกูลส้ม
Lactobacillus johnsonii	กระบวนการถนอมอาหารและโพรไบโอติก
Lactobacillus plantarum	กระบวนการหมักดองผักและกระบวนการหมักแบบมาโลแลกติก
Lactobacillus fermentum	ผลิตภัณฑ์นมหมัก
Lactobacillus salivariuc	กระบวนการหมักเนยแข็ง และโพรไบโอติก

ที่มา : Chaiyasut (2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไวสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างแบคทีเรียแลคติกกลุ่มไบฟโดแบคทีเรียม ที่มีรายงานวาสามารถใช้ในผลิตภัณฑ์สำหรับเป็นอาหารมนุษย์

สายพันธุ์	ผลิตภัณฑ์และการนำไปใช้ประโยชน์
Bifidobacterium bifidum	โพรไบโอติกที่เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์นมหมัก
Bifidobacterium animals	ผลิตภัณฑ์นมหมักและโพรไบโอติก
Bifidobacterium breve *Bifidobacterium infantis*	โพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์นมหมักและผลิตภัณฑ์สำหรับทารก
Bifidobacterium longum	ผลิตภัณฑ์นมหมักที่เป็นโพรไบโอติก

ที่มา : Chaiyasut (2013)

2.3.2.2 ประโยชน์ของแบคทีเรียแลคติก (ปิ่นมณี, 2547)

แบคทีเรียแลคติกที่มีต่ออาหารหมักมีประโยชน์ ดังนี้

1) ช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ จากการศึกษาในกลุ่มของธัญพืช พบว่าคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นจากกิจกรรมการหมักที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต เช่น ในเทมเป้จากข้าวสาลีเพราะมีจุลินทรีย์บางชนิดสังเคราะห์วิตามินที่จำเป็นต่อการเจริญ จึงทำให้องค์ประกอบของวิตามินในอาหารที่ผ่านการหมักสูงกว่าอาหารที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก

2) การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ บทบาทของแบคทีเรียแลคติกในอาหารหมักพบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยสูงขึ้นตลอดจนเก็บรักษาได้นาน

3) แบคทีเรียแลคติกมีกิจกรรมในการลดปริมาณคอเลสเทอรอลในกระแสเลือด

4) กิจกรรมในการป้องกันมะเร็ง โดยเฉพาะ *Lactobacillus acidophilus* เป็นแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับมะเร็งในลำไส้ใหญ่

5) ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

2.3.3 ยีสต์ (Yeast)

ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรเห็ดรา (Kingdom Fungi) เช่นเดียวกับเชื้อรา แต่มีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว (Unicellular) มีขนาด 5-10 ไมครอน มีการแตกหน่อและเซลล์ต่อกันเป็นสายเรียกว่า ซูโดมัยสิเลียม (psudomycelium) บางชนิดสร้างเส้นใยที่แท้จริง true mycelium เช่นเดียวกับเชื้อรา ยีสต์มีรูปร่างหลายแบบ ทั้งแบบกลม รูปไข่ รูปไข่ปลายแหลม รูปคนโท สามเหลี่ยม ทรงกระบอก และรูปเลมอน ส่วนใหญ่จะสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อ (budding) สามารถพบยีสต์ได้ทั่วไปในธรรมชาติทั้งในดิน ในน้ำ หรือในส่วนต่างๆ ของพืช ยีสต์บางชนิดอาจพบอยู่กับแมลง หรือแม้แต่ในกระเพาะของสัตว์บางชนิด แต่แหล่งที่พบยีสต์ได้บ่อยๆ คือ แหล่งที่มีน้ำตาลความเข้มข้นสูง เช่น น้ำผลไม้ที่มีรสหวาน องค์ประกอบของสารอินทรีย์ และมีสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของยีสต์แต่ละชนิด เช่น ยีสต์พวก *Saccharomyces* เจริญได้ดีในที่ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการใช้

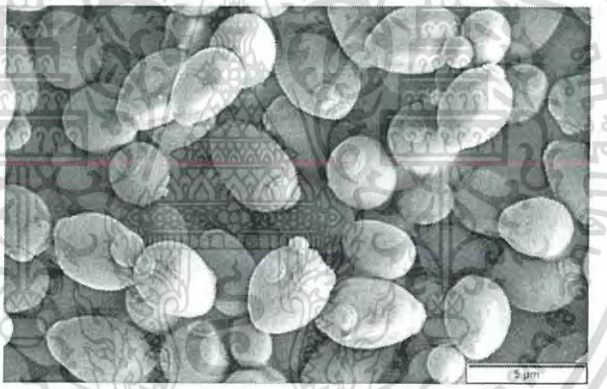
น้ำตาล เช่น น้ำหวานของดอกไม้ ตามผิวของผลไม้ที่สุกงอมหรือมีตำหนิ ในน้ำผลไม้ที่เกิดการหมัก เป็นต้น นอกจากนี่สามารถพบยีสต์ได้ในผักดอง ผลไม้ดอง และอาหารหมักในบางระยะ ยีสต์พวก *Saccharomyces* เซลล์ยีสต์ประกอบด้วย กรดอะมิโน โปรตีน เกลือแร่ วิตามินและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์และสัตว์ ยีสต์จึงถูกนำมาเป็นอาหารคนและอาหารสัตว์ที่มากด้วยคุณค่าของวิตามิน เช่น การดื่มไวน์ปริมาณเล็กน้อยจะช่วยให้ร่างกายแข็งแรง ต้านทานโรค ทำให้มีอายุยืน เพราะมีสารอาหาร และแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญ และการต้านทานโรค

หลักการทำงานพื้นฐานของยีสต์คือการเปลี่ยนน้ำตาลให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ แสดงดังสมการ

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_2H_5OH + CO_2 + \text{ความร้อน}$$

น้ำตาล แอลกอฮอล์ คาร์บอนไดออกไซด์

Saccharomyces cerevisiae



รูปที่ 2.2 ลักษณะของยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*
ที่มา : https://biobeat.nigms.nih.gov/2018/03/genomic-gymnastics-of-a-single-celled-ciliate-and-how-it-relates-to-humans/ (11 มกราคม 2562)

Kingdom:	Fungi
Division:	Ascomycota
Class:	Saccharomycetes
Order:	Saccharomycetales
Family:	Saccharomycetaceae
Genus:	*Saccharomyces*
Species:	*S. cerevisiae*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae เป็นยีสต์ที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (eukaryotic micro organisms) จัดอยู่ในกลุ่มจำพวกเห็ดรา (Fungi) มีทั้งที่เป็นประโยชน์และโทษต่ออาหาร มีการนำยีสต์มาใช้ประโยชน์นานมาแล้วโดยเฉพาะการผลิตอาหารที่มีแอลกอฮอล์จากคุณสมบัติที่มีขนาดเล็กมาก สามารถเพาะเลี้ยงให้เกิดได้ในเวลารวดเร็ว และวิธีการไม่ยุ่งยาก *S. cerevisiae* เป็นยีสต์ที่พบได้ในธรรมชาติโดยเซลล์รูปกลม รูปรี ทรงกระบอกสั้นหรือยาว สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อรอบเซลล์ แสดงดังรูปที่ 2.2 อาจสร้างซูโดไมซิเลียม แต่ไม่พบไมซิเลียมที่แท้จริง สร้างแอสโคสปอร์รูปกลมหรือรูปไข่ ผนังเรียบ มีบางชนิดที่สร้างผนังสปอร์ อาจมีปุ่ม โดยปกติมีจำนวน 1-4 สปอร์ต่อแอสคัส ทุกชนิดหมักได้อย่างรวดเร็ว ยีสต์พวกนี้จะรวมตัวกันอย่างหลวมๆ ลอยอยู่กับฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผิวหน้าของการหมัก *S. cerevisiae* สามารถหมักน้ำตาลได้เกือบทุกชนิด โดยเฉพาะน้ำตาลกาแล็กโทส กลูโคส ฟรักโทส และแมนโนส ใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและเป็นแหล่งพลังงาน *S.cerevisiae* ไม่สามารถเจริญเติบโตในสภาพไม่มีออกซิเจนได้ สามารถใช้แอมโมเนียมซัลเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจนได้ ต้องการฟอสฟอรัสสำหรับการเจริญและการหมัก และสามารถใช้โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเป็นแหล่งฟอสเฟตได้ดีกว่าไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ส่วนแหล่งของซัลเฟอร์มักใช้ในรูปซัลเฟต วิตามินเป็นสารช่วยส่งเสริมใน การเจริญของ *S. cerevisiae* ต้องการไบโอตินในการเจริญ ซึ่งไบโอตินมีส่วนร่วมในการสร้างสารต่างๆหลายชนิด เช่น การสังเคราะห์ไพริดิน นิวคลีโอไทด์ เป็นต้น การขาดไบโอตินมีผลทำให้พลาสมาเมมเบรนได้รับความเสียหาย อุณหภูมิต่ำสุดในการเจริญเติบโต คือ 0-5 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิสูงสุดในการเจริญเติบโต คือ 40-42 องศาเซลเซียส ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต พีเอชในการเจริญเติบโตสูงสุด คือ 9.1-9.2 พีเอชต่ำสุด คือ 2.4-2.6 *S.cerevisiae* เป็นจุลินทรีย์หลักที่ใช้ในการผลิตเอทานอลในระดับอุตสาหกรรมทั้งภายในและต่างประเทศ (Andrietta *et al*., 2007) สามารถผลิตเอทานอลได้สูงถึง 20 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร (Zaldivar *et al*., 2001) โดยยีสต์จะใช้น้ำตาลกลูโคสผ่านวิถี EMP ในสภาพที่เป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อยและไม่มีออกซิเจน ได้ผลิตภัณฑ์หลักคือ เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์

2.4 ผลิตภัณฑ์นมหมัก

นมหมักคือผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำมาจากนมโดยมีการเติมจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งก็คือเชื้อแบคทีเรียชนิดต่างๆ หรือบางครั้งจะเป็นเชื้อรานำลงไปหมักในนม กระบวนการหมักนี้จะเป็นกระบวนการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและเติมจุลินทรีย์ที่ดีต่อร่างกายลงไปแทน ผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้จะมีค่าความเป็นกรดที่เพิ่มมากขึ้น การหมักจะเปลี่ยนน้ำตาลในนม (แลคโตส) เป็นกรดแลคติก ซึ่งจะทำให้นมเปลี่ยนสภาพเป็นลักษณะครีมข้นและรสชาติที่ฝาดขึ้น รสชาติและรสสัมผัสของนมหมักแต่ชนิดจะขึ้นอยู่กับแบคทีเรียหรือเชื้อราที่เติมลงไปและประเภทของนมที่นำมาใช้ซึ่งจะให้รสชาติและรสสัมผัสที่แตกต่างกันออกไป (ฉัตรภา, 2556)

2.4.1 ชนิดและประเภทของผลิตภัณฑ์นมหมัก (ฉัตรภา, 2556)

1) ชีส หรือ เนยแข็ง ทำมาจากนมโดยผ่านกระบวนการแยกเอาโปรตีนออกแล้วนำมาผสมเชื้อราหรือแบคทีเรีย

2) ครีมเปรี้ยว (ซาวครีม) เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์จากนมที่มีการนำนมมาหมัก จะมีลักษณะที่ข้นและออกรสชาติเปรี้ยวเล็กน้อย นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) นมเปรี้ยว จะเป็นโยเกิร์ตที่เป็นของเหลวโดยการเติมน้ำหรือของเหลวอย่างอื่นเข้าไปในโยเกิร์ต โดยทั่วไปแล้วโยเกิร์ตชนิดดื่มจะมีน้ำตาลมากกว่าโยเกิร์ตทั่วไป

4) โยเกิร์ตชนิดปกติ มีลักษณะเป็นเนื้อครีมกึ่งแข็ง มีหลากหลายรสชาติทำมาจากนมทั้งชนิดไขมันปกติ ไขมันต่ำ และปราศจากไขมัน

5) กรีกโยเกิร์ต จะมีลักษณะที่เป็นของแข็งมากกว่าโยเกิร์ตชนิดปกติ เนื่องจากมีการนำเอาความชื้นออก มีโปรตีนสูงกว่าโยเกิร์ตปกติถึง 2 เท่า

6) โพรไบโอติกโยเกิร์ต เป็นโยเกิร์ตชนิดที่มีการเติมจุลินทร์เพิ่มเข้าไป ทำให้มีส่วนช่วยในการขับถ่ายและเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย

7) คีเฟอร์ ประกอบไปด้วยจุลินทรีย์ 2 ชนิด ได้แก่ ยีสต์ *Saccharomyces exiguus* หรือ *S. kefir* และแบคทีเรียแลกติก (lactic acid bacteria) ที่อยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis) และกระบวนการหมักคีเฟอร์จะก่อให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ในปริมาณเล็กน้อย ดังนั้นคีเฟอร์จึงมีรสชาติคล้ายโยเกิร์ตแต่มีกลิ่นที่แรงกว่า

2.4.2 ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์นมหมัก

1) ผลิตภัณฑ์กลุ่มนมหมัก โดยเฉพาะกลุ่มโยเกิร์ตจะเป็นแหล่งของโปรตีนที่มีไขมันอิ่มตัวต่ำกว่าเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์

2) ผลิตภัณฑ์กลุ่มนมหมัก เป็นแหล่งที่ดีของแคลเซียมและวิตามินดี เชื้อแบคทีเรียแลคโตบาซิลลัสที่เป็นหนึ่งเชื้อที่นิยมในการหมักเป็นประโยชน์ต่อลำไส้ จากการศึกษาพบว่าช่วยลดการเกิดมะเร็งลำไส้

3) แบคทีเรียที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์กลุ่มนมหมักจะช่วยให้ระบบขับถ่ายดีขึ้น โยเกิร์ตช่วยลดอาการท้องเสียในเด็ก เนื่องจากจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียในโยเกิร์ตจะไปทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ดีตัวที่ก่อให้เกิดอาการท้องเสีย

4) แบคทีเรียที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์กลุ่มนมหมัก ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย จากการศึกษาพบว่าแบคทีเรียในโยเกิร์ตและคีเฟอร์จะกระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาวให้ช่วยทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมได้ดีขึ้น

5) แบคทีเรียที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์กลุ่มนมหมักมีส่วนช่วยในการลดกลิ่นปาก

2.5 โยเกิร์ต (Yoghurt)

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดหนึ่ง ซึ่งผ่านกระบวนการหมักโดยเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียแลคติก เช่น *Lactobacillus delbrukeii* subsp. *bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสเป็นกรดแลคติก โยเกิร์ตให้คุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน แคลเซียม และฟอสฟอรัส นอกจากนี้ ประโยชน์ของโยเกิร์ตยังช่วยในการย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย ช่วยปรับสมดุลของลำไส้ โดยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค เนื่องจากหัวเชื้อในโยเกิร์ตเป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิตและมีประโยชน์ต่อร่างกาย (Tamime and Marshall, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 ผลิตภัณฑ์นมหมัก

2.5.1 ประเภทของโยเกิร์ต

โยเกิร์ต เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักซึ่งมีแหล่งกำเนิดในกลุ่มประเทศตะวันออกบริเวณคาบสมุทรบอลข่าน แล้วไปนิยมแพร่หลายในยุโรปตะวันออกและยุโรปกลาง โดยความเปรี้ยวของนมเกิดจากจุลินทรีย์ที่เปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสเป็นกรดแลคติกโดยมีความเป็นกรด-เบสอยู่ระหว่าง 4.2-4.5 มีกลิ่นเนย (buttery, diacetyl) และกลิ่นนัท (nutty, acetaldehyde) สามารถแบ่งโยเกิร์ตออกได้หลายชนิดดังนี้

2.5.1.1 ตามกรรมวิธีการผลิต (ภานุ, 2527)

สามารถแบ่งโยเกิร์ตตามกรรมวิธีการผลิตได้เป็น 2 ชนิด (ภานุ, 2527) โดยขึ้นอยู่กับระบบการผลิตและโครงสร้างทางกายภาพของมวลที่ตกตะกอน (coagulum)

1) โยเกิร์ตแบบอยู่ตัว (set yoghurt) บรรจุโยเกิร์ตในบรรจุภัณฑ์ หลังจากเติมเชื้อให้เป็นการหมักและแข็งตัวในภาชนะระหว่างการรอจำหน่ายในร้านค้า อาจมีการใส่ผลไม้เชื่อมรองที่ก้นภาชนะก่อนแล้วค่อยใส่นมลงหมักก็ได้

2) โยเกิร์ตชนิดคนหรือแบบบรรจุทีหลัง (stirred yoghurt) เป็นชนิดที่มีการหมักในถังหมัก (fermenter) ก่อน จนนมตกตะกอนเป็นลิ่ม (curd) แล้วจึงเติมผลไม้เชื่อมหรือน้ำเชื่อม กลิ่นสี ทำให้ก้อนนมแตก และคนผสมให้เข้ากันก่อนที่จะเทในภาชนะขนาดเล็กเพื่อรอการจำหน่ายซึ่งจะได้โยเกิร์ตค่อนข้างเหลว

2.5.1.2 ตามลักษณะกลิ่นและรส (Robinson and Tamine, 1985)

การแต่งกลิ่นรสเข้าไปในโยเกิร์ต เพื่อทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายและแตกต่างกันไป

1) โยเกิร์ตชนิดธรรมชาติ (Natural or plain yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ไม่มีการเติมสีหรือสารปรุงแต่งกลิ่นรสลงไปหลังจากการหมักเสร็จสิ้นซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิมโยเกิร์ตที่ได้จะมีรสเปรี้ยวแหลม

2) โยเกิร์ตที่ปรุงแต่งด้วยผลไม้ (Fruit yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีการเติมผลไม้โดยอาจเติมในรูปของผลไม้แช่อิ่ม เชื่อม หรือแยม และเติมสารให้ความหวานลงไปในโยเกิร์ตธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) โยเกิร์ตที่มีปรุงแต่งด้วยสารสังเคราะห์ (Flavoured yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีการเติมสารแต่งกลิ่น สารให้ความหวาน และสีลงไปในโยเกิร์ตธรรมดา

2.5.1.3 ตามกระบวนการหลังการหมัก (Robinson and Tamine, 1985)

เป็นการแบ่งชนิดของโยเกิร์ตโดยอาศัยความแตกต่างของขั้นตอนหลังจากกระบวนการหมัก ซึ่งโยเกิร์ตที่ได้จะมีการนำไปผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การให้ความร้อน การทำให้เข้มข้น การทำแห้ง หรือวิธีอื่นๆ ซึ่งสามารถแบ่งโยเกิร์ตออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1) โยเกิร์ตพาสเจอร์ไรส์ (Pasteurized yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยการพาสเจอร์ไรส์ มีจุดประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา วิธีนี้จะมีผลทำให้จุลินทรีย์ในโยเกิร์ตถูกทำลายไป ทำให้เนื้อสัมผัสและกลิ่นรสของโยเกิร์ตสูญเสียไป

2) โยเกิร์ตแช่แข็ง (Frozen yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีโครงสร้างทางกายภาพคล้ายไอศกรีม แต่องค์ประกอบและวิธีการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงการบ่มคล้ายโยเกิร์ต ส่วนที่แตกต่างคือ มีการเพิ่มช่วงของการแช่แข็งและอากาศเข้าไปในช่วงท้ายของการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายไอศกรีม มีการเติมสารให้ความหวานและสารให้ความคงตัว เพื่อให้อากาศที่อยู่ในโครงสร้างมีความคงตัว

3) โยเกิร์ตเข้มข้น (Concentrated yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่มีการระเหยของเหลวบางส่วนที่มีอยู่ในโยเกิร์ตออกไป จนทำให้เหลือปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 24

4) โยเกิร์ตผง (Dried yoghurt) เป็นโยเกิร์ตที่ผ่านกระบวนการทำแห้งโดยใช้แสงอาทิตย์ (sun drying) หรือเครื่อง spray drying หรือ freeze drying จนมีลักษณะเป็นผงและมีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 90-94 ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้สามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น เนื่องจากความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลง

2.5.1 ประโยชน์ของโยเกิร์ต

1) แบคทีเรียแลคติกผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยน้ำตาลแลคโตสภายในนมให้เป็นกรดแลคติกเหมาะสำหรับผู้ที่ไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสจากการบริโภคน้ำนมธรรมดาทำให้ท้องอืดท้องเฟ้อ

2) โยเกิร์ตรักษาท้องเสีย ในลำไส้มนุษย์อุดมด้วยเชื้อโรคนานาพันธุ์โดยเชื้อในลำไส้สารพัด บ้างก็มีประโยชน์ เช่น ช่วยสร้างวิตามินเค แต่บางชนิดก็เป็นโทษ เช่น ทำให้เกิดอาการท้องเสียทันที โดยเฉพาะเชื้อ *E. coli* ในเด็ก และเมื่อทานโยเกิร์ตไปจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตจะช่วยปรับสมดุลให้กลับคืนมาในเวลาอันรวดเร็วและโยเกิร์ตยังสามารถป้องกันอาการท้องเดินได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กทารก

3) โยเกิร์ตช่วยยกระดับภูมิคุ้มกันโรค โยเกิร์ตไม่เพียงป้องกัน และรักษาได้ด้วยฤทธิ์ที่เป็นยาฆ่าเชื้อเท่านั้น แต่ยังช่วยกระตุ้นการสร้างแอนติบอดี้ และสารต้านโรคอื่น ๆ เพิ่มปริมาณอินเตอร์เฟอรอน ให้เป็น 3 เท่า (อินเตอร์เฟอรอน เป็นสารเคมีที่ร่างกายสร้างโดยธรรมชาติซึ่งจะช่วยต่อสู้กับโรคติดเชื้อหลายชนิด)

4) ช่วยลดการเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งบริเวณเนื้อเยื่อกระดูก

5) โยเกิร์ตกับแผลในกระเพาะอาหาร โยเกิร์ตอุดมด้วยสารไขมันธรรมชาติที่มีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนที่เรียก พรอสตาแกลนดิน อี2 (Prostaglandia E2) ซึ่งทำหน้าที่ช่วยปกป้องผนังกระเพาะจากสารกระตุ้นหลายตัว เช่น แอลกอฮอล์ และบุหรี่ ปัจจุบัน Prostaglandia E2 สังเคราะห์จำหน่ายเป็นยารักษาโรคแผลในกระเพาะอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น มีการสงวนลิขสิทธิ์ในเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ช่วยลดระดับคอเรสเตอรอลในเลือด

7) ช่วยบำรุงผิวพรรณ

2.6 จุลินทรีย์ที่ใช้ในโยเกิร์ต

ในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตส่วนใหญ่จะใช้เชื้อแลคติกแบคทีเรีย โดยหัวเชื้อที่ใช้จะเป็นเชื้อผสมระหว่าง *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (*L. bulgaricus*) และ *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus (S. thermophilus)* (วิลาวัณย์, 2539)

หัวเชื้อเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตโยเกิร์ตและสิ่งที่ควรคำนึงในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตคือ ปลอดจากการปนเปื้อนและเจริญได้ดีในส่วนผสมของนมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ให้กลิ่นรสที่ต้องการ โครงสร้าง ลักษณะเนื้อดี และต้านทานต่อการเกิด phages และสารปฏิชีวนะในการสร้างกลิ่น (flavor) และลักษณะของเนื้อสัมผัส (texture) ต้องใช้เชื้อผสมโดยทั่วไปจะใช้หัวเชื้อทั้งสองชนิด ในอัตราส่วนที่เท่ากัน เชื้อ streptococci นี้จะช่วยกำจัดออกซิเจนออกจากนม ซึ่งถ้าหากเหลืออยู่อาจก่อให้เกิดไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์การเจริญเติบโตจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งความเป็นกรดถึงพีเอช4.5-5.5 จะมีสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเชื้อ Lactobacilli ต่อไป เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญอยู่ที่ 45 องศาเซลเซียส และยังให้ปริมาณกรดแลคติกที่มากพอที่จะสร้าง acetadehyde ซึ่งให้กลิ่นรสเฉพาะของโยเกิร์ตได้ ในกรณีที่มีกลิ่นรสดีมากจะมีปริมาณ acetadehyde อยู่ประมาณ 23-41 ppm คิดเป็นสัดส่วนของสารประกอบที่ให้กลิ่น (valatile flavor compound) ถึง 90% นอกจากนี้แล้ว Lactobacilli จะปล่อยกรดอะมิโนบางตัวที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ Streptococci อีกด้วย

หลังจากการหมักเสร็จสิ้นแล้ว โยเกิร์ตที่ได้จะมีลักษณะเนื้อที่แน่นขึ้นที่เรียกว่า thickened yoghurt ซึ่งถูกทำให้เย็นลงเป็น 4-5 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ตลอดระยะเวลาการจำหน่าย ณ อุณหภูมินี้แบคทีเรียยังคงมีชีวิตอยู่ แต่กิจกรรมค่อนข้างจำกัดทำให้การแบ่งตัวและการสร้างกรดจะช้าลงมาก

2.7 ชา

การดื่มชานั้นได้เริ่มขึ้นในประเทศจีน คาดว่าไม่น้อยกว่า 2,167 ปีก่อนคริสตกาล ตำนานการเริ่มต้นของการดื่มชามีหลายตำนาน บ้างก็กล่าวว่าจักรพรรดิเสินหนิงของจีน (Shen Nung) ค้นพบวิธีชงชาโดยบังเอิญ เมื่อพระองค์ทรงต้มน้ำดื่มใกล้ๆ กับต้นชา ขณะรอคอยให้น้ำเดือด กิ่งชาได้หล่นลงในหม้อชา สักพักหนึ่งกลิ่นหอมกรุ่นก็โชยออกมา เมื่อพระองค์เอากิ่งชาออกแล้วทรงดื่ม ก็พบว่า มันทำให้สดชื่น การดื่มชาจึงแพร่หลายมากขึ้นในเวลาต่อมา นอกจากทรงค้นพบสรรพคุณของชาแล้ว พระองค์ยังทรงค้นคว้าและทดสอบสมุนไพรชนิดต่างๆ กว่า 200 ชนิด ชาวจีนจึงได้นับถือว่าพระองค์เป็นบิดาแห่งแพทยศาสตร์ จากประเทศจีน ชาได้ถูกเผยแพร่นำไปปลูกในประเทศต่างๆ ในเอเชีย เช่น ประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ใกล้กับจีน โดยเริ่มรู้จักและมีการนำชาเข้าญี่ปุ่นโดยพระชาวญี่ปุ่นจำนวนหนึ่งที่เดินทางมาประเทศจีนกับเรือคณะทูต เพื่อมาศึกษาคำสอนทางพระพุทธศาสนา และได้นำเมล็ดชากลับไปปลูกที่ Shingakn ซึ่งก็ประสบผลสำเร็จได้ผลดี หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1191 การปลูกชาได้กระจายทั่วไปและพระชาวญี่ปุ่นชื่อไอไซ (Eisai) ได้ไปเยือนจีนในปี ค.ศ. 1192 และ 1196 ได้เขียนหนังสือเกี่ยวกับ การรักษาสุขภาพโดยการดื่มชา (Preseving Health in Drinking Tea) เป็นหนังสือเล่มแรกเกี่ยวกับชาในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งต่อมาได้พัฒนาขึ้นเป็นประเพณีการชงชาของญี่ปุ่นมาจนถึงปัจจุบันนี้ (Refresher, 2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 ประวัติการปลูกชาในประเทศไทย

ในสมัยสุโขทัยช่วงที่มีการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมกับจีน พบว่าได้มีการดื่มชากัน แต่ก็ไม่ปรากฏหลักฐานว่านำเข้ามาอย่างไร และเมื่อใด แต่จากจดหมายของท่านลาลูแบร์ ในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชได้กล่าวไว้ว่า คนไทยได้รู้จักการดื่มน้ำชาแล้ว โดยนิยมชงชาเพื่อรับแขก การดื่มชาของคนไทยสมัยนั้นดื่มแบบชาจีนไม่ใส่น้ำตาล สำหรับการปลูกชาในประเทศไทยนั้น แหล่งกำเนิดเดิมจะอยู่ตามภูเขาทางภาคเหนือของประเทศ โดยจะกระจายอยู่ในหลายจังหวัดแถบภาคเหนือ ที่สำคัญได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน แพร่ น่าน ลำปางและตาก

2.7.2 ชาดำ (Black tea) (Medthai, 2014)

ชาดำ (Black tea) คือ ชาที่ผ่านการแปรรูป ซึ่งได้มาจากการเก็บใบชาอ่อน (ใบชาสายพันธุ์ *Camellia sinensis*) นำมาทำให้แห้งเพื่อลดปริมาณของน้ำลงบางส่วน แล้วนำใบชากึ่งแห้งนั้นไปคลึงหรือบดด้วยลูกกลิ้ง เพื่อให้ใบชาช้ำ ซึ่งเซลล์ในใบชาจะแตกช้ำโดยใบไม่ขาด และเอนไซม์ในเซลล์จะย่อยสลายสารเกิดเป็นกระบวนการหมัก ทำให้เกิดกลิ่นและรส จนใบชาเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีทองแดง เมื่อทิ้งไว้ระยะหนึ่งก่อนใช้ความร้อนเป่าไปที่ใบชา (หรืออาจนำใบชาไปอังไฟ หรือรมด้วยไอน้ำ) เอนไซม์จะหมดฤทธิ์ ใบชาเริ่มเปลี่ยนเป็นสีดำ เมื่อนำไปตากหรืออบให้แห้ง จากนั้นก็บดหรือหั่นตามแต่ชนิดของชา ซึ่งชาที่ได้มานี้จะเรียกว่า “ชาดำ” จากการแปรรูปจะเห็นได้ว่า ชาดำเป็นชาที่ผ่านการหมักอย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะแตกต่างจากชาอู่หลงตรงที่ชาอู่หลงนั้นใช้กระบวนการหมักแบบออกซิเดชั่น แต่ชาดำจะใช้กระบวนการหมักโดยแบคทีเรียเหมือนการเพาะบ่มไวน์ ซึ่งกระบวนการหมักนี้จะทำให้สามารถหมักชาได้อย่างเต็มที่ ยิ่งบ่มนานก็ยิ่งได้รสชาติที่ดี ซึ่งชาดำที่เป็นที่รู้จักมากและเป็นที่นิยมสูงก็คือ “ชาผู่เอ่อร์” (Pu-erh) จากจีน และ “ชาอัสสัม” (Assam) จากอินเดีย

ในกระบวนการผลิตชาดำนั้น จะทำให้สารเคมีที่มีประโยชน์ลดลง (คาเทชิน) เมื่อเปรียบเทียบกับชาเขียวที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก โดยชาเขียว 100 กรัม จะมีสารคาเทชินเหลืออยู่ประมาณ 14.2 กรัม ในขณะที่ชาดำจะมีสารคาเทชินหลงเหลืออยู่เพียง 4 กรัม แต่อย่างไรก็ตาม และยังพบว่าชาดำกับชาเขียวก็มีปริมาณของสารโพลีฟีนอลที่ใกล้เคียงกัน คือในใบชา 100 กรัม จะมีโพลีฟีนอลอยู่ประมาณ 15-16 กรัม ด้วยเหตุนี้นักวิทยาศาสตร์จึงยืนยันว่า ชาดำก็ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพได้เช่นกัน แต่นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ก็ยังเชื่อว่าชาเขียวนั้นมีประโยชน์มากกว่า เนื่องจากมีสารคาเทชินที่มากกว่านั่นเอง ทั้งนี้ ชาดำจะมีรสชาติขมเล็กน้อย ให้รสชาติสะมุนกลมกล่อม ชุ่มคอ และมีปริมาณของคาเฟอีนมากที่สุดในบรรดาชาด้วยกัน หรือประมาณ 40 มิลลิกรัมต่อถ้วย (แต่ก็ยังน้อยกว่าในกาแฟที่มีกาเฟอีนอยู่ 100 มิลลิกรัมขึ้นไป) ในเรื่องของรสชาติถ้าเปรียบเทียบชาดำกับชาเขียวแล้ว จะพบว่าชาดำจะมี monoterpene alcohols ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นมากกว่าชาเขียว ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นิยมกลิ่นของชาดำมากกว่า ส่วนสีของชาดำนั้นจะมีตั้งแต่สีน้ำตาลแดงไปจนถึงสีน้ำตาลเข้มจนเกือบดำ

2.7.2.1 สรรพคุณของชาดำ

1) ช่วยบำรุงหัวใจ
2) ช่วยบำรุงกระเพาะ
3) ช่วยในการย่อยอาหาร บรรเทาอาการอาหารไม่ย่อย
4) ช่วยบำรุงโลหิตสำหรับสตรีที่มีประจำเดือน
5) ในใบชามีสารฟลูออไรด์ที่ช่วยยับยั้งแบคทีเรียในช่องปาก จึงช่วยป้องกันฟันผุ และช่วยลดอาการสึกหรอของฟันได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.2 ประโยชน์ของชาดำ (Medthai, 2014)

1) อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เช่นเดียวกับ ชาเขียว ชาขาว ชาวอู่หลง ซึ่งช่วยในการล้างสารพิษในร่างกาย ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่าง ๆ และช่วยในการชะลอวัย

2) ทำให้ร่างกายรู้สึกสดชื่น กระปรี้กระเปร่า แก้อาการง่วงนอน เพราะในชาดำจะมีสารกาเฟอีนที่ทำให้รู้สึกสดชื่น ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิตและช่วยกระตุ้นระบบกล้ามเนื้อหัวใจ

3) ชาดำมีผลต่อระดับฮอร์โมนความเครียดในร่างกายที่มีชื่อว่า "คอร์ติซอล" การดื่มชาดำเป็นประจำสม่ำเสมออาจจะช่วยทำให้ความจำดียิ่งขึ้น เพราะชาดำมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิด คือ เอนไซม์ Butyrylcholinesterase ที่มีส่วนร่วมก่อโปรตีน Amyloid Beta ในสมอง ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของโรคอัลไซเมอร์

4) ชาดำสามารถลดความเครียดได้ง่ายและฟื้นตัวจากความเครียดได้เร็วกว่าคนที่ไม่ดื่มชาหรือได้รับชาดำหลอก อย่างไรก็ตาม ยังไม่แน่ชัดว่าสารเคมีอะไรที่มีผลต่อการฟื้นตัวจากสภาพความเครียดดังกล่าว เพราะสารเคมีที่พบในใบชานั้นมีความซับซ้อน และมีสารเคมีหลายตัวที่มีผลต่อการส่งกระแสประสาทในสมอง เช่น amino acids, catechins, flavonoids และ polyphenols เป็นต้น

5) ชาดำมีส่วนในการช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ได้เป็นอย่างดี ช่วยเพิ่มกระบวนการเผาผลาญ ช่วยละลายไขมัน ทำให้ไขมันแตกตัว และช่วยในการลดน้ำหนัก (ควรเป็นชาร้อน เพราะจะช่วยลดไขมัน ถ้าเป็นชาเย็นจะทำให้ไขมันเกิดการจับตัว) และจากงานวิจัยของสหรัฐฯ (US. Department of Agriculture) ได้พบว่ากลุ่มชายหญิงที่ดื่มชาดำวันละ 5 แก้ว จะมีระดับคอเลสเตอรอลเลว (LDL) ลดลงประมาณ 6-10% หลังการดื่มชาดำได้เพียง 3 สัปดาห์

6) ช่วยลดการดูดซึมของน้ำตาลและไขมันเข้าสู่กระแสเลือด จากงานวิจัยพบว่า ชาดำสามารถช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดให้กับผู้ป่วยได้เป็นอย่างดี และจากงานวิจัยร่วมของมหาวิทยาลัย Dundee University และมหาวิทยาลัย The Scottish Crop Research Institute ได้รายงานว่า สาร aflavins และ rubigins ที่พบได้ในชาดำ ทำหน้าที่เลียนแบบอินซูลินตามธรรมชาติ ซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ร่างกายไม่สามารถผลิตอินซูลินได้เพียงพอ

7) การดื่มชาดำสามารถช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจได้ เนื่องจากชาดำมีสรรพคุณปรับปรุงสภาพเส้นเลือดที่ไปหล่อเลี้ยงหัวใจ และยังมีงานวิจัยล่าสุดที่ช่วยยืนยันผลการศึกษาก่อนหน้านี้ว่าชาประกอบไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระที่เรียกกันว่า ฟลาโวนอยด์ สารชนิดนี้จะช่วยป้องกันคอเลสเตอรอลไม่ให้ทำลายเส้นเลือดที่ไปหล่อเลี้ยงหัวใจ ทั้งนี้ก็เพราะโรคหัวใจที่เกิดจากการขาดเลือดไปหล่อเลี้ยง มีสาเหตุสำคัญอยู่ที่ชั้นบาง ๆ ของเซลล์ที่อยู่บริเวณผนังของเส้นเลือดถูกทำลาย ซึ่งทำหน้าที่ทำให้เส้นเลือดมีความยืดหยุ่น ขยายตัวหรือหดตัวได้ตามที่หัวใจต้องการเลือด และยังช่วยป้องกันเลือดจับตัวเป็นก้อนและผนังเลือดอักเสบอีกด้วย การดื่มชาดำจึงส่งผลในระยะยาวต่อหลอดเลือด ซึ่งจากการทดลองกับอาสาสมัครจำนวน 50 ราย ที่ป่วยเป็นโรคหัวใจ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้ดื่มชาดำ ส่วนกลุ่มที่สองให้ดื่มน้ำเปล่า ผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่ดื่มชาดำวันละ 4 ถ้วย จะมีชั้นบาง ๆ ที่หลอดเลือดไปเลี้ยงหัวใจดีขึ้น แต่ในกลุ่มที่ดื่มน้ำเปล่าไม่มีผลใด ๆ

8) มีการศึกษาที่พบว่า คนที่ดื่มชาดำประมาณ 3 ถ้วยต่อวัน จะมีโอกาสเกิดภาวะหัวใจวายเฉียบพลันลดลงถึง 21%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) ช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง จากงานวิจัยพบว่า ชาดำสามารถขจัดสารที่ทำให้เกิดเนื้องอกหรือมะเร็งออกไปได้ โดยเฉพาะมะเร็งปอด ปาก หน้าอก ท้อง ลำไส้ใหญ่ หลอดอาหาร และผิวหนัง

รูปที่ 2.4 ลักษณะของชาดำ

2.8 อนุมูลอิสระ (Free radical)

อนุมูลอิสระเป็นสารที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยวหรืออิเล็กตรอนที่ไม่มีคู่ ซึ่งไม่เสถียร มีพลังงานและมีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาสูง โดย อนุมูลอิสระ (free radical) นี้มักจะหาทางจับคู่กับอะตอมหรือโมเลกุลใกล้ๆ เพื่อดึงอิเลคตรอนจากโมเลกุลเหล่านั้น ทำให้โมเลกุลนั้นๆ สูญเสียอิเลคตรอนของมันเองกลายเป็น free radical ตัวใหม่ เกิดปฏิกิริยาต่อไปเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ อาจเกิดปฏิกิริยากับส่วนที่สำคัญของร่างกายเรา เช่น DNA หรือ เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) และส่งผลเสียต่อเซลล์ของเราทำให้เซลล์ทำงานแย่ลงหรือตายได้ ซึ่งการเกิด free radical โดยปกติจะเกิดขึ้นภายในร่างกายระหว่างกระบวนการเมแทบอลิซึม(metabolism) หรือกระบวนการเผาผลาญสารอาหาร แต่ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม ก็มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิด free radical ขึ้นได้เช่นกัน เช่น โอโซน แสงอาทิตย์ รังสีคอสมิก รังสีเอ็กซ์ การฉายรังสี เตาไมโครเวฟ สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก สารปรุงแต่งอาหาร รวมถึงสารกันบูด โดยเฉพาะที่มีอยู่ในอาหารอุตสาหกรรมหรืออาหารรมควัน ฝุ่นละอองในอากาศโดยเฉพาะควันจากท่อไอเสีย nitrous oxide โรงงานอุตสาหกรรม การออกกำลังกายอย่างหักโหม ควันบุหรี่ (ทั้งผู้ที่สูบเอง และผู้ที่ไม่ได้สูบแต่รับเอาควันเข้าไป) แอลกอฮอล์ ไขมันไม่อิ่มตัว สารพิษจากยาฆ่าแมลง สารกำจัดวัชพืชที่ตกค้าง ความเครียดทางจิตใจและร่างกาย อาหารการกินและเครื่องดื่มบางประเภท เช่น แอลกอฮอล์ ก่อให้เกิดความผิดปกติต่างๆ เช่น โรคชรา(แก่ก่อนวัย) ริ้วรอยความเหี่ยวย่น โรคหลอดเลือดหัวใจขาดเลือด โรคเสื่อมของระบบต่างๆในร่างกาย ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเยื่อหุ้มเซลล์ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม จนในที่สุดอาจพัฒนาเป็นเซลล์มะเร็งได้ โดยปกติร่างกายเราสามารถรับมือกับ free radical ได้ เพราะภายในร่างกายมีระบบเอนไซม์มากมายที่จะกำจัด free radical ปกติร่างกายเรามี micronutrient antioxidant ได้แก่ วิตามินอี เบต้า-แคโรทีน วิตามินซี และอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีซีลีเนียม (selenium) ซึ่งเป็นโลหะตัวหนึ่งในระบบเอนไซม์ที่สามารถทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ได้ แต่ถ้า antioxidant เหล่านี้ไม่สามารถทำหน้าที่ได้ไม่เพียงพอ หรือว่าอาจมี free radical เกิดขึ้นมากเกินไป จะทำให้เกิดสร้างความเสียหายขึ้นในร่างกาย ดังนั้นร่างกายต้องการสาร "antioxidant" เพิ่มจากภายนอก (กนกวรรณ และคณะ, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทอาหารที่พบสารต้านอนุมูลอิสระ (กนกวรรณ และคณะ, 2558)

1. วิตามินซี พบมากใน ฝรั่ง สับปะรด บร็อกโคลี กล้วยชนิดต่างๆ พริกหวาน มะเขือเทศ มะละกอ เป็นต้น โดยอาหารเหล่านี้ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน เสริมสร้างคอลลาเจน ทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่งสดใน เสริมสร้างกระดูกและฟัน วิตามินซีจะสูญสลายได้ง่ายโดยการแปรรูปด้วยความร้อน การหมักดอง ดังนั้นควรรับประทานผักและผลไม้สด

2. วิตามินเอ พบมากใน ผลิตภัณฑ์จากนม ไข่แดง ใบแมงลัก ใบยอ ผักตำลึง มะละกอ บร็อกโคลี เป็นต้น อาหารเหล่านี้ช่วยในการมองเห็นในที่มืด ช่วยบำรุงรักษาเซลล์ชนิดเนื้อเยื่อบุผิวของอวัยวะต่างๆในร่างกาย ช่วยสร้างกระดูกและฟัน จำเป็นต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์ ป้องกันผมร่วงผมแห้ง

3. วิตามินอี พบมากใน น้ำมันเมล็ดฝ้าย น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง จมูกข้าวสาลี เมล็ดทานตะวัน เป็นต้น อาหารเหล่านี้เป็นตัวช่วยไขกระดูกในการสร้างเม็ดเลือด ช่วยขยายเส้นเลือด การแข็งตัวของเลือด ลดอัตราเสี่ยงของโรคที่เกี่ยวกับหลอดเลือดสมองและหัวใจ ช่วยในระบบสืบพันธุ์ เซลล์ประสาท และกล้ามเนื้อให้ทำงานได้ตามปกติ

2.9 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants) หมายถึงสารที่ช่วยต่อต้านหรือกำจัดอนุมูลอิสระ (Free Radicals) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันภายในร่างกาย ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถพบได้จากหลากหลายรูปแบบตามธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการออกซิเดชั่นที่ทำให้เหล็กกลายเป็นสนิม น้ำมันพืชที่มีกลิ่นเหม็นหืน ผลแอปเปิลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำ แต่หากเป็นในร่างกายเราจะพบได้จากการย่อยสลายโปรตีนและไขมัน ซึ่งมาจากอาหารที่เรารับประทานเข้าไป การรับเอามลพิษทางอากาศ ควันบุหรี่ เชื้อโรค ฝุ่นละออง การรับเอารังสียูวีจากแสงแดด หรือแม้กระทั่งการหายใจก็ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ กลายเป็นสารอนุมูลอิสระล่องลอยอยู่ภายในร่างกายและสร้างความเสียหายให้กับเซลล์ต่างๆ กลายเป็นอาการเจ็บป่วยและโรคภัยที่เราเผชิญกันอยู่ทุกวันนี้ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคปอด โรคตับแข็ง และโรคเบาหวาน เป็นต้น

หน้าที่ของสารต้านอนุมูลอิสระ ก็คือการเข้ากำจัดสารอนุมูลอิสระในร่ากาย และยังทำหน้าที่ชะลอความเสื่อมสภาพของเซลล์ต่างๆ ทำหน้าที่คงความอ่อนเยาว์ให้กับผิวและอวัยวะภายใน ดังนั้นบทบาทหลักของสารต้านอนุมูลอิสระ คือทำหน้าที่ "ลดการสร้าง" อนุมูลอิสระภายในร่างกาย และ "ลดอันตราย" ที่เกิดขึ้น

การเข้าไปทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ จะเข้าไปจับกับตัวรับที่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกันเป็นลูกโซ่ เข้าไปทำลายเซลล์ต่างๆ ของร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระจะตรงเข้าขัดขวางปฏิกิริยาดังกล่าว เข้าจับกับสารอนุมูลอิสระ ยับยั้งไม่ให้เกิดการทำลายเซลล์ในปฏิกิริยาออกซิเดชัน และถูกออกซิไดซ์ โดยมีสารต้านอนุมูลอิสระเป็นตัวรีดิวซ์ (Honestdocs, 2019)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของสารต้านอนุมูลอิสระ (Honestdocs, 2019)

1) ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง โดยทำหน้าที่ขับสารพิษที่เป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งออกจากร่างกาย

2) ชะลอความเสื่อมสภาพของเซลล์ต่างๆ จึงช่วยลดความเสื่อมสภาพของร่างกาย ช่วยคงความอ่อนเยาว์ และมีอายุที่ยืนยาวมากขึ้น

3) ยับยั้งการเจริญเติบโตและป้องกันการเกิดเนื้องอกในส่วนต่างๆ ของร่างกาย

4) ช่วยป้องกันและลดการเกิดโรคภูมิแพ้ ช่วยให้ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้น

5) ช่วยสร้างคอลลาเจนใต้ชั้นผิว ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเนื้อเยื่อที่จะทำให้ผิวเต่งตึง ลดรอยตีนกาและความหย่อนคล้อย

6) ช่วยปกป้องเซลล์ผิวหนังจากแสงแดด ความร้อน และรังสียูวีในอากาศ เปรียบเสมือนเกราะป้องกัน ไม่ให้ผิวเสื่อมสภาพ และยังเข้าไปทำหน้าที่ซ่อมแซมเซลล์ผิวไม่ให้หมองคล้ำอีกด้วย

7) ช่วยลดการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคทางสมอง โรคหลอดเลือด โรคหัวใจ โรคความดัน โรคกระดูกพรุน และโรคเรื้อรังที่พบในผู้ใหญ่วัยกลางคนไปจนถึงวัยสูงอายุ

2.10 กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ค่าการดักจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging activity) ด้วยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay

DPPH เป็นวิธีการได้รับการพัฒนาโดย Brand-Williams et al. (1995) สามารถใช้ประโยชน์จากอนุมูลอิสระ DPPH ที่เสถียรซึ่งจะมีสีม่วงเข้มและสามารถนำไปวัดได้ด้วย สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เมื่อมีสารประกอบที่สามารถถ่ายโอนอิเล็กตรอนหรือให้ไฮโดรเจน DPPH จะเปลี่ยนสีโดยเกิดจากการดูดซับ DPPH หลังจากการเติมวัสดุทดสอบมักใช้เป็นดัชนีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ แม้ว่า DPPH จะเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายแต่ก็ยังมีข้อจำกัดบางอย่าง นอกจากนี้สาร เช่น แคโรทีนอยด์ยังมีการดูดซับที่ความยาวคลื่นเช่นเดียวกับ DPPH ซึ่งจะรบกวนการทดสอบ (Holtz, 2009)

กิจกรรมในการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)

หรือฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ) = $\frac{A_{control} - A_{sample} \times 100}{A_{control}}$

$A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม (เอทานอลกับ DPPH)

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง (สารตัวอย่างกับ DPPH)

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มหมักแบบดั้งเดิมมาจากชาวตะวันออกและมีประวัติศาสตร์ยาวนานเป็นเวลาหลายพันปี แต่ก็ยังเป็นที่นิยมอย่างมากในชาวตะวันตก โดยทั่วไปคอมบูชาเป็นชาดำหวาน หมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ที่เรียกว่า "หัวเชื้อชาหมัก" บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ (Anken และ Kappel, 1992) หัวเชื้อคอมบูชาเป็นการอยู่รวมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (Symbiosis) ระหว่างเชื้อแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ โดยแบคทีเรียอะซิติกที่พบในชาหมักคอมบูชาส่วนใหญ่ ได้แก่ *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides*, *Bacterium gluconicum*, *Acetobacter aceti* และ *Acetobacter pasteurianus* และยีสต์ที่พบในชาหมักคอมบูชา ได้แก่ *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomycodes ludwigii*,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kloeckera apiculata, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Torulaspora delbrueckii*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces lambicus*, *Brettanomyces custersii*, *Candida stellate* (Battikh และคณะ, 2012) องค์ประกอบในคอมบูชา พบว่ามีสาร ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น polyphenols, gluconic acid, glucuronic acid, lactic acid, vitamins, amino acid, antibiotics (Jayabalana et al., 2008) โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสามารถช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง ลดอาการโรคข้ออักเสบ และช่วยการทำงานของไต เป็นต้น (Bhattacharya *et al*., 2013)

ปัทมาวรรณและคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาผลของการเติมผงผัก ผลไม้ ว่านหางจระเข้ และเม็ดแมงลัก ต่อการเจริญและการรอดชีวิตของแบคทีเรียในโยเกิร์ตพบว่าการหมักโยเกิร์ตด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตบริสุทธิ์เป็นเวลา 20 ชั่วโมง พบว่าโยเกิร์ตที่เติมผงมะเขือเทศ ผงแอปเปิ้ล ว่านหางจระเข้ และเม็ดแมงลัก มีจำนวนเซลล์แบคทีเรียเพิ่มขึ้นสูงกว่าชุดควบคุม (1.31 log CFU/g) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.34, 1.70, 1.35 และ 1.40 log CFU/g ตามลำดับและเมื่อเก็บรักษาโยเกิร์ตที่อุณหภูมิต่ำ (8-11 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 14 วัน พบว่าโยเกิร์ตที่เติมผงมะละกอและเม็ดแมงลักยังคงมีจำนวนเซลล์แบคทีเรียที่มีชีวิต ไม่ต่ำกว่า 6 log CFU/g

อุษามาส (2552) ได้ทำการศึกษาผลของสารให้ความหวานต่อคุณภาพของโยเกิร์ตพบว่าโยเกิร์ตที่ใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ ความหวานใช้เวลาบ่มน้อยกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสและฟรุคโตสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลซูโครสเป็นสารให้ความหวานได้รับการยอมรับโดยรวมมากกว่าการเติมน้ำตาล ฟรุคโตส ส่วนการเติมน้ำผึ้งได้รับการยอมรับโดยรวมน้อยที่สุด โยเกิร์ตที่เติมน้ำผึ้ง 4 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ค่า pH ลดลง ปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้น และแบคทีเรียแลคติกมีจำนวนมากกว่าการใช้ น้ำตาลซูโครสและฟรุคโตสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ชาดำ

3.1.1.2 น้ำตาลทรายแดง

3.1.1.3 นมพลาสเจอไรส์ (ดัชมิลล์)

3.1.1.4 หัวเชื้อโยเกิร์ต (Freeze dried) YC-380

3.1.1.5 หางนม (Skim milk) ตราแดรี่ฟาร์ม

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.2.1 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl

3.1.2.2 Absolute ethanol

3.1.2.3 0.1M Sodium hydroxide

3.1.2.4 70% Ethanol

3.1.2.5 95% Ethanol

3.1.2.6 phenolphthalein

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.3.1 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร

3.1.3.2 หลอดทดลอง

3.1.3.3 ขวดเก็บตัวอย่าง

3.1.3.4 กรวยแก้ว

3.1.3.5 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.1.3.6 ปิเปต ขนาด 1,2,5,10 มิลลิลิตร

3.1.3.7 บิวเรตต์

3.1.3.8 บีกเกอร์ขนาด 50, 100, 500, 1000 มิลลิลิตร

3.1.3.9 กระบอกตวง 100 ,500 มิลลิลิตร

3.1.3.10 ขวดปรับปริมาตร 500, 1000 มิลลิลิตร

3.1.3.11 โหลแก้ว ขนาด 1200 มิลลิลิตร (สำหรับหมักคอมบูชา)

3.1.3.12 โหลแก้วขนาด 450 มิลลิลิตร และฝาเกลียว (สำหรับผลิตภัณฑ์นมหมัก)

3.1.3.13 96-well plate

3.1.3.14 หลอดเซนตริฟิวจ์และฝา

3.1.3.15 ไมโครปิเปต ขนาด 200 1000 ไมโครลิตร

3.1.3.16 ทิปเหลือง, ฟ้า

3.1.3.17 ผ้าขาวบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.18 หนังยาง

3.1.3.19 จุกยาง

3.1.3.20 เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง (Sartorius TE214S, Germany)

3.1.3.21 เครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Refractometer) (ATAGO N-1∝,Japan)

3.1.3.22 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (Mettler-Toledo CH 8603, Switzerland)

3.1.3.24 หม้อนึ่งอัดไอ (autoclave) (BEC THAI HV-25/50/85/110,Thailand)

3.1.3.25 เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate reader) (BMG LABTECH FLUO Star Omega, Germany)

3.1.3.26 เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) (HERMLE Z383K, Germany)

3.1.3.27 เครื่องวัดค่าสี (HunterLab MSEZ2188,USA)

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การหมักผลิตภัณฑ์นมหมักด้วยหัวเชื้อคอมบูชาและหัวเชื้อโยเกิร์ต

3.2.1.1 การเตรียมหัวเชื้อคอมบูชาในการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมัก

เตรียมหัวเชื้อคอมบูชาโดยใช้ใบชาดำ ดัดแปลงวิธีของ Jayabalan (2008) นำชาดำความเข้มข้นร้อยละ 0.15 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ห่อด้วยผ้าขาวบางใส่ในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 นาที นำชาออก เติมน้ำตาลทรายแดงความเข้มข้นร้อยละ 7 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นเติมน้ำชาปริมาตร 1,000 มิลลิลิตรลงในโหลแก้วและทิ้งให้เย็น นำหัวเชื้อคอมบูชาส่วนน้ำหมักร้อยละ 10 โดยปริมาตรเติมลงในน้ำชาที่ทิ้งให้เย็นในโหลแก้ว ปิดปากขวดด้วยผ้าขาวบางที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน

3.2.1.2 การเตรียมหัวเชื้อโยเกิร์ต

นำนมพาสเจอร์ไรส์ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงถึง 42 องศาเซลเซียส เติมหัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าร้อยละ 0.2 (น้ำหนักโดยปริมาตร) และบ่มที่อุณหภูมิ 42-43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง

3.2.1.3 การหมักผลิตภัณฑ์นมหมัก โดยใช้หัวเชื้อคอมบูชาและหัวเชื้อโยเกิร์ต

นำนมพาสเจอร์ไรส์ให้ควมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เติมน้ำตาลทรายร้อยละ 7 (น้ำหนักโดยปริมาตร) หางนมร้อยละ 3 (น้ำหนักโดยปริมาตร) ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงถึง 42 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมหัวเชื้อชนิดต่างๆ โดยแบ่งการทดลองเป็น 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยปริมาตร (5 มิลลิลิตร)

ชุดการทดลองที่ 2 หัวเชื้อคอมบูชาความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร (10 มิลลิลิตร)

ชุดการทดลองที่ 3 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 (5 มิลลิลิตร : 5 มิลลิลิตร)

ชุดการทดลองที่ 4 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:5 (1.7 มิลลิลิตร : 8.3 มิลลิลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดการทดลองที่ 5 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:10
(0.9 มิลลิลิตร : 9.1 มิลลิลิตร)

บ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส หยุดกระบวนการหมักเมื่อพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักประมาณ 4.5 จากนั้นเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้วิเคราะห์ค่าพีเอช ปริมาณกรดทั้งหมด(ร้อยละกรดแลคติก) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 0 5 และ 10 เพื่อวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้

3.2.2 การวิเคราะห์

3.2.2.1 ค่าความเป็นกรด-เบส โดยใช้ pH meter

3.2.2.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ โดยใช้ Refractometer

3.2.2.3 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดแลคติก) โดยวิธีไทเทรต (A.O.A.C,2000)

นำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร เจือจางน้ำปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณ 90 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนความเข้มข้นร้อยละ 1 จำนวน 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน นำมาไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร บันทึกปริมาณของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ทำให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู (จุดยุติ) คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมด(ร้อยละกรดแลคติก) ตามสมการ

ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดแลคติก) = ปริมาตรของ NaOH x ความเข้มข้นของ NaOH

$$\frac{\text{x มวลโมเลกุลของกรดแลคติก}}{1000 \times \text{ปริมาตรของสารตัวอย่าง}} \times 100$$

3.2.2.4 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดีพีพีเอช (DPPH)

นำตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร ผสมกับ 0.2 mM DPPH 2 มิลลิลิตร นำไปบ่มในห้องมืดเป็นเวลา 30 นาทีและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 nm โดยใช้ตัวอย่างเป็น blank แสดงค่าความสามารถในการดูดกลืนแสงและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแสดงเป็น % DPPH radical scavenging ability (Hatano *et al*., 1988) ตามสมการ

กิจกรรมในการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (ร้อยละ)

หรือฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ) = $\frac{A_{control} - A_{sample}}{A_{control}} \times 100$

$A_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม (เอทานอลกับ DPPH)

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง (สารตัวอย่างกับ DPPH)

3.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์นมหมักที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส จนกระทั่งพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักอยู่ในช่วง 4.2 – 4.5 จากนั้นเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้การทดสอบความชอบด้วยวิธี 9 Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งในการวิเคราะห์ดังกล่าว มีหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็นชุดควบคุม

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการประเมินทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point Hedonic Scale ซึ่งมี 9 คะแนน (Meilgaard and Morten ., 2007)

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

ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คนทำการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม

3.2.4 วัดค่าสี

โดยนำผลิตภัณฑ์นมหมักวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดค่าสีในระบบ CIE L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ HunterLab

3.2.5 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

ทดสอบการเจริญของแบคทีเรียและยีสต์โดยทดสอบแบคทีเรียอะซิติกด้วยวิธี Spread plate บนอาหาร Glucose – Yeast Extract – Calcium carbonate agar (GYC agar) บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทดสอบแบคทีเรียแลคติกด้วยวิธี Pour plate บนอาหาร De Man Rogosa and Sharpe (MRS) บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทดสอบยีตส์ด้วยวิธี Spread plate บนอาหาร Dichloran Rose Bengal chloramphenicol agar (DRBC agar)บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3.2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ค่าต่างๆจะทำ 3 ซ้ำ และแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละการทดลอง มีการวิเคราะห์ความแตกต่าง (ANOVA) และใช้ Duncan's new multiple rang test (DMRT) ในการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักผลิตภัณฑ์นมหมัก

จากการหมักผลิตภัณฑ์นมหมักด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างทุก 2 ชั่วโมง วัดค่าพีเอชพบว่า ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักแต่ละชุดการทดลองจะมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการหมัก โดยชั่วโมงที่ 0 มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.10-6.38 หยุดการหมักเมื่อพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักมีค่าประมาณ 4.5 โดยชุดการทดลองที่1 ใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้า ชุดการทดลองที่ 3 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 หยุดการหมักที่ชั่วโมงที่ 8 และ ชุดการทดลองที่4 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:5 ชุดการทดลองที่5 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:10 หยุดการหมักที่ชั่วโมงที่ 10 สำหรับในชุดการทดลองที่ 2 หัวเชื้อคอมบูชา มีแบคทีเรียแลคติกเพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียอะซิติกซึ่งไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสที่มีในน้ำนมได้ (ศานต์ และอัญชิสา,2561) ทำให้พีเอชลดลงช้ากว่าชุดการทดลองที่ 1 3 4 และ 5 แสดงดังตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.1

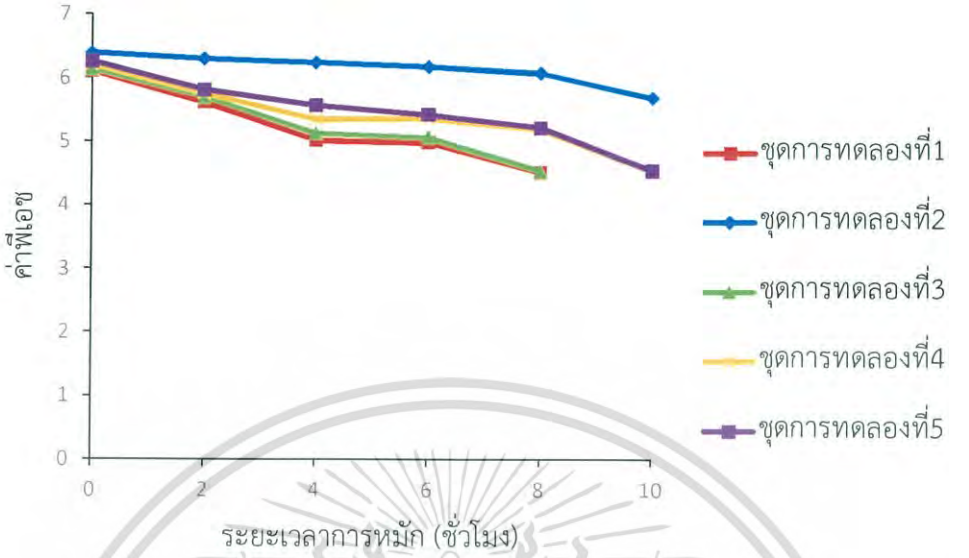
ตารางที่ 4.1 ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาหมักที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ค่าพีเอช					
	0 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง	10 ชั่วโมง
ชุดการทดลองที่1	6.10±0.00	5.61±0.00	5.01±0.00	4.98±0.01	4.51±0.00	-
ชุดการทดลองที่2	6.38±0.00	6.29±0.01	6.23±0.00	6.17±0.00	6.07±0.01	5.68±0.00
ชุดการทดลองที่3	6.13±0.00	5.69±0.01	5.12±0.00	5.06±0.00	4.53±0.00	-
ชุดการทดลองที่4	6.20±0.00	5.75±0.00	5.34±0.00	5.36±0.01	5.18±0.01	4.53±0.00
ชุดการทดลองที่5	6.25±0.00	5.81±0.00	5.56±0.01	5.42±0.01	5.21±0.00	4.54±0.00

หมายเหตุ

- ชุดการทดลองที่1 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าร้อยละ 5 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่2 หัวเชื้อคอมบูชาร้อยละ 10 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่3 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่4 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:5 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่5 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการหมักที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส

4.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

4.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

4.2.1.1 ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมัก

จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมัก ทั้ง 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 ใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้า ชุดการทดลองที่ 2 หัวเชื้อคอมบูชา ชุดการทดลองที่ 3 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 ชุดการทดลองที่4 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:5 ชุดการทดลองที่5 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:10 หมักตามระยะเวลาที่ทำให้ผลิตภัณฑ์นมหมักมีค่าพีเอชประมาณ 4.5 ซึ่งได้จากการศึกษาข้างต้น เก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน เก็บตัวอย่างทุกๆ 5 วัน คือ วันที่ 0 5 และ 10 โดยวันที่ 0 คือวันที่หมักได้ผลิตภัณฑ์นมหมักที่มีพีเอช 4.5 พบว่าพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักแต่ละชุดการทดลองจะมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยพีเอชเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์นมหมักแต่ละชุดการทดลองอยู่ในช่วง 4.33 ± 0.01 ถึง 4.45 ± 0.00 ยกเว้นชุดการทดลองที่ 2 เนื่องจากหัวเชื้อคอมบูชามีแบคทีเรียแลคติกเพียงเล็กน้อย ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียอะซิติกซึ่งไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสที่มีในน้ำนมได้ (ศานต์ และอัญชิสา, 2561) ทำให้พีเอชลดลงช้ากว่าชุดการทดลองที่ 1 3 4 และ 5 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักแต่ละชุดการทดลองจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้า ผลิตภัณฑ์นมหมักมีค่าพีเอชต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น

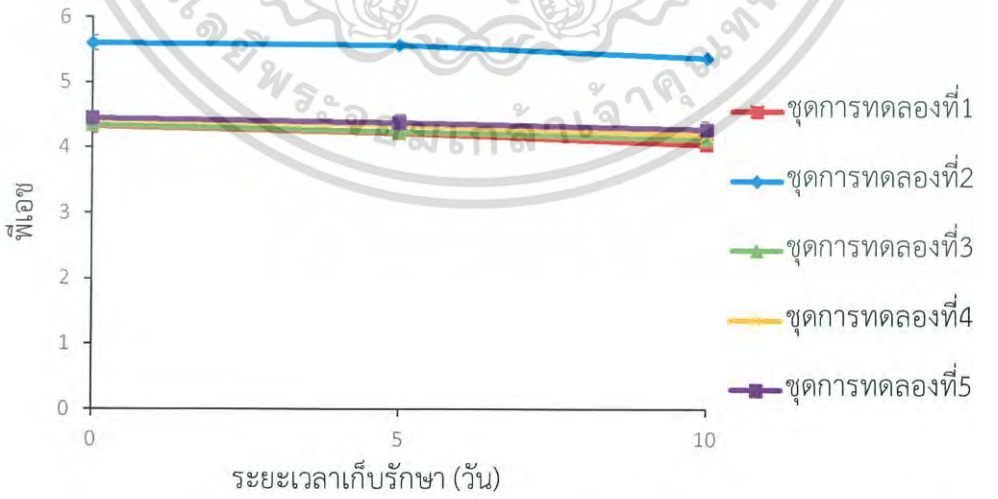
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ค่าพีเอช		
	ระยะเวลาการเก็บรักษา		
	0 วัน	5 วัน	10 วัน
1	$4.33^{e} \pm 0.01$	$4.22^{e} \pm 0.00$	$4.05^{e} \pm 0.00$
2	$5.60^{a} \pm 0.01$	$5.57^{a} \pm 0.57$	$5.37^{a} \pm 0.02$
3	$4.35^{d} \pm 0.00$	$4.24^{d} \pm 0.01$	$4.13^{d} \pm 0.00$
4	$4.43^{c} \pm 0.00$	$4.34^{c} \pm 0.01$	$4.20^{c} \pm 0.00$
5	$4.45^{b} \pm 0.00$	$4.38^{b} \pm 0.00$	$4.28^{b} \pm 0.00$

หมายเหตุ

- ชุดการทดลองที่1 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าร้อยละ 5 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่2 หัวเชื้อคอมบูชาร้อยละ 10 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่3 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่4 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:5 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่5 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร
- ค่าพีเอช แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงพีเอชของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลอง พบว่า มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เริ่มต้นของการเก็บรักษาอยู่ในช่วง 16.33 ± 0.42 ถึง 19.07 ± 0.12 องศาบริกซ์หลังจากนั้นปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา วันที่10 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ อยู่ในช่วง 15.20 ± 0.20 ถึง 16.27 ± 0.23 องศาบริกซ์ แสดงดังตารางที่ 4.3 และ รูปที่ 4.3 โดยชุดการทดลองที่ 1 3 4 และ 5 ซึ่งมีหัวเชื้อโยเกิร์ตเป็นส่วนผสมในการหมัก ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) การที่ผลิตภัณฑ์นมหมักมีปริมาณของแข็งทั้งหมดลดลงในระหว่างการเก็บรักษา อาจเนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นมหมักยังมีกิจกรรมในการหมักแต่มีกิจกรรมในการหมักต่ำ จุลินทรีย์เหล่านี้จะย่อยสลายน้ำตาลในผลิตภัณฑ์นมหมักและสร้างกรดเกิดขึ้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์นมหมักมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้และพีเอชลดลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา

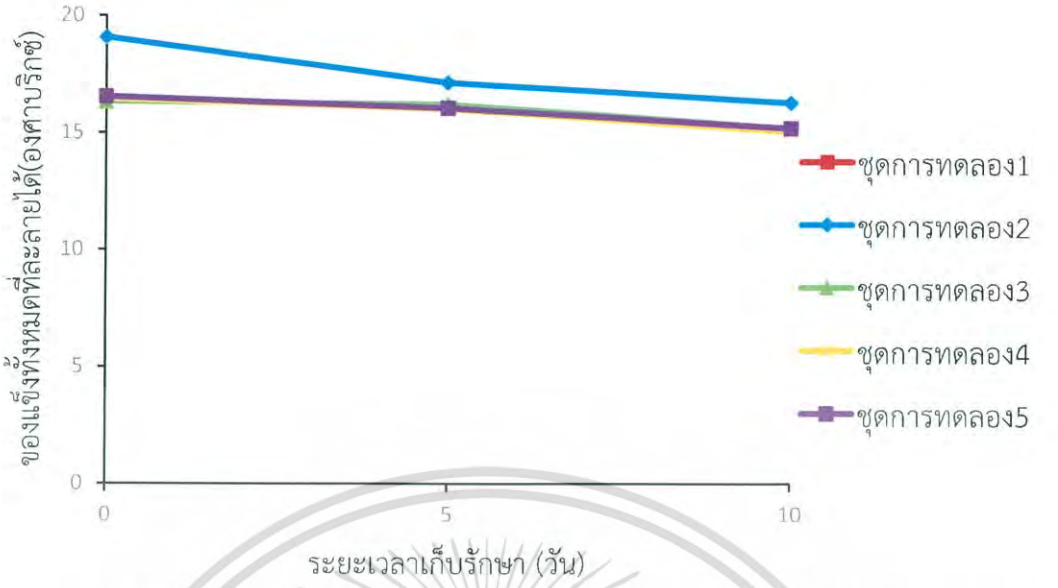
ตารางที่ 4.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้เชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (องศาบริกซ์) ระยะเวลาการเก็บรักษา		
	0 วัน	5 วัน	10 วัน
1	16.47^{b}±0.12	16.06^{b}±0.12	15.20^{b}±0.20
2	19.07^{a}±0.12	17.13^{a}±0.23	16.27^{a}±0.23
3	16.33^{b}±0.42	16.20^{b}±0.20	15.20^{b}±0.20
4	16.47^{b}±0.12	16.00^{b}±0.00	15.07^{b}±0.12
5	16.53^{b}±0.12	16.06^{b}±0.12	15.20^{b}±0.20

หมายเหตุ

- ชุดการทดลองที่1 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าร้อยละ 5 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่2 หัวเชื้อคอมบูชาร้อยละ 10 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่3 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่4 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:5 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่5 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร
- ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{ab} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

4.2.1.3 ปริมาณกรดทั้งหมด(ร้อยละกรดแลคติก)

จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลอง พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดของแต่ละชุดการทดลองเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาซึ่งสัมพันธ์กับค่าพีเอชที่ลดลง ในช่วงแรกของการเก็บรักษาปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.73 ± 0.01 ถึง 1.20 ± 0.02 ปริมาณกรดทั้งหมดจะค่อยๆเพิ่มขึ้นและในวันที่ 10 มีปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.84 ± 0.01 ถึง 1.53 ± 0.01 มีคุณสมบัติตรงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 353 พ.ศ. 2556 เรื่อง นมเปรี้ยว ว่าด้วยเรื่องความเป็นกรดต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.6 (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2556) จากการทดลองจะพบว่าผลิตภัณฑ์นมหมักทุกชุดการทดลองมีปริมาณกรดทั้งหมดมากกว่าร้อยละ 0.6 และเมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ผลิตภัณฑ์นมหมักทุกชุดการทดลองมีปริมาณกรดมากกว่าร้อยละ 0.60 เนื่องจากในระหว่างการเก็บรักษา ยังเกิดกระบวนการหมักทำให้ปริมาณน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมและน้ำตาลซูโครสที่เติมลงไปในน้ำนมเกิดการหมักเป็นกรดแลคติก (Landry, 2010) มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นมหมักมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นและพีเอชลดลง แสดงดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.4

4.2.1.4 การวิเคราะห์กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

จากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลองที่ 5 ซึ่งใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1 : 10 มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ทุกระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยพบว่าวันที่ 0 ชุดการทดลองที่ 5 มีค่าการดักจับอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับร้อยละ 90.50 ± 0.28 ชุดการทดลองที่ 4 2 1 และ 3 มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระร้อยละ 89.42±0.37 86.68±0.22 85.00±0.09 และ 83.42±0.29 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระจะลดลงจากเดิม โดยชุดการทดลองที่ 5 มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระสูงสุด 82.30±0.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

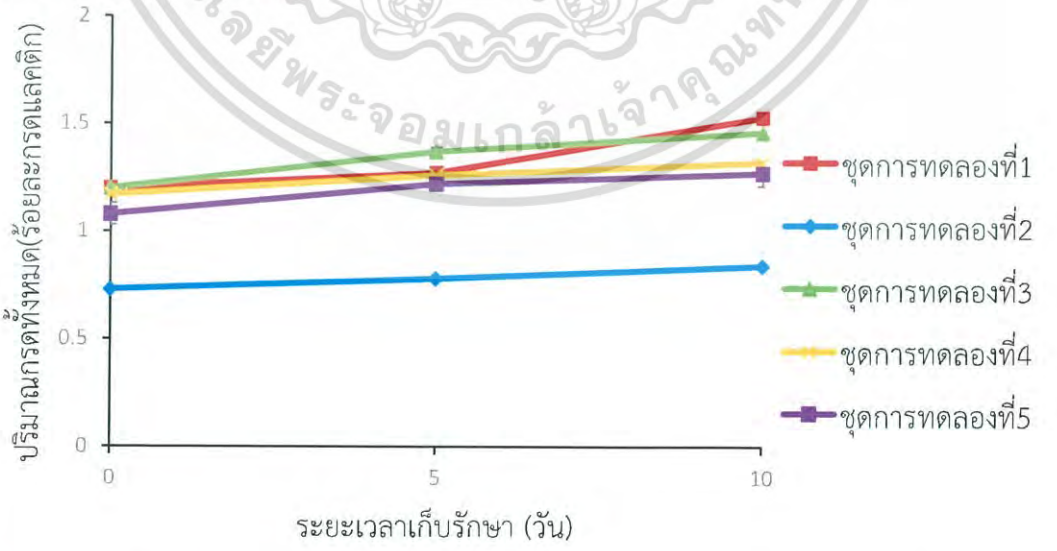
และชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าอย่างเดียว มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระต่ำสุด 71.19±0.25 แสดงดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปกรดแลคติก) ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ปริมาณกรดทั้งหมด(ร้อยละ)		
	ระยะเวลาการเก็บรักษา		
	0 วัน	5 วัน	10 วัน
1	1.20^{a}±0.02	1.27^{b}±0.02	1.53^{a}±0.01
2	0.73^{d}±0.01	0.78^{c}±0.03	0.84^{e}±0.01
3	1.20^{ab}±0.00	1.37^{a}±0.05	1.46^{b}±0.01
4	1.17^{b}±0.02	1.26^{b}±0.01	1.32^{c}±0.01
5	1.08^{c}±0.12	1.22^{b}±0.00	1.27^{d}±0.02

หมายเหตุ

- ชุดการทดลองที่1 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าร้อยละ 5 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่2 หัวเชื้อคอมบูชาร้อยละ 10 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่3 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่4 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:5 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่5 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร
- ค่าปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดแลคติก) แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด(ร้อยละกรดแลคติก) ของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองจะพบว่าเมื่อใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าเพียงอย่างเดียว (ชุดการทดลองที่ 1) ผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้มีค่ากิจกรรมในการดักจับอนุมูลอิสระร้อยละ 85.00±0.09 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gille and Schmid (2015) พบว่าในโยเกิร์ตอุดมไปด้วยวิตามินบี 12 หรือ โคบาลามิน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ แต่ในชุดการทดลองที่ 1 มีค่ากิจกรรมในการดักจับอนุมูลอิสระต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆ เมื่อนำหัวเชื้อโยเกิร์ตผสมหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าชุดการทดลองที่ 4 และ 5 ซึ่งใช้อัตราส่วนของหัวเชื้อคอมบูชาเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้ค่ากิจกรรมในการดักจับอนุมูลอิสระเพิ่มสูงขึ้นไปด้วย อาจเนื่องจากหัวเชื้อคอมบูชามีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระสูง เมื่อนำมาใช้ผสมกับหัวเชื้อโยเกิร์ตทำให้ได้ผลิตภัณฑ์นมหมักที่มีค่าการดักจับอนุมูลอิสระสูงตามไปด้วย (Vitas *et al*, 2013) เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักจนถึง 10 วัน ค่าการดักจับอนุมูลอิสระจะลดลงทุกชุดการทดลอง ซึ่งผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของพีรพล และคณะ (2558) พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์นมหมักของทุกชุดการทดลองมีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระลดลง อาจเนื่องจากการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักในภาชนะบรรจุแบบใส ทำให้เกิดการสลายตัวของวิตามินหรือสารต้านอนุมูลอิสระเมื่อได้รับแสงมีผลทำให้ค่าการดักจับอนุมูลอิสระลดลง (Farnaz ,2014)

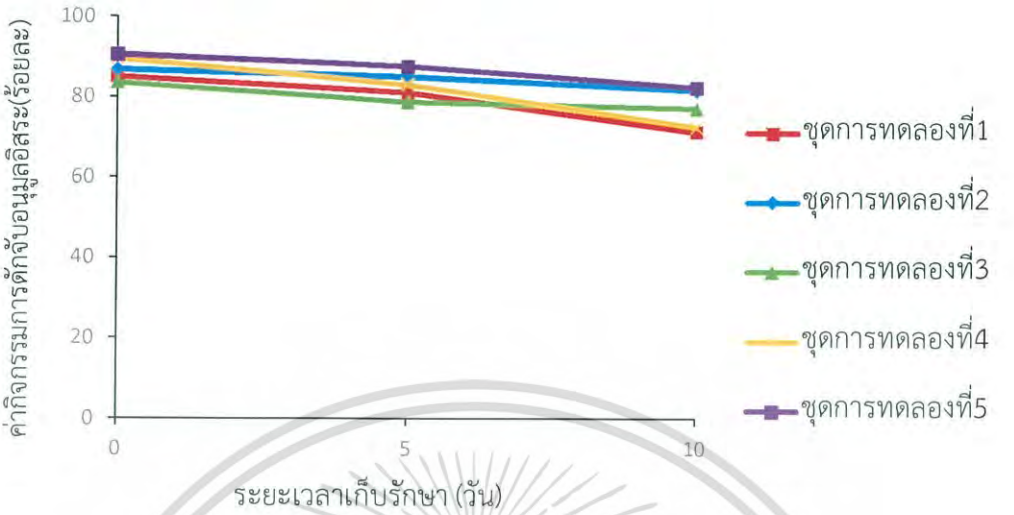
ตารางที่ 4.5 ค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ(ร้อยละ) ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)		
	ระยะเวลาการเก็บรักษา		
	0 วัน	5 วัน	10 วัน
1	85.00^{d}±0.09	81.04^{d}±0.34	71.19^{e}±0.25
2	86.68^{c}±0.22	85.00^{b}±1.19	81.48^{b}±0.34
3	83.42^{e}±0.29	78.64^{e}±0.75	77.01^{c}±1.05
4	89.42^{b}±0.37	83.00^{c}±0.73	72.40^{d}±0.27
5	90.50^{a}±0.28	87.54^{a}±0.24	82.30^{a}±0.29

หมายเหตุ

- ชุดการทดลองที่1 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าร้อยละ 5 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่2 หัวเชื้อคอมบูชาร้อยละ 10 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่3 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่4 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:5 โดยปริมาตร
- ชุดการทดลองที่5 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร
- ค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ(ร้อยละ)แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

4.2.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

4.2.2.1 วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์นมหมัก

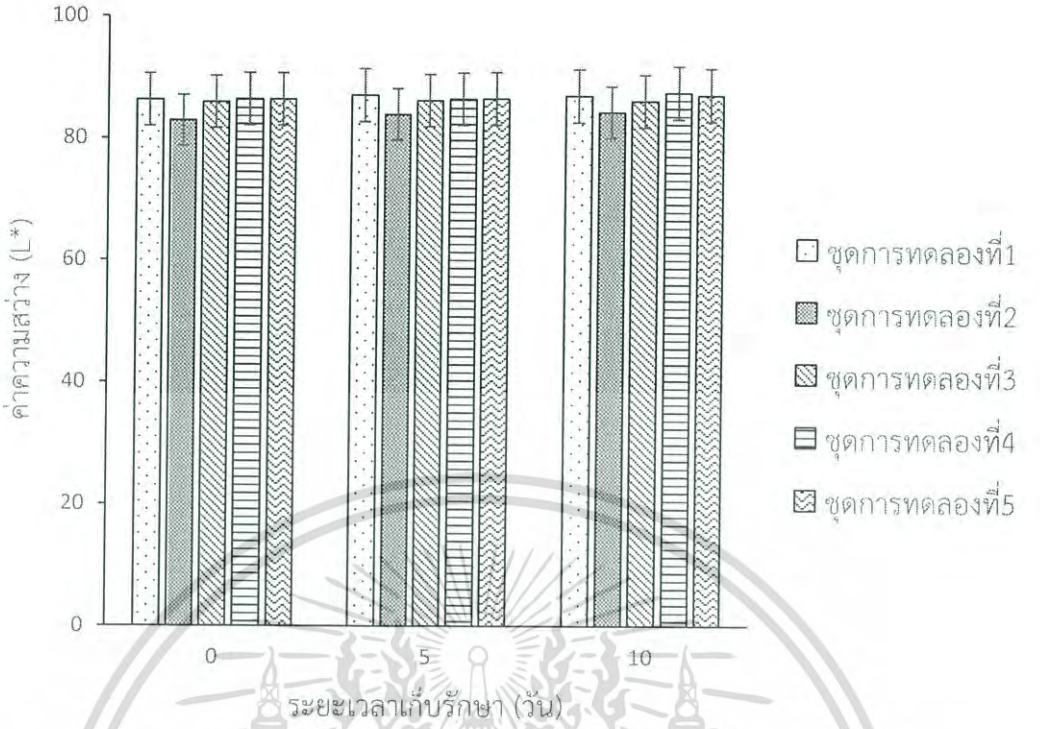
1. ค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์นมหมัก

จากการวัดค่าสี L* ซึ่งแสดงความสว่างของผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลองและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์นมหมักของทั้ง 5 ชุดการทดลองในวันที่ 0 ค่าสี L* อยู่ในช่วง 82.94 ± 0.07 ถึง 86.39 ± 0.02 ในวันที่ 10 ค่าสี L* อยู่ในช่วง 84.31 ± 0.01 ถึง 87.50 ± 0.01 เมื่อเก็บรักษานานขึ้นค่าสี L* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แสดงดังตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ค่าความสว่าง (L*)		
	0	5	10
1	86.30±0.14	87.09±0.02	86.98±0.02
2	82.94±0.07	83.96±0.02	84.31±0.01
3	85.94±0.04	86.21±0.02	86.13±0.01
4	86.39±0.02	86.45±0.01	87.5±0.01
5	86.39±0.01	86.52±0.01	87.12±0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

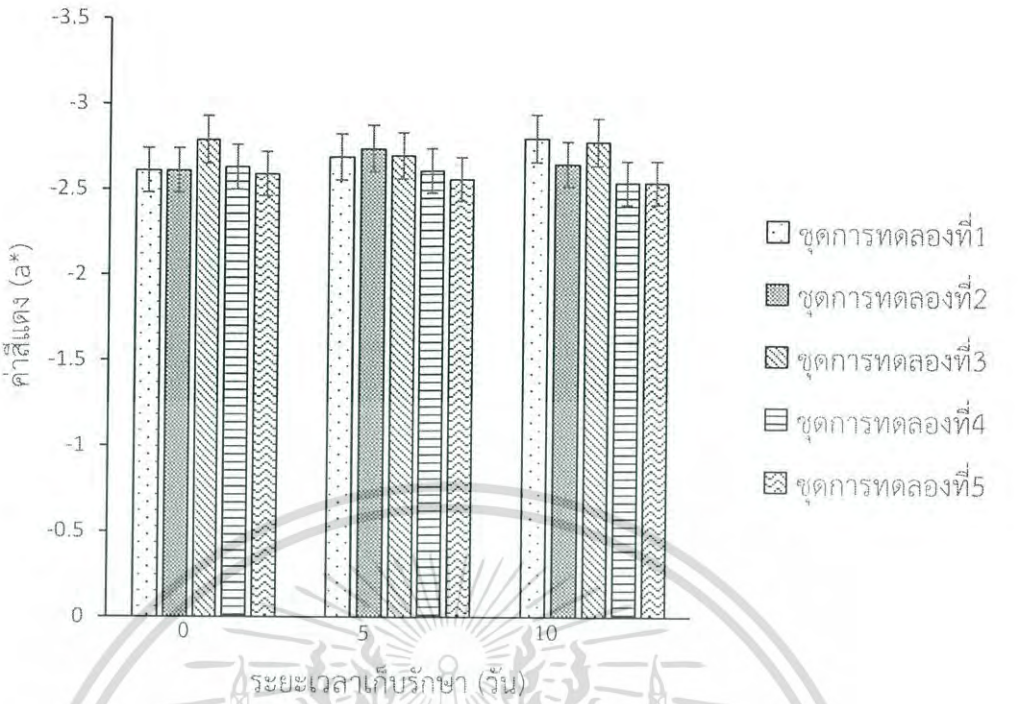
2. ค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์นมหมัก

จากการวัดค่าสี a* ซึ่งแสดงสีแดงของผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลองและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์นมหมักของทั้ง 5 ชุดการทดลองในวันที่ 0 ค่าสี a* อยู่ในช่วง -2.61 $\pm$ 0.01 ถึง -2.59 $\pm$ 0.00 และในวันที่ 10 ค่าสี a* อยู่ในช่วง -2.80 $\pm$ 0.01 ถึง -2.54 $\pm$ 0.01 เมื่อเก็บรักษานานขึ้นค่าสี a* มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แสดงดังตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ค่าสีแดง (a*)		
	0	5	10
1	-2.61±0.02	-2.69±0.02	-2.80±0.01
2	-2.61±0.01	-2.74±0.01	-2.65±0.01
3	-2.79±0.01	-2.70±0.01	-2.78±0.01
4	-2.63±0.03	-2.61±0.01	-2.54±0.01
5	-2.59±0.00	-2.56±0.01	-2.54±0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

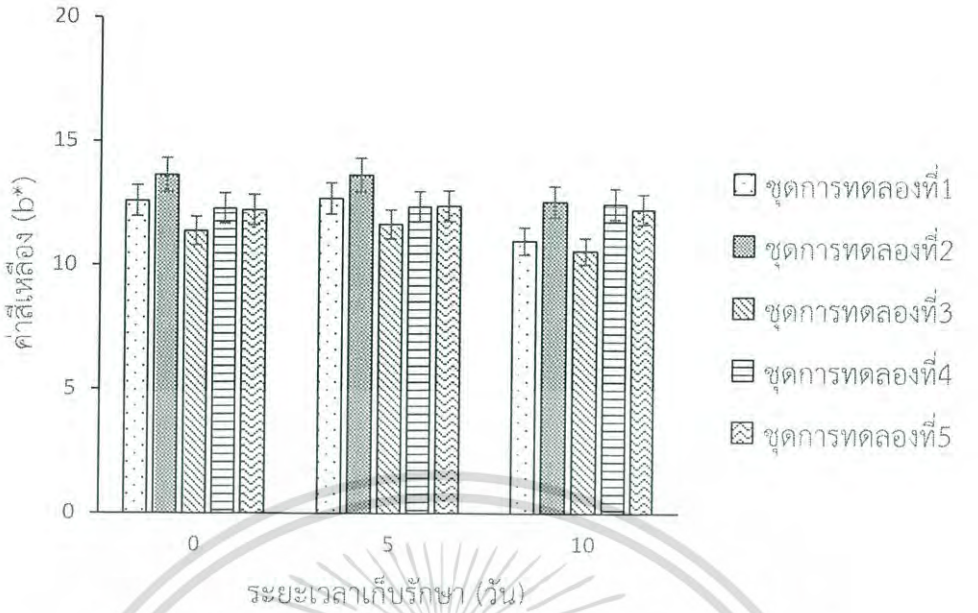
3. ค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์นมหมัก

จากการวัดค่าสี b* ซึ่งแสดงสีเหลืองของผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลองและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์นมหมักของทั้ง 5 ชุดการทดลองในวันที่ 0 ค่าสี b* อยู่ในช่วง 11.38 $\pm$ 0.01 ถึง 13.64 $\pm$ 0.01 และในวันที่ 10 ค่าสี b* อยู่ในช่วง 10.58 $\pm$ 0.01 ถึง 12.56 $\pm$ 0.01 เมื่อเก็บรักษานานขึ้นค่าสี b* มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แสดงดังตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ค่าสีเหลือง (b*)		
	0	5	10
1	12.59±0.02	12.69±0.01	10.98±0.01
2	13.64±0.01	13.64±0.01	12.56±0.01
3	11.38±0.01	11.65±0.01	10.58±0.01
4	12.28±0.00	12.36±0.01	12.48±0.01
5	12.22±0.01	12.38±0.01	12.26±0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์นมหมักระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วัน

4.2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมหมัก จากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ทั้ง 5 ชุดการทดลอง ได้แก่

ชุดการทดลองที่1 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าร้อยละ 5 โดยปริมาตร
ชุดการทดลองที่2 หัวเชื้อคอมบูชาร้อยละ 10 โดยปริมาตร
ชุดการทดลองที่3 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร
ชุดการทดลองที่4 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:5 โดยปริมาตร
ชุดการทดลองที่5 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสวันที่ 0 5 และ 10 โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ใช้แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic-9 scale test มีระดับความชอบ 9 คะแนน ศึกษาคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ได้แก่ เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

4.2.3.1 เนื้อสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลองที่ 5 ซึ่งใช้หัวเชื้อทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาอัตราส่วน 1:10 มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงและมีค่าใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งใช้เป็นหัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าอย่างเดียวในการเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักในชุดที่ 5 สูงกว่าผลิตภัณฑ์นมหมักในชุดที่ 2 3 และ 4 โดยเฉพาะในชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งใช้หัวเชื้อคอมบูชาอย่างเดียว ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะไม่เกิดเคิร์ด มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสต่ำกว่าทุกชุดการทดลอง อาจเนื่องจากในหัวเชื้อคอมบูชาที่ใช้ในการทดลองมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกน้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ (Chen และ Liu, 2000) เมื่อนำมาหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

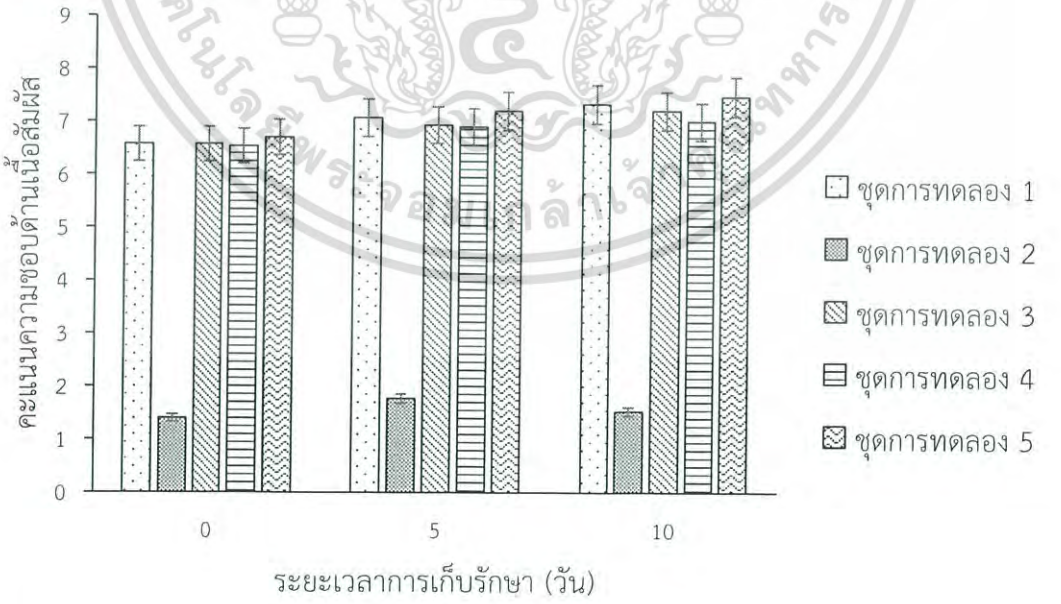
ในน้ำนม จึงได้ลักษณะผลิตภัณฑ์นมหมักที่ไม่ดี เนื้อสัมผัสที่หนืด ไม่เกิดการจับตัวเป็นก้อนเคิร์ดของโปรตีน แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน

ชุดการทดลอง	ระดับความชอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส		
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
	0	5	10
1	$6.57^{a}\pm1.38$	$7.07^{a}\pm0.94$	$7.33^{ab}\pm0.84$
2	$1.40^{b}\pm0.87$	$1.77^{b}\pm0.81$	$1.53^{c}\pm0.68$
3	$6.57^{a}\pm1.31$	$6.93^{a}\pm1.08$	$7.20^{ab}\pm0.85$
4	$6.53^{a}\pm1.56$	$6.90^{a}\pm1.18$	$7.00^{b}\pm0.83$
5	$6.70^{a}\pm1.50$	$7.20^{a}\pm1.06$	$7.47^{a}\pm0.97$

หมายเหตุ

- คะแนนความพึงพอใจในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 30 ซ้ำ
- ^{abc} ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 รสชาติ

เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลอง พบว่าวันที่ 0 ผลิตภัณฑ์นมหมักชุดที่ 5 ซึ่งใช้หัวเชื้อทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาอัตราส่วน 1:10 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงสุด 6.73 ± 1.39 รองลงมาเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชุดที่ 3 4 1 และ 2 ตามลำดับ ชุดการทดลองที่ 2 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติต่ำที่สุดเท่ากับ 1.73 ± 0.67 เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 และ 10 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์นมหมักทุกชุดการทดลองมีคะแนนความชอบด้านรสชาติเพิ่มขึ้น ชุดการทดลองที่ 5 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติสูงสุด 7.76 ± 1.16 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับชุดการทดลองที่ 1 แต่แตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 2 3 และ 4 จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ พบว่าวันที่ 0 ชุดการทดลองที่ 1 3 4 และ 5 ผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้มีรสชาติค่อนข้างหวาน เปรี้ยวเล็กน้อย เมื่อเก็บรักษาจนถึง 10 วัน ผลิตภัณฑ์จะมีรสชาติเปรี้ยวขึ้น ความหวานลดลง รสชาติกลมกล่อมขึ้น ทำให้มีคะแนนด้านรสชาติสูงขึ้น ขณะที่ผลิตภัณฑ์นมหมักชุดที่ 2 ไม่สามารถทานได้ เนื่องจากกลิ่นและรสชาติเหมือนนมบูด ทำให้มีคะแนนความชอบด้านรสชาติต่ำสุด แสดงดังตารางที่ 4.10

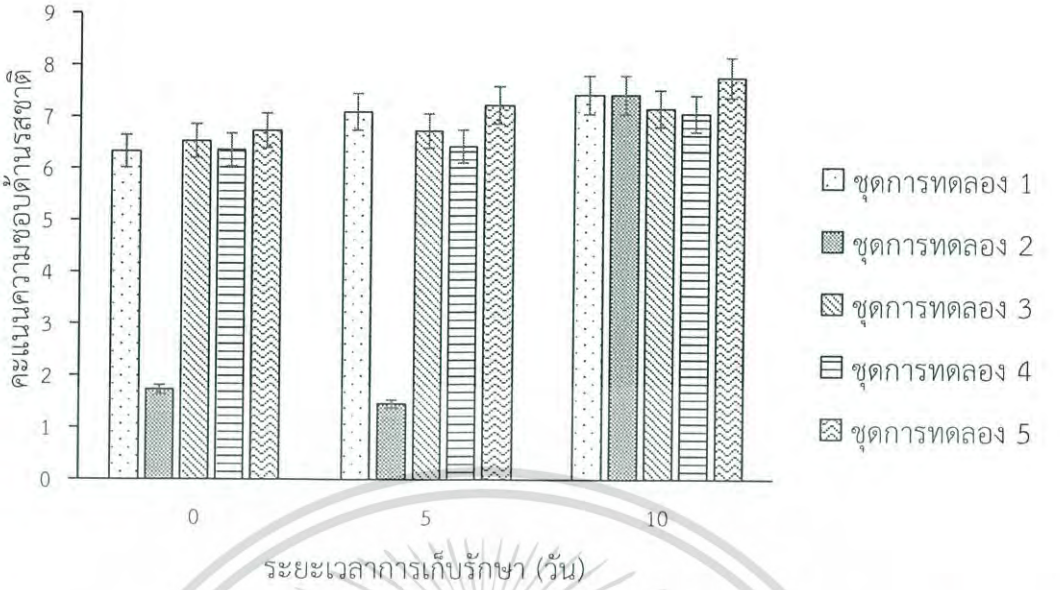
ตารางที่ 4.10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน

ชุดการทดลอง	ระดับความชอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ		
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
	0	5	10
1	$6.33^{a} \pm 1.34$	$7.10^{a} \pm 1.06$	$7.43^{ab} \pm 1.13$
2	$1.73^{b} \pm 0.67$	$1.46^{c} \pm 0.68$	$1.60^{c} \pm 0.77$
3	$6.53^{a} \pm 1.27$	$6.73^{ab} \pm 1.33$	$7.16^{b} \pm 1.05$
4	$6.36^{a} \pm 1.16$	$6.43^{b} \pm 1.33$	$7.06^{b} \pm 1.08$
5	$6.73^{a} \pm 1.39$	$7.23^{a} \pm 1.22$	$7.76^{a} \pm 1.16$

หมายเหตุ

- คะแนนความพึงพอใจในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 30 ซ้ำ
- ^{abc} ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน

4.2.3.3 กลิ่น

คะแนนความชอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลอง พบว่า วันที่ 0 ชุดการทดลองที่ 5 มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นสูงสุดเท่ากับ 6.70 $\pm$ 1.39 รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ 1 3 4 และ 2 ตามลำดับ โดยมีคะแนนความชอบด้านกลิ่น 6.57 $\pm$ 1.22 6.57 $\pm$ 1.28 6.53 $\pm$ 1.17 และ 1.40 $\pm$ 0.67 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานานขึ้นคะแนนความชอบด้านกลิ่นจะเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะชุดการทดลองที่ 5 จะมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นสูงสุด 7.40 $\pm$ 0.97 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้า สำหรับชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งใช้หัวเชื้อคอมบูชาอย่างเดียว ผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้จะมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นน้อยมาก แสดงดังตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.11

4.2.3.4 ความชอบโดยรวม

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลอง พบว่า ผลิตภัณฑ์นมหมักของชุดการทดลองที่ 5 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดทุกระยะการเก็บรักษา วันที่ 10 ของการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์นมหมักชุดการทดลองที่ 5 มีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.76 $\pm$ 0.98 รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าอย่างเดียวมีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.36 $\pm$ 1.06 รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ 3 4 และ 2 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาทางสถิติพบว่า ชุดการทดลองที่ 5 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดและแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองอื่นๆ สำหรับชุดการทดลองที่ 3 และ 4 ซึ่งใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตกับหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:5 และ 1:10 ตามลำกับ จะมีคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างทางสถิติ ชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งใช้หัวเชื้อคอมบูชาอย่างเดียวจะมีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำสุด แสดงดังตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.12

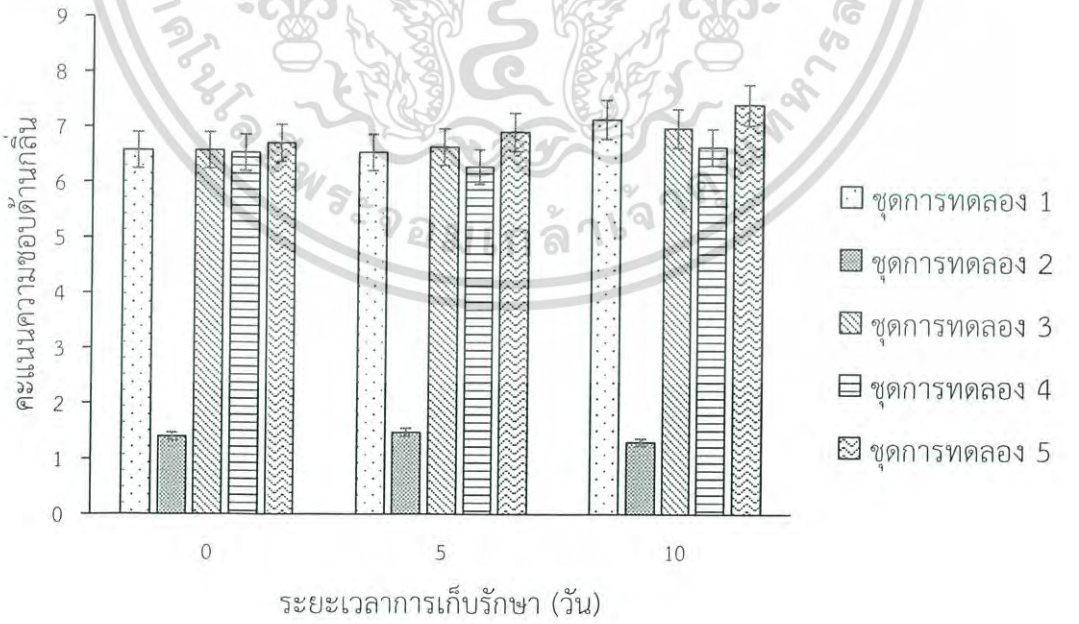
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน

ชุดการทดลอง	ระดับความชอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น		
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
	0	5	10
1	$6.57^{a} \pm 1.22$	$6.53^{ab} \pm 0.97$	$7.13^{a} \pm 0.97$
2	$1.40^{b} \pm 0.67$	$1.47^{c} \pm 0.57$	$1.30^{c} \pm 0.47$
3	$6.57^{a} \pm 1.28$	$6.63^{ab} \pm 1.10$	$6.97^{ab} \pm 1.03$
4	$6.53^{a} \pm 1.17$	$6.27^{b} \pm 1.14$	$6.63^{b} \pm 1.03$
5	$6.70^{a} \pm 1.39$	$6.90^{a} \pm 1.35$	$7.40^{a} \pm 0.97$

หมายเหตุ

- คะแนนความพึงพอใจในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 30 ซ้ำ
- ^{abc} ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน

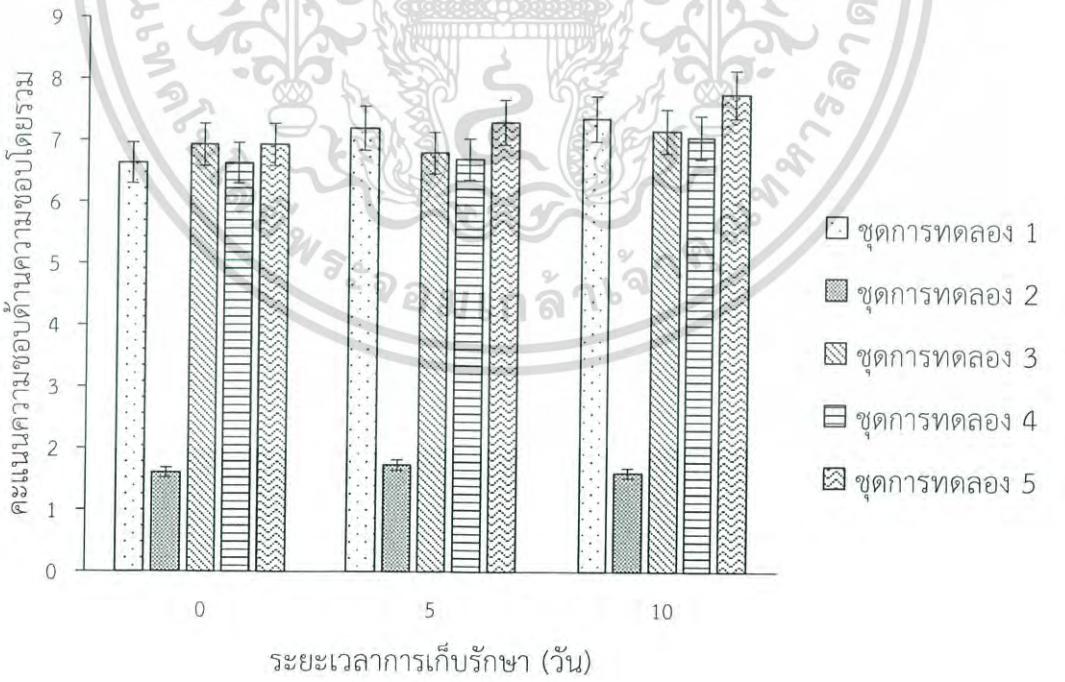
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน

ชุดการทดลอง	ระดับความชอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม		
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
	0	5	10
1	$6.63^{a} \pm 1.32$	$7.20^{ab} \pm 0.92$	$7.36^{b} \pm 1.06$
2	$1.60^{b} \pm 0.56$	$1.73^{c} \pm 0.52$	$1.60^{c} \pm 0.49$
3	$6.93^{a} \pm 1.28$	$6.80^{ab} \pm 1.18$	$7.16^{b} \pm 0.90$
4	$6.63^{a} \pm 1.15$	$6.70^{b} \pm 1.26$	$7.06^{b} \pm 0.88$
5	$6.93^{a} \pm 1.43$	$7.30^{a} \pm 1.26$	$7.76^{a} \pm 0.98$

หมายเหตุ

- คะแนนความพึงพอใจในการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดลอง 30 ซ้ำ
- ^{abc} ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.12 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักทั้ง 5 ชุดการทดลอง พบว่าผลิตภัณฑ์นมหมักของชุดการทดลองที่ 5 ซึ่งใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าร่วมกับหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:10 มีคะแนนด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวมสูงกว่าผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้จากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้า(ชุดการทดลองที่ 1) และการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าร่วมกับหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 (ชุดการทดลองที่ 3) และอัตราส่วน 1:5 (ชุดการทดลองที่ 4) สำหรับผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้จากการใช้หัวเชื้อคอมบูชา(ชุดการทดลองที่ 2) ผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้จะมีลักษณะคล้ายนมบูด ดังนั้นเมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสจึงได้คะแนนต่ำสุดในทุกด้าน เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้จากชุดการทดลองต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน พบว่า ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์นมหมักทุกชุดการทดลองมีคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงขึ้น อาจเนื่องมาจากในการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมักในงานวิจัยนี้ จะยุติการหมักของชุดการทดลองต่างๆที่พีเอช 4.5 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้เก็บเข้าตู้เย็น อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส (วันที่ 0) คะแนนความชอบในด้านต่างๆยังต่ำ เมื่อเก็บรักษานานขึ้นผลิตภัณฑ์นมหมักจากชุดการทดลองต่างๆ มีเนื้อสัมผัส กลิ่น รส ดีขึ้นมีผลทำให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะในชุดการทดลองที่ 5

4.2.4 การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์

ทำการทดสอบการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักอัตราส่วนต่างๆ โดยเก็บรักษาที่อุณภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 0 5 และ 10 ตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรียแลคติก แบคทีเรียอะซิติก ยีสต์และรา

4.2.4.1 ปริมาณแบคทีเรียแลคติก

จากการตรวจปริมาณแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์นมหมักโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar พบว่าวันที่ 0 ผลิตภัณฑ์นมหมักในชุดการทดลองที่ 1 มีปริมาณแบคทีเรียแลคติกสูงสุดเท่ากับ 1.82×10^6 CFU/ml ชุดการทดลองที่ 3 4 และ 5 ซึ่งใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 , 1:5 และ 1:10 มีปริมาณแบคทีเรียแลคติก 2.03×10^5 CFU/ml , 1.76×10^5 CFU/ml และ 1.20×10^5 CFU/ml ตามลำดับ ขณะที่ชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งใช้หัวเชื้อคอมบูชาอย่างเดียวมีแบคทีเรียแลคติกน้อย เท่ากับ 1.16×10^3 CFU/ml เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน พบว่าทุกชุดการทดลองมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยชุดการทดลองที่ 1 มีปริมาณแบคทีเรียแลคติกสูงสุด รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ 3 4 5 และ 2 ตามลำดับ ปริมาณแบคทีเรียที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นมหมักมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นและพีเอชลดลง ดังแสดงตามตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.13

4.2.4.2 ปริมาณแบคทีเรียอะซิติก

จากการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าตรวจไม่พบแบคทีเรียอะซิติก สำหรับชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งใช้หัวเชื้อคอมบูชาอย่างเดียวจะมีปริมาณแบคทีเรียอะซิติกสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ เนื่องจากในหัวเชื้อคอมบูชาที่นำมาใช้เป็นหัวเชื้อในการผลิตผลิตภัณฑ์นมหมักมีแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ในปริมาณสูง (Chen and Liu, 2000) รองลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

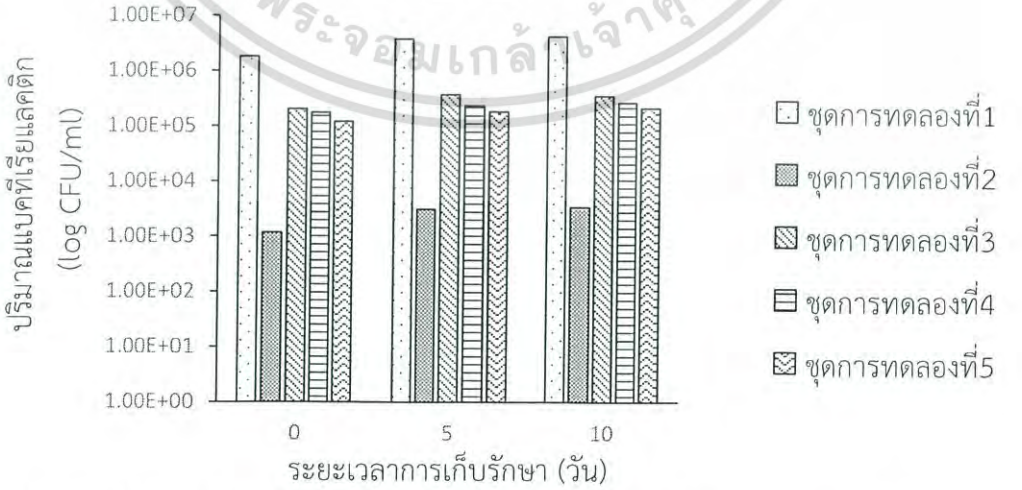
เป็นชุดการทดลองที่ 5 4 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณหัวเชื้อคอมบูชาที่ใช้ เมื่อเก็บนานขึ้นปริมาณแบคทีเรียอะซิติกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แสดงตามตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.14

4.2.4.3 ปริมาณยีสต์และรา

จากการทดสอบหาปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์นมหมัก ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน โดยใช้อาหาร DRBC Agar (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar) พบว่าผลิตภัณฑ์นมหมักในชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าอย่างเดียว ไม่พบปริมาณยีสต์และรา สำหรับชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งใช้หัวเชื้อคอมบูชาอย่างเดียว มีปริมาณยีสต์สูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ คือ 3.13×10^4 CFU/ml เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน ปริมาณยีสต์จะลดลงทุกชุดการทดลอง ชุดการทดลองที่ 2 มีปริมาณยีสต์ 7.31×10^3 CFU/ml สำหรับชุดการทดลองที่ 5 4 และ 3 มีปริมาณยีสต์ 3.43×10^3 , 6.12×10^3 และ 2.56×10^3 CFU/ml ตามลำดับ ดังแสดงตามตารางที่ 4.15 และรูปที่ 4.15

ตารางที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ปริมาณแบคทีเรียแลคติก (CFU/ml) ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
	0	5	10
1	1.82×10^6	3.76×10^6	4.18×10^6
2	1.16×10^3	3.10×10^3	3.36×10^3
3	2.03×10^5	3.74×10^5	3.51×10^5
4	1.76×10^5	2.32×10^5	2.65×10^5
5	1.20×10^5	1.83×10^5	2.13×10^5

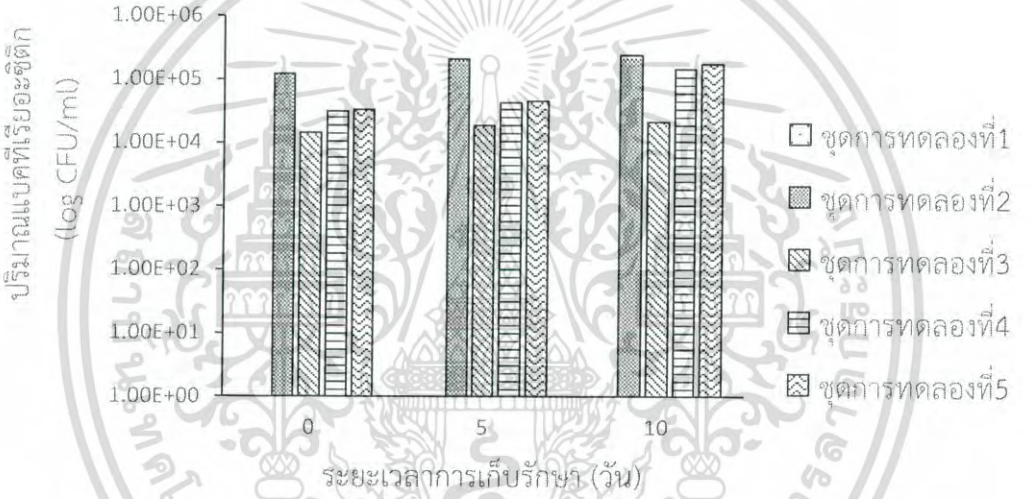


รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียแลคติกในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียอะซิติกในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ปริมาณแบคทีเรียอะซิติก (CFU/ml)		
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
	0	5	10
1	0	0	0
2	1.23×10^5	2.10×10^5	2.41×10^5
3	1.45×10^4	1.89×10^4	2.14×10^4
4	3.14×10^4	4.32×10^4	1.47×10^5
5	3.32×10^4	4.57×10^4	1.76×10^5

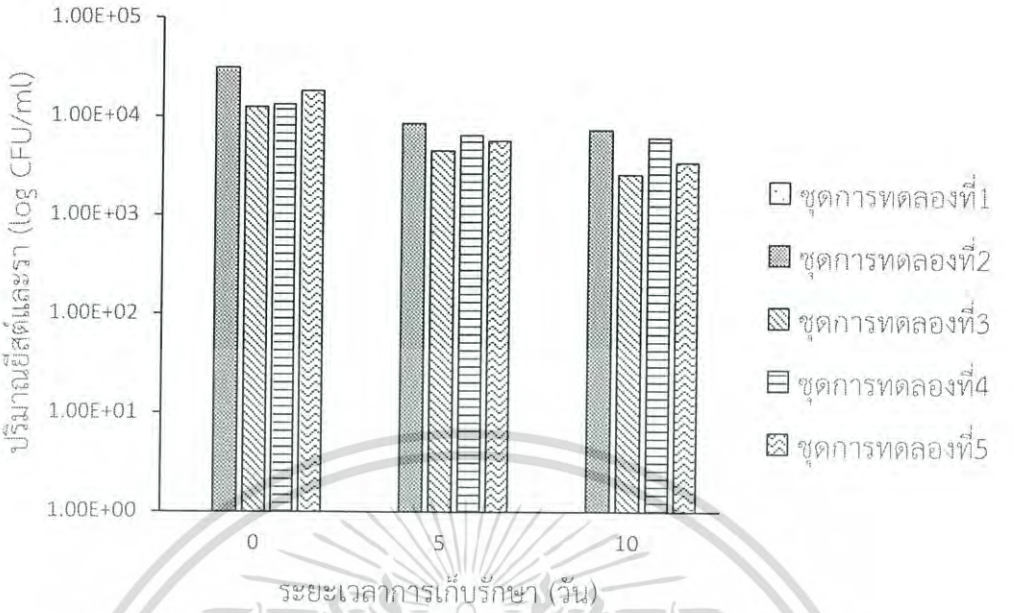


รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแบคทีเรียอะซิติกในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลอง	ปริมาณยีสต์และรา (CFU/ml)		
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)		
	0	5	10
1	0	0	0
2	3.13×10^4	8.56×10^3	7.31×10^3
3	1.24×10^4	4.53×10^3	2.56×10^3
4	1.32×10^4	6.46×10^3	6.12×10^3
5	1.80×10^4	5.68×10^3	3.43×10^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์นมหมัก ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการใช้หัวเชื้อคอมบูชาและหัวเชื้อโยเกิร์ตที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมหมักในระหว่างการเก็บรักษา โดยแบ่งการทดลองเป็น 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ชุดการทดลองที่1 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยปริมาตร ชุดการทดลองที่2 หัวเชื้อคอมบูชาความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตร ชุดการทดลองที่3 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:1 ชุดการทดลองที่4 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:5 ชุดการทดลองที่5 หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาในอัตราส่วน 1:10 บ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส โดยได้ทำการศึกษาทางด้านเคมี ด้านกายภาพ การทดสอบทางประสาทสัมผัส และด้านจุลินทรีย์ พบว่า เมื่อเก็บตัวอย่างค่าพีเอชทุกๆ 5 วัน คือ วันที่ 0 5 และ 10 ของทุกชุดการทดลองมีค่าพีเอชลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่ชุดการทดลองที่2 มีค่าพีเอชลดลงช้ากว่าชุดการทดลองอื่น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละกรดแลคติก) ที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน ค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าทุกชุดการทดลองค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระจะลดลงจากเดิมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยชุดการทดลองที่ 5 มีค่ากิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระร้อยละ 82.30±0.29 สูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ทุกระยะเวลาของการเก็บรักษา การทดสอบทางด้านกายภาพ พบว่ามีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ความเป็นสีแดง (a*) มีค่าลดลงและความเป็นสีเหลือง (b*) มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยทั้ง 5 ชุดการทดลองมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ใช้แบบทดสอบประสาทสัมผัสแบบ Hedonic-9 scale test มีระดับความชอบ 9 คะแนน พบว่าชุดการทดลองที่5 มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวมสูงกว่าชุดการทดลองอื่น โดยเฉพาะชุดการทดลองที่2 เนื่องจากผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้มีลักษณะคล้ายนมบูด นอกจากนั้นยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ ในชุดการทดลองที่ 1 จะมีปริมาณแบคทีเรียแลคติกสูงสุด รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ 3 4 5 และ 2 ตามลำดับ ปริมาณแบคทีเรียอะซิติก ชุดการทดลองที่1 ตรวจไม่พบแบคทีเรียอะซิติกแต่ชุดการทดลองที่ 2 ตรวจพบสูงสุด รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ 5 4 และ 3 ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และรา ชุดการทดลองที่1 ไม่พบปริมาณยีสต์และรา ชุดการทดลองที่2 มีปริมาณยีสต์สูงกว่าชุดการทดลองอื่น และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน ปริมาณยีสต์จะลดลงทุกชุดการทดลอง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการใช้หัวเชื้อคอมบูชาและหัวเชื้อโยเกิร์ตที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นมหมักในระหว่างการเก็บรักษาควรมีการแยกเชื้อจากหัวเชื้อคอมบูชาเพื่อให้รู้ปริมาณของเชื้อที่แน่นอนก่อนนำมาหมักเป็นผลิตภัณฑ์นมหมัก

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ กิมิเส กนกวรรณ ตุ้มสังข์ทอง กนกอร พูลศิริ กนิษฐา โพธิ์วัน กมลภพ เสาวกุล กมลภัทร ไชยกิตติโสภณ กรรัตน์ พิมพ์เอี่ยม และกวิณ ด้วงมี. 2558. อนุมูลอิสระ (free radicals). http://www.pharmacy.su.ac.th/biop/htdocs/healthtips/93-2012-08-16-08-30-58, สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม 2562

ฉัตรภา หัตถโกศล. 2556. ผลิตภัณฑ์จากนมหมักและคุณค่าทางอาหารhttps://mgronline.com/qol/detail/9560000112142, สืบค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2562

ณัฏฐ์สรัล สายชนะ. 2558. แบคทีเรียอะซิติก : สรีรวิทยาและการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม. *ว. วิทย. เทคโน. หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.* 75(1) : 1-35.

ปัทมาวรรณ ยินห้อง เพ็ญศรี สุขแสง เรวดี ศิริวัฒน์ วัชร บุญลือ และ รุจิราลัย พูลทวี. 2560. การศึกษาผลของการเติมผงผัก ผลไม้ ว่านหางจระเข้ และเม็ดแมงลักต่อการเจริญและการรอดชีวิตของแบคทีเรียในโยเกิร์ต. *ว. วิทย. เทคโน. หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.* 75(2) : 1-13.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2556. Skim milk / นมขาดมันเนย. http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0403/skim-milk, สืบค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2562

พีรพล ศรีชู และ ภิญญดา แก้วเสถียร. 2557. "การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากมังคุด." ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภานุ ลิ่มทอง. 2527. "นมเปรี้ยว". *กสิกร.* 4(57) : 1-8.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2539. **จุลินทรีย์ที่สำคัญด้านอาหาร**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตว์.

ศานต์ เศรษฐชัยมงคล และ อัญชิสา กุลทวีสุข. 2561. "นมเปรี้ยวคีเฟอร์: เทคโนโลยีชีวภาพ จากมุมมองวิทยาการด้านโอมิกส์." *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม.* 13(1) : 7-9.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2556. ประกาศ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 35พ.ศ. 2556 เรื่อง นมเปรี้ยว. กรุงเทพฯ : กระทรวงสาธารณสุข.

อุษามาส จริยวรานุกูล. 2552. "ผลของสารให้ความหวานต่อคุณภาพของโยเกิร์ต." *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.* 29(4) : 2-3.

Anken Ralf, H. and Kappel, T. 1992. "Histochemical and anatomical observations upon the tea fungus." *European Archives of Biology.* 103(4) : 219-222.

Ayu, S., Yan, R. and Eka, L. 2013. "Penetapan antioksidan pada teh hitam Kombucha lokal di Bali dengan waktu fermentasi. Bali." Universitas Udayana.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Battikhi, H., Chaieb, K., Bakhrouf, A. and Ammar, E. 2012. "Antimicrobial effect of Kombucha analogues." *Food Science and Technology*. 47 : 71-77.

Battikhi, H., Chaieb, K., Bakhrouf, A. and Ammar, E. 2013. "Antibacterial and antifungal activities of black and green kombucha teas." *Journal of Food Biochemistry*. 37 : 231–236.

Bhattacharya, S., Gachhui, R. and Sil, C.P. 2013. "Effect of Kombucha, a fermented black tea in attenuating oxidative stress mediated tissue damage in alloxan induced diabetic rats." *Food and Chemical Toxicology*. 60 : 328-340.

Chaiyasut, C. 2013. **Probiotic : Alternative Microorganisms for Health.** Bureau of Alternative Medicine, Department for Development of Thai Traditional and Alternative Medicine. Ministry of Public Health.

Dufresne, C. and Farnworth, E. 2000. "Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International." 33* : 409-421.

Fest for food. 2553. โยเกิร์ต. http://festforfood.com/blog/?p=1139, สืบค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2562

Filippis, F., Troise, A.D., Vitaglione, P. and Ercolini, D. 2018. "Different temperatures select distinctive acetic acid bacteria species and promotes organic acids production during Kombucha tea fermentation." *Food Microbiology*. 73 : 11-16.

FU, C. 2014. "Antioxidant activities of kombucha prepared from three different substrates and changes in content of probiotics during storage." *Food Science and Technology*. 34(1) : 123-126.

Gille, D. and Schmid, A. 2015. "Vitamin B12 in meat and dairy products." Nutrition Reviews. 73(2) : 106 - 115.

Goh, W.N., Rosma, A., Kaur, B., Fazilah, A., Karim, A.A. and Bhat, R. 2012."Fermentation of black tea broth (Kombucha): I. Effects of sucrose concentration and fermentation time on yield of microbial cellulose" *International Food Research Journal*. 19(1) : 109-117.

Honestdocs. 2019. สารต้านอนุมูลอิสระ. https://www.honestdocs.co/antioxidants longevity, สืบค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2562

Hrnjez, D., Vaštag, Ž., Milanović, S., Vukić, V., Iličić, M., Popović, Lj. and Kanurić, K. 2014. "The biological activity of fermented dairy products obtained by kombucha and conventional starter cultures during storage." *Journal of Functional Foods*. 10 : 336-345.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jayabalan, R., Marimuthu, S. and Swaminathan, K. 2007. "Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation." *Food Chem.* 102 : 392–398.

Jayabalan, R., Marimuthu, S., Thangaraj, P., Sathishkumar, M., Binupriya, A.R.,Swaminathan, K. and Sei, E.Y. 2008. "Preservation of Kombucha tea - effect of temperature on tea components and free radical scavenging properties." *Journal of Agricultural Food Chemistry.* 56(19) : 9064–9071.

Jayabalan, R., Malbaˇsa, R.V., Lonˇcar, E.S., Vitas, J.S., Sathishkumar, M. 2014. "A review on Kombucha Tea—Microbiology, composition, fermentation, beneficial Effects, toxicity, and tea Fungus. *Compr. Rev." Food Science Food Safety.* 13(4) : 538–550.

landry, T. w. 2010. Lactic acid fermentation.http:medicallabtechno.weebly. com/uploads/7/5/1/5/7515789/yogurt_production.pdf, สืบค้นเมื่อ 9 มีนามคม 2562

Medthai. 2014. ชาดำ. https://medthai.com/, สืบค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2562

Malbaša, R.V., Milanović, S.D., Lončar, E.S., Djurić, M.S., Carić, M.Đ., Iličić M.D. and Kolarov, L. 2009. "Milk-based beverages obtained by Kombucha application." *Food Chemistry.* 112(1) : 178-184.

Monajjemzadeh, F., Ebrahimi, F. and Zakeri-Milani, P. 2014. "Effects of formulation variables and storage conditions on light protected vitamin B12 mixed parenteral formulations." *Advanced Pharmaceutical Bulletin.* 4(4) : 329 – 338.

Refresher. 2009. ประวัติชา.http://www.refresherthai.com/article/teaHistory.php, สืบค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2562

Sheng-Che Chu and Chinshuh Chen. 2006. "Effects of origins and fermentation time on the antioxidant activities of kombucha." *Food Chemistry.* 98(3) : 502-507.

Tamime, R.A. and Robinson, R.K. 1985. **Yoghurt Science and Technology**. *Pergamon Press*.

Holtz, W. 2009. **Chapter 13 - In Vitro Methods to Screen Materials for Anti-aging Effects.** William Andrew Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์

เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร NaOH มีมวลโมเลกุล 40 กรัมต่อโมล

คำนวณโดยใช้สูตร $\frac{g}{MW} = \frac{CV}{1000}$

เมื่อ g คือ น้ำหนักของโซเดียมไฮดรอกไซด์

MW คือ มวลโมเลกุลของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (40 กรัมต่อโมล)

C คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (0.1 โมลาร์)

V คือ ปริมาตร หน่วยเป็น มิลลิลิตร

ดังนั้น ปริมาณ NaOH ที่ต้องชั่ง (กรัม) $= \frac{0.1 \text{x} 1000 \text{x} 40}{1000}$

$= 4$ กรัม

ดังนั้นสามารถเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ได้โดยการชั่ง NaOH มา 4 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2. สารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

เตรียมสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 30 มิลลิลิตร สารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) มีมวลโมเลกุล 394.32 กรัมต่อโมล

คำนวณโดยใช้สูตร $\frac{g}{MW} = \frac{CV}{1000}$

เมื่อ g คือ น้ำหนักของสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

MW คือ มวลโมเลกุลของ2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (394.32 กรัมต่อโมล)

C คือ ความเข้มข้นของสาระลาย DPPH (0.2 มิลลิโมลาร์)

V คือ ปริมาตร หน่วยเป็น มิลลิลิตร

ดังนั้น ปริมาณ DPPH ที่ต้องชั่ง (มิลลิกรัม) $= \frac{0.2 \text{x} 30 \text{x} 394.32}{1000}$

$= 2.37$ กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นสามารถเตรียมสารละลาย 2,2–diphenyl–1–picrylhydrazyl (DPPH) ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ได้โดยการชั่งสารละลาย 2,2–diphenyl–1–picryl hydrazyl (DPPH) มา 2.37 มิลลิกรัม ละลายในสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร คนจนสารละลาย 2,2–diphenyl–1–picrylhydrazyl (DPPH) ละลายหมด

3. ฟีนอล์ฟทาลีน

ทำการชั่งฟีนอล์ฟทาลีน 1 กรัม ละลายในสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 60 มิลลิลิตร คนจนฟีนอล์ฟทาลีนละลายจนหมด จากนั้นจึงปรับปริมาตรแอลทิลแอลกอฮอล์ให้ครบ100 มิลลิลิตร ด้วย volumetric flask

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรสำเร็จ Dichloran Rose Bengal chloramphenicol agar (DRBC agar)

นำอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรสำเร็จ ใส่วุ้น (Agar) ร้อยละ 1 ละลายให้เข้ากัน และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งอัดไอน้ำ

2. อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรสำเร็จ De Man Rogosa and Sharpe (MRS)

นำอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรสำเร็จ ใส่วุ้น (Agar) ร้อยละ 1 ละลายให้เข้ากัน และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งอัดไอน้ำ

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Glucose – Yeast Extract – Calcium carbonate agar (GYC agar)

ส่วนประกอบ

Glucose	50	กรัม
Yeast extract	10	กรัม
Calcium carbonate	10	กรัม
Agar	20	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ละลายส่วนผสมทั้งหมดด้วยน้ำกลั่น ปรับค่าพีเอช เป็น 6.8 $\pm$ 0.2 เติมวุ้น 20กรัมต่อลิตร ละลายให้เข้ากัน และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ด้วยหม้อนึ่งอัดไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบชิมทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักจากหัวเชื้อคอมบูชาเป็น

ระยะเวลา 10 วัน แบบ 9 – point hedonic scale

ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์นมหมักจากหัวเชื้อคอมบูชา

ชื่อ - สกุล ผู้ทดสอบ.....**วันที่**.....**เวลา**.....

คำอธิบาย กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบของตัวอย่างในแต่ละคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนด

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส .....
เนื้อสัมผัส					
รสชาติ					
กลิ่น					
ความชอบโดยรวม					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ทางสถิติ

1.การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมหมักที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

ตาราง ง-1 ค่าพี่เอชของผลิตภัณฑ์นมหมักจากหัวเชื้อคอมบูชาเป็นระยะเวลา 10 วัน

Descriptives

ชุดการทดลอง		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
วันที่ 0	1	3	4.3267	.01155	.00667	4.2980	4.3554	4.32	4.34
	2	3	5.6067	.01155	.00667	5.5780	5.6354	5.60	5.62
	3	3	4.3533	.00577	.00333	4.3390	4.3677	4.35	4.36
	4	3	4.4333	.00577	.00333	4.4190	4.4477	4.43	4.44
	5	3	4.4533	.00577	.00333	4.4390	4.4677	4.45	4.46
	Total	15	4.6347	.50550	.13052	4.3547	4.9146	4.32	5.62
วันที่ 5	1	3	4.2267	.00577	.00333	4.2123	4.2410	4.22	4.23
	2	3	5.5667	.05774	.03333	5.4232	5.7101	5.50	5.60
	3	3	4.2467	.01155	.00667	4.2180	4.2754	4.24	4.26
	4	3	4.3400	.01732	.01000	4.2970	4.3830	4.32	4.35
	5	3	4.3833	.00577	.00333	4.3690	4.3977	4.38	4.39
	Total	15	4.5527	.52872	.13652	4.2599	4.8455	4.22	5.60
วันที่ 10	1	3	4.0467	.00577	.00333	4.0323	4.0610	4.04	4.05
	2	3	5.3667	.02082	.01202	5.3150	5.4184	5.35	5.39
	3	3	4.1433	.01528	.00882	4.1054	4.1813	4.13	4.16
	4	3	4.1867	.00577	.00333	4.1723	4.2010	4.18	4.19
	5	3	4.2767	.01528	.00882	4.2387	4.3146	4.26	4.29
	Total	15	4.4040	.50422	.13019	4.1248	4.6832	4.04	5.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วันที่ 0	Between Groups	3.577	4	.894	12193.091	.000
	Within Groups	.001	10	.000		
	Total	3.577	14			
วันที่ 5	Between Groups	3.906	4	.977	1273.704	.000
	Within Groups	.008	10	.001		
	Total	3.914	14			
วันที่ 10	Between Groups	3.557	4	.889	4600.121	.000
	Within Groups	.002	10	.000		
	Total	3.559	14			

วันที่ 0

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
1	3	4.3267				
3	3		4.3533			
4	3			4.4333		
5	3				4.4533	
2	3					5.6067
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	3	4.2267		
3	3	4.2467		
4	3		4.3400	
5	3		4.3833	
2	3			5.5667
Sig.		.397	.084	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วันที่ 10

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
1	3	4.0467				
3	3		4.1433			
4	3			4.1867		
5	3				4.2767	
2	3					5.3667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากหัวเชื้อคอมบูชาเป็นระยะเวลา 10 วัน

Descriptives

ชุดการทดลอง		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
วันที่ 0	1	3	16.4667	.11547	.06667	16.1798	16.7535	16.40	16.60
	2	3	19.0667	.11547	.06667	18.7798	19.3535	19.00	19.20
	3	3	16.3333	.41633	.24037	15.2991	17.3676	16.00	16.80
	4	3	16.4667	.11547	.06667	16.1798	16.7535	16.40	16.60
	5	3	16.5333	.11547	.06667	16.2465	16.8202	16.40	16.60
	Total	15	16.9733	1.10030	.28410	16.3640	17.5827	16.00	19.20
วันที่ 5	1	3	16.0667	.11547	.06667	15.7798	16.3535	16.00	16.20
	2	3	17.1333	.23094	.13333	16.5596	17.7070	17.00	17.40
	3	3	16.2000	.20000	.11547	15.7032	16.6968	16.00	16.40
	4	3	16.0000	.00000	.00000	16.0000	16.0000	16.00	16.00
	5	3	16.0667	.11547	.06667	15.7798	16.3535	16.00	16.20
	Total	15	16.2933	.45898	.11851	16.0392	16.5475	16.00	17.40
วันที่ 10	1	3	15.2000	.20000	.11547	14.7032	15.6968	15.00	15.40
	2	3	16.2667	.23094	.13333	15.6930	16.8404	16.00	16.40
	3	3	15.2000	.20000	.11547	14.7032	15.6968	15.00	15.40
	4	3	15.0667	.11547	.06667	14.7798	15.3535	15.00	15.20
	5	3	15.2000	.20000	.11547	14.7032	15.6968	15.00	15.40
	Total	15	15.3867	.48678	.12569	15.1171	15.6562	15.00	16.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วันที่ 0	Between Groups	16.496	4	4.124	90.971	.000
	Within Groups	.453	10	.045		
	Total	16.949	14			
วันที่ 5	Between Groups	2.709	4	.677	28.222	.000
	Within Groups	.240	10	.024		
	Total	2.949	14			
วันที่ 10	Between Groups	2.944	4	.736	19.714	.000
	Within Groups	.373	10	.037		
	Total	3.317	14			

วันที่ 0

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3	3	16.3333	
1	3	16.4667	
4	3	16.4667	
5	3	16.5333	
2	3		19.0667
Sig.		.308	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4	3	16.0000	
1	3	16.0667	
5	3	16.0667	
3	3	16.2000	
2	3		17.1333
Sig.		.171	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วันที่ 10

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4	3	15.0667	
1	3	15.2000	
3	3	15.2000	
5	3	15.2000	
2	3		16.2667
Sig.		.448	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 ปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดแลคติก) ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากหัวเชื้อคอมบูชาเป็นระยะเวลา 10 วัน

Descriptives

ชุดการทดลอง		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
วันที่ 0	1	3	1.2133	.01528	.00882	1.1754	1.2513	1.20	1.23
	2	3	.7367	.01155	.00667	.7080	.7654	.73	.75
	3	3	1.2067	.00577	.00333	1.1923	1.2210	1.20	1.21
	4	3	1.1833	.01528	.00882	1.1454	1.2213	1.17	1.20
	5	3	1.0767	.01528	.00882	1.0387	1.1146	1.06	1.09
	Total	15	1.0833	.18684	.04824	.9799	1.1868	.73	1.23
วันที่ 5	1	3	1.2700	.01732	.01000	1.2270	1.3130	1.25	1.28
	2	3	.7800	.02646	.01528	.7143	.8457	.75	.80
	3	3	1.3733	.04726	.02728	1.2559	1.4907	1.32	1.41
	4	3	1.2633	.01155	.00667	1.2346	1.2920	1.25	1.27
	5	3	1.2233	.00577	.00333	1.2090	1.2377	1.22	1.23
	Total	15	1.1820	.21541	.05562	1.0627	1.3013	.75	1.41
วันที่ 10	1	3	1.5300	.01000	.00577	1.5052	1.5548	1.52	1.54
	2	3	.8367	.01528	.00882	.7987	.8746	.82	.85
	3	3	1.4633	.01528	.00882	1.4254	1.5013	1.45	1.48
	4	3	1.3167	.01528	.00882	1.2787	1.3546	1.30	1.33
	5	3	1.2700	.02000	.01155	1.2203	1.3197	1.25	1.29
	Total	15	1.2833	.25136	.06490	1.1441	1.4225	.82	1.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วันที่ 0	Between Groups	.487	4	.122	702.404	.000
	Within Groups	.002	10	.000		
	Total	.489	14			
วันที่ 5	Between Groups	.643	4	.161	236.338	.000
	Within Groups	.007	10	.001		
	Total	.650	14			
วันที่ 10	Between Groups	.882	4	.221	918.889	.000
	Within Groups	.002	10	.000		
	Total	.885	14			

วันที่ 0

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
2	3	.7367			
5	3		1.0767		
4	3			1.1833	
3	3			1.2067	1.2067
1	3				1.2133
Sig.		1.000	1.000	.055	.549

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	3	.7800		
5	3		1.2233	
4	3		1.2633	
1	3		1.2700	
3	3			1.3733
Sig.		1.000	.062	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วันที่ 10

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2	3	.8367				
5	3		1.2700			
4	3			1.3167		
3	3				1.4633	
1	3					1.5300
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-4 กิจกรรมการดักจับอนุมูลอิสระ(ร้อยละ)ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากหัวเชื้อคอมบูชาเป็นระยะเวลา 10 วัน

Descriptives

ชุดการทดลอง		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
วันที่ 0	1	3	85.1267	.09292	.05364	84.8959	85.3575	85.05	85.23
	2	3	86.6833	.22301	.12875	86.1293	87.2373	86.43	86.85
	3	3	83.4233	.29263	.16895	82.6964	84.1503	83.10	83.67
	4	3	89.4233	.37166	.21458	88.5001	90.3466	89.17	89.85
	5	3	90.5033	.28537	.16476	89.7944	91.2122	90.21	90.78
	Total	15	87.0320	2.73020	.70494	85.5201	88.5439	83.10	90.78
วันที่ 5	1	3	81.0400	.33719	.19468	80.2024	81.8776	80.67	81.33
	2	3	84.9967	1.18779	.68577	82.0460	87.9473	83.63	85.78
	3	3	78.6367	.74795	.43183	76.7786	80.4947	77.78	79.16
	4	3	82.9500	.72547	.41885	81.1478	84.7522	82.14	83.54
	5	3	87.5367	.24542	.14170	86.9270	88.1463	87.30	87.79
	Total	15	83.0320	3.24783	.83859	81.2334	84.8306	77.78	87.79
วันที่ 10	1	3	77.0100	1.04933	.60583	74.4033	79.6167	75.80	77.67
	2	3	81.4833	.33858	.19548	80.6423	82.3244	81.12	81.79
	3	3	71.1900	.25239	.14572	70.5630	71.8170	70.98	71.47
	4	3	72.3900	.27221	.15716	71.7138	73.0662	72.14	72.68
	5	3	82.2933	.29280	.16905	81.5660	83.0207	81.98	82.56
	Total	15	76.8733	4.72094	1.2189	74.2590	79.4877	70.98	82.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วันที่ 0	Between Groups	103.629	4	25.907	356.293	.000
	Within Groups	.727	10	.073		
	Total	104.356	14			
วันที่ 5	Between Groups	142.337	4	35.584	66.625	.000
	Within Groups	5.341	10	.534		
	Total	147.678	14			
วันที่ 10	Between Groups	309.143	4	77.286	268.490	.000
	Within Groups	2.879	10	.288		
	Total	312.022	14			

วันที่ 0

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
3	3	83.4233				
1	3		85.1267			
2	3			86.6833		
4	3				89.4233	
5	3					90.5033
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
3	3	78.6367				
1	3		81.0400			
4	3			82.9500		
2	3				84.9967	
5	3					87.5367
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วันที่ 10

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
3	3	71.1900				
4	3		72.3900			
1	3			77.0100		
2	3				81.4833	
5	3				82.2933	
Sig.		1.000	1.000	1.000	.094	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-5 ค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

Descriptives

ชุดการทดลอง		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
วันที่ 0	1	3	86.8300	.14177	.08185	86.4778	87.1822	86.67	86.94
	2	3	82.9367	.07506	.04333	82.7502	83.1231	82.85	82.98
	3	3	85.9367	.04163	.02404	85.8332	86.0401	85.89	85.97
	4	3	86.3900	.02646	.01528	86.3243	86.4557	86.37	86.42
	5	3	86.3900	.01000	.00577	86.3652	86.4148	86.38	86.40
	Total	15	85.6967	1.45945	.37683	84.8885	86.5049	82.85	86.94
วันที่ 5	1	3	87.0967	.02082	.01202	87.0450	87.1484	87.08	87.12
	2	3	83.9667	.01528	.00882	83.9287	84.0046	83.95	83.98
	3	3	86.2133	.01528	.00882	86.1754	86.2513	86.20	86.23
	4	3	86.4533	.01155	.00667	86.4246	86.4820	86.44	86.46
	5	3	86.5233	.00577	.00333	86.5090	86.5377	86.52	86.53
	Total	15	86.0507	1.11962	.28908	85.4306	86.6707	83.95	87.12
วันที่ 10	1	3	86.9867	.02082	.01202	86.9350	87.0384	86.97	87.01
	2	3	84.3167	.01528	.00882	84.2787	84.3546	84.30	84.33
	3	3	86.1333	.01528	.00882	86.0954	86.1713	86.12	86.15
	4	3	87.5000	.01000	.00577	87.4752	87.5248	87.49	87.51
	5	3	87.1200	.01000	.00577	87.0952	87.1448	87.11	87.13
	Total	15	86.4113	1.17875	.30435	85.7586	87.0641	84.30	87.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วันที่ 0	Between Groups	29.763	4	7.441	1316.179	.000
	Within Groups	.057	10	.006		
	Total	29.820	14			
วันที่ 5	Between Groups	17.548	4	4.387	20563.547	.000
	Within Groups	.002	10	.000		
	Total	17.550	14			
วันที่ 10	Between Groups	19.450	4	4.862	22102.242	.000
	Within Groups	.002	10	.000		
	Total	19.452	14			

วันที่ 0

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
2	3	82.9367			
3	3		85.9367		
4	3			86.3900	
5	3			86.3900	
1	3				86.8300
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2	3	83.9667				
3	3		86.2133			
4	3			86.4533		
5	3				86.5233	
1	3					87.0967
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วันที่ 10

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
2	3	84.3167				
3	3		86.1333			
1	3			86.9867		
5	3				87.1200	
4	3					87.5000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-6 ค่าสี a* ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

Descriptives

ชุดการทดลอง		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
วันที่ 0	1	3	-2.6067	.02309	.01333	-2.6640	-2.5493	-2.62	-2.58
	2	3	-2.8133	.01528	.00882	-2.8513	-2.7754	-2.83	-2.80
	3	3	-2.7867	.01528	.00882	-2.8246	-2.7487	-2.80	-2.77
	4	3	-2.6333	.03055	.01764	-2.7092	-2.5574	-2.66	-2.60
	5	3	-2.5933	.00577	.00333	-2.6077	-2.5790	-2.60	-2.59
	Total	15	-2.6867	.09854	.02544	-2.7412	-2.6321	-2.83	-2.58
วันที่ 5	1	3	-2.6933	.01528	.00882	-2.7313	-2.6554	-2.71	-2.68
	2	3	-2.7433	.01155	.00667	-2.7720	-2.7146	-2.75	-2.73
	3	3	-2.7033	.00577	.00333	-2.7177	-2.6890	-2.71	-2.70
	4	3	-2.6133	.00577	.00333	-2.6277	-2.5990	-2.62	-2.61
	5	3	-2.5633	.00577	.00333	-2.5777	-2.5490	-2.57	-2.56
	Total	15	-2.6633	.06821	.01761	-2.7011	-2.6256	-2.75	-2.56
วันที่ 10	1	3	-2.8067	.01155	.00667	-2.8354	-2.7780	-2.82	-2.80
	2	3	-2.6533	.01528	.00882	-2.6913	-2.6154	-2.67	-2.64
	3	3	-2.7833	.01528	.00882	-2.8213	-2.7454	-2.80	-2.77
	4	3	-2.5467	.01155	.00667	-2.5754	-2.5180	-2.56	-2.54
	5	3	-2.5467	.00577	.00333	-2.5610	-2.5323	-2.55	-2.54
	Total	15	-2.6673	.11591	.02993	-2.7315	-2.6031	-2.82	-2.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วันที่ 0	Between Groups	.132	4	.033	83.898	.000
	Within Groups	.004	10	.000		
	Total	.136	14			
วันที่ 5	Between Groups	.064	4	.016	171.964	.000
	Within Groups	.001	10	.000		
	Total	.065	14			
วันที่ 10	Between Groups	.187	4	.047	304.174	.000
	Within Groups	.002	10	.000		
	Total	.188	14			

วันที่ 0

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	3	-2.8133		
3	3	-2.7867		
4	3		-2.6333	
1	3		-2.6067	-2.6067
5	3			-2.5933
Sig.		.131	.131	.429

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
2	3	-2.7433			
3	3		-2.7033		
1	3		-2.6933		
4	3			-2.6133	
5	3				-2.5633
Sig.		1.000	.234	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วันที่ 10

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1	3	-2.8067			
3	3		-2.7833		
2	3			-2.6533	
4	3				-2.5467
5	3				-2.5467
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-7 ค่าสี b* ของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส

Descriptives

ชุดการทดลอง		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
วันที่ 0	1	3	12.5933	.01528	.00882	12.5554	12.6313	12.58	12.61
	2	3	13.6367	.01528	.00882	13.5987	13.6746	13.62	13.65
	3	3	11.3800	.02000	.01155	11.3303	11.4297	11.36	11.40
	4	3	12.2833	.00577	.00333	12.2690	12.2977	12.28	12.29
	5	3	12.2167	.01155	.00667	12.1880	12.2454	12.21	12.23
	Total	15	12.4220	.75393	.19467	12.0045	12.8395	11.36	13.65
วันที่ 5	1	3	12.6967	.01528	.00882	12.6587	12.7346	12.68	12.71
	2	3	13.6467	.01155	.00667	13.6180	13.6754	13.64	13.66
	3	3	11.6500	.01000	.00577	11.6252	11.6748	11.64	11.66
	4	3	12.3667	.00577	.00333	12.3523	12.3810	12.36	12.37
	5	3	12.3833	.01155	.00667	12.3546	12.4120	12.37	12.39
	Total	15	12.5487	.67018	.17304	12.1775	12.9198	11.64	13.66
วันที่ 10	1	3	10.9800	.01000	.00577	10.9552	11.0048	10.97	10.99
	2	3	12.5633	.00577	.00333	12.5490	12.5777	12.56	12.57
	3	3	10.5800	.01000	.00577	10.5552	10.6048	10.57	10.59
	4	3	12.4867	.01155	.00667	12.4580	12.5154	12.48	12.50
	5	3	12.2667	.01528	.00882	12.2287	12.3046	12.25	12.28
	Total	15	11.7753	.85734	.22136	11.3006	12.2501	10.57	12.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วันที่ 0	Between Groups	7.956	4	1.989	9623.919	.000
	Within Groups	.002	10	.000		
	Total	7.958	14			
วันที่ 5	Between Groups	6.287	4	1.572	12407.974	.000
	Within Groups	.001	10	.000		
	Total	6.288	14			
วันที่ 10	Between Groups	10.289	4	2.572	21435.778	.000
	Within Groups	.001	10	.000		
	Total	10.290	14			

วันที่ 0

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
3	3	11.3800				
5	3		12.2167			
4	3			12.2833		
1	3				12.5933	
2	3					13.6367
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
3	3	11.6500			
4	3		12.3667		
5	3		12.3833		
1	3			12.6967	
2	3				13.6467
Sig.		1.000	.100	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วันที่ 10

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
3	3	10.5800				
1	3		10.9800			
5	3			12.2667		
4	3				12.4867	
2	3					12.5633
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน

Descriptives

ชุดการทดลอง		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
วันที่ 0	1	30	6.7667	1.38174	.25227	6.2507	7.2826	3.00	9.00
	2	30	2.2667	.86834	.15854	1.9424	2.5909	1.00	4.00
	3	30	6.7333	1.31131	.23941	6.2437	7.2230	4.00	9.00
	4	30	6.5333	1.35782	.24790	6.0263	7.0404	4.00	9.00
	5	30	6.4667	1.50249	.27432	5.9056	7.0277	3.00	9.00
	Total	150	5.7533	2.17347	.17746	5.4027	6.1040	1.00	9.00
วันที่ 5	1	30	7.0667	.94443	.17243	6.7140	7.4193	5.00	8.00
	2	30	1.7667	.81720	.14920	1.4615	2.0718	1.00	3.00
	3	30	6.9333	1.08066	.19730	6.5298	7.3369	5.00	9.00
	4	30	6.9000	1.18467	.21629	6.4576	7.3424	5.00	9.00
	5	30	7.2000	1.06350	.19417	6.8029	7.5971	5.00	9.00
	Total	150	5.9733	2.34291	.19130	5.5953	6.3513	1.00	9.00
วันที่ 10	1	30	7.3333	.84418	.15413	7.0181	7.6486	5.00	9.00
	2	30	1.5333	.68145	.12441	1.2789	1.7878	1.00	3.00
	3	30	7.2000	.84690	.15462	6.8838	7.5162	6.00	9.00
	4	30	7.0000	.83045	.15162	6.6899	7.3101	5.00	8.00
	5	30	7.4667	.97320	.17768	7.1033	7.8301	6.00	9.00
	Total	150	6.1067	2.44441	.19958	5.7123	6.5010	1.00	9.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วันที่ 0	Between Groups	457.840	4	114.460	67.457	.000
	Within Groups	246.033	145	1.697		
	Total	703.873	149			
วันที่ 5	Between Groups	665.293	4	166.323	158.040	.000
	Within Groups	152.600	145	1.052		
	Total	817.893	149			
วันที่ 10	Between Groups	787.893	4	196.973	278.917	.000
	Within Groups	102.400	145	.706		
	Total	890.293	149			

วันที่ 0

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30	2.2667	
5	30		6.4667
4	30		6.5333
3	30		6.7333
1	30		6.7667
Sig.		1.000	.424

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30	1.7667	
4	30		6.9000
3	30		6.9333
1	30		7.0667
5	30		7.2000
Sig.		1.000	.309

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วันที่ 10

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	30	1.5333		
4	30		7.0000	
3	30		7.2000	7.2000
1	30		7.3333	7.3333
5	30			7.4667
Sig.		1.000	.150	.250

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความรสชาติของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน

Descriptives

ชุดการทดลอง		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
วันที่ 0	1	30	6.3333	1.34762	.24604	5.8301	6.8365	4.00	8.00
	2	30	1.7333	.69149	.12625	1.4751	1.9915	1.00	3.00
	3	30	6.5333	1.50249	.27432	5.9723	7.0944	3.00	9.00
	4	30	6.3667	1.62912	.29743	5.7583	6.9750	3.00	9.00
	5	30	6.7333	1.50707	.27515	6.1706	7.2961	4.00	9.00
	Total	150	5.5400	2.34772	.19169	5.1612	5.9188	1.00	9.00
วันที่ 5	1	30	7.1000	1.06188	.19387	6.7035	7.4965	5.00	9.00
	2	30	1.4667	.68145	.12441	1.2122	1.7211	1.00	3.00
	3	30	6.7333	1.33735	.24417	6.2340	7.2327	4.00	9.00
	4	30	6.4333	1.33089	.24299	5.9364	6.9303	5.00	9.00
	5	30	7.2333	1.22287	.22326	6.7767	7.6900	5.00	9.00
	Total	150	5.7933	2.46668	.20140	5.3954	6.1913	1.00	9.00
วันที่ 10	1	30	7.4333	1.13512	.20724	7.0095	7.8572	4.00	9.00
	2	30	1.6000	.77013	.14061	1.3124	1.8876	1.00	3.00
	3	30	7.1667	1.05318	.19228	6.7734	7.5599	5.00	9.00
	4	30	7.0667	1.08066	.19730	6.6631	7.4702	5.00	9.00
	5	30	7.7667	1.16511	.21272	7.3316	8.2017	5.00	9.00
	Total	150	6.2067	2.54436	.20775	5.7962	6.6172	1.00	9.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วันที่ 0	Between Groups	546.427	4	136.607	72.073	.000
	Within Groups	274.833	145	1.895		
	Total	821.260	149			
วันที่ 5	Between Groups	713.827	4	178.457	134.236	.000
	Within Groups	192.767	145	1.329		
	Total	906.593	149			
วันที่ 10	Between Groups	804.627	4	201.157	182.336	.000
	Within Groups	159.967	145	1.103		
	Total	964.593	149			

วันที่ 0

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30	1.7333	
1	30		6.3333
4	30		6.3667
3	30		6.5333
5	30		6.7333
Sig.		1.000	.312

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	30	1.4667		
4	30		6.4333	
3	30		6.7333	6.7333
1	30			7.1000
5	30			7.2333
Sig.		1.000	.315	.115

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วันที่ 10

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	30	1.6000		
4	30		7.0667	
3	30		7.1667	
1	30		7.4333	7.4333
5	30			7.7667
Sig.		1.000	.206	.221

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-10 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน

Descriptives

ชุดการทดลอง		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
วันที่ 0	1	30	6.5667	1.22287	.22326	6.1100	7.0233	4.00	9.00
	2	30	1.4000	.67466	.12318	1.1481	1.6519	1.00	4.00
	3	30	6.5667	1.27802	.23333	6.0894	7.0439	4.00	9.00
	4	30	6.5333	1.16658	.21299	6.0977	6.9689	4.00	9.00
	5	30	6.7000	1.39333	.25439	6.1797	7.2203	4.00	9.00
	Total	150	5.5533	2.38434	.19468	5.1686	5.9380	1.00	9.00
วันที่ 5	1	30	6.5333	.97320	.17768	6.1699	6.8967	5.00	8.00
	2	30	1.4667	.57135	.10431	1.2533	1.6800	1.00	3.00
	3	30	6.6333	1.09807	.20048	6.2233	7.0434	5.00	9.00
	4	30	6.2667	1.14269	.20863	5.8400	6.6934	4.00	8.00
	5	30	6.9000	1.34805	.24612	6.3966	7.4034	5.00	9.00
	Total	150	5.5600	2.31273	.18883	5.1869	5.9331	1.00	9.00
วันที่ 10	1	30	7.1333	.97320	.17768	6.7699	7.4967	5.00	9.00
	2	30	1.3000	.46609	.08510	1.1260	1.4740	1.00	2.00
	3	30	6.9667	1.03335	.18866	6.5808	7.3525	5.00	9.00
	4	30	6.6333	1.03335	.18866	6.2475	7.0192	5.00	9.00
	5	30	7.4333	.97143	.17736	7.0706	7.7961	6.00	9.00
	Total	150	5.8933	2.49064	.20336	5.4915	6.2952	1.00	9.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วันที่ 0	Between Groups	647.373	4	161.843	117.513	.000
	Within Groups	199.700	145	1.377		
	Total	847.073	149			
วันที่ 5	Between Groups	634.493	4	158.623	141.570	.000
	Within Groups	162.467	145	1.120		
	Total	796.960	149			
วันที่ 10	Between Groups	801.227	4	200.307	236.006	.000
	Within Groups	123.067	145	.849		
	Total	924.293	149			

วันที่ 0

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30	1.4000	
4	30		6.5333
1	30		6.5667
3	30		6.5667
5	30		6.7000
Sig.		1.000	.623

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	30	1.4667		
4	30		6.2667	
1	30		6.5333	6.5333
3	30		6.6333	6.6333
5	30			6.9000
Sig.		1.000	.209	.209

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วันที่ 10

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	30	1.3000		
4	30		6.6333	
1	30		6.9667	6.9667
3	30			7.1333
5	30			7.4333
Sig.		1.000	.163	.065

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์นมหมักจากการใช้หัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าและหัวเชื้อคอมบูชาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส เวลา 10 วัน

Descriptives

ชุดการทดลอง		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
						Lower Bound	Upper Bound		
วันที่ 0	1	30	6.6333	1.32570	.24204	6.1383	7.1284	4.00	9.00
	2	30	1.6000	.56324	.10283	1.3897	1.8103	1.00	3.00
	3	30	6.9333	1.28475	.23456	6.4536	7.4131	4.00	9.00
	4	30	6.6333	1.15917	.21163	6.2005	7.0662	4.00	9.00
	5	30	6.9333	1.43679	.26232	6.3968	7.4698	3.00	9.00
	Total	150	5.7467	2.39459	.19552	5.3603	6.1330	1.00	9.00
วันที่ 5	1	30	7.2000	.92476	.16884	6.8547	7.5453	5.00	9.00
	2	30	1.7333	.52083	.09509	1.5389	1.9278	1.00	3.00
	3	30	6.8000	1.18613	.21656	6.3571	7.2429	5.00	9.00
	4	30	6.7000	1.26355	.23069	6.2282	7.1718	5.00	9.00
	5	30	7.3000	1.26355	.23069	6.8282	7.7718	5.00	9.00
	Total	150	5.9467	2.37376	.19382	5.5637	6.3297	1.00	9.00
วันที่ 10	1	30	7.3667	1.06620	.19466	6.9685	7.7648	4.00	9.00
	2	30	1.6000	.49827	.09097	1.4139	1.7861	1.00	2.00
	3	30	7.0000	.90972	.16609	6.6603	7.3397	5.00	9.00
	4	30	7.1000	.88474	.16153	6.7696	7.4304	6.00	9.00
	5	30	7.8333	.98553	.17993	7.4653	8.2013	6.00	9.00
	Total	150	6.1800	2.47693	.20224	5.7804	6.5796	1.00	9.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
วันที่ 0	Between Groups	647.507	4	161.877	113.465	.000
	Within Groups	206.867	145	1.427		
	Total	854.373	149			
วันที่ 5	Between Groups	673.507	4	168.377	147.017	.000
	Within Groups	166.067	145	1.145		
	Total	839.573	149			
วันที่ 10	Between Groups	799.107	4	199.777	251.819	.000
	Within Groups	115.033	145	.793		
	Total	914.140	149			

วันที่ 0

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	30	1.6000	
1	30		6.6333
4	30		6.6333
3	30		6.9333
5	30		6.9333
Sig.		1.000	.383

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 5

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	30	1.7333		
4	30		6.7000	
3	30		6.8000	6.8000
1	30		7.2000	7.2000
5	30			7.3000
Sig.		1.000	.089	.089

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วันที่ 10

Duncan[a]

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	30	1.6000		
3	30		7.0000	
4	30		7.1000	
1	30		7.3667	
5	30			7.8333
Sig.		1.000	.135	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้