การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง (มะม่วงหาวมะนาวโห่)
Product Development of Karanda Yogurt

ฤดี คล่องวิถี
Ruedee Klongwithee
ชนิดา ตุ้มแสงทอง
Chanida Tumsangthong

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2561

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง (มะม่วงหาวมะนาวโห่)
Product Development of Karanda Yogurt

ฤดี คล่องวิถี
Ruedee Klongwithee
ชนิดา ตุ้มแสงทอง
Chanida Tumsangthong

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ใบอนุมัติโครงงานพิเศษ

ชื่อโครงงานพิเศษ การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง (มะม่วงหาวมะนาวโห่)
ชื่อ นามสกุล ฤดี คล่องวิถี
ชนิดา ตุ้มแสงทอง
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
ปีการศึกษา 2561
อาจารย์ที่ปรึกษา น้อมจิตต์ สุธีบุตร

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงงานพิเศษฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ นพพร สกุลยืนยงสุขพ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ธนภพ โสตรโยม)

..... กรรมการ
(อาจารย์ น้อมจิตต์ สุธีบุตร)

โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

....
(อาจารย์ดวงกมล ตั้งสถิตพร) (อาจารย์ปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล)
หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
วันที่ ...๒..... เดือน ...เม.ย..... พ.ศ. .....๒๕๖๒..... วันที่ .....๒... เดือน เม.ย..... พ.ศ..๒๕๖๒...

ชื่อโครงงานพิเศษ การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง (มะม่วงหาวมะนาวโห่)
ชื่อ นามสกุล ฤดี คล่องวิถี
ชนิดา ตุ้มแสงทอง
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรในการทำโยเกิร์ตลูกหนามแดง (มะม่วงหาวมะนาวโห่) และเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ของลุกหนามแดง โดยศึกษาสูตรพื้นฐานโยเกิร์ตชนิดคงตัว ศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดงที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตชนิดคงตัวแบบซันเดย์ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตลูกหนามแดงแบบซันเดย์ที่อุณหภูมิแบบแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส จากผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานโยเกิร์ตชนิดคงตัว พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบชอบโยเกิร์ตชนิดคงตัวซึ่งเตรียมจากนมสดพาสเจอร์ไรส์ ร้อยละ 82 นมผงขาดมันเนยร้อยละ 9 น้ำตาลทรายร้อยละ 4.5 และโยเกิร์ตรสธรรมชาติร้อยละ 4.5 ต่อมาจึงนำโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานนี้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงแบบซันเดย์ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิม พบว่าการใช้แยมลูกหนามแดง ร้อยละ 15 ของปริมาณส่วนผสมโยเกิร์ตทั้งหมดได้รับคะแนนความชอบมากกว่าปริมาณแยมร้อยละ 10 และร้อยละ 20 องค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ตลูกหนามแดงแบบซันเดย์มีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและเส้นใย ร้อยละ 7.17 1.56 67.94 และ 1.60 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาโยเกิร์ตลูกหนามแดงไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส โยเกิร์ตลูกหนามแดงแบบซันเดย์ยังคงลักษณะที่ดีของโยเกิร์ตชนิดคงตัว ในวันที่ 18 ของการเก็บรักษา พบน้ำซึมแยกตัวออกมาเล็กน้อย แต่ผิวหน้าโยเกิร์ตแห้งมากขึ้น มีค่าพีเอช 3.65 มีปริมาณกรดแลกติกร้อยละ 0.92 ปริมาณของ แอนโทไซยานินมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และคุณภาพทางจุลินทรีย์ยังคงมีปริมาณของแบคทีเรียแลกติกตามเกณฑ์มาตรฐานของโยเกิร์ตชนิดที่ยังมีเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิต

คำสำคัญ : ลูกหนามแดง , โยเกิร์ต , แยม, แอนโทไซยานิน

Special project Product Development of Karanda Yogurt

Authors Ruedee Klongwithee and Chanida Tumsangthong

Degree Bachelor of Science

Major Program Food Science and Technology Home Economics Technolog

Academic year 2018

ABSTRACT

The development of Karanda Sundae-style set yogurt has the objectives to develop a formula for making Karanda yogurt and as a guide to the use of Karanda. To study the base formula of set yogurt and study amount of Karanda jam that is suitable for making Sundae-style yogurt and study the quality changing during yogurt storage at cold temperature (4ºC). From the results of the selection of basic formulas for set yogurt. It was found that the panelists liked yogurt which was prepared from 82 % pasteurized milk, 9% skimmed milk powder, 4.5% sugar and 4.5% plain yogurt. Next, this selected yogurt recipe was developed to be a product of sundae-style set yogurt with Karanda jam. From sensory testing, Karanda jam (65% Total soluble solids) at 15% of the total yogurt ingredients received a preference score of more than 10% and 20%. Karanda Sundae-style set yogurt has protein, fat, carbohydrate and fiber content 7.17, 1.56, 67.94 and 1.60%, respectively. When stored at 4 ºC for 18 days, Karanda Sundae-style set yogurt still maintains the good characteristics of set yogurt, found a syneresis of whey and surface of the yogurt is slightly dry. The yogurt has a pH at 3.65, with a lactic acid content of 0.92%, the amount of anthocyanin has changed slightly. And microbial quality still has the number of lactic acid bacteria in accordance with the standard criteria of the type of yogurt that still contains live microorganisms

Keywords : Karanda, Yogurt, Jam, Anthocyanin

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง (มะม่วงหาวมะนาวโห่) เป็นส่วนหนึ่งของโครงงานพิเศษตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต นี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งของ อาจารย์น้อมจิตต์ สุธีบุตร ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ และ อาจารย์ ธนภพ โสตรโยม อาจารย์นพพร สกุลยืนยงสุข กรรมการโครงงานพิเศษ และอาจารย์ทุกๆ ท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำระหว่างการดำเนินงาน

คณะผู้จัดทำโครงงานพิเศษ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ขอบคุณครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและการสนับสนุนเป็นอย่างดี จนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนา และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัย จากงบประมาณในโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

ฤดี คล่องวิถี

ชนิดา ตุ้มแสงทอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
สารบัญแผนภาพ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 โยเกิร์ต	3
2.2 ลูกหนามแดง	13
2.3 แยม	16
2.4 น้ำตาล	18
2.5 แอนโทไซยานิน	20
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	
3.1 วัสดุและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	
3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง	25
3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	25
3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	25
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	
3.2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานโยเกิร์ต 3 สูตรที่ใช้ในการผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต	27
3.2.2 ศึกษากรรมวิธีการทำแยมลูกหนามแดง	32
3.2.3 ศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดงที่จะใช้ทำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแบบซันเดย์	33
3.2.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลง ทางด้านกายภาพ และ จุลินทรีย์ของโยเกิร์ตลูกหนามแดง	35
3.2.5 ศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินของลูกหนามแดง	36
3.2.6 สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง	36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตโยเกิร์ต 38

4.2 ผลการศึกษากรรมวิธีการทำแยมหนามแดง 40

4.3 ผลการศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดงในโยเกิร์ตลูกหนามแดง 41

4.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพและจุลินทรีย์อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง 43

4.5 ผลศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินของลูกหนามแดง 47

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 49

5.2 ข้อเสนอแนะ 50

เอกสารอ้างอิง 51

ภาคผนวก 54

ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐาน 56

ภาคผนวก ข ขั้นตอนกระบวนการผลิต 55

ภาคผนวก ค แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส 64

ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ 66

ภาคผนวก จ การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี 68

ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ 79

ภาคผนวก ช ประกาศกระทรวงสาธารณสุข 83

ภาคผนวก ซ ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง 90

ประวัติผู้ศึกษา 92

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตและนม	11
2.2	มาตรฐานองค์ประกอบของโยเกิร์ต ในประเทศต่าง ๆ	12
2.3	คุณค่าทางโภชนาการของลูกหนามแดงสุก 100 กรัม	16
2.4	Type of anthocyanin separates by R_3 and R_4 groups	22
3.1	ส่วนผสมโยเกิร์ตสูตรพื้นฐาน	27
3.2	ปริมาณส่วนผสมโยเกิร์ตและแยมลูกหนามแดง	34
4.1	คุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานชนิดคงตัวทั้ง 3 สูตร	38
4.2	คะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบคุณภาพทางประสามสัมผัสของโยเกิร์ต สูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร	39
4.3	คุณสมบัติทางกายภาย ทางเคมี ทางจุลินทรีย์ของลูกหนามแดงสดและ แยมลูกหนามแดง	40
4.4	ผลการวัดค่าสีของโยเกิร์ตลูกหมานแดงที่มีการแปรปริมาณแยมลูกหนามแดง 3 ระดับ คือ ร้อยละ10 ร้อยละ 15 ร้อยละ 20	41
4.5	องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง	42
4.6	คะแนนความชอบของโยเกิร์ตลูกหนามแดงที่มีการแปรปริมาณลูกหนามแดง 3 ระดับ คือ ร้อยละ10 ร้อยละ 15 ร้อยละ 20	43
4.7	ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงระหว่างการเก็บรักษา 21 วัน	44
4.8	การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน	45
4.9	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลคติกpH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงร้อยละ 15 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน	46
4.10	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน	47
4.11	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอนโทไซยานินของแยมลูกหนามแดงที่เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน	48

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่	13
2.2	โครงสร้างโมเลกุลของแอนโทไซยานิน	21
2.3	โครงสร้างโมเลกุลของแอนโทไซยานินสีม่วงแดงและสีม่วง-น้ำเงิน	21
ช.1	ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง	91

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนการทำโยเกิร์ตสูตรที่ 1	28
3.2	ขั้นตอนการทำโยเกิร์ตสูตรที่ 2	39
3.3	ขั้นตอนการทำโยเกิร์ตสูตรที่ 3	30
3.4	ขั้นตอนการทำแยมลูกหนามแดง	32
ข.1	ขั้นตอนการทำโยเกิร์ตลูกหนามแดงแบบซันเดย์	63

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โยเกิร์ต เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้รับความนิยมในหลายประเทศ ปัจจุบันโยเกิร์ตนับว่าเป็น อาหารสุขภาพ ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างมาก เช่น ช่วยในการทำงานของระบบย่อยอาหาร และระบบขับถ่าย ลดกรดในกระเพาะอาหาร มีผลให้ระดับโคเลสเตอรอลในเลือดลดลง และถ้าบริโภคอย่างสม่ำเสมอจะช่วยลดการเกิดโรคมะเร็งบริเวณลำไส้ใหญ่หรือบริเวณเนื้อเยื่อกระดูก นอกจากนี้โยเกิร์ตยังมีวิตามินบีอยู่มากที่ทำให้มีภูมิคุ้มกันโรคและช่วยในการสร้างเม็ดเลือดอีกด้วย (วราวุฒิ และรุ่งนภา, 2532) ในการผลิตโยเกิร์ตจัดเป็นนมเปรี้ยว (fermented milk) ชนิดหนึ่ง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก, 2547) ให้ความหมายของนมเปรี้ยวว่า เป็นผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากน้ำนมจากสัตว์ที่นำมาบริโภคได้ หรือส่วนประกอบของน้ำนมที่ผ่านการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคแล้ว หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคหรืออันตราย ทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และอาจปรุงแต่งกลิ่น รส สี หรือเติมวัตถุเจือปนอาหาร สารอาหาร หรือส่วนประกอบอื่นที่มิใช่น้ำนมด้วยก็ได้ ทั้งนี้ให้รวมถึงนมเปรี้ยวที่นำมาผ่านการฆ่าเชื้อซึ่งการแช่แข็ง หรือ การทำให้แห้งด้วยการผลิตโยเกิร์ตนั้นจะเป็นการหมักน้ำนมด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่มีการผลิตกรดแลคติก (*Lactic Acid Bacteria : LAB*) ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเปรี้ยว ซึ่ง pH ที่ลดลงนี้จะทำให้โปรตีนเสียสภาพ (denature) และจับตัวตกตะกอน (curd) ทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะข้น โดยทั่วไปโยเกิร์ตที่ผลิตขายมี 2 แบบคือ โยเกิร์ตชนิดกวน (stirred yogurt) และโยเกิร์ตชนิดคงตัว (set yogurt)

ซึ่งแบคทีเรียที่ใช้ในกระบวนการผลิตเป็นเชื้อชนิดเดียวกัน แต่มีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันทำให้ลักษณะของโยเกิร์ตที่ได้มีลักษณะแตกต่างกัน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) จะเรียกโยเกิร์ตที่ผ่านการปรุงแต่งกลิ่น รส สี หรือเติมผลไม้ลงไปว่า โยเกิร์ตปรุงแต่ง (flavoured yogurt) ทั้งนี้มีการเติมผลไม้ที่ผ่านการแปรรูปในลักษณะของแยมผลไม้ ทั้งโยเกิร์ตและโยเกิร์ตปรุงแต่งจะต้องมีจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักที่มีชีวิตคงเหลืออยู่ โดยโยเกิร์ตชนิดคงตัว เป็นโยเกิร์ตชนิดที่เกิดกระบวนการหมักในบรรจุภัณฑ์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

ในปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มให้ความสำคัญกับสุขภาพ มีแนวโน้มที่จะบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพและผลิตภัณฑ์อาหารเสริมมากขึ้น มะนาวโห่เป็นผลไม้ประเภทเบอร์รี่สามารถนำมาแปรรูปได้หลายอย่าง เช่น ดอง เยลลี่ แยม และน้ำผลไม้เข้มข้น เป็นต้น รวมทั้งมะนาวโห่ยังเป็นผลไม้พื้นบ้านของไทยที่ผู้บริโภคเริ่มรู้จักและมีความต้องการมากขึ้น เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากมาย (จุฑามาศ และคณะ, 2556) นอกจากนี้ผลสุกของมะนาวโห่มีสีเข้มมากจนถึงดำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงโดย จัดเป็นแหล่งของแอนโทไซยานินที่สำคัญซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มของรงควัตถุที่มีศักยภาพในการป้องกันโรคไม่ติดต่อ

เรื้อรัง (สกุลกานต์ และคณะ, 2556) และมีสรรพคุณใช้ในการรักษาโรค เช่น อาการท้องเสีย ถ่ายพยาธิ และโรคผิวหนัง เป็นต้น (สกุลกานต์, 2559) อีกทั้งยังพบว่าผลมะนาวโห่ มีสารกลุ่มแอนโทไซยานินในปริมาณมาก คือ cyanidin-3-O-rhamnoside, pelargonidin-3-Oglucoside และ cyanidin-3-O-glucoside รวมทั้งยัง มีธาตุเหล็ก วิตามินซี และเพคตินจำนวนมาก ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพคือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและต้านการเกิดมะเร็ง (Kamlesh, 2010) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า สารสกัดจากมะนาวโห่มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราได้หลายชนิด เช่น *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis*, *Aspergillus niger* และ *Candida albicans* เป็นต้น (Agarwal et al., 2012) นอกจากนี้สารสกัดผลมะนาวโห่มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียทั้งแกรมบวก คือ *S. aureus* และแกรมลบ คือ *E. coli, S. typhimurium, V. cholerae* และ *K. pneumoniae* (จันทนา, 2558)

ด้วยคุณประโยชน์ของโยเกิร์ตผู้ทดลองได้เล็งเห็นความสำคัญของสุขภาพของผู้บริโภค จึงได้มีแนวคิดมีการนำแยมลูกหนามแดง มาผสมในโยเกิร์ตซันเดย์เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางสารอาหารให้กับผู้บริโภค และทั้งยังเป็นทางเลือกในการบริโภคลูกหนามแดง ให้บริโภคได้ง่ายมากขึ้น เป็นอีกทางเลือกแก่ผู้ที่ใส่ใจในเรื่องสุขภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรและกรรมวิธีในการทำโยเกิร์ตชนิดคงตัว

1.2.2 เพื่อศึกษากรรมวิธีการทำแยมลูกหนามแดง

1.2.3 เพื่อศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดง ที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตลูกหนามแดง

1.2.4 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง ทางด้านกายภาพและจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตลูกหนามแดง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาการผลิตโยเกิร์ตแบบซันเดย์

1.3.2 ศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดง ที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตรสธรรมชาติพร้อมแยมลูกหนามแดง

1.3.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลง ทางด้านกายภาพและจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตลูกหนามแดง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อเป็นแนวทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่สนใจในสุขภาพและกลุ่มผู้บริโภคที่สนใจในลูกหนามแดง

1.4.2 เพื่อเป็นทางเลือกในการรับประทานลูกหนามแดง ให้รับประทานง่ายยิ่งขึ้น

1.4.3 เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารในโยเกิร์ตให้มากขึ้น

1.4.4 เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ของลูกหนามแดงให้หลากหลาย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โยเกิร์ต

โยเกิร์ตจัดเป็นนมเปรี้ยว (fermented milk) ชนิดหนึ่ง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(มอก.) ให้ความหมายของนมเปรี้ยวว่า เป็นผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากน้ำนมสัตว์ที่นำมาบริโภคได้หรือส่วนประกอบของน้ำนมที่ผ่านการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคแล้ว หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคหรืออันตราย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพอย่างหนึ่ง โดยนอกจากจะได้สารอาหารชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะโปรตีนจากน้ำนมแล้ว ยังได้รับประโยชน์จากแบคทีเรียกรดแลคติก (*lactic acid bacteria*) ที่ใช้ในการหมักอีกด้วย (จิรากร, 2546) หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคหรืออันตราย ทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และอาจปรุงแต่งกลิ่น รส สี หรือเติมวัตถุเจือปนอาหาร สารอาหาร หรือส่วนประกอบอื่นที่มิใช่น้ำนมด้วยก็ได้ ทั้งนี้ให้รวมถึงนมเปรี้ยวที่นำมาผ่านการฆ่าเชื้อ การแช่แข็ง หรือการทำให้แห้งด้วยการผลิตโยเกิร์ตนั้น จะหมักน้ำนมด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดแลคติก ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเปรี้ยว ซึ่ง pH ที่ลดลงนี้จะทำให้โปรตีนเสียสภาพ (denature) และจับตัวตกตะกอน (curd) ทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะข้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

2.1.1 ชนิดของโยเกิร์ต แบ่งชนิดของโยเกิร์ตได้ 2 ชนิด คือ

2.1.1.1 มาตรฐานกฎหมาย (legal Standards) ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่น ปริมาณไขมัน ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (Solid Non Fat,SNF) หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid, TS) ตามมาตรฐานของ FAO/WHO กำหนดให้แบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามปริมาณไขมันดังต่อไปนี้

ก. โยเกิร์ตไขมันสูง มีปริมาณไขมันมากกว่าร้อยละ 3.0

ข. โยเกิร์ตไขมันปานกลาง มีปริมาณไขมันร้อยละ 0.5-3.0

ค. โยเกิร์ตไขมันต่ำ มีปริมาณไขมันน้อยกว่าร้อยละ 0.5 (นฤศันส์, 2540)

2.1.1.2 กรรมวิธีการผลิต โดยสามารแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังต่อไปนี้

ก. โยเกิร์ตชนิดคงตัว (set yogurt) เป็นโยเกิร์ตชนิดที่เกิดกระบวนการหมักในบรรจุภัณฑ์ มีวิธีผลิตดังนี้คือ เติมหัวเชื้อลงในน้ำนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว อาจจะมีการแต่งกลิ่น รสและสีลงในน้ำนมหรือมีการเติมผลไม้ลงที่ด้านล่างของบรรจุภัณฑ์แล้วบรรจุน้ำนมลงไป นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40-

45 องศาเซลเซียส จะเกิดการหมักภายในภาชนะที่บรรจุ ได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะจับตัวเป็นก้อนกึ่งแข็งกึ่งเหลวและผิวหน้าเรียบ ทำให้เย็นเพื่อหยุดกระบวนการหมัก ถ้าบ่มไว้นานจะทำให้โยเกิร์ตมีรสเปรี้ยวมากเกินไป แม้ว่าความเป็นกรดของโยเกิร์ตจะสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ได้ แต่ผลไม้ที่เติมลงไปในโยเกิร์ต ควรเป็นผลไม้เชื่อมหรือผลไม้ที่ผ่านการปรุงแล้วเพราะจะทำให้โยเกิร์ตเก็บไว้ได้นาน ไม่ควรใช้ผลไม้สดเนื่องจากอาจปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ติดมากับผลไม้ซึ่งจะทำให้โยเกิร์ตเน่าเสียได้

ข. โยเกิร์ตชนิดกวน (stirred yogurt) เป็นโยเกิร์ตชนิดที่เกิดกระบวนการหมักในถังหมัก มีวิธีการผลิตคือ เติมหัวเชื้อลงในน้ำนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว หมักในถังหมักจนได้เป็นโยเกิร์ต ทำให้เย็นเพื่อหยุดกระบวนการหมัก มีการคนหรือกวนเพื่อให้เนื้อโยเกิร์ตเข้ากัน อาจจะมีการแต่งกลิ่นรสและสีหรือเติมผลไม้ได้เป็นโยเกิร์ตรสชาติต่าง ๆ ก่อนที่จะเทโยเกิร์ตลงในบรรจุภัณฑ์ โยเกิร์ตที่ได้จะมีผิวหน้าไม่เรียบ (สุนัดดา, 2557)

2.1.1.3 กลิ่นรส (Flavor)

ก. Plain yogurt เป็นโยเกิร์ตรสดั้งเดิม มีรสเปรี้ยวแหลม

ข. Fruit yogurt ได้จากการเติมผลไม้และสารให้ความหวานใน Plain yogurt ซึ่งแบ่งได้อีกคือ แบบซันเดย์ (Sundae) คือใส่ผลไม้ไว้ก้นมีครีมโยเกิร์ตอยู่ด้านบนและแบบสวิส (Swiss) หรือแบบBlu=ended style หรือ French style fruit คือโยเกิร์ตที่เนื้อผลไม้กระจายอยู่ในเนื้อโยเกิร์ต (นฤศันส์, 2540)

2.1.1.4 กระบวนการหลังการหมัก

ภายหลังการหมักเสร็จสิ้นแล้วโยเกิร์ตที่ได้อาจนำไปผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การให้ความร้อน การแช่แข็ง การทำให้เข้มข้น การทำแห้งหรือวิธีอื่น ๆ (จิระเดช, 2552)

2.1.2 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต มีขั้นตอนหลัก ๆ ดังต่อไปนี้

2.1.2.1 การเตรียมส่วนผสมเบื้องต้น เนื่องจากองค์ประกอบของนมที่ได้จากสัตว์ชนิดต่าง ๆ แตกต่างกันเมื่อนำมาผ่านกระบวนการหมักทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เช่น เมื่อไขมันนมปริมาณที่สูงจะทำให้โยเกิร์ตมีความเป็นครีมสูงตามไปด้วย เป็นต้น นอกจากนี้แล้วน้ำตาลแลกโทสที่มีอยู่ในนมจะถูกใช้เป็นแหล่งอาหารของหัวเชื้อโยเกิร์ตส่วนโปรตีนนั้นก็เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการตกตะกอน coagulum ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับความหนืดของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีคุณภาพตามมาตรฐานจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพนมก่อนหมัก ดังนี้

ก. การปรับปริมาณไขมันนม ซึ่งปริมาณไขมันเนยเฉลี่ยในนมจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ3.7-4.2 แต่ปริมาณไขมันในโยเกิร์ตเฉลี่ยจะอยู่ร้อยละ 1.5 สำหรับ Medium fat yogurt หรือเป็นร้อยละ 0.5 สำหรับ Low fat yogurt

ข. การปรับปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (SNF) ได้แก่ น้ำตาลแลกโทส โปรตีนและเกลือแร่ ในน้ำนมที่ใช้ผลิตโยเกิร์ตจะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและกลิ่นรสของโยเกิร์ต

โดยเฉพาะความหนืดของ Coagulum โดยทั่วไปของแข็งในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ถ้ายิ่งสูงผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะมีความหนืดมากขึ้นตามไปด้วย โยเกิร์ตที่มีคุณภาพดีจะได้มาจากนมที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid หรือ TS) เท่ากับร้อยละ 15-17 อย่างไรก็ตามถ้า TS ในของผสมใช้เตรียมโยเกิร์ตสูงกว่าร้อยละ 25 ขึ้นไปจะทำให้ความชื้นลดลงและมีผลทำให้กิจกรรมของเชื้อลดลงด้วย การเพิ่มปริมาณของแข็งอาจกระทำได้โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การให้ความร้อนเพื่อเพิ่มความเข้มข้น การเติมนมผงเคซีอีน Whey powder หรือ Buttermilk powder เป็นต้น

ค. การเติมสารคงตัว วัตถุประสงค์หลักของสารคงตัว (Stabilizers) ในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตเพื่อรักษาลักษณะเฉพาะตัวของโยเกิร์ตให้คงอยู่หรือเพิ่มขึ้น เช่น ลักษณะของเนื้อสัมผัส (Body and Texture) ความหนืด (Visco sity) ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของเจลและช่วยลดปัญหาการแยกชั้นของหางนม (Whey) หรือที่เรียกว่า Syneresis เป็นต้น นอกจากนี้สารคงตัวจะช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ โดยทำให้เจลในน้ำนมมีปริมาณน้ำอิสระสำหรับการเกิด Syneresis ลดลง คุณสมบัติที่ดีของสารคงตัวคือ ไม่มีกลิ่น มีประสิทธิภาพสูงในช่วง pH ต่ำ และกระจายตัวได้ดีในอุณหภูมิที่ใช้ในการหมักนมสำหรับสารเคมีที่นิยมใช้เป็นสารคงตัว เช่น Vegetable gums (Guar carboxymethyl cellulose และ Locust bean gum) Seaweed gum (Alginates และ Carrageenan) และเจลาติน (Guelph University, 2000) สารคงตัวเหล่านี้อาจใช้เพียงชนิดเดียว หรือประกอบผสมหลายตัวซึ่งสารประกอบแบบหลังจะเป็นที่นิยมมากในทางการค้า เนื่องจากสามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตหลายชนิด

ง. การเติมสารให้ความหวาน สารให้ความหวาน หรือเรียกว่า Sweetener การผลิต Fruit และ Flavored yogurt หรือใน Sweet natural yogurt โดยอาศัยการเติมสารให้ความหวานลงไปในโยเกิร์ตหรือเติมผลไม้ที่มีความหวานลงไป ทั้งนี้วัตถุประสงค์หลักในการเติมเพื่อลดความเปรี้ยวในโยเกิร์ต อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดของสารให้ความหวานที่ใช้ ความชอบของผู้บริโภค ชนิดของผลไม้ที่ใช้อาจมีผลยับยั้งกิจกรรมของหัวเชื้อจุลินทรีย์ กฎหมายและอื่น ๆเป็นต้น โดยทั่วไปแล้ว Fruit และ Flavored yogurt อาจมีคาร์โบไฮเดรตสูงถึงร้อยละ 20 ซึ่งได้จากน้ำตาลนมที่เหลือจากการหมัก น้ำตาลผลไม้และน้ำตาลที่เติมเข้าไป ถ้ามีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงเกินไปอาจมีผลยับยั้งการเจริญของหัวเชื้อโยเกิร์ตได้ เนื่องจากผลของ Adverse osmotic ของสารละลายในน้ำและผลของ Water activity ในโยเกิร์ตโดยทั่วไปปริมาณที่เติมลงไปไม่ควรเกินร้อยละ 10 สารให้ความหวานที่ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ ซูโครส ฟรุกโทส กลูโคส Corn syrup Glucose Galactose syrup หรือพวก Sorbitol และ Saccharin เป็นต้น นอกจากนี้อาจมีการเติมสารอื่นลงไปในนมด้วย เช่น สารกันเสียหรือเพนซิลลิเนสที่ใช้ทำลายสภาพของสารปฏิชีวนะเพนิซิลเลียม เพื่อให้เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตมากที่สุด (วราวุฒิ และรุ่งนภา, 2532)

2.1.2.2 การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenization) หลังการปรับส่วนผสมต่าง ๆ

ของนมที่ใช้ในการเตรียมโยเกิร์ตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการแล้วการนำนมที่ปรับคุณภาพแล้วมาผ่านกระบวนการทำให้เย็นเป็นเนื้อเดียวกันจะมีผลต่อคุณภาพของนมในด้านการเป็นอิมัลชัน ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนี้สามารถทำได้โดยให้นมผ่านเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ด้วยความเร็วสูง โดยผ่านช่องเปิดเล็ก ๆ ภายใต้ความดันสูง คือความดันที่ 2,000 -2,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) (Guelph University, 2000) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังจากการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน มีผลทำให้เนื้อสัมผัสที่ได้หลังจากการหมักมีเนื้อเนียนมากขึ้น มีกลิ่นรสที่เป็นครีมและช่วยลดการเกิดครีมที่ผิวหน้าหรือแยกชั้นของหางนม สำหรับการเลือกใช้เครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบ 1 หรือ 2 stage จะขึ้นอยู่กับปริมาณไขมันที่มีในนมที่ปรับองค์ประกอบแล้วโดยทั่วไปโยเกิร์ตจะนิยมใช้เครื่องโฮโมจิไนเซอร์ที่มีเพียง 1 stage ที่อุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส และมีความดันอยู่ระหว่าง 1,500 – 2,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2.1.2.3 การให้ความร้อน (Heat treatment) การให้ความร้อนเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ นอกจากจะเพิ่มความเข้มข้นของนมและยังมีผลต่อของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตดังต่อไปนี้

ก. ทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหรือจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการ ซึ่งความร้อนที่ใช้มักเพียงพอต่อการทำลายเซลล์จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่มีในน้ำนมดิบเท่านั้นแต่สปอร์หรือเอนไซม์ที่ทนต่อความร้อนได้ยังคงมีเหลืออยู่ในนม อย่างไรก็ตามนมที่ผ่านความร้อนแล้วจะเป็นแหล่งเจริญที่ดีของหัวเชื้อโยเกิร์ต

ข. เป็นการกำจัดอากาศที่มีอยู่ในน้ำนม เพื่อทำให้สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อแลกติกมากยิ่งขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการอากาศในปริมาณน้อย

ค. เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีของนม โดยทำให้โปรตีนของน้ำหางนมที่มีอยู่ในนม ซึ่งได้แก่ พวกอัลบูมินและโกลบูลินเกิดการเสียสภาพ (Denature) แล้วตกตะกอนนอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการรวมตัวของโมเลกุลเคซีนอื่น ๆ เกิดเป็นร่างแหในลักษณะ 3 มิติขึ้นมาโดยร่างแหนี้จะจับกับโปรตีนของน้ำหางนมและทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืด

ง. มีความเหมาะสมสำหรับเจริญของหัวเชื้อแลกติก ที่มีกิจกรรมการหมักอยู่ที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง (40 – 45 องสาเซลเซียส)

จ. ทำให้โปรตีนในนมถูกทำลาย (Damage) ให้สารย่อย ๆ ที่มีโมเลกุลเล็กลง (Breakdown products) ซึ่งอาจจะเป็นสารที่เร่งกิจกรรมของหัวเชื้อแลกติก (ปรียา, 2524)

2.1.2.4 กระบวนการหมัก (Fermentation process) นมหนักที่ผ่านการให้ความร้อนจะต้องทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม (Cooling to inoculation temperature) คือ ประมาณ 40 – 45 องศาเซลเซียส แล้วจึงส่งไปยังถังหมักเพื่อทำให้การเติมหัวเชื้อที่จะใช้หมักต่อไปโดยที่หัวเชื้อโยเกิร์ตจะประกอบไปด้วยสายพันธุ์ผสมของ *Lactobacillus bulgaricus* และ เชื้อ *Streptococcus thermophilus* ในอัตราส่วนที่เท่ากัน โดยทั่วไปจะมีการเติมหัวเชื้อประมาณร้อยละ 0.5 -2 หลังจากการถ่ายเชื้อลงแล้วทำการบ่มที่อุณหภูมิ 40 – 45 องศาเซลเซียส นาน 4 – 6 ชั่วโมง หรือที่ 32 องศาเซลเซียส

นาน 12 ชั่วโมง แต่สภาพที่เหมาะสมกับการเจริญของหัวเชื้อพันธุ์ผสมจะหมักที่อุณหภูมิ 40 – 45 องศาเซลเซียส โดยจะหมักจนโยเกิร์ตมีค่าความเป็นกรด -ด่าง 4.2 – 4.4 หรือปริมาณกรด ร้อยละ 0.9

ขั้นตอนการหมักเกิดขึ้นได้ใน 2 ลักษณะคือ ในการผลิต Set yogurt จะเกิดการหมักในภาชนะบรรจุขายปลีกหรือกรณีของ Stirred yogurt จะเกิดการหมักขึ้นในถังหมักขนาดใหญ่ จนกระทั่งการหมักเกิดขึ้นสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปบรรจุเพื่อส่งไปจำหน่ายต่อไปแต่อย่างไรก็ตามไม่ว่าลักษณะการผลิตโยเกิร์ตจะเป็นเช่นไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของเจล coagulum จะมีลักษณะเหมือนกันจะแตกต่างกันเพียงการไหล (Rheological-property) ของ coagulum ซึ่งลักษณะที่ได้จากเนื้อโยเกิร์ตที่ได้จาก Set yogurt จะไม่ถูกรบกวน เจลที่ได้จึงเป็นมวลของแข็งกึ่งเหลวตลอด ที่ภาชนะบรรจุในขณะที่ Stirred yogurt จะเป็นเจลลักษณะแตกออกจากกัน เมื่อสิ้นสุดการหมักก่อนที่จะทำให้เย็นการเกิดเจลของโยเกิร์ตเป็นผลเนื่องจากปฏิกิริยายาทางชีวเคมีและกายภาพในนมมีขั้นตอนดังนี้

ก. หัวเชื้อโยเกิร์ตใช้น้ำตาลแลกโทสในนมเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญและทำการหมักให้เกิดกรดแลกติกและสารประกอบอื่น ๆ ออกมา

ข. กรดแลกติกที่สร้างขึ้นมาเรื่อย ๆ นี้ จะสลายสภาพความคงตัวของอนุภาคเคซีน (Casein micella) และทำให้สารประกอบเชิงซ้อนของโปรตีนในน้ำหางนมสูญเสียสภาพธรรมชาติไปด้วย

ค. เกิดการรวมตัวของ Casein micella หรือ micelles ย่อย ๆ เข้าด้วยกันและเกิดการตกตะกอนบางส่วนที่ออกมาในขณะที่มีค่า pH ใกล้จุดไอโซอิเล็กทริก (Isoelectic point) คือค่าpH 4.6 – 4.7

ง. เกิดปฏิกิริยายาระหว่างแอลฟา-แลคตาบูลิน/บีตา-แลกโตโกลบูลิน ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีอยู่ในหางนมกับเควีนทำให้เกิด Casein micella ที่มีความคงตัวมากขึ้น ดังนั้น ร่างแหของเจลที่ประกอบด้วยโครงสร้างที่แน่นอนนี้ สามารถจับกับองค์ประกอบอื่น ๆที่มีอยู่ในส่วนผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตทั้งน้ำที่มีอยู่ในโครงสร้างดังกล่าวด้วย

2.1.2.5 การทำให้เย็น (Cooling) การผลิตโยเกิร์ตเป็นกระบวนการทางชีวภาพ การทำให้เย็นจึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในกระบวนการควบคุมกิจกรรมของหัวเชื้อและเอนไซม์ การให้ความเย็นแก่ coagulum จะเริ่มต้นแต่ผลิตภัณฑ์มีระดับความเป็นกรด-ด่างที่ต้องการคือประมาณที่ pH 4.4 หรือความเข้มของกรดแลกติกประมาณร้อยละ 0.9 แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดของโยเกิร์ตที่ผลิตวิธีการให้ความเย็นและประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน จุดประสงค์ของการทำให้ coagulum เย็นตัวลงจากที่อุณหภูมิ 30 - 45 องศาเซลเซียส ให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส (ดีที่สุดคือประมาณ 5 องศาเซลเซียส) ทันทีเพื่อควบคุมระดับความเป็นกรดสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เนื่องจากที่อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งการทำงานของหัวเชื้อโยเกิร์ตได้ (วันเพ็ญ, 2556)

2.1.2.6 การเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่น รส และสี (Addition flavoring/Coloring ingredients) เพื่อเพิ่มความนิยมให้แก่ผู้บริโภคขึ้นอยู่กับชนิดของโยเกิร์ตที่ต้องการสารที่ใช้เติมเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว ในอุตสาหกรรมการผลิตโยเกิร์ต ได้แก่ ผลไม้ สารให้กลิ่น สี และสารประกอบอื่น ๆ เช่น น้ำผึ้ง ถั่วต่าง ๆ มะเขือเทศ และกาแฟ เป็นต้น ในอุตสาหกรรมนิยมให้โยเกิร์ตเย็นลงที่อุณหภูมิ 15-20 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำไปผสมกับผลไม้หรือกลิ่นรส จากนั้นจึงบรรจุไว้ในห้องเย็นเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป อย่างไรก็ตาม แม้ว่ากรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตจะมีผลต่อคุณภาพโยเกิร์ต แต่ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกันก็คือจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต

2.1.3 จุลินทรีย์ในโยเกิร์ต

จุลินทรีย์ที่นิยมใช้ในการหมักโยเกิร์ตได้แก่ *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* เป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในเกือบทุกประเทศ และอาจมีการใช้เชื้อ ยีสต์ เป็นเชื้อหมักร่วมในผลิตภัณฑ์บางประเภทเพื่อช่วยในด้านคุณภาพ ความคงตัว และคุณค่าทางด้านโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่ดี

2.1.3.1 ลักษณะการเจริญของจุลินทรีย์ในระหว่างการหมักโยเกิร์ต การเจริญของจุลินทรีย์ในหัว เชื้อโยเกิร์ตมีลักษณะการเจริญที่พึ่งพากัน คือที่อุณหภูมิการหมัก 40 องศาเซลเซียส
เชื้อ *Streptococcus* จะเจริญได้ดีและสร้างไดอะซิติล (diacetyl) และสารประกอบที่คล้ายกัน ซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสของโยเกิร์ต นอกจากนั้นเชื้อ *Streptococcus* ยังช่วยกำจัดออกซิเจน ออกจากนม ซึ่งหากเหลืออยู่อาจก่อให้เกิดไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ซึ้งจะไปยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตได้ การเจริญของเชื้อ *Streptococcus* จะดำเนินต่อไปจนกระทั้ง pH เท่ากับ 5.5 จะผลิตสารอาหารที่เหมาะสำหรับการเจริญของเชื้อ *Lactobacillus* เช่น กรดอะมิโน และ กรดฟอร์มิก เป็นต้น ไปช่วยในการเจริญของเชื้อ *Lactobacillus* ให้เจริญต่อจาก *Streptococcus* ในช่วงหลังของการผลิตโยเกิร์ต เชื้อ *Lactobacillus* มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตที่ 45 องศาเซลเซียส และให้ปริมาณกรดแลกติกในปริมาณที่มากพอทีจะสร้างอะซิตัสดิไฮด์ (acetaldehyde) ซึ่งให้กลิ่นรสเฉพาะตัวของโยเกิร์ตได้ โยเกิร์ตที่มีกลิ่นรสดีจะมีปริมาณของอะซิตัลดิไฮด์ เท่ากับ 23 – 41 ส่วนในล้านส่วน คิดเป็นร้อยละ 90 ของสารประกอบที่ให้กลิ่น (volatile flavour compound) ทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตาม เชื้อ *Streptococcus* ก็สามารถสร้างสารให้กลิ่นรสพวกอะซิตัลดิไฮด์ ได้เช่น กัน แต่ปริมาณที่ได้จากเชื้อ *Streptococcus* จะน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อ *Lactobacillus*

2.1.3.2 *Lactobacillus* sp. บักเตรีชนิดนี้มีลักษณะเป็นท่อนยาว อาจเป็นเซลล์เดียวหรือติดกัน เป็นสาย เป็นพวกที่เตบิโตได้ในทีมีออกซิเจนน้อยหรือในที่ที่ไม่มีออกซิเจน ไม่ผลิตเอนไซม์คะตะเลส ติดสีแกรมบวก สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดแลคติก อาจเป็นพวกโฮโมเฟอร์เมนเตทีฟ (homofermentative) ซึ่งสามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดแลคติกถึงร้อยละ 80 ทีเหลือเป็นสารอื่น ๆ อีกปริมาณเล็กน้อย เช่น กรดอะซิติก คาร์บอนไดออกไซด์ และสารอื่น ๆ ตัวอย่างเชื้อในกลุ่มนี้ ได้แก่

Lactobacillus bulgaricus, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, และ *Lactobacillus thermopilus* เป็นต้น หรือพวก เฮทเธอโร เฟอร์เมนเตทีฟ (heterofermentative) ซึ่ง สามารถเปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดแลคติกได้น้อยกว่าร้อยละ 50 ที่เหลือเป็นพวกแอลกอฮอล์และสารอื่น ๆ ตัวอย่างเชื้อในกลุ่มนี้เช่น *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneri* และ *Lactobacillus trichodes* เป็นต้น *Lactobacillus* บางชนิดทนอุณหภูมิสูงได้ ทำให้สามารถทนอยู่หลังจากการพาสเจอร์ไรซ์ หรือการให้ความร้อนแบบอื่น ๆ *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* คุณลักษณะของเชื้อนี้มีดังนี้คือ มีลักษณะเป็นรูปท่อนผอมๆ มีขนาดปานกลางจนถึงขนาดยาว ในบางครั้งอาจพบลักษณะโค้งงอบ้างเซลล์เมื่อแบ่งตัวแล้วจะเกาะกันเป็นสายหรือเป็นคู่ ๆ พบได้ในนมแต่แหล่งที่แท้จริงจะมาจากสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตนมแล้วปนเปื้อนเข้าสู่นมในภายหลังเชื้อชนิดนี้สามารถแยกได้จากโยเกิร์ตและเนยแข็งบางชนิดการเตรียมหัวเชื้อเพื่อใช้ในการหมักนมทำได้โดยการเติมเชื้อลงไปในนมพร่องมันเนยที่ผ่านความร้อนมาพอสมควร ในนมพร่องมันเนยที่คืนรูปหรือในเวย์ ค่อนข้างทนต่อความร้อนอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญประมาณ 45 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสร้างกรดประมาณ 43-46 องศาเซลเซียส บักเตรีชนิดนี้หลายสายพันธ์สามารถ สร้างพอลิแซคคาไรด์ที่มีลักษณะเป็นเส้นสายเล็ก ๆ สายพอลิแซคคาไรด์เหล่านี้จะยืดตัวออกไป ยังกลุ่มก้อนของตะกอนโปรตีนทำให้โยเกิร์ตมีลักษณะเนื้อเนียนและแน่น *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* มีกิจกรรมในการย่อยสลายโปรตีนมากกว่า *Streptococcus thermophilus* โดยจะไปทำการปล่อยกรดอะมิโนอิสระออกมามากมายซึ่งไปกระตุ้นการเจริญ ของ *Streptococcus thermophilus* อีกทีหนึ่งปริมาณกรดอะมิโนที่ปลดปล่อยออกมานั้นมีมากเกินกว่าที่ *Streptococcus thermophilus* ต้องการในการเจริญ ดั่งนั้นโยเกิร์ตสุดท้ายจึงมี ปริมาณของกรดอะมิโนอิสระเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังมีกรดกลูตามิกในปริมาณมาก ด้วยเช่นกัน

2.1.3.3 *Streptococcus sp.* เซลล์ของบักเตรีนี้มีลักษณะกลมอาจเป็นเซลล์เดียว สองเซลล์ หรือหลายเซลล์ ติดกันเป็นสาย ลักษณะการเรียงตัวของเซลล์อาจขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพวะการเติบโตโดยบักเตรี ชนิดนี้เป็นโอโมเฟอร์เมนเตทีฟ ความสำคัญของบักเตรีชนิดนี้ในอาหารคืออาจพบหลงเหลืออยู่ในน้ำนมได้หลังจากผ่านกานพาสเจอร์ไรส์ เพราะเป็นบักเตรีพวกทนอุณหภูมิสูงและเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิกว้างประมาณ 5-50 องศาเซลเซียส อีกทั้งยังสามารถทนเกลือได้ถึงร้อยละ 6.5 หรือสูงกว่าและเติบโตดีที่ pH เท่ากับ 9.6 – *Streptococcus thermophiles* เป็นบักเตรีที่พบอยู่ทั่วไปในผลิตภัณฑ์จากนม โดยพาะในโยเกิร์ตในเนยแข็งหลายชนิดและในสิ่งแวดล้อมที่มีการผลิตภัณฑ์เหล่านี้โดยรูปร่างลักษณะจะเป็นทรงกลมเกาะกันเป็นคู่ ๆ หรือเป็นสายยาว และชอบเจริญในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงถึง 49 องศาเซลเซียส และทนความร้อนได้สูงมากดังนั้น จึงสามารถทนอุณหภูมิได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีซึ่ง แตกต่างจากบักเตรีในกลุ่ม *Streptococcus* ชนิดอื่น ๆที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าสามารถสร้างกรดได้มากพอที่ทำให้นมตกตะกอนได้แต่ความสามารถในการทำให้นมเป็นกรดนั้นยังต่ำกว่า

บักเตรีกรดแลกติกชนิดอื่น เช่น *Lactobacillus* พอสมควร *Streptococcus* บางสายพันธุ์สามารถสร้างแคปซูล และเมือกทำให้มีส่วนทำให้โยเกิร์ตมีเนื้อเรียบและมีความหนืดเพิ่มขึ้นซึ่งจะช่วยให้ชิ้นผลไม้ที่เติมลงไปทำให้สามารุกระจายตัวได้ดีขึ้น โดนเฉพาะเมือกจะเป็นตัวช่วยทำให้โยเกิร์ตยังคงตัวของก้อนตะกอนโปรตีนในน้ำนมระหว่างกระบวนการการหมักในช่วงที่สองหรือในระว่างการเก็บรักษาได้ (วราวุฒิ และ รุ่งนภา, 2532)

2.1.4 คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ต

โยเกิร์ตเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงโดยมีกรดอะมิโนจำเป็น(Essential amino acid) สารอาหารอื่น ๆ ที่จำเป็นแก่ร่างกายอีกมากมายและให้พลังงานต่ำมาก ดังนั้น จึงเหมาะที่จะเป็นอาหารสำหรับลดน้ำหนัก

2.1.4.1 โปรตีนในโยเกิร์ต โปรตีนในโยเกิร์ตถือว่ามีคุณภาพสูง คือ เป็นโปรตีนที่สามารถย่อยสลายดูดซึม และนำไปใช้ได้ง่ายในโยเกิร์ตไม่เพียงแต่จะมีปริมาณกรดอะมิโนสูงนั้น แต่ยังมีประโยชน์ในแง่ช่วยเสริมคุณค่าทางอาหารให้กับอาหารที่โปรตีนคุณภาพต่ำอีกด้วย ตัวอย่างเช่น โยเกิร์ตจะมี Lysineซึ่งในธัญพืชไม่มี ถ้าบริโภคโยเกิร์ตพร้อมธัญพืชพร้อม ๆ กัน จะได้โปรตีนทั้งสองแหล่งเสริมซึ่งกันและกัน โยเกิร์ตมีองค์ประกอบเหมือนกับนมที่ใช้ผลิต แต่การเพิ่มหรือลดของกรดอะมิโนบางชนิดเล็กน้อย อาจมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีน และมีการเปลี่ยนแปลงความยาวของโปรตีนหลังการบ่มเชื้อแล้วโดยความยาวของโปรตีนจะสั้นลงทำให้ร่างกายสามารถย่อยสลายได้ง่ายขึ้น

2.1.4.2 แคลเซียมในโยเกิร์ต โยเกิร์ตมีปริมาณแคลเซียมสูงเมื่อเทียบกับปริมาณแคลอรี ในโยเกิร์ตไขมันจะให้แคลเซียมมากกว่าร้อยละ 50 ของพลังงานที่ร่างกายควรได้รับทั้งหมด(RDA) และจะให้พลังงาน 160 แคลอรี หรือ ประมาณร้อยละ 50 ของหลังงานที่ร่างกายควรได้รับทั้งหมด

2.1.4.3 วิตามินบีคอมแพล็กซ์ โดยทั่วไปในโยเกิร์ตจะมีปริมาณวิตามินพอๆกับในนม ยกเว้นวิตามินบี โดยโยเกิร์ตจะไม่มีวิตามินบีคอมเพล็กซ์ เพราะได้มีการสูญเสียบีคอมเพล็กซ์โดยจะมีการสูญเสียวิตามินบี 12 หลังจาการหมักร้อยละ 10 การลดลงมักจะเกิดในชั่วโมงที่ 2 ของการหมัก Foric acid Pentothenic Biotin และวิตามินบี 12 จะมีปริมาณลดลงแสดงว่า จุลินทรีย์ใช้วิตามินพวกนี้ในการเจริญ ส่วน Niacin มีปริมาณคงเดิม (นฤศันส์, 2540) ให้ระบบทางเดินอาหารเป็นปกติ และโยเกิร์ตที่ทำจากพร่องมันเนยยังจะให้พลังงานต่ำ เหมาะสำหรับผู้ที่ควบคุมน้ำหนักนอกจากนี้ โยเกิร์ตจะมีประโยชน์สำหรับผู้ที่ท้องผูกและท้องอืดประจำ ส่วนโยเกิร์ตที่ไม่มีจุลินทรีย์ แต่ใช้กรดแลกติกเพื่อให้กรดรสเปรี้ยว มีข้อดีคือเก็บไว้ได้นานถึง 6 เดือน โดยไม่ต้องแช่เย็นในขณะที่โยเกิร์ตมีเชื้อจุลินทรีย์ต้องเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเก็บไว้ได้นาน 7-14 วัน (จิราภรณ์, 2541)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตและนม

Constituent	Milk			yogurt	
(Unit / 100 g)	Whole	Skim	Full fat	Low fat	Fruit
Calories	67.5	36	72	64	98
Protein (g)	3.5	3.3	3.9	4.5	5
Fat (g)	4.25	0.13	3.4	1.6	1.25
Carbohydrate (g)	4.75	2.1	4.9	6.5	18.6
Calcium (mg)	119	121	145	150	176
Phosphorus (mg)	94	95	114	18	153
Sodium (mg)	50	52	47	51	-
Potassium (mg)	152	145	186	192	254

ที่มา : นฤศันส์ (2540)

2.1.5 ประโยชน์ของโยเกิร์ต

2.1.5.1 เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (ใกล้เคียงกับนม)

2.1.5.2 ให้พลังงานน้อยเนื่องจากน้ำตาลแลกโทส ถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดแลกติก

2.1.5.3 โปรตีนในโยเกิร์ตย่อยได้ง่ายกว่ากรดในนมสด

2.1.5.4 กรดแลคติกในโยเกิร์ตช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค โดยพาะไทฟอยด์และพาราไทฟรอยด์ได้ นอจากนี้กรดแลคติกยังช่วยในการย่อยและดูดซึมสารอาหารต่าง ๆเช่น แคลเซียม เหล็กและโปรตีนเข้าสู่ ร่างกายได้ดีขึ้น

2.1.5.5 ช่วยลดการทำลาย Histamine ที่ทำให้เกิดอาการแพ้ต่าง ๆ

2.1.5.6 ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด

2.1.5.7 โยเกิร์ตเป็นอาหารควบคุมน้ำหนักและช่วยบำรุงสุขภาพ

2.1.5.8 มีประโยชน์สำหรับผู้ไม่สามารถดื่มนมได้ เนื่องจากคนประเภทนี้ไม่มีน้ำย่อยเอนไซม์แลกเทสมาย่อยน้ำตาลแลกโทสในนม ถ้าดื่มเข้าไปจะทำให้เกิดอาการท้องอืด ท้องเสียแต่จะสามารถรับประทานโยเกิร์ตได้เพราะน้ำตาลแลกโทสจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลกติกโดยจุลินทรีย์แล้ว(นฤศันส์, 2540)

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานองค์ประกอบของโยเกิร์ต ในประเทศต่าง ๆ

องค์ประกอบ	อังกฤษ	เยอรมัน	สหรัฐอเมริกา	ออสเตรเลีย
ของแข็งปราศจากไขมัน	อย่างน้อยที่สุดร้อยละ 8.5	-	ร้อยละ 8.25	อย่างน้อยที่สุดร้อยละ 8.5
ปริมาณโปรตีน	อย่างน้อยที่สุดร้อยละ 3	-	-	-
ความเป็นกรด	-	-	อย่างน้อยที่สุดร้อยละ 9	ต่าความเป็นกรด - ด่าง สูงสุด
ปริมาณผลไม้	อย่างน้อยที่สุดร้อยละ5.0	-	-	อย่างน้อยร้อยละ 5.0 (ผลไม้)
หัวเชื้อ	*L. bulgaricus* และ *Lactic Bacteria* อื่น ๆ	*S.thermophilus L.bulgaricus*	*S.thermophilus L.bulgaricus*	*S.thermophilus L.bulgaricus* และ *Lactic Bacteria*

ที่มา : นฤศันส์ (2540)

2.1.6 มาตรฐานของโยเกิร์ต ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เช่นปริมาณของไขมัน ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (Solid Non Fat, SNF) หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid, TS) ตามมาตรฐานของ FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) / WHO (World Health Organization) กำหนดให้แบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามปริมาณไขมันดังต่อไปนี้

ก. โยเกิร์ตไขมันสูง (Full Fat Yogurt) มีปริมาณไขมันมากกว่าร้อยละ 3.0

ข. โยเกิร์ตไขมันปานกลาง (Medium Fat Yogurt) มีปริมาณไขมันร้อยละ 0.5 - 3.0

ค. โยเกิร์ตไขมันต่ำ (Low Fat Yogurt) มีปริมาณไขมันน้อยกว่าร้อยละ 0.5

คุณภาพของโยเกิร์ตควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

ก. จะต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก

ข. ไม่มีเชื้อแบคทีเรียชนิด Escherichai coli ในอาหาร 0.1 กรัม

ค. ไม่ใช้วัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล ไม่ใช้วัตถุกันเสีย

ง. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและไม่มีสารพิษที่จากจุลินทรีย์ในปริมาณ ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (จิราภรณ์, 2541)

2.1.6 การเสื่อมเสียของโยเกิร์ต

แม้ว่าปริมาณกรดที่อยู่ในโยเกิร์ตจะสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หลายชนิด โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ย่อยโปรตีน แต่โยเกิร์ตอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต้องการ มีลักษณะไม่ดีเสียได้

ปกติโยเกิร์ตจะมีอายุการเก็บประมาณ 10 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นปริมาณกรดในโยเกิร์ตจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของหัวเชื้อมีอยู่ในโยเกิร์ต แม้ว่ากิจกรรมของหัวเชื้อดังกล่าวจะต่ำมากก็ตาม (วราวุฒิ และรุ่งนภา, 2532)

2.2 ลูกหนามแดง หรือ มะม่วงหาวมะนาวโห่

ภาพที่ 2.1 ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

2.2.1 ข้อมูลทั่วไป

มะนาวโห่ (Carissa carandas Linn.) อยู่ในวงศ์ Apocynaceae มีชื่อสามัญคือ Karandas, Caranda, Christ's thorn และมีชื่อเรียก อื่น ๆ อีกหลายชื่อ เช่น มะนาวไม่รู้โห่ (ภาคกลาง), มะนาวโห่ (ภาคใต้), หนามขี้แฮด (เชียงใหม่) และหนามแดง (กรุงเทพ) เป็นต้น มะนาวโห่ จัดเป็นไม้พุ่มสูงประมาณ 2-3 เมตร เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลเข้ม ล าต้นมีหนามแหลม (วชิราภรณ์ และคณะ, 2556) ใบเป็นใบเดี่ยว ดอกออกเป็น ช่อ ดอกย่อยสีขาว กลีบดอกมี 5 กลีบ ก้านชูดอกสีแดงเข้ม ผลเป็นรูปทรงกลมรี ผิวเรียบ ผลอ่อนสีขาวพอแก่เป็นสีชมพูจนเป็นสีแดงเข้มจนเกือบดำ เมล็ดแบนมี 6 เมล็ด(Maheshwari *et al*., 2012) เนื่องด้วยผลสุกของมะม่วงไม่รู้โห่มีสีเข้มมากจนถึงดำจึงจัดเป็นแหล่งของแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ที่สำคัญ และจากรายงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์พบว่าแอนโทไซยานินเป็นหนึ่งในกลุ่มของรงควัตถุ ที่มีศักยภาพในการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้ ซึ่งปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มรู้จัก และต้องการผลมะม่วงไม่รู้โห่มากขึ้น เพราะทางวิชาการระบุว่ามีประโยชน์ต่อร่างกาย มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากตามไปด้วยและเป็นตัวช่วย ป้องกันการเกิดโรคหลายโรค และในมะม่วงไม่รู้โห่อาจจะมี ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าในผักและผลไม้ตามท้องตลาดทั่วไปอีกด้วย การศึกษาเบื้องต้นพบว่า สารสกัดของมะม่วงไม่รู้โห่ยังประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ เช่น สารโฟลีฟีนอลิก (polyphenolic) ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ฟลาวาโนน (flavanone) วิตามิน ซีอัลคาลอยด์(alkaloid) ซาโปนิน (saponin) และ แทนนิน (tannins) ซึ่งสารเหล่านี้นอกจากจะมีความ สามารถในการต้านอนุมูลอิสระแล้ว ยังมีความสามารถ ในการป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน (antidiabetic) และป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง (anticancer) (สกุลกานต์ และ

คณะ, 2556; Kubola *et al*., 2011; Itankar *et al*., 2011; Gupta et al., 2014) จึงมีการนำผลมะม่วงหาว มะนาวโห่มาใช้เป็นยาสมุนไพรพื้นบ้านและ แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เช่น ดอง แช่อิ่ม แยม เยลลี่และ เครื่องดื่ม เป็นต้น และนอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกร้อยละ 1 ใน 95% เอทานอล (ชนานันท์ และ มยุรี, 2557) และพบว่าผลสุกสีม่วงเข้ม ประกอบด้วยสารกลุ่มแอนโทไซยานิน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (จุฑามาศและคณะ, 2556)

2.2.2 ลักษณะทางภูมิศาสตร์

ต้น : เป็นไม้พุ่ม สูง 2-3 เมตร ทรงพุ่มกลม แตกกิ่งจำนวนมากทุกส่วนมียางสีขาวเหมือนน้ำนม ลำต้นและกิ่งก้านมีหนามแหลมยาว 2-5 เซนติเมตร ปลายหนามมีสีแดง

ใบ : เป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปไข่กลับ ปลายใบมนหรือเว้าเข้าเล็กน้อย โคนใบกลม ผิวใบสีเขียวเข้มเป็นมัน

ดอก : เป็นดอกช่อสั้นๆ ที่ปลายกิ่ง กลีบดอกสีขาว มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบมีขนาดโคนกลีบเชื่อมติดกันเป็นหลอดยาวสีขาวแกมแดง ดอกมีกลิ่นหอมอ่อนๆ หอมตลอดวัน ออกดอกทั้งปี

ผล : เป็นผลเดี่ยวออกรวมกันเป็นช่อ ผลรูปกลมรี มนรี หรือรูปไข่ ผลอ่อนมีสีขาวอมชมพู ผลดิบมีน้ำยางมาก ผลจะค่อยๆ เข้มขึ้นเป็นสีแดง กระทั่งสุกจึงกลายเป็นสีดำ

เมล็ด : มี 1 เมล็ด ติดอยู่ที่ส่วนปลายรูปไต ยาว 2.5-3 เซนติเมตร สีน้ำตาลอมเทา มีเปลือกแข็งหุ้ม (พลอย โพยม, 2556)

2.2.3 สรรพคุณทางยา

ลูกหนามแดงนำมาใช้ประโยชน์ได้แทบทุกส่วนของต้น ทั้งการรับประทานผลสด การนำผลไปประกอบอาหาร การใช้ประโยชน์จากใบและยอดอ่อน รวมถึงราก ลำต้นและยาง โดยสามารถแยกแยะได้ดังนี้

2.2.3.1 สรรพคุณของผลลูกหนามแดง

2.2.3.1.1 ผลสุกสามารถนำมารับประทานเป็นผลไม้

2.2.3.1.2 สามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิด

2.2.3.1.3 มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยต้านมะเร็ง และชะลอความแก่

2.2.3.1.4 ช่วยให้ร่างกายสดชื่นและกระชุ่มกระชวย

2.2.3.1.5 ผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่มีธาตุเหล็กสูงและช่วยบำรุงเลือด

2.2.3.1.6 ช่วยรักษาและบรรเทาอาการของโรคถุงลมโป่งพอง

2.2.3.1.7 ช่วยรักษาและบรรเทาอาการของโรคตับ

2.2.3.1.8 ช่วยบรรเทาอาการของโรคเกาต์และไทรอยด์

2.2.3.1.7 ช่วยบรรเทาอาการมือเท้าชา

2.2.3.1.8 ช่วยบรรเทาอาการของโรคอัมพฤกษ์ อัมพาต

2.2.3.1.9 ช่วยลดอาการาไอ

2.2.3.1.10 มีส่วนช่วยลดอาการภูมิแพ้

2.2.3.1.11 ผลสุกมีวิตามินซีสูง ช่วยลดอาการเลือดออกตามไรฟัน

2.2.3.1.12 ผลมีสรรพคุณช่วยขับปัสสาวะ

2.2.3.1.13 สามารถช่วยฆ่าเชื้อและสมานแผล

2.2.3.1.14 ช่วยลดอาการปวดเมื่อยตามร่างกายและข้อ

2.2.3.2 สรรพคุณของใบและยอดอ่อนลูกหนามแดง

2.2.3.2.1 แก้อาการเจ็บคอ รักษาแผลในปาก เจ็บในปาก

2.2.3.2.2 ช่วยลดอาการไข้

2.2.3.2.3 มีสรรพคุณแก้อาการท้องเสีย

2.2.3.2.4 รักษาโรคลมชัก

2.2.3.2.5 รักษาโรคบิด

2.2.3.2.6 สามารถช่วยไข้มาลาเลีย

2.2.3.2.7 แก้อาการปวดในช่องหู

2.2.3.2.7 มีสรรพคุณช่วยรักษาริดสีดวงทวาร

2.2.2.3 สรรพคุณของรากลูกหนามแดง

2.2.3.2.1 ช่วยบรรเทาอาการไข้ ช่วยถอนพิษไข้

2.2.3.2.2 ช่วยดับพิษร้อน

2.2.3.2.3 ช่วยบำรุงกระเพาะอาหาร

2.2.3.2.4 ประโยชน์ของมะม่วงหาวมะนาวโห่ช่วยขับพยาธิได้หลายชนิด

2.2.3.2.5 ช่วยรักษาอาการคันตามผิวหนัง (Jetanat, 2560)

2.2.2.4 สรรพคุณของลำต้นและเนื้อไม้ลูกหนามแดง

2.2.2.4.1 มีสรรพคุณช่วยให้ร่างกายแข็งแรง กระปรี่กระเปร่า

2.2.2.4.2 มีประโยชน์แก้อาการอ่อนเพลียและเมื่อยล้า

2.2.2.4.3 ช่วยบำรุงกำลังและร่างกายให้มีกำลังวังชา

2.2.2.4.4 ช่วยบำรุงธาตุทำให้อวัยวะต่าง ๆของร่างกายทำงานได้อย่างสมดุล

2.2.2.4.5 สามารถใช้รักษาโรคผิวหนังเรื้อรัง ทำให้ผิวพรรณชุ่มชื่นขึ้น

2.2.2.5 สรรพคุณของลำต้นและยางลูกหนามแดง

2.2.2.5.1 สามารถใช้เป็นยาช่วยรักษาโรคเท้าช้าง

2.2.2.5.2 มีสรรพคุณช่วยสมานแผลและรักษาแผล ทำให้แผลหายเร็วขึ้น

2.2.2.5.3 ยางมะม่วงหาวมะนาวโห่มีประโยชน์ช่วยรักษากลากเกลื้อน

2.2.2.5.4 สามารถช่วยรักษาหูดได้

2.2.2.5.5 สามารถรักษาตาปลาไต (เกร็ดความรู้, ม.ป.ป.)

ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางโภชนาการของลูกหนามแดงสุก 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	83.17-83.24
โปรตีน	0.39-0.66
ไขมัน	2.57-4.63
คาร์โบไฮเดรต	0.51-0.94
น้ำตาล	7.35-11.58
เส้นใย	0.62-1.81
เถ้า	0.66-0.78
วิตามิน	9-11 (มิลลิกรัม)

ที่มา : Morton (1987)

2.3 แยม

2.3.1 นิยาม

ตามนิยามของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แยมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการต้มเนื้อซึ่งอาจมีน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นผสมอยู่ด้วยกับสารให้ความหวาน แล้วทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ โดยแบ่งแยมเป็น 2 ชนิด ชนิดแรกต้องมีส่วนที่เป็นผลไม้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 45 ชนิดที่สองต้องมีส่วนที่เป็นผลไม้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ33 ของน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของผลไม้นั้น ๆนอกจากนี้อาจเติมกรด น้ำตาลและแพกติน เพื่อปรับรสชาติและช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสภาพเจลและความข้นเหนียวที่เหมาะสม โดยเมื่อแยมเย็นลงจะต้องวัด (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547)

2.3.2 ส่วนประกอบของแยม

2.3.2.1 ผักและผลไม้บางชนิด สามารถนำมาทำแยมและเยลลี่ได้ แต่ต้องเลือกดูให้เหมาะสมในการที่จะเลือกนำมาใช้ทำแยม ควรจะเลือกดูว่าผลไม้หรือผักนั้น สด ไม่เน่าเสีย ไม่เป็นโรคหรือมีรา เพราะส่วนที่จะนำมาทำจะเป็นเนื้อผลไม้ (pulp) น้ำผลไม้ (juice) (มัณฑนา,2543)

2.3.2.2 น้ำตาล (sugar) เป็นตัวให้ความหวานและเนื้อแก่ผลิตภัณฑ์และช่วยให้เพกตินตกตะกอนเป็นเจลให้รสหวาน ช่วยเพิ่มเนื้อแยมและช่วยรักษาคุณภาพของแยม

2.3.2.3 กรด (acid) จะทำให้แยมมีรสเปรี้ยวและยังช่วยปรับสภาพระดับความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสม ช่วยในการเซทเจลของเพกตินให้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ กรดที่นิยมใช้เติม ได้แก่ กรดซิตริก กรด

ทาร์ทาริก กรดมาลิกหรือกรดมะนาว การเติมกรดที่เหมาะสมช่วยให้เนื้อแยมอยู่ตัวดี และช่วยป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล โดยปกติความเป็นกรด-ด่างของแยมมรค่าระหว่าง 2.8-3.5

2.3.2.4 เพกติน (pectin) เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งเป็นส่วนที่เป็นโครงร่างเจลโดยตกตะกอนเป็นร่างแหที่ละเอียดซับซ้อน ซึ่งเป็นที่เก็บน้ำเชื่อมไว้ทำให้ได้เจลที่คงตัว เพกตินในผลไม้จะมีปริมาณมากหรือน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ ดังนั้นหากใช้ผลไม้ที่มีเพกตินต่ำในการทำแยม จึงต้องเติมเพกตินลงไปด้วย เพราะเพกตินช่วยทำให้เกิดเจล (กัลยาณี, 2546)

2.3.3 กระบวนการทำแยม

2.3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ (raw material perparation)

2.3.3.1.1 การคัดขนาด (sizing) ต้องคัดผลไม้ที่มีคุณภาพ ไม่เน่าเสีย ไม่มีรอย้จาะของ แมลงหรือเน่าเสีย หรือมีรา

2.3.3.1.2 การล้างทำความสะอาด (wet cleaning) ล้างให้สะอาดเพื่อกำจัดผงผุ่นละอองและวัตถุอันตรายทางการเกษตร (pesticide) และสิ่งอื่นที่ติดปนมาด้วย

2.3.3.1.3 การปอกเปลือก (peeling) ถ้าผลไม้มีขนาดใหญ่ทำการปอกเปลือก แกะเอาเมล็ดออก

2.3.3.1.4 การลดขนาด (size reduction) ในกรณีที่ผลไม้หรือผักมีขนาดใหญ่

2.3.3.2 การทำให้เข้มข้น โดยต้มน้ำตาลกับเนื้อผลไม้ และกรด ถ้าความเป็นกรดของผลไม้ไม่เพียงพอจะต้องเติมกรดผลไม้ลงไปด้วย กรดที่นิยม คือ กรดซิตริก เมื่อเติมลงไปแล้วสภาพความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ควรอยู่ในช่วง 2.8-3.5 ถ้าความเป็นกรดสูงต้องลดปริมาณน้ำตาลลงแต่ทั้งนี้ ความเป็นกรดต้องไม่สูงเกินไปจนทำให้เพกตินถูกย่อยสลายเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ จนไม่สามารถจับกันเป็นร่างแหที่แข็งแรงได้

2.3.3.3 การบรรจุ ควรบรรจุแยมลงภาชนะในขณะอุ่นอยู่ อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส และภาชนะที่บรรจุควรล้างให้สะอาด ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อประมาณ 15 นาที ผึ่งให้แห้ง ก่อนบรรจุถ้ามีฟองควรตักฟองที่อยู่ที่ผิวหน้าแยมทิ้ง เพราะฟองจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขุ่นดูไม่น่ารับประทานเมื่อบรรจุแยมแล้วปิดฝาให้สนิท คว่ำขวดที่บรรจุด้านฝาลง เพื่อฆ่าเชื้อที่ฝาด้วยประมาณ 1 นาที แล้วตั้งขวดไว้แบบเติม พอเย็นล้างขวดให้สะอาดและเก็บไว้รับประทานได้นานวัน แยมที่เปิดใช้แล้วควรเก็บไว้ในตู้เย็น (ดวงกมล และ บุษยมาลี, 2549)

2.4 น้ำตาล

น้ำตาล (Sugar) คือ สารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทโมโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) และไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) ซึ่งมีรสหวาน โดยทั่วไปจะได้มากจากอ้อย มะพร้าว แต่โดยทั่วไปแล้วจะเรียกอาหารที่มีรสหวานว่าน้ำตาลแทบทั้งสิ้น เช่น ทำมาจากตาลจะเรียกว่าตาลโตนด ทำมาจากมะพร้าวจะเรียกว่าน้ำตาลมะพร้าว ทำมาจากงวงจากจะเรียกว่าน้ำตาลจาก ทำมาจากงบจะเรียกว่าน้ำตาลงบ ทำมาจากอ้อยแต่ยังไม่ได้ทำเป็นน้ำตาลทรายจะเรียกว่าน้ำตาลทรายดิบ ถ้านำมาทำเป็นเม็ดจะเรียกว่าน้ำตาลทราย หรือถ้านำมาทำเป็นก้อนแข็งคล้ายกรวดจะเรียกว่าน้ำตาลกรวด เมื่อพูดถึงน้ำตาล ใคร ๆ ก็ต้องคิดว่ามันมีรสหวาน แต่ความจริงแล้วไม่ใช่ว่าน้ำตาลทุกชนิดที่จะมีรสหวาน เช่น แล็กโทส (lactose) ซึ่งจะมีอยู่ในนมคนหรือนมวัว เมื่อเราดื่มแล้วจะไม่รู้สึกหวาน แม้จะกินแล็กโทสเพียงอย่างเดียว ความหวานก็ยังมีอยู่อย่างจำกัด นอกจากนี้แป้งซึ่งเป็นอาหารที่สำคัญยังประกอบไปด้วยอนุภาคของกลูโคส 6,500 หน่วย ถ้าไม่มีการสลายตัวจะไม่มีรสหวาน แต่เป็นแหล่งสำคัญของน้ำตาลที่ร่างกายได้รับในแต่ละวัน เวลาที่รับประทานขนมปัง แป้งจะคลุกเคล้ากับเอนไซม์ในน้ำลาย จนเกิดการสลายตัวทำให้มีรสหวาน คือ มอลโทส (maltose) ขึ้น และในวันหนึ่ง ๆ ร่างกายของคนเราจะต้องการน้ำตาลที่ได้จากอาหารประมาณ 100-400 กรัม (ซึ่งส่วนใหญ่จะมาจากแป้ง) น้ำตาลที่เข้ามาในร่างกายไม่ใช่ว่าจะได้รับการดูดซึมแล้วจะนำไปใช้ได้โดยตรง เพราะนอกจากกลูโคสแล้ว ไม่ว่าจะเป็นน้ำตาลชนิดใดก็จะต้องถูกออกซิไดซ์ให้กลายเป็นกลูโคสก่อน แล้วจึงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ได้

2.4.1 ชนิดของน้ำตาล จะมีอยู่ด้วย 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

2.4.1.1 น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว หรือ โมโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) เช่น กลูโคส (glucose), ฟรักโทส (fructose), กาแล็กโทส (galactose)

2.4.1.2 น้ำตาลโมเลกุลคู่ หรือ ไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) เช่น ซูโครส (sucrose), แล็กโทส (lactose), มอลโทส (maltose)

2.4.1.3 น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ หรือ โพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) เช่น แป้ง (starch), ไกลโคเจน (glycogen), เซลลูโลส (cellulose)

2.4.2 ประเภทของน้ำตาล

2.4.2.1 น้ำตาลทรายดิบ (Raw Sugar) คือ น้ำตาลทรายที่ใช้ส่งออกเพื่อจำหน่ายในต่างประเทศ หรือเก็บไว้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลทรายขาว โดยน้ำตาลทรายดิบจะมีสีน้ำตาลเข้ม มีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ และมีความบริสุทธิ์ต่ำ

2.4.2.2 น้ำตาลทรายดิบคุณภาพสูง (High Pol Sugar) คือ น้ำตาลทรายดิบที่นำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน สีของน้ำตาลเป็นสีเหลืองแกมน้ำตาล สามารถนำไปบริโภคได้โดยตรง แต่ไม่เป็นที่นิยมของคนส่วนใหญ่ ยกเว้นในประเทศที่กำลังพัฒนาและมีกำลังซื้อค่อนข้างต่ำ เนื่องจากน้ำตาลชนิดมีราคาถูกกว่าน้ำตาลทรายขาว

2.4.2.3 น้ำตาลทรายขาว (White Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้มาจากการสกัดเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำตาลทรายดิบ และเป็นที่นิยมในการใช้บริโภค

2.4.2.4 น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined Sugar) คือ น้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตคล้ายกับน้ำตาลทรายขาว แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาวใส นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์มาก เช่น เครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลม เครื่องดื่มบำรุงกำลัง รวมไปถึงอุตสาหกรรมยา เป็นต้น

2.4.2.5 น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ (Super Refined Sugar) คือ น้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตเหมือนน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์มาก ๆ เป็นส่วนประกอบ

2.4.2.6 น้ำตาลปี๊บ (Paste Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากเอาน้ำตาลทรายขาวมาเคี่ยวจนมีความเข้มตามที่กำหนด แล้วนำไปบรรจุขณะยังร้อนและผึ่งให้น้ำตาลแข็งตัวโดยใช้ลมเย็น

2.4.2.7 น้ำตาลทรายแดง (Brown Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการเอาน้ำตาลทรายดิบมาละลายกับน้ำอ้อยใสและน้ำเชื่อมดิบในอัตราส่วนที่กำหนด

2.4.2.8 น้ำเชื่อม (Liquid Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการแปรสภาพจากผลึกของน้ำตาลเป็นน้ำเชื่อม นิยมนำมาใช้เพื่อความสะดวกในกระบวนการผลิตต่าง ๆ เช่น น้ำอัดลม เครื่องดื่มชูกำลัง ฯลฯ

2.4.2.9 น้ำตาลแร่ธรรมชาติ (Mineral Sugar) คือ น้ำตาลที่ได้จากการผสมคาราเมลซึ่งได้มาจากการเคี่ยวน้ำตาลกับเอ-โมลาสซึ่งมีแร่ธาตุธรรมชาติจากอ้อย แล้วจึงนำไปผสมกับน้ำตาลทรายขาวตามสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้แร่ธาตุจากอ้อยที่สูญเสียไปกับกากน้ำตาลในกระบวนการตกผลึกของน้ำตาลกลับคืนสู่น้ำตาล

2.4.2.10 กากน้ำตาล (Molasses) คือ ผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในภาคอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ การผลิตสุรา แอลกอฮอล์ ผลิตผงชูรส น้ำส้มสายชู เป็นต้น

2.4.3 ประโยชน์ของน้ำตาล

2.4.3.1 น้ำตาลเป็นสารที่ให้ความหวานและให้พลังงานแก่ร่างกาย (โดยน้ำตาล 1 กรัม จะให้พลังงาน 4 แคลอรี) ทำให้ชีวิตมีรสชาติ ทำให้รู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย

2.4.3.2 น้ำตาลเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อชีวิตมาก เนื่องจากการทำงานของอวัยวะภายในร่างกายและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย ก็ล้วนแล้วแต่ต้องใช้พลังงานจากน้ำตาล นอกจากนี้การหายใจ การขับปัสสาวะ การไหลเวียน การย่อยอาหารก็ล้วนแล้วแต่ต้องการความร้อนจากน้ำตาลแทบทั้งสิ้น หรือแม้แต่ตั้งแต่การคลอดจากครรภ์มารดา ในการดำรงชีวิตเราจะขาดน้ำตาลไม่ได้ แม้อาหารที่จำเป็นของทารกก็ยังเป็นน้ำนมที่มีน้ำตาลผสมอยู่ สรุปก็คือ พลังงานในการเคลื่อนไหวของมนุษย์ ร้อยละ 70 มาจากน้ำตาล ถ้าขาดน้ำตาลมนุษย์ก็จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

2.4.3.3 กลูโคส (glucose) เป็นแหล่งอาหารที่จำเป็นของเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะภายในร่างกาย ทำให้ ไกลโคเจน (glycogen) ในตับเพิ่มขึ้น ช่วยทำให้การเผาผลาญ (Metabolism) ของเนื้อเยื่อดีขึ้น และในขณะที่น้ำตาลในเลือดลดน้อยลง กลูโคสยังเป็นสารที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของหัวใจได้เป็นอย่างดี

2.4.3.4 กลูโคส (glucose) สามารถทำให้ร่างกายมีความต้านทานต่อโรคติดต่อได้ ดังนั้นในการรักษาโรค กลูโคสจึงถูกนำไปใช้เป็นยารักษาโรคอย่างกว้างขวาง

2.4.3.5 เนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย ต้องการกลูโคส (glucose) เพื่อเป็นวัตถุในการให้พลังงานและสารประกอบที่สำคัญอื่น ๆ เช่น สมองต้องการกลูโคสวันละ 110-130 กรัม ไตและเม็ดเลือดแดงต้องการกลูโคสเป็นอาหาร ส่วนหัวใจจะทำงานได้ก็ต้องอาศัยกลูโคสมาทดแทนพลังงานที่สูญเสียไป และจากผลการทดลองหัวใจของสัตว์นอกร่างกาย พบว่ากลูโคสมีฤทธิ์กระตุ้นหัวใจของสัตว์ทดลอง ส่วนอวัยวะภายในร่างกายอื่น ๆ ถ้าขาดกลูโคสก็จะสามารถใช้กรดไขมันมาเป็นแหล่งให้พลังงานได้

2.4.3.6 แล็กโทสแม้จะไม่มีรสหวาน แต่ก็เป็นอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของทารก โดยแล็กโทสจะทำหน้าที่ป้องกันจุลินทรีย์ที่จำเป็นในลำไส้ของทารก ช่วยในการดูดซึมของแคลเซียม ทำให้ทารกสามารถย่อยและดูดซึม (แต่ผู้ใหญ่ถ้ากินแล้วกลับจะทำให้ย่อยยากและทำให้ท้องเสีย)

2.4.3.7 น้ำตาลทรายขาวนอกจากจะช่วยทำให้อาหารมีรสชาติหวานแล้ว น้ำตาลทรายยังช่วยในการถนอมอาหารและหมักอาหารได้อีกด้วย (Medthai, 2017)

2.5 แอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานิน เป็นรงควัตถุหรือสารสี (pigment) ที่ให้สีแดง ม่วง และน้ำเงิน ใช้เป็นสารให้สี (coloring agent) ธรรมชาติในอาหาร สารสกัดแอนโทไซยานิน มีสมบัติเป็นโภชนะเภสัช (nutraceutical) เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและเส้นเลือดอุดตันในสมอง ด้วยการยับยั้งไม่ให้เลือดจับตัวเป็นก้อน ชะลอความเสื่อมของดวงตา ช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) อีโคไล (*Escherichiacoli*) ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคท้องร่วงและอาหารเป็นพิษด้วย

2.5.1 อาหารที่พบแอนโทไซยานิน อาหารที่เป็นแหล่งสำคัญของแอนโทไซยานิน ได้แก่

2.5.1.1 ผลไม้ เช่น องุ่น ทับทิม และผลไม้ในกลุ่มเบอร์รี่ เช่น สตรอเบอรี่ (strawberry) ผลหม่อน (mulberry) บลูเบอรี่ (blueberry) แครนเบอรี่ (cranberry) เชอรี่ (cherry)
ราสเบอรี่ (raspberry) เป็นต้น

2.5.1.2 ผัก เช่น กะหล่ำปลีสีม่วง (red cabbage) และเรดิชสีแดง (red radish)

2.5.1.3 เมล็ดธัญพืช เช่น ข้าวก่ำ หรือข้าวสีนิล ข้าวโพดสีม่วง

2.5.1.4 พืชหัว ได้แก่ มันเทศสีม่วง

2.5.1.5 ดอกไม้ เช่น กระเจี๊ยบแดง และดอกอัญชัน เป็นต้น

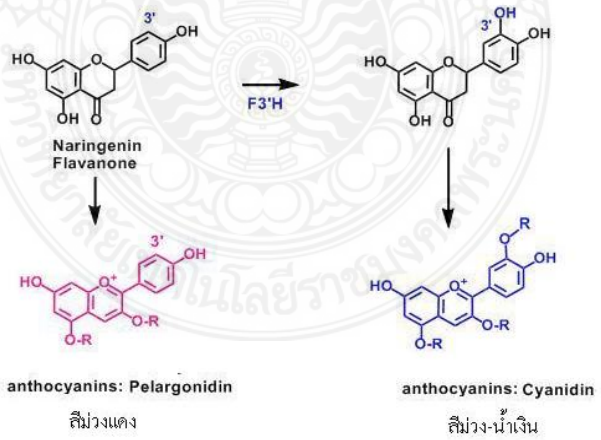
2.5.2 โมเลกุลของแอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานิน (anthocyanins) จัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) กลุ่มพอลิฟีนอล (polyphenol)

ภาพที่ 2.2 โครงสร้างโมเลกุลของแอนโทไซยานิน

2.5.3 สีของแอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานิน เป็นสารสีที่พบได้ทั่วไปในดอกไม้ ผลไม้บางชนิด ใบหรือลำต้นของพืชบางชนิดที่มีสีตั้งแต่สีแดงถึงน้ำเงินเข้ม ในสภาพที่เป็นกรดมีค่า pH ต่ำกว่า 3 (เป็นกรดสูง) จะทำให้แอนโทไซยานินมีสีแดง ในสภาพที่ค่อนข้างเป็นกลาง หรือมีค่า pH ประมาณ 7-8 แอนโทไซยานินจะมีสีม่วง และเมื่อสภาพเป็นเบสหรือมีค่า pH มากกว่า 11 (เป็นเบสสูง) แอนโทไซยานินจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างโมเลกุลของแอนโทไซยานินสีม่วงแดงและสีม่วง-น้ำเงิน

การนำแอนโทไซยานินมาใช้เป็นสารให้สี (coloring agent) ธรรมชาติในอาหาร เช่น ใช้สีจากดอกอัญชันทำขนมไทย หลายชนิด (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, 2549, 2549)

2.5.4 ชนิดแอนโทไซยานิน

ปจจุบันแอนโทไซยานินในธรรมชาติมีมากกวา 15 ชนิด มีชื่อแตกตางกัน ขึ้นกับตำแหนงที่หมูไฮดรอกซิล (hydroxyl, -OH) และหมูเมทอกซิล (mathoxyl, -OMe) ที่เขามาเกาะกับโครงสราง ของแอนโธไซยานิน (Banerjee และ Dasgupta, 2005) แอนโทไซยานินที่พบบอยในธรรมชาติมีอยู 6 ชนิด แบงตามหมู R_3 และ R_4

ตารางที่ 2.4 Type of anthocyanin separates by R_3 and R_4 groups

Anthocyanidin	R_3	R_4	Visible color
Pelargonidin	-H	-H	Red
Cyanidin	-OH	-H	magenta
Peonidin	$-OCH_3$	-H	magenta
Celphinidin	-OH	-OH	purple
Petunidin	$-OCH_3$	-OH	purple
malvidin	$-OCH_3$	$-OCH_3$	purple

ที่มา: Timberlake และ Bridle (1980)

2.5.5 ประโยชน์ต่อสุขภาพของแอนโทไซยานิน

1. ใชทำสีผสมอาหารในอุตสาหกรรมตาง ๆ ซึ่งเปนผลิตภัณฑที่มาจากธรรมชาติ
2. ชวยลดอาการอักเสบในทางเดินปสสาวะ โดยไปขัดขวางไมใหแบคทีเรียที่ทำใหเกิดอาการอักเสบในทางเดินปสสาวะเกาะผนังกระเพาะปสสาวะได
3. เปนสารตานอนุมูลอิสระที่เปนสาเหตุของการกอมะเร็ง ซึ่งเซลลรางกายจะถูกคุกคามดวยสารอนุมูลอิสระที่สามารถเปลี่ยน DNA ในรางกายใหเปนเซลลมะเร็งไดตลอดเวลา โดยแอนโทไซ ยานินจะชวยยับยั้งการสรางเสนเลือดฝอยไมใหไปเลี้ยงเซลลมะเร็งได
4. ชวยเปลี่ยน LDL - cholesterol ที่เปนโทษตอรางกาย และเพิ่มปริมาณ HDL - cholesterol ซึ่งเปนประโยชนตอรางกาย โดยเปนตัวกำจัดการเกิดออกซิเดชันของ LDL ซึ่งเปนตัวสำคัญใน ขบวนการเกิดแผนไขมัน
5. ชวยลดการรวมตัวเปนกอนของเกล็ดเลือด (platelet aggregation) ซึ่งทำใหเลือดมีความขน นอยลง ปองกันโรคหัวใจวาย และอัมพฤกษได
6. เปนสารตานโรคภูมิแพชนิดตางๆ
7. รางกายสามารถใชวิตามินซีไดมากขึ้นถามีแอนโธไซยานินอยูดวย
8. ชวยใหเสนเลือดฝอยแข็งแรงขึ้น และรักษาเสนโลหิตฝอยที่ถูกทำลาย
9. เพิ่มประสิทธิภาพในการมองเห็น ปองกันโรคตอหิน และ ตอกระจก (ศัลยา, ม.ป.ป.)
10. ชวยปองกันการสูญเสียความทรงจำระยะสั้นในวัยชรา
11. ชวยลดอาการอักเสบอันเนื่องจากเสนเลือดขอด (เรือนเงิน, 2544)

2.5.6 ผลของการแปรรูปอาหารต่อแอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานินละลายได้ดีในน้ำ ไม่เสถียร สลายตัวได้ง่ายด้วยความร้อน ออกซิเจน แสง เมื่อโครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป สีจะเปลี่ยนไปด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อสีของแอนโทไซยานิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง เมื่อ pH เป็นกรดจะมีสีแดง เมื่อ pH สูงขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน การแปรรูปผักผลไม้ที่มีแอนโทไซยานินด้วยความร้อน (thermal processing) ด้วยการบรรจุกระป๋อง (canning) โดยใช้กระป๋องโลหะ (can) ทีทำจากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก (tin plate) อลูมิเนียม โลหะจะปฏิกิริยากับกรดอินทรีย์ (organic acid) ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในผักหรือผลไม้ หรือกรดที่เติมไปเพื่อปรับให้อาหารเป็นกรด (acidification) ได้เป็นเกลือของโลหะ หลังจากนั้นแอนโทไซยานินจะรวมตัวกับโลหะไอออนที่ได้ให้เกิดเป็นกรด และเกิดปฏิกิริยาเช่นนี้อย่างต่อเนื่อง กัดกร่อนจนกระทั่งดีบุกที่เคลือบกระป๋องหมดไป ต่อจากนั้นแอนโทไซยานินจะไปทำปฏิกิริยากับเหล็กที่เป็นตัวกระป๋องทำให้เกิดการรั่วแบบรูเข็ม (pin holing) ซึ่งเป็นสาเหตุของอาหารกระป๋องเสื่อมเสีย (canned food spoilage) กระป๋องที่จะใช้บรรจุผักและผลไม้ที่มีแอนโทไซยานินอยู่ด้วยจึงควรเคลือบด้วยสารเคลือบ เช่น แลกเกอร์เพื่อป้องกันปฏิกิริยาดังกล่าว หรืออาจจะใช้ร่วมกับ chelating agent เพื่อจับกับโลหะ (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, 2549)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุภาพร และศิรประภา (2560) ศึกษาการสกัดปริมาณแอนโทไซยานินในลูกหนามแดงระยะผลสุกงอม (มีสีม่วงเข้ม) ด้วย ไฮโดรคลอริกร้อยละ 0.1 0.5 และ 1 ในเมทานอล ที่อัตราส่วน 1:5 ของลูกหนามแดงต่อสารละลายสกัด ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดเท่ากับ 24 36 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ วิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินด้วยวิธีพีเอชดิฟเฟอเรนเชียล และวิเคราะห์โครงสร้างสารสกัดแอนโทไซยานินที่สกัดได้กับสารแอนโทไซยานินมาตรฐานด้วยเทคนิคทาง สเปกโทรสโกปี ได้แก่ อินฟาเรดสเปกโตรสโคปี และยูวีสเปคโตรโฟโตเมทรี จากผลการศึกษาพบว่าที่ความเข้มข้น ของสารละลาย ไฮโดรคลอริกร้อยละ 1.0 ในเมทานอล ระยะเวลาการสกัด 48 ชั่วโมง ให้ผลการสกัดดีที่สุด ได้ สารประกอบแอนโทไซยานินชนิดไซยานิดิน 181.66 มิลลิกรัมต่อ 50 กรัม และเพลาโกร์นิดิน 157.13 มิลลิกรัมต่อ 50 กรัม น้ำหนักแห้งของลูกหนามแดงตามลำดับ การตรวจสอบสารสกัดแอนโทไซยานินทั้งสองชนิดด้วย เทคนิคทางสเปคโตรโฟโตเมทรี พบว่าสารสกัดมีความยาวคลื่นสูงสุด ที่ 530 nm และมีหมู่ฟังก์ชันที่ สอดคล้องกับสารแอนโทไซยานินมาตรฐาน

ณพัฐอร (2561) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบของสารสกัดหยาบเมล็ด และเนื้อลูกหนามแดงโดยนำเมล็ดและเนื้อลูกหนามแดงมาสกัดแบบต่อเนื่องด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ผลการวิจัยพบว่า สารสกัดเนื้อลูกหนามแดง มีร้อยละผลผลิตสูงกว่าสารสกัดเมล็ดลูกหนามแดง สารสกัดเนื้อลูกหนามแดง มีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (41.27 ถึง 10.20 mgGAE/g) มากกว่าสารสกัดลูกหนามแดง(39.74 ถึง 11.00 mgGAE/g) และสารสกัดเนื้อลูกหนามแดง มีปริมาณแทนนินทั้งหมด (65.21 ถึง 35.14 mg/g)

มากกว่าสารสกัดเนื้อลูกหนามแดง (65.10 ถึง 37.00 mg/g) และพบสารประกอบกลุ่มสารหลักคือ สารฟลาโวนอยด์เตอรอยด์-เทอร์นส์ และ สารอัลคาลอยด์ของสารสกัดหยาบเมล็ดและเนื้อลูกหนามแดง นอกจากนี้สารสกัดหยาบ ลูกหนามแดง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ 30.21 ถึง 71.01) และเมล็ดของลูกหนามแดง แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด (ร้อยละ 33.15 ถึง ร้อยละ 51.02) ในทุกๆ ความเข้มข้น

รัฐกฤษฎิ์ และคณะ (2556) ศึกษาอัตราส่วนการนำเวย์มาทดแทนนมขาดมันเนย ในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตแบบคงตัว (set yoghurt) รสมะเขือเทศ การศึกษาการใช้เวย์ทดแทนนมขาดมันเนยในอัตราส่วนเวย์:นมขาดมันเนย 0:100, 10:90, 20:80, 30:70 และ 100:0 ตามลำดับ โดยนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าโยเกิร์ตโดยใช้เวย์:นมขาดมันเนยในอัตราส่วนต่างๆ มีค่าไม่แตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งโยเกิร์ตโดยใช้เวย์:นมขาดมันเนยในอัตราส่วน 30:70 มีคะแนน ทางด้านลักษณะปรากฏ, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และ ความชอบโดยรวมมีค่า 6.366, 5.566, 6.183 และ 5.533 ตามลำดับ ทั้งนี้ที่เลือกโยเกิร์ตโดยใช้เวย์:นมขาดมันเนยอัตราส่วน 30:70 เพราะสามารถใช้เวย์ทดแทนนมได้ในอัตราส่วนที่สูงกว่าสูตรอื่น ซึ่งทางด้านองค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ตโดยใช้เวย์:นมขาดมันเนยในอัตราส่วน 30:70 กรด-ด่าง, ร้อยละกรด, โปรตีน, ไขมัน และความชื้น มีค่า 4.42, 1.01, 3.60, 0.87 และ 88.05 ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าสีของโยเกิร์ตโดยใช้เวย์:นมขาดมันเนยในอัตราส่วน 30:70 มีค่าสี 2.5 GY 9/2 พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 7.738 log cfu/g, Coliforms 2 log cfu/g และตรวจไม่พบ *E.coli* ในการศึกษาอัตราส่วน โยเกิร์ตรสมะเขือเทศ โดยใส่ฟิลลิ่งมะเขือเทศไว้ที่ก้นถ้วยในปริมาณร้อยละ 10, 20 และ30 ของน้ำหนักโยเกิร์ตโดยมีการนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสจะสังเกตได้ว่าโยเกิร์ตรสมะเขือเทศอัตราส่วน 80:20 และ 70:30 มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่โยเกิร์ตรสมะเขือเทศอัตราส่วน 90:10 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้จะสังเกตได้ว่าปริมาณการใส่ฟิลลิ่งมีผลต่อคะแนนทางด้านประสาทสัมผัส เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางเคมีพบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.28 มีปริมาณร้อยละกรด 1.005 มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต เส้นใย ความชื้น ร้อยละ 2.76, 1.05, 0.78, 19.39, 0.54 และ 76.02 ตามลำดับ วิเคราะห์ผลทางด้านกายภาพพบว่าอัตราส่วนโยเกิร์ตรสมะเขือเทศร้อยละ 20 มีค่าสีที่ 7.5YR 9/2 ความหนืดที่ 8,488 cp จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และ Coliforms เท่ากับ 7.41 log cfu/g และ 3 log cfu/g ตามลำดับ และตรวจไม่ พบ *E.coli*

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วัสดุและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ลูกหนามแดงที่ใช้ในการทดลองเก็บมาจากสวนบ้านนางสาว ฤดี คล่องวิถี เป็นลูกหนามแดงที่เก็บในระยะสุกนำมาแยกส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเมล็ดออก และเก็บส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดไว้ในถุงปิดผนึกโดยเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาทำการทดลอง

3.1.1.2 นมสด ตราดัชมิล

3.1.1.3 โยเกิร์ตบัลแกเรีย รสธรรมชาติตราเมจิ

3.1.1.4 หัวนมผง ตราดูเม็กซ์ดูมิลค์

3.1.1.5 น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (UNINVARบริษัท AjakFincechem)

3.1.2.2 ฟีนอล์ฟธาลีน (UNINVAR บริษัท AjakFincechem)

3.1.2.3 โพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์

3.1.2.4 โซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์

3.1.2.5 กรดไฮโดรคลอริก

3.1.2.6 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Coun Agar) (บริษัท Himedia Labotories Pvt. Ltd)

3.1.2.7 อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato dextrose agar) (บริษัท Himedia Labotories Pvt. Ltd)

3.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตแบบซันเดย์พร้อมแยมมะม่วงหาวมะนาวโห่

1. ตู้บ่ม BINDERรุ่นBD(บริษัท ไซแอนติฟิค โปรโมชั่นจำกัด)
2. เครื่องชั่ง
3. อ่างผสม
4. กระบอกสแตนเลท
5. หม้อ

6. ถ้วย
7. ช้อน
8. เตาแก๊ส
9. ทัพพี
10. เครื่องปั่น
11. ตะกร้อตีไข่

3.1.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1. เครื่องวัดสี Spectrophotometer รุ่น CM-3500d (KONICA MINOLTA)
2. เครื่องวัด Water Activity Mete ยี่ห้อ AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.1.3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. เครื่องวัดค่า pH meter Satorius AQ รุ่น PB-10
2. เครื่อง Refractometer
3. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ปลอดเชื้อ

3.1.3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

1. จานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ
2. แอลกอฮอล์
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์
4. บีกเกอร์
5. ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ปลอดเชื้อ
6. ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air Oven) Binder รุ่น FD 115
7. เครื่องชั่ง (Sartoriusรุ่น ED 3233)

3.1.3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

1. แบบประเมินผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานโยเกิร์ต 3 สูตรที่ใช้ในการผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

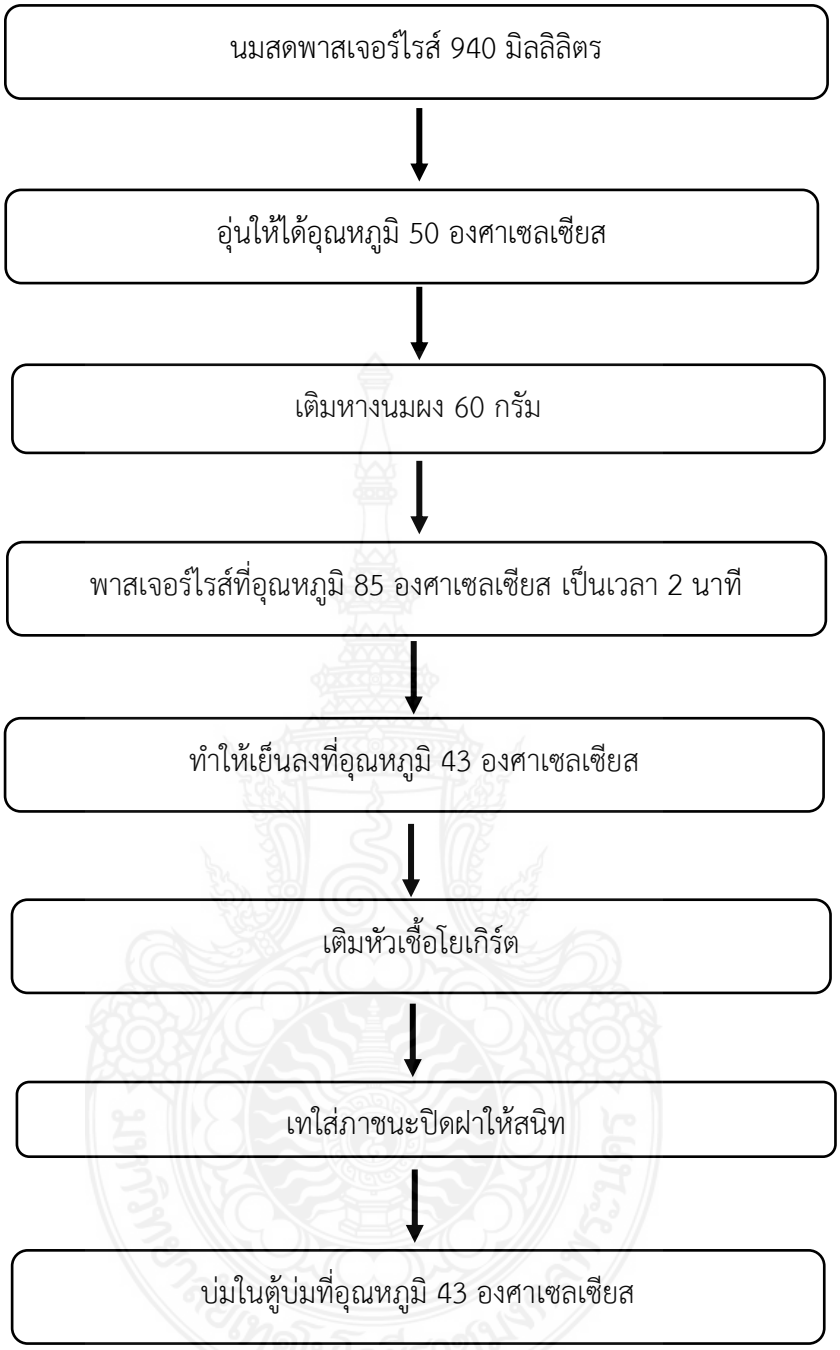
3.2.1.1 ผลิตโยเกิร์ตสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

ผลิตโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานตามส่วนผสมในตารางที่ 3.1 โดยโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานสูตรที่ 1 2 และ 3 มีกระบวนการผลิตดังแผนภาพที่ 3.1 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ ซึ่งการผลิตโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานทั้งสามสูตรใช้วิธีการต่อเชื้อจากโยเกิร์ตบัลแกเรีย รสธรรมชาติ ตราเมจิ มาผลิตเป็นโยเกิร์ตตามสูตรพื้นฐาน

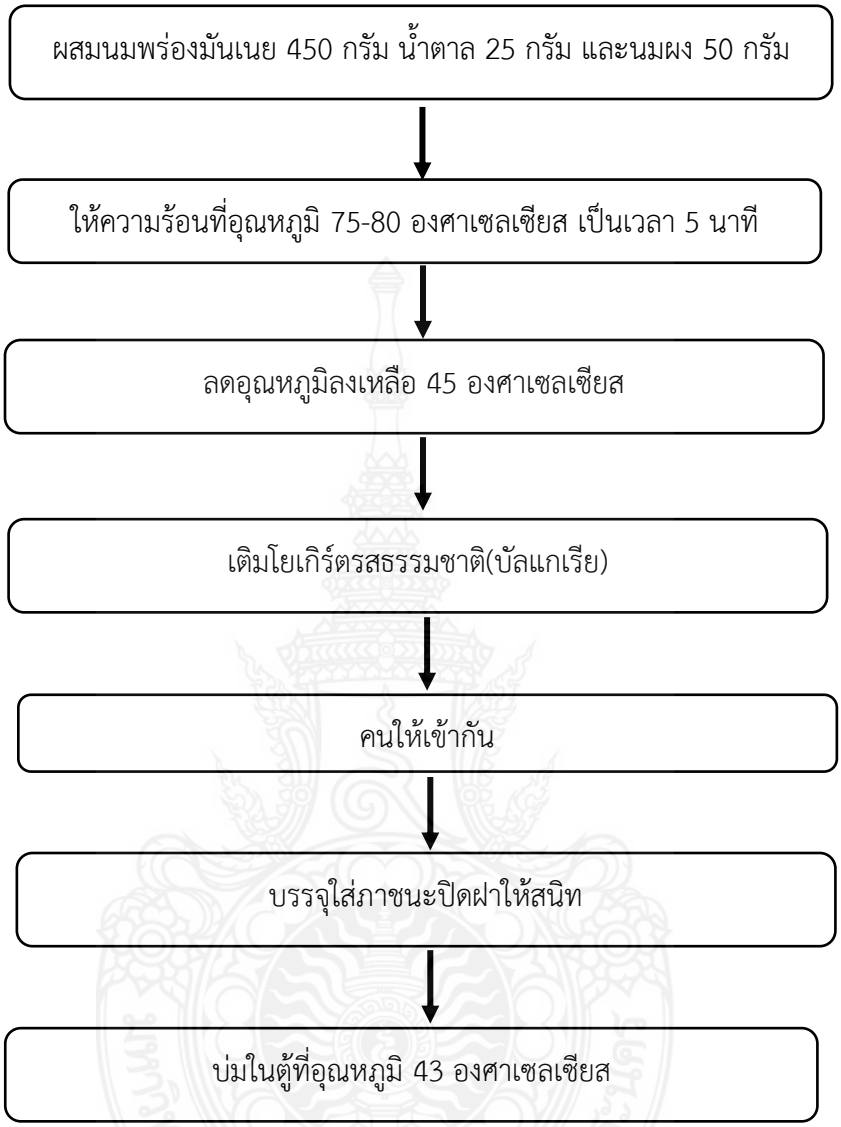
ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมโยเกิร์ตสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	**ปริมาณส่วนผสม**					
	สูตรที่ 1		**สูตรที่ 2**		**สูตรที่ 3**	
	(กรัม)	**(ร้อยละ)**	**(กรัม)**	**(ร้อยละ)**	**(กรัม)**	**(ร้อยละ)**
นมสดดัชมิล	940	91.26	450	81.82	263.2	26.50
นมผงขาดมันเนย	60	5.83	50	9,09	143	14.40
น้ำตาลทราย	-	-	25	4.55	8	0.80
โยเกิร์ตรสธรรมชาติ	30	2.91	25	4.55	65	6.54
น้ำสะอาด	-	-	-	-	514.1	51.76

ที่มา: สูตรที่ 1 ชมพูนุช (2557)
สูตรที่ 2 ทิยามาศ (2544)
สูตรที่ 3 วันเพ็ญ (2556)



แผนภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำโยเกิร์ตสูตรที่ 1
ที่มา: ชมพูนุช (2557)



แผนภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำโยเกิร์ตสูตรที่ 2

ที่มา: ทิยามาศ (2544)

แผนภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทำโยเกิร์ตสูตรที่ 3

ที่มา: วันเพ็ญ (2556)

3.2.1.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1) ตรวจวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

นำตัวอย่างโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร ที่ได้มาจากข้อ 3.1.1 ใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้ววัดจากเครื่องวัดค่า pH meter (ยี่ห้อ SATORIUS OAKTON INSTRUMENTS รุ่น Waterproof Double Junction pH Testr 20) การทำการทดสอบทุก ๆค่าวัด 3 ซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ย

2) ตรวจวัดปริมาณกรดทั้งหมด

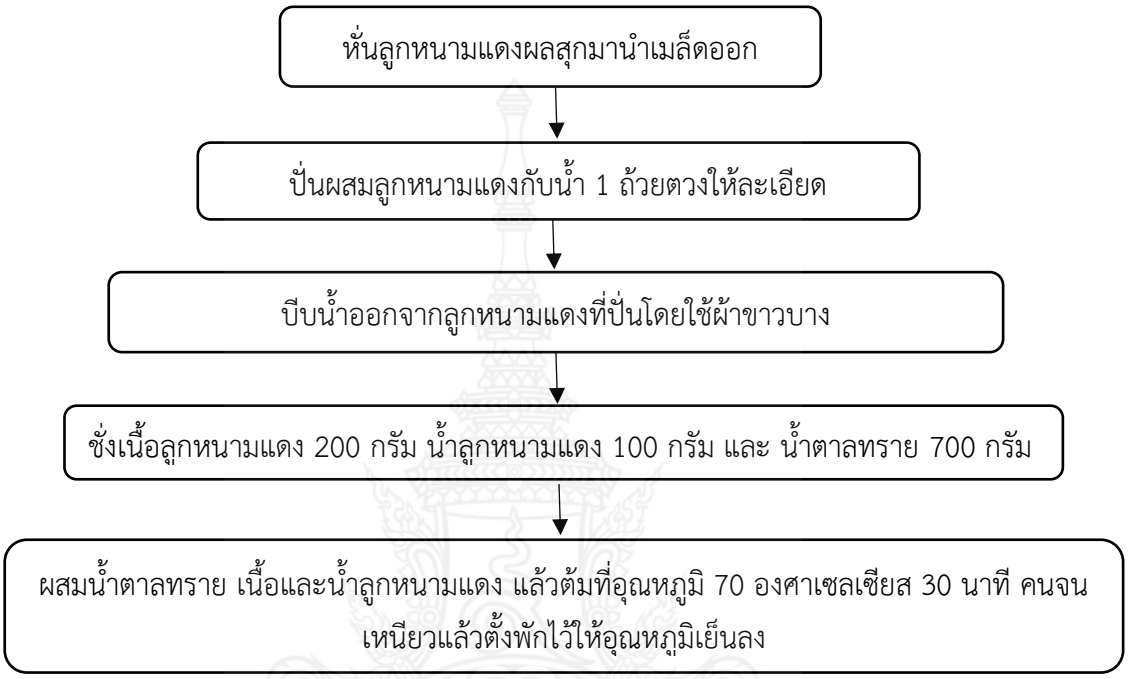
นำตัวอย่างโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร ชั่งใส่ขวดรูปชมพู่ขวดละ 3 กรัม โดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง (ยี่ห้อ OHAUS รุ่น PIONEER9(PA214)) สูตรละ 3 ซ้ำ เติมน้ำกลั่นขวดละ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ตัวอยางละลายเข้ากับน้ำกลั่น หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด ทำการไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซต์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N จนถึงจุดยุติเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูแล้วนำปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้มาคำนวณหาปริมาณกรดแลคติก

3.2.1.3 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบบล็อค (Completely Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนครั้งละ 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบประสาทสัมผัส โดยนำโยเกิร์ตมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance-ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple’s Range test (DMRT)

3.2.2 กรรมวิธีการทำแยมลูกหนามแดง

3.2.2.1 ขั้นตอนการทำแยมลูกหนามแดง



แผนภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการทำแยมลูกหนามแดง

นำแยมลูกหนามแดงมาตรวจคุณภาพได้แก่

3.2.2.2 การวัดค่าสี

วัดค่า L* a* b* ของลูกหนามแดงผลสดและตัวอย่างแยมลูกหนามแดงด้วยเครื่องวัดสี รุ่น CM- 3500dโดยค่า L* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness)และ b*เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness)

L* คือ ค่าความสว่างมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a* คือ ค่าสีแดงและสีเขียวเมื่อ a* มีค่าบวกเป็นสีแดง

เมื่อ a* มีค่าลบเป็นสีน้ำเงิน

b* คือ ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงินเมื่อ b* มีค่าบวกเป็นสีเหลือง

เมื่อ b* มีค่าลบเป็นสีน้ำเงิน

3.2.2.3 การวัดคุณสมบัติทางเคมี

1) ตรวจวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)

นำลูกหนามแดงผลสดและตัวอย่างแยมลูกหนามแดงที่ต้องการวัดใส่บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้ววัดจากเครื่องวัดค่า pH meter Satorius ยี่ห้อ OAKTON INSTRUMENTS รุ่น Waterproof Double Junction pH Testr 20 การทำการทดสอบทุก ๆค่าวัด 3 ซ้ำแล้วหาค่าเฉลี่ย

2) ตรวจวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลาย

นำลูกหนามแดงผลสดและตัวอย่างแยมลูกหนามแดงวัดด้วยเครื่อง Refractometerใช้การหักเหของแสงจากปริซึมเพื่ออ่านค่าในสเกลทาการวัดตัวอย่างละ 3 ครั้งซึ่งการหักเหของแสงจะแปรเปลี่ยนไปตามปริมาณน้ำตาลที่อยู่ในของเหลวตัวอย่างที่ใช้วัดค่า

3) ตรวจวัดปริมาณกรดทั้งหมด

นำลูกหนามแดงผลสดและตัวอย่างแยมลูกหนามแดง ชั่งใส่ขวดรูปชมพู่ขวดละ 3 กรัม โดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ OHAUS รุ่น PIONEER9(PA214) สูตรละ3ซ้ำ เติมน้ำกลั่นขวดละ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ตัวอยางละลายเข้ากับน้ำกลั่น หยดฟีนอล์ฟทาลีน2-3 หยด ทำการไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซต์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 Nจนถึงจุดยุติเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูแล้วนาปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้มาคำนวณหาปริมาณกรดซิตริก

4) ตรวจวัดค่า Water activity โดยนำแยมมะม่วงหาวมะนาวโห่ไปวัดค่าด้วยเครื่อง AQVALAB รุ่น SERIES PE 06069336B

3.2.2.4 การวัดคุณสมบัติทางจุลินทรีย์

1) ตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Standard Plate Coun ตามภาคผนวก ช

2) ตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราด้วยวิธี Standard Plate Coun ตามภาคผนวก ช

3.2.3 ศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดงที่จะใช้ทำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแบบซันเดย์

นำโยเกิร์ตที่ได้จากข้อ 3.2.1 มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง โดยศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดง 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20 ตามตารางที่ 3.2 ในส่วนของแยมลูกหนามแดงเทียบกับสูตรโยเกิร์ตรสธรรมชาติ

ตารางที่ 3.2 ปริมาณส่วนผสมโยเกิร์ตและแยมลูกหนามแดง

ส่วนผสม	**ปริมาณแยมลูกหนามแดงต่อโยเกิร์ตรสธรรมชาติ**					
	ร้อยละ10		**ร้อยละ15**		**ร้อยละ20**	
	(กรัม)	**(ร้อยละ)**	**(กรัม)**	**(ร้อยละ)**	**(กรัม)**	**(ร้อยละ)**
โยเกิร์ตรสธรรมชาติ	45	90	42.5	85	40	80
แยมลูกหนามแดง	5	10	7.5	15	10	20

นำโยเกิร์ตลูกหนามแดงทั้ง 3 สูตร มาวัดคุณภาพได้ดังนี้

3.2.3.1 วัดค่าสี

วัดค่า L* a* b* ของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสี รุ่น CM- 3500dโดยค่า L* เป็นค่าความสว่าง (Lightness)a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness)และ b*เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness)

L* คือ ค่าความสว่างมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a* คือ ค่าสีแดงและสีเขียวเมื่อ a* มีค่าบวกเป็นสีแดง

เมื่อ a* มีค่าลบเป็นสีน้ำเงิน

b* คือ ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงินเมื่อ b* มีค่าบวกเป็นสีเหลือง

เมื่อ b*มีค่าลบเป็นสีน้ำเงิน

3.2.3.2 การวัดคุณสมบัติทางเคมี

1) ตรวจวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ตามวิธีข้อ 3.2.2.3
2) ตรวจวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลาย ตามวิธีข้อ 3.2.2.3
3) ตรวจวัดปริมาณกรดทั้งหมด ตามวิธีข้อ 3.2.2.3
4) ปริมาณความชื้น ด้วยวิธี AOAC (2000)
5) ปริมาณไขมัน ด้วยวิธี AOAC (2000)
6) ปริมาณเถ้า ด้วยวิธี AOAC (2000)
7) ปริมาณเส้นใยหยาบด้วยวิธี AOAC (2000)
8) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ด้วยวิธี AOAC (2000)

3.2.3.3 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบบล็อค (Completely Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการ

ฝึกฝนครั้งละ 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ทดสอบประสาทสัมผัส โดยนำโยเกิร์ตมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance-ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range test (DMRT)

3.2.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลง ทางด้านกายภาพ และจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตลูกหนามแดง

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาโยเกิร์ตในระยะเวลา 21 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยบรรจุโยเกิร์ตใส่ถ้วยพร้อมฝาใส่บรรจุ 200 กรัม เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 3 วัน เพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่

3.2.4.1 วิเคราะห์ลักษณะปรากฏ

การสังเกตการแยกชั้นของโยเกิร์ตและการแยกตัวของน้ำ

3.2.4.2 การวัดคุณสมบัติทางกายภาพ

วัดค่า L* a* b* ของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดสี รุ่น CM- 3500d โดยค่า L* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness) และ b*เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness)

L*คือ ค่าความสว่างมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a* คือ ค่าสีแดงและสีเขียวเมื่อ a* มีค่าบวกเป็นสีแดง

เมื่อ a* มีค่าลบเป็นสีน้ำเงิน

b* คือ ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงินเมื่อ b* มีค่าบวกเป็นสีเหลือง

เมื่อ b*มีค่าลบเป็นสีน้ำเงิน

3.2.4.3 การวัดคุณสมบัติทางเคมี

1) ตรวจวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ตามวิธีข้อ 3.2.1.2.1

2) ตรวจวัดปริมาณกรดทั้งหมด ตามวิธีข้อ 3.2.1.2.2

3.2.4.4 การวัดคุณสมบัติทางจุลินทรีย์

1) ตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดย Standard Plate Count (AOAC, 2000) ตามภาคผนวก ช

2) ตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราด้วยวิธี Standard Plate Count ตามภาคผนวก ช

3) ตรวจวิเคราะปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก ด้วยวิธี Standard Plate Count ตามภาคผนวก ช

3.2.5 ศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินของลูกหนามแดง

1. นำตัวอย่างลูกหนามแดงได้แก่ ผลสด แยมลูกหนามแดง 50 กรัม ที่ผ่านการเก็บในรักษาในระยะเวลา 21 วัน ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเก็บตัวอย่างทุก ๆ 7 วัน ผสมกับสารละลายไฮโดรคลอริก 1.0 % ในเมทานอลปริมาณ 250 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่ปิดจุกแล้วแช่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแยกแยมลูกหนามแดงออกจากสารสกัดจากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง

2. นำสารสกัดลูกหนามแดงปริมาณ 0.3 มิลลิลิตร มาเจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์ 3 มิลลิลิตร ใส่ลงใน cuvette และ นำสารสกัดลูกหนามแดงปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร มาทำการเจือจางสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ 3 มิลลิลิตร ใส่ลงใน cuvette ในอัตราส่วนที่เท่ากันแล้วปล่อยทิ้งไว้ 15 นาที

3. นำตัวอย่างมะม่วงหาวมะนาวโห่เจือจางสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์และมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เจือจางสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์ มาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometerตามลำดับ

4. อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร จากนำค่าที่ได้จากสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์บัฟเฟอร์และสารละลายโซเดียมอะซีเตตบัฟเฟอร์มาคำนวณหาค่าปริมาณของสารแอนโทไซยานินทั้งหมดตามสมการต่อไปนี้

$$A=(A520 - A700)pH=1-(A520 - A700)pH=4.5$$

$$\text{Total anthocyanin corent} = \left(\frac{\mathbf{A \times MW \times DF \times 1000}}{\boldsymbol{\varepsilon \times L}}\right)$$

เมื่อ MW คือ น้ำหนักโมเลกุลของ Cyanidin-3-glucosisde เท่ากับ 449.2 g /mol

F คือ dilution factor

ε คือ molar extinction coefficientเท่ากับ 26,900 L/Mol/cm

L คือ ความกว้างของ cuyette(1 cm)

10^3 คือ factor

3.2.6 สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

3.2.5.1 สถานที่ทำการทดลอง

เชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติติการ 521, 622 และ 1401

เชิงทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.5.2 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2561 – มกราคม 2562

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตโยเกิร์ต

ผลการศึกษาการทำโยเกิร์ตสูตรพื้นฐาน เพื่อนำมาพัฒนาเป็นโยเกิร์ตลูกหนามแดง ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเลือกโดยพิจารณาจากการวัดคุณสมบัติทางเคมี และประสาทสัมผัส

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานชนิดคงตัวทั้ง 3 สูตร

คุณสมบัติเคมี	โยเกิร์ตสูตรพื้นฐาน		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ร้อยละของกรดแลคติก	0.69 ± 0.003^{a}	0.627 ± 0.034^{b}	0.658 ± 0.00^{b}
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	4.45 ± 0.032^{c}	4.58 ± 0.11^{a}	4.52 ± 0.017^{b}
ของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	21.06 ± 0.115^{b}	22.53 ± 0.57^{a}	20.06 ± 0.57^{c}

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

จากตาราง 4.1 ผลการทดสอบทางเคมีของโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรมีคุณสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน ($p\leq0.05$) ซึ่งโดยทั่วไปการผลิตโยเกิร์ต จุลินทรีย์ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* จะย่อยน้ำตาลแลกโทสให้เปลี่ยนเป็นกรดแลคติก ทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนสภาพตกตะกอนเป็นเคิร์ด ทำให้มีสภาวะเป็นกรดจึงทำให้มีความเป็น กรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 3.8-4.6 ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.2146-2546) เรื่องนมเปรี้ยว ที่กำหนดให้ pH ของโยเกิร์ตอยู่ระหว่าง 3.8-4.6

ตารางที่ 4.2 คะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

คุณลักษณะของโยเกิร์ต	คะแนนความชอบ		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ลักษณะปรากฏ	7.48±1.14[a]	7.24±1.33[ab]	6.98±1.31[b]
สี [ns]	7.32±1.07	7.36±1.00	7.25±1.11
กลิ่น [ns]	6.98±1.30	7.26±1.24	7.03±1.25
กลิ่นรส	6.16±1.73[b]	7.32±1.22[a]	6.41±1.79[b]
รสชาติ	5.92±1.68[b]	7.64±1.19[a]	6.37±1.91[b]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.60±1.51[b]	7.06±1.42[a]	6.69±1.56[b]
ความชอบโดยรวม	6.42±1.45[b]	7.60±1.19[a]	6.73±1.63[b]

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

ns หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่าการศึกษาสูตรพื้นฐานของโยเกิร์ตสูตรพื้นฐาน 3 สูตรมีคะแนนความชอบต่างกันในปัจจัยด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยในสูตรที่ 2 ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยความชอบด้านลักษณะปรากฏ 7.24±1.33 เนื้อสัมผัส 7.06±1.42 กลิ่นรส 7.32±1.22 รสชาติ 7.64±1.19 และ ความชอบโดยรวม 7.60±1.19 ตามลำดับ รองลงมาคือสูตร 3 และสูตร 1 ส่วนความชอบในปัจจัยด้านสี กลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากเกณฑ์การคัดเลือกโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานเพื่อนำมาพัฒนาเป็นโยเกิร์ตลูกหนามแดงโดยพิจารณาจากการวัดคุณลักษณะทางเคมีและการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า โยเกิร์ตสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาพัฒนาเป็นโยเกิร์ตลูกหนามแดงมากที่สุด เนื่องจากค่าความเป็นกรดอยู่ระหว่าง 3.8-4.6 และยังมีปริมาณกรดแลคติกสูงกว่าร้อยละ 0.6 ของน้ำหนัก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.2146-2546) เรื่องนมเปรี้ยว และประกาศสาธารณสุข (ฉบับที่ 353) พ.ศ. 2556 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของสูตรที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

4.2 ผลการศึกษากรรมวิธีการทำแยมหนามแดง

ผลการศึกษากรรมวิธีการทำแยมลูกหนามแดง ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์ของลูกหนามแดงผลสดและแยมลูกหนามแดง

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์ของลูกหนามแดงสดและแยมลูกหนามแดง

คุณสมบัติ	ผลสด	แยมลูกหนามแดง
ทางกายภาพ		
ค่าสี		
L^*	19.83±0.20	56.93±0.13
a^*	15.74±0.38	17.56±0.14
b^*	1.95±0.20	1.32±0.14
ทางเคมี		
ร้อยละกรดซิตริก	0.96±0.01	0.66±0.252
ค่าความเป็นกรด - ด่าง	3.11±0.01	2.9±0.005
Water Activity	-	0.842±0.003
ของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	9±0.00	65.10±0.30
ทางจุลินทรีย์		
Total plate counts	-	$<1\times10^4$ cfu/g
Yeast/Mould	-	<100 cfu/g

จากตารางที่ 4.3 การศึกษากรรมวิธีการทำแยมลูกหนามแดง พบว่า แยมที่ได้มีลักษณะกึ่งเหลวมีความข้นเหนียวพอเหมาะ ของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) เท่ากับ 65.10±0.30 ค่าความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ2.9±0.005 ซึ่งพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์ - รา อยู่ในประกาศสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ. 2543 เรื่องแยม

4.3 ผลการศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดงในโยเกิร์ตลูกหนามแดง

ผลการศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดงที่เหมาะสมที่ร้อยละ 10 15 และ 20 ตามลำดับทำการวัดคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัส เพื่อทำการคัดเลือกปริมาณแยมลูกหนามแดงที่เหมาะสมสำหรับทำโยเกิร์ตลูกหนามแดง ผลการทดสอบคุณภาพโยเกิร์ตที่มีแยมหนามแดงปริมาณต่างกันแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวัดคุณภาพของโยเกิร์ตลูกหนามแดงที่มีการแปรปริมาณแยมลูกหนามแดง 3 ระดับ คือ ร้อยละ10 ร้อยละ 15 ร้อยละ 20

คุณสมบัติ	**ผลการทดสอบของโยเกิร์ตที่มีแยมหนามแดงต่างกัน**		
	ร้อยละ 10	**ร้อยละ 15**	**ร้อยละ 20**
ค่าสี			
L^*	62.11 ± 0.05^{c}	56.93 ± 0.13^{b}	43.83 ± 0.51^{a}
a^*	14.92 ± 0.02^{a}	17.56 ± 0.14^{b}	19.09 ± 0.46^{a}
b^*	2.03 ± 0.09^{c}	19.09 ± 0.46^{b}	0.52 ± 0.02^{a}
ร้อยละของกรดแลคติก ^{ns}	0.79±0.03	0.78±0.03	0.76±0.04
ค่าความเป็นกรด	4.56 ± 0.12^{b}	4.54 ± 0.20^{b}	4.35 ± 0.01^{a}
ของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	28.53 ± 0.11^{c}	27.16 ± 0.15^{b}	26.16 ± 0.11^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p\geq0.05$)

ns หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

พบว่าที่ปริมาณแยมลูกหนามแดงที่แตกต่างกันมีผลต่างค่าสีของผลิตภัณฑ์ โดยที่ปริมาณแยมลูกหนามแดงร้อยละ 10 มีค่าความสว่าง (L*) รองลงมาคือร้อยละ 15 และ 20 ตามลำดับ

สำหรับการวัดคุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตลูกหนามแดงได้ผลดังตารางที่ 4.5 พบว่า ปริมาณแยมลูกหนามแดงที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อร้อยละของกรดแลคติก แต่ส่งผลให้ค่าของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) แตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยปริมาณแยมลูกหนามแดงที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) เพิ่มมากขึ้นด้วย

เมื่อแปรปริมาณแยมลูกหนามแดง 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 20 ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง แล้วนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ (ดังแสดงในตารางที่ 4.5) พบว่ามีคะแนนแตกต่างกันในปัจจัยด้าน สี กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เฉลี่ยอยู่ที่ 7.46±1.05 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) 7.78±1.01 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) 7.86±1.01 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) 7.76±0.93 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) 7.86±0.85 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) ตามลำดับ รองลงมา คือ 10 และ 20

ส่วนคะแนนในเรื่องปัจจัยด้านลักษณะปรากฏและกลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโยเกิร์ตลูกหนามแดงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) และที่ปริมาณแยมลูกหนามแดงร้อยละ 10 และ 20 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากการตรวจสอบคุณสมบัติในด้านต่างๆ พบว่าปริมาณแยมลูกหนามแดงที่ร้อยละ 10 15 และ 20 มีสมบัติอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดทุกประการ จึงใช้เกณฑ์การทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์หลักในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สุดท้าย สูตรที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในแต่ละด้านมากที่สุดคือที่ปริมาณแยมลูกหนามแดงร้อยละ 15

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง

คุณภาพทางเคมี	**ปริมาณ (ร้อยละ)**
ความชื้น	61.71$\pm$ 0.14
ไขมัน	1.56$\pm$ 0.27
โปรตีน	7.17$\pm$ 0.12
เถ้า	0.82 $\pm$ 0.01
เส้นใยหยาบ	1.60 $\pm$ 0.32
คาร์โบไฮเดรต	67.94 $\pm$ 0.20

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง มีปริมาณไขมันร้อยละ 1.56 ซึ่งจัดเป็นโยเกิร์ตที่มีไขมันปานกลางตามมาตรฐานของ FAO/WHO ซึ่ง FAO/WHO กำหนดให้โยเกิร์ตที่มีไขมันปานกลาง มีปริมาณไขมันร้อยละ 0.5-3.0 (FAO/WHO, 1984)

ตารางที่ 4.6 คะแนนความชอบของโยเกิร์ตลูกหนามแดงที่มีการแปรปริมาณลูกหนามแดง 3 ระดับ คือ ร้อยละ10 ร้อยละ 15 ร้อยละ 20

คุณลักษณะของโยเกิร์ต	**คะแนนความชอบ**		
	ร้อยละ 10	**ร้อยละ 15**	**ร้อยละ 20**
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.14±1.51	7.40±1.35	7.34±1.52
สี	7.32±1.23^{b}	7.46±1.05^{a}	7.06±1.09^{b}
กลิ่น ^{ns}	7.60±1.01	7.66±0.89	7.42±1.05
กลิ่นรส	7.70±1.09^{a}	7.78±1.01^{a}	7.22±1.43^{b}
รสชาติ	7.78±1.09^{a}	7.86±1.01^{a}	7.14±1.45^{b}
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.50±1.14^{a}	7.76±0.93^{a}	7.04±1.32^{b}
ความชอบโดยรวม	7.58±1.07^{ab}	7.86±0.85^{a}	7.22±1.23^{b}

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

ns หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.4 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพและจุลินทรีย์อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง

ผลการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงร้อยละ 15 นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 21 วัน ผลทดสอบลักษณะปรากฏ แสดงดังตารางที่ 4.7 ค่าสีแสดงดังตารางที่ 4.8 คุณภาพทางเคมี แสดงดังตารางที่ 4.9 และคุณภาพทางจุลินทรีย์ แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.7 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงระหว่างการเก็บรักษา 21 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ลักษณะปรากฏ	ระยะเวลา (วัน)	ลักษณะปรากฏ	ลักษณะที่พบ
0		3		มีสีขาวขุ่นแกมม่วงอ่อน มีการจับตัวเป็นก้อนกึ่งแข็งกึ่งเหลวและผิวหน้าเรียบ
6		9		มีสีขาวขุ่นแกมม่วงอ่อน มีการจับตัวเป็นก้อนกึ่งแข็งกึ่งเหลวและผิวหน้าเรียบ
12		15		12 และ15 วัน มีสีขาวขุ่นแกมม่วงอ่อน ผิวหน้าเริ่มแห้งเล็กน้อย
18		21		18 วันพบ ผิวหน้าเริ่มแห้งมีน้ำซึมแยกออกมาเล็กน้อย21 วัน พบผิวหน้าแห้งมากมีน้ำซึมแยกออกมามากขึ้น

ตารางที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	L*	a*	b*
0	56.86±0.07^{a}	17.56±0.14^{a}	1.32±0.14^{cd}
3	56.82±0.04^{a}	17.56±0.11^{a}	1.31±0.05^{d}
6	56.73±0.05^{a}	17.57±0.19^{a}	1.33±0.15^{cd}
9	56.64±0.03^{a}	17.42±0.02^{ab}	1.41±0.02^{bcd}
12	56.22±0.37^{b}	17.34±0.04^{bc}	1.47±0.03^{abc}
15	56.38±0.03^{b}	17.26±0.02^{bc}	1.52±0.04^{ab}
18	56.30±0.02^{b}	17.21±0.03^{bd}	1.52±0.04^{ab}
21	56.23±0.02^{b}	17.13±0.04^{d}	1.63±0.04^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวดิ่งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.8 ค่าสีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง ร้อยละ 15 พบว่าเมื่อนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษา 21 วัน มีค่าสีที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย ค่า L* (ค่าความสว่าง) มีแนวโน้มลดลงจากวันที่ 0 ค่า a* (สีแดง) มีแนวโน้มลดลงจากวันที่ 0 ค่า b* (สีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 ซึ่งทำให้สีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ลักษณะปรากฏและลักษณะของสีที่สังเกตได้ของโยเกิร์ต วันที่ 0 มีสีที่แตกต่างตากวันที่ 21 เพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดแลกติก pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงร้อยละ 15 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณกรดแลกติก (ร้อยละ)	pH	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)
0	0.64±0.05^{d}	3.80±0.01^{a}	27.13±0.40^{ab}
3	0.73±0.06^{c}	3.78±0.02^{ab}	26.93±0.11^{abcd}
6	0.70±0.04^{cd}	3.75±0.02^{abc}	27.23±0.23^{a}
9	0.86±0.00^{ab}	3.73±0.02^{abc}	26.93±0.11^{abcd}
12	0.85±0.00^{b}	3.70±0.01^{bcd}	26.83±0.15^{bcd}
15	0.89±0.02^{ab}	3.67±0.00^{cd}	27.03±0.05^{abc}
18	0.92±0.03^{a}	3.65±0.02^{d}	26.56±0.16^{a}
21	0.93±0.02^{a}	3.51±0.14^{e}	26.68±0.16^{cd}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวดิ่งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีลูกหนามแดง ปริมาณร้อยละ 15 พบว่าเมื่อนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษา 21 วัน ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดค่ากรด - ด่าง (pH) มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากแบคทีเรียแลคติกยังคงทำการหมักน้ำตาลแลกโทสในระหว่างการเก็บรักษา และเมื่อค่า pH ลดลงทำให้โปรตีนสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ น้ำจึงแยกตัวออกจากนมซึ่งน้ำจะซึมไปใต้ก้นถ้วยซึ่งมีแยมที่มีน้ำตาอยู่ทำให้เนื้อโยเกิร์ตด้านบนแห้งซึ่งเห็นได้ชัดในระยะเวลา 18 วัน ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของโยเกิร์ตตามระยะการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอายุการเพียง 18 วัน

ตารางที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	คุณลักษณะทางจุลินทรีย์		
	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	แบคทีเรียกรดแลคทิก (CFU/g)	ยีสต์/รา (CFU/g)
0	8.50×10^{9}	7.00×10^{9}	< 10
3	7.50×10^{9}	5.00×10^{9}	< 10
6	7.00×10^{8}	1.00×10^{8}	< 10
9	4.50×10^{8}	2.00×10^{8}	< 10
12	7.50×10^{7}	1.10×10^{8}	< 10
15	6.50×10^{7}	8.00×10^{7}	< 10
18	5.50×10^{7}	6.5×10^{7}	< 10
21	4.50×10^{5}	3.5×10^{6}	< 10

จากตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีแยมลูกหนามแดงร้อยละ 15 พบว่าเมื่อนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษา 21 วัน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และจะมีปริมาณกรดแลคติกมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตเมื่อเก็บไว้เป็นเวลานานขึ้นส่งผลให้ค่า pH ลดลง ค่าปริมาณกรดสูงขึ้นมีผลให้แบคทีเรีย กรดแลคติก ลดจำนวนลงเรื่อย ๆ ตามอายุการเก็บที่นานขึ้น แต่ก็ยังไม่พบการเจริญของยีสต์ - รา ซึ่งตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.2146-2546) เรื่องนมเปรี้ยวที่กำหนดให้ตรวจพบจำนวนยีสต์และเชื้อราได้ไม่เกิน 10 โคโลนี

4.5 ผลศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินของลูกหนามแดง

ผลการศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินของแยมลูกหนามแดงนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 21 วัน ค่าการดูดกลืนแสง และปริมาณของแอนโทไซยานินที่สกัด แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอนโทไซยานินของแยมลูกหนามแดงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	เพลาร์โกนิดิน-3-กลูโคไซด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)
0	46.39±7.42[a]	24.65±3.94[a]
7	28.45±1.07[b]	15.12±0.56[b]
14	23.50±3.86[b]	12.49±2.05[b]
21	14.22±1.07[c]	7.56±0.56[c]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวดิ่งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์แอนโทไซยานินในแยมลูกหนามแดง พบว่าเมื่อนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษา 21 วัน ปริมาณแอนโทไซยานินในแยมลูกหนามแดงมีแนวโน้มลดลง เนื่องจาก แอนโทไซยานินสลายตัวได้ง่ายด้วยความร้อน ออกซิเจน แสง และน้ำตาล (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, 2549) เมื่อเก็บในถ้วยที่โปร่งแสงทำให้ปริมาณของแอนโทไซยานินลดน้อยลงตามอายุการเก็บรักษา

บทที่5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการศึกษาการทำโยเกิร์ตสูตรพื้นฐาน ทั้ง 3 สูตร พบว่าสูตรที่เหมาะสม คือ สูตรที่ 2 ของทิยามาศ (2544) ซึ่งมีค่าpH เท่ากับ 4.45±0.032 ปริมาณกรดแลกติก เท่ากับ ร้อยละ 0.627±0.034 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ เท่ากับ 22.56±0.57 องศาบริกซ์ ซึ่งอยู่ใน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.2146-2546) เรื่องนมเปรี้ยว และประกาศสาธารณสุข (ฉบับที่ 353) และในด้านคุณภาพทางประสาท สัมผัสโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานสูตร 2 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.60±1.19 แสดงว่าผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในระดับ ชอบปานกลางถึงชอบมาก

5.1.2 ผลการศึกษากรรมวิธีการทำแยมลูกหนามแดง พบว่าแยมที่ได้มีค่าpH เท่ากับ 2.9±0.005 และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ เท่ากับ 65.10±0.30 ซึ่งอยู่ในข้อกำหนดตามประกาศสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ. 2543 เรื่องแยม

5.1.3 ผลการศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดง เพื่อนำมาพัฒนาเป็นโยเกิร์ตลูกหนามแดง ที่เหมาะสมที่ร้อยละ 10 15 และ 20 พบว่าในด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส ปริมาณแยมลูกหนามแดง ร้อยละ 15 ได้รับความชอบมากที่สุด คะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.86±0.85 ค่า pH เท่ากับ 4.54±0.20 ปริมาณกรดแลกติก เท่ากับ ร้อยละ 0.78±0.03 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ เท่ากับ 27.16±0.15 องศาบริกซ์ ตามข้อกำหนดในประกาศสาธารณสุข (ฉบับที่ 353) อีกทั้งผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง มีปริมาณไขมันร้อยละ 1.56 ซึ่งจัดเป็นโยเกิร์ตที่มีไขมันปานกลางตามมาตรฐานของ FAO/WHO

5.1.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 21 วัน พบว่าค่าสีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ส่วนค่าความเป็นกรด - ด่าง มีแนวโน้มลดลง ปริมาณกรดแลกติกเพิ่มขึ้น แบคทีเรียแลกติกลงลงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏที่ผิวหน้าโยเกิร์ตเริ่มแห้ง ดังนั้นโยเกิร์ตลูกหนามแดงมีอายุการเก็บรักษาได้ 18 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

5.1.5 การศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินของแยมลูกหนามแดงนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 21 วัน ค่าการดูดกลืนแสง และปริมาณของแอนโทไซยานินที่สกัดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เนื่องจากสารกลุ่มแอนโทไซยานินจะสลายตัวได้ง่ายด้วยความร้อน ออกซิเจน แสง และน้ำตาล

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 อาจมีการศึกษาสารช่วยรักษาความคงตัวเพื่อยืดเวลาการเก็บรักษา

5.2.2 อาจมีการศึกษาสารที่ให้ความหวานในแยมลูกหนามแดงแทนน้ำตาล

5.2.3 สามารถนำผลิตภัณฑ์แยมลูกหนามแดงไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่น

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สูตรพื้นฐาน

สูตรโยเกิร์ตแบบซันเดย์พร้อมแยมลูกหนามแดง

1. ส่วนผสมโยเกิร์ต

1. นมสดพาสเจอร์ไรซ์ยี่ห้อดัชมิล	450	กรัม
2. นมผงขาดมันเนย	50	กรัม
3. น้ำตาลทราย	25	กรัม
4.โยเกิร์ตรสธรรมชาติยี่ห้อเมจิบัลแกเรีย	25	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมนมพร่องมันเนยน้ำตาลและนมผง
2. ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที
3. ลดอุณหภูมิลงเหลือ 45 องศาเซลเซียส
5. เติมโยเกิร์ตรสธรรมชาติบัลแกเรีย
6. คนให้เข้ากัน
7. บรรจุใส่ภาชนะปิดฝาให้สนิท
8. บ่มใน incubatorที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

2. ส่วนผสมแยมลูกหนามแดง

1. เนื้อลูกหนามแดง	200	กรัม
2. น้ำลูกหนามแดง	100	กรัม
3. น้ำตาล	700	กรัม
4. น้ำเปล่า	240	กรัม

<u>วิธีทำ</u>

1. นำลูกหนามแดงผลสุกมาหั่นนำเมล็ดออก
2. แล้วนำลูกหนามแดงใส่เครื่องปั่นลงไปแล้วใส่น้ำปั่นให้ละเอียด
3. จากนั้นเอาลูกหนามแดงที่ปั่นมาบีบน้ำออกมาโดยใช้ผ้าขาวบาง
4. นำเนื้อลูกหนามแดงและน้ำตาลทรายผสมเข้ากันต้มด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที คนจนเหนียวแล้วตั้งพักไว้ให้อุณหภูมิเย็นลง

3. ส่วนผสมโยเกิร์ตแบบซันเดย์พร้อมแยมมะม่วงหาวมะนาวโห่

1. โยเกิร์ตจากธรรมชาติ (จากข้อที่ 1)

2. แยมลูกหนามแดง

<u>วิธีทำ</u>

1. นำนมที่ผ่านกระบวนการทำโยเกิร์ตในขั้นตอนที่ 6 เทผสมกับแยม
2. บรรจุใส่ภาชนะปิดฝาให้สนิท
3. บ่มใน incubatorที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมง

ภาคผนวก ข
ขั้นตอนกระบวนการผลิต

ก.ขั้นตอนการเตรียมแยมลูกหนามแดง

หั่นลูกหนามแดงผลสุกมาหั่นแล้วเอาเมล็ดออก

แล้วนำลูกหนามแดงผสมกับน้ำแล้วปั่นให้ละเอียด

บีบน้ำออกจากลูกหนามแดงโดยใช้ผ้าขาวบาง

ต้มเนื้อลูกหนามแดงและน้ำตาลทรายที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที คนจนเหนียว แล้วตั้งพักไว้ให้อุณหภูมิเย็นลง

ตักแยมใส่ถ้วยบรรจุ พักไว้

ข.ขั้นตอนการทำโยเกิร์ต

ผสมนมพร่องมันเนย น้ำตาล และนมผง

ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

เติมโยเกิร์ตรสธรรมชาติบัลแกเรีย คนให้เข้ากัน

นำนมที่เติมเชื้อโยเกิร์ตเทใส่ในถ้วยที่มีแยม

บ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมง

แผนภาพที่ ข.1 ขั้นตอนการทำโยเกิร์ตลูกหนามแดงแบบซันเดย์

ภาคผนวก ค
แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ใบรายงานการทดสอบ

เรื่อง การให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ ..... ชุดที่.....

วันที่..... เวลา.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสอนให้จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนะความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด	6 = ชอบน้อยที่สุด	3 = ไม่ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก	5 = เฉยๆ	2 = ไม่ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	1= ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบ**		
	รหัส.....	**รหัส.....**	**รหัส.....**
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
กลิ่นรส			
รสชาติ			
ลักษณะเนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบคำถาม

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

การวัดค่าสี

เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIA MINOLTA

1.เปิดสวิตเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดสี

2.เข้าโปรแกรม Spectra Magic ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

3. คลิกที่ปุ่ม Connect (ที่แถบด้านบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องวัดสี

4. สังเกตที่แถบล่างขวาจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว

5.ทำการคาริเบตเครื่อง (Calibration) โดยกดปุ่ม Calibra tion (ที่แถบด้านบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ช่องด้านบนภายใน Target Mask

6. เมื่อคาริเบตเสร็จแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่ พร้อมใส่ตัวอย่างชนิดแห้งหรือชนิดเหลวลงใน Target Mask

7. จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีการสะท้อนของวัตถุ ด้านบน). ปิดด้วยตลับสีขาวด้านบน (กรณีวัดการส่งผ่านของวัตถุ ด้านบน)

8. จากนั้นเข้าที่ปุ่ม Measure Sample ตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างเดิม (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง)

9. จากนั้นทำตามข้อ 6 บันทึกผลการทดลองจากตารางในคอมพิวเตอร์ ค่า L^* a^* b^*

****กรณีวัดค่าการสะท้อนของวัตถุ (Reflectance Calibration) ตัวอย่างทึบแสง**

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง คลิก OK

White Calibration Plate คือ ตลับสีขาว จะใช้หลังจากที่ Zero Calibration เสร็จแล้ว

****กรณีวัดค่าการสะท้อนของวัตถุ (Tranmittance Calibration) ตัวอย่างโปร่งแสง หรือโปร่งใส**

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง จากนั้นนำแผ่นสำดำมาเสียบไว้ในเครื่อง คลิก OK

White Calibration Plate คือ ตลับสีขาวจะใช้หลังจากที่ Zero Calibration เสร็จแล้ว (ต้องนำแผ่นสีดำออกจากตัวเครื่องด้วย)

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณกรดแลกติก

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 3 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ 125 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
2. หยดสารละลายฟีนอล์ฟธาลีนจำนวน 2 - 3 หยด
3. นำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 M โดยให้ตัวอย่างโยเกิร์ตลุกหนามแดง

<u>สูตร</u>

$$\text{ปริมาณทั้งหมดในรูปกรดแลกติก (ร้อยละ)} = \frac{\textbf{ml NaOH} \times \boldsymbol{N} \times \boldsymbol{n} \times \textbf{100}}{\textbf{weight of sample(grams)}}$$

เมื่อ

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรอกไซด์โดรคลอริก (นอร์มอล)

n = มิลลิควิวาเลนท์ของกรดแลกติก(0.09)

การวิเคราะห์ปริมาณกรดซิตริก

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
2. หยดสารละลายฟีนอล์ฟธาลีนจำนวน 2 - 3 หยด
3. นำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 M โดยให้ตัวอย่างแยมลูกหนามแดงโห่เปลี่ยนสีอ่านค่าบันทึกผล

<u>สูตร</u>

$$\text{ปริมาณทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)} = \frac{\mathbf{V \times N \times 70 \times 100}}{\mathbf{1000 \times v}}$$

เมื่อ

v = ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้

V = ปริมาณของโซเดียมไฮดรอกไซด์

N = normality ของ โซเดียมไฮดรอกไซด์

การวิเคราะห์ปริมาณกรดมาลิก

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 3 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ 125 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
2. หยดสารละลายฟีนอล์ฟธาลีนจำนวน 2 - 3 หยด
3. นำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 M โดยให้ตัวอย่างโยเกิร์ตลุกหนามแดง

สูตร

$$\text{ปริมาณทั้งหมดในรูปกรดมาลิก (ร้อยละ)} = \frac{\boldsymbol{N \times \text{ml NaOH} \times n \times 100}}{\textbf{weight of sample(grams)}}$$

เมื่อ

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรอกไซด์โดรคลอริก (นอร์มอล)

n = มิลลิควิวาเลนท์ของกรดมาลิก (0.067)

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น
(Determination of moisture content)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธี (AOAC,2000)

1. นำ moisture can อบในตู้ลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาใส่ในโถดูดความชื้น 30 นาที
2. ชั่งน้ำหนัก moisture can ให้ได้น้ำหนักคงที่
3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ moisture can
4. นำ moisture can เข้าตู้อบลมร้อน (Hot air oven) 2 ชั่วโมง จดน้ำหนักที่ได้แล้ว นำตัวอย่างเข้าอบจนตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่หรือห่างกัน ≤ 0.05 กรัม นำค่าที่ได้ไปคำนวณ

<u>สูตร</u>

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{W}{W_s} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักความชื้น (กรัม) $= W_s - (W_T - W_B)$

W_s = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_T = น้ำหนักถ้วยที่มีตัวอย่างหลังอบแห้ง

W_B = น้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมเปล่า (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน
(Determination of crude fat)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี Acid Hydrolysis method (AOAC,2000)

1. นำตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นและทราบน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร
2. เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 2 มิลลิลิตร และกรดไฮโดรคลอริก 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ปิดขวดรูปชมพู่ด้วยกระจกนาฬิกา
3. นำไปให้ความร้อนบนอ่างควบคุมอุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส ประมาณ 30-40 นาที คนสารเป็นระยะ ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
4. ถ่ายสารละลายใส่ในกรวยแยกขนาด 100 มิลลิลิตร
5. ล้างขวดรูปชมพู่ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตร แล้วเทผสมในกรวยแยก
6. ล้างอีกรอบด้วยเอทิลอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร แล้วผสมในกรวยแยก
7. ปิดจุกกรวยแยกแล้วเขย่า 1 นาที และลดความดันในกรวยแยก
8. ล้างขวดรูปชมพู่ด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร ปิดจุกและเขย่าอีก 1 นาที และลดความดัน
9. ตั้งสารละลายให้แยกชั้น
10. ไขสารละลายชั้นล่างลงขวดรูปชมพู่ และเทสารชั้นบนผ่านสำลีปราศจากไขมันลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
11. ทำการสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยใช้อีเทอร์ และปิโตรเลียม อย่างละ 15 มิลลิลิตร ในการสกัดแต่ละครั้งตามลำดับ
12. เมื่อทำการสกัดครบ 3 ครั้งแล้ว นำบีกเกอร์ที่ได้ไประเหยบนอ่างน้ำเดือด
13. นำบีกเกอร์ที่ได้ไปอบในตู้อบความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง
14. ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที และชั่งน้ำหนัก อบซ้ำ และชั่งน้ำหนัก จนได้น้ำหนักคงที่หรือผลต่างของน้ำหนักต่างกัน ≤ 0.05 กรัม
15. เมื่อได้น้ำหนักคงที่แล้ว นำบีกเกอร์มาล้างไขมันออกด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์
16. แล้วนำไปอบในตู้อบความร้อนแห้งนาน 1 ชั่วโมง
17. ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที และชั่งน้ำหนัก

<u>สูตร</u>

ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)

$$\text{ไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{[(\boldsymbol{W_T - W_B}) - \mathbf{B}]}{\mathbf{W_S}} \times 100$$

เมื่อ W_B = น้ำหนักบีกเกอร์เปล่าหลังอบ (กรัม)

W_T = น้ำหนักบีกเกอร์และไขมันที่ได้หลังอบ (กรัม)

B = ค่าฉลี่ยของน้ำหนักตะกอนของแบลงค์ (กรัม)

W_S = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า
(Determination of ash)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าตามวิธี(AOAC,2000)

1. เผาถ้วยครูซิเบิลพร้อมฝา ชั่งจนได้น้ำหนักคงที่
2. ชั่งตัวอย่างใส่ถ้วยครูซิเบิลที่ทราบน้ำหนักแน่นอน
3. วางถ้วยครูซิเบิลบนเตาไฟฟ้า จนน้ำระเหยออกหมด
4. วางบนเตาหลุมจนหมดควัน
5. ปิดฝาถ้วยครูซิเบิล นำใส่เตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
6. ถ้าถ้วยไม่ขาวให้หยดน้ำกลั่น 2-3 หยด วางถ้วยครูซิเบิลบนเตาไฟฟ้าจนน้ำแห้ง
7. วางถ้วยครูซิเบิลบนเตาหลุมเผาจนแห้ง
8. นำถ้วยครูซิเบิลออกจากเตาเผา ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นอย่างน้อย 45 นาที ชั่งน้ำหนัก
9. ปิดฝาถ้วนครูซิเบิล นำใส่ในเตาเผาอีกครั้ง และชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักที่คงที่หรือน้ำหนักสองครั้งสุดท้ายต่างกัน ≤ 0.0010 กรัม ให้ใช้ค่าน้ำหนักที่ต่ำสุดจากการอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่มาคำนวณ

<u>สูตร</u>

$$\text{เถ้า (กรัม)} = \frac{\mathrm{W}\times 100}{\mathrm{W_S}}$$

เมื่อ W = น้ำหนักเถ้า (กรัม) = $\mathrm{W_S} - (W_T - W_B)$

$\mathrm{W_S}$ = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_T = น้ำหนักถ้วยครูซิเบิลที่มีถ้าหลังเผา (กรัม)

W_B = น้ำหนักถ้วยครูซิเบิล (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน
(Determination protein)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตามวิธี Kjeldahl method (AOAC, 2000)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5-2 กรัม ถ้าตัวอย่างเป็นของแข็งให้ชั่งใส่ลงในกระดาษกรองปราศจากไนโตรเจน ห่อและนำตัวอย่างใส่ลงในหลอดกลั่น
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียม-ซีลีเนียม) จำนวน 2 กรัม และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร
3. สวม suction tube เข้ากับหลอดกลั่น และยึดหลอดกลั่นกับ suction tube ให้แน่นด้วยยางยืด
4. วางหลอดกลั่นลงในเครื่องหยอดสารที่ปรับปุ่ม power control ไว้แล้ว ที่หมายเลข 5 ซึ่งความร้อนที่ตั้งไว้จะไม่ทำให้ตัวอย่างเดือดแรงขึ้นไปจนถึงคอของหลอด
5. ย่อยตัวอย่างไปอย่างน้อย 20 นาที หรือจนกระทั่งควันสีขาวเกิดขึ้นในหลอด แล้วปรับปุ่ม power control ไปที่หมายเลข 10 ย่อยตัวอย่างจนได้สารละลายใส และย่อยต่อไปอีกประมาณ
   15 นาที
6. เมื่อย่อยตัวอย่างเสร็จ ทิ้งไว้ให้เย็น และจนไอแก๊สหายหมด
7. กลั่นโดยเครื่องกลั่น Buchi 323 หรือ Buchi 324 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร และเติมเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 1 หยด
8. ใส่กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
9. เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม 4 หยด เขย่าให้เข้ากัน และวางขวดไว้ตรงตำแหน่งรับสารละลายที่กลั่นได้ของเครื่องกลั่น
10. นำหลอดกลั่นใส่ในเครื่องกลั่น เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 จนมีความเป็นด่างเกินพอ (สารละลายเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง)
11. ทำการกลั่นและเก็บของเหลวที่กลั่นได้ในขวดรูปชมพู่ที่มีกรอบบอริกอยู่ให้ได้ปริมาตรรวม 200 มิลลิลิตร
12. ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนอจนถึงจุดยุติ
13. ทำ Blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง และทำการทดลองเหมือนตัวอย่าง

<u>สูตร</u>

ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง

$$\text{A (ร้อยละ)} = \frac{(V_A - V_B) \times 4007 \times N}{W}$$

เมื่อ A = ปริมาณของไนโตรเจนที่ได้จากการทดสอบ (ร้อยละ)

V_A และ V_B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรดไฮดรอกคลอริก (นอร์มอล)

1.4007 = มิลลิกรัมสมมูล (Milliequivaient weight) ของไนโตรเจน $\times$ 100

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง

$$\text{Protein (ร้อยละ)} = A \times F$$

เมื่อ A = ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง (ร้อยละ)

F = factor ที่ใช้คำนวณโปรตีน

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต
(Determination of Carbohydrates)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

คำนวณโดยใช้ความแตกต่างของน้ำหนักตัวย่างแห้งและปริมาณขององค์ประกอบอื่น ๆ

ปริมาณคาร์โบไอเดรต (ร้อยละ) = 100 – (ร้อยละของโปรตีน + ร้อยละของเถ้า + ร้อยละของความชื้น)

ภาคผนวก ฉ
การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ที่ปราศจากเชื้อ
3. ตัวอย่างอาหาร
4. เครื่อง Stomacher ยี่ห้อ Seward
5. กระบอกตวง

สารเคมี

1. สารละลาย peptone ร้อยละ 0.1
2. Plate Count Agar (PCA)

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ทำให้
   เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Stomacher ประมาณ 2 นาที จะได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-1} เท่า
2. ปิเปตผลิตภัณฑ์มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 จำนวน 9 มิลลิลิตร เจือจางให้เป็นความเข้มข้น 10^{-2} เท่า ทำต่อไปเรื่อยๆจนถึงสารละลายความเข้มข้นที่ 10^{-8} เท่า
3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 10^{-6} เท่า มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้วเท PCA เหลวอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อแล้วทำการผสมให้เข้ากันโดยการหมุนจนเพาะเชื้อไปทางด้านซ้ายและขาว (pour plate technique) ทำซ้ำแบบเดิมอีก 2 จานเพาะเชื้อ
4. รอให้อาหารแข็งตัว นำเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
5. ทำซ้ำในข้อ 3 และ 4 โดยเฉลี่ยลำดับความเข้มข้นเป็น 10^{-7} เท่า และ 10^{-8} เท่า ตามลำดับ ทุกระดับความเจือจางทำซ้ำ 2 ครั้ง
6. นับจำนวนโคโลนีเชื้อจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีเชื้อระหว่าง 25-250 โคโลนี
7. คำนวณค่าเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

วิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. จารเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ที่ปราศจากเชื้อ
3. ตัวอย่างอาหาร
4. เครื่อง Stomacher ยี่ห้อ Seward
5. กระบอกตวง

<u>สารเคมี</u>

1. สารละลาย peptone ร้อยละ 0.1
2. Potato Dextrose Agar (PDA)
3. กรดทาทาริกเข้มข้นร้อยละ10

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Stomacher ประมาณ 1 นาที
2. นำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ไปเจือจางกับสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ได้เป็นสารละลายความเจือจาง 10^{-1} เท่า จากนั้นทำต่อไปจนได้ความเจือจาง 10^{-3}
3. ปิเปตตัวอย่างแต่ละความเจือจางๆละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อทุกระดับความเจือจาง ทำซ้ำ 2 ครั้ง
4. เติมกรดทาทาริก 1.5 มิลลิลิตร ใน PDA 200 มิลลิลิตร ที่ทำให้เหลวแล้วโดยปล่อยให้มีอุณหภูมิลดลงถึง 45 องสาเซลเซียส
5. เทอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ในจานเพาะเชื้อ หมุนวนด้านซ้ายและขวา เพื่อให้อาหารกับตัวอย่างเข้ากันดีจนเป็นเนื้อเดียวปล่อยให้อาหารแข็ง
6. นำไปบ่มที่ตู้บ่มชื้ออุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
7. นับจำนวนโคโลนีแล้วคำนวณค่าเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก (AOAC, 2000)

<u>เครื่องมือและอุปกรณ์</u>

1. จารเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ที่ปราศจากเชื้อ
3. ตัวอย่างอาหาร
4. เครื่อง Stomacher ยี่ห้อ Seward
5. กระบอกตวง

<u>สารเคมี</u>

1. สารละลาย peptone ร้อยละ 0.1
2. De Man Rogusa Sharpe (MRS)

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Stomacher ประมาณ 2 นาที จะได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-1} เท่า
2. ปิเปตผลิตภัณฑ์มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 จำนวน 9 มิลลิลิตร เจือจางให้เป็นความเข้มข้น 10^{-2} เท่า ทำต่อไปเรื่อยๆจนถึงสารละลายความเข้มข้นที่ 10^{-8} เท่า
3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 10^{-4} เท่า มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้วเท MRS เหลวอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อแล้วทำการผสมให้เข้ากันโดยการหมุนจนเพาะเชื้อวนไปทางด้ารซ้านและขวา (pour plate technique) ทำซ้ำแบบเดิมอีก 2 จานเพาะเชื้อ
4. รอให้อาหารแข็งตัวนำเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
5. ทำซ้ำในข้อ 3 และ 4 โดยเฉลี่ยลำดับความเข้มข้นเป็น 10^{-7} เท่า และ 10^{-8} เท่า ตามลำดับ
6. นับจำนวนโคโลนีเชื้อจากจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีเชื้อระหว่าง 25-250 โคโลนี

<u>การคำนวณ</u> จำนวนแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก = จำนวนโคโลนี × ความเข้มข้นของ dilution

ภาคผนวก ช
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 353) พ.ศ. 2556
เรื่องนมเปรี้ยว

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ ๓๕๓) พ.ศ. ๒๕๕๖
เรื่อง นมเปรี้ยว

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง นมเปรี้ยว อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 วรรคหนึ่ง และมาตรา 6 (3) (4) (5) (6) (7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิ และเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 33 มาตรา 41 มาตรา 43 และ มาตรา 45 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติ แห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 289) พ.ศ. 2548 เรื่อง นมเปรี้ยว ลงวันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2548

ข้อ 2 ให้นมเปรี้ยวเปนอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 นมเปรี้ยว (Fermented milk) หมายความว่า ผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากฐานมจากสัตว์ ที่นำมาบริโภคได้ หรือส่วนประกอบของฐานมที่ผ่านการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคแล้วหมักด้วย จุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคหรืออันตราย ทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และอาจปรุงแต่งกลิ่น รส สี หรือเติมวัตถุเจือปนอาหาร สารอาหาร หรือส่วนประกอบอื่นที่มิใช่นมด้วยก็ได้ ทั้งนี้ ให้รวมถึงนมเปรี้ยว ที่นำมาผ่านการฆ่าเชื้อ การแช่แข็ง หรือการทำให้แห้งด้วย

ข้อ 4 นมเปรี้ยวแบ่งตามชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักได้ ดังนี้

(1) โยเกิร์ต (Yoghurt) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรีย สเตรปโทค็อกคัส เทอร์โมฟิลัส (Streptococcus thermophilus) และแล็กโทบาซิลลัส เดลบรึคคิไอ ซับสปีชีส์ บัลแกริคัส (Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus) หรือแล็กโทบาซิลลัส ซับสปีชีส์ อื่น

(2) นมเปรี้ยวแอซิโดฟิลัส (Acidophilus Milk) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียแล็กโทบาซิลลัส แอซิโดฟิลัส (Lactobacillus acidophilus)

(3) นมเปรี้ยวเคเฟอร์ (Kefir) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียและยีสต์ ได้แก่ แล็กโทบาซิลลัส เคฟิไร (Lactobacillus kefiri) หรือแล็กโทค็อกคัส (Lactococcus) และแอซีโทแบกเตอร์ (Acetobacter) และไคลเวอโรไมซีส มาร์เซียนัส (Kluyveromyces marxianus) และแซ็กคาโรไมซีสยูนิสปอรัส (Saccharomyces unisporus) หรือแซ็กคาโรไมซีส เซรีวิซิอี (Saccharomyces cerevisiae) หรือแซ็กคาโรไมซีส แอซิกูอัส (Saccharomyces exiguus)

(4) นมเปรี้ยวคูมิส (Kumys) หมายถึง นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียและยีสต์ ได้แก่ แล็กโทบาซิลลัส เดลบรึคคิไอ ซับสปีชีส์ บัลแกริคัส (Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus) และไคลเวอโรไมซีส มาร์เซียนัส (Kluyveromyces marxianus) หน้า 80 เล่ม 130 ตอนพิเศษ 87 ง ราชกิจจานุเบกษา 24 กรกฎาคม 2556

(5) นมเปรี้ยวที่ได้จากการหมักด้วยจุลินทรีย์ชนิดที่แตกต่างหรือนอกเหนือจากที่กำหนด ไว้ใน (1) ถึง (4) เช่น แล็กโทบาซิลลัส คาเซอิ ซับสปีชีส์ ชิโรต้า (Lactobacillus casei subsp. shirota) บิฟิโดแบคทีเรียม (Bifidobacterium) นมเปรี้ยวตาม (1) (2) (3) และ (4) อาจใส่จุลินทรีย์ที่ใช้ ในการหมักชนิดอื่นเพิ่มเติมจากที่กำหนดได้

ข้อ 5 การเติมสารอาหารในนมเปรี้ยว ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่สำนักงานคณะกรรมการ อาหารและยาประกาศกำหนด โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร

ข้อ 6 นมเปรี้ยวที่จะนำไปผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ต้องทำให้เป็นเนื้อเดียวกันและฆ่าเชื้อ ด้วยกรรมวิธีอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) พาสเจอร์ไรส์ หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยใช้อุณหภูมิที่เหมาะสม ซึ่งจะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียลักษณะที่ต้องการเมื่อผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อดังกล่าว โดยใช้อุณหภูมิและเวลาอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1.1) อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ฑ่ออุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า หรือ ต่ำกว่า

(1.2) อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 15 วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

(2) ยูเอชที หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิตั้งแต่ 100 องศาเซลเซียส ขึ้นไป และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ตามระยะเวลาที่เพียงพอจะทำลายจุลินทรีย์ที่สามารถเพิ่มจำนวนเมื่อเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิปกติ แล้วบรรจุในภาชนะและในสภาวะที่ปราศจากเชื้อ (3) กรรมวิธีอย่างอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่ากรรมวิธีตาม (1) หรือ (2) ตามที่ได้รับ ความเห็นชอบจากคณะกรรมการอาหาร

ข้อ 7 นมเปรี้ยวที่มิได้ปรุงแต่งต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่นรสตามลักษณะของนมเปรี้ยวนั้น

(2) มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.7 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4 (1) (2) (3) และ (5)

(3) มีมันเนย ดังนี้

(3.1) น้อยกว่าร้อยละ 15 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4 (1) และ (2)

(3.2) น้อยกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4 (3) (4) และ (5)

(4) มีค่าความเป็นกรด โดยคำนวณเป็นกรดแลกติก ดังนี้

(4.1) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.6 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4 (1) (2) และ (3)

(4.2) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.7 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4 (4)

(4.3) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.3 ของน้ำหนัก สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4 (5) หน้า 81 เล่ม 130 ตอนพิเศษ 87 ง ราชกิจจานุเบกษา 24 กรกฎาคม 2556

(5) มีจุลินทรีย์ที่ใช้ในกรรมวิธีการหมักคงเหลือในนมเปรี้ยวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม แล้วแต่กรณี ดังนี้

(5.1) แบคทีเรียไม่น้อยกว่า 10,000,000 โคโลนี

(5.2) ยีสต์ไม่น้อยกว่า 10,000 โคโลนี

(6) ไม่ใช้วัตถุกันเสีย

(7) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง มาตรฐาน อาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(8) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 ต่อนมเปรี้ยว 1 กรัม โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(9) ตรวจพบเชื้อราได้ไม่เกิน 100 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยวที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม

(10) ตรวจพบยีสต์ไม่เกิน 100 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยวที่ไม่ได้ใช้ยีสต์ในการหมัก และไม่ผ่าน การฆ่าเชื้อหลังการหมัก 1 กรัม

(11) ตรวจพบยีสต์และเชื้อราได้ไม่เกิน 10 โคโลนี สำหรับนมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ๑ กรัม

ข้อ 8 นมเปรี้ยวที่ปรุงแต่ง ต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของมวลน้ำหนัก และมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังนี้

(1) กรณีไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7 (1) (6) (7) (8) (9) และ (10) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7 (2) (3) (4) และ (๕) ให้เป็นไปตาม สัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม

(2) กรณีที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมัก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7 (1) (6) (7) (8) และ (11) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7 (2) (3) และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนม ที่ใช้เป็นส่วนผสม

ข้อ 9 นมเปรี้ยวแช่แข็งเมื่อกลับคืนสภาพเดิมแล้ว (thawing) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังนี้

(1) กรณีที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและไม่ได้ปรุงแต่ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ตามข้อ 7 (1) (2) (3) (4) (6) (7) (8) (9) และ (10) และต้องมีจุลินทรีย์และยีสต์ที่ใช้ในการหมัก เหลืออยู่และมีชีวิตด้วย

(2) กรณีที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและปรุงแต่ง ต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณ ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕๐ ของมวลน้ำหนัก และมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7 (1) (6) (7) (8) (9) และ (10) และต้องมีจุลินทรีย์และยีสต์ที่ใช้ในการหมักเหลืออยู่และมีชีวิตด้วย สำหรับคุณภาพหรือ มาตรฐานตามข้อ 7 (2) (3) และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็นส่วนผสม หน้า 82 เล่ม 130 ตอนพิเศษ 87 ง ราชกิจจานุเบกษา 24 กรกฎาคม 2556

(3) กรณีที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและไม่ได้ปรุงแต่ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7 (1) (2) (3) (4) (6) (7) (8) และ (11)

(4) กรณีที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและปรุงแต่ง ต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่า ร้อยละ 50 ของน้ำหนัก และมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7 (1) (6) (7) (8) และ (11) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7 (2) (3) และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมที่ใช้เป็น ส่วนผสม

ข้อ 10 นมเปรี้ยวชนิดแห้งเมื่ออยู่ในสภาพพร้อมบริโภคตามวิธีละลายเพื่อบริโภคที่ระบุไว้บนฉลาก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังนี้

(1) กรณีไม่ปรุงแต่งต้องมคีุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7 (1) (2) (3) (4) (6) (7) (8) และ (๑๑)

(2) กรณีปรุงแต่งต้องมีนมเป็นส่วนผสมในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕๐ ของน้ำหนัก และมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7 (1) (6) (7) (8) และ (11) สำหรับคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อ 7 (2) (3) และ (4) ให้เป็นไปตามสัดส่วนของนมท่ีใช ้เป็นส่วนผสม กรณีที่มีวัตถุประสงค์การใช้ต่างจากวรรรคหนึ่ง อาจมีคุณภาพหรือมาตรฐานต่างจากวรรคหนึ่งได้ แต่ต้องเป็นไปตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศกำหนด โดยความเห็นชอบของ คณะกรรมการอาหาร

ข้อ 11 นมเปรี้ยวที่ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักและที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักตามข้อ 6 (1) ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาหลังบรรจุจนถึงผู้บริโภค และระยะเวลาการบริโภคต้องไม่เกิน 30 วัน นับจากวันที่บรรจุในภาชนะพร้อมจำหน่าย แต่ทั้งนี้ ไม่รวม นมเปรี้ยวแช่แข็งหรือนมเปรี้ยวชนิดแห้ง กรณีที่จะแสดงระยะเวลาการบริโภคเกินกว่าที่กำหนดตามวรรคหนึ่ง ต้องมีมาตรการใน การควบคุมคุณภาพหรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาตั้งแต่การผลิต การบรรจุ การจำหน่าย จนถึงผู้บริโภคเป็นไปตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเห็นชอบ

ข้อ 12 นมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักตามข้อ 6 (2) ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิปกติ ในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วัน นับแต่วันที่บรรจุในภาชนะก่อนออกจำหน่าย เพื่อตรวจสอบว่ายังคงมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่กำหนด และไม่เปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะเดิมที่ทำขึ้น แต่ทั้งนี้ ไม่รวม นมเปรี้ยวแช่แข็งหรือนมเปรี้ยวชนิดแห้ง

ข้อ 13 การใช้วัตถุเจือปนอาหารนอกจากวัตถุกันเสีย ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร กรณีตรวจพบวัตถุกันเสียที่ตกค้างมาจากวัตถุที่ใช้ปรุงแตงกลิ่น รส สี หรือส่วนประกอบอื่นที่มิใช่ นมที่เป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ปริมาณที่ตรวจพบจะต้องไม่เกินปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ในวัตถุดิบเหล่านั้น แล้วแต่กรณี หน้า 83 เล่ม 130 ตอนพิเศษ 87 ง ราชกิจจานุเบกษา 24 กรกฎาคม 2556

ข้อ 14 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้านมเปรี้ยวเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 15 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้านมเปรี้ยวเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติ แล้วแต่กรณี ดังนี้

(1) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับนมเปรี้ยวที่มิใช่นมเปรี้ยวพาสเจอร์ไรส์

(2) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลว ที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ สำหรับนมเปรี้ยวพาสเจอร์ไรส์

ข้อ 16 การใช้ภาชนะบรรจุนมเปรี้ยว ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 17 การแสดงฉลากของนมเปรี้ยว ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง ฉลาก เว้นแต่การใช้ชื่ออาหารของนมเปรี้ยวและการแสดงข้อความสำหรับนมเปรี้ยวบางชนิด ให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้

(1) ชื่ออาหารของนมเปรี้ยว

(1.1) นมเปรี้ยวตามข้อ 4 (1) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า “โยเกิร์ต” หรือ “นมเปรี้ยวโยเกิร์ต” สำหรับกรณีที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยว” ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า “ชนิดโยเกิร์ต”

(1.2) นมเปรี้ยวตามข้อ 4 (2) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยวแอซิโดฟิลัส” สำหรับกรณีที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยว” ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า “ชนิดแอซิโดฟิลัส”

(1.3) นมเปรี้ยวตามข้อ 4 (3) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยวเคเฟอร์” สำหรับกรณีที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยว” ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า “ชนิดเคเฟอร์”

(1.4) นมเปรี้ยวตามข้อ ๔ (๔) ให้ใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยวคูมิส” สำหรับกรณี ที่ประสงค์จะใช้ชื่ออาหารว่า “นมเปรี้ยว ” ต้องกำกับชื่ออาหารด้วยข้อความว่า “ชนิดคูมิส”

(1.5) “นมเปรี้ยว” สำหรับนมเปรี้ยวตามข้อ 4(5) การใช้ชื่ออาหารของนมเปรี้ยวอาจใช้ชื่อทางการค้าได้ แต่ต้องมีข้อความตาม (1.1) (1.2) (1.3) (1.4) หรือ (1.5) แล้วแต่กรณี กำกับชื่ออาหารด้วย โดยจะแสดงอยู่ในบรรทัดเดียวกับชื่อ ทางการค้าก็ได้ และจะมีขนาดตัวอักษรต่างกับชื่อทางการค้าก็ได้ แต่ต้องสามารถอ่านได้ชัดเจน

(2) นมเปรี้ยวเคเฟอร์และนมเปรี้ยวคูมิส ต้องแสดงข้อความดังต่อไปนี้ด้วย

(2.1) “มีเอทธิลแอลกอฮอล์ไม่เกิน ...%” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุปริมาณแอลกอฮอล์เป็นร้อยละของน้ำหนัก) ด้วยตัวอักษรที่อ่านได้ชัดเจน บริเวณเดียวกับชื่ออาหารหรือเครื่องหมายการค้า

(2.2) “เด็กและสตรีมีครรภ์ ไม่ควรรับประทาน” ด้วยตัวอักษรที่อ่านได้ชัดเจน (3) นมเปรี้ยวที่ผ่านการฆ่าเชื้อหลังการหมักตามข้อ 6 ต้องแสดงข้อความ “พาสเจอร์ไรส์” หรือ “ยูเอชที” เป็นส่วนหนึ่งของชื่ออาหารหรือกำกับชื่ออาหาร แล้วแต่กรณี หน้า 84 เล่ม 130 ตอนพิเศษ 87 ง ราชกิจจานุเบกษา 24 กรกฎาคม 2556

ข้อ 18 ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้านมเปรี้ยวที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 289) พ.ศ. 2548 เรื่อง นมเปรี้ยว ลงวันที่

17 มกราคม พ.ศ. 2548 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าว ต่อไปได้โดยถือว่าได้จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

ข้อ 19 ประกาศนี้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศ ในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ. 2556
ประดิษฐ สินธวณรงค์
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

ภาคผนวก ช
ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง

ภาพที่ ช.1 ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง (มะม่วงหาวมะนาวโห่)

เอกสารอ้างอิง

เกร็ดความรู้.net. ม.ป.ป. **มะม่วงหาวมะนาวโห่ สรรพคุณและประโยชน์ของมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่คุณอาจไม่รู้!!!** . [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net

กัลยาณี ชาวนา. 2546. **“แยมแครอทจากกลูโคแมนแนน.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิรากร ศรีสุข. 2546. **พฤติกรรมการบริโภคโยเกิร์ต**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://dspace.bu.ac.th/bitstream/123456789/457/1/putchart_tunt1.pdf

จิราภรณ์ สอดจิตร์. 2541. **นมเปรี้ยว Yogurt**. เกษตรนเรศวร. 4(1): 26-28

จิระเดช มณีรัตน์. 2552. **ปฏิบัติการเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์นม**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คณะเทคโนโลยีเกษตร

จุฑามาศ สื่อประสาร ทานตะวัน พิรักษ์ และ ศิริพร เรียบร้อย. 2556**. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผลหนามแดง** .การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จันทนา กาญจน์กมล. 2558. **ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากมะม่วงหาวมะนาวโห่**. การประชุมสวนสุนันทาวิชาการระดับชาติครั้งที่ 2. 601-607

ชมภูนุช เผื่อนพิภพ. 2557. เทคโนโลยีนมและผลิตภัณฑ์. โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ

ชนานันท์ สุวรรณปิฎกกุล และ มยุรี กัลยาวัฒนกุล. 2557. **การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดมะม่วงหาวมะนาวโห่**. รายงานการศึกษาอิสระ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์เครื่องสาอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, เชียงราย.

ดวงกมล ตั้งสถิตพร และบุษยมาลี ถนนทิพย์. 2549. **“การศึกษากรรมวิธีการผลิตแยมจากเปลือกมะนาว.”** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ทิยามาศ คงเกตุ. 2544. **“โยเกิร์ตรสแครอท**.” วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี ภาควิชาคหกรรมบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

นฤศันส์ วาสิกดิลก. 2540. **การสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อโยเกิร์ต.** ปัญหาพิเศษปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณพัฐอร บัวฉุน. 2561. “ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกของเมล็ดและเนื้อมะม่วงไม่รู้โห่” **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์** 13, 2 (พฤษภาคม–สิงหาคม) : 53-63

ปรียา วิบุลย์เศรษฐ์. 2544. **หลักการแปรรูปนม.** ภาควิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พลอยโพยม. 2556. **มะม่วงหาวมะนาวโห่**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://bangkrod.blogspot.com/2013/03/blog-post_12.html

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. **แยม**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps342_47.pdf

เมดไทย. 2560. **น้ำตาล.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://medthai.com/%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%95%E0%B8%B2%E0%B8%A5/

มัณฑนา ร่วมรักษ์. 2543. **การทำแยม เยลลี่ และ มาร์มาเลด**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก; https://www.ku.ac.th/e-magazine/december43/agri/jam.html

เรือนเงิน สินธุ. 2544. **การสกัดและคุณภาพวิเคราะหของแอนโธไซยานินสในลูกหวา**. ปญหา พิเศษ ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตรวิทยาเขตกำแพงแสน.

รัฐกฤษฎิ อภิวัฒน์ดำรงค์, ชิตชนันท์ เถาน้อย, จีรวุฒิ ประภาวุฒิพงศ์, เจนจิรา ศรีราจันทร์, ทองกร พลอยเพชรา และ ประเสริฐ ศศิธรโรจนชัย. 2515. **การผลิตโยเกิร์ตรสมะเขือเทศโดยใช้เวย์ทดแทนนมขาดมันเนย**. RMUTSB Acad. J. 3(1) : 41-53

วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงสวัสดิ์มานิต. 2532. **เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ

วชิราภรณ์ ผิวล่อง, สุรศักดิ์ สัจจบุตร, ศิริลักษณ์ สิงห์เพชร และ จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ. 2556. **อิทธิพลของระยะเวลาสุกต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ของมะม่วงหาวมะนาวโห่**. วารสารวิทยาศาสตรเกษตร 44 (2) (พิเศษ): 334-340.

วันเพ็ญ จิตรเจริญ. 2556. **หลักการวิเคราะห์และคำนวณผลิตภัณฑ์นม.** พิมพ์ครั้งที่ 3 ศูนย์การพิมพ์และตำราเรียน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2014. โยเกิร์ต (YOGURT). [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:http://biology.ipst.ac.th/?p=987

สกุลกานต์สิมลา. 2559. มะนาวโห่: พืชในวรรณคดีไทยที่มากมายด้วยประโยชน์. วารสารแก่นเกษตร 41 (3): 557-566.

สกุลกานต์ สิมลา สุรศักดิ์ บุญแต่ง และ พัชรีสิริ ตระกูลศักดิ์. 2556. **การประเมินปริมาณสารพฤกษเคมีบางประการและกิจกรรมของสารต้าน อนุมูลอิสระใน Carissa carandas L.** วารสารแก่นเกษตร 41 (1) (พิเศษ): 602-606.

สุภาพร ฟักเงิน และ ศิรประภา มีรอด. 2560**. ศึกษาการสกัดปริมาณแอนโทไซยานินในมะม่วงหาวมะนาวโห่.** การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

สุนัดดา โยมญาติ. 2557. โยเกิร์ต (YOGURT). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สุวรรณนา สุภิมารส. 2530. ผลิตภัณฑ์จากนม. ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวะแพทย์ศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม: นมเปรี้ยว. กระทรวงอุตสาหกรรม

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. **Anthocyanin/แอนโทไซยานิน.** [ออนไลน์] เข้าถึงจาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1103/anthocyanin-แอนโทไซยานิน

ศัลยาคงสมบูรณเวช. ม.ป.ป. **สารแอนติออกซิแดนทจากอาหาร**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.afic.org/ Food%20Facts%20Asia.html. 15 กุมภาพันธ 2550

ห้องสมุดประชาชน จังหวัดชลบุรี. 2560. **มะนาวโห่**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://chon.nfe.go.th/libmuang/index.php?name=webboard&file=read&id=53

อุทร ชิขุนทด และ ไพรินทร์ กปิลานนท์. 2555. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมเห็ดหูหนูขาว” **ว.วิทยาศาสตร์เกษตร**. 43, (2) (พฤษภาคม-สิงหาคม) : 449-452.

Blogger. 2556. **มะม่วงหาว มะนาวโห่**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://bangkrod.blogspot.com/2013/03/blog-post_12.html

Maheshwari, R., Sharma, A. and Verma, D., 2012, “Phyto-therapeutic Significance of Karaunda” **Bulletin of Environment Pharmacologyand Life Sciences**, 1(12): 34-36.

Medthai. 2017. **น้ำตาล สรรพคุณและประโยชน์ของน้ำตาล 14 ! (Sugar).** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://medthai.com/%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%95%E0%B8%B2%E0%B8%A5/

Morton, J. 1987**. Karanda**. p. 422-424. In: Fruits of warm climates. Julia F. Morton, Miami, FL Environment Pharmacologyand Life Sciences, 1(12): 34- 36

Itankar, P. R., Lokhande S. J., Verma P. R., Arora S. K., Sahu R. A., and Patil A. T. **Antidiabetic potential of unripe Carissa carandas Linn. Fruit extract**. J. Ethnopharmacology. 135, 430-433.

Guelph University. 2000. **Yogurt.** [Online] Available: http//www.GuelphUniversity.com

Kamlesh. P., Jale R., Singh M. and Kumar R.. 2010. **Non-destructive evaluation of dimensional properties and physical characterization of Carissa carandas fruits**. International Journal of Emerging Sciences 2: 321-327

Kubola, J., Siriamornpun S., and Meeso N.. 2011. **Phytochemicals, vitamin C and sugar content of Thai wild fruits**. Food Chemistry. 126, 972-981. of Thai wild fruits. Food Chemistry. 126, 972-981.

Timberlake, C.F. and Bridle P.. 1980**. Anthocyanin. In J. Walford (eds.). Developments in food colors**. London : Applied Science Publish. 1, p. 115-149.

ประวัติผู้ศึกษา

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาวฤดี คล่องวิถี
วัน เดือน ปีเกิด 22 มกราคม 2540
ที่อยู่ปัจจุบัน 171/289 หมู่บ้าน ตะวันทอง 3 ถ.เลียบคลองภาษีเจริญฝั่งใต้ เขตหนองแขม แขวงหนองแขม จ.กรุงเทพมหานคร 10160

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประถมศึกษา	โรงเรียนประชาบำรุง	2551
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนปัญญาวรคุณ	2554
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนปัญญาวรคุณ	2557

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาวชนิดา ตุ้มแสงทอง
วัน เดือน ปีเกิด 5 ตุลาคม 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน 117/22 ม.9 ถ.บางแวก ข.บางไผ่
เขตบางแค จ.กรุงเทพมหานคร 10160

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดมะพร้าวเตี้ย	2551
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดมะพร้าวเตี้ย	2554
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนชิโนรสวิทยาลัย	2557

การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง (มะม่วงหาวมะนาวโห่)

Product Development of Karunda Yogurt

จัดทำโดย

ฤดี คล่องวิถี

ชนิดา ตุ้มแสงทอง

บทนำ

โยเกิร์ต เป็นผลิตภัณฑ์นมหมักที่ได้รับความนิยมในหลายประเทศ ปัจจุบัน โยเกิร์ตเป็นอาหารสุขภาพ ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างมาก เช่น ช่วยในการทำงานของระบบย่อยอาหารและระบบขับถ่าย โยเกิร์ตจัดเป็นนมเปรี้ยว ชนิดหนึ่ง เป็นผลิตภัณฑ์นมที่ได้จากน้ำนมจากสัตว์ที่นำมาบริโภคได้ หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดโรค ทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น อาจปรุงแต่งกลิ่น รส สี การผลิตโยเกิร์ตนั้น จะหมักน้ำนมด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดแลกติก ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเปรี้ยว ค่า pH ที่ลดลงจะทำให้โปรตีนเสียสภาพ และจับตัวตกตะกอน ทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะข้น โดยทั่วไปโยเกิร์ตที่ผลิตขายมี 2แบบคือ โยเกิร์ตชนิดกวน และโยเกิร์ตชนิดคงตัวซึ่งแบคทีเรียที่ใช้เป็นเชื้อชนิดเดียวกัน แต่มีกระบวนการผลิตแตกต่างกัน

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มให้ความสำคัญกับสุขภาพ มีแนวโน้มที่จะบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น มะนาวโห่เป็นผลไม้ประเภทเบอร์รี่ รวมทั้งมะนาวโห่ยังเป็นผลไม้พื้นบ้านของไทยที่ผู้บริโภคเริ่มรู้จักและมีความต้องการมากขึ้น เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนี้ผลสุกของมะนาวโห่มีสีเข้มมากจนถึงดำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงโดย จัดเป็นแหล่งของแอนโทไซยานินที่สำคัญซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มของรงควัตถุที่มีศักยภาพในการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ผลมะนาวโห่มีสารกลุ่มแอนโทไซยานินในปริมาณมาก รวมทั้งยัง มีธาตุเหล็ก วิตามินซี และเพคติน และยังมีรายงานว่า สารสกัดจากมะนาวโห่มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราได้หลายชนิด เช่น *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* เป็นต้น

บทนำ

ด้วยคุณประโยชน์ของโยเกิร์ตผู้ทดลองได้เล็งเห็นความสำคัญของสุขภาพของผู้บริโภค จึงได้มีแนวคิดมีการนำแยมลูกหนามแดง มาผสมในโยเกิร์ตซันเดย์เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางสารอาหารให้กับผู้บริโภค และทั้งยังเป็นทางเลือกในการบริโภคลูกหนามแดง ให้บริโภคได้ง่ายมากขึ้น เป็นอีกทางเลือกแก่ผู้ที่ใส่ใจในเรื่องสุขภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสูตรและกรรมวิธีในการทำโยเกิร์ตชนิดคงตัว
2. เพื่อศึกษากรรมวิธีการทำแยมลูกหนามแดง
1. เพื่อศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดง ที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตลูกหนามแดง
1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง ทางด้านกายภาพและจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตลูกหนามแดง

ขอบเขตของการศึกษา

1. การศึกษาการผลิตโยเกิร์ตแบบซันเดย์

2. ศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดง ที่เหมาะสมในการทำโยเกิร์ตรสธรรมชาติพร้อมแยมลูกหนามแดง

3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง ทางด้านกายภาพและจุลินทรีย์ของโยเกิร์ตลูกหนามแดง

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารในโยเกิร์ตให้มากขึ้น

2. เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ของลูกหนามแดงให้หลากหลาย

3. เพื่อเป็นทางเลือกในการรับประทานลูกหนามแดง ให้รับประทานง่ายยิ่งขึ้น

4. เพื่อเป็นแนวทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่สนใจในสุขภาพและกลุ่มผู้บริโภคที่สนใจในลูกหนามแดง

วิธีดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนการทำโยเกิร์ตสูตรที่ 1

นมสดพาสเจอร์ไรส์

940 มิลลิลิตร

อุ่นให้ได้อุณหภูมิ

50 องศาเซลเซียส

เติมหางนมผง

60 กรัม

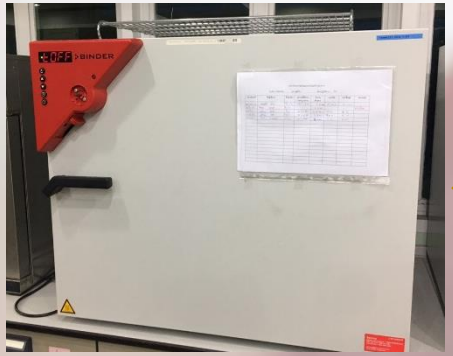
พาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ

85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที

ทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

เติมหัวเชื้อโยเกิร์ต

เทใส่ภาชนะปิดฝาให้สนิท



บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ

43 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนการทำโยเกิร์ตสูตรที่ 2

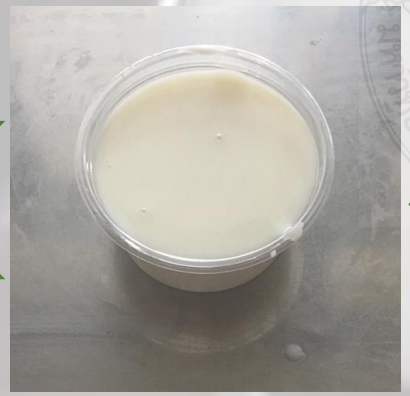
ผสมนมพร่องมันเนย 450 กรัม น้ำตาล 25 กรัม และนมผง 50 กรัม

ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

ลดอุณหภูมิลงเหลือ 45 องศาเซลเซียส

เติมโยเกิร์ตรสธรรมชาติ(บัลแกเรีย)

คนให้เข้ากัน



เทใส่ภาชนะปิดฝาให้สนิท

บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนการทำโยเกิร์ตสูตรที่ 3

ผสมน้ำอุ่น 514 มิลลิลิตร นมผง 143 กรัม และเติมนมพาสเจอร์ไรส์ 263.2 มิลลิลิตร

พาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

ลดอุณหภูมิลงเหลือ 43 องศาเซลเซียส

เติมโยเกิร์ตรสธรรมชาติ(บัลแกเรีย)

คนให้เข้ากัน

เทใส่ภาชนะปิดฝาให้สนิท

บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส

ศึกษาสูตรพื้นฐานโยเกิร์ต 3 สูตรที่ใช้ในการผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม					
	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	(กรัม)	(ร้อยละ)	(กรัม)	(ร้อยละ)	(กรัม)	(ร้อยละ)
นมสดดัชมิล	940	91.26	450	81.82	263.2	26.50
นมผงขาดมันเนย	60	5.83	50	9,09	143	14.40
น้ำตาลทราย	-	-	25	4.55	8	0.80
โยเกิร์ตรสธรรมชาติ	30	2.91	25	4.55	65	6.54
น้ำสะอาด	-	-	-	-	514.1	51.76

ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตโยเกิร์ต

คุณสมบัติเคมี	โยเกิร์ตสูตรพื้นฐานแบบซันเดย์		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ร้อยละของกรดแลคทิก	0.69 ± 0.003^{a}	0.627 ± 0.034^{b}	0.658 ± 0.00^{b}
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	4.45 ± 0.032^{c}	4.58 ± 0.11^{a}	4.52 ± 0.017^{b}
ของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	21.06 ± 0.115^{b}	22.53 ± 0.57^{a}	20.06 ± 0.57^{c}

จากตารางผลการทดสอบทางเคมีของโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรมีคุณสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ซึ่งโดยทั่วไปการผลิตโยเกิร์ต จุลินทรีย์ *Lactodacilus bulgaricus* และ *Streptococus thermophilus* จะย่อยน้ำตาลแลกโทสให้เปลี่ยนเป็นกรดแลคทิก ทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนสภาพตกตะกอนเป็นเคิร์ด ทำให้มีสภาวะเป็นกรดจึงทำให้มีความเป็น กรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 3.8-4.6 ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตอุตสาหกรรม (มอก.2146-2546) เรื่องนมเปรี้ยว ที่กำหนดให้ pH ของโยเกิร์ตอยู่ระหว่าง 3.8-4.6

ตารางคะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบคุณภาพทางประสามสัมผัสของโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร

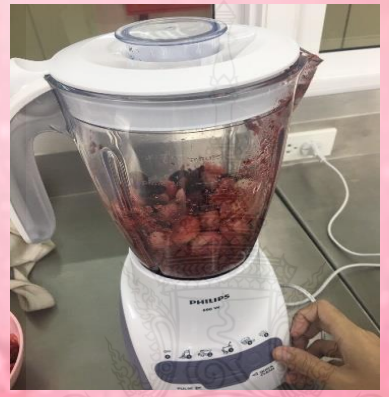
คุณลักษณะของโยเกิร์ต	คะแนนความชอบ		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ลักษณะปรากฏ	7.48±1.14^{a}	7.24±1.33^{ab}	6.98±1.31^{b}
สี ^{ns}	7.32±1.07	7.36±1.00	7.25±1.11
กลิ่น ^{ns}	6.98±1.30	7.26±1.24	7.03±1.25
กลิ่นรส	6.16±1.73^{b}	7.32±1.22^{a}	6.41±1.79^{b}
รสชาติ	5.92±1.68^{b}	7.64±1.19^{a}	6.37±1.91^{b}
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.60±1.51^{b}	7.06±1.42^{a}	6.69±1.56^{b}
ความชอบโดยรวม	6.42±1.45^{b}	7.60±1.19^{a}	6.73±1.63^{b}

จากตารางที่ 4.2 พบว่าการศึกษาสูตรพื้นฐานของโยเกิร์ตสูตรพื้นฐาน 3 สูตรมีคะแนนความชอบต่างกันในปัจจัยด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยในสูตรที่ 2 ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยความชอบด้านลักษณะปรากฏ 7.24 ± 1.33 เนื้อสัมผัส 7.06 ± 1.42 กลิ่นรส 7.32 ± 1.22 รสชาติ 7.64 ± 1.19 และความชอบโดยรวม 7.60 ± 1.19 ตามลำดับ รองลงมาคือสูตร 3 และสูตร 2 ส่วนความชอบในปัจจัยด้านสี กลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทั้ง 3 สูตร ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

จากเกณฑ์การคัดเลือกโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานเพื่อนำมาพัฒนาเป็นโยเกิร์ตลูกหนามแดงโดยพิจารณาจากการวัดคุณลักษณะทางเคมีและการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า โยเกิร์ตสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาพัฒนาเป็นโยเกิร์ตลูกหนามแดงมากที่สุด เนื่องจากค่าความเป็นกรดอยู่ระหว่าง 3.8-4.6 และยังมีปริมาณกรดแลกทิกสูงกว่าร้อยละ 0.6 ของน้ำหนัก มาตรฐานผลิตอุตสาหกรรม (มอก.2146-2546) เรื่องนมเปรี้ยว และประกาศสาธารณะสุข (ฉบับที่ 353) พ.ศ. 2556 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของสูตรที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)

2. กรรมวิธีการทำแยมลูกหนามแดง

หั่นลูกหนามแดงผลสุกมานำเมล็ดออก



ปั่นผสมลูกหนามแดงกับน้ำ 1 ถ้วยตวงให้ละเอียด

บีบน้ำออกจากลูกหนามแดงที่ปั่นโดยใช้ผ้าขาวบาง

ชั่งเนื้อลูกหนามแดง 200 กรัม น้ำลูกหนามแดง 100 กรัม และ น้ำตาลทราย 700 กรัม

ผสมน้ำตาลทราย เนื้อและน้ำลูกหนามแดง แล้วต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที คนจนเหนียวแล้วตั้งพักไว้ให้อุณหภูมิเย็นลง

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์กรรมวิธีการทำแยมหนามแดง

คุณสมบัติ	ผลสด	ค่าคุณสมบัติ
ทางกายภาพ ค่าสี		
L^*	19.83±0.20	56.93±0.13
a^*	15.74±0.38	17.56±0.14
b^*	1.95±0.20	1.32±0.14
ทางเคมี ร้อยละกรดซีตริก	0.96±0.01	0.66±0.252
ค่าความเป็นกรด - ด่าง	3.11±0.01	2.9±0.005
Water Activity	-	0.842±0.003
ของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	9±0.00	65.10±0.30
ทางจุลินทรีย์ Total plate counts	-	$<1\times10^4$ cfu/g
Yeast/Mould	-	<100 cfu/g

จากตารางการศึกษากรรมวิธีการทำแยมลูกหนามแดง พบว่า แยมที่ได้มีลักษณะกึ่งเหลวมีความข้นเหนียวพอเหมาะ ของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) เท่ากับ 65.10±0.30 ค่าความเป็นกรด–ด่าง เท่ากับ2.9±0.005 ซึ่งพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์ - รา ตรงตามข้อกำหนดในประกาศสาธารณะสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ. 2543 เรื่องแยม

3. ศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดงที่จะใช้ทำผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแบบซันเดย์

นำโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง โดยศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดง 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10 15 และ 20

ตารางปริมาณส่วนผสมโยเกิร์ตและแยมลูกหนามแดง

ส่วนผสม	ปริมาณแยมลูกหนามแดงต่อโยเกิร์ตรสธรรมชาติ					
	ร้อยละ10		ร้อยละ15		ร้อยละ20	
	(กรัม)	(ร้อยละ)	(กรัม)	(ร้อยละ)	(กรัม)	(ร้อยละ)
โยเกิร์ตรสธรรมชาติ	45	90	42.5	85	40	80
แยมลูกหนามแดง	5	10	7.5	15	10	20

ตารางผลการวัดค่าสีของโยเกิร์ตลูกหมานแดงที่มีการแปรปริมาณแยมลูกหนามแดง 3 ระดับ คือ ร้อยละ10 ร้อยละ 15 ร้อยละ 20

คุณสมบัติ	ค่าคุณสมบัติของโยเกิร์ตที่มีแยมหนามแดงต่างกัน		
	10	15	20
ค่าสี			
L^*	62.11 ± 0.05^c	56.93 ± 0.13^b	43.83 ± 0.51^a
a^*	14.92 ± 0.02^a	17.56 ± 0.14^b	19.09 ± 0.46^a
b^*	2.03 ± 0.09^c	19.09 ± 0.46^b	0.52 ± 0.02^a
กายภาพ			
ร้อยละของกรดแลกทิก ^{ns}	0.79 ± 0.03	0.78 ± 0.03	0.76 ± 0.04
ค่าความเป็นกรด	4.56 ± 0.12^b	4.54 ± 0.20^b	4.35 ± 0.01^a
ของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	28.53 ± 0.11^c	27.16 ± 0.15^b	26.16 ± 0.11^a

พบว่าที่ปริมาณแยมลูกหนามแดงที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ โดยที่ปริมาณแยมลูกหนามแดงร้อยละ 10 มีค่าความสว่าง (L*) รองลงมาคือร้อยละ 15 และ 20 ตามลำดับ

สำหรับการวัดคุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตลูกหนามแดงพบว่า ปริมาณแยมลูกหนามแดงที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อร้อยละของกรดแลคติก แต่ส่งผลให้ค่าของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณแยมลูกหนามแดงที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) เพิ่มมากขึ้นด้วย

คุณลักษณะของโยเกิร์ต	คะแนนความชอบ		
	ร้อยละ 10	ร้อยละ 15	ร้อยละ 20
ลักษณะปรากฏ ns	7.14±1.51	7.40±1.35	7.34±1.52
สี	7.32±1.23b	7.46±1.05a	7.06±1.09b
กลิ่น ns	7.60±1.01	7.66±0.89	7.42±1.05
กลิ่นรส	7.70±1.09a	7.78±1.01a	7.22±1.43b
รสชาติ	7.78±1.09a	7.86±1.01a	7.14±1.45b
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.50±1.14a	7.76±0.93a	7.04±1.32b
ความชอบโดยรวม	7.58±1.07ab	7.86±0.85a	7.22±1.23b

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่ามีคะแนนแตกต่างกันในปัจจัยด้าน สี เฉลี่ยอยู่ที่ 7.46±1.05 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) กลิ่นรส 7.78±1.01 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) รสชาติ 7.86±1.01(ชอบปานกลางถึงชอบมาก) ลักษณะเนื้อสัมผัส 7.76±0.93(ชอบปานกลางถึงชอบมาก) และความชอบโดยรวม 7.86±0.85 (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) ตามลำดับ รองลงมาคือ 10 และ 20

ส่วนคะแนนในเรื่องปัจจัยด้านลักษณะปรากฏและกลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโยเกิร์ตลูกหนามแดงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) และที่ปริมาณแยมลูกหนามแดงร้อยละ 10 และ 20 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการตรวจสอบคุณสมบัติในด้านต่างๆ พบว่าปริมาณแยมลูกหนามแดงที่ร้อยละ 10 15 และ 20 มีสมบัติอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดทุกประการ จึงใช้เกณฑ์การทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์หลักในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์สุดท้าย สูตรที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในแต่ละด้านมากที่สุดคือที่ปริมาณแยมลูกหนามแดงร้อยละ 15

ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงระหว่างการเก็บรักษา 21 วัน

0 วัน

3 วัน

6 วัน

9วัน

ลักษณะปรากฏของการเก็บรักษาระยะเวลา 0 วันถึง 9 วันจะมีสีขาวขุ่นแกมม่วงอ่อน มีการจับตัวเป็นก้อนกึ่งแข็งกึ่งเหลวและผิวหน้าเรียบ

12 วัน

15 วัน

ลักษณะปรากฏของการเก็บรักษาระยะเวลา 12 และ15 วัน มีสีขาวขุ่นแกมม่วงอ่อน ผิวหน้าเริ่มแห้งเล็กน้อย

18 วัน

21 วัน

ลักษณะปรากฏของการเก็บรักษา 18 วันพบ ผิวหน้าเริ่มแห้งมีน้ำซึมแยกออกมาเล็กน้อย 21 วัน พบ ผิวหน้าแห้งมากมีน้ำซึมแยกออกมามากขึ้น

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงร้อยละ15 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	L*	a*	b*
0	56.86 ± 0.07^{a}	17.56 ± 0.14^{a}	1.32 ± 0.14^{cd}
3	56.82 ± 0.04^{a}	17.56 ± 0.11^{a}	1.31 ± 0.05^{d}
6	56.73 ± 0.05^{a}	17.57 ± 0.19^{a}	1.33 ± 0.15^{cd}
9	56.64 ± 0.03^{a}	17.42 ± 0.02^{ab}	1.41 ± 0.02^{bcd}
12	56.22 ± 0.37^{b}	17.34 ± 0.04^{bc}	1.47 ± 0.03^{abc}
15	56.38 ± 0.03^{b}	17.26 ± 0.02^{bc}	1.52 ± 0.04^{ab}
18	56.30 ± 0.02^{b}	17.21 ± 0.03^{bd}	1.52 ± 0.04^{ab}
21	56.23 ± 0.02^{b}	17.13 ± 0.04^{d}	1.63 ± 0.04^{a}

จากตารางค่าสีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง ร้อยละ 15 พบว่า มีค่าสีที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดย ค่า L* (ค่าความสว่าง) มีแนวโน้มลดลงจากวันที่ 0 ค่า a* (สีแดง) มีแนวโน้มลดลงจากวันที่ 0 ค่า b* (สีเหลือง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากวันที่ 0 ซึ่งทำให้สีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ลักษณะปรากฏและลักษณะของสีที่สังเกตได้ของโยเกิร์ต วันที่ 0 มีสีที่แตกต่างตากวันที่ 21เพียงเล็กน้อย

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงร้อยละ 15 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ปริมาณกรดแลคติก (ร้อยละ)	pH	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)
0	0.64 ± 0.05^{d}	3.80 ± 0.01^{a}	27.13 ± 0.40^{ab}
3	0.73 ± 0.06^{c}	3.78 ± 0.02^{ab}	26.93 ± 0.11^{abcd}
6	0.70 ± 0.04^{cd}	3.75 ± 0.02^{abc}	27.23 ± 0.23^{a}
9	0.86 ± 0.00^{ab}	3.73 ± 0.02^{abc}	26.93 ± 0.11^{abcd}
12	0.85 ± 0.00^{b}	3.70 ± 0.01^{bcd}	26.83 ± 0.15^{bcd}
15	0.89 ± 0.02^{ab}	3.67 ± 0.00^{cd}	27.03 ± 0.05^{abc}
18	0.92 ± 0.03^{a}	3.65 ± 0.02^{d}	26.56 ± 0.16^{a}
21	0.93 ± 0.02^{a}	3.51 ± 0.14^{e}	26.68 ± 0.16^{cd}

จากตารางผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีลูกหนามแดง ปริมาณร้อยละ 15 พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดค่ากรด - ด่าง (pH) มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดแลกติกที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากแบคทีเรียแลคติกยังคงทำการหมักน้ำตาลแลกโทสในระหว่างการเก็บรักษา และเมื่อค่า pHลดลงทำให้โปรตีนสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ น้ำจึงแยกตัวออกจากนมมซึ่งน้ำจะซึมไปใต้ก้นถ้วยซึ่งมีแยมที่มีน้ำตาอยู่ทำให้เนื้อโยเกิร์ตด้านบนแห้งซึ่งเห็นได้ชัดในระยะเวลา 18 วัน ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของโยเกิร์ ตตามระยะการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอายุการเพียง 18 วัน

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	คุณลักษณะทางจุลินทรีย์		
	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	แบคทีเรียกรดแลคทิก (CFU/g)	ยีสต์/รา (CFU/g)
0	8.50×10^{9}	7.00×10^{9}	< 10
3	7.50×10^{9}	5.00×10^{9}	< 10
6	7.00×10^{8}	1.00×10^{8}	< 10
9	4.50×10^{8}	2.00×10^{8}	< 10
12	7.50×10^{7}	1.10×10^{8}	< 10
15	6.50×10^{7}	8.00×10^{7}	< 10
18	5.50×10^{7}	6.5×10^{7}	< 10
21	4.50×10^{5}	3.5×10^{6}	< 10

จากตารางผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตที่มีแยมลูกหนามแดง ร้อยละ 15 พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณกรดแลคทิกมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตเมื่อเก็บไว้เป็นเวลานานขึ้นส่งผลให้ค่า pH ลดลง ค่าปริมาณกรดสูงขึ้นมีผลให้แบคทีเรีย กรดแลกติก ลดจำนวนลงเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บที่นานขึ้น แต่ก็ยังไม่พบการเจริญของยีสต์ - รา ซึ่งตรงตามมาตรฐานผลิตอุตสาหกรรม (มอก.2146-2546) เรื่องนมเปรี้ยว ที่กำหนดให้ตรวจพบจำนวนยีสต์และเชื้อราได้ไม่เกิน 10 โคโลนี

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1. ผลการศึกษาการทำโยเกิร์ตสูตรพื้นฐาน ทั้ง 3 สูตร พบว่าสูตรที่เหมาะสม คือ สูตรที่ 2 ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 4.45±0.032 ปริมาณกรดแลกทิก เท่ากับ ร้อยละ 0.627±0.034 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ เท่ากับ 22.56±0.57 องศาบริกซ์ ซึ่งอยู่ใน มาตรฐานผลิตอุตสาหกรรม(มอก.2146-2546) เรื่องนมเปรี้ยว และประกาศสาธารณะสุข (ฉบับที่ 353) และในด้านคุณภาพทางประสาท สัมผัสโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานสูตร 2 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.60±1.19 แสดงว่าผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในระดับ ชอบปานกลางถึงชอบมาก จึงคัดเลือกเป็นโยเกิร์ตสูตรพื้นฐานเพื่อนำมาพัฒนาเป็นโยเกิร์ตลูกหนามแดง โดยพิจารณาจาก ลักษณะทางเคมีและผลการทดสอบของประสาทสัมผัส

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

2. ผลการศึกษากรรมวิธีการทำแยมลูกหนามแดง พบว่าแยมที่ได้มีค่าpH เท่ากับ 2.9±0.005 และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ เท่ากับ65.10±0.30 ซึ่งอยู่ในข้อกำหนดตามประกาศสาธารณะสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ. 2543 เรื่องแยม

3. ผลการศึกษาปริมาณแยมลูกหนามแดง เพื่อนำมาพัฒนาเป็นโยเกิร์ตลูกหนามแดง ที่เหมาะสมที่ร้อยละ 10 15 และ 20 พบว่าในด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส ปริมาณแยมลูกหนามแดง ร้อยละ 15 โดยเหมาะสมในการทำโยเกิร์ตลูกหนามแดงได้รับความชอบโดยรวม เท่ากับ 56.93±0.13 ค่า pHเท่ากับ 4.54±0.20 ปริมาณกรดแลกทิก เท่ากับ ร้อยละ 0.78±0.03 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ เท่ากับ 27.16±0.15 องศาบริกซ์ ตามข้อกำหนดในประกาศสาธารณะสุข (ฉบับที่ 353)

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

4. การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตลูกหนามแดง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 21 วัน พบว่าค่าสีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ส่วนค่าความเป็นกรด - ด่าง มีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ปริมาณกรดแลกทิกเพิ่มขึ้น แบคทีเรียแลกทิกลดลงเล็กน้อยเมื่อพิจารณาจากลักษณะปรากฏที่ผิวหน้าโยเกิร์ตจะแห้ง ดังนั้นโยเกิร์ตลูกหนามแดงมีอายุการเก็บรักษาได้ 18 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ข้อเสนอแนะ

1. อาจมีการศึกษาสารช่วยรักษาความคงตัวเพื่อยืดเวลาการเก็บรักษา
2. อาจมีการศึกษาสารที่ให้ความหวานในแยมลูกหนามแดงแทนน้ำตาล
3. สามารถนำผลิตภัณฑ์แยมลูกหนามแดงไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่น

Thank you for listening

Would anyone like to ask any questions?