การใช้สารฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์

Development of Pasteurized Milk by Added Phenolic which Extract from The Moonflower *(Ipomoea alba* Linn.*)*

สุชาดา ชัยช่อฟ้า
Suchada Chaichofa
ณัฐณิชา เจริญกิจสัมพันธ์
Nutnicha Charoenkijsumpun

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2558

ใบอนุมัติโครงงานพิเศษ

ชื่อโครงงานพิเศษ	การใช้สารฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์
ชื่อ นามสกุล	สุชาดา ชัยช่อฟ้า
	ณัฐณิชา เจริญกิจสัมพันธ์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงงานพิเศษฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ)

..... กรรมการ
(อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ธนภพ โสตรโยม)

โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

..... หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
(อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ชื่อโครงงานพิเศษ การใช้สารฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์
ชื่อ นามสกุล สุชาดา ชัยช่อฟ้า
ณัฐณิชา เจริญกิจสัมพันธ์
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

วิธีการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ โดยนำดอกชมจันทร์ไปอบแห้งตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จะได้ดอกชมจันทร์อบแห้งร้อยละ 7.37 นำมาสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และระเหยเอทานอลด้วยเครื่อง evaporator นำมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteau ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 68.11 ± 1.44 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 1 กรัม ต่อนม 200 มิลลิลิตร พาสเจอไรซ์ด้วยวิธี HTST (72 องศาเซลเซียส, 15 วินาที) ตรวจพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 46.19±1.72 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ผลิตภัณฑ์นมที่ได้มีสีขาว-เขียวอมเหลือง ค่าสีมีค่าความสว่าง (L*) 85.91±0.07, ค่าสีเหลือง (b*) -1.92±0.06 และ มีค่าสีแดง (a*) 17.13±0.24 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดด่าง 6.58±0.00 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ 12 ˚Brix

คำสำคัญ : สารประกอบฟีนอลิก, ดอกชมจันทร์, นมพาสเจอไรซ์

Thesis title Development of Pasteurized Milk by Added Phenolic which Extract from The Moonflower (*Ipomoea alba* Linn.)
Author Suchada Chaichofa
Nutnicha Charoenkijsumpun
Degree Bachelor of Science
Major program Food Science and Technology, Faculty of Home Economics Technology
Academic Year 2015

ABSTRACT

The fresh moonflower (FM) was dried in hot air oven at 50 °C 48 hours as the dried moonflower (DM) 7.37 %. Then, DM was extracted by ethanol concentration 95% and using the evaporator to evaporate ethanol solution. This study aimed to study the process which extract phenolic compounds (PC) from FM and formulate PC in pasteurized milk. From the results, PC was 68.11±1.44 µg/ml. The final formula of pasteurized milk was added PC 1g /200 ml and was pasteurized at 72 °C 15 s. The (L*) 85.91±0.07, (b *) -1.92±0.06, (a *) 17.13±0.24, pH 6.58±0.00, total soluble solid 12 °Brix. It could be stored at 4 °C for 7 days.

Keywords : phenolic compounds, moonflower, pasteurized milk

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารทุกๆท่าน ที่ช่วยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้โครงงานพิเศษฉบับนี้ มีความสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ “โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่” ประจำปีงบประมาณพุทธศักราช 2559 สถาบันวิจัยและพัฒนา “มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร” ที่ให้การสนับสนุนด้านทุนวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่เอื้ออำนวยห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ในการศึกษาทำโครงงานพิเศษจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุชาดา ชัยช่อฟ้า

ณัฐณิชา เจริญกิจสัมพันธ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ดอกชมจันทร์	3
2.2 สารประกอบฟีนอลิก	5
2.3 น้ำนม	7
2.4 พาสเจอไรซ์	13
2.5 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	18
3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง	18
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	18
3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง	20
3.4 สถานที่	22
3.5 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง และอภิปรายผล	23
4.1 ผลการศึกษาวิธีการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์	23
4.2 ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์	26
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	31
5.1 สรุปผล	31
5.2 ข้อเสนอแนะ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	35
ภาคผนวก ก. ขั้นตอนการเตรียมดอกชมจันทร์	36
ภาคผนวก ข. ขั้นตอนการสกัดสารประกอบฟีนอลิก	39
ภาคผนวก ค. ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด	41
ภาคผนวก ง. ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ	46
ภาคผนวก จ. ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี	48
ภาคผนวก ฉ. ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์	50
ภาคผนวก ช. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 352) พ.ศ. 2556 เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม	56
ภาคผนวก ซ. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 351) พ.ศ. 2556 เรื่อง นมปรุงแต่ง	60
ภาคผนวก ฌ. ปริมาณสารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย สำนักโภชนาการ	66
ภาคผนวก ญ. บรรจุภัณฑ์	71
ภาคผนวก ฏ. แผ่นพับการใช้สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์	74
ประวัติผู้ศึกษา	76

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการในแง่องค์ประกอบหลัก พลังงานและสารอาหารรองอื่นๆ ของดอกชมจันทร์	5
4.1	ร้อยละผลผลิตที่ได้ ร้อยละความสูญเสีย และร้อยละความชื้นของดอกชมจันทร์อบแห้ง	24
4.2	สูตรการทดลองปริมาณสารประกอบฟีนอลิกใช้ผสมในนมพาสเจอไรซ์ที่ 4 ระดับ	26
4.3	คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของนมสดพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์	28
4.4	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์	29

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ดอกชมจันทร์ (moonflower)	3
2.2	โครงสร้างสารประกอบฟีนอลิก	6
4.1	ลักษณะของดอกชมจันทร์ (ก) ดอกชมจันทร์สด (ข) ดอกชมจันทร์อบแห้ง	23
4.2	สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์	24
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 748 นาโนเมตร กับปริมาณของกรดแกลลิกและสารประกอบฟีนอลิก	25
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 748 นาโนเมตร กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในนมพาสเจอไรซ์	27

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาสนใจเกี่ยวกับการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น อันเนื่องมาจากปัญหาด้านสุขภาพที่เพิ่มสูงขึ้น การบริโภคผัก ผลไม้ สามารถช่วยป้องกันโรคเรื้อรังได้ อาทิเช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ และหลอดเลือดตีบ เป็นต้น ทำให้มีความต้องการเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหารหันมาบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคดังกล่าว (พัชรี และคณะ, 2556) สารต้านอนุมูลอิสระมักจะมีสารประกอบหลัก คือ สารฟีนอลิก ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก และ แอนโธไซยานิน ซึ่งพบทั่วไปในใบลำต้นและเปลือกของพืช (จันทิมา, 2555)

ดอกชมจันทร์ หรือ ดอกบานดึก (moonflower) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea alba* Linn. เป็นพืชในวงศ์ Convolvulaceae พบว่าเป็นผักมีสรรพคุณเป็นยาระบายอ่อนๆ ช่วยให้ผ่อนคลายทำให้สดชื่น และมีฤทธิ์เป็นยานอนหลับอย่างอ่อนทำให้หลับสบาย (Austin, 2013) และมีคุณค่าทางโภชนาการคือ มีไขมันต่ำ มีธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส และยังประกอบด้วยวิตามินต่าง ๆ ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี เป็นต้น ช่วยบำรุงประสาท รายงานว่าดอกชมจันทร์มีปริมาณสารฟีนอลิกซึ่งเป็นสารกลุ่มหนึ่งที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และนมมีสารอาหารที่มีประโยชน์มากมาย อาทิ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายในปริมาณที่พอเหมาะ แคลเซียมและฟอสฟอรัสในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ซึ่งทั้งแคลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นเกลือแร่ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของกระดูกและวิตามินเอสูง ซึ่งช่วยให้เนื้อเยื่อมีการเจริญเติบโต ช่วยในการมองเห็นและช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันให้ร่างกายส่วนวิตามินบี2 มีมากเช่นกัน ทำหน้าที่กระตุ้นให้ร่างกายทำงานได้เป็นปกติป้องกันโรคปากนกกระจอก

ทั้งนี้ทางผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์เพื่อนำมาใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มโดยศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์นมและศึกษากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์นมเพื่อเพิ่มมูลค่าให้ดอกชมจันทร์

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในการผลิตนมพร้อมดื่มพาสเจอไรซ์

1.2.3 เพื่อศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตนมพร้อมดื่มพาสเจอไรซ์ผสมสารฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ที่ได้สกัดมาจากดอกชมจันทร์ จากตลาดเจ้าพระยา จังหวัดนนทบุรี และนำมาพัฒนาเป็นส่วนผสมในการผลิตนมพร้อมดื่มแบบพาสเจอไรซ์เพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่อสุขภาพ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงวิธีการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

1.4.2 ทราบถึงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์นม

1.4.3 ได้ผลิตภัณฑ์นมที่มีสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ช่วยต้านอนุมูลอิสระ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ดอกชมจันทร์ (moonflower)

2.1.1 นิยาม

ชมจันทร์ หรือ ดอกบานดึก (moonflower) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea alba* Linn. เป็นพืชในวงศ์ Convolvulaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนของทวีปอเมริกากลางและอเมริกาใต้ พบได้ทั้งเขตอบอุ่นและเขตร้อนทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และในกลุ่มเขตร้อนของทวีปเอเชีย เช่น พม่า ลาว ดังภาพที่ 2.1 และมีสรรพคุณแก้ร้อนใน บำรุงเลือด ป้องกันโรคโลหิตจาง ป้องกันโรคดีซ่าน ขับปัสสาวะ บรรเทาริดสีดวงทวาร ขณะที่เกสรดอกชมจันทร์มีสรรพคุณ ช่วยบำรุงประสาท ช่วยให้ผ่อนคลายทำให้สดชื่น และมีฤทธิ์เป็นยานอนหลับอย่างอ่อนทำให้หลับสบาย จึงได้เห็นถึงประโยชน์และสารอาหารที่มีอยู่ในดอกชมจันทร์ ดอกชมจันทร์มีสารประกอบฟีนอลิกซึ่งสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) เป็นสารกลุ่มหนึ่งที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสามารถพบได้ในพืชหลายชนิดมีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อยหนึ่งหมู่หรือมากกว่านั้น ละลายน้ำได้ สารประกอบกลุ่มฟีนอลิกเป็นสารกลุ่มที่สำคัญซึ่งมีสมบัติต้านออกซิเดชั่นในผัก ผลไม้ สมุนไพร และดอกไม้ นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกยังมีหมู่ฟีนอลบนวงเบนซีน ซึ่งสามารถให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ จึงช่วยยับยั้งหรือชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ นอกจากนี้รายงานว่าดอกชมจันทร์สดมีมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ภาณุมาศ และคณะ, 2558)

ภาพที่ 2.1 ดอกชมจันทร์ (moonflower)

2.1.2 ลักษณะ

ต้นชมจันทร์เป็นไม้เถาเลื้อย ต้นเจริญเต็มที่สูงประมาณ 2-3 เมตร ใบมีลักษณะคล้ายรูปหัวใจ สีเขียวเข้ม ปลายใบเรียวแหลม ดอกออกเป็นช่อมีดอกย่อย 2-3 ดอก ดอกตูมมีลักษณะโคนกลีบดอกเป็นหลอดยาว ส่วนปลายบิดเป็นเกลียวหลวม ๆ ความยาวของดอกประมาณ 10-15 เซนติเมตร ดอกบานมีรูปร่างคล้ายรูปกรวยหรือปากแตร กลีบดอกสีขาว เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกประมาณ 11-14 เซนติเมตร กลีบดอกมี 5 กลีบเชื่อมติดกัน ดอกบานตั้งแต่ช่วงเย็นถึงกลางคืน และจะหุบในตอนเช้า เมล็ดมีความกว้างประมาณ 0.7 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร รูปสามเหลี่ยมฐานโค้ง เปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง ผิวเรียบ สีเหลืองนวล ต้นอ่อนภายในเมล็ดโค้งงอ และมีใบเลี้ยงพับซ้อนอยู่ภายในเมล็ด (ปรียชยา, 2553)

2.1.3 การใช้ประโยชน์

ต้นชมจันทร์มีดอกสีขาวสวยงาม บานในเวลาตอนกลางคืน และกลิ่นหอมในต่างประเทศ เช่นยุโรปและสหรัฐอเมริกาปลูกเป็นไม้ดอกไม้ประดับ แต่บางพื้นที่ของประเทศไทย เช่น ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มมีการนำดอกมารับประทานเป็นอาหารโดยใช้ดอกตูมมาผัดกับน้ำมันหอย หรือลวกจิ้มกับน้ำพริก (ปรียชยา, 2553)

2.1.4 สรรพคุณ

ดอกชมจันทร์มีรสชาติหวานและมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ มีคุณค่าทางโภชนาการโดยเป็นผักที่มีไขมันต่ำมากเหมาะสำหรับผู้ที่ควบคุมน้ำหนัก รวมทั้งมีธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส และประกอบด้วยวิตามินต่างๆ ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณเป็นยาระบายอ่อนๆ และมีสรรพคุณแก้ร้อนใน บำรุงเลือด ป้องกันโรคโลหิตจาง ป้องกันโรคดีซ่าน ขับปัสสาวะ บรรเทาริดสีดวงทวาร ขณะที่เกสรดอกชมจันทร์มีสรรพคุณ ช่วยบำรุงประสาท ช่วยให้ผ่อนคลายทำให้สดชื่น และมีฤทธิ์เป็นยานอนหลับอย่างอ่อนทำให้หลับสบาย (ภาณุมาศ และคณะ, 2558) รายละเอียดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1. คุณค่าทางโภชนาการในแง่องค์ประกอบหลัก พลังงานและสารอาหารรองอื่นๆ ของดอกชมจันทร์

รายการ	**ผลการวิเคราะห์**
น้ำ (ร้อยละ)	90.98
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	3.84
โปรตีน (ร้อยละ)	2.74
ไขมัน (ร้อยละ)	0.60
เส้นใย (ร้อยละ)	1.08
เถ้า (ร้อยละ)	1.03
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	34.96
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	22.78
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	38.42
เหล็ก (มิลลิกรัม)	< 0.05
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	136.11
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.04
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.05
วิตามินบี 3 (มิลลิกรัม)	1.25
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	<0.90
โคเอนไซม์คิวเท็น (มิลลิกรัม)	<0.28

ที่มา : กองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สำนักงาน), 2554

2.2 สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds)

2.2.1 นิยาม

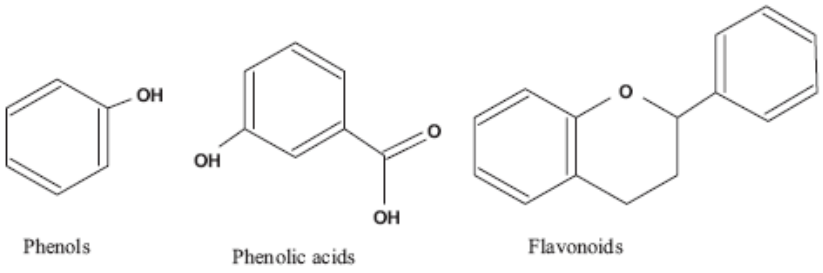
สารประกอบฟีนอลิกจัดเป็นสารต้านอนุมูลที่ได้รับจากภายนอก และพบได้มากในธรรมชาติอันได้แก่ พืชผัก ผลไม้ ชาเขียว ชาดำ ชอกโกแลต และไวน์แดง เป็นต้น ในปัจจุบันพบสารประกอบฟีนอลิกมากกว่า 8,000 ชนิด ในธรรมชาตินับจากโมเลกุลอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก ฟีนิลโปรพานอยด์ และฟลาโวนอยด์ ไปจนถึงโครงสร้างโพลีเมอร์ที่ซับซ้อน เช่น ลิกนิน เมลานิน และแทนนิน เป็นต้น ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในธรรมชาติจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน แต่พบว่าปริมาณโดยเฉลี่ยที่คนได้รับต่อวันจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 มิลลิกรัม 1 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าปริมาณวิตามินอีที่ได้รับต่อวัน สารโพลีฟีนอลิกเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญเนื่องจากมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้ และมีคุณสมบัติในการสลายลิ่มเลือด รวมไปถึงการเป็นสารต้านการก่อมะเร็ง และสามารถลดความดันโลหิต (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ม.ป.ป.)

2.2.2 โครงสร้างของสารประกอบฟีนอล

โครงสร้างพื้นฐานของสารประกอบฟีนอลจะเกิดจากการรวมตัวของโมเลกุลน้ำตาลตั้งแต่ 1 โมเลกุลขึ้นไปรวมกับหมู่ไฮดรอกซิล (OH-group) โดยน้ำตาลดังกล่าวอาจเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharides) น้ำตาลโมเลกุลคู่ (disaccharide) หรือ โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) ก็ได้ แหล่งของน้ำตาลชนิดที่พบมากที่สุดในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล คือ กลูโคส (glucose) นอกจากนี้ยังพบว่าอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) กรดอินทรีย์ (organic acid) อะมีน (amine) และ ไขมันอีกด้วย โครงสร้างของสารประกอบฟีนอลกลุ่มต่าง ๆ

2.2.2.1 สารประกอบฟีนอล มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวน ที่เป็นอนุพันธ์ของวงแหวนเบนซิน มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) อย่างน้อยหนึ่งหมู่ต่ออยู่

2.2.2.2 สารประกอบฟีนอลพื้นฐาน คือ สารฟีนอล (phenol) ในโมเลกุลประกอบด้วยวงแหวนเบนซิน 1 วง และหมู่ไฮดรอกซิล 1 หมู่



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างสารประกอบฟีนอลิก
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ, 2554

สารประกอบฟีนอลที่พบในธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด และมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกัน ตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก (phenolic acids) ไปจนถึงกลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ เช่น ลิกนิน (lignin) กลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบคือ สารประกอบพวก ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) สารประกอบฟีนอลที่พบในพืชมักจะรวมอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycoside) น้ำตาลชนิดที่พบมากที่สุดในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล คือ น้ำตาลกลูโคส (glucose) และพบว่าอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือ สารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดอินทรีย์ (organic acid) รวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีน แอลคาลอยด์ (alkaloid) และเทอร์พีนอยด์ (terpenoid) เป็นต้น (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ม.ป.ป.)

2.2.3 สรรพคุณของสารประกอบฟีนอลิก

2.2.3.1 ประโยชน์ต่อสุขภาพ สารประกอบฟีนอลหลายชนิดมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและเป็นสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagrns) มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ สามารถการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอลิก จะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ (free radical) และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระ (free radical) ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ ที่มีอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุ แต่สารต้านอนุมูลอิสระจะถูกทำลายไปด้วย

2.2.3.2 ใช้เพื่อการถนอมอาหาร โดยใช้เป็นสารกันหืน ป้องกันปฏิกิริยาการออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ม.ป.ป.)

2.3 น้ำนม (Milk)

2.3.1 นิยาม

น้ำนมถือเป็นอาหารที่สมบูรณ์ที่สุดที่สร้างขึ้นในธรรมชาติเนื่องจากน้ำนมมีคุณค่าทางอาหารสูง ประกอบด้วยสารอาหารต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต และให้พลังงานกับร่างกาย น้ำนมมีโปรตีนที่สมบูรณ์ ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นจำนวนมาก และมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในอัตราส่วนที่สมดุลกัน อีกทั้งร่างกายยังสามารถย่อยน้ำนมและดูดซึมได้ง่ายด้วย (สายสมร , 2547)

2.3.2 องค์ประกอบของน้ำนม

ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำนมโดยประมาณ ได้แก่ น้ำร้อยละ 87 ไขมันร้อยละ 4 โปรตีนร้อยละ 3.5 น้ำตาลแลคโตสร้อยละ 4.7 แร่ธาตุและวิตามินต่างๆร้อยละ 0.8

2.3.2.1 น้ำ ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย เพื่อให้ส่วนประกอบที่เป็นของแข็งละลายหรือแพร่กระจายตัว และมีน้ำบางส่วนอยู่ในรูปไฮเดรตกับเกลือและน้ำตาลแลคโตส บางส่วนจับอยู่กับโปรตีนโมเลกุล

2.3.2.2 ไขมันจะอยู่ในรูปของเม็ดไขมัน (globules) ขนาดเล็กกระจายอยู่ภายในน้ำนม โดยแขวนลอยแบบ oil-iin-water emulsion ในส่วนของน้ำ ไขมันในนมเป็นไตรกรีเซอไรด์ประกอบด้วยกลีเซอรอลประมาณร้อยละ 12.5 และกรดไขมันร้อยละ 85.5 โดยน้ำหนัก กรดไขมันในนมมีหลายชนิด ทั้งกรดไขมันชนิดอิ่มตัว เช่นกรดบิวทีริก ซึ่งพบเฉพาะในไขมันนมเท่านั้น เป็นกรดไขมันที่มีกลิ่นเฉพาะตัว ถ้าแตกตัวออกจะทำให้นมมีกลิ่นหืน นอกจากนั้นมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว และกรดไขมันอิสระเล็กน้อยในนม

2.3.2.3 โปรตีน ในน้ำนมมีประมาณร้อยละ 3.5 ประกอบด้วยกรดอะมิโน 19 ชนิด โดยเฉพาะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่ครบถ้วน (นรินทร์, 2531) โปรตีนในน้ำนมแบ่งออกเป็น

2.3.2.3.1 เคซีน (casein) เป็นโปรตีนที่พบในน้ำนมเพียงแหล่งเดียว และเป็นโปรตีนหลักที่มีมากที่สุดโดยประมาณร้อยละ 80 ของโปรตีนทั้งหมดในนม เคซีนประกอบไปด้วยโปรตีน 3 ชนิด คือ แอลฟา เบต้า และแกรมมา-เคซีน โดยมีปริมาณร้อยละ 75,72 และ 3 ตามลำดับ

เคซีนอยู่ในรูปของสารแขวนลอยในน้ำนม มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ส่วนมากพบอยู่ร่วมกับแคลเซียม เรียกว่า แคลเซียมเคซิเนต (calcium caseinate)เคซีนจะตกตะกอนที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.6 หรือด้วยเอนไซม์เรนเนท (rennet)

2.3.2.3.2 เวย์โปรตีน (whey protein) เป็นโปรตีนส่วนที่เหลือจากการตกตะกอนเคซีนจากน้ำนม ประกอบไปด้วยโปรตีนอีกหลายชนิดที่ละลายอยู่ โปรตีนที่สำคัญได้แก่ แอลฟา-แลคตาบูมิน (α-lactalbumin) และเบต้า-แลคโตโกลบูลิน (β-lactoglobulin) โดยแลคตาบูมินนั้นมีปริมาณรองลงมาจากเคซีน เป็นโปรตีนที่มีความทนต่อกรด แต่ไม่ทนต่อความร้อน ดังนั้นการให้ความร้อนกับนมอาจทำให้แลคตาบูมินเสียสภาพและตกตะกอนได้ และสามารถแยกแลคตาบูมินโดยการตกตะกอนด้วยแมกนีเซียมซัลเฟส ส่วนแลคโตโกลบูลินไม่ละลายในน้ำแต่ละลายได้ดีในสารละลายเกลือเจือจาง เป็นโปรตีนที่มีความสามารถในการให้ความต้านทานแก่ร่างกาย ประกอบด้วยอิมมูโนโกลบูลิน (immunoglobulin)

2.3.2.4 น้ำตาลแลคโตสเป็นน้ำตาลที่พบเฉพาะในนมเท่านั้น ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกาแลคโตส ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของน้ำนม น้ำตาลแลคโตสละลายน้ำได้ และให้รสหวานน้อยกว่าน้ำตาลซูโครส พบว่าแบคทีเรียชนิดแลคโตบาซิลัส (lactobacillus) สามารถเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดแลคติคได้ และเกิดกลิ่นรสคาราเมล ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิกิริยา Maillard ของน้ำตาลแลคโตสร่วมกับโปรตีนในน้ำนม

2.3.2.5 แร่ธาตุ ในน้ำนมมีแร่ธาตุต่างๆ จำนวนมาก ซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญและจำเป็นต่อร่างกาย แร่ธาตุที่พบในน้ำนม ได้แก่ แคลเซียม โซเดียม โปแตสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และฟอสฟอรัส แร่ธาตุต่างๆ ในน้ำนมจะอยู่ในรูปของสารละลายและบางส่วนจะรวมอยู่กับโปรตีน

2.3.2.6 วิตามิน ที่พบในนมมีหลายชนิดที่สำคัญแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วิตามินที่ละลายได้ในไขมัน เช่น วิตามินเอ, ดี, อี, เค และวิตามินที่ละลายได้ในน้ำ เช่น วิตามินซี และกลุ่มของวิตามินบี อีกทั้งยังพบสารตั้งต้นของวิตามินด้วย เช่น แคโรทีน เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ เป็นต้น วิตามินที่ละลายในน้ำจะถูกทำลายด้วยความร้อน ในส่วนของวิตามินที่ละลายในไขมัน มีเพียงวิตามินเอเท่านั้นที่ถูกทำลายเพราะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (สายสมร, 2547)

2.3.3 คุณสมบัติของน้ำนม

น้ำนมมีส่วนประกอบที่ค่อนข้างซับซ้อน โดยปริมาณไขมัน โปรตีน น้ำตาล แร่ธาตุ และวิตามินแตกต่างกัน มีผลทำให้สมบัติทางกายภาพของน้ำนมแตกต่างกันด้วย

2.3.3.1 สี น้ำนมโดยทั่วไปมีสีขาวนวล ค่อนข้างเหลือง ขึ้นอยู่กับปริมาณของแคโรทีน (carotene) ในไขมัน ซึ่งเป็นผลจากอาหารที่แม่โคได้รับ เช่น หญ้าสีเขียว และฟางเป็นต้น

2.3.3.2 รสและกลิ่น นมที่รีดมาใหม่ๆ จะมีกลิ่นหอมของนมสด น้ำนมสามารถซึมซับกลิ่นต่างๆได้ดี

2.3.3.3 ค่าความถ่วงจำเพาะ ขึ้นอยู่กับปริมาณของแข็งในน้ำนม ความถ่วงจำเพาะของน้ำนมอยู่ระหว่าง 1.027-1.035 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.032 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

2.3.3.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง น้ำนมจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.5-6.7 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.6 และมีความเป็นกรดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.14-0.17 (สายสมร, 2547)

2.3.4 ประเภทของนม

2.3.4.1 นมสด (Fresh Milk) คือนมสดธรรมดาที่บรรจุในกระป๋อง ข้างฉลากระบุว่าเป็นนมโค 100%

2.3.4.2 นมพร่องมันเนย (Low Fat Fresh Milk) คือ นมที่สกัดแยกมันเนยออกเพียงบางส่วน ทำให้มีพลังงานต่ำ และมีปริมาณไขมันเพียงเล็กน้อย ซึ่งเป็นนมที่เหมาะอย่างมากสำหรับผู้สูงอายุหรือคนทั่วไปที่มีปัญหาเรื่อง ความอ้วนหรือมีไขมันในเส้นเลือดสูง

2.3.4.3 นมขาดมันเนย (Non Fat Milk) คือ นมที่แยกมันเนยออกเกือบทั้งหมด เหมาะสำหรับกลุ่มผู้บริโภคผู้ที่ต้องการหลีกเลี่ยงไขมัน

2.3.4.4 นมแปลงไขมัน (Filled Milk) คือ นมพร้อมดื่มที่นำเอาไขมันชนิดอื่นมาแทนมันเนยเดิมที่อยู่ในน้ำนมเพียงบางส่วนหรือทั้งหมด เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม เป็นต้น

2.3.4.5 นมปรุงแต่ง (Flavored Milk) คือ นมวัวหรือนมผงที่นำมาผ่านกรรมวิธีการผลิตต่างๆ และปรุงแต่งกลิ่น สี รสชาติเข้าไป ทำให้น่ารับประทานมากขึ้น

2.3.4.6 นมเปรี้ยว และ โยเกิร์ต (Drinking Yoghurt and Yoghurt) คือ นมที่หมักด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ทำให้เกิดพิษ และอาจจะมีการปรุงแต่งรสชาติ กลิ่น สีด้วยก็ได้

2.3.4.7 นมข้น (Condensed Milk) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

นมข้นจืด คือ นมผงขาดมันเนยละลายน้ำในอัตราส่วนที่น้อยกว่าปริมาณน้ำที่มีในนมสดธรรมดา ชนิดหนึ่ง ถ้าเติมน้ำมันปาล์มลงไปจะเรียกว่านมข้นแปลงไขมันชนิดไม่หวาน ไม่ควรใช้กับเด็กทารกหรือเด็กอายุไม่ต่ำกว่า 2 ปี เพราะมีกรดไขมันจำเป็น วิตามินบางชนิดต่ำกว่า แต่ถ้าเติมไขมันเนยลงไปจะเรียกว่า นมข้นคืนรูปไม่หวาน

นมข้นหวาน คือ นมที่ระเหยเอาน้ำบางส่วนออก หรือละลายนมผงขาดมันเนยผสมกับไขมันเนยหรือไขมันปาล์ม แล้วเติมน้ำตาลลงไปประมาณร้อยละ 45 ซึ่งนมชนิดนี้จะมีน้ำตาลในปริมาณสูง และมีโปรตีนน้อยกว่านมสดมาก จึงไม่เหมาะสำหรับเด็กทารก หรือนำมาใช้เพื่อประโยชน์ในการเสริมคุณค่าทางอาหารเหมือนนมสดธรรมดา (สายสมร, 2547)

2.3.5 ประเภทของนมพร้อมดื่ม

นมพร้อมดื่มอาจแยกเป็น 3 ชนิดตามอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อดังนี้ คือ

2.3.5.1 นมพาสเจอไรซ์ (Pasturized milk) นมที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 65 องศาเซลเซียส และคงที่อยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือทำให้ร้อนไม่ต่ำกว่า 71 องศาเซลเซียสและคงที่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 16 วินาที แล้วจึงทำให้เย็นลงทันทีที่ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ความร้อนที่ใช้สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในคน ทำให้นมปลอดภัยในการบริโภค แต่ความร้อนที่ใช้ไม่ทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้นมเสีย ซึ่งทำให้นมพร้อมดื่มเสียและเปรี้ยว ดังนั้นนมประเภทนี้จึงมีอายุการเก็บสั้น ประมาณ 3-7 วัน และต้องเก็บที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส นมพาสเจอไรซ์ที่มีขายในท้องตลาด อาจบรรจุภาชนะพลาสติกลักษณะเป็นถุงหรือขวด หรืออาจบรรจุในกล่องกระดาษลามิเนต ก่อนซื้อผู้บริโภคควรอ่านวันหมดอายุที่ระบุไว้ด้วยเพื่อป้องกันการบริโภคนมเสีย

2.3.5.2 นมสเตอริไลซ์ (Sterilized milk) คือ นมที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาที่เหมาะสม อุณหภูมินี้สามารถทำลายทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้สมเสียด้วย จึงสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องได้นานถ้ายังไม่เปิดภาชนะบรรจุนม ชนิดนี้มักนิยมบรรจุกระป๋องปิดสนิทและใช้ความร้อนฆ่าเชื้อ แต่เนื่องจากการใช้อุณหภูมิที่สูง อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารต่างๆ ในนม เช่น โปรตีน น้ำตาลนม ไขมัน ทำให้นมมีสี กลิ่น และรสชาติต่างไปจากน้ำนมดิบ เช่น มีสีน้ำตาลมากขึ้น มีรสขมเล็กน้อย หรือมีกลิ่นนมที่ผ่านการต้ม

2.3.5.3 นมยูเอชที (UHT) คือ นมที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 133 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 วินาที แล้วบรรจุในภาชนะและสภาวะที่ปลอดเชื้อ ความร้อนที่ใช้สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้นมเสีย การใช้เวลาในการฆ่าเชื้อที่สั้นช่วยลดการเปลี่ยนสี หรือกลิ่นรสนมต้มได้ นมชนิดนี้มักบรรจุในกล่องกระดาษลามิเนตแข็งแรงทรงสี่เหลี่ยม สามารถเก็บได้นานประมาณ 5-6 เดือน ที่อุณหภูมิห้องถ้ายังไม่เปิดภาชนะ เป็นผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มที่ได้รับความนิยมบริโภคมากภายในประเทศ (สายสมร, 2547)

2.3.6 ขั้นตอนการผลิต

มีขั้นตอนการผลิตโดยแบ่งได้ดังนี้

2.3.6.1 ขั้นตอนการรับน้ำนมดิบ (Raw Milk Reception) นมดิบที่เข้าโรงงานจะถูกเก็บตัวอย่างไปตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ-เคมี และจุลินทรีย์ หลังจาก นั้นน้ำนมดิบที่ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้จะถูกเข้าไปเก็บไว้ในแท็งค์ โดยผ่านเพลททำความเย็น (cooling plate) เพื่อลดอุณหภูมิ น้ำนมดิบลงเหลือ 4-8 องศาเซลเซียส ก่อนนำเข้าสู่ขั้นตอนการผลิต

2.3.6.2 ขั้นตอนการเทอร์ไมเซชั่น (Thermization process) น้ำนมดิบก่อนเข้ากระบวนการผลิตจะถูกนำไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเบื้องต้น โดยการเพิ่มอุณหภูมิไปที่ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที แล้วถูกทำให้เย็นลงอีกครั้งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยอาศัยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำร้อน และน้ำเย็น ที่เครื่อง Plate Heat Exchanger จากนั้นน้ำนมจะถูกเก็บไว้ในถังพักก่อน เพื่อรอเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

2.3.6.3 ขั้นตอนการโฮโมจีไนส์เซชั่น (Homogenization) นมที่ผ่านการเทอร์ไมส์แล้วจะไหลเข้าสู่เครื่องโฮ โมจีไนส์ เพื่อทำให้ขนาดอนุภาคของไขมันใน นมมีขนาดเล็กลง ไม่เก็บการแยกชั้นกันเมื่อตั้ง ทิ้งไว้โดยใช้ความดันที่ 200 กิโลปาสคาล เพื่อทำให้นมไหลผ่านช่องขนาดเล็ก

2.3.6.4 ขั้นตอนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Heat treatment process)

2.3.6.4.1 การฆ่าเชื้อแบบพาสเจอไรซ์ นมดิบที่ผ่านการเทอร์ไมส์จะถูกนำผ่านเข้าสู่เครื่องพาสเจอไรซ์ เพื่อทำการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยเพิ่มอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที จากนั้นนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อจะไหลไปพักไว้ในถังเก็บนมพาสเจอไรซ์ซึ่งรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการบรรจุ

2.3.6.4.2 การฆ่าเชื้อแบบยูเอชที นมดิบที่ผ่านการเทอร์ไมส์จะถูกนำเข้าสู่ขั้นตอนการฆ่าเชื้อขั้นสุดท้ายด้วยเครื่อง UHT แบบ Tubular Heat Exchanger โดยการแลกเปลี่ยนความร้อนกับไอน้ำ โดยค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิจาก 4 องศาเซลเซียส เป็น 30 70 และ 95 องศาเซลเซียส ตามลำดับจนน้ำนมมีอุณหภูมิสูงถึง 139 องศาเซลเซียส นาน 3 วินาที

2.3.6.5 ขั้นตอนการบรรจุ (Filling process)

2.3.6.5.1 การบรรจุนมพาสเจอไรซ์ เริ่มจากการป้อนนมที่ผลิตได้เข้าสู่เครื่องบรรจุอัตโนมัต จากนั้นนำฟิล์มพลาสติกมาผ่านการซีลให้เป็นถุงโดยใช้ความร้อน จากนั้นจะป้อนนมลงไปในถุงก่อนที่จะฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ปากถุงด้วยรังสี Ulta violet (UV) ก่อนที่จะซีลปิดถุงและทำการตัดออกเป็นถุง ก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

2.3.6.5.2 การบรรจุแบบปลอดเชื้อ (Aseptic filling) : การบรรจุนมยูเอชทีจะทำการบรรจุที่สภาวะปลอดเชื้อด้วยเครื่องบรรจุแบบอัตโนมัติ และทำการบรรจุภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ (Aseptic zone) และถูกลำเลียงตามสายพาน เพื่อพิมพ์วันที่ หมดอายุ การจัดลงลัง และขนย้ายเข้าสู่โกดังเพื่อรอตรวจสอบคุณภาพต่อไป (สายสมร, 2547)

2.3.7 คุณค่าทางโภชนาการ

2.3.7.1 โปรตีน น้ำนมเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ ในน้ำนมสดหนึ่งถ้วยตวงมีโปรตีนถึง 8 กรัม นมจึงอยู่ในอาหารหลักหมู่ที่ 1 ของไทย คืออยู่หมู่เดียวกับ เนื้อสัตว์ , ไข่ และถั่วเมล็ดแห้ง โปรตีนในน้ำนมมีคุณภาพสูงกล่าวคือ เป็นโปรตีนที่สมบูรณ์มีกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นต่อร่างกายในปริมาณที่พอเหมาะ และยังมีกรดอะมิโนบางตัวมากเป็นพิเศษ ได้แก่ ไลซีน (lysine) และลูซีน (leucine) เป็นต้น หน้าที่และประโยชน์ของโปรตีน

2.3.7.1.1 จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย

2.3.7.1.2 ควบคุมการทำงานของร่างกาย เอมไซม์ ฮอร์โมน และภูมิคุ้มกันให้เป็นปกติ สำหรับเด็กการดื่มนมวันละ 500 ซีซี (ประมาณ 2 แก้ว) จะได้รับกรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกายอย่างเพียงพอ

2.3.7.2 ไขมัน ในนมหรือที่เรียกว่ามันเนยเป็นแหล่งพลังงาน และมีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ไขมันในนมเป็นหยดเล็ก ๆ และย่อยง่าย ในปัจจุบันการซื้อขายน้ำนม และผลิตภัณฑ์นมใช้ปริมาณไขมันเป็นมาตรฐาน นมที่มีไขมันสูงขายได้ในราคาดีกว่านมที่มีไขมันต่ำ ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข น้ำนมสดต้องมีมันเนยไม่น้อยกว่า ร้อยละ 3.25 หน้าที่และประโยชน์ของไขมัน

2.3.7.2.1 ให้พลังงานและกรดไขมันที่จำเป็นแก่ร่างกาย

2.3.7.2.2 เป็นการป้องกันการกระทบกระเทือนของอวัยวะ

2.3.7.2.3 จำเป็นสำหรับสุขภาพของผิวหนังทารกและเด็กที่กำลังเจริญเติบโต

2.3.7.2.4 ช่วยในการละลายและดูดซึมของวิตามินบางชนิด ได้แก่ วิตามิน เอ, ดี, อี, เค

2.3.7.3 คาร์โบไฮเดรต ในนมเป็นน้ำตาลสองชั้น ชื่อแลคโตส (lactose) สำหรับทารกน้ำตาลชนิดนี้มีคุณค่าสูงกว่าน้ำตาลชนิดอื่น เพราะช่วยดูดซึมฟอสฟอรัส และแคลเซียมด้วย หน้าที่และประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรต

2.3.7.3.1 ให้พลังงานแก่ร่างกาย

2.3.7.3.2 ช่วยให้ร่างกายนำไขมันไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่

2.3.7.3.3 ช่วยประหยัดการใช้โปรตีนในร่างกาย

2.3.7.3.4 ช่วยการทำงานของลำไส้ ช่วยการดูดซึมของแคลเซียม ฟอสฟอรัส ทำให้ทารกเจริญเติบโตได้ดี

2.3.7.4 แคลเซียมและฟอสฟอรัส ในนมมีมาก เกลือแร่ทั้งสองจำเป็นสำหรับลูกอ่อนในการสร้างกระดูก และฟันในระยะที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง ในนมหนึ่งถ้วยตวงมีแคลเซียมประมาณ 300 มิลลิกรัม แม้ว่าน้ำนมจะมีเหล็กน้อยมาก แต่ก็เพียงพอสำหรับลูกอ่อนแรกเกิด เพราะตั้งแต่ก่อนเกิด ลูกอ่อนได้สะสมเหล็กไว้เพียงพอกับความต้องการแล้ว ลูกอ่อนจะต้องการเหล็กมากขึ้นก็ต่อเมื่อถึงระยะที่กินอาหารเสริมได้แล้ว ด้วยเหตุนี้เมื่อทารกอายุได้ประมาณ 3-4 เดือน จึงต้องเริ่มกินอาหารเสริมที่มีเหล็ก เช่น น้ำต้มผัก ไข่แดง หรือตับบด เพื่อให้ได้เหล็กเพียงพอ ปัจจุบันมีนมเสริมธาตุเหล็กสำหรับทารกจำหน่ายแล้ว* แคลเซียมและฟอสฟอรัสมีประโยชน์ในการสร้างกระดูกและฟัน ช่วยในการแข็งตัวของเลือดเวลาเกิดบาดแผล และยังมีความสำคัญต่อการทำงานของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ ในเด็กหากขาดเกลือแร่ที่สำคัญ 2 ตัวนี้จะทำให้เด็กเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่

2.3.7.5 วิตามิน ในน้ำนม วิตามิน เอ สูง ปริมาณวิตามินเอขึ้นอยู่กับอาหารของวัว ถ้าวัวกินอาหารที่มีแคโรทีน (carotene) สูง น้ำนมก็จะมีวิตามินเอสูงด้วย ในฤดูหนาวปริมาณวิตามินเอ ในน้ำนมจะเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของในฤดูร้อน ในประเทศหนาวจึงต้องดัดแปลงอาหารของวัวเพื่อช่วยให้ ปริมาณวิตามินเอในน้ำนมแต่ละฤดูไม่ต่างกันมาก ในนมมีวิตามินบี 1 และ ไนอะซินมากพอควร และ วิตามินบี 2 มาก วิตามินบี 2 ถูกทำลายได้ด้วยแสง ดังนั้นถ้าตั้งนมที่บรรจุในขวดแก้วใสไว้กลางแดดประมาณ 2 ชั่วโมงจะเหลือวิตามินบี 2 เพียงครึ่งเดียว ดังนั้นจึงต้องบรรจุนมในภาชนะที่ทึบแสง เช่น กล่องกระดาษ หรือ ขวดสีชา เพื่อสงวนวิตามินบี 2 นมมีวิตามินซีน้อยมาก นมที่ผ่านความร้อนแล้วยิ่งมี วิตามินซีเหลือน้อยลง นอกจากนั้น วิตามินซียังสลายตัวเมื่อถูกแสง และอากาศ ทารกจึงหวังพึ่งวิตามินซีจากน้ำนมไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องเริ่มกินน้ำส้มตั้งแต่อายุประมาณ 1 เดือน เพื่อให้ได้วิตามินซีเพียงพอตามธรรมชาติ นมมีวิตามินต่ำ ประชาชนในประเทศหนาวมักเป็นโรคกระดูกอ่อนเพราะขาดวิตามินดี นมที่ขายในประเทศเหล่านั้นจึงมักเติมวิตามินซีลงไปด้วยเสมอ หน้าที่และประโยชน์ของวิตามิน

2.3.7.5.1 วิตามินเอ ช่วยบำรุงสายตา , ป้องกันความผิดปกติในการทำงานของประสาทตา และช่วยบำรุงผิวหนังในผุดผ่องสวยงาม

2.3.7.5.2 วิตามินบี โดยเฉพาะ วิตามิน บีสอง ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก ผิวหนังแตก และลิ้นบวม (สายสมร, 2547)

2.4 การพาสเจอไรซ์ (Pasteurization)

2.4.1 นิยาม

เป็นการฆ่าเชื้อโดยใช้ความร้อน การฆ่าเชื้อวิธีนี้สามารถทำลายเอนไซม์ต่างๆรวมทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ทั้งนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อต้องไม่เกิน 100 องศาเซลเซียสควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิตู้เย็น เพราะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ จึงไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.)

2.4.2 หลักการของการพาสเจอไรซ์

ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งเมื่อมีอยู่ในสิ่งใดจะทำให้โมเลกุลของสิ่งนั้นเกิดการเคลื่อนไหว ความร้อนทำให้สารโปรตีนแข็งตัวจับกันเป็นก้อนและหมดฤทธิ์โดยการเร่งปฏิกิริยาทางเคมี ความร้อนจึงทำลายเอนไซม์และสามารถทำลายจุลชีพได้ ณ อุณหภูมิน้ำเดือด แต่มีจุลชีพที่พบบางชนิดสร้างเกราะเรียกว่า สปอร์ หุ้มตัวเอง ทำให้สามารถต้านทานอุณหภูมิน้ำเดือดได้แต่จะตายเมื่อใช้ความร้อนสูงกว่าอุณหภูมิน้ำเดือดภายในระยะเวลาที่เหมาะสม (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.)

2.4.3 วิธีการพาสเจอไรซ์มี 2 วิธี

2.4.3.1 วิธีใช้ความร้อนต่ำ - เวลานาน (LTLT : Low Temperature – Long Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 62.8 - 65.6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เมื่อผ่านความร้อนโดยใช้เวลาตามที่กำหนดแล้ว ต้องเก็บอาหารไว้ในที่เย็นซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส กรรมวิธีนี้นอกจากจะทำลายแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคแล้วยังยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ย่อยไขมันชนิดไลเปส (lipase) ซึ่งเป็นตัวการทำให้เกิดกลิ่นหืนในน้ำนมด้วย

2.4.3.2 วิธีใช้ความร้อนสูง - เวลาสั้น (HTST : High Temperature - Short Time) วิธีนี้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าวิธีแรก แต่ใช้เวลาน้อยกว่าคืออุณหภูมิ 71.1 องศาเซลเซียส คงไว้เป็นเวลา 15 วินาที อาหารที่ผ่านความร้อนแล้วจะได้รับการบรรจุลงกล่องหรือขวดโดยวิธีปราศจากเชื้อแล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.)

2.4.4 ประโยชน์ของการพาสเจอไรซ์

2.4.4.1 ทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) ทุกชนิด และเอนไซม์ (enzyme) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย เป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) เพื่อยืดอายุการเก็บอาหาร ทำให้อาหารปลอดภัย

2.4.4.2 การพาสเจอไรซ์อาหารสามารถทำลายเซลล์ (vegetative cell) ยีสต์ (yeast) รา (mold) และแบคทีเรีย (bacteria) ที่ไม่ทนร้อนแต่ยังไม่เพียงพอที่จะทำลายแบคทีเรียที่ทนความร้อนสูง (thermophillic bacteria) และสปอร์ของแบคทีเรีย (bacterial spore) จึงต้องเก็บรักษาอาหารที่ผ่านการพาสเจอไรซ์แล้ว ที่อุณหภูมิต่ำหรือการแช่แข็ง (freezing) หรืออาจใช้ร่วมกับการถนอมอาหารอื่น เช่น การลดวอเตอร์แอคทิวิตี้ (water activity) การปรับให้เป็นกรด (acidification) เพื่อให้อาหารที่ผ่านการพาสเจอไรซ์เก็บได้โดยไม่ต้องแช่เย็น

2.4.4.3 การพาสเจอไรซ์เป็นการถนอมอาหารแบบชั่วคราว เพราะสามารถป้องกันไม่ให้จุลชีพเจริญในชั่วระยะเวลาหนึ่ง แต่สารอาหารยังอยู่ครบถ้วนหรือเกือบครบถ้วน ดังนั้นจึงมีประโยชน์ต่ออาหารที่ต้องรับประทานเป็นประจำแต่ไม่เก็บไว้นาน ๆ เช่น นม น้ำผลไม้ ไอศกรีม ก่อนนำไปปั่นแข็ง เป็นต้น (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, ม.ป.ป.)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จันทิมา (2555) วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แยกองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดโดยนำกิ่งมะขวิดสกัดด้วยเอทานอลและนำสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์โลชั่น ผลการวิจัยพบว่า สารสกัดหยาบจากกิ่งมะขวิดมีปริมาณฟีนอลิกและแทนนินทั้งหมด เท่ากับ 42.08และ 52.22 µg/ml และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยมีค่า IC50 เท่ากับ 12.55 µg/ml ในขณะที่ BHT และ BHA มีค่า IC50 เท่ากับ 8.96 และ 9.61 µg/ml ตามลำดับ แยกสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดได้เป็น 4 กลุ่ม (F1, F2, F3, F4) และพบว่าสารกลุ่ม F2 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยมีค่า IC50 เท่ากับ 9.53 µg/ml เมื่อวิเคราะห์ด้วย GC-MS พบว่ามีโครงสร้างเป็น Hexadecanoic acid, Ethyl ester, Trimethylsilyl ester และ Dioctyl ester ผลิตภัณฑ์โลชั่นที่ได้มีสีขาว ไม่มีกลิ่น เนื้อโลชั่นไม่แยกชั้น และมีความเป็นกรด–ด่างเท่ากับ 8

เพชรรุ่ง และคณะ (2555) ได้ศึกษาขิง พริกไทยดำ ดีปลี เป็นสมุนไพรที่คนไทยรู้จักกันเป็นเวลานาน และหมอพื้นบ้านของไทยก็ได้นำสมุนไพรเหล่านี้มาใช้เป็นยารักษาอาการเจ็บป่วย เช่น ขับลม ขับเหงื่อ ช่วยเจริญอาหาร เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการทำวิจัยในครั้งนี้ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในสารสกัดชั้นเอทานอลของขิง พริกไทยดำ และดีปลี ซึ่งยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบในลักษณะนี้ ผลในการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของขิงพริกไทยดำ และดีปลี ด้วยวิธี DPPH assay พบว่าสารสกัดชั้นเอทานอลของเหง้าขิงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด (EC50 = 8.84.±0.49 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ในขณะที่สารสกัดของพริกไทยดำและดีปลีไม่พบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (EC50 = 70.40±1.84 และ >100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ) สำหรับการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP assay พบว่ามีผลการทดลองที่เหมือนกับการทดสอบด้วยวิธี DPPH คือ สารสกัดชั้นเอทานอลของเหง้าขิงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด (FRAP values = 623.24±9.65 Fe2+/g) นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดชั้นเอทานอลของขิงมีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกสูงที่สุดเมื่อท้าการทดสอบด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric Method (Total phenolic content = 47.17±5.38 mg GAE/g)

รวินิภา และคณะ (2556) ได้ศึกษาวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยวิธี DPPH assay ในน้ำผลไม้แปรรูปที่วางจำหน่ายในจังหวัดจันทบุรี 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมังคุด น้ำสำรอง และน้ำลูกหว้า รวม 10 ตัวอย่าง พบว่า น้ำลูกหว้ามีปริมาณฟีนอลรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยวัดเป็นค่าร้อยละของการยับยั้งสูงที่สุด เท่ากับ 69.95±0.00 มิลลิกรัมต่อกรัมกรดแกลลิค 92.17±0.32 ตามลำดับ ส่วนน้ำมังคุดและน้ำสำรองมีปริมาณ ฟีนอลรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในปริมาณที่น้อยกว่า ปริมาณฟีนอลรวมไม่มีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (p-value > 0.05) ทั้งนี้ ผลไม้ทั้ง 3 ชนิด อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น แอนโธไซยานิน แซนโธน แทนนิน และวิตามินซี รวมทั้งยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง แหล่งที่มาของวัตถุดิบ กระบวนการล้าง การให้ความร้อน การเค้นน้ำ การบรรจุภัณฑ์ และการเก็บรักษา ที่ส่งผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำผลไม้ จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้แปรรูปให้ได้รับการยอมรับต่อไป

ภาณุมาศ และคณะ (2556) ดอกพระจันทร์ (*Ipomoea alba* L.) เป็นพืชผักรับประทานดอกตูมที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ดอกขนาดเล็กจนถึงก่อนดอกบาน ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาการของดอกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในดอกพระจันทร์ พัฒนาการของดอกมีการศึกษาทุกเดือนในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2557 โดยผูกดอกตูมความยาว 1 เซนติเมตร เก็บเกี่ยวดอกตูมทุกวันจนถึงวันดอกบาน พบว่าดอกตูมมีพัฒนาการจนถึงดอกบานนานที่สุด 17 วัน ในเดือนมีนาคมและเมษายน รองลงมา คือ 16 วัน ในเดือนกุมภาพันธ์ และสั้นที่สุด 15 วัน ในเดือนมกราคม ดอกตูมมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วงอายุ 1 ถึง 9 วัน หลังเกิดตาดอก หลังจากนั้นความยาวและน้ำหนักสดของดอกตูมจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ดอกตูมมีความยาวและน้ำหนักสดสูงสุดในช่วงกลางวันของวันที่ดอกจะบาน โดยกลีบดอกจะเริ่มบานในเย็นวันนั้น ตั้งแต่เวลา 17.00 น. เป็นต้นไป และหุบในเช้าวันถัดมา การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในดอกตูม ความยาว 6, 8, 10, 12 และ 14 เซนติเมตร เก็บเกี่ยวในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน พ.ศ. 2557 พบว่าดอกขนาด 12 และ 14 เซนติเมตร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงสุดในทั้งสี่เดือนที่เก็บเกี่ยว

พัชรี และคณะ (2556) งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษากิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของดอกไม้กินได้จำนวน 15 ชนิด ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ ดอกแค (*Sesbania grandiflora* (L.) Desv.), ดอกผักพาย (*Limnocharisflava* Buch.), ดอกกระเจียวแดง (*Curcuma sessilis* Gage.), ดอกกระเจียวขาว (*Curcuma parviflora* Wall.), ดอกแคนา (*Dolichandrone serrulata* (DC.) Seem.), ดอกขจร (*Telosma minor* Craib.), ดอกเสาวรส (*Passiflora laurifolia* L.), ดอกฟักทอง (*Cucurbita moschata* Decne.), ดอกข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.), ดอกชมจันทร์ (*Ipomoea alba* L.), ดอกผักโขม (*Amaranthus lividus* L.), ดอกบวบ (*Luffa acutangula* (Linn.) Roxb.), ดอกมะรุม (*Moringa oleifera* Lam.), ดอกผักคออ่อน (*Crassocephalum crepidioides* (*benth.)* S. Moore.) และดอกส้มลม (*Aganonerion polymorphum Pierre ex Spire*.) นำมาวิเคราะห์หากิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด พบว่า ดอกกระเจียวแดงมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด (ร้อยละ 93.30) ส่วนดอกส้มลมมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด (16.83 mg GAE/100 g FW)

เนตรนภา (2557) การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณและเปรียบเทียบสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำผลไม้ ด้วยวิธีมาตรฐาน ได้แก่ ปริมาณสารฟีโนลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl scavenging capacity (DPPH) และวิธี 1, 10-Phenantroline (Phen) จากทั้งหมด 10 ตัวอย่าง พบว่าเครื่องดื่มน้ำสมอไทยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุด คือ 2765.00±0.00 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของ ตัวอย่าง เครื่องดื่มน้ำมะตูมกลิ่นตะไคร้และใบเตยเท่ากับ 1749.76±0.02 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่างและ น้ำอุ่นแดงเท่ากับ 1501.80±0.02 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่างตาม ลำดับ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า เครื่องดื่มน้ำสมอไทยมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ 2453.32±0.08ไมโครกรัมบีเอชทีต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่างน้ำอุ่นแดงเท่ากับ 2412.64±0.06

ไมโครกรัมบีเอชทีต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่างและเครื่องดื่มน้ำมะตูมกลิ่นตะใคร้และใบเตยเท่ากับ 2406.32±0.20 ไมโครกรัม บีเอชที ต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง ตามลำดับและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Phen มากที่สุดคือเครื่องดื่มน้ำสมอไทยมีค่าเท่ากับ 3131.61±0.02 ไมโครกรัมเฟอรัสซัลเฟตต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง น้ำอุ่นแดงเท่ากับ 2833.97±0.03 ไมโครกรัมเฟอรัสซัลเฟต ต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง และเครื่องดื่มน้ำมะตูมกลิ่นตะใคร้และ ใบเตยเท่ากับ 2802.64±0.01 ไมโครกรัมเฟอรัสซัลเฟตต่อ 1 มิลลิลิตรของตัวอย่าง ตามลำดับ

พัชรี และสกุลกานต์ (2558) ดอกพระจันทร์หรือดอกชมจันทร์ เป็นพืชในวงศ์ Convolvulaceae ที่เริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน นิยมนำดอกตูมมาประกอบอาหารได้หลายชนิด เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ไขมันต่ำ และมีสรรพคุณเป็นยาระบายอ่อน ๆ วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของกรรมวิธีการประกอบอาหารแบบต่าง ๆ ต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในดอกชมจันทร์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 5 วิธีการ ได้แก่ การต้ม 100 องศาเซลเซียส, 10 นาที, การนึ่ง 100 องศาเซลเซียส, 10 นาที, การตากแดด 48 ชั่วโมง การอบ 60 องศาเซลเซียส, 48 ชั่วโมง และดอกชมจันทร์สด ผลการศึกษาพบว่า การนึ่งไม่ทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระลดลงเมื่อเทียบกับการไม่ผ่านความร้อน ร้อยละ 77.26 แต่วิธีอื่นๆ ทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระลดลงสำหรับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าดอกชมจันทร์สดและการใช้ความร้อนทุกกรรมวิธีไม่มีผลต่อปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 ดอกชมจันทร์ จากตลาดเจ้าพระยา จังหวัดนนทบุรี

3.1.2 นมสดพาสเจอไรซ์ (ไขมันเต็ม) รสจืด ยี่ห้อจิตรลดา

3.1.3 กรดแกลลิก (gallic acid) ยี่ห้อ SRL

3.1.4 โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์

3.1.5 เอทานอล (ethanol)

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

3.2.1.1 เครื่องตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer) ยี่ห้อ BINDER รุ่น WBT 09-04077 ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.1.2 เครื่องดิจิตอล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น SECURA/QUINTIX/PRACTUM ประเทศเยอรมนี

3.2.1.3 เครื่องกลั่นระเหยระบบสูญญากาศ (Evaporator) ยี่ห้อ BUNCHI รุ่น R-201ประเทศสวิทเซอร์แลนด์

3.2.1.4 เครื่อง Homogenizer ยี่ห้อ Ystral รุ่น D-79282 ประเทศเยอรมนี

3.2.1.5 เครื่องเขย่าสาร รุ่น MIXER UZUSIO VTX-3000L ประเทศญี่ปุ่น

3.2.1.6 เครื่องปั่นยี่ห้อ vita-mix ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.1.7 กระดาษกรอง NO.1:11 ไมโครเมตร ยี่ห้อ Whatman ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2.1.8 แท่งแก้ว ยี่ห้อ Pyrex ประเทศเยอรมนี

3.2.1.9 volumetric flask ยี่ห้อ Pyrex ประเทศเยอรมนี

3.2.1.10 บีกเกอร์ ยี่ห้อ Pyrex ประเทศเยอรมนี

3.2.1.11 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ยี่ห้อ Pyrex ประเทศเยอรมนี

3.2.1.12 หลอดทดลอง ยี่ห้อ Pyrex ประเทศเยอรมนี

3.2.1.13 กรวยกรองแก้ว ยี่ห้อ Pyrex ประเทศเยอรมนี

3.2.1.14 ถุงมือยาง ยี่ห้อ 3M ประเทศไทย

3.2.1.15 ถาด

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

3.2.2.1 เครื่องวัดสี Spectrophoto meter ยี่ห้อ KONIA MINOLTA รุ่น CM-3500d ประเทศญี่ปุ่น

3.2.2.2 เครื่อง pH meter Sartorius AQ รุ่น PB-10 ประเทศเยอรมนี

3.2.2.3 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด Hand refractometer (manual, 0-32%) ประเทศญี่ปุ่น

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

3.2.3.1 เครื่อง UV-Vis Spectrometer ยี่ห้อ CECIL รุ่น CE 2021 2000 series ประเทศอังกฤษ

3.2.3.2 ปิเปต ยี่ห้อ Pyrex ประเทศเยอรมนี

3.2.3.3 หลอดหยด ยี่ห้อ Pyrex ประเทศเยอรมนี

3.2.3.4 บีกเกอร์ ยี่ห้อ Pyrex ประเทศเยอรมนี

3.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

3.2.4.1 ตู้อบลมร้อนสำหรับฆ่าเชื้อ (Hot air oven) ยี่ห้อ Binder ประเทศเยอรมนี

3.2.4.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave) ยี่ห้อ ZEALWAY รุ่น GI80TW ประเทศจีน

3.2.4.3 ตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ Heal Force รุ่น A2 ประเทศจีน

3.2.4.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar) ยี่ห้อ HIMEDIA

3.2.4.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ LST ยี่ห้อ HIMEDIA

3.2.4.6 ปิเปต ยี่ห้อ PYREX ประเทศเยอรมนี

3.2.4.7 เครื่องเขย่าสาร รุ่น MIXER UZUSIO VTX-3000L ประเทศญี่ปุ่น

3.2.4.8 จานเพาะเชื้อ ยี่ห้อ PYREX ประเทศเยอรมนี

3.2.4.9 บีกเกอร์ ยี่ห้อ PYREX ประเทศเยอรมนี

3.2.4.10 แอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 95 %

3.2.4.11 หลอดทดลอง ยี่ห้อ PYREX ประเทศเยอรมนี

3.2.5 อุปกรณ์สำหรับการประมวลผลข้อมูล

3.2.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมทางสถิติ

3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.3.1 ศึกษาวิธีการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

โดยศึกษาคุณภาพและวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ด้วยวิธีการสกัดแบบกลั่นสุญญากาศ

3.3.1.1 การเตรียมดอกชมจันทร์ นำดอกชมจันทร์มาล้างน้ำให้สะอาด ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำไปเข้าตู้อบลม อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียด

3.3.1.2 การสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

เมื่อได้ดอกชมจันทร์อบแห้งจากข้อ 3.3.1.1 มาแล้วทำการสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยใช้อัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในที่ทึบแสง จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง ระเหยเอทานอลโดยใช้เครื่องกลั่นสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกรดแกลลิก (ภานุมาศ, 2557)

3.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

นำสารสกัดจากดอกชมจันทร์มาวิเคราะห์ Total phenolic content โดยใช้ Folin-Ciocalteau Reagent (ดัดแปลงจากจันทิมา, 2555) โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 748 นาโนเมตร

3.3.2.1 การเตรียมสารลายสำหรับวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกรวม เตรียมสารละลาย Folin-Ciocalteu's phenol reagent เตรียมจาก 2 N stock solution โดยปิเปต 2 N stock solution มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:10 (ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้)

การเตรียมสารละลาย Na_2CO_3 ความเข้มข้นร้อยละ 7 ชั่ง Na_2CO_3 มา 7 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับเป็น 100 มิลลิลิตรในขวดปรับปริมาตร

การเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้น 1000 ppm ให้เป็น 100 ppm โดยชั่งกรดแกลลิก 0.025 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตรจากนั้นเจือจางสิบเท่าโดยปิเปตมา 2.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตรในขวดวัดปริมาตรจะได้สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้น 100 ppm

3.3.2.2 การสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก นำสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกเข้มข้น 100 ppm มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นเป็น 20, 40, 60, 80 และ 100 ppm ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร โดยแยกแต่ละหลอดการทดลอง จากนั้นนำทุกหลอดมาเติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเฟอร์รินปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดีและเติมโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 7 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้สารผสมกันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 748 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐานแกลลิกมาเขียนกราฟมาตรฐานและหาค่าความชัน (m) เพื่อใช้วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกในสารสกัดต่อไป

3.3.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดดอกชมจันทร์

3.3.2.3.1 นำสารสกัดดอกชมจันทร์มาตัวอย่างละ 0.05 กรัม มาละลายด้วย เอทานอลความเข้มข้น ร้อยละ 95 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตใส่ในหลอดทดลอง ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเฟอร์รินปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน และเติมโซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 7 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้สารผสมกันด้วยเครื่องผสม (vortex) ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที วิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis Spectrophotometer และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 748 นาโนเมตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำและคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดเทียบกรับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

3.3.3 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมสดพาสเจอไรซ์

3.3.3.1 การผลิตนมสดพาเจอไรซ์ผสมสารสกัดจากดอกชมจันทร์ โดยการนำนมสดปริมาตร 200 มิลลิลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที รอให้อุณหภูมิลดลง 60 องศาเซลเซียส ผสมสารสกัดจากดอกชมจันทร์ 1 กรัม นำไปเข้าเครื่อง Homogenizer จากนั้นทำการบรรจุ

3.3.3.2 วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในนมสดพาสเจอไรซ์ที่ผสมสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ (ตามข้อ 3.3.2.3) และนำนมพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ที่ได้จากการผลิตมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และจุลินทรีย์

3.3.3.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพตรวจวิเคราะห์ลักษณะของผลิตภัณฑ์นมที่ได้โดยศึกษาลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส ของผลิตภัณฑ์

ตรวจวิเคราะห์ค่าสี จากเครื่องวัดสี Spectrophoto meter โดยวัดค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าที่วัดได้แก่ ค่าสี L* (ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึงวัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว), a* (+ หมายถึงวัตถุมีสีแดง, - หมายถึงวัตถุมีสีเขียว) และ b* (+หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง – หมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน)

ตรวจวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดด้วย Hand refractometer (manual, 0-32%)

ตรวจวัดความเป็นกรดด่างด้วยเครื่อง pH meter

3.3.3.4 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

ตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate count) ในผลิตภัณฑ์นมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอไรส์ 1 มิลลิลิตร ไม่เกิน 50,000 โคโลนี โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ชั่ง 23.5 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อน คนให้อาหารเลี้ยงเชื้อละลาย เทใส่จานเพาะเชื้อ ทิ้งไว้ให้แข็งตัว นำมาเพาะเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี spread plate บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แสดงดังภาคผนวก ฉ

วิเคราะห์ปริมาณ Coliform และ *E.Coli* ด้วยวิธี MPN (Most Probable Number) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มได้ไม่เกิน 100 ในผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอไรซ์ 1 มิลลิลิตร (กระทรวงสาธารณสุข , 2556) โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ LST บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง แสดงดังภาคผนวก ฉ

3.4 สถานที่

เชิงปฏิบัติการ ณ ห้องปฏิบัติการ 521, 523, 621 สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.5 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

ระยะเวลาที่ดำเนินการทดลองตั้งแต่ ตุลาคม 2558 - กันยายน 2559

บทที่ 4

ผลการทดลอง และอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาวิธีการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

เตรียมดอกชมจันทร์สด 1 กิโลกรัม ในการนำมาอบแห้ง ดอกชมจันทร์สดมีลักษณะเป็นดอกตูม สีเขียวอ่อน ดังภาพที่ 4.1 (ก) เมื่อผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนจะมีลักษณะ แห้ง กรอบ และเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็น สีน้ำตาลบางส่วน ดังภาพที่ 4.1 (ข) เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (browning reaction) ที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ซึ่งมักพบในอาหารโดยเฉพาะ ผัก ผลไม้ จะเกิดปฏิกิริยาขึ้นได้โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญโดยสารตั้งต้นคือ สารประกอบฟินอลิก เช่น แคทีชิน ซึ่งเป็นสารฟลาโวนอยด์ที่พบมากในใบชา แทนนิน ที่พบในผัก และผลไม้ เป็นต้น หรือเอนไซม์ในกลุ่มฟีนอเลส เช่น polyphenol oxidase (PPO) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งปฏิกิริยาการที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเกิดการช้ำ ฉีก ขาด เมื่อถูกกระแทก บด หั่น หรือสับ ทำให้เอนไซม์ สารที่ทำปฏิกิริยา และออกซิเจนเข้ามาสัมผัสกัน จึงเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลขึ้น (พิมพ์เพ็ญ ม.ป.ป.) จากนั้นนำมาหาร้อยละผลผลิตที่ได้ ร้อยละการสูญเสีย และร้อยละความชื้น ดังตารางที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 (ก)

ภาพที่ 4.1 (ข)

ภาพที่ 4.1 ลักษณะของดอกชมจันทร์ (ก) ดอกชมจันทร์สด (ข) ดอกชมจันทร์อบแห้ง

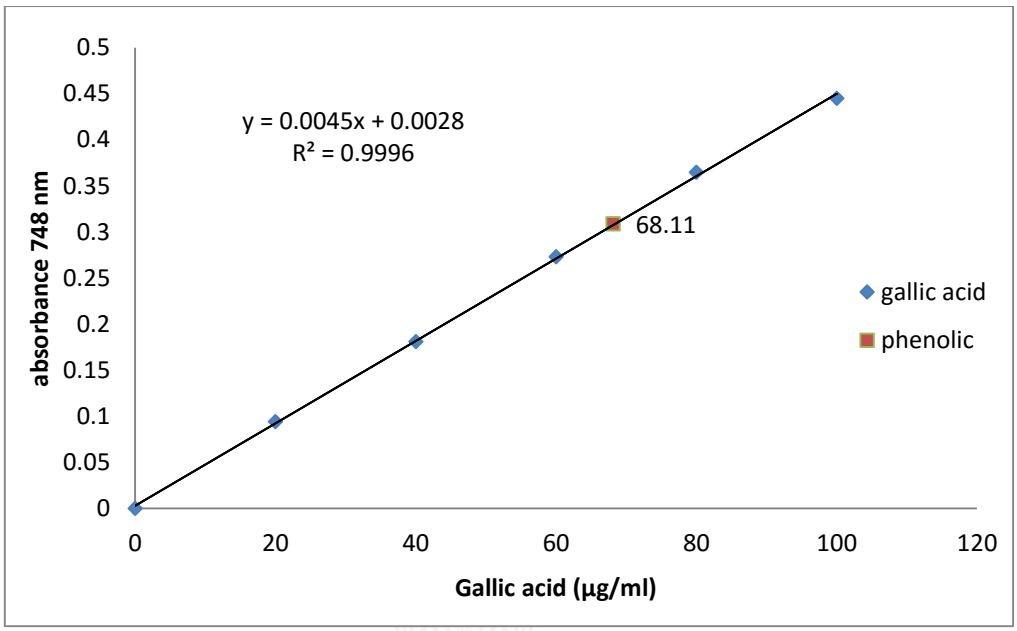
ตารางที่ 4.1 ร้อยละผลผลิตที่ได้ ร้อยละความสูญเสีย และร้อยละความชื้นของดอกชมจันทร์อบแห้ง

ดอกชมจันทร์	ร้อยละ
- ผลผลิตที่ได้	7.37±0.06
- การสูญเสีย	92.63±0.12
- ความชื้น	1.48±0.04

จากตารางที่ 4.1 พบว่าดอกชมจันทร์สดเมื่อผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนจะมีร้อยละผลผลิตที่ได้ 7.37±0.06 ร้อยละการสูญเสีย 92.63±0.12 จะทำให้ได้ดอกชมจันทร์ที่มีลักษณะแห้ง กรอบ มีสีเขียว-สีน้ำตาลบางส่วน มีความชื้นเท่ากับ 1.48±0.04 ซึ่งการอบแห้งเป็นการลดความชื้นของอาหารด้วยการระเหยน้ำออก โดยความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 15 จะช่วยยับยั้งการเกิดจุลินทรีย์ได้ อาหารจะมีน้ำหนักเบา ปริมาตรลดลงและ ทำให้สะดวกต่อการนำไปเป็นวัตถุดิบในกระบวนการแปรรูปด้วยวิธีอื่นๆ (พิมพ์เพ็ญ, ม.ป.ป.) จากนั้นนำดอกชมจันทร์อบแห้งมาทำการสกัดสารประกอบฟีนอลิกมีลักษณะเป็นของเหลว ข้น หนืด มีสีเขียวอมเหลือง เป็นมันวาว ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

จากภาพที่ 4.2 พบว่าดอกชมจันทร์อบแห้งเมื่อนำมาสกัดสารประกอบฟีนอลิก ที่เป็นการให้ความร้อน และกลั่นแยกสารเพื่อระเหยเอทานอลที่ผสมอยู่กับสารประกอบฟีนอลิกออกทั้งหมดจนเหลือแต่สารประกอบฟีนอลิกของดอกชมจันทร์ ซึ่งลักษณะที่จะได้เป็นของเหลวข้นหนืด มีสีเขียวอมเหลือง ลักษณะเป็นมันวาว และยังคงมีกลิ่นดิบของดอกชมจันทร์อบแห้ง จากนั้นนำสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 748 นาโนเมตร กับปริมาณของกรดแกลลิกและสารประกอบฟีนอลิก

จากภาพที่ 4.3 พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์เทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก เท่ากับ 68.11 ± 1.44 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร กราฟมาตรฐานกรดแกลลิกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับปริมาณกรดแกลลิก ค่าการดูดกลืนแสงแปรผันตรงกับปริมาณกรดแกลลิกเป็นไปในทิศทางเดียวกัน เมื่อความเข้มข้นของกรดแกลลิกสูงค่าการดูดกลืนแสงก็จะสูงด้วย ในการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นต้องมีการยืนยันว่า กราฟมาตรฐาน มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยหาสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ควรเข้าใกล้ 1 หรือค่าไม่น้อยกว่า 0.995 (อุมาพร, ม.ป.ป.)

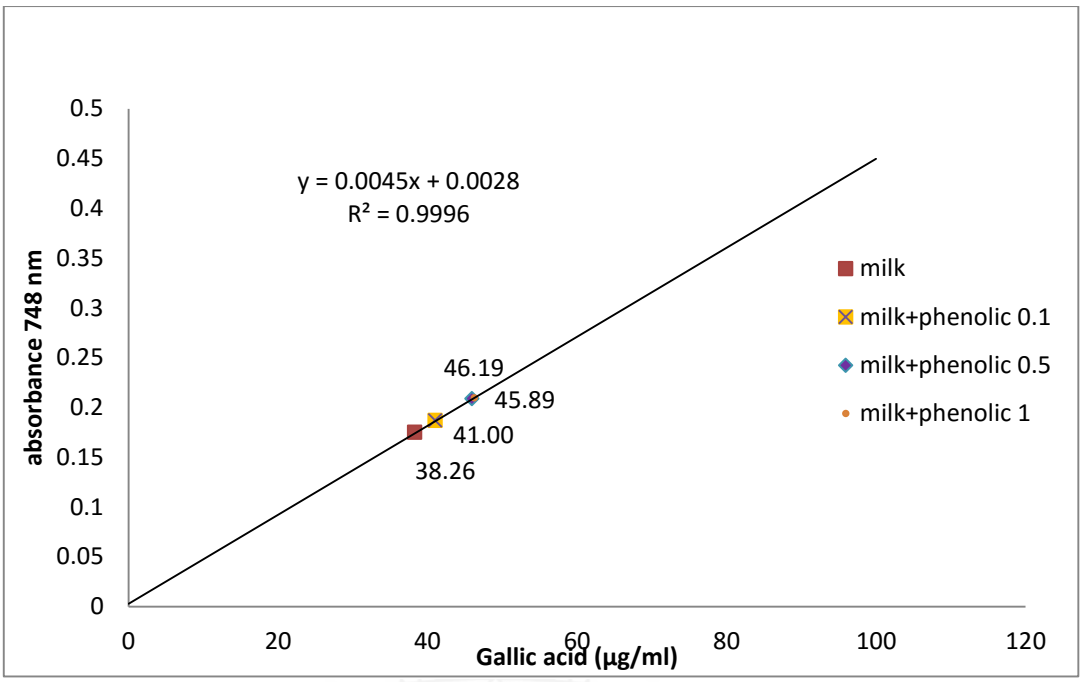
4.2 ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมสดพาสเจอไรซ์

ทำการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ใช้ผสมในนมพาสเจอไรซ์ที่ ทั้ง 4 สูตรที่ 4 ระดับ เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตนมพาสเจอไรซ์แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สูตรการทดลองปริมาณสารประกอบฟีนอลิกใช้ผสมในนมพาสเจอไรซ์ที่ 4 ระดับ

ส่วนผสม	**สูตรที่**			
	1	**2**	**3**	**4**
สารประกอบฟีนอลิก (กรัม)	0	0.1	0.5	1.0
นมสดพาสเจอไรซ์	200	200	200	200

จากตารางที่ 4.2 พบว่าในนมสดพาสเจอไรซ์ และนมสดพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ทั้ง 4 สูตร มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเทียกับกราฟมาตราฐานกรดแกลลิกดังภาพที่ 4.4 การนำสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ผสมลงในนมสดพาสเจอไรซ์โดยอ้างอิงจากวิตามินอีที่ระดับ 13 – 15 มิลลิกรัม (สำนักโภชนาการ, 2550) การที่อ้างอิงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่เหมาะสมในการใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เนื่องด้วยวิตามินอีมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีคุณลักษณะใกล้เคียงกับสารประกอบฟีนอลิกที่ใช้จริง เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกสามารถต้านสารอนุมูลอิสระในร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของดอกชมจันทร์พบว่ามีวิตามินอีมีมากกว่าวิตามินชนิดอื่น ซึ่งวิตามินอีสามารถทนความร้อนสูงและในการสกัดสามารถพบวิตามินอีได้ วิตามินอีมีส่วนช่วยในเรื่องการคลายความเครียดและระบบประสาท ถ้าเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอ้างอิงจากปริมาณวิตามินอี ก็จะได้นมสดพาสเจอไรซ์ที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง มีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยผ่อนคลาย



ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 748 นาโนเมตร กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในนมพาสเจอไรซ์

จากภาพที่ 4.4 พบว่านมสดพาสเจอไรซ์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 38.26±0.26 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร นมพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิก 0.1 กรัม มีปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกเท่ากับ 41.00±0.01 นมพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิก 0.5 กรัม มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 45.89±5.33 นมพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิก 1 กรัม มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 46.19±1.72 ซึ่งพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณที่มากขึ้น ในการเติมปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่มากขึ้น และสารชนิดอื่นที่ไม่ใช่สารประกอบฟีนอลิก เช่น น้ำตาล กรดแอสคอร์บิค กรดออร์แกนิค และอื่นๆ สามารถรีดิวซ์ Folin-Ciocalteu reagent ได้สีน้ำเงินเช่นเดียวกันทำให้การรายงานผลนั้นสูงเกินจริง และการวัดสีด้วยวิธีนี้ไม่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของสารประกอบฟีนอลิกแต่อย่างใด (วรานนท์, 2557) จากนั้นนมพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิกทั้ง 4 ระดับ นำมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของนมสดพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

คุณสมบัติทางกายภาพ	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (กรัม)			
	0	**0.1**	**0.5**	**1.0**
- สี	มีสีขาว	มีสีขาว - เขียวอมเหลืองเล็กน้อย	มีสีขาว - เขียวอมเหลือง	มีสีขาว - เขียวอมเหลือง
- การเกิดตะกอน	ไม่พบตะกอน	เกิดตะกอนสีเขียวที่ก้นภาชนะ	เกิดตะกอนสีเขียวที่ก้นภาชนะ	เกิดตะกอนสีเขียวที่ก้นภาชนะ
- กลิ่น	กลิ่นคาวนม	กลิ่นคาวนม-กลิ่นดิบของดอกชมจันทร์	กลิ่นคาวนม-กลิ่นดิบของดอกชมจันทร์	กลิ่นคาวนม-กลิ่นดิบของดอกชมจันทร์
- รสชาติ	รสจืด	ขมเล็กน้อย	มีรสขม	มีรสขม
ทางเคมี				
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (°Brix)	11	11	12	12
ค่าสี				
-ความสว่าง (L*)	91.96^{a}±0.77	91.16^{a}±0.40	84.66^{b} ±0.14	85.91^{c}±0.07
- สีแดง (a*)	-2.83^{d}±0.02	-2.45^{c}±0.01	-2.28^{b} ±0.04	-1.92^{a}±0.06
- สีเหลือง (b*)	6.43^{b}±0.92	6.66^{b}±0.60	16.80^{a}±0.17	17.13^{a}±0.24
pH	6.64^{b}±0.00	6.65^{b}±0.01	6.58^{a}±0.01	6.58^{a}±0.00
ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	38.26^{b}±0.26	41.00^{b}±0.01	45.89^{a}±5.33	46.19^{a}±1.72

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การทดสอบทางกายภาพของนมพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิกทั้ง 4 ระดับ มีความสัมพันธ์กันกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ผสมในนมสดพาสเจอไรซ์ หมายความว่าเมื่อเติมสารประกอบฟีนอลิกผสมกับนมพาสเจอไรซ์ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสี เป็นสีขาวคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีสีขาวเขียวอมเหลือง การเกิดตะกอน มีกลิ่นดิบของดอกชมจันทร์เพิ่มขึ้น ค่าสี ความสว่าง (L*) ลดลง, ค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น, ค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกที่เติมลงไปเติมมากจะเปลี่ยนแปลงมาก ถ้าเติมสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณน้อยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อย ปริมาณ

สารประกอบฟีนอลิกทั้ง 4 ระดับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำและค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เกิดการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกัน ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ 0 และ 0.1 กรัม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ เท่ากับ 11 ˚Brix ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณที่ 0 เท่ากับ 6.64±0.00 และปริมาณที่ 0.1 กรัม เท่ากับ 6.65±0.01 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ 0.5 กรัม และ 1 กรัม ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (˚Brix) 12 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณที่ 0.5 กรัม เท่ากับ 6.64±0.00 และปริมาณที่ 1 กรัม เท่ากับ 6.65±0.01 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในนมสดพาสเจอไรซ์ทั้ง 4 ระดับ พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจะเพิ่มขึ้นเมื่อเติมสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณที่มากขึ้น จึงเลือกใช้สูตรที่ 4 เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากเพิ่มขึ้นจากนมพาสเจอไรซ์ที่ไม่ผสมสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณที่เหมาะสมอ้างอิงจากวิตามินอีที่สามารถเติมสารประกอบ ฟีนอลิกผสมกับนมสดพาสเจอไรซ์ได้ในปริมาณที่มากที่สุด จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

สูตรที่	**ระดับความเข้มข้นที่เจือจาง**	**จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/ml)**	***Coliform E.Coli* (MPN/ml)**
1	10^{-1}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-2}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-3}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-4}	ไม่พบ	ไม่พบ
2	10^{-1}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-2}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-3}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-4}	ไม่พบ	ไม่พบ
3	10^{-1}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-2}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-3}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-4}	ไม่พบ	ไม่พบ
4	10^{-1}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-2}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-3}	ไม่พบ	ไม่พบ
	10^{-4}	ไม่พบ	ไม่พบ

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ การตรวจพบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอไรส์ 1 มิลลิลิตรต้องไม่เกิน 50,000 โคโลนี พบว่าการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธีด้วยวิธี spread plate ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ไม่พบจุลินทรีย์ การวิเคราะห์ปริมาณ *E.Coli* และ Coliform ต้องตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มได้ไม่เกิน 100 ในผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอไรซ์ 1 มิลลิลิตร (กระทรวงสาธารณสุข , 2556) พบว่าการวิเคราะห์ปริมาณ *E.Coli* และ Coliform ด้วยวิธี MPN เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสใช้เวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ LST ไม่เกิดฟองอากาศหรือเกิดฟองขึ้นเมื่อเขย่าเบาๆ จึงสรุปได้ว่าไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ *E.Coli* และ Coliform

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การเตรียมดอกชมจันทร์ในการสกัดสารประกอบฟีนอลิก การอบดอกชมจันทร์ มีร้อยละผลผลิตที่ได้ 7.37±0.06 และร้อยละการสูญเสีย 92.63±0.12 ร้อยละความชื้น 1.48±0.04

5.1.2 สกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์อบแห้ง ด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และระเหยเอทานอลด้วยเครื่อง evaporator จะได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 69.39 ± 1.44 ไมโครกรัมต่อลิตร

5.1.3 อัตราส่วนในการใช้สารประกอบฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอไรซ์คือ 1:200 คิดเป็นนมร้อยละ 99.32 สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ร้อยละ 0.68 ทำการพาสเจอไรซ์ด้วยวิธี HTST อุณหภูมิ 72-75 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที จากนั้นทำการบรรจุลงในขวดพลาสติกชนิด HDPE ปริมาตร 200 มิลลิลิตร/ขวด

คุณลักษณะทางกายภาพ พบว่าผลิตภัณฑ์นมมีสีขาว – เขียวอมเหลือง เกิดตะกอนสีเขียวที่ก้นขวด มีกลิ่นดิบจากดอกชมจันทร์ รสชาติขม ค่าสี มีค่าความสว่าง (L*), 84.67±0.14 มีค่ามากที่สุด ค่าสีเหลือง (b*) 16.81±0.17 และค่าสีแดง (a*) -1.92±0.06 มีค่าน้อยลงมาตามลำดับ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 6.58±0.01 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ 12 ˚Brix

คุณสมบัติทางเคมี พบว่าสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในนมพาสเจอไรซ์เท่ากับ 47.14±5.33 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

การตรวจจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ ไม่พบจุลินทรีย์ และไม่พบแบคทีเรียชนิด Coliform และ *E.Coli* ในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

5.2.2 นำสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ไปใช้ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ อุปโภค-บริโภคอื่นๆได้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข, (สำนักงาน). 2556. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 352 พ.ศ. 2556 เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม**. นนทบุรี: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

กระทรวงสาธารณสุข, (สำนักงาน). 2556. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 351 พ.ศ. 2556 เรื่อง นมปรุงแต่ง.** นนทบุรี: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

กระทรวงสาธารณสุข (สำนักโภชนาการ). 2546. **ตารางปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย**. นนทบุรี: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

กองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, (สำนักงาน). 2554. **ชมจันทร์ ไม้ประดับกินได้** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://www.doctor.or.th/article/detail/11214. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2559

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, (สำนักงาน) ม.ป.ป. “มาดื่มนมพาสเจอร์ไรส์กันเถอะ”. **วารสารความรู้ที่ไม่ลับนำสู่การเพิ่มศักยภาพทางธุรกิจ.** :143-149

จันทิมา นามโชติ. 2555. **“ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบกิ่งมะขวิดที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ”** วิทยานิพนธ์ปริญาเอก. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

จิรวัส ประทุมวัน. ม.ป.ป. “ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองสูตรดั้งเดิมและนมถั่วเหลืองผสมงาดำ” **วารสารบทคัดย่อ กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6 : 124-129

นิรนาม. 2558. **กระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์นม**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :http://www.trueplookpanya.com/new/cms_detail/knowledge/30012. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2559

นิรนาม. 2555. **การตรวจโคลิฟอร์มแบคทีเรีย**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.assist-impact.net/index.php?mo=3&art=41987986. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2559

นิรนาม. 2552. **การพาสเจอร์ไรส์**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http:// www.foodnetworksolution .com /wiki/word/0428/pasteurization. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2558

นิรนาม. 2556. **คุณค่าทางโภชนาการและประโยชน์ของนมวัว.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://talk.mthai.com/topic/368756 สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2559

เนตรนภา เมยกลาง และเฉลิม เรืองวิริยะชัย. 2557. “การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มน้ำผลไม้” **วารสารวิจัย มข.** ปีที่ 14 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม. – ธันวาคม) : 69-79

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ม.ป.ป. **“การบ่งชี้และการหาปริมาณสารฟีนอลิกจากใบชาเมี่ยงสดและเมี่ยงหมัก”**มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปิยนุช เจริญผล และกาญจนา วงศ์กระจ่าง. 2557. **“การศึกษาระบบตัวทำละลายที่เหมาะสมของการสกัดและปริมาณฟีนอลิกฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบดาวเรือง”** วิทยานิพนธ์ปริญาเอก. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

ปรียชยา คล้ายทวน. 2553. “ดอกชมจันทร์ ดอกไม้กินได้ ระบายดี”.**วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ** ปีที่ 13: 6-7

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2557. **การพาสเจอไรซ์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0428/pasteurization. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2558

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2554. **สารประกอบฟีนอลิก.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2585/phenolic-compound. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2558

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2557. **Refractometer / มาตรดัชนีหักเห.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0469/refractometer. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2559

พัชรี สิริตระกูลศักดิ์, ประสิทธิ์ ชุติชูเดช, เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช, มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และเกรียงศักดิ์ บุญเที่ยง. 2556 “กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้กินได้ 15 ชนิดในจังหวัดมหาสารคาม” **แก่นเกษตร.** ปีที่ 41 ฉบับพิเศษ 1 : 607-611

พัชรี สิริตระกูลศักดิ์ และ สกุลกานต์ สิมลา. 2558 “ผลของกรรมวิธีการประกอบอาหารต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในดอกชมจันทร์” **แก่นเกษตร.** ปีที่ 43 ฉบับพิเศษ 1:876-880

เพชรรุ่ง เทพทอง และจิตพิสุทธิ์ จันทร์ทองอ่อน. 2555. “การเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในสารสกัดชั้นเอทานอลของขิง พริกไทยดา และดีปลี” สาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ภาณุมาศ ฤทธิไชย, ปิยาภัทร์ เข็มวิชัย และเยาวพา จิระเกียรติกุล. 2558. “การพัฒนาของดอกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในดอกพระจันทร์ (*Ipomoea alba* L.)” **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** ปีที่ 23 ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม - กันยายน) : 498-506

ราชบัณฑิตยสถาน. 2554. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554**. กรุงเทพฯ: นานมีบุคส์พับลิเคชั่นส์.

รวินิภา ศรีมูล. 2556. **"ปริมาณฟีนอลรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในน้ำผลไม่แปรรูปในจังหวัดจันทบุรี"** คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี.

วรานนท์ ทองอินลา, ชลธิชา วรรณวิมลรักษ์ และภารดี ช่วยบารุง. 2557. "ความสัมพันธ์ระหว่างฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลไม้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMPD กับปริมาณฟีนอลิก วิตามินซี วิตามินอี และเบต้าแคโรทีน " **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**. ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม) : 94-104

สารสมร พูนพันธ์ 2547 **"ผลการศึกษาสารที่ทำให้เกิดเจลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเยลลี่รสนมผสมน้ำสตอเบอร์รี่"** วิทยานิพนธ์ปริญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุกัญญา เขียวสะอาด. 2555. "กระเพรากับการต้านอนุมูลอิสระ" **วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง.** ปีที่ 21 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม) : 54-65

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. 2554. **ชมจันทร์ ไม้ประดับกินได้.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://www.doctor.or.th/article/detail/11214. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2558

อภิญญา จันทรวัฒนะ. ม.ป.ป. **เทคนิคพื้นฐานทางจุลชีววิทยา**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.agro.kmutnb.ac.th/e-learning/521302/1.php. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2559

องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย. ม.ป.ป. **กระบวนการผลิต**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.dpo.go.th. สืบค้นเมื่อ 21 พฤษภาคม 2559

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ขั้นตอนการเตรียมดอกชมจันทร์

นำดอกชมจันทร์มาล้างให้สะอาด

นำไปเข้าตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ
50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

นำมาชั่งเพื่อหาร้อยละของผลผลิตที่ได้
และร้อยละการสูญเสีย

นำมาปั่นให้ละเอียด

แผนภาพที่ ก ขั้นตอนการเตรียมดอกชมจันทร์

วิธีการคำนวณร้อยละผลผลิตที่ได้และร้อยละการสูญเสีย

1. สูตรการคำนวณร้อยละผลผลิตที่ได้

$$\text{ร้อยละผลผลิตที่ได้} = \frac{\text{น้ำหนักทั้งหมดหลังอบ}}{\text{น้ำหนักทั้งหมดก่อนอบ}} \times 100$$

วิธีการคำนวณ นำดอกชมจันทร์ที่มีน้ำหนัก 1000 กรัม นำไปเข้าตู้อบลมร้อน (hot air oven) อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักหลังอบได้ 74.5 กรัม

$$\text{ร้อยละผลผลิตที่ได้} = \frac{74.5}{1000} \times 100 = 7.45$$

2. สูตรการคำนวณร้อยละการสูญเสีย

$$\text{ร้อยละการสูญเสีย} = \frac{(\text{น้ำหนักทั้งหมดก่อนอบ} - \text{น้ำหนักทั้งหมดหลังอบ})}{\text{น้ำหนักทั้งหมดก่อนอบ}} \times 100$$

วิธีการคำนวณ นำดอกชมจันทร์ที่มีน้ำหนัก 1000 กรัม นำไปเข้าตู้อบลมร้อน (hot air oven) อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักหลังอบได้ 74.5 กรัม

$$\text{ร้อยละการสูญเสีย} = \frac{1000 - 74.5}{1000} \times 100 = 92.55$$

ภาคผนวก ข
ขั้นตอนการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

นำดอกชมจันทร์ที่ได้จากการเตรียม สกัดด้วย
เอทานอลความเข้มข้อนร้อยละ 95
โดยใช้อัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตร
หมักไว้ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

นำมากรองด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1

ระเหยเอทานอลโดยใช้เครื่องกรองสุญญากาศ

แผนภาพที่ ข ขั้นตอนการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

ภาคผนวก ค
ขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด

เตรียมสารละลาย Folin-Ciocalteu's phenol reagent (1:10)

เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้นร้อยละ 7

การสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

วิธีวิเคราะห์

เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้น 1000 ppm ให้เป็น 100 ppm

↓

นำสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกเข้มข้น 100 ppm มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นเป็น 0, 20, 40, 60 และ 80 ppm ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร โดยแยกแต่ละหลอดการทดลอง

↓

จากนั้นนำทุกหลอดมาเติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเฟอร์รินปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดีและเติมโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 7 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร

↓

นำไปเขย่าให้สารผสมกันด้วยเครื่องผสม ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที

↓

วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 748 นาโนเมตร จากนั้นนำค่า ความเข้มข้นของสารมาตรฐานแกลลิกมาเขียนกราฟมาตรฐานและหาค่าความชัน (m) เพื่อใช้วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกในสารสกัดต่อไป

แผนภูมิที่ ค.1 วิธีการสร้างกราฟมาตรฐานแกลลิก
ที่มา : ดัดแปลงจากจันทิมา, 2555

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดดอกชมจันทร์

วิธีวิเคราะห์

นำสารสกัดดอกชมจันทร์มาตัวอย่างละ 0.05 กรัม มาละลายด้วยเอทานอลร้อยละ 95 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร

↓

นำสารสกัดดอกชมจันทร์ที่เตรียมได้ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง

↓

จากนั้นนำทุกหลอดมาเติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเฟอร์รินปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดีและเติมโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 7 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปเขย่าให้สารผสมกันด้วยเครื่องผสม

↓

ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที วิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis Spectrophotometer และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 748 นาโนเมตร

↓

หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

↓

คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัด

แผนภูมิที่ ค.2 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดดอกชมจันทร์
ที่มา : ดัดแปลงจากจันทิมา, 2555

การวิเคราะห์ปริมาณที่เหมาะสมในการใช้สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์

วิธีวิเคราะห์

นำนมพาสเจอไรซ์ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 15 วินาที รอให้อุณหภูมิลดลง ผสมสารสกัดจากดอกชมจันทร์ 1 กรัม
นำไปเข้าเครื่อง Homogenizer จากนั้นทำการบรรจุ

↓

นำสารสกัดดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์ 0.5 มิลลิลิตร
มาละลายด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 20 มิลลิลิตร

↓

นำสารสกัดดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์
ที่เตรียมได้ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง

↓

จากนั้นนำทุกหลอดมาเติมน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเฟอร์รินปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร
เขย่าให้เข้ากันดีและเติมโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 7 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร
นำไปเขย่าให้สารผสมกันด้วยเครื่องผสม

↓

ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที วิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-vis Spectrophotometer
และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 748 นาโนเมตร

↓

หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก
ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

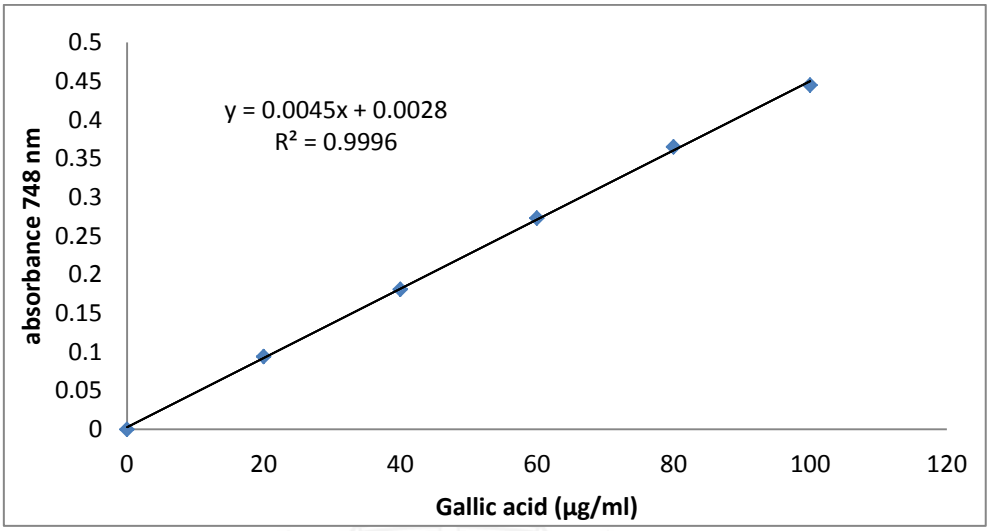
↓

คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัด

แผนภาพที่ ค.3 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณที่เหมาะสมในการใช้สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์

ที่มา : ดัดแปลงจากจันทิมา, 2555

การคำนวณสารประกอบฟีนอลิกรวม



จากกราฟมาตรฐานของ Gallic acid ได้สมการเส้นตรงคือ y = 0.0045x + 0.0028 R^2 = 0.9996

ในการคำนวณจะนำค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 748 นาโนเมตร ของสารสกัดตัวอย่างมาเทียบกับสารมาตรฐาน Gallic acid โดยสามารถคำนวณได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

วิธีการคำนวณ สารสกัดจากดอกชมจันทร์ 0.5 กรัม เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วพบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงที่ 748 นาโนเมตร เท่ากับ 0.309 โดยมี total volume เท่ากับ 4.9 มิลลิลิตร

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างไปแทนค่า y ในสมการ

y = 0.0045x + 0.0028

จากกราฟมาตรฐาน จะได้ x = (0.309 - 0.0028) / 0.0045

จะได้ x = 68.04 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

นั่นคือ สารสกัด 1 มิลลิลิตร มี phenolic content = 68.04 ไมโครกรัม

ถ้าสารสกัด 4.9 มิลลิลิตร มี phenolic content = 68.04 × 4.9 = 333.396 ไมโครกรัม

ในการทดลองได้สารสกัดจากดอกชมจันทร์ 0.5 กรัม

จะได้ว่า สารสกัด 0.5 กรัม มี phenolic content = 333.396 ไมโครกรัม

ถ้า สารสกัด 1 กรัม มี phenolic content เท่ากับ 333.396 / 0.5 = 666.792 ไมโครกรัม

ดังนั้น ในสารสกัดจากดอกชมจันทร์ มี phenolic content เมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน Gallic acid = 666.792 ไมโครกรัม

ภาคผนวก ง
ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

การวิเคราะห์ค่าสี

วิธีวิเคราะห์

1. เปิดสวิตซ์เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องวัดค่าสี
2. เข้าโปรแกรม Spectra Magic ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์
3. คลิกปุ่ม Connect (ที่แถบข้างบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสี จากนั้นลองสังเกตที่แถบข้างล่างขวา เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว
4. ทำการ Calibrate เครื่อง โดยคลิกปุ่ม Calibration (ที่แถบข้างบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ช่องด้านบนภายใน Target Mask
5. เมื่อ Calibrate เสร็จแล้วให้คลิกปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่ พร้อมกับใส่ตัวอย่าง ชนิดแห้ง หรือชนิดเหลว ลงใน Target (ภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง)
6. ปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีที่วัดการสะท้อนของวัตถุ ด้านบน), ปิดด้วยตลับสีขาวด้านบน (กรณีการส่งผ่านวัตถุด้านบน)
7. กดที่ปุ่ม Measure Targe ตั้งชื่อซ้ำขอตัวอย่างเดิม (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง) จากนั้นทำตามข้อ 6. บันทึกผลการทดลอง จากตารางในคอมพิวเตอร์ ค่า L* a* b*

ภาคผนวก จ
ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด

วิธีวิเคราะห์

ทำได้โดยการหยดสารละลายที่ต้องการทราบค่าบนแผ่นปริซึม ปิดด้วยแผ่นปิด แล้วส่องมองผ่านช่องในที่มีแสง จะมองเห็นเป็นแถบสี ที่อ่านค่าตัวเลขได้ตามสเกลที่เครื่องกำหนดไว้ เช่น เป็นร้อยละความเข้มข้น ความเข้มข้นของน้ำตาล น้ำเชื่อม น้ำผลไม้ ที่วัดได้ มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ ($^{\circ}$Brix) หรือ อาจเป็นค่าความหนาแน่นของเหลว หรือทั้งสองอย่าง

หมายเหตุ: ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด หมายถึง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ กรณีที่ตัวอย่างมีส่วนประกอบของน้ำตาลเป็นหลัก เช่น ในผลไม้อบแห้ง หรือน้ำเชื่อม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ในกรณีนี้จึงอาจหมายถึง ความหวานหรือปริมาณน้ำตาลที่ละลายในน้ำ

การวัดความเป็นกรดด่าง

วิธีวิเคราะห์

1. เสียบปลั๊กเครื่องจากนั้นทำการ Calibrate ด้วย Buffer โดยใช้น้ำกลั่นในการทำความสะอาดหัววัด
2. นำหัววัดจุ่มลงในตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ อ่านค่าเมื่อสัญลักษณ์ S ปรากฏ
3. จากนั้นล้างหัววัดแล้วดึงปลั๊กออก

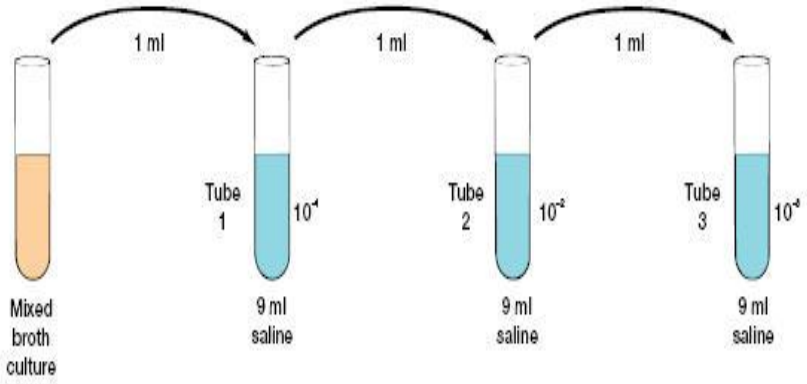
ภาคผนวก ฉ
ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

วิธีวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

การเจือจางตัวอย่าง

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่างตั้งต้น 1 ml มาใส่หลอดที่มีน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.9 ที่ฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 9 ml ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ เขย่าให้เข้ากัน จะได้เป็นสารละลายของเชื้อที่ 10^{-1}

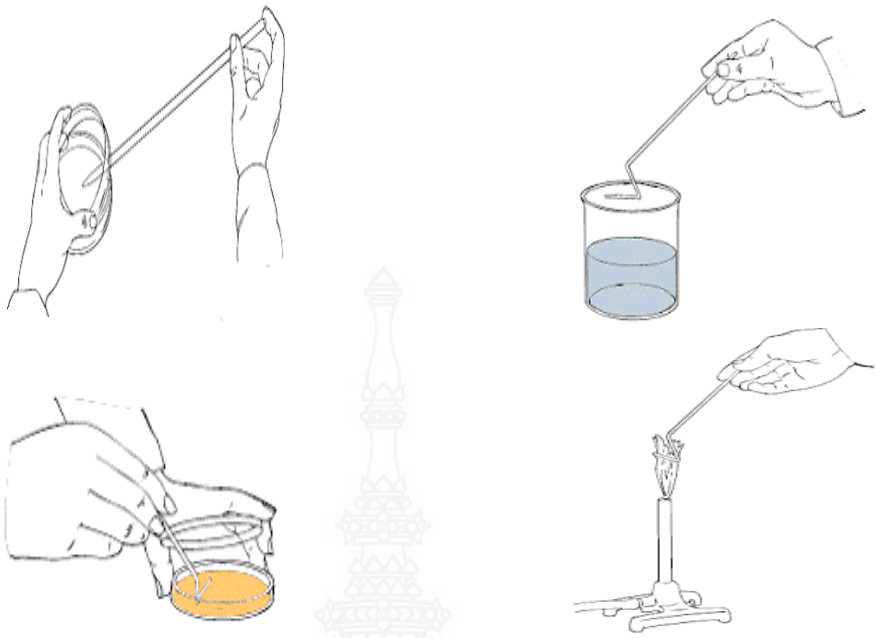
2. จากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ได้ (10^{-1}) 1 ml ใส่หลอดที่มีน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.9 ที่ฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 9 ml ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ เขย่าให้เข้ากัน จะได้เป็นสารละลายของเชื้อที่ 10^{-2} เจือจางสารละลายตัวอย่างตามที่ต้องการ 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} ด้วยวิธีเดียวกัน



3. นำไปทดลองต่อในขั้นต่อไป : การเพาะเชื้อแบบ Spread Plate

ขั้นตอนการ Spread plate

1. ระบุวันที่ หมายเลขตัวอย่าง และลำดับการเจือจางที่ด้านล่างของจานเพาะเชื้อ
2. ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 0.1 ml ลงในตำแหน่งตรงกลางของจานเพาะเชื้อ
3. จุ่มแท่งแก้วรูปตัวแอล (spreader) ในแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 แล้วเอียงแท่งแก้วรูปตัวแอล ที่ขอบขอบิกเกอร์เพื่อแยกแอลกอฮอล์ส่วนเกินออก
4. นำแท่งแก้วรูปตัวแอลที่ผ่านการจุ่มแอลกอฮอล์ไปเผาไฟจนแอลกอฮอล์ไหม้หมดและปล่อยให้แท่งแก้วรูปตัวแอลเย็น
5. นำแท่งแก้วรูปตัวแอลเกลี่ยเชื้อให้ทั่วจานเพาะเชื้อ และระมัดระวังไม่ให้มือสัมผัสกับขอบด้านในของจานเพาะเชื้อ
6. จุ่มแท่งแก้วรูปตัวแอลในแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 และกำจัดแอลกอฮอล์ส่วนเกินโดยให้แท่งแก้วสัมผัสกับขอบของบิกเกอร์ นำไปเผาไฟจนไหม้หมด ปล่อยให้เย็น และนำไปเกลี่ยเชื้อที่เหลือโดย ตามขั้นตอนการ Spread plate



7. กลับจานเพาะเชื้อให้ด้านที่มีอาหารเพาะเชื้ออยู่ด้านบนแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

8. สังเกตลักษณะของโคโลนีที่ปรากฏ

ที่มา : อภิญญา.ม.ป.ป.

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณ Coliform และ *E.Coli* ด้วยวิธี MPN (Most Probable Number)

การตรวจสอบขั้นแรก

1. นำหลอดแก้ว (test tube) ขนาด 15 มิลลิลิตร ซึ่งมีหลอดดักอากาศเดอร์แรมวางคว่ำอยู่ภายใน มาบรรจุอาหารเหลวแลคโตส ให้ท่วมหลอดเดอร์แรม ประมาณ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
2. เขย่าตัวอย่างน้ำแรงๆ ขึ้นลง 25 ครั้ง
3. ใช้ปิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างน้ำใส่ลงในหลอดแก้วที่บรรจุอาหารเหลวแลคโตส 3 หรือ 5 หลอดๆ ละ 1 มิลลิลิตร ต่อ 1 ระดับของการเจือจาง ซึ่งชุดอนุกรมของการเจือจางในการวิเคราะห์จะใช้การเจือจาง 3 ระดับ/1 ตัวอย่าง
4. เขย่าหลอดแก้วเบาๆ เพื่อให้อาหารผสมกับตัวอย่างน้ำ ระวังอย่าให้มีฟองอากาศในหลอดเดอร์แรม
5. นำหลอดแก้วทั้งหมดเข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง
6. นำหลอดแก้วมาตรวจดูก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดเดอร์แรม ถ้าหลอดใดเกิดก๊าซแสดงว่าให้ผลทางบวก (positive) นำหลอดที่เกิดก๊าซไปทดสอบขั้นยืนยันต่อไป

การตรวจสอบขั้นยืนยัน

7. นำหลอดแก้ว (test tube) ขนาด 15 มิลลิลิตร ซึ่งมีหลอดดักอากาศเดอร์แรมวางคว่ำอยู่ภายใน มาบรรจุอาหารเหลว EC ให้ท่วมหลอดเดอร์แรม แล้วนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
8. นำหลอดที่ให้ผลทางบวกในการตรวจสอบขั้นแรกมาเขย่าเบาๆ และทำการถ่ายเชื้อโดยใช้ลวดที่มีปลายห่วงกลมจุ่มลงไปในหลอดที่ให้ผลทางบวกแล้วนำไปจุ่มลงในหลอดแก้วที่มีอาหาร EC ทำอย่างนี้ 2-3 ครั้ง
9. เขย่าหลอดแก้วเบาๆ เพื่อให้อาหาร EC ผสมกับเชื้อที่ถ่ายมา ระวังอย่าให้มีฟองอากาศในหลอดเดอร์แรม
10. นำหลอดแก้วที่มีอาหาร EC ทั้งหมด เข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 44.5± 0.2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง
11. นำหลอดแก้วมาตรวจดูก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดเดอร์แรม ถ้าหลอดใดเกิดก๊าซแสดงว่าให้ผลทางบวก (positive) แสดงยืนยันว่ามีเชื้อโคลิฟอร์มในหลอดแก้วที่เกิดก๊าซในการตรวจสอบขั้นแรก
12. นำหลอดที่ให้ผลทางบวกไปทดสอบขั้นสมบูรณ์ต่อไป

การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์

13. นำเชื้อจากหลอดที่เกิดฟองอากาศในขั้นยืนยันมา streak ลงบนอาหารแข็ง EMB (Eosin Methylene Blue Plate) แล้วนำไปเข้าตู้เพาะเชื้อที่ 35± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24 ± 2 ชั่วโมง ซึ่งเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มเท่านั้น ที่เจริญเติบโตได้เห็นเป็นโคโลนี ซึ่งโคโลนีจะมีลักษณะมีสีเข้มตรงกลาง และมีสีโลหะตัด (metallic sheen) จากนั้นให้ใช้ไม้จิ้มฟันที่ sterile แล้วจิ้มเอาโคโลนีที่แยกเดี่ยวๆ เห็นชัดในแต่ละ plate ประมาณ 2-3 โคโลนี ใส่ลงในหลอดที่มีอาหาร

14. Lactose Broth แล้วนำไปเข้าตู้เพาะเชื้อที่ 35± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง ถ้าเป็นเชื้อโคลิฟอร์มจะให้ก๊าซเกิดขึ้นในหลอดดักอากาศเดอร์แรม

15. Nutrient Agar Slant แล้นำไปเข้าตู้เพาะเชื้อที่ 35± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง จึงนำเชื้อไปทำ gram-stained ซึ่งจะเป็น gram negative แล้วส่องดูลักษณะของแบคทีเรียด้วยกล้องจุลทรรศน์

ที่มา : นิรนาม.2555

ตารางที่ ฉ.1 Three tube most probable number (MPN) table/100 ml

Combination of Positive	MPN	Combination of Positive	MPN	Combination of Positive	MPN
0-0-0	<3	1-1-2	15	2-2-3	42
0-0-1	3	1-1-3	19	2-3-0	29
0-0-2	6	1-2-0	11	2-3-1	36
0-0-3	9	1-2-1	15	2-3-2	44
0-1-0	3	1-2-2	20	2-3-3	53
0-1-1	6.1	1-2-3	24	3-0-0	23
0-1-2	9.2	1-3-0	16	3-0-1	39
0-1-3	12	1-3-1	20	3-0-2	64
0-2-0	6.2	1-3-2	24	3-0-3	95
0-2-1	9.2	1-3-3	29	3-1-0	43
0-2-2	12	2-0-0	9	3-1-1	75
0-2-3	16	2-0-1	14	3-1-2	120
0-3-0	9.4	2-0-2	20	3-1-3	160
0-3-1	13	2-0-3	26	3-2-0	93
0-3-2	16	2-1-0	15	3-2-1	150
0-3-3	19	2-1-1	20	3-2-2	210
1-0-0	3.6	2-1-2	27	3-2-3	290
1-0-1	7.2	2-1-3	34	3-3-0	240
1-0-2	11	2-2-0	21	3-3-1	460
1-0-3	15	2-2-1	28	3-3-2	1,100
1-1-0	7.3	2-2-2	35	3-3-3	>2,400

ภาคผนวก ช
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ 352) พ.ศ. 2556
เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ 352) พ.ศ. 2556
เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 วรรคหนึ่ง และมาตรา 6 (3) (4) (5) (6) (7) (9) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการ เกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 33 มาตรา 41 มาตรา 43 และมาตรา 45 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัย อำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 267) พ.ศ. 2545 เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม ลงวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2545

ข้อ 2 ให้ผลิตภัณฑ์ของนมเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 ผลิตภัณฑ์ของนม หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำนมโค นอกเหนือจากนมโค นมปรุงแต่ง นมเปรี้ยว นมดัดแปลงสำหรับทารกและนมดัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็กเล็ก ไอศกรีม ครีม เนยใสหรือกี เนยแข็ง เนย น้ำมันเนยและผลิตภัณฑ์อื่น ซึ่งได้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุข กำหนดไว้แล้วโดยเฉพาะ

ข้อ 4 ผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลว ต้องผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้ออย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) พาสเจอไรซ์ หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส โดยใช้อุณหภูมิและเวลาอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

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

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

(2) สเตอริไลส์ หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่บรรจุในภาชนะ ที่ปิดสนิท ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาที่เหมาะสม ทั้งนี้ จะต้อง ผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย

(3) ยู เอช ที หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 133 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 1 วินาที แล้วบรรจุในภาชนะและในสภาวะที่ปราศจากเชื้อ ทั้งนี้ จะต้องผ่านกรรมวิธีทำให้ เป็นเนื้อเดียวกันด้วย

(4) กรรมวิธีอย่างอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่ากรรมวิธีตาม (1) (2) หรือ (3) โดยได้รับความเห็นชอบ จากคณะกรรมการอาหาร

ข้อ 5 ผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอไรซ์ ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาหลังบรรจุจนถึงผู้บริโภค และระยะเวลาการบริโภคต้องไม่เกิน 10 วัน นับจากวันที่บรรจุในภาชนะบรรจุพร้อมจำหน่าย กรณีที่จะแสดงระยะเวลาการบริโภคเกินกว่าที่กำหนดตามวรรคหนึ่ง ต้องมีมาตรการในการควบคุม คุณภาพหรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์

ตลอดระยะเวลาตั้งแต่หลังการบรรจุถึงการจำหน่ายถึงผู้บริโภคเป็นไป ตามหลักเกณฑ์ที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการอาหาร

ข้อ 6 ผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อตามข้อ 4 (2) หรือ (3) ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิปกติในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วัน นับแต่วันที่บรรจุในภาชนะก่อนออกจำหน่าย เพื่อตรวจสอบว่ายังคงมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่กำหนดและไม่เปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะเดิมที่ทำขึ้น

ข้อ 7 ผลิตภัณฑ์ของนม ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่น รส ตามลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ของนมนั้น

(2) มีเนื้อนมทั้งหมดไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 ของน้ำหนัก สำหรับผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลว หรือไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของน้ำหนัก สำหรับผลิตภัณฑ์ของนมชนิดแห้ง

(3) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องมาตรฐาน อาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(4) ไม่มีสารที่อาจเป็นพิษ สารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ และสารปนเปื้อนในปริมาณที่อาจเป็น อันตรายต่อสุขภาพ เช่น สารตกค้างจากยาฆ่าแมลง สารปฏิชีวนะ แอฟลาทอกซิน เป็นต้น

(5) ตรวจพบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอไรซ์ 1 มิลลิลิตร ได้ไม่เกิน 10,000 ณ แหล่งผลิต และไม่เกิน 50,000 ตลอดระยะเวลาเมื่อออกจากแหล่งผลิตจนถึงวันหมดอายุการบริโภคที่ระบุบนฉลาก

(6) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มได้ไม่เกิน 100 ในผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอไรซ์ 1 มิลลิลิตร ณ แหล่งผลิต

(7) ตรวจไม่พบแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์และผลิตภัณฑ์ ของนมชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธี ยู เอช ที 0.1 มิลลิลิตร

(8) ตรวจพบแบคทีเรียได้ไม่เกิน 100,000 ในผลิตภัณฑ์ของนมชนิดแห้ง 1 กรัม

ข้อ 8 การใช้ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ของนม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 9 การผลิตผลิตภัณฑ์ของนมถ้าจำเป็นต้องใช้วัตถุเจือปนอาหาร ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร

ข้อ 10 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าผลิตภัณฑ์ของนมเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติแล้วแต่กรณี ดังนี้

(1) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับผลิตภัณฑ์ของนมที่มิใช่ผลิตภัณฑ์ของนมพาสเจอไรซ์ หรือ

(2) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลว ที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอไรซ์ สำหรับผลิตภัณฑ์ของนมพาสเจอไรซ์ หรือ

(3) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือ เครื่องใช้ ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด สำหรับผลิตภัณฑ์ของนมในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

ข้อ 11 การแสดงฉลากของผลิตภัณฑ์ของนม ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ 12 ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้าผลิตภัณฑ์ของนมที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร หรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 267) พ.ศ. 2545 เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม ลงวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้ โดยถือว่าได้จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

ข้อ 13 ประกาศนี้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศ ในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

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

ภาคผนวก ซ
ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ 351) พ.ศ. 2556
เรื่อง นมปรุงแต่ง

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
(ฉบับที่ 351) พ.ศ. 2556
เรื่อง นมปรุงแต่ง

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง นมปรุงแต่ง

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 วรรคหนึ่ง และมาตรา 6 (3) (4) (5) (6) (7) (9) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 33 มาตรา 41 มาตรา 43 และมาตรา 45 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข ออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 266) พ.ศ. 2545 เรื่อง นมปรุงแต่ง ลงวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2545

ข้อ 2 ให้นมปรุงแต่งเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 นมปรุงแต่ง หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำน้ำนมโคหรือนมโคชนิดนมผงมาผ่านกรรมวิธีการผลิตต่าง ๆ แล้วปรุงแต่งด้วยกลิ่นหรือรส และอาจเติมวัตถุอื่นที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอีกด้วยก็ได้

ข้อ 4 การเติมสารอาหารอื่นเพื่อเพิ่มชนิดและปริมาณสารอาหารในนมปรุงแต่งตามข้อ 3 ให้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์วิธีการและเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องการเติมสารอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร

ข้อ 5 นมปรุงแต่งชนิดเหลว ต้องผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้ออย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) พาสเจอไรซ์ หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส โดยใช้อุณหภูมิและเวลาอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1.1) อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาทีแล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า หรือ

(1.2) อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 15 วินาทีแล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

(2) สเตอริไลส์ หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อนมปรุงแต่งชนิดเหลวที่บรรจุในภาชนะที่ปิดสนิทด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาที่เหมาะสม ทั้งนี้ จะต้องผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย

(3) ยู เอช ที หมายความว่า กรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 133 องศาเซลเซียสไม่น้อยกว่า 1 วินาที แล้วบรรจุในภาชนะและในสภาวะที่ปราศจากเชื้อ ทั้งนี้ จะต้องผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย

(4) กรรมวิธีอย่างอื่นที่มีมาตรฐานเทียบเท่ากรรมวิธีตาม (1) (2) หรือ (3) ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการอาหาร

ข้อ 6 นมปรุงแต่งชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอไรซ์ ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาหลังบรรจุจนถึงผู้บริโภค และระยะเวลาการบริโภคต้องไม่เกิน 10 วัน นับจากวันที่บรรจุในภาชนะบรรจุพร้อมจำหน่ายกรณีที่จะแสดงระยะเวลาการบริโภคเกินกว่าที่กำหนดตามวรรคหนึ่ง ต้องมีมาตรการในการควบคุมคุณภาพหรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาตั้งแต่การผลิต การบรรจุ การจำหน่ายจนถึงผู้บริโภคเป็นไปตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเห็นชอบ

ข้อ 7 นมปรุงแต่งชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อตามข้อ 5 (2) หรือ (3) ต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิปกติ ในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 วัน นับแต่วันที่บรรจุในภาชนะก่อนออกจำหน่าย เพื่อตรวจสอบว่ายังคงมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามที่กำหนด และไม่เปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะเดิมที่ทำขึ้น

ข้อ 8 นมปรุงแต่งชนิดเหลว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) ต้องปราศจากเชื้อโรคอันอาจจะติดต่อคนได้ เช่น เชื้อที่ทำให้เกิดวัณโรค เชื้อที่ทำให้เกิดโรคแท้งติดต่อ เป็นต้น

(2) ไม่มีน้ำนมน้ำเหลืองเจือปน

(3) มีกลิ่นรสตามลักษณะเฉพาะของนมปรุงแต่งนั้น

(4) มีลักษณะเหลวเป็นเนื้อเดียวกัน

(5) ไม่มีสารที่อาจเป็นพิษ สารเป็นพิษจากจุลินทรีย์และสารปนเปื้อนในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น สารตกค้างจากยาฆ่าแมลง สารปฏิชีวนะ แอฟลาทอกซิน เป็นต้น

(6) ไม่มีวัตถุกันเสีย

(7) ไม่มีวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล

(8) มีโปรตีนนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.6 ของน้ำหนัก

(9) มีเนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมันและมันเนยหรือไขมัน ดังนี้

(9.1) เนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.7 ของน้ำหนัก และมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 3 ของน้ำหนัก สำหรับนมปรุงแต่งชนิดเหลวเต็มมันเนยหรือเต็มไขมัน

(9.2) เนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.7 ของน้ำหนัก และมันเนยหรือไขมันมากกว่าร้อยละ 0.1 ของน้ำหนัก แต่ไม่ถึงร้อยละ 3 ของน้ำหนัก สำหรับนมปรุงแต่งชนิดเหลวพร่องมันเนยหรือพร่องไขมัน

(9.3) เนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 ของน้ำหนัก และมันเนยหรือไขมันไม่เกินร้อยละ 0.1 ของน้ำหนัก สำหรับนมปรุงแต่งชนิดเหลวขาดมันเนยหรือขาดไขมัน

(10) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(11) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ในนมปรุงแต่ง 0.1 มิลลิลิตร

(12) ตรวจพบแบคทีเรียในนมปรุงแต่งที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอไรซ์ 1 มิลลิลิตร ได้ไม่เกิน 10,000 ณ แหล่งผลิต และไม่เกิน 50,000 ตลอดระยะเวลาเมื่อออกจากแหล่งผลิตจนถึงวันหมดอายุการบริโภคที่ระบุบนฉลาก

(13) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มได้ไม่เกิน 100 ในนมปรุงแต่งที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอไรซ์ 1 มิลลิลิตร ณ แหล่งผลิต

(14) ตรวจไม่พบแบคทีเรียในนมปรุงแต่งที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์และนมปรุงแต่งที่ผ่านกรรมวิธี ยู เอช ที 0.1 มิลลิลิตร

ข้อ 9 นมปรุงแต่งชนิดแห้ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีกลิ่น รส ตามลักษณะเฉพาะของนมปรุงแต่งนั้น

(2) มีลักษณะเฉพาะของนมปรุงแต่งนั้น

(3) มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 ของน้ำหนัก

(4) มีเนื้อนม โปรตีนนม และมันเนยหรือไขมัน ดังนี้

(4.1) เนื้อนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของน้ำหนัก โปรตีนนมในเนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 34 ของน้ำหนัก และมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 16.5 ของน้ำหนักสำหรับนมปรุงแต่งอัดเม็ดเต็มมันเนยหรือเต็มไขมัน

(4.2) เนื้อนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของน้ำหนัก โปรตีนนมในเนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 34 ของน้ำหนัก และมันเนยหรือไขมันมากกว่าร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักแต่ไม่ถึงร้อยละ 16.5 ของน้ำหนัก สำหรับนมปรุงแต่งอัดเม็ดพร่องมันเนยหรือพร่องไขมัน

(4.3) เนื้อนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของน้ำหนัก โปรตีนนมในเนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 34 ของน้ำหนัก และมันเนยหรือไขมันไม่เกินร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักสำหรับนมปรุงแต่งอัดเม็ดขาดมันเนยหรือขาดไขมัน

(4.4) เนื้อนมไม่รวมมันเนยหรือไขมัน โปรตีนนม และมันเนยหรือไขมันเป็นไปตามนมปรุงแต่งชนิดเหลว แล้วแต่กรณี สำหรับนมปรุงแต่งชนิดแห้งเมื่ออยู่ในสภาพพร้อมบริโภคตามวิธีละลายเพื่อบริโภคที่ระบุไว้บนฉลาก

(5) ไม่มีสารที่อาจเป็นพิษ สารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ และสารปนเปื้อน ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น สารตกค้างจากยาฆ่าแมลง สารปฏิชีวนะ แอฟลาทอกซิน เป็นต้น

(6) ไม่มีวัตถุกันเสีย

(7) ไม่มีวัตถุที่ให้ความหวานแทนน้ำตาล

(8) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(9) ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (Escherichia coli) ในนมปรุงแต่ง 0.1 กรัม

(10) ตรวจพบแบคทีเรียได้ไม่เกิน 100,000 ในนมปรุงแต่ง 1 กรัม

ข้อ 10 การผลิตนมปรุงแต่งถ้าจำเป็นต้องใช้วัตถุเจือปนอาหารนอกจากวัตถุกันเสีย ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร

ข้อ 11 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้านมปรุงแต่งเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติ แล้วแต่กรณี ดังนี้

(1) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือ เครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร สำหรับนมปรุงแต่งที่มิใช่นมปรุงแต่งพาสเจอไรซ์ และที่มิใช่นมปรุงแต่งในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

(2) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือ เครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอไรซ์สำหรับนมปรุงแต่งพาสเจอไรซ์

(3) ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือ เครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด สำหรับนมปรุงแต่งในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ และชนิดที่ปรับกรด

ข้อ 12 การใช้ภาชนะบรรจุนมปรุงแต่ง ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 13 การแสดงฉลากของนมปรุงแต่ง ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง ฉลาก เว้นแต่การใช้ชื่ออาหารของนมปรุงแต่งตามข้อ 3 ให้ใช้ชื่ออย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) “นมปรุงแต่ง.....” หรือ “นมปรุงแต่งพร่องมันเนย.....” หรือ “นมปรุงแต่งพร่องไขมัน.....” หรือ “นมปรุงแต่ง.....พร่องมันเนย” หรือ “นมปรุงแต่ง.....พร่องไขมัน” หรือ “นมปรุงแต่งขาดมันเนย .....” หรือ “นมปรุงแต่งขาดไขมัน.....” หรือ “นมปรุงแต่ง .....ขาดมันเนย” หรือ“นมปรุงแต่ง.....ขาดไขมัน” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุกลิ่นหรือรสที่ปรุงแต่ง และสำหรับนมปรุงแต่งชนิดเหลวให้ระบุกรรมวิธีฆ่าเชื้อตามข้อ 5 แล้วแต่กรณี) สำหรับนมปรุงแต่งชนิดเหลวที่ทำจากน้ำนมโคและนมปรุงแต่งชนิดแห้ง ทั้งนี้ นมปรุงแต่งชนิดแห้ง อาจระบุลักษณะของผลิตภัณฑ์เป็นส่วนของชื่ออาหารด้วยก็ได้เช่น นมผงปรุงแต่ง นมปรุงแต่งอัดเม็ด เป็นต้น

(2) “นมคืนรูปปรุงแต่ง....” หรือ “นมคืนรูปปรุงแต่งพร่องมันเนย.....” หรือ “นมคืนรูปปรุงแต่งพร่องไขมัน.....” หรือ “นมคืนรูปปรุงแต่ง.....พร่องมันเนย” หรือ “นมคืนรูปปรุงแต่ง.....พร่องไขมัน”หรือ “นมคืนรูปปรุงแต่งขาดมันเนย .....” หรือ “นมคืนรูปปรุงแต่งขาดไขมัน.....” หรือ “นมคืนรูปปรุงแต่ง..... ขาดมันเนย” หรือ “นมคืนรูปปรุงแต่ง.....ขาดไขมัน” (ความที่เว้นไว้ให้ระบุกลิ่นหรือรสที่ปรุงแต่งและกรรมวิธีฆ่าเชื้อตามข้อ 5 แล้วแต่กรณี) สำหรับนมปรุงแต่งชนิดเหลวที่ทำจากนมผงหรือมีนมผงเป็นส่วนผสม

(3) ชื่อทางการค้า การใช้ชื่อนี้ต้องมีข้อความตาม (1) หรือ (2) กำกับชื่ออาหารด้วย โดยจะอยู่ในบรรทัดเดียวกับชื่อทางการค้าก็ได้ และจะมีขนาดตัวอักษรต่างกับชื่อทางการค้าก็ได้ แต่ต้องสามารถอ่านได้ชัดเจน

ข้อ 14 ให้ผู้ผลิตหรือนำเข้านมปรุงแต่งที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 266) พ.ศ. 2545 เรื่อง นมปรุงแต่งลงวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับใช้เลขสารบบอาหารดังกล่าวต่อไปได้โดยถือว่าได้จดทะเบียนอาหารตามประกาศฉบับนี้แล้ว

ข้อ 15 ประกาศนี้มีผลบังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

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

ภาคผนวก ฌ

ปริมาณสารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย สำนักโภชนาการ

ตารางที่ 1 ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวัน Dietary Reference Intake (DRI): ปริมาณวิตามินที่แนะนำสำหรับแต่ละบุคคล

กลุ่มตามอายุและเพศ	วิตามินเอ ไมโครกรัม./วัน[ก]	วิตามินซี มิลลิกรัม./วัน	วิตามินดี ไมโครกรัม./วัน[ข]	วิตามินอี มิลลิกรัม./วัน[ค]	วิตามินเค ไมโครกรัม./วัน
ทารก					
0-5 เดือน	**น้ำนมแม่**				
6-11 เดือน	400*	35*	5*	5*	2.5*
เด็ก					
1-3 ปี	**400**	**40**	5*	**6**	30*
4-5 ปี	**450**	**40**	5*	**7**	55*
6-8 ปี	**500**	**40**	5*	**7**	55*
วัยรุ่น					
ผู้ชาย					
9-12 ปี	**600**	**45**	5*	**11**	60*
13-15 ปี	**600**	**75**	5*	**15**	75*
16-18 ปี	**700**	**90**	5*	**15**	75*
ผู้หญิง					
9-12 ปี	**600**	**45**	5*	**11**	60*
13-15 ปี	**600**	**65**	5*	**15**	75*
16-18 ปี	**600**	**75**	5*	**15**	75*
ผู้ใหญ่					
ผู้ชาย					
19-30 ปี	**700**	**90**	5*	**15**	120*
31-50 ปี	**700**	**90**	5*	**15**	120*
51-70 ปี	**700**	**90**	10*	**15**	120*
≥ 70 ปี	**700**	**90**	10*	**15**	120*
ผู้หญิง					
19-30 ปี	**600**	**75**	5*	**15**	90*
31-50 ปี	**600**	**75**	5*	**15**	90*
51-70 ปี	**600**	**75**	10*	**15**	90*
≥ 70 ปี	**600**	**75**	10*	**15**	90*
หญิงตั้งครรภ์					
ไตรมาสที่ 1	**+200**	**+10**	+0	**+0**	+0
ไตรมาสที่ 2	**+200**	**+10**	+0	**+0**	+0
ไตรมาสที่ 3	**+200**	**+10**	+0	**+0**	+0
หญิงให้นมบุตร					
0-5 เดือน	**+375**	**+35**	+0	**+4**	+0
6-11 เดือน	**+375**	**+35**	+0	**+4**	+0

กลุ่มตามอายุและเพศ	ไธอะมิน มิลลิกรัม./วัน	ไรโบฟลาวิน มิลลิกรัม./วัน	ไนอะซิน มิลลิกรัม./วัน[ง]	วิตามินบี6 มิลลิกรัม./วัน	โฟเลท ไมโครกรัม./วัน[จ]
ทารก					
0-5 เดือน ±	**น้ำนมแม่**				
6-11 เดือน	0.3*	0.4*	4*	0.3*	80*
เด็ก					
1-3 ปี ±	0.5	0.5	6	0.5	150
4-5 ปี	0.6	0.6	8	0.6	200
6-8 ปี	0.6	0.6	8	0.6	200
วัยรุ่น					
ผู้ชาย					
9-12 ปี	0.9	0.9	12	1.0	300
13-15 ปี	1.2	1.3	16	1.3	400
16-18 ปี	1.2	1.3	16	1.3	400
ผู้หญิง					
9-12 ปี	0.9	0.9	12	1.0	300
13-15 ปี	1.0	1.0	14	1.2	400
16-18 ปี	1.0	1.0	14	1.2	400
ผู้ใหญ่					
ผู้ชาย					
19-30 ปี	1.2	1.3	16	1.3	400
31-50 ปี	1.2	1.3	16	1.3	400
51-70 ปี	1.2	1.3	16	1.7	400
≥ 70 ปี	1.2	1.3	16	1.7	400
ผู้หญิง					
19-30 ปี	1.1	1.1	14	1.3	400
31-50 ปี	1.1	1.1	14	1.3	400
51-70 ปี	1.1	1.1	14	1.5	400
≥ 70 ปี	1.1	1.1	14	1.5	400
หญิงตั้งครรภ์					
ไตรมาสที่ 1	+0.3	+0.3	+4	+0.6	+200
ไตรมาสที่ 2	+0.3	+0.3	+4	+0.6	+200
ไตรมาสที่ 3	+0.3	+0.3	+4	+0.6	+200
หญิงให้นมบุตร					
0-5 เดือน	+0.3	+0.5	+3	+0.7	+100
6-11 เดือน	+0.3	+0.5	+3	+0.7	+100

กลุ่มตามอายุและเพศ	**วิตามินบี12** ไมโครกรัม./วัน	**กรดแพนโทเธนิก** มิลลิกรัม./วัน	**ไบโอติน** ไมโครกรัม./วัน	**โคลีน** มิลลิกรัม./วัน
ทารก				
0-5 เดือน ±	**น้ำนมแม่**			
6-11 เดือน	0.5*	1.8*	6*	150*
เด็ก				
1-3 ปี ±	**0.9**	2*	8*	200*
4-5 ปี	**1.2**	3*	12*	250*
6-8 ปี	**1.2**	3*	12*	250*
วัยรุ่น				
ผู้ชาย				
9-12 ปี	**1.8**	4*	20*	375*
13-15 ปี	**2.4**	5*	25*	550*
16-18 ปี	**2.4**	5*	25*	550*
ผู้หญิง				
9-12 ปี	**1.8**	4*	20*	375*
13-15 ปี	**2.4**	5*	25*	400*
16-18 ปี	**2.4**	5*	25*	400*
ผู้ใหญ่				
ผู้ชาย				
19-30 ปี	**2.4**	5*	30*	550*
31-50 ปี	**2.4**	5*	30*	550*
51-70 ปี	**2.4**	5*	30*	550*
≥ 70 ปี	**2.4**	5*	30*	550*
ผู้หญิง				
19-30 ปี	**2.4**	5*	30*	425*
31-50 ปี	**2.4**	5*	30*	425*
51-70 ปี	**2.4**	5*	30*	425*
≥ 70 ปี	**2.4**	5*	30*	425*
หญิงตั้งครรภ์				
ไตรมาสที่ 1	**+0.2**	+1*	+0	+25*
ไตรมาสที่ 2	**+0.2**	+1*	+0	+25*
ไตรมาสที่ 3	**+0.2**	+1*	+0	+25*
หญิงให้นมบุตร				
0-5 เดือน	**+0.4**	+2*	+5*	+125*
6-11 เดือน	**+0.4**	+2*	+5*	+125*

หมายเหตุ: ค่าที่นำเสนอในตารางนี้สำหรับปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับประจำวัน (Recommended Dietary Allowance หรือ RDA) แสดงด้วยตัวเลขทึบ ปริมาณสารอาหาร

ที่พอเพียงในแต่ละวัน(Adequate Intake หรือ AI) แสดงด้วยตัวเลขธรรมดาและมีเครื่องหมาย * กำกับอยู่ข้างบน ค่า RDA และ AI เป็นปริมาณที่แนะนำสำหรับแต่ละบุคคลทั้ง 2 ค่า ความแตกต่างอยู่ที่การได้มา

RDA จะเป็นปริมาณที่ครอบคลุมความต้องการของบุคคลในกลุ่ม (ร้อยละ 97-98) สำหรับทารกซึ่งดื่มน้ำนมแม่และมีสุขภาพดีใช้ค่า AI ซึ่งหมายถึงค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอาหารที่ได้รับจากน้ำนมแม่ สำหรับค่า AI ตามเพศและวัยอื่นๆ เชื่อว่าเป็นค่าที่เพียงพอ สำหรับความต้องการของบุคคลในกลุ่มแต่ยังขาดข้อมูล หรือความ ไม่แน่นอนของข้อมูลที่จะนำไปกำหนดปริมาณที่บริโภคตามเปอร์เซ็นต์ความเชื่อมั่น

[ก] เป็นค่า retinol activity equivalent (RAE), 1 RAE = 1 µg retinol, 12 µg β –carotene, 24 µg α -carotene, หรือ 24 µg β -cryptoxanthin

[ข] cholecalciferol, 1 µg cholecalciferol = 40 IU (หน่วยสากล) vitamin D

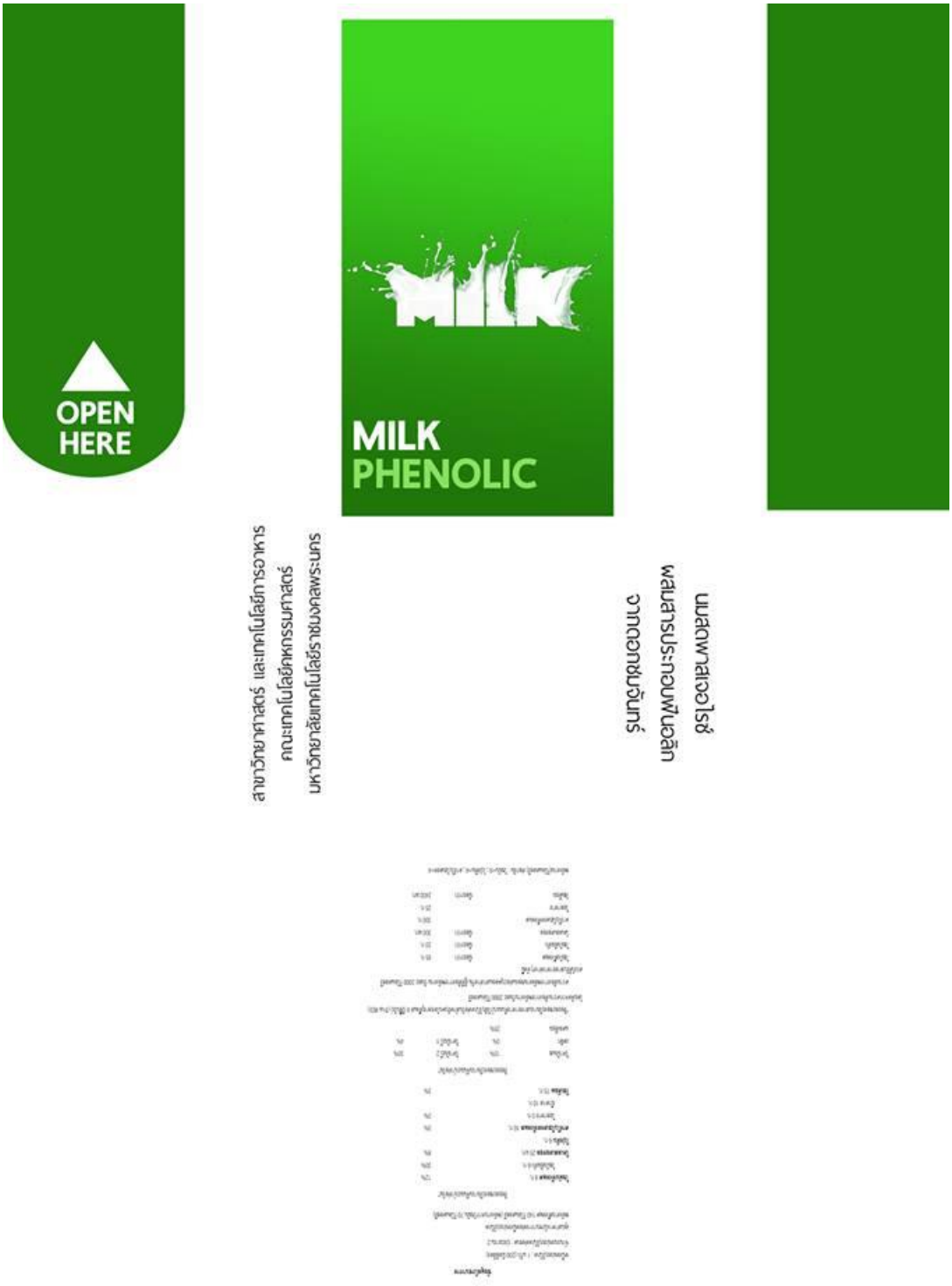
[ค] a -tocopherol รวมทั้ง *RRR*-a -tocopherol และ a - tocopherol ที่พบตามธรรมชาติในอาหาร และ 2 *R*-stereoisomeric forms ของ a -tocopherol (*RRR*-,*RSR*-,*RRS*-, และ *RSS*-α -tocopherol ที่พบในอาหารเพิ่มคุณค่า (fortified food) และอาหารเสริม (supplement food)

[ง] niacin equivalent (NE), 1 mg niacin = 60 mg tryptophan; 0-6 เดือน = preformed niacin (ไม่ใช่ NE)

[จ] dietary folate equivalent (DFE), 1 DFE = 1 ไมโครกรัม.โฟเลตจากอาหาร = 0.6 ไมโครกรัม.กรดโฟลิกจากอาหารเพิ่มคุณค่า (fortified food)

ภาคผนวก ญ
บรรจุภัณฑ์

1. บรรจุภัณฑ์


OPEN
HERE
MILK
MILK
PHENOLIC
นมสดพาสเจอไรซ์
ผสมสารประกอบฟีนอลิก
จากดอกชมจันทร์
สาขาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2. ฉลากผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ฏ
แผ่นพับการใช้สารฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์

สรุปผลการทดลอง

ผลิตภัณฑ์นมพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ได้มีการเตรียมการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์อบแห้งด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และระเหยเอทานอลด้วยเครื่อง evaporator จะได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด 69.39 ± 1.44 ไมโครกรัมต่อลิตร อัตราส่วนในการใช้สารประกอบฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอไรซ์ คือ 1:200 คิดเป็นนมร้อยละ 99.32 สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ร้อยละ 0.68 ทำการพาสเจอไรซ์ด้วยวิธี HTST อุณหภูมิ 72-75 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที จากนั้นทำการบรรจุลงในขวดพลาสติกชนิด HDPE ปริมาตร 200 มิลลิลิตร/ขวด คุณลักษณะทางกายภาพ พบว่าผลิตภัณฑ์นมมีสีขาว – เขียวอมเหลือง เกิดตะกอน สีเขียวที่ก้นขวด มีกลิ่นคล้ายกลิ่นดอกชมจันทร์ รสชาติชม มีคุณสมบัติทางเคมี พบว่า สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในนมพาสเจอไรซ์เท่ากับ 47.14±5.33 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร การตรวจจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ไม่พบจุลินทรีย์ และไม่พบแบคทีเรียชนิด Coliform และ *E.Coli* ในผลิตภัณฑ์นมพาสเจอไรซ์ผสมสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารทุกท่าน ที่ช่วยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้โครงงานพิเศษฉบับนี้ มีความสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ "โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่" ประจำปีงบประมาณพุทธศักราช 2559 สถาบันวิจัยและพัฒนา "มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร" ที่ให้การสนับสนุนด้าน ทุนวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่เอื้ออำนวยห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ในการศึกษาทำโครงงานพิเศษจนสำ[illegible]

https://sites.google.com/site/spwkrutik/_/rsrc/1329669581442/download-program/phaph-chud-thi-11-khikhu/rbd-11.png

ติดต่อสอบถามหรือข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
168 ถ.เจรือยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต
กทม. 10300
โทร.02-281-9231 ต่อ 4

การใช้สารฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพาสเจอไรซ์

จัดทำโดย
นางสาวสุชาดา ชัยช่อฟ้า
[illegible] จริญกิจสัมพันธ์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทนำ

ในปัจจุบันผู้บริโภคหันมาสนใจเกี่ยวกับการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้นอันเนื่องมาจากปัญหาด้านสุขภาพที่เพิ่มสูงขึ้น การบริโภคผัก ผลไม้ สามารถช่วยป้องกันโรคเรื้อรังโอกาสเช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ และหลอดเลือดสมอง เป็นต้น ทำให้มีความต้องการเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหารหันมาบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคดังกล่าว สารต้านอนุมูลอิสระมักจะมีสารประกอบหลัก คือ สารฟีนอลิก ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก และแอนโธไซยานิน ซึ่งพบทั่วไปในใบลำต้น และเปลือกของพืช

ดอกชมจันทร์ หรือ ดอกบานศึก (moonflower) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea alba* Linn. เป็นพืชในวงศ์ Convolvulaceae พบว่าเป็นผักมีสรรพคุณเป็นยาระบายอ่อนๆ ช่วยให้ผ่อนคลายทำให้สดชื่น และมีฤทธิ์เป็นยานอนหลับอย่างอ่อนทำให้หลับสบาย และมีคุณค่าทางโภชนาการคือมีไขมันต่ำ มีธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส และยังประกอบด้วยวิตามินต่างๆ ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี เป็นต้น ช่วยบำรุงประสาท รายงานว่าดอกชมจันทร์มีปริมาณสารฟีนอลิกซึ่งเป็นสารกลุ่มหนึ่งที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และนมมีสารอาหารที่มีประโยชน์มากมาย อาทิ ไขมันควรไขโอเลตรดโปรตีน มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายในปริมาณที่พอเหมาะแคลเซียมและฟอสฟอรัสในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ซึ่งทั้งแคลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นเกลือแร่ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของกระดูกมีวิตามินเอสูง ซึ่งช่วยให้เนื้อเยื่อมีการเจริญเติบโต ช่วยในการมองเห็นและช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันให้ร่างกายวิตามินบี 2 ทำหน้าที่กระตุ้นให้ร่างกายทำงานได้เป็นปกติป้องกันโรคปากนกกระจอก

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาวิธีสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์
2. เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพร้อมดื่มพาสเจอไรซ์ผสมสารฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์
3. เพื่อศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตนมพร้อมดื่มพาสเจอไรซ์ผสมสารฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์

ขั้นตอนการทำ

เตรียมดอกชมจันทร์นำดอกชมจันทร์มาล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นนำไปเข้าตู้อบลมอุณหภูมิ 50 °ซ เป็นเวลา 48 ชม. นำมาป่นด้วยเครื่องป่นให้ละเอียด

↓

ทำการสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 โดยใช้อัตราส่วน 1:10 โดยปริมาตรทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชม. ในที่ที่มีแสงจากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง ระเหยเอทานอลโดยใช้เครื่องกลั่นสุญญากาศที่อุณหภูมิ 50 °ซ นาน 1 ชั่วโมง 30 นาที

↓

จากนั้นทำการผลิตนมสดพาสเจอไรซ์ผสมสารสกัดจากดอกชมจันทร์โดยการนำนมสดปริมาตร 200 มิลลิลิตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 72 °ซ เป็นเวลา 15 วินาที หรือให้อุณหภูมิลดลง60 °ซ ผสมสารสกัดจากดอกชมจันทร์ 1 กรัม นำไปเข้าเครื่อง Homogenizer จากนั้นทำการบรรจุในขวด HDPE

สาระน่ารู้

สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) จัดเป็นสารต้านอนุมูลที่ได้รับจากภายนอก และพบได้มากในธรรมชาติอันได้แก่ พืชผัก ผลไม้ ชาเขียว ชาดำ เป็นต้น ปริมาณโดยเฉลี่ยที่คนได้รับต่อวันจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 มิลลิกรัม ถึง 1 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่สูง สารโพลีฟีนอลิกเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญเนื่องจากมีฤทธิ์ด้านแบคทีเรีย ด้านไวรัส ด้านการอักเสบ ด้านการแพ้ และมีคุณสมบัติในการลายลิ่มเลือด รวมไปถึงการเป็นสารด้านการก่อมะเร็ง และสามารถลดความดันโลหิต (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ม.ป.ป.)

ชมจันทร์ หรือ ดอกบานศึก (moonflower) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea alba* Linn. เป็นพืชในวงศ์ Convolvulaceae มีสรรพคุณแก้ร้อนใน บำรุงเลือด ป้องกันโรคโลหิตจาง ป้องกันโรคดีซ่าน ขับปัสสาวะ บรรเทาวิตกังวาร ขณะที่เกสรดอกชมจันทร์มีสรรพคุณช่วยบำรุงประสาท ช่วยให้ผ่อนคลายทำให้สดชื่น และมีฤทธิ์เป็นยานอนหลับอย่างอ่อนทำให้หลับสบาย (สายันต์, 2554)

นมมีสารอาหารที่มีประโยชน์มากมาย อาทิ ไขมันควรไขโอเลตรด โปรตีน มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายในปริมาณที่พอเหมาะ แคลเซียมและฟอสฟอรัสในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ซึ่งทั้งแคลเซียมและฟอสฟอรัสเป็นเกลือแร่ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของกระดูกและวิตามินเอสูง ซึ่งช่วยให้เนื้อเยื่อมีการเจริญเติบโต ช่วยในการมองเห็น และช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย

ประวัติผู้ศึกษา

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาวสุชาดา ชัยช่อฟ้า
วัน เดือน ปีที่เกิด 4 กรกฎาคม 2533
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 488 ซ.เขมาเนรมิตร ถ.ประชาราษฎร์สาย 1 แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ จังหวัดกรุงเทพฯ

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
ประถมศึกษา	โรงเรียนวีระพิทยา	2545
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม	2548
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม	2551

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาวณัฐณิชา เจริญกิจสัมพันธ์
วัน เดือน ปีที่เกิด 24 มิถุนายน 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 86 หมู่ที่ 1 ตำบลคลองใหญ่ อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก รหัสไปรษณีย์ 26120

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนวัดเชี่ยวโอสถ	2548
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนครนายกวิทยาคม	2551
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนนครนายกวิทยาคม	2554