การผลิตโยเกิร์ตจากหางนม

The Production of Yogurt From Skim Milk

ปริญญานิพนธ์

ของ

กมลชนก	พูลเพิ่ม	54010315001
อริสา	เทพนอก	54010315017

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

การผลิตโยเกิร์ตจากหางนม

The Production of Yogurt From Skim Milk

ปริญญานิพนธ์

ของ

กมลชนก พูลเพิ่ม 54010315001

อริสา เทพนอก 54010315017

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ละมุล วิเศษ) ประธานกรรมการ

.....

(อาจารย์เพียรพรรณ สุภะโคตร) กรรมการ

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์) อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

มหาวิทยาลัยมหาสารคามได้อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกสร วงศ์เกษม)
หัวหน้าสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

Mahasarakham University

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่คอยให้คำชี้แนะให้คำปรึกษา และช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินการศึกษา ทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ละมุล วิเศษและ อาจารย์เพียรพรรณ สุภะโคตร อาจารย์ผู้ร่วมประเมินโครงการ ที่ช่วยให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์และทำให้โครงการนี้ เสร็จสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอบพระคุณคณาจารย์และบุคลากร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่านที่ได้ประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้และอบรมสั่งสอนด้านจริยธรรม ทำให้สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในอนาคตและประพฤติตนเป็นคนดีของสังคมได้

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการดำเนินการศึกษา ที่ช่วยให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการศึกษา ในครั้งนี้

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณบิดามารดาที่อุปการะเลี้ยงดู และมอบโอกาสทางการศึกษา ขอบคุณกำลังใจจากเพื่อนๆ ทุกคน และทุกๆ ท่านที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่ให้ได้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานครั้งนี้ให้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

กมลชนก พูลเพิ่ม
อริสา เทพนอก

Mahasarakham University

ชื่อเรื่อง การผลิตโยเกิร์ตจากหางนม
ผู้วิจัย นางสาวกมลชนก พูลเพิ่ม
นางสาวอริสา เทพนอก
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย วิริยะอาไพวงศ์
ปริญญา วศ.บ. **สาขาวิชา** วิศวกรรมชีวภาพ
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2558

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาการทดแทนน้ำนมด้วยหางนมเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต โดยศึกษาผลของการเติมหางนมทดแทนน้ำนมและเติมสารคงตัวที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีและคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ต ในการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสใช้ผู้ทดสอบจำนวน 25 คน เป็นผู้ให้คะแนนตั้งแต่ไม่ชอบมากที่สุด (1 คะแนน) ถึง ชอบมากที่สุด (5 คะแนน) เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่วางขายตามท้องตลาด ผลจากการทดลอง พบว่า หางนม : นม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต 250:150:015:200 กรัม มีค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) ค่าความเป็นกรด ความหวาน ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณไขมัน และคะแนนยอมรับโดยรวม มีค่าเท่ากับ 4.48 1.06 เปอร์เซ็นต์ 13.5 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ 16.16 เปอร์เซ็นต์ 1.74 กรัมต่อ100กรัม และ 3.64 ตามลำดับ ในขณะที่โยเกิร์ตวางขายตามท้องตลาดได้รับคะแนน 4.68 แสดงว่าผู้บริโภคมีความชอบโยเกิร์ตที่ทดแทนน้ำนมด้วยหางนม อยู่ในระดับปานกลางถึงมาก ดังนั้นงานนี้มีศักยภาพในการพัฒนาโยเกิร์ตจากหางนมด้วยสารเติมแต่งรสชาติ

Mahasarakham University

TITLE The production of yogurt from skim milk
AUTHOR Miss Kamonchanok Poonperm
Miss Arisa Thepnok
ADVISOR Asst. Prof. Songchai Wiriyaumpaiwong, Ph. D
DEGREE **B.Eng.** (Biological Engineering)
UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2015

ABSTRACT

This senior project is a study of replacement of skim milk to raw milk for processing yogurt product. The effects of addition of skim milk to replace raw milk and addition of stabilizer on chemical properties and sensory qualities of yogurt were investigated. In the sensory test, 25 panelists evaluated yogurt in this work with scores 1-5 (dislike to like extremely) compared with commercial yogurt. The results showed that a yogurt prepared from 250 : 150 : 0.15 : 200 grams recipe of skim milk : raw milk : gelatin : yogurt starter had 4.48, 1.06%, 13.5%brix, 16.16%, 1.74 g/100g and 3.64 for pH, acidity, sweetness, total solid, total fat, and overall acceptance score. A commercial yogurt had overall acceptance score of 4.68. In summary, a yogurt from skim milk replacement was evaluated in level of like moderately to like very much while a commercial yogurt was scored in like very much to like extremely. Therefore, this work has potential to develop yogurt from skim milk by adding food additive.

Mahasarakham University

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 สถานที่ดำเนินการศึกษา	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 องค์ประกอบของหางนม	4
2.2 องค์ประกอบของโยเกิร์ต	4
2.3 ชนิดของโยเกิร์ต	5
2.4 วัตถุดิบการผลิตโยเกิร์ต	6
2.5 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต (Production of yogurt)	7
2.6 จุลินทรีย์ในโยเกิร์ต (Microbiology of natural yogurt)	10
2.7 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในระหว่างการหมักโยเกิร์ต	11
2.8 ประโยชน์ของโยเกิร์ต	13
2.9 การเก็บรักษาคุณภาพของโยเกิร์ต (Keeping qualities)	13
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
3 วิธีดำเนินการศึกษา	17
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ในการทดลอง	17
3.2 การตรวจคุณภาพทางด้านเคมีของหางนมก่อนทำการทดลอง	18
3.3 วิธีเตรียมตัวอย่างจากหางนม	20
3.4 การตรวจคุณภาพทางด้านเคมีของโยเกิร์ตจากหางนม	21
3.5 การตรวจสอบทางจุลินทรีย์	24
3.6 การตรวจคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตจากหางนม	24
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	24

Mahasarakham University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 25
4.1 การหาสูตรการทำโยเกิร์ตจากหางนม 25
4.2 ผลของการเติมหางนมทดแทนน้ำนมทั้งหมด (กลุ่มที่ 1) 31
4.3 ผลของการเติมหางนม และนมเป็นส่วนผสม (กลุ่มที่ 2) 31
4.4 ผลของการเติมหางนม และเจลาตินเป็นส่วนผสม (กลุ่มที่ 3) 31
4.5 ผลของการเติมหางนม นม และเจลาตินเป็นส่วนผสม (กลุ่มที่ 4) 31
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) กับระยะเวลาในการบ่ม 32
4.7 ผลของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และความเป็นกรด (%Acidity) 33
4.8 ผลของความหวาน (%Brix) และปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total Solid) 34
4.9 ผลของค่าการแยกชั้นของน้ำเวย์ (%Syneresis) 36
4.10 ปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat) 37
4.11 การทดสอบคุณภาพโยเกิร์ตด้านประสาทสัมผัส 37
4.12 ผลการใช้เครื่องอัลตร้าโซนิค 39

5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 40
5.1 สรุปผลการศึกษา 40
5.2 ข้อเสนอแนะ 40

บรรณานุกรม 41

ภาคผนวก 44
ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลอง 45
ภาคผนวก ข ภาพขั้นตอนการปฏิบัติงาน 49

ประวัติย่อผู้วิจัย 58

Mahasarakham University

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบในระหว่างการหมักโยเกิร์ต 12
2 แสดงการตรวจคุณภาพทางเคมีของน้ำนม หางนม โยเกิร์ต 26
3 สรุปผลการตรวจคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตจากสูตรโยเกิร์ตทั้งหมด 18 สูตร ชิมโดยผู้ทำการทดลองเองเพื่อหาโยเกิร์ตที่ดีที่สุด 27
3 สรุปผลการตรวจคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตจากสูตรโยเกิร์ตทั้งหมด 18 สูตร ชิมโดยผู้ทำการทดลองเองเพื่อหาโยเกิร์ตที่ดีที่สุด (ต่อ) 28
4 แสดงผลการตรวจคุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ ของ T6, T12, T15, T18 30
5 แสดงคะแนนการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสด้านลักษณะความเนียน (การชิมและการสัมผัสด้วยมือ) กลิ่น รสชาติ (รสหวานและรสเปรี้ยว) และการยอมรับโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต 38
6 วิเคราะห์ anova ของความเป็นกรด (%Acidity) 46
7 วิเคราะห์ anova ของความหวาน (%Brix) ของการทดลอง 3 ซ้ำ 46
8 วิเคราะห์ anova ของปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total Solid) ของการทดลอง 3 ซ้ำ 47
9 วิเคราะห์ anova ของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของการทดลอง 3 ซ้ำ 47
10 วิเคราะห์ anova ของการแยกชั้นของน้ำเวย์ (%Syneresis) ของการทดลอง 3 ซ้ำ 48
11 แสดงผลการวิเคราะห์ การทดลอง 3 ซ้ำ 48

Mahasarakham University

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) กับระยะเวลาในการบ่ม 32
2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในการบ่มชั่วโมงสุดท้าย 3 ซ้ำของทั้ง 4 สูตร
คือ T6, T12, T15 และ T18 เมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตตามท้องตลาด 33
3 ค่าความเป็นกรด (%Acidity) ของทั้ง 4 สูตร หลังจากบ่มในตู้เย็น 24 ชั่วโมง
เมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตตามท้องตลาด 33
4 ผลความหวาน (% Brix) ของทั้ง 4 สูตรคือ T6, T12, T15 และ T18
เมื่อเทียบกับตัวโยเกิร์ตตามท้องตลาด 34
5 ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total Solid) ที่แตกต่างกันของทั้ง 4 สูตร
คือ T6, T12, T15 และ T18 เมื่อเทียบกับโยเกิร์ตตามท้องตลาด 35
6 ผลการแยกชั้นของน้ำเวย์ (%Syneresis) ของทั้ง 4 สูตร
คือ T6, T12, T15 และ T18 36
7 ปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat) ของทั้ง 4 สูตร คือ T6, T12, T15และ T18 37
8 การชั่งเจลาติน 0.15 กรัม 50
9 เตรียมขวด Erlenmeyer flask เพื่อใช้ใส่นมต้ม 50
10 การเตรียมหางนมปริมาณ 400 กรัม 50
11 เตรียมหม้อต้มหางนม น้ำในหม้อ 2500 มิลลิลิตร (ml) 50
12 การต้มหางนมโดยการควบคุมอุณหภูมิ 51
13 การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น 51
14 การต่อเชื้อโยเกิร์ต 51
15 การวัด pH ก่อนเข้าตู้บ่มโยเกิร์ต 51
16 การบ่มโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส 52
17 ตู้บ่มโยเกิร์ต 52
18 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ทุกชั่วโมง ขณะบ่มโยเกิร์ต 52
19 การกวนโยเกิร์ต 52
20 กวนโยเกิร์ตและเตรียมแยกเวย์ 53
21 การแยกเวย์ออกจากโยเกิร์ต 53
22 การเก็บตัวอย่างและบ่มในตู้เย็น 53
23 การชั่งโยเกิร์ต 9 กรัม 54
24 การเติม น้ำกลั่นใส่โยเกิร์ต 9 กรัม 54
25 หยดฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด ใส่ในโยเกิร์ต 54
26 ไทเตรทกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ 54
27 โยเกิร์ตที่ผ่านการไทเตรทกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ 55

Mahasarakham University

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

28 การตรวจความหวาน (%Brix) โดยใช้เครื่อง Hand refractometer 55
29 ตัวอย่างโยเกิร์ต 56
30 อบถ้วยสแตนเลสที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 56
31 อบในโถ่ดูดความชื้น 30 นาที 56
32 ใส่โยเกิร์ต 3 กรัม ในถ้วยสแตนเลส 56
33 อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง 57
34 ชั่งน้ำหนักถ้วยสแตนเลส 57

Mahasarakham University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

หางนม (skim milk) เป็นของเหลวที่หลงเหลือจากการแยกครีมในอุตสาหกรรมนม ประกอบด้วยโปรตีนหลัก 2 ชนิด คือ เวย์ (whey) และเคซีน (casein) นอกจากนี้ยังมีเกลือแร่และน้ำตาลแลคโตส (Lactose) โปรตีนเหล่านี้นิยมนำมาทำเป็นอาหารเสริม และใช้เป็นอาหารในการแพทย์ทางเลือก เพราะมีคุณสมบัติเสริมสร้างกล้ามเนื้อได้ดี ซึ่งโปรตีนชนิดนี้กำลังมีการศึกษาอย่างกว้างขวางในการนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์

การผลิตโยเกิร์ต (yoghurt) มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ (อรุณี, 2556: บทคัดย่อ)

1. การเตรียมน้ำนม อาจมีการปรับปริมาณไขมัน ปริมาณของแข็งทั้งหมด หรือมีการเติมสารคงตัว (stabilizer) เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น
2. การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenization) เป็นขั้นตอนที่ช่วยลดการแยกชั้นของน้ำหางนม และทำให้เนื้อสัมผัสโยเกิร์ตหลังหมักมีเนื้อเนียนคล้ายครีม
3. การให้ความร้อน วัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้คือ เพื่อกำจัดอากาศ จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและเอนไซม์ไลเปสในน้ำนม ซึ่งส่งผลที่ดีต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่จะหมักในขั้นตอนต่อไป
1. การหมักขั้นตอนนี้จะเติมจุลินทรีย์ลงในน้ำนม เช่น *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium* จุลินทรีย์เหล่านี้จะใช้น้ำตาลแลคโตสในน้ำนมเป็นแหล่งพลังงาน และสร้างกรดแลคติกขึ้นมา ทำให้อนุภาคเคซีน (casein micelle) สูญเสียความคงตัว เกิดการรวมตัวและตกตะกอนเป็นโยเกิร์ต
2. การทำความเย็นโยเกิร์ตที่ได้ควรเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้โยเกิร์ตยังมีประโยชน์ต่อร่างกายโดยช่วยในการทำงานของระบบขับถ่าย ช่วยบำรุงผิวพรรณให้เปล่งปลั่ง ลดกรดในกระเพาะอาหาร ถ้าบริโภคอย่างสม่ำเสมอจะช่วยลดโอกาสการเกิดโรคมะเร็งบริเวณลำไส้ใหญ่และบริเวณเนื้อเยื่อกระดูก ฯลฯ

การผลิตโยเกิร์ตแบบดั้งเดิมนิยมผลิตให้มีกลิ่นรสตามธรรมชาติ ไม่มีการเติมแต่ง สี กลิ่น รส จึงทำให้ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตไม่เป็นที่แพร่หลาย ดังนั้นจึงมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตให้มีความหลากหลายมากขึ้น โดยปรุงแต่ง สี กลิ่น รส ด้วยการเติมผลไม้หรือสารสกัดที่ได้จากธรรมชาติชนิดต่างๆ เช่น สตรอเบอร์รี่ สับปะรด บลูเบอร์รี่ ลิ้นจี่ กล้วย มะพร้าว สารสกัดจากกระเจี๊ยบแดง (สุภาพ, 2556: บทคัดย่อ) สารสกัดจากรำข้าวเหนียวดำ (Supap, 2012: Abstract.) เพื่อเพิ่มรสชาติที่ดีให้กับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตทำให้น่ารับประทานมากขึ้น

ปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต เช่น อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระยะเวลาการเก็บรักษา ชนิดแบคทีเรีย ฯลฯ จากการศึกษางานวิจัยของ ปิยนุสร์ น้อยด้วงและคณะ ในปี พ.ศ. 2548: บทคัดย่อ โยเกิร์ตกล้วยหอมสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้

Mahasarakham University

นาน 3 สัปดาห์ ทำให้ค่า pH ของโยเกิร์ตกล้วยหอมลดลง โดยยังคงรักษาความคงตัวของเคิร์ดไว้ได้ แต่เมื่อเก็บไว้นานเป็นเวลา 4 สัปดาห์ จะเกิดการแยกชั้นรวมทั้งเกิดกลิ่นและรสชาติเปรี้ยวมากขึ้น ส่วนสีและกลิ่นของกล้วยหอมไม่มีการเปลี่ยนแปลง

จากข้อมูลข้างต้น จึงมีแนวความคิดที่จะนำหางนมกลับมาใช้ใหม่ โดยนำมาทดแทนน้ำนมทั้งหมดหรือบางส่วน ให้เกิดประโยชน์สูงสุด นอกจากนี้ยังสนใจศึกษาปัจจัยอื่นๆในขั้นตอนการผลิตที่ส่งผลต่อสมบัติของโยเกิร์ต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของสัดส่วนของหางนมต่อน้ำนมต่อสมบัติทางเคมีของน้ำนมที่เตรียมได้

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของการเติมสารคงตัว และระยะเวลาในการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันต่อสมบัติทางกายภาพ เคมีและลักษณะด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ต

1.2.3 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) กับระยะเวลาในการบ่ม

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ตัวแปรควบคุม ประกอบด้วย หางนมจากโรงงานเอฟแอนด์เอ็น แดรี่ส์ (ประเทศไทย) จำกัด อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อหางนมที่ 63 ± 1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในการบ่มที่ 42 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 9 องศาเซลเซียส

1.3.2 ตัวแปรต้น ประกอบด้วย

- สัดส่วนของหางนมต่อน้ำนม อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1
- ปริมาณเจลาตินที่เติม อยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.6%
- ระยะเวลาในการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน อยู่ระหว่าง 0 ถึง 10 นาที
- ระยะเวลาในการบ่ม ตั้งแต่ 0 ชั่วโมง ถึง ระยะเวลาที่ได้ค่า pH อยู่ระหว่าง 4.5-4.6

1.3.3 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย คุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total Solid) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นกรด (%acidity) ความหวาน (% brix) วิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ร้อยละการแยกชั้นของเวย์ (%syneresis) และลักษณะด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ กลิ่น ความเปรี้ยว ความหวาน ความเนียน และการยอมรับโดยรวม

Mahasarakham University

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ทราบถึงปัจจัยในการควบคุมคุณภาพการผลิตโยเกิร์ต

1.4.2 ได้ทราบถึงวิธีการเตรียมน้ำนมและสัดส่วนการทดแทนน้ำนมด้วยหางนมในการผลิตโยเกิร์ต

1.4.3 เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับหางนม โดยการนำหางนมกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

1.5 สถานที่ดำเนินการศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม

Mahasarakham University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 องค์ประกอบของหางนม

หางนม (skim milk) คือ ของเหลวที่เหลือจากกระบวนการผลิตครีม โดยน้ำนมที่ผ่านเครื่องแยกครีมจะได้ของเหลวสองส่วน คือ ของเหลวข้นที่มีปริมาณไขมันนมสูง (milk fat) และ ของเหลวที่มีปริมาณไขมันต่ำ (skim milk) ซึ่งในทางอุตสาหกรรมจะนำหางนมมาใช้ประโยชน์น้อยมากหรือไม่ได้ใช้ประโยชน์เลยและทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งหางนมจะประกอบด้วยโปรตีนหลัก 2 ชนิด คือ whey protein และ casein โดย whey protein นิยมนำมาทำเป็นอาหารเสริม และใช้เป็นอาหารในการแพทย์ทางเลือก เพราะมีคุณสมบัติเสริมสร้างกล้ามเนื้อได้ดี ซึ่งโปรตีนชนิดนี้กำลังมีการศึกษาอย่างกว้างขวาง ในการจะนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ เพราะจากการศึกษาเบื้องต้น พบว่า มันสามารถกระตุ้นให้ร่างกายสร้างฮอร์โมน อินซูลินเพิ่มขึ้นได้ รวมทั้งมีคุณสมบัติที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ที่อาจช่วยต้านสารก่อมะเร็งบางชนิดได้ (อรุณี, 2556: บทคัดย่อ)

2.2 องค์ประกอบโยเกิร์ต

โยเกิร์ต (yogurt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักน้ำนม ซึ่งหมักด้วยจุลินทรีย์โดยใช้เชื้อผสมของ lactic acid bacteria ที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว คือ *Lactobacillus bulgaricus* กับ *Streptococcus thermophilus* โดยจุลินทรีย์จะเปลี่ยนน้ำตาลในน้ำนม คือ แลคโตสให้เป็นกรดแลคติก (lactic acid) ทำให้โปรตีนตกตะกอนมีลักษณะเป็นลิ่มค่อนข้างนุ่ม มีเนื้อสัมผัสกึ่งแข็งกึ่งเหลว โดยทั่วไปมีสีขาวถึงขาวนวล มีกลิ่นหอมอ่อนๆเฉพาะตัว รสชาติเปรี้ยว เนื่องจากมีกรดค่อนข้างสูงและมีจุลินทรีย์ที่มีชีวิตอยู่ปริมาณมาก

จากการที่จุลินทรีย์แลคติกยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้หลังจากการหมัก และยังสามารถทำหน้าที่ได้ในสภาวะที่เหมาะสมประกอบกับสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการส่งเสริมสุขภาพ จุลินทรีย์เหล่านี้จะถูกนำมาใช้เป็นโปรไบโอติกในผลิตภัณฑ์นมหมักอีกหลายชนิดรวมทั้งโยเกิร์ตอีกด้วย จึงก่อให้เกิดผลแก่ผู้บริโภครวมถึงผู้ที่มีสุขภาพดีอยู่แล้วเพื่อยังคงมีสุขภาพดีต่อไป ตลอดจนผู้ที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารหรือแม้กระทั่งผู้บริโภคที่เป็นโรคแพ้น้ำตาลนม (lactose intoterance) (จารุวรรณ, 2543: บทคัดย่อ)

Mahasarakham University

2.3 ชนิดของโยเกิร์ต

ชนิดของโยเกิร์ตสามารถแบ่งออกเป็น 5 ชนิด ดังต่อไปนี้

1. Set yogurt หรือโยเกิร์ตแบบคัสตาร์ด จะมีการบ่มในภาชนะบรรจุ เช่น ถ้วยพลาสติก โดยการเติมส่วนผสมที่ฆ่าเชื้อแล้วทั้งหมด ปิดฝาภาชนะแล้วบ่มที่อุณหภูมิและเวลาที่ต้องการ โยเกิร์ตที่ได้จะมีลักษณะเป็นครีมข้น และผลไม้อยู่ด้านล่างถ้วย ต้องคนก่อนรับประทาน (วันเพ็ญ, 2542: บทคัดย่อ)
2. Stirred yogurt หรือโยเกิร์ตแบบสวิส โดยจะมีการบ่มส่วนผสมทั้งหมดในถังขนาดใหญ่และมีการกวนส่วนผสมต่างๆ ให้เข้ากันก่อนที่จะบรรจุโดยสามารถให้ความร้อนเพื่อให้เก็บไว้ได้นานมีลักษณะเป็นครีมเหลว
3. Drinking yogurt หรือนมเปรี้ยวพร้อมดื่ม มีลักษณะเป็นน้ำที่ได้จากการ เจือจางโยเกิร์ตด้วยน้ำผลไม้แล้วผสมเป็นเนื้อเดียวกัน
4. Concentrated yogurt เป็นโยเกิร์ตชนิดเข้มข้น
5. Frozen yogurt เป็นโยเกิร์ตที่มีลักษณะคล้ายไอศครีม (คัดนางค์, 2542: บทคัดย่อ)

หรืออาจจะแบ่งได้อีกเป็นชนิดต่างๆ โดยอาศัยหลักการต่อไปนี้

1. มาตรฐานกฎหมาย ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ เช่น ปริมาณของไขมัน ปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (Solid Non Fat, SNF) หรือปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid, TS) ตามมาตรฐานของ FAO / WHO กำหนดให้แบ่งชนิดของโยเกิร์ตตามปริมาณไขมันดังต่อไปนี้
    - 1.1 โยเกิร์ตไขมันสูง (Full fat yogurt) มีปริมาณไขมันมากกว่าร้อยละ 3.0
    - 1.2 โยเกิร์ตไขมันปานกลาง (Medium fat yogurt) มีปริมาณไขมันร้อยละ 0.5 - 3.0
    - 1.3 โยเกิร์ตไขมันต่ำ (Low fat yogurt) มีปริมาณไขมันน้อยกว่าร้อยละ 0.5
2. กลิ่นรส (Flavor)
    - 2.1 Plain yogurt เป็นโยเกิร์ตรสดั้งเดิม มีรสเปรี้ยวแหลม
    - 2.2 Fruit yogurt ได้จากการเติมผลไม้และสารให้ความหวานใน Plain yogurt ซึ่งแบ่งได้อีกคือ
        - 2.2.1 แบบซันเดย์ (Sundae) คือ ใส่ผลไม้รองไว้ก้นถ้วยมีครีมโยเกิร์ตอยู่ด้านบน
        - 2.2.2 แบบสวิส (Swiss) หรือแบบ Blended style หรือ French style fruit คือ โยเกิร์ตที่เนื้อผลไม้กระจายอยู่ในเนื้อโยเกิร์ต
    - 2.3 Flavored yogurt เป็นโยเกิร์ตแบบเติมกลิ่นรสได้จากการเติมกลิ่นรส และสีแทนส่วนของผลไม้
3. กระบวนการหลังการหมัก (Post – incubation processing)

3.1 Pasteurized yogurt และ Sterilized yogurt ผลิตภัณฑ์ทั้งสองเป็นการให้ความร้อนหลังจากการใส่เชื้อ (inoculation) Pasteurized yogurt ใช้อุณหภูมิ 55-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-30 นาที หลังจากนั้นบรรจุภาชนะเพื่อทำให้เย็นลงแล้วจับตัว โดยอาศัยสารคงตัว วิธีนี้ทำให้อายุการเก็บนานขึ้น คือ แช่เย็นไว้ได้นาน 6-8 สัปดาห์ Sterilized yogurt ใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า แล้วบรรจุปลอดเชื้อ (Asebtic) ลงในภาชนะที่ฆ่าเชื้อแล้ว วิธีนี้จะทำให้อายุการเก็บนานขึ้นและมีความคงตัวที่อุณหภูมิห้อง

Mahasarakham University

3.2 Dried yogurt หรือโยเกิร์ตแห้งจะทำเป็นผลิตภัณฑ์ผงที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 1-3 โดยวิธี Freeze drying ผลิตภัณฑ์พวกนี้คืนรูปได้โดยการผสมน้ำเก็บไว้ได้นานที่สุดแต่จะสูญเสียกลิ่นรสไปในระหว่างการ Vacuum drying และจะทำให้จำนวนจุลินทรีย์ลดลงจึงควรบ่มไว้ 2-3 ชั่วโมง หลังจากการคืนตัวจะทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีลักษณะเหมือนโยเกิร์ตสด

3.3 Liquid yogurt หรือโยเกิร์ตเหลวทำโดยการทำให้ coagulum ของ Stirred yogurt แต่มีลักษณะเป็นของเหลวก่อนบรรจุมีปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันต่ำ มักมีการเติมกลิ่นรสของผลไม้ลงไปวัตถุดิบในการผลิตโยเกิร์ต

2.4 วัตถุดิบการผลิตโยเกิร์ต

ในกระบวนการผลิตโยเกิร์ต วัตถุดิบที่เป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตที่สำคัญอย่างมากมีดังต่อไปนี้

1. น้ำนมดิบ (Raw milk) เป็นน้ำนมที่รีดมาใหม่ๆ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวซึ่งมักจะระเหยไปทันทีที่ถูกอากาศ น้ำนมมีรสหวานเล็กน้อย เนื่องจากน้ำตาลในนมมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.032 น้ำนมที่มีปริมาณไขมันสูงจะมีความถ่วงจำเพาะน้อย
2. นมผง (Milk powder) โดยปกติน้ำนมจะมีส่วนที่เป็น Solid Non Fat (SNF) อยู่ประมาณร้อยละ 9-10 ซึ่งทำให้เป็นโยเกิร์ตแล้วมีลักษณะเละ และอาจเกิดการแยกตัว คือส่วนที่เป็นน้ำแยกตัวออกจากส่วนที่เป็นเคิร์ด ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ดีสำหรับโยเกิร์ตผู้ผลิตอาจแก้ได้โดยการเติมนมผงพร่องมันเนย ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของ SNF ประมาณร้อยละ 14 (รวมน้ำตาล)
3. น้ำตาล (Sugar) น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต มีความหวาน ละลายน้ำและของเหลวทุกชนิดได้ดี วัตถุประสงค์ของการเติมน้ำตาล คือเพื่อช่วยเพิ่ม SNF และในขณะเดียวกันรสหวานของน้ำตาลจะช่วยกลบรสเปรี้ยวที่เกิดจากการหมักของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่เข้าไปโดยทั่วไปปริมาณน้ำตาลที่เติมลงไปในโยเกิร์ตไม่ควรเกินร้อยละ 10 เพราะจะทำให้จุลินทรีย์ทำงานไม่ต่อเนื่องกัน เนื่องจากความเข้มข้นรอบตัวสูงเกินไป ในกรณีที่ต้องการความหวานมากเราสามารถแบ่งน้ำตาลเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งผสมกับน้ำนมที่ใช้เริ่มต้นทำโยเกิร์ตและส่วนที่สอง คือ ส่วนที่เป็นส่วนผสมกับโยเกิร์ตที่แข็งตัวแล้วหรือเติมในผลไม้แช่อิ่มที่มีรสหวานก็ได้
4. เชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต (Yogurt culture) จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นเชื้อจะต้องควบคุมด้านสุขลักษณะที่ดีการเตรียมเชื้อจุลินทรีย์จะต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้จุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์แปลกปลอมเข้าไป จุลินทรีย์ที่ใช้จะเป็นแบคทีเรียกลุ่ม lactic acid bacteria ได้แก่ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus*
5. ผลไม้ แยม (jam) วุ้นมะพร้าว (NATA de coco) เมล็ดธัญชาติ ถั่วเมล็ดแห้ง เป็นต้น
6. สารปรุงแต่งกลิ่นรส (flavoring agent) และสี (coloring agent)

Mahasarakham University

2.5 กรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ต (Production of yogurt)

1. การเตรียมส่วนผสมเบื้องต้น (Preliminary ingredient preparation)

เนื่องจากองค์ประกอบของน้ำนมที่ได้จากสัตว์ชนิดต่างๆ แตกต่างกันเมื่อนำมาผ่านกระบวนการหมักจะทำให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เช่น เมื่อไขมันนมมีปริมาณที่สูงจะทำให้โยเกิร์ตมีความเป็นครีมสูงตามไปด้วย เป็นต้น นอกจากนี้แล้วน้ำตาลแลคโตสที่มีอยู่ในน้ำนมจะถูกใช้เป็นแหล่งอาหารของเชื้อโยเกิร์ต ส่วนโปรตีนนั้นก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการตกตะกอน ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับความหนืดของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ โยเกิร์ตที่มีคุณภาพตามมาตรฐานจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำนมก่อนหมักมีกระบวนการปรับคุณภาพน้ำนมเพื่อให้ได้ตามมาตราฐานที่กำหนดดังนี้

1.1 การปรับปริมาณไขมันในน้ำนม ปริมาณไขมันเฉลี่ยในน้ำนมจะอยู่ระหว่าง 3.7-4.2 แต่ปริมาณไขมันในโยเกิร์ตเฉลี่ยจะอยู่ที่ร้อยละ 1.5 (สำหรับ Medium fat yogurt) หรือร้อยละ 0.5 (สำหรับ Low fat yogurt)

1.2 การปรับปริมาณของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (SNF) ได้แก่ น้ำตาลแลคโตส โปรตีนและเกลือแร่ในน้ำนมที่ใช้ผลิตโยเกิร์ตจะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและกลิ่นรสของโยเกิร์ต โดยเฉพาะความหนืดของ coagulum โดยทั่วไปของแข็งในส่วนของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ต ถ้ายิ่งสูงผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะมีความหนืดมากขึ้นตามไปด้วย โยเกิร์ตที่มีคุณภาพดีจะได้มาจากนมที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid หรือ TS) เท่ากับร้อยละ 15-17 อย่างไรก็ตามถ้า TS ในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตสูงกว่าร้อยละ 25 ขึ้นไปจะทำให้ความชื้นลดลงและมีผลทำให้กิจกรรมของเชื้อลดลงด้วย การเพิ่มปริมาณของแข็งอาจทำได้โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การให้ความร้อนเพื่อเพิ่มความเข้มข้น การเติมนมผงเคซีน whey powder หรือ buttermilk powder เป็นต้น

1.3 การเติมสารคงตัว วัตถุประสงค์หลักของสารคงตัว (stabilizers) ในของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตทั้งนี้เพื่อรักษาให้ลักษณะเฉพาะตัวของโยเกิร์ตให้คงอยู่หรือเพิ่มขึ้น เช่น ลักษณะของเนื้อสัมผัส (body and texture) ความหนืด (viscosity) ลักษณะปรากฏด้านโครงสร้างของเจลและช่วยลดปัญหาการแยกชั้นของหางนม (whey) หรือที่เรียกว่า syneresis เป็นต้น นอกจากนี้สารคงตัวจะช่วยเพิ่มอายุการเก็บและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ โดยทำให้เจลในน้ำนมมีปริมาณน้ำอิสระสำหรับการเกิด syneresis ลดลง คุณสมบัติที่ดีของสารคงตัว คือ ไม่มีกลิ่น มีประสิทธิภาพสูงในช่วง pH ต่ำและการกระจายตัวได้ดีในอุณหภูมิที่ใช้ในการหมักนม สำหรับสารเคมีที่นิยมใช้เป็นสารคงตัว เช่น vegetable gums (guar, carboxymethyl cellulose และ locustbean) seaweed gum (alginates และ carrageenans) และเจลาติน เป็นต้น (Guelph University, 2000)

สารคงตัวเหล่านี้อาจใช้เพียงชนิดเดียว หรือประกอบผสมหลายตัวซึ่งสารประกอบแบบหลังจะเป็นที่นิยมมากในทางการค้า เนื่องจากสามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตหลายชนิด

1.4 การเติมสารให้ความหวาน สารให้ความหวานหรือที่เรียกว่า sweetener มักเติมในการผลิต fruit และ flavored yogurt หรือใน fweet natural yogurt โดยอาศัยการเติมสารให้ความหวานลงไปในโยเกิร์ตหรือเติมผลไม้ที่มีความหวานลงไป ทั้งนี้วัตถุประสงค์หลักในการเติมเพื่อลดความเปรี้ยวในโยเกิร์ต อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ชนิดของสารให้ความหวานที่ใช้ ความชอบของผู้บริโภค ชนิดของผลไม้ที่ใช้อาจมีผลยับยั้งกิจกรรมของหัวเชื้อจุลินทรีย์ กฎหมายและอื่นๆ เป็นต้น โดยทั่วไปแล้ว fruit และ flavored yogurt อาจมีคาร์โบไฮเดรตสูงถึงร้อยละ 20 ซึ่งได้

Mahasarakham University

จากน้ำตาลนมที่ เหลือจากการหมักน้ำตาลผลไม้และน้ำตาลที่เติมเข้าไป ถ้ามีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงเกินไปอาจมีผลยับยั้งการเจริญของหัวเชื้อได้ เนื่องจากผลของ adverse osmotic ของสารละลายในน้ำและผลของ water activity ในโยเกิร์ตโดยทั่วไปปริมาณที่เติมลงไป ไม่ควรเกินร้อยละ 10

สารให้ความหวานที่ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ ซูโครส ฟรุตโตส กลูโคส corn syrup glucose galactose syrup หรือพวก sorbitol และ saccharin เป็นต้น นอกจากนี้อาจมีการเติมสารอื่นลงไปในนมด้วย เช่น สารกันเสียหรือเพนซิลลิเนสที่ใช้ทำลายสภาพของ สารปฏิชีวนะ เพนิซิลเลียม เพื่อให้เหมาะสมต่อการผลิตโยเกิร์ตมากที่สุด (วราวุฒิและรุ่งนภา, 2532: บทคัดย่อ) (อุษามาส,2552: บทคัดย่อ)

2. การทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenization)

หลังจากการปรับส่วนผสมต่าง ๆ ของน้ำนมที่ใช้ในการเตรียมโยเกิร์ตแล้ว เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการแล้ว การนำน้ำนมที่ปรับคุณภาพแล้วมาผ่านกระบวนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันจะมีผลต่อคุณภาพของนม ในด้านการเป็นอิมัลชันที่เป็นเนื้อเดียวกัน ทั้งนี้กระบวนการดังกล่าวสามารถทำได้โดยการให้นมผ่านเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ด้วยความเร็วสูง โดยผ่านช่องเปิดเล็ก ๆ ภายใต้ความดันสูง คือ 2,000-2,500

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นหลังจากการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน มีผลทำให้เนื้อสัมผัสที่ได้หลังจากการหมักมีเนื้อเนียนมากขึ้น มีกลิ่นรสที่เป็นครีมและช่วยลดการเกิดครีมที่ผิวหน้าหรือการแยกชั้นของหางนม (wheying off) สำหรับการเลือกใช้เครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบ 1 หรือ 2 stage จะขึ้นอยู่กับปริมาณของไขมันที่มีในน้ำนมที่ปรับองค์ประกอบแล้ว โดยทั่วไปโยเกิร์ตจะใช้เครื่องโฮโมจิไนเซอร์ที่มีเพียง 1 stage ที่อุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส และมีความดันระหว่าง 1,500-2,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi)

3. การให้ความร้อน (Heat treatment)

การให้ความร้อนเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญ นอกจากจะเพิ่มความเข้มข้นของนมและยังมีผลต่อของผสมที่ใช้เตรียมโยเกิร์ตดังต่อไปนี้

3.1 ทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหรือจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการซึ่งความร้อนที่ใช้มักเพียงพอต่อการทำลายเซลล์จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่มีในน้ำนมดิบเท่านั้นแต่สปอร์ หรือเอนไซม์ที่ทนต่อความร้อนได้ยังคงมีเหลืออยู่ในนม อย่างไรก็ตามนมที่ผ่านความร้อนแล้วจะเป็นแหล่งเจริญที่ดีของหัวเชื้อโยเกิร์ต

3.2 เป็นการกำจัดอากาศที่มีอยู่ในนม เพื่อทำให้สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อแลคติกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการอากาศในปริมาณน้อย (microaerophilic)

3.3 เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพเคมีของน้ำนม โดยทำให้โปรตีนของหางนมที่มีอยู่ในนม ซึ่งได้แก่ พวกอัลบูมิลและโกลบูลินเกิดการเสียสภาพ (denature) แล้วตกตะกอน นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการรวมตัวของโมเลกุลเคซีนอื่น ๆ เกิดเป็นร่างแห (network) ในลักษณะ 3 มิติขึ้นมาโดยร่างแหนี้จะจับกับโปรตีนของหางนมแล้วทำให้โยเกิร์ตที่ได้มีความหนืด

3.4 มีความเหมาะสมสำหรับการเจริญของหัวเชื้อแลคติกที่มีกิจกรรมการหมักอยู่ที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง (40-45 องศาเซลเซียส)

Mahasarakham University

3.5 ทำให้โปรตีนในน้ำนมถูกทำลายให้สารย่อยๆที่มีโมเลกุลเล็กลง ซึ่งอาจจะเป็นสารที่เร่งกิจกรรมของหัวเชื้อแลคติก (ปรียา, 2524: บทคัดย่อ) (A. Kucukcetin, 2008: Abstract.)

4. กระบวนการหมัก (Fermentation process)

นมหมักที่ผ่านการให้ความร้อนจะต้องทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิที่เหมาะสม (cooling to inoculation temperature) คือประมาณ 40-45 องศาเซลเซียส แล้วจึงส่งไปยังถังหมักเพื่อทำการเติมเชื้อ (starter addition) ที่จะใช้หมักต่อไป โดยหัวเชื้อโยเกิร์ตจะประกอบไปด้วยสายพันธุ์ผสมของ *Lactobacillus bulgaricus* และเชื้อ *Streptococcus thermophilus* ในอัตราส่วนที่เท่ากัน โดยทั่วไปจะมีการเติมหัวเชื้อประมาณร้อยละ 0.5-2 หลังจากการถ่ายเชื้อลงแล้วทำการบ่มที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส นาน 4-6 ชั่วโมง หรือที่ 32 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง แต่สภาพที่เหมาะสมกับการเจริญของหัวเชื้อพันธุ์ผสมจะหมักที่อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียสโดยจะหมักจนโยเกิร์ตมี pH 4.2-4.4 หรือมีปริมาณกรดร้อยละ 0.9 และตรวจหาร้อยละการแยกชั้นของเวย์ (%syneresis) (Chen MH, Bergman C., 2524: Abstract.)

5. การทำให้เย็น (Cooling)

การผลิตโยเกิร์ตเป็นกระบวนการทางชีวภาพ การทำให้เย็นจึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในกระบวนการควบคุมกิจกรรมของหัวเชื้อและเอนไซม์ การให้ความเย็นแก่ coagulum จะเริ่มตั้งแต่ผลิตภัณฑ์มีระดับความเป็นกรด-ด่างที่ต้องการคือประมาณที่ pH 4.4 หรือความเข้มของกรดแลคติกประมาณร้อยละ 0.9 แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ชนิดของโยเกิร์ตที่ผลิตวิธีให้ความเย็นและประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน จุดประสงค์ของการทำให้ coagulum เย็นตัวลงจากที่อุณหภูมิ 30-45 องศาเซลเซียสให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส (ดีที่สุดคือประมาณ 5 องศาเซลเซียส) ทันทีเพื่อควบคุมระดับความเป็นกรดสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากที่อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการทำงานของเชื้อโยเกิร์ตได้ (วันเพ็ญ, 2542: บทคัดย่อ)

6. การเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรสและสี (Addition flavoring / coloring ingredients)

การเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรสและสี เพื่อเพิ่มความนิยมให้แก่ผู้บริโภคขึ้นอยู่กับชนิดของโยเกิร์ตที่ต้องการ สารที่ใช้เติมเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว ในอุตสาหกรรมการผลิต โยเกิร์ตได้แก่ ผลไม้ สารให้กลิ่น สีและสารประกอบอื่น ๆ เช่น น้ำผึ้ง ถั่วต่าง ๆ มะเขือเทศ และกาแฟ เป็นต้น ในอุตสาหกรรมนิยมทำให้โยเกิร์ตเย็นลงที่อุณหภูมิ 15-20 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำไปผสมกับผลไม้หรือกลิ่นรส จากนั้นจึงบรรจุไว้ในห้องเย็นเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป อย่างไรก็ตาม แม้ว่ากรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตจะมีผลต่อคุณภาพโยเกิร์ตแต่ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกันก็คือ จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ต (วราวุฒิและรุ่งนภา, 2532: บทคัดย่อ) และนอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้หน้าที่เชิงสารสีที่เตรียมได้จากรำข้าวเหนียวดำในโยเกิร์ต (Supap, 2012: Abstract.)

Mahasarakham University

2.6 จุลินทรีย์ในโยเกิร์ต (Microbiology of natural yogurt)

เชื้อจุลินทรีย์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตโยเกิร์ต ซึ่งเป็นหัวเชื้อผสมของ *Lactobacillus bulgaricus* และเชื้อ *Streptococcus thermophiles* โดยทั่วไปหัวเชื้อ นั้นจะมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากันเมื่ออยู่รวมกันหรือที่เรียกว่า symbiosis โดยปกติจะเป็นหัวเชื้อทั้งสองเจริญร่วมกันภายใต้สภาวะที่ควบคุมเพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสมดุลกันลักษณะการพึ่งพาอาศัยกันของจุลินทรีย์เหล่านี้ในหัวเชื้อโยเกิร์ตเริ่มแรกเชื้อ *Streptococcus* มีการเจริญอย่างรวดเร็วเด่นชัดระหว่างการหมักช่วงแรกนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเกิดขึ้นโดยเชื้อ *Streptococcus* จะเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้าง diacetyl และสารประกอบที่คล้ายกันซึ่งมีผลต่อกลิ่นรสครีมเนย (creamy / buttery) ในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายและนอกจากนี้ยังสามารถสร้างกรดฟอร์มิคได้อีกด้วย

เชื้อ *Streptococcus* นี้จะช่วยกำจัดออกซิเจนออกจากน้ำนมซึ่งถ้าหากเหลืออยู่อาจก่อให้เกิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ การเจริญจะดำเนินต่อไปจนมีค่าความเป็นกรด-ด่างถึง 5.5 จะมีสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ *Lactobacillus* ต่อไป

เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* นั้นจะมีอุณหภูมิสำหรับการเจริญที่ 45 องศาเซลเซียส และยังให้ปริมาณกรดแลคติกมากพอที่จะสร้าง acetaldehyde ซึ่งให้กลิ่นรสเฉพาะของโยเกิร์ต ในโยเกิร์ตที่มีรสชาติดีมากจะมีปริมาณของ acetaldehyde อยู่ 23-41 พีพีเอ็ม คิดเป็นสัดส่วนของสารประกอบที่ให้กลิ่น (volatile flavour compound) ถึงร้อยละ 90 นอกจากนี้แล้วเชื้อ *Lactobacillus* ปลดปล่อยกรดอะมิโนบางตัวต่อการเจริญของเชื้อ *Streptococcus* อีกด้วย

หลังจากการหมักเกิดเสร็จสิ้นแล้วโยเกิร์ตจะมีลักษณะเนื้อแน่นขึ้น เรียกว่า thickened yogurt ซึ่งจะถูกทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 4.5 องศาเซลเซียส และคงไว้ที่อุณหภูมินี้ตลอดระยะเวลาการจำหน่าย ณ อุณหภูมินี้จุลินทรีย์ยังคงมีชีวิตอยู่แต่กิจกรรมจะค่อนข้างจำกัดทำให้การแบ่งตัวและการสร้างกรดจะช้าลงมาก

ในการสร้างสารที่ให้กลิ่นรสโยเกิร์ตโดยหัวเชื้อสายพันธุ์ผสมจะพบว่าเชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะสร้างกรดฟอร์มิคออกมาและเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะนำกรดฟอร์มิคไปใช้ในการสร้างสารที่ให้กลิ่นรสรวมทั้งให้ acetaldehyde ออกมาด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* นี้เป็นตัวการสำคัญในการสร้างสารที่ให้กลิ่นรสในโยเกิร์ตแต่อย่างไรก็ตามเชื้อ *Streptococcus thermophilus* ก็สามารถสร้างสารให้กลิ่นรสพวก acetaldehyde ได้ด้วยแต่ปริมาณ acetaldehyde ที่ได้จากเชื้อ *Streptococcus thermophilus* จะน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของสารดังกล่าว ที่ได้จากเชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* เมื่อการเปลี่ยนแปลงของสารเกิดขึ้นที่อุณหภูมิการหมักปกติประมาณ 40 องศาเซลเซียส

ดังนั้นสามารถสรุปลักษณะของหัวเชื้อโยเกิร์ตได้ดังนี้

1. เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะมีกิจกรรมสูงในการปล่อยกรดแลคติกในช่วงแรกของการหมัก ดังนั้นสามารถคัดเลือกเชื้อสายพันธุ์นี้ให้สามารถสร้างกรดได้อย่างรวดเร็วจะทาให้สามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก

2. สารอื่นๆ ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงเชื้อ นอกจากกรดแลคติกแล้วยังมีสารที่มีความสำคัญต่อการสร้างกลิ่นรส (aroma and flavour) ของโยเกิร์ตซึ่งสารประกอบเหล่านี้ได้จากหัวเชื้อทั้งสองสายพันธุ์นี้ที่จำเป็นต้องใช้เชื้อทั้งสองชนิด นอกจากจะให้แบคทีเรียที่มีชีวิตจำนวนมากแล้ว หัวเชื้อยัง

Mahasarakham University

จำเป็นต้องมีจำนวนเซลล์ที่สมดุลกันอีกด้วย อัตราการถ่ายเชื้อโดยทั่วไปจะใช้ประมาณร้อยละ 2 (v/v) ซึ่งสามารถทาให้การหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ภายใน 4 ชั่วโมงเพื่อให้นมมีจำนวนเชื้อแลคติก 30-40 x 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร การเลี้ยงเชื้อทั้งสองชนิดแยกกันจะเจริญได้ดีที่สุด แล้วจึงผสมกันเป็นหัวเชื้อก่อนใช้ แต่ทางปฏิบัติจะนิยมใช้หัวเชื้อผสมที่มีอัตราส่วนระหว่างเชื้อ คือ *Lactobacillus bulgaricus* และเชื้อ *Streptococcus thermophilus* เท่ากัน

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าอัตราส่วนระหว่างจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดเริ่มต้นจะเท่ากันกับ 1:1 แต่อัตราส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อใช้ *Streptococcus thermophilus* เมื่อเข้าสู่การเจริญในระยะ logarithmic phase จะมีเพียงกรดแลคติกที่สะสมอยู่ในนมเท่านั้น หลังจากนี้เชื้อ *Lactobacillus bulgaricus* จะเจริญเป็นเชื้อที่เด่นขึ้นมา เมื่อสิ้นสุดการหมักจะมีระดับกรดแลคติกประมาณร้อยละ 0.90-0.95 และจำนวนเซลล์ในหัวเชื้อจะกลับมาสมดุลอีกครั้ง ปริมาณเซลล์ ทั้งหมด (total colony count) ของเชื้อแลคติกอาจเกิน 2,000 x10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร จะมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส (organoleptic quality) ของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่จำเป็นต้องระมัดระวังในการเลือกใช้สายพันธุ์เชื้อแบคทีเรีย และกิจกรรมที่เกิดขึ้นของหัวเชื้อในการเตรียมหัวเชื้อระดับใหญ่ (bulk starter) นอกจากนี้ในหัวเชื้อที่จะถ่ายลงสู่ถังหมักยังจำเป็นต้องระมัดระวังในเรื่องของสารปฏิชีวนะที่ตกค้าง (วราวุฒิและรุ่งนภา, 2532: บทคัดย่อ)

2.7 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในระหว่างการหมักโยเกิร์ต

สิ่งที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีระหว่างการหมักโยเกิร์ตมีดังต่อไปนี้

1. การเกิดกรดแลคติก (Lactic acid production) การเกิดกรดแลคติกเป็นกระบวนการสำคัญที่สุดในระหว่างการผลิตกรดแลคติกที่เกิดขึ้นช่วยสลายเคซีน ซึ่งทำให้เกิดการตกตะกอนของโปรตีน และทำให้เกิดเจลในโยเกิร์ตนอกจากนี้ยังทำให้เกิดกลิ่นเปรี้ยวในโยเกิร์ตด้วย *Streptococcus thermophilus* ที่ใช้เป็นหัวเชื้อในการหมักจะให้กรดแลคติกแบบL(+) ในขณะที่ *Lactobacillus bulgaricus* จะให้กรดแลคติกแบบ D(-) โดยปริมาณกรดแลคติกในโยเกิร์ตจะเป็นแบบ L(+) 45-60 เปอร์เซ็นต์ และแบบ D(-) 45-55 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการหมัก ปริมาณกล้าเชื้อที่ใช้ อัตราส่วนระหว่าง *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* อายุของโยเกิร์ตและระดับของกรดแลคติกที่ผลิต

2. แลคโตสไฮโดรไลซ์โยเกิร์ต (Lactose hydrolyzed yogurt) ในระหว่างการผลิตโยเกิร์ตแลคโตสไม่ถูกหมักทั้งหมด ดังนั้นจึงยังคงเหลือ แลคโตสบางส่วน ซึ่งสาหรับผู้บริโภคที่ไม่สามารถใช้แลคโตสได้ (lactose intolerant people) จำเป็นต้องมีการลดระดับแลคโตสดังกล่าวลง ซึ่งที่ได้โดยการไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์บีตากาซิเดส(แลคเตส) ซึ่งในการค้าได้จาก Aspergillus niger Saccharomyces latic และ Escherichia coliซึ่งเมื่อไฮโดรไลซ์แลคโตส ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ กลูโคส กาแลคโตส และโอลิโกแซคคาไรด์

3. การเกิดกลิ่นรส (Flavor production) บทบาทสำคัญของกล้าเชื้อที่ใช้ในการผลิตโยเกิร์ตนอกจากการให้กรดแลคติก แล้วยังมีการสร้างกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ซึ่งสารหลักที่ให้กลิ่นรสโยเกิร์ต ได้แก่ สารประกอบคาร์บอนิล เช่น แอซิโตอิน นอกจากนี้ได้สารอื่นเล็กน้อย เช่น กรดไขมันระเหย และกรดอะมิโน

Mahasarakham University

4. การสลายโปรตีน (Proteolysis) แม้ว่าแบคทีเรียแลคติกจะสามารถสลายโปรตีนได้น้อย แต่มีบทบาทในการสลายโปรตีนในโยเกิร์ต การสลายโปรตีนจะให้เปปไทด์ขนาดต่าง ๆ และกรดอะมิโน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการให้ กลิ่นรสโดยเป็นวัตถุดิบในการเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบให้รสในโยเกิร์ตหรือในบางครั้งอาจเป็นสารให้กลิ่นรสโดยตรง

5. การสลายลิปิด (Lipolysis) แม้ว่าการสลายลิปิด ในโยเกิร์ตจะมีเพียงเล็กน้อยก็มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเกิดกลิ่นรสในโยเกิร์ต เกิดขึ้นโดยเอนไซม์ที่สลายลิปิด (lipolytic enzyme) ของกล้าเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในโยเกิร์ต ส่วนเอนไซม์ไลเปสที่มีในนมโดยธรรมชาตินั้นจะถูกยับยั้งโดยการให้ความร้อนก่อนที่จะนำมาทำโยเกิร์ตแล้ว (วิลาวัณย์, 2536: บทคัดย่อ)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้สามารถแบ่งเป็นส่วนประกอบที่เพิ่มขึ้นและลดลงได้ แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบในระหว่างการหมักโยเกิร์ต

ส่วนประกอบที่ลดลง	ส่วนประกอบที่เพิ่มขึ้น
แลคโตส	กรดแลคติก
โปรตีน	กาแลคโตส
ยูเรีย	กลูโคส
ไขมัน	โพลีแซคคาไรด์
วิตามินต่าง ๆ	เพปไทด์
(เช่น วิตามินบี 12 วิตามินซี	กรดอะมิโนอิสระ
ไบโอติน โคลีน)	แอมโมเนีย
กรดอินทรีย์บางชนิด	กรดไขมันอิสระ
เช่น ฮิบพูริก ไอโรติก	วิตามินบางชนิด เช่น
	กรดโฟลิกกรดอินทรีย์บางชนิด เช่น ซักซินิก ฟูมาริก
	เบนโซอิก นิวคลีโอไทด์บางชนิด เช่น CMP AMP UMP
	GMP NAD
	สารประกอบในกลิ่นรส เช่น อะซิตัลดีไฮด์ อะซิโตส
	ไดอะซิติล
	เอ็นไซม์ เช่น บีตา – กาแลกโตซิเดส LDH โปรติเอส
	เปปติเดส
	มวลแบคทีเรีย (ซึ่งประกอบด้วยการนิวคลีอิก ลิปิด
	คาร์โบไฮเดรต โปรตีน)

ที่มา : วราวุฒิและรุ่งนภา (2532 : บทคัดย่อ)

Mahasarakham University

2.8 ประโยชน์ของโยเกิร์ต

1. เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (ใกล้เคียงกับนม)
2. ให้พลังงานน้อยเนื่องจากน้ำตาลแลคโตสบางส่วนถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดแลคติค
3. โปรตีนในโยเกิร์ตย่อยได้ง่ายกว่าในนมสดเนื่องจากโมเลกุลบางส่วนถูกย่อยไปแล้ว
4. กรดแลคติกในโยเกิร์ตช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค โดยเฉพาะไทฟอยด์และ พาราไทฟอยด์ได้ นอกจากนี้กรดแลคติกยังช่วยในการย่อยและการดูดซึมสารอาหารต่าง ๆ เช่นแคลเซียม เหล็ก และโปรตีนเข้าสู่ร่างกายได้ดีขึ้น
5. ช่วยลดการทำลาย histamine ที่ทำให้เกิดอาการแพ้ต่างๆ
6. ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด
7. โยเกิร์ตเป็นอาหารควบคุมน้ำหนักและช่วยบำรุงสุขภาพ
8. มีประโยชน์สำหรับผู้ไม่สามารถดื่มนมได้เนื่องจากคนประเภทนี้ไม่มีน้ำย่อย เอนไซม์แลคเตสมาย่อยน้ำตาลแลคโตสในนม ถ้าดื่มเข้าไปจะทำให้เกิดอาการท้องอืด ท้องเสีย แต่จะสามารถรับประทานโยเกิร์ตได้ เพราะในโยเกิร์ต น้ำตาลแลคโตสจะถูกเปลี่ยนเป็นกรด แลคติกโดยจุลินทรีย์แล้ว (นฤศันส์, 2540: บทคัดย่อ)

2.9 การเก็บรักษาคุณภาพของโยเกิร์ต (Keeping qualities)

ปกติโยเกิร์ตจะมีอายุการเก็บประมาณ 10 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นปริมาณกรดในโยเกิร์ตจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของหัวเชื้อที่มีอยู่ในโยเกิร์ต แม้ว่ากิจกรรมของหัวเชื้อดังกล่าวจะต่ำมากก็ตามปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นนี้จะทำให้กลิ่นรสของโยเกิร์ตเปลี่ยนแปลงไปและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สุดท้ายเชื้อแบคทีเรียจะถูกทำลายและเกิดการแยกชั้นของ curd และ whey ซึ่งมีผลทำให้จุลินทรีย์อื่นๆ เช่น ยีสต์และราเจริญได้ ดังนั้นการผลิตจึงต้องระวังเรื่องการปนเปื้อนของเชื้อราและยีสต์ในหัวเชื้อโยเกิร์ตรวมทั้งในระหว่างการบรรจุด้วย (วราวุฒิและรุ่งนภา, 2532: บทคัดย่อ)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปิยนุสร์ น้อยด้วง และ ปัทมา คล้ายจันทร์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวการผลิตโยเกิร์ต กล้วยหอมโดยใช้เชื้อโยเกิร์ตที่เหมาะสมต่อการเกิดเคิร์ด คือ 12 กรัมต่อน้ำนม 100 กรัม และแปรปริมาณกล้วยหอมที่ แตกต่างกัน คือ 5, 10, 15 และ 20 กรัมต่อนม 100 กรัม ตามลำดับ โดยใช้กล้วยหอมที่มีอายุ 90 วัน เมื่อทดสอบทาง ประสาทสัมผัส พบว่าโยเกิร์ตที่เติมกล้วยหอม 10 กรัม

Mahasarakham University

ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด แต่พบว่าโยเกิร์ตที่ผลิตได้ทุก สูตรมีสีน้ำตาลเกิดขึ้น ดังนั้นจึงศึกษาวิธีการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในกล้วยหอม โดยวิธีทางกายภาพและเคมี ซึ่งวิธีทาง กายภาพทำโดยการลวกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส พบว่าการลวกเป็น เวลานาน 8 นาที สามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่า 6 นาที ส่วนวิธีทางเคมีทำโดยการแช่ในสารเคมี พบว่ากล้วย หอมที่แช่ใน 0.5% ascorbic acid นาน 20 นาที สามารถ ป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่า 0.5% citric acid นาน 20 นาที ดังนั้นในการผลิตโยเกิร์ต จึงเลือกใช้ ascorbic acid ในการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดขึ้น และทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโยเกิร์ตกล้วยหอม พบว่ามีความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันและเถ้า ร้อยละ 81.99, 11.84, 3.27, 2.31 และ 0.55 ตามลำดับ และศึกษาการเปลี่ยนแปลง ของโยเกิร์ตกล้วยหอมในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าความ คงตัวของโยเกิร์ตไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเก็บไว้ที่ 4 องศา เซลเซียส นาน 3 สัปดาห์

ศุภลกัษณ์ สารพันธ์ และ สุมาพร เพาะผล (2549 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาปริมาณสะละที่เหมาะสมในโยเกิร์ต โดยทำการศึกษาปริมาณสะละ เชื่อมที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ต การวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) พบว่าปริมาณสะละเชื่อม ร้อยละ 40 ผู้บริโภค ให้การยอมรับมากที่สุด คือ ได้รับคะแนนความชอบรวมเท่ากับ 7.23 แสดงว่าผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในระดับความชอบปานกลางถึงมาก จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized - Design ; CRD) พบว่า โยเกิร์ตผสมสะละเชื่อมปริมาณร้อยละ 40 มีค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) เท่ากับ 4.20 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 14.94 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด เท่ากับ 0.53 ค่าความคงตัวเท่ากับ 7.94 เซนติเมตรต่อนาทีค่าความหนืดเท่ากับ 1300.02 เซนติพอยด์ค่าความสว่าง (L) เท่ากับ 74.90 ค่าสีเขียว (a) เท่ากับ -0.76 และค่าสีเหลือง (b) เท่ากับ 49.69 หลังจากนั้นนำ โยเกิร์ตผสมสะละเชื่อมที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดมาศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยทำการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพทุก ๆ 2 วัน พบว่า โยเกิร์ตผสมสะละเชื่อมสามารถเก็บรักษาได้ 10 วัน โดยมีค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) เท่ากับ 3.95 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 14.01 องศาบริกซ์ค่าความเป็น กรดเท่ากับ 0.53 ค่าความคงตัวเท่ากับ 5.41 เซนติเมตรต่อนาทีและค่าความหนืดเท่ากับ 1200.92 เซนติพอยด์

อุษามาส จริยวรานุกูล (2552 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาเวลาที่ใช้ในการบ่มโยเกิร์ต ใช้สารให้ความหวาน (น้ำผึ้ง น้ำตาลซูโครส น้ำตาลฟรุคโตส) ความเข้มข้น 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า โยเกิร์ตที่ใช้น้ำผึ้งเป็นสารให้ความหวานใช้เวลาบ่มน้อยกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสและฟรุคโตสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โยเกิร์ตที่เติมน้ำตาลซูโครสเป็นสารให้ความหวานได้รับการยอมรับโดยรวมมากกว่าการเติมน้ำตาล ฟรุคโตส ส่วนการเติมน้ำผึ้งได้รับการยอมรับโดยรวมน้อยที่สุด โยเกิร์ตที่เติมน้ำผึ้ง 4 เปอร์เซ็นต์ส่งผลให้ค่า pH ลดลง ปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้น และแบคทีเรียแลคติกมีจำนวนมากกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสและฟรุคโตสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การเก็บรักษาโยเกิร์ต ที่ใช้สารให้

Mahasarakham University

ความหวานทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ตลอดการเก็บรักษา มีค่า pH ลดลง ปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ส่วนค่า %Syneresis จะมีมากในสัปดาห์แรกจากนั้นค่อนข้างคงที่ นอกจากนี้ การเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 4 พบจำนวนแบคทีเรียแลคติกอยู่ในช่วง 8.40-8.47 logCFU/g

ปริญญพันธุ์ เพชรจรัสและคณะ (2553 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาการใช้น้ำนมธัญพืช 3 ชนิด ได้แก่ น้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมลูกเดือย และน้ำนมข้าวโพด เพื่อผลิตเป็นโยเกิร์ตและทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีกับโยเกิร์ตจากน้ำนมวัว ได้ทำการหมักโดยใช้หัวเชื้อผสมระหว่าง *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* โดยใช้น้ำนมธัญพืชที่เติมนมผง 10 เปอร์เซ็นต์ และใช้หัวเชื้อผสมที่เพาะเลี้ยงในน้ำนมวัว 5 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำไปเก็บในตู้เย็นจนครบ 24 ชั่วโมง แล้วจึงนามาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณกรดแลคติก เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำนมวัวที่หมักบ่มในสภาวะเดียวกัน พบว่า โยเกิร์ตจากน้ำนมวัวมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด คือ 2.60 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ โยเกิร์ตจากถั่วเหลือง โยเกิร์ตจากลูกเดือย และโยเกิร์ตจากข้าวโพด โดยมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 2.42, 1.56 และ 1.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในโยเกิร์ต พบว่า โยเกิร์ตจากน้ำนมวัวและโยเกิร์ตจากน้ำนมธัญพืชทุกชนิดมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าระหว่าง 1.04-1.05 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกันกับปริมาณกรดแลคติกในโยเกิร์ตทุกชนิดที่มีค่าใกล้เคียงกัน ระหว่าง 0.83-0.86 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นโยเกิร์ตจากข้าวโพดที่มีปริมาณกรดแลคติกเพียง 0.75 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าน้ำนมธัญพืชสามารถนามาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำโยเกิร์ตได้ โดยเฉพาะน้ำนมถั่วเหลืองที่มีคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณกรดแลคติกใกล้เคียงกับโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำนมวัว

สุภาพ นนทะสันต์ (2556 : บทคัดย่อ) ทำการศึกษาผลของการเติมสารสกัดกระเจี๊ยบแดงปริมาณต่างๆ ต่อคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพ ปริมาณแบคทีเรียแลคติก และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ต ผลการศึกษาพบว่าโยเกิร์ตที่เติมสารสกัดร้อยละ 0.2, 0.4 และ 0.6 มีปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเป็น 4.34, 8.90 และ 14.64 mg/kg ตามลำดับ และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 12.57, 24.24 และ 31.24 ตามลำดับ แต่ไม่มีผลกระทบต่อค่า pH ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความสามารถในการอุ้มน้ำและจำนวนแบคทีเรียแลคติกหลังกระบวนการหมัก (p>0.05) การเติมสารสกัดในปริมาณสูงขึ้นถึงร้อยละ 0.6 ทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสลดลง (p<0.05) โดยปริมาณที่เหมาะสมสำหรับเติมในโยเกิร์ต คือร้อยละ 0.4 เมื่อศึกษาผลของระยะเวลาในการเก็บรักษา (4 องศาเซลเซียส เวลา 21 วัน) ต่อคุณภาพโยเกิร์ตที่เติมสารสกัด พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 21 วัน ปริมาณแอนโทไซยานินมีแนวโน้มลดลง (จาก 8.94 เป็น 5.73 mg/kg) และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระลดลง (จากร้อย 24.24 เป็นร้อยละ 19.97) นอกจากนี้ ค่าpH (4.61–4.21), ความสามารถในการอุ้มน้ำ (ร้อยละ 66.44–61.46) และจำนวนแบคทีเรียแลคติก (8.12–5.30 log cfu/g) มีแนวโน้มลดลง (p<0.05) เช่นเดียวกันกับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตซึ่งมี

Mahasarakham University

แนวโน้มลดลงในวันที่ 21 ของการเก็บรักษา ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงมีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระในโยเกิร์ตได้ อย่างไรก็ตามยังต้องมีการปรับปรุงความคงตัวต่อการเก็บรักษาของโยเกิร์ตเพื่อให้ได้โยเกิร์ตที่มีคุณภาพคงที่ตลอดระยะการเก็บรักษา

A. Kucukcetin (2007 : Abstract.) จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของความร้อนต่อเคซีนกับเวย์โปรตีน ในหางนม ที่มีผลต่อการเกิดลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ต โดยให้ความร้อนที่แตกต่างกัน คือ (90 องศาเซลเซียส / 256 วินาที, 110 องศาเซลเซียส / 180 วินาทีและ 130 องศาเซลเซียส / 80 วินาที) ถูกนำไปใช้กับโยเกิร์ตที่มี เคซีนและเวย์โปรตีน โดยอัตราส่วน 1.5:1, 2:1, 3:1 และ 4:1 สมบัติทางกายภาพรวมทั้งการเกิดเม็ดและความหยาบของโยเกิร์ตได้ทำการตรวจวิเคราะห์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วัน ความหยาบของภาพ จำนวนการเกิดเม็ดในโยเกิร์ต ขอบเขตของเม็ด และค่าความเครียดของโยเกิร์ตลดลง เมื่ออุณหภูมิความร้อน หรือ เคซีนต่อเวย์โปรตีนมีอัตราส่วนเพิ่มขึ้น

Nonasan (2012 : Abstract.) ทำการศึกษาการเตรียมสารสีจากรำข้าวเหนียวดำ และใช้โยเกิร์ตมาเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากโยเกิร์ตมีค่า pH ต่ำจะช่วยให้สีของสารแอนโธไซยานินสว่าง ผลจากงานวิจัยนี้พบว่าผงสีเป็นสีม่วงเข้มประกอบด้วยแกมมาโอไรซานอล สารประกอบฟีโนลิคทั้งหมด และสารแอนโธไซยานิน ในปริมาณ 18.14, 37.10 และ 9.48 mg /g ตามลำดับ นอกจากนี้ผงสียังแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์เชิงหน้าที่ของสารสีที่เตรียมจากรำข้าวเหนียวดำประสบผลสำเร็จในโยเกิร์ตที่เติมผงสีร้อยละ 0.6 โดยโยเกิร์ตมีสีม่วงอมชมพู (L = 68.41, C = 15.23) อีกทั้งความเข้มสีและความสว่างของโยเกิร์ตนั่นสามารถคงตัวได้ตลอดระยะเวลา 21 วัน ภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Mahasarakham University

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

เพื่อให้การดำเนินการศึกษาการผลิตโยเกิร์ตจากหางนมบรรลุตามวัตถุประสงค์ จึงได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการศึกษาดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ในการทดลอง

3.1.1 โยเกิร์ต 0% Fat free ตรา ดัชชี่
3.1.2 หางนมจากโรงงานเอฟแอนด์เอ็น แดรี่ส์ (ประเทศไทย) จำกัด
3.1.3 conical flask ขนาด 500 มิลลิกรัม (ml)
3.1.4 Thermometer วัดอุณหภูมิ
3.1.5 บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 40,250,500 มิลลิกรัม (ml)
3.1.6 ตู้อบลมร้อน
3.1.7 เครื่องชั่งสาร
3.1.8 เตาไฟฟ้า, หม้อสำหรับต้มน้ำ
3.1.9 ตู้ปลอดเชื้อ
3.1.10 ตะเกียงแอลกอฮอล์
3.1.11 Autopipette
3.1.12 ฟอยด์
3.1.13 parafilm m, แท่งแก้วคนสาร
3.1.14 Ice Pack
3.1.15 กระบะพลาสติก
3.1.16 ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 มิลลิกรัม (ml)
3.1.17 แอลกอฮอล์ 90 %
3.1.18 เครื่องวัด pH meter
3.1.19 เครื่อง Hand refractometer
3.1.20 เครื่อง Autoclaves
3.1.21 เครื่อง Wise cube shaking incubator
3.1.22 เครื่อง Biomecal freezer
3.1.23 ชุดไตรเตรทโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N
3.1.24 ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) ความเข้มข้น 0.1%
3.1.25 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N
3.1.26 น้ำกลั่น
3.1.27 สารละลายกรดซัลฟิวริก

Mahasarakham University

3.1.28 Amyl alcohol
3.1.29 ผ้าขาวบาง
3.1.30 แผ่นอาหารสำเร็จรูป 3M Petrifilm
3.1.31 ถ้วยสแตนเลส
3.1.32 โถดูดความชื้น
3.1.33 ซิลิกาเจล
3.1.34 เจลาติน
3.1.35 น้ำนม จากสหกรณ์โคนมโคกก่อ

3.2 การตรวจคุณภาพทางด้านเคมีของหางนมก่อนทำการทดลอง

3.2.1 การตรวจหาค่าปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat)

ส่งตัวอย่างส่งตรวจ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาจังหวัดขอนแก่น วิธีทดสอบอ้างอิง AOAC (2012), 905.02, 989.05

เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 มิลลิกรัม (ml)
2. บิวไทโรมิเตอร์ (Butyrometer)
3. ปิเปต (Pipette) ปรับปริมาตรขนาด 10.75 มิลลิกรัม (ml)
4. จุกยาง
5. สารละลายกรดซัลฟิวริก
6. Amyl alcohol
7. เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็ว 1,100 รอบ
8. ตัวอย่างหางนม

วิธีการตรวจหาค่าปริมาณไขมันทั้งหมดของหางนม (Total Fat)

1. เตรียมสารละลายซัลฟิวริก 10 มิลลิกรัม (ml) ใส่ลงในบิวไทโรมิเตอร์
2. เติมตัวอย่างหางนม 10.75 มิลลิกรัม (ml) ใส่ลงในบิวไทโรมิเตอร์ที่เตรียมสารละลายซัลฟิวริกในข้อ 1 ไว้
3. จากนั้นเติม Amyl alcohol 1 มิลลิกรัม (ml) แล้วเขย่าให้เกิดการเผาไหม้
4. นำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงใช้เวลาในการปั่น 6 นาที
5. บันทึกผล

3.2.2 การตรวจหาของแข็งทั้งหมด (%Total solid)

เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 มิลลิกรัม (ml)
2. ตู้อบลมร้อน
3. ตัวอย่างหางนม
4. กระป๋อง
5. โถดูดความชื้น

Mahasarakham University

วิธีการตรวจหาของแข็งทั้งหมด (%Total solid)

1. อบถ้วยสแตนเลส ไล่ความชื้นพร้อมปิดฝาแล้วนำเข้าตู้อบไอร้อนอุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

2. ทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที

3. ชั่งตัวอย่างหางนมน้ำหนัก 3 กรัม ใส่ในกระป๋องอบความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้วและชั่งน้ำหนัก ถ้วยสแตนเลส อบความชื้นพร้อมฝา

4. เปิดฝาออกแล้วนำไปอบที่ตู้อบไอร้อนอุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่

5. จากนั้นนำเข้าสมการ การคำนวณ ดังนี้

$$\text{ร้อยละปริมาณของแข็งทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักกระป๋องและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักกระป๋องและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)}} \times 100$$

3.2.3 การตรวจหาค่าความเป็นกรด (%Acidity)

เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 มิลลิกรัม (ml)
2. บีกเกอร์ขนาด 40 มิลลิกรัม (ml)
3. ชุดไตรเตรท
4. ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) ความเข้มข้น 0.1%
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N
6. ตัวอย่างหางนม

วิธีการตรวจหาค่าความเป็นกรด (%Acidity)

1. ใช้ปิเปตขนาด 10 มิลลิกรัม (ml) ดูดตัวอย่างหางนม 9 มิลลิกรัม (ml) ใส่บีกเกอร์ขนาด 40 มิลลิกรัม (ml)

2. หยดฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) จำนวน 3 หยด ลงในบีกเกอร์ที่เตรียมหางนมไว้ในข้อ 1

3. กวนบีกเกอร์ให้เข้ากัน แล้วทำการไทเตรทกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N จนถึงจุดยุติ จะมีสีชมพูอ่อนเกิดขึ้นอย่างถาวร

4. จากนั้นนำเข้าสมการ การคำนวณ ดังนี้

$$\%\text{Acidity} = \frac{\text{มวลสารละลาย}}{\text{ปริมาตรสารละลาย}} \times 100$$

Mahasarakham University

3.2.4 การตรวจค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. เครื่องวัด pH meter ความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2. Buffur Solution pH 4
3. น้ำกลั่น
4. ตัวอย่างหางนม

วิธีการตรวจหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

1. ล้างอิเลคโทรดด้วยน้ำกลั่นและซับด้วยกระดาษทิชชู
2. จุ่มอิเลคโทรดลงในตัวอย่างหางนมที่ต้องการตรวจวัดค่า pH
3. กดปุ่ม Read เพื่ออ่านค่า pH ที่แสดงอยู่บนหน้าจอ
4. เมื่ออ่านผลเสร็จแล้วให้นำอิเลคโทรดออกจากตัวอย่างหางนมแล้วทำการฉีดล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาดและซับด้วยกระดาษทิชชู
5. ให้เก็บอิเลคโทรดไว้ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 4

3.3 วิธีเตรียมตัวอย่างจากหางนม

3.3.1 เตรียมสารละลายเจลาติน คือ เตรียมเจลาติน 0.15 กรัม ละลายในหางนม 80 กรัม ละลายที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นนำไปเทใส่ conical flask และเติมหางนมตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยมี 4 เงื่อนไข 1. หางนม : นม : เจลาติน : เชื้อ 250:150:0.15:200 กรัม 2. หางนม : นม : เชื้อ 250:150:200 กรัม 3. หางนม : เจลาติน : เชื้อ 400:0.15:200 กรัม 4. หางนม : เชื้อ 400:200 กรัม แล้วปิดปาก conical flask ด้วยฟอยด์ จำนวน 4 flask จากนั้นนำ Thermometer และแท่งแก้วคนสารใส่ในแต่ละ conical flask และปิดช่องว่างอีกครั้งด้วยฟอยด์

3.3.2 นำ conical flask ในข้อที่ 3.3.1 ใส่ลงในหม้อ เติมน้ำใส่หม้อ ให้น้ำท่วมหางนมที่อยู่ใน conical flask จากนั้นนำแผ่นฟอยด์มาปิดปากหม้อให้หมด และขึ้นตั้งบนเตาไฟฟ้า ตั้งอุณหภูมิเตาที่ 400 องศาเซลเซียส รอสังเกตที่ Thermometer ให้อุณหภูมิหางนมอยู่ที่ 63 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมิไว้ที่ 63 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที โดยลดอุณหภูมิที่เตาไฟฟ้าเสมอ

3.3.3 เตรียมกระบะพลาสติกเติมน้ำลงไปและใส่ Ice Pack เพื่อให้อุณหภูมิของน้ำลดลง (น้ำเย็น) เมื่อหางนมมีอุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส ครบ 30 นาที ให้นำ conical flask ทั้งหมดมาวนในกระบะน้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของหางนมให้เร็วที่สุดโดยอุณหภูมิหางนมให้เหลือประมาณ 42-45 องศาเซลเซียส

3.3.4 นำ conical flask ในข้อที่ 3.3.3 ไปยังตู้ปลอดเชื้อ เพื่อทำการเติมเชื้อ โดยเริ่มจากจุดตะเกียงแอลกอฮอล์วางไว้ใกล้เครื่องชั่งน้ำหนักมากที่สุด จากนั้นนำ conical flask วางบนเครื่องชั่งน้ำหนัก นำ Thermometer ที่คนสารและฟอยด์ออก เซตน้ำหนักที่เครื่องชั่งให้เท่ากับ 0 และเริ่มเติมเชื้อโดยเราใช้ โยเกิร์ต 0% Fat free ตราดัชชี่ เป็นการต่อเชื้อโยเกิร์ต โดยเติมตามเงื่อนไขที่กำหนด เติมเสร็จปิดด้วยฟอยด์และทำการวน conical flask ให้โยเกิร์ตและหางนมเข้ากันทำแบบนี้ทุก conical flask

Mahasarakham University

3.3.5 นำ conical flask จากข้อที่ 3.4 เข้าไปอบในตู้อบลมร้อน โดยตั้งอุณหภูมิตู้ที่ 42 องศาเซลเซียส โดยจะสุ่มตรวจค่า pH ทุกๆชั่วโมงจนกว่า ค่า pH จะอยู่ระหว่าง 4.5-4.6

3.3.6 เมื่อได้ค่า pH ตามที่กำหนด นำโยเกิร์ตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

3.3.7 ตรวจสอบคุณภาพของโยเกิร์ตโดยตรวจคุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณไขมัน ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณกรด ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าความหวาน การตรวจหาร้อยละการแยกชั้นของเวย์ (%Syneresis) การตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ กลิ่น ความหวาน ความเปรี้ยว ความเนียน ความยอมรับโดยรวมและการตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ การวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด

3.4 การตรวจคุณภาพทางด้านเคมีของโยเกิร์ตจากหางนม

3.4.1 การตรวจหาค่าปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat)

ส่งตัวอย่างตรวจ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาจังหวัดขอนแก่น วิธีทดสอบอ้างอิง AOAC (2012), 905.02, 989.05

เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 มิลลิกรัม (ml)
2. บิวไทโรมิเตอร์ (Butyrometer)
3. ปิเปต (Pipette) ปรับปริมาตรขนาด 10.75 มิลลิกรัม (ml)
4. จุกยาง
5. สารละลายกรดซัลฟิวริก
6. Amyl alcohol
7. เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็ว 1,100 รอบ
8. ตัวอย่างหางนม

วิธีการตรวจหาค่าปริมาณไขมันทั้งหมดของหางนม (Total Fat)

1. เตรียมสารละลายซัลฟิวริก 10 มิลลิกรัม (ml) ใส่ลงในบิวไทโรมิเตอร์
2. เติมตัวอย่างหางนม 10.75 มิลลิกรัม (ml) ใส่ลงในบิวไทโรมิเตอร์ที่เตรียมสารละลายซัลฟิวริกในข้อ 1 ไว้
3. จากนั้นเติม Amyl alcohol 1 มิลลิกรัม (ml) แล้วเขย่าให้เกิดการเผาไหม้
4. นำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงใช้เวลาในการปั่น 6 นาที
5. บันทึกผล

3.4.2 การตรวจหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. เครื่องวัด pH meter ความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2. Buffur Solution pH 4
3. น้ำกลั่น
4. ตัวอย่างโยเกิร์ต

Mahasarakham University

วิธีการตรวจหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

1. ล้างอิเลคโทรดด้วยน้ำกลั่นและซับด้วยกระดาษทิชชู
2. จุ่มอิเลคโทรดลงในตัวอย่างโยเกิร์ตที่ต้องการตรวจวัดค่า pH
3. กดปุ่ม Read เพื่ออ่านค่า pH ที่แสดงอยู่บนหน้าจอ
4. เมื่ออ่านผลเสร็จแล้วให้นำอิเลคโทรดออกจากตัวอย่างโยเกิร์ตแล้วทำการฉีดล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด
5. ให้เก็บอิเลคโทรดไว้ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 4
6. บันทึกผล

3.4.3 การตรวจหาของแข็งทั้งหมดในโยเกิร์ต (%Total solid)

เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 มิลลิกรัม (ml)
2. ตู้อบลมร้อน
3. ตัวอย่างหางนม
4. ถ้วยสแตนเลส
5. โถดูดความชื้น

วิธีการตรวจหาของแข็งทั้งหมด (%Total solid)

1. อบถ้วยสแตนเลส ไล่ความชื้นพร้อมปิดฝาแล้วนำเข้าตู้อบไอร้อนอุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
2. ทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที
3. ชั่งตัวอย่างหางนมน้ำหนัก 3 กรัม ใส่ในกระป๋องอบความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้วและชั่งน้ำหนัก ถ้วยสแตนเลส อบความชื้นพร้อมฝา
4. เปิดฝาออกแล้วนำไปอบที่ตู้อบไอร้อนอุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่
5. จากนั้นนำเข้าสมการ การคำนวณ ดังนี้

$$\text{ร้อยละปริมาณของแข็งทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักกระป๋องและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักกระป๋องและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)}} \times 100$$

Mahasarakham University

3.4.4 การตรวจหาค่าความเป็นกรด (%Acidity)

เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. เครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง
2. บีกเกอร์ขนาด 40 มิลลิกรัม (ml)
3. ชุดไตรเตรท
4. ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) ความเข้มข้น 0.1%
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N
6. ตัวอย่างโยเกิร์ต
7. น้ำกลั่น

วิธีการตรวจหาค่าความเป็นกรด (%Acidity)

1. นำบีกเกอร์ขนาด 40 มิลลิกรัม (ml) วางบนเครื่องชั่งแล้ว Set เครื่องเป็นศูนย์
2. ใส่โยเกิร์ต 9 กรัม แล้วให้ Set เครื่องเป็นศูนย์อีกครั้ง
3. เติมน้ำกลั่น 9 กรัม ในบีกเกอร์ที่เตรียมโยเกิร์ตไว้
4. หยดฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) จำนวน 3 หยด ลงในบีกเกอร์ที่เตรียมโยเกิร์ตไว้
5. วนบีกเกอร์ให้เข้ากัน แล้วทำการไทเตรทกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N จนถึงจุดยุติ จะมีสีชมพูอ่อนเกิดขึ้นอย่างถาวร
6. จากนั้นนำเข้าสมการ การคำนวณ ดังนี้

$$\%\text{Acidity} = \frac{\text{มวลสารละลาย}}{\text{ปริมาตรสารละลาย}} \times 100$$

3.4.5 การตรวจหาค่าความหวาน (%Brix)

เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. เครื่อง Hand refractometer
2. ตัวอย่างโยเกิร์ต

วิธีการตรวจหาค่าความหวาน (%Brix)

1. เปิดฝา Hand refractometer ค้างไว้
2. หยดตัวอย่างโยเกิร์ต 1-2 หยด
3. ปิดฝา Hand refractometer ลงให้สนิท
4. อ่านค่า Scale range (บริเวณสีฟ้าตัดกับสีขาว)
5. บันทึกผล

3.4.6 การตรวจหาร้อยละการแยกชั้นของเวย์ (%Syneresis)

เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. ตัวอย่างโยเกิร์ต

Mahasarakham University

2. ผ้าขาวบาง

3. บีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิกรัม (ml)

วิธีการตรวจหาร้อยละการแยกชั้นของเวย์ (% Syneresis)

1. เตรียมตัวอย่างโยเกิร์ต 100 มิลลิกรัม (ml)

2. นำโยเกิร์ตเทลงผ้าขาวบางที่มีบีกเกอร์ลองผ้าขาวบางอยู่

3. จากนั้นนำเข้าสมการ การคำนวณ ดังนี้

$$\% \text{ Syneresis} = \frac{\text{ปริมาณน้ำเวย์}}{\text{ปริมาณโยเกิร์ต}} \times 100$$

3.5 การตรวจสอบทางจุลชีววิทยา

3.5.1 วิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด

ใช้ 3M Petrifilm ซึ่งเป็นอาหารสำเร็จรูปมาใช้ในการตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์เนื่องจากสามารถตรวจสอบผลได้แม่นยำ รวดเร็วโดยสามารถรู้ผลได้ภายใน 48 ชั่วโมง และเกิดข้อผิดพลาดน้อย

3.6 การตรวจคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตจากหางนม

การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ กลิ่น รสชาติ (ความเปรี้ยว ความหวาน) ลักษณะความเนียน (การชิม การสัมผัสด้วยมือ) และการยอมรับโดยรวม จะใช้การประเมินแบบ 5–point hedonic scale ใช้ผู้ประเมินจำนวน 25 คน โดยเริ่มจากระดับ 1 (ชอบน้อยที่สุด) จนถึงระดับ 5 (ชอบมากที่สุด)

ลักษณะความเนียน (การชิม) ทดสอบได้โดยการชิมโยเกิร์ตและสัมผัสความเนียนด้วยลิ้น (การสัมผัสด้วยมือ) ทดสอบโดยการใช้ช้อนตักเนื้อโยเกิร์ตมาเล็กน้อยแล้วนำมาใส่ที่ปลายนิ้วชี้จากนั้นใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้บี้สัมผัสเนื้อโยเกิร์ตเพื่อสัมผัสความเนียน

กลิ่น ทดสอบได้โดยการใช้จมูกดมโยเกิร์ตแต่ละสูตรเพื่อรับรู้กลิ่นของโยเกิร์ตว่ามากน้อยเพียงใด

รสชาติ (ความหวาน ความเปรี้ยว) ทดสอบโดยการใช้ช้อนตักโยเกิร์ตแล้วทำการชิมเพื่อใช้ลิ้นในการรับรสชาติเปรี้ยวหวานของโยเกิร์ต

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิต

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ตามวิธี Duncan Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 15.0

Mahasarakham University

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การหาสูตรการทำโยเกิร์ตจากหางนม

หมายเหตุ

S คือ skim milk

M คือ milk

Y คือ yoghurt

T1 คือ หางนม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 300:100 กรัม

T2 คือ หางนม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:100 กรัม

T3 คือ หางนม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 300:150 กรัม

T4 คือ หางนม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:150 กรัม

T5 คือ หางนม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 300:200 กรัม

T6 คือ หางนม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:200 กรัม

T7 คือ หางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 300:100:100 กรัม

T8 คือ หางนม : นม :หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 300:100:150 กรัม

T9 คือ หางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 300:100:200 กรัม

T10 คือ หางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:100 กรัม

T11 คือ หางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:150 กรัม

T12 คือ หางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:200 กรัม

T13 คือ หางนม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:0.05:200 กรัม

T14 คือ หางนม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:0.10:200 กรัม

T15 คือ หางนม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:0.15:200 กรัม

T16 คือ หางนม : นม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:0.05:200 กรัม

T17 คือ หางนม : นม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:0.10:200 กรัม

T18 คือ หางนม : นม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:015:200 กรัม

Mahasarakham University

Mahasarakham University

ตาราง 2 แสดงการตรวจคุณภาพทางเคมีของน้ำนม หางนม โยเกิร์ต

Treatment	คุณภาพ																	
	pH			% Acidity			%Brix			%Total Solid			%syneresis			Total Fat		
	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y
T1	6.61	–	4.53	0.14	–	0.69	11.2	–	11.4	11.01	–	11.40	–	–	59.00	–	–	–
T2	6.63	–	4.43	0.14	–	0.41	11.0	–	11.2	11.29	–	11.56	–	–	60.00	–	–	–
T3	6.67	–	4.55	0.15	–	0.86	11.1	–	11.3	11.16	–	11.23	–	–	60.00	–	–	–
T4	6.67	–	4.52	0.15	–	0.73	11.2	–	11.5	11.75	–	17.54	–	–	51.00	–	–	–
T5	6.66	–	4.49	0.15	–	0.90	11.2	–	12.3	11.76	–	18.11	–	–	52.00	–	–	–
T6	6.67	–	4.51	0.15	–	1.01	12.7	–	11.2	11.75	–	14.89	–	–	51.00	–	–	–
T7	6.63	6.65	4.52	0.16	0.16	0.76	11.0	9.8	11.8	11.16	11.51	15.23	–	–	64.00	–	–	–
T8	6.63	6.65	4.56	0.16	0.16	0.78	11.3	9.6	11.9	11.27	12.72	15.54	–	–	57.00	–	–	–
T9	6.63	6.65	4.58	0.16	0.16	0.81	11.4	9.7	11.9	11.22	11.46	15.66	–	–	57.00	–	–	–
T10	6.63	6.65	4.43	0.16	0.16	0.97	11.9	9.2	10.9	10.23	11.39	18.15	–	–	58.00	–	–	–
T11	6.63	6.65	4.53	0.16	0.16	1.02	11.5	9.4	11.8	11.19	11.43	18.34	–	–	52.00	–	–	–
T12	6.63	6.65	4.48	0.16	0.16	1.02	11.0	9.6	12.4	11.55	11.44	18.43	–	–	50.00	–	–	–
T13	6.68	–	4.56	0.17	–	0.94	11.3	–	12.1	11.14	–	18.08	–	–	54.00	–	–	–
T14	6.68	–	4.51	0.17	–	1.00	11.0	–	12.1	11.23	–	17.98	–	–	54.00	–	–	–
T15	6.68	–	4.47	0.17	–	1.02	11.4	–	12.1	11.18	–	17.53	–	–	50.00	–	–	–
T16	6.72	6.63	4.35	0.18	0.18	0.98	11.9	11.3	12.1	11.10	11.45	17.45	–	–	58.00	–	–	–
T17	6.72	6.63	4.37	0.18	0.18	0.95	11.6	11.1	12.0	11.21	11.53	18.05	–	–	57.00	–	–	–
T18	6.72	6.63	4.30	0.18	0.18	1.02	11.8	11.3	12.3	11.23	11.83	18.43	–	–	57.00	–	–	–

ตาราง 3 สรุปผลการตรวจคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตจากสูตรโยเกิร์ตทั้งหมด 18 สูตร ชิมโดยผู้ทำการทดลองเองเพื่อหาโยเกิร์ตที่ดีที่สุด

สูตร	การตรวจคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส				
	ลักษณะความเนียน		กลิ่น	รสชาติ	
	การชิม	การสัมผัสด้วยมือ		ความหวาน	ความเปรี้ยว
T1	เนื้อเนียนพอใช้ได้และเหลวมาก	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมน้อยมาก	หวานน้อย	เปรี้ยวน้อยมาก
T2	เนื้อไม่ค่อยเนียนและเหลวปานกลาง	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อย	หอมน้อย	หวานน้อยมาก	เปรี้ยวน้อยมาก
T3	เนื้อเนียนพอใช้ได้และปานกลาง	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมน้อยมาก	หวานน้อยมาก	เปรี้ยวน้อยมาก
T4	เนื้อเนียนดีและเหลวปานกลาง	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมน้อยมาก	หวานน้อย	เปรี้ยวน้อยมาก
T5	เนื้อเนียนดีแต่เหลวปานกลาง	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อย	หอมน้อย	หวานน้อย	เปรี้ยวน้อยมาก
T6	เนื้อเนียนและเหลวน้อย	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมปานกลาง	หวานน้อยมาก	เปรี้ยวน้อย
T7	เนื้อเนียนกำลังดีแต่เหลวน้อย	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมน้อยมาก	หวานน้อยมาก	เปรี้ยวน้อยมาก
T8	เนื้อไม่เนียนและเหลวมาก	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมน้อยมาก	หวานน้อยมาก	เปรี้ยวน้อยมาก
T9	เนื้อไม่ค่อยเนียนและเหลวมาก	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อย	หอมน้อย	หวานน้อย	เปรี้ยวน้อยมาก
T10	เนื้อเนียนดีแต่เหลวปานกลาง	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมน้อย	หวานน้อย	เปรี้ยวน้อยมาก
T11	เนื้อเนียนดีแต่เหลวมาก	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมน้อย	หวานน้อยมาก	เปรี้ยวปานกลาง
T12	เนื้อเนียนดีและเหลวปานกลาง	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อย	หอมปานกลาง	หวานน้อย	เปรี้ยวปานกลาง
T13	เนื้อเนียนใช้ได้และเหลวปานกลาง	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมน้อย	หวานน้อย	เปรี้ยวปานกลาง

Mahasarakham University

ตาราง 3 สรุปผลการตรวจคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตจากสูตรโยเกิร์ตทั้งหมด 18 สูตร ชิมโดยผู้ทำการทดลองเองเพื่อหาโยเกิร์ตที่ดีที่สุด (ต่อ)

สูตร	การตรวจคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส				
	ลักษณะความเนียน		กลิ่น	รสชาติ	
	การชิม	การสัมผัสด้วยมือ		ความหวาน	ความเปรี้ยว
T14	เนื้อเนียนกว่า T13 และเหลวปานกลาง	หอมน้อย	หอมน้อย	หวานน้อย	เปรี้ยวน้อย
T15	เนื้อเนียนใกล้เคียง T13 มีความข้นกำลังดี	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมน้อยมาก	หวานน้อย	เปรี้ยวน้อย
T16	เนื้อเนียนดีและเหลวปานกลาง	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อย	หอมน้อยมาก	หวานน้อยมาก	เปรี้ยวน้อยมาก
T17	เนื้อค่อนข้างเนียนแต่เหลวปานกลาง	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมน้อยมาก	หวานน้อย	เปรี้ยวน้อย
T18	เนื้อเนียนดีและเหลวน้อย	มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก	หอมปานกลาง	หวานน้อย	เปรี้ยวน้อย

Mahasarakham University

การเลือกตัวอย่างโยเกิร์ตโดยใช้ตาราง 2 แสดงการตรวจคุณภาพทางเคมีของน้ำนม หางนม และโยเกิร์ตประกอบการตัดสินใจ ตาราง 3 ใช้สรุปผลการตรวจคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตจากสูตรโยเกิร์ตทั้งหมด 18 สูตร

คุณภาพของโยเกิร์ตในตาราง 2 ใช้ค่า pH และ %Acidity เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกสูตรที่ดีที่สุดของแต่ละเงื่อนไขและใช้ความเนียนและรสชาติจากคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ในตาราง 3 เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจการทดลองที่ดีสุดของแต่ละเงื่อนไข ซึ่งเงื่อนไขที่เรากำหนดแบ่งการทดลองได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 T1 ถึง T6 คือเงื่อนไขที่ใช้หางนมเพียงอย่างเดียว

กลุ่มที่ 2 T7 ถึง T12 คือเงื่อนไขที่ใช้หางนม และนมเป็นส่วนผสม

กลุ่มที่ 3 T13 ถึง T15 คือเงื่อนไขที่ใช้หางนม และเจลาตินเป็นส่วนผสม

กลุ่มที่ 4 T16 ถึง T18 คือเงื่อนไขที่ใช้หางนม นม และเจลาตินเป็นส่วนผสม

โดยแต่ละกลุ่มเราได้เลือกตัวโยเกิร์ตที่ดีที่สุดออกมากลุ่มละ 1 ตัวอย่างที่ดีที่สุดทำการทดลองซ้ำและทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบจำนวน 25 คน

หลังจากการสุ่มหาเงื่อนไขของสูตรโยเกิร์ตที่แตกต่างกัน 18 สูตร เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกโยเกิร์ตที่ดีที่สุด ซึ่งมีเกณฑ์การตัดสินใจ คือ เนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต กลิ่นหอมของโยเกิร์ต และรสชาติของโยเกิร์ต จึงทำให้ได้สูตรโยเกิร์ตที่เหมาะสม 4 สูตร โดยแต่ละสูตรที่เลือกจะมีอัตราส่วนและส่วนผสมที่แตกต่างกัน สูตรที่เลือกคือ กลุ่มที่1 เลือกสูตร T6, กลุ่มที่2 เลือกสูตร T12, กลุ่มที่3 เลือกสูตร T15 และกลุ่มที่4 เลือกสูตร T18

จากผลการตรวจคุณภาพทางเคมี ของ T6, T12, T15 และ T18 ตาราง 4 จากค่าเฉลี่ยจะเห็นได้ว่า ค่า pH ของโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร โยเกิร์ตสูตร T18 มีค่า pH น้อยที่สุดคือ 4.48 และสูตร T12 มีค่า pH มากที่สุดคือ4.55 และ %Acidity ของโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร โยเกิร์ตสูตร T12 มี %Acidity น้อยที่สุดคือ 1.02 และสูตร T18 มี %Acidity มากที่สุดคือ 1.06 และ %Brix ของโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร โยเกิร์ตสูตร T12 มี %Brix น้อยที่สุดคือ 12.5 และสูตร T18 มี %Brix มากที่สุดคือ 13.5 และ %Total Solid ของโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร โยเกิร์ตสูตร T6 มี %Total Solid น้อยที่สุดคือ 12.55 และสูตร T18 มี %Total Solid มากที่สุดคือ 16.16 และ %Syneresis ของโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร โยเกิร์ตสูตร T18 มี %Syneresis น้อยที่สุดคือ 41.33 และสูตร T6 มี %Syneresis มากที่สุดคือ 49.67 และ Total Fat ของโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร โยเกิร์ตสูตร T15 มี Total Fat น้อยที่สุดคือ 0.94 และสูตร T12 มี Total Fat มากที่สุดคือ 1.88

จะเห็นได้ว่าผลการตรวจคุณภาพทางเคมีทั้ง 4 สูตรต่างกันคงเป็นเพราะระยะเวลาในการบ่ม หัวเชื้อโยเกิร์ตที่เติมในแต่ละสูตรที่ต่างกัน การเพิ่มน้ำนมเป็นส่วนผสมในแต่ละสูตร และการเติมเจลาตินของแต่ละสูตร จึงทำให้ได้ผลการตรวจออกมาที่ต่างกันออกไป

Mahasarakham University

Mahasarakham University

ตาราง 4 แสดงการตรวจคุณภาพทางเคมี ทางจุลินทรีย์ ของ T6 T12 T15 T18

Treatment	ซ้ำ	คุณภาพ																					ปริมาณโยเกิร์ตที่ได้(กรัม)	Yield
		pH			% Acidity			%Brix			%Total Solid			%syneresis			Fat			LAB survival number (cfu/ml.)				
		S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y		
T6	1	6.64	–	4.53	0.16	–	1.09	11.3	–	12.5	11.44	–	12.50	–	–	51.00	2.97	0.51	1.53	–	–	5000	271.59	0.45
	2	6.64	–	4.50	0.17	–	1.05	11.3	–	12.4	11.76	–	12.36	–	–	48.00							282.73	0.47
	3	6.64	–	4.59	0.16	–	1.02	11.2	–	12.8	11.59	–	12.80	–	–	50.00							285.53	0.48
	เฉลี่ย	6.64	–	4.54	0.16	–	1.05	11.3	–	12.6	11.60	–	12.55	–	–	49.67	2.97	0.51	1.53	–	–	5000	279.95	0.47
T12	1	6.63	6.73	4.56	0.16	0.17	1.00	11.1	9.4	12.2	10.98	11.91	15.10	–	–	44.00	2.97	0.51	1.88	–	–	0	299.12	0.50
	2	6.64	6.73	4.60	0.16	0.17	1.02	12.0	9.3	12.8	11.17	11.88	16.90	–	–	47.00							321.96	0.54
	3	6.63	6.73	4.50	0.16	0.16	1.03	11.3	9.2	12.4	10.98	11.86	15.62	–	–	48.00							285.72	0.48
	เฉลี่ย	6.6333	6.73	4.55	0.16	0.17	1.02	11.5	9.3	12.5	11.04	11.88	15.87	–	–	46.33	2.97	0.51	1.88	–	–	0	302.27	0.51
T15	1	6.61	–	4.54	0.17	–	1.01	12.7	–	11.7	11.97	–	15.62	–	–	41.00	2.97	0.51	0.94	–	–	0	286.01	0.48
	2	6.61	–	4.50	0.16	–	1.04	13.1	–	12.0	12.38	–	16.00	–	–	41.00							275.75	0.46
	3	6.63	–	4.53	0.16	–	1.06	13.7	–	11.6	12.84	–	15.86	–	–	42.00							258.25	0.43
	เฉลี่ย	6.6167	–	4.52	0.16	–	1.04	13.2	–	11.8	12.40	–	15.83	–	–	41.33	2.97	0.51	0.94	–	–	0	273.34	0.46
T18	1	6.63	6.67	4.48	0.16	0.17	1.02	11.6	9.2	13.8	11.88	12.85	16.03	–	–	44.00	2.97	0.51	1.74	–	–	0	242.64	0.44
	2	6.63	6.66	4.50	0.16	0.17	1.07	11.8	9.1	13.5	11.99	12.16	16.50	–	–	43.00							280.27	0.47
	3	6.63	6.67	4.46	0.16	0.17	1.09	11.7	9.5	13.1	10.98	12.55	15.96	–	–	47.00							266.53	0.44
	เฉลี่ย	6.63	6.67	4.48	0.16	0.17	1.06	11.7	9.3	13.5	11.62	12.52	16.16	–	–	44.67	2.97	0.51	1.74	–	–	0	263.15	0.45
โยเกิร์ตตามท้องตลาด	1	–	–	4.44	–	–	1.06	–	–	18.0	–	–	20.45	–	–	–	–	–	0.75	–	–	–	–	–
	2	–	–	4.46	–	–	1.07	–	–	18.4	–	–	21.38	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–
	3	–	–	4.56	–	–	1.05	–	–	17.9	–	–	21.86	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–
	เฉลี่ย	–	–	4.49	–	–	1.06	–	–	18.1	–	–	21.23	–	–	–	–	–	0.75	–	–	–	–	–

หมายเหตุ

T6 คือ ทางนม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:200 กรัม

T2 คือ ทางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:200 กรัม

T12 คือ ทางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:200 กรัม

T18 คือ ทางนม : นม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:015:200 กรัม

S คือ skim milk

M คือ milk

Y คือ yoghurt

4.2 ผลของการเติมหางนมทดแทนน้ำนมทั้งหมด (กลุ่มที่ 1)

โยเกิร์ตที่ดีที่สุดคือ T6 ผลของการเติมหางนม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:200 กรัม ซึ่งได้ค่าการตรวจคุณภาพทางเคมีจากตาราง 1 คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สุดท้ายของการบ่มอยู่ที่ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 4.51 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่น้อยที่สุดในเซตที่ 1 และได้ค่า %Acidity อยู่ที่ 1.01 ซึ่งมีค่ามากที่สุดในเซตที่ 1 เราเลือกโยเกิร์ตสูตรนี้เพราะหวังว่าโยเกิร์ตจะมีรสชาติเปรี้ยวมากที่สุดจากในเซตที่ 1

ผลการตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ต โยเกิร์ตที่ได้ความเนียนพอใช้ได้ เนื้อโยเกิร์ตไม่ค่อยข้นมาก มีเม็ดโยเกิร์ตน้อยมาก หวานน้อยมาก ได้รสชาติโยเกิร์ตเปรี้ยวน้อย มีกลิ่นโยเกิร์ตหอมปานกลาง

4.3 ผลของการเติมหางนม และนมเป็นส่วนผสม (กลุ่มที่ 2)

โยเกิร์ตที่ดีที่สุด คือ T12 ผลของการเติมหางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:200 กรัม ซึ่งได้ค่าการตรวจคุณภาพทางเคมีจากตาราง 2 คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สุดท้ายของการบ่มอยู่ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 4.48 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่น้อยรองมาจากสูตร T10 แต่มีค่า %Acidity มากที่สุดคือ 1.02 ซึ่งเท่ากับสูตร T11 เราจึงเลือกโยเกิร์ตสูตร T12 เพื่อหวังว่าจะได้ความเปรี้ยวที่มากขึ้น

ผลการตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ต โยเกิร์ตที่ได้ เนื้อโยเกิร์ตข้นกำลังดี เนื้อเนียนดีแต่จะมีเม็ดโยเกิร์ตน้อย รสชาติ หวานน้อย เปรี้ยวปานกลาง กลิ่นหอมปานกลางค่อนข้างชัดเจนคล้ายโยเกิร์ตตามท้อง

4.4 ผลของการเติมหางนม และเจลาตินเป็นส่วนผสม (กลุ่มที่ 3)

โยเกิร์ตที่ดีที่สุด คือ T15 ผลของการเติมหางนม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:0.15:200 กรัม ซึ่งได้ค่าการตรวจคุณภาพทางเคมีจากตาราง 2 คือค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สุดท้ายของการบ่มอยู่ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 4.47 และมีค่า %Acidity มากที่สุดคือ 1.02 เราจึงเลือกโยเกิร์ตสูตร T15 เพื่อหวังว่าจะได้ความเปรี้ยวของโยเกิร์ตที่มากขึ้น

การตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ต โยเกิร์ตที่ได้ เนื้อเนียนพอใช้ได้และมีความข้นมีเม็ดน้อยมาก รสชาติหวานน้อย มีรสเปรี้ยวน้อย และกลิ่นหอมน้อย

4.5 ผลของการเติมหางนม นม และเจลาตินเป็นส่วนผสม (กลุ่มที่ 4)

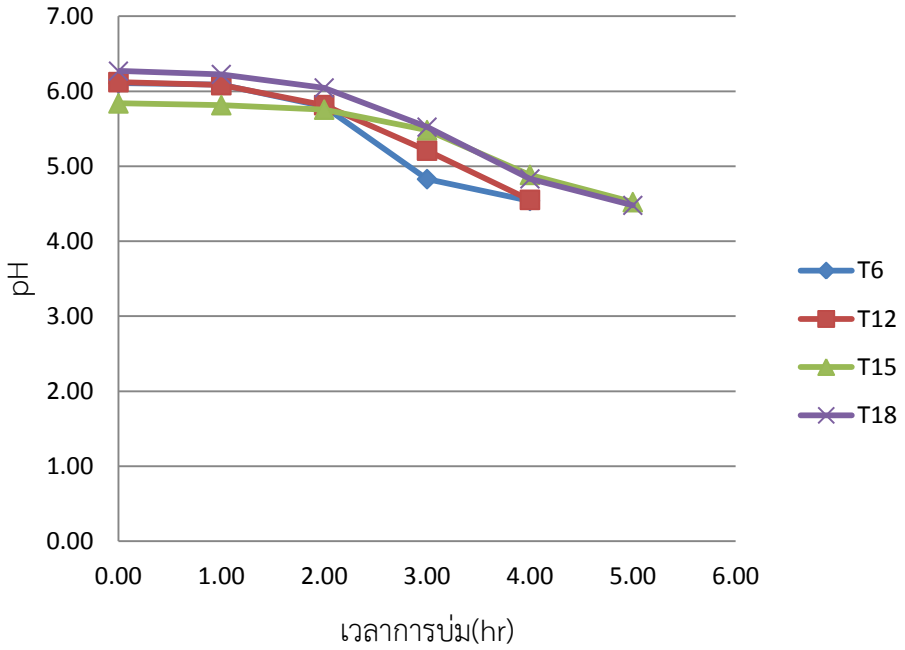
โยเกิร์ตที่ดีที่สุด คือ T18 ผลของการเติมหางนม : นม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:015:200 กรัม ซึ่งได้ค่าการตรวจคุณภาพทางเคมีจากตาราง 2 คือค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สุดท้ายของการบ่มอยู่ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 4.30 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่น้อยที่สุดในเซต และมี %Acidity อยู่ที่ 1.02 ซึ่งมีค่ามากที่สุดในเซต เราจึงเลือกโยเกิร์ตสูตรนี้เพราะ

Mahasarakham University

หวังว่าจะได้ความเปรี้ยวที่มากขึ้น

การตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ต โยเกิร์ตที่ได้ เนื้อโยเกิร์ตเหลวพอเหมาะ เนื้อเนียนแต่มีเม็ดน้อย รสชาติมีรสหวานน้อย และมีรสเปรี้ยวน้อย มีกลิ่นหอมปานกลาง

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) กับระยะเวลาในการบ่ม

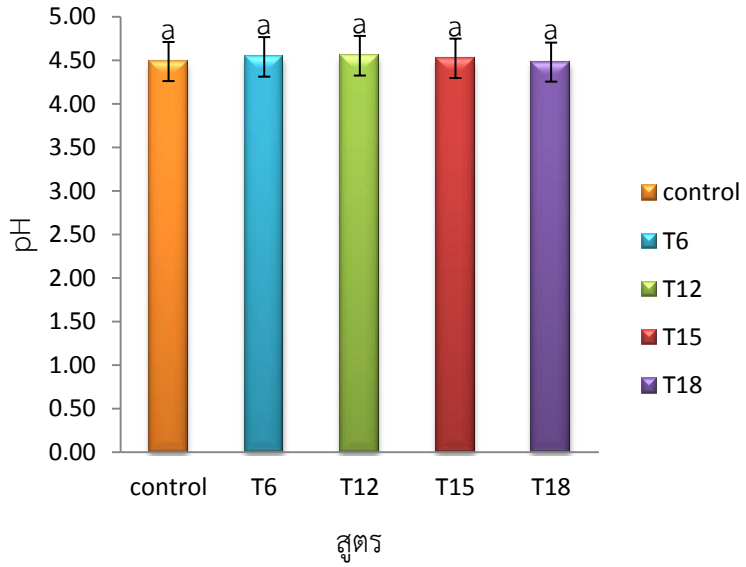


ภาพประกอบ 1 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) กับระยะเวลาในการบ่ม

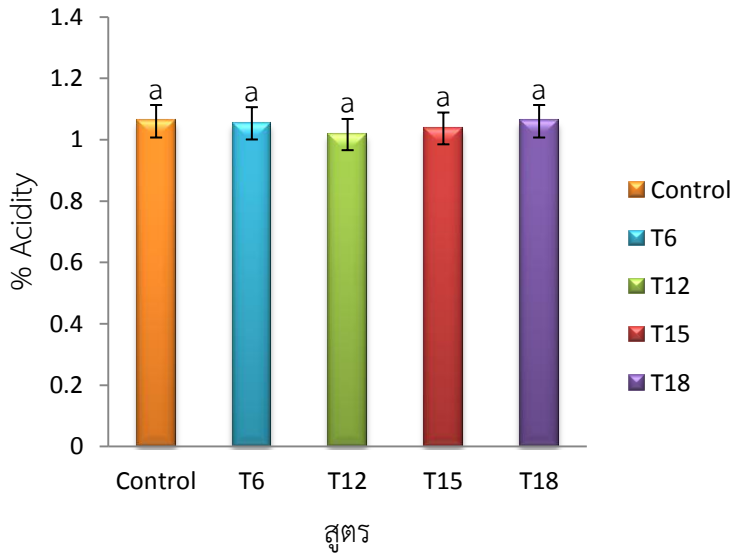
จากภาพประกอบ 1 แสดงให้เห็นว่า T6 และ T12 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากในช่วงระยะเวลาการบ่ม 1 ชั่วโมง และเมื่อบ่มได้ 2 ชั่วโมงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้น คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 2 จนถึงชั่วโมงที่ 4 แต่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของ T15 และ T18 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ ชั่วโมงที่ 1 จนถึง ชั่วโมงที่ 5 ทั้งนี้สันนิษฐานว่า คงเกิดจากการเติมเจลาตินลงไปในสูตร T15 และ T18 เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มนั้นไม่เหมาะสมกับโยเกิร์ตที่เติมเจลาตินจึงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงช้า

Mahasarakham University

4.7 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ความเป็นกรด (%Acidity)



ภาพประกอบ 2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในการบ่มชั่วโมงสุดท้าย 3 ซ้ำ ของทั้ง 4 สูตร คือ T6, T12,T15 และ T18 เมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตตามท้องตลาด



ภาพประกอบ วโมง

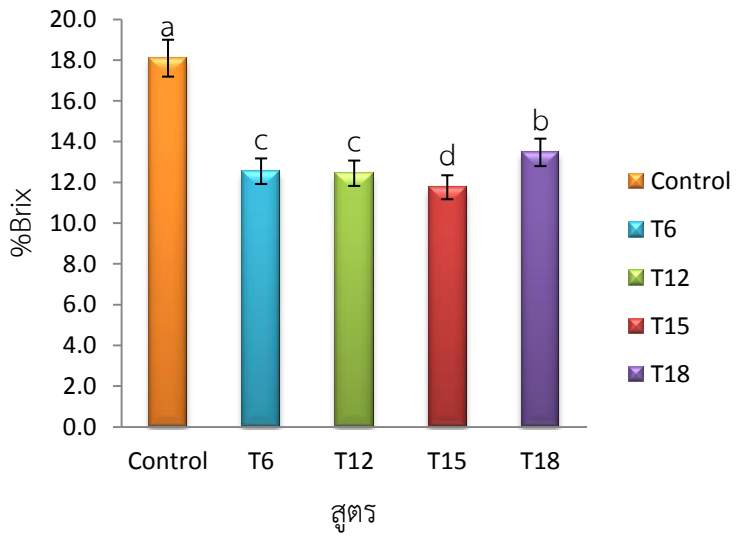
เมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตตามท้องตลาด

จากภาพประกอบ 2 และ 3 สรุปได้ว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ความเป็นกรด (%Acidity) มีความเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กันซึ่งเห็นได้จาก ตัวโยเกิร์ตมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มาก จะทำให้มีความเป็นกรด (%Acidity) สูง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ความเป็นกรด (%Acidity) ของโยเกิร์ตแต่ละสูตรจะได้ค่าดังนี้ สูตร T6 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) =4.54,

Mahasarakham University

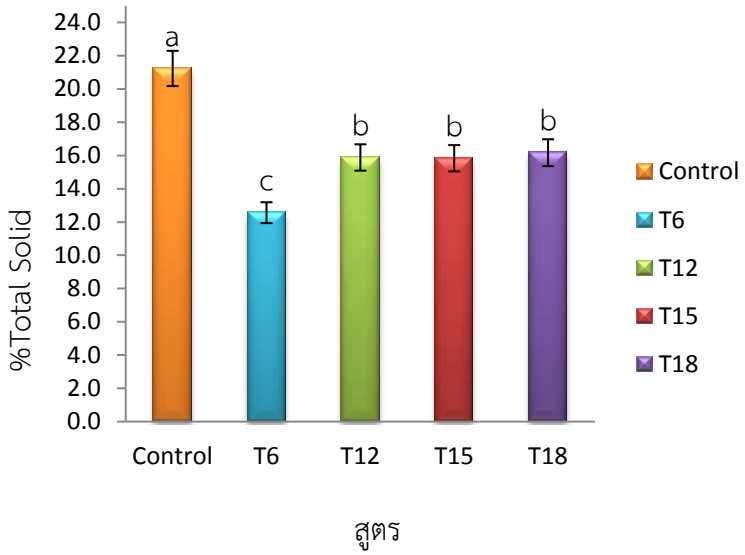
ความเป็นกรด (%Acidity) =1.06 สูตร T12 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)=4.55, %Acidity=1.02 สูตร T15 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) =4.52, ความเป็นกรด (%Acidity) =1.04 และสูตร T18 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) =4.48, ความเป็นกรด (%Acidity) =1.06 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตตามท้องตลาด เห็นได้ว่าโยเกิร์ตตามท้องตลาดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) =4.49, ความเป็นกรด (%Acidity) =1.06 สรุปได้ว่าผลของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ความเป็นกรด (%Acidity) มีความเปลี่ยนแปลงที่ความสัมพันธ์กันจริง

4.8 ความหวาน (%Brix) และปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total solid)



ภาพประกอบ 4 ผลความหวาน (%Brix) ของทั้ง 4 สูตรคือ T6, T12, T15 และ T18 เมื่อเทียบกับตัวโยเกิร์ตตามท้องตลาด

Mahasarakham University

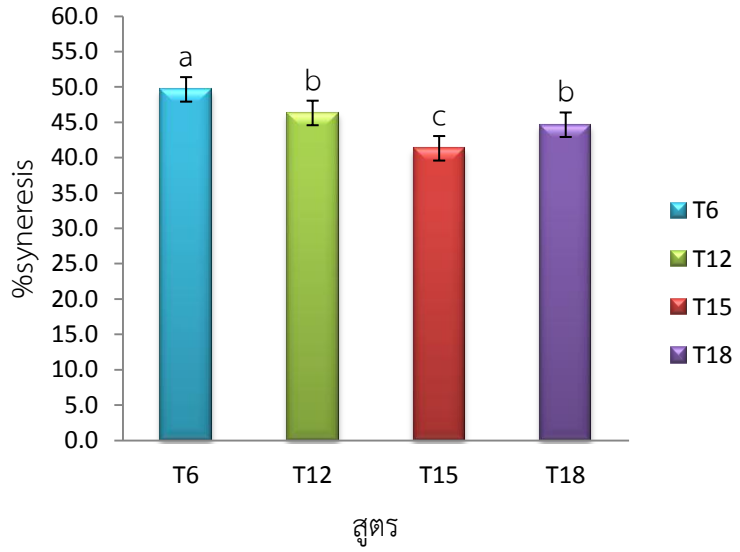


ภาพประกอบ 5 ผลปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total solid) ที่แตกต่างกันของทั้ง 4 สูตร คือ T6, T12, T15 และ T18 เมื่อเทียบกับโยเกิร์ตตามท้องตลาด

จากภาพประกอบ 4 และ 5 เห็นได้ว่า ความหวาน (%Brix) และ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total solid) ของโยเกิร์ตแต่ละสูตรมีความสัมพันธ์กัน เพราะเมื่อโยเกิร์ตมีความหวาน (%Brix) มาก ก็ทำให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total solid) มากตามไปด้วย แต่เมื่อดูจากภาพประกอบ 5 ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total solid) ของโยเกิร์ตสูตร T6 มีค่าน้อยกว่าตัวอื่น เป็นเพราะโยเกิร์ตสูตร T6 ใช้แค่หางนมในการทำโยเกิร์ตเพียงอย่างเดียว ซึ่งในหางนมนั้นมีน้ำเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ และมีปริมาณของแข็งทั้งหมดน้อยมากและเมื่อนำโยเกิร์ตสูตร T6 ไปหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total solid) จึงทำให้ได้ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total solid) น้อย และเมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total solid) ของโยเกิร์ตของสูตร T12, T15 และ T18 เห็นได้ว่าค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total solid) ใกล้เคียงกัน มากกว่า สูตร T6 คงเป็นเพราะโยเกิร์ตทั้ง 3 สูตรนี้มีนม และเจลาตินเป็นส่วนประกอบ เนื่องจากในน้ำนมนั้น มีปริมาณของแข็งทั้งหมดมากกว่าหางนม และเมื่อเติมเจลาตินเข้าไปก็ยิ่งเพิ่มปริมาณของแข็งในโยเกิร์ตให้เพิ่มมากขึ้นไปด้วย และเมื่อนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับโยเกิร์ตตามท้องตลาดสรุปได้ว่าผลของ ความหวาน (%Brix) และ ปริมาณของแข็งทั้งหมด (%Total solid) ที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กันจริง

Mahasarakham University

4.9 การแยกชั้นของน้ำเวย์ (%Syneresis)

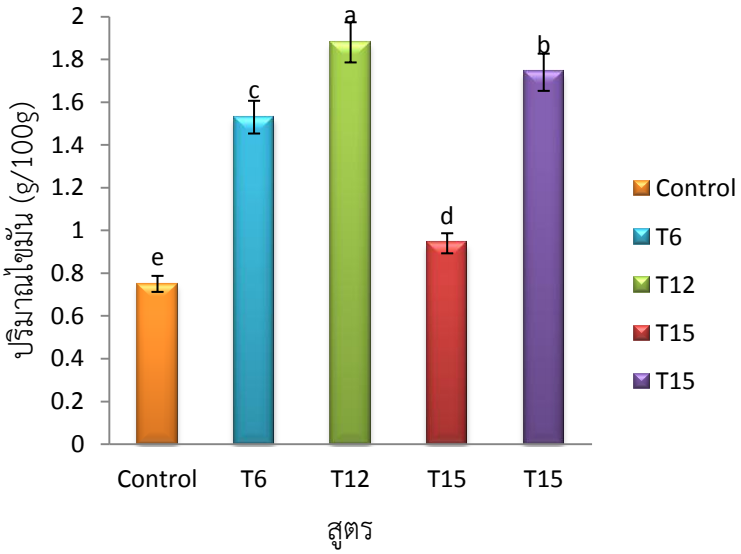


ภาพประกอบ 6 ผลการแยกชั้นของน้ำเวย์ (%Syneresis) ของทั้ง 4 สูตร คือ T6, T12, T15 และ T18

จากภาพประกอบ 6 จะเห็นว่าการแยกชั้นของน้ำเวย์ (%Syneresis) ของสูตร T6 มีมากที่สุด คงเป็นเพราะสูตรนี้มีเพียงหางนมและหัวเชื้อโยเกิร์ตเท่านั้นจึงทำให้เกิดเคิร์ดน้อยและทำให้มีน้ำเวย์เยอะกว่าตัวอื่น รองลงมาคือ สูตร T12 และ T15 ที่มีการแยกชั้นของน้ำเวย์ (%Syneresis) เท่ากัน คือ 50 มิลลิลิตร และ T18 มีการแยกชั้นของน้ำเวย์ (%Syneresis) น้อยที่สุด คงเป็นเพราะสูตรนี้มีการเติมน้ำนม และเจลาติน จึงทำให้เกิดเคิร์ดมากและเจลาตินคงจะอุ้มน้ำไว้มากจึงทำให้เหลือน้ำเวย์น้อยกว่าสูตรอื่น

Mahasarakham University

4.10 ปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat)



ภาพประกอบ 7 ปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat) ของทั้ง 4 สูตร คือ T6, T12, T15 และ T18

จากภาพประกอบ 7 จะเห็นได้ว่าปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat) ในโยเกิร์ตของสูตร T15 น้อยที่สุดใน 4 สูตร ซึ่งสูตรนี้เราใช้หางนมและเจลาตินเป็นส่วนประกอบจึงทำให้มีปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat) น้อย ซึ่งเป็นที่รู้กันดีว่าในหางนมมีน้ำมากและยิ่งเติมเจลาตินลงไปก็ยิ่งทำให้เกิดเคิร์ดที่มากขึ้นและคงส่งผลให้ปริมาณไขมันทั้งหมดน้อยลงรองลงมาคือ T6 ซึ่งคงเป็นเพราะสูตรนี้เราใช้หางนมในการผลิตโยเกิร์ตเพียงอย่างเดียวจึงทำให้มีปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat) ที่น้อยไปด้วย ต่อมาคือสูตร T18 สูตรนี้เราใช้หางนม นม เจลาติน เป็นส่วนประกอบ ซึ่งส่วนนี้มีนมในสูตรโยเกิร์ตด้วยจึงทำให้มีปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat) สูงกว่า T6 และ T15 แต่สูตรนี้มีปริมาณไขมันทั้งหมดน้อยกว่าสูตร T12 ซึ่งสูตรนี้ เราให้หางนมและนมในการทำโยเกิร์ตจึงทำให้มีปริมาณไขมันทั้งหมด (Total Fat) มากกว่าสูตรอื่นๆ

4.11 การทดสอบคุณภาพโยเกิร์ตด้านประสาทสัมผัส

เราได้นำการทดลองโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร มาทำการทดลองซ้ำอีก และประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบจำนวน 25 คน โดยทดสอบการรับรู้ด้านลักษณะความเนียน (การชิมและการสัมผัสด้วยมือ) กลิ่น รสชาติ (รสหวานและรสเปรี้ยว) และการยอมรับโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน (1 = น้อยที่สุด, 2 = น้อย, 3 = ปานกลาง, 4 = มาก, 5 = มากที่สุด) ซึ่งได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

Mahasarakham University

ตาราง 5 แสดงคะแนนการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสด้านลักษณะความเนียน (การชิมและการสัมผัสด้วยมือ) กลิ่น รสชาติ (รสหวานและรสเปรี้ยว) และการยอมรับ โดยรวมต่อผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

สูตร	การทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะความเนียน		กลิ่น	รสชาติ		การยอมรับโดยรวม
	การชิม	การสัมผัสด้วยมือ		ความหวาน	ความเปรี้ยว	
T6	2.60±1.00^{c}	2.56±0.96^{c}	3.50±1.05^{b}	1.96±0.84^{c}	3.04±1.17^{b}	2.64±0.70^{cd}
T12	3.08±0.70^{b}	3.16±0.75^{b}	3.64±0.99^{b}	2.20±0.76^{bc}	2.80±0.96^{bc}	2.88±0.78^{c}
T15	2.84±0.99^{bc}	2.64±0.95^{c}	3.44±1.00^{b}	1.88±0.66^{c}	2.36±0.95^{c}	2.36±0.76^{d}
T18	3.16±0.69^{b}	3.04±0.73^{b}	4.16±0.85^{a}	2.44±0.96^{b}	3.20±0.91^{b}	3.64±0.49^{b}
Dy	4.80±0.41^{a}	4.80±0.41^{a}	4.24±0.92^{a}	4.08±0.91^{a}	4.20±0.96^{a}	4.68±0.69^{a}

หมายเหตุ

ตัวอักษรยกพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

T6 คือ หางนม:หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:200 กรัม

T12 คือ หางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:200 กรัม

T15 คือ หางนม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:200:0.15 กรัม

T18 คือ หางนม : นม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:015:200 กรัม

Dy คือ โยเกิร์ตที่ขายตามท้องตลาดรสธรรมชาติ ตราดัชชี่ 0% Fat Free

แสดงให้เห็นว่า จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า 4 สูตร นั้นมีผลต่อประสาทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญอย่างทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตาราง 5 จะแสดงให้เห็นความแตกต่าง ของการทดลองแต่ละสูตร โดยทำการเปรียบเทียบตามแนวตั้งได้ผลดังนี้ ลักษณะความเนียน (การชิม) เมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตตามท้องตลาดจะเห็นได้ว่า T18 ได้รับการยอมรับมากที่สุดรองลงมาจากโยเกิร์ตตามท้องตลาด รองลงมาคือ T15 และ T12 ได้รับการยอมรับไม่ค่อยแตกต่างกัน และ T15 กับ T6 ก็ได้รับการยอมรับไม่แตกต่างกัน ซึ่งสรุปการชิมได้ว่า T18 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ส่วน T6 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุด

ลักษณะความเนียน (การสัมผัสด้วยมือ) สรุปได้คือ T18 และ T12 ได้รับการยอมรับด้านความเนียนไม่แตกต่างกัน และรองลงมา คือ T15 และ T6 จึงสรุปได้ว่าลักษณะความเนียนโดยการสัมผัสด้วยมือ T18 และ T12 ดีที่สุด

Mahasarakham University

การตรวจคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่น สรุปผลได้ว่า การทดลองสูตร T18 ได้รับการยอมรับด้านกลิ่นหอมมากที่สุดจากทั้ง 4 สูตร เมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตตามท้องตลาด รองลงมาคือ T15, T12 และ T6 ซึ่งมีการยอมรับด้านกลิ่นหอมใกล้เคียงกัน

การตรวจทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ (ความหวาน) สรุปได้ว่า การทดลองโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตรนั้นมีความหวานน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด แต่ถ้าเปรียบเทียบกับการทดลองทั้ง 4 สูตรนั้น สูตร T18 และ T12 มีความหวานใกล้เคียงกัน และ T15, T12 และ T6 มีความหวานไม่แตกต่างกัน

การตรวจทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ (ความเปรี้ยว) สรุปได้ว่า ความเปรี้ยวของการทดลองโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร มีความเปรี้ยวน้อยกว่า โยเกิร์ตตามท้องตลาด โดย T18, T12 และ T6 มีความเปรี้ยวใกล้เคียงกัน และ T15 และ T12 มีความเปรี้ยวไม่แตกต่างกัน

สรุปการยอมรับโดยรวมของการทองลองโยเกิร์ตของทั้ง 4 สูตรเมื่อเทียบกับโยเกิร์ตตามท้องตลาด คือ โยเกิร์ตสูตร T18 ได้รับการยอมรับมากที่สุด รองลงมาคือ T15 และ T6 มีการยอมรับโดยรวมใกล้เคียงกัน และ T12 กับ T6 มีการยอมยอมรับโดยรวมใกล้เคียงกันเช่นกัน

4.12 ผลการใช้เครื่องอัลตร้าโซนิค

จากการทดลองใช้เครื่องอัลตร้าโซนิคในการทำให้ไขมันของน้ำนมและหางนมมีขนาดอนุภาคเล็กลง พบว่า โยเกิร์ตที่ได้นั้นไม่เกิดเคิร์ด คงเป็นเพราะคลื่นที่ถูกปล่อยมาจากเครื่องอัลตร้าโซนิกไปทำลายโครงสร้างของเคซีนในน้ำนม

Mahasarakham University

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองโยเกิร์ตทั้ง 4 สูตร พบว่าโยเกิร์ตสูตร T18 คือ โยเกิร์ตที่ทำมาจากหางนม : นม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:0.15:200 กรัม บ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ได้รับการยอมรับมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับโยเกิร์ตสูตร T6 , T12 และ T15 ซึ่งการตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ต โยเกิร์ตที่ได้ เนื้อโยเกิร์ตเนียนดีและเหลวน้อยมาก มีเม็ดเกิดขึ้นน้อยมาก คงเป็นเพราะเจลาตินที่เราเติม โยเกิร์ตมีความข้นมากกว่าโยเกิร์ตตามท้องตลาด รสชาติหวานน้อยและรสเปรี้ยวน้อย มีกลิ่นของโยเกิร์ตหอมปานกลาง แต่กลิ่นไม่ชัดเจนเท่าโยเกิร์ตตามท้องตลาด

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองใช้เครื่องอัลตร้าโซนิคควบคู่ไปกับการทดลองทำโยเกิร์ตอาจจะไม่เหมาะสม เพราะทำให้โยเกิร์ตไม่เกิดเคิร์ด คงเป็นเพราะคลื่นที่ถูกปล่อยมาจากอัลตร้าโซนิคไปทำลายโครงสร้างของเคซีนในหางนมและนมที่เราใช้ แต่เครื่องอัลตร้าโซนิคอาจเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ

การทำเนื้อโยเกิร์ตให้มีความเนียนควรจะใช้เครื่องโฮโมจิไนส์แบบอนาล็อคแทนการกวนด้วยมือ เพราะเป็นเครื่องมือทางกล อาจจะมีผลทำให้เนื้อโยเกิร์ตนั้นมีความเนียมมากขึ้น

รสชาติอาจจะมีการเติมองค์ประกอบที่ให้กลิ่นรสและสีเพื่อเพิ่มความนิยมให้แก่ผู้บริโภคขึ้นอยู่กับชนิดของโยเกิร์ตที่ต้องการ สารที่ใช้เติมเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว ในอุตสาหกรรมการผลิต โยเกิร์ต ได้แก่ ผลไม้ สารให้กลิ่น สีและสารประกอบอื่น ๆ เช่น น้ำผึ้ง ถั่วต่าง ๆ หรือ สารเติมแต่งสารเพิ่มเนื้อ เช่น แป้ง หรืออื่นๆ

Mahasarakham University

บรรณานุกรม

Mahasarakham University

บรรณานุกรม

คัดนางค์ ทองสุก. 2542. *การผลิตโยเกิร์ต.* วารสารเทคโนโลยีการอาหาร. 29(4): 296-298.

จารุวรรณ ศิริพรรณพร. 2543. *โยเกิร์ตอาหารเพื่อสุขภาพ.* วารสารเทคโนโลยีการอาหาร. 30(40): 292-291.

ปิยนุสร์ น้อยด้วง. และปัทมา จันทร์คล้าย. *การผลิตโยเกิร์ตกล้วยหอม*. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2547-พฤษภาคม 2548.

ปริญญพันธุ์ เพชรจรัส และคณะ. 2553. *การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำธัญพืชกับน้ำนมวัว*. ว. วิทย์. กษ. 41(3/1)(พิเศษ): 585-588.

ปรียา วิบุลย์เศรษฐ์. 2524. *หลักการแปรรูปนม*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 119 น.

พวงทอง ไกรพิบูลย์. *“หางนม (Whey) หรือเซรุ่มนม (Milk serum)”*. หาหมอ.com; สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2557; ได้จาก: http://haamor.com/th

วันเพ็ญ จิตรเจริญ. 2542. *หลักการวิเคราะห์และคำนวณผลิตภัณฑ์นม*. 2. เอสเซนเตอร์ และลำปางการพิมพ์. ลำปาง. 149 น.

วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงสวัสดิ์มานิต. 2532. *เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม*. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 209 น.

วิกิพิเดีย สารานุกรมเสรี. *“หางนม”*. สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2557; ได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%99%E0%B8

วิกิพิเดีย สารานุกรมเสรี. *“โยเกิร์ต”*. สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2557; ได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1077/yogurt

นฤศันส์ วาสิกดิลก. 2540. *การสารวจพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อโยเกิร์ต*. ปัญหาพิเศษปริญญา โท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 222 น.

สุภาพ นนทะสันต์. 2556. *การประยุกต์ใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดกระเจี๊ยบแดงในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต.* วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฉบับพิเศษ ประชุมวิชาการ “มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่9”: 627-636.

ศุภลักษณ์ สารพันธ์ และ สุมาพร เพาะผล. 2557. *ศึกษาปริมาณสะละที่เหมาะสมในการผลิตโยเกิร์ต*. สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกวิทยาเขตจันทบุรี.

อุษามาส จริยวรานุกุล. 2552. *ผลของสารให้ความหวานต่อคุณภาพของโยเกิร์ต.* วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ปีที่ 29 ฉบับที่ 4.

อมรรัตน์ มุขประเสริฐ. 2545. *การทำน้ำฝรั่งให้ใสด้วยวิธีทางเคมีและชีวเคมี*. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระจอมเหนือ ปีที่ 12 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2545.

Abdel ESM, Young JC, Rabalski I. *Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains*. J Agric Food Chem 2006;54:4696-4704.

Mahasarakham University

บรรณานุกรม (ต่อ)

A. Kucukcetin.T2007. *Department of Food Engineering*, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, 07059 Antalya, Turkey Received 6 July 2007; accepted 4 November 2007.

Chen MH, Bergman C. *A rapid procedure for analysis rice bran tocopherol, tocotrienol, and gamma oryzanol*. Food Composition and Analysis 2005;18:319-331

Guelph University. 2000. *Yogurt*. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2557; ได้จาก: http//www. Guelph University.com

Nonasan,S.,Moongngarm,A.,Deeseenthum,S.,T.2012. *Application of functional colorant prepared from black rice bran in yogurt*.APCBEE Procedia 2:62-67.

.

Mahasarakham University

ภาคผนวก

Mahasarakham University

ภาคผนวก ก
ตารางผลการทดลอง

Mahasarakham University

คำอธิบาย

trt 1 คือ หางนม:หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:200 กรัม

trt 2 คือ หางนม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:200:0.15 กรัม

trt 3 คือ หางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:200 กรัม

trt 4 คือ หางนม : นม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:015:200 กรัม

trt 5 คือ โยเกิร์ตที่ขายตามท้องตลาดรสธรรมชาติ ตราดัชชี่ 0% Fat Free

ตาราง 6 วิเคราะห์ anova ของความเป็นกรด-ด่าง (%Acidity)

trt	N	Subset for alpha = 0.05
		1
2.00	3	1.0167
3.00	3	1.0367
1.00	3	1.0533
4.00	3	1.0600
5.00	3	1.0600
Sig.		.095

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตาราง 7 วิเคราะห์ anova ของความหวาน (%Brix) ของการทดลอง 3 ซ้ำ

trt	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
3.00	3	11.7667			
2.00	3		12.4667		
1.00	3		12.5667		
4.00	3			13.4667	
5.00	3				18.1000
Sig.		1.000	.664	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Mahasarakham University

ตาราง 8 วิเคราะห์ anova ของปริมาณของแข็งทั้งหมด (% Total Solid) ของการทดลอง 3 ซ้ำ

trt	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1.00	3	12.5533		
3.00	3		15.8267	
2.00	3		15.8733	
4.00	3		16.1633	
5.00	3			21.2300
Sig.		1.000	.495	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตาราง 9 วิเคราะห์ anova ของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของการทดลอง 3 ซ้ำ

trt	N	Subset for alpha = 0.05
		1
4.00	3	4.4800
5.00	3	4.4867
3.00	3	4.5233
1.00	3	4.5400
2.00	3	4.5533
Sig.		.089

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Mahasarakham University

ตาราง 10 วิเคราะห์ anova ของการแยกชั้นน้ำเวย์ (%Syneresis) ของการทดลอง 3 ซ้ำ

trt	N	Subset			
		1	2	3	4
5.00	3	.0000			
3.00	3		41.3333		
4.00	3			44.6667	
2.00	3			46.3333	
1.00	3				49.6667
Sig.		1.000	1.000	.205	1.000

ตาราง 11 แสดงผลการวิเคราะห์ การทดลอง 3 ซ้ำ

สูตร	pH	% Acidity	%Brix	%Total Solid	%syneresis	% Fat
T6	4.54±0.05	1.05±0.04	12.6±0.23	12.55±0.22	49.67±1.53	1.53
T12	4.55±0.05	1.02±0.02	12.5±0.31	15.87±0.93	46.33±2.08	1.88
T15	4.52±0.02	1.04±0.03	11.8±0.21	15.83±0.19	41.33±0.58	0.94
T18	4.48±0.02	1.06±0.04	13.5±0.37	16.16±0.29	44.67±2.08	1.74
Control	4.49±0.06	1.06±0.01	18.1±0.27	21.23±0.72	-	0.75

Mahasarakham University

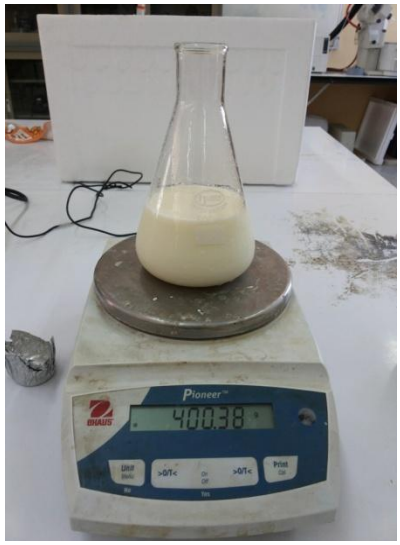
ภาคผนวก ข
ภาพประกอบขั้นตอนการปฏิบัติงาน

Mahasarakham University

รูปขั้นตอนการเตรียมหางนม เจลาติน และการต้มหางนม

ภาพประกอบ 8 การชั่งเจลาติน 0.15 กรัม

ภาพประกอบ 9 เตรียมขวดErlenmeyer flask เพื่อใช้ใส่นมต้ม

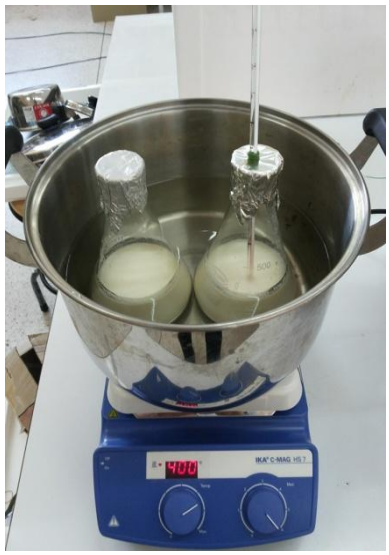


ภาพประกอบ 10 การเตรียมหางนม ปริมาณ 400 กรัม

ภาพประกอบ 11 เตรียมหม้อต้มหางนม น้ำในหม้อ 2500 มิลลิลิตร (ml)

Mahasarakham University

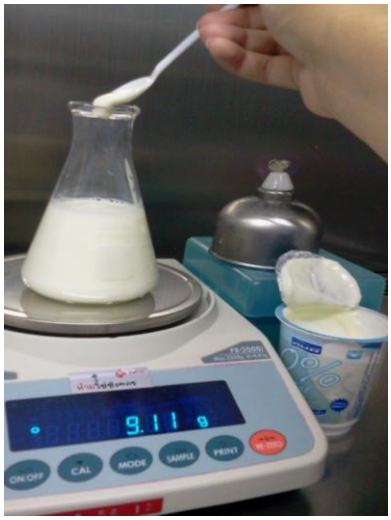
รูปขั้นตอนการเตรียมหางนม เจลาติน และการต้มหางนม (ต่อ)



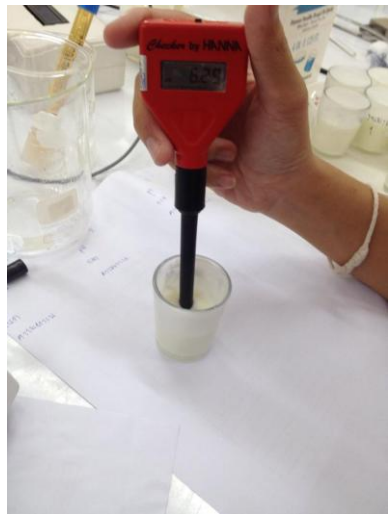
ภาพประกอบ 12 การต้มหางนมโดยการควบคุมอุณหภูมิ

ภาพประกอบ 13 การลดอุณหภูมิด้วยน้ำเย็น

รูปขั้นตอนการต่อเชื้อและการบ่มโยเกิร์ต



ภาพประกอบ 14 การต่อเชื้อโยเกิร์ต



ภาพประกอบ 15 การวัด pH ก่อนเข้าตู้บ่มโยเกิร์ต

Mahasarakham University

รูปขั้นตอนการต่อเชื้อและการบ่มโยเกิร์ต (ต่อ)

ภาพประกอบ 16 การบ่มโยเกิร์ตที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส

ภาพประกอบ 17 ตู้บ่มโยเกิร์ต

รูปขั้นตอนการตรวจค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โยเกิร์ต การกวนโยเกิร์ตและการแยกน้ำเวย์ในโยเกิร์ต

ภาพประกอบ 18 การวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ทุกชั่วโมงขณะบ่มโยเกิร์ต

ภาพประกอบ 19 การกวนโยเกิร์ต

Mahasarakham University

รูปขั้นตอนการตรวจค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โยเกิร์ต การกวนโยเกิร์ตและการแยกน้ำเวย์ในโยเกิร์ต (ต่อ)

ภาพประกอบ 20 กวนโยเกิร์ตและเตรียมแยกเวย์

ภาพประกอบ 21 การแยกเวย์ออกจากโยเกิร์ต

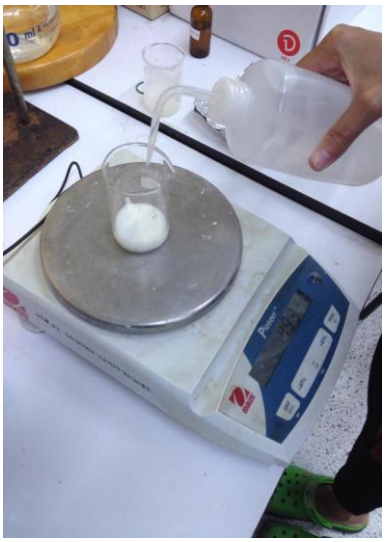
รูปขั้นตอนการเก็บตัวอย่างโยเกิร์ตและบ่มในตู้เย็น

ภาพประกอบ 22 การเก็บตัวอย่างและบ่มในตู้เย็น

Mahasarakham University

รูปขั้นตอนการตรวจความเป็นกรด (%Acidity) ของโยเกิร์ต

ภาพประกอบ 23 การชั่งโยเกิร์ต 9 กรัม



ภาพประกอบ 24 การเติม น้ำกลั่นใส่โยเกิร์ต 9 กรัม

ภาพประกอบ 25 หยดฟีนอล์ฟทาลีน 3 หยด ใส่ในโยเกิร์ต

ภาพประกอบ 26 ไทเตรทกับโซเดียมไฮดรอกไซด์

Mahasarakham University

รูปขั้นตอนการตรวจความเป็นกรด (%Acidity) ของโยเกิร์ต (ต่อ)

ภาพประกอบ 27 โยเกิร์ตที่ผ่านการไทเตรท
กับโซเดียมไฮดรอกไซด์

รูปขั้นตอนการตรวจความหวาน (%Brix) ของหางนม นม และโยเกิร์ต

ภาพประกอบ 28 การตรวจความหวาน (%Brix)
โดยใช้เครื่อง Hand refractometer

Mahasarakham University

รูปขั้นตอนการตรวจหาปริมาณของแข็ง (%Total solid) ทั้งหมดในโยเกิร์ต

ภาพประกอบ 29 ตัวอย่างโยเกิร์ต

ภาพประกอบ 30 อบถ้วยสแตนเลสที่
อุณหภูมิ 100
องศาเซลเซียส

ภาพประกอบ 31 อบในโถ่ดูด
ความชื้น 30 นาที

ภาพประกอบ 32 ใส่โยเกิร์ต 3 กรัม
ในถ้วยสแตนเลส

Mahasarakham University

รูปขั้นตอนการตรวจหาปริมาณของแข็งทั้งหมด(%Total solid) ในโยเกิร์ต (ต่อ)

ภาพประกอบ 33 อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 34 ชั่งน้ำหนักถ้วยสแตนเลส

Mahasarakham University

ตาราง 2 แสดงการตรวจคุณภาพทางเคมีของน้ำนม หางนม โยเกิร์ต

Treatment	คุณภาพ																	
	pH			% Acidity			%Brix			%Total Solid			%syneresis			Total Fat		
	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y
T1	6.61	–	4.53	0.14	–	0.69	11.2	–	11.4	11.01	–	11.40	–	–	59.00	–	–	–
T2	6.63	–	4.43	0.14	–	0.41	11.0	–	11.2	11.29	–	11.56	–	–	60.00	–	–	–
T3	6.67	–	4.55	0.15	–	0.86	11.1	–	11.3	11.16	–	11.23	–	–	60.00	–	–	–
T4	6.67	–	4.52	0.15	–	0.73	11.2	–	11.5	11.75	–	17.54	–	–	51.00	–	–	–
T5	6.66	–	4.49	0.15	–	0.90	11.2	–	12.3	11.76	–	18.11	–	–	52.00	–	–	–
T6	6.67	–	4.51	0.15	–	1.01	12.7	–	11.2	11.75	–	14.89	–	–	51.00	–	–	–
T7	6.63	6.65	4.52	0.16	0.16	0.76	11.0	9.8	11.8	11.16	11.51	15.23	–	–	64.00	–	–	–
T8	6.63	6.65	4.56	0.16	0.16	0.78	11.3	9.6	11.9	11.27	12.72	15.54	–	–	57.00	–	–	–
T9	6.63	6.65	4.58	0.16	0.16	0.81	11.4	9.7	11.9	11.22	11.46	15.66	–	–	57.00	–	–	–
T10	6.63	6.65	4.43	0.16	0.16	0.97	11.9	9.2	10.9	10.23	11.39	18.15	–	–	58.00	–	–	–
T11	6.63	6.65	4.53	0.16	0.16	1.02	11.5	9.4	11.8	11.19	11.43	18.34	–	–	52.00	–	–	–
T12	6.63	6.65	4.48	0.16	0.16	1.02	11.0	9.6	12.4	11.55	11.44	18.43	–	–	50.00	–	–	–
T13	6.68	–	4.56	0.17	–	0.94	11.3	–	12.1	11.14	–	18.08	–	–	54.00	–	–	–
T14	6.68	–	4.51	0.17	–	1.00	11.0	–	12.1	11.23	–	17.98	–	–	54.00	–	–	–
T15	6.68	–	4.47	0.17	–	1.02	11.4	–	12.1	11.18	–	17.53	–	–	50.00	–	–	–
T16	6.72	6.63	4.35	0.18	0.18	0.98	11.9	11.3	12.1	11.10	11.45	17.45	–	–	58.00	–	–	–
T17	6.72	6.63	4.37	0.18	0.18	0.95	11.6	11.1	12.0	11.21	11.53	18.05	–	–	57.00	–	–	–
T18	6.72	6.63	4.30	0.18	0.18	1.02	11.8	11.3	12.3	11.23	11.83	18.43	–	–	57.00	–	–	–

Mahasarakham University

ตาราง 4 แสดงการตรวจคุณภาพทางเคมี ทางจุลินทรีย์ ของ T6 T12 T15 T18

Treatment	ซ้ำ	คุณภาพ																					ปริมาณโยเกิร์ตที่ได้(กรัม)	Yield
		pH			% Acidity			%Brix			%Total Solid			%syneresis			Total Fat			LAB survival number (cfu/ml.)				
		S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y	S	M	Y		
T6	1	6.64	–	4.53	0.16	–	1.09	11.3	–	12.5	11.44	–	12.50	–	–	51.00	2.97	0.51	1.53	–	–	5000	271.59	0.45
	2	6.64	–	4.50	0.17	–	1.05	11.3	–	12.4	11.76	–	12.36	–	–	48.00							282.73	0.47
	3	6.64	–	4.59	0.16	–	1.02	11.2	–	12.8	11.59	–	12.80	–	–	50.00							285.53	0.48
	เฉลี่ย	6.64	–	4.54	0.16	–	1.05	11.3	–	12.6	11.60	–	12.55	–	–	49.67	2.97	0.51	1.53	–	–	5000	279.95	0.47
T12	1	6.63	6.73	4.56	0.16	0.17	1.00	11.1	9.4	12.2	10.98	11.91	15.10	–	–	44.00	2.97	0.51	1.88	–	–	0	299.12	0.50
	2	6.64	6.73	4.60	0.16	0.17	1.02	12.0	9.3	12.8	11.17	11.88	16.90	–	–	47.00							321.96	0.54
	3	6.63	6.73	4.50	0.16	0.16	1.03	11.3	9.2	12.4	10.98	11.86	15.62	–	–	48.00							285.72	0.48
	เฉลี่ย	6.6333	6.73	4.55	0.16	0.17	1.02	11.5	9.3	12.5	11.04	11.88	15.87	–	–	46.33	2.97	0.51	1.88	–	–	0	302.27	0.51
T15	1	6.61	–	4.54	0.17	–	1.01	12.7	–	11.7	11.97	–	15.62	–	–	41.00	2.97	0.51	0.94	–	–	0	286.01	0.48
	2	6.61	–	4.50	0.16	–	1.04	13.1	–	12.0	12.38	–	16.00	–	–	41.00							275.75	0.46
	3	6.63	–	4.53	0.16	–	1.06	13.7	–	11.6	12.84	–	15.86	–	–	42.00							258.25	0.43
	เฉลี่ย	6.6167	–	4.52	0.16	–	1.04	13.2	–	11.8	12.40	–	15.83	–	–	41.33	2.97	0.51	0.94	–	–	0	273.34	0.46
T18	1	6.63	6.67	4.48	0.16	0.17	1.02	11.6	9.2	13.8	11.88	12.85	16.03	–	–	44.00	2.97	0.51	1.74	–	–	0	242.64	0.44
	2	6.63	6.66	4.50	0.16	0.17	1.07	11.8	9.1	13.5	11.99	12.16	16.50	–	–	43.00							280.27	0.47
	3	6.63	6.67	4.46	0.16	0.17	1.09	11.7	9.5	13.1	10.98	12.55	15.96	–	–	47.00							266.53	0.44
	เฉลี่ย	6.63	6.67	4.48	0.16	0.17	1.06	11.7	9.3	13.5	11.62	12.52	16.16	–	–	44.67	2.97	0.51	1.74	–	–	0	263.15	0.45
โยเกิร์ตตามท้องตลาด	1	–	–	4.44	–	–	1.06	–	–	18.0	–	–	20.45	–	–	–	–	–	0.75	–	–	–	–	–
	2	–	–	4.46	–	–	1.07	–	–	18.4	–	–	21.38	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–
	3	–	–	4.56	–	–	1.05	–	–	17.9	–	–	21.86	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–
	เฉลี่ย	–	–	4.49	–	–	1.06	–	–	18.1	–	–	21.23	–	–	–	–	–	0.75	–	–	–	–	–

หมายเหตุ

T6 คือ หางนม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 400:200 กรัม

T2 คือ หางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:200 กรัม

T12 คือ หางนม : นม : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:200 กรัม

T18 คือ หางนม : นม : เจลาติน : หัวเชื้อโยเกิร์ต อัตราส่วนโดยมวล 250:150:015:200 กรัม

S คือ skim milk

M คือ milk

Y คือ yoghurt

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวกมลชนก พูลเพิ่ม
วันเกิด วันที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2535
สถานที่เกิด จังหวัดนครราชสีมา
ที่อยู่ปัจจุบัน 24/1 หมู่ 9 ตำบลวังไทร อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
รหัสไปรษณีย์ 30130

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2550 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปากช่อง ๒ อำเภอปากช่อง
จังหวัด นครราชสีมา
พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปากช่อง ๒ อำเภอปากช่อง
จังหวัด นครราชสีมา
พ.ศ. 2557 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวอริสา เทพนอก
วันเกิด วันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2535
สถานที่เกิด จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน 414 หมู่ 20 ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30130

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2550 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนปากช่อง ๒ อำเภอปากช่อง จังหวัด นครราชสีมา
พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปากช่อง ๒ อำเภอปากช่อง จังหวัด นครราชสีมา
พ.ศ. 2557 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

Mahasarakham University