การพัฒนากระบวนการผลิตกีจากน้ำนมวัว

PROCESS DEVELOPMENT FOR GHEE FROM COW'S MILK

อนงค์ อิ่มเอิบ

ANONG IM-OEB

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2554

KMITL-2011-AI-M-054-115

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนากระบวนการผลิตกีจากน้ำนมวัว

PROCESS DEVELOPMENT FOR GHEE FROM COW'S MILK

อนงค์ อิ่มเอิบ

ANONG IM-OEB

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....120094
วัน, เดือน, ปี.....3 ก.พ. 2555

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2554

KMITL-2011-AI-M-054-115

PROCESS DEVELOPMENT FOR GHEE FROM COW'S MILK

ANONG IM-OEB

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITATION

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2011

KMITL-2011-AI-M-054-115

COPYRIGHT 2011

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนากระบวนการผลิตกีจากน้ำนมวัว
นักศึกษา	นางสาวอนงค์ อิ่มเอิบ
รหัสประจำตัว	52680503
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2554
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. ดร. วรรณา ตั้งเจริญชัย

บทคัดย่อ

ผลิตกีจากครีมนมวัวพาสเจอร์ไรส์ที่ผ่านการบ่มด้วยเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกผสม บ่มครีมด้วยกล้าเชื้อผสม A ประกอบด้วย *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricu* , *Streptococcus thermophillus* และ *Bifidobacterium lactis* ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 43±0.5 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับเมื่อบ่มด้วยกล้าเชื้อผสม B ประกอบด้วย *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis biovar. diacetylactis* และ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส ที่ปริมาณเชื้อผสมร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนัก ในระหว่างการบ่มกล้าเชื้อผสม A มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงได้เร็วกว่า ผลิตกรดแลคติกได้เร็วกว่า และอัตราการเจริญของเชื้อดีกว่ากล้าเชื้อผสม B เมื่อแปรปริมาณเชื้อผสมร้อยละ 0.002 , 0.02, 0.2, และ 2.0 โดยน้ำหนัก ในการบ่มครีม พบว่าปริมาณกล้าเชื้อผสม A และ กล้าเชื้อผสม B ที่เหมาะสมในการบ่มครีมเท่ากับร้อยละ 0.02 และ 0.2 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ครีมหมักที่ได้ มีค่า pH ที่เหมาะสมระหว่าง 4.3 – 4.5 นำครีมหมักมาแยกส่วนของน้ำมัน (กี) ด้วยความร้อนอุณหภูมิ 105, 110 , 115 หรือ 120 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ใช้เวลา 5, 10, 15 หรือ 20 นาที ตามลำดับ กีที่ผลิตโดยใช้กล้าเชื้อผสม B และใช้อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที มีคุณภาพโดยรวมดีที่สุดทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และผลทดสอบทางประสาทสัมผัส ($p < 0.05$) โดยวัดความเข้มของสีมีค่าสีเหลือง 15.38±0.11 มีค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ 0.45±0.00, ค่าไอโอดีน 47.45±0.13, ค่าเปอร์ออกไซด์ 0.25±0.00 mEq/Kg, ค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนย 99.91±0.01 และ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น 0.103±0.00 และ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (n = 30)ของ สี 6.13±0.73 , กลิ่น 6.43±0.63 และลักษณะปรากฏ 6.17±0.74 ตามลำดับ

ผัดผักและเค็กเนยสด เป็นตัวอย่างอาหารที่ใช้กีเป็นส่วนประกอบเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับการใช้ เนยและน้ำมันพืช ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (7 – point

Hedonic scale; n = 30) ผู้ทดสอบชอบอาหารที่ใช้กีมากกว่าอาหารที่ใช้เนยและน้ำมันพืชเป็นส่วนประกอบ ($p < 0.05$)

คุณภาพกีที่เก็บในสภาวะอุณหภูมิห้องในที่มืดภายในระยะเวลานาน 6 เดือน พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันเนย ค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ ค่าเปอร์ออกไซด์ และ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

Thesis Title	Process Development for Ghee from Cow's Milk
Student	Miss Anong Im-oeb
Student ID.	52680503
Degree	Master of Science
Program	Food Sanitation
Year	2011
Thesis advisor	Dr. Wanna Tungjaroenchai, Associate Professor

ABSTRACT

Ghee was manufactured from pasteurized cream of cow's milk ripened by mixed lactic acid cultures of A containing *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophillus* and *Bifidobacterium lactis* , or B containing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis biovar. diacetylactis* and *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, respectively. Concentrations of the mixed cultures used for A or B were 0.002, 0.02, 0.2, and 2% (by weight), respectively. Cultured cream with A or B was incubated at a temperature of 43±0.5 °C, or 30±0.5 °C. Optimal concentration of the culture for A or B was 0.02% or 0.2% (by weight), and pH of the ripened cream was in the range of 4.3 to 4.5. The ripened creams of A or B were heated at temperatures of 105, 110, 115 or 120 °C., for 5, 10, 15 or 20 minutes. Ghee obtained by heating the ripened cream of B at 115 °C for 5 minutes possessed the most acceptable quality. Chemical characteristics of this Ghee were: Free fatty acid value (FFA) 0.45±0.00%, Iodine value (IV) 47.45±0.13, Peroxide value (PV) 0.25±0.00 mEq/Kg, butterfat 99.91±0.01%, and moisture 0.103±0.00% and had sensory score on color 6.13±0.73, flavor 6.43±0.63 and appearance 6.17±0.74 respectively ($p < 0.05$).

Fried vegetable and butter cake were two food models using ghee, butter or vegetable oil. Sensory evaluation in terms of preference test by trained panelists (n = 30). Food models using ghee had higher score than the others ($p < 0.05$).

Quality of ghee during storage in the dark at room temperature for 6 months were determined by monitored changes in butterfat, moisture, free fatty acid value, peroxide value and pathogenic microbial. The result showed that the quality of ghee was within the standard specification.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รวมทั้งอาจารย์ทุกท่านที่มอบความรู้ และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ ที่ได้ให้เกียรติเป็นประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อีกทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไข รวมทั้งให้คำปรึกษาแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร.บุญเทียม พันธุ์เพ็ง ที่ได้ให้เกียรติเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อีกทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไข รวมทั้งให้คำปรึกษาแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธิดารัตน์ เอกสิทธิกุล ที่ได้ให้เกียรติเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ อีกทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไข รวมทั้งให้คำปรึกษาแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์และนักศึกษา คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ความรู้และให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและพนักงาน บริษัท แคพซูลโปรดักส์ จำกัด ที่ให้ความร่วมมือในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกี

ขอขอบคุณในความร่วมของสมาชิกในครอบครัวที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาครั้งนี้

อนงค์ อิ่มเอิบ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....IV

สารบัญ.....V

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญภาพ.....XIV

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....1

1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 กีหรือมันเนยใส (Clarified butter oil).....3

2.2 ขั้นตอนและกรรมวิธีในการผลิตกี.....4

2.3 องค์ประกอบของกี.....8

2.4 แหล่งที่ทำให้เกิดกลิ่นรสของกี.....11

2.5 คุณค่าทางโภชนาการในกี (Nutritional aspects of ghee).....11

2.6 อายุการเก็บรักษาของกี (Shelf life of ghee).....15

2.7 แบคทีเรียกรดแลคติก.....16

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพ และการใช้ประโยชน์ของกี.....19

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....20

3.1 วัตถุดิบ.....20

3.2 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี.....20

3.3 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์.....21

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์.....21

3.5 สถานที่ทำการทดลอง.....22

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.6 วิธีการทดลอง.....22

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....27

4.1 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรด
ทั้งหมด (%TA) เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มครีม
โดย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B.....27

4.2 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (%TA)
และปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่เหลือรอดในครีมที่ผ่านกระบวนการหมัก
โดย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B.....35

4.3 ศึกษาปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B ที่มีผลต่อ
ค่าความเป็นกรด-ด่างและการผลิตกรด เพื่อคัดเลือกปริมาณกล้าเชื้อ
ที่เหมาะสมในการผลิตกี.....40

4.4 ผลวิเคราะห์ ปริมาณกรดไขมันอิสระ ค่าไอโอดีน ค่าเปอร์ออกไซด์
ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนยและ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิต
จากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A
ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ และกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B
ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 ค่าเปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 $^{\circ}$C เวลา 5-20 นาที.....48

4.5 ผลการวัด คุณภาพสีของกี.....52

4.6 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่
บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า Aปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์
และกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B
ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120
องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที.....56

4.7 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของกีในการประกอบอาหาร
(ผัดผักและเค็กเนยสด) โดยเปรียบเทียบกับ เนยและน้ำมันพืช 58

4.8 คุณภาพของกีในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้องในสภาวะที่มืดและที่
มีแสงสว่าง และอายุในการเก็บรักษา.....59

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....62

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม.....64

ภาคผนวก

ก. ภาพแสดงกระบวนการผลิตกี.....75

ข. การวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และ จุลินทรีย์.....84

ค. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส.....92

ง. ตารางทดสอบความแปรปรวนทางสถิติ.....96

ประวัติผู้เขียน.....118

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 คุณสมบัติของกีที่ผลิตจากกรรมวิธีที่แตกต่างกัน....8

4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 41±0.5, 43±0.5และ 45±0.5 องศาเซลเซียส....31

4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 41±0.5, 43±0.5และ 45±0.5 องศาเซลเซียส....32

4.3 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่อุณหภูมิ 30±0.5, 32±0.5และ 34±0.5 องศาเซลเซียส....33

4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่อุณหภูมิ 30±0.5, 32±0.5และ 34±0.5 องศาเซลเซียส....34

4.5 การเปลี่ยนแปลงของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 43±0.5 องศาเซลเซียส....38

4.6 การเปลี่ยนแปลงของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส....39

4.7 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 43±0.5 องศาเซลเซียส....42

4.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์อุณหภูมิ 43±0.5 องศาเซลเซียส....43

4.9 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส....46

4.10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002,0.02,0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส....47

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.11 ปริมาณกรดไขมันอิสระ ค่าไอโอดีน ค่าเปอร์ออกไซด์ ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนยและ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์....49

4.12 ปริมาณกรดไขมันอิสระ ค่าไอโอดีน ค่าเปอร์ออกไซด์ ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนยและ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0. 2 เปอร์เซ็นต์....50

4.13 ผลการวัดสี ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์....54

4.14 ผลการวัดสี ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0. 2 เปอร์เซ็นต์....55

4.15 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อ Aปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์....56

4.16 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อ B ปริมาณกล้าเชื้อ 0. 2 เปอร์เซ็นต์....57

4.17 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสด (butter cake)....58

4.18 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผัดผัก....59

4.19 คุณภาพของกี เก็บที่สภาวะอุณหภูมิห้องที่มีแสงสว่าง....60

4.20 คุณภาพของกี เก็บที่สภาวะอุณหภูมิห้องในที่มืด....61

ง.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในการบ่มครีมโดยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 41±0.5 , 43 ±0.5และ 45 ±0.5 องศาเซลเซียสเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มครีม....97

ง.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) ในการบ่มครีมโดยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 41±0.5 , 43 ±0.5และ 45 ±0.5 องศาเซลเซียสเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มครีม....97

ง.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในการบ่มครีมโดยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 30±0.5, 30±0.5และ 30±0.5 องศาเซลเซียส พื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มครีม....98

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.4 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) ในการบ่มครีมโดย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 30±0.5, 30±0.5และ 30±0.5 องศาเซลเซียส พื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มครีม.....98

ง.5 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) และปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่เหลือรอดในครีมที่ผ่านกระบวนการหมักโดย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์.....99

ง.6 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) และปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่เหลือรอดในครีมที่ผ่านกระบวนการหมักโดย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ 60

ง.7 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรด.....101

ง.8 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างและการผลิตกรด.....102

ง.9 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของครีมระหว่างการหมักด้วย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A Aปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 43±0.5 องศาเซลเซียส.....102

ง.10 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์อุณหภูมิ 43±0.5 องศาเซลเซียส.....103

ง.11 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของครีม ระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส.....104

ง.12 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส.....104

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.13 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดไขมันอิสระในผลิตภัณฑ์กี ที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียสเวลา 5-20 นาที....105
ง.14 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในผลิตภัณฑ์กี ที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียสเวลา 5-20 นาที....105
ง.15 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าไอโอดีนในผลิตภัณฑ์กี ที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-20 นาที....106
ง.16 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าเปอร์ออกไซด์ ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียสเวลา 5-20 นาที....106
ง.17 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณ ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนย ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-20 นาที....107
ง.18 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าไอโอดีน ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-20 นาที....107
ง.19 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนย ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียสเวลา 5-20 นาที....108
ง.20 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าเปอร์ออกไซด์ ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-20 นาที....108
ง.21 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดไขมันอิสระในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-20 นาที....109

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.22 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียสเวลา 5-20 นาที.....109

ง.23 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดความสว่าง ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อ แบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้าA ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์.....110

ง.24 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดค่าสีเขียว (a -) และสีแดง (a+) ของผลิตภัณฑ์กีในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์.....110

ง.25 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดค่าสีเหลือง (b+) และสีน้ำเงิน (b-) ผลิตภัณฑ์กี ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์.....111

ง.26 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดความสว่าง ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์.....111

ง.27 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดค่าสีเขียว (a -) และสีแดง (a+) ของผลิตภัณฑ์กี ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์.....112

ง.28 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดค่าสีเหลือง (b+) และสีน้ำเงิน (b-) ผลิตภัณฑ์กี ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์.....112

ง.29 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านสีในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที.....112

ง.30 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วย กล้าเชื้อ A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที.....113

ง.31 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีม ที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่ อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที.....114

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.32 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านสีในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้าแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที.....114

ง.33 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที.....115

ง.34 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที.....115

ง.35 วิเคราะห์ความแปรปรวนความชอบในผัดผัก ที่ปรุงด้วย กี เนยและน้ำมันพืช.....116

ง.36 วิเคราะห์ความแปรปรวนความชอบในเค็ก ที่ปรุงด้วย กี เนยและน้ำมันพืช.....117

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงขั้นตอนการผลิตกีทั้ง 4 วิธี....6

2.2 แสดงการเกิดกรดไขมันอิสระในกี....9

2.3 โครงสร้างทางเคมีของกรดไขมันลิโนเลอิก และ CLA-isomers....14

4.1 ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 41±0.5 , 43±0.5 และ 45±0.5 องศาเซลเซียส....27

4.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (%TA) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 41±0.5, 43±0.5 และ 45±0.5 องศาเซลเซียส.... 28

4.3 ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่อุณหภูมิ 30±0.5, 32±0.5และ 34±0.5 องศาเซลเซียส....29

4.4 ปริมาณกรดทั้งหมด (%TA) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่อุณหภูมิ 30±0.5 , 32±0.5 และ 34±0.5 องศาเซลเซียส....30

4.5 ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส และ B ที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส....35

4.6 ปริมาณกรดในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียสและ B ที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส....36

4.7 ปริมาณเชื้อในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส และ B ที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส....37

4.8 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002 , 0.02 , 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ...40

ค่าปริมาณกรด ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002 , 0.02 , 0.2 และ 2.0เปอร์เซ็นต์ 41

4.9 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่อุณหภูมิ 30 ±0.5 องศาเซลเซียส ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002 , 0.02 , 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ...44

4.11 ค่าปริมาณกรด ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่อุณหภูมิ 30 ±0.5 องศาเซลเซียส ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002 , 0.02 , 0.2 และ 2.0เปอร์เซ็นต์ 45

ก.1 แสดงขั้นตอนการผลิตกี....76

ก.2 ครีมนมวัว....77

ก.3 ครีมนมวัวที่ผ่านการบ่ม....77

ก.4 ครีมนมวัวที่ผ่านการบ่ม เริ่มให้ความร้อน....78

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ก.5 ครีมนมวัวเริ่มเดือด....78
ก.6 ครีมนมวัวที่เดือดและเริ่มเห็นส่วนที่เป็นน้ำมัน....79
ก.7 เริ่มให้ความร้อนคงที่ 103 องศาเซลเซียส....79
ก.8 ให้ความร้อนคงที่ 103 องศาเซลเซียส....80
ก.9 ให้ความร้อนคงที่ 103 องศาเซลเซียส และมีสีเข้มขึ้น....80
ก.10 เปลี่ยนสี ใกล้จะตกตะกอน....81
ก.11 ส่วนของตะกอนตกลงสู่ก้นภาชนะ เริ่มเร่งอุณหภูมิเพื่อทำให้กีใส....81
ก.12 ส่วนของตะกอนตกลงสู่ก้นภาชนะหมด ส่วนด้านบนเหลือแต่น้ำมันใส....82
ก.13 ผลิตภัณฑ์กี ที่กรองตะกอนออกแล้ว....82
ก.14 ผลิตภัณฑ์กี ที่อุณหภูมิห้อง....83
ก.15 ตะกอนของกี....83

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

กี (Ghee) เป็นผลิตภัณฑ์ไขมันพื้นเมืองที่ได้รับความนิยมสูงในประเทศอินเดีย เนปาล ประเทศในแถบตะวันออกกลาง (เช่น ซูดาน เอธิโอเปีย อูกานดา) และ ประเทศในทวีปแอฟริกา มีการใช้กีแทนเนยและน้ำมันในการประกอบอาหาร เบเกอรี่ ใช้เป็นส่วนผสมของยา เนื่องจากกีอุดมไปด้วยกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น มีกรดไขมันลิโนเลอิก และ Conjugated Linoleic Acid (CLA) วิตามินที่มีประโยชน์ต่อร่างกายโดยเฉพาะวิตามินที่ละลายในไขมัน A, D, E และ K และสารอาหารอื่นๆ เช่น เคซีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และแคโรทีนอยด์ (Niranjan and Krishnakantha, 2000) มีจุดเกิดควัน (smoke point) สูง (Lip *et al*., 1995) ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวจึงนำกีไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าเนยหรือน้ำมันพืช ในประเทศอินเดียวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกีมากที่สุด คือ น้ำนมกระบือ รองลงมาคือน้ำนมวัว และเหตุผลที่นิยมใช้น้ำนมกระบือ เนื่องจากน้ำนมกระบือมีปริมาณไขมันมากกว่าน้ำนมวัว ในประเทศไทยประเด็นการศึกษาเกี่ยวกับกียังมีน้อย อาจด้วยหลายปัจจัยร่วมกัน เช่น อาจเนื่องมาจากปัจจัยทางการผลิตน้ำนมวัวร่วมกับการขาดความรู้ทางด้านเทคโนโลยีในการผลิต หรือมีคนรู้จักกีไม่มากนัก เป็นต้น ส่งผลให้กียังไม่ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายภายในประเทศ

มีผู้ประกอบการในประเทศผลิตกีจากน้ำนมกระบือ โดยบ่มน้ำนมกระบือกับกล้าเชื้อโยเกิร์ต บรรจุในกล่องพลาสติกและนำไปตากแดดจนได้ลิ่มนมก่อนนำมาเคี่ยวเพื่อแยกเอามันเนยออก สิ่งที่น่าสังเกตคือ ผู้ประกอบการใช้เทคนิคการบ่มครีมเหมือนกับบ่มน้ำนมเพื่อผลิตโยเกิร์ต โดยไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิและเวลา กระบวนการผลิตยังไม่มีขั้นตอนที่ถูกต้อง กีที่ผลิตได้มีสีเหลืองเข้มมีผลึกไขมันและกลิ่นรสที่แตกต่างจากกีที่ผลิตในต่างประเทศ ซึ่งมีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นที่จะพัฒนากระบวนการผลิตกี โดยใช้วัตถุดิบน้ำนมวัวภายในประเทศ เพื่อสร้างโอกาสในการผลิตในระดับอุตสาหกรรม สามารถสร้างแนวทางการเพิ่มมูลค่าให้แก่น้ำนมวัว และลดการนำเข้าโดยสามารถผลิตกีที่มีคุณภาพเทียบเท่าของต่างประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาคุณภาพของครีมนมวัว และ กระบวนการบ่มเพื่อผลิตครีมหมักด้วย เชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า แตกต่างกันสองชนิด

1.2.2 ศึกษาสภาวะและกระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตกีจากครีมนมวัวหมัก

1.2.3 ศึกษาคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของกี

1.2.4 ศึกษาคุณภาพของกีในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้อง

1.2.5 ศึกษาการใช้กีในการประกอบอาหารเปรียบเทียบกับไขมันอื่น (เนย และน้ำมันพืช)

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยต้องการพัฒนากระบวนการผลิตกีโดยใช้น้ำนมวัวหรือครีมนมวัว ศึกษาคุณภาพของครีมนมวัว ที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้าที่แตกต่างกันสองชนิด เพื่อหาปริมาณเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตกี หาสภาวะอุณหภูมิ เวลาและกระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตกี ตรวจสอบคุณภาพของกี ทางด้านเคมี กายภาพ และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส คุณภาพในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้อง รวมทั้งศึกษาการใช้กีในการประกอบอาหารเปรียบเทียบกับไขมันอื่น (เนย และ น้ำมันพืช)

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบปริมาณเชื้อและสภาวะที่เหมาะสมในการหมักครีมนมวัว

1.4.2 ทราบวิธีการและสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตกี

1.4.3 สามารถผลิตกีที่มีคุณภาพและมีกลิ่นรสเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค

1.4.4 สามารถสร้างแนวทางเพื่อการผลิตกีในระดับอุตสาหกรรม

บทที่ 2
ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กีหรือมันเนยใส (Clarified butter oil)

กีหรือมันเนยใส เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากนมสด เนย และครีมที่ได้จากนมของวัว กระบือ แกะ แพะ อูฐ หรือนมที่ได้จากการผสมของนมหลากหลายชนิด (Rajorhia, 1993) ซึ่งผ่านกระบวนการหมักหรืออาจไม่ผ่านกระบวนการหมัก (Sserunjogi *et al.*, 1998) แยกเอาส่วนของครีมหรือไขมันนมมาทำให้ความร้อน เพื่อแยกเอาส่วนโปรตีนนมออกจนเหลือแต่น้ำมันและไล่ความชื้นออกให้มากที่สุด เป็นกระบวนการที่ทำให้ไขมันนมใสบริสุทธิ์โดยให้ความร้อนสูง มีสี กลิ่นรสที่แตกต่างออกไปจากผลิตภัณฑ์อย่างอื่นที่ได้จากนม (Sserunjogi *et al.*, 1998) กีเป็นผลิตภัณฑ์พื้นเมืองที่ผู้บริโภคให้ความนิยมสูงสุดในประเทศอินเดีย (Achaya, 1997) รวมทั้งประเทศอูกานดา (Ongol and Asano, 2009) เอธิโอเปีย (Bekele and Kassaye, 1987) อัฟริกา (Hamid, 1993) และประเทศในแถบตะวันออกกลาง (Abdalla, 1994) มีกรรมวิธีในการผลิตหลายรูปแบบแตกต่างกัน แต่จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่แต่ละประเทศกำหนดจึงจะเป็นที่ยอมรับในคุณภาพของผู้บริโภค (Patil and Hammer, 1927; Ganguli and Jan, 1973; Sserunjogi *et al.*, 1998)

กีอุดมไปด้วยกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น กรดไขมันลิโนเลอิก และ Conjugated Linoleic Acid (CLA) มีวิตามิน A 28 (IU/g), วิตามิน D 11 (IU/g), วิตามิน E 31 (μg/g) และวิตามิน K 6 (μg/g) และสารอาหารอื่นๆ เช่น เคซีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และแคโรทีนอยด์ (Niranjan and Krishnakantha, 2000) กีถูกใช้ในการปรุงอาหารหลายชนิด เพราะกีไม่ไหม้ติดก้นภาชนะและ มีจุดเกิดควัน (smoke point) สูงถึง 252 องศาเซลเซียส นำกีมาทำขนมและเบเกอรี่ (Ganguli and Jan, 1973; Lip *et al.*,1995) ใช้เป็นส่วนผสมหลักของยาสมุนไพรหรือเครื่องสำอางเพื่อรักษาผิวหนัง (Saikai *et al.*, 2006) ผสมกีกับยานีโอมัยซินเพื่อรักษาบาดแผล (Mukerjee *et al.*, 2000) ช่วยย่อยอาหาร แก้อาการท้องผูก โรคกระเพาะ บำรุง ผิวพรรณและสายตา (Niranjan and Krishnakantha, 2000; Prasad and Dorle, 2006) นอกจากนี้ยังใช้ กีในการรักษาบาดแผล รักษาระบบการทำงานของลำไส้ ใช้หยอดตา และรักษาแผลที่โดนไฟลวกหรือน้ำร้อนลวกได้ (Ganguli and Jan, 1973)

2.2 ขั้นตอนและกรรมวิธีในการผลิตกี

กระบวนการหมักครีมมีบทบาทสำคัญต่อการผลิตกี การหมักครีมด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกชนิดเดียว หรือกล้าเชื้อผสมระหว่างแบคทีเรียกรดแลคติกหลายสายพันธุ์ หรือแบคทีเรียกรดแลคติกกับยีสต์ ทำให้กีมีกลิ่นรสที่ดีกว่าวัตถุดิบที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก (Gonfa *et al.*, 2001; Narvhus and Gadaga, 2003; Escamilla-Hurtado *et al.*, 2005; Ongol and Asano, 2009) นอกจากนี้ กลิ่นรสของกี ขึ้นอยู่กับคุณภาพของครีมซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบ การให้ความร้อนและระยะเวลาในการทำให้กีใส ซึ่งระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ ขนาดของภาชนะที่ใช้ใส่วัตถุดิบ แหล่งของความร้อน ซึ่งสามารถใช้เตาแก๊ส Hot plate หรือ Oil bath รวมทั้งประสบการณ์ในการผลิตกี (Albenzio *et al.*, 2001; Ongol and Asano, 2009) ขั้นตอนการแยกไขมันหรือกีจากครีมหมักถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญ ที่มีผลต่อคุณภาพกลิ่นรสของกี การให้ความร้อนผ่านภาชนะสแตนเลสชนิดหนาจะทำให้ได้กีที่มีคุณภาพดีกว่าการใช้ภาชนะอลูมิเนียม นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ภาชนะสแตนเลสแบบบางจะทำให้ความร้อนแพร่กระจายไม่ทั่วถึง ส่งผลให้กีได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอ (Ganguli and Jan, 1973) กรรมวิธีของการผลิตกีมีหลายชนิดแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ (Ganguli and Jan, 1973; Sserunjogi *et al.*, 1998) กีที่ผลิตได้จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานที่กำหนดจึงจะเป็นที่ยอมรับในคุณภาพ ขึ้นอยู่กับจะยึดเอามาตรฐานใดเป็นหลัก คือ

มาตรฐานของกีในประเทศสหรัฐอเมริกา United States Department of Agriculture (USDA, 1993) เป็นดังนี้

(1) Milk fat 99.6 % minimum

(2) Moisture 0.3% maximum

(3) Free fatty acids value 0.3% maximum (expressed as oleic acid)

(4) Peroxide value 0.3 mEq/Kg maximum

มาตรฐานของกีตาม International Dairy Federation (IDF, 1977) เป็นดังนี้

(1) Milk fat 99.5 % minimum

(2) Moisture 0.3% maximum

(3) Free fatty acids value 1% maximum (expressed as oleic acid)

(4) Peroxide value 1 mEq/Kg maximum

มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 226) พ.ศ. 2544 เนยใสหรือกีที่ทำจากนม หรือครีม หรือเนย ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) มีมันเนยไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.6 ของน้ำหนัก

(2) ไม่มีวัตถุกันเสีย

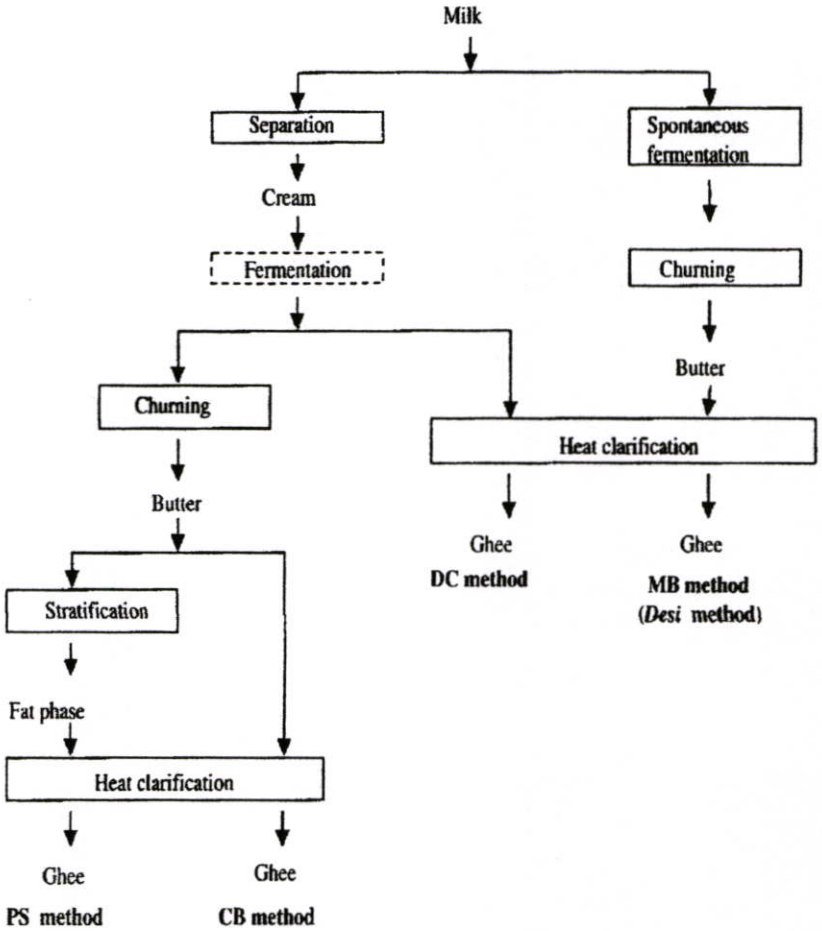
(3) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(4) Free fatty acids value 0.5% maximum (expressed as oleic acid)

(5) Peroxide value 0.3 mEq/Kg maximum

คุณลักษณะของกีเป็นของเหลวใสสีทอง มีกลิ่นหอมหวาน เหมือนกลิ่นข้าวโพดคั่ว (popcorn) เมื่อทำให้กีมีอุณหภูมิลดลงระดับหนึ่งจะกลายเป็นของแข็งหรือกึ่งแข็งกึ่งเหลว ขึ้นอยู่กับชนิดของนมหรือครีมที่นำมาผลิต และชนิดของอาหารที่เลี้ยงสัตว์ เช่น หญ้าแห้ง หญ้าสด หรืออาหารผสม เป็นต้น คุณภาพของวัตถุดิบจะต้องมีความสม่ำเสมอ กีที่ได้ก็จะมีคุณภาพสม่ำเสมอด้วย การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของกีขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเก็บรักษา กีจะมีลักษณะแข็งหรือ เหลว หรือกึ่งแข็งกึ่งเหลว กีจากนมวัวและนมกระบือจะเก็บไว้ในภาชนะที่เป็นโลหะหรือแก้ว ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า เนื้อ กีจะเป็นของแข็ง ที่อุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส แต่ไม่ถึง 30 องศาเซลเซียส จะอยู่ในรูปของของแข็งกึ่งเหลว หากไม่ต้องการให้เกิดการแยกชั้นในกี ควรเก็บ กีไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส กีที่เก็บไว้ในอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพ มีกลิ่นหืน และกลิ่นหอมจะหายไป (Ganguli and Jain ,1973) กรรมวิธีในการผลิตที่เหมาะสม เพื่อให้ได้กีที่มีคุณภาพและคุณลักษณะที่ดีตามมาตรฐานที่กำหนด และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ขั้นตอนโดยรวมของการผลิตมีความคล้ายกัน คือ การให้ความร้อนสูงเพื่อแยกไขมันหรือกีออกจากครีม หรือ เนย โดยใช้อุณหภูมิในช่วง 110 – 120 องศาเซลเซียส ในทางตอนใต้ของอินเดียจะใช้อุณหภูมิ 120 -140 องศาเซลเซียส การผลิตกีโดยทั่วไปสามารถทำได้ 4 วิธี ดังภาพที่ 2.1 (Ganguli and Jan, 1973; Sserunjogi *et al.*, 1998)



ภาพที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการผลิตกีทั้ง 4 วิธี

ที่มา: Mohammed *et al.*, 1998

2.2.1 Desi method or Milk Butter method (MB method)

เป็นวิธีผลิตกีโดย เริ่มด้วยการหมักนมด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก นาน 10 – 16 ชั่วโมง ก่อนทำการปั่น (churning) ได้เป็นเนยและให้ความร้อนในภาชนะเปิดได้เป็นไขมันหรือกี กีที่ได้จะให้กลิ่นรสที่ดี MB method เป็นวิธีที่ประยุกต์มา จากวิธีการผลิตกีในครัวเรือนของชาวอินเดีย (Munro *et al.*, 1992; Podmore, 1994)

2.2.2 Creamery Butter method (CB method)

CB method ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ นำน้ำนมสดมาแยกชั้น แยกส่วนที่เป็นครีมมาปั่น (churning) ได้เป็นเนย (butter) หรือ butter granules ก่อนนำมาให้ความร้อนจนใสเป็นกี ซึ่งมีกลิ่นรสอ่อน ต่อมามีการปรับปรุงกลิ่นให้ดีขึ้น โดยการนำครีมที่แยกจากน้ำนมมาหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกก่อน (Van den Berg, 1988)

2.2.3 Direct Cream method (DC method)

เป็นวิธีที่มีการพัฒนากระบวนการผลิตกีโดยนำน้ำนมสดมาแยกชั้นนำครีมสดมาหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกและใช้ความร้อนแยกไขมันจนได้กีใส วิธีนี้ต้องใช้เวลาในการให้ความร้อนนาน เพื่อไล่ความชื้นตลอดจนเพื่อให้เกิดกลิ่นรสที่ต้องการ ระยะเวลาและอุณหภูมิในการให้ความร้อนขึ้นกับความชอบและการกำหนดกลิ่นรสที่ต้องการในแต่ละแห่ง DC method เป็นวิธีที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตกีทางการค้า เพราะสูญเสียไขมันปริมาณที่น้อย เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด และกี ที่ได้มีคุณภาพสูง (Rajorhia, 1993)

2.2.4 Pre-Stratification method (PS method)

เป็นวิธีที่นำส่วนของครีมสดหรือครีมที่ผ่านการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกของวิธี DC method นำมาปั่น (churning) ได้เนย (butter) ก่อนนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 – 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วแยกส่วนที่เป็นตะกอนทิ้งไป ส่วนที่เหลือนำมาทำให้ใสเป็นกีโดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นและพัฒนาให้เกิดกลิ่นรส PS method สามารถผลิตกีได้เร็วกว่าวิธีอื่น ประหยัดพลังงาน เวลา และแรงงาน กีมีกลิ่นหอมอ่อนๆ มีค่ากรดไขมันอิสระต่ำ (Rajorhia, 1993) แต่กีที่ผลิตได้มีความชื้นเหลืออยู่มากกว่าวิธีอื่นในปริมาณไม่มากพอที่จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้ แต่สามารถทำให้กีเสื่อมสภาพรวดเร็วจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Van den Berg, 1988)

โดยทั่วไปเมื่อผลิตกีจากวิธีใดได้แล้วจะนำกีมากรองและบรรจุในภาชนะแก้ว หรือกระป๋องโลหะที่ไม่มีเหล็ก ทองแดง หรือทองเหลืองเป็นส่วนประกอบ ไม่ควรปิดฝาภาชนะขณะร้อนควรรอจนกระทั่งกีเย็นถึงอุณหภูมิห้องจึงปิดฝาให้สนิท สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ปัจจุบันมีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ โดยใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เช่นการบรรจุในถุงพลาสติกทึบแสงแบบ polyethylene และการแทนที่อากาศด้วยก๊าซเฉื่อย เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น เป็นการยืดอายุการเก็บรักษากี (Bille and MJ Kandjou, 2008) คุณสมบัติของกีที่ผลิตจากกรรมวิธีที่แตกต่างกันจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของกีที่ผลิตจากกรรมวิธีที่แตกต่างกัน

Method	Adaptability	Flavor and texture	keeping quality	Vitamin content	Economics of production
Desi method	Rural home industry	Characteristic maximum flavor attractive body and texture	poor	Almost absent	Does not involve additional cost
Creamery butter method	Large scale milk industry	Flat flavor, ripened cream, better flavor	good	Much more than Desi ghee	Requires special labor and costly equipment
Direct cream method	Large scale milk industry	Flat flavor, ripened cream, better flavor	excellent	maximum	Same as creamery butter method

ที่มา: Ganguli and Jain (1973)

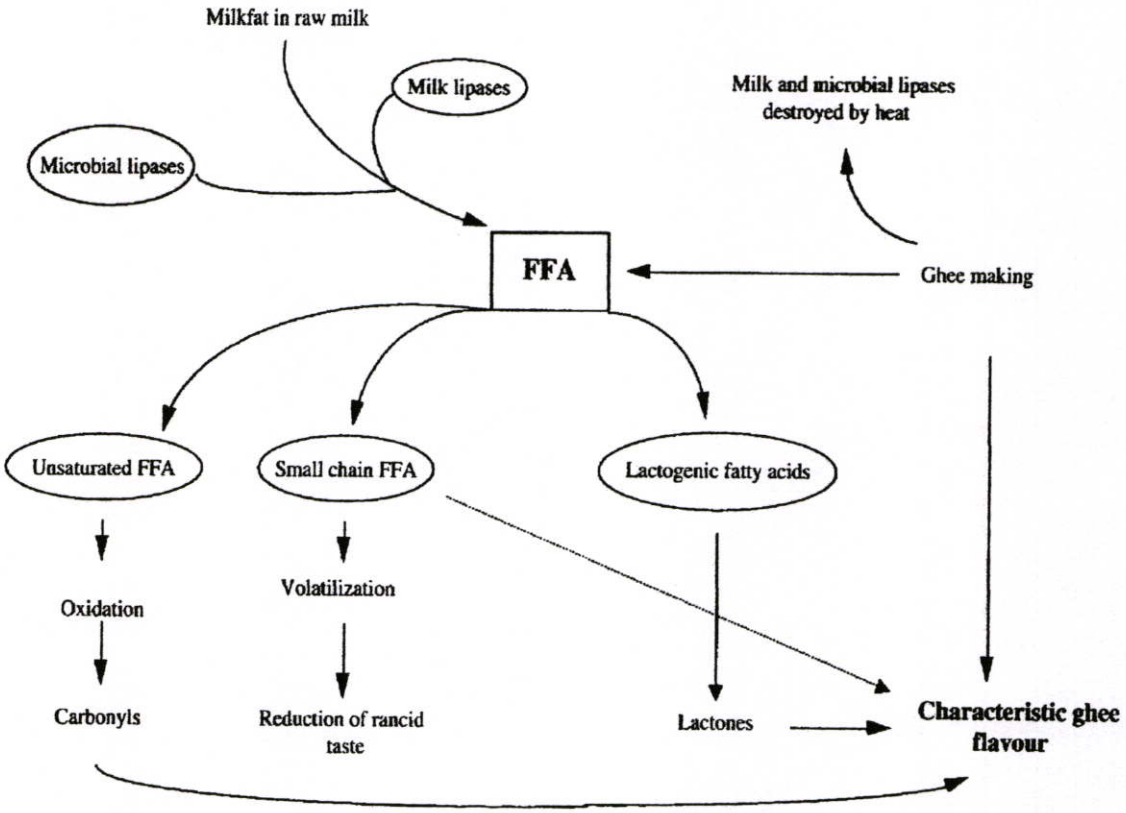
2.3 องค์ประกอบของกี

กีประกอบด้วยกรดไขมันในช่วง C_4 - C_{22} กีจากนมวัวมีปริมาณไขมันอิ่มตัวน้อยกว่ากีจากนมกระบือร้อยละ 5 และมี แคโรตินอยด์ 72 ไมโครกรัมต่อ100 กรัม ทำให้กีจากนมโคมีสีเหลือง กีจากนมกระบือไม่มีแคโรตินอยด์ แต่มี biliverdin สารให้สีเขียว และbilirubin สารให้สีเหลืองอ่อน ซึ่งทำให้กีมีสีเขียวอ่อนๆ (Achaya, 1997) ทั้ง biliverdin และ bilirubin มีคุณสมบัติเป็น anti-mutagenic และ anti-oxidant ถ้าร่างกายได้รับสารทั้งสองชนิดนี้ในปริมาณมาก จะทำให้มีความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง และเส้นเลือดหัวใจอุดตันน้อยลง (Bulmer *et al.*, 2008; Ohrui *et al.*, 2003) องค์ประกอบที่ทำให้กีเกิดกลิ่นรสที่ดีคือ

2.3.1 กรดไขมันอิสระ (Free fatty acids)

กรดไขมันอิสระเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาในผลิตภัณฑ์ไขมันนมเพราะกรดไขมันสายสั้นเช่น กรดบิวไทริค (butyric acid) เป็นสาเหตุของกลิ่นเหม็นหืน (Borgström and Jönsson, 1986; Munro *et al.*, 1992) อย่างไรก็ตามกรดไขมันอิสระมีส่วนในการทำให้เกิดกลิ่นรสปกติของกี ระดับของกรดไขมันอิสระมีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพของกลิ่นรสของกี กรดไขมันอิสระหลายชนิด ประกอบด้วย C_6, C_8, C_{10}, C_{12}, $C_{14:1}$, C_{15}, C_{16}, C_{18} และ $C_{18::2}$ ได้รับการรายงานว่ามีปรากฏในกี (Yadav and Srinivasan, 1984) ถึงแม้ว่า C_6 - C_{10} จะมีร้อยละ 5 – 10 ของปริมาณกรดไขมันอิสระทั้งหมดในกี แต่มีผลต่อกลิ่นรสของกี กีจากนมกระบือแทบจะไม่ปรากฏ C_6, C_{10} และ C_{15} ในขณะที่กีจากโคปรากฏเพียง $C_{18::2}$ กรดไขมันอิสระ C_2 ถึงC_4 ไม่พบในกีจากกระบือและกีจากโค (Yadav and Srinivasan, 1992) สาเหตุที่ไม่พบกรดไขมันอิสระสายสั้นในกี อาจเนื่องจากการระเหยไปในขณะที่เพิ่มความร้อนในการทำกีให้ใสในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตกี Mohammed *et al.* (1998)

ได้เสนอแนวทางเป็นไปได้ที่กรดไขมันอิสระจะสร้างตัวเองขึ้นมาใหม่และตัวที่สร้างขึ้นมาจะมีบทบาทต่อกลิ่นรสของกี ดังภาพที่ 2.2



Possible routes and fates of FFA in ghee manufacture.

ภาพที่ 2.2 แสดงการเกิดกรดไขมันอิสระในกี

ที่มา: Mohammed *et al.*, 1998

2.3.2 คาร์บอนิล (Carbonyls)

ความเข้มข้นของสารประกอบคาร์บอนิลมีบทบาทต่อการให้กลิ่นรสของกี (Wadhwa and Jain,1990) แหล่งของสารประกอบคาร์บอนิล ได้จากจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักนมหรือครีม ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันนมทำให้ได้ ketoglycerides และ carbonylic compounds (Joshi and Thakar, 1994) ขั้นตอนการให้ความร้อนเพื่อกำจัดน้ำและสลายคาร์โบไฮเดรต ทำให้เกิดสารประกอบโพลาร์(ไดคาร์บอนิล)ไดอะซีทิลเฟอร์ฟูรัลและไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟูรัล (Fennema, 1985) ตรวจพบโมโนคาร์บอนิลและไดคาร์บอนิลทั้งในกีจากนมวัวและนมกระบือ แต่ชนิดและปริมาณของสารประกอบคาร์บอนิลแตกต่างกันตามขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนทำกีให้ใสในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตกีนั้นมีผลให้ความเข้มข้นของ alkan-2-ones เพิ่มขึ้น และ aldehydes จะลดลง (Yadav and Srinivasan, 1992)

2.3.3 แลคโตน (Lactones)

แลคโตนมี ลักษณะของกลิ่นหอมระเหย คล้ายน้ำมันมะพร้าว และเป็นลักษณะของกลิ่นรสของกี (Wadodakar *et al.*, 1996; Yadav and Srinivasan, 1992) พบ Delta-lactones และ lamda-lactones ปริมาณมากในกีจากนมวัวและนมกระบือ (Wadhwa and Jain, 1985b) นอกจากนี้ Wadhwa and Jain (1984) รายงานว่า ปริมาณของแลคโตนจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ อุณหภูมิสูงในการทำกีให้ใส พบว่าปริมาณของ Delta-lactones และ Gamma-lactones ในกีจากนมกระบือมีมากกว่าที่ผลิตจากนมวัว Delta-lactones เป็นสารประกอบตัวสำคัญที่มีผลต่อกลิ่นของกี อัตราส่วนของ Delta-lactones และ Gamma-lactones อยู่ในช่วง 6:1 – 20:1 ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของกี (Yadav and Srinivasan, 1992) Urbach and Gordon (1994) รายงานว่า Delta-lactones; Delta-octalactone (C_8), Delta-decalactone (C_{10}) และ Delta-dodecalactone (C_{12}) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อกลิ่นรสของกี

2.3.4 เอสเทอร์ (Esters)

เอสเทอร์เป็นสารประกอบที่มีบทบาทสำคัญต่อการสร้างกลิ่นและอาจมีความสำคัญต่อกลิ่นรสของกี (Wadodakar *et al.*, 1996) เอสเทอร์ เกิดจากปฏิกิริยาเอสเทอริฟีเคชัน (esterification) ของแอลกอฮอล์สายสั้น และกรดไขมันอิสระสายสั้น โดยการกระทำของแบคทีเรียที่ให้เอสเทอร์ ซึ่งพบในกลุ่มแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria) (Hosono *et al.*, 1974)

2.3.5 สารประกอบอื่นๆ

ในระหว่างกระบวนการที่เพิ่มความร้อนในการทำกีให้ใส สารประกอบที่ได้จากการสลายตัวของ ไขมัน โปรตีน กรดอะมิโน แลคโตส และ กลูโคสในนม อาจมีบทบาทในการทำให้เกิดกลิ่นรสในกี (Yadav and Srinivasan, 1992) กระบวนการสลายตัวของสาร อะโครลีน (acrolein), ไดเมทิลซัลไฟด์ (dimeethyl sulphide), แอลกอฮอล์ (alcohol), ไดออล (diols) และสารประกอบโปรตีนที่เสียสภาพ อินโดล (indole) และ สแคโทล (3 – methylindole) ช่วยให้เกิดกลิ่นรสในเนย และมีผลถึงกี อาจจะอยู่ในรูปแบบเดิมหรือในรูปแบบที่เปลี่ยนไปและมีอิทธิพลต่อกลิ่นรสในกี (Stark *et al.*, 1993)

2.4 แหล่งที่ทำให้เกิดกลิ่นรสของกี

กลิ่นรสของกีเกิดจากสารประกอบที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาต่างๆในระหว่างขั้นตอนการผลิต (Yadav and Srinivasan, 1984, 1992; Achaya,1997) สารประกอบดังกล่าวได้แก่ คาร์บอนิล (carbonyls) แลคโตน (lactones) กรดไขมันอิสระ (free fatty acids) เอสเทอร์ (ester) และสารอื่นๆ ซึ่งสารประกอบเหล่านี้ไม่มีในน้ำนม มีรายงานการศึกษาวิจัยหลายแหล่งที่ทดลองผลิตกีจากครีมสดและครีมที่ผ่านการหมัก กีที่ผลิตจากครีมที่ผ่านการหมักจะมีปริมาณของกรดไขมันอิสระ (FFA) และคาร์บอนิล (carbonyls) มากกว่าในกีที่ผลิตจากครีมสด สารประกอบทั้งสองชนิดนี้ มีอิทธิพลต่อการกำหนดคุณลักษณะที่ดีของกลิ่นรสในกี กระบวนการให้ความร้อนในการ ทำให้กีใสอย่างเดียว ไม่สามารถทำให้เกิดกลิ่นรสที่ดีในกีได้ จำเป็นต้องมีกระบวนการหมักครีมควบคู่กันจึงจะสามารถทำให้กีมีกลิ่นรสที่ดี (Wadhwa and Jain, 1985a)

2.5 คุณค่าทางโภชนาการในกี

กีประกอบด้วยไขมัน ที่ประกอบด้วยวิตามินที่ละลายในไขมัน กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (Chand *et al.*, 1986) 70 เปอร์เซ็นต์ ของกรดไขมันในนมเป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัวและเป็นกรดไขมันสายยาว 60 เปอร์เซ็นต์ (Havel, 1997) ไขมันเป็นสารอาหารหลักที่จำเป็นชนิดหนึ่งสำหรับมนุษย์ โดยธรรมชาติจะพบว่าทั้งพืชและสัตว์ประกอบด้วย (ในอาหาร)ไขมันมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก และอยู่ในรูปของไตรกลีเซอร์ไรด์ (triglycerides) ส่วนที่เหลือประกอบด้วย ฟอสโฟลิปิด (phospholipids) โคเลสเตอรอล (cholesterol) และวิตามิน (vitamin) กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนที่เป็นกรดไขมันจำเป็นต่อมนุษย์ (essential fatty acid) มี 3 ชนิด ได้แก่ กรดลิโนเลอิก (linoleic acid, C18:2 n-6) กรดลิโนเลนิก (linolenic acid, C18:3 n-3) และ กรดอะราชิโดนิก (arachidonic acid, C20:4n-6) เป็นต้น

2.5.1 วิตามินที่ละลายในไขมัน

กีอุดมไปด้วยวิตามินที่ละลายในไขมัน (วิตามิน เอ ดี อี และ เค) และพบวิตามิน เอ ในกีในปริมาณที่มากกว่าวิตามินชนิดอื่นๆ (Ganguli and Jan, 1972; Sserunjogi *et al.*, 1998; Niranjan and Krishnakantha, 2000) วิตามินแต่ละชนิดมีประโยชน์ต่อร่างกายดังนี้

วิตามิน เอ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เรทีนอล ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายได้ในตัวทำละลายไขมัน ถูกทำลายได้ง่ายโดยการออกซิไดส์ หรือเมื่อได้รับความร้อนสูง ในอากาศ แสงแดด แสงอัลตราไวโอเลต และในไขมันที่เหม็นหืน แต่ทนความร้อนกรดและด่าง วิตามิน เอ ค่อนข้างคงตัวในการเก็บวิตามินจำพวกนี้จึงเก็บใส่ขวดสีน้ำตาล หน้าที่สำคัญของวิตามินเอ ช่วยในการเป็นในที่สลัว โดยควบคุมการทำงานของ ร็อดเซลล์ (rod cells) และโคนเซลล์ (cone cells) ในเรตินา (retina) ของนัยน์ตา ช่วยบำรุงรักษาเซลล์ชนิดบุผิวของอวัยวะต่าง ๆ วิตามินเอมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการสร้าง

กระดูกและฟัน วิตามินเอจำเป็นต่อการทำงานเป็นปกติของระบบสืบพันธุ์ เบต้าแคโรทีน ทำหน้าที่เป็นสารต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Antioxidant) ช่วยในการเสริมสร้างให้ร่างกายเจริญเติบโตและช่วยให้มีความกระฉับกระเฉง สร้างภูมิคุ้มกันโรคที่เกิดจากเชื้อราและไวรัสอาการขาดวิตามินเอ จะทำให้ตาพล่า เห็นไม่ชัดมองในที่มืดไม่เห็น ตาสู้แสงไม่ได้ ระคายเคือง ผอมแห้ง ง่ายต่อการติดโรคและง่ายต่อการแพ้สิ่งต่าง ๆ มีปัญหาเวลาขับรถกลางคืน ผมจะร่วง ผมแห้ง เล็บเปราะ ผิวหนังตกสะเก็ด และเหี่ยวย่นก่อนวัย เบื่ออาหาร ความรู้สึกรับรสและกลิ่นไม่ดีพอ การขาดวิตามินเอจะแสดงออกที่ส่วนตาก่อนส่วนอื่น ๆ ระบบปัสสาวะ เยื่อบุไต กรวยไต ท่อไต และกระเพาะปัสสาวะเปลี่ยนแปลงที่ทำให้แคลเซียมเกาะได้ง่ายขึ้นมักมีการติดเชื้อทางเดินปัสสาวะทำให้เกิดปฏิกิริยาของปัสสาวะเปลี่ยนเป็นด่าง ซึ่งเป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดนิ่วชนิดแคลเซียมฟอสเฟตในไตและกระเพาะปัสสาวะ ระบบทางเดินอาหาร อาจทำให้ปาก คอ ลิ้น และเหงือกอักเสบเป็นแผลที่กระเพาะอาหารและลำไส้ได้ง่าย อาจมีอาการท้องร่วงเด็กที่ขาดวิตามินเอ การเจริญเติบโตช้า การสร้างกระดูกที่ส่วนปลายของกระดูกยาว (epiphysis) ผิดปกติ เคลือบฟันผิดปกติและเจ็บป่วยเนื่องจากระบบภูมิคุ้มกันโรคต่ำ มีผลทำให้เด็กรูปร่างเล็ก แคระแกรนได้ (Penniston *et al.*,2006) ในกีมีปริมาณวิตามิน เอ อยู่ 315 – 376 µg/100 g (Al-Khalifah and Al-Kahtani, 1993)

วิตามิน ดี เป็นวิตามินที่ร่างกายต้องการเพื่อการรักษาภาวะสมดุลของระดับแคลเซียมในเลือดและในกระดูก เมื่อร่างกายได้รับแสงแดด ร่างกายสามารถสร้างวิตามินดีได้เมื่อผิวหนังได้รับแสงแดด ในกรณีที่ไม่ถูกแดด จำเป็นจะต้องได้รับวิตามินดีจากอาหารให้มากขึ้น เมื่อได้รับแสงแดดพอ ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเสริมด้วยการรับประทานวิตามินดีในรูปวิตามินรวม หรือรับประทานอาหารที่มีการเสริมด้วยวิตามินดี วิตามินดีที่เข้าร่างกายจะถูกนำไปเก็บที่ตับเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้จะเก็บที่ผิวหนัง สมอง ตับอ่อน กระดูก และลำไส้ได้วิตามินดีจะเสียง่ายเมื่อถูกออกซิเดชัน ละลายในตัวทำลายไขมันและไม่ละลายน้ำ วิตามินดีช่วยในการดูดซึมแคลเซียมและฟอสฟอรัส มีความสำคัญในการสร้างกระดูกและฟันและการเจริญเติบโตตามปกติของเด็ก วิตามินดีมีผลต่อการดูดซึมกลับของกรดอะมิโนที่ไต ช่วยสังเคราะห์น้ำย่อยใน mucous membrane ควบคุมปริมาณของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในกระแสโลหิตไม่ให้ต่ำลงจนถึงขีดอันตราย เกี่ยวข้องกับการใช้ฟอสฟอรัสในร่างกาย ช่วยสังเคราะห์ Mucopolysaccharide ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นหัวใจในการสร้างคอลลาเจน เกี่ยวข้องกับการใช้เกลือซิเตรทในร่างกายอาจจำเป็นในการทำงานของระบบประสาท การเต้นของ การแข็งตัวของเลือด ถ้าขาดวิตามินดีทำให้เกิดโรคกระดูกอ่อนในเด็กเรียก Rickets และในผู้ใหญ่เรียกว่า Osteosarcoma มีปัญหาเกี่ยวกับการดูดซึมแคลเซียมเข้าร่างกาย รูปร่างจะไม่สมประกอบ น้ำหนักลด ฟันผุ เติบโตช้า กระดูกสันหลังโก่ง ข้อมือ เข่า และกระดูกข้อเท้าโต ความต้านทานต่อโรคต่าง ๆ ลดน้อยลง เช่นหวัด ปอดบวม วัณโรค กล้ามเนื้ออ่อนกำลังขาดความคล่องแคล่ว ว่องไว ไม่กระฉับกระเฉง ไม่มีความกระปรี้กระเปร่า กล้ามเนื้อกระตุก ถ้าได้รับวิตามินดีมากเกินไป ทำให้ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน เบื่ออาหาร ปัสสาวะมากผิดปกติและ

บ่อย กล้ามเนื้อไม่มีแรง รู้สึกเหนื่อยอ่อน มีหินปูนเกาะตามอวัยวะหรือเนื้อเยื่อของหัวใจ ผนังเส้นเลือดและปอด แต่อาการเหล่านี้นั้นจะหายภายใน 2 - 3 วันหลังจากหยุดวิตามิน (Maqbool and Stallings, 2008; Bell *et al.*,2010)

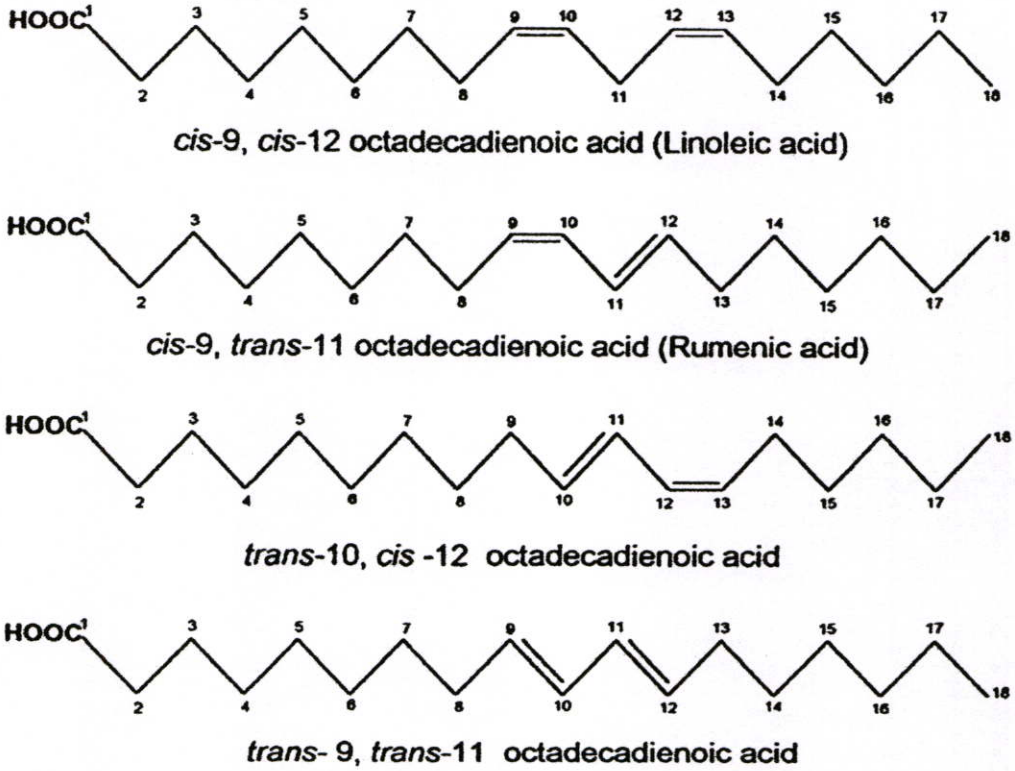
วิตามิน อี มีลักษณะเป็นน้ำมันสีเหลือง และละลายได้ดีในไขมัน เป็นวิตามินชนิดหนึ่งที่ร่างกายต้องการ หากขาดอาจทำเกิดภาวะผิดปกติต่อขบวนการปฏิกิริยาต่างๆในร่างกาย เราพบว่าเมื่อร่างกายได้รับวิตามินอีไปพร้อมกับอาหาร วิตามินอีจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายยังผนังลำไส้เล็กไปพร้อมกับไขมัน และพร้อมกับวิตามินที่ละลายในไขมันชนิดอื่นๆ เช่น วิตามิน เอ วิตามิน ดี และวิตามิน เค และปกติเมื่อร่างกายได้รับวิตามินอีเข้าไปแล้วจะเก็บสะสมไว้ในไขมันในร่างกาย แต่พบว่าในคนที่รับประทานกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids) หรือฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) เช่น ยาเม็ดคุมกำเนิด (contraceptive pill) จะมีผลทำให้วิตามินอีที่สะสมไว้ใช้ประโยชน์ในร่างกายถูกขับ (depletion) ออกจากแหล่งสะสมไปจนอาจทำให้เกิดภาวะขาดวิตามินอีได้ (Maqbool and Stallings, 2008; Sen *et al.*, 2006)

วิตามิน เค เป็นวิตามินประเภทที่ละลายในน้ำมัน นอกจากร่างกายจะได้รับจากอาหารที่รับประทานแล้ว ยังสามารถผลิตขึ้นเองได้ในลำไส้เล็ก เป็นวิตามินที่ทนต่อความเป็นกรด แต่ไม่ทนกรดแก่ ด่างที่ผสมแอลกอฮอล์ แสงสว่าง และสารเติมออกซิเจน ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องเก็บในขวดสีน้ำตาลซึ่งทึบแสง ถ้าขาดวิตามิน เคโลหิตไหลไม่หยุด หรือหยุดยากเวลามีบาดแผล เลือดแข็งตัวช้า หรือ เลือดกำเดาออก มีการตกเลือด หรือเลือดออกภายใน เช่น ในลำไส้เล็ก เลือดออกมากับปัสสาวะ เลือดออกที่ตา เลือดออกหลังผ่าตัด หรือคลอดก่อนกำหนด (Maqbool and Stallings, 2008; Rohde *et al.* ,2007)

2.5.2 Conjugated linoleic acid (CLA)

Conjugated linoleic acid (CLA) หรือ Conjugated octadecadienoic acid เป็นกลุ่มของกรดไขมันที่มีลักษณะรูปร่างและโครงสร้างเป็นไอโซเมอร์(isomers) ของกรดลิโนเลอิก (linoleic acid, C18:2 n-6) ซึ่งเป็นหนึ่งในกรดไขมันจำเป็นต่อร่างกาย (essential fatty acid) ดังแสดงในภาพที่ 2.3 (Bessa *et al.*, 2000) พบมากในไขมันนม จัดเป็นสารต้านการก่อมะเร็ง และต้านการก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองทุกชนิด (Chin *et al.*, 1992; McGuire and McGuire, 1999) สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง เช่น มะเร็งลำไส้ มะเร็งเต้านมในหลอดทดลอง และสามารถยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งได้ดีกว่าสารเบต้าแคโรทีน (Parodi, 1994) มีการทดลองใช้ CLA ในการรักษาโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตันในสัตว์ทดลอง (Bhattacharya *et al.*, 2006; Kritchevsky *et al.*, 2004; Toomey *et al.*, 2006; Wilson *et al.*, 2006) CLA มีรูปร่างเกาะเกี่ยวกันแบบรูปทรงเรขาคณิต ได้แก่ cis-9 และ trans-11-octadecadienoic acid isomer ที่เชื่อว่ามีผลในการยับยั้งสารก่อมะเร็ง (Ha *et al.*, 1989; Fritsche and Steinhart, 1998) cis-9, trans-11 และ trans-10, cis-12 isomers โดยทั้งสองไอโซเมอร์โครงสร้างรูปแสดงคุณสมบัติยับยั้งการเกิดเนื้องอก trans-10,cis-12

isomer เป็นพิษโดยตรงต่อเซลล์มะเร็งตับ และต้านการเกิดมะเร็งในเซลล์หลายชนิด ส่วน cis-9,trans-11 isomer แสดงคุณสมบัติในการลดไขมันในร่างกาย ป้องกันโรคอ้วน (Evans, 2002) CLA ในไขมันนมปกติจะมีอยู่ประมาณ 5-6 mg CLA g^{-1} fat สามารถเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 1 ตรวจพบใน *desi* ghee ซึ่งเป็นกีที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรีย มีรายงานว่าแบคทีเรียที่ใช้ในผลิตภัณฑ์นมหมักหลายชนิดสามารถเปลี่ยนกรดไขมันไม่อิ่มตัวโซ่ยาวในไขมันนมเป็น CLA ได้ (Lin *et al.*, 1999; Kim and Liu, 2002) นอกจากนี้ CLA ในกีสามารถเพิ่มในขั้นตอนที่เพิ่มความร้อนในการทำกีให้ใส โดยเพิ่มจาก 110 องศาเซลเซียส ถึง 120 องศาเซลเซียส (Aneja and Murthi, 1991) ตรวจพบ cis-9, trans-11-octadecadienoic acid พบประมาณร้อยละ 90 ของปริมาณ CLA ทั้งหมด ในผลิตภัณฑ์นมหลายชนิด (Chin *et al.*, 1992) ในเนยและกีเป็นแหล่งที่มี cis-9, trans-11-octadecadienoic acid ในปริมาณมาก และการบริโภคผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะทำให้มีระดับปริมาณของ CLA เพิ่มขึ้นในน้ำเหลือง และน้ำนม (Parodi, 1994)



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีของกรดไขมันลิโนเลอิก และ CLA-isomers

ที่มา : Bassa *et al.* (2000)

2.5.3 Cholesterol oxidation compounds (COPS)

Nielsen *et al.* (1996) รายงานว่า ออกซีสเตอรอล (oxysterol) เป็นสาเหตุของการเกิดเส้นเลือดอุดตันและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารพันธุกรรม ซึ่งขณะนี้มีการแนะนำให้จำกัดปริมาณในอาหาร โดยปกติแล้วคอเลสเตอรอลจะถูกออกซิไดซ์ในอากาศและปรากฏเป็น COPS ในอาหาร จึงมีการใส่ใจในเรื่องนี้กันมากขึ้น (Kumar and Singhal, 1992) มีการรายงานว่ากีมีปริมาณคอเลสเตอรอล 0.3-0.4 เปอร์เซ็นต์ (Nath *et al.*, 1996) COPS เป็นสาเหตุของการเกิดเส้นเลือดแตก (IDF, 1996) Nath *et al.* (1996) รายงานว่าในการผลิตกีและการเก็บกีในสภาวะปกติจะไม่มีการเกิด COPS เว้นแต่จะมีการเปลี่ยนแปลงโดยการออกซิไดซ์ ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การใช้กีในการทอดอาหารในเวลาสั้นๆจะไม่ทำให้เกิด คอเลสเตอรอลออกไซด์ ยกเว้นจะเกิดหลังจากการทอด 15 นาที จึงสามารถป้องกันการการเกิดได้โดยไม่ใช้เวลาในการทอดอาหารนานเกินไป โดยจะเกิดเมื่อใช้เวลาในการทอดนาน (60 นาที) (Nath *et al.*, 1996) มีรายงานว่า กี นมผง และชีสจะมีปริมาณของคอเลสเตอรอลมากกว่าผลิตภัณฑ์จากนมชนิดอื่นๆ การให้ความร้อนในการผลิตกีอาจจะเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณของ COPS เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามกีที่วางจำหน่าย ตรวจไม่พบ COPS COPS จะเกิดได้ทั้งในกีจากนมวัวและกีจากนมกระบือ ที่ใช้อุณหภูมิสูงถึง 120 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนที่เพิ่มความร้อนในการทำกีให้ใส ในปริมาณของคอเลสเตอรอลทั้งหมดจะมี COPS อยู่ร้อยละ 0.7-0.9 การทอดซ้ำๆจะทำให้ปริมาณของกรดไขมันอิสระ (free fatty acids) และ peroxide value ในกีเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เป็นลักษณะเดียวกันกับการเพิ่มความเข้มข้นของ COPS

2.6 อายุการเก็บรักษาของกี

การเสื่อมสภาพของกีมีสาเหตุมาจากการถูกออกซิไดซ์และมีกลิ่นเหม็นหืน การให้ความร้อนในกระบวนการผลิตสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ และลดปริมาณความชื้นจนเหลือน้อยมาก เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ นอกจากตระกูล *Bacillus* บางสายพันธุ์ เช่น *B. subtilis* และ *B. megatherium* ซึ่งตรวจพบเฉพาะสปอร์อย่างเดียวไม่สามารถเจริญเติบโตได้ การหืนของกีอาจจะมาจาก จุลินทรีย์ที่สร้างเอนไซม์ย่อยสลายไขมันและเจริญในกีที่มีความชื้นมากพอ ในกีจากนมกระบือจะต้านทานการย่อยสลายไขมันได้ดีกว่ากีจากนมวัว (van den Berg, 1988)

การเก็บรักษาคุณภาพของกีขึ้นอยู่กับ กระบวนการหมักครีม กรรมวิธีในการผลิต การให้ความร้อน และชนิดของภาชนะบรรจุกับขีดจำกัดในการยอมให้อากาศและความชื้นเข้า- ออกได้ โดยปกติแล้ว กีมีอายุในการเก็บรักษา 6-8 เดือน ความคงตัวในระยะเวลาการเก็บรักษาขึ้นอยู่กับ ค่าความชื้นที่ต่ำและมีค่าฟอสโฟลิปิด (phospholipids) ที่สูง (Achaya, 1997) กีที่ผลิตจากนมโคจะมีอายุการเก็บรักษาที่คงทนกว่า เพราะมีสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติมากกว่า (van den Berg, 1988) กีที่ผลิตจากครีมที่ผ่านการหมักจะมีอายุการเก็บสั้นกว่ากีที่ผลิตจากครีมที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก (Singh *et al.*, 1996) กีบางชนิดมีการผสม เกลือลงไป เช่นกีของเอธิโอเปีย

(Bekele and Kassaye, 1987; Abou-Donia and El-Agamy, 1993) Bekele and Kassaye (1987) รายงานว่าการเติมเกลือลงไปในกีจะช่วยยืดอายุของกี เพราะเกลือไม่ละลายในไขมัน และสามารถแทรกซึมแทนที่ไขมันและช่วยดูดความชื้นจากกี และเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้

การเปลี่ยนแปลงลักษณะของกีในระหว่างการเก็บรักษา ผลึกไขมันของกีจะมีลักษณะเป็นของแข็ง กึ่งแข็งกึ่งเหลว และแยกชั้นของแข็งกับของเหลว กีที่เก็บที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า จะอยู่ในรูปของแข็งมีผลึกไขมันที่มีขนาดเล็ก เก็บที่อุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส แต่ต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส จะทำให้กีสูญเสียโครงสร้าง ควรเก็บกีไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการแยกชั้นของกี (Ganguli and Jain, 1973)

2.7 แบคทีเรียกรดแลคติก

การนิยามและจัดจำแนกแบคทีเรียกรดแลคติก (lactic acid bacteria : LAB) มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะช่วง 10-20 ปีที่ผ่านมา ในอดีตแบคทีเรียกรดแลคติก หมายถึงกลุ่มแบคทีเรียที่ทำให้น้ำนมเปรี้ยวจากการผลิตกรดซึ่งรวมถึงแบคทีเรียแกรมลบกลุ่ม โคลิฟอร์มด้วย (Stiles and Holzapfel, 1997) ปัจจุบันแม้ไม่มีนิยามที่ชัดเจนเป็นเอกฉันท์ แต่ลักษณะพื้นฐานที่ยอมรับทั่วไปของแบคทีเรียกลุ่มนี้ คือ เป็นกลุ่มแบคทีเรียแกรมบวกซึ่งไม่สร้างสปอร์ ขาดเอนไซม์คะตะเลส ขาดไซโตโครม ทนต่อสภาวะมีออกซิเจน (aerotolerant) ทนต่อสภาพความเป็นกรด ต้องการสารอาหารสูงในการเจริญเติบโต และผลิตกรดแลคติกเป็นผลิตภัณฑ์หลักจากการหมักน้ำตาล อย่างไรก็ตามแบคทีเรียกลุ่มนี้บางชนิดสามารถผลิตเอนไซม์คะตะเลสเทียม (pseudocatalase) ซึ่งขาดกลุ่มพอร์ไฟริน (porphyrin group) และในสภาวะที่มีสารอาหารจำกัดกลุ่ม *streptococci* เช่น *Streptococcus bovis* มีการผลิตกรดแลคติกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Axelsson, 1998) การจัดอนุกรมวิธานแบคทีเรียกรดแลคติกอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา ความสามารถในการหมักน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ชนิดของกระบวนการหมักน้ำตาลกลูโคส ความสามารถในการเจริญที่อุณหภูมิต่าง ๆ และชนิดไอโซเมอร์ของกรดแลคติกโดยแบ่งเป็นสกุลคือ *Betabacterium*, *Thermobacterium*, *Streptococcus*, *Betacoccus*, *Microbacterium* และ *Tetracoccus* ซึ่งต่อมาปี ค.ศ. 1937 Sherman ได้แยกกลุ่มที่เจริญเฉพาะสภาวะไร้ออกซิเจน (strictly anaerobes) และกลุ่ม pneumococci ออกจากสกุล *Streptococcus* และแบ่งส่วนที่เหลือเป็น 4 กลุ่ม คือ pyogens, viridans, lactis และ enterococci การจัดจำแนกโดยวิธีดังกล่าวนี้มีข้อจำกัด เช่น สภาวะการเจริญเติบโตสามารถมีผลต่อสัณฐานของเซลล์ดังที่ *Lactobacillus xylosus* และ *Lb. hordiniae* ถูกจัดจำแนกใหม่เป็น *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* และ *Lc. lactis* subsp. *Hordiniae* เมื่อใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมประกอบ ความเปลี่ยนแปลงเมื่อใช้เทคนิคอื่น ๆ เช่น ดีเอ็นเอ : อาร์เอ็นเอไฮบริไดเซชั่น การหาลำดับเบสของ 16S และ 23S rRNA

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Axelsson (2004) อ้างใน Axelsson and Von Wrigth (ed) จำแนกและจัดหมวดหมู่แบคทีเรียกรดแลคติกเป็น 21 สกุล คือ *Lactobacillus* (*Lb.*), *Leuconostoc* (*Ln.*), *Pediococcus* (*P.*), *Streptococcus* (*S.*), *Aerococcus* (*A.*), *Alloiococcus*, *Canobacterium* (*C.*), *Dolosigranulum*, *Enterococcus* (*E.*), *Globicatella*, *Lactococcus* (*Lc.*), *Lactosphaera*, *Weissella* (*W.*), *Oenococcus* (*O.*), *Tetragenococcus* (*T.*), *Vagococcus* (*V.*), *Dolosicoccus*, *Eremococcus*, *Facklamia*, *Helcococcus*, และ *Ignavigranum* โดยสกุลที่มีความสำคัญกับการนำมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์นมหมัก ได้แก่

2.7.1 สกุล *Lactobacillus*

เป็นแบคทีเรียกรดแลคติกกลุ่มใหญ่สุด มีความหลากหลายของลักษณะทางฟีโนไทป์ สมบัติทางชีวเคมี และสรีรวิทยา เนื่องจากความแตกต่าง ของปริมาณ G + C (mol %) ภายในสกุลสูง คือ มีค่าระหว่าง 32-53 เปอร์เซ็นต์ (Axelsson, 1998) พบในแหล่งต่าง ๆ เช่น เยื่อเมือกของมนุษย์และสัตว์ พืช และน้ำทิ้ง เป็นต้น บางสปีชีส์เป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อในมนุษย์ เซลล์มีรูปร่างเป็นท่อนหรือทรงรี (coccobacilli) ต้องการสารอาหารสูงในการเจริญ ประกอบด้วย 55 สปีชีส์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม (Stiles and Halzapfel, 1997) คือกลุ่ม Obligately homofermentative lactobacilli หมักน้ำตาลกลูโคส จากการย่อยสลายแลคโตส (มากกว่าร้อยละ 85) เป็นกรดแลคติกโดยวิถี Embden-meyerhof-Parnas (EMP) ผลิตเอนไซม์ 1,6 biphospgate-aldolase แต่ไม่ผลิตเอนไซม์ phosphoketolase จึงหมักน้ำตาลเพนโตสและกลูโคเนสไม่ได้ ประกอบด้วย 18 สปีชีส์
กลุ่ม Facultatively heterofermentative lactobacilli หมักน้ำตาลเฮกโซสเป็นกรดแลคติกผ่านวิถี EMP มีการผลิตเอนไซม์ทั้งอัลโดเลส (aldolase) และฟอสโฟคีโตเลส(phosphoketolase) จึงหมักน้ำตาลเพนโตสได้ ประกอบด้วย 18 สปีชีส์ กลุ่ม Obligately heterofermentative lactobacilli หมักน้ำตาลเฮกโซสและเพนโตส ผ่านวิถี Phosphogluconate เป็นแลคเตทเอทานอลและคาร์บอนไดออกไซด์ประกอบด้วย 19 สปีชีส์

2.7.2 สกุล *Lactococcus*

เซลล์มีรูปร่างกลมหรือไข่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.0 ไมโครเมตร จัดเรียงตัวเป็นเซลล์เดี่ยว เป็นคู่ หรือต่อกันเป็นสายโซ่ ผลิตกรดแล็กติกชนิด L(+) จากการหมักน้ำตาลกลูโคส มักถูกใช้เป็นกล้าเชื้อ (starter culture) ในผลิตภัณฑ์นม สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แต่ไม่เจริญที่ 45 องศาเซลเซียส พบในแหล่งต่าง ๆ เช่น ผักกาด ถั่วหญ้า มันฝรั่ง และน้ำนมดิบ เป็นต้น ปัจจุบันประกอบด้วย 6 สปีชีส์ ได้แก่ *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, *Lc. lactis* subsp. *horniae*, *Lc. garvieae*, *Lc.pantarum*, *Lc. rafinolactis* และ *Lc. piscium* มีปริมาณ G + C (mol %) ระหว่าง 34-43 เปอร์เซ็นต์ (Teuber, 1995)

120094

2.7.3 สกุล *Streptococcus*

เป็นแบคทีเรียกรดแลคติกที่มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8-1.2 ไมโครเมตร จัดเรียงตัวเป็นสายโซ่หรือคู่ ผลิตกรดแลคติกชนิด L(+) เป็นผลิตภัณฑ์หลักเท่านั้นจากการหมักกลูโคส (Homofermentative) ต้องการสารอาหารสูงในการเจริญเติบโตมีหลายสปีชีส์เป็นปรสิตในคนหรือสัตว์และบางสปีชีส์สามารถทำให้เกิดโรคได้ เจริญที่อุณหภูมิ 20-40 องศาเซลเซียส ปัจจุบันประกอบด้วย 39 สปีชีส์ มีปริมาณ G + C (mol %)ระหว่าง 34-46 เปอร์เซ็นต์ (Hardie and Whiley, 1995)

2.7.4 สกุล *Leuconostoc*

เซลล์มีสัณฐานขึ้นกับอาหารเลี้ยงเชื้อในอาหารซึ่งมีกลูโคส เซลล์มีลักษณะยืดออกคล้ายกลุ่ม lactobacilli แต่ในน้ำนมเซลล์จะมีรูปร่างกลม การจัดเรียงตัวเป็นเซลล์เดี่ยว อยู่เป็นคู่หรือเป็นสายโซ่สั้นถึงปานกลาง ผลิตกรดแลคติกชนิด D (-), เอทานอล, คาร์บอนไดออกไซด์ และสารหอมระเหยจากการหมักกลูโคส (heterofermentative) จึงช่วยสร้างกลิ่นรสในอาหารหมักดอง การเจริญต้องการสารอาหารสูง ปัจจุบันประกอบด้วย 8 สปีชีส์ *Leuconostoc mesenteroides, Leuc. lactis, Leuc. gelidum, Leuc. carmosum, Leuc. pseudomesenteroides, Leuc. citreum, Leuc. argentinum* และ *Leuc. fallax* (Stiles and Holzapfel, 1997) มี mol % G+C ระหว่าง 37-40 % (Dellaglio *et al.*, 1995)

2.7.5 สกุล *Bifidobacterium*

เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ไม่ต้องการอากาศอย่างแท้จริง มีรูปร่างเป็นแท่งคล้ายตัว Y และไม่ผลิตก๊าซ ถูกค้นพบครั้งแรกโดย Tissier ในปี ค.ศ. 1900 ซึ่งแยกได้จากอุจจาระของเด็กทารกและตั้งชื่อว่า Bacillus bifidus และจัดเข้าสู่จีนัส Bifidobacterium ในปี ค.ศ. 1920 คุณสมบัติที่สำคัญคือ สามารถหมักน้ำตาลเฮกโซสได้เป็นกรดแลคติกโดยผ่านวิถีฟอสโฟคีโตเลท (phosphoketolase pathway) เมื่ออยู่ในสภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเซลล์ให้มีกิ่งก้านมากมายในอาหารที่ขาด เบต้า-เมทิล-ดี-กลูโคซามีน (b-methyl-D-glucosamine) เซลล์ที่มีลักษณะเป็นสองส่วนเท่ากันจะเกิดรูปร่างที่แตกแขนงมากขึ้น (Ong *et al.*, 2005) และเมื่อมีการเติมกรดอะมิโนเพียงเล็กน้อยในอาหารเลี้ยงเชื้อ เซลล์ที่เป็นกิ่งก้านมากมายจะเปลี่ยนเป็นแท่งโค้ง bifidobacteria นี้ พบได้ในลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และช่องคลอด ผลิตวิตามินบี อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 37-41 องศาเซลเซียส พีเอชที่เหมาะสมคือ 5.5-7.0 ผลิตกรดอะซิติก กรดแลคติก ทำให้เพิ่มความเป็นกรดในลำไส้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพ และการใช้ประโยชน์ของกี

Yadav and Srinivasan. (1984) ศึกษาการพัฒนากลิ่นรสของกี โดยการหมักครีมด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก *Lactococcus lactis C-10, Lc. lactis* subsp. *Lactis biovar. Diacetylactis DRC-1, S. thermophilus and Lc. delbrueckii* subsp. *Bulgaricus.* โดยใช้กล้าเชื้อแบบผสม 2 ชนิด จำนวน 6 ตัวอย่าง นำมาหมักครีม พบว่ากล้าเชื้อผสมของ *Lc. lactis C-10.* และ *Lc. lactis* subsp. *Lactis biovar. Diacetylactis DRC-1* ให้กีที่มีกลิ่นรสที่ดีที่สุด

Bille and Kandjou. (2008) ศึกษาการพัฒนาคุณภาพกี ในนามิเบีย มีการใช้กีกันมาก แต่เดิมการผลิตกีจะเริ่มจากการหมักนมโดยไม่มีการควบคุมสภาวะ ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิในกระบวนการให้ความร้อน และระยะเวลาในขั้นตอนสุดท้ายโดยจะดูจากสีของกีเพียงอย่างเดียวทำให้กีที่ผลิตออกมามีหลายเฉดสี ภาชนะที่ใช้ในการผลิตและบรรจุไม่มีคุณภาพ อายุในการเก็บรักษาจะสั้นมาก เพราะกีมีความชื้นสูงและมีกลิ่นเหม็นหืน ต่างจากกีที่ผลิตจากอินเดียและอียิปต์ที่มีการกำหนด ค่าไขมันนมไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99.6 ความชื้นไม่เกินร้อยละ 0.3 ปริมาณเกลือไม่เกินร้อยละ 0.05 ค่า FFAs ไม่เกินร้อยละ 0.5 Peroxide value ไม่เกิน 10 mEq/kg องค์ประกอบอื่นๆ ของกี (other ghee constituents) ร้อยละ 0.1 จากนั้นได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยเริ่มจากการควบคุมสภาวะในการหมักนม การควบคุมอุณหภูมิและเวลา ทำการทดสอบหาค่าต่างๆตามคุณสมบัติของกีที่มีคุณภาพ ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อให้ได้กีตามที่ผู้บริโภคต้องการ ทำการประเมินผลทางสถิติ ได้กีที่มีคุณภาพไม่ต่างจากกีของอินเดียและอียิปต์ เมื่อทำการทดลองเสร็จ นำผลที่ได้ไปพัฒนากระบวนการผลิต

Tyagi *et al.* (2006) ศึกษาการเพิ่มปริมาณของ conjugated linoleic acid (CLA) ในน้ำนมและผลิตภัณฑ์จากนมกระบือโดยการให้อาหารแห้งที่มีสีเขียวซึ่งได้มาจาก Berseem (*Trifolium alexandrinum*) เปรียบเทียบกับการให้ฟางข้าวสาลี และอาหารข้น การทดลองใช้กระบือพันธุ์มูราห์ (Murrah buffaloes) ที่มีปริมาณการให้นมที่เท่ากัน จำนวน 18 ตัว แบ่งเป็น 3 กลุ่ม พบว่าในกลุ่มที่ให้อาหารแห้งที่มีสีเขียวซึ่งได้มาจาก Berseem มีปริมาณ CLA เพิ่มขึ้นทั้งในน้ำนมและผลิตภัณฑ์จากนม

Prasad and Dorle. (2006) ศึกษาการใช้กีมารักษาบาดแผลของหนูทดลอง โดยการใช้กีเพียงอย่างเดียวทาที่แผล เปรียบเทียบกับทายานีโอมัยซิน และกีผสมกับยานีโอมัยซิน ผลการทดลองสรุปว่าการใช้กีผสมกับยานีโอมัยซินมีผลในการรักษาแผลของหนูทดลองได้ดีที่สุด

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 วิปปิ้งครีมนมวัวพาสเจอร์ไรส์ปริมาณไขมัน 35-36 เปอร์เซ็นต์ (บริษัทโฟร์โมสประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ)

3.1.2 กล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติก A (Chr.Hansen, Denmark)
(เป็นเชื้อผสมประกอบด้วยเชื้อ *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophillus* และ *Bifidobacterium lactis*)

3.1.3 กล้าเชื้อผสมแบคทีเรียกรดแลคติก B (Danisco, Denmark)
(เป็นเชื้อผสมประกอบด้วยเชื้อ *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis biovar. diacetylactis* และ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*)

3.2 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี

3.2.1 สารละลายมาตรฐาน 0.1 นอร์มัล NaOH (Merck, Germany)

3.2.2 ฟีนอฟทาลีน ความเข้มข้นร้อยละ 1 (Merck, Germany)

3.2.3 เฮกเซน (Merck, Germany)

3.2.4 ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Merck, Germany)

3.2.5 แอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 (Mallinckrodt Chemical, U.S.A)

3.2.6 กรดอะซีติกเข้มข้น (Mallinckrodt Chemical, U.S.A)

3.2.7 คลอโรฟอร์ม (Merck, Germany)

3.2.8 โปแตสเซียมไอโอไดด์ (Carlo Erba Reagents, Italy)

3.2.9 โซเดียมไทโอซัลเฟต (Mallinckrodt Chemical, U.S.A)

3.2.10 แป้ง (ใช้เตรียมน้ำแป้ง) (Carlo Erba Reagents, Italy)

3.2.11 สารละลายมาตรฐานWijs (Wijs' Reagent) (Merck, Germany)

3.2.12 สารละลายมาตรฐาน pH 4.00 และ 7.00 (Merck, Germany)

3.3 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

3.1 MRS Broth	(Scharlau, Spain)
3.3.2 Agar	(Oxoid, England)
3.3.3 Peptone	(Oxoid, England
3.3.4 Xylose-Lysine Deoxycholate agar	(Difco, USA)
3.3.5 Rappaport-Vassiliadis Soya peptone broth	(Difco, USA)
3.3.6 Soyabean Casein Digest medium	(Hi-media, India)
3.3.7 Mannital-salt agar	(Hi-media, India)
3.3.8 Brilliant green agar (modified)	(Hi-media, India)
3.3.9 Baird-parker medium	(Merck, Germany)
3.3.10 Muller-Kauffmann tetrathionate novobiocin broth	(Merck, Germany)
3.3.11 Triple sugar iron agar	(Merck, Germany)
3.3.12 0.1% Brilliant Green solution	(Merck, Germany)
3.3.13 Potassium iodide solution	(Merck, Germany)
3.3.14 Ethyl alcohol 95%	(Mallinckrodt , U.S.A)
3.3.15 Butterfield's phosphate-buffered dilution water	(Merck, Germany)
3.3.16 Brain heart infunsion (BHI) broth	(Merck, Germany)
3.3.17 Coagulase plasma (rabbit) with EDTA	(Merck, Germany)

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.4.1 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง	(Precisa, Switzerland)
3.4.2 ตู้บ่มเชื้อ	(Memmert, Germany)
3.4.3 หม้อนึ่งความดัน	(LS-2D, Taiwan)
3.4.4 เครื่องชั่งความละเอียด 4 ตำแหน่ง	(Sartorius, Germany)
3.4.5 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ	(DH-30-110, Germany)
3.4.6 หม้อสแตนเลสแบบหนา	(Seagull brand, Thailand)
3.4.7 จานเพาะเชื้อ	(Pyrex, Germany)
3.4.8 ไมโครปิเปต	(Axygen, USA)
3.4.9 ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ	(Memmert , Germany)
3.4.10 โถดูดความชื้น	
3.4.11 ตู้ปลอดเชื้อ	(ISSCO laminar flow,USA)

3.4.12 เครื่องผสม (Vortex mixer, Canada)

3.4.13 เครื่องชั่งละเอียด 3 ตำแหน่ง (Sartorius Germany)

3.4.14 เทอร์โมมิเตอร์ 100 และ 200 องศาเซลเซียส

3.4.15 เตาไฟฟ้า (Sartorius Germany)

3.4.16 แท่งแก้วสามเหลี่ยม

3.4.17 เครื่องวัดสี CR-300 MINOLTA (Minolta ,Japan)

3.4.18 ฟิล์มยืด (Film wrap) (บริษัท เอ็ม เอ็ม พีแพ็คเกจจิ้งกรุ๊ปจำกัด)

3.4.19 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.4.20 ลวดเขี่ยเชื้อ

3.4.21 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

3.4.20 ผ้ากรองความละเอียด 200 mesh

3.4.21 อลูมิเนียมฟอยล์

3.5 สถานที่ทำการทดลอง

3.5.1 ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5.1 ห้องปฏิบัติการควบคุมคุณภาพ บริษัท แคพซูลโปรดักส์ จำกัด

3.6 วิธีการทดลอง

3.6.1 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มครีมโดย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B

นำวิปปิ้งครีมทางการค้า มาพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 2 นาที จากนั้นลดอุณหภูมิลง เพื่อสามารถเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก นำครีมไปบ่มที่อุณหภูมิ 41$\pm$0.5, 43 $\pm$0.5 หรือ 45 $\pm$0.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับสำหรับกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และอุณหภูมิ 30$\pm$0.5, 32$\pm$0.5 หรือ 34$\pm$0.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับสำหรับกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B สุ่มตัวอย่างครีมระหว่างการบ่มครีม เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ทุกๆ 3 ชั่วโมง จนครบ 24 ชั่วโมง (Donkor *et al.*, 2006) (ภาคผนวก ข. 1) และการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดแลคติกทั้งหมดด้วยการไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยใช้ฟีนอฟทาลีนเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นอินดิเคเตอร์ (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ข. 2) เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมด จากค่าความชันของ

เส้นกราฟ ควบคู่กับวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ทางสถิติวางแผนการทดลองด้วย Factorial arrangement ในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 2 ปัจจัยได้แก่

1. 3 ระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการบ่ม

2 .ระยะเวลาในการบ่ม

3.6.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (%TA) และปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกที่เหลือรอดในครีมที่ผ่านกระบวนการหมักที่อุณหภูมิในข้อ 3.6.1

นำวิปปิ้งครีมทางการค้า มาพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 2 นาที จากนั้นลดอุณหภูมิลงเพื่อสามารถ เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B ปริมาณร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนัก นำครีมไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 $\pm$0.5 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิ 30$\pm$0.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สุ่มตัวอย่างครีมระหว่างการบ่มครีม เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ทุกๆ 1 ชั่วโมง จนครบ 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะสุ่มตรวจทุกๆ 5 ชั่วโมง จนครบ 30 ชั่วโมง (Donkor *et al*., 2006) (ภาคผนวก ข. 1) และปริมาณกรดแลคติกทั้งหมดด้วยการไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยใช้ฟีนอฟทาลีนเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นอินดิเคเตอร์ (AOAC, 1995) (ภาคผนวก ข. 2) และหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่อยู่รอดทุกๆ 1 ชั่วโมงจนครบ 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะสุ่มตรวจทุกๆ 5 ชั่วโมงจนครบ 30 ชั่วโมง (Casla *et al*., 1996; Deman *et al*., 1960) (ภาคผนวก ข. 8) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลทางสถิติ แบบสุ่มตลอดโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ปริมาณกรดทั้งหมด (%TA) ที่ระยะเวลาแตกต่างกันโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.6.3 ศึกษาปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A หรือ B ที่มีผลต่อการผลิตกรดในกระบวนการหมักที่อุณหภูมิ 43 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส และ 30 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส เพื่อคัดเลือกปริมาณเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตกี

นำวิปปิ้งครีมทางการค้า มาพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 2 นาที จากนั้นลดอุณหภูมิลงถึง 43 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส ก่อนเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.002 , 0.02, 0.2, หรือ 2.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 $\pm$0.5 องศาเซลเซียส และ ลดอุณหภูมิลงถึง 30 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส ก่อนเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0.002 , 0.02, 0.2 หรือ 2.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30$\pm$0.5 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างครีมระหว่างการบ่มครีม เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง

ของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) (Donkor *et al.*, 2006) และปริมาณกรดแลคติกทั้งหมดทุกๆ 1 ชั่วโมง จนครบ 10 ชั่วโมง ด้วยการไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยใช้ฟีนอฟทาลีนเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นอินดิเคเตอร์ (AOAC, 1995) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ทางสถิติ วางแผนการทดลองด้วย Factorial arrangement ในแผนการทดลองสุ่มตลอดโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมด (%TA) จากอุณหภูมิที่ใช้และระยะเวลาที่ระดับต่างๆของเชื้อผสมทั้งสองชนิดโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.6.4 ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตกีจากครีมหมัก

นำลิ่มนมที่ผ่านการหมักด้วยชนิดและปริมาณของเชื้อที่ได้จากข้อ 3.6.3 มาทำการผลิตเป็นกี โดยนำลิ่มนมมาให้ความร้อน จนอุณหภูมิสูงถึง103 องศาเซลเซียส ให้คงไว้ จนกระทั่งส่วนของตะกอนตกลงสู่ก้นภาชนะ เริ่มเร่งอุณหภูมิที่ทำให้กีใสซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่มีผลต่อ สี กลิ่นรสของกี ศึกษาโดยใช้อุณหภูมิที่เร่งในขั้นตอนสุดท้ายที่ต่างกันคือที่ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส ทุกอุณหภูมิใช้ เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที (Mohammed *et al.*, 1998)

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ทางสถิติ วางแผนการทดลองด้วย Factorial arrangement ในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 2 ปัจจัยได้แก่

1. อุณหภูมิที่ใช้ โดยทำการศึกษาที่อุณหภูมิ 4 ระดับ คือ 105, 110, 115 หรือ 120 องศาเซลเซียส

2 .ระยะเวลาที่คงไว้ขณะเร่งอุณหภูมิ โดยทำการศึกษาที่ระยะเวลา 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 หรือ 20 นาที

วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์กี ได้แก่ ปริมาณกรดไขมันอิสระ(AOCS: Ca 5a-40, 1999) (ภาคผนวก ข. 3) ค่าไอโอดีนด้วย Cyclohexane-acetic acid method (AOCS: Cd 1-25, 1999) (ภาคผนวก ข. 4) ค่าเปอร์ออกไซด์ (AOAC, 2002) (ภาคผนวก ข. 5) ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนย (AOAC, 2002) (ภาคผนวก ข. 6) และ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น (AOAC, 2002) (ภาคผนวก ข.7) จากอุณหภูมิที่ใช้และระยะเวลาที่ระดับต่างๆ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อหาตัวอย่างที่ดีที่สุด

นำกีที่ได้มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสี กลิ่น และลักษณะปรากฏ ตามความชอบของผู้บริโภคด้วยวิธี 7-point Hedonic scale โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน (n = 30) ใช้แบบฟอร์มการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ภาคผนวก ค. 3)ให้ผู้ทดสอบให้คะแนน

ความชอบต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์กี ผู้ทดสอบเป็นพนักงานแผนกควบคุมคุณภาพ บริษัท แคพซูลโปรดักส์ จำกัด ผู้มีความชำนาญในการทดสอบสี และกลิ่นรส ผู้ทดสอบบางรายเคยมีประสบการณ์ในการใช้และรับประทานกีมาก่อน อุณหภูมิตัวอย่างเท่ากับอุณหภูมิห้อง เตรียมตัวอย่างใส่ในหลอดทดลอง ในการทดสอบจะให้ตัวอย่างทดสอบครั้งละ 3 ตัวอย่างที่ระบุด้วยชุดตัวเลขแบบสุ่ม (random numbers) ดำเนินการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ ห้องปฏิบัติการคุณภาพ บริษัทแคพซูลโปรดักส์ จำกัด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) ทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.6.5 การวัดสีของกี

การเปรียบเทียบค่าสีของผลิตภัณฑ์กี ที่ผลิตจากทุกสภาวะ โดยใช้หลักการสะท้อนแสงด้วยเครื่องวัดสี CR-300 MINOLTA (Minolta camera Co.,Ltd., Osaka, Japan) รายงานผลในหน่วยของสีตามระบบของฮันเตอร์ (Hunter Color System) เป็นค่า L, a, b แหล่งแสงที่ใช้เป็นแบบ Daylight (D65) ก่อนทำการวัดหุ้มหัววัดด้วย Film wrap (บริษัท เอ็ม เอ็ม พีแพ็คเกจจิ้งกรุ๊ปจำกัด กรุงเทพฯ) โดยดึงฟิล์มให้ตึงไม่ให้เกิดรอยย่น และทำการปรับเทียบมาตรฐาน (calibrate) หัววัดที่หุ้มด้วยฟิล์มกับแผ่นเทียบสีก่อนทำการวัดครั้งแรก ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละตัวอย่างระบบสีของฮันเตอร์ประกอบด้วยตัวแปรของสี 3 ตัว คือ L, a, b (Aiyara, 2006) ซึ่งมีความหมาย ดังนี้

L คือ ความสว่างของสีซึ่งมีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว

a คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดง ที่อยู่ในตัวอย่าง โดยค่า a+ แสดงถึงความเป็นสีแดง ค่า a- แสดงความเป็นสีเขียว

b คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยค่า b+ แสดงความเป็นสีเหลือง และค่า b- แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ทางสถิติ วางแผนการทดลองด้วย Factorial arrangement ในแผนการทดลองสุ่มตลอดโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าสี จากอุณหภูมิที่ใช้และระยะเวลาที่ระดับต่างๆ

3.6.6 ศึกษาการใช้กีในการประกอบอาหาร (ผัดผักและเค็กเนยสด)

นำตัวอย่างกีที่ดีที่สุดที่ได้จากข้อ 3.6.3 ไปใช้เป็นส่วนผสมของผัดผัก(ภาคผนวก ค. 1) และเค็กเนยสด (butter cake) (ภาคผนวก ค. 2) โดยเปรียบเทียบกับ เนยและน้ำมันพืช ทำการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสผัดผักและเค็กเนยสด ที่เตรียมได้จากกี เนย และน้ำมันพืช โดยประเมินความชอบต่อคุณภาพของ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏและความชอบ ใช้สเกล 7-point Hedonic scale โดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน (n = 30) ใช้แบบฟอร์มการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ภาคผนวก ค. 4) ให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะของอาหาร ผู้ทดสอบเป็นผู้มีสุขภาพที่ดีไม่มีโรคทางเดินหายใจ เป็นผู้ประกอบอาหารให้กับพนักงาน

บริษัท แคพซูลโปรดักส์ จำกัด และพนักงานหญิงที่เป็นแม่บ้าน ผู้ทดสอบบางรายเคยมีประสบการณ์ในการใช้และรับประทานกีมาก่อน อุณหภูมิของตัวอย่างเท่ากับอุณหภูมิห้อง เตรียมตัวอย่างผัดผักโดยหั่นเป็นชิ้นขนาดพอคำเท่าๆกันชั่งน้ำหนัก ให้ได้ 25 กรัม ทุกตัวอย่าง เด็กเนยสดหั่นเป็นลูกเต๋าขนาด 1×1×1 นิ้ว ในการทดสอบจะเสิร์ฟตัวอย่างทดสอบครั้งละ 3 ตัวอย่างที่ระบุด้วยชุดตัวเลขแบบสุ่ม (random numbers) ผู้ทดสอบได้รับคำแนะนำ ควรละเว้นการสูบบุหรี่ก่อนการทดสอบ 1-2 ชั่วโมง ควรเว้นการเคี้ยวหมากฝรั่ง หรืออมลูกกวาด ควรงดการดื่มหรือการรับประทานอาหารอย่างน้อย 30 นาที ก่อนเริ่มการทดสอบ ให้ชะล้างกลิ่นรสในปากด้วยการเคี้ยวข้าวเปล่า เพื่อกำจัดกลิ่นรสตกค้างในปาก และกลั้วปากด้วยน้ำสะอาดก่อนการประเมินตัวอย่างใหม่ทุกครั้ง ดำเนินการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ ห้องประชุม บริษัทแคพซูลโปรดักส์ จำกัด วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) จำนวนการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.6.7 ศึกษาคุณภาพทาง ของกีในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้องและอายุในการเก็บรักษา

นำตัวอย่างกีที่ดีที่สุดที่ได้จากข้อ 3.6.3 มาตรวจสอบคุณภาพโดยเก็บที่สภาวะอุณหภูมิห้อง บรรจุในขวดแก้วปิดฝา เก็บในที่มืดและมีแสงสว่าง โดยสุ่มตรวจทุกๆ 1 เดือน จนครบ 6 เดือน โดยตรวจวิเคราะห์ตามมาตรฐานกีของกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 226) พ.ศ.2544 และประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เพื่อกำหนดอายุในการเก็บรักษากี และสภาวะในการเก็บ รายการที่ตรวจวิเคราะห์คือ

(1) ค่าไขมันเนย (มีไม่น้อยกว่า 99.6 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก)

(2) ค่าความชื้น (มีไม่เกิน 0.3 เปอร์เซ็นต์)

(3) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (*Salmonella* spp. ไม่พบใน 25 กรัมหรือมิลลิลิตร (ภาคผนวก ข. 9) และ *Staphylococcus aureus* ไม่พบใน 0.1 กรัมหรือมิลลิลิตร (ภาคผนวก ข. 10))

(4) ค่ากรดไขมันอิสระ (มีไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ (expressed as oleic acid))

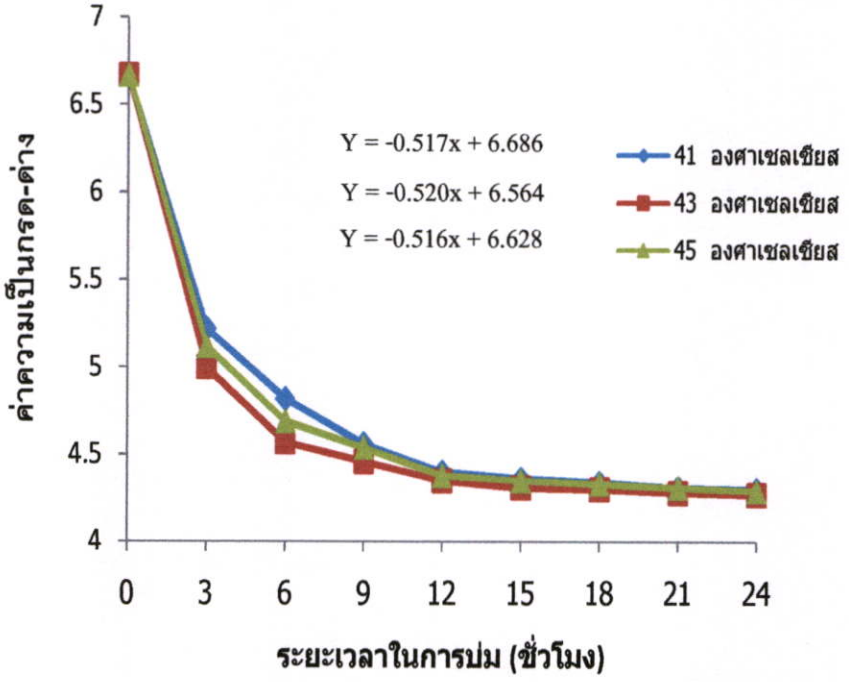
(5) ค่าเปอร์ออกไซด์ (มีไม่เกิน 0.3 mEq/Kg)

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

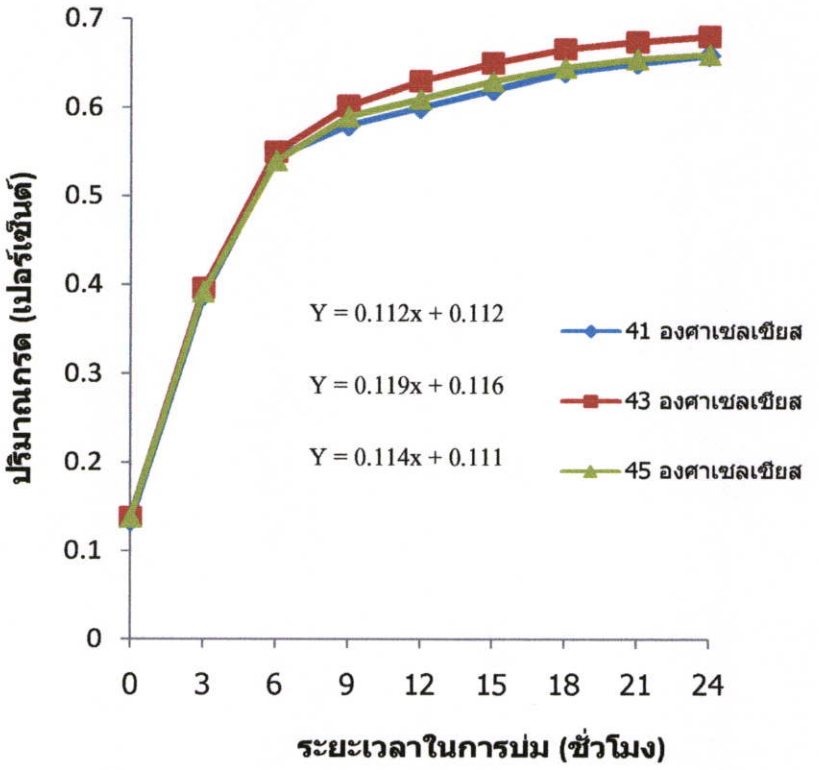
4.1 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มครีมด้วย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B

เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B ปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 41±0.5 , 43 ±0.5 หรือ 45 ±0.5 องศาเซลเซียสสำหรับกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และอุณหภูมิ 30±0.5 , 32±0.5 หรือ 34±0.5 องศาเซลเซียส สำหรับกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B สุ่มตัวอย่างระหว่างการบ่มครีม เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) ทุกๆ 3 ชั่วโมง จนครบ 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.1 ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 41±0.5 องศาเซลเซียส (◆) 43±0.5 องศาเซลเซียส (■) และ 45±0.5 องศาเซลเซียส (▲)

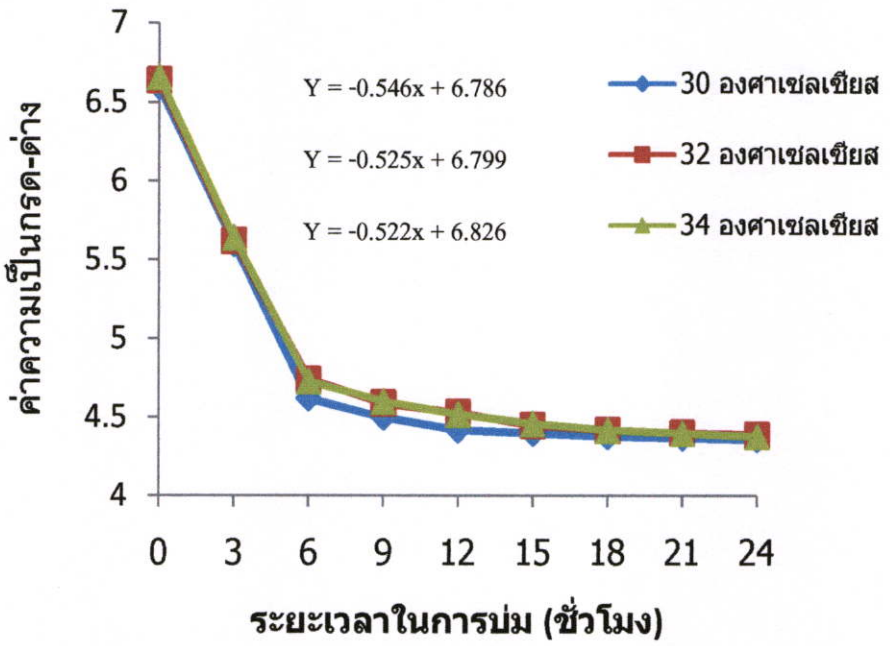
เปรียบเทียบ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่บ่มที่อุณหภูมิ 41±0.5 , 43 ±0.5 หรือ 45 ±0.5 องศาเซลเซียส หลังเติมเชื้อลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่หมัก เมื่อคำนวณสมการเส้นตรงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 0 – 12 ชั่วโมง มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ -0.517, -0.520 และ -0.516 แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่มีผลให้ค่า ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงมากที่สุด คือที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.2 ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 41±0.5 องศาเซลเซียส (◆) 43±0.5 องศาเซลเซียส (▮)และ 45±0.5 องศาเซลเซียส (▲)

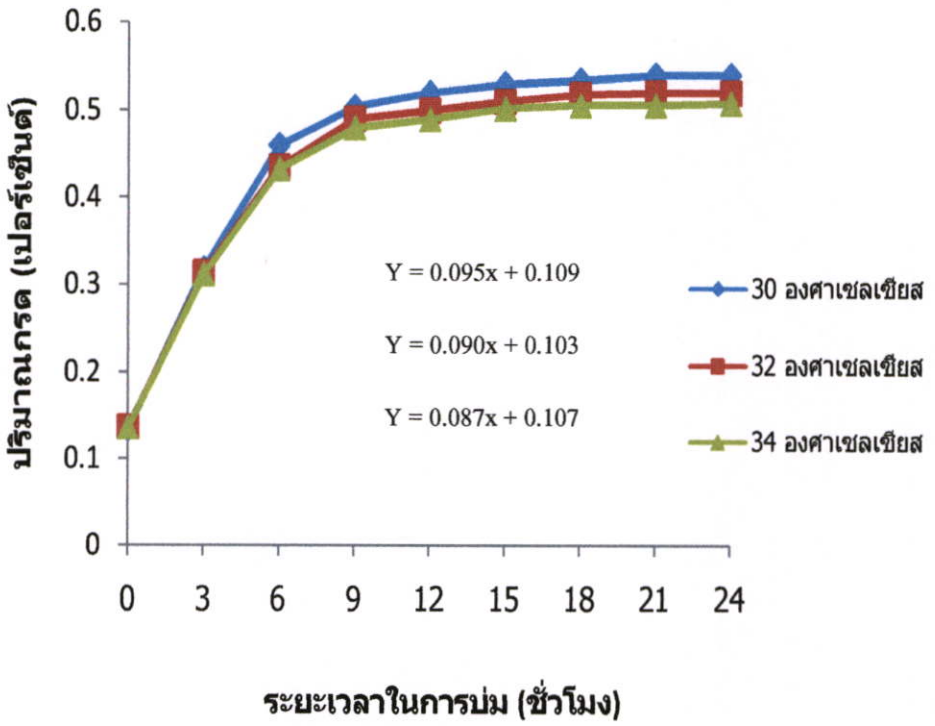
เปรียบเทียบ ปริมาณกรดทั้งหมด ของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่บ่มที่อุณหภูมิ 41±0.5 , 43 ±0.5 หรือ 45 ±0.5 องศาเซลเซียส หลังเติมเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่หมัก เมื่อคำนวณสมการเส้นตรงของปริมาณกรดทั้งหมด ระหว่าง 0 – 12 ชั่วโมงมีค่าความชันของกราฟเท่ากับ 0.112, 0.119และ 0.114 จากสมการ Y = 0.112x + 0.112, Y = 0.119x + 0.116 และ Y = 0.114x + 0.111 แสดงให้เห็นว่า ที่อุณหภูมิ 41±0.5 , 43 ±0.5 หรือ 45 ±0.5 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น1 ชั่วโมงมีผลทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น 0.224 0.235 หรือ

0.225 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อุณหภูมิที่มีผลให้ปริมาณกรดทั้งหมด เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.3 ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส (◆) 32±0.5 องศาเซลเซียส (▮) และ 34±0.5 องศาเซลเซียส (▲)

เปรียบเทียบ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่บ่มที่อุณหภูมิ 30±0.5 , 32 ±0.5 หรือ 34 ±0.5 องศาเซลเซียส หลังเติมเชื้อลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่หมัก เมื่อคำนวณสมการเส้นตรงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 0 – 12 ชั่วโมง มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ -0.546, -0.525 หรือ-0.522 แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่มีผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงมากที่สุด คือที่อุณหภูมิ 30 ±0.5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.4 ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส (◆) 32±0.5 องศาเซลเซียส (■)และ 34±0.5 องศาเซลเซียส (▲)

เปรียบเทียบปริมาณกรดทั้งหมด ของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่บ่มที่อุณหภูมิ 30±0.5 , 32 ±0.5 หรือ 34 ±0.5 องศาเซลเซียส หลังเติมเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่หมัก เมื่อคำนวณสมการเส้นตรงของปริมาณกรดทั้งหมด ระหว่าง 0 – 12 ชั่วโมง มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ 0.095, 0.090 และ 0.087 จากสมการ $Y = 0.095x + 0.109$, $Y = 0.090x + 0.103$ และ $Y = 0.087x + 0.107$ แสดงให้เห็นว่า ที่อุณหภูมิ 30±0.5 , 32 ±0.5 หรือ 34 ±0.5 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงมีผลทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น 0.204, 0.193 หรือ 0.194 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อุณหภูมิที่มีผลให้ปริมาณกรดทั้งหมด เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือที่อุณหภูมิ 30 ±0.5 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 41±0.5, 43±0.5และ 45±0.5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	pH / อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	41±0.5	**43±0.5**	**45±0.5**
0	6.66 ± 0.01^{aA}	6.67 ± 0.01^{aA}	6.67 ± 0.00^{aA}
3	5.22 ± 0.00^{aAB}	5.00 ± 0.00^{cB}	5.12 ± 0.02^{bB}
6	4.82 ± 0.00^{aB}	4.57 ± 0.02^{cC}	4.69 ± 0.00^{bC}
9	4.56 ± 0.02^{aC}	4.46 ± 0.00^{cD}	4.54 ± 0.00^{bD}
12	4.44 ± 0.00^{aCD}	4.35 ± 0.00^{cE}	4.38 ± 0.01^{bE}
15	4.36 ± 0.01^{aD}	4.31 ± 0.01^{bE}	4.35 ± 0.0^{aE}
18	4.34 ± 0.00^{aD}	4.30 ± 0.00^{bE}	4.33 ± 0.02^{aE}
21	4.31 ± 0.02^{aE}	4.28 ± 0.02^{bF}	4.31 ± 0.00^{aEF}
24	4.30 ± 0.00^{aE}	4.27 ± 0.00^{cF}	4.29 ± 0.01^{aF}

หมายเหตุ: ตัวอักษร A, B, C...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 41±0.5, 43±0.5และ 45±0.5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่าเปอร์เซ็นต์ TA / อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	41±0.5	**43±0.5**	**45±0.5**
0	0.134 ± 0.02^{bF}	0.138 ± 0.02^{aG}	0.138 ± 0.00^{aF}
3	0.388 ± 0.00^{bE}	0.396 ± 0.00^{aF}	0.392 ± 0.02^{aE}
6	0.544 ± 0.01^{bDE}	0.550 ± 0.00^{aE}	0.540 ± 0.00^{bD}
9	0.580 ± 0.00^{bD}	0.602 ± 0.001^{aD}	0.590 ± 0.01^{bC}
12	0.600 ± 0.00^{bcCD}	0.630 ± 0.00^{aC}	0.610 ± 0.00^{bBC}
15	0.620 ± 0.01^{bcC}	0.650 ± 0.00^{aB}	0.630 ± 0.02^{bB}
18	0.640 ± 0.00^{bB}	0.666 ± 0.002^{aAB}	0.645 ± 0.00^{bAB}
21	0.650 ± 0.02^{bA}	0.674 ± 0.00^{aA}	0.655 ± 0.01^{bA}
24	0.659 ± 0.00^{bA}	0.680 ± 0.01^{aA}	0.660 ± 0.00^{bA}

หมายเหตุ: ตัวอักษร A, B, C...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ อุณหภูมิ เวลา และอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และ เวลา ที่ใช้ในการบ่มครีมมีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรด ครีมนมที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A มีการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อย่างต่อเนื่องและปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการบ่ม อุณหภูมิในการบ่มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ลดลงและปริมาณกรดที่เพิ่มโดยที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ลดลงและปริมาณกรดเพิ่มขึ้น มากกว่าการบ่มที่สภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการหมักครีมนม

ของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A คือที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับค่าความชันของกราฟในภาพที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่ อุณหภูมิ 30±0.5, 32±0.5และ 34±0.5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	pH / อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	30±0.5	32±0.5	34±0.5
0	6.66 ± 0.00^{aA}	6.64 ± 0.02^{aA}	6.66 ± 0.02^{aA}
3	5.60 ± 0.01^{aB}	5.62 ± 0.00^{aB}	5.62 ± 0.02^{aBD}
6	4.62 ± 0.00^{bC}	4.74 ± 0.00^{aC}	4.74 ± 0.02^{aC}
9	4.50 ± 0.02^{bCD}	4.59 ± 0.00^{aCD}	4.59 ± 0.01^{aCD}
12	4.42 ± 0.00^{bD}	4.53 ± 0.02^{aCD}	4.53 ± 0.00^{aCD}
15	4.40 ± 0.00^{bD}	4.45 ± 0.02^{aD}	4.45 ± 0.01^{aD}
18	4.38 ± 0.01^{bDE}	4.42 ± 0.00^{aD}	4.42 ± 0.01^{aD}
21	4.37 ± 0.00^{bDE}	4.40 ± 0.00^{aD}	4.40 ± 0.02^{aD}
24	4.36 ± 0.02^{bE}	4.39 ± 0.01^{aDE}	4.38 ± 0.00^{aE}

หมายเหตุ: ตัวอักษร A, B, C...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อ B ที่อุณหภูมิ 30±0.5, 32±0.5และ 34±0.5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่าเปอร์เซ็นต์ TA / อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
	30±0.5	32±0.5	34±0.5
0	0.134 ± 0.01^{aD}	0.136 ± 0.00^{aE}	0.136 ± 0.01^{aE}
3	0.318 ± 0.02^{aC}	0.314 ± 0.01^{bD}	0.312 ± 0.00^{bD}
6	0.460 ± 0.00^{aBC}	0.435 ± 0.00^{bC}	0.433 ± 0.02^{bC}
9	0.504 ± 0.00^{aB}	0.490 ± 0.02^{bB}	0.480 ± 0.00^{cB}
12	0.520 ± 0.02^{aAB}	0.500 ± 0.00^{bB}	0.490 ± 0.00^{bAB}
15	0.530 ± 0.01^{aAB}	0.510 ± 0.00^{bAB}	0.502 ± 0.01^{cAB}
18	0.534 ± 0.00^{aA}	0.518 ± 0.02^{bA}	0.506 ± 0.00^{cA}
21	0.540 ± 0.00^{aA}	0.518 ± 0.00^{bA}	0.506 ± 0.02^{cA}
24	0.540 ± 0.02^{aA}	0.520 ± 0.01^{bA}	0.508 ± 0.00^{cA}

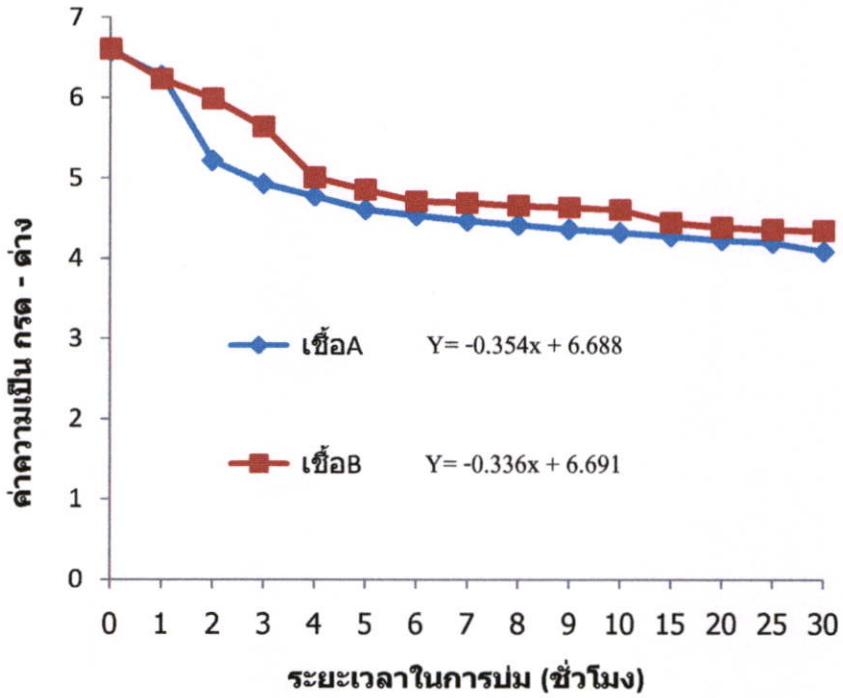
หมายเหตุ: ตัวอักษร A, B, C...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ อุณหภูมิ เวลา และอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิ และ เวลา ที่ใช้ในการบ่มครีมมีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรด ครีมนมที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B มีการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อย่างต่อเนื่องและปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการบ่ม อุณหภูมิในการบ่มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ลดลงและปริมาณกรดที่เพิ่ม โดยที่อุณหภูมิ 30 ±0.5 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ลดลงและปริมาณกรดเพิ่มขึ้น มากกว่าการบ่มที่สภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการหมักครีมนมของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B คือที่อุณหภูมิ 30 ±0.5 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับค่าความชันของกราฟในภาพที่ 4.3 และ 4.4

4.2 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) และปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่เหลือรอดในครีมที่ผ่านกระบวนการหมักด้วย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B

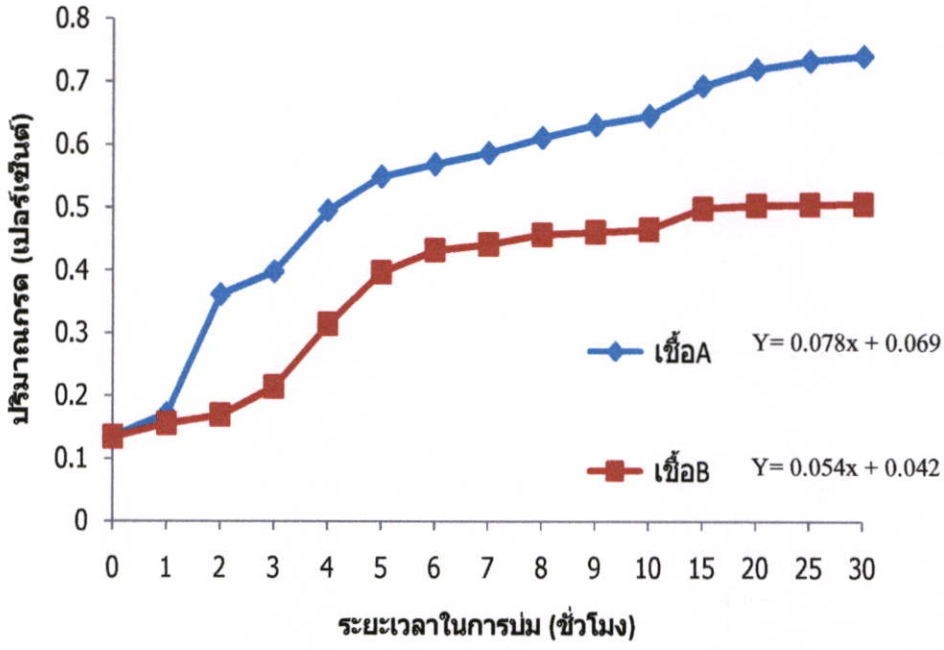
เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ในครีมนมปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก บ่มที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส และ B ปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก บ่มที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างระหว่างการบ่มครีม เพื่อศึกษาค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) และปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติกที่เหลือรอดทุกๆ 1 ชั่วโมง จนครบ 10 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะสุ่มตรวจทุกๆ 5 ชั่วโมงจนครบ 30 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.5 ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A (◆) ที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส และ B (▮) ที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส

เปรียบเทียบระหว่างกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังเติมเชื้อลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่หมัก เมื่อคำนวณสมการเส้นตรงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 0 – 6 ชั่วโมง มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ -0.354 และ -0.336 ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลง กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A มีค่า ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงเร็วกว่า B

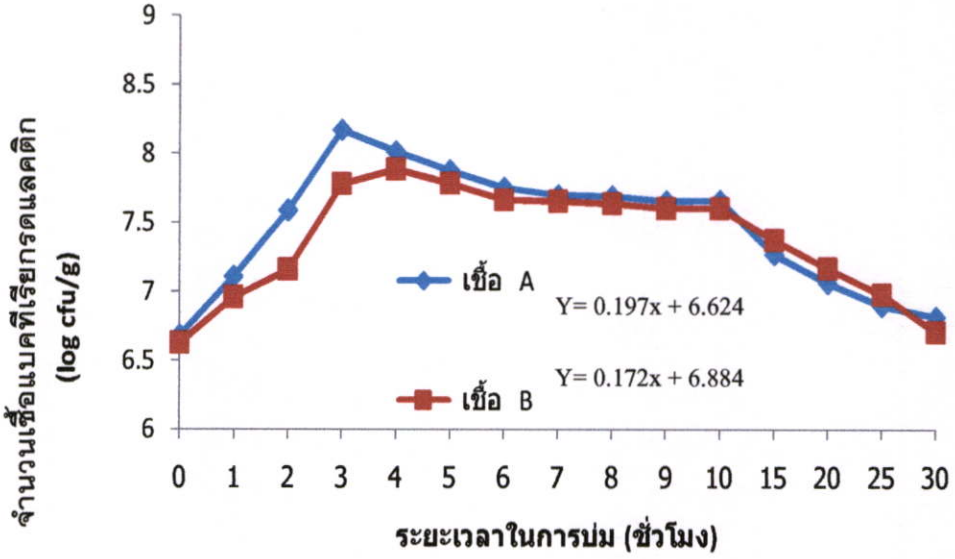


ภาพที่ 4.6 ปริมาณกรดในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A (◆)ที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียสและ B (■) ที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส

จากกราฟปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก เมื่อคำนวณสมการเส้นตรงของปริมาณกรด ระหว่าง 0 – 6 ชั่วโมง มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ 0.078 และ 0.054 จากสมการของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A $y = 0.078x + 0.069$ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงมีผลทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น 0.147 เปอร์เซ็นต์ จากสมการของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B $y = 0.054x + 0.042$ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงมีผลทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น 0.096 เปอร์เซ็นต์ โดยอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A จะเร็วกว่า B

ในกระบวนการบ่มครีมนม ด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก บ่มที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส และ B ปริมาณ 0.02 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก บ่มที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B ค่าความชันของกราฟเท่ากับ -0.354 และ -0.336 ตามลำดับ โดยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A มีการลดลงของค่าความเป็นกรด-

ด่าง (pH) ได้เร็วกว่า B และการเพิ่มของปริมาณกรดของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B ระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมง มีผลทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น 0.147 เปอร์เซ็นต์ และ 0.096 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A มีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นเร็วกว่า B



ภาพที่ 4.7 ปริมาณเชื้อในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อ แบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A (◆) ที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส และ B (■) ที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส

เปรียบเทียบระหว่างกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B พบว่า ปริมาณเชื้อของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B เพิ่มขึ้นหลังเติมเชื้อ เมื่อคำนวณสมการเส้นตรง ระหว่าง 0 – 6 ชั่วโมง มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ 0.197 และ 0.172 แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการบ่มที่เพิ่มขึ้น ปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นตามโดยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A เพิ่มขึ้นเร็วกว่า B ซึ่งปริมาณที่เพิ่มขึ้นของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่เร็วกว่า B สอดคล้องกับการลดของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และการเพิ่มของปริมาณกรด ของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่มากกว่า B

ตารางที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 43±0.5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่า pH	ค่าเปอร์เซ็นต์ TA	ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก (log cfu/g)
0	6.58 ± 0.00^{a}	0.13 ± 0.00^{d}	6.68 ± 0.25^{d}
1	6.27 ± 0.01^{ab}	0.17 ± 0.00^{d}	7.11 ± 0.13^{c}
2	5.21 ± 0.00^{b}	0.36 ± 0.00^{c}	7.59 ± 0.25^{b}
3	$4.93 \pm 0.01b^{c}$	0.39 ± 0.00^{c}	8.16 ± 0.28^{a}
4	$4.77 \pm 0.01b^{c}$	0.49 ± 0.00^{bc}	7.98 ± 0.10^{a}
5	$4.60 \pm 0.00b^{c}$	0.54 ± 0.00^{b}	7.75 ± 0.07^{ab}
6	$4.53 \pm 0.01b^{c}$	0.56 ± 0.00^{b}	7.73 ± 0.04^{ab}
7	4.46 ± 0.01^{c}	0.58 ± 0.00^{b}	7.66 ± 0.08^{b}
8	4.41 ± 0.00^{c}	0.61 ± 0.00^{ab}	7.65 ± 0.12^{b}
9	4.36 ± 0.00^{c}	0.63 ± 0.00^{ab}	7.62 ± 0.09^{b}
10	4.32 ± 0.01^{cd}	0.64 ± 0.00^{ab}	7.66 ± 0.03^{b}
15	4.27 ± 0.01^{cd}	0.69 ± 0.00^{ab}	7.27 ± 0.06^{c}
20	4.22 ± 0.01^{cd}	0.73 ± 0.00^{a}	7.06 ± 0.07^{cd}
25	4.19 ± 0.00^{d}	0.71 ± 0.00^{a}	6.89 ± 0.14^{cd}
30	4.08 ± 0.01^{d}	0.70 ± 0.00^{a}	6.81 ± 0.17^{cd}

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อ B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส

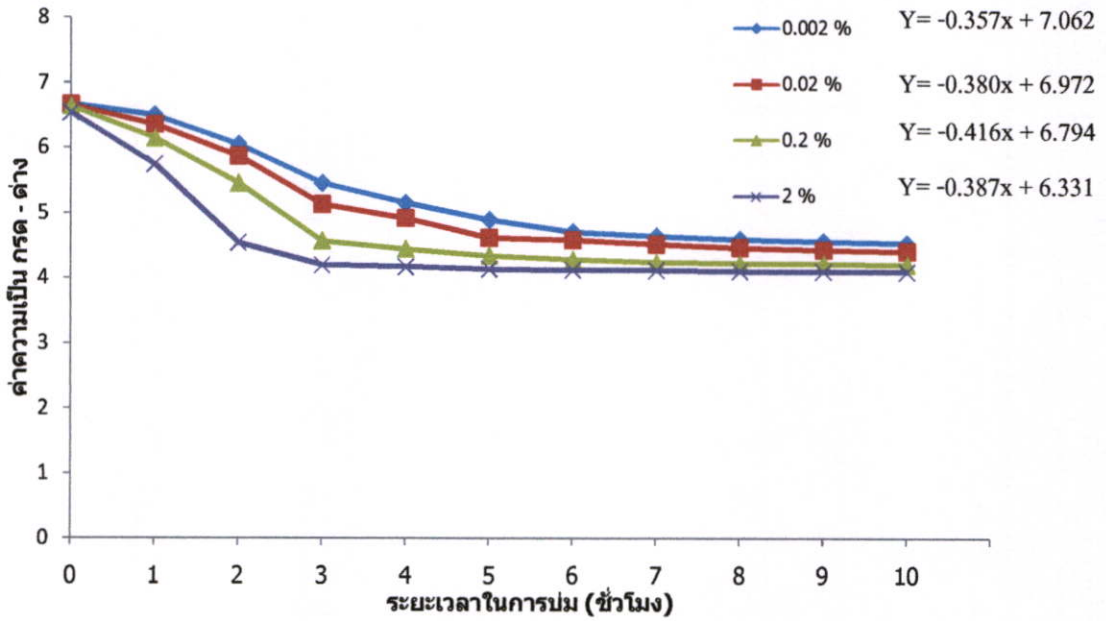
ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่า pH	ค่าเปอร์เซ็นต์ TA	ปริมาณแบคทีเรียกรดแลคติก (log cfu/g)
0	6.60 ± 0.04^{a}	0.13 ± 0.00^{d}	6.62 ± 0.03^{c}
1	6.23 ± 0.02^{a}	0.15 ± 0.00^{d}	6.69 ± 0.02^{c}
2	5.98 ± 0.00^{ab}	0.16 ± 0.00^{d}	7.16 ± 0.05^{bc}
3	$5.63 + 0.00^{ab}$	0.21 ± 0.00^{cd}	7.77 ± 0.03^{ab}
4	5.00 ± 0.01^{b}	0.31 ± 0.00^{c}	7.91 ± 0.06^{a}
5	4.85 ± 0.01^{bc}	0.39 ± 0.00^{c}	7.78 ± 0.02^{ab}
6	$4.71 + 0.01^{bc}$	0.43 ± 0.00^{b}	7.66 ± 0.02^{ab}
7	4.69 ± 0.00^{bc}	0.44 ± 0.00^{b}	7.65 ± 0.03^{ab}
8	4.65 ± 0.00^{bc}	0.45 ± 0.00^{ab}	7.63 ± 0.03^{ab}
9	4.63 ± 0.00^{bc}	0.46 ± 0.00^{ab}	7.60 ± 0.02^{ab}
10	4.60 ± 0.00^{bc}	0.49 ± 0.00^{ab}	7.60 ± 0.03^{ab}
15	4.44 ± 0.00^{c}	0.49 ± 0.00^{a}	7.37 ± 0.05^{b}
20	4.38 ± 0.00^{c}	0.51 ± 0.50^{a}	7.16 ± 0.05^{bc}
25	4.35 ± 0.00^{c}	0.50 ± 0.50^{a}	6.97 ± 0.02^{bc}
30	4.34 ± 0.00^{c}	0.48 ± 0.50^{a}	6.70 ± 0.03^{c}

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ลดลงเร็วกว่า B อย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่หมัก และปริมาณการผลิตกรดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเพิ่มขึ้นเร็วกว่า B ตามระยะเวลาของการหมักและ ปริมาณเชื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A มีปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นเร็วกว่า B ตามระยะเวลาการหมัก ซึ่งสอดคล้องกับค่าความชันของกราฟในภาพที่ 4.5, 4.6 และ 4.7

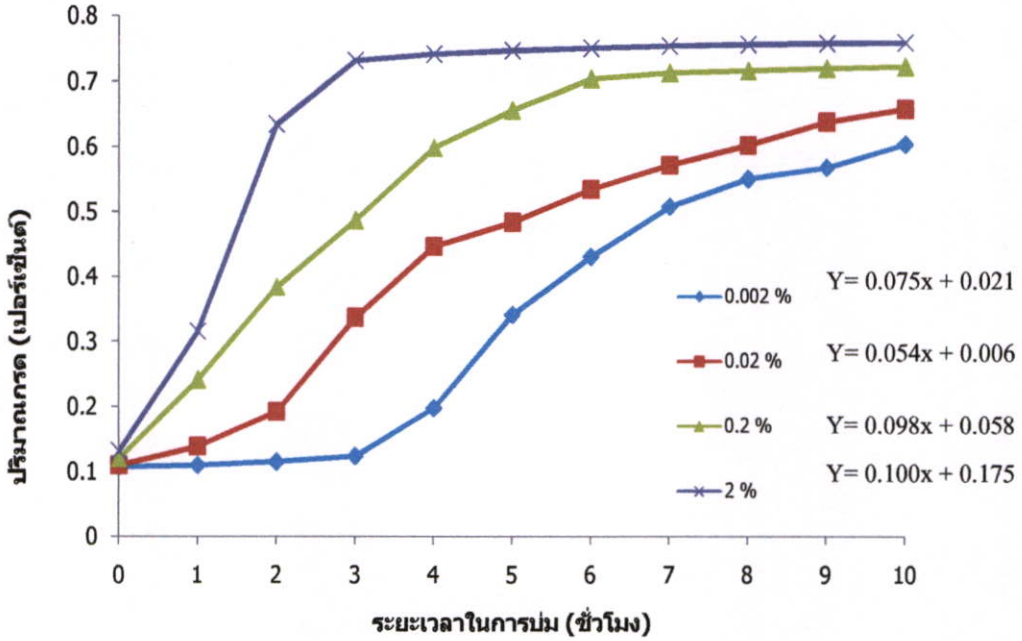
4.3 ศึกษาปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B ที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างและการผลิตกรด เพื่อคัดเลือกปริมาณกล้าเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตกี

เติมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ในครีมนมปริมาณ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างครีมระหว่างการบ่มเชื้อ เพื่อศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมดทุกๆ 1 ชั่วโมง จนครบ 10 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.8 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002 เปอร์เซ็นต์ (◆), 0.02 (▮), 0.2 (▲) และ 2.0 (×)

เปรียบเทียบปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A พบว่า ปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) จะลดลงตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมักเมื่อคำนวณสมการเส้นตรงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 0 – 6 ชั่วโมง ของปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความชันของกราฟ –0.357, -0.380, -0.416 และ -0.387 แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลง



ภาพที่ 4.9 ค่าปริมาณกรด ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่อุณหภูมิ 43 ±0.5 องศาเซลเซียส ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002 เปอร์เซ็นต์ (◆), 0.02 (▮), 0.2 (▲) และ 2.0 (×)

เปรียบเทียบปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A พบว่า ปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมักเมื่อคำนวณสมการเส้นตรงของปริมาณกรด ระหว่าง 0 – 6 ชั่วโมง ของปริมาณกล้าเชื้อ มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ 0.054, 0.075, 0.098 และ 0.100 จากสมการ $y = 0.054x + 0.006$ $y = 0.075x + 0.021$ $y = 0.098x + 0.058$ และ $y = 0.100x + 0.175$ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงมีผลทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น 0.060, 0.096, 0.156 และ 0.275 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า Aปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 43±0.5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่า pH / ปริมาณกล้าเชื้อ A (เปอร์เซ็นต์)			
	0.002	**0.02**	**0.2**	**2.0**
0	6.67 ± 0.00^{aA}	6.66 ± 0.00^{aA}	6.64 ± 0.00^{aA}	6.54 ± 0.00^{aA}
1	6.5 ± 0.02^{aA}	6.36 ± 0.01^{abA}	6.15 ± 0.00^{bA}	5.75 ± 0.00^{cAB}
2	6.05 ± 0.01^{aA}	5.87 ± 0.00^{bAB}	5.45 ± 0.01^{cB}	4.55 ± 0.00^{bcB}
3	5.45 ± 0.01^{aB}	5.13 ± 0.00^{abB}	4.57 ± 0.00^{bC}	$4.2\pm0.00c^{C}$
4	5.15 ± 0.01^{aB}	4.92 ± 0.01^{abB}	4.45 ± 0.00^{bC}	4.17 ± 0.00^{cD}
5	4.89 ± 0.01^{aC}	4.68 ± 0.01^{abC}	4.34 ± 0.00^{bcC}	4.14 ± 0.00^{cD}
6	4.70 ± 0.01^{aC}	4.56 ± 0.00^{abC}	4.29 ± 0.00^{bD}	4.12 ± 0.00^{cD}
7	4.64 ± 0.00^{aC}	4.43 ± 0.00^{abC}	4.24 ± 0.00^{bD}	4.12 ± 0.00^{cD}
8	4.51 ± 0.00^{aC}	4.37 ± 0.01^{abC}	4.23 ± 0.00^{bD}	4.11 ± 0.00^{cD}
9	4.56 ± 0.01^{aC}	4.33 ± 0.01^{abC}	4.22 ± 0.01^{bD}	4.1 ± 0.01^{cD}
10	4.53 ± 0.00^{aC}	4.28 ± 0.01^{bC}	4.21 ± 0.00^{bD}	4.09 ± 0.00^{cD}

หมายเหตุ: **ตัวอักษร A, B, C...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์**

ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เปรียบเทียบปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A พบว่า ปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงตามระยะเวลาที่บ่มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 43±0.5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่าเปอร์เซ็นต์ TA / ปริมาณกล้าเชื้อ A (เปอร์เซ็นต์)			
	0.002	**0.02**	**0.2**	**2.0**
0	0.11 ± 0.00^{dD}	0.12 ± 0.00^{cD}	0.14 ± 0.00^{bD}	0.18 ± 0.00^{aD}
1	0.11 ± 0.00^{dD}	0.14 ± 0.00^{cD}	0.24 ± 0.00^{bCD}	0.32 ± 0.00^{aC}
2	0.11 ± 0.00^{dD}	0.165 ± 0.00^{cD}	0.42 ± 0.00^{bC}	0.63 ± 0.00^{aB}
3	0.12 ± 0.00^{dD}	0.37 ± 0.00^{cCD}	0.45 ± 0.00^{bC}	0.73 ± 0.00^{aA}
4	0.11 ± 0.00^{dD}	0.45 ± 0.00^{cC}	0.54 ± 0.00^{bB}	0.74 ± 0.0^{aA}
5	0.34 ± 0.00^{dC}	0.47 ± 0.00^{cC}	0.54 ± 0.0^{bB}	0.74 ± 0.00^{aA}
6	0.43 ± 0.00^{dC}	0.52 ± 0.00^{cB}	0.70 ± 0.00^{aA}	0.75 ± 0.00^{aA}
7	0.52 ± 0.00^{cB}	0.55 ± 0.00^{bB}	0.71 ± 0.00^{aA}	0.75 ± 0.00^{aA}
8	0.52 ± 0.00^{cB}	0.56 ± 0.00^{bB}	0.71 ± 0.00^{aA}	0.75 ± 0.00^{aA}
9	0.57 ± 0.00^{bB}	0.57 ± 0.00^{bB}	0.72 ± 0.00^{aA}	0.76 ± 0.00^{aA}
10	0.64 ± 0.00^{aA}	0.66 ± 0.00^{aA}	0.72 ± 0.00^{aA}	0.76 ± 0.00^{aA}

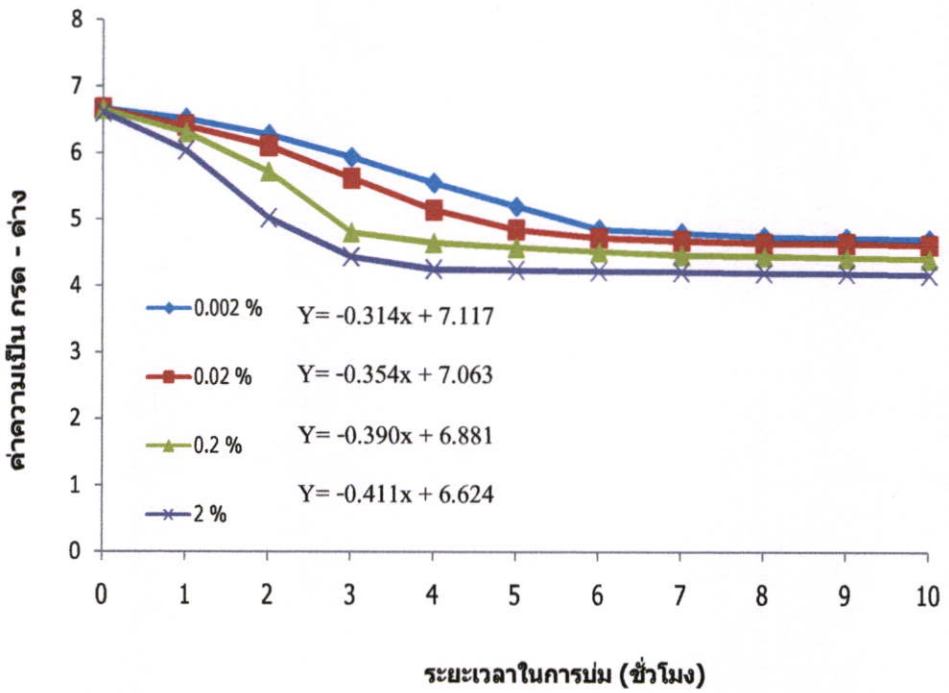
หมายเหตุ: ตัวอักษร A, B, C...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เปรียบเทียบปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A พบว่า ปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่บ่มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

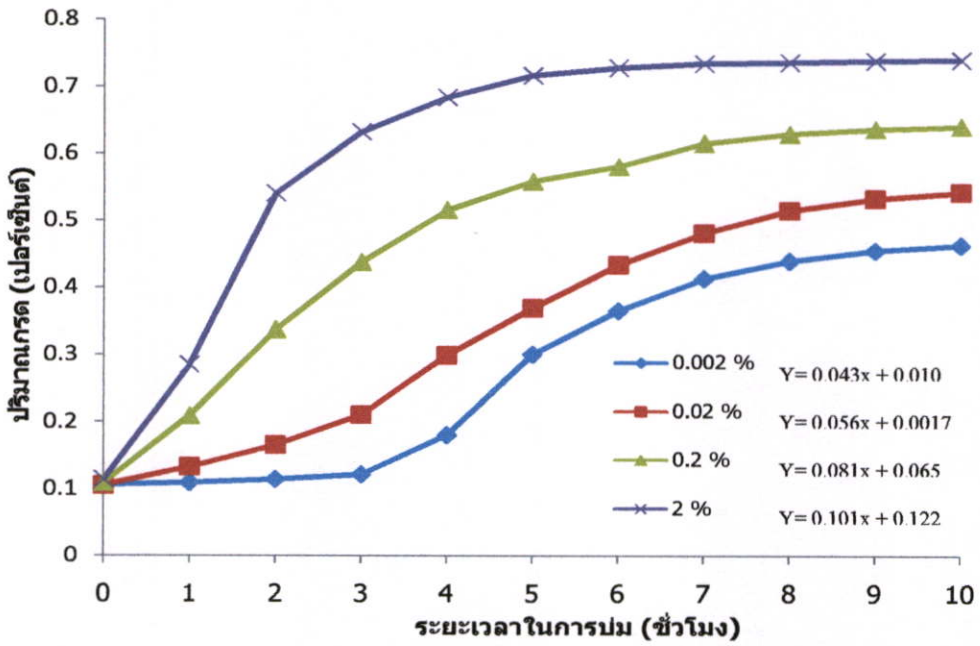
จากตารางที่ 4.7 และ 4.8 ครีมนมที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ต้องการ ซึ่งค่าที่เหมาะสมในการผลิตกีจะอยู่ในช่วง 4.3 – 4.5 ที่ปริมาณเชื้อ 0.002 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงอย่างช้าๆ และปริมาณกรดเพิ่มขึ้นช้าซึ่งจะใช้เวลาในการหมักนานกว่าจะได้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ต้องการ ปริมาณเชื้อ 0.2 และ2 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงและปริมาณกรดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ครีมหมักที่มีปริมาณกรดสูงทำให้กีมีอายุในการเก็บรักษาสั้น และมีคุณภาพต่ำ ที่ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ การลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดอยู่ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม ดังนั้นปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่เหมาะสมที่สุดคือที่ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับค่าความชันของกราฟในภาพที่ 4.8 และ 4.9

กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ในครีมนมปริมาณ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2.0 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 ±0.5 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างระหว่างการบ่มครีม เพื่อศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมดทุกๆ 1 ชั่วโมง จนครบ 10 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.10 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่อุณหภูมิ 30 ±0.5 องศาเซลเซียส ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002 เปอร์เซ็นต์ (◆), 0.02 (▮), 0.2 (▲) และ 2.0 (×)

เปรียบเทียบปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) จะลดลงตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมักเมื่อคำนวณสมการเส้นตรงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)ระหว่าง 0 – 6 ชั่วโมง มีค่าความชันของกราฟ –0.314, -0.354, -0.390 และ -0.411 แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลง



ภาพที่ 4.11 ค่าปริมาณกรด ในครีมนมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่อุณหภูมิ 30 ±0.5 องศาเซลเซียส ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002 เปอร์เซ็นต์ (◆), 0.02 (▮), 0.2 (▲) และ 2.0 (×)

เปรียบเทียบปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B พบว่า ปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรด เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาทีในการหมัก เมื่อคำนวณสมการเส้นตรง ระหว่าง 0 – 6 ชั่วโมง มีค่าความชันของกราฟเท่ากับ 0.043, 0.056, 0.081 และ 0.101 จากสมการ y = 0.043x + 0.010 y = 0.056x + 0.017 y = 0.081x + 0.065 และ y = 0101x + 0.112 แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงมีผลทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น 0.053, 0.073, 0.146และ 0.223 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่า pH / ปริมาณกล้าเชื้อ B (เปอร์เซ็นต์)			
	0.002	0.02	0.2	2.0
0	6.67 ± 0.00^{aA}	6.67 ± 0.00^{aA}	6.65 ± 0.00^{aA}	6.61 ± 0.00^{aA}
1	6.52 ± 0.00^{aA}	6.41 ± 0.01^{abA}	6.31 ± 0.01^{abA}	6.04 ± 0.05^{bAB}
2	6.28 ± 0.01^{aA}	6.11 ± 0.01^{abAB}	5.72 ± 0.01^{bB}	5.02 ± 0.01^{cB}
3	5.94 ± 0.02^{aB}	5.62 ± 0.01^{abB}	4.80 ± 0.00^{bC}	4.44 ± 0.01^{cC}
4	5.55 ± 0.01^{aBC}	5.14 ± 0.01^{abB}	4.65 ± 0.04^{bC}	4.25 ± 0.00^{cCD}
5	5.20 ± 0.01^{aC}	4.84 ± 0.00^{abBC}	4.52 ± 0.00^{bcC}	4.24 ± 0.01^{cCD}
6	5.05 ± 0.00^{aC}	4.72 ± 0.01^{abC}	4.43 ± 0.02^{bCD}	4.23 ± 0.00^{cCD}
7	4.80 ± 0.00^{aC}	4.68 ± 0.01^{abC}	4.38 ± 0.01^{bCD}	4.22 ± 0.00^{cCD}
8	4.74 ± 0.00^{aC}	4.65 ± 0.01^{abC}	4.33 ± 0.00^{bCD}	4.20 ± 0.00^{cD}
9	4.73 ± 0.01^{aC}	4.64 ± 0.00^{abC}	4.29 ± 0.01^{bD}	4.19 ± 0.00^{cD}
10	4.70 ± 0.00^{aC}	4.62 ± 0.00^{abC}	4.24 ± 0.00^{bD}	4.17 ± 0.02^{cD}

หมายเหตุ: ตัวอักษร A, B, C...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เปรียบเทียบปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B พบว่าปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อ 95 เปอร์เซ็นต์ และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงตามระยะเวลาที่บ่มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่าเปอร์เซ็นต์ TA / ปริมาณกล้าเชื้อ B (เปอร์เซ็นต์)			
	0.002	0.02	0.2	2.0
0	0.09 ± 0.00^{dD}	0.11 ± 0.00^{cD}	0.13 ± 0.00^{bD}	0.16 ± 0.00^{aD}
1	0.10 ± 0.00^{dD}	0.13 ± 0.00^{cD}	0.21 ± 0.00^{bCD}	0.28 ± 0.00^{aC}
2	0.11 ± 0.00^{dD}	0.16 ± 0.00^{cD}	0.34 ± 0.00^{bC}	0.54 ± 0.00^{aB}
3	0.12 ± 0.00^{dD}	0.21 ± 0.00^{cCD}	0.43 ± 0.00^{bC}	0.63 ± 0.00^{aA}
4	0.18 ± 0.00^{dC}	0.23 ± 0.00^{cCD}	0.51 ± 0.00^{bB}	0.68 ± 0.0^{aA}
5	0.28 ± 0.00^{dBC}	0.37 ± 0.00^{cC}	0.56 ± 0.0^{bB}	0.72 ± 0.00^{aA}
6	0.33 ± 0.00^{dB}	0.46 ± 0.00^{cB}	0.58 ± 0.00^{bAB}	0.73 ± 0.00^{aA}
7	0.40 ± 0.00^{dAB}	0.48 ± 0.00^{cB}	0.61 ± 0.00^{bA}	0.73 ± 0.00^{aA}
8	0.44 ± 0.00^{dA}	0.51 ± 0.00^{cA}	0.63 ± 0.00^{bA}	0.74 ± 0.00^{aA}
9	0.45 ± 0.00^{dA}	0.53 ± 0.00^{cA}	0.64 ± 0.00^{bA}	0.74 ± 0.00^{aA}
10	0.46 ± 0.00^{dA}	0.54 ± 0.00^{cA}	0.66 ± 0.00^{bA}	0.75 ± 0.00^{aA}

หมายเหตุ: ตัวอักษร A, B, C...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เปรียบเทียบปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B พบว่า ปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่บ่มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 4.9 และ 4.10 ครีมนมที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.002, 0.02, 0.2 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ต้องการ ซึ่งค่าที่เหมาะสมในการผลิตกีจะอยู่ในช่วง 4.3 – 4.5 ที่ปริมาณเชื้อ 0.002 และ0.02 เปอร์เซ็นต์ ค่า

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงอย่างช้าๆและปริมาณกรดเพิ่มขึ้นช้าซึ่งจะใช้เวลาในการหมักนานกว่าจะได้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ต้องการ ปริมาณเชื้อ 2 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงและปริมาณกรดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ครีมหมักที่มีปริมาณกรดสูงทำให้กีมีอายุในการเก็บรักษาสั้น และมีคุณภาพต่ำ ที่ปริมาณเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ การลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดอยู่ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม ดังนั้นปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่เหมาะสมที่สุดคือที่ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับค่าความชันของกราฟในภาพที่ 4.10 และ 4.11

การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดในครีมหมักที่ใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ลดลงในช่วงเวลาที่เหมาะสมและใช้ปริมาณเชื้อน้อยที่สุด คือปริมาณเชื้อที่ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาที่เหมาะสมและใช้ปริมาณเชื้อที่น้อยที่สุด คือปริมาณกล้าเชื้อที่ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเหมาะสมในการคัดเลือกใช้เพื่อผลิตกี ครีมหมักที่ใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ลดลงในช่วงเวลาที่เหมาะสมและใช้ปริมาณเชื้อน้อยที่สุด คือปริมาณเชื้อที่ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาที่เหมาะสม และใช้ปริมาณเชื้อที่น้อยที่สุด คือปริมาณเชื้อที่ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเหมาะสมในการคัดเลือกใช้เพื่อผลิตกี ซึ่งสอดคล้องกับ Gonfa *et al.* (2001) ที่กล่าวว่านมที่ผ่านกระบวนการหมักควรให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงต่ำอยู่ในช่วง 4.3 – 4.5 ก่อนนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่น เช่น ergo , ghee ,makamo และ samin นอกจากนี้ Mohammed *et al.* (1998) ยังพบว่ากีทีผลิตจากครีมหมักที่มีปริมาณกรดสูงกีที่ผลิตได้จะมีค่าความเป็นกรดสูง เนื้อกีเกิดการแยกชั้นไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้ กีมีอายุในการเก็บรักษาสั้น และมีคุณภาพต่ำ

4.4 ผลวิเคราะห์ ปริมาณกรดไขมันอิสระ ค่าไอโอดีน ค่าเปอร์ออกไซด์ ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนยและค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ และกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-20 นาที

นำลิ่มนมที่ได้จากการหมักที่อุณหภูมิและปริมาณเชื้อที่เหมาะสมของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B มาผลิตกี ที่อุณหภูมิแตกต่างกันคือที่ 105, 110, 115 หรือ 120 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลา 5, 10, 15 หรือ 20 นาที นำกีที่ผลิตได้ทุกสภาวะมาวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันอิสระ ค่าไอโอดีน ค่าเปอร์ออกไซด์ ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนยและ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปรียบเทียบกับแต่ละสภาวะเพื่อหาสภาวะที่ดีที่สุดในการผลิตกี โดยนำค่าที่วิเคราะห์ได้เทียบกับค่า

มาตรฐานของกี โดยใช้ มาตรฐานของกีในประเทศสหรัฐอเมริกา United States Department of Agriculture (USDA, 1993) และ มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 226) พ.ศ.2544

ตารางที่ 4.11 ปริมาณกรดไขมันอิสระ ค่าไอโอดีน ค่าเปอร์ออกไซด์ ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนยและค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์

Temp (^{0} C)	Time (min)	%Free fatty acid	Peroxide value (mEq/Kg)	Iodine value	% Milk fat	% Moisture
105	5	0.21 ± 0.00^{Dd}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.64 ± 0.16^{Ab}	99.49 ± 0.00^{Dd}	0.48 ± 0.00^{Aa}
105	10	0.25 ± 0.01^{Dd}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.79 ± 0.14^{Aa}	99.53 ± 0.04^{Dd}	0.43 ± 0.02^{Aa}
105	15	0.28 ± 0.00^{Dd}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.86 ± 0.04^{Aa}	99.56 ± 0.00^{Dd}	0.41 ± 0.01^{Aa}
105	20	0.54 ± 0.00^{Aa}	0.45 ± 0.00^{Aa}	46.76 ± 0.01^{Ab}	99.64 ± 0.03^{Cc}	0.35 ± 0.01^{Bb}
110	5	0.36 ± 0.00^{Dd}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.63 ± 0.08^{Ac}	99.68 ± 0.00^{Cd}	0.37 ± 0.01^{Bb}
110	10	0.41 ± 0.01^{Dc}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.83 ± 0.13^{Aa}	99.76 ± 0.00^{Cc}	0.30 ± 0.00^{Bb}
110	15	0.46 ± 0.00^{Bbc}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.80 ± 0.05^{Aa}	99.85 ± 0.01^{Bb}	0.22 ± 0.00^{Cc}
110	20	0.54 ± 0.00^{Aa}	0.45 ± 0.00^{Aa}	46.67 ± 0.04^{Ab}	99.86 ± 0.00^{Ba}	0.11 ± 0.00^{Dd}
115	5	0.48 ± 0.00^{BbC}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.55 ± 0.23^{Ac}	$99.9\pm0.00A^{Ba}$	0.11 ± 0.00^{Dd}
115	10	0.49 ± 0.01^{Bb}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.51 ± 0.17^{Ac}	99.91 ± 0.05^{Aa}	0.10 ± 0.00^{Dd}
115	15	0.52 ± 0.00^{Aa}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.50 ± 0.24^{Ac}	99.90 ± 0.05^{Ba}	0.10 ± 0.00^{Dd}
115	20	0.59 ± 0.01^{Aa}	0.45 ± 0.00^{Aa}	46.42 ± 0.05^{Bc}	99.87 ± 0.01^{Ba}	0.10 ± 0.00^{Dd}
120	5	0.52 ± 0.00^{Aa}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.53 ± 0.12^{Bc}	99.90 ± 0.00^{Ba}	0.1 ± 0.00^{Dd}
120	10	0.54 ± 0.00^{Aa}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.58 ± 0.53^{Ac}	99.94 ± 0.02^{Aa}	0.1 ± 0.00^{Dd}
120	15	0.57 ± 0.01^{Aa}	0.25 ± 0.00^{Bb}	46.57 ± 0.19^{Ac}	99.93 ± 0.01^{Aa}	0.1 ± 0.00^{Dd}
120	20	0.63 ± 0.01^{Aa}	0.45 ± 0.00^{Aa}	46.45 ± 0.10^{Ac}	99.94 ± 0.00^{Aa}	0.1 ± 0.00^{Dd}

หมายเหตุ: ตัวอักษร A,B,C....ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง (Temp)แสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a,b,c....ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง (Time)แสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.12 ปริมาณกรดไขมันอิสระ ค่าไอโอดีน ค่าเปอร์ออกไซด์ ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนยและค่า เปอร์เซ็นต์ความชื้น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0. 2 เปอร์เซ็นต์

Temp (^{0} C)	Time (min)	% Free fatty acid	Peroxide value (mEq/Kg)	Iodine value	% Milk fat	% Moisture
105	5	0.21 ± 0.01^{Dd}	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.03 ± 0.06^{Aa}	99.49 ± 0.00^{Dd}	$0.49\pm0.00A^{a}$
105	10	0.24 ± 0.00^{Dcd}	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.00 ± 0.02^{Aa}	99.56 ± 0.00^{Dd}	0.44 ± 0.00^{Aa}
105	15	0.28 ± 0.00^{Dcd}	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.04 ± 0.02^{Aa}	99.60 ± 0.00^{Dd}	0.41 ± 0.01^{Aab}
105	20	0.54 ± 0.00^{Aa}	0.45 ± 0.00^{Aa}	47.00 ± 0.00^{Aa}	99.68 ± 0.01^{Dd}	0.35 ± 0.01^{ABb}
110	5	0.33 ± 0.01^{CDc}	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.05 ± 0.03^{Aa}	99.68 ± 0.01^{Dd}	0.36 ± 0.00^{ABb}
110	10	0.41 ± 0.01^{CDc}	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.16 ± 0.03^{Aa}	99.78 ± 0.01^{Cc}	0.30 ± 0.00^{Bbc}
110	15	0.47 ± 0.01^{BCb}	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.11 ± 0.06^{Aa}	99.88 ± 0.01^{Bb}	0.22 ± 0.02^{Bc}
110	20	0.53 ± 0.01^{ABa}	0.45 ± 0.00^{Aa}	47.25 ± 0.05^{Aa}	99.90 ± 0.00^{Ba}	0.11 ± 0.01^{Cd}
115	5	$0.45\pm0.00B^{Cb}$	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.45 ± 0.13^{Aa}	99.91 ± 0.01^{Aa}	0.103 ± 0.00^{Cd}
115	10	0.48 ± 0.01^{Bb}	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.37 ± 0.15^{Aa}	99.90 ± 0.01^{Ba}	0.103 ± 0.00^{Cd}
115	15	0.49 ± 0.01^{ABb}	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.28 ± 0.06^{Aa}	99.90 ± 0.01^{Ba}	0.10 ± 0.01^{Cd}
115	20	0.56 ± 0.01^{Aa}	0.45 ± 0.00^{Ba}	47.25 ± 0.05^{Aa}	99.89 ± 0.01^{Ba}	0.10 ± 0.01^{Cd}
120	5	0.51 ± 0.01^{ABa}	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.19 ± 0.09^{Aa}	99.91 ± 0.01^{Aa}	0.1 ± 0.00^{Cd}
120	10	0.54 ± 0.00^{Aa}	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.19 ± 0.09^{Aa}	99.90 ± 0.01^{Ba}	0.099 ± 0.00^{Dd}
120	15	0.56 ± 0.01^{Aa}	0.25 ± 0.00^{Bb}	47.09 ± 0.16^{Aa}	99.94 ± 0.00^{Aa}	0.099 ± 0.01^{Dd}
120	20	0.59 ± 0.01^{Aa}	0.45 ± 0.00^{Aa}	47.00 ± 0.00^{Aa}	99.94 ± 0.00^{Aa}	0.099 ± 0.01^{Dd}

หมายเหตุ: ตัวอักษร A,B,C....ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง (Temp)แสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a,b,c....ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง (Time)แสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลิตภัณฑ์กีที่ใช้อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5, 10, 15 และ20 นาที และที่อุณหภูมิ 105, 110 และ 115 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 20 นาที ในการผลิต ส่งผลให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นมากกว่าผลิตภัณฑ์กีที่ใช้อุณหภูมิ 105, 110 และ 115 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5, 10 และ15 นาที อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ เวลา และความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการผลิตกีมีผลต่อปริมาณกรดไขมันอิสระ

กรดไขมันอิสระที่คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดโอลิอิคเป็นดรรชนีบอกคุณภาพและปริมาณกรดไขมันอิสระที่อยู่ในน้ำมัน น้ำมันบริโภคที่ดีมีปริมาณกรดไขมันอิสระไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ (นิธิยา, 2548)

ผลิตภัณฑ์กีที่ใช้อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที ไม่มีผลต่อปริมาณ ค่าไอโอดีนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการผลิตกีไม่มีผลต่อปริมาณค่าค่าไอโอดีน ค่าไอโอดีนเป็นดรรชนีที่บ่งบอกถึงความไม่อิ่มตัวของน้ำมัน ไขมันที่มีความไม่อิ่มตัวสูงมักมีค่าไอโอดีนสูงด้วย (นิธิยา, 2548)

อุณหภูมิที่ 105, 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียสไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตกี ส่งผลให้ ค่าเปอร์ออกไซด์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการผลิตกี ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์ออกไซด์ ค่าเปอร์ออกไซด์คือจำนวนมิลลิกรัมสมมูลของเปอร์ออกไซด์ที่มีในน้ำมัน 1 กิโลกรัม ค่าเปอร์ออกไซด์จะบอกให้ทราบถึงปริมาณของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่ถูกออกซิไดซ์เป็นสารประกอบออกไซด์ ถ้ามีสารประกอบออกไซด์ในน้ำมันจะทำให้เกิดการเหม็นหืน สารเปอร์ออกไซด์จะเกิดขึ้นในไขมันอย่างช้าๆในระหว่างที่ไขมันหรือน้ำมันถูกเก็บไว้ให้สัมผัสกับอากาศ ค่าเปอร์ออกไซด์ในกีกำหนดไว้ไม่เกิน 0.3 เปอร์เซ็นต์ (USDA, 1993)

ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนย ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 115 และ 120 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 5 10 15 และ 20 นาที มีปริมาณค่าเปอร์เซ็นต์มันเนย เพิ่มขึ้นมากกว่าผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 105 และ 110 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ เวลา และ ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการผลิตกีมีผลต่อปริมาณมันเนยค่าเปอร์เซ็นต์มันเนยในกีกำหนดไว้ไม่เกิน 99.6 เปอร์เซ็นต์ (USDA, 1993 และ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 226) พ.ศ.2544)

ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที มีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ เวลา และความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการผลิตกีมีผลต่อปริมาณค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น กีมีค่าความชื้นไม่เกิน 0.3 เปอร์เซ็นต์ (USDA, 1993)

จากผลการทดลองคุณภาพของกีที่ผลิจากครีมที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B ที่อยู่ในเกณฑ์กำหนด (USDA, 1993 และ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 226) พ.ศ.2544) อยู่ที่สภาวะการผลิตที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 และ 15 นาที และ ที่สภาวะอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เพื่อหาชนิดของ

เชื้อที่ใช้และสภาวะในการผลิตที่ดีที่สุดจึงใช้คุณสมบัติทางกายภาพในด้านสี และ ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสมาใช้ในการคัดเลือก

4.5 ผลการวัดคุณภาพสีของกี

นำกีที่ผลิตได้จากทุกสภาวะจากข้อ 4.4 ของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B มาตรวจสอบคุณภาพด้านสี ทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องวัดสี CR-300 MINOLTA และประเมินลักษณะสีตามระบบ Hunter Lab system

คุณภาพด้านสีของกีที่ผลิตโดยกระบวนการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0. 02 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ค่าความสว่าง (L) ของตัวอย่างกีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10 และ 15 นาที และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5 นาที ค่อนข้างใกล้เคียงกัน (84.88 - 84.48) และมีค่ามากกว่าค่าความสว่างของตัวอย่างกีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ที่เวลา 20 นาทีและที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10, 15 และ 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความสว่างอยู่ระหว่าง 83.76 – 83.51

ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง (a) ของผลิตภัณฑ์กี พบว่า ตัวอย่างกีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5 นาที มีค่าความเป็นสีเขียวน้อยค่อนข้างใกล้เคียงกัน (-4.35 - -4.49) ในขณะที่ตัวอย่างกีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10, 15 และ 20 นาที มีค่าความเป็นสีเขียวมากกว่า(-4.55 - -4.60) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน (b) ของตัวอย่างกีจากการตรวจวัดมีค่าค่อนข้างแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า b+ แสดงความเป็นสีเหลือง และค่า b- แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน พบว่าตัวอย่างกีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5 และ 10 นาที มีค่าความเป็นสีเหลืองมากกว่าสภาวะอื่น ($P<0.05$) คือ 15.31 และ 15.29 ส่วนกีที่มีค่าความเป็นสีเหลืองน้อย ($P< 0.05$) คือตัวอย่างกีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10 และ 15 นาที และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่เวลา 20 นาที ดังแสดงในตารางที่ 4.13

คุณภาพด้านสีของกีที่ผลิตโดยกระบวนการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0. 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ค่าความสว่าง (L) ของตัวอย่างกีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10 และ 15 นาที และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5 นาที ค่อนข้างใกล้เคียงกัน (84.86 - 84.26) และมีค่ามากกว่าค่าความสว่างของตัวอย่างกีที่

ผลิตที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ที่เวลา 20 นาทีและที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10, 15 และ 20 นาที อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความสว่างอยู่ระหว่าง 83.79 – 83.66

ค่าความเป็นสีเขียว (a -)และสีแดง (a+) ของผลิตภัณฑ์กี พบว่า ตัวอย่างกีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5 นาที มีค่าความเป็นสีเขียวน้อยค่อนข้างใกล้เคียงกัน (-4.41 - -4.49) ในขณะที่ตัวอย่างกีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่เวลา 10, 15 และ 20 นาที มีค่าความเป็นสีเขียวมากกว่า(-4.55 - -4.59) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลือง (b+)และสีน้ำเงิน (b-) ของตัวอย่างกีจากการตรวจวัดมีค่าค่อนข้างแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า b+ แสดงความเป็นสีเหลือง และค่า b- แสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน พบว่าตัวอย่างกีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5 และ 10 นาที มีค่าความเป็นสีเหลืองมากกว่าสภาวะอื่น ($P<0.05$) คือ 15.38 และ 15.34 ส่วนกีที่มีค่าความเป็นสีเหลืองน้อย ($P< 0.05$) คือตัวอย่างกีที่ผลิตที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ที่เวลา 5, 10 และ 15 นาที และที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่เวลา 20 นาที ดังแสดงในตารางที่ 4.14

กีที่ผลิตจากครีมนมที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B ผลิตที่สภาวะอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 นาที มีค่าความสว่าง ค่าสีเขียว และ ค่าสีเหลืองมากกว่ากีที่ผลิตจากสภาวะอื่น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยอุณหภูมิและเวลามีผลต่อสีของกี และอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิกับเวลามีผลต่อสีของกี

ตารางที่ 4.13 ผลการวัดคุณภาพสี ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิ (^{0} C)	เวลา (min)	L	a	b
105	5	84.88±0.26^{Aa}	-4.36±0.13^{Aa}	14.12±0.07^{Cc}
105	10	84.84±0.43^{Aa}	-4.35±0.23^{Aa}	14.13±0.14^{Cc}
105	15	84.86±0.23^{Aa}	-4.36±0.20^{Aa}	14.17±0.03^{Cc}
105	20	84.84±0.44^{Aa}	-4.41±0.24^{Aab}	15.13±0.13^{Bb}
110	5	84.85±0.34^{Aa}	-4.40±0.11^{Aab}	15.12±0.21^{Bb}
110	10	84.83±0.55^{Aa}	-4.39±0.24^{Aa}	15.17±0.03^{Bb}
110	15	84.82±0.23^{Aa}	-4.38±0.16^{Aa}	15.15±0.05^{b}
110	20	84.77±0.29^{Aa}	-4.41±0.16^{Aab}	15.16±0.08^{Bb}
115	5	84.78±0.32A^{a}	-4.32±0.12^{Aa}	15.31±0.12^{Aa}
115	10	84.79±0.48^{Aa}	-4.40±0.09^{Aab}	15.29±0.14^{Aa}
115	15	84.78±0.26^{Aa}	-4.47±0.23^{Ab}	15.18±0.08C^{b}
115	20	83.76±0.42^{Bb}	-4.49±0.17^{Ab}	15.13±0.10^{Bb}
120	5	84.48±0.23^{Aab}	-4.48±0.13^{Ab}	15.08±0.10^{Bb}
120	10	83.74±0.46^{Bb}	-4.55±0.25^{Ac}	15.03±0.13^{Bb}
120	15	83.53±0.26^{Bb}	-4.57±0.16^{Ac}	14.77±0.03^{Cbc}
120	20	83.51±0.41^{Bb}	-4.60±0.20^{Ac}	14.04±0.06^{Cc}

หมายเหตุ: **ตัวอักษร A,B,C....ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง (อุณหภูมิ)แสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์**

ตัวอักษร a,b,c....ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง (เวลา)แสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.14 ผลการวัดคุณภาพสี ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0. 2 เปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิ (° C)	เวลา (min)	L	a	b
105	5	84.86 ± 0.22^{Aa}	-4.41 ± 0.11^{Aa}	14.06 ± 0.08^{Cc}
105	10	84.84 ± 0.23^{Aa}	-4.44 ± 0.15^{Aa}	14.05 ± 0.05^{Cc}
105	15	84.84 ± 0.33^{Aa}	-4.45 ± 0.12^{Aa}	14.07 ± 0.06^{Cc}
105	20	84.85 ± 0.24^{Aa}	-4.44 ± 0.14^{Aa}	14.53 ± 0.10^{Bbc}
110	5	84.84 ± 0.22^{Aa}	-4.44 ± 0.08^{Aa}	15.12 ± 0.09^{Bab}
110	10	84.84 ± 0.43^{Aa}	-4.42 ± 0.14^{Aa}	15.14 ± 0.06^{Bab}
110	15	84.84 ± 0.41^{Aa}	-4.42 ± 0.14^{Aa}	15.18 ± 0.04^{Bab}
110	20	84.82 ± 0.26^{Aa}	-4.44 ± 0.13^{Aa}	15.16 ± 0.07^{Bab}
115	5	84.83 ± 0.22^{Aa}	-4.40 ± 0.12^{Aa}	15.38 ± 0.11^{Aa}
115	10	84.82 ± 0.51^{Aa}	-4.46 ± 0.11^{Ab}	15.34 ± 0.18^{Aa}
115	15	84.82 ± 0.28^{Aa}	-4.46 ± 0.13^{Ab}	15.18 ± 0.12^{Bab}
115	20	83.79 ± 0.35^{Bb}	-4.49 ± 0.14^{Aab}	15.10 ± 0.06^{Bb}
120	5	84.26 ± 0.44^{Aab}	-4.48 ± 0.16^{Aab}	15.16 ± 0.17^{Bab}
120	10	83.76 ± 0.26^{Bb}	-4.55 ± 0.06^{Ab}	15.18 ± 0.15^{Bab}
120	15	83.73 ± 0.35^{Bb}	-4.56 ± 0.20^{Ab}	14.47 ± 0.012^{Bbc}
120	20	83.66 ± 0.26^{Bb}	-4.59 ± 0.18^{Ab}	14.04 ± 0.07^{Bc}

หมายเหตุ: **ตัวอักษร** A,B,C....ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง (อุณหภูมิ)แสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a,b,c....ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง (เวลา)แสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.6 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ และกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที

นำกีที่ผลิตได้จากทุกสภาวะจากข้อ4.4 ของกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสี กลิ่น และลักษณะปรากฏ ตามความชอบของผู้บริโภคด้วยวิธี 7-point Hedonic scale วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.15 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	เวลา (min)	สี	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ
105	5	4.33 ± 0.66^{f}	4.53 ± 0.73^{def}	4.10 ± 0.57^{ef}
105	10	4.47 ± 0.73^{ef}	4.77 ± 0.63^{de}	4.93 ± 0.64^{cd}
105	15	4.33 ± 0.63^{f}	4.7 ± 0.70^{de}	4.47 ± 0.73^{d}
105	20	3.90 ± 0.84^{g}	5.10 ± 0.84^{cd}	4.30 ± 0.53^{ef}
110	5	4.93 ± 0.74^{de}	5.10 ± 0.71^{cd}	5.20 ± 0.71^{c}
110	10	5.83 ± 0.65^{b}	5.90 ± 0.84^{b}	5.77 ± 0.63^{b}
110	15	5.77 ± 0.63^{bc}	5.90 ± 0.76^{b}	5.70 ± 0.65^{b}
110	20	5.73 ± 0.69^{bc}	6.10 ± 0.76^{ab}	5.77 ± 0.68^{b}
115	5	6.07 ± 0.52^{a}	6.20 ± 0.72^{a}	6.00 ± 0.52^{a}
115	10	5.77 ± 0.68^{bc}	6.00 ± 0.79^{ab}	5.73 ± 0.64^{b}
115	15	5.80 ± 0.66^{b}	5.87 ± 0.83^{bc}	5.77 ± 0.68^{b}
115	20	5.13 ± 0.82^{d}	5.37 ± 0.67^{c}	5.30 ± 0.70^{c}
120	5	5.17 ± 0.83^{d}	5.23 ± 0.73^{cd}	5.30 ± 0.70^{c}
120	10	4.80 ± 0.96^{de}	5.17 ± 0.75^{cd}	5.03 ± 0.93^{cd}
120	15	4.80 ± 0.76^{de}	4.77 ± 0.76^{de}	4.77 ± 0.73^{d}
120	20	4.67 ± 0.71^{def}	4.70 ± 0.70^{de}	4.53 ± 0.86^{de}

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

กีที่ผลิตจากครีมหมักจากกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A สภาวะที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที มีค่าความชอบทางด้านสี 6.13±0.73 กลิ่น6.43±0.63 และลักษณะปรากฏ 6.07±0.74 มากกว่าที่อุณหภูมิและระยะเวลาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.16 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0. 2 เปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิ (^{0} C)	เวลา (min)	สี	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ
105	5	4.27±0.45^{ef}	4.43±0.50^{f}	4.07±0.58^{g}
105	10	4.10±0.66^{f}	4.37±0.67^{f}	4.10±0.61^{g}
105	15	4.57±0.77^{de}	4.63±0.67^{ef}	4.43±0.73^{fg}
105	20	4.93±0.83^{cd}	5.03±0.89^{de}	4.87±0.78^{de}
110	5	5.10±0.71^{bc}	5.17±0.70^{cd}	5.10±0.66^{cd}
110	10	5.10±0.68^{bc}	5.47±0.51^{c}	5.23±0.68^{bcd}
110	15	5.20±0.71^{bc}	5.50±0.57^{c}	5.30±0.65^{bc}
110	20	5.47±0.51^{b}	5.93±0.74^{b}	5.53±0.51^{b}
115	5	6.13±0.73^{a}	6.43±0.63^{a}	6.17±0.74^{a}
115	10	6.07±0.83^{a}	6.23±0.73^{ab}	6.00±0.74^{a}
115	15	6.03±0.72^{a}	6.30±0.65^{ab}	6.03±0.72^{a}
115	20	5.13±0.73^{bc}	5.30±0.75^{cd}	5.23±0.68^{bcd}
120	5	4.87±0.86^{cd}	5.03±0.76^{de}	4.93±0.87^{cde}
120	10	4.80±1.03^{cd}	4.97±0.76^{de}	4.84±0.98^{def}
120	15	4.53±1.10^{de}	4.70±1.05^{ef}	4.53±0.86^{ef}
120	20	4.53±0.94^{de}	4.63±0.96^{ef}	4.43±0.97^{fg}

หมายเหตุ: ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

กีที่ผลิตจากครีมหมักจากกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที มีค่าความชอบทางด้านสี 6.07±0.52 กลิ่น 6.2±0.72 และลักษณะปรากฏ 6.0±0.52 มากกว่าที่อุณหภูมิและระยะเวลาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภค จำนวน 30 คน ด้วย Hedonic 7-point scale พบว่าผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์กีที่ใช้อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที มากกว่าที่ใช้สภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กีที่ผลิตจากครีมที่หมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A และ B แต่คะแนนความชอบในทุกด้านกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B (มีค่าความชอบทางด้านสี 6.07±0.52 กลิ่น 6.2±0.72 และลักษณะปรากฏ 6.0±0.52) จะมีมากกว่ากล้าเชื้อ A (มีค่าความชอบทางด้านสี 6.13±0.73 กลิ่น6.43±0.63 และลักษณะปรากฏ 6.07±0.74)

จากคะแนนความชอบในทุกด้านกีที่ผลิตจากกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่ปริมาณเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส ผลิตที่สภาวะอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5นาที เป็นกีที่มีคุณภาพดีที่สุด

4.7 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกีในการประกอบอาหาร (ผัดผักและเค้กเนยสด) โดยเปรียบเทียบกับ เนยและน้ำมันพืช

นำผลิตภัณฑ์กีที่มีคุณภาพดีที่สุดที่ผลิตจากกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่ปริมาณเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส ผลิตที่สภาวะอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5นาที มาใช้ในการประกอบอาหารโดยเปรียบเทียบกับอาหารที่ใช้ เนย และน้ำมันพืชเป็นส่วนประกอบ โดยประเมินความชอบต่อคุณภาพของ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวมของอาหาร อาหารที่เลือกใช้ในการทดสอบครั้งนี้คือ เค้กเนยสด และผัดผัก ใช้สเกล 7-point Hedonic scale วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) จำนวนการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.17 ผล การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเค้กเนยสด (butter cake)

ส่วนผสม	สี	กลิ่นรส	ลักษณะปรากฏ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ
กี	6.80 ± 0.41^{aA}	6.87 ± 0.34^{aA}	6.87 ± 0.34^{aA}	6.93 ± 0.50^{aA}	6.90 ± 0.30^{aA}
เนย	6.76 ± 0.43^{aA}	6.53 ± 0.51^{bB}	6.57 ± 0.50^{bB}	6.43 ± 0.25^{bB}	6.50 ± 0.51^{bB}
น้ำมันพืช	3.83 ± 1.29^{bB}	4.00 ± 0.87^{aC}	3.87 ± 1.04^{bC}	4.03 ± 1.00^{aC}	3.63 ± 1.00^{cC}

หมายเหตุ: ตัวอักษร A, B, C...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสเค็กเนยสดที่มีส่วนผสมของกี พบว่ามีค่า สี 6.80±0.41 กลิ่นรส 6.87±0.34 ลักษณะปรากฏ 6.87±0.34 เนื้อสัมผัส 6.93±0.50 และความชอบ 6.9±0.30 มากกว่า เค็กเนยสด ที่มีส่วนผสมของเนยและน้ำมันพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เค็กเนยสดที่ใช้น้ำมันพืชจะมีคะแนนในทุกๆด้านต่ำสุด ส่วนเนยจะมีคะแนนรองจากกี แต่จะมีสีที่ที่อยู่ในระดับการยอมรับในระดับเดียวกับกี

ตารางที่ 4.18 ผล การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผัดผัก

ส่วนผสม	สี	กลิ่นรส	ลักษณะปรากฏ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ
กี	6.82 ± 0.51^{aA}	6.9 ± 0.30^{aA}	6.86 ± 0.34^{aA}	6.83 ± 0.38^{aA}	6.80 ± 0.41^{aA}
เนย	6.03 ± 0.56^{aC}	5.27 ± 0.64^{bcC}	5.27 ± 0.57^{cC}	5.47 ± 0.68^{bC}	4.60 ± 0.85^{cC}
น้ำมันพืช	6.60 ± 0.50^{aAB}	6.63 ± 0.49^{aAB}	6.77 ± 0.43^{aAB}	6.43 ± 0.50^{abB}	6.57 ± 0.57^{bB}

หมายเหตุ: ตัวอักษร A, B, C...ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวอักษร a, b, c...ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงค่าวิเคราะห์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสผัดผักที่มีส่วนผสมของกี พบว่ามีค่า สี 6.80±0.41 กลิ่นรส 6.87±0.34 ลักษณะปรากฏ 6.87±0.34 เนื้อสัมผัส 6.93±0.50 และความชอบ 6.9±0.30 มากกว่า ผัดผักที่มีส่วนผสมของเนย และน้ำมันพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผัดผักที่ใช้เนยจะมีคะแนนทุกด้านน้อยที่สุด แต่สีของผัดผักที่ใช้กี เนย และ น้ำมันพืชจะมีสีอยู่ในระดับเดียวกัน

ผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภค จำนวน 30 คน ด้วย Hedonic 7-point scale พบว่าผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์กีที่ใช้ในการประกอบอาหารมากกว่าที่ใช้ เนยและน้ำมันพืช อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.8 คุณภาพของกีในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้องในสภาวะที่มืด และที่มีแสงสว่าง และอายุในการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์กีที่มีคุณภาพดีที่สุดที่ผลิตจากกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่ปริมาณเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส ผลิตที่สภาวะอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 นาที มาตรวจสอบคุณภาพโดยสุ่มตรวจในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้องโดยบรรจุในขวดแก้วปิดฝา เก็บไว้ในสภาวะที่มืดและมีแสงสว่าง ทุกๆ 1 เดือน จนครบ 6 เดือน

ตารางที่ 4.19 คุณภาพของกี เก็บที่สภาวะอุณหภูมิห้องที่มีแสงสว่าง

รายการที่ตรวจ	วิธีการตรวจ	ผลการตรวจ					
		ก.พ. 2554	มี.ค. 2554	เม.ย. 2554	พ.ค. 2554	มิ.ย. 2554	ก.ค. 2554
1. ค่ามันเนย (เปอร์เซ็นต์)	AOAC (2000)	99.91± 0.01	99.90± 0.00	99.90± 0.00	99.90± 0.02	99.80± 0.01	99.74± 0.01
2. ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	AOAC (2000)	0.103± 0.00	0.105± 0.00	0.106± 0.01	0.108± 0.01	0.201± 0.01	0.206± 0.01
3. เชื้อ *Salmonella* spp. (ใน 25 กรัม)	ISO6579 (2002)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4. เชื้อ*Staphylococcus aureus* (ใน 0.1 กรัม)	FDA BAM online (2001)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5. ค่ากรดไขมันอิสระ (เปอร์เซ็นต์)	AOCS (1999)	0.480± 0.02	0.480± 0.00	0.480± 0.00	0.480± 0.02	0.500± 0.01	0.560± 0.02
6. ค่าเปอร์ออกไซด์ (mEq/Kg)	AOAC (2002)	0.250± 0.02	0.250± 0.04	0.340± 0.01	0.420± 0.01	0.500± 0.02	0.550± 0.02

หมายเหตุ: ND = Not detected

คุณภาพของกีที่เก็บไว้ในสภาวะอุณหภูมิห้องมีแสงสว่าง พบว่าค่ามันเนย และค่ากรดไขมันอิสระ ในระยะเวลา 4 เดือน แรกไม่มีการเปลี่ยนแปลง ใน 2 เดือนหลังค่ามันเนยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่ากรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นและมีค่าเกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนที่ 6 ค่าความชื้น มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยทุกๆเดือน แต่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (USDA, 1993 และ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 226) พ.ศ.2544) ค่าเปอร์ออกไซด์ มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมและค่าเกิน 0.3 mEq/Kg ตั้งแต่เดือนที่ 3 และตรวจไม่พบเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ตลอดระยะเวลาในการเก็บ

ตารางที่ 4.20 คุณภาพของกี เก็บที่สภาวะอุณหภูมิห้องในที่มืด

รายการที่ตรวจ	วิธีการตรวจ	ผลการตรวจ					
		ก.พ. 2554	มี.ค. 2554	เม.ย. 2554	พ.ค. 2554	มิ.ย. 2554	ก.ค. 2554
1. ค่ามันเนย (เปอร์เซ็นต์)	AOAC (2000)	99.90± 0.01	99.90± 0.01	99.92± 0.02	99.91± 0.01	98.60± 0.03	98.00± 0.01
2. ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	AOAC (2000)	0.103± 0.00	0.104± 0.02	0.104± 0.00	0.106± 0.01	0.109± 0.01	0.202± 0.03
3. เชื้อ *Salmonella* spp. (ใน 25 กรัม)	ISO 6579 (2002)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4. เชื้อ *Staphylococcus aureus* (ใน 0.1 กรัม)	FDA BAM online (2001)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5. ค่ากรดไขมันอิสระ (เปอร์เซ็นต์)	AOCS (1999)	0.480± 0.02	0.480± 0.02	0.480± 0.01	0.480± 0.01	0.490± 0.02	0.490± 0.02
6. ค่าเปอร์ออกไซด์ (mEq/Kg)	AOAC (2002)	0.250± 0.01	0.250± 0.00	0.250± 0.02	0.250± 0.01	0.250± 0.02	0.270± 0.02

หมายเหตุ: ND = Not detected

คุณภาพของกีที่เก็บไว้ในสภาวะอุณหภูมิห้องในที่มืด พบว่าค่ามันเนย ค่ากรดไขมันอิสระ และ ค่าเปอร์ออกไซด์ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและยังอยู่ในเกณฑ์กำหนด (USDA, 1993 และ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 226) พ.ศ. 2544) ในระยะเวลา 6 เดือน ค่าความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยทุกๆเดือน แต่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และตรวจไม่พบเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ตลอดระยะเวลาในการเก็บ

สภาวะในการเก็บมีผลต่อคุณภาพของกี การเก็บผลิตภัณฑ์ในที่มีแสงสว่าง ส่งผลให้คุณภาพลดต่ำลง โดยมีผลโดยตรงกับค่าเปอร์ออกไซด์ที่มีค่าเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาในการเก็บ จากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นโดยแสง ทำให้กีเกิดการเหม็นหืน จากการทดลองสภาวะที่ควรเก็บกีจะต้องเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทและป้องกันแสงได้ จะทำให้ยืดอายุในการเก็บรักษาได้มากกว่า 6 เดือน Mohammed *et al.* (1998) กล่าวว่าการควบคุมสภาวะในการผลิต ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม และสภาวะการเก็บรักษา จะช่วยยืดอายุในการเก็บรักษากี ได้นานถึง 6 - 8 เดือน หรือมากกว่า 1 ปี

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตกีจากน้ำนมวัว โดยบ่มครีมนมวัวด้วยกล้าเชื้อจุลินทรีย์ผสมที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือกล้าเชื้อ A ซึ่งประกอบด้วย *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricu* , *Streptococcus thermophillus* และ *Bifidobacterium bifidum* และกล้าเชื้อ B ซึ่งประกอบด้วย *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis biovar. diacetylactis* และ *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *Cremoris*. ที่อุณหภูมิ 43 $\pm$0.5 องศาเซลเซียส และ 30$\pm$0.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ที่ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นทำการบ่มครีมที่ปริมาณเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2, และ 2.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นำครีมหมักที่ได้มาให้ความร้อนอุณหภูมิ 105, 110 ,115 และ 120 องศาเซลเซียส นาน 5, 10, 15 และ 20 นาที นำผลิตภัณฑ์กีที่ได้มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คัดเลือกผลิตภัณฑ์กีที่ดีที่สุดไปประกอบอาหารเปรียบเทียบกับเนยและน้ำมันพืช และนำไปเก็บในสภาวะอุณหภูมิห้องที่โดนแสงและไม่โดนแสง ตรวจสอบคุณภาพตลอดระยะเวลาในการเก็บ 6 เดือน สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อ A และกล้าเชื้อ B ที่ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาที่บ่ม และการผลิตกรดมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการบ่ม โดยอัตราการลดลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดของกล้าเชื้อ A จะเร็วกว่ากล้าเชื้อ B การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดมีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่เจริญเติบโตในครีมหมัก

2. การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดในครีมหมักที่ใช้กล้าเชื้อ A และกล้าเชื้อ Bพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ลดลงอยู่ในช่วง 4.3 – 4.5 และใช้ปริมาณเชื้อน้อยที่สุด คือปริมาณเชื้อที่ 0.02 เปอร์เซ็นต์ และ0.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมในการคัดเลือกเพื่อใช้ผลิตกี

3. ผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตที่สภาวะอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที มีคุณสมบัติทางเคมีโดยรวมดีที่สุด ของกล้าเชื้อ A มีค่าปริมาณกรดไขมันอิสระ 0.48±0.00 เปอร์เซ็นต์ , ค่าเปอร์ออกไซด์ 0.25±0.00 mEq/Kg , ค่าไอโอดีน46.55±0.23 , ค่ามันเนย 99.9±0.00 เปอร์เซ็นต์ และค่าความชื้น 0.11±0.00 เปอร์เซ็นต์ และกล้าเชื้อ B มีค่าปริมาณกรดไขมันอิสระ 0.45±0.00 เปอร์เซ็นต์, ค่าเปอร์ออกไซด์ 0.25±0.00 mEq/Kg , ค่าไอโอดีน47.45±0.13 , ค่ามันเนย 99.91±0.01 เปอร์เซ็นต์

และค่าความชื้น 0.103±0.00 เปอร์เซ็นต์ ทางด้านกายภาพให้ค่าสีที่มีสีเหลืองมากที่สุดทั้งกล้าเชื้อ A และ กล้าเชื้อ B คุณภาพทางประสาทสัมผัสของกล้าเชื้อ A มีค่าความชอบทางด้านสี 6.07±0.52 กลิ่น 6.2±0.72 และลักษณะปรากฏ 6.0±0.52 กล้าเชื้อ B มีค่าความชอบทางด้านสี 6.13±0.73 กลิ่น 6.43±0.63 และลักษณะปรากฏ 6.07±0.74 เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์กีที่ดีที่สุดได้จากครีมหมักจากกล้าเชื้อ B

4. นำผลิตภัณฑ์กีที่ได้จากการบ่มด้วยกล้าเชื้อ B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักผลิตที่สภาวะอุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ไปเป็นส่วนผสมในผัดผัก และ เค็กเนยสด โดยเปรียบเทียบกับเนยและน้ำมันพืช ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผัดผัก และเค็กเนยสดที่มีกีเป็นส่วนผสมมีคะแนนในการประเมินสูงที่สุด มีค่า สี 6.80±0.41 กลิ่นรส 6.87±0.34 ลักษณะปรากฏ 6.87±0.34 เนื้อสัมผัส 6.93±0.50 และความชอบ 6.9±0.30 และมีค่า สี 6.80±0.41 กลิ่นรส 6.87±0.34 ลักษณะปรากฏ 6.87±0.34 เนื้อสัมผัส 6.93±0.50 และความชอบ 6.9±0.30 ตามลำดับ

5. คุณภาพกีในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้องในสภาวะมีแสงสว่าง พบว่าค่ากรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นและมีค่าเกินร้อยละ 0.5 และ ค่าเปอร์ออกไซด์ มีค่าเพิ่มขึ้น 0.3 mEq/Kg ภายในระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน ในสภาวะที่มืด พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์มันเนย ค่าเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น และ ค่าเปอร์ออกไซด์ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยและยังอยู่ในเกณฑ์กำหนด ภายในระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน ตรวจไม่พบเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ตลอดระยะเวลาในการเก็บทั้งสองสภาวะ

บรรณานุกรม

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอ เดี้ยนสโตร์. 128 น.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข "เรื่อง เนยใสหรือกี (Ghee)" (ฉบับที่ 226) พ.ศ. 2544

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข "เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค" (เล่ม 126 ตอนพิเศษ 41ง.) พ.ศ. 2552

Abdelgadir, W. S., Ahmed, T. K. and Dirar, H. A. 1998. "The traditional fermented milk products of the Sudan". **Review International Journal of Food Microbiology.** 44:1-13.

Abou-Donia, S. A. and El-Agamy, S.I. 1993. " Ghee". **In Encyclopaedia of Food science, Food Technology and Nutrition.** 6: 3992 – 3994.

Achaya, K. T. 1997. "Ghee, vanaspati and special fats in India". **Lipid Technologies and Application.** pp: 369-390.

Aiyara, P. 2006. "**Increasing in Conjugated Linoleic Acid (CLA) Contents of Yoghurt by Fermentation with Lactic Acid Bacteria**" Master Degree Thesis of Suranaree University.

Albenzio, M., Corbo, M. R., Rehman, S. U., Fox, P. F., Angelis, M.D., Corsetti, A., Sevi, A. and Gobbetti, M. 2001. "Microbiological and biochemical characteristics of Canestrato Pugliese cheese mad from raw milk, pasteurized milk or by heating the curd in hot whey". **International Journal of Food Microbillogy.** 67: 35-48.

Al-Khalifah, A.and Al-Kahtani, H. 1993. "Composition of ghee (Samn Barr's) from cow's and sheep's milk". **Food Chemistry.** 46: 373–375.

Allen, J. C. and Hamilton, R. J. 1999. "Evaluation of Oxidative Rancidity. Rancidity in Foods". **A Chapman & Hall Food Science Book.** pp: 54-67.

Alonso, L., Cuesta, E.P. and Gilliland, S.E. 2003. "Production of free conjugated linoleic acid by *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* of human intestinal origin". **Journal of Dairy Science.** 86:1941-1946.

American Oil Chemistry Society (A.O.C.S). 1999. **Official Methods and Recommended** Practices. 5th ed. Illinois: Champaign.

Amr, S. A. 1991. "Effectiveness of synthetic and potential natural antioxidants in improving the stability of sheep's anhydrous butter fat during long-term storage". **Journal of Science of Food and Agriculture.** 55: 75–85.

Arora, K.L. and Singh, S., 1986. "Effect of blending goat and buffalo milk on sensory characteristics of ghee". **Indian Journal Dairy Science.** 39: 488–490.

Arora, K.L. and Singh, S., 1987. "Effect of blending goat and buffalo milk on shelf life of ghee". **Journal Food Science Technology.** 24: 126–131.

Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C.). 1995. **Official Methods of Analysis.** 15th ed. Gaithersburg. Maryland: Bookstore.

Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C.). 2000. **Official Methods of Analysis.** 8th ed. Gaithersburg. Maryland: Bookstore.

Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C.). 2005. **Official Methods of Analysis.** 18th ed. Gaithersburg. Maryland: Bookstore.

Axelsson L. (1998). "Lactic Acid Bacteria : classification and physiology. pp. 1-72. In Saliminen ,S., and Wright, A. von (eds"). **Lactic Acid Bacteria: Microbiology and Functional Aspects.** (2nd ed.). New York: Marcel Dekker, Inc.

Axelsson L. (2004). "Lactic Acid Bacteria : classification and physiology. pp. 1-66. In Saliminen ,S., Wright, A. von, and Ouwehand,A. (eds). **Lactic Acid Bacteria: Microbiology and Functional Aspects.** (3rd ed.) ". Newyork: Marcel Dekker, Inc.

Bacteriological Analytical Manual *Online* (BAM), 2001. Chapter 12, ***Staphylococcus aureus,*** USFDA. pp: 4. (http://www.cfsan.fda.gov)

Bekele, E. and Kassaye, T. 1987. "Traditional Borana milk processing-efficient use of subtle factors needs further research work". **International Livestock Centre for Africa (ILCA) Newsletter.** 6(4): 4-5.

Bell, T.D., Demay, M.B. and Burnett-Bowie . 2010. "The biology and pathology of vitamin D control in bone". **Journal of Cellular Biochemistry.**111 (1): 7–13.

Bessa, R. J. B., Silva, J. S., Ribeiro, J. M. R. and Portugal, A. V. 2000. "Reticulorumen iohydrogenation and the enrichment edible products with linoleic acid conjugated isomers". **Levestock Production of Science.** 63: 201-211.

Bhattacharya, A., Banu, J., Rahman, M., Causey, J. and Fernandes, G. 2006. "Biological effects of conjugated linoleic acid in health and disease". **Journal of Nutritional Biochemistry.** 17: 789-810.

Bille, P.Gand MJ, Kandjou. 2008. "Chemical and Sensory Quality *of Omaze uozongombe* (Ghee), Butter oil made by Small H0lder Herero Farmers in Namibia". **African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development.** 8(1): 27-17.

Bindal, M. P. and Wadhwa, B. K. 1991. "Renovation of rancid ghee". **Indian Journal of Dairy Science.** 44(5): 323–326.

Borgstrom, S. and Jonsson, H. 1986. " The composition of the free fatty acid fraction in milk, cream and butter". **XXII International Dairy Congress**, the Hague, September 29-October 3. Reidel, Dordrecht, Holland. pp: 43-44

Bulmer, A.C., Ried, K., Blanchfield, J.T. and Wagner, K.H. 2008. "The anti-mutagenic properties of bile pigments". **Mutation Research.** 658(1-2): 28-41.

Casla, D., Requena, T. and Gómez, R. 1996. "Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from goat's milk and artisanal cheeses: characteristics of a bacteriocin produced by *Lactobacillus curvatus* IFPL105 " **Journal of Applied Microbiology.** 81(1): 35–41.

Chand, R., Sree Kumar, S., Srinivasan, R. A., Batish, V. K. and Chander H. 1986. " Influence of lactic bacteria cells on the oxidative stability of ghee". **Milchwissenschaft.** 41(6): 335-336.

Chin, S. F., Liu, W., Storkson, J. M., Ha, Y. L. and Pariza, M. W. 1992. "Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognised class of anticarcinogens". **Journal of Food Composition and Analysis.** 5:185- 197.

Collomb, M., Sieber, R. and Butikofer, U., 2004. "CLA isomers in milk fat from cows fed diets with high levels of unsaturated fatty acids". **Lipids in Health and Disease.** 39: 355–364.

Corl, B.A., Barbano, D.M. and Bauman, D.E. 2003. "Cis-9, trans- 11 CLA derived from trans-11 18:1 reduces cancer risk in rats". **Journal of Nutrition.** 133: 1893–2900.

Dellaglio, F., Dicks, L. M. T. and Torriani, S. 1995. "The genus Leuconatoc pp. 235-278. In B. J. B. Wood and W. H. Holzapfel. (eds.) ". **The Genera of Lactic Acid Bacteria.** Chapman and Hall, Glasgow.

Deman, J.C., Rogasa, M. and Sharpe, M.E. 1960. "A medium for the cultivation of lactobacilli". **Journal of Applied Bacteriology.** 23:130-135.

Donkor,O.N., S.L.I. Nilmini, P. Stolic,T. Vasiljevic and Shah, N.P. 2006. "Survival and activity of selected propiotic organism in set-type yoghuret during cold storing" **International Dairy Journal.** pp: 1-9.

Escamilla-Hurtado, M.L., Valde´s-Martı´nez, S., Soriano-Santos, J. and Tomasini-Campocosio, A. 2000. "Effect of some nutritional and environmental parameters on the production of diacetyl and on starch consumption by Pediococcus pentosaceus and Lactobacillus acidophilus in submerged cultures". **Journal of Applied Microbiology.** 88: 142– 153.

Escamilla-Hurtado, M. L., Valdes-Martinez, S. E., Soriano-Santos, J., Gomez-Pliego, R., Verde-Calvo, J. R., Reyes-Dorantes, A. and Tomasini-Campocosio, A. 2005. "Effect of culture conditions on production of butter flavor compounds by *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus acidophilus* in semisolid maize-base cultures". **Ethno-Pharmacology.**105: 305-316.

Evans, M., Brown, J. and McIntosh, M. 2002. "Isomer-specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism: Reviews". **Journal Nutrition and Biochemistry.** 13: 508-516.

Fennema, O. R. 1985. " **Food Chemistry**". 2nd edn. New York: Marcel Dekker Inc.,

Gadaga, T.H., Mutukumira, A.N. and Narvhus, J.A. 2001. "The growth and interaction of yeasts and lactic acid bacteria isolated from Zimbabwean naturally fermented milk in UHT milk". **International Journal of Food Microbiology.** 68: 21-32.

Ganguli, N.C. and Jain, M.K. 1973. "Ghee: Its Chemistry, Processing and Technology". **Journal of Dairy Science.** 56: 19-25.

Gonfa, A., Foster, H. A. and Holzapfel, W. H. 2001. "Field survey and literature review on traditional fermented milk products of Ethiopia". **Review International Journal of Food Microbiology.** 68: 173-186.

Gran, H.M., Gadaga, H.T. and Narvhus, J.A. 2003. "Utilization of various starter cultures in the production of Amasi, a Zimbabwean naturally fermented raw milk product". **International Journal of Food Microbiology.** 88: 19-28.

Hardie, J. M. and Whiley, R. A. 1995. "The genus Streptococcus. pp. 75-124. In B. J. B. Wood and W. H. Holzapfel. (eds.) ". **The Genera of Lactic Acid Bacteria.** Chapman and Hall, Glasgow.

Hansen, B. E. 2002. "Commercial Bacterial Starter Culture for Fermented Food of the Future". **International Journal of Food Microbiology.** 78: 119-131.

Havel, R. J. 1997. " Milk fat consumption and human health:Recent NIC and other American governmental recommen-dations. In Milk Composition, Production and Biotechnology", eds R. A. S. Welch, D. J. W. Burns, S. R. Davis, A. I. Popay and C. G. Prosser. UK**: CAB International,** Wallinterd, pp: 13-22.

Hayati, I. N., Aminah, A., Mamot, S., Aini, I. N. and Lida, H. M. 2002. "Physical characteristics ofmodified milkfat in high-melting fat preparation". **International Journal of Food Science and Nutrition.** 53: 43–54.

Holzapfel, W., 1997. "Use of starter cultures in fermentation on a household scale". **Food Control.** 8: 241–258.

Horwitz, W. editor, 2002. 41.1.16 AOAC Official Method 965.33, Peroxide value of oils and fats. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 17th ed., Gaithersberg ,MD: AOAC International.

Hosono, A., Elliot, J. A. and McGugan, W. A. 1974. "Production of ethylesters by some lactic acid and psychrotrophic bacteria". **Journal of Dairy Science.** 57: 535-539.

IDF.1996. "Oxidized sterols". Bulletin 315, **International Dairy Federation, Brussels, Belgium.** pp: 52-58.

IDF. 1977. "Anhydrous milkfat, anhydrous butteroil or anhydrous butterfat, butteroil or butterfat , ghee: standards of identity". **International Dairy Federation, Brussela, Belgium.** Standard 68A.

Iskander, M. H., Bayomi, S. E. and Shalabi, S. I. 1985. "Composition and storage stability of commercial anhydrous milk fat and hydrogenated oils". **Journal of Food Technology.** 20: 83–88.

ISO 6579 . 2002. "Microbiology of Food and Animal Feeding stuffhorizontal method for the Detection of Salmonella spp". **International Organization for Standardization.** 4th ed. Switzerland .pp: 1- 18.

Joshi, N., Godbole, S.H. and Kanekar, P. 1989. "Microbial and biochemical changes during Dhokla fermentation with special reference to flavor compounds". **Journal of Food Science and Technology.** 26: 113– 115.

Kaylegian, K. E. 1999. "The production ofspecialty milk fat ingredients". **Journal of Dairy Science.** 82: 1433–1439.

Kim, Y. J. and Liu, R. H. 2002. "Increase of conjugated linoleic acid content in milk by fermentation with lactic acid bacteria". **Journal of Food Science.** 67: 1731-1737.

Kishino, S., Ogawa, J., Omura, Y., Matsumura, K. and Shimizu, S. 2002. "Conjugated linoleic acid production from linoleic acid by lactic acid bacteria". **Journal of American Oil Chemistry Society.** 79: 159-163.

Kritchevsky, D., Tepper, S.A. and Wright, S. 2004. "Conjugated linoleic acid isomer effects in atherosclerosis: growth and regression of lesions Lipids". **Lipids.** 39: 611-616.

Kumar, M.V., Sambaiah, K. and Lokesh, B.R. 1999. "Effect of dietary ghee, the anhydrous milk fat, on blood and liver lipids in rats". **Journal Nutrition and Biochemistry.**10: 96–104

Kumar, M. V., Sambaiah, K. and Lokesh, B. R. 2000. "Hyypocholesterolemic effect of anhydrous milk fat ghee is mediated by increasing the secretion of biliary lipid". **Journal Nutrition and Biochemistry.** 11: 69-75.

Lindmark-Mansson, H. and Akesson, B. 2000. "Antioxidant factors in milk". **British Journal of Nutrition.** 84: 100-113.

Lin, H., Boylston, T., Luedecke, L. and Shultz, T. 1999a. "Conjugated linoleic acid content of cheddar- type cheeses as affected by processing". **Journal of Food Science.** 64:874-878.

Lin, T. Y., Lin, C. W. and Lee, C. H. 1999b. "Conjugated linoleic acid concentration as affected by lactic cultures and added linoleic acid". **Food Chemistry.** 67: 1-5.

Lin, T. Y., Lin, C. W. and Wang, Y. J. 2002. "Linoleic acid isomerase activity in enzyme extracts frome *Lactobacillus acidophilus* and *Propionibacterium freudenrichii* subsp. *shermanii*". **Journal of Food Science.** 67: 1502-1505.

Lin, T. Y., Hung, T.-H. and Cheng, T.-S.J. 2005. "Conjugated linoleic acid production by immobilized cells of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Lactobacillus acidophilu*"*s*. **Food Chemistry.** 92: 23-28.

Lip, G. Y. H., Malik, I., Luscobe, C., McCarry, M. and Beevers, G. 1995. "Dietary fat purchasing habits in whites, blacks and Asian people in England – implications for heart disease prevention". **International of Cardiology.** 48: 287-293.

Maqbool, A. and Stallings V.A. 2008. "Update on fat-soluble vitamins in cystic fibrosis". **Current Opinion in Pulmonary Medicin.** 14 (6): 74–81.

McGuire*, M. A. and McGuire*, M. K. 1999. "Conjugated linoleic acid (CLA): A ruminant fatty acid with beneficial effects on human health". **Proceedings of the American Society of Animal Science.** 77: 1-8

Menard, O., Ahmad, S., Rousseau, F., Briard-Bion, V., Gaucheron, F. and Lopez, C. 2010. "Buffalo vs. cow milk fat globules: Size distribution, zeta-potential, composition in total fatty acid and in polar lipids from the milk fat globule membrane". **Food Chemistry.**120: 544-551.

Mohammed, L. Sserunjogi., Roger K. Abrahamsen. and Judith N. 1998. "A Review Paper: Curent Knowledge of Ghee and Related Products". **International Dairy Journal.** 8: 677-688.

Mukerjee, P. K., Verpoorte, R. and Suresh, B. 2000. "Evaluation of in vivo wound healing activity of *Hypericum patulum* (family; hypericaceae) leaf extract on different wound models in rats". **Journal of Ethnopharmacology.** 70: 315-321.

Munro, D. S., Cant, P. A. E., Mac Gibbon, A. K. H., Illingworth, D., Kennett, A. and Main, A. J. 1992. "Concentrated milkfat products". **In The Technology of Dairy products, ed. R. Early. Glasgow: Blackie and Sons Ltd,** pp.117-145.

Narwar, W.W. 1996. Lipids. In: Fennema, O. R.., editor. **Food chemistry**. 3rd ed. New York: Marcel Dekker, pp. 225-319.

Nath, B. S., Usha, M. A. and Ramamurthy, M. K. 1996. "Effect of deep frying on cholesterol oxidation in ghee". **Journal of Food Science and Technology.** 33:.425-426.

Narvhus, J. A. and Gadaga, T. H. 2003. "The role of interaction between yeasts and lactic acid bacteria in African fermented milk". **Review International Journal of Food Microbiology.** 86: 51-60.

Niranjan, T.G. and Krishnakantha, T.P. 2000. "Effect of ghee feeding on rat platelets". **Nutrition Research.** 20: 1125-1138.

Ohrui, T., Yasuda. H,, Yamaya, M., Matsui, T. and Sasaki, H. 2003. "Transient relief of asthma symptoms during jaundice: A possible beneficial role of bilirubin". **Tohoku Journal of Experimental Medicine.** 199: 193-196.

Ong, L., Henriksson, A. and Shah, N.P. 2005. "Development of probiotic Cheddar cheese containing Lactobacillus, Lb. casei, Lb. paracasei and Bifidobacterium spp. and the influence of these bacteria on proteolytic patterns and production of organic acid". **International Dairy Journal.** 16(5): 446-56.

Ongol, M. P. and Asano, K. 2009. "Main microorganisms involved in the fermentation of Ugandan ghee". **International Journal of Food Microbiology.** 133: 286-291.

Palmquist, D. L., Beaulieu, A. D. and Barbano, D. M. 1993. "Feed and animal factors influencing milk fat composition". **Journal of Dairy Science.** 76: 1753–1771.

Pandya, A. J. and Ghodke, K.M. 2007. "Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt". **Small Ruminant Research.** 68: 193-206.

Parodi,P. W. 1994. "Conjugated linoleic acid: an anticar-cinogenic fatty acid present in milk fat". **The Australian Journal of Dairy Technology.** 49: 93-96.

Patil, V.H. and Hammer,B.W. 1927. "The Keeping Quality of Ghee". **Journal of Dairy Science.** 6: 143-154.

Penniston., Kristina, L. and Tanumihardjo, S. A. 2006. "The acute and chronic toxic effects of vitamin A". **American Journal Clinical Nutrition.** 83 (2): 191–201.

Podmore, J. 1994. "Fats in bakery and kitchen products". In Fats in food products, eds D. P. J. Moran and K. K. Rajah. **Blackie Academic and Professional, London.** pp: 213-253.

Prasad, V. and Dorle, A. K. 2006. "Evaluation of ghee based formulation for wound healing activity". **Journal of Ethno-Pharmacology.** 107: 38-47.

Puravankara, D., Boghra, V. and Sharma, RS. 2000. "Effect of antioxidant principles isolated from mango (*Mangifera indica* L) seed kernels on oxidative stability of buffalo ghee (butter-fat)". **Journal of the Science of Food and Agriculture.** 80: 522-526.

Rajorhia, G. S. 1993. "Ghee". **Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition.** 4: 2186-2192.

Rodrigues, K.L., Caputo, L.R., Carvalho, J.C., Evangelista, J.and Schneedorf, J.M., 2005. "Antimicrobial and healing activity of kefir and kefiran extract". **International Journal of Antimicrobial Agents.** 25: 404–408.

Rohde, L.E. de., Assis, M.C. and Rabelo E.R. 2007. "Dietary vitamin K intake and anticoagulation in elderly patients". **Current Opinion in Pulmonary Medicin.** 10 (1): 1–5.

Saikia, A. P., Ryakala, V. K., Sharma, p., Goswami, P. and Bora, U. 2006. "Ethnobotany of medicinal plants used by Assamese people for various skin ailments and cosmetics". **Journal of Ethnopharmacology.**106: 149-157.

Sen, C.K., Khanna, S. and Roy, S. 2006. "Tocotrienols: Vitamin E beyond tocopherols.". **Life sciences.** 78 (18): 88–98.

Sharma, P., Goswami, P. and Bora, U. 2006. "Ethnobotany of medicinal plants used by Assamese people for various skin ailments and cosmetics". **Journal of Ethno-Pharmacology.**106:149-157.

Singh, R.B., Niaz, M.A., Ghosh, S. and Beegom, R. 1996. "Association of trans fatty acids (vegetable ghee) and clarified butter (Indian ghee) intake with higher risk of coronary artery disease in rural and urban population with low fat consumption". **International Journal of Cardiology.** 56: 289-298.

Smith, A.k., Goff, H.D. and Kakuda, Y. 2000. "Cream processing". **International Dairy Journal.** 10: 295-301.

Sserunjogi, M. L., Abrahamsen, R. K. and Narvhus, J. 1998. "Current Knowledge of Ghee and Related Products". **Review International Dairy Journal.** 8: 677-688.

Stark, W., Urbach, G. and Hamilton, J. S. 1993. "The quantitative estimation of phenol, o-methoxyphenol, m- and p-cresol, indole, skatole by cold-finger molecular distillation". **Journal of Dairy Research.** 43: 479-489.

Stiles, M. B. and Holzapfel, W. H. 1997. "Lactic acid bacteria of food and there current taxonomy. Inter". **Journal of Food Mocrobiology.** 36: 1-29.

Tabasco, R., Paarup, T., Janer, C., Pelaez, C. and Requena, T. 2007. "Selective enumeration and identification of mixed cultures of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbreuckii* subsp. *bulgaricus*, *L .acidophilus*, *L. paracasei* subsp. *paracasei* and *Bifidobacterium lactis* in fermented milk". **International Dairy Journal.** 17: 1107-1114.

Teuber, M. 1995. "The genus Lactococcuss. In B.J. B. Wood and W. H. Holzapfel (eds.) ". **The Genera of Lactic Acid Bacteria.** Glasgow: Chapman and Hall. pp. 134-173.

Tyagi, A.K., Kewalramani , N., Dhiman,T.R., Kaur , H., Singhal , K.K. and Kanwajia ,S.K. 2007. "Enhancement of the conjugated linoleic acid content of buffalo milk and milk products through green fodder feeding". **Animal Feed Science and Technology.**133: 351–358.

Urbach, G. and Gordon, M. H. 1994. " Flavours derived from fats". **In Fats in Food Products,** eds D. P. J. Moran and K. K. Rajah. Blackie Academic and Professional, London. pp: 347-405.

USDA. 1993. "Specificatoins for Ghee". **United States Department of Agriculture.**

Van den Berg, J. C. T. 1988. "Dairy Technology in the Tropics". **Pudoc, Wageningen, Netherlands.** pp: 781-806

Wadhwa, B. K. and Jain, M. K. 1985a. "Simulation of ghee flavour in butteroil with synthetic flavouring compounds". **Indian Journal of Dairy Science.** 22: 24-27.

Wadhwa, B. K. and Jain, M. K. 1985b. "Studies on lactone profile of ghee. Part III: variations due to method of prep-aration". **Indian Journal of Dairy Science.** 38: 31-35.

Wadhwa, B. K. and Jain, M. K. 1990. "Chemistry of ghee of lavour--a review". **Indian Journal of Dairy Science.** 43: 601-607.

Wadodakar, U. R., Murthi, T. N. and Punjrath, J. S. 1996. "Isolation of ghee volatiles by vacuum degassing, their separation and identification using gas chromatography/mass spectrometry". **Indian Journal of Dairy Science.** 49: 185-198.

Wilson, T.A., Nicolosi, R.J. and Saati, A. 2006. "Conjugated linoleic acid isomers reduce blood cholesterol levels but not aortic cholesterol accumulation in hypercholesterolemic hamsters". **Lipids.** 41: 41-48.

Wood, B.J.B., 1991. "Industrial evolution of fermented foods". **Food Biotechnology.** 5: 279–291.

Wood, B.J.B. and Holzapfel, W. H. 1997. "The Lactic Bacteria : **The Genera of Lactic Acid Bacteria**". New York: Blackie Academic and Professional, pp. 7-15.

Yadav J. S. and Srinivasan, R. A. 1984. "Qualitative and quantitative changes in flavour characteristics of ghee made from ripened cream". **Indian Journal of Dairy Science.** 37: 350-356.

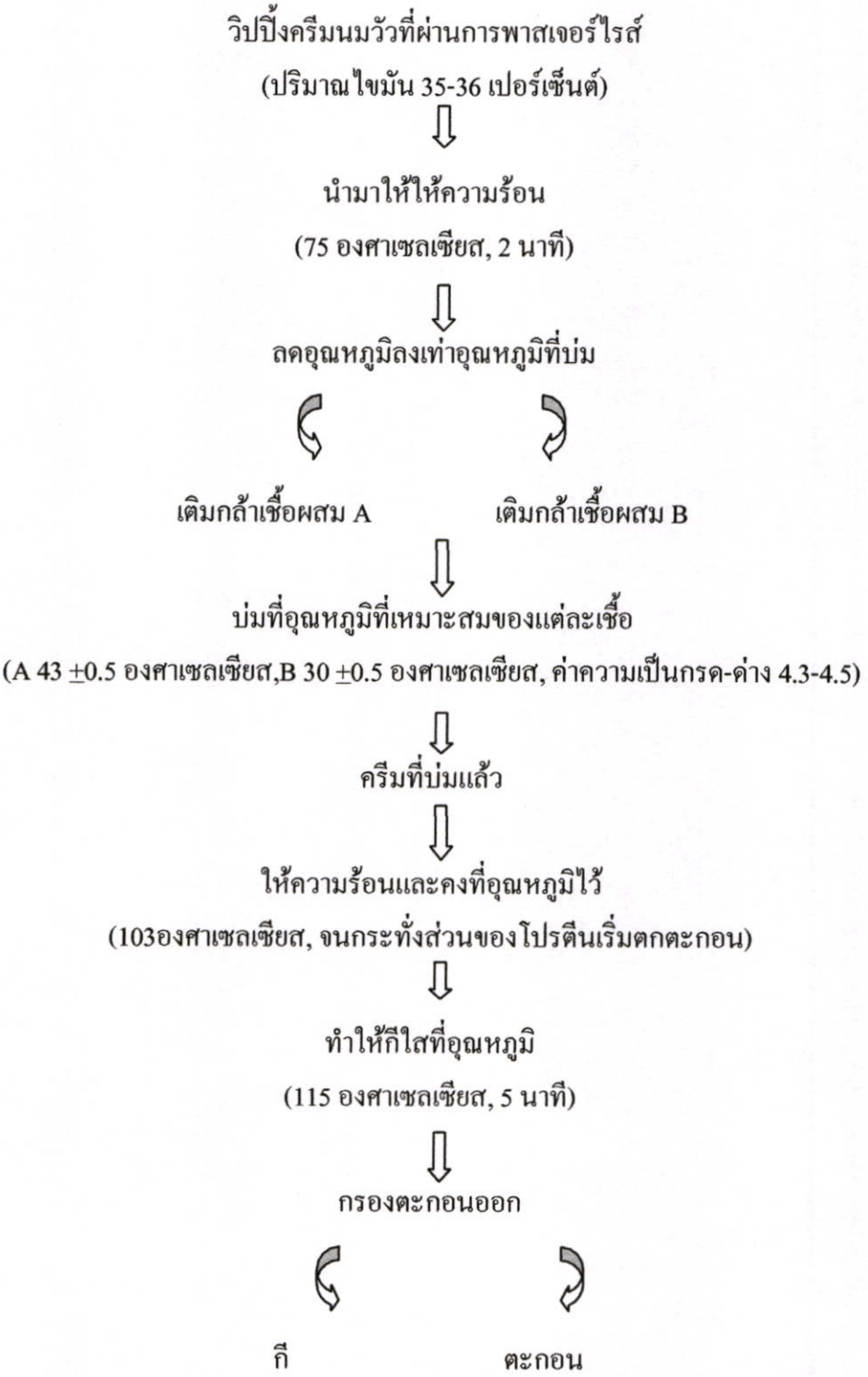
Yadav, J. and Srinivasan, A., 1985. "Effect of ripening cream with *Streptococcus lactis* subsp. *diacetylactis* diacetilactis on the flavor of ghee (clarified butterfat)" . **Journal of Dairy Research.** 52: 547– 553.

Yadav J. S. and Srinivasan, R. A. 1992. "Advances in ghee of lavour research". **Indian Journal of Dairy Science.** 45: 338-348.

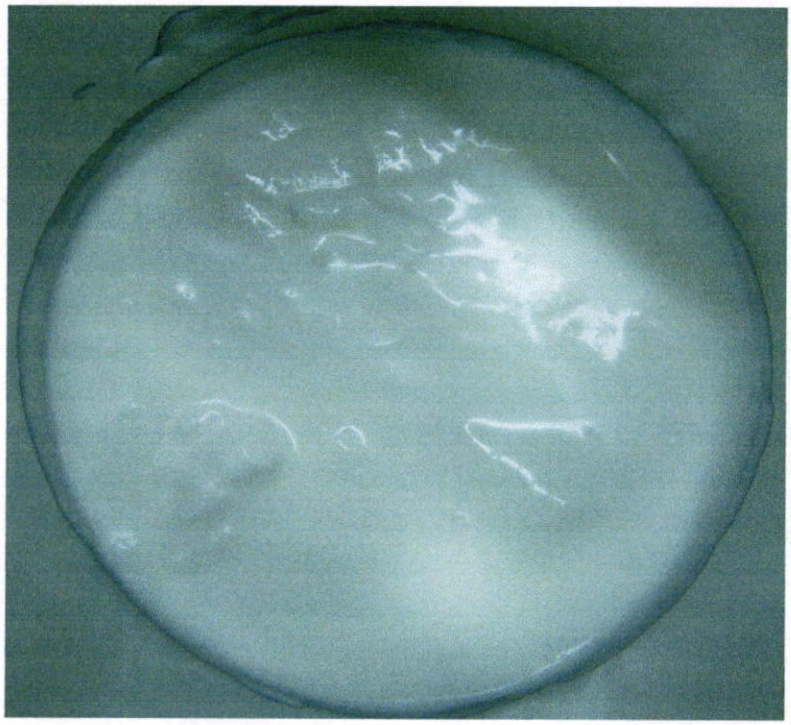
ภาคผนวก ก.

ภาพแสดงกระบวนการผลิตกี

ภาพที่ ก.1 แสดงขั้นตอนการผลิตกี

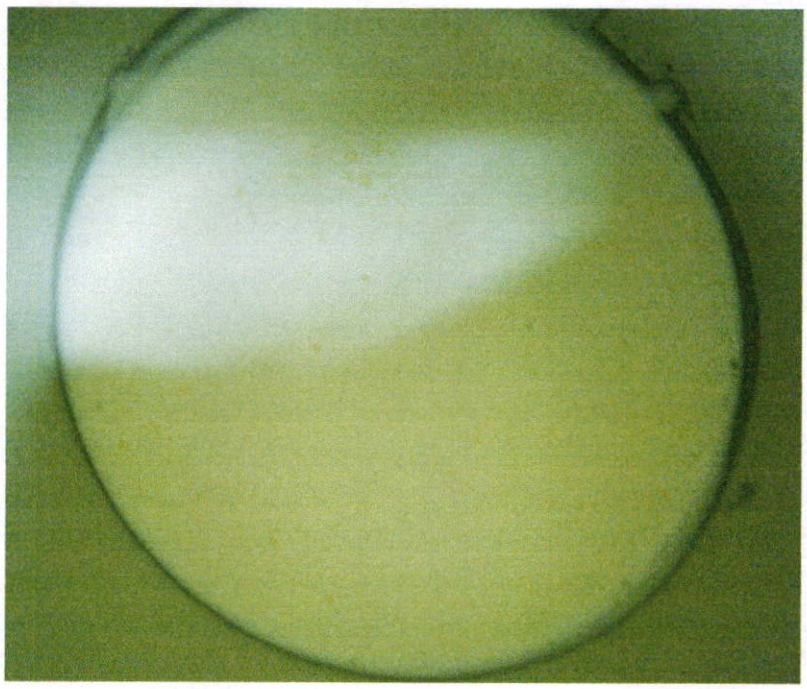


ภาพที่ ก.2 ครีมนมวัว



ภาพที่ ก.3 ครีมนมวัวที่ผ่านการบ่ม

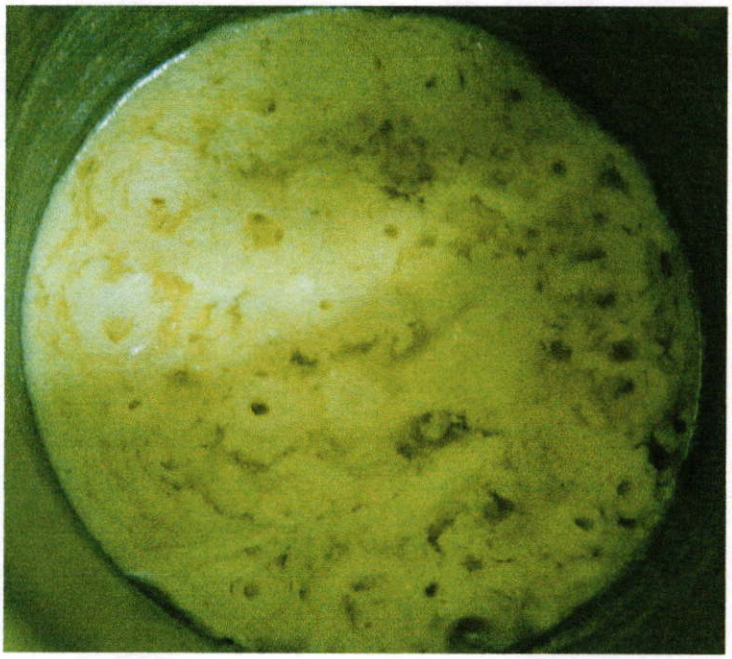
ภาพที่ ก.4 ครีมนมวัวที่ผ่านการบ่ม เริ่มให้ความร้อน



ภาพที่ ก.5 ครีมนมวัวเริ่มเดือด

ภาพที่ ก.6 ครีมนมวัวที่เดือดและเริ่มเห็นส่วนที่เป็นน้ำมัน

ภาพที่ ก.7 เริ่มให้ความร้อนคงที่ 103 องศาเซลเซียส

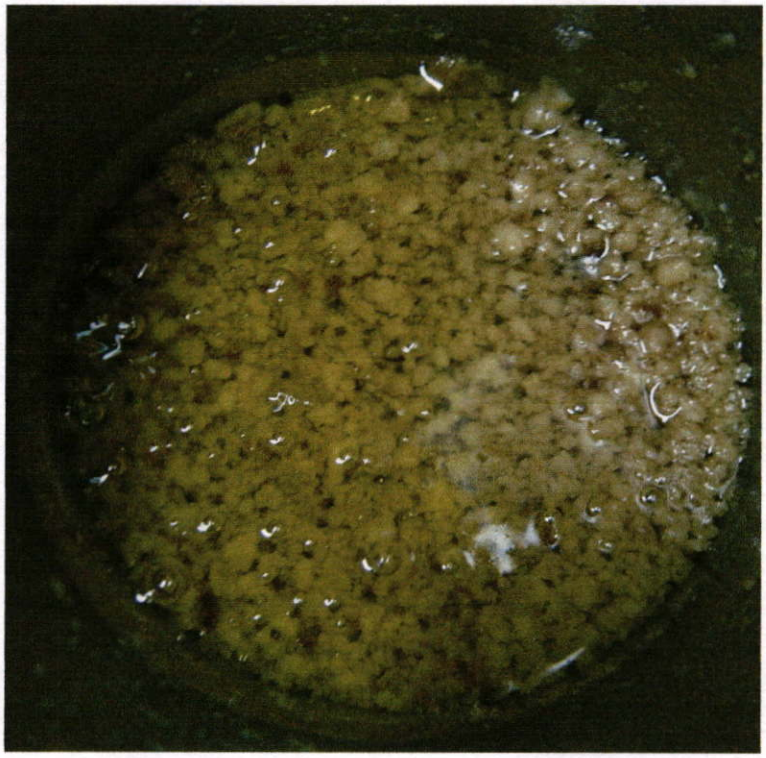


ภาพที่ ก.8 ให้ความร้อนคงที่ 103 องศาเซลเซียส

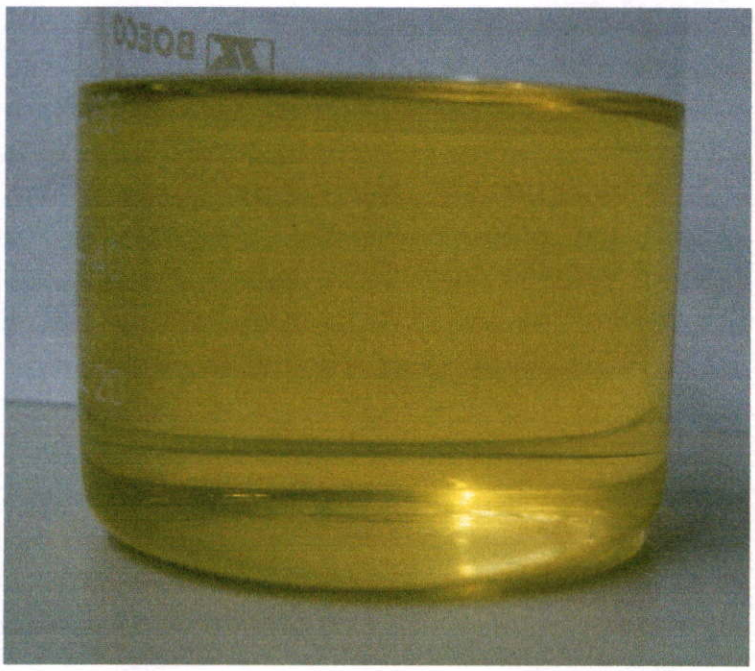
ภาพที่ ก.9 ให้ความร้อนคงที่ 103 องศาเซลเซียส และมีสีเข้มขึ้น

ภาพที่ ก.10 เปลี่ยนสี ใกล้จะตกตะกอน

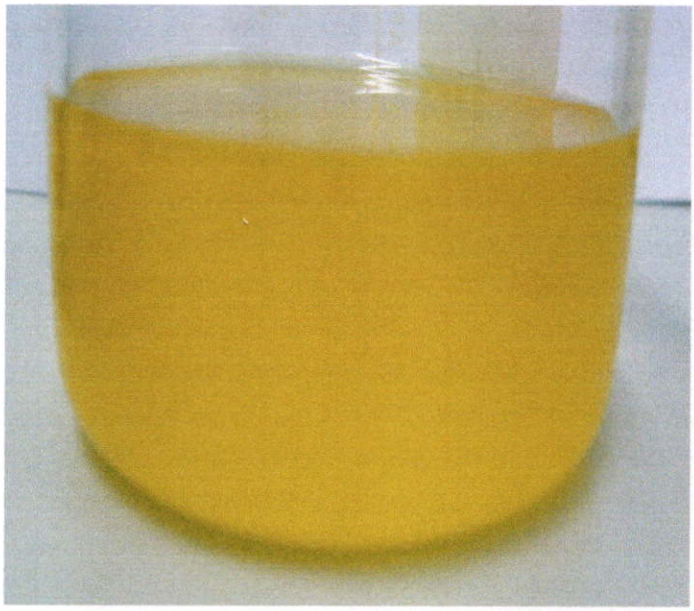
ภาพที่ ก.11 ส่วนของตะกอนตกลงสู่ก้นภาชนะ เริ่มเร่งอุณหภูมิเพื่อทำให้กีใส



ภาพที่ ก.12 ส่วนของตะกอนตกลงสู่ก้นภาชนะหมด ส่วนด้านบนเหลือแต่น้ำมันใส



ภาพที่ ก.13 ผลิตภัณฑ์กี ที่กรองตะกอนออกแล้ว ปริมาณครีม 200 กรัม ผลิตกีได้ 66 กรัม



ภาพที่ ก.14 ผลิตภัณฑ์กี ที่อุณหภูมิห้อง

ภาพที่ ก.15 ตะกอนของกี

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และ จุลินทรีย์

ข.1 วิธีวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (Donkor และคณะ, 2006)

เทตัวอย่างนมหมัก 30 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 50 ml วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH Meter (Calibrate ด้วยสารละลายมาตรฐาน pH 4.00 และ 7.00 ทุกครั้งก่อนการใช้งาน) รอจนกระทั่งค่าที่วัดไม่เปลี่ยนแปลง บันทึกค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่วัดได้

ข.2 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณกรด (Titration acidity) (AOAC, 1995)

ชั่งตัวอย่างนมหมัก 10 ± 0.2 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน 1% เป็นอินดิเคเตอร์ ไตเตรทกับสารละลายด่าง NaOH 0.1 N จนถึงจุดยุติ (เปลี่ยนเป็นสีชมพูจางๆ) บันทึกปริมาตรของด่างที่ใช้ไตเตรท ปริมาณกรดคำนวณจาก

$$\% \text{ กรดทั้งหมด (\%TA)} = \frac{N \times V \times 90.08 \times 10}{1000 \times 100}$$

กำหนดให้ N = ความเข้มข้นมาตรฐาน 0.1 N NaOH

V = มิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐาน 0.1 N NaOH

ข.3 วิธีวิเคราะห์ Free Fatty Acid (AOCS Mothod Ca 5a-40, 1999)

หลอมเหลวตัวอย่างกี ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ชั่งตัวอย่างกี 7.05 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติม neutralized alcohol 50 มิลลิลิตร และเติม phenolphthalein 2 มิลลิลิตร ไตเตรทด้วย 0.1 N NaOH จนปรากฏสีชมพูจางๆ บันทึกปริมาตรของด่างที่ใช้ไตเตรท

การคำนวณค่า Free Fatty Acid ในรูปของ oleic acid

$$\%\text{FFA as oleic acid} = \frac{\text{ml of alkali} \times N \times 28.2}{\text{wt of sample}}$$

กำหนดให้ N = ความเข้มข้นมาตรฐาน 0.1 N NaOH

ข.4 วิธีวิเคราะห์ Iodine Value : Cyclohexane-Acetic acid Method (AOCS Method Cd 1-25, 1999)

หลอมตัวอย่างกี ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และกรองผ่านกระดาษกรองเพื่อกำจัดสิ่งปลอมปน ชั่งตัวอย่างกี 0.200 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่ เติม Cyclohexane-Acetic acid solution (1:1) 15 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างให้ละลาย หลังจากนั้นเติม Wijs solution 25 มิลลิลิตร ด้วยปิเปต เขย่าให้

เข้ากัน และเก็บในที่มืด นาน 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติม saturated potassium iodide (KI) 20 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นที่ต้มวางทิ้งให้เย็น 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ไตเตรทด้วย 0.1 N sodium thiosulphate ($Na_2S_2O_3$) จนกระทั่งตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแป้ง (saturated) 1 มิลลิลิตร ตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ไตเตรทต่อจนกระทั่งสีน้ำเงินจางหาย บันทึกปริมาตรของสารที่ใช้ไตเตรท

การคำนวณ Iodine Value $= \frac{(B-S) \times N \times 12.69}{\text{wt of sample}}$

กำหนดให้ B = ปริมาตร(มิลลิลิตร) $Na_2S_2O_3$ที่ใช้ไตเตรทblank

S = ปริมาตร(มิลลิลิตร) $Na_2S_2O_3$ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

N = ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$

ข.5 วิธีวิเคราะห์ Peroxide Value (AOAC, 2002)

หลอมตัวอย่างกี ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ชั่งตัวอย่างกี 5.00 ± 0.05 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ 250 มิลลิลิตร เติม acetic acid – chloroform (3:2) 30 มิลลิลิตร (ในตู้ดูดควัน) ค่อยๆเขย่าขวดตัวอย่างเบาๆ จนตัวอย่างละลายเป็นเนื้อเดียวกัน เติม saturated potassium iodide (KI) 0 .5 มิลลิลิตร วางทิ้งไว้ 1 นาที เขย่าเบาๆเป็นครั้งคราว จากนั้นเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร ไตเตรทด้วย 0.01 N sodium thiosulphate ($Na_2S_2O_3$) จนกระทั่งตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน หยุดไตเตรท เติมน้ำแป้งความเข้มข้น 1% 0.5 มิลลิลิตร ตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ทำการไตเตรทต่อ จนกระทั่งสีน้ำเงินจางหาย บันทึกปริมาตรของสารที่ใช้ไตเตรท

การคำนวณ Peroxide Value $= \frac{S \times M \times 1000}{\text{wt of sample}}$

กำหนดให้ S = มิลลิลิตร ของสารละลาย $Na_2S_2O_3$ 0.01 N

M = 0.01 N, ความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$

ข.6 วิธีวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

อบบีกเกอร์ไขมันพร้อมลูกแก้วที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ชั่งตัวอย่างที่อบไล่ความชื้นแล้ว 1-2 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ห่อด้วยกระดาษกรอง ใส่ในทิมเบิล ตวงปิโตรเลียมอีเทอร์ที่มีจุดเดือด 60-80 องศา

เซลเซียส ปริมาตร 140-180 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ไขมัน ต่อเข้ากับเครื่องสกัดไขมัน เมื่อครบกำหนดเวลานำบีกเกอร์ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก คำนาณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันในตัวอย่าง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{\text{นน.บีกเกอร์หลังสกัดไขมัน} - \text{นน.บีกเกอร์ก่อนสกัดไขมัน} \times 100}{\text{นน.ตัวอย่าง}}$$

ข.7 วิธีวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

ชั่งตัวอย่างกีประมาณ 2 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ลงใน aluminum can ที่ผ่านการอบ และทราบน้ำหนักแน่นอน (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) นำตัวอย่างเข้าอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส และนำตัวอย่างออกมาใส่ในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น บันทึกน้ำหนัก แล้วนำไปอบซ้ำจนกว่าน้ำหนักตัวอย่างเริ่มคงที่ (ต่างกันไม่เกิน 0.005 กรัม) นำมาคำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\%\text{ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

ข.8 วิธีการตรวจหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก (Casla *et al.*,1996 และ Deman *et al.*,1960)

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS Agar ชั่ง MRS Broth 52 กรัม Agar 15 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที เทอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จำนวน 15 – 20 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเพื่อเตรียมไว้ Spread plate

เตรียมสารละลาย Peptone 0.1% ชั่ง Peptone 1 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก

1.ปิเปตตัวอย่าง1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลาย Peptone 0.1% ปริมาณ 99 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว สารละลายตัวอย่างที่ได้เจือจางในอัตราส่วน 1: 100 เขย่าให้เข้ากัน

2.ปิเปตตัวอย่างเจือจาง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลาย Peptone 0.1% ปริมาณ 9 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจนได้สารละลายเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ (10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}) นำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง MRS โดยการทำ Spread plate นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง ในสภาวะไร้อากาศ

3.นับจำนวนโคโลนี ของแบคทีเรียกรดแลคติก ในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี (โคโลนีสีขาวขุ่นมีเคลียร์โซน) ในแต่ละอัตราการเจือจาง หาค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ข.9 วิธีการตรวจหาเชื้อ *Salmonella* spp. (ISO 6579: 2002)

ทำการการตรวจหาเชื้อ *Salmonella* spp. โดยวิธีเพาะเชื้อเชิงคุณภาพ ตามมาตรฐาน ISO 6579:2002 โดยใช้ตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ใน Buffer Peptone Water 225 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 ±1 องศาเซลเซียส นาน 18 ±2 ชั่วโมง ปิเปต 0.1 มิลลิลิตร ลงใน 10 มิลลิลิตร Rappaport-Vassiliadis Soya Peptone broth (RVS) และ 1 มิลลิลิตร ลงใน 10 มิลลิลิตร Muller-Kauffmanntetrathionate-novobiocin broth (ISO)(MKTTn) บ่มที่อุณหภูมิ 37 ±1 และ 41.5 ±1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ นาน 24 ± 3 ชั่วโมง จากนั้นเพาะแยกเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant Green Agar Modified (BGA) และ Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ±1 องศาเซลเซียส นาน 24 ±3 ชั่วโมง คัดเลือกโคโลนี

XLD = black centre on colony, red, translucent

BGA = small, transparent, colorless or pink to white opaque

ทำการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีด้วย Triple Sugar Iron Agar (TSI) โดยการเตรียม TSI slant ทำการ streak และ stab นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 ±1 องศาเซลเซียส นาน 24 – 48 ชั่วโมง

Positive = slant เปลี่ยนเป็นสีเหลืองตรงด้านล่าง ส่วนด้านบนมีสีแดงเหมือนเดิม และสร้าง Hydrogen Sulfite (H_2S)

Negative = slant เป็นสีแดงเหมือนเดิม

ข.10 วิธีการตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus* (BAM *Online*, 2001)

การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง 50.0 ± 0.1 กรัม ใส่ในถุง stomacher เติม Butterfield's phosphate-buffered dilution water (BF) 450 มิลลิลิตร ตีให้ตัวอย่างกระจายทั่วสารละลายด้วยเครื่องตีตัวอย่าง เป็นเวลา 1 นาที สารละลายตัวอย่างที่ได้ถือว่ามีระดับความเจือจาง 10^{-1} (ตัวอย่างถูกเจือจาง 10 เท่า) เตรียมสารละลาย ตัวอย่างให้มีระดับความเจือจางเพิ่มขึ้น 100 และ 1,000 เท่า (นั่นคือตัวอย่างมีระดับความเจือจาง 10^{-2} และ 10^{-3} ตามลำดับ) หรือระดับความเจือจางที่เหมาะสม โดยปิเปตตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 10^{-1} จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดที่มี BF 90 มิลลิลิตร จะได้ระดับความเจือจาง 10^{-2} นำไปเขย่าด้วย เครื่องเขย่าให้เชื้อกระจายทั่วกันทั้งขวด ส่วนที่ระดับความเจือจาง 10^{-3} ก็เตรียมได้ในลักษณะเดียว ปิเปตสารละลายตัวอย่างในแต่ละระดับความเจือจางมา 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird-parker medium (BP) จำนวน 3 เพลทๆ ละ 0.3, 0.3 และ 0.4 มิลลิลิตร

จากนั้นเกลี่ยให้เชื้อกระจายโดยใช้แท่งแก้ว ทิ้งให้สารละลายของเชื้อซึมผ่านอาหารเลี้ยงเชื้อ (ประมาณ 10 นาที) นำเพลทไปบ่มโดยกลับเพลท บ่มที่ 35 ±1 องศาเซลเซียส นาน 45-48 ชั่วโมง (แต่ถ้าสารละลายยังไม่ซึมผ่านอาหารเลี้ยงเชื้อให้นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อโดยไม่ต้องกลับเพลท เป็นเวลา 1 ชั่วโมงก่อนกลับเพลท) เลือกเพลทที่มีจำนวนโคโลนี 20-200 โคโลนี มาตรวจนับโคโลนี ลักษณะโคโลนีของ *S. aureus* โคโลนีกลม เรียบ โค้งนูน มีความชุ่มชื้น ไม่แห้ง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเทาถึงดำ อาจมีขอบใสหรือไม่ก็ได้ มีโซนทึบ (opaqnezone) รอบๆ โคโลนี และมีโซนใส (clear zone) รอบนอกโคโลนี หรือไม่ก็ได้ เมื่อใช้ needle เขี่ยจะยืดเหนียว (ในบางครั้งอาจพบโคโลนีในลักษณะคล้ายกันแต่ไม่พบ opaqne zone และ clear zone รอบโคโลนีแสดงว่าไม่ใช่ *S. aureus*) ถ้าตัวอย่างที่นำมาตรวจวิเคราะห์เก็บไว้นาน หรือตัวอย่างแห้ง อาจพบว่าเชื้อนี้อาจให้ลักษณะโคโลนีสีดำจาง และโคโลนีมีลักษณะแห้ง (เลือกโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าวจำนวนอย่างน้อย 1 โคโลนีต่อความเข้มข้น ถ่ายลงในหลอดที่มีอาหาร BHI และ TSA slant นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35± 1 oC เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง นำหลอด มาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อใช้ในการทดสอบ API หรือทดสอบ Ancillary test ในกรณีที่ผล coagulase test มีระดับการจับตัวเป็นก้อนน้อยกว่า 4+) การนับจำนวนโคโลนี ถ้ามีโคโลนีหลายๆ ลักษณะ นับจำนวนโคโลนีแต่ละลักษณะและบันทึกจำนวนแยกแต่ละลักษณะ กรณีที่ในระดับความเจือจางต่ำสุดจำนวนโคโลนีที่นับได้มีน้อยกว่า 20 โคโลนีให้ใช้ค่าที่นับได้นี้ นำไปทดสอบ Coagulase test และรายงานผลได้ แต่ถ้าในเพลทมีจำนวนโคโลนีมากกว่า 200 โคโลนี และไม่มีลักษณะเด่นของ *S.aureus* ในระดับความเจือจางสูงกว่านี้ ให้นับจำนวนโคโลนีที่มีลักษณะเด่นของ *S.aureus* จากนั้นเลือกโคโลนีในแต่ละลักษณะมามากกว่า 1 โคโลนีต่อความเข้มข้น เพื่อทดสอบ Coagulase Test โดยปิเปตเชื้อจากหลอด BHI broth ปริมาตร 0.2-0.3 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดเปล่าที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นเติม coagulase plasma ที่มีส่วนผสมของ EDTA ลงไป 0.5 มิลลิลิตร เขย่าหลอดให้เข้ากัน นำไปบ่มที่ 35± 1 องศาเซลเซียส สังเกต การจับตัวทุกๆ ชั่วโมงในระยะเวลา 4 ชั่วโมงแรก หากไม่เกิดการจับตัวภายในระยะเวลาดังกล่าวให้ทำการบ่มต่ออีกจนครบ 24 ชั่วโมง แล้วทำการอ่านผล (BD BBL Coagulase Plasma) ระดับของการจับตัวกันของเชื้อและ Coagulase Plasma ระดับของการจับตัว ลักษณะที่ปรากฏ

0 ไม่เกิดการจับตัว

1+ จับตัวเป็นก้อนน้อย ไม่รวมกลุ่ม

2+ จับตัวเป็นก้อนน้อย รวมกลุ่ม

3+ จับตัวเป็นก้อนใหญ่

4+ จับตัวเป็นก้อนหมดทั้งหลอด และไม่ขยับเมื่อคว่ำหลอด

การรายงานผล Coagulase test นับจำนวนหลอดที่ให้ผลเป็นบวกของแต่ละระดับความเจือจาง บันทึกผลเป็นบวกเมื่อลักษณะการจับตัวอยู่ในระดับ 4+ ในกรณีที่ผลการทดสอบCoagulase test ให้ผลการทดสอบน้อยกว่าระดับ 4+ ให้นำไปทดสอบ API หรือ Ancillary test

วิธี Ancillary test

1. Catalase test

- นำ TSA slant มาทดสอบโดยใช้ loop แตะเชื้อจาก TSA slant ลงบนสไลด์จากนั้นหยดสารทดสอบ 3 % H_2O_2 ลงบนโคโลนี สังเกตการสร้างฟองแก๊ส O_2

- *S.aureus* จะให้ผล Catalase test เป็นบวก คือมีการสร้างฟองแก๊ส O_2

2. Anaerobic utilization of glucose

- นำ TSA slant มาทดสอบโดยถ่ายเชื้อ 1 loop จาก TSA slant ลง Carbohydrate fermentation medium ที่มี 0.5% glucose ลงไปบริเวณก้นหลอด ปิดทับผิวหน้าด้วย sterile paraffin oil ให้สูงขึ้นมาประมาณ 25 มิลลิเมตร นำไปบ่มที่ 35± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน (ในขั้นตอนนี้ให้ทำ positive culture , Negative cuture และ medium control ควบคู่ไปด้วย) สังเกตการเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ

-*S .aureus* จะให้ผล Anaerobic utilization of glucose เป็นบวก คืออาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเนื่องจากการสร้างกรด

3. Anaerobic utilization of mannitol

- วิธีการทดสอบทำเช่นเดียวกับ Anaerobic utilization of glucose แต่เปลี่ยนจาก glucose เป็น mannitol

- *S.aureus* จะให้ผลบวกในการทดสอบนี้ แต่มีบางสายพันธุ์ที่ให้ผลเป็นลบ ดังนั้นควรทำ Control ควบคู่ไปด้วย

4. Lysostaphin sensitivity

- นำ TSA slant จากข้อ 5.4.2 มาทดสอบโดย streak ลงบน TSA plate นำไปบ่มที่ 35±1องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ถ่ายเชื้อ 1 โคโลนีจาก TSA plate ลงใน phosphate-saline buffer 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ดูดสารละลายที่มีเชื้อผสมอยู่มา 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดเปล่าขนาด 13X100 มิลลิเมตร. แล้วเติม phosphatesaline buffer ลงไป 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ใช้เป็น Control เติม lysostaphin 0.1 มิลลิลิตร (ถูกละลายด้วย 0.02 M phosphate-saline buffer ที่มี 1%NaCl) ลงในหลอดเดิม ซึ่งมี lysostaphin เข้มข้น 25 µl/ml นำทั้งสองหลอด (หลอดที่เติม lysostaphin และหลอด control) ไปบ่มที่ 35±1องศาเซลเซียส สังเกตการเปลี่ยนแปลงภายใน 2 ชั่วโมง

- *S.aureus* จะให้ผลบวกในการทดสอบนี้ คือ สารละลายในหลอดจะขุ่น

5. Thermostable nuclease production

ทำการทดสอบเมื่อผลการทดสอบ Coagulase test ให้ผลการทดสอบ 2+

- การเตรียมสไลด์ เคลือบแผ่นสไลด์ด้วย Toludine blue-deoxyribonucleic acid agar ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เมื่อวุ้นแข็ง ตัดเป็นชิ้นๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิลิตร (ได้ 10-12 pcs/slide) แยกเป็นวุ้นแต่ละชิ้นให้ออกห่างกัน

- การเตรียมเชื้อทดสอบ และวิธีทดสอบ นำ TSA slant จากข้อ 5.4.2 มาทดสอบโดยการถ่ายเชื้อลงใน BHI broth 0.2-0.3 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง นำไปต้มให้เดือดใน water bath เป็นเวลา 15 นาที ถ่ายเชื้อ 0.01 มิลลิลิตร ลงบนชิ้นวุ้นที่เตรียมไว้ นำไปบ่มใน moist chamber ที่ 35±1 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง สังเกตการเปลี่ยนสี คือ จะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพูอย่างน้อยประมาณ 1 มิลลิลิตร บนชิ้นวุ้น

- *S.aureus* จะให้ผลบวกในการทดสอบนี้ คือ เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพู

ภาคผนวก ค.

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ค 1. วิธี การผัดผัก

วิธีการทำผัดผัก ใช้ยอดผักคะน้าฮ่องกงหั่นขนาดชิ้นพอดีคำ 750 กรัม กี เนย หรือน้ำมันพืช 100 กรัม น้ำมันหอยตราสามแม่ครัว 30 กรัม โดยตั้งกระทะให้ร้อน ใส่ กี เนย หรือ น้ำมันพืชลงไป ตามด้วยผักและน้ำมันหอย ผัดเร็วๆ ประมาณ 2 นาที ให้ผักสุก แล้วยกลงจากเตา นำไปประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส

ค 2.วิธีการทำเค็กเนยสด

วิธีการทำ ใช้แป้งอิมพีเรียลบัตเตอร์เค็กสำเร็จรูป 800 กรัม ไข่ไก่ 640 กรัม (ประมาณ 12 ฟอง) น้ำ 80 กรัม กี เนย หรือน้ำมันพืช 480 กรัม โดยผสม กี เนย หรือน้ำมันพืช แป้งเค็กสำเร็จรูป น้ำ ไข่ ให้เข้ากัน แล้วแยกแป้งที่ผสมแล้วออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปตีด้วยเครื่องใช้ความเร็วปานกลาง นาน 5 นาที หลังจากนั้นนำส่วนที่เหลือลงไปผสมตีด้วยความเร็วต่ำ นาน 3 นาที เทลงใส่พิมพ์เค็กที่เตรียมไว้ นำไปอบที่อุณหภูมิประมาณ 180 – 200 °C เป็นเวลาประมาน 30 นาที (ขึ้นอยู่กับขนาดของพิมพ์) เมื่อสุกแล้วนำไปประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบจะต้องมีความตั้งใจ เตรียมตัวให้พร้อมในการทำการทดสอบ และปฏิบัติตามขั้นตอนในการประเมินอย่างเคร่งครัด

นิยามศัพท์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. สี หมายถึง สีของกีที่มองเห็น สีของผัดผัก และสีของเค็กเนยสด
2. กลิ่น หมายถึง กลิ่นของกี เมื่อสูดดมผลิตภัณฑ์
3. กลิ่นรส หมายถึง กลิ่นที่เกิดขึ้นหลังกลืนผลิตภัณฑ์
4. ลักษณะปรากฏ หมายถึง ความข้น ความใส สิ่งเจือปน ตะกอน ผลึกไขมันของกี ความสดน่ารับประทานของผัดผัก ความเนียนของเนื้อเค็กเนยสด
5. เนื้อสัมผัส หมายถึง ความกรอบ ความเหนียวของผัดผัก และความนุ่มของเค็กเนยสด
6. ความชอบ หมายถึง เมื่อทดสอบ ข้อ 1- 5 แล้ว เลือกที่จะบริโภคมากที่สุด

ค 3. แบบทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กี

ชื่อ – นามสกุล : ..... วันที่: .....

กรุณาประเมินตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำนวน 8 ตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนความชอบลงในช่องว่างให้ตรงกับรหัสตัวอย่างตามความรู้สึกของท่านโดยกำหนดคะแนนตามชอบดังนี้

1 = ไม่ชอบมาก

2 = ไม่ชอบปานกลาง

3 = ไม่ชอบเล็กน้อย

4 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

5 = ชอบเล็กน้อย

6 = ชอบปานกลาง

7 = ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง								
สี								
กลิ่น								
ลักษณะปรากฏ								

ข้อเสนอแนะ :

.....

.....

.....

ขอบคุณค่ะ

แบบฟอร์มการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์กี

ค4. แบบทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กี

ชื่อ – นามสกุล: ..... วันที่: .....

กรุณาประเมินตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนความชอบลงในช่องว่างให้ตรงกับรหัสตัวอย่างตามความรู้สึกของท่านแนะนำให้ดื่มน้ำก่อนทดสอบตัวอย่างถัดไป โดยกำหนดคะแนนตามชอบดังนี้

1 = ไม่ชอบมาก

2 = ไม่ชอบปานกลาง

3 = ไม่ชอบเล็กน้อย

4 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

5 = ชอบเล็กน้อย

6 = ชอบปานกลาง

7 = ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง			
สี			
กลิ่นรส			
ลักษณะปรากฏ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบ			

ข้อเสนอแนะ :

.....

.....

ขอบคุณค่ะ

แบบฟอร์มการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์กี

ภาคผนวก ง.

ตารางทดสอบความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางที่ ง.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในการบ่มครีมโดย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 41±0.5 , 43 ±0.5และ 45 ±0.5 องศาเซลเซียสเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มครีม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	42.954	26	1.652	9103.201	.000
Intercept	1815.991	1	1815.991	10006480.333	.000
VARY TEMP	.127	2	6.332E-02	348.925	.000
TIME	42.728	8	5.341	29429.864	.000
TEMP * TIME	9.918E-02	16	6.198E-03	34.155	.000
Error	9.800E-03	54	1.815E-04		
Total	1858.954	81			
Corrected Total	42.963	80			

ตารางที่ ง.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) ในการบ่มครีมโดยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 41±0.5 , 43 ±0.5และ 45 ±0.5 องศาเซลเซียสเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มครีม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.212	26	8.509E-02	4313.176	.000
Intercept	23.908	1	23.908	1211844.829	.000
VARY TEMP	4.178E-03	2	2.089E-03	105.885	.000
TIME	2.206	8	.276	13980.212	.000
TEMP * TIME	1.758E-03	16	1.099E-04	5.570	.000
Error	1.065E-03	54	1.973E-05		
Total	26.121	81			
Corrected Total	2.213	80			

ตารางที่ ง.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในการบ่มครีมโดย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 30±0.5 , 30±0.5และ 30±0.5 องศาเซลเซียส พื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มครีม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	44.997	26	1.731	21239.802	.000
Intercept	1933.849	1	1933.849	23733607.333	.000
VARY TEMP	5.290E-02	2	2.645E-02	324.606	.000
TIME	43.349	8	5.419	66501.992	.000
TEMP * TIME	1.595	16	9.966E-02	1223.106	.000
Error	4.400E-03	54	8.148E-05		
Total	1978.851	81			
Corrected Total	45.001	80			

ตารางที่ ง.4 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) ในการบ่มครีมโดยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 30±0.5 , 30±0.5และ 30±0.5 องศาเซลเซียส พื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบ่มครีม

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.275	26	4.904E-02	55172.206	.000
Intercept	15.752	1	15.752	17721088.889	.000
VARY TEMP	7.581E-03	2	3.790E-03	4264.222	.000
TIME	1.265	8	.158	177960.201	.000
TEMP * TIME	2.015E-03	16	1.260E-04	141.707	.000
Error	4.800E-05	54	8.889E-07		
Total	17.027	81			
Corrected Total	1.275	80			

ตารางที่ ง.5 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) และปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่เหลือรอดในครีมที่ผ่านกระบวนการหมักโดย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pH	Between Groups	22.838	14	1.631	6613.194	.000
	Within Groups	.007	30	.000		
	Total	22.845	44			
TA	Between Groups	.824	14	.059	33966.914	.000
	Within Groups	.000	30	.000		
	Total	.824	44			
MICRO	Between Groups	7.143	14	.510	352.704	.000
	Within Groups	.043	30	.001		
	Total	7.187	44			

ตารางที่ ง.6 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์ TA) และปริมาณเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่เหลือรอดในครีมที่ผ่านกระบวนการหมักโดย กล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
pH	Between Groups	23.334	14	1.667	17857.932	.000
	Within Groups	.003	30	.000		
	Total	23.337	44			
TA	Between Groups	1.544	14	.110	46396.031	.000
	Within Groups	.000	30	.000		
	Total	1.545	44			
MICRO	Between Groups	8.227	14	.588	26.023	.000
	Within Groups	.677	30	.023		
	Total	8.905	44			

ตารางที่ ง.7 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรด

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	pH	93.024	43	2.163	32823.058	.000
	%TA	6.982	43	.162	2076.106	.000
Intercept	pH	3193.769	1	3193.769	48457184.379	.000
	%TA	31.298	1	31.298	400162.304	.000
VARY MICRO	pH	9.922	3	3.307	50177.759	.000
	%TA	1.822	3	.607	7767.255	.000
TIME	pH	80.041	10	8.004	121442.156	.000
	%TA	4.543	10	.454	5807.958	.000
VARY * TIME	pH	3.061	30	.102	1547.888	.000
	%TA	.617	30	2.057E-02	263.040	.000
Error	pH	5.800E-03	88	6.591E-05		
	%TA	6.883E-03	88	7.821E-05		
Total	pH	3286.798	132			
	%TA	38.287	132			
Corrected Total	pH	93.029	131			
	%TA	6.989	131			

ตารางที่ ง.8 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างและการผลิตกรด

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	pH	89.475	43	2.081	14231.473	.000
	%TA	6.010	43	.140	87436.465	.000
Intercept	pH	3443.834	1	3443.834	23553683.570	.000
	%TA	24.015	1	24.015	15023828.479	.000
VARY MICRO	pH	11.003	3	3.668	25084.440	.000
	%TA	2.073	3	.691	432285.224	.000
TIME	pH	74.774	10	7.477	51140.485	.000
	%TA	3.538	10	.354	221340.826	.000
VARY * TIME	pH	3.698	30	.123	843.172	.000
	%TA	.399	30	1.329E-02	8316.802	.000
Error	pH	1.287E-02	88	1.462E-04		
	%TA	1.407E-04	88	1.598E-06		
Total	pH	3533.322	132			
	%TA		132			
Corrected Total	pH	30.025	131			
	%TA	6.010	131			

ตารางที่ ง.9 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้า 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 43±0.5 องศาเซลเซียส

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	90.102	40	2.253	70.034	.000
Intercept	3027.635	1	3027.635	94131.933	.000
PERCENT	6.719	3	2.240	69.631	.000
TIME	76.599	10	7.660	238.152	.000
PERCENT1 * TIME	3.448	27	.128	3.970	.000
Error	2.927	91	3.216E-02		
Total	3286.798	132			
Corrected Total	93.029	131			

ตารางที่ ง.10 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 43±0.5 องศาเซลเซียส

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6.284	40	.157	20.270	.000
Intercept	29.525	1	29.525	3809.705	.000
PERCENT1	1.213	3	.404	52.153	.000
TIME1	4.550	10	.455	58.705	.000
PERCENT1 * TIME1	.555	27	2.055E-02	2.651	.000
Error	.705	91	7.750E-03		
Total	38.287	132			
Corrected Total	6.989	131			

ตารางที่ ง.11 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	85.617	40	2.140	50.320	.000
Intercept	3270.808	1	3270.808	76893.923	.000
PERCENT1	7.604	3	2.535	59.590	.000
TIME1	72.765	10	7.277	171.065	.000
PERCENT1 * TIME1	3.512	27	.130	3.058	.000
Error	3.871	91	4.254E-02		
Total	3533.322	132			
Corrected Total	89.488	131			

ตารางที่ ง.12 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรด ของครีมระหว่างการหมักด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.002, 0.02, 0.2 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 30±0.5 องศาเซลเซียส

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5.543	40	.139	27.005	.000
Intercept	22.347	1	22.347	4354.764	.000
PERCENT1	1.633	3	.544	106.045	.000
TIME1	3.683	10	.368	71.763	.000
PERCENT1 * TIME1	.417	27	1.543E-02	3.007	.000
Error	.467	91	5.132E-03		
Total	30.025	132			
Corrected Total	6.010	131			

ตารางที่ ง.13 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดไขมันอิสระ ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียสเวลา 5-20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.714	15	4.760E-02	471.091	.000
Intercept	9.407	1	9.407	93102.434	.000
TEMP	.593	3	.198	1956.067	.000
TIME	.102	3	3.391E-02	335.644	.000
TEMP * TIME	9.973E-03	9	1.108E-03	10.967	.000
Error	3.233E-03	32	1.010E-04		
Total	10.303	48			
Corrected Total	.717	47			

ตารางที่ ง.14 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียสเวลา 5-20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.983	15	.132	1901.079	.000
Intercept	4.570	1	4.570	65727.213	.000
TEMP	1.718	3	.573	8234.737	.000
TIME	.119	3	3.970E-02	570.946	.000
TEMP * TIME	.143	9	1.591E-02	228.849	.000
Error	5.563E-03	80	6.954E-05		
Total	6.626	96			
Corrected Total	1.988	95			

ตารางที่ ง.15 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าไอโอดีน ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.678	15	.179	7.230	.000
Intercept	206267.305	1	206267.305	8354284.690	.000
TEMP	1.004	3	.335	13.549	.160
TIME	1.062	3	.354	14.333	.580
TEMP * TIME	.615	9	6.837E-02	2.769	.327
Error	1.975	32	2.469E-02		
Total	209512.403	48			
Corrected Total	4.653	47			

ตารางที่ ง.16 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าเปอร์ออกไซด์ ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียสเวลา 5-20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.712	15	4.744E-02	455.400	.000
Intercept	8.566	1	8.566	82236.062	.000
TEMP	3.113E-04	3	1.038E-04	.996	.399
TIME	.679	3	.226	2171.264	.000
TEMP * TIME	9.371E-04	9	1.041E-04	1.000	.447
Error	8.333E-03	32	1.042E-04		
Total	9.420	48			
Corrected Total	.720	47			

ตารางที่ ง.17 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณ ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนย ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2.261	15	.151	388.125	.000
Intercept	941312.131	1	941312.131	24239737.376	.000
TEMP	2.028	3	.676	1740.636	.000
TIME	.111	3	3.705E-02	95.400	.000
TEMP * TIME	.138	9	1.529E-02	39.366	.000
Error	3.107E-02	32	3.883E-04		
Total	956026.417	48			
Corrected Total	2.292	47			

ตารางที่ ง.18 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าไอโอดีน ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.777	15	5.177E-02	.767	.701
Intercept	107076.540	1	107076.540	1586701.499	.000
TEMP	.345	3	.115	1.706	.185
TIME	6.141E-02	3	2.047E-02	.303	.823
TEMP * TIME	.370	9	4.108E-02	.609	.780
Error	2.159	32	6.748E-02		
Total	107079.476	48			
Corrected Total	2.936	47			

ตารางที่ ง.19 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าเปอร์เซ็นต์มันเนย ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียสเวลา 5-20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.025	15	6.833E-02	1171.331	.000
Intercept	478123.837	1	478123.837	81964032.893	.000
TEMP	.876	3	.292	5002.988	.000
TIME	7.582E-02	3	2.527E-02	433.274	.000
TEMP * TIME	7.357E-02	9	8.174E-03	140.131	.000
Error	1.867E-03	32	5.833E-05		
Total	478124.864	48			
Corrected Total	1.027	47			

ตารางที่ ง.20 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าเปอร์ออกไซด์ ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.353	15	2.350E-02	28.200	.000
Intercept	4.373	1	4.373	5247.015	.000
TEMP	2.491E-03	3	8.302E-04	.996	.407
TIME	.327	3	.109	130.905	.000
TEMP * TIME	7.497E-03	9	8.330E-04	1.000	.460
Error	2.667E-02	32	8.333E-04		
Total	4.820	48			
Corrected Total	.379	47			

ตารางที่ ง.21 วิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณกรดไขมันอิสระ ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียส เวลา 5-20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.642	15	4.282E-02	569.022	.000
Intercept	8.945	1	8.945	118856.720	.000
TEMP	.532	3	.177	2356.236	.000
TIME	8.471E-02	3	2.824E-02	375.177	.000
TEMP * TIME	3.007E-02	9	3.341E-03	44.391	.000
Error	2.408E-03	32	7.526E-05		
Total	9.702	48			
Corrected Total	.645	47			

ตารางที่ ง.22 วิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105-120 องศาเซลเซียสเวลา 5-20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.972	15	6.482E-02	1546.437	.000
Intercept	2.269	1	2.269	54130.266	.000
TEMP	.833	3	.278	6625.470	.000
TIME	6.464E-02	3	2.155E-02	514.024	.000
TEMP * TIME	7.453E-02	9	8.281E-03	197.564	.000
Error	1.341E-03	32	4.192E-05		
Total	3.243	48			
Corrected Total	.974	47			

ตารางที่ ง.23 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดความสว่าง ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12.632	15	.842	326.393	.000
Intercept	342799.265	1	342799.265	13286340.82	.000
TEMP	7.880	3	2.627	1018.109	.000
TIME	1.883	3	.628	243.226	.000
TEMP * TIME	2.869	9	.319	123.544	.000
Error	8.256E-02	32	2.580E-03		
Total	342811.980	48			
Corrected Total	12.714	47			

ตารางที่ ง.24 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดค่าสีเขียว (a -) และสีแดง (a+) ของผลิตภัณฑ์กี ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.313	15	2.086E-02	834.467	.000
Intercept	942.527	1	942.527	3770175.00	.000
TEMP	.228	3	7.605E-02	3041.889	.000
TIME	4.897E-02	3	1.632E-02	653.000	.000
TEMP * TIME	3.581E-02	9	3.979E-03	159.148	.000
Error	8.000E-04	32	2.500E-05		
Total	942.841	48			
Corrected Total	.314	47			

ตารางที่ ง.25 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดค่าสีเหลือง(b+)และสีน้ำเงิน (b-) ผลิตภัณฑ์กี ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12.133	15	.809	25882.880	.000
Intercept	10670.789	1	10670.789	34146541.600	.000
TEMP	7.073	3	2.358	75440.533	.000
TIME	7.395E-02	3	2.465E-02	788.800	.000
TEMP * TIME	4.986	9	.554	17728.356	.000
Error	1.000E-03	32	3.125E-05		
Total	10682.922	48			
Corrected Total	12.134	47			

ตารางที่ ง.26 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดความสว่าง ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11.070	15	.738	29520.750	.000
Intercept	342899.330	1	342899.330	13715926.749	.000
TEMP	7.841	3	2.614	104541.639	.000
TIME	1.160	3	.387	15462.972	.000
TEMP * TIME	2.070	9	.230	9199.713	.000
Error	8.000E-04	32	2.500E-05		
Total	342910.402	48			
Corrected Total	11.071	47			

ตารางที่ ง.27 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดค่าสีเขียว(a -)และสีแดง (a+) ของผลิตภัณฑ์กี ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.144	15	9.582E-03	353.785	.000
Intercept	954.975	1	954.975	3526063.077	.000
TEMP	.106	3	3.550E-02	1310.667	.000
TIME	2.034E-02	3	6.781E-03	250.359	.000
TEMP * TIME	1.689E-02	9	1.877E-03	69.299	.000
Error	8.667E-04	32	2.708E-05		
Total	955.120	48			
Corrected Total	.145	47	.		

ตารางที่ ง.28 วิเคราะห์ความแปรปรวนการวัดค่าสีเหลือง(b+)และสีน้ำเงิน (b-) ผลิตภัณฑ์กี ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12.075	15	.805	12075.033	.000
Intercept	10536.428	1	10536.428	1580462.500	.000
TEMP	8.647	3	2.882	43236.917	.000
TIME	.536	3	.179	2678.583	.000
TEMP * TIME	2.892	9	.321	4819.889	.000
Error	2.133E-03	32	6.667E-05		
Total	10548.505	48			
Corrected Total	12.077	47			

ตารางที่ ง.29 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านสีในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	221.500	15	14.767	27.225	.000
Intercept	12200.833	1	12200.833	22494.781	.000
TRT	221.500	15	14.767	27.225	.000
Error	251.667	464	.542		
Total	12674.000	480			
Corrected Total	473.167	479			

ตารางที่ ง.30 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	192.100	15	12.807	24.568	.000
Intercept	12772.033	1	12772.033	24502.026	.000
TRT	192.100	15	12.807	24.568	.000
Error	241.867	464	.521		
Total	13206.000	480			
Corrected Total	433.967	479			

ตารางที่ ง.31 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า A ปริมาณกล้าเชื้อ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	265.200	15	17.680	35.626	.000
Intercept	12566.533	1	12566.533	25322.256	.000
TRT	265.200	15	17.680	35.626	.000
Error	230.267	464	.496		
Total	13062.000	480			
Corrected Total	495.467	479			

ตารางที่ ง.32 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านสีในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	202.998	15	13.533	22.710	.000
Intercept	12413.502	1	12413.502	20831.338	.000
TRT	202.998	15	13.533	22.710	.000
Error	276.500	464	.596		
Total	12893.000	480			
Corrected Total	479.498	479			

ตารางที่ ง.33 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	133.058	15	8.871	14.938	.000
Intercept	13083.408	1	13083.408	22032.548	.000
TRT	133.058	15	8.871	14.938	.000
Error	275.533	464	.594		
Total	13492.000	480			
Corrected Total	408.592	479			

ตารางที่ ง.34 วิเคราะห์ความแปรปรวนประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏในผลิตภัณฑ์กีที่ผลิตจากครีมที่บ่มด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกทางการค้า B ปริมาณกล้าเชื้อ 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 105, 110, 115 และ120 องศาเซลเซียส เวลา 5, 10, 15 และ20 นาที

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	232.415	15	15.494	29.679	.000
Intercept	12782.352	1	12782.352	24484.704	.000
TRT	232.415	15	15.494	29.679	.000
Error	242.233	464	.522		
Total	13257.000	480			
Corrected Total	474.648	479			

ตารางที่ ง.35 วิเคราะห์ความแปรปรวนความชอบในผัดผัก ที่ปรุงด้วย กี เนยและน้ำมันพืช

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
COLOR	Between Groups	174.067	2	87.033	129.804	.000
	Within Groups	58.333	87	.670		
	Total	232.400	89			
ODOR	Between Groups	147.467	2	73.733	194.781	.000
	Within Groups	32.933	87	.379		
	Total	180.400	89			
APPERANC	Between Groups	163.800	2	81.900	168.447	.000
	Within Groups	42.300	87	.486		
	Total	206.100	89			
TEXTURE	Between Groups	144.200	2	72.100	164.207	.000
	Within Groups	38.200	87	.439		
	Total	182.400	89			
ACCEP	Between Groups	190.489	2	95.244	211.564	.000
	Within Groups	39.167	87	.450		
	Total	229.656	89			

ตารางที่ ง.36 วิเคราะห์ความแปรปรวนความชอบในเค็ก ที่ปรุงด้วย กี เนยและน้ำมันพืช

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
COLOR	Between Groups	184.067	2	89.640	127.643	.000
	Within Groups	58.333	87	.670		
	Total	242.400	89			
ODOR	Between Groups	147.467	2	73.733	184.732	.000
	Within Groups	32.933	87	.379		
	Total	179.400	89			
APPERANC	Between Groups	174.800	2	81.900	166.357	.000
	Within Groups	42.300	87	.486		
	Total	206.100	89			
TEXTURE	Between Groups	154.200	2	72.100	158.207	.000
	Within Groups	38.200	87	.439		
	Total	192.400	89			
ACCEP	Between Groups	195.489	2	94.564	210.564	.000
	Within Groups	39.167	87	.442		
	Total	234.656	89			

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ- นามสกุล	นางสาว อนงค์ อิ่มเอิบ
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2508 จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ที่อยู่	20/300 หมู่บ้านภัสสร13 ถนน สุวินทวงศ์ แขวง ลำผักชี เขต หนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2530
ประวัติการทำงาน	ปี 2530 เป็นลูกจ้างชั่วคราวโครงการหลวงดอยอ่างขาง รับผิดชอบงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ปี 2531 ตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพอาหารแช่แข็งส่งออก บริษัท First World ประเทศไทย จำกัด ปี 2533 – ปัจจุบัน ตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท แคพซูลโปรดักส์ จำกัด