

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะ

(Development of Ice Cream and Drinking Yoghurt from Goat's Milk)

คณะผู้วิจัย

รศ.ดร. วรรณ ตังเจริญชัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

น.ส. พิชญ์สินี วิทยาปัญญานนท์

ผู้ช่วยวิจัย

น.ส. พิชาดา วีระชยาภรณ์

ผู้ช่วยวิจัย

RCH

TX

795

๑267ก

เลขหมู่.....

120274

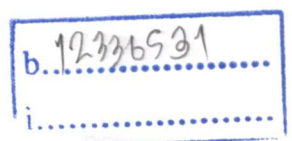
เลขทะเบียน.....

วัน, เดือน, ปี 13 ก.พ. 2555

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สนับสนุนโดยเงินรายได้ประจำปี พ.ศ. 2549



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและนมเปรี้ยวพร้อมดื่มจากน้ำนมแพะได้รับการสนับสนุนการวิจัยด้วยงบประมาณเงินรายได้ พ.ศ. 2549 จากคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะผู้วิจัยขอขอบคุณในการสนับสนุนงบประมาณเพื่องานวิจัยดังกล่าว

คณะผู้วิจัย

16 ตุลาคม 2551



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อ	ii
สารบัญ	iii
สารบัญตาราง	iv
สารบัญรูป	Iv
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีทดลอง	10
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	17
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	31
เอกสารอ้างอิง	32

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 สูตรไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมันร้อยละ 5 รสธรรมชาติ	13
3.2 สูตรไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมันร้อยละ 5 รสวานิลลา	13
3.3 สูตรไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมันร้อยละ 10 รสธรรมชาติ	13
3.4 สูตรไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมันร้อยละ 10 รสวานิลลา	14
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของนมแพะดิบสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ นมพาสเจอร์ไรส์ ไอศกรีมและโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	17
4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียโคลิฟอร์มในนมแพะดิบสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ นมพาสเจอร์ไรส์ ไอศกรีมและโยเกิร์ตพร้อมดื่ม	18
4.3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 เปอร์เซ็นต์และ 2 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน	20
4.4 คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ ชม. Intensity scale ของ ไอศกรีมนมแพะ(1)	21
4.5 คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ ชม. Intensity scale ของ ไอศกรีมนมแพะ(2)	21
4.6 คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ ชม. Intensity scale ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ (3)	22
4.7 คะแนนการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส (7-point Hedonic scale) ของไอศกรีมนมแพะ	23
4.8 เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของไอศกรีมที่ระดับไขมัน 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา	24
4.9 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์มและ <i>E.coli</i> ในไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมัน 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา อายุการเก็บ 1 วัน อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส	25
4.10 คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ ชม. Intensity scale ของ ไอศกรีมนมแพะ(1)	26
4.11 คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ ชม. Intensity scale ของ ไอศกรีมนมแพะ(2)	27

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.12 คะแนนการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส(7-point Hedonic scale)ของ ไอศกรีม นมแพะ	27
4.13 ผลการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส (5-point Hedonic scale) ของ โยเกิร์ตพร้อมดื่ม จากนมแพะ	30



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ผังการผลิตไอศกรีม	6
4.1 ค่า pH และค่าความเป็นกรด ( % Total Acidity) ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 \pm 1$ องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน	18
4.2 ค่า pH และค่าความเป็นกรด ( % Total Acidity) ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 \pm 1$ องศาเซลเซียส นาน 21 วัน	19
4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการละลายกับเวลา	24
4.4 ค่า pH และค่าความเป็นกรด ( % acidity ) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา ที่อุณหภูมิ $4 \pm 1$ องศาเซลเซียส	28
4.5 จำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ตทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 \pm 1$ องศาเซลเซียส	29

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แพะเป็นสัตว์เลี้ยงเคี้ยวเอื้องของมนุษย์ชาติที่ให้ประโยชน์ใช้สอยรอบตัว เนื้อและนมใช้สำหรับบริโภค ส่วนหนังและขนใช้ทำเครื่องนุ่งห่ม นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี การผลิตนมแพะเติบโตสูงที่สุดเมื่อเทียบกับนมชนิดอื่น ในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา (Haenlein, 2004) ประเทศไทยนิยมบริโภคนมแพะแต่จำกัดอยู่ในกลุ่มย่อย เพราะยังไม่มีธุรกิจหรือหน่วยงานใดเข้ามาดำเนินการผลิตนมแพะอย่างจริงจัง

นมแพะเป็นนมทางเลือกชนิดหนึ่งแทนนมวัว มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับนมคน ซึ่งเป็นนมที่มีคุณภาพที่ดีที่สุดสำหรับทารก เหมาะสำหรับเด็กเล็กหลังจากการหย่านม กรดไขมันในนมแพะสามารถเผาผลาญไปเป็นพลังงานได้ทันทีแทนที่จะสะสมในเนื้อเยื่อ ทั้งนี้เพราะ กรดไขมันในนมแพะมีความยาวโซ่สั้นและปานกลางในปริมาณสูง ไขมันเหล่านี้มีขั้นตอนการดูดซึมและอาศัยเอนไซม์ที่ใช้ในการเปลี่ยนให้เป็นพลังงานน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับกรดไขมัน ที่มีอยู่ในนมวัว เม็ดไขมันในนมแพะ มีขนาดเล็กกว่านมวัว 1/2 -1/3 เท่า อีกทั้งยังมีส่วนช่วยยับยั้งการสร้าง คอเลสเตอรอล (Haenlein, 2004; Haenlein และ Caccese, 1992)

ดังนั้นงานวิจัยเรื่องนี้จึงมุ่งเน้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมแพะได้แก่นมพาสเจอร์ไรส์, ไอศกรีมและโยเกิร์ตพร้อมดื่ม และศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ การประเมินทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์ดังกล่าวทั้ง 3 ประการ

#### 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ระดับไขมัน 0.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมระดับไขมัน 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
- 1.2.3 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตพร้อมดื่มระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์
- 1.2.4 เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ ตลอดจนการประเมินทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์ในข้อ 1.2.1-1.2.3

#### 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ ไอศกรีมและโยเกิร์ตพร้อมดื่ม โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ รวมถึงผลกระทบต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมแพะในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

## บทที่ 2

### วารสารปริทัศน์

#### 2.1 นมแพะ

นมแพะ (goat milk) มีคุณสมบัติทั่วไปคล้ายกับน้ำนมโค ประกอบด้วยน้ำ 87.5 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 3.8 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 3.4 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 4.5 เปอร์เซ็นต์ (Richardson, 2005; Clark, 2005) ไขมันในนมแพะมีคุณสมบัติพิเศษมากมายต่างจากในนมโค ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะ monounsaturated fatty acids เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังเป็นกรดไขมันชนิดสายโซ่สั้น (Richardson, 2005) จึงย่อยง่ายและใช้เวลาในการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายเร็วกว่านมโค ประมาณ 6 เท่า จึงช่วยลดภาระการทำงานของกระเพาะอาหารและลำไส้ได้ (มานิตย์, 2548) นมแพะประกอบด้วยกรดไขมันเฉพาะคือกรดคาโปรอิก (C6:0) กรดคาพริลิก (C8:0) และกรดคาพริก (C10:0) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของกรดไขมันชนิดความหนาแน่นสูง (high density lipoprotein; HDL) ช่วยสลายการสะสมคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด และปรับระดับไขมันในเลือดหมุนเวียนได้สะดวกจึงช่วยลดการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตันและหัวใจขาดเลือดได้

น้ำนมแพะเป็นนมที่มีโอกาสก่อให้เกิดอาการแพ้ น้อยเพราะโปรตีนในน้ำนมแพะใกล้เคียงกับโปรตีนในน้ำนมคน จากผลการวิจัยของ Nestle ในปี 1987 พบว่ามีเด็กจำนวน 20 เปอร์เซ็นต์ที่แพ้โปรตีนจากน้ำนมวัว (Cows Milk Allergy: CMA) และเด็กกลุ่มดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะแพ้โปรตีนจากนมถั่วเหลืองด้วยแต่สามารถดื่มนมแพะได้โดยไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้แต่อย่างใด (Ensminger *et al.*, 1995)

#### 2.2 องค์ประกอบของนมแพะ

##### 2.2.1 โปรตีน

เคซีนเป็นโปรตีนหลัก ที่พบในน้ำนมประมาณ 80% ของโปรตีนทั้งหมด สามารถจำแนกได้เป็น Alpha<sub>1</sub>-, Alpha<sub>2</sub>-, Beta- และ Kappa-casein ส่วนโปรตีนที่ไม่ใช่เคซีน (non-casein proteins) หรือเวย์ (whey protein) ส่วนใหญ่ที่พบคือ  $\beta$ -lactoglobulin,  $\alpha$ -lactalbumin และ serum albumin (Cayot และ Lorient, 1997) โดยนมแพะมี Beta- casein และ Kappa -casein โดยเฉลี่ยสูงกว่าในนมโค 0.63 เปอร์เซ็นต์ และ 0.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณ total whey proteins ต่ำกว่า 0.43 เปอร์เซ็นต์ (Moatsou *et al.*, 2005)

นอกจากนี้ นมแพะยังมีปริมาณของกรดอะมิโนจำเป็นที่มากกว่าในน้ำนมโคถึง 6 ชนิด คือ ทรีโอนีน, ไอโซลิวซีน, โลซีน, ซีสตีลีน, ไทโรซีน และวาเลีน (Posati และ Orr, 1976b.)

##### 2.2.2 คาร์โบไฮเดรต

นมวัวและนมแพะมีปริมาณน้ำตาลแลคโตสเท่ากันคือประมาณ 4.5 เปอร์เซ็นต์ (Gall, 1981) คุณสมบัติของ แลคโตสในนมแพะเหมือนกับนมโค คือจุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์ได้และถูกเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกในขบวนการหมัก (Fermentation) เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 ไขมันและกรดไขมัน

นมแพะและนมวัวมีเส้นผ่าศูนย์กลางเม็ดไขมันเท่ากับ 3.49 ไมโครเมตร และ 4.55 ไมโครเมตร ตามลำดับ นมแพะจึงถูกย่อยและดูดซึมได้ง่ายกว่า (Haenlein และ Caccese, 1992; Park, 2006) ไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการ โฮโมจิไนซ์เซชัน เม็ดไขมันขนาดเล็กจำนวนมากช่วยให้การย่อยของน้ำนมดีขึ้นเนื่องจากน้ำย่อยแทรกซึมเข้าไปย่อยได้ง่ายและเร็วจึงทำให้ดูดซึมไปเป็นแหล่งสารอาหารได้ทันที ไม่สะสมค้างค้ำในกระเพาะอาหาร นอกจากนี้นมแพะยังมีกรดไขมัน caproic, caprylic, capric ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยลดการสร้างคอเลสเตอรอลจากตับอ่อน จึงลดการสะสมของคอเลสเตอรอลในเส้นเลือดอีกด้วย (Jaouen, 1988)

### 2.2.4 แร่ธาตุ

นมแพะอุดมไปด้วยธาตุฟอสฟอรัส แคลเซียม คลอรีนและธาตุปฏิกิริยาต่างๆ แคลเซียมและฟอสฟอรัส มีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างกระดูกและฟัน การขาดหรือได้รับไม่เพียงพอกับความต้องการทำให้เกิดโรคกระดูกอ่อนในเด็กและกระดูกพรุนในผู้ใหญ่

### 2.2.5 วิตามิน

นมแพะมีวิตามินเอ วิตามินบี-1 วิตามินบี-2 และบี-3 สูงกว่านมวัว โดยเฉพาะวิตามินเอในนมแพะมีมากกว่านมวัวถึง 68 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเบต้า-แคโรทีน ในนมแพะอยู่ในรูปของวิตามินเอทั้งหมด สีของนมแพะจึงขาวกว่านมวัว (Parkash และ Jenness, 1968) อย่างไรก็ตามนมแพะมีวิตามินบี-12 และกรดโพลีคน้อยกว่านมวัวถึง 5 เท่า (Davidson และ Townley, 1977)

## 2.3 นมพาสเจอร์ไรส์

นมพาสเจอร์ไรส์ คือ นมที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือทำให้ร้อนไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 16 วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า ทั้งนี้จะผ่านกรรมวิธีทำนมสดให้เป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ก็ได้ (ทองยศ, 2527)

### 2.3.1 คุณสมบัติของนมพาสเจอร์ไรส์

ปราศจากจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรค ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ ที่ไม่เป็นสาเหตุของโรคลดลง (มีไม่เกิน 50,000 โคโลนี/มล.) เอนไซม์ไลเปสและเอนไซม์อัลคาไลน์ฟอสฟาเตสถูกทำลายหมด ช่วยให้อายุการเก็บรักษาของนมในตู้เย็นนานขึ้น โดยรส, กลิ่น, สี และคุณค่าทางอาหารของนมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย

### 2.3.2 เกณฑ์ปฏิบัติสำหรับการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2545)

เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8°C ตลอดระยะเวลาหลังบรรจุจนถึงผู้บริโภค อายุการบริโภคต้องไม่เกิน 10 วัน นับจากวันที่บรรจุในภาชนะบรรจุพร้อมจำหน่าย อย่างไรก็ตามหากผู้ผลิตต้องการแสดงระยะเวลาการบริโภคเกิน 10 วัน ต้องส่งหลักฐานแสดงมาตรการในการควบคุมคุณภาพหรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์ตลอด

ระยะเวลา ตั้งแต่หลังการบรรจุถึงจำหน่ายถึงผู้บริโภค ซึ่งต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่คณะกรรมการอาหารให้ความเห็นชอบมาให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พิจารณาก่อน

## 2.4 ไอศกรีม

ไอศกรีม หมายถึง ส่วนผสมแช่แข็งที่ประกอบด้วยนม สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัว (Stabilizers) อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifiers) และสารให้กลิ่นรส อาจมีการเติมส่วนผสมอื่นๆ เช่น ไข่ สี หรือ สตาร์ชไฮโดรไลเซต (starch hydrolysates) ลงในส่วนผสม แล้วนำส่วนผสมไปพาสเจอร์ไรส์และโฮโมจิไนซ์ก่อนนำไปปั่นเป็นไอศกรีม (freezing) ซึ่งเป็นขั้นตอนให้อากาศเข้าไปในส่วนผสม พร้อมกับทำให้ส่วนผสมเย็นจนได้ไอศกรีมที่มีความนุ่มเนียน และอยู่ในสภาวะแช่แข็ง (Marshall และ Arbuckle, 1996)

มาตรฐานของไอศกรีม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2522) กำหนดว่าไอศกรีมนม เป็นไอศกรีมที่ทำขึ้นโดยใช้นมหรือผลิตภัณฑ์นมประกอบด้วยไขมันนมไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 และชาตุน้ำนมไม่รวมไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 7.5 ของน้ำหนัก (วรรณ และวิบูลย์ศักดิ์, 2531) USDA แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดมาตรฐาน ของไอศกรีมว่า ต้องประกอบด้วยไขมันนม ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของแข็งทั้งหมดในนม (total milk solid, TMS) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 สารให้ความคงตัวไม่เกินร้อยละ 0.5 (Marshall และ Arbuckle, 1996)

### 2.4.1 ชนิดของไอศกรีม (Arbuckle, 1986)

2.4.1.1 เพลนไอศกรีม (Plain ice cream) เป็นไอศกรีมที่เติมสีและสารให้กลิ่นรส รวมกันแล้ว น้อยกว่า 5% ของปริมาตรส่วนผสม

2.4.1.2 บัลกี เฟเวอร์ด ไอศกรีม (Bulky Flavored ice cream) เป็นไอศกรีมที่เติมสีและสารให้กลิ่นรส รวมกันแล้ว มากกว่า 5% ของปริมาตรส่วนผสม

2.4.1.3 เฟรนช์ คัสตาร์ด ไอศกรีม (French custard ice cream) เป็น ไอศกรีมที่ใช้ไข่ หรือส่วนผสมทำจากไข่ มีปริมาณไข่แดงผงไม่น้อยกว่า 1.4% ของน้ำหนักผลิตภัณฑ์แช่แข็ง

2.4.1.3 เมลโลโรน ไอศกรีม (Mellorine ice cream) มีส่วนผสมคล้าย ไอศกรีมนมสดยกเว้น ไขมันนม ซึ่งจะใช้ไขมันพืชหรือไขมันสัตว์ โดยมีประมาณ 6% และต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 2.7% โดยน้ำหนัก

2.4.1.4 ไอศกรีมลดไขมัน (Reduced fat ice cream) เป็น ไอศกรีมที่มีไขมันน้อยกว่าไอศกรีมปกติ 25%

2.4.1.5 ไอศกรีมไขมันน้อย (Light fat ice cream) เป็น ไอศกรีมที่มีไขมันน้อยกว่าไอศกรีมปกติ 50%

2.4.1.6 ไอศกรีมไขมันต่ำ (Lowfat ice cream) เป็น ไอศกรีมที่มีไขมันนมไม่เกิน 3 กรัมต่อหนึ่งหน่วยรับประทาน

2.4.1.7 ไอศกรีมขาดไขมัน (Nonfat ice cream) เป็น ไอศกรีมที่มีไขมันน้อยกว่า 0.5 กรัมต่อหนึ่งหน่วยรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.8 ไอศกรีมผลไม้ (Fruit ice cream) ไอศกรีมที่มีผลไม้ อาจเติมกลิ่นผลไม้หรือสีด้วยก็ได้

2.4.1.9 ไอศกรีมถั่ว (Nut ice cream) ไอศกรีมที่มีเนื้อถั่ว เช่นอัลมอนด์ วอลนัท อาจเติมสีหรือกลิ่น

2.4.1.10 ริบบิ้ลไอศกรีม(Ripple ice cream) ไอศกรีมที่มีลวดลายโดยใช้น้ำเชื่อม เช่น น้ำเชื่อมผสมช็อคโกแลต หรือสตอเบอรี่เติมลงในผลิตภัณฑ์แช่แข็งแล้ว

2.4.1.11 ซอร์ฟ เสิร์ฟไอศกรีม (Soft-serve ice cream) ไอศกรีมที่ได้จากการปั่นส่วนผสมแล้วจำหน่ายโดยไม่ผ่านกระบวนการแช่แข็ง (Hardening)

2.4.1.12 ไอศกรีมโยเกิร์ต (Frozen yoghurt) เป็นไอศกรีมที่มีเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ยังมีชีวิตอยู่ด้วยเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดประมาณ 0.3-0.5%

## 2.4.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพของไอศกรีมมีความเกี่ยวข้องกับข้อกำหนดของกฎหมาย เช่น น้ำหนักต่อปริมาตร (ค่าโอเวอร์รัน) ของผลิตภัณฑ์การละลายต้องไม่ละลายเร็วหรือช้าเกินไปรวมถึงความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมส่งผลต่อการกักเก็บอากาศเข้าไปในส่วนผสมระหว่างการตีปั่นเมื่อความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมสูงขึ้นทำให้การตีปั่นอากาศเข้าไปในไอศกรีมลดลงส่งผลให้ค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมลดลง (Stanley *et al.*, 1996; Leser และ Michel, 1999)

### 2.4.2.1 ความหนืด

ความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมมีความเกี่ยวข้องกับ

- ก. องค์ประกอบ โดยเฉพาะไขมัน สเตบิลไลเซอร์มีผลต่อความหนืดมากกว่าองค์ประกอบอื่นๆ
- ข. กลีโคแลคเซียม กลีโคไซเตียม และกลีโคซิเตรต มีผลต่อความหนืด ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดกับเคซีนและโปรตีนอื่นๆ
- ค. กรรมวิธีหรือการปฏิบัติต่อส่วนผสม และที่สำคัญที่สุด คือ พาสเจอไรเซชัน โฮโมจีไนเซชัน และการบ่ม

ง. ความเข้มข้นหรือปริมาณของของแข็งทั้งหมด

จ. อุณหภูมิ

ความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมมีตั้งแต่ 50 จน 300 cp (centipoises)

### 2.4.2.2 จุดเยือกแข็ง

จุดเยือกแข็งของไอศกรีมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบส่วนที่ละลายน้ำ ส่วนผสมไอศกรีมโดยเฉลี่ยแล้วประกอบด้วยไขมันร้อยละ 12 ของแข็งไม่รวมไขมันนมร้อยละ 11 น้ำตาลร้อยละ 15 สเตบิลไลเซอร์ร้อยละ 0.3 และน้ำร้อยละ 6.17 นั้นมีจุดเยือกแข็งประมาณ -2.5 องศาเซลเซียส ถ้ามีน้ำตาลและ ของแข็งไม่รวมไขมันมากขึ้นก็อาจจะลดจุดเยือกแข็งลดลงถึง -3.1 องศาเซลเซียส ถ้าลดปริมาณไขมันของแข็งไม่รวมไขมันนม และน้ำตาล จะทำให้จุดเยือกแข็งสูงขึ้นเป็น -1.4 องศาเซลเซียส

### 2.4.2.3 อัตราการขึ้นฟู

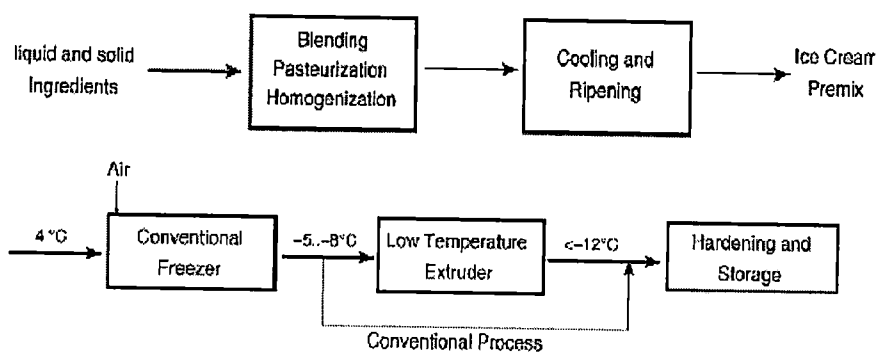
โซเดียมเคซีเนต (Sodium caseinate) ช่วยปรับปรุงคุณภาพการตีขึ้นฟูและมีผลต่อการกระจายของเซลล์อากาศ ตลอดจนผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ อัตราการตีขึ้นฟูขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

- ก. กลไกของการตีขึ้นฟู
- ข. ความหนืดของส่วนผสมที่ถูกทำให้เย็นจัดเป็นบางส่วน
- ค. การอัดอากาศเข้าไปในส่วนผสมไอศกรีม

การวัดอัตราการขึ้นฟูจะวัดเป็นค่าโอเวอร์รัน (Overrun) ทุกช่วงหนึ่งนาทีขณะนำส่วนผสมไปปั่นในเครื่องปั่นไอศกรีม ปกติแล้วเมื่อปั่นส่วนผสมนาน 3 นาทีครึ่ง ก็จะเริ่มแข็งตัว ภายในเวลา 7 นาทีจะได้ค่าโอเวอร์รัน ประมาณร้อยละ 90 (วรรณและวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

### 2.4.3 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีม

ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมเริ่มจากการคำนวณปริมาณส่วนผสมต่างๆที่ใช้ แล้วนำส่วนผสมที่เป็นของแข็งมาผสมให้เข้ากัน นำไปผสมกับส่วนผสมของเหลวในถังผสม ณ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการละลาย (60 องศาเซลเซียส) จากนั้นนำส่วนผสมที่ได้ไปผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (Low temperature Long Time; LTLT) หรือที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 วินาที (High temperature Short Time; HTST) เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคก่อนโฮโมจิไนซ์เพื่อทำให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กประมาณ 1-2 ไมครอน ป้องกันการแยกชั้นของครีม การโฮโมจิไนซ์ระบบเดี่ยวจะใช้ความดันรวมประมาณ 2,000- 2,500 ปอนด์/ตารางนิ้ว ในขณะที่โฮโมจิไนซ์แบบสองระบบใช้ความดันครั้งแรก 2,500-3,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว และครั้งที่ 2 ประมาณ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว จากนั้นทำให้ส่วนผสมเย็นลงอย่างรวดเร็วจนมีอุณหภูมิประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส แล้วนำไปบ่ม ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4- 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4- 5 ชั่วโมง เพื่อให้สารให้ความคงตัวและอิมัลซิไฟเออร์มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น ทำให้การปั่นง่ายขึ้นเมื่อส่วนผสมผ่านการบ่มแล้วจึงนำไปปั่นเป็นไอศกรีม ทำให้น้ำประมาณร้อยละ 50 ของส่วนผสมไอศกรีม กลายเป็นผลึกน้ำแข็ง และเป็นการอัดอากาศไปผสมในผลิตภัณฑ์ จากนั้นนำไปแช่แข็ง (hardening) ที่อุณหภูมิประมาณ -25 องศาเซลเซียส น้ำกลายเป็นผลึกน้ำแข็งเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 80 ของไอศกรีม ทำให้ไอศกรีมมีโครงสร้างแน่นอนแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -25 ถึง -30 องศาเซลเซียส ต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 2.1 (วรรณและวิบูลย์ศักดิ์, 2531; Marshall and Arbuckle, 1996; Andreasen and Nielsen, 1992)



## รูปที่ 2.1 ผังการผลิตไอศกรีม

ที่มา : Eisner *et al.*, 2003

### 2.5 โยเกิร์ตพร้อมดื่ม

โยเกิร์ตพร้อมดื่มจัดเป็นผลิตภัณฑ์ Stirred yoghurt ที่มีความหนืดต่ำ คือมีปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณ 11% หรือน้อยกว่า (Robinson and Tamime, 1999) ได้จากการนำโยเกิร์ตที่ปั่นจนได้ปริมาณกรดตามต้องการมาผสมกับน้ำผลไม้หรือน้ำเชื่อมในอัตราส่วนเท่าๆกัน แล้วทำให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยผ่านการโฮโมจิไนเซชัน (homogenization) สำหรับ โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งต่ำกว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่มทั่วไปอาจจัดอยู่ในกลุ่ม Diluted yoghurt drinks (Tamime, 2002)

#### 2.5.1 ชนิดของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

**2.5.1.1 โยเกิร์ตพร้อมดื่มอายุการเก็บรักษาสั้น (Short shelf life)** เป็นนมเปรี้ยวที่ไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อใดๆ หลังเสร็จสิ้นกระบวนการหมัก ผู้บริโภคจึงได้รับประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ยังมีชีวิตอยู่ มีอายุการเก็บรักษาในตู้เย็นประมาณ 2-3 สัปดาห์ ปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตมากกว่า  $10^6$ - $10^8$  cfu/ml (Birolo *et al.*, 2000)

**2.5.1.2 โยเกิร์ตพร้อมดื่มอายุการเก็บรักษานานกลาง (Medium shelf life)** หลังจากการผสมโยเกิร์ตกับน้ำผลไม้หรือน้ำเชื่อมและผ่านการโฮโมจิไนซ์แล้ว นมเปรี้ยวที่ได้จะผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชันเพื่อเป็นการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนมาในผลิตภัณฑ์แล้วจึงบรรจุขวด ดังนั้นผู้บริโภคจึงไม่ได้รับประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต เนื่องจากเชื้อจะถูกทำลายด้วยความร้อนในระหว่างการพาสเจอร์ไรเซชัน นมเปรี้ยวประเภทนี้มีอายุการเก็บไว้ในตู้เย็นได้หลายสัปดาห์หรือนานกว่า 1 เดือน

**2.5.1.3 โยเกิร์ตพร้อมดื่มอายุการเก็บรักษานาน (Long shelf life)** เป็นนมเปรี้ยวที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยระบบ ยูเอชที (UHT) ซึ่งใช้ความร้อนสูงจึงสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ทุกชนิด ดังนั้นผู้บริโภคจึงไม่ได้รับประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต นมเปรี้ยวประเภทนี้มีอายุการเก็บรักษาได้หลายเดือน (ไม่น้อยกว่า 6 เดือน) ที่อุณหภูมิห้อง

## 2.5.2 กระบวนการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่ม (Robinson and Tamime, 1999)

โยเกิร์ตพร้อมดื่มหรือนมเปรี้ยวจัดเป็น stirred yoghurt ประเภทหนึ่งที่มีความหนืดต่ำซึ่งมีปริมาณของแข็งเพียง 11% หรือน้อยกว่า เตรียมได้จากผสมโยเกิร์ตกับน้ำเชื่อมในอัตราส่วนที่เท่าๆกัน อาจมีการปรุงแต่งกลิ่นรสโดยการเติมน้ำผลไม้ (fruit juice) หรือ สารแต่งกลิ่นรสลงไป ลักษณะของโยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ดีต้องมีเนื้อเนียน (smooth) มีความมันเงา (silky body) และเนื้อสัมผัสมีลักษณะคล้ายนมผสมไอศกรีม (milk shake) การที่จะทำให้ได้โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่มีลักษณะที่ดีตามต้องการนั้นนอกจากจะขึ้นกับคุณภาพที่ดีของโยเกิร์ตแล้วจะต้องมีการเลือกใช้สารให้ความคงตัว (stabilizer) ที่เหมาะสมด้วย ขั้นตอนการผลิตโยเกิร์ตพร้อมดื่มโดยทั่วไปมีดังนี้

### 2.5.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

คุณภาพของนมที่ใช้สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของโยเกิร์ตที่ผลิตได้ องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมที่แตกต่างกันจะมีผลทำให้คุณภาพของโยเกิร์ตที่ได้ต่างกันด้วย โดยทั่วไปน้ำนมจะมีปริมาณของแข็งไม่รวมไขมัน (Solids Not Fat หรือ SNF) ประมาณร้อยละ 9-10 ซึ่งเมื่อนำมาทำเป็นโยเกิร์ตจะได้เคิร์ดที่มีลักษณะอ่อนเหลว ไม่คงตัว และอาจเกิดการแยกตัวของน้ำหางนมหรือเวย์ (wheying off) กล่าวคือ ส่วนที่เป็นน้ำใสแยกออกจากส่วนที่เป็นลิมซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ดีของโยเกิร์ต (defect) ดังนั้นในการผลิตโยเกิร์ตจึงต้องมีการเติมนมผงขาดมันเนยลงในน้ำนมเพื่อเพิ่มปริมาณของแข็งคือ โปรตีนซึ่งจะมีผลต่อความคงตัวของโยเกิร์ต ในขั้นตอนนี้จะเป็นการปรับมาตรฐานองค์ประกอบของน้ำนมที่จะใช้ผลิตโยเกิร์ตโดยขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์นมที่ใช้ และปรับปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid) ในน้ำนมให้ได้ประมาณ 15-18 เปอร์เซ็นต์ โดยการเติมนมผงขาดมันเนยหรือหางนมผง หรืออาจใช้วิธีการระเหยเอาน้ำออกก็ได้

### 2.5.2.2 การให้ความร้อนแก่ส่วนผสม

ขั้นตอนการให้ความร้อนแก่ส่วนผสมก่อนการหมักนอกจากจะเป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาในนมและวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมแล้ว ยังมีวัตถุประสงค์หลักอีกประการหนึ่งคือ ความร้อนจะทำให้เวย์โปรตีนหรือเซรัม โปรตีนสูญเสียสภาพธรรมชาติและตกตะกอนพร้อมกับเคซีนในขั้นตอนการหมักนมซึ่งเป็นผลให้เคิร์ดของโยเกิร์ตที่ได้แข็งขึ้น มีเนื้อเนียนและอู่น้ำได้ดีขึ้น โดยทั่วไปการให้ความร้อนแก่ส่วนผสมของน้ำนมจะใช้อุณหภูมิระดับพาสเจอร์ไรเซชัน (85 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 5-10 นาที) หรืออาจใช้อุณหภูมิระดับยูเอชที (133 องศาเซลเซียส นาน 1 วินาที) โดยใช้แผ่นแลกเปลี่ยนความร้อน (plate Heat exchanger) ทำให้เย็นทันทีจนมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมพร้อมในการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต

### 2.5.2.3 การเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ต

วิธีการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับรูปแบบของเชื้อที่ใช้ ปกติจะเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ *L. bulgaricus* และ *S. thermophilus* ทั้งสองแยกกันในอาหารเลี้ยงเชื้อให้ได้เป็นเชื้อบริสุทธิ์แล้วจึงนำมาผสมกันให้มีอัตราส่วนของจำนวนเชื้อทั้งสองเท่ากับ 1:1 ก่อนเติมลงในถังหมักโดยใช้หัวเชื้อผสมประมาณร้อยละ 2-5 ของปริมาณนม ถ้าเป็นเชื้อบริสุทธิ์ผสมแบบพร้อมใช้ (ready to use) ที่ผ่านกระบวนการทำแห้งแบบ lyophilised

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องผสมเชื้อในน้ำนมอุ่นๆ อัตราส่วน 2 กรัม ต่อ น้ำนม 10,000 กรัม เพื่อช่วยกระจายตัวของเชื้อก่อนเติมลงในถังหมัก

#### 2.5.2.4 การหมักนม

การหมักนมเพื่อผลิตจุลินทรีย์แลคติกจะทำที่อุณหภูมิ 42-43 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4-6 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะได้เคิร์ดของโยเกิร์ตที่แข็งแรงและคงตัว โดยทั่วไปมีค่า pH ประมาณ 4.6 (Nauth, 2004)

#### 2.5.2.5 การกวนลิม

ขั้นตอนการกวนลิมของโยเกิร์ตให้แตกออกจะทำหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการหมักนม โดยใช้ใบพัดกวนด้วยความเร็วปานกลาง จนได้โยเกิร์ตที่มีความข้นเนียน การกวนลิมอาจทำร่วมกับการลดอุณหภูมิของโยเกิร์ตลงเล็กน้อย (ประมาณ 15-20 องศาเซลเซียส) เพื่อช่วยยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์โยเกิร์ตทำให้สร้างกรดช้าลงและลดปัญหาของการหมักนานเกินไป (over-fermentation) อย่างไรก็ตามการลดอุณหภูมิโยเกิร์ตเร็วเกินไปอาจทำให้เกิดการแยกของน้ำเวย์เนื่องจากโปรตีนนมหดตัวเร็วเกินไปซึ่งมีผลกระทบต่อสมบัติการอุ้มน้ำของโปรตีน

#### 2.5.2.6 การเติมน้ำเชื่อมหรือน้ำผลไม้

โยเกิร์ตพร้อมดื่มเตรียมได้จากการผสม โยเกิร์ตกับน้ำเชื่อมหรือน้ำผลไม้ในอัตราส่วนที่เท่าๆกัน จนได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่เนียน มีการเติมสารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) การเกาะระหว่าง phase ทำให้เกิดการอุ้มน้ำและเกิดhydration เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวและมีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น และโครงสร้างเจลที่เกิดขึ้นยังช่วยเพิ่มความหนืดให้แก่ผลิตภัณฑ์

#### 2.5.2.7 โฮโมจิไนเซชัน

โฮโมจิไนเซชันเป็นขั้นตอนที่ทำให้ไขมันอยู่ในสภาพเม็ดไขมันขนาดเล็ก (fat globule) พื้นผิวของเม็ดไขมันที่เกิดขึ้นใหม่ พร้อมจะเกาะกับโมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวได้แก่ เคซีน เวย์โปรตีน ฟอสโฟไลปิด ไลโปโปรตีน และอิมัลซิไฟเออร์ต่างๆ (Marshall et al., 2003) ทำให้แรงตึงผิวของเม็ดไขมันลดลง

#### 2.5.2.8 การทำให้เย็น และบรรจุ

โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ได้จะถูกทำให้เย็นลง (<5 องศาเซลเซียส) ก่อนการบรรจุหรืออาจผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อเพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและทำให้เย็นก่อนการบรรจุที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียส

## บทที่ 3

### วิธีการทดลอง

#### 3.1 วัตถุดิบ

- 3.1.1 นมพะเคียบ
- 3.1.2 หางนมผง (Fat 0.72%, TS 99.37%)
- 3.1.3 น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล)
- 3.1.4 จุลินทรีย์โยเกิร์ต
- 3.1.5 เพกติน
- 3.1.6 กลิ่นวานิลลิน
- 3.1.7 เนยสดชนิดจืด (Fat 82%, TS 83.9%)
- 3.1.8 สารให้ความคงตัวสำหรับไอศกรีม

#### 3.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

- 3.2.1 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% total acidity)
  - สารละลายฟีนอล์ฟทาเลอินเข้มข้น 1%
  - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 N (AR. Grade, Merck, Germany)
- 3.2.2 สารเคมีสำหรับใช้ในการวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH)
  - บัฟเฟอร์ พีเอช 4.0
  - บัฟเฟอร์ พีเอช 7.0
- 3.2.3 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณไขมัน
  - กรดซัลฟูริกความถ่วงจำเพาะ 1.825 (15.5 องศาเซลเซียส)
  - Amyl alcohol (AR. Grade, Merck, Germany)
- 3.2.4 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์โปรตีน
  - กรดซัลฟูริกความถ่วงจำเพาะ 1.825 (15.5 องศาเซลเซียส)
  - สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 2%
  - สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N (AR. Grade, Merck, Germany)
  - สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32 % (AR. Grade, Merck, Germany)
  - Catalyst (1:8 ของ  $\text{CuSO}_4/\text{K}_2\text{SO}_4$ )
  - สารละลายอินดิเคเตอร์ผสมระหว่าง Bromocresol green และ Methyl red
- 3.2.5 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์
  - LST broth (Lauryl Sulfate Tryptose Broth) (Merck, Germany)
  - BGLB (Brilliant Green Lactose Bile Broth) (Merck, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- MRS agar (Man, Rogasa and Sharpe agar) (Merck, Germany)
- PCA (Plate Count Agar) (Merck, Germany)

### 3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

#### 3.3.1 เครื่องมือ

- (1) เครื่องนึ่งความดันไอน้ำ (Hirayama, Japan)
- (2) ตู้บ่มเชื้อ (Memmert, Germany)
- (3) พีเอชมิเตอร์ (Inolab, Germany)
- (4) เครื่องปั่นผสมอาหาร ความจุ 2 ลิตร (Moulinex, Japan)
- (5) เครื่องชั่งน้ำหนัก ความละเอียด 4 ตำแหน่ง (A&D Company, Limited., Japan)
- (6) ตู้บ่มโยเกิร์ต (Yoghurt Automatic Maker)
- (7) เทอร์โมคอปเปิล
- (8) เครื่องปั่นไอศกรีมรุ่น model 840 1VS(Rival, USA.)
- (9) ตู้แช่เยือกแข็ง (Sanyo, Thailand)
- (10) Water bath (60 องศาเซลเซียส)
- (11) ตู้อบลมร้อน (Memmert, Germany)
- (12) Muffle furnace (500-550°C)(Carbolite, England)
- (13) เตาเรือน (E.G.O., Europe)
- (14) เครื่องเหวี่ยงแยก (Fuke, Germany)
- (15) ชุดกลั่นไนโตรเจน (Bushy, Switzerland)

#### 3.3.2 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

- (1) Butyrometer scale 7% (Gerber)
- (2) Volumetric pipet
- (3) Kjeldahl flask
- (4) เคสซิมิเตอร์
- (5) ครุชเชิล
- (6) Aluminium can

### 3.4 สถานที่ทำการทดลอง

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5. วิธีการทดลอง

#### 3.5.1 วิเคราะห์คุณภาพนมแพะดิบทางเคมีและจุลินทรีย์

รับนมดิบจาก เก. ดี.ฟาร์ม เขตหนองจอก เก็บที่อุณหภูมิ  $5\pm 2$  องศาเซลเซียส ระหว่างเดินทางมาห้องปฏิบัติการ โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

##### 3.5.1.1 การวิเคราะห์ทางเคมี

- วิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยใช้วิธี Gerber (Bradley *et al.*, 1992)
- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยใช้วิธี Kjeldhal (Bradley *et al.*, 1992)
- วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Bradley *et al.*, 1992)
- วิเคราะห์ปริมาณเถ้าโดยวิธี muffle furnace (Bradley *et al.*, 1992)
- วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดไม่รวมไขมัน (Bradley *et al.*, 1992)
- วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดทั้งหมด (Bradley *et al.*, 1992)
- วิเคราะห์ความเป็นกรดด้วยพีเอชมิเตอร์
- วิเคราะห์ค่าความถ่วงจำเพาะโดยใช้แลคโตมิเตอร์ (Bradley *et al.*, 1992)

##### 3.5.1.2 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

- ตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) โดยวิธี Pour Plate (Houghtby *et al.*, 1992)
- วิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยวิธี MPN (Houghtby *et al.*, 1992)

#### 3.5.2 ศึกษาคุณภาพของนมพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5% และ 2%

ปรับมาตรฐานปริมาณไขมันของน้ำนม ตามวิธี Pearson's Square นำน้ำนมที่ปรับระดับไขมันแล้วไปผ่านกระบวนการโฮโมจิไนซ์และพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ  $63\pm 2$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทำให้เย็นทันทีที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส บรรจุใส่ขวดขวดละ 200 มิลลิลิตร และเก็บที่อุณหภูมิ  $7\pm 1$  องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และทดสอบทางประสาทสัมผัส ทุกๆ 7 วัน เป็นเวลา 21 วัน โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ และเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% Total acidity) (Bradley *et al.*, 1992) ตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Houghtby *et al.*, 1992) ใช้ผู้ประเมินที่ผ่านการอบรมจำนวน 10 คน ประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive test) 15 ชม. Intensity scale และวิธีให้คะแนนความชอบ (7-point Hedonic scale)

สำหรับวางแผนการทดลองทางสถิติ การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด(Completely Randomized Design) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design ; RCBD) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.0 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่ข้อมูลนี้โดยมิชอบดำเนินการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.3 ศึกษาคุณภาพของไอศกรีมที่ระดับไขมัน 5% และ 10%

คำนวณปริมาณส่วนผสมที่ใช้และผลิตไอศกรีมดังนี้

ตารางที่ 3.1 สูตรไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมันร้อยละ 5 รสธรรมชาติ

ส่วนผสม	ร้อยละ
น้ำนมแพะ	75.53
Butter	1.67
หางนมผง	12.40
น้ำตาล	10.00
สารให้ความคงตัว	0.40

ตารางที่ 3.2 สูตรไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมันร้อยละ 5 รสวานิลลา

ส่วนผสม	ร้อยละ
น้ำนมแพะ	75.53
Butter	1.67
หางนมผง	12.4
น้ำตาล	10
สารให้ความคงตัว	0.4
วานิลลิน*	0.03

หมายเหตุ \*เตรียมสารละลายวานิลลิน โคนละลายวานิลลินร้อยละ 20 (นน./ปริมาตร) ในเอทานอล ร้อยละ 35 (ปริมาตร/ปริมาตร)

ตารางที่ 3.3 สูตรไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมันร้อยละ 10 รสธรรมชาติ

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (g)
น้ำนมแพะ	71.46
Butter	8.01
หางนมผง	10.13
น้ำตาล	10.00
สารให้ความคงตัว	0.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 สูตรไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมันร้อยละ 10 รสวานิลลา

ส่วนผสม	ปริมาณ (g)
นํ้านมแพะ	71.46
Butter	8.01
หางนมผง	10.13
น้ำตาล	10
สารให้ความคงตัว	0.4
วานิลลิน*	0.03

หมายเหตุ \*เตรียมสารละลายวานิลลิน โคนละลายวานิลลินร้อยละ 20 (นน./ปริมาตร) ในเอทานอล ร้อยละ 35 (ปริมาตร/ปริมาตร)

เตรียมส่วนผสมแห้ง ได้แก่ น้ำตาลและสารให้ความคงตัวมาผสมรวมกัน นำมาผสมกับหางนมผงให้เข้ากันดี เตรียมส่วนผสมเหลวโดยนํ้านมแพะและเนยมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เติมส่วนผสมแห้งลงในส่วนผสมเหลว พร้อมกับคนให้ละลายโดยเร็ว นำส่วนผสมที่ได้มาปั่นผสมให้เข้ากัน โดยใช้เครื่องปั่นผสมอาหารนาน 30 วินาที ก่อนพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 วินาที เก็บส่วนผสมไอศกรีมในภาชนะที่สะอาด และปลอดเชื้อ ลดอุณหภูมิ ของส่วนผสมไอศกรีมลงให้เย็น โดยเร็ว จนส่วนผสมไอศกรีมมีอุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส ก่อนนำส่วนผสมไปปั่นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เติมหั่นวานิลลินลงไป กรณีทำไอศกรีมกลิ่นวานิลลา ปั่นไอศกรีมด้วยเครื่องปั่นไอศกรีมประมาณ 25-30 นาที บรรจุไอศกรีมในถ้วยพลาสติกมีฝาปิด นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -25 ถึง -30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ดัดแปลงวิธีจาก Marshall and Arbuckle, 1996)

### 3.5.3.1 การทดสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ

วัดค่าความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมหลังผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยเครื่อง Brookfield Viscometer รุ่น DVIII ใช้หัวหมุน (spindle) เบอร์ 18 ที่ความเร็วรอบการหมุนต่างๆ ควบคุมอุณหภูมิส่วนผสมที่ 4 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงจาก Li *et al.*, 1997) หาค่า โอเวอร์รัน โดยชั่งน้ำหนักส่วนผสมไอศกรีมก่อนปั่นที่บรรจุในแก้ว บันทึกน้ำหนักของส่วนผสมไอศกรีม ชั่งน้ำหนักของไอศกรีมที่ปั่นได้ ซึ่งบรรจุในแก้วที่มีปริมาตรเท่ากัน บันทึกน้ำหนักของไอศกรีมที่ได้ คำนวณค่าโอเวอร์รันดังสมการต่อไปนี้ (ดัดแปลงจาก Adapa *et al.*, 2000)

$$\text{ค่าโอเวอร์รัน(\% โดยนน.)} = \frac{\text{นน.ต่อหน่วยปริมาตรของส่วนผสม} - \text{นน.ต่อหน่วยปริมาตรของไอศกรีม}}{\text{นน.ต่อหน่วยปริมาตรของไอศกรีม}} \times 100$$

วัดอัตราการละลาย โดยนำไอศกรีมที่ผ่านการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -25 ถึง -30 องศาเซลเซียสไปแช่แข็งที่  $-14 \pm 1$  องศาเซลเซียส โดยวางไอศกรีมบนตะแกรงสเตนเลส ขนาด 6.3 ช่องต่อตารางเซนติเมตร รองรับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่เห็นประโยชน์ที่ควรค่า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอศกรีมที่ละลายด้วยงานเพาะเชื้อ ชั่งน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายทุก 10 นาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง คำนวณน้ำหนักไอศกรีมที่ละลายเทียบกับน้ำหนักไอศกรีม 100 กรัม เขียนกราฟระหว่างค่าที่ได้กับเวลายางานเป็นอัตรการละลาย (คัดแปลงจาก Muse and Hartel, 2004)

### 3.5.3.2 การทดสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ (Houghtby *et al.*, 1992)

ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในไอศกรีมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทดสอบทางด้านสุขาภิบาลของกระบวนการผลิต ในห้องปฏิบัติการ

### 3.5.3.3 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ศึกษาผลของปริมาณไขมันและกลีโคลินรสต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ประเมิน จำนวน 30 คน ประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive test) 15 ชม. Intensity scale และวิธีให้คะแนนความชอบ (7-point Hedonic scale)

### 3.5.3.4 การวางแผนการทดลองทางสถิติ

การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด(Completely Randomized Design) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) หากความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design ; RCBD) หากความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.0 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

### 3.5.4 ศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตพร้อมดื่ม (นมเปรี้ยว) ที่ระดับไขมัน 2%

ผลิตนมเปรี้ยวผสมน้ำเชื่อมเข้มข้น 2 รส ได้แก่ รสธรรมชาติ และรสวานิลลา โดยนำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 2% มาเติมหางนมผงเพื่อปรับให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 18 และอุ่นให้ร้อนประมาณ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นลดอุณหภูมิของนมลงให้ได้ประมาณ 42 องศาเซลเซียสเติมจุลินทรีย์โยเกิร์ต YC-350 เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อเริ่มต้นในปริมาณร้อยละ 5 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ในเครื่องบ่มโยเกิร์ตนาน 5-6 ชั่วโมง จนได้เคิร์ดของโยเกิร์ตซึ่งวัดค่าพีเอชได้ประมาณ 4.1-4.2 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำโยเกิร์ตที่เตรียมได้ ผสมกับน้ำเชื่อมเข้มข้นในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร เพคตินและกลีโคลิน ในเครื่องปั่นผสมด้วยความเร็วสูงนาน 5 นาที จากนั้นบรรจุโยเกิร์ตพร้อมดื่มลงในขวดที่ฆ่าเชื้อแล้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ศศิวิมล, 2545)

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ทุกวัน เป็นเวลา 10 วัน วิเคราะห์คุณภาพจุลินทรีย์ ทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 9 วัน ดังภาคผนวก ค. และทดสอบทางประสาทสัมผัส ทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 9 วัน โดย ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ และเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% Total acidity) (Bradley *et al.*, 1992) ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Houghtby *et al.*, 1992) ใช้ผู้ประเมินที่ผ่านการอบรมจำนวน 10 คน ประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ (5-point Hedonic scale)

### 3.5.5 การวางแผนการทดลองทางสถิติ

การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมิและจุลินทรีย์ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด(Completely Randomized Design) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design ; RCBD) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11.0 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 คุณภาพนมแพะดิบ

4.1.1 คุณภาพทางเคมี

Park, 2006. กล่าวว่า องค์ประกอบนมแพะดิบ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ พันธุ์ อายุ อารมณ์ อาหาร ฤดูกาล การจัดการฟาร์ม สภาพแวดล้อมของฟาร์ม และช่วงการให้นม ประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดมาตรฐานคุณภาพขององค์ประกอบทางเคมีของนมแพะแต่อย่างใด มีเพียงมาตรฐานของนมโค (มอก. 738, 2530) คือ มีไขมันไม่ต่ำกว่า 3.25 % โดยน้ำหนัก และมีราศุน้ำนมไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่า 8.5 % โดยน้ำหนัก จากคุณภาพของนมแพะดิบที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ นมพาสเจอร์ไรส์ ไอศกรีม และ โยเกิร์ตพร้อมดื่ม แสดงในตารางที่ 4.1 พบว่า มีคุณลักษณะอยู่ในข้อกำหนดดังกล่าว

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของนมแพะดิบสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ นมพาสเจอร์ไรส์ ไอศกรีมและ โยเกิร์ตพร้อมดื่ม

นมแพะดิบสำหรับ	D (g/ml) at 26 °C	Protein (%w/w)	Fat (%w/w)	Total solids (%w/w)	Ash (%w/w)
นมพาสเจอร์ไรส์	1.03±0.00	3.50±0.01	4.70±0.00	14.21±0.03	0.86±0.01
ไอศกรีม	1.04±0.01	3.51±0.09	4.65±0.07	14.13±0.03	0.84±0.02
โยเกิร์ตพร้อมดื่ม	1.03±0.00	3.51±0.01	4.70±0.00	14.21±0.08	0.84±0.01

หมายเหตุ D คือ ความหนาแน่น

4.1.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของนมแพะดิบ เพื่อตรวจสอบความสะอาดของน้ำนมที่รับมาจากฟาร์ม ซึ่งมาตรฐานของน้ำนมแพะดิบทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศยังไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน มาตรฐานของน้ำนมโคดิบที่ระบุใน American Public Health Association (1981) กำหนดว่า ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน  $2 \times 10^5$  SPC /ml. มาตรฐานของนมโคดิบที่ระบุในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 738-2530 กำหนดว่าตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน  $4 \times 10^5$  SPC /ml. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในนมแพะดิบสำหรับนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดพบว่ามีค่าไม่เกิน  $1.1 \times 10^4$  SPC/ ml. ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานของน้ำนมโคดิบทั้งสอง อย่างไรก็ตามปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มของน้ำนมโคดิบและน้ำนมแพะดิบไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน

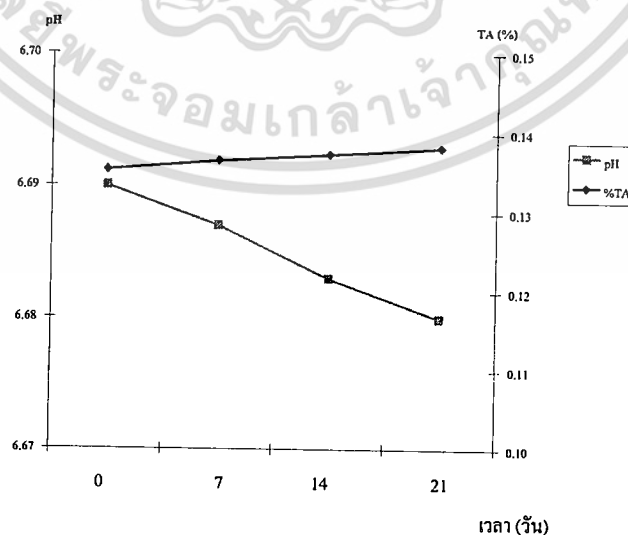
ตารางที่ 4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียโคลิฟอร์มในนมแพะดิบสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ นมพาสเจอร์ไรส์ ไอศกรีมและโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

ชนิดตัวอย่าง	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ( SPC / ml )	ค่าMPNต่อกรัม ของน้ำนมแพะ
นมพาสเจอร์ไรส์	$1 \times 10^3$	< 3
ไอศกรีม	$1.1 \times 10^3$	720
โยเกิร์ตพร้อมดื่ม	$1.1 \times 10^3$	300

#### 4.2 คุณภาพนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์

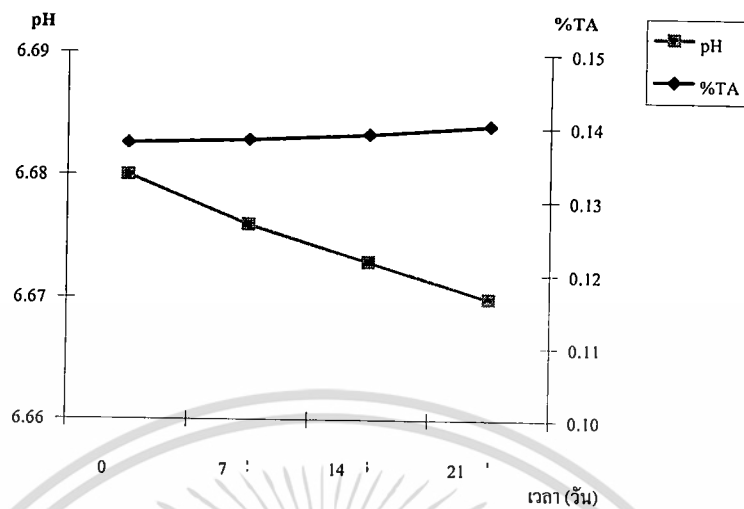
##### 4.2.1 คุณภาพทางเคมี

จากรูปที่ 4.1 และ 4.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่า เท่ากับ  $6.69 \pm 0.00$  และ  $6.68 \pm 0.00$  ตามลำดับ หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 21 วัน ค่า pH เปลี่ยนเป็น  $6.68 \pm 0.00$  และ  $6.67 \pm 0.00$  ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% TA) ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีค่า % TA เท่ากับ  $0.135 \pm 0.000$  และ  $0.138 \pm 0.000$  ตามลำดับ หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 21 วัน ค่า % TA เปลี่ยนเป็น  $0.138 \pm 0.001$  และ  $0.140 \pm 0.002$  ตามลำดับ สอดคล้องกับ Juárez และ Ramos, 1986 ระบุว่านมแพะ มีค่า pH และ % TA เท่ากับ 6.50-6.60 และ 0.14-0.23 ตามลำดับ ซึ่งค่า pH และค่าความเป็นกรดที่ได้จากการทดลองบ่งบอกว่านมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน นั้นยังมีคุณภาพปกติ ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนซึ่งเป็นองค์ประกอบช่วยให้มี buffering capacity ในน้ำนม



รูปที่ 4.1 ค่า pH และค่าความเป็นกรด (% Total Acidity) ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ค่า pH และค่าความเป็นกรด (% Total Acidity) ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส นาน 21 วัน

#### 4.2.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

คุณภาพของนมพาสเจอร์ไรส์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 265 พ.ศ. 2545) ระบุจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน  $5 \times 10^4$  SPC/ ml. ตั้งแต่วันที่บรรจุจนถึงผู้บริโภค ไม่เกิน 21 วัน ผลจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 16.3 SPC/ ml. และเพิ่มขึ้นเป็น  $<1,000$  SPC/ ml. ในวันที่ 21 ดังแสดงในตารางที่ 4.3 แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria) เป็นแบคทีเรียที่บ่งชี้ถึงสุขลักษณะของกระบวนการผลิต การตรวจพบแบคทีเรียโคลิฟอร์ม แสดงว่าอาหารนั้นไม่ปลอดภัยและอาจมีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดว่าต้องไม่พบแบคทีเรีย *E. coli* ในอาหาร 0.1 ml. แบคทีเรียโคลิฟอร์มมีความสำคัญในอุตสาหกรรมนมเนื่องจากสามารถใช้น้ำตาลแลคโตสในการเจริญได้ อย่างไรก็ตามแบคทีเรียกลุ่มนี้ไม่ทนอุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์และไม่สามารถเจริญที่สภาวะเป็นกรด (Biorollo, 2000) จากผลการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียโคลิฟอร์มในนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ในระหว่างการเก็บรักษา ปรากฏว่าไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียโคลิฟอร์มในตัวอย่างนมแพะพาสเจอร์ไรส์ทั้งสองระดับไขมัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 21 วัน แสดงว่าขึ้นตอนในระหว่างกระบวนการผลิตและการเก็บรักษานมแพะพาสเจอร์ไรส์นี้มีสุขลักษณะที่ดี

ตารางที่ 4.3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 เปอร์เซ็นต์และ 2 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4\pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน

ชนิดตัวอย่าง	ผลการตรวจนับ ( SPC / ml )			
	ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)			
	0	7	14	21
นมพาสเจอร์ไรส์ ที่ไขมัน 0.5 เปอร์เซ็นต์	16.3	83	115	<1000
นมพาสเจอร์ไรส์ ที่ไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์	16.3	73	120	<1000

#### 4.2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

##### 4.2.3.1 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ

##### 15 ชม. Intensity scale

ผลการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบฟอร์มการประเมินตัดแปลงจาก ADSA (American Dairy Science Association) ตรวจจับกลิ่นรส ผิดปกติ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 – 4.6 ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4\pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน พบว่า สี กลิ่นสาบแพะ กลิ่นเหม็นอับ กลิ่นไม่สะอาด กลิ่นอาหารสัตว์ กลิ่นหืน กลิ่นออกซิไดซ์ กลิ่นพลาสติก กลิ่นคล้ายคุกกี้ รสเปรี้ยว รสขม รสฝาด และรสเค็ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ใดๆ ก็ตาม กลิ่นนมต้ม (cooked flavor) เป็นชนิดของกลิ่นนมที่ชัดเจนในนมสดพาสเจอร์ไรส์ที่ผลิตขึ้นใหม่ๆ ซึ่งกลิ่นดังกล่าวจัดเป็นกลิ่นนมปกติ ทั้งนี้กลิ่นนมต้มจะลดลงเมื่อเก็บนานขึ้น โดยผู้ประเมินให้คะแนนกลิ่นนมต้มของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 วัน เท่ากับ 6.35 และ 6.38 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มระยะเวลาการเก็บเป็น 21 วัน มีค่าเท่ากับ 2.54 และ 2.68 ตามลำดับ ( $p\leq 0.05$ ) วรรณมา และ วิบูลศักดิ์, 2531 กล่าวว่าการหวนสามารถรับรู้ได้มากขึ้นเมื่อปริมาณไขมันลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง กล่าวคือ นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่มีระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ ผู้ชิมสามารถรับรู้ถึงความหวานได้น้อยกว่านมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ( $p\leq 0.05$ ) ปริมาณไขมันมีผลต่อรสชาติมัน ความมีเนื้อ และความชื้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\leq 0.05$ ) เมื่อปริมาณไขมันมากขึ้น ผู้ประเมินสามารถรับรู้รสชาติมัน ความมีเนื้อ และความชื้นมากขึ้น

ตารางที่ 4.4 คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ 15 ชม.  
Intensity scale ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ (1)

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส						
		สี <sup>ns</sup>	กลิ่นสบแพะ <sup>ns</sup>	กลิ่นเหม็นอับ <sup>ns</sup>	กลิ่นไม่สะอาด <sup>ns</sup>	กลิ่นแปลกปลอม	กลิ่นนมดื่ม	กลิ่นอาหารสัตว์ <sup>ns</sup>
นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5%	0	6.22±1.41	1.75±0.73	1.48±0.26	0.29±0.14	1.26±0.27 <sup>ab</sup>	6.36±0.21	1.40±0.37
	7	6.59±1.07	1.88±0.81	1.37±0.24	0.34±0.19	1.30±0.24 <sup>a</sup>	4.25±0.40	1.40±0.37
	14	6.36±0.90	1.90±1.00	1.43±0.26	0.30±0.18	1.24±0.23 <sup>ab</sup>	3.36±0.35	1.27±0.29
	21	6.21±1.28	1.63±0.75	1.36±0.25	0.30±0.16	1.16±0.15 <sup>b</sup>	2.54±0.27	1.32±0.17
นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 2%	0	6.67±0.68	1.70±1.13	1.44±0.23	0.29±0.08	1.21±0.12 <sup>ab</sup>	6.38±0.26	1.27±0.38
	7	6.33±1.24	1.60±0.62	1.42±0.24	0.29±0.14	1.28±0.19 <sup>a</sup>	4.27±0.38	1.28±0.22
	14	6.14±0.61	1.99±0.82	1.44±0.29	0.28±0.16	1.27±0.23 <sup>a</sup>	3.53±0.35	1.38±0.41
	21	6.10±1.01	1.87±0.59	1.33±0.24	0.33±0.21	1.16±0.19 <sup>b</sup>	2.68±0.54	1.26±0.14

หมายเหตุ

อักษร a b และ c มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

ตารางที่ 4.5 คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ 15 ชม.  
Intensity scale ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ (2)

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส						
		กลิ่นหืน <sup>ns</sup>	กลิ่นออกซิไดซ์ <sup>ns</sup>	กลิ่นพลาสติก <sup>ns</sup>	กลิ่นคล้ายลูกกี้	รสหวาน	รสเปรี้ยว <sup>ns</sup>	รสขม <sup>ns</sup>
นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5%	0	1.26±0.30	1.14±0.19	1.37±0.40	1.16±0.17	6.35±0.87 <sup>a</sup>	1.17±0.14	1.42±0.53
	7	1.29±0.22	1.22±0.19	1.46±0.38	1.16±0.17	6.10±1.57 <sup>a</sup>	1.22±0.22	1.40±0.43
	14	1.29±0.25	1.15±0.22	1.41±0.24	1.13±0.18	6.23±1.95 <sup>a</sup>	1.22±0.17	1.40±0.28
	21	1.21±0.26	1.24±0.27	1.35±0.26	1.10±0.10	6.02±1.45 <sup>a</sup>	1.20±0.23	1.28±0.21
นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 2%	0	1.21±0.19	1.21±0.18	1.43±0.23	1.11±0.22	4.91±1.96 <sup>b</sup>	1.21±0.22	1.38±0.30
	7	1.35±0.29	1.26±0.34	1.35±0.31	1.16±0.16	4.66±0.83 <sup>b</sup>	1.21±0.17	1.36±0.21
	14	1.31±0.34	1.18±0.24	1.40±0.54	1.16±0.22	4.91±1.59 <sup>b</sup>	1.23±0.17	1.42±0.26
	21	1.27±0.34	1.18±0.20	1.44±0.58	1.13±0.16	4.77±1.85 <sup>b</sup>	1.24±0.17	1.29±0.40

หมายเหตุ

อักษร a b และ c มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ 15 ชม. Intensity scale ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ (3)

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
		รสฝาด <sup>ns</sup>	รสเค็ม <sup>ns</sup>	รสชาติดมัน	ความชื้น	ความมีเนื้อ
นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5%	0	1.13±0.48	1.18±0.63	4.16±1.80 <sup>b</sup>	2.96±1.06 <sup>b</sup>	2.37±1.14 <sup>b</sup>
	7	1.16±1.08	1.16±0.26	4.42±1.92 <sup>b</sup>	3.05±0.30 <sup>b</sup>	2.26±0.75 <sup>b</sup>
	14	0.90±0.70	1.13±0.63	4.19±1.38 <sup>b</sup>	2.87±1.68 <sup>b</sup>	2.26±1.18 <sup>b</sup>
	21	1.04±1.45	1.11±0.52	4.56±1.62 <sup>b</sup>	3.60±1.83 <sup>b</sup>	2.23±1.39 <sup>b</sup>
นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 2%	0	1.00±0.91	1.15±0.51	6.61±1.97 <sup>a</sup>	5.99±2.39 <sup>a</sup>	6.07±1.59 <sup>a</sup>
	7	1.04±0.41	1.38±0.74	6.34±1.21 <sup>a</sup>	6.77±3.03 <sup>a</sup>	6.02±0.33 <sup>a</sup>
	14	0.98±0.53	1.17±0.39	6.08±0.81 <sup>a</sup>	6.22±0.99 <sup>a</sup>	6.00±1.47 <sup>a</sup>
	21	1.06±1.96	1.24±0.67	6.48±2.32 <sup>a</sup>	6.19±2.86 <sup>a</sup>	6.08±2.08 <sup>a</sup>

หมายเหตุ

อักษร a b และ c มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

#### 4.2.3.2 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ(7-point Hedonic scale)

ปริมาณไขมันและระยะเวลาการเก็บรักษานมพาสเจอร์ไรส์ ไม่มีผลต่อความชอบด้านลักษณะปรากฏและสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) (ตารางที่ 4.7) ในขณะที่ไขมันและระยะเวลาการเก็บเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส (Dunkley และ Brunhn, 1995) นมพาสเจอร์ไรส์ที่เก็บรักษา 0 วัน จากทั้ง 2 ระดับไขมัน ได้คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสมากที่สุด คะแนนความชอบโดยรวมจึงมากที่สุด นมพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ ได้รับคะแนนโดยรวม มากกว่านมพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.7) เพราะผู้ประเมินรับรู้ถึงความชื้นความมีเนื้อ จากข้อ 4.2.3.1 ได้มากกว่าทำให้ผู้ประเมินยอมรับนมพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์มากกว่า

**ตารางที่ 4.7** คะแนนการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส (7-point Hedonic scale) ของนมแพะ พาสเจอร์ไรส์

ตัวอย่าง	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
		ลักษณะปรากฏ <sup>ns</sup>	สี <sup>ns</sup>	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 0.5%	0	5.40±1.00	4.80±1.45	4.80±1.30 <sup>b</sup>	4.63±1.19 <sup>bc</sup>	4.63±1.67 <sup>abc</sup>	5.47±1.14 <sup>b</sup>
	7	5.17±1.39	5.10±1.42	4.33±1.56 <sup>bc</sup>	4.07±1.31 <sup>c</sup>	4.53±1.33 <sup>bc</sup>	4.30±0.75 <sup>c</sup>
	14	4.87±1.50	4.80±1.69	4.00±1.60 <sup>c</sup>	4.13±1.91 <sup>c</sup>	4.53±1.78 <sup>bc</sup>	4.47±1.74 <sup>c</sup>
	21	5.07±1.60	5.00±1.23	3.70±1.54 <sup>c</sup>	4.30±1.87 <sup>bc</sup>	3.93±1.14 <sup>c</sup>	4.47±1.14 <sup>c</sup>
นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 2%	0	5.47±1.04	5.07±1.60	5.63±1.30 <sup>a</sup>	5.83±0.99 <sup>a</sup>	5.3±0.99 <sup>a</sup>	6.00±0.83 <sup>a</sup>
	7	4.83±1.70	4.97±1.65	4.87±1.33 <sup>b</sup>	4.93±1.34 <sup>b</sup>	5.03±1.27 <sup>ab</sup>	4.97±1.43 <sup>bc</sup>
	14	4.93±1.14	5.03±1.56	4.40±1.35 <sup>bc</sup>	4.8±1.50 <sup>bc</sup>	4.53±1.55 <sup>bc</sup>	4.73±1.29 <sup>c</sup>
	21	5.43±0.94	5.30±1.23	3.90±1.67 <sup>ac</sup>	4.47±1.41 <sup>bc</sup>	4.6±1.40 <sup>bc</sup>	4.53±1.55 <sup>c</sup>

หมายเหตุ

อักษร a b และ c มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

#### 4.3 คุณภาพไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา

##### 4.3.1 คุณภาพทางกายภาพ

ระดับไขมันและชนิดของกลิ่นรสที่แตกต่างกันส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพ เมื่อปริมาณไขมันมากขึ้น ค่าความหนืดจะมากขึ้น (Li *et al.*, 1997) สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้คือ ไอศกรีมที่ระดับไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าความหนืดสูงกว่าที่ระดับไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.8) นอกจากนี้ ไอศกรีมที่ระดับไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติ มีค่าความหนืดมากกว่าไอศกรีมรสวานิลลาที่ระดับไขมันเดียวกันอาจเนื่องมาจาก ปัจจัยของปริมาณสารละลายวานิลลิน จำนวน 25 มิลลิกรัมในไอศกรีมรสวานิลลา ซึ่งเตรียมโดยละลายวานิลลินร้อยละ 20 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในเอทานอลร้อยละ 35 (ปริมาตร/ปริมาตร) สัดส่วนขององค์ประกอบที่ละลายน้ำต่อน้ำของส่วนผสมไอศกรีมรสวานิลลา จึงมีน้อยกว่า ส่งผลให้มีความหนืดน้อยกว่า (วรรณและวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

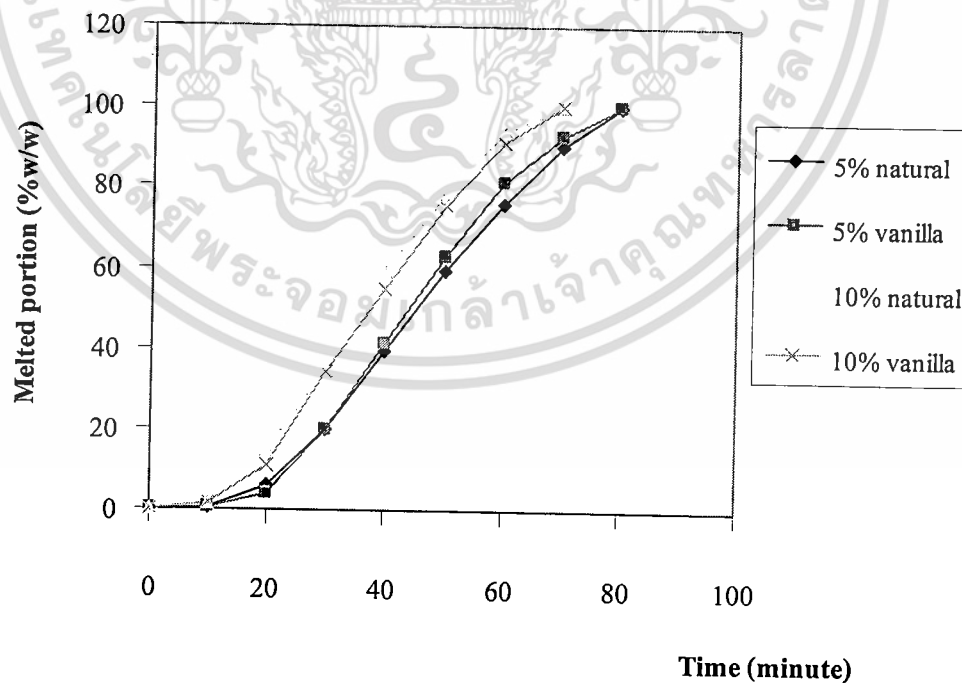
ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของไอศกรีมที่ระดับไขมัน 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติ และรสวานิลลา

ปริมาณ ไขมัน	กลิ่นรส	Viscosity (cps)	% Overrun
ไอศกรีมนมแพะ ที่ระดับไขมัน 5%	รสธรรมชาติ	270.60+7.50 <sup>c</sup>	50.19+1.22 <sup>a</sup>
	รสวานิลลา	239.20+7.23 <sup>d</sup>	53.01+2.46 <sup>a</sup>
ไอศกรีมนมแพะ ที่ระดับไขมัน 10%	รสธรรมชาติ	347.37+18.66 <sup>a</sup>	46.47+1.35 <sup>b</sup>
	รสวานิลลา	308.33+20.40 <sup>b</sup>	49.68+1.59 <sup>ab</sup>

หมายเหตุ

อักษร a b และ c มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ความหนืดของส่วนผสมไอศกรีม ส่งผลต่อการกักเก็บอากาศเข้าไปในส่วนผสม ระหว่างการตีปั่น เมื่อความหนืดของส่วนผสมไอศกรีมสูงขึ้น การตีปั่นอากาศเข้าไปในไอศกรีมจะลดลง ส่งผลให้ค่าโอเวอร์รันลดลง (Marshall *et al.*, 2003) สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้คือ ค่าโอเวอร์รันที่ได้แปรผกผันกับความหนืด โดยไอศกรีมที่ระดับไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าโอเวอร์รันสูงกว่าไอศกรีมที่ระดับไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.8)



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการละลายกับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Li et al., 1997 กล่าวว่า ไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันและของแข็งทั้งหมดสูงกว่า จะมีอัตราการละลายสูงกว่า ไอศกรีมที่มีปริมาณไขมันและของแข็งทั้งหมดต่ำกว่า จากการศึกษาอัตราการละลาย ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อัตราการละลายของไอศกรีมที่ระดับไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าไอศกรีมที่ระดับไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ดังแสดงในรูปที่ 4.3

ไอศกรีมที่ระดับไขมัน 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 27.09% และ 31.69% ตามลำดับจึงมีปริมาณน้ำเท่ากับ 72.91% และ 68.31% สัดส่วนขององค์ประกอบที่ละลายในน้ำต่อน้ำของส่วนผสมไอศกรีมที่ระดับไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ จึงน้อยกว่า ส่งผลให้จุดเยือกแข็งสูงกว่า อัตราการละลายจึงต่ำกว่า ไอศกรีมที่ระดับไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจาก ศิรดา, 2548 ซึ่งระบุว่า การใช้ซิมเพลส-100 เป็นสารทดแทนไขมันในไอศกรีมไขมันต่ำ ช่วยให้ไอศกรีมสูตรลดไขมัน มีอัตราการละลายใกล้เคียงกับไอศกรีมที่ระดับไขมัน 10 % ซึ่งเป็นสูตรควบคุม

#### 4.3.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

การตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมัน 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะในกระบวนการผลิตไอศกรีมเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคแก่ผู้บริโภค ดังนั้นในการทดลองการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมันต่างกันจึงจำเป็นต้องตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ดังกล่าว ตามมาตรฐานที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 222 พ.ศ. 2544 กำหนดให้พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในไอศกรีมได้ไม่เกิน  $6.0 \times 10^5$  โคโลนีต่อกรัม ผลจากการตรวจวิเคราะห์พบว่าไอศกรีมนมแพะทั้งสองระดับไขมัน รสธรรมชาติและรสวานิลลา มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 51 SPC/ml ดังแสดงในตารางที่ 4.9 ดังนั้น ไอศกรีมนมแพะที่ผลิตขึ้นมีคุณภาพดี ถูกสุขลักษณะ ปลอดภัยสำหรับการบริโภค

ตารางที่ 4.9 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์มและ *E.coli* ในไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมัน 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา อายุการเก็บ 1 วัน อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส

ชนิดตัวอย่าง	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ( SPC/ ml )	E.coli ( MPN/g )
ไอศกรีมนมแพะที่ไขมัน 5% รสธรรมชาติ	45	< 3
ไอศกรีมนมแพะที่ไขมัน 10% รสธรรมชาติ	45	< 3
ไอศกรีมนมแพะที่ไขมัน 5% รสวานิลลา	47	< 3
ไอศกรีมนมแพะที่ไขมัน 10% รสวานิลลา	50	< 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

#### 4.3.3.1 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ

##### 15 ชม. Intensity scale

ไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณหางนมผงมากกว่า แต่มีปริมาณเนยน้อยกว่า ไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นผู้ประเมินจึงได้กลิ่นนมจากไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์มากกว่าไอศกรีมนมแพะที่ระดับไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งตรงกันข้ามกับกลิ่นเนย กล่าวคือ ไอศกรีมที่ระดับไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ได้กลิ่นเนยแรงกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (ตารางที่ 4.10 - 4.11) ความเข้มของกลิ่นวานิลลาที่ผู้ชิมได้รับจากไอศกรีมที่ใส่สารละลายวานิลลินทั้ง 2 ระดับไขมัน ไม่แตกต่างกัน รวมทั้งความเป็นเม็ดยาและความเหนียวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) เช่นกัน เนื่องจากมีปริมาณสารให้ความคงตัว (stabilizers) เท่ากัน

ตารางที่ 4.10 คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ 15 ชม. Intensity scale ของไอศกรีมนมแพะ(1)

ปริมาณไขมัน	กลิ่นรส	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
		กลิ่นวานิลลา	กลิ่นเนย	กลิ่นนม	กลิ่นสาวแพะ <sup>ns</sup>	กลิ่นแปลกปลอม <sup>ns</sup>
ไอศกรีมนมแพะ ที่ระดับไขมัน 5%	รสธรรมชาติ	5.81±0.90 <sup>b</sup>	6.43±2.38 <sup>b</sup>	7.03±2.31 <sup>b</sup>	2.25±1.20	2.02±0.85
	รสวานิลลา	6.25±1.51 <sup>a</sup>	6.38±2.69 <sup>b</sup>	7.06±2.68 <sup>b</sup>	2.01±1.07	1.93±0.67
ไอศกรีมนมแพะ ที่ระดับไขมัน 10%	รสธรรมชาติ	4.81±1.18 <sup>b</sup>	7.46±1.75 <sup>a</sup>	7.86±2.95 <sup>a</sup>	2.30±1.20	2.14±1.21
	รสวานิลลา	5.39±0.80 <sup>c</sup>	7.90±2.71 <sup>a</sup>	8.01±2.33 <sup>a</sup>	1.96±1.23	2.01±1.65

หมายเหตุ

อักษร a b และ c มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนาแบบ 15 ชม. Intensity scale ของไอศกรีมนมแพะ(2)

ปริมาณไขมัน	กลิ่นรส	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
		รสหวาน	ความเป็นเม็ทราย <sup>ns</sup>	ความเรียบเนียน <sup>ns</sup>	ความเหนียว
ไอศกรีมนมแพะ ที่ระดับไขมัน 5%	รสธรรมชาติ	7.95±1.31 <sup>a</sup>	4.49±3.19	8.16±3.57	5.17±2.97 <sup>b</sup>
	รสวานิลลา	7.71±1.66 <sup>a</sup>	5.09±2.52	7.64±3.23	5.32±2.60 <sup>ab</sup>
ไอศกรีมนมแพะ ที่ระดับไขมัน 10%	รสธรรมชาติ	6.73±2.05 <sup>b</sup>	5.10±2.98	7.47±2.15	5.75±3.21 <sup>ab</sup>
	รสวานิลลา	6.90±2.27 <sup>b</sup>	5.20±2.88	7.97±1.71	6.11±3.6 <sup>a</sup>

หมายเหตุ

อักษร a b และ c มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

#### 4.3.3.2 การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ(7-point Hedonic scale)

จากตารางที่ 4.12 ปริมาณไขมันของไอศกรีมนมแพะที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อความชอบด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัสและสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ซึ่งสอดคล้องกับข้อ 4.3.3.1 คือ ไม่มีความแตกต่างด้านความเป็นเม็ทรายและความเหนียว ดังนั้นคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสจึงไม่แตกต่างกัน คะแนนความชอบโดยรวม ของไอศกรีมที่ระดับไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ รสวานิลลา มีค่าสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจาก คะแนนด้านกลิ่น และรสชาติดีค่าสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางที่ 4.12 คะแนนการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส(7-point Hedonic scale)ของไอศกรีมนมแพะ

ปริมาณไขมัน	กลิ่นรส	คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส					
		ลักษณะปรากฏ <sup>ns</sup>	สี <sup>ns</sup>	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส <sup>ns</sup>	ความชอบรวม
ไอศกรีมนมแพะ ที่ระดับไขมัน 5%	รสธรรมชาติ	5.13±1.16	5.43±0.93	4.68±1.35 <sup>bc</sup>	4.85±1.29 <sup>a</sup>	5.10±1.04	4.97±1.13 <sup>b</sup>
	รสวานิลลา	5.23±0.95	5.32±1.14	5.07±1.29 <sup>ab</sup>	5.23±1.25 <sup>a</sup>	5.25±1.00	5.20±0.95 <sup>ab</sup>
ไอศกรีมนมแพะ ที่ระดับไขมัน 10%	รสธรรมชาติ	5.18±0.97	5.18±1.13	4.32±1.47 <sup>c</sup>	4.25±1.68 <sup>b</sup>	5.10±1.09	4.43±1.49 <sup>c</sup>
	รสวานิลลา	5.20±1.10	5.50±1.11	5.23±1.32 <sup>a</sup>	5.23±1.39 <sup>a</sup>	5.45±1.13	5.52±1.19 <sup>a</sup>

หมายเหตุ

อักษร a b และ c มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยทางวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

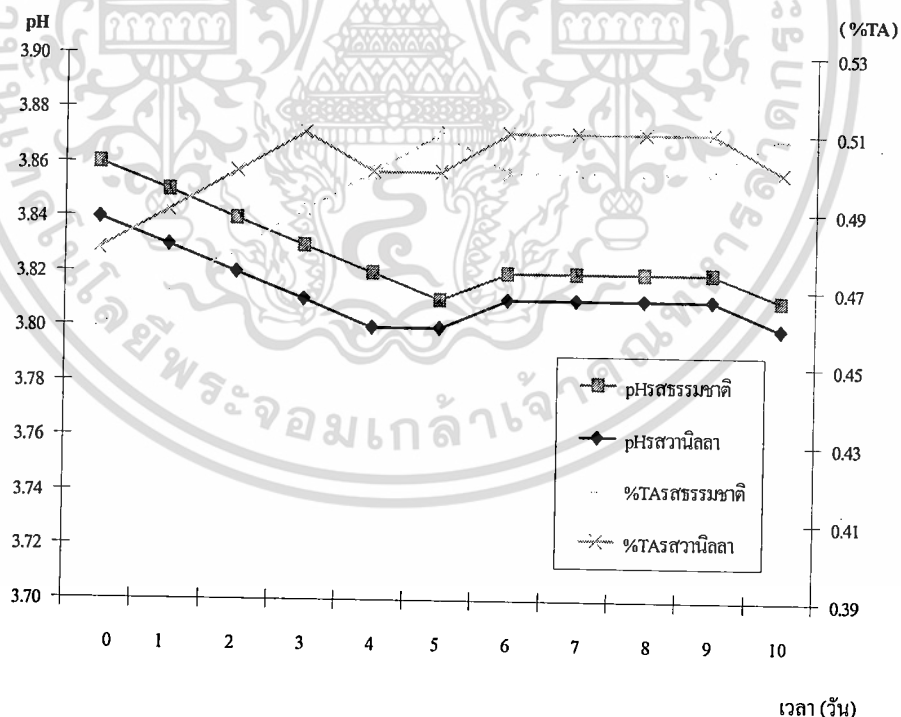
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 คุณภาพโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา

##### 4.4.1. คุณภาพทางเคมี

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะที่ระดับไขมัน 2% รสธรรมชาติและรสวานิลลา มีค่า เท่ากับ  $3.86 \pm 0.00$  และ  $3.84 \pm 0.00$  ตามลำดับ หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 วัน ค่า pH เปลี่ยนเป็น  $3.81 \pm 0.00$  และ  $3.80 \pm 0.00$  ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% TA) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะที่ระดับไขมัน 2% รสธรรมชาติและรสวานิลลา มีค่ามีค่า % TA เท่ากับ  $0.46 \pm 0.000$  และ  $0.48 \pm 0.000$  ตามลำดับ หลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 วัน ค่า % TA เปลี่ยนเป็น  $0.51 \pm 0.000$  และ  $0.49 \pm 0.001$  ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.4

ค่า pH ของโยเกิร์ตทั้งสองสูตรมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ ในระหว่างการเก็บรักษา สอดคล้องกับค่าความเป็นกรด (% acidity) โดยเฉพาะในช่วง 5 วันแรกพบว่า ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นมากกว่าในระยะหลังของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.4) ค่าความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้น น่าจะเป็นผลมาจากจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ยังมีชีวิตอยู่สามารถ ดำเนินกิจกรรมและสร้างกรดเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา และเมื่อผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นระดับหนึ่งจนไม่อยู่ในสถานะที่เหมาะสมต่อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ทำให้ค่าความเป็นกรดเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและค่อนข้างคงที่ในที่สุด

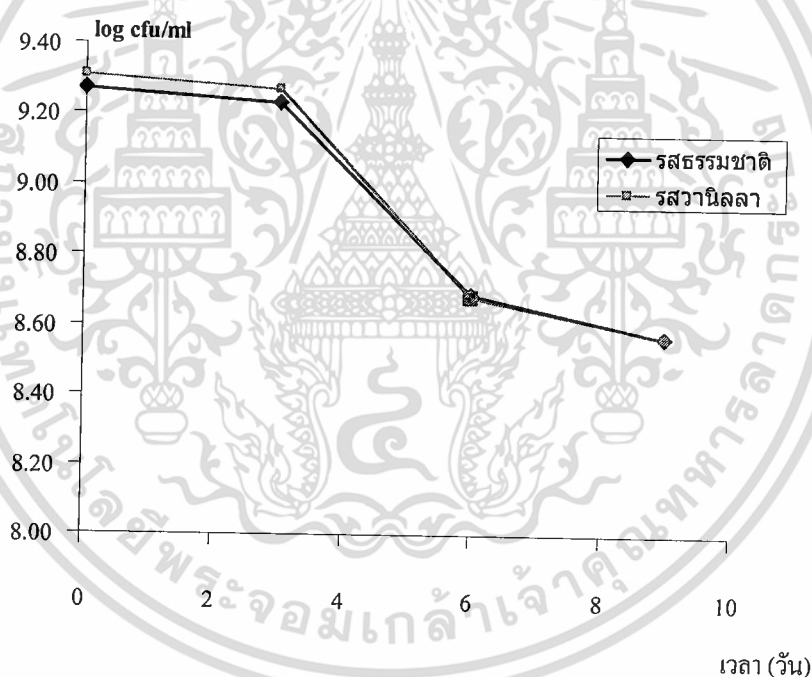


รูปที่ 4.4 ค่า pH และค่าความเป็นกรด (% acidity) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา ที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.2. คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ต (แบคทีเรียแลคติก) ในโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส ทุกๆ 3 วันเป็นเวลา 9 วัน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ตทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดื่มมีปริมาณเชื้อลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาโดยเชื้อจุลินทรีย์โยเกิร์ตในโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสธรรมชาติที่ 0 วัน มีปริมาณ  $9.27 \log \text{cfu/ml}$  และรสวานิลลามีปริมาณ  $9.31 \log \text{cfu/ml}$  เมื่อเก็บนานขึ้นเป็นเวลา 9 วัน โยเกิร์ตพร้อมดื่มทั้งรสธรรมชาติและรสวานิลลามีปริมาณเชื้อลดลงเหลือ  $8.57 \log \text{cfu/ml}$  (รูปที่ 4.5) ซึ่งสอดคล้องตามมาตรฐานของหลายประเทศกำหนดให้มีปริมาณแบคทีเรียแลคติกที่มีชีวิตมากกว่า  $10^6$ - $10^8 \text{ cfu/ml}$  หรือ  $6 - 8 \log \text{ cfu/ml}$  ตลอดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต (Biorollo *et al.*, 2000)



รูปที่ 4.5 จำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ตทั้งหมดใน โยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $4 \pm 1$  องศาเซลเซียส

#### 4.4.3. การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ

##### (5-point Hedonic scale)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ รสธรรมชาติและรสวานิลลา ลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวม จากตารางที่ 13 พบว่า กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะรสธรรมชาติวันที่ 6 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของกลิ่นและเนื้อสัมผัสสูงสุดและในวันที่ 9 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของรสชาติสูงสุด การยอมรับโดยรวมของโยเกิร์ตพร้อมดื่มรสวานิลลา มีมากกว่ารสธรรมชาติเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน

ตารางที่ 4.13 ผลการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส (5-point Hedonic scale) ของโยเกิร์ตพร้อมดื่มจากนมแพะ

ตัวอย่าง	ระยะเวลา การเก็บรักษา (วัน)	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
โยเกิร์ต พร้อมดื่ม รสธรรมชาติ	0	1.53 ± 0.51 <sup>d</sup>	1.50 ± 0.51 <sup>c</sup>	1.47 ± 0.51 <sup>d</sup>	1.53 ± 0.51 <sup>c</sup>
	3	2.53 ± 0.78 <sup>c</sup>	1.80 ± 0.61 <sup>c</sup>	2.67 ± 0.92 <sup>c</sup>	2.07 ± 0.58 <sup>b</sup>
	6	3.67 ± 0.48 <sup>a</sup>	2.93 ± 1.26 <sup>ab</sup>	3.33 ± 1.03 <sup>a</sup>	3.13 ± 1.04 <sup>a</sup>
	9	3.43 ± 0.73 <sup>ab</sup>	3.07 ± 1.11 <sup>a</sup>	2.60 ± 1.13 <sup>c</sup>	3.00 ± 0.95 <sup>a</sup>
โยเกิร์ต พร้อมดื่ม รสวานิลลา	0	1.53 ± 0.51 <sup>d</sup>	1.63 ± 0.49 <sup>c</sup>	1.43 ± 0.51 <sup>d</sup>	1.47 ± 0.51 <sup>c</sup>
	3	3.30 ± 1.06 <sup>ab</sup>	2.47 ± 1.14 <sup>b</sup>	2.80 ± 0.67 <sup>bc</sup>	2.77 ± 0.90 <sup>a</sup>
	6	3.03 ± 1.25 <sup>b</sup>	2.67 ± 1.03 <sup>ab</sup>	3.17 ± 0.87 <sup>ab</sup>	2.90 ± 1.03 <sup>a</sup>
	9	3.43 ± 1.01 <sup>ab</sup>	2.63 ± 1.38 <sup>ab</sup>	2.87 ± 0.86 <sup>bc</sup>	3.13 ± 0.90 <sup>a</sup>

หมายเหตุ

อักษร a b และ c มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแนวตั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์ ไอศกรีม และโยเกิร์ตพร้อมดื่ม จากนมแพะ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ค่า pH และค่าความเป็นกรดทั้งหมดของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ทั้งสองระดับไขมันก่อนข้างคองที่ตลอดระยะเวลาการเก็บ 21 วัน สำหรับโยเกิร์ตพร้อมดื่มนั้นค่า pH ที่ลดลงและค่าความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากจุลินทรีย์โยเกิร์ตที่ยังมีชีวิตอยู่สามารถดำเนินกิจกรรมและสร้างกรดเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา และเมื่อผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นระดับหนึ่งจนไม่อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อจุลินทรีย์โยเกิร์ต ทำให้ค่าความเป็นกรดเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและค่อนข้างคงที่ ที่ประมาณ 0.51% ในที่สุด
2. ปริมาณไขมันที่สูงในไอศกรีมมีผลต่อการเพิ่มของค่าความหนืด แต่ลดค่าโอเวอร์รัน และมีอัตราการละลายมากขึ้น ปัจจัยของสารละลายวานิลลิน ในไอศกรีม รสวานิลลา มีผลให้ค่าความหนืดน้อยลง
3. นมพาสเจอร์ไรส์ และไอศกรีมที่ผลิต ถูกสุกลักษณะ ตามข้อกำหนด โดยระยะเวลาเก็บรักษามีผลให้คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ทั้งสองระดับไขมันลดลง
4. จำนวนจุลินทรีย์โยเกิร์ตทั้งหมดในโยเกิร์ตพร้อมดื่ม มากกว่า  $10^6$ - $10^8$  cfu/ml และมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา
5. ปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นของนมพาสเจอร์ไรส์ มีผลในการรับรู้ ความหวานที่มีแนวโน้มลดลง ตรงกันข้ามกับ รสชาติมัน ความมีเนื้อและความข้น ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ระยะเวลาการเก็บรักษาที่มากขึ้น มีผลให้การรับรู้กลิ่นนมดัด มีแนวโน้มลดลง โดยนมพาสเจอร์ไรส์ที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ 0 วัน มีคะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด
6. ปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นในไอศกรีม มีผลให้การรับรู้ กลิ่นนมน้อยลง และกลิ่นเนยมากขึ้น ตามปริมาณขององค์ประกอบทั้งสอง การรับรู้ความหวานมีแนวโน้มลดลง ไอศกรีมที่ระดับไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ รสวานิลลา มีคะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด
7. โยเกิร์ตพร้อมดื่มที่ระดับไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ รสวานิลลา มีคะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- ทองยศ อเนกะเวียง. 2527. หลักวิทยาศาสตร์น้ำนม. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 265) พ.ศ.2545 เรื่อง นมโค." ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป,  
 เล่ม 120 ตอนพิเศษ 4 ง  
 มานิตย์ วาสุเทพรังสรรค์. 2548. "น้ำนมแพะ 20บาท ช่วยคนไทยห่างไกลโรค ต้มได้ไม่ต้องรอ" สัตว์บก.  
 ฉบับที่148: 165.  
 วรรณมา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิลละ. 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์  
 กรุงเทพฯ หน้า 116-117  
 ศศิวิมล ชื่นอิม อาเหม็ด. 2545. "รายงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาโยเกิร์ตพร้อมดื่มผสมสมุนไพร"โครงการคณะ  
 อุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 29-30  
 ศิริดา สันติศรีวารินทร์. 2548. ผลกระทบของสารทดแทนไขมันประเภทโปรตีนต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์  
 ไอศกรีมกลิ่นวานิลลา. บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 กรุงเทพฯ  
 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2530. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ นมสด. กทม. หน้า 3.  
 Adapa, S., H. Dingeldein, K.A. Schmidt, and Herald. 2000. Rheological properties of ice cream mixes and  
 frozen ice creams containing fat and fat replacers. *Journal of Dairy science*. 83, pp: 2224-2229.  
 American Public Health Association, 1981. Washington. DC. PP : 213-246  
 Andreasen, T.G., and H. Nielsen. 1992. Ice Cream and Aerated Desserts. In : the Technology of Dairy  
 Products. Early, R. (ed.) VCH Publisher, Inc., New York. PP. 197-220  
 Arbuckel, W.S. 1986. Ice Cream. 4th ed. AVI Publishinc Co. New York.  
 Bradley, R.L., Jr., E. Arnold, Jr., D.M. Barbano, R.G. Semerad, D.E. Smith, and B.K. Vines.  
 1992. Chapter 15. Chemical and Phusical Methods. In Standard Method for the  
 Examination of Dairy Products. 16th ed. Marshall, T.M. ed. American Public Health  
 Association, Washington. DC. pp : 433-531  
 Birollo, G.A., Reinheimer, J.A. and Vinderola, C.G. 2000. Viability of lactic acid microflora in  
 different types of yoghurt. *Food Res. Int.* 9 : 799-805.  
 Cayot, P. and D. Lorient. 1997. Structure-Function Relationships of Whey Protein. pp. 225-256. In S.  
 Damondaran and A. Paraf, eds. Food Proteins and Their Application. Marcel Dekker, Inc. New  
 York.  
 Clark, S. 2005. Comparing Milk: Human, Cow. Goat & Commercial Infant Formilar. (online). เข้าถึงได้จาก  
 : <http://www.saanendoah.com/compare.html>.  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Davidson, G.P., Townley, R.R.W., 1977. Structural and functional abnormalities of the small intestine due to nutritional folic acid deficiency in infancy. *J. Pediat.* 90, 590–605.
- Dunkley, W.L. and Brunhn. J.C. 1995. Milk Flavor Quality Program. Universitu of California. UC Davis, Davis.
- Ensminger, A.H., Ensminger, M.E., Konande, J.E. and Robson, J.R.K. 1995. The concise encyclopedia of foods and nutrition. CRC press Inc.
- Eisner, D.M., Hans Wildmoser, Erich J. Windhab. 2003. Air cell microstructuring in a high viscous ice cream matrix. *Colloids and Surfaces*, pp :390-399
- Gall, C., 1981. Milk Production. In *Goat Production*. Ed. Gall C. Academic Press,
- Haenlein, G.F.W., 2004. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant. Research.* 51, 155 – 163.
- Haenlein, G.F.W. and Caccese, R. 1992. Goat milk Versus cow milk. (online). เข้าถึงได้จาก : <http://inform.umd.edu/Edres/Topic/AgrEnv/ndd/goat>
- Hausler, W.J. 1972. *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. 13rd ed. American Public Health Association. Inc., Washington, D.C.
- Houghtby, G.A., L.J. Maturin, and E.K. Koenig. 1992. Chapter 6. Microbiological Count
- Ju`arez, M., Ramos, M., 1986. Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow milk. In: *International Dairy Federation (Ed.), Proceedings of the IDF Seminar Production and Utilization of Ewe's and Goat's Milk*, Bulletin No. 202. Athens, Greece, pp. 54–67.
- Jaouen, L. 1981. Milking and the Technology of Milk and Milk Products. In *Goat Production*. P:345-376. ed Gall C. Academic Press, London.
- Leser, M.E., and M. Michel. 1999. Aerated milk protein emulsions – new microstructural aspects. *Curr. Opin. Colloid Interfac. Sci.* 4 : 239-244.
- Li, Z., R. Marshall, H. Heyman, and L. Fernando. 1997. Effect of milk fat content on flavor Perception of vanilla ice cream. *Journal of dairy science.* 80 : 3133-3141.
- Moatsou, G., Hatzinaki, A., Samolada, M. and Anifantakis, E. 2005. Major whey proteins in ovine and caprine acid wheys from indigenous Greek breeds. *Int. Dairy J.* 15 : 123-131
- Marshall, R.T., and W.S. Arbuckle. 1996. *Ice Cream*. 5th ed. International Thomson Publishing, New York. PP : 349.
- Marshall, R.J., H.D. Goff, and R.W. Hartel. 2003. *Ice Cream* 6th ed. Kiuwer Acedemic/Plenum Publishers, New York. PP: 371.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Muse, M.R. and R.W. Hartel. 2004. Ice cream structural elements that effect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*. 87, pp : 1-10. London. pp : 309-340
- Nauth, K.R. 2004. Yogurt. In *Handbook of food and beverage fermentation technology*. Marcel Dekker, Inc. New York. pp.125-145.
- Posati, L. P. and Orr, M. L. 1976a. *Composition of Foods, Dairy and Egg Products, Agriculture Handbook No. 8-1*. USDA-ARS, Washington, DC: Consumer and Food Economics Institute Publishers.
- Park, Y.W., 2006. Goat milk—chemistry and nutrition. In: Park, Y.W., Haenlein, G.F.W. (Eds.), *Handbook of Milk of Non-bovine Mammals*. Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames, Iowa, pp. 34–58.
- Parkash, S., Jenness, R., 1968. The composition and characteristics of goat's milk: a review. *Dairy Sci. Abstr.* 30, 67–75.
- Richardson, C.W. 2005. *Let's Learn About Dairy Goats and Goat's Milk*. Oklahoma Cooperative Extension Service. No. 424, PP : 1-4.
- Robinson, R.K. and Tamime, A.Y. (1999) *Microbiology of fermented milks*, In *Yoghurt Science and Technology*, 2nd ed., Pergamon Press, New York.
- Stanley, D.W., H.D. Goff, and A.K. Smith. 1996. Texture-structure relationships in foamed dairy emulsion. *Food Res. Int.* 29:1-13.
- Tamime, A.Y. (2002) *Technical Bullentin 'Yoflex'*, second revised edition, Chr. Hansen, DK