



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ความปลอดภัยของอาหาร)

ปริญญา

ความปลอดภัยของอาหาร

สัตว์บาล

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาคุณภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ตามวิธีการของเกษตรกร
ในพื้นที่เขตภาคกลางและภาคตะวันตกของประเทศไทย

Real Time Study on Raw and Pasteurized Goat Milk Quality Produced by Farmers
in Central and Western Parts of Thailand

นามผู้วิจัย นางสาวรัตนกร แสนทำพล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิธร นาคทอง, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเจตน์ ชื่นชม, Dr.Med.Vet.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์วาณี ชัยวัฒน์สิน, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ประพฤษ์ ตั้งมันคง, สพ.บ.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสกสม อาตมางกูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาคูณภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์
ตามวิธีการของเกษตรกรในพื้นที่เขตภาคกลางและภาคตะวันตกของประเทศไทย

Real Time Study on Raw and Pasteurized Goat Milk Quality Produced by
Farmers in Central and Western Parts of Thailand

โดย

นางสาวรัตนกร แสนทำพล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ความปลอดภัยของอาหาร)
พ.ศ. 2552

รัตนกร แสนทำพล 2552: การศึกษาคุณภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์
ตามวิธีการของเกษตรกรในพื้นที่เขตภาคกลางและภาคตะวันตกของประเทศไทย
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ความปลอดภัยของอาหาร) สาขาความปลอดภัยของ
อาหาร ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ศศิธร นาคทอง, Ph.D. 102 หน้า

การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพของนมแพะดิบและนม
แพะพาสเจอร์ไรซ์ตามวิธีการของเกษตรกรในพื้นที่เขตภาคกลางและภาคตะวันตก ได้แก่
จังหวัดนนทบุรี ราชบุรี และ กาญจนบุรี เก็บตัวอย่างนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์
ปริมาณ 250 มิลลิลิตร เกษตรกรมีวิธีการให้ความร้อนแก่นมแพะพาสเจอร์ไรซ์ที่ต่างกัน 4
วิธี คือ 1) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที 2) อุณหภูมิ 80 องศา
เซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที 3) อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และ 4) อุณหภูมิ 80
องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที เก็บข้อมูลเดือนละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 3 เดือน (มกราคม-มีนาคม
2551) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Pair Sample T-test
วิเคราะห์องค์ประกอบและคุณภาพของน้ำนม พบว่า ปริมาณไขมัน โปรตีน น้ำตาลแลคโตส
ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด ของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ตามวิธีที่ 3
มีค่าสูงที่สุด ($P<0.05$) นมแพะดิบทุกฟาร์มมีจุลินทรีย์ทั่วไป *E. coli*, Coliform และ *Bacillus*
cereus ในปริมาณที่สูงเกินมาตรฐานนมแพะดิบของประเทศไทย แต่ไม่พบ *Salmonella* spp. และ
Listeria monocytogenes ในนมแพะดิบ และตรวจไม่พบ *Clostridium perfringens* ในนมแพะ
พาสเจอร์ไรซ์ ของทั้ง 4 วิธี วิธีการให้ความร้อนแก่นมแพะพาสเจอร์ไรซ์แบบที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์
การสูญเสียแคลเซียมมากที่สุด องค์ประกอบและจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของนมแพะพาสเจอร์
ไรซ์ ในวันที่ 1 และวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่ามีแนวโน้มปริมาณลดลง ในขณะที่จำนวน
Bacillus cereus เพิ่มขึ้นในวันที่ 7

Rattanakorn Saenthumpol 2009: Real Time Study on Raw and Pasteurized Goat Milk Quality Produced by Farmers in Central and Western Parts of Thailand. Master of Science (Food Safety), Major Field: Food Safety, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Sasitorn Nakthong, Ph.D. 102 pages.

The objective was to study on goat milk composition and quality of raw milk and pasteurized milk produced by farmers in central and western parts of Thailand; Nontaburi, Ratchaburi and Kanchanaburi province. A 250 ml. of raw and pasteurized milk samples were collected in sterilized bottle. Heat treatment was conducted by farmers that were divided into four different methods; 1) at 100°C, 10 s., 2) at 80 °C, 5 min., 3) at 72 °C, 15 min. and 4) at 80 °C, 10 s. Data were evaluated twice month (Jan-March, 2008) and analysed by ANOVA and Pair Sample T-test. The result showed that raw and pasteurized milk of method no. 3 had a significantly highest in fat content, protein, lactose, solid not fat and total solid ($P<0.05$). There were detected total plate count, *E. coli*, Coliform and *Bacillus cereus* in raw milk samples from four farms upper legal standard. *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* were not found in raw milk samples. *Clostridium perfringens* was not detected in the pasteurized milk samples. Heat treatment of method no.1 was the most losses of calcium (%) in pasteurized milk. The trends of milk composition and total plate count decreased during day 1 and day 7 of storage time. Meanwhile, *Bacillus cereus* increased at day 7 of storage time.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร นาคทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ. ดร. สุเจตน์ ชื่นชม รองศาสตราจารย์วาทิ ชัยวัฒนสิน และรองศาสตราจารย์ น.สพ. ประพฤกษ์ ตั้งมั่นคง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านการศึกษาและคำแนะนำในด้านการทดลองอย่างใกล้ชิด ตลอดจนการเขียนรายงานวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณฟาร์มเกษตรกรที่เลี้ยงแพะนมในจังหวัดราชบุรี กาญจนบุรี และนนทบุรี ที่อนุเคราะห์ให้เข้าไปเก็บตัวอย่างน้ำนม ในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจเพื่อการคั่นควาและวิจัยผลิตผลปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนม รวมทั้งเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์และบริการวินิจฉัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ให้คำแนะนำและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการปฏิบัติการทางด้านจุลินทรีย์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสิชล และคุณแม่มาลีวัลย์ แสนทำพล ที่ให้โอกาสในการศึกษา มาโดยตลอด พร้อมทั้งเป็นกำลังใจ และเป็นแบบอย่างที่ดีสอนให้รู้ถึงความพยายามและความอดทน ขอขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้อง และเพื่อนๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือ และสนับสนุนข้าพเจ้าเสมอมา คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

รัตนากร แสนทำพล

มีนาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	25
อุปกรณ์	25
วิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	62
สรุป	62
ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	64
ภาคผนวก	76
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	102

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การเปรียบเทียบองค์ประกอบที่สำคัญในนมแพะและนมโค	6
2 องค์ประกอบทางโภชนาการของนมพาสเจอร์ไรซ์	9
3 ผลวิเคราะห์การสูญเสียของวิตามินต่างๆหลังการให้ความร้อนแบบต่างๆ	13
4 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบทั้ง 4 ฟาร์ม	36
5 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบทั้ง 4 ฟาร์ม	38
6 ผลวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในนมแพะดิบของทั้ง 4 ฟาร์ม	39
7 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 1	41
8 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 2	43
9 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 3	45
10 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 4	47
11 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 1	51
12 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 2	51
13 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 3	52
14 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 4	52
15 เปรียบเทียบการสูญเสียขององค์ประกอบของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ ที่ผ่านการให้ความร้อนทั้ง 4 วิธี	54
16 แสดงผลของปริมาณแคลเซียม ในนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการให้ความร้อนที่ต่างกัน และเปรียบเทียบการสูญเสียแคลเซียม	56
17 แสดงองค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ในวันที่ 1 และวันที่ 7 ของการเก็บรักษา	58

สารบัญตาราง (ต่อ)**ตารางที่****หน้า**

- 18 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่พบในนมแพะ
 พาสเจอร์ไรซ์ของการเก็บรักษาในวันที่ 1 และวันที่ 7

61

สารบัญภาพ

ภาพที่

1	การย่อยสลายไขมันโดยเอนไซม์ไลเปส	12
---	---------------------------------	----

ภาพผนวกที่

1	การเลี้ยงแพะแบบขังคอกโดยวางกระบุงเพื่อป้องกันยูง	78
2	ตัดหญ้าสดมาให้แพะกิน และเสริมด้วยแร่ธาตุก้อนพร้อมกากเคี้ยว	78
3	มีการเลี้ยงแพะแบบขังคอกตลอดเวลาโดยมีที่ให้น้ำและอาหารอยู่ภายในคอก มีการยกพื้นคอกสูงเพื่อระบายอากาศและสะดวกในการทำความสะดวกมูลแพะ	79
4	มีการให้อาหาร ได้แก่ หญ้าสด และเสริมด้วยอาหารข้นบริษัทในตอนเช้าและบ่าย	79
5	การเลี้ยงแพะแบบขังคอกในตอนกลางวันและกลางคืน ส่วนตอนเช้าจะปล่อยให้ออกมากินอาหาร ทะเล็ม	80
6	ให้อาหารแพะกินในตอนเช้าและเย็น เช่น ข้าวโพดหมัก	80
7	เลี้ยงแพะแบบปล่อยแปลงทะเล็มแปลงหญ้าที่เตรียมไว้ตั้งแต่ตอนเช้าและด่อนกลับเข้าคอกในตอนบ่าย	81
8	ปล่อยแพะทะเล็มหญ้าในบริเวณเขตพื้นที่ฟาร์ม	81
9	ให้อาหารข้นแก่แม่แพะ ผู้ก้มเคี้ยวบริเวณคอ เพื่อเตรียมรีดนม	82
10	การให้ความร้อนวิธีที่ 1 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที (Direct heating)	84
11	การให้ความร้อนวิธีที่ 2 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที (Indirect heating)	85
12	การให้ความร้อนวิธีที่ 3 ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (Direct heating)	86
13	การให้ความร้อนวิธีที่ 4 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที (Indirect heating)	87
14	โคโลนีม่วงของ <i>E. coli</i>	91

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
15 โคโลนีสีชมพูของ Coliform	92
16 เชื้อ <i>Salmonella</i> spp. ที่เกิดขึ้นใน BPLS agar โคโลนีสีชมพู และ XLD agar โคโลนีสีดำ	93
17 โคโลนีของ <i>Bacillus cereus</i> จะมีสีเหลืองอ่อนปน มันวาว มีโซน	94
18 โคโลนีของ <i>Clostridium perfringens</i> จะมีสีดำขึ้นที่ฐานอาหาร	95

**การศึกษาคุณภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์
ตามวิธีการของเกษตรกรในพื้นที่เขตภาคกลาง
และภาคตะวันตกของประเทศไทย**

**Real Time Study on Raw and Pasteurized Goat Milk Quality
Produced by Farmers in Central and Western Parts of Thailand**

คำนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยของอาหารมากขึ้น เนื่องจากสภาพแวดล้อมและสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นวัตกรรมใหม่ๆ เข้ามามีส่วนในการพัฒนาระบบการผลิต เพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค ซึ่งนมแพะเป็นน้ำนมชนิดแรกที่มีมนุษย์นำมาบริโภคก่อนน้ำนมจากสัตว์ชนิดอื่น เนื่องจากมีความเชื่อว่านมแพะมีคุณสมบัติทางยา ใช้ดื่มเพื่อรักษาโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ และโปรตีนในนมแพะจะทำให้เม็ดเลือดขาวทำงานอย่างมีประสิทธิภาพจึงทำให้ภูมิคุ้มกันร่างกายดีขึ้น (Francois and Gaborit, 2001) และที่สำคัญนมแพะเป็นนมที่มีโอกาสก่อให้เกิดอาการแพ้ น้อยมาก เนื่องจากโปรตีนในนมแพะเป็นโปรตีนที่ใกล้เคียงกับนมคน และนมแพะมีขนาดของเม็ดไขมันเล็กมาก จึงทำให้ย่อยได้ง่าย และมีไขมันที่สำคัญ ได้แก่ คาโรติก ลาพริติก และคาพริก ซึ่งไขมัน 3 ตัวนี้ สามารถช่วยลดการสะสมของไขมันอุดตันในเส้นเลือดได้ (อนุวัตร, 2549) ผู้บริโภคที่มีความเชื่อว่าดื่มนมแพะดิบแล้ว สามารถให้ประโยชน์มากมาย โดยไม่คำนึงถึงอันตรายในนมแพะดิบ ได้แก่ พวกจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค หรือโรคสัตว์สู่คน ยาปฏิชีวนะ สารพิษตกค้างในนมแพะดิบ เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องนำนมแพะดิบมาผ่านการฆ่าเชื้อก่อนบริโภค (มานิตย์, 2549) แต่การบริโภคนมแพะของคนไทยยังจำกัดอยู่ในกลุ่มย่อย และไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก เนื่องด้วยระบบการผลิตนมแพะเป็นการผลิตขนาดเล็ก ภายในครัวเรือนและมาตรฐาน จึงแตกต่างจากนมโค จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนม มีวิธีการให้ความร้อนแก่นมแพะเพื่อการบริโภคที่แตกต่างกันไป เกษตรกรบางกลุ่มใช้วิธีการต้มนม หรือบางที่ใช้การพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งในแต่ละกระบวนการผลิตของแต่ละฟาร์มนั้นอาจแตกต่างหรือคล้ายกัน ความร้อนที่ให้แก่มนั้นอาจทำให้คุณค่าของสารอาหารที่เป็นประโยชน์ในนมแพะเสียไป หรืออาจมีเชื้อที่ทำให้เกิดโรคหลงเหลืออยู่ ดังนั้น

การเข้าใจถึงเรื่องของการใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการให้ความร้อนแก่น้ำมัน จะช่วยทำให้เกษตรกรผลิตนมที่มีคุณภาพ ปลอดภัย ตามหลักอาหารปลอดภัยได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งหวังให้เกษตรกรสามารถนำความรู้ที่ได้รับทางวิชาการเกี่ยวกับผลของความร้อนที่มีต่อน้ำมันไปใช้ประโยชน์ในการแปรรูปนมแพะเพื่อบริโภคหรือจำหน่าย และให้นักวิชาการนำความรู้ไปใช้เป็นแนวทางและส่งเสริมการผลิตนมแพะที่ดีและปลอดภัยแก่ผู้บริโภค นอกจากนี้ได้ศึกษาถึงปริมาณแคลเซียมที่เหลืออยู่ในนมพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย ผลกระทบของความร้อนที่มีต่อน้ำมัน อาจส่งผลต่อปริมาณแคลเซียมที่หลงเหลือในน้ำมันได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบ คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ตามวิธีการของเกษตรกร
2. เพื่อศึกษาถึงปริมาณแคลเซียมในนมแพะพาสเจอร์ไรซ์
3. เพื่อศึกษาถึงองค์ประกอบ คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ที่เก็บรักษาในวันที่ 1 และวันที่ 7

การตรวจเอกสาร

น้ำนมเป็นอาหารชนิดแรกของลูกแรกเกิดของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม น้ำนมนอกจากมีสารอาหารครบถ้วนตามความต้องการของสัตว์แรกเกิดเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตแล้ว ยังมีสารที่ให้ภูมิคุ้มกันด้วย โดยเฉพาะนมแพะมีลักษณะ โครงสร้างอาหารใกล้เคียงกับน้ำนมมารดา จึงเหมาะสำหรับเป็นอาหารแก่เด็กที่กำลังเจริญเติบโต (สมใจ, 2549) ซึ่งในทางเคมีนั้นน้ำนมแพะจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1. น้ำ (Water) ทำหน้าที่ให้ของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (total solid) และวิตามินบางชนิดละลายอยู่ในรูปสารละลายหรือสารแขวนลอย น้ำในน้ำนมมีประมาณ 87 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับของแข็งที่มีทั้งหมดในน้ำนม (กฤตยาและศรัยรัตน์, 2544)

2. ไขมันนม (Milk fat) ประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิด แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ กรดไขมันสายสั้น สายกลาง และสายยาว ในด้านโภชนาการพบว่ากรดไขมันสายสั้นและสายกลางจะถูกย่อยสลายได้เร็ว และถูกนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้ทันที ในขณะที่กรดไขมันสายยาว จะถูกนำไปเก็บสะสมไว้ใช้ในยามจำเป็น โดยจะสะสมอยู่ตามใต้ผิวหนังบริเวณท้องและใต้ (สมชัยและณิชารัตน์, 2547) ส่วนไขมันในนมแพะนั้นมีโมเลกุลขนาดเล็กที่ง่ายต่อการดูดซึม โดยขนาดของเม็ดไขมันในนมแพะมีขนาดเท่ากับ 2.76 ไมครอน ส่วนนมโค มีขนาด 3.51 ไมครอน ดังนั้นไขมันในนมแพะคุณสมบัติที่ดีในการกระจายตัวเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่จับตัวเป็นไข (cream) ดังนั้น นมแพะสามารถรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน (homogenize) โดยธรรมชาติ ในขณะที่นมโคต้องนำไปผ่านเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ จึงจะเกิดการเป็นเนื้อเดียวกันขึ้นได้ และนมแพะยังมีกรดไขมันชนิดพิเศษคือ คาโปริก (caproic) คาพริลิก (caprylic) และ คาพริก (capric) ซึ่งกรดไขมันทั้ง 3 ตัวนี้ กำลังได้รับความสนใจ เนื่องจากสามารถช่วยรักษาโรค เช่น โรคภาวะดูดซึมสารอาหารบกพร่อง ลำไส้เล็กทำงานผิดปกติ และช่วยสลายการสะสมคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด (มานิตย์, 2549) อีกทั้งกรดไขมันทั้ง 3 ตัวนี้อาจถูกปล่อยออกมาเป็นอิสระ โดยการย่อยสลายของเอนไซม์ไลเปสทำให้นมมีกลิ่นเฉพาะแบบนมแพะ (สมชัย และณิชารัตน์, 2547)

3. โปรตีน (Protein) นมแพะมีความเข้มข้นของโปรตีนสูงกว่านมโค โดยโปรตีนในนมแพะมีประมาณ 3.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโปรตีนส่วนใหญ่ประกอบด้วย เคซีน (casein) แอลฟาแลคโตอัลบูมิน (alpha-lactoalbumin) เบต้าแลคโตโกลบูลิน (beta-lactoglobulin) และโปรตีนชนิด

อื่นๆ เช่น เอนไซม์ต่างๆ และสารตั้งต้น (precursors) ในการสังเคราะห์โปรตีน คือ กรดอะมิโน (สุวรรณ, 2535) อีกทั้งในนมแพะมีสารอาหารครบ 5 หมู่ และยังประกอบด้วยกรดอะมิโนอีก 10 ชนิดที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งเป็นสารเคมีที่ร่างกายเอาไปสร้างโปรตีนเพื่อซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ แต่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาเองได้ (อนุวัตร, 2549) และในนมแพะจะมีส่วนประกอบของโปรตีน alpha-S1 casein ปริมาณน้อยกว่านมโค เมื่อทำปฏิกิริยาในกระเพาะอาหารจะเกิดเป็นก้อน curd ที่นุ่มกว่านมโค จึงทำให้นมแพะย่อยง่ายและรวดเร็วไม่ก่อให้เกิดภาวะภูมิแพ้เหมือนในนมโค (สมชัย และฉนิชารัตน์, 2547)

4. น้ำตาลแลคโตส (Lactose) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่พบมากที่สุดหรือน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งเป็นไดแซคคาไรท์ที่ประกอบด้วยกลูโคสและกาแล็คโตส ปริมาณของน้ำตาล แลคโตสของสัตว์แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน โดยในนมแพะจะมีน้ำตาลแลคโตสเป็นองค์ประกอบเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าในนมโคและนมมนุษย์ จึงส่งผลทำให้นมแพะมีความหวานน้อยกว่า และบทบาทที่สำคัญของน้ำตาลแลคโตส คือ ใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น นมผง เนย โยเกิร์ต เป็นต้น (สมใจ, 2549)

5. วิตามินและแร่ธาตุ (Mineral) นมแพะมีความสำคัญและจำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก แมกนีเซียม และโพแทสเซียม เป็นต้น ซึ่งในทางโภชนาการแล้วถือว่า แคลเซียมและฟอสฟอรัสมีความสำคัญมากที่สุดในด้านแร่ธาตุทั้งหมดในน้ำนม ส่วนวิตามินในนมแพะมีปริมาณวิตามิน เอ สูงกว่าในนมโค ซึ่งนมแพะจะเปลี่ยนคาโรทีน ทั้งหมดให้เป็นวิตามินเอ จึงทำให้นมแพะมีสีค่อนข้างขาวกว่านมโคซึ่งยังมีบางส่วนอยู่ในรูป แคโรทีนอยด์ (มานิตย์, 2549) อีกทั้งวิตามิน บี ในนมแพะมีระดับสูงกว่าในนมโค โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามิน บี 1 และบี 6 แต่บี 12 ต่ำกว่านมโค และวิตามินซี ทั้งในนมแพะและนมโคมีระดับต่ำ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญในนมแพะเปรียบเทียบกับนมโคดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบองค์ประกอบที่สำคัญในนมแพะและนมโค

องค์ประกอบ	นมแพะ	นมโค
สารอาหาร		
น้ำ (กรัม)	87	88
น้ำตาลแลคโตส (กรัม)	4.45	4.66
ไขมัน (กรัม)	4.14	3.34
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	11	14
โปรตีน (กรัม)	3.56	3.29
แร่ธาตุ (มิลลิกรัม)		
แคลเซียม	134	119
ฟอสฟอรัส	111	93
เหล็ก	0.05	0.05
แมกนีเซียม	14	13
โพแทสเซียม	204	152
วิตามิน		
วิตามินเอ (ยูนิต)	185	126
วิตามินบี 6 (มิลลิกรัม)	0.046	0.042
วิตามินบี 12 (ไมโครกรัม)	0.065	0.357
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	1.29	0.94

ที่มา: ดัดแปลงจาก Ensminger *et al.* (1995)

ประโยชน์ของนมแพะ

จากคุณสมบัติพิเศษของนมแพะที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก และมีค่า pH 6.4-6.7 เมื่อเข้าสู่ร่างกายสามารถย่อยและดูดซึมได้ง่าย อีกทั้งช่วยปรับสภาพของกระเพาะอาหารให้มีความเป็นกลาง ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ จากการทดลองของ Rutherford *et al.* (2006) ได้ทดลองเลี้ยงลูกสุกรด้วยนมแพะ เป็นเวลา 52 วัน พบว่าลูกสุกรมีไขมันสะสมตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย น้อยมากอย่างเห็นได้ชัด และมีความแข็งแรงของกระดูกเพิ่มขึ้น เพราะไขมันจากนมแพะย่อยง่ายจึงไม่สะสมในร่างกาย อีกทั้งนมแพะมีส่วนช่วยปรับสมดุลของระบบภูมิคุ้มกันเสริมสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานต่อการเกิดภูมิแพ้ในร่างกายและกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันโรคขึ้นจากกรดอะมิโน โปรตีนในนมแพะจะช่วยให้เซลล์เม็ดเลือดขาวทำงานได้ดีขึ้นประกอบกับวิตามินต่างๆ ที่มีส่วนช่วยเสริมระบบภูมิคุ้มกันให้ร่างกายด้วย (อนุวัตร, 2549) ส่วนผู้ที่ดื่มนมแล้ว เกิดอาการท้องเสีย ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะขาดน้ำย่อยแลคเตส นอกจากนี้นมแพะมีสาร Platelet Activating Acetyl Hydrolase ซึ่งสามารถสลายตัวต้นเหตุก่อภูมิแพ้ก่อนที่จะมีอาการแพ้ได้

ประเภทของการให้ความร้อนกับน้ำนม

การให้ความร้อนกับน้ำนมที่นิยมใช้ในปัจจุบัน สามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ตามกรรมวิธีได้ 3 ประเภท คือ

1. พาสเจอร์ไรซ์แช่เย็น (pasteurization) เป็นการให้ความร้อนแก่น้ำนมที่ความร้อนไม่สูงมาก ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

- 1.1 Low temperature long time (LTLT) pasteurization เป็นการพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมที่ใช้กันมาเป็นเวลานาน เครื่องมือพาสเจอร์ไรซ์ประกอบด้วยถังเหล็กปลอดสนิมสองชั้นสวมกัน ความจุของถังถึงด้านในประมาณ 200-1500 ลิตร ช่องว่างระหว่างถังสองใบมีน้ำร้อนหรือไอน้ำไหลวนเวียน ภายในถังมีเครื่องกวนที่หมุนด้วยมอเตอร์ การให้ความร้อนอาจกระทำโดยระบบอัดโน้มติหรือใช้คนควบคุม อุณหภูมิที่ใช้อยู่ระหว่าง 62.8 – 65.6 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 นาที หลังจากนั้นทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (Hall and Trout, 1968)

- 1.2 High temperature short time (HTST) pasteurization เป็นวิธีการพาสเจอร์ไรซ์แบบต่อเนื่องโดยทั่วไปนิยมใช้ระบบ plate pasteurization โดยน้ำนมดิบไหลผ่านแผ่นเหล็กดังกล่าว

ถูกทำให้ร้อนถึงอุณหภูมิ 72 – 75 องศาเซลเซียส นาน 15 ถึง 20 วินาที จากนั้นทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว แผ่นเหล็กที่ใช้ถ่ายเทความร้อน และความเย็นนี้ เรียกว่าแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนหรือ plate heat exchanger เป็นวิธีที่นิยม และมีประสิทธิภาพสูง (Anonymous, 1995)

2. สเตอริไรซ์เซชัน (sterilization) คือ กระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อนสูงในการทำลายจุลินทรีย์และสปอร์ ทำให้อาหารที่ผ่านการสเตอริไรซ์สามารถเก็บได้นานมากกว่า 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง ในการผลิตน้ำนมสเตอริไรซ์ โดยน้ำนมจะต้องผ่านกรรมวิธีการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท และผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 วินาที โดยมีความดันเข้ามาเกี่ยวข้องกับเพื่อถนอมรักษาน้ำนมให้สามารถเก็บได้นานเท่าที่ต้องการในทางการค้า และมีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์หรือสารพิษ ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค (Hinrichs and Rademacher, 2003)

3. ยูเอช ที (Ultra high temperature, UHT) คือ กระบวนการแปรรูปนมที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 135 – 140 องศาเซลเซียส ในเวลาไม่น้อยกว่า 1 วินาที (ประกาย, 2526) UHT ได้รับการพัฒนามาจากระบบ HTST ในทางปฏิบัติให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 137 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที แล้วทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 140 องศาเซลเซียส นานครึ่งวินาที นมที่ผ่านเครื่องให้ความร้อนมีความดัน 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทำให้ไหลเร็วมากจึงไม่ทำให้นมไหม้บนแผ่นถ่ายเทความร้อน ถ้าบรรจุนมนี้ในภาชนะบรรจุที่ปลอดภัยจากเชื้อ และปิดสนิท เรียกนมชนิดนี้ว่า นมยูเอชที ซึ่งมีอายุการเก็บนานกว่านมสดธรรมดา (Early, 1998)

กระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรซ์

การพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมในปัจจุบันมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (pathogens) ทำลายเอนไซม์ (enzyme) ปรับปรุงคุณภาพ และยืดเวลาในการเก็บรักษาตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 267 (2545) ได้ให้คำจำกัดความของนมพาสเจอร์ไรซ์ว่าเป็นนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือทำให้ร้อนไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 16 วินาที แล้วจึงทำให้เย็นลงทันทีที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า (Carpenter, 1967) ซึ่งองค์ประกอบของน้ำนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางโภชนาการของนมพาสเจอร์ไรซ์

องค์ประกอบ	ปริมาณสารอาหาร (ต่อ 100 กรัม นำนมไขมันเต็ม)
โปรตีน	3.2
ไขมัน	3.9
คาร์โบไฮเดรต (น้ำตาล)	4.6
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	115
คลอไรด์ (มิลลิกรัม)	100
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม)	11
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	130
โซเดียม (มิลลิกรัม)	60
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	52
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.04
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.17
วิตามินบี 6 (มิลลิกรัม)	0.06
วิตามินบี 12 (ไมโครกรัม)	0.4
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	1.5
วิตามินดี (ไมโครกรัม)	0.03
วิตามินอี (มิลลิกรัม)	0.08
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	66

ที่มา: Early (1998)

การพาสเจอร์ไรซ์แบบคริวเรือน

เป็นวิธีการแบบง่ายๆ ที่สามารถทำได้เอง โดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในครัวเรือน เช่น การพาสเจอร์ไรซ์นมด้วยหม้อธรรมดา โดยใช้หม้อ 2 ชั้นที่มีน้ำหล่ออยู่ระหว่างหม้อ จะช่วยไม่ให้น้ำมันไหม้เนื่องจากความร้อนโดยตรง มีการกวนนมในระหว่างที่ต้มตลอดเวลา และใช้เทอร์โมมิเตอร์คอยตรวจอุณหภูมิของน้ำมัน โดยให้มีอุณหภูมิสูงถึง 63 องศาเซลเซียส แล้วลดไฟลงเพื่อทำให้อุณหภูมิของน้ำมันคงที่นาน 30 นาที หลังจากนั้นทำให้เย็นลงโดยเร็ว แล้วจึงบรรจุในภาชนะที่เหมาะสมต่อไป (ชวนิศนดากร, 2527) ซึ่งการให้ความร้อนในน้ำมัน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้ความร้อนโดยตรง (Direct heating) คือ การให้ความร้อนแก่น้ำมันที่ใส่ภาชนะแล้วสัมผัสกับแหล่งให้ความร้อน เช่น การต้ม หรือการพ่นลมเข้าไปในไอน้ำ (ประกาย, 2526) ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางอาหารลงและเกิดวงแหวนสีน้ำตาลรอบๆ ภาชนะเนื่องจากน้ำตาลในน้ำมันได้รับอุณหภูมิสูงทำให้น้ำมันไหม้ และมีรสขม (เข้มทอง, 2538)

2. การให้ความร้อนแก่น้ำมันโดยมีสื่อกลาง (Indirect heating) คือ การให้ความร้อนแก่น้ำมันโดยอาศัยวิธีการถ่ายเทความร้อนจากตัวนำความร้อน ได้แก่ plate heat exchanger หรือ tubular heat exchanger ซึ่งน้ำมันจะผ่านบนพื้นผิวโลหะที่ได้รับความร้อนมาจากอีกด้านหนึ่ง อาจเป็นท่อหรือแผ่นโลหะปลอดสนิม สำหรับถ่ายเทความร้อน (ประกาย, 2526) วิธีการให้ความร้อนแบบนี้ทำให้สารอาหารในน้ำมันมีการสูญเสียเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับการให้ความร้อนโดยตรง

ระดับความร้อนที่ใช้นี้จะทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเท่านั้น ไม่ได้ฆ่าจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่ยังคงอยู่ได้เป็นพวกที่ทนอุณหภูมิสูงได้ดี รวมทั้งกลุ่มจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ และพวกที่ไม่ก่อให้เกิดโรค แต่ทำให้อาหารบูดเสีย จึงต้องเก็บในตู้เย็นเท่านั้น

ขอบเขตของการทำลายจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับปัจจัยร่วมกันของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อ อุณหภูมิและเวลาน้อยที่สุดที่ต้องการสำหรับการพาสเจอร์ไรซ์น้ำมันอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาระยะเวลาที่ทำให้จุลินทรีย์ลดจำนวนลง 1 log cfu/ml (Thermal Death Time) (พรเพชร, 2549)

วิธีการพาสเจอร์ไรซ์ เป็นการฆ่าเชื้อที่ใช้ความร้อนไม่สูงมาก ทำให้การสูญเสียสารอาหารมีน้อย แต่เนื่องจากยังมีจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อให้เกิดโรคอยู่ จึงจำเป็นต้องเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส (นิรัตน์, 2538) เพื่อควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เหล่านั้น หากจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนขึ้นจะนำสารอาหารต่างๆ ไปใช้ และทำให้น้ำนมเกิดการเน่าเสีย

การตรวจสอบว่าน้ำนมได้รับการพาสเจอร์ไรซ์มาอย่างถูกต้องหรือไม่นั้น ใช้เอนไซม์ แอลคาไลน์ฟอสฟาเตส (Alkaline phosphatase enzyme) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำนมดิบตามธรรมชาติเป็นตัวบ่งชี้ การพาสเจอร์ไรซ์ที่สมบูรณ์จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นี้จนถึงระดับต่ำที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีมาตรฐาน (Anonymous, 1998)

ผลของการให้ความร้อนที่มีต่อคุณสมบัติของน้ำนม

เมื่อให้ความร้อนกับน้ำนม ย่อมทำให้ส่วนประกอบของนมเปลี่ยนแปลงไปไม่มากนักน้อย การเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบแต่ละชนิด หรือการทำปฏิกิริยาระหว่างกันมีผลต่อโภชนาการ คุณสมบัติทั้งทางฟิสิกส์ และทางเคมีของน้ำนม (Jenness and Patton, 1959) ดังนี้

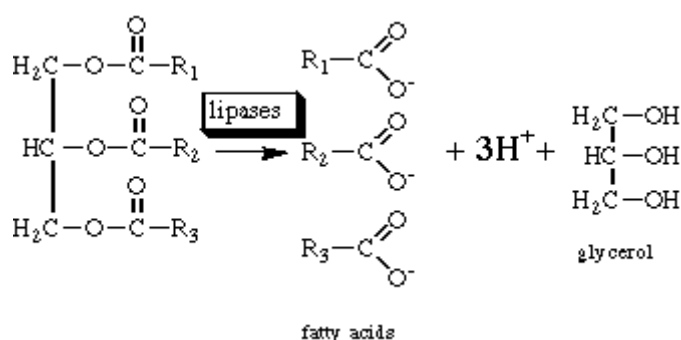
1. โปรตีน

โปรตีนในน้ำนมเกิดการแปรสภาพเมื่อได้รับความร้อน ถ้าน้ำนมได้รับความร้อนสูงมากจะเกิดการเกาะตัวของโปรตีนบริเวณพื้นผิวที่มีการถ่ายเทความร้อนไปให้น้ำนม โดยทั่วไปนมที่ถูกความร้อนจะเกิดสารเชิงซ้อนระหว่าง อัลบูมิน โกลบูลิน และเคซีน (Hall and Trout, 1968) ซึ่งสอดคล้องกับ Ling (1956) รายงานว่าความร้อนมีผลทำให้นมตกตะกอน ยิ่งอุณหภูมิในการให้ความร้อนสูงทำให้เกิดการตกตะกอนได้มากขึ้น Jenness and Patton (1959) รายงานว่า ความร้อนอาจทำให้สูญเสีย กรดอะมิโนที่จำเป็นบางชนิด เช่น lysine และ กรดอะมิโนที่มีหมู่ sulfur ได้แก่ cysteine, methionine ไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่คุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนจะลดลงน้อยมาก

2. ไขมัน

การแปรสภาพของไขมันโดยความร้อน คือ การทำลายเอนไซม์ เช่น เอนไซม์ไลเปส (lipase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ย่อยไขมัน (Robinson, 1990) ทำให้เกิดไขมันอิสระขึ้น เช่น กรดบิวทีริก

อาจทำให้นมมีกลิ่นหืน ปฏิกิริยาการเกิดแสดงดังภาพที่ 1 ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาของไลเปสลดลง และเอนไซม์นี้ถูกทำลายที่อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ จุลินทรีย์บางชนิดที่ปะปนอยู่ในน้ำนมสามารถทำให้การทำงานของไลเปสและโปรติเอสในแบคทีเรียพวก psychrotrophic ลดลงได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ (Robinson, 1990) ถึงแม้ว่าการพาสเจอร์ไรซ์สามารถทำลายจุลินทรีย์ดังกล่าวได้ แต่การพาสเจอร์ไรซ์ไม่สามารถทำลายกลิ่นเหม็นหืนที่มีอยู่ในน้ำนมดิบได้ (ปรียา, 2524)



ภาพที่ 1 การย่อยสลายไขมันโดยเอนไซม์ไลเปส

ที่มา: ปรียา (2524)

3. น้ำตาลแลคโตส

น้ำตาลแลคโตสมีการสลายตัวบ้างเล็กน้อยเมื่อนมได้รับความร้อน โดยแตกตัวออกมาเป็นสารประกอบต่างๆ เช่น ไฮดรอกซีเมทิลฟอรัล (Hydroxy methylfurfural, HMF) สาร HMF ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนต่างๆ ของเคซีน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไลซีน (lysine) เกิดเป็นสารประกอบประเภทไนโตรจีนัสโพลีเมอร์ (nitrogenous polymer) สารพวกนี้บางชนิดมีสีน้ำตาล (ทองยศ, 2527; ปรักาย, 2526)

4. วิตามินและแร่ธาตุ

นมเมื่อได้รับความร้อนจะสูญเสียวิตามินไปมากขึ้นอยู่กับชนิดของวิตามิน และความรุนแรงของการให้ความร้อน โดยวิตามินและแร่ธาตุบางส่วนจะเกาะอยู่บนพื้นผิวของวัตถุที่ถ่ายเท

ความร้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิตามินซี ซึ่งมีความไวต่อความร้อนมากกว่าวิตามินชนิดอื่นๆ (ประกาย, 2526)

เกรียงศักดิ์และรุ่งทิพย์ (2541) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันดิบ และนมพร้อมดื่ม พบว่าปริมาณกรดอะมิโน 18 ชนิด ในน้ำมันดิบ และนมพร้อมดื่มทุกชนิดไม่แตกต่างกัน แต่ปริมาณวิตามินบี 1 บี 2 บี 6 กรดโฟลิก และวิตามิน เอ ในนมดิบ มีสูงกว่าในนมพร้อมดื่มทุกชนิด แสดงว่าวิตามินเหล่านี้ถูกทำลายโดยความร้อน และยังให้ความร้อนมาก ยิ่งถูกทำลายมาก วิตามินซี ซึ่งมีความไวต่อความร้อนมากกว่าวิตามินชนิดอื่น จะมีการสูญเสียประมาณร้อยละ 20 ของปริมาณที่มีอยู่เดิมในน้ำมัน (Hall and Trout, 1968; สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2538)

นอกจากนี้ Hall and Trout (1968) กล่าวว่า การพาสเจอร์ไรซ์ไม่มีผลต่อแคลเซียม โปรตีน วิตามินบี 2 และวิตามิน เอ ส่วนการพาสเจอร์ไรซ์โดยวิธีการ High Temperature Short Time (HTST) มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของนมเพียงเล็กน้อย แต่สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2538) รายงานว่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของไทอามีน ซึ่งเป็นวิตามินที่ไม่ทนความร้อน และวิตามินบี 12 ถูกทำลายจากการสเตอริไรซ์ ซึ่งการสูญเสียวิตามิน อันเนื่องมาจากการรวมวิธีการให้ความร้อนแบบต่างๆ แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์การสูญเสียของวิตามินหลังการให้ความร้อนแบบต่างๆ

ปริมาณ	ไทอามีน		วิตามินบี 12		วิตามินซี	
	ไมโครกรัม	เปอร์เซ็นต์	ไมโครกรัม	เปอร์เซ็นต์	ไมโครกรัม	เปอร์เซ็นต์
	/ 100 กรัม	สูญเสีย	/ 100 กรัม	สูญเสีย	/ 100 กรัม	สูญเสีย
นมดิบ	45	-	0.3	-	2	-
นม HTST	42	<10	0.3	<10	1.8	10
นมสเตอริไรซ์	30	35	มีน้อย	>90	1	50
นม UHT	42	<10	0.24	20	1.8	10

ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2538)

หมายเหตุ นม High Temperature Short Time (HTST) นมสเตอริไรส์ และนม Ultra High Temperature (UHT) เริ่มต้นมาจากตัวอย่างนมดิบเดียวกัน

การทำให้หนังได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์ และทางเคมีของ ส่วนประกอบในหนัง ซึ่งจะเกิดผลรวมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หนังด้วย การเปลี่ยนแปลงที่พบ เห็นเป็นประจำในเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับหนัง คือ การเพิ่มหรือลดความหนืดของหนัง (viscosity) การเป็นวุ้น (gelation) และการแข็งตัวของหนัง (coagulation) เป็นต้น (ประกาย, 2526)

ความสำคัญของแคลเซียม

แคลเซียม เป็นแร่ธาตุที่มีมากที่สุดในร่างกาย โดยแคลเซียมทั้งหมดที่มีในร่างกาย 99 เปอร์เซ็นต์ อยู่ที่กระดูกและฟัน ซึ่งทำให้กระดูกและฟันแข็งแรง ส่วนอีก 1 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในเนื้อเยื่อ ต่างๆ และของเหลวในร่างกาย ซึ่งมีความจำเป็นต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ การหดตัวของกล้ามเนื้อและกระตุ้นการส่งผ่านของระบบประสาท หน้าที่หลักของแคลเซียม คือ ทำหน้าที่ เป็นโครงสร้างของกระดูกและฟัน (เสาวนีย์, 2532; McCarron and Reusser, 1999)

แคลเซียม เป็นส่วนประกอบสำคัญของกระดูก ฟัน และเนื้อเยื่อต่างๆ หน้าที่สำคัญของ แคลเซียม คือ การสร้างกระดูก ซึ่งกระดูกทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของร่างกาย รักษารูปร่างและ ลักษณะของร่างกายให้สวยงาม อีกทั้งยังเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ เป็นเกราะป้องกันอวัยวะ ภายในต่างๆ ของร่างกายไม่ให้ได้รับความกระทบกระเทือน ช่วยในการทำงานของเซลล์ เช่น ช่วย การแข็งตัวของเลือด ทำให้เลือดที่ไหลออกจากบาดแผลเกิดแข็งตัวหยุดไหลได้ การช่วยให้การ ทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจปกติ และการส่งสัญญาณประสาทที่ถูกต้อง รักษาความสมดุลของกรด ด่างในเลือด และความดันโลหิตให้ปกติ นอกจากนี้แคลเซียม ยังช่วยทำให้กระบวนการต่างๆ ใน ร่างกายทำงานได้อย่างปกติ เช่น ระบบของกล้ามเนื้อ ระบบประสาท และระบบของภูมิคุ้มกัน ปัจจุบันแคลเซียมมีบทบาทมากขึ้น โดยถูกนำมาใช้ในทางการแพทย์ สำหรับการป้องกันโรคกระดูก พรุน (osteoporosis) โรคกระดูกในลำไส้ใหญ่ ช่วยลดไขมันในเลือด ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยให้ระบบ ประสาทคลายตัว เป็นยานอนหลับตามธรรมชาติได้เป็นอย่างดี (อนุวัตร, 2549) นอกจากนี้ยังช่วย ชะลอความแก่ได้ โดยอาศัยคุณสมบัติการทำงานของแคลเซียม (นิรนาม, 2548) นอกจากนี้ยัง พบว่าแคลเซียมในหนังและมีฤทธิ์กระตุ้นภูมิคุ้มกันได้อีกด้วย โดยพบว่าแคลเซียม ช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพการทำงานของเม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ ในการจับเกาะสิ่งแปลกปลอม เพิ่มการหลั่ง สารตัวกลางปฏิกิริยาการสร้างภูมิคุ้มกัน ในต่างประเทศยังมีการศึกษาพบว่า แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่ เร่งการเผาผลาญไขมันในเซลล์ไขมัน และสามารถยับยั้งการสะสมไขมันโดยควบคุมการทำงานของ ยีนทำให้เกิดโรคอ้วนได้ (นิรนาม, 2549) นอกจากนี้ วิตามินดีช่วยเพิ่มการดูดซึมแคลเซียมจาก

ถ้าใส่เข้าสู่กระแสเลือด ดังนั้นการได้รับโภชนาแบบสมดุลจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารโภชนา นมแพะมีวิตามินดีสูงกว่านมโคถึง 4 เท่า จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้แคลเซียมในนมแพะถูกดูดซึม ได้ดีกว่า และทำให้มีกระดูกที่แข็งแรงกว่า (สมชัยและนิจารัตน์, 2548)

จากการศึกษาพบว่าคนไทยได้รับแคลเซียมจากอาหารในชีวิตประจำวัน โดยเฉลี่ยวันละ 360 มิลลิกรัมต่อวัน ในขณะที่ความต้องการต่อวันสูงถึง 800 มิลลิกรัมต่อวัน ทำให้เกิดภาวะเสี่ยงต่อ การเป็นโรคกระดูกพรุนสูง (อนุวัตร, 2549) จึงควรเสริมด้วยแคลเซียมจากนํ้านม โดยเฉพาะนํ้านม แพะเพราะร่างกายสามารถดูดซึมได้ดี โดยนํ้านมแพะมีปริมาณแคลเซียมสูงมากกว่า 100 มิลลิกรัม ใน 100 กรัม ของนํ้านม ซึ่งมีปริมาณสูงกว่านํ้านมทั่วไป จึงทำให้เนื้อกระดูกแน่นขึ้น (Lipkin and Newmark, 1999)

การตรวจคุณภาพของนํ้านม

นํ้านมเป็นสารที่มีคุณค่าทางอาหารครบถ้วน ซึ่งให้ประโยชน์แก่ร่างกาย ดังนั้นนํ้านมที่จะ นำมาแปรรูปเป็นนมพร้อมดื่มหรือผลิตภัณฑ์นม จึงต้องเป็นนํ้านมที่มีคุณภาพดี ซึ่งนํ้านมที่มี คุณภาพดี หมายถึง นํ้านมที่เหมาะสมกับการบริโภค และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมต่างๆ โดย พิจารณาคุณภาพของนํ้านม ได้หลายประการ คือ (1) องค์ประกอบในนํ้านมซึ่งจะบอกถึงคุณค่าทาง โภชนาการของนํ้านม (2) การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ การปนเปื้อนของเซลล์ต่างๆ จากตัวสัตว์และ ฝุ่นละออง (3) การตกค้างของสารพิษ (นิรนาม, 2548ข)

การตรวจสอบคุณภาพนํ้านมดิบและนมพาสเจอร์ไรซ์มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกัน ความสะดวก บริสุทธิ์ ลักษณะที่ผิดปกติ คุณภาพทางด้านสุขศาสตร์ องค์ประกอบของนํ้านม การปลอมปน การปนเปื้อนของสารต่างๆ และการเปลี่ยนแปลงของจุดเยือกแข็ง เป็นต้น ซึ่งวิธีการ ตรวจสอบคุณภาพนํ้านม มี 2 ประเภท ดังนี้

1. การตรวจคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี (Physical and Chemical tests) ในนํ้านม ดังนี้

1.1 ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ของนํ้านม ในปริมาตรที่เท่ากันระหว่างน้ำกับ นํ้านม นํ้านมจะหนักกว่าน้ำ เพราะองค์ประกอบนํ้านมทั้งหมด ยกเว้นไขมัน มีความถ่วงจำเพาะ มากกว่าน้ำ โดยปกตินํ้านมที่มีไขมันมากจะมีความถ่วงจำเพาะต่ำ เพราะส่วนประกอบของ

องค์ประกอบน้ำนมไม่รวมไขมันจะหนักกว่าน้ำ (สุวรรณ, 2535) เนื่องจากความถ่วงจำเพาะของน้ำนมจะแปรผันตรงกับปริมาณของส่วนประกอบที่เป็นของแข็งในน้ำนม เช่น ของแข็งไม่รวมไขมัน น้ำ และแปรผกผันกับปริมาณไขมันนม (วิพิชญ์, 2541)

1.2 จุดเยือกแข็ง (freezing point) จุดเยือกแข็งของน้ำนมมีค่าค่อนข้างคงที่ การลดต่ำลงของอุณหภูมิจุดเยือกแข็งบ่งบอกถึงการปลอมปนน้ำลงในน้ำนม จุดเยือกแข็งของน้ำนมขึ้นอยู่กับจำนวนไอออน หรือจำนวนโมเลกุลของของแข็งที่ละลายอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลูโคสและน้ำตาลแลคโตส สารประกอบโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ไขมัน และแคลเซียมฟอสเฟตไม่มีผลต่อจุดเยือกแข็ง (วรรณ และวิบูลศักดิ์, 2531)

1.3 การตรวจสอบการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ (alcohol test) เป็นการทดสอบความเสถียรภาพของโปรตีน ซึ่งน้ำนมที่มีคุณภาพดีจะไม่ตกตะกอนกับแอลกอฮอล์ที่เข้มข้น 68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป เพราะใช้ง่าย สะดวก รวดเร็ว (วิพิชญ์, 2541)

1.4 การตรวจสอบความเป็นกรดของน้ำนม (determination of acidity of milk) น้ำนมปกติมีความเป็นกรดเล็กน้อย คือ มี pH 6.6 ถ้ามีจุลินทรีย์ในน้ำนมเป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้จะเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสบางส่วนในน้ำนมให้เป็นกรดแลคติก น้ำนมมีความเป็นกรดสูงทำให้เคซีน (casein) ไม่อยู่ตัวเมื่อถูกความร้อนหรือทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ (Connor, 1995)

1.5 การตกตะกอนเมื่อต้มเดือด (clot on boiling test, C.O.B. test) เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมเพื่อยืนยันผลการตรวจด้วยแอลกอฮอล์ การตรวจใช้วิธีง่ายๆ คือ ถ้าน้ำนมเกิดตะกอนจับตัวกัน เมื่อแช่ในน้ำร้อนหรือต้มเดือด แสดงว่าน้ำนมมีความเสถียรภาพของโปรตีนไม่ดี สามารถถูกสลาย (denature) ด้วยความร้อนได้ง่าย (วิพิชญ์, 2541)

1.6 การตรวจสอบแอลคาไลน์ฟอสฟาเตส (alkaline phosphatase test) เป็นวิธีการที่สามารถตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว กฎหมายจึงบังคับให้ใช้แอลคาไลน์ฟอสฟาเตสในการตรวจสอบเพื่อควบคุมกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ของน้ำนมว่าผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์อย่างสมบูรณ์หรือไม่ ซึ่งผลการตรวจจะต้องให้ผลลบจากการตรวจสอบเอนไซม์แอลคาไลน์ฟอสฟาเตสในน้ำนม (สมใจ, 2549)

1.7 การตรวจหาปฏิชีวนะและยาต้านจุลชีพตกค้างในน้ำนม (detection of antibiotic residues) เนื่องจากมีการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อการรักษาโรคและเพิ่มประสิทธิภาพต่อตัวสัตว์ จึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบน้ำนมดิบ หรือผลิตภัณฑ์นม เพื่อควบคุมคุณภาพของน้ำนมให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยใช้ชุดทดสอบหาปฏิชีวนะและยาต้านจุลชีพในนมและผลิตภัณฑ์นมโดยชุดทดสอบเบื้องต้นที่ใช้กันทั่วไป เช่น Delvotest (ประพฤษ, 2546)

2. การตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์ในน้ำนม (bacteriological tests) การตรวจจุลินทรีย์ในน้ำนมส่วนใหญ่ เป็นแบคทีเรียซึ่งมีทั้งก่อให้เกิดโรคและไม่ก่อให้เกิดโรค กฎหมายกำหนดให้มีการตรวจสอบจุลินทรีย์ในน้ำนม โดยเฉพาะในนมพาสเจอร์ไรซ์ จะต้องไม่พบแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคเลย ซึ่งในการตรวจสอบจุลินทรีย์ในน้ำนม แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.1 การตรวจสอบนับจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยตรง (standard plate count, SPC) เป็นการตรวจสอบจุลินทรีย์ในน้ำนม โดยการเลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อก่อน แล้วนับจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ต้องทราบปริมาณของน้ำนมที่ใช้ การทดสอบนี้ไม่ได้ตรวจนับจำนวนเซลล์จุลินทรีย์ที่แท้จริงทั้งหมด แต่นับจำนวนโคโลนีบนอาหารวุ้น ถือว่าเป็นวิธีที่มีความแม่นยำและความน่าเชื่อถือสูงกว่าวิธีอื่น แม้ว่าจะตรวจสอบได้เฉพาะแบคทีเรียที่ต้องการอากาศหรือ aerobic bacteria และ facultative anaerobic mesophilic bacteria (Diliello, 1982) แบคทีเรียบางชนิดต้องการอาหารวุ้นเฉพาะ และอุณหภูมิบ่มอาจไม่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ทุกชนิด ดังนั้น SPC จึงถือว่าเป็นวิธีมาตรฐาน (ทองยศ, 2527; วรรณ, 2538) และอีกวิธีหนึ่งที่ปัจจุบันใช้กันมากคือ การประมาณจำนวนจุลินทรีย์สูงสุดที่เจริญได้ในตัวอย่าง (Most Probable Number, MPN) เป็นวิธีที่ง่ายต่อการทดสอบ ใช้ระยะเวลาสั้น ประหยัดค่าใช้จ่าย แต่ความแม่นยำน้อยกว่าวิธี SPC (ประพฤษ, 2546)

2.2 การตรวจสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยทางอ้อม (dye reduction test) เป็นการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมในด้านปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ โดยอาศัยปฏิกิริยาของกระบวนการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ ซึ่งวิธีที่นิยมใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำนม ได้แก่

2.2.1 เมทิลีนบลู (methylene blue reduction test, MBRT) เป็นวิธีทดสอบที่นิยมใช้กัน ซึ่งหลักการเปลี่ยนสีเมทิลีนบลู คือในสถานะที่มีออกซิเจน สารละลายเมทิลีนบลูผสมกับน้ำนมจะได้สารละลายสีน้ำเงิน แบคทีเรียในน้ำนมต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต ทำให้

ออกซิเจนในน้ำนมลดลง (Foster *et al.*, 1961) เมทิลีนบลูจะเปลี่ยนเป็น leuco- methylene blue ซึ่งไม่มีสี ทำให้เห็นสีขาวของนม (Diliello, 1982)

2.2.2 ริซาซูริน (resazurin test) การทดสอบริซาซูรินใช้หลักการ oxidation-reduction โดยใช้หลักการเดียวกันกับวิธีเมทิลีนบลู แต่ใช้เวลาในการอ่านผลเร็วกว่า การทดสอบริซาซูรินไม่จำเป็นต้องคอยให้มีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีขาวที่สมบูรณ์ แต่อาจกำหนดเวลาเป็นหลัก โดยทั่วไปนิยมใช้ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างนมมาเปรียบเทียบกับจานสีมาตรฐานของโลวิบอนด์ (Lovibond comparasion) (Diliello, 1982)

2.3 การตรวจจุลินทรีย์ที่สำคัญในนมดิบและนมพาสเจอร์ไรซ์ เช่น *E.coli*, Coliform, thermophilic bacteria, psychophilic bacteria เป็นต้น (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2545)

จุลินทรีย์ที่พบในนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์

น้ำนมถือว่าเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงเหมาะสมในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้เป็นอย่างดี โดยทั่วไปแล้วน้ำนมที่ได้จากสัตว์ที่มีสุขภาพดี จะต้องสะอาดปราศจากสิ่งปนเปื้อนและเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ (บัญญัติ, 2542) แต่ยังสามารถพบเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบและจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ อาหารสัตว์ ปุ๋ย เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดนม น้ำคนรีดนม และเต้านมของสัตว์ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถพบเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ เนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น น้ำนมดิบไม่มีคุณภาพ อาจได้จากฟาร์มที่มีการจัดการในการรีดนมไม่ถูกสุขลักษณะ หรือเป็นน้ำนมที่ผลิตจากโรงงาน ที่มีเครื่องมือและภาชนะบรรจุสกปรก หรือทำการพาสเจอร์ไรซ์ไม่ถูกต้องโดยใช้อุณหภูมิและเวลาไม่เหมาะสม และอุณหภูมิที่ใช้ในการแช่เย็นน้ำนมไม่เหมาะสม เป็นต้น (บุษกร, 2545) ซึ่งจุลินทรีย์ที่มีต้นกำเนิดอยู่ในนมดิบและนมพาสเจอร์ไรซ์ สามารถจำแนกได้ตามคุณลักษณะของแกรม แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบคทีเรียในกลุ่มแกรมลบ ได้แก่

1.1 ซัลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) เชื้อ *Salmonella* เป็นแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นท่อนไม่สร้างสปอร์ ข้อมติคสีแกรมลบสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลาที่อยู่รอบตัว ยกเว้น *S. gallinarum* และ *S. pullorum* เจริญได้ดีในสภาวะที่มีออกซิเจน อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการ

เจริญเติบโตของ *Salmonella* ประมาณ 37 องศาเซลเซียส ช่วงค่าความเป็นกรด-เบส ในการเติบโต อยู่ระหว่าง 4.1-9.0 ส่วนค่า A_w มีค่าเท่ากับ 0.93-0.95 และเชื้อ *Salmonella* มีความสามารถในการทน ความร้อน แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิด สายพันธุ์ และผลจากสิ่งแวดล้อมในการเจริญเติบโต สำหรับการติดเชื้อในมนุษย์นั้นส่วนมากจะได้รับเชื้อปะปนมากับน้ำ นม และอาหาร ซึ่งเป็นพาหะของ เชื้อ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เชื้อ *Salmonella* เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วงประกอบกับเชื้อ มีอัตราการแพร่ระบาดสูง สำหรับอาการของโรค salmonellosis ที่พบได้ทั่วไปคือ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน ปวดศีรษะ ปวดท้อง มีไข้ หนาวสั่น และอ่อนเพลีย ความรุนแรงของอาการที่เกิดขึ้น นั้น จะแตกต่างกันไปตามปริมาณเชื้อที่บริโภคเข้าไป ชนิดของเชื้อที่บริโภค และความต้านทานของ ผู้บริโภค ถ้าหากเป็นผู้สูงอายุ หรือเด็กทารก จะพบว่าอาการจะมากกว่าคนในวัยอื่นที่บริโภคเชื้อ ชนิดเดียวกันเข้าไปในปริมาณที่เท่ากัน (Michael and Dean, 1990)

เชื้อ *Salmonella* ไม่สามารถอยู่รอดได้ในนมพาสเจอร์ไรซ์ แต่จากการรายงานของ Adams (1984) พบว่า ในปี 1984 เกิดโรคอาหารเป็นพิษระบาดใน Kentucky โดยมีสาเหตุมาจากการ บริโภคนมพาสเจอร์ไรซ์ จากการตรวจสอบพบว่า กระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรซ์ ไม่เหมาะสม โดยใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 54.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซึ่งถือว่าการใช้อุณหภูมิที่ไม่ เพียงพอ ทำให้มีการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในนมพาสเจอร์ไรซ์

1.2 อีโคไล (*E. coli*) และโคลิฟอร์ม (coliform) เป็นแบคทีเรียที่จัดอยู่ในวงศ์ *Enterobacteriaceae* ติดสีแกรมลบ รูปท่อน แยกได้จากลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น และแพร่กระจาย ทั่วไปในธรรมชาติ (สุมาลี, 2535) ไม่สร้างสปอร์ ต้องการอากาศแบบแฟกัลทีฟแอนแอโรบ (facultative anaerobic) (บุษกร, 2545) โดยเฉพาะเชื้อ *E. coli* สายพันธุ์ O157:H7 จะเข้าสู่ร่างกาย โดยการปนเปื้อนไปกับอาหารและน้ำ เชื้อจะใช้เวลาฟักตัว 1-8 วัน แต่โดยทั่วไปประมาณ 3-5 วัน ซึ่งทำให้เกิดเลือดออกในทางเดินอาหารเชื้อจะสร้างสารพิษ ทำให้เกิดอาการอุจจาระร่วง ในรายที่มี อาการรุนแรง จะมีอุจจาระร่วงบ่อยครั้ง อุจจาระเป็นมูกเลือด ปวดท้อง นอกจากนี้ผู้ป่วยอาจมีอาการ ช็อค เนื่องจากสารพิษของเชื้อ จะทำลายเม็ดเลือดแดง จึงเกิดภาวะไตวาย (บัญญัติ, 2542) โดย มาตรฐานนมแพะดิบของประเทศไทย กำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน 10^3 cfu/m (มกอช. 6006, 2551)

2. แบคทีเรียในกลุ่มแกรมบวก ได้แก่

2.1 บาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) เป็นเชื้อรูปท่อน ดิคลีแกรมบวก เจริญได้ในสภาพที่มีอากาศ และสร้างสปอร์ สามารถทนความร้อนได้ (สุนธชา, 2545) แต่เซลล์ถูกทำลายได้โดยการพาสเจอร์ไรซ์ ช่วงอุณหภูมิในการเติบโตอยู่ระหว่าง 30-37 องศาเซลเซียส แต่บางสายพันธุ์เติบโตได้ที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส สำหรับค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเติบโตของเชื้อชนิดนี้อยู่ระหว่าง 6-7 องศาเซลเซียส และสามารถเติบโตได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน *B. cereus* จะสร้างสารพิษเมื่ออยู่ภายใต้สภาพที่มีออกซิเจนน้อย (National Food Institute Thailand, 2547) อาหารที่พบว่ามีกรปนเปื้อนของเชื้อ *B. cereus* จนทำให้เกิดอาการอาเจียนได้แก่ เนยแข็ง ผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อที่ยังมีชีวิตเข้าไปในปริมาณ 10^6 - 10^7 เซลล์ต่อกรัม จึงทำให้เกิดโรกระบบทางเดินอาหาร (บุญกร, 2545)

Larsen and Jorgensen (1997) ศึกษาปริมาณ *B. cereus* ในนํ้านมพาสเจอร์ไรซ์ในประเทศเดนมาร์ก พบว่าในนํ้านมดิบ 115 ตัวอย่าง พบ Psychrotrophic, *B. cereus* 29 ตัวอย่าง โดยพบอยู่ในช่วง 10^3 จนถึง 3×10^5 cfu/ml สำหรับนํ้านมพาสเจอร์ไรซ์ พบ *B. cereus* 120 ตัวอย่าง จาก 257 ตัวอย่าง และพบ *B. cereus* ในเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม (ฤดูฝน) มากกว่าในเดือนพฤศจิกายน-เมษายน (ฤดูหนาว)

2.2 สแตปไฟโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) เป็นแบคทีเรียแกรมบวก สามารถสร้างสารพิษ (enterotoxins) เป็นสารพิษที่ชักนำให้เกิดการหลั่งของเหลวภายในลำไส้หรือทางเดินอาหาร เป็นผลให้เกิดอาการท้องเดิน และ *S. aureus* สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิค่าที่ 6.7 องศาเซลเซียส (Angelotti et al., 1961) *S. aureus* เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษขึ้นบ่อยที่สุด จะพบ *S. aureus* ได้ในอาหารที่มีเนื้อและนมของสัตว์เป็นส่วนประกอบ และอาหารที่ผ่านการสัมผัสหรือเคลื่อนย้ายด้วยมือของมนุษย์ รวมทั้งอาหารที่ไม่ได้ทำให้สุกก่อนบริโภค (สุนธชา, 2545)

2.3 คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) เป็นแบคทีเรียแกรมบวก สร้างสปอร์ทนความร้อนได้สูงมาก และสร้างสารพิษที่ขับออกมาภายนอกเซลล์ สามารถทนความร้อนได้ ในการงอกของสปอร์และการเจริญเติบโตของ *C. perfringens* ไม่ต้องการอากาศแม้จะพบเชื้อได้ในนํ้านมพาสเจอร์ไรซ์ แต่สปอร์ก็ไม่สามารถงอกและเจริญเติบโตในนํ้านมพาสเจอร์ไรซ์ได้ (สมใจ, 2549) ผู้บริโภคที่ได้รับเซลล์ที่มีชีวิตเข้าไป จะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษโดยที่แบคทีเรียชนิดนี้จะทนต่อความเป็นกรดของกระเพาะอาหาร

2.4 ลิสทีเรีย โมโนไซโตเจเนส (*Listeria monocytogenes*) เป็นแบคทีเรียรูปแท่ง สามารถข้อมดิสแกรมบวก และเคลื่อนที่ได้โดยอาศัย flagella ไม่สร้างสปอร์ เชื้อ *L. monocytogenes* นี้ทำให้เกิดการติดเชื้อถึง 90 เปอร์เซ็นต์ *L. monocytogenes* เป็นแบคทีเรียที่มีความสำคัญสามารถปนเปื้อนในกระบวนการผลิตนมได้ อาการของโรค ผู้ป่วยที่ติดเชื้อระหว่างการตั้งครรภ์ จะมีอาการเป็นไข้จับสั่น ปวดหัว ปัสสาวะไม่มีสี คอหอยอักเสบ และท้องเสีย ในทารกที่ได้รับเชื้อจะมีอาการหายใจติดขัด หัวใจเต้นเบา ผิวหนังเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน เนื่องจากขาดอากาศหายใจ อาเจียน ชัก และอุจจาระเป็นเมือก ส่วนผู้ป่วยที่เป็นผู้ใหญ่ จะมีอาการเชื้อหุ้มสมอง อักเสบ เยื่อตาขาวอักเสบ และเยื่อเมือกในช่องจมูกอักเสบ หนาวสั่น มีไข้ คอหอยอักเสบชั้นรุนแรง เม็ดเลือดขาวแตก ตามด้วยนิวเคลียสแยกตัวออกไป ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่ค่อยแสดงอาการ เพราะมีภูมิคุ้มกัน (ICMSF, 1994)

สาเหตุการเสื่อมเสียของนมพาสเจอร์ไรซ์

เนื่องจากในนมพาสเจอร์ไรซ์นั้นยังมีจุลินทรีย์อยู่ จุลินทรีย์จึงใช้สารอาหารในนมเพื่อการเจริญเติบโต แบ่งเซลล์และขับของเสียออกมา จนถึงจุดหนึ่งที่ทำให้นมแสดงลักษณะของการเสีย การบริโภคนมพาสเจอร์ไรซ์จึงต้องดูวันที่หมดอายุเป็นสำคัญ และต้องเก็บในอุณหภูมิที่กำหนดด้วย มิฉะนั้นนมอาจจะเสียก่อนถึงวันที่หมดอายุได้ (พรเพชร, 2549)

Cousin (1982) ได้ศึกษาการเสื่อมเสียของนมพาสเจอร์ไรซ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบว่า ไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนของแบคทีเรียที่มีอยู่ในนม แต่ขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรียที่ทำให้นมเกิดการเสื่อมเสียเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ คือจุลินทรีย์กลุ่มทนความเย็น (psychrotroph) ที่สำคัญ ได้แก่ *Pseudomonas* spp. ทำให้มีรสขมตามมา จุลินทรีย์กลุ่มนี้ไม่ทนต่อการพาสเจอร์ไรซ์ จุลินทรีย์ที่ทนต่อการพาสเจอร์ไรซ์ และสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ เรียกว่า Thermotolerant psychrotroph โดยจุลินทรีย์ที่สำคัญคือ *Bacillus* เนื่องจากสามารถสร้างสปอร์ ซึ่งไม่ถูกทำลายโดยการพาสเจอร์ไรซ์ ทำให้นมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์แล้ว ที่เก็บรักษาไว้ระยะเวลานานมีรสขม กลิ่นหืน เกิดกรดและแก๊ส

Bodman (1993) รายงานจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ให้มีได้สูงสุดในนมที่ขายในตลาดของสหรัฐอเมริกา สำหรับการบริโภคของคน คือ 100,000 cell/ml

Eneroth *et al.* (2001) ศึกษาสุขอนามัยในการผลิตนํ้านมพาสเจอร์ไรซ์ พบว่า แบคทีเรียแกรมลบที่ทนความเย็น (gram negative psychrotrophs) ได้แก่ *Pseudomonas*, *Aeromonas* และ *Enterobacteriaceae* ซึ่งจะถูกทำลายได้หมดระหว่างการพาสเจอร์ไรซ์ แต่จะมีการปนเปื้อนอีกครั้งที่ขั้นตอนการบรรจุ โดย *Pseudomonas* เป็นตัวหลักที่ตรวจพบในถุงที่ทำการทดสอบ (40 %) และผลการตรวจน้ำ และอากาศรอบๆ เครื่องบรรจุจะมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์แกรมลบ กลุ่มทนความเย็นจำนวนมาก และจะเจริญในนํ้านมระหว่างการแช่เย็น และกลุ่มที่สร้างสปอร์ แกรมบวก (gram positive spore forming) ได้แก่ *B. cereus* พบได้เล็กน้อยในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรซ์ โดย *B. cereus* จะมีการปนเปื้อนเริ่มแรกจากสปอร์ที่ทนความร้อนในนํ้านมดิบ และปนเปื้อนหลังจากผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ และระหว่างขั้นตอนการบรรจุ

การเก็บรักษานมพาสเจอร์ไรซ์

อายุการเก็บรักษานํ้านม อาจนิยามได้ว่า เป็นเวลาที่ผลิตภัณฑ์นมสามารถอยู่บนชั้นของผู้ค้าปลีกและผู้บริโภคได้ ก่อนที่นํ้านมจะมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ (รุ่งนภา, 2540) นํ้านมเป็นอาหารที่เสี่ยงต่อการเสื่อมเสียมากที่สุด เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการอย่างอุดมสมบูรณ์ จึงเป็นแหล่งที่ดีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ อายุการเก็บรักษาจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพของนํ้านมตั้งแต่วิธีการคัดเลือกวัตถุดิบ ไปจนถึงการผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ และการดูแลในการขนส่งและเก็บรักษา ก่อนการนำไปบริโภค (กองควบคุมอาหาร, 2538)

นมพาสเจอร์ไรซ์ เป็นนมที่ฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ไม่สูงและใช้เวลาน้อย การเก็บรักษานมพาสเจอร์ไรซ์ สามารถเก็บได้นาน ประมาณ 10 วัน ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ต้องเก็บไว้ในตู้เย็น และก่อนดื่มควรสังเกตวันหมดอายุ หรือควรบริโภคก่อน (Broens *et al.*, 2001)

จากการทดลองของ Schroder (1984) พบว่านํ้านมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์นาน 20 วินาที และเก็บรักษาไว้ที่ 7 องศาเซลเซียสนั้น ถ้าใช้อุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์ระดับที่อุณหภูมิ 83 องศาเซลเซียส จะได้นํ้านมที่มีอายุการเก็บที่สั้นกว่าเมื่อผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ที่ระดับอุณหภูมิ 78 และ 72 องศาเซลเซียส และการพาสเจอร์ไรซ์ที่ระดับอุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียสให้นํ้านมที่มีอายุการเก็บดีกว่าที่ระดับอุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ Kessler and Horak (1984) ได้ทดลองโดยใช้ระดับอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์ตั้งแต่ 58-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 5-60 วินาที พบว่าเมื่อใช้ระดับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 68 องศาเซลเซียส อายุการเก็บของนํ้านมพาสเจอร์ไรซ์ไม่เป็นที่น่าพอใจ

แต่เมื่อใช้อุณหภูมิ 71 และ 78 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บมากกว่า 20 วัน การพาสเจอร์ไรซ์โดยใช้อุณหภูมิระดับ 85 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที และ 40 วินาที ให้ผลดีเท่าๆ กับที่ระดับอุณหภูมิ 78 องศาเซลเซียส นาน 40 วินาที แต่อายุการเก็บจะสั้นกว่าประมาณ 2-3 วัน ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิสูงจะไปมีผลให้อัตราการงอกของสปอร์เร็วขึ้น

การผลิตนมพาสเจอร์ไรซ์ที่มีคุณภาพดีนั้น แม้ว่าจะใช้นมดิบที่มีคุณภาพดี มีกระบวนการผลิตที่ถูกต้อง มีระบบการบรรจุที่รวดเร็ว เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิเหมาะสมเพียงใดก็ตาม ถ้าความสะอาดของเครื่องมือเครื่องใช้และอุปกรณ์การผลิตไม่สะอาดเพียงพอ ก็ย่อมจะมีผลทำให้อายุการเก็บของนมพาสเจอร์ไรซ์ไม่ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะเครื่องบรรจุซึ่งออกแบบมาให้ทำความสะอาดได้ยาก (Schroder, 1984)

การทำความสะอาดด้วยการใช้ความร้อนสลับกับการฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี ตลอดจนการฝึกอบรมและมีการบริหารบุคคลให้มีประสิทธิภาพสูงแล้ว ล้วนเป็นสิ่งที่จำเป็นด้วยเช่นกัน ประกาย (2526), Thomas (1974 a) and Thomas (1974 b) รายงานว่าจะพบแบคทีเรียแกรมลบเกิดขึ้นน้อยมาก ถ้าทำความสะอาดเครื่องมือเครื่องใช้ด้วยน้ำเดือดหรือสารละลายไฮโปคลอไรด์ (hypochlorite) ที่ร้อน

Schmidt *et al.* (1989) ทดลองพาสเจอร์ไรซ์นมที่ระดับอุณหภูมิระหว่าง 72-88 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที และนมที่พาสเจอร์ไรซ์แล้วไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส หรือ 7 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนมพาสเจอร์ไรซ์เกิดกลิ่นบูดหรือกลิ่นที่ผิดปกติ พบว่าอายุการเก็บมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่เก็บของนมพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

เกรียงศักดิ์ และคณะ (2539) รายงานการวิเคราะห์หาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษานมพาสเจอร์ไรซ์ โดยพิจารณาจากรสชาติและจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนมที่เก็บไว้ระยะเวลาต่างๆ ตั้งแต่ 0 ถึง 21 วัน ด้วยวิธีนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม จุลินทรีย์ที่เจริญได้ในที่เย็น โดยใช้เกณฑ์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดควรมีน้อยกว่า 5×10^5 โคโลนี/มิลลิลิตร เป็นมาตรฐาน พบว่า นมพาสเจอร์ไรซ์จากผู้ผลิตรายย่อยมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าผู้ผลิตรายใหญ่ และอายุการเก็บรักษาจะสั้นลงเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงขึ้น การเก็บรักษานมพาสเจอร์ไรซ์จากผู้ผลิตรายย่อยไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส และ 10 องศาเซลเซียส น้ำนมมีอายุการเก็บเพียง 3 วัน ส่วนน้ำนมจาก

ผู้ผลิตรายใหญ่หากเก็บรักษาไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บไว้ได้นาน 10 วัน ที่ 7 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน และที่ 10 องศาเซลเซียส นานเพียง 3 วันเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ในห้องปฏิบัติการมีอายุการเก็บนานกว่าน้ำนมที่ผลิตจากโรงงานนม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ ตามวิธีของ Marshall (1993)
2. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำนม โดยใช้เครื่อง Milk Analysis รุ่น Lacto Scan 90 (Milkotronic Ltd., Bulgaria)
3. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมทางกายภาพ ได้แก่ การวิเคราะห์ความถ่วงจำเพาะของนม ตามวิธีของ วรรณ (2538) การทดสอบนมโดยการตกตะกอนเมื่อต้มให้เดือด
4. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์ห่น้ำนมทางเคมี ได้แก่ การทดสอบคุณภาพน้ำนมด้วยน้ำยาแอลกอฮอล์อะลิซาริน การทดสอบความเป็นกรดของนม ตามวิธีของ Connor (1995)
5. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ความเป็นกรด-เบส ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น C830 (CONSORT, Belgium)
6. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์ เมทิลีนบลูและริซาซูริน ตามวิธีของ Diliello (1982)
7. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์หาจุลินทรีย์รวมและจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในน้ำนม
8. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ห่นที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ด้วยชุดทดสอบ Phosphatesmo M1 (Macherey-Nagel, Germany) ตามวิธีของ AOAC (1984)
9. อุปกรณ์ในการตรวจหาปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนม ด้วยชุดทดสอบ (Hient test หรือ vet K.U. 2000) ตามวิธีของ ประพฤษ (2546)

10. อุปกรณ์ในการตรวจปริมาณแคลเซียมในน้ำนม ด้วยเครื่องมือ ICP-OES รุ่น oplima 4300 DV, Perkin Elmer ตามวิธีของ AOAC (2005)

วิธีการ

1. การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์จากฟาร์มของเกษตรกรที่เลี้ยงแพะนม จำนวน 4 ฟาร์ม ในเขตภาคกลาง คือ จังหวัดนนทบุรี จำนวน 2 ฟาร์ม และในเขตภาคตะวันตก คือ จังหวัดราชบุรี และจังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดละ 1 ฟาร์ม แต่ละฟาร์มจะมีวิธีการพาสเจอร์ไรซ์ที่แตกต่างกัน เก็บนมแพะดิบใส่ในขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาณ 250 มิลลิลิตร และเก็บนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ที่บรรจุลงขวดพร้อมจำหน่ายปริมาณ 250 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 ครั้ง ระยะห่างระหว่างการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน (มกราคม 2551 ถึง มีนาคม 2551) จำนวนตัวอย่างนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ ทั้งหมด 72 ตัวอย่าง การให้ความร้อนแบบพาสเจอร์ไรซ์ อธิบายได้ ดังนี้

ฟาร์มที่ 1 เป็นการให้ความร้อนแบบ (Direct heating) โดยเกษตรกรนำนมแพะดิบใส่ในกระติกน้ำร้อนแบบไฟฟ้า รอจนกระทั่งน้ำนมเดือด ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จับเวลา 10 วินาที จากนั้นลดอุณหภูมิให้น้ำนมลงให้ได้ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ น้ำผสมน้ำแข็งและบรรจุนมใส่ในขวดพลาสติกปิดสนิทปริมาตร 180 มิลลิลิตร เพื่อเตรียมจำหน่าย (ภาพผนวกที่ 10) (วิธีที่ 1)

ฟาร์มที่ 2 เกษตรกรพาสเจอร์ไรซ์นมแพะ (Indirect heating) โดยการใช้การพาสเจอร์ไรซ์แบบ หม้อสแตนเลส 2 ใบซ้อนกัน หม้อใบในบรรจุนมแพะดิบ ส่วนหม้อใบด้านนอกบรรจุน้ำ จากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วลดอุณหภูมิให้น้ำนมลงถึง 35 องศาเซลเซียส แล้วบรรจุนมใส่ในขวดพลาสติกปิดสนิท เพื่อเตรียมจำหน่าย (ภาพผนวกที่ 11) (วิธีที่ 2)

ฟาร์มที่ 3 เกษตรกรต้มนมแพะ (Direct heating) โดยนำนมแพะดิบใส่ในหม้อสแตนเลส แล้วนำไปตั้งบนเตาไฟ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นลด

อุณหภูมิ น้ำนมลง 40 องศาเซลเซียส แล้วนำ น้ำนมมากรองผ่านผ้ากรอง เพื่อเอาตะกอน น้ำนมออก จากนั้นนำ น้ำนมมาบรรจุใส่ขวดพลาสติกปิดสนิท ปริมาตร 250 มิลลิลิตร แล้วลดอุณหภูมิอีกครั้งหนึ่งเพื่อเตรียมจำหน่าย (ภาพผนวกที่ 12) (วิธีที่ 3)

ฟาร์มที่ 4 เกษตรกรพาสเจอร์ไรซ์นมแพะ (Indirect heating) โดยใช้การพาสเจอร์ไรซ์แบบ หม้อสแตนเลส 2 ใบซ้อนกัน หม้อใบด้านในบรรจุนมแพะดิบ ส่วนหม้อใบด้านนอกบรรจุ น้ำ จากนั้นให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที แล้วนำ น้ำนมที่พาสเจอร์ไรซ์ แล้วมาบรรจุใส่ขวดพลาสติกปิดสนิท ซึ่งจะบรรจุ น้ำนมขณะร้อนอยู่ แล้วนำ น้ำนมมาลดอุณหภูมิ เพื่อเตรียมจำหน่าย (ภาพผนวกที่ 13) (วิธีที่ 4)

2. การบันทึกข้อมูล

2.1 บันทึกคุณภาพ น้ำนมทางกายภาพและทางเคมีของนมแพะดิบ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ของแข็งทั้งหมด ของแข็งไม่รวมไขมัน น้ำตาลแลคโตส จุดเยือกแข็ง เป็นต้น การทดสอบด้วยน้ำยา แอลกอฮอล์ลิซาริน การตกตะกอนของ น้ำนมเมื่อต้มเดือด ความเป็นกรดของนม ความถ่วงจำเพาะ ของนม ตามวิธีของ วรรณ (2538) ตรวจสอบยาปฏิชีวนะทางด้านจุลชีพตกค้างใน น้ำนม และตรวจ ปริมาณแคลเซียมใน น้ำนม ตามวิธีของ AOAC (2005)

2.2 บันทึกคุณภาพ น้ำนมทางกายภาพและทางเคมีของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ในวันที่ 1 และ วันที่ 7 ของการเก็บรักษา ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ของแข็งทั้งหมด ของแข็งไม่รวมไขมัน น้ำตาลแลคโตส จุดเยือกแข็ง เป็นต้น ตามวิธีของ วิพิชญ์ (2541) ค่าความเป็นกรดของนม ความถ่วงจำเพาะ และ ตรวจสอบเอนไซม์ฟอสฟาเตส ตามวิธีของ AOAC (1984)

2.3 ตรวจสอบคุณภาพ น้ำนมทางจุลินทรีย์ของนมแพะดิบ

2.3.1 ตรวจนับจุลินทรีย์ใน น้ำนมโดยตรง (Total Plate Count) ตามวิธีของ Marshall (1978)

2.3.2 ตรวจสอบจุลินทรีย์ใน น้ำนมโดยทางอ้อม ได้แก่ เมทธีลินบลู และริชาซูริน ตามวิธีของ Diliello (1982)

2.3.3 ตรวจจุลินทรีย์ที่สำคัญในนมแพะดิบ ได้แก่ *E. coli*, Coliform, *Salmonella* spp, *B. cereus*, *S. aureus* และ *L. monocytogenes* ตามวิธีของ APHA (1992)

2.4 ตรวจสอบคุณภาพน้ำนมทางจุลินทรีย์ของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ในวันที่ 1 และวันที่ 7

2.4.1 การนับจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยตรง (Total Plate Count) ตามวิธีของ Marshall (1978)

2.4.2 การตรวจจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยทางอ้อม ได้แก่ เมทธีลีนบลู ตามวิธีของ Diliello (1982)

2.4.3 การตรวจจุลินทรีย์ที่สำคัญในนมพาสเจอร์ไรซ์ ได้แก่ *E. coli*, Coliform ด้วยวิธี MPN (FDA, 2003), *Salmonella* spp, *B. cereus*, *S. aureus* ด้วยวิธี MPN (FDA, 2001) และ *C. perfringens* ด้วยวิธี MPN (FDA, 2006)

3. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

การศึกษานี้ได้มีการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของงานทดลองดังนี้

3.1 การศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพของนมแพะดิบของแต่ละฟาร์ม

ข้อมูลทั้งหมดจะนำมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) โดยข้อมูลจากการศึกษาจะนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อศึกษาคุณภาพและองค์ประกอบของนมแพะดิบโดยมีแบบหุนทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ต้องการศึกษา ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพและทางเคมี เช่น โปรตีน ไขมัน น้ำตาลแลคโตส ของแข็งไม่รวมไขมัน ของแข็งทั้งหมดอุณหภูมิ ความหนาแน่น จุดเยือกแข็ง ค่าความถ่วงจำเพาะ ความเป็นกรด เป็นต้น

μ = ค่าเฉลี่ยรวม

T_i = อิทธิพลของฟาร์มที่ $i=1, 2, 3, 4$

e_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

3.2 การศึกษาองค์ประกอบ คุณภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มต่างๆ ที่มีวิธีการให้ความร้อนต่างกัน

ข้อมูลทั้งหมดจะนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ในแต่ละฟาร์ม ด้วยวิธี Pair T-Test Comparison

3.3 การศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ในวันที่ 1 และวันที่ 7

ข้อมูลทั้งหมดนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อศึกษาคุณภาพของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ในวันที่ 1 และ วันที่ 7 โดยมีแบบหุนทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + \beta (X_{ij} - \bar{X}) + T_i + e_{ij}$$

Y_{ijkl} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ต้องการศึกษา ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพและทางเคมี เช่น โปรตีน ไขมัน น้ำตาลแลคโตส ของแข็งไม่รวมไขมัน ของแข็งทั้งหมด จุดเยือกแข็ง ค่าความถ่วงจำเพาะ ความเป็นกรด เป็นต้น

μ = ค่าเฉลี่ยรวม

β = สัมประสิทธิ์รีเกรสชัน

X_{ij} = ลักษณะที่ศึกษาในนมแพะดิบของวิธีการที่ $i=1, 2, 3, 4$

- $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษาในนมแพะดิบ
- T_i = อิทธิพลของวิธีการให้ความร้อนที่ $i=1, 2, 3, 4$
- c_{ijkl} = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

1. ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ สถาบันสุวรรณวาทกกลกิจเพื่อการค้นคว้าและวิจัย
ผลิตผลปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. ห้องปฏิบัติการนมและผลิตภัณฑ์นม ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
3. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำและอาหารสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มต้นทดลองเดือน มกราคม พ.ศ. 2551
สิ้นสุดการทดลองเดือน มีนาคม พ.ศ. 2551

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงคุณภาพของนมแพะดิบและนมแพะที่ผ่านการให้ความร้อนตามวิธีการที่แตกต่าง
กันของเกษตรกร
2. เป็นข้อมูลให้เกษตรกรนำไปประยุกต์ใช้ในการแปรรูปนมแพะเพื่อบริโภคเองหรือเพื่อการ
จำหน่าย
3. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ประกอบการทำมาตรฐานนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของประเทศไทย

ผลและวิจารณ์

I. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการเลี้ยงแพะนมของเกษตรกรทั้ง 4 ฟาร์ม

ฟาร์มที่ 1 อยู่ในจังหวัดนนทบุรี มีการเลี้ยงแพะบนบ่อปลาตก พันธุ์แพะที่เลี้ยงเป็นพันธุ์ลูกผสมซานเนแท้ มีแพะนมประมาณ 50 ตัว เลี้ยงแพะนมแบบขังคอก หลังคาโรงเรือนเป็นแบบหน้าจั่วชั้นเดียว โดยใช้กระบี่เบืองมุง ซึ่งหลังคาสูงพอสมควรเพื่อให้อากาศถ่ายเทสะดวก พื้นเป็นไม้ระแนงตีโปรงให้ห่างกันเพื่อให้เศษมูล ปัสสาวะ และเศษอาหารตกลงข้างล่าง สะดวกต่อการล้างและทำความสะอาด ผังคอกทำจากไม้ระแนงสูงพอสมควรเพื่อป้องกันไม่ให้แพะกระโดดหรือปีนออกมาได้โดยจะเลี้ยงแพะแยกคอกกัน มีรางอาหาร และถังน้ำไว้หน้าคอก (ภาพผนวกที่ 1)

การให้อาหารแบ่งเป็น 2 มื้อต่อวัน มื้อเช้าให้กากเต้าหู้ประมาณครึ่งกิโลกรัมต่อตัว ตามด้วยหญ้าขนสดสับ ในช่วงเย็นให้อาหารข้นของบริษัทเอกชนประมาณครึ่งกิโลกรัมต่อตัว (28 เปอร์เซ็นต์โปรตีน) ตามด้วยอาหารเสริมที่ได้จากกากสับปะรดหมักและหญ้าสดสับ (ภาพผนวกที่ 2)

การจัดการทั่วไปมีการใช้กระบุงใส่ในภาชนะเพื่อป้องกันขุงและขจัดกลิ่น ถ่ายพยาธิ ฉีดวัคซีนหลักหลังจากลูกคลอดได้ 3 เดือน เริ่มผสมพันธุ์แพะตัวเมียตั้งแต่อายุ 7 เดือน หลังจากผสมติด 3 เดือนเริ่มรีดนมแพะ นำนมรีดได้ประมาณ 2-2.7 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในช่วงอากาศร้อนมีการอาบน้ำให้อาতিดยละ 2 ครั้ง พร้อมทั้งทำความสะอาดกรง รีดน้ำนมด้วยมือวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น และทำความสะอาดเต้านมก่อนการรีดด้วยน้ำสะอาดผสมคลอรีนแล้วรีดทิ้ง 1 ครั้งก่อนทำการเก็บน้ำนม ภาชนะที่ใช้ในการเก็บนมจะเป็นขวดพลาสติกสะอาดที่มีลักษณะปากแคบ และนำนมแพะที่ได้มาพาสเจอร์ไรซ์เพื่อจำหน่าย

ฟาร์มที่ 2 อยู่ในจังหวัดนนทบุรี แพะนมที่เลี้ยงเป็นพันธุ์ลูกผสมซานเน, แองโกลนูเบียน รวมทั้งพันธุ์หลาวซานที่ทนร้อนและให้นมเร็วกว่าแพะพันธุ์อื่นๆ มีแพะนมประมาณ 50-70 ตัว สภาพการเลี้ยงแพะเป็นแบบขังคอก ภายในคอกใหญ่ มีคอกย่อย เพื่อแยกแม่แพะที่กำลังตั้งท้องออกจากแม่แพะรีดนม หลังคาโรงเรือนเป็นแบบหน้าจั่วชั้นเดียวทรงเตี้ย วัสดุที่มุงหลังคาเป็นกระเบื้อง หลังคาสูงพอสมควรให้อากาศถ่ายเทสะดวก พื้นเป็นไม้ระแนงตีโปรงให้ห่างกันเพื่อให้

เศษมูล ปัสสาวะ และเศษอาหารตกลงข้างล่าง สะดวกต่อการทำความสะอาด ผนังคอกทำจากไม้ระแนงสูงพอสมควรเพื่อป้องกันไม่ให้แพะกระโดดหรือปีนออกมาได้ โดยเลี้ยงแพะแยกกันเป็นคอกๆ มีรางอาหาร และถังน้ำไว้หน้าคอก และเสริมเกลือแร่ให้แก่แพะทุกตัวโดยวางก้อนเกลือแร่ไว้ให้แพะเลีย (ภาพผนวกที่3-4)

การให้อาหารแบ่งเป็น 2 มื้อต่อวัน แบ่งเป็นมื้อเช้าและเย็นให้อาหารชั้นที่ผสมเอง มีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 2 จีดต่อตัว ตามด้วยหญ้าขนสด

การจัดการลูกแพะหย่านมเมื่ออายุ 1 เดือน หลังจากนั้นแยกลูกแพะและป้อนนมแพะด้วยขวดนมจนอายุได้ 3 เดือนจึงเริ่มให้กินอาหารชั้นและหย่าน เริ่มผสมพันธุ์แพะตัวเมียตั้งแต่อายุ 7 เดือน หลังจากผสมติด 3 เดือนเริ่มรีดนม แพะ 1 ตัวรีดได้ประมาณ 2-2.5 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน มีการอาบน้ำให้อาติดยะ 2 ครั้ง พร้อมทั้งทำความสะอาดกรง ลูกแพะเมื่ออายุได้ 15 วันมีการให้วัคซีนตามโปรแกรม มีการรีดน้ำนมด้วยมือวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น และทำความสะอาดเต้านมก่อนการรีดด้วยน้ำสะอาดผสมคลอรีนแล้วรีดทิ้ง 1 ครั้งก่อนเก็บน้ำนม ใส่ภาชนะขวดพลาสติกปากแคบสะอาดสะอาด และนำนมแพะมาพาสเจอร์ไรซ์เพื่อจำหน่าย

ฟาร์มที่ 3 อยู่ในจังหวัดราชบุรี มีการเลี้ยงแพะนมพันธุ์ลูกผสมซานเนน มีแพะนมประมาณ 70 ตัว เลี้ยงแพะแบบผสม คือ จะปล่อยแพะให้มากินอาหาร ทะเล็มหญ้าในตอนเช้า ตอนสายๆ ดื่มน้ำเข้าคอก ในโรงเรือนที่ยกสูง พื้นคอกเป็นไม้ระแนง เพื่อให้ง่ายในการทำความสะดวก มีการถ่ายเทอากาศได้สะดวก (ภาพผนวกที่ 5)

การจัดการอาหาร มีพื้นที่ให้ออกไปกินต้นไม้ใบหญ้า โดยให้อาหารชั้นเช้า-เย็น ซึ่งอาหารชั้นประกอบด้วย มันบด รำละเอียด ถั่วเหลือง ผีเสื้อเหลือง กากปาล์ม ข้าวโพดบด ส่วนอาหารหย่าน ได้แก่ กระถินสด หญ้าชนิดต่างๆ และเสริมด้วยหญ้าแพงโกล่าแห้ง มีจัดน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา (ภาพผนวกที่ 6)

การจัดการตัวแพะ มีการอาบน้ำให้แม่แพะสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ทำวัคซีนตามโปรแกรม การรีดนม รีดน้ำนมด้วยมือวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น โดยทำความสะอาดเต้านมด้วยน้ำอุ่นและเช็ดเต้านมก่อนการรีดเพื่อป้องกันแหล่งหมักหมมของเชื้อแบคทีเรียซึ่งก่อให้เกิดเต้านมอักเสบได้ และรีดนมทิ้ง 1 ครั้งก่อนทำการเก็บน้ำนม ภาชนะที่ใช้ในการเก็บนมจะเป็นขวดพลาสติกปากแคบสะอาด

และนํานมแพะมาทำนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ เพื่อจำหน่าย ส่วนแม่แพะที่รีดนมเสร็จแล้วจะได้รับการจุ่มหัวนมด้วย น้ำยาไอโอดีนทุกครั้งทีรีดเสร็จ เพื่อปิดรูหัวนมป้องกันการติดเชื้อโรคจากพื้นคอก

ฟาร์มที่ 4 อยู่ในจังหวัดกาญจนบุรี แพะที่เลี้ยงเป็นพันธุ์ลูกผสมซานเนน มีแพะนมประมาณ 100 ตัว เป็นฟาร์มแพะนมแบบเลี้ยงปล่อยทุ่งในแปลงหญ้าของตนเอง และปล่อยออกไปเลี้ยงตามที่สาธารณะในบางครั้ง คอกเลี้ยงแพะ แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นพื้นดินจะเลี้ยงแม่และลูกแพะ ส่วนที่เป็นพื้นปูนจะเลี้ยงแพะที่รีดนม โดยเลี้ยงแบบขังคอกเหล็กคอกละ 1 ตัว พื้นคอกเป็นไม้ระแนงตีโปร่งให้แห้งกันเพื่อให้เศษมูล ปัสสาวะ และเศษอาหารตกลงข้างล่างสะดวกและง่ายต่อการทำความสะอาด (ภาพผนวกที่ 7)

การให้อาหาร จะให้ อาหารข้น, ข้าวโพดหมัก, กากเต้าหู้, เปลือกถั่วเหลือง (24 เปอร์เซ็นต์โปรตีน) แร่ธาตุก้อนและเสริมเกลือแร่ เป็นต้น ส่วนอาหารหยาบจะให้หญ้าขน และหญ้างินนี้เสริม (ภาพผนวกที่ 8)

มีการทำความสะอาดตัวแพะโดยอาบน้ำให้ทุกวันเพื่อความสะดวกและลดการเกิดกลิ่น นํ้าแพะมารีดนมเป็นรายตัว โดยผูกแพะไว้กับหลัก เช็ดเต้านมด้วยน้ำสะอาดผสมน้ำยาเช็ดเต้านม แล้วรีดทิ้งก่อนที่จะทำการเก็บนม โดยภาชนะที่ใส่นมดิบเป็นแก้วสแตนเลสปากกว้าง ที่ผ่านการลวกน้ำร้อนทุกครั้งก่อนที่จะรีดนมวันละ 2 ครั้ง ซึ่งจะรีดนมได้ประมาณ 1 กิโลกรัมต่อวัน หลังจากรีดเสร็จแล้วจะจุ่มหัวนมด้วยน้ำยาจุ่มหัวนม เพื่อป้องกันเชื้อโรคเข้าสู่หัวนมอันจะก่อให้เกิดเต้านมอักเสบได้นํ้านมที่ได้จะนำมาทำนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ เพื่อจำหน่าย

II. ศึกษาคุณภาพของนมแพะดิบของแต่ละฟาร์ม

1. องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 4 อธิบายได้ว่า องค์ประกอบของนมแพะดิบได้แก่ ไขมัน โปรตีน น้ำตาลแลคโตส ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด ของฟาร์มที่ 3 มีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ฟาร์มที่ 4, 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากในฟาร์มที่ 3 และ ฟาร์มที่ 4 มีการให้อาหารหยาบ (หญ้าสด) และอาหารข้นอย่างเต็มที่ มีการเสริมด้วยอาหารข้นที่มีคุณภาพดี เช่น กากเต้าหู้ กากถั่วเหลือง ในปริมาณที่มาก ส่งผลต่อปริมาณไขมันในน้ำนมที่สูงขึ้น จึงทำให้องค์ประกอบน้ำนมต่างๆ มีปริมาณสูงกว่าในฟาร์มที่ 1 และ 2 ขณะที่ฟาร์มที่ 1 และ 2 มีการให้หญ้าสดเป็นหลัก และเสริมด้วยอาหารข้น (18 เปอร์เซ็นต์โปรตีน) ของบริษัทเอกชนเพียงอย่างเดียว จึงอาจมีผลให้ค่าของแข็งทั้งหมดน้อยกว่าในฟาร์มที่ 3 และ 4 ซึ่งจากการรายงานผลของ Walstra *et al.* (1999) ได้รายงานไว้ว่า ส่วนประกอบของอาหารมีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณและองค์ประกอบของไขมันนม โดยอาหารที่มีโปรตีนต่ำ มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในน้ำนมลดลง ในทางตรงกันข้าม อาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูง จะส่งผลทำให้ปริมาณของ non-protein nitrogen สูงตามไปด้วย ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของนมแพะดิบ ได้แก่ จุดเยือกแข็ง และความถ่วงจำเพาะ พบว่า คุณภาพของนมแพะดิบทั้ง 4 ฟาร์ม ก่อนที่จะนำมาพาสเจอร์ไรส์นั้น มีค่าจุดเยือกแข็ง อยู่ในช่วง -0.536 ถึง -0.483 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในช่วงตามที่มาตรฐานนมแพะดิบ กำหนดไว้เท่ากับ -0.530 องศาเซลเซียส (มกอช. 6006, 2551) สอดคล้องกับ Haenlein (2002) ที่รายงานการตรวจคุณภาพของนมแพะดิบในห้องปฏิบัติการว่า ต้องมีค่าจุดเยือกแข็งอยู่ระหว่าง -0.530 ถึง -0.550 องศาเซลเซียส สำหรับความถ่วงจำเพาะของนมแพะดิบทั้ง 4 ฟาร์ม อยู่ในช่วง 1.037-1.044 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมาตรฐานของนมแพะดิบของประเทศไทยกำหนดไว้ว่า ควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 1.028 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (มกอช. 6006, 2551) และจากการศึกษาของ Park *et al.* (2007) ได้รายงานค่าความถ่วงจำเพาะในนมแพะดิบอยู่ในช่วง 1.029-1.039 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความถ่วงจำเพาะของน้ำนมเป็นวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบการปลอมปนน้ำลงในน้ำนม ซึ่งการเติมน้ำลงในน้ำนมมีผลทำให้ความถ่วงจำเพาะลดลง และจุดเยือกแข็งสูงขึ้นอยู่ในช่วง -0.540 ถึง -0.573 องศาเซลเซียส

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของนมแพะดิบ (ตารางที่ 4) ได้แก่ แอลกอฮอล์ อลิซาริน การตกตะกอนเมื่อต้มเดือด เปอร์เซ็นต์กรด (กรดแลคติก) และการปนเปื้อนของ ยาปฏิชีวนะ พบว่า นมแพะดิบของทั้ง 4 ฟาร์ม มีตะกอนขนาดเล็ก เมื่อทดสอบแอลกอฮอล์อลิซาริน และให้ผลลบกับการทดสอบการตกตะกอนเมื่อต้มเดือด มีค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ในช่วง 6.39-6.67 โดยฟาร์มที่ 2 มีค่าความเป็นกรด-เบส สูงสุด เท่ากับ 6.67 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับฟาร์มอื่นๆ ส่วนค่าความเป็นกรด (TA) ของทั้ง 4 ฟาร์มอยู่ในช่วง 0.17-0.25 เปอร์เซ็นต์ ปกติค่าความเป็นกรด (กรดแลคติก) ของน้ำนมทั่วไป มีค่าอยู่ระหว่าง 0.168 - 0.223 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานของนมแพะดิบตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กำหนดว่า นมแพะดิบต้องมีค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 6.8 (มกอช. 6006, 2551) จากการศึกษาของ Ohiokehai (2003) พบว่า นมแพะมีค่าความเป็นกรดเล็กน้อยเมื่อเทียบกับ นมโค โดยนมแพะมีค่าความเป็นกรดเป็นค่าประมาณ 6.4 ในขณะที่นมโคมีค่าความเป็นกรดเป็นค่าอยู่ในช่วง 6.4-6.7 จากการทดลองของ Seaman (1963) กล่าวว่าความเป็นกรดของนม โดยทั่วไป จะอยู่ระหว่าง 0.14-0.18 เปอร์เซ็นต์ ถ้าสูงกว่านี้แสดงว่านมอาจจะเริ่มเสียสภาพ เช่น เกิดการแยกชั้นของนม เป็นต้น จากการศึกษาของ Park *et al.* (2007) ที่รายงานค่าความเป็นกรดของ นมแพะดิบเท่ากับ 0.14-0.23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลอง อีกทั้งไม่พบการปนเปื้อนของยาปฏิชีวนะในนมแพะดิบของทั้ง 4 ฟาร์ม เมื่อทำการตรวจด้วยชุดทดสอบ Hient test แสดงว่าตัวอย่างของนมแพะดิบนี้ไม่มีการตกค้างของยาปฏิชีวนะ

ตารางที่ 4 องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบทั้ง 4 ฟาร์ม

ฟาร์มที่ คุณลักษณะที่ศึกษา	1	2	3	4
ไขมัน (%)	4.55±0.286 ^c	3.69±0.216 ^d	5.58±0.658 ^a	5.17±0.232 ^b
โปรตีน (%)	4.04±0.038 ^c	3.5±0.131 ^d	4.54±0.028 ^a	4.27±0.042 ^b
น้ำตาลแลคโตส (%)	4.14±0.032 ^c	3.41±0.095 ^d	4.41±0.095 ^a	4.25±0.03 ^b
ของแข็งไม่รวมไขมัน (%)	8.93±0.064 ^c	7.99±0.245 ^d	9.77±0.106 ^a	9.29±0.071 ^b
ของแข็งทั้งหมด (%)	13.49±0.297 ^c	11.53±0.406 ^d	15.27±0.571 ^a	14.46±0.267 ^b
จุดเยือกแข็ง (องศาเซลเซียส)	-0.536±0.003 ^a	-0.483±0.014 ^d	-0.533±0.008 ^b	-0.530±0.004 ^c
ความถ่วงจำเพาะ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	1.044±0.002 ^a	1.039±0.003 ^b	1.038±0.001 ^c	1.037±0.001 ^d
ความเป็นกรด (TA, %)	0.19±0.009 ^c	0.17±0.0057 ^d	0.23±0.0093 ^b	0.25±0.0059 ^a
ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)	6.63±0.0154 ^b	6.67±0.0156 ^a	6.54±0.0248 ^c	6.39±0.0218 ^d
แอลกอฮอล์ลิซาริน	ตะกอน ขนาดเล็ก	ตะกอน ขนาดเล็ก	ตะกอน ขนาดเล็ก	ตะกอน ขนาดเล็ก
การตกตะกอนเมื่อต้มเดือด	-	-	-	-
ยาปฏิชีวนะ	-	-	-	-

หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard error)

^{a b c d} อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(P<0.05)

- : Negative

2. คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการเบื้องต้น ได้แก่ Dye Reduction Test (Methylene blue Reduction Method และ Resazurin Reduction Method) และปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ที่พบในนมแพะดิบ (ตารางที่ 5) พบว่า ชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลู ของทั้ง 4 ฟาร์ม อยู่ในช่วง 3.5 ชั่วโมง ถึง 6 ชั่วโมง (เฉลี่ย 4.75 ชั่วโมง) ซึ่งใกล้เคียงกับ รัตนและอรรธยา (2542) ที่รายงานถึงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลู เท่ากับ 4.05 ชั่วโมง และเป็นไปตามที่มาตรฐานนมแพะดิบของประเทศไทยกำหนดไว้ว่า ชั่วโมงการเปลี่ยนสีต้องไม่น้อยกว่า 4.5 ชั่วโมง (มกอช. 6006, 2551) สำหรับฟาร์มที่ 1 มีชั่วโมงการเปลี่ยนสีเมทิลีนบลูน้อยที่สุด ที่ 3.5 ชั่วโมง อาจเนื่องมาจาก มีปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนในน้ำนมสูง ขณะที่ Haenlein, (2002) อธิบายถึงชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลูจะเกิดขึ้นเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับสุขลักษณะการจัดการฟาร์ม และสุขภาพของสัตว์ สำหรับเกรดคุณภาพน้ำนมโดยวิธีวัดการเปลี่ยนสีของริชาซูริน ที่ 1 ชั่วโมงของทั้ง 4 ฟาร์ม อยู่ในเกรดที่ 4 – 6 (เฉลี่ย 4.75) อธิบายได้ว่านมแพะดิบที่นำมาวิเคราะห์ มีคุณภาพดี ส่วนปริมาณจำนวนจุลินทรีย์รวมทั้งหมด (total plate count) พบว่า ฟาร์มที่ 1 มีปริมาณสูงที่สุด เท่ากับ 1.1×10^6 cfu/ml ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ตามพื้นคอก ตัวแม่แพะ หรืออาจมีการปนเปื้อนระหว่างขั้นตอนของการรีดนม หรืออาจเกิดจากสุขภาพของตัวแม่แพะเอง เช่น แพะเป็นเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการ เป็นต้น จึงทำให้พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูง ซึ่งให้ผลสัมพันธ์กับเมทิลีนบลูและริชาซูริน จากการศึกษาของ Muehlherr *et al.* (2003) ได้ศึกษาถึงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในนมแพะจากถังรวมนมมีค่าเท่ากับ 50,000 cfu/ml ซึ่งอธิบายได้ว่าพบจุลินทรีย์ ทั้งหมดน้อย เป็นผลเนื่องมาจาก มีการจัดการกับแม่แพะรีดนมและน้ำนมเป็นอย่างดี มาตรฐานน้ำนมแพะดิบของประเทศไทย (มกอช. 6006, 2551) กำหนดว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั่วไปที่ปนเปื้อนในนมแพะดิบควรมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 200,000 cfu/ml จากการทดลองพบว่านมแพะดิบของฟาร์มที่ 1 2 และ 3 มีค่าเกินมาตรฐานดังกล่าว สำหรับมาตรฐานน้ำนมแพะประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดว่า ควรมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมไม่ควรเกิน 10,000 cfu/ml (Georage, 2006)

สำหรับฟาร์มที่ 4 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำที่สุด อยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานน้ำนมแพะดิบของประเทศไทยกำหนดไว้ อาจเนื่องมาจากฟาร์มที่ 4 มีขั้นตอนของการตรวจสถานะเต้านมที่จัดการรองรับนมดิบก่อนทุกครั้ง จึงส่งผลให้ปริมาณจุลินทรีย์ลดลงระหว่างขบวนการรีดนมได้

ตารางที่ 5 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบทั้ง 4 ฟาร์ม

ฟาร์มที่	ชั่วโมงการ เปลี่ยนสี เมทิลีนบลู	เกรดของ รีซาซูริน	จุลินทรีย์ทั้งหมด Total Plate Count (log cfu/ml) *
1	3.5 hr	4	4.42±0.51
2	4 hr	4	4.35±0.51
3	4.5 hr	5	4.09±0.51
4	6 hr	6	3.05±0.51

หมายเหตุ * ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard error)

จากผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่พบในนมแพะดิบ (ตารางที่ 6) พบว่าปริมาณ *E. coli* และ Coliform ของทั้ง 4 ฟาร์มอยู่ในช่วง 0.3-110 และ 0.3->110 MPN/ml ตามลำดับ ปริมาณ *S. aureus* ของทั้ง 4 ฟาร์ม อยู่ในช่วง < 0.3 – 110 MPN/ml อาจเนื่องมาจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น สุขภาพของสัตว์ ถึงที่ใช้บรรจุนมแพะดิบ มือสัมผัสของคนรีดนม และการจัดการฟาร์ม (Hamiltan, 2000) ซึ่ง *S. aureus* จะพบได้ในอาหารที่มีเนื้อ นมของสัตว์เป็นส่วนประกอบ และอาหารที่ผ่านการสัมผัสหรือเคลื่อนย้ายด้วยมือของมนุษย์ รวมทั้งอาหารที่ไม่ได้ทำให้สุกก่อนบริโภค (สุมนธา, 2545) แต่จากการทดลองจะพบ *S. aureus* ในฟาร์มที่ 4 สูงที่สุด ทั้งนี้ เนื่องมาจากอาจมีแพะบางตัวเป็นโรคเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการ ซึ่งจะไม่สามารถทราบได้ แต่จะส่งผลให้ผลผลิตและคุณภาพน้ำนมลดลง (Maisi and Riipinen, 1991) การปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* และ Coliform ในน้ำนมนี้ อาจเกิดจากการปนเปื้อนระหว่างขั้นตอนการรีดนม สุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้รีดนม ขบวนการรีดนม การเช็ดเต้านมไม่สะอาด และการปฏิบัติทางด้านสุขลักษณะไม่ถูกต้อง (บุษกร, 2545) ซึ่งจากการทดลองให้ผลสอดคล้องกับ สุกรดา และคณะ (2550) ที่ศึกษาจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในนมแพะดิบ และตรวจพบ *E. coli*, Coliform และ *S. aureus* อยู่ในช่วง <0.3-35, <0.3-110 และ <0.3-110 MPN/ml ตามลำดับ ส่วนเชื้อ *B. cereus* ที่อาจปนเปื้อนมาจากสภาพแวดล้อมพบได้ที่อุณหภูมิ 30-37 องศาเซลเซียส และอาจพบได้จากภาชนะบรรจุนมแพะดิบ ขณะที่รีดน้ำนม จากผลการทดลองพบว่าฟาร์มที่ 4 มีจำนวน *B. cereus* น้อยที่สุด เท่ากับ <0.3-7.5 MPN/ml อาจเนื่องมาจากการจัดการในขณะรีดนมของฟาร์มที่ 4 มีการทำความสะอาดภาชนะบรรจุ ซึ่งเป็นแก้วสแตนเลสปากกว้าง โดยการลวกด้วยน้ำร้อนทุกครั้งก่อนที่จะนำมาใส่นมแพะดิบ จึง

ส่งผลทำให้มีปริมาณ *B. cereus* น้อยกว่าฟาร์มอื่นๆ โดยตามมาตรฐานของนมพาสเจอร์ไรซ์ ประกาศ ห้ามพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในนมพาสเจอร์ไรซ์ (มาตรฐานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นมสด, 2530) ซึ่งเชื้อ *B. cereus* เป็นแบคทีเรียที่พบทั่วไปในดิน อากาศ ผุ่นละออง พืช เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เช่น ผลิตภัณฑ์นม การปนเปื้อนของเชื้อในอาหาร เนื่องจากสปอร์ของ *B. cereus* ทนต่อสภาพแห้งและสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ดี จึงเป็นตัวการที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ (Giffel *et al.*, 1996) และจากผลตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* spp. และ *L. monocytogenes* ในนมแพะดิบของทั้ง 4 ฟาร์ม พบว่า ตรวจไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. และ *L. monocytogenes* ในนมแพะดิบ 25 มิลลิลิตร เชื้อ *L. monocytogenes* เป็นแบคทีเรียที่สามารถพบได้ในนมดิบ นมพาสเจอร์ไรซ์ และผลิตภัณฑ์นมที่ไม่ได้ผ่านการ พาสเจอร์ไรซ์ สาเหตุที่มักพบเชื้อนี้ เนื่องจากเชื้อ *L. monocytogenes* สามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้ที่อุณหภูมิต่ำ (Moroni *et al.*, 2005) และจากผลการทดลองมีความสอดคล้องกับ Chung *et al.* (2003) ที่รายงานถึงการไม่พบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. และเชื้อ *L. monocytogenes* ในนมแพะดิบของประเทศเกาหลี

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในนมแพะดิบของทั้ง 4 ฟาร์ม

ฟาร์มที่				
ชนิดของจุลินทรีย์ (MPN/ml.)	1	2	3	4
<i>E. coli</i>	0.3-110	0.3-110	<0.3-110	0.3-110
Coliform	0.3 - >110	0.74 - >110	0.3- >110	0.3 - 110
<i>S. aureus</i>	< 0.3 – 1.5	<0.3 - 2	<0.3-110	<0.3- 110
<i>B. cereus</i>	0.3-29	0.3-110	0.3 - >110	<0.3-7.5
<i>Salmonella</i> spp.	ND	ND	ND	ND
<i>L. monocytogenes</i>	ND	ND	ND	ND

ND: Not Detected

III. การศึกษาคุณภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ที่มีการให้ความร้อนต่างกัน

1. องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ (ตารางที่ 7) พบว่า ฟาร์มที่ 1 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที มีปริมาณโปรตีน ของแข็งไม่รวมไขมัน ของแข็งทั้งหมด จุดเยือกแข็ง และความถ่วงจำเพาะ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเนื่องมาจาก อิทธิพลของความร้อนที่สูงและเป็นแบบที่ให้ความร้อนโดยตรงกับน้ำนม (direct heat) ทำให้องค์ประกอบและคุณภาพทางกายภาพ เคมีของน้ำนมลดลง ความร้อนมีผลทำให้แอลฟาแลคโตโกลบูลินและเบต้าแลคโตอัลบูมิน เกิดการสลายตัวได้ง่าย จึงทำให้มีผลกระทบต่อการลดลงของ ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมดด้วย สำหรับค่าความเป็นกรด-เบส ในนมพาสเจอร์ไรซ์จะมีค่าลดลง และค่าความเป็นกรดจะสูงขึ้น ($P < 0.05$) Walstra *et al.* (1999) อธิบาย ถึงผลของความร้อนที่มีผลต่อการสร้างกรดว่า เมื่อความร้อนเพิ่มขึ้น ทำให้มีการระเหยของ คาร์บอนไดออกไซด์ และมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-เบส ลดลง ซึ่ง Fox and McSweeney (1998) ได้อธิบายสอดคล้องกันว่า การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง 116 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-3 ชั่วโมง ทำให้เปอร์เซ็นต์กรดสูงขึ้น เมื่อทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ลิซารินในนมแพะดิบ ให้ผลตะกอนขนาดเล็ก แสดงว่าโปรตีนมีคุณภาพดี และทดสอบแอลคาไลน์ฟอสฟาเตสในนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ ให้ผลเป็นลบ แสดงว่าผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มาอย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 1

คุณลักษณะที่ศึกษา	100 องศาเซลเซียส 10 วินาที	
	นมแพะดิบ	นมแพะพาสเจอร์ไรซ์
ไขมัน (%)	4.56±0.286	3.73±0.282
โปรตีน (%)	4.04±0.038 ^a	3.81±0.051 ^b
น้ำตาลแลคโตส (%)	4.14±0.032	4.06±0.025
ของแข็งไม่รวมไขมัน (%)	8.93±0.064 ^a	8.56±0.072 ^b
ของแข็งทั้งหมด (%)	13.49±0.297 ^a	12.29±0.330 ^b
จุดเยือกแข็ง (องศาเซลเซียส)	-0.536±0.003 ^a	-0.515±0.004 ^b
ความถ่วงจำเพาะ(กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	1.044±0.002 ^a	1.034±0.001 ^b
ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)	6.63±0.009	6.62±0.018
ความเป็นกรด (TA, %)	0.19±0.0154 ^a	0.22±0.027 ^b
แอลกอฮอล์ลิซาริน	ตะกอนขนาดเล็ก	-
แอลคาไลน์ฟอสฟาเตส	ให้ผลบวก	ให้ผลลบ

หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard error)

^{a,b} อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

- : ไม่ได้ทดสอบ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ (ตารางที่ 8) ของฟาร์มที่ 2 ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที พบว่า องค์ประกอบน้ำนม คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์มีค่าลดลง ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อาจเนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์ต่ำกว่าฟาร์มที่ 1 ถึงแม้ว่าเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนมากกว่า และวิธีที่ให้ความร้อนแบบนี้เป็นแบบที่น้ำนมไม่ได้สัมผัสกับความร้อนโดยตรง (indirect heat) จึงทำให้องค์ประกอบต่างๆในน้ำนมลดลงเพียงเล็กน้อย ซึ่ง Early (1998) ได้ศึกษาองค์ประกอบของนมพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส พบว่า ที่อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์นี้ ไม่มีผลกระทบต่อเคซีน ไขมัน น้ำตาลแลคโตส และเกลือแร่ในน้ำนม ส่วนค่าความเป็นกรด-เบส ในนมแพะพาสเจอร์ไรซ์จะมีค่าลดลง และค่าความเป็นกรด (TA) จะสูงขึ้น เนื่องมาจากความร้อนมีผลทำให้เกิดการระเหยของคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับน้ำตาลแลคโตสมีปริมาณลดลง ในระหว่างการให้ความร้อน โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนไลซีน เกิดปฏิกิริยามอลาร์ด (maillard) ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของน้ำนม ทำให้มีสีน้ำตาล เกิดกลิ่นสุก (cooked flavor) ค่าความเป็นกรด-เบส และคุณค่าทางอาหารลดลง (Walstra et al., 1999)

ตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 2

คุณลักษณะที่ศึกษา	80 องศาเซลเซียส 5 นาที	
	นมแพะดิบ	นมแพะพาสเจอร์ไรซ์
ไขมัน (%)	3.85±0.216	3.74±0.091
โปรตีน (%)	3.50±0.131	3.40±0.079
น้ำตาลแลคโตส (%)	3.83±0.095	3.75±0.055
ของแข็งไม่รวมไขมัน (%)	7.99±0.245	7.72±0.147
ของแข็งทั้งหมด (%)	11.83±0.406	11.30±0.227
จุดเยือกแข็ง (องศาเซลเซียส)	-0.483±0.014	-0.458±0.008
ความถ่วงจำเพาะ(กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	1.039±0.003	1.035±0.001
ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)	6.67±0.016	6.61±0.010
ความเป็นกรด (TA, %)	0.17±0.006	0.19±0.007
แอลกอฮอล์โอลิซาริน	ตะกอนขนาดเล็ก	-
แอลคาไลน์ฟอสฟาเตส	ให้ผลบวก	ให้ผลลบ

หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard error)

- : ไม่ได้ทดสอบ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 3 (ตารางที่ 9) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที พบว่าองค์ประกอบและคุณภาพทางกายภาพของน้ำนม ได้แก่ โปรตีน ของแข็งไม่รวมไขมัน ของแข็งทั้งหมด และจุดเยือกแข็ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเนื่องมาจากการให้ความร้อนแบบ direct heat และมีการให้ความร้อนเป็นระยะเวลานาน ย่อมส่งผลทำให้มีการสูญเสียองค์ประกอบไปมาก โดยเฉพาะโปรตีน เป็นองค์ประกอบตัวแรกที่มีการสูญเสียไปก่อนองค์ประกอบตัวอื่นๆ (Hall and Trout, 1968) จึงส่งผลทำให้ค่าของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด ลดลงไปด้วย และจากการรายงานของ Walstra *et al.* (1999) พบว่า ความร้อนไม่มีผลกระทบต่อไขมัน เนื่องจากความร้อนจะทำให้โปรตีน (เคซีน) เกิดการเกาะตัวกันกับไขมัน เกิดอนุภาคที่ใหญ่ขึ้น มีลักษณะคล้ายกับชั้นครีมลอยขึ้นมาบนผิวของนม ถ้านมนี้ไม่ได้ผ่านการโฮโมจิไนซ์ ส่วนค่าความเป็นกรด – เบส มีค่าลดลง และค่าความเป็นกรด (TA) จะเพิ่มขึ้น ในนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ ทั้งนี้ เนื่องมาจาก การให้ความร้อนที่สูงขึ้น ซึ่งความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยทำให้คาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในน้ำนมลดลง ในขณะที่นมถูกให้ความร้อน แต่การหายไปของออกซิเจน จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นปฏิกิริยาแบบย้อนกลับได้ (reversible) แต่ต้องใช้เวลาในการกลับสู่สภาพปกติ ส่งผลให้ค่าความเป็นกรด-เบสลดลง (Walstra *et al.*, 1999) เมื่อทดสอบแอลกอฮอล์ลิซารินในนมแพะดิบ ให้ผลตะกอนขนาดเล็ก ให้ผลลบกับแอลคาไลน์ฟอสฟาเตส

ตารางที่ 9 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 3

คุณลักษณะที่ศึกษา	72 องศาเซลเซียส 15 นาที	
	นมแพะดิบ	นมแพะพาสเจอร์ไรซ์
ไขมัน (%)	5.85±0.658	5.73±0.315
โปรตีน (%)	4.50±0.028 ^a	4.26±0.093 ^b
น้ำตาลแลคโตส (%)	4.38±0.095	4.25±0.055
ของแข็งไม่รวมไขมัน (%)	9.88±0.106 ^a	9.68±0.159 ^b
ของแข็งทั้งหมด (%)	14.78±0.571 ^a	14.24±0.428 ^b
จุดเยือกแข็ง (%)	-0.533±0.008 ^a	-0.583±0.009 ^b
ความถ่วงจำเพาะ(กิโกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	1.038±0.001 ^a	1.036±0.0006 ^b
ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)	6.54±0.025	6.49±0.02
ความเป็นกรด (TA, %)	0.22±0.00	0.23±0.00
แอลกอฮอล์ลิซาริน	ตะกอนขนาดเล็ก	-
แอลคาไลน์ฟอสฟาเตส	ให้ผลบวก	ให้ผลลบ

หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard error)

^{a,b} อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

- : ไม่ได้ทดสอบ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบคุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 4 (ตารางที่ 10) ที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที แต่ฟาร์มนี้จำหน่ายนมแพะเป็นแบบร้อน หมายถึง เสรีฟร้อนให้ผู้บริโภคที่มานั่งทานนมแพะที่ร้าน จึงจำเป็นต้องอุ่นนมแพะให้ร้อนตลอดเวลา ดังนั้น ถึงแม้ว่า การให้ความร้อนเป็นแบบ indirect heat ก็สามารถมีผลกระทบต่อองค์ประกอบน้ำนม ได้เช่นกัน จากผลการทดลองพบว่าองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ไขมัน โปรตีน น้ำตาลแลคโตส ของแข็งไม่รวมไขมัน ของแข็งทั้งหมดของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้ เนื่องจากอุณหภูมิ ในกระบวนการให้ความร้อนที่สูง จึงมีผลต่อองค์ประกอบน้ำนม ส่วนค่าความเป็นกรด-เบส น้ำนมปกติมีความเป็นกรดเล็กน้อย คือ มีค่าความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 6.6 และเมื่อเทียบกับมาตรฐานนมแพะที่กำหนดค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ในช่วง 6.5-6.8 (มกอช. 6006, 2551) ซึ่งฟาร์มที่ 4 มีค่าความเป็นกรด-เบส ลดลง เนื่องจาก เมื่อน้ำนมถูกความร้อนจะมีการสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นปฏิกิริยาแบบย้อนกลับได้ (reversible) แต่ต้องใช้เวลานานถึงจะกลับสู่สภาพปกติ จึงทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำนมลดลง (สมใจ, 2549; Walstra *et al.*, 1999) ส่วนค่าความเป็นกรดของฟาร์มที่ 4 จะมีค่าสูงขึ้น โดยมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-เบส และน้ำตาลแลคโตส เนื่องจาก ในระหว่างการให้ความร้อนน้ำตาลแลคโตสจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนไลซีน เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard) ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้นมมีสีน้ำตาลเกิดกลิ่นสุก (cooked flavor) ค่าความเป็นกรด-เบส และคุณค่าทางอาหารลดลง (Walstra *et al.*, 1999) เมื่อทดสอบกับแอลกอฮอล์ลิซาริน เพื่อดูคุณภาพนมแพะดิบเบื้องต้น ก่อนที่จะนำไปพาสเจอร์ไรซ์พบว่าให้ตะกอนขนาดเล็ก จัดเป็นนมแพะดิบที่มีคุณภาพดี และให้ผลเป็นลบแอลคาไลน์ฟอสฟาเตส แสดงว่านมแพะของฟาร์มที่ 4 ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์อย่างสมบูรณ์ ซึ่ง Early, (1998) ได้อธิบายว่า ความร้อนที่ใช้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลคาไลน์ฟอสฟาเตสนี้จะสูงกว่าที่ต้องใช้ทำลายแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรควัณโรค (*Mycobacterium tuberculosis*) ซึ่งจะทนความร้อนได้สูงกว่าแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนม กฎหมายจึงบังคับให้ใช้แอลคาไลน์ฟอสฟาเตสในการตรวจสอบเพื่อควบคุมกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์

ตารางที่ 10 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของวิธีการให้ความร้อนที่ 4

คุณลักษณะที่ศึกษา	80 องศาเซลเซียส 10 วินาที	
	นมแพะดิบ	นมแพะพาสเจอร์ไรซ์
ไขมัน (%)	5.25±0.232 ^a	5.17±0.077 ^b
โปรตีน (%)	4.29±0.042 ^a	4.23±0.033 ^b
น้ำตาลแลคโตส (%)	4.21±0.03 ^a	4.13±0.029 ^b
ของแข็งไม่รวมไขมัน (%)	9.84±0.071 ^a	9.65±0.067 ^b
ของแข็งทั้งหมด (%)	13.75±0.267 ^a	13.53±0.09 ^b
จุดเยือกแข็ง (%)	-0.530±0.004 ^a	-0.557±0.004 ^b
ความถ่วงจำเพาะ(กิโกลรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	1.037±0.001 ^a	1.034±0.001 ^b
ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)	6.58±0.023	6.39 ±0.02
ความเป็นกรด (TA, %)	0.23±0.006	0.24±0.004
แอลกอฮอล์อลิซาริน	ตะกอนขนาดเล็ก	-
แอลคาไลน์ฟอสฟาเตส	ให้ผลบวก	ให้ผลลบ

หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean ± standard error)

^{a,b} อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

- : ไม่ได้ทดสอบ

2. คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มต่างๆ

จากผลการตรวจจุลินทรีย์ในนมแพะของฟาร์มที่ 1-4 (ตารางที่ 11-14) พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ มีแนวโน้มต่ำกว่านมแพะดิบ เนื่องจาก ผลของความร้อนที่ทำลายจุลินทรีย์บางส่วน ยกเว้นฟาร์มที่ 3 ที่พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ในนมพาสเจอร์ไรซ์สูงกว่าในนมดิบ เนื่องจากผ้าที่ใช้กรองนมพาสเจอร์ไรซ์ก่อนทำการบรรจุลงขวดไม่ได้ทำการฆ่าเชื้อ จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนข้าม (cross-contaminate) สำหรับฟาร์มที่ 1 ให้ความร้อนแก่นมที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดยังคงมีปริมาณสูงอยู่ อาจเนื่องจาก เวลาเพียงแค่ 10 วินาที เป็นเวลาที่สั้น อาจไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้มาก จึงทำให้จุลินทรีย์ยังคงหลงเหลือในนมพาสเจอร์ไรซ์ จากข้อมูลพบว่า ถึงแม้ว่าการให้ความร้อนด้วยวิธีการที่ต่างกัน จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในนมพาสเจอร์ไรซ์ยังมีปริมาณที่สูง อาจเนื่องจากตัวเกษตรกรหรือผู้ทำงานในฟาร์มยังไม่เข้าใจถึงปัจจัยต่างๆ ภายในฟาร์มและการจัดการด้านตัวสัตว์ รวมถึงด้านน้ำนม ว่ามีผลโดยตรงต่อคุณภาพด้านจุลินทรีย์ จึงทำให้นมแพะดิบที่ได้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สูง หรือมีโอกาสของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในขณะที่ทำการพาสเจอร์ไรซ์และขณะบรรจุแบบครวเรือน ดังนั้นข้อมูลจากงานวิจัยสามารถอธิบายถึงความสำคัญของการจัดการที่ดีสำหรับน้ำนม เพื่อให้ได้คุณภาพที่ดี ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อผลิตภัณฑ์หรือนมพาสเจอร์ไรซ์ ตามกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมสด ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1267 (พ.ศ. 2530) กำหนดให้มีจุลินทรีย์ในนมพาสเจอร์ไรซ์ไม่เกิน 5×10^4 cfu/ml และ ชูรัฐ (2534) รายงานว่า นมพาสเจอร์ไรซ์จะมีคุณภาพไม่ดีเมื่อมีจุลินทรีย์กลุ่มทนความร้อน (psychrotroph) กลุ่มมีโซไฟล์ (mesophile) กลุ่มชอบความร้อน (thermophile) และกลุ่มทนความร้อน (thermoduric) ประมาณ $2.8-8.6 \times 10^8$, $2.9-9.9 \times 10^8$, $4.9-7.0 \times 10^8$ และ $1.6 \times 10^3-1.4 \times 10^6$ cfu/ml ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับผลการทดลองแล้ว พบว่า พบจุลินทรีย์กลุ่มทนความร้อน ได้แก่ *B. cereus*, *S. aureus* และ *C. perfringens* ในนมพาสเจอร์ไรซ์ของวิธีการพาสเจอร์ไรซ์ที่ 1 2 และ 3 สูงกว่าการทดลองของชูรัฐ ส่วนวิธีที่ 4 มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจาก วิธีการพาสเจอร์ไรซ์ที่ 1 2 และ 3 มีขั้นตอนการบรรจุขณะที่ยังมีอุณหภูมิเย็นอยู่ ส่วนวิธีการให้ความร้อนวิธีที่ 4 จะบรรจุขณะที่ยังมีร้อน โอกาสที่จุลินทรีย์ที่มีการปนเปื้อนในขณะบรรจุ จึงมีน้อยกว่า และอาจมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่อยู่ตามสภาพแวดล้อม มือสัมผัสของผู้ปฏิบัติงานได้

ส่วนจากผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ พบว่า ปริมาณ *E.coli* ของวิธีการให้ความร้อนในวิธีที่ 1, 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 0.3-110 MPN/ml ส่วนวิธีที่ 4 มีค่าอยู่ในช่วง 0.3-9.5 MPN/ml ในนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากการจัดการในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์รวมถึงการบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มนั้นทำในขณะที่นมยังร้อนอยู่ จากนั้นทำให้นมเย็นลงทันที จึงอาจทำให้มีปริมาณ *E.coli* น้อยกว่าวิธีอื่นๆ ได้ ส่วน Coliform ของวิธีการให้ความร้อนทั้ง 4 วิธีจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.3-110 MPN/ml โดยในวิธีที่ 4 จะมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามปริมาณ Coliform ของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์มีสูงกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดให้นมพาสเจอร์ไรซ์มี Coliform ไม่เกิน 10 MPN/ml (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2530) พบ *S. aureus* ในนมพาสเจอร์ไรซ์ที่ให้ความร้อนตามวิธีที่ 1 และ 2 จะอยู่ในช่วง <0.3-0.6 และ <0.3-4.3 MPN/ml ตามลำดับ ส่วนวิธีที่ 3 และ 4 จะมีค่าอยู่ในช่วง <0.3 MPN/ml สำหรับ *B. cereus* พบในนมพาสเจอร์ไรซ์ของทุกฟาร์ม ซึ่ง Eneroth *et al.*, (1998) กล่าวว่าพบ *B. cereus* ได้เล็กน้อยในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรซ์ โดย *B. cereus* จะมีการปนเปื้อนเริ่มแรกจากสปอร์ที่ทนความร้อนในน้ำนมดิบ และปนเปื้อนหลังจากผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ และระหว่างขั้นตอนการบรรจุ และสอดคล้องกับ Lin *et al.* (1998) ศึกษาแหล่งการปนเปื้อนของ *B. cereus* ในนมพาสเจอร์ไรซ์ พบว่าในนมดิบมีเซลล์ของ *B. cereus* ต่ำ (<10 เพอร์เซ็นต์) แต่พบสปอร์ได้สูง หลังจากการเพาะเชื้อ และพบ *B. cereus* มากกว่า 80 เพอร์เซ็นต์ ในนมพาสเจอร์ไรซ์ หรือผลิตภัณฑ์นมสุดท้าย ทั้งนี้เนื่องมาจากขั้นตอนการบรรจุ และขอพิจารณาที่ใช้สัมผัสกับน้ำนม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่พบ *B. cereus* ในนมแพะดิบและนมแพะหลังพาสเจอร์ไรซ์ส่วน *Salmonella* spp. และ *C. perfringens* ตรวจไม่พบในวิธีการให้ความร้อนของทั้ง 4 วิธี ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Foschino *et al.* (2002) ที่รายงานว่าไม่พบ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างนมแพะ 60 ตัวอย่างของประเทศอิตาลี และจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดไว้ว่า ต้องไม่พบ *Salmonella* spp., *B. cereus*, *S. aureus* และ *C. perfringens* ในนมพาสเจอร์ไรซ์

จากข้อมูลดังกล่าวอธิบายได้ว่า นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ผ่านการให้ความร้อนที่ต่างกันของเกษตรกรที่เลี้ยงแพะนม 4 วิธี มีคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์สูง ปริมาณเชื้อ *E.coli* และ Coliform สูง อาจเป็นดัชนีชี้ถึงความสะอาดในด้านของสุขาภิบาล และเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งสาเหตุดังกล่าว อาจมาจากจำนวนจุลินทรีย์ของนมแพะดิบ สุขภาพของแม่แพะ เช่น แพะที่เป็นโรค เต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการ รวมถึงความสะอาดของภาชนะใส่นม เครื่องมืออุปกรณ์ในการรีดนม ขบวนการพาสเจอร์ไรส์ที่มีการปนเปื้อนในช่วงของการบรรจุ สุขอนามัยส่วนบุคคลของผู้รีดนมและแปรรูปน้ำนม (Harding, 1999; สุทธิศักดิ์และคณะ, 2544)

ตารางที่ 11 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 1

จุลินทรีย์ในนม	นมแพะดิบ	นมแพะพาสเจอร์ไรซ์
*Total Plate Count (log cfu/ml)	5.86±0.51	4.24±0.152
<i>E. coli</i> (MPN/ml)	0.3-110	0.3-110
Coliform (MPN/ml)	0.3 - >110	0.3 - >110
<i>S. aureus</i> (MPN/ml)	< 0.3 – 1.5	< 0.3 - 0.6
<i>B. cereus</i> (MPN/ml)	0.3-29	0.3-110
<i>Salmonella</i> spp. (MPN/ml)	ND	ND
<i>C. perfringens</i> (MPN/ml)	ND	ND

หมายเหตุ *ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard error)

ND: Not detect

ตารางที่ 12 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 2

จุลินทรีย์ในนม	นมแพะดิบ	นมแพะพาสเจอร์ไรซ์
*Total Plate Count (log cfu/ml)	5.36±0.51	3.97±0.152
<i>E. coli</i> (MPN/ml)	0.3-110	0.3-110
Coliform (MPN/ml)	0.74 - >110	0.74 - >110
<i>S. aureus</i> (MPN/ml)	< 0.3 – 2	< 0.3 – 4.3
<i>B. cereus</i> (MPN/ml)	0.3-110	0.36-110
<i>Salmonella</i> spp. (MPN/ml)	ND	ND
<i>C. perfringens</i> (MPN/ml)	ND	ND

หมายเหตุ *ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard error)

ND: Not detect

ตารางที่ 13 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 3

จุลินทรีย์ในนม	นมแพะดิบ	นมแพะพาสเจอร์ไรซ์
*Total Plate Count (log cfu/ml)	3.42±0.51	4.14±0.152
<i>E. coli</i> (MPN/ml)	<0.3-110	0.3-110
Coliform (MPN/ml)	0.3 - >110	0.92 - >110
<i>S. aureus</i> (MPN/ml)	< 0.3 – 11	< 0.3
<i>B. cereus</i> (MPN/ml)	0.3->110	0.36->110
<i>Salmonella</i> spp. (MPN/ml)	ND	ND
<i>C. perfringens</i> (MPN/ml)	ND	ND

หมายเหตุ *ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard error)

ND: Not detect

ตารางที่ 14 ผลวิเคราะห์คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของฟาร์มที่ 4

จุลินทรีย์ในนม	นมแพะดิบ	นมแพะพาสเจอร์ไรซ์
*Total Plate Count (log fu/ml)	4.54±0.51	2.65±0.152
<i>E.coli</i> (MPN/ml)	0.3-110	0.3-9.5
Coliform (MPN/ml)	0.3 - 110	0.3 - 110
<i>S. aureus</i> (MPN/ml)	< 0.3 – 110	< 0.3
<i>B. cereus</i> (MPN/ml)	<0.3-7.5	0.36-46
<i>Salmonella</i> spp. (MPN/ml)	ND	ND
<i>C. perfringens</i> (MPN/ml)	ND	ND

หมายเหตุ *ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard error)

ND: Not detect

3. การสูญเสียองค์ประกอบของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์

จากความสัมพันธ์ของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยวิธีที่ต่างกัน มีโอกาสที่จะสูญเสียองค์ประกอบในน้ำนมแตกต่างกันด้วย ดังตารางที่ 15 แสดงถึงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียองค์ประกอบของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ พบว่า วิธีการให้ความร้อนแบบที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียองค์ประกอบต่างๆ มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการให้ความร้อนแบบอื่นๆ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้สูงที่สุดและเป็นแบบการให้ความร้อนโดยตรง (direct heat) ซึ่งปริยา (2524) ได้อธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของนมขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ โดยองค์ประกอบตัวแรกที่มีการสลายไป คือ โปรตีน โดยเซรัมโปรตีนในน้ำนมจะเกิดการแปรสภาพเมื่อได้รับความร้อนสูงมาก ซึ่งจะเกาะตัวกันบนพื้นผิวของน้ำนมปริมาณมาก (ประกาย, 2526) และจากการศึกษาของ Early (1998) ได้รายงานเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไขมันในนมพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 15 วินาที และ 80 องศาเซลเซียส เวลา 15 วินาที พบว่า มีการสูญเสียไขมัน 10-20 และ มากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการพาสเจอร์ไรซ์แบบวิธีที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียองค์ประกอบของน้ำมน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจาก อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมไม่สูงมากจนเกินไป และใช้เวลาสั้น จึงทำให้คุณค่าทางอาหารยังอยู่เกือบครบสมบูรณ์

ตารางที่ 15 เปอร์เซ็นต์ที่สูญเสียองค์ประกอบของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ ที่ผ่านการให้ความร้อน
ทั้ง 4 วิธี

วิธีที่	1	2	3	4	Pooled SE
เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียองค์ประกอบ ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์					
ไขมัน (%)	18.2 ^a	2.85 ^b	2.05 ^c	1.52 ^d	0.042
โปรตีน (%)	5.69 ^a	2.86 ^c	5.33 ^b	1.39 ^d	0.003
น้ำตาลแลคโตส (%)	1.93 ^c	2.09 ^b	2.97 ^a	1.9 ^d	0.007
ของแข็งไม่รวมไขมัน (%)	4.14 ^a	3.38 ^b	2.02 ^c	1.93 ^d	0.013
ของแข็งทั้งหมด (%)	8.89 ^a	4.48 ^b	3.65 ^c	1.60 ^d	0.045

^{a b c d} อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4. ปริมาณแคลเซียมในนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์

จากการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในน้ำนมที่หลงเหลือจากการพาสเจอร์ไรซ์ที่ต่างกัน ทั้ง 4 วิธี (ตารางที่ 16) พบว่า ฟาร์มที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียแคลเซียมในนมแพะพาสเจอร์ไรซ์สูงที่สุด เท่ากับ 17.35 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องมาจาก การใช้อุณหภูมิที่สูงถึง 100 องศาเซลเซียส ทำให้วิตามินและแร่ธาตุมีการสลายตัวไปได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะหลังจากที่เกษตรกรบรรจุนมพาสเจอร์ไรซ์ในขวดพลาสติกที่ปิดสนิท แล้วไม่รีบนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้นมที่ตั้งไว้มีโอกาสสัมผัสกับแสง ซึ่งแสงมีผลทำให้ค่าของวิตามินและแร่ธาตุในนมพาสเจอร์ไรซ์เกิดการผันแปรได้ ส่วนฟาร์มอื่นๆ จะมีค่าใกล้เคียงกัน การนำนมแพะดิบไปผ่านการให้ความร้อนด้วยวิธีการที่ต่างกัน ส่งผลทำให้ปริมาณแคลเซียมลดลงแตกต่างกันไปด้วย โดยน้ำนมเมื่อถูกความร้อนจะทำให้แคลเซียมที่อยู่ในน้ำนม จะจับตัวอยู่ที่ผิวของอนุภาคเคซีนในรูปของแคลเซียมไอออน เพราะความเข้มข้นของอิเล็กตรอนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออนุภาคของเคซีนถูกความร้อน นอกจากแคลเซียมไอออนแล้ว แคลเซียมจะเกาะอยู่บนผิวของอนุภาคเคซีนในรูปแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งไม่สามารถละลายได้ ส่งผลให้แคลเซียมมีปริมาณลดลงเมื่อได้รับความ (ประกาย, 2526; Harding, 1995) จากผลการทดลองให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Anthony (1985) ว่าผลการตรวจแคลเซียมในนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิ 77.8 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 วินาที เท่ากับ 0.140 และ 0.134 กรัมต่อน้ำนม 100 กรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแคลเซียมมีปริมาณลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากอุณหภูมิในการให้ความร้อนมีผลต่อปริมาณแคลเซียมในน้ำนมโดย Baker *et al.* (1954); Fox *et al.* (1966) รายงานว่า ปริมาณแคลเซียมจะลดลง เมื่อมีการให้อุณหภูมิและเวลาที่สูงขึ้น ในขณะที่ฟาร์มที่ 2 จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียแคลเซียมในน้ำนมต่ำที่สุดเพียง 1.57 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องมาจากอุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์ มีผลต่อการสลายตัวของแร่ธาตุในน้ำนม และจากการรายงานผลของ Walstra *et al.* (1999) พบว่า ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแคลเซียมในน้ำนมลดลง ซึ่งเป็นปฏิกิริยาแบบย้อนกลับได้ แต่ใช้เวลาค่อนข้างนาน ประมาณ 24 ชั่วโมง ถึงจะทำให้ปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้น แต่ขัดแย้งกับ Hall and Trout (1968) กล่าวว่า การพาสเจอร์ไรซ์ไม่มีผลต่อแคลเซียมโปรตีน วิตามินบี 2 และวิตามิน เอ ในน้ำนม

ตารางที่ 16 แสดงผลของปริมาณแคลเซียม ในนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่ผ่านการให้ความร้อนที่ต่างกัน และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียแคลเซียม

ฟาร์มที่	ปริมาณแคลเซียม (กรัม/100กรัม)		เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย แคลเซียม
	นมแพะดิบ	นมแพะพาสเจอร์ไรส์	
1	0.098	0.081	17.35
2	0.127	0.125	1.57
3	0.133	0.129	3.01
4	0.138	0.135	2.17

IV. การศึกษาคุณภาพของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ในวันที่ 1 และวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

1. องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์

ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 267 ที่กำหนดนมพาสเจอร์ไรซ์ ควรผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้ไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือทำให้ร้อนไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลา 16 ± 1 วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีถึงอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า ก่อนบรรจุในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดสนิท และมีอายุการเก็บรักษาได้ 7-10 วัน ทำให้การทดลองนี้ศึกษาถึงคุณภาพของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ในวันที่ 1 และวันที่ 7

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมี (ตารางที่ 17) พบว่าเปอร์เซ็นต์ ไขมัน โปรตีน น้ำตาลแลคโตส ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมดของวิธีการให้ความร้อนวิธีที่ 3 มีค่าสูงที่สุด เมื่อทำการวิเคราะห์ทั้งในวันที่ 1 และวันที่ 7 ของการเก็บรักษา รองลงมาได้แก่ วิธีที่ 4, 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งองค์ประกอบของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลักในนมดิบ ดังที่ได้อธิบายมาก่อนนี้ และปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์ อาหาร สุขภาพของสัตว์ ฤดูกาลระหว่างเวลาของการให้นม และอายุของสัตว์ เป็นต้น (Jaubert, (n.d.)) ค่าความเป็นกรด-เบส ของนมพาสเจอร์ไรซ์ตามวิธีการต่างๆ จะอยู่ในช่วง 6.39-6.6 และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 7 อาจเนื่องจากการเก็บนมไว้ที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนกลับเข้ามาละลายอยู่ในน้ำนม ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงแบบกลับกลายมาได้ (reversible change) คุณภาพนมพาสเจอร์ไรซ์จะมีความผันแปรไปตามอุณหภูมิที่เก็บ (ภัทรารวรรณและคณะ, 2548) จาก USDA leaflet (1956) รายงานว่าการพาสเจอร์ไรซ์ จะทำลายแบคทีเรียพวกที่สร้างกรดแลคติก จึงทำให้นมนั้นสามารถเก็บไว้ได้นานกว่านมดิบ

ตารางที่ 17 แสดงองค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและเคมีของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ในวันที่ 1 และวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

องค์ประกอบ ของนมแพะ พาสเจอร์ไรซ์ (%)	วันที่	วิธีการพาสเจอร์ไรซ์			
		1	2	3	4
ไขมัน	1	3.78±0.011 ^c	3.77±0.011 ^d	5.59±0.011 ^a	5.18±0.011 ^b
	7	3.68±0.026 ^d	3.70±0.026 ^c	5.58±0.026 ^a	5.17±0.026 ^b
โปรตีน	1	3.78±0.006 ^c	3.29±0.006 ^d	4.47±0.006 ^a	4.19±0.006 ^b
	7	3.83±0.009 ^c	3.31±0.009 ^d	4.54±0.009 ^a	4.27±0.009 ^b
น้ำตาลแลคโตส	1	4.03±0.005 ^c	3.64±0.005 ^d	4.36±0.005 ^a	4.18±0.005 ^b
	7	4.08±0.005 ^c	3.66±0.005 ^d	4.41±0.005 ^a	4.25±0.005 ^b
ของแข็งไม่รวม ไขมัน	1	8.51±0.010 ^c	7.55±0.010 ^d	9.65±0.010 ^a	9.14±0.010 ^b
	7	8.61±0.015 ^c	7.60±0.015 ^d	9.77±0.015 ^a	9.29±0.015 ^b
ของแข็งทั้งหมด	1	12.29±0.016 ^c	11.32±0.016 ^d	15.24±0.016 ^a	14.32±0.016 ^b
	7	12.30±0.054 ^c	11.29±0.054 ^d	15.27±0.054 ^a	14.46±0.054 ^b
ค่า pH	1	6.63±0.0154 ^a	6.61±0.0154 ^b	6.49±0.0154 ^c	6.39±0.0154 ^d
	7	6.64±0.0269 ^b	6.67±0.0269 ^a	6.61±0.0269 ^c	6.55±0.0269 ^d
ความเป็นกรด (TA)	1	0.22±0.005 ^c	0.10±0.005 ^d	0.24±0.005 ^b	0.25±0.005 ^a
	7	0.23±0.009 ^c	0.19±0.009 ^d	0.25±0.009 ^b	0.29±0.009 ^a
แอลคาไลน์ ฟอสฟาเตส	1	-	-	-	-
	7	ไม่ได้ ทดสอบ	ไม่ได้ ทดสอบ	ไม่ได้ ทดสอบ	ไม่ได้ ทดสอบ

หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean ± standard error)

^{a b c d} อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(P<0.05)

- : Negative

อายุการเก็บรักษานมพาสเจอร์ไรซ์ ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น คุณภาพของนมดิบเริ่มต้น อุณหภูมิของนมดิบ การเก็บรักษา ประสิทธิภาพเครื่องพาสเจอร์ไรซ์สุขาภิบาลในกระบวนการผลิต ตลอดจน การเก็บรักษานมพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิที่ถูกต้องเพื่อชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่ และควบคุมอุณหภูมิ การขนส่งจากโรงงานไปยังร้านจำหน่าย

2. คุณภาพทางชีวภาพของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์

ตารางที่ 18 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/ml.) ในนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ทั้ง 4 วิธี พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ในวันที่ 1 มีปริมาณน้อยกว่าในวันที่ 7 อาจเนื่องมาจากความร้อนที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรซ์ไปทำลายจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่ง Walstra *et al.* (1999) ได้รายงานว่าการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิสูง (อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 15 วินาที) เป็นอุณหภูมิที่จุลินทรีย์ทั้งหมด (vegetative) ถูกทำลายเกือบหมด และในการเก็บนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนถึงวันที่ 7 จำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนมอาจมีการเจริญเติบโตน้อยลง และเป็นช่วงวงจรชีวิตของจุลินทรีย์อยู่ในช่วง death phase จึงอาจทำให้มีปริมาณของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงในวันที่ 7 ของอายุการเก็บรักษานมแพะพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Duyvesteyn *et al.* (2001) ที่รายงานว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่ออายุการเก็บ โดยทดลองเก็บนมไว้ที่ 2, 5, 7, 12 และ 14 องศาเซลเซียส พบว่านมมีอายุการเก็บรักษาที่ 15.8, 13.7, 12.3, 4.6 และ 3.9 วัน ตามลำดับ และมีจำนวนจุลินทรีย์รวมที่เจริญได้ในที่เย็นเท่ากับ 50, 300, 20,000, 30,000 และ 20,000 cfu/ml ดังนั้นการเก็บรักษาน้ำนมที่อุณหภูมิสูงๆ จะทำให้อายุการเก็บของน้ำนมสั้นลงและมีปริมาณจุลินทรีย์สูงขึ้น ในขณะที่ Maxcy (2000) ได้รายงานว่าการพาสเจอร์ไรซ์ใหม่ๆ ในนมจะพบจุลินทรีย์พวก gram positive ประมาณ 99 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และเมื่อเก็บตัวอย่างนมที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3, 7 และ 14 วัน จำนวนแบคทีเรียจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าเก็บไว้ที่ 32 องศาเซลเซียส จำนวนแบคทีเรียพวก gram positive จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนพวก gram negative จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยทั้งในอุณหภูมิ 4 และ 32 องศาเซลเซียส เกรียงศักดิ์ และคณะ (2539) รายงานว่านมพาสเจอร์ไรซ์จากผู้ผลิตรายย่อยมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าผู้ผลิตรายใหญ่ และอายุการเก็บรักษาน้ำนมสั้นลง เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงขึ้น

จากผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่ก่อโรคที่พบในนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ (ตารางที่ 18) พบว่านมแพะที่ผ่านการให้ความร้อนทั้ง 4 วิธี ส่วนใหญ่ พบ *E.coli* ในวันที่ 1 และวันที่ 7 อยู่ในช่วง <0.3-110 MPN/ml ยกเว้นในวิธีการให้ความร้อนที่ 4 จะพบ *E.coli* อยู่ในช่วงที่น้อยที่สุดในวันที่ 1

และวันที่ 7 เท่ากับ 0.3-2.9 และ 0.3-9.5 MPN/ml ตามลำดับ ส่วนปริมาณ Coliform ในวันที่ 1 และ วันที่ 7 ของวิธีการให้ความร้อนที่ 1 และ 4 มีค่าอยู่ในช่วง <0.3-110 MPN/ml Roadhouse and Henderson (1999) กล่าวว่านมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์อย่างถูกต้องจะไม่พบ Coliform ในน้ำนม พาสเจอร์ไรส์เลย แต่ที่พบในนมพาสเจอร์ไรส์ เนื่องจากการปนเปื้อนหลังจากการพาสเจอร์ไรส์ เช่น เครื่องมือ เครื่องใช้ที่สัมผัสกับนม และพบ *S. aureus* ในนมแพะ ที่ผ่านการให้ความร้อนทั้ง 4 วิธีมีค่าโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง <0.3 MPN/ml ทั้งในวันที่ 1 และ 7 โดยที่ สุกรดา และคณะ (2550) พบ *E.coli*, Coliform และ *S. aureus* ในนมพาสเจอร์ไรส์ในวันที่ 1 และวันที่ 10 อยู่ในช่วง <0.3 MPN/ml ซึ่งจากผลการทดลอง อธิบายได้ว่า ปริมาณ *E.coli*, Coliform ในวันที่ 1 และวันที่ 7 มีค่า ใกล้เคียงกัน เนื่องมาจากน้ำนมถูกเก็บรักษาและควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็น อุณหภูมิที่ชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ และตรวจพบปริมาณ *B. cereus* ในวันที่ 7 มากกว่าวันที่ 1 แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์มีการเพิ่มจำนวนมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก เชื้อ *B. cereus* เป็นแบคทีเรียที่มี สปอร์สามารถทนต่ออุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์ และสามารถเจริญเติบโตได้ในที่เย็น จากข้อมูลงานวิจัย พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ ไม่ได้ทำการฆ่าเชื้อขวดพลาสติกบรรจุนม จึงอาจเป็นไปได้ว่า มีสปอร์ ของเชื้อ *B. cereus* อยู่แล้วในขวดนม ตรวจไม่พบ *Salmonella* spp และ *C. perfringens* ของทั้ง 4 วิธีการให้ความร้อน

ตารางที่ 18 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในนมแพะพาสเจอร์ไรซ์
ในวันที่ 1 และวันที่ 7 ของการเก็บรักษา

จุลินทรีย์ที่พบ ในนมแพะ	วันที่	วิธีการพาสเจอร์ไรซ์			
		1	2	3	4
จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/ml)	1	4.42±0.58	4.35±0.58	4.09±0.58	3.05±0.58
	7	3.56±0.58	3.42±0.58	3.19±0.58	2.24±0.58
<i>E. coli</i> (MPN/ml)	1	<0.3-110	<0.3-110	<0.3-110	0.3-2.9
	7	<0.3-110	<0.3-110	<0.3-110	0.3-9.5
Coliform (MPN/ml)	1	<0.3-110	2.1-110	0.92-110	<0.3-110
	7	<0.3-110	0.74-110	0.4-110	<0.3-110
<i>S. aureus</i> (MPN/ml)	1	<0.3-0.6	<0.3	<0.3	<0.3
	7	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
<i>B. cereus</i> (MPN/ml)	1	<0.3-110	2.5-110	<0.3	1.4-46
	7	0.4-110	0.36-110	0.36-110	0.36-110
<i>Salmonella</i> spp.	1	ND	ND	ND	ND
	7	ND	ND	ND	ND
<i>C. perfringens</i>	1	ND	ND	ND	ND
	7	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard error)

ND: Not Detected

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. จากการศึกษาคุณภาพของนมแพะดิบทั้ง 4 ฟาร์ม สรุปว่า องค์ประกอบของฟาร์มที่ 3 มีค่าสูงสุด ($P < 0.05$) ส่วนคุณภาพจุลินทรีย์ของฟาร์มที่ 1 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากที่สุด และพบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในนมแพะดิบ ได้แก่ *E. coli*, Coliform, *B. cereus*, *S. aureus* ของทั้ง 4 ฟาร์มเกินมาตรฐานน้ำนมแพะดิบของประเทศไทยที่กำหนดไว้ แต่ไม่พบ *Salmonella* spp. และ *L. monocytogenes*

2. จากการศึกษาองค์ประกอบ คุณภาพของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ตามวิธีการของเกษตรกรที่แตกต่างกันทั้ง 4 วิธี สรุปได้ว่า องค์ประกอบน้ำนมของนมแพะดิบและนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของวิธีที่ 3 (72 องศาเซลเซียส 15 นาที) มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีน น้ำตาลแลคโตส ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมดสูงที่สุด สำหรับปริมาณแคลเซียมในนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ พบว่า วิธีการให้ความร้อนที่ 1 (100 องศาเซลเซียส 10 วินาที) มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณแคลเซียมมากที่สุด

3. จากการศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพของนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ในวันที่ 1 และวันที่ 7 ของการเก็บรักษา พบว่า องค์ประกอบของน้ำนมลดลงเล็กน้อย และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณลดลง ในขณะที่มีจุลินทรีย์ที่สำคัญ ได้แก่ *B. cereus* ที่พบในนมแพะพาสเจอร์ไรซ์เพิ่มขึ้นจากวันที่ 1

ข้อเสนอแนะ

1. เกษตรกรควรมีการจัดการควบคุมคุณภาพนมแพะดิบในทุกขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่การคัดเลือกพันธุ์ ดูแลสุขภาพของสัตว์ การจัดการเรื่องอาหาร ความสะอาดภายในโรงเรือน ตลอดจนการรีดนมที่ถูกต้อง เพื่อให้ได้น้ำนมที่มีคุณภาพดี โดยมีองค์ประกอบน้ำนมสูง มีจุลินทรีย์ต่ำ ซึ่งจะส่งผลต่อการนำน้ำนมดิบไปแปรรูป ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำนมที่มีคุณภาพดีตามไปด้วย

2. กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์น้ำนมที่ถูกต้อง จะต้องใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมและเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด เพื่อสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้ และจะต้องมีผลกระทบต่อคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะวิตามินและแร่ธาตุ ให้น้อยที่สุด เพื่อให้ได้น้ำนมที่มีคุณภาพดี ส่งผลดีต่อผู้บริโภค

3. จากการศึกษาคุณภาพของนมแพะ พบว่า มีจำนวนจุลินทรีย์รวมในนมพาสเจอร์ไรซ์เกินข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข อาจเนื่องมาจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ตามภาชนะหรือเครื่องมือต่างๆ (re-contaminate/cross-contaminate) โดยเฉพาะในการบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรซ์ของเกษตรกร ซึ่งเป็นการพาสเจอร์ไรซ์แบบครัวเรือน ส่วนใหญ่เกษตรกรจะใช้ภาชนะใส่น้ำนม และภาชนะรองรับน้ำนม ผ้ากรอง ที่ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อ รวมทั้งมือสัมผัสขณะบรรจุน้ำนมไม่ได้ล้างทำความสะอาดก่อนที่จะบรรจุน้ำนม จึงเป็นเหตุผลที่พบเชื้อจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่ในน้ำนม และสามารถเพิ่มจำนวนได้ หลังจากผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์มาแล้ว ดังนั้นควรทำการควบคุมป้องกันเพื่อลดการเกิดการปนเปื้อนซ้ำ และควรมีการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือพาสเจอร์ไรซ์ อุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ และการล้างเครื่องมือให้ถูกต้อง เพื่อให้เป็นไปตามหลักการผลิตอาหารให้ปลอดภัยต่อการบริโภค (GMP)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤตยา แส่นสุรัตน์ และตรีรัตน์ มีเงิน. 2544. การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำนมดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูป. โครงการวิศวกรรมอาหาร. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 3-4 น.

กระทรวงสาธารณสุข. 2522. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดนมโคเป็นอาหารควบคุม เฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและวิธีการผลิต. ฉบับที่ 26 (2522).

กระทรวงสาธารณสุข. 2545. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ผลิตภัณฑ์ของนม. ฉบับที่ 267 (2545).

กองควบคุมอาหาร. 2538. อายุการเก็บรักษาของอาหารที่พร้อมบริโภคบางชนิด. งานวิจัย. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, กรุงเทพฯ. 17 น.

เกรียงศักดิ์ สายธนู และรุ่งทิพย์ ชวนชื่น. 2539. อายุการเก็บของนมพาสเจอร์ไรส์และชนิดของเชื้อที่โตในความเย็นในน้ำนม. รายงานผลการวิจัย. ภาควิชาสัตวบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกรียงศักดิ์ สายธนู, เขวภา เจิงกลิ่นจันทร์ และธงชัย เถลิ้มชัยกิจ. 2539. อายุของน้ำนมพาสเจอร์ไรส์ในประเทศไทย. ประชุมวิชาการ “โคนมและผลิตภัณฑ์” เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฉลองสิริราชสมบัติครบ 50 ปี. 5-7 มิถุนายน 2539. กรุงเทพฯ. 81-81 น.

เกรียงศักดิ์ สายธนู และรุ่งทิพย์ ชวนชื่น. 2541. คุณภาพน้ำนมโคดิบ: ปัญหาและการแก้ไข. รายงาน ผลการวิจัยทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2537. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 60 น.

เจียมทอง นิ่มจินดา. 2538. **ทฤษฎีอาหาร**. ตำราเอกสารวิชาการ ฉบับที่ 81. ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู. 58 น.

ชวนิศนดากร วรวรรณ. 2527. **การเลี้ยงโคนม**. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ. 365 น.

ชูรัฐ แปลกสงวนศรี. 2534. **การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ ในน้ำนมพาสเจอร์ไรซ์ที่มีอายุการเก็บต่างกัน**. งานวิจัย. วิทยาลัยเกษตรกรรมเชียงราย, เชียงราย.

ทองยศ อเนกะเวียง. 2527. **ผลิตภัณฑ์นม**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 327 น.

นิรนาม. 2548ก. **แคลเซียมคืออะไร**. แคลเซียม.

แหล่งที่มา: http://www.healthdd.com/article_preview.php?id. 3 กันยายน 2550.

_____. 2548ข. **คุณภาพน้ำนม**. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แหล่งที่มา: http://www.pharm.chula.ac.th/physiopharm/2548_sem2/group18-3.html.

3 สิงหาคม 2550.

_____. 2549. **แคลเซียม สารอาหารที่จำเป็นและมีประโยชน์**. นิตยสาร HEALTH & CUISINE ปีที่ 6 ฉบับที่ 64 พฤษภาคม 2549. 41 น.

นิรัตน์ เตียสุวรรณ. 2538. **นมพร้อมดื่ม**. เอกสารเผยแพร่. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, กรุงเทพฯ. 11 น.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2542. **จุลชีววิทยาทั่วไป**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน. 403-409 น.

บุษกร อุดรรักษาดี. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ประกาย จิตรกร. 2526. **นมและผลิตภัณฑ์นม**. สมาคมสัตว์บาลแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 453 น.

ประพุกษ์ ตั้งมั่นคง. 2546. **ปฏิบัติการ Food Hygiene: ตรวจสอบคุณภาพน้ำนม**: การตรวจหาสารปฏิชีวนะและยาต้านจุลชีพตกค้างในน้ำนม. ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์และการบริการวินิจฉัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์. 2524. **หลักการแปรรูปนม**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 199 น.

พรเพชร ศักดิ์ศิริชัยศิลป์. 2549. **การศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำนมพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส และสภาพความเสี่ยงของน้ำนมพาสเจอร์ไรซ์ในโรงงานต้นแบบ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภัทรารวรรณ วัฒนศัพท์, ทิพย์วรรณ ปริญาศิริและประภาพร ขอไพบูลย์. 2548. **ปัจจัยบางประการ ที่มีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ของโรงงานแปรรูปนมขนาดเล็ก**. การประชุมวิชาการร่วมระหว่างหน่วยงานภายใต้กลุ่มภารกิจสนับสนุนงานบริการสุขภาพ ครั้งที่ 3 ประจำปี 2548 ระหว่างวันที่ 1-2 กันยายน 2548 ณ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพค เมืองทองธานี

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2530. **ผลิตภัณฑ์นมสด**. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1267.

มาตรฐานสินค้าอาหารและเกษตรแห่งชาติ. 2551. **น้ำนมแพะดิบ**. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (มกอช). 6006 – 2551. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 125 ตอนพิเศษ 139. วันที่ 18 สิงหาคม พุทธศักราช 2551.

มานิตย์ วาสุเทพรังสรรค์. 2549. **สัตว์บก: นำนมแพะ** ผลิตอย่างไร ถึงโดนใจผู้บริโภค. ปีที่ 14 ฉบับที่ 158. กลุ่มวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์นมเชียงใหม่ กรมปศุสัตว์.

รัตน์ ฉายารัตนศิลป์ และอรรธยา เกียรติสุนทร. 2542. **การตรวจสอบคุณภาพนํานมดิบในถังนมรวมของสหกรณ์**. รายงานการประชุมเสวนา มาตรฐานคุณภาพนํานมดิบ วันที่ 25 พฤษภาคม 2542. คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา วิสิฐอุตรการ. 2540. **เอกสารประกอบการสอนการประเมินอายุการเก็บของอาหาร**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2538. **ปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพนมและผลิตภัณฑ์นม**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 51 น.

วรรณา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. **นมและผลิตภัณฑ์นม**. โอ. เอส. พรินติ้ง เฮาส์. กรุงเทพฯ.

วิพัญญ์ ไชยศรีสงคราม. 2541. **การตรวจคุณภาพนํานมและผลิตภัณฑ์นม**. กรุงเทพฯ. 287 น.

ศุภรดา เฟื่องฟอง, กิ่งกาญจน์ คำลือ, ดาวเรือง พิพัฒนพร, สิทธิสิน บวรสมบัติ และสุกัญณี บวรสมบัติ. 2550. **การระบุสถานภาพด้านจุลชีววิทยาของนํานมดิบเพื่อลดต้นทุนภูมิในการพาสเจอร์ไรส์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมชัย สวาสดิพันธ์ และนิชารัตน์ สวาสดิพันธ์. 2547. **เกษตรกรรมธรรมชาติ: ประสบการณ์การคั้นนมแพะ**. ฉบับที่ 7/2547.

สมใจ ศรีละออกุล. 2549. **เทคโนโลยีนํานมและผลิตภัณฑ์**. คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. 108 น.

สุทธิศักดิ์ แก้วแกมจันทร์, ประวีร์ วิชชุตา, พรศรี ชัยรัตนบุษย์, วิไล สันติโสภาสรี และสมถวิล พานิชยิ่ง. 2544. คุณภาพน้ำนมดิบจากศูนย์รวมนมต่างๆ ขององค์การส่งเสริมโคนมแห่งประเทศไทย เขตภาคกลาง ปี พ.ศ. 2539-2542.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลชีววิทยาทางอาหาร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, นนทบุรี. 454 น.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2535. จุลชีววิทยาทางอาหาร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 248 น.

สุวรรณา กิจภารณ. 2535. ผลิตภัณฑ์จากน้ำนม. ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 93 น.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2538. นมและผลิตภัณฑ์นม. กรุงเทพฯ. 137 น.

เสาวนีย์ จักรพิทักษ์. 2532. หลักโภชนาการปัจจุบัน. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.

อนุวัตร ลิมสุวรรณ. 2549. นมมีความสำคัญอย่างไร. ข้อมูลของสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล. แหล่งที่มา: <http://www.sudipan.net/phpBB2/viewtopic.php?t.3> พฤษภาคม 2550.

Adams, H.S. 1984. Milk and food sanitation practice. New York: The Commonwealth Fund. 311 p.

Angelotti, R., M. J. Foter, and K. H. Lewis. 1961. Time-temperature Effects on *Salmonella* and *Staphylococci* in Foods. AM. **J Public Health**. 51: 76-88.

Anonymous. 1995. **Dairy Processing Handbook**. Tetra Park Processing System AB., Sweden. 436 p.

Anonymous. 1998. **Alkaline Phosphatase Testing for Milk Pasteurization**. Dairy Science Facts. Cornell Univ., New York.

Anthony, L., W. F. Collins, and H. L. Williams. 1985. Essential Elements Cadmium and Lead in Raw and Pasteurized Cow and Goat Milk. **J. Dairy Sci.** 68:1878-1886.

AOAC, 1984. Test samples were analyzed for phosphatase by the modified method. **Journal of AOAC International**. 16.256.

AOAC. 2005. Analyzed for calcium in milk. **Journal of AOAC International**.

APHA. 1992. **Standard Methods for the Examination of Dairy Products**. New York. 448 p.

Baker, J. M., C. W. Gehrke, and tt. E.Affsprung. 1954. A study of the effect of heat upon ionic availability in milk. **J. Dairy Sci.**, 37: 643.

Bodman, G.R. 1993. Bacteria in milk Sources and Control. **Herd Management**. 6 p.
Available Source: <http://www.ianr.unl.edu/pubs/dairygl170.htm>, July 24 2007.

Broens, E., A. Masolijn, F. Martens, A. Smith, P. Dawson, S. Richardson and M. Pfaffli. 2001.
Rapid Method for the Detection of Post-Pasterization Contamination in Pasteurized Milk. Cambridge Research and Technology Transfer Ltd, Cambridge. UK.

Carpenter, P .L. 1967. **Microbiology**. W. B. Saunder Co., Philadelphia.

Chung, Y.H., S.Y. Kim and Y.H. Chang. 2003. Prevalence and Antibiotic Susceptibility of *Salmonella* Isolation from Foods in Korea. **J. Food Prot.** 66(7): 1154-1157.

- Connor, C.B.O. 1995. **Rural Dairy Technology**. International Livestock Research Institute Addis Ababa, Ethiopia. 80 p.
- Cousin, M.A. 1982. Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy product: A review. **J. Food Prot.** 45: 172-207.
- Diliello, L.R. 1982. **Methods in Food and Dairy Microbiology**. AVI Publishing Company, INC., Westport, Connecticut. 142 p.
- Duyvesteyn, W.S., E. Shimon and T.P. Labuza. 2001. **Determination of the end of shelf life for milk using Weibull Hazard method**.
- Early, R. 1998. **The Technology of Dairy Productions**. Second Edition. Blackie Academic & Professional, Italy. 82 p.
- Eneroth, A. Christiansson, J. Brendehaug, and G. Molin. 1998. Critical Contamination Sites in the Production Line of Pasteurized Milk, with Reference to the Psychrotrophic Spoilage Flora. **J. Int Dairy.** 8: 829-834.
- Eneroth, B. Svensson, G. Molin, and A. Christiansson. 2001. Contamination of pasteurized milk by *Bacillus cereus* in the filling machine. **J. Dairy Res.** 68: 189-196.
- Ensminger A. H, M. E. Ensminger, J. E. Konlande and J. R. K. Robson. 1995. **The concise encyclopedia of Foods and nutrition**. CRC press Inc. USA. 693 p.
- FDA. 2001. Detection and Enumeration of *Staphylococcus aureus* in Food. **Bacteriological Analytical Manual Online**. Available Source: <http://cfsan.fda.gov>. June 12, 2007
- FDA. 2003. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. **Bacteriological Analytical Manual Online**. Available Source: <http://cfsan.fda.gov>. June 12, 2007.

FDA. 2006. *Clostridium perfringens* in Food. **Bacteriological Analytical Manual Online**.

Available Source: <http://cfsan.fda.gov>. June 12, 2007.

Foschino, R. Invernizzi, A. Barucco, R. and Stradiotto, K. 2002. Microbial composition including the incidence of pathogens of goat milk from the Bergamo region of Italy during a lactation year. **J. Dairy Res.** 69(2): 213-225.

Foster, M., F. E. Nelson, M. L. Speck, R. N. Doetsch and J. C. Olson. 1961. **Dairy Microbiology**. Hall, Inc., New Jersey. 492 p.

Fox, K. K., M. K. Harper, V. H. Holsinger, and M. J. Pallansch. 1966. Effects of High-Heat Treatment on Stability of Calcium Caseinate Aggregates in Milk. **J. Dairy Sci.** 50, No. 4.

Fox, P.F., and P.L.H. McSweeney. 1998. **Dairy Chemistry and Biochemistry**. Blackie Academic & Professional, An imprint of Chapman & Hall, London.

Francois Morgan and Patrice Gaborit. 2001. **The Typical Flavour of Goat Milk Product: Technological Aspects**. Institute Technique des Produits Laitiers Caprins, BP 49, F- 17700 Surgeres, France.

Georage, F.W.H. 2006. **Goat Management**. Available source: <http://www.goatconnection.com/discuss/message/22/247.htm?1014660229>. October 15, 2007.

Giffel, M., R.R. Beumer, S. Leijendekkers and F.M. Rombouts. 1996. Incidence of *Bacillus cereus* and *Bacillus subtilis* in Food in the Netherland. **Food Microbial.** 13: 53-58.

Haenlein, G.F.W., 2002. **Producing Quality Goat Milk**. Available source: <http://ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-05.htm>. November 4, 2007.

Hall, C.W. and G. M. Trout. 1968. **Milk Pasteurization**. AVI Publishing Company. Inc., Westport, Connecticut. 234 p.

Hamilton, A.I. 2000. Cleanliness in dairy rentines. **J. Agri. W.A.** (second series). 16(4): 415-417.

Harding, F. 1995. **Milk Quality**. Chapman & Hall, London. 114 p.

ICMSF. 1994. Choice of sampling plan and criteria for *Listeria monocytogenes*. International Commission on Microbiological Specifications of Foods. **International Journal of Food Microbiology**. 22:89-96.

Jaubert G. 2007. **Biochemical characteristic and quality of goat milk**.

<http://resources.ciheam.org/om/pdf/c25/97605956.pdf>. Available source: October 16, 2007.

Jenness, R. and S. Patton. 1959. **Principles of Dairy Chemistry**. Chapman & Hall, London. 446 p.

Kessler, H.G. and Horak, F.P. 1984. **Effect of heat treatment and storage conditions on the kepping quality of pasteurized milk**. Available Source:

<http://www.fao.org/agris/search/display.do?f=/1985/v1108/XE844V250.xml;XE844V25>
August 23, 2008.

Larsen, H.D., and K. Jorgensen. 1997. The occurrence of *Bacillus cereus* in Danish pasteurized milk. **Int. J. Food Microbiol.** 34: 179-186.

Lin, S., H. Schraft, J.A. Odumeru, and M.W. Griffiths. 1998. Identification of contamination source of *Bacillus cereus* in pasteurized milk. **Int J. Food Microbiol.** 43: 159-171.

- Lipkin, M., Newmark, H.L. 1999. Vitamin D, calcium and prevention of breast cancer: a review. **J. Am Coll Nutr.** 18:392-397.
- Maisi, P. and I. Riipinen. 1991. Pathogenicity of Different Species of Staphylococci in Caprine Udder. **Br.Vet.J.** 147(2): 126-132.
- Marshall, R.T. 1993. Standard Methods for the Examination of Dairy Products. 16th ed. Washington, DC: **American Public Health Association (APHA)**. 546 p.
- _____. 1978. Standard Methods for the Examination of Dairy Products. **American Public Health Association (APHA)**. Chapter 6. 14th Edition.
- Maxcy, B.B. 2000. Observations on the microflora of pasteurized milk. **J. Dairy Sci.** 49(6): 103.
- McCarron and Reusser. 1999. Finding Consensus in the Dietary Calcium-Blood Pressure Debate: **Journal of the American College of Nutrition**. Vol. 18: 398-405.
- Michael P. Doyle and Dean O. Cliver. 1990. **Foodborne Diseases**. Academic Press, Inc.
- Moroni, P., G. Pisoni, G. Ruffo and P.J. Boettcher. 2005. Risk factor for intramammary infections and relationship with somatic cell counts in Italian dairy goats. **J. Dairy Sci.** 69: 163-173.
- Muehlherr, J.E., C. Zweifer, J.E. Blanco and R. Stephan. 2003. Microbiological Quality of Raw Goat's and Ewe's Bulk Tank Milk in Switzerland. **J. Dairy Sci.** 86: 3849-3856.
- National Food Institute Thailand. 2547. **ภัยในอาหาร**. สถาบันอาหาร. Available Source : <http://textbookofbacteriology.net>, April 3, 2007.

Ohiokpehai, O. 2003. Processed Food products and Nutrient Composition of Goat Milk.

Pakistan Journal of Nutrition. 2: 68-71.

Park, Y.W., M. Juarez, M. Ramos and G.F.W. Haenlein. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Rumin Res.** 68: 88-113.

Roadhouse, C. L. and J.L. Henderson. 1999. **The market milk industry.** 2nd ed. McGraw-Bill Book Company. Inc., New York. 716 p.

Robinson, R. K. 1990. **Dairy Microbiology Volume 1.** The Microbiology of Milk. 2nd ed. Chapman & Hall, London and New York. 301 p.

Rutherford, S. M., Darragh A. J., Hendriks W. H., Prosser C. G., and Lowry, D. 2006. Mineral Retention in Three-Week-Old Piglets Fed Goat and Cow Milk Infant Formulas. **J. Dairy Sci.** 89: 4520–4526.

Schmidt, D., S J. Cromic and T. W. Dommett. 1989. Effect of pasteurization and storage conditions on the shelf life and sensory quality of aseptically packaged milk. **Australian J. Dairy Tech.** 44(1): 19-24

Schroder, M. J. A. 1984. Origins and levels of post pasteurization contamination of milk in dairy and their effects on keeping quality. **J. Dairy Res.** 51: 59-67.

Seaman, Alan. 1963. **Bacteriology for dairy students.** Cleaver-Hume Press Ltd. London. 202p.

Thomas, S. B. and B. Thomas. 1974a. Psychrotrophic bacteria in refrigerated bulk collected raw milk. **Dairy Inds.** 34: 501-505.

_____. 1974b. The significance of psychrotrophic bacteria in raw milk. **Dairy Ind.** 31: 27-32.

United States Department of Agriculture. 1956. **Facts about pasteurization of milk.** Leaflet 408. December.

Walstra P., T.J.Geurts, A. Noomen,A.Jellema.,and M.A.J.S. van Boekel. 1999. **Dairy Technology.** Principles of Milk Properties and Processes. Marcel Dekker, Inc, New York.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการเลี้ยงแพะนมของฟาร์มเกษตรกรทั้ง 4 ฟาร์ม

ฟาร์มที่ 1

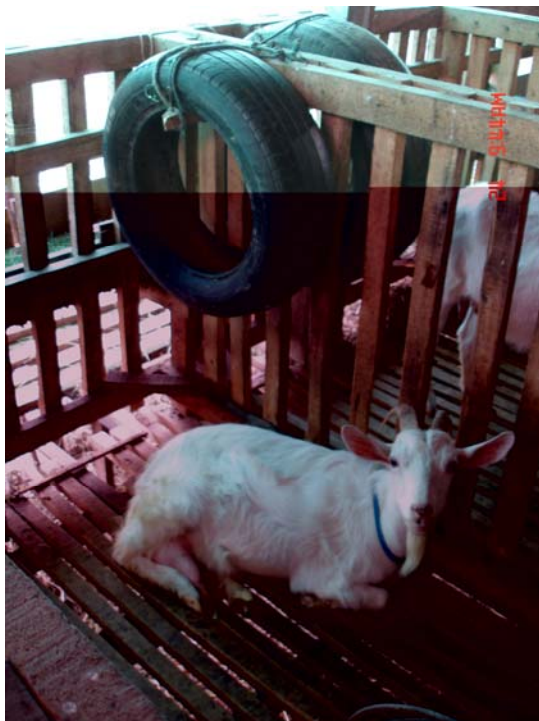


ภาพผนวกที่ 1 การเลี้ยงแพะแบบบังคอกโดยวางการะบูนเพื่อป้องกันขุยมะ



ภาพผนวกที่ 2 ตัดหญ้าสดมาให้แพะกิน และเสริมด้วยแร่ธาตุก้อน พร้อมกากเต้าหู้

ฟาร์มที่ 2



ภาพผนวกที่ 3 มีการเลี้ยงแพะแบบขังคอกตลอดเวลา โดยมีที่ให้กินน้ำและอาหารอยู่ภายในคอก มีการยกพื้นคอกสูงเพื่อระบายอากาศและสะดวกในการทำความสะอาดแพะ



ภาพผนวกที่ 4 มีการให้อาหาร ได้แก่ หญ้าสด และเสริมด้วยอาหารข้นบริษัทในตอนเช้าและบ่าย

ฟาร์มที่ 3



ภาพผนวกที่ 5 การเลี้ยงแพะแบบขังคอกในตอนกลางวันและกลางคืน ส่วนตอนเช้าจะปล่อยให้
ออกมากินอาหาร แพะเล็ม



ภาพผนวกที่ 6 ให้อาหารแพะกินในตอนเช้าและเย็น เช่น ข้าวโพดหมัก

ฟาร์มที่ 4



ภาพผนวกที่ 7 เลี้ยงแพะแบบปล่อยแพะเล็มแปลงหญ้าที่เตรียมไว้ตั้งแต่ตอนเช้า แล้วด้อนกลับ
เข้าคอกในตอนบ่าย



ภาพผนวกที่ 8 ปล่อยแพะเล็มหญ้าในบริเวณเขตพื้นที่ฟาร์ม



ภาพผนวกที่ 9 ให้อาหารชั้นแก่แม่แพะ ผูกมัดเชือกที่คอแพะ เพื่อเตรียมที่จะรีดนม

ภาคผนวก ข

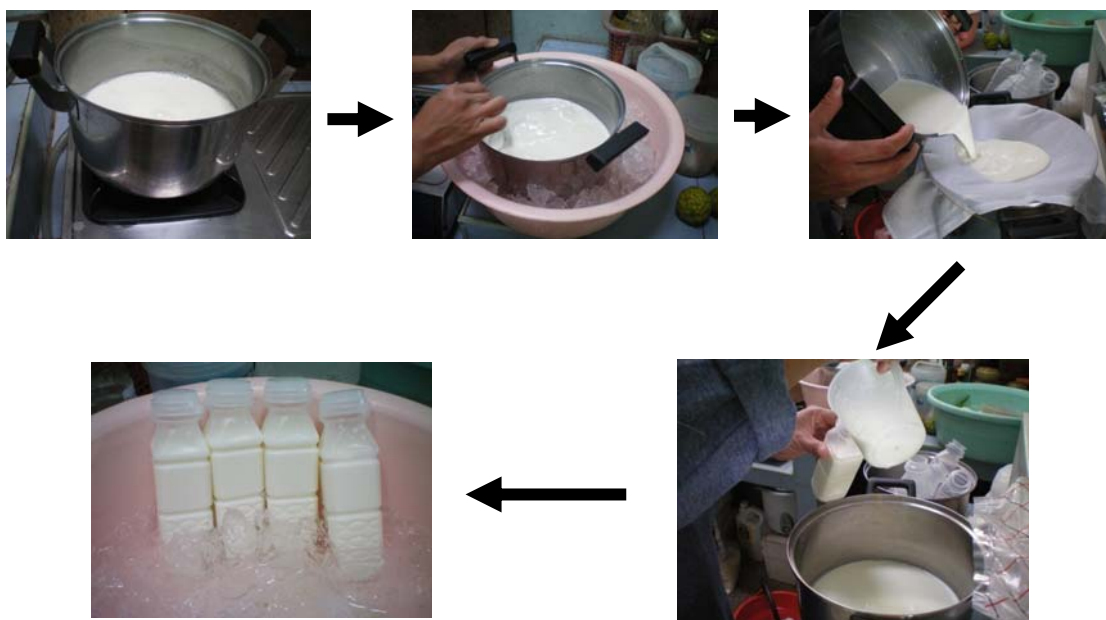
วิธีการให้ความร้อนในการทำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่แตกต่างกันทั้ง 4 วิธีของเกษตรกร



ภาพผนวกที่ 10 การให้ความร้อนวิธีที่ 1 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที
(Indirect heating)



ภาพผนวกที่ 11 การให้ความร้อนวิธีที่ 2 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที
(Indirect heating)



ภาพผนวกที่ 12 การให้ความร้อนวิธีที่ 3 ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
(Direct heating)



ภาพผนวกที่ 13 การให้ความร้อนวิธีที่ 4 ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที
(Indirect heating)

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพนํ้านมทางด้านจุลินทรีย์

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมทางด้านจุลินทรีย์

- Total plate count

การเตรียม Dilution

1. ชั่ง Maximum Recovery Diluent (MRD)
2. ผสมน้ำกลั่น ตั้งไฟให้ละลาย
3. คุด MRD ใส่หลอดทดลอง 9 มิลลิลิตร
4. ปิดฝาหลอดทดลอง
5. นำเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที

การทำ Dilution

1. เขย่าตัวอย่างน้ำนมให้เข้ากัน
2. ใช้ pipettes คุदनํ้านม 1 มิลลิลิตร ใส่ MRD ที่เตรียมไว้ ได้ Dilution นม 10^{-1}
3. ใช้ pipettes คุदनํ้านม 1 มิลลิลิตรจาก Dilution นม 10^{-1} ใส่ MRD ที่เตรียมไว้ ได้ Dilution นม 10^{-2}
4. ใช้ pipettes คุदनํ้านม 1 มิลลิลิตรจาก Dilution นม 10^{-2} ใส่ MRD ที่เตรียมไว้ ได้ Dilution นม 10^{-3}
5. ใช้ pipettes คุदनํ้านม 1 มิลลิลิตรจาก Dilution นม 10^{-3} ใส่ MRD ที่เตรียมไว้ ได้ Dilution นม 10^{-4}

การตรวจหา Total plate count

1. ใช้เข็มเจาะเชื้อแต่ละ Dilution นมที่ 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} มา pour plate ในอาหาร PCA (Standard Method Agar)

2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3. นับเซลล์หน่วย cfu/ml

- *Escherichia coli*

การตรวจหาเชื้อ

1. เตรียม Lauryl sulphate broth (LSB) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร หลอดทดลอง ใส่หลอดดักแก๊ส Durham tube

2. ใช้ pipettes ดูดตัวอย่างน้ำนมที่ 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน LSB ทำ 3 ซ้ำ/Dilution

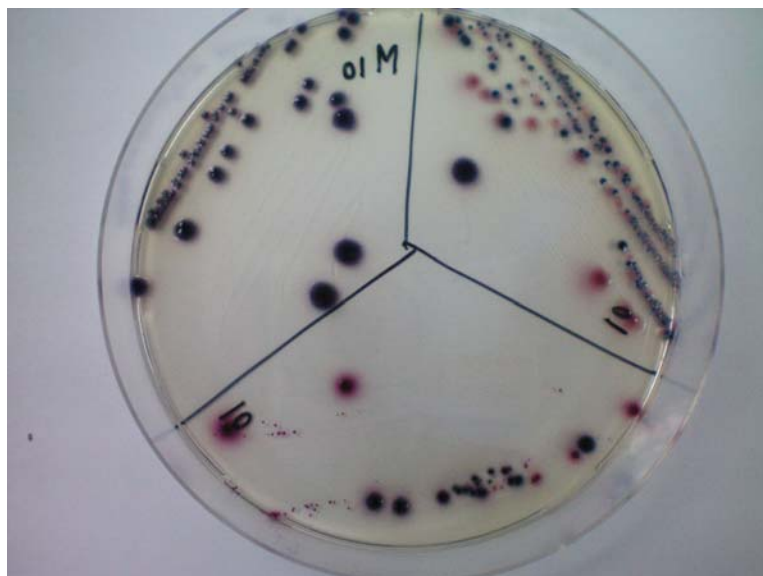
3. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. ดูการเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส เทียบผลตามตาราง MPN หน่วย cfu/ml

5. ใช้เข็มเจาะเชื้อแต่ละในหลอด LSB ที่เกิดแก๊สมา streak ลงอาหาร

6. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

7. Coliform โคโลนีสีแดง และ *E.coli* โคโลนีสีม่วง เทียบผลการขึ้นของเชื้อตามตาราง MPN หน่วย MPN/ml

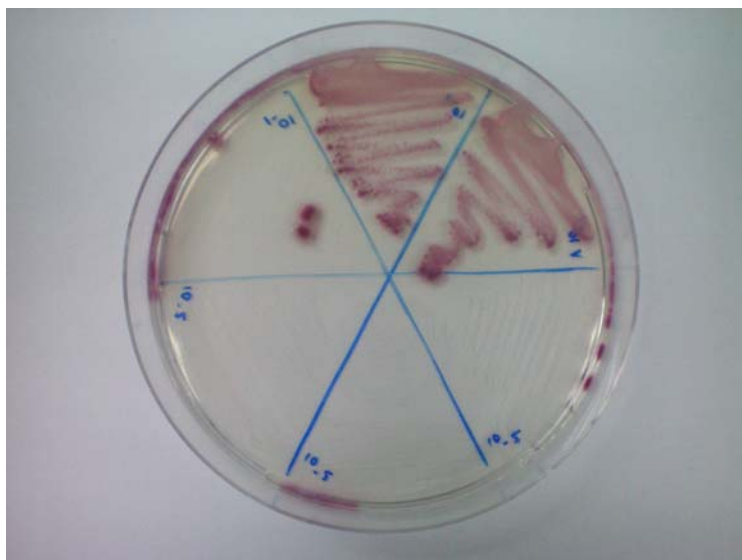


ภาพผนวกที่ 14 โคโลนีสีม่วงของ *E. coli*

- Coliform

การตรวจหาเชื้อ

1. ใช้ pipettes ดูดตัวอย่างน้ำนมที่ 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Coliform agar (Chromocult coliform agar) ใช้แท่งแก้วรูปตัวแอล spread plate
2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. นับจำนวน Coliform โคโลนีสีแดง หน่วย MPN/ml



ภาพผนวกที่ 15 โคโลนีสีชมพูของ Coliform

- *Salmonella* spp.

การตรวจหาเชื้อ

1. ใช้ pipettes ดูดตัวอย่างน้ำนมจำนวน 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหาร Lactose broth จำนวน 225 มิลลิลิตร
2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. ดูดตัวอย่างใน Lactose broth มาเลี้ยงต่อ ในอาหารต่อไปนี้
 - ใช้ pipettes ดูดตัวอย่างน้ำนมปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่ในอาหาร Rappaport-Vassiliadis broth (RV broth) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
 - ใช้ pipettes ดูดตัวอย่างน้ำนมปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในอาหาร Tetrathionate broth base บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4. ใช้เข็มเย็บเชื้อแตะ RV broth, Tetrathionate broth base มา streak ลงบนอาหาร ดังนี้

- (Modified) Brilliant green agar (BPLS)
- Xylose lysine deoxycholate agar for microbiology (XLD agar)

5. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6. *Salmonella* spp. ที่ขึ้นใน BPLS agar โคโลนีสีชมพู และ XLD agar โคโลนีสีดำ



ภาพผนวกที่ 16 เชื้อ *Salmonella* spp. ที่ขึ้นใน BPLS agar โคโลนีสีชมพู และ XLD agar โคโลนีสีดำ

- *Bacillus cereus*

การตรวจหาเชื้อ

1. ใช้ pipettes ดูดตัวอย่าง Dilution น้ำนม 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Tryptic soy broth (TSB) ปริมาตร 15 มิลลิลิตรที่ผสม antibiotic polymycin ปริมาตร 100 ไมโครลิตร

2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3. นำสารละลาย Enrichment Broth มา streak ลงบน *Bacillus cereus* agar base (PEMBA)

4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

5. นับจำนวนโคโลนีที่ขึ้น โคโลนีของ *Bacillus cereus* จะมีสีเหลืองอ่อนๆ นุ่มวาว มีโซน

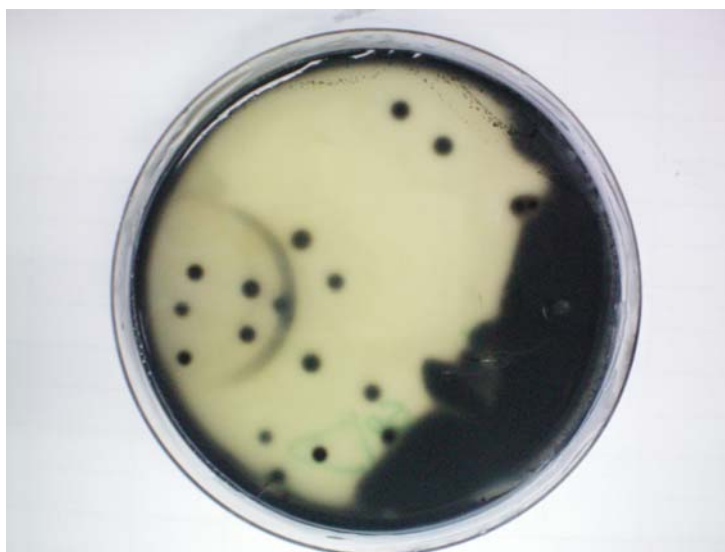


ภาพผนวกที่ 17 โคโลนีของ *Bacillus cereus* จะมีสีเหลืองอ่อนๆ นุ่มวาว มีโซน

- *Clostridium perfringens*

การตรวจหาเชื้อ

1. ใช้ pipettes คูดตัวอย่างน้ำนมปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงใน plate อาหาร select medium agar แล้วผสมให้เข้ากัน รอให้อาหารแข็งตัว
2. เทอาหาร ทับลงในอาหารเดิม ร่อนอาหารแข็งตัว
3. นำ plate มาใส่ในถุงพลาสติก พร้อมใส่ช่องคูความชื้น แล้วปิดถุงให้สนิท
4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
5. นับจำนวนโคโลนีที่ขึ้น โคโลนีของ *Clostridium perfringens* จะมีสีดำขึ้นบนอาหาร



ภาพผนวกที่ 18 โคโลนีของ *Clostridium perfringens* จะมีสีดำขึ้นบนอาหาร

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมทางเคมี

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมทางเคมี

การทดสอบคุณภาพน้ำนมด้วยน้ำยาแอลกอฮอล์อะลิซาริน (Alcohol Alizarin Test)

1. คนตัวอย่างน้ำนมให้เข้ากัน แล้วใช้ปิเปตดูดตัวอย่างนมจำนวน 2 ซีซี ใส่ในหลอดทดสอบ
2. ใช้ปิเปตดูดน้ำยาแอลกอฮอล์อะลิซาริน 2 ซีซี ใส่ในหลอดทดสอบ
3. อุดปากหลอดด้วยจุกยาง ผสมตัวอย่างนมกับน้ำยาแอลกอฮอล์อะลิซารินให้เข้ากันดี โดยการกระดกหลอดทดสอบ (inverting) ให้คว่ำหงายไปมาสัก 2-3 ครั้ง
4. เอียงหลอดในแนวนอนให้ตัดกับแสงสว่าง แล้วสังเกตการณ์เกิดเกล็ดหรือตะกอนนม และสีของตะกอน

การทดสอบการตกตะกอนของน้ำนมเมื่อต้มเดือด (Clot on Boiling Test)

1. เติมน้ำลงไปในห้องต้มน้ำหรือบีกเกอร์ประมาณ 1/3 แล้วนำไปตั้งบนเตาไฟปรับเปลวไฟหรือความร้อนให้น้ำเดือด
2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างนม 5 ซีซี ใส่ลงในหลอดทดสอบ แล้วเขียนป้ายชื่อ (label) หรือทำเครื่องหมายของตัวอย่างนมไว้บนหลอดให้ชัดเจน
3. นำหลอดทดสอบค่อยๆ วางลงไปในห้องน้ำเดือด รอจนน้ำเดือด แล้วจับเวลา 5 นาที
4. นำหลอดทดลองออกมาวางใน test tube rack แล้วสังเกตดูตะกอนนมแต่ละหลอด โดยยกหลอดขึ้นมาเอียงดู พร้อมกับดมกลิ่นนมที่ระเหยออกมา บันทึกผลการทดลอง

การทดสอบความเป็นกรดของนม (Determination of acidity of milk)

1. ผสมตัวอย่างนมในบีกเกอร์ให้เข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้สักครู่ให้ฟองอากาศระเหยออกจนหมด
2. ดูดตัวอย่างนมจำนวน 9 ซีซี ด้วยปิเปตใส่ลงใน flask
3. ใช้ปิเปตที่สะอาดดูดน้ำกลั่น 9 ซีซี ผสมลงไป ใน flask ตัวอย่างนม แล้วยก flask ขึ้นเหวี่ยงหรือเขย่าเบาๆ เพื่อให้ผสมกันดี

4. คัดฟีนอล์ฟทาลีนจำนวน 0.5 ซีซี ด้วยปิเปต 0.5 ซีซี เติมลงไป ใน flask และเขย่าให้เข้ากัน 5. ทำการ titrate กับด่างมาตรฐาน NaOH 0.1 N (N/10) จนถึง end point ซึ่งจะให้สีชมพูคงอยู่เป็นเวลา 30 วินาที

6. จดบันทึกผลการ titrate เพื่อรู้จำนวนซีซี ของด่าง NaOH ที่ใช้

การทดสอบความถ่วงจำเพาะของนม

1. นำตัวอย่างนมมาทำให้เย็นที่อุณหภูมิ 60°F เนื่องจากนมที่จะนำมาวัดความถ่วงจำเพาะ จะต้องไม่ต่ำกว่า 50°F และไม่สูงเกิน 70°F

2. เทตัวอย่างนมลงในไซลินเดอร์ขนาด 50 ซีซี จนเกือบเต็ม ตั้งไซลินเดอร์ไว้บนถาดรอง

3. จากนั้นหย่อนแลคโตมิเตอร์โดยเอาด้านกระเปาะใหญ่จุ่มลงไป ในไซลินเดอร์นม จับให้ลอยอยู่ตรงกลาง อย่าให้เบียดหรือแตะกับผิวไซลินเดอร์ ปลดปล่อยให้นมส่วนเกินล้นออกมา เมื่อแลคโตมิเตอร์นิ่งแล้วต้องรีบอ่านค่าทันที (อย่าปล่อยให้เนิ่นนานเกิน 30 วินาที) โดยอ่านตัวเลขบนก้านของแลคโตมิเตอร์ซึ่งมีค่าเป็น Q (Q. degree) ในขณะเดียวกันต้องอ่านเทอร์โมมิเตอร์ที่ติดอยู่กับแลคโตมิเตอร์ด้วย จดบันทึกตัวเลขไว้ แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาความถ่วงจำเพาะ

การทดสอบคุณภาพน้ำมันทางจุลินทรีย์โดยใช้การทดสอบด้วยน้ำยาเมทธิลีนบลู

1. นำตัวอย่างน้ำมันใส่ในหลอดทดสอบ 10 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำยาละลายเมทธิลีนบลู 1 มิลลิลิตร แล้วกลับหลอดผสมให้เข้ากัน 2-3 ครั้ง
3. นำหลอดทดสอบไปบ่มใน water bath ที่อุณหภูมิ 37°C องศาเซลเซียส จับเวลาการเปลี่ยนสี
4. จดบันทึก การเปลี่ยนสีทุกๆ 1 ชั่วโมง

การทดสอบคุณภาพน้ำมันทางจุลินทรีย์โดยใช้การทดสอบด้วยน้ำยาริชาซูริน

1. นำตัวอย่างน้ำมันใส่ในหลอดทดสอบ 10 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำยาละลายริชาซูริน 1 มิลลิลิตร แล้วกลับหลอดผสมให้เข้ากัน 2-3 ครั้ง
3. นำหลอดทดสอบไปบ่มใน ริชาซูรินที่อุณหภูมิ 37°C องศาเซลเซียส จับเวลาการเปลี่ยนสี
4. จดบันทึก การเปลี่ยนสีทุกๆ ครั้ง ชั่วโมง เป็นเวลา 1-3 ชั่วโมง

5. นำสารละลายในหลอดทดสอบมาอ่านค่าโดยการเปรียบเทียบกับงานสีมาตรฐานของ Lovibond comparasion

วิธีการเตรียมสารละลายเมทิลีนบลู

สารเคมีที่ใช้ เม็ดสีเมทิลีนบลู 1 เม็ด ละลายในน้ำ 200 มิลลิลิตร โดยมีขั้นตอนในการเตรียมดังต่อไปนี้ (Pearson, 1976)

1.เตรียมน้ำกลั่นเดือดเบาๆ (อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส) 200 มิลลิลิตร ในขวดแก้วสีขาที่ปลอดเชื้อที่มีฝาเกลียว

2. ใส่ Methylene blue thiocyanate tablet (มีปริมาณ methylene blue thiocyanate 8.8 มิลลิกรัมต่อหนึ่งเม็ด) ขณะที่น้ำกลั่นยังอุ่นๆ ผสมจนเมทิลีนบลูละลายหมด และตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ปิดฝาให้สนิท ระหว่างรอการใช้งานให้เก็บสารละลายเมทิลีนบลูในขวดสีขาและไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส

วิธีการเตรียมสารละลายริชาซูริน

สารเคมีที่ใช้ เม็ดสีริชาซูริน 1 เม็ด ละลายในน้ำ 50 มิลลิลิตร ความเข้มข้นของสารละลายริชาซูริน ที่เตรียมนี้คือ 0.005 % โดยมีขั้นตอนในการเตรียมดังต่อไปนี้ (Pearson, 1976)

1.เตรียมน้ำกลั่นเดือดเบาๆ (อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส) 200 มิลลิลิตร ในขวดแก้วสีขาที่ปลอดเชื้อที่มีฝาเกลียว

2. ใส่ resazurin tablet ขณะที่น้ำกลั่นยังอุ่นๆ ผสมจนริชาซูรินละลายหมด และตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ปิดฝาให้สนิท ระหว่างรอการใช้งานให้เก็บสารละลายริชาซูรินในขวดสีขาและไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส

วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารวุ้นสำหรับ SPC มีจำหน่ายเป็นผงสำเร็จรูป เตรียมได้โดยอ่านคำแนะนำบนฉลาก ภาชนะบรรจุให้เข้าใจ โดยใช้อาหารสำเร็จรูป 22.5 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร ละลายผงอาหารวุ้นในน้ำกลั่น ต้มเดือด ก่อนบรรจุขวดและปิดฝาในหม้อนึ่งความดัน ความดัน 5 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 15 นาที เมื่อนำไปใช้ให้ความร้อนอาหารวุ้น จนอยู่ในสภาพของเหลวจากนั้นนำไปแช่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส (Marshall, 1993)

SPC-agar ประกอบด้วยส่วนผสมดังนี้

Yeast extract	2.5	กรัม
Pancreatic digest of casein	5	กรัม
Glucose	15	กรัม
Distilled water	1	ลิตร

ปรับ pH สุดท้ายเท่ากับ 7.0 (25 องศาเซลเซียส)

การเตรียม Mc-conkey agar (MC) เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อคัดเลือกเฉพาะ (selective medium) ใช้ในการทดสอบหาแบคทีเรีย *E. coli* และ Coliform ในนํ้านม ปัจจุบันสามารถเตรียมได้จาก MC ผงเพียงชั่งน้ำหนักผงวุ้นสำเร็จรูป 50 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร ละลายผงอาหารวุ้นในน้ำกลั่น ต้มเดือด ก่อนบรรจุขวดและปิดฝาในหม้อนึ่งความดัน ความดัน 5 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 15 นาที เมื่อนำไปใช้ให้ความร้อนอาหารวุ้นจนอยู่ในสภาพของเหลวจากนั้นนำไปแช่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส (Marshall, 1993)

MC-agar ประกอบด้วยส่วนผสมดังนี้

Peptone from casein	20	กรัม
Lactose	10	กรัม
Ox bile, dried	5	กรัม
Bromocresol purple	0.01	กรัม
Agar	15	กรัม
Distilled water	1000	ลิตร

การเตรียม Dilution water blank

1. การเตรียม dilution water เพื่อใช้เป็น stock solution สำหรับเจือจางตัวอย่าง เป็นสารละลาย phosphate buffer โดยสารละลาย potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) 34 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับให้มี pH 7.2 ด้วย 1 N NaOH เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

2. Dilution water blank คือสารละลาย dilution water ที่เจือจางเตรียมโดยใช้ stock solution 1.25 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร บรรจุลงในขวดเจือจางขวดละ 99 มิลลิลิตร ปิดจุกพอให้อากาศเข้าออกได้ นิ่งมาเชื้อด้วยหม้อความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 15 นาที เมื่อนำออกมาจากหม้อความดันปิดจุกให้แน่น

Pour plate technique

Pour plate technique เป็นวิธีการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์เฉพาะที่มีชีวิตอยู่จริง และสามารถเพิ่มจำนวนจนเป็นจุด (colony) ได้ในอาหารวุ้น โดยถือหลักที่ว่า เซลล์จุลินทรีย์ 1 เซลล์ จะเจริญทับกันเป็นหนึ่งโคโลนี

การตรวจนับจุลินทรีย์ในอาหารที่ต้องการตรวจสอบนั้น ไม่ควรใส่ตัวอย่างทิ้งไว้ในจานเพาะเชื้อนานมากกว่า 10 นาที เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้อาหารที่ผ่านการตรวจสอบแห้งติดจานเพาะเชื้อ ซึ่งมีผลทำให้เชื้อยากแก่การกระจายก่อนที่จะเทอาหารเลี้ยงเชื้อ และเพื่อป้องกันการเพิ่มของจุลินทรีย์ในน้ำยาสำหรับเจือจาง ควรระยะเวลาระหว่างการทำให้อาหารเจือจางในครั้งแรกจนถึงการเทอาหารลงจานเพาะเชื้อจนสุดท้ายไม่เกิน 20 นาที การนับจำนวนจะให้ผลที่แม่นยำเมื่อจานเพาะเชื้อมีจุลินทรีย์อยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล

นางสาวรัตนกร แสนทำพล

วัน เดือน ปี ที่เกิด

วันที่ 8 เมษายน 2527

สถานที่เกิด

จังหวัดเพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2549