



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ความปลอดภัยของอาหาร)

ปริญญญา

ความปลอดภัยของอาหาร

สัตวบาล

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพในน้ำนมแพะดิบของแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้าในเขตพื้นที่ภาคตะวันตกของประเทศไทย

Study on Composition and Quality in Raw Milk of Goat Raised in Pen and Free to Roam in Western Part of Thailand

นามผู้วิจัย นางสาวชนพรณ นิลกำเนิด

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิธร นาคทอง, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเจตน์ ชื่นชม, Dr.Med.Vet.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์วณิ ชัยวัฒน์สิน, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ประพฤษ ตั้งมันคง, สพ.บ.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสกสม อาตมางกูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพในน้ำนมแพะดิบของแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลง
หญ้าในเขตพื้นที่ภาคตะวันตกของประเทศไทย

Study on Composition and Quality in Raw Milk of Goat Raised in Pen and Free to Roam
in Western Part of Thailand

โดย

นางสาวชนพรรณ นิลกำเนิด

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ความปลอดภัยของอาหาร)
พ.ศ. 2552

ธนพรรณ นิลกำเนิด 2552: การศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพในน้ำมันแพะดิบของ
แพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้าในเขตพื้นที่ภาคตะวันตกของประเทศไทย
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ความปลอดภัยของอาหาร) สาขาความปลอดภัยของ
อาหาร ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ศศิธร นาคทอง, Ph.D. 100 หน้า

การทดลองได้ศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพของน้ำมันแพะพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองที่เลี้ยง
แบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้าธรรมชาติตามสภาพการเลี้ยงจริง จากฟาร์มขนาดกลาง (20-50
แม่) จำนวน 6 ฟาร์ม ในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทยได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี เพชรบุรี
ราชบุรี กาญจนบุรี และนครปฐม เก็บตัวอย่างน้ำมันมื่อเช้า เพื่อศึกษาองค์ประกอบของน้ำมัน
แพะรายตัว และศึกษาคุณภาพของน้ำมันแพะรวม เดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 5 เดือน
(ตุลาคม 2550 – มีนาคม 2551) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีลีตสแควร์ (Least Square) พบว่า
แลคโตสของน้ำมันแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า (4.25 เปอร์เซ็นต์) มีค่าสูงกว่าแพะที่เลี้ยง
แบบขังคอก (4.18 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับไขมัน
โปรตีน ของแข็งทั้งหมด ของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย ความถ่วงจำเพาะ จุดเยือกแข็ง และ
ความเป็นกรด-เบสของน้ำมันแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ
($p > 0.05$) นอกจากนี้จำนวนเซลล์โชมาทิก และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำมันแพะรวมระหว่าง
การเลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้าธรรมชาติไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ผลการทดลองพบ
เชื้อ Coliform, *Esherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus* แต่ตรวจไม่พบ
เชื้อ *Listeria monocytogenes* และ *Salmonella* spp. ในน้ำมันแพะรวมของการเลี้ยงทั้งสองรูปแบบ
น้ำมันแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกให้ข้อมูลการเปลี่ยนสีเมทิลีนบลู และริชาซูรินเร็วกว่าการเลี้ยงแบบ
ปล่อยแปลงหญ้า

Thanapun Nilkamnerd 2009: Study on Composition and Quality in Raw Milk of Goat Raised in Pen and Free to Roam in Western Part of Thailand. Master of Science (Food Safety), Major Field: Food Safety Department of Animal Science.
Thesis Advisor: Assistant Professor Sasitorn Nakthong, Ph.D. 100 pages.

The experiment was to study on raw goat milk quality and composition of native crossbreed dairy goat were raised in pen and free to roam from six medium size (20-50 does) farms in western part of Thailand; Suphanburi, Phetchaburi, Ratchaburi, Kanchanaburi and Nakhonpathom province. Morning milk samples were collected to study milk composition (individual goat milk) and quality (bulk goat milk) for five months (1 time/month; October, 2006 – March, 2007). Data were evaluated by using Least Square analysis. The result showed goat milk of dairy goat raised from free to roam (4.25%) had higher lactose value than dairy goat raised in pen (4.18%) ($p < 0.05$). There were no differences ($p > 0.05$) in fat, protein, total solid, solid not fat, density, freezing point and pH. Moreover, somatic cell count and total plate count in milk were no differences between raising in pen and free to roam. The result found Coliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* but *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. were not detected. Otherwise, goat milk of dairy goat raised in pen showed rapid change in hour and color of methylene blue and resazurin test.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร นาคทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเจตน์ ชื่นชม รองศาสตราจารย์ ดร.วณิ ชัยวัฒนสิน และรองศาสตราจารย์ ประพฤกษ์ ตั้งมั่นคง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่สนับสนุนเงินวิจัยเพื่อใช้ประกอบการทำมาตรฐานน้ำนมแพะดิบของประเทศไทย และขอขอบคุณนักวิชาการ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำและอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์และบริการวินิจัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมทางจุลินทรีย์ ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการนมและผลิตภัณฑ์นม ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน และห้องปฏิบัติการน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ สถาบันสุวรรณวาลกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ในการวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำนมและคุณภาพทางกายภาพของน้ำนม นอกจากนี้ขอขอบคุณฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนมในจังหวัดสุพรรณบุรี เพชรบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี และนครปฐม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าไปเก็บตัวอย่างน้ำนมแพะ รวมถึงเจ้าหน้าที่ปศุสัตว์ อำเภอลำลูกเกด จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ประสานงานต่างๆ ในการเก็บตัวอย่างน้ำนมแพะ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ขอขอบคุณที่ ๑ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและให้การช่วยเหลือเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อพงษ์เทพ และคุณแม่ภัทรา นิลกำเนิด ที่ให้การอบรมสั่งสอน ให้การสนับสนุนทางด้านการศึกษามาโดยตลอด และเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ธนพรรณ นิลกำเนิด

มีนาคม 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
นิยามคำศัพท์	3
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการ	31
ผลและวิจารณ์	36
สรุปและข้อเสนอแนะ	55
สรุป	55
ข้อเสนอแนะ	55
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	57
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก ก การเลี้ยงพะนอมแบบจิ้งคอกและปล่อยแปลงหญ้า	67
ภาคผนวก ข การเก็บตัวอย่างน้ำนมแพะ	75
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหาร	77
ภาคผนวก ง การตรวจการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ลิซาริน	80
ภาคผนวก จ การตรวจสอบยาปฏิชีวนะตกค้างโดยชุดทดสอบ Hient Test (VET.KU.2000)	82
ภาคผนวก ฉ การตรวจหาจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนมแพะ	85
ภาคผนวก ช ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา	97

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การให้นมของแพะในประเทศไทย	6
2 เปรียบเทียบองค์ประกอบของน้ำนมแพะ โค และมนุษย์ (ปริมาณในน้ำนม 100 กรัม)	12
3 ผลผลิตของแพะพันธุ์ต่างๆ	13
4 ปริมาณน้ำนมและระยะเวลาการให้นมของแพะพันธุ์นมที่เลี้ยงอยู่ในเขตร้อนและเขตอบอุ่น	15
5 การแบ่งชั้นคุณภาพน้ำนมแพะดิบตามคุณลักษณะของมาตรฐานน้ำนมแพะดิบของประเทศไทย	17
6 การแบ่งเกรดน้ำนมตามการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลู	21
7 การแบ่งเกรดคุณภาพน้ำนมตามวิธีรีซาซูริน	22
8 จำนวนตัวอย่างน้ำนมแพะรายตัวที่เก็บในระยะเวลา 5 เดือนของแต่ละฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า	32
9 ค่าเฉลี่ยลิสต์สแควร์ขององค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำนมแพะรายตัวที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า	39
10 ค่าเฉลี่ยลิสต์สแควร์ขององค์ประกอบและคุณภาพทางกายภาพของน้ำนมแพะรายตัวระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอก	44
11 ค่าเฉลี่ยลิสต์สแควร์ขององค์ประกอบและคุณภาพทางกายภาพของน้ำนมแพะรายตัวระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า	46
12 ค่าเฉลี่ยชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลู และเกรดรีซาซูรินที่ 1 ชั่วโมง	48
13 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมแพะรวมที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า	50
14 จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนมแพะรวมที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
15 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนเซลล์โชมอดิกในน้ำนมแพะรวมระหว่างฟาร์ม ที่เลี้ยงแบบขังคอก	53
16 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนเซลล์โชมอดิกในน้ำนมแพะรวมระหว่างฟาร์ม ที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า	54
ตารางผนวกที่	
1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม A	78
2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม B	78
3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม C	78
4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม D	79
5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม E	79
6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม F	79
7 การเปลี่ยนสีของแอลกอฮอล์ลิซารินที่ความเป็นกรด-เบสของน้ำนมแพะต่างกัน	81
8 การวัดระดับการตกค้างต่ำสุดของยาปฏิชีวนะชนิดต่างๆ ที่ชุดทดสอบ Hient Test สามารถตรวจสอบได้ มีค่าใกล้เคียงกับ MRL (Maximum Residue Limit) ซึ่งกำหนดโดย Codex, EU และ USFDA	84
9 ค่า MPN ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อใช้ระดับความเจือจาง 3 หลอด ที่ความเจือจาง 1, 0.1 และ 0.01	95
10 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบและคุณภาพทางกายภาพของน้ำนมแพะ	98
11 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ในน้ำนมแพะ	99

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วัตถุดิบที่ใช้ในการสร้างน้ำมัน	11
2	การสังเคราะห์น้ำมันจากเซลล์กลั่นสร้างน้ำมันภายในเต้านม	11
3	การเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลู	20
4	การเปลี่ยนสีของริชาซูริน	21

ภาพผนวกที่

1	การเลี้ยงแพะนมแบบขังคอกแยกรายตัว	68
2	การเลี้ยงแพะนมแบบขังคอกรวมของฟาร์ม A	68
3	พื้นโรงเรือนลวดถักของฟาร์ม A	69
4	การรีดนมด้วยเครื่องรีดนมของฟาร์ม A	69
5	การเลี้ยงแพะนมแบบขังคอกรวมของฟาร์ม B	70
6	การให้อาหารหยابแก่แพะนมที่เลี้ยงแบบขังคอกของฟาร์ม B	70
7	การให้อาหารข้นแก่แพะนมที่เลี้ยงแบบขังคอกขณะรีดนมของฟาร์ม B	71
8	การเลี้ยงแพะนมแบบขังคอกรวมของฟาร์ม C	71
9	โรงเรือนยกพื้นสูงของฟาร์ม C	72
10	การให้อาหารหยابแก่แพะนมที่เลี้ยงแบบขังคอกของฟาร์ม C	72
11	การเลี้ยงแพะนมแบบปล่อยแปลงหญ้าของฟาร์ม D	73
12	การเลี้ยงแพะนมแบบปล่อยแปลงหญ้าของฟาร์ม E	73
13	โรงเรือนที่ยกพื้นสูงของฟาร์ม E	74
14	การเลี้ยงแพะนมแบบปล่อยแปลงหญ้าของฟาร์ม F	74
15	วิธีการรีดเก็บตัวอย่างน้ำมันมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	76
16	วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำมันในที่เย็นก่อนนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	76
17	โคโลนีสีม่วงแดงหรือชมพูของ Coliform และ โคโลนีสีม่วงแดง ของ <i>E. coli</i>	88

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
18 จำนวน Coliform bacteria และ <i>E. coli</i> อ่านผลตามตาราง MPN (ตารางผนวกที่ 9) Coliform bacteria โคโลนีสีม่วงแดงหรือชมพู 3-3-3 (>110 MPN/ml.) และ โคโลนี สีม่วงแดง ของ <i>E. coli</i> ค่าที่อ่านได้ 3-3-1 (46 MPN/ml.)	88
19 โคโลนีสีชมพูบน BPLS agar ของ <i>Salmonella</i> spp.	90
20 โคโลนีสีดำบน XLD agar ของ <i>Salmonella</i> spp.	90
21 โคโลนีสีดำมี clear zone โคครอบ บน BPA agar ของ <i>S. aureus</i>	92
22 ผลการทดสอบ Coagulase test A. Coagulase test (-) B. Coagulase test (+)	92
23 โคโลนีสีชมพูมี precipitate รอบๆ บน MYP agar ของ <i>B. cereus</i>	93
24 โคโลนีสีฟ้ามี clear zone รอบๆ บน Listeria selective agar ของ <i>L. monocytogenes</i>	94

การศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพในน้ำนมแพะดิบของแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก และปล่อยแปลงหญ้าในเขตพื้นที่ภาคตะวันตกของประเทศไทย

Study on Composition and Quality in Raw Milk of Goat Raised in Pen and Free to Roam in Western Part of Thailand

คำนำ

การเลี้ยงแพะนมในประเทศไทยมีมานานแล้วแต่เป็นการเลี้ยงเพื่อบริโภคเฉพาะกลุ่มบุคคลเท่านั้น โดยรูปแบบการเลี้ยงแพะนมของเกษตรกรปัจจุบันจะเป็นการเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าให้แพะหากินตามธรรมชาติ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและลงทุนน้อย ส่วนการเลี้ยงอีกแบบคือการเลี้ยงแบบขังคอกเป็นวิธีที่ใช้เนื้อที่น้อย แต่ลงทุนสูง แพะนมที่เลี้ยงกันในประเทศส่วนใหญ่จะเลี้ยงควบคู่ไปกับแพะเนื้อ พันธุ์แพะนมที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายมีอยู่หลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์ซาแนน พันธุ์เอนโกโลนเปียน พันธุ์ทอกเคนเบิร์ก พันธุ์อัลไพน์ และพันธุ์ลูกผสมของพันธุ์ที่ได้กล่าวมา ซึ่งแต่ละพันธุ์มีถิ่นกำเนิดมาจากที่ต่างกัน จึงส่งผลทำให้รูปร่างลักษณะและผลผลิตนมแตกต่างกันไปด้วย

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาบริโภคน้ำนมแพะมากขึ้น เนื่องจากน้ำนมแพะเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่แพ้น้ำนมโค และน้ำนมแพะยังมีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะต่อผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย อีกทั้งน้ำนมแพะยังมีเม็ดไขมันขนาดเล็ก ร่างกายจึงสามารถย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้อย่างรวดเร็วกว่าน้ำนมโค รูปแบบการเลี้ยงแพะนมของเกษตรกรไทยส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงทั้งแบบขังคอกหรือปล่อยแปลงหญ้าธรรมชาติ แต่มีจำนวนแพะนมที่เลี้ยงไม่มากนัก จากการสำรวจการเลี้ยงแพะนมในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีการเลี้ยงแพะนมทั้งสองรูปแบบ ซึ่งแต่ละฟาร์มจะมีรูปแบบการเลี้ยงที่แตกต่างกันตามความสะดวกและการจัดการของเกษตรกรแต่ละราย เป้าหมายที่สำคัญของการเลี้ยงแพะนมของเกษตรกรคือ การผลิตน้ำนมแพะให้มีผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดการฟาร์มและขั้นตอนการปฏิบัติต่อน้ำนมโดยตรง เช่น พันธุ์แพะนม การจัดการอาหาร การจัดการด้านสุขาภิบาลฟาร์ม และสุขศาสตร์ในการรีด เป็นต้น ด้วยรูปแบบการเลี้ยงที่แตกต่างกันอาจมีผลต่อองค์ประกอบและคุณภาพของน้ำนมแพะ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้

วัตถุประสงค์

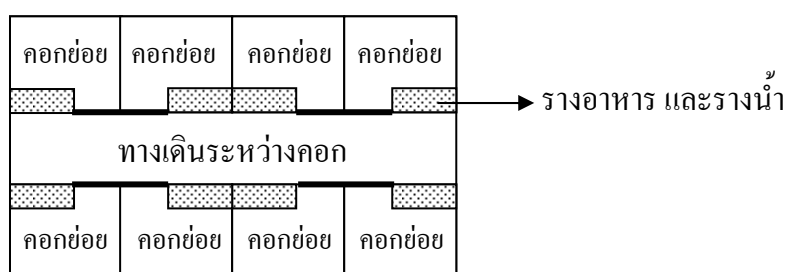
1. ศึกษาองค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำนมแพะรายตัวทั้งที่เลี้ยงแบบจังกอกและปล่อยแปลงหญ้าในเขตพื้นที่ภาคตะวันตกของประเทศไทย เช่น ไข่ม้น โปรัตน์ แลคโตสของแข็งทั้งหมด ของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย ความถ่วงจำเพาะ จุดเยือกแข็ง ความเป็นกรด-เบส ความเป็นกรดของน้ำนม การตกตะกอนด้วยน้ำยาแอลกอฮอล์ออลิซาริน การตกตะกอนด้วยการต้มเคี้ยว และการตรวจหาการตกค้างของยาปฏิชีวนะในน้ำนม

2. ศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของนมแพะรวมที่เลี้ยงแบบจังกอก และปล่อยแปลงหญ้าในเขตพื้นที่ภาคตะวันตกของประเทศไทย เช่น การทดสอบเมทธีลินบลู การทดสอบบริซาชูริน จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนเซลล์โซมาติก จำนวนจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น โคลิฟอร์ม (Coliform) เอสเชอริเชีย โคลิ (*Escherichia coli*) ซัลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) แอสโตฟิลโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) แบซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) และลิสเตอเรีย โมโนซัยโตเจเนส (*Listeria monocytogenes*)

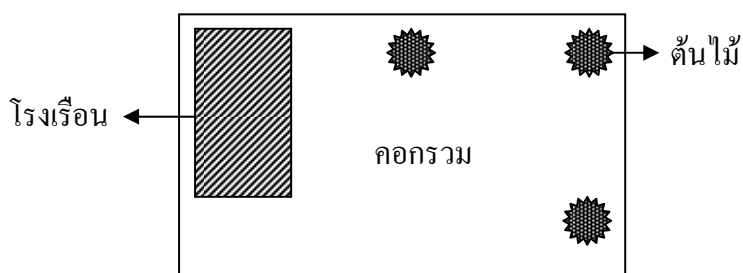
นิยามคำศัพท์

1. การเลี้ยงพะนอมแบบขังคอก หมายถึงการเลี้ยงขังในคอกล้อมรั้วให้พะอยู่ในบริเวณที่กำหนด โดยการเลี้ยงพะแบบขังคอกมี 2 รูปแบบคือ

1.1 การเลี้ยงพะนอมแบบขังคอกแยกรายตัว เป็นวิธีที่ใช้พื้นที่น้อย มีพื้นที่ในการเลี้ยงจำกัด โดยมักจะเลี้ยงพะแยกในคอกย่อยคอกละ 1 ตัว ซึ่งอยู่ภายในคอกใหญ่บริเวณเดียวกัน โดยมีรางอาหารชั้น อาหารหยاب และรางน้ำในแต่ละคอกย่อย ดังรูปหรือภาพผนวกที่ 1



1.2 การเลี้ยงพะนอมแบบขังคอกรวม มีลักษณะคล้ายกับการขังคอกแยกรายตัว แต่ไม่มีการกั้นคอกแยกเป็นคอกย่อย พะจะอยู่รวมกันเป็นฝูงภายในคอกใหญ่เดียวกัน โดยบริเวณคอกจะกั้นคอกล้อมรั้วให้พะอยู่ในบริเวณที่กำหนด บางฟาร์มภายในคอกใหญ่จะมีการสร้างโรงเรือนให้พะพักอาศัยในช่วงกลางคืน และปล่อยพะออกจากโรงเรือนมาอยู่ในคอกรวมช่วงกลางวัน ซึ่งวิธีนี้พะจะสามารถเดินออกกำลังกายได้ เนื่องจากมีพื้นที่ไม่จำกัดเหมือนกับการขังคอกแยกรายตัว ภายในคอกมีรางอาหาร และรางน้ำให้พะกินในคอกโดยเป็นรางที่ให้พะกินอาหารและน้ำร่วมกัน ซึ่งบางฟาร์มอาจมีการสร้างเพิงหรือปลูกต้นไม้ใหญ่เพื่อให้ร่มเงาแก่พะในเวลากลางวัน ดังรูปหรือภาพผนวกที่ 2, 5 และ 8



2. การเลี้ยงพะนอมแบบปล่อยแปลงหญ้า เป็นการเลี้ยงพะนอมแบบปล่อยให้พะนอมได้เปลี่ยนแปลงหญ้าธรรมชาติ หรือแปลงหญ้าสาธารณะในช่วงสาย แล้วตอนพะนอมกลับเข้าคอกในช่วงเย็น วิธีนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงไม่ต้องตัดพืชอาหารสัตว์มาให้พะนอมในคอกแต่จะมีการให้อาหารข้น หรืออาหารหยาบเสริม (ภาพผนวกที่ 11, 12 และ 14)

การตรวจเอกสาร

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กสามารถปรับตัว และเจริญเติบโตในสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันไปตามแต่ละท้องที่ สามารถใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือจากการเกษตรเป็นอาหารแล้วเปลี่ยนให้เป็นโปรตีนในรูปเนื้อและนมได้ดี สำหรับประเทศไทยในอดีตการเลี้ยงแพะนั้นมีจำนวนน้อย เนื่องมาจากการเลี้ยงแพะและการบริโภคผลผลิตจากแพะมีเฉพาะในกลุ่มบุคคลบางกลุ่มเท่านั้น (เอกชัย, 2546) จากสถิติจำนวนประชากรแพะเนื้อและแพะนมในปี พ.ศ. 2545 ประเทศไทยมีจำนวนแพะเท่ากับ 177,944 ตัว โดยการเลี้ยงแพะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นซึ่งในปี พ.ศ. 2550 ประเทศไทยมีจำนวนแพะเพิ่มเป็น 444,774 ตัว โดยแบ่งตามเขตพื้นที่ดังนี้คือ ภาคเหนือ 86,373 ตัว ภาคกลาง 162,926 ตัว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 21,423 ตัว และภาคใต้ 174,052 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2551)

พันธุ์แพะนมในประเทศไทย

แพะพันธุ์พื้นเมืองมีหลายสายพันธุ์โดยเฉพาะแถบภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งมีสายพันธุ์เดียวกันกับแพะพันธุ์พื้นเมืองของประเทศมาเลเซีย เนื่องจากแพะพันธุ์พื้นเมืองของไทยให้ผลผลิตน้ำมน้อย จึงมีการนำพันธุ์แพะในเขตอบอุ่นซึ่งส่วนมากมีถิ่นกำเนิดในทวีปยุโรปมาเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์แพะพันธุ์พื้นเมือง ให้ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ เพิ่มขนาดและเพิ่มผลผลิตน้ำนมที่มีปริมาณค่อนข้างสูง โดยแพะจากเขตอบอุ่นที่เลี้ยงในประเทศไทย (สมเกียรติ, 2528) มีดังต่อไปนี้

1. พันธุ์อัลไพน์ (Alpine) เป็นแพะที่มีขนาดกลาง ขนยาวไม่มาก มีสีที่ไม่ค่อยแน่นอน ซึ่งมีสีตั้งแต่สีดำจนถึงขาว ใบหูมีขนาดเล็กและตั้ง ลำคอยาว และมีดั้งจมูกตรง โดยเฉลี่ยจะผลิตนมได้ 0.9-1.3 กิโลกรัมต่อวัน มีไขมันนม 3.6 เปอร์เซ็นต์

2. พันธุ์ทอกเกนเบิร์ก (Toggenburg) เป็นพันธุ์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพภูมิอากาศได้หลายประเภท มีขนสั้น และขนของเพศผู้จะยาวกว่าขนของเพศเมีย โดยทั่วไปจะมีสีน้ำตาล น้ำตาลแก่ หรือสีเทาแกมเหลือง และมีสีขาวเป็นทางที่ใบหน้าจากเหนือตาทั้ง 2 ข้างลงมาบรรจบกันที่เหนือจมูก นอกจากนี้จะมีสีขาวที่ขอบใบหู สะโพกจากเข่าถึงข้อเท้าทั้งสี่ ใบหูตั้งชี้ไปข้างหน้า ให้นมได้ประมาณ 2-3 กิโลกรัมต่อวัน

3. พันธุ์ซาแนน (Saanen) เป็นแพะพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ มีขนสั้น สีขาว ครีมน้ำตาลอ่อน ตั้งจมูกและใบหน้ามีลักษณะตรง ใบหูเล็กและตั้งชี้ไปข้างหน้า สามารถให้ผลผลิตนมต่อวันสูงกว่าแพะพันธุ์อื่นๆ ในยุโรป ให้นมได้สูงประมาณ 1-3 กิโลกรัมต่อวัน และปริมาณไขมันนม 3.5 เปอร์เซ็นต์

4. พันธุ์แองโกลนูเบียน (Anglo-Nubian) เป็นแพะที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีบรรพบุรุษมาจากเขตร้อนจึงสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพภูมิอากาศร้อนได้ดีกว่าแพะพันธุ์ยุโรปพันธุ์อื่นๆ ลักษณะภายนอกของพันธุ์นี้ คือ ตั้งจมูกมีลักษณะโค้งและงุ้ม ใบหูยาวปรกลง มีขนสีน้ำตาลแดงปนขาว และสีขาว โดยเฉลี่ยจะให้นม 0.8-1.2 กิโลกรัมต่อวัน และมีไขมันนม 4.5 เปอร์เซ็นต์

แพะที่เลี้ยงสำหรับผลิตนํ้านมในประเทศไทยส่วนมากเป็นพันธุ์ผสมระหว่างแพะพื้นเมืองกับซาแนนหรือแองโกลนูเบียน โดยแพะสามารถให้นมครั้งแรกเมื่ออายุ 1 ปี (บุญเสริม, 2546) โดยมีการให้ผลผลิตดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การให้นมของแพะในประเทศไทย

พันธุ์	นํ้านม (กก.)	วันรีดนม (วัน)	นํ้านม (กก./วัน)
พื้นเมือง	162.4	197.4	0.79
ลูกผสมพื้นเมือง x ซาแนน 50%	234.2	219.4	1.05
ซาแนน	441.3	290.0	1.55

ที่มา: ทิม (2524)

รูปแบบการเลี้ยงแพะนม

การเลี้ยงแพะนมของเกษตรกรในประเทศไทยเหมือนกับการเลี้ยงแพะเนื้อทั่วไปแต่อาจต่างกันในเรื่องของการจัดการรีดนมเพิ่มขึ้นมา โดยการเลี้ยงแพะนมในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเลี้ยงปล่อยให้หากินเองตามธรรมชาติ แต่ปัจจุบันเกษตรกรบางรายปรับปรุงและพัฒนาการเลี้ยงแพะให้ดีขึ้น มีการสร้างโรงเรือนที่ถูกต้องลักษณะ ปลูกหญ้าพันธุ์ดี และล้อมรั้วด้วยวัสดุที่สามารถป้องกันศัตรูที่มารบกวนแพะ ซึ่งการเลี้ยงแพะจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละท้องถิ่น และตามวัตถุประสงค์ในการเลี้ยงโดยการเลี้ยงแพะนมในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. การเลี้ยงแพะแบบขังคอก ซึ่งการเลี้ยงวิธีนี้ใช้เนื้อที่น้อยแต่ลงทุนสูง ต้องสร้างคอกและโรงเรือน ผู้เลี้ยงต้องหาหญ้าหรือพืชอาหารสัตว์มาให้แพะกินในคอกและโรงเรือน ต้องจัดหาน้ำที่สะอาดไว้ให้ตลอดเวลา (ถวัลย์, 2542) การเลี้ยงแบบขังคอกจะช่วยลดปัญหาการแพร่ระบาดของพยาธิได้มากกว่าแบบปล่อยแพะเล็ม นอกจากนี้การที่แพะอยู่ในโรงเรือนตลอดเวลาจะทำให้ง่ายต่อการดูแลและการจัดการอื่นๆ โดยทั่วไปแล้วการเลี้ยงแบบขังคอกเหมาะสำหรับการเลี้ยงเพื่อการค้า (สมเกียรติ, 2528)

2. การเลี้ยงแพะแบบปล่อยแปลงหญ้าธรรมชาติ เป็นวิธีที่นิยมมากในประเทศไทย เพราะไม่ต้องตัดหญ้ามาเลี้ยงแพะ โดยเกษตรกรมักปล่อยแพะหากินตอนสายแล้วไล่ด่อนกลับเข้าคอกตอนเที่ยง หรือปล่อยแพะออกหากินเองตามธรรมชาติตอนบ่ายแล้วไล่ด่อนกลับเข้าคอกตอนเย็น อาจจะมีเจ้าของดูแลตลอดเวลาหรือบางเวลา (ถวัลย์, 2542)

การรีดนมแพะ

แพะมีเต้านม 2 เต้า ซึ่งต่างจากโคและกระบือที่มี 4 เต้า แพะพันธุ์นมโดยทั่วไปจะมีลักษณะเต้านมใหญ่และสวย หัวนมมีขนาดใหญ่และยาวพอประมาณ สามารถรีดนมด้วยมือได้เช่นเดียวกับโคนม โดยหลักการในการรีดนม คือ รีดให้ถูกวิธีและสะอาด รีดให้เร็วและต้องรีดให้นมหมดเต้า ซึ่งการรีดนมแพะแบ่งออกเป็น 2 วิธีหลัก คือ

1. การรีดนมด้วยมือเป็นวิธีที่เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนิยมมากที่สุด โดยแพะนมจะให้ น้ำนมเฉลี่ย 1-2 กิโลกรัมต่อตัว และการเลี้ยงแพะนมของเกษตรกรไทยยังเป็นฟาร์มขนาดเล็ก มีจำนวนแพะรีดนมไม่มาก ทำให้การรีดนมส่วนใหญ่เป็นการรีดด้วยมือเพื่อความสะดวกในการจัดการ และประหยัดต้นทุนการผลิตด้านเครื่องรีดนม วิโรจน์ (2546) กล่าวว่า การรีดนมด้วยมือไม่มีแรงดูดหรือการเกิดสุญญากาศมาเกี่ยวข้อง แต่จะเป็นการสร้างแรงดันภายในหัวนมจากการใช้ชอนนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้ที่บีบรัดที่โคนของหัวนม เพื่อปิดกั้นไม่ให้ น้ำนมในท่อหัวนมไหลกลับคืนไปในเต้านม จากนั้นจึงใช้นิ้วมือที่เหลืออีก 3 นิ้ว บีบไล่น้ำนมในท่อหัวนมออกมาทางปลายหัวนม ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้เกิดแรงดันภายในหัวนม รูหัวนมจะเปิดและน้ำนมจะไหลออกมา การรีดนมผู้รีดนมต้องรักษาความสะอาด เช่น ล้างมือ ตัดเล็บให้สั้น ก่อนรีดนมควรล้างมือและแขนให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ เมื่อรีดเสร็จหนึ่งตัวควรล้างมือทุกครั้งก่อนรีดนมตัวต่อไป

2. การรีดนมด้วยเครื่องเป็นการช่วยให้การรีดนมของเกษตรกรมีความสะดวกสบายขึ้น และลดเขยการขาดแรงงานที่มีความชำนาญในการรีดนม เครื่องรีดนมมีหลักการทำงานเลียนแบบมาจากการดูดนมของลูก โดยอุปกรณ์ที่รีดและบรรจุนมต้องทำความสะอาดทันทีหลังจากใช้เสร็จทุกครั้ง เพราะจะทำให้จุลินทรีย์เกิดหมักหมม และทำความสะอาดยากขึ้นภายหลัง (วิโรจน์, 2546) การทำงานของเครื่องรีดนมต้องประกอบด้วย ระดับของสูญญากาศหรือแรงดูดที่ปรับไว้พอเหมาะ อัตราเร็วของจังหวะดูดและจังหวะพัก อัตราส่วนของจังหวะดูดและจังหวะพัก และช่วงเวลาของการดูดและพัก โดยในเครื่องรีดนมแพะจะมีแรงดันเท่ากับ 42-44 kPa และอัตราส่วนของจังหวะดูดและจังหวะพักเท่ากับ 60:40 (InterPlus)

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะดิบ

น้ำนมถูกสร้างจากเซลล์กลั่นสร้างน้ำนม (epithelial cell) ของกระเปาะนม (alveoli) ภายในเต้านม ซึ่งวัตถุดิบในการสังเคราะห์น้ำนมจะถูกนำไปยังเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมผ่านทางกระแสโลหิต โดยสัตว์แต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบของน้ำนมแตกต่างกันออกไป องค์ประกอบที่สำคัญคือ ไขมัน โปรตีน แลคโตส แร่ธาตุ วิตามิน และน้ำ เป็นต้น ส่วนประกอบที่ไม่ใช่น้ำ เรียกว่า ของแข็งทั้งหมด (total solid; T.S.) และเมื่อหักปริมาณไขมันออก ส่วนที่เหลือเรียกว่า ของแข็งทั้งหมดไม่รวมไขมัน (solid not fat; Sn.f.) (นิธิยา, 2527) น้ำนมแพะมีคุณสมบัติและองค์ประกอบใกล้เคียงหรือสูงกว่าน้ำนมโค และน้ำนมมารดา (ตารางที่ 2) ซึ่งองค์ประกอบน้ำนมจะผันแปรตามสายพันธุ์ของแม่แพะ ระยะการให้นม การจัดการด้านอาหาร ฤดูกาล และสุขภาพของเต้านม ปริมาณขององค์ประกอบต่างๆ ในน้ำนมเป็นสิ่งสำคัญที่บ่งชี้ถึงคุณภาพทางด้านโภชนาการ น้ำนมแพะมีองค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. น้ำ (water) ในน้ำนมส่วนใหญ่จะได้มาจากส่วนที่เรียกว่า potassium rich intracellular fluid ของกระเปาะนม และบางส่วนได้มาจากน้ำในกระแสโลหิตผ่านเข้าสู่เซลล์กลั่นสร้างน้ำนมเพื่อรักษาแรงดันออสโมติกของเซลล์ เนื่องจากการสร้างแลคโตส โปรตีน และไขมัน (วรรณ และวิบูลย์ศักดิ์, 2531) โดยเฉลี่ยในน้ำนมแพะมีน้ำประมาณ 87 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำที่มีอยู่ในน้ำนมทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย เพื่อให้ส่วนประกอบที่เป็นของแข็งละลาย (นิธิยา, 2527)

2. ไขมันนม (milk fat) ประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) 98-99 เปอร์เซ็นต์ อีก 1-2 เปอร์เซ็นต์ เป็นพวกฟอสโฟลิปิด สเตอรอล แลโรทินอยด์ วิตามินที่ละลายได้ในไขมัน (วิตามินเอ ดี อี เค) และกรดไขมันอิสระอีกจำนวนเล็กน้อย สารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไขมัน 40-60 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ซึ่งถูกสังเคราะห์ในลำไส้เล็กจากกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty

acid: VFA) ที่ได้จากอาหาร หรือถูกสังเคราะห์ที่ตับจากกรดไขมันที่ได้จากเนื้อเยื่อไขมัน ดังภาพที่ 1 โดยพวกกรดไขมันสายสั้น (short chain) และกรดไขมันสายกลาง (medium chain) (C_4 - C_{16}) จะถูกสังเคราะห์มาจากแอซีเตท (acetate) และเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรท (β -hydroxybutyrate) ซึ่งแอซีเตทจะถูกดูดซึมจากกระเพาะหมัก และเบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรทจะถูกเปลี่ยนรูปจากบิวทีเรท (butyrate) ในขณะที่ถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมัก (Holmes and Wilson, 1984) ไขมันนมค่อนข้างจะแปรปรวนมากกว่าองค์ประกอบชนิดอื่น การแปรปรวนขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์ ตัวสัตว์ และอาหาร (นิธิยา, 2527) แพะพันธุ์แองโกลนูเบียนให้น้ำมันที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงกว่าพันธุ์ชาแนน และทอกเกนเบิร์ก (French, 1970) น้ำมันแพะมีส่วนส่วนของกรดไขมันสายสั้นและกลางสูงกว่าน้ำมันโค โดยกรดไขมัน caproic (C_6), caprylic (C_8) และ capric (C_{10}) ซึ่งมีประโยชน์ในทางการแพทย์โดยใช้ในการรักษาโรคภาวะดูดซึมสารอาหารของลำไส้บกพร่อง (malabsorption syndrome) โรคลำไส้เล็กผิดปกติ (intestinal disorders) นอกจากนี้ น้ำมันแพะยังมีขนาดเม็ดไขมันที่เล็กเพียง 2 ไมครอน ต่างจากน้ำมันโคที่มีขนาดเม็ดไขมันอยู่ที่ 20-30 ไมครอน ด้วยขนาดเม็ดไขมันที่เล็กส่งผลให้ย่อยง่าย และถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีกว่า (กรมปศุสัตว์, 2549)

3. โปรตีน (protein) น้ำมันแพะมีโปรตีนประมาณ 3.6 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนในน้ำมันที่ถูกสังเคราะห์และขับออกมาโดยเซลล์กลั่นสร้างน้ำมันประกอบด้วยเคซีน (casein) แอลฟาแลคโตอัลบูมิน (α -lactoalbumin) เบต้าแลคโตโกลบูลิน (β -lactoglobulin) และโปรตีนชนิดอื่นๆ เช่น เอนไซม์ต่างๆ และบางส่วนของโปรตีนในน้ำมัน เช่น พวกอิมมูโนโกลบูลิน (immunoglobulin) จะได้รับจากกระแสโลหิตโดยตรง ในการสร้างโปรตีนเซลล์กลั่นสร้างน้ำมันจะได้รับวัตถุดิบมาจากกรดอะมิโนที่ส่งมายังต่อมสร้างน้ำมันทางกระแสโลหิต ซึ่งกรดอะมิโนที่จำเป็นส่วนใหญ่ได้มาจากอาหาร ดังภาพที่ 1 โดยต่อมสร้างน้ำมันจะดูดซึมกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) อย่างเพียงพอต่อการสังเคราะห์กรดอะมิโนที่จำเป็นในน้ำมัน แต่ในบางครั้งอาจดูดซึมกรดอะมิโนที่จำเป็นเกินกว่าความต้องการ ส่วนที่เกินจะถูกนำไปสังเคราะห์กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น (non-essential amino acid) และเป็นแหล่งพลังงานสำหรับการสังเคราะห์น้ำมัน (วรรณ และวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

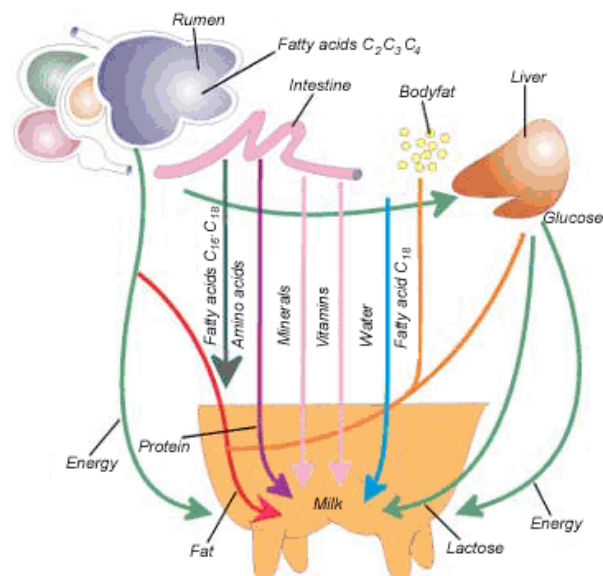
4. แลคโตส (lactose) เป็นไดแซคคาไรท์ที่ประกอบด้วยกลูโคสและกาแล็กโตส แลคโตสถูกสังเคราะห์มาจากกลูโคสซึ่งไหลเวียนอยู่ในกระแสโลหิตที่ไหลผ่านเซลล์กลั่นสร้างน้ำมัน ซึ่งกลูโคสถูกสังเคราะห์มาจากกรดโปปีโอนิกและกรดอะมิโนที่ดูดซึมมาจากระบบย่อยอาหาร ดังภาพที่ 1 การสังเคราะห์แลคโตสเกิดขึ้นในกอลจิแอปพาราตัส (golgi apparatus) ปริมาณของน้ำมันที่ผลิตได้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณการสังเคราะห์แลคโตส ปริมาณของแลคโตสที่สังเคราะห์จะตอบสนองต่อแรงดันออสโมติกของเต้านมและกระแสโลหิต ให้มีความสมดุลกันระหว่างการกลั่น

สร้างน้ำนม ดังนั้นปริมาณแลคโตสจึงค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมาก ซึ่งปริมาณน้ำนมจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณการกินอาหาร (Holmes and Wilson, 1984)

5. แร่ธาตุ (mineral) ในน้ำนมแพะมีแร่ธาตุที่สำคัญและจำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม ฟอสฟอรัส ทองแดง เหล็ก กำมะถัน ไอโอดีน และคลอรีน นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุอื่นๆ ได้แก่ แมงกานีส ฟลูออไรด์ โมลิบดีนัม โคบอลต์ สังกะสี (สุวรรณ, 2525) เซลล์กลั่นสร้างน้ำนมไม่สามารถสร้างแร่ธาตุเองได้ ต้องได้รับมาจากอาหารโดยผ่านทางกระแสโลหิต ซึ่งแร่ธาตุในน้ำนมจะมีปริมาณที่คงที่ (วรรณ และวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

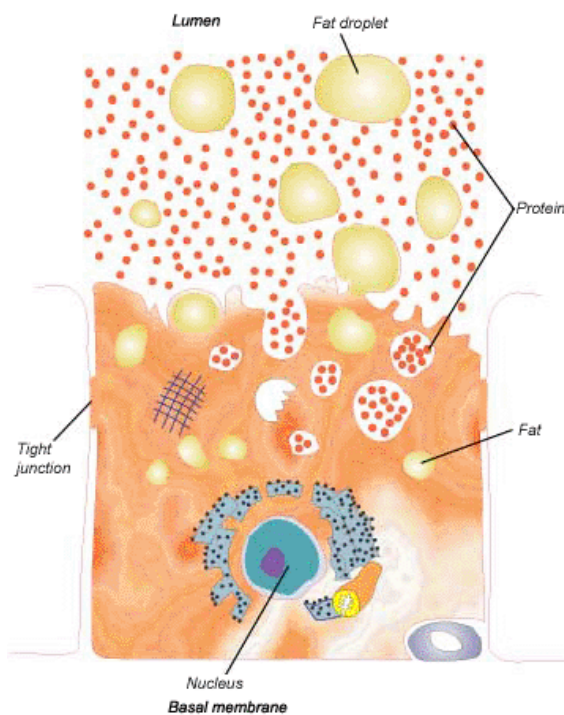
6. วิตามิน (vitamin) เซลล์กลั่นสร้างน้ำนมจะไม่สามารถสร้างวิตามินในน้ำนมเองได้ ต้องได้รับมาจากอาหารโดยผ่านทางกระแสโลหิตเช่นเดียวกับแร่ธาตุ น้ำนมแพะมีวิตามินเกือบทุกชนิดทั้งที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ ดี อี และเค และวิตามินที่ละลายได้ในน้ำ ได้แก่ วิตามินซี วิตามินบี 1 ไนอะซิน เป็นต้น (นิธิยา, 2527)

ส่วนประกอบน้ำนมที่สร้างแล้วจะถูกส่งเข้าไปในส่วนกลางของกระเปาะนม (alveolar lumen) ดังภาพที่ 2 โดยโปรตีนที่สร้างจาก endoplasmic reticulum จะรวมกันเป็นกลุ่มมีถุงหุ้ม ถุงโปรตีนจะเคลื่อนมาอยู่ริมผนังเซลล์ด้านในแล้วปล่อยโปรตีนออกทางเยื่อผนังเซลล์ ส่วนไขมันจะถูกสร้างเป็นเม็ดเล็กๆ ลอยอยู่ในเซลล์ เมื่อเม็ดไขมันเคลื่อนที่มาอยู่ใกล้ผนังเซลล์จะถูกผนังเซลล์หุ้มเอาไว้แล้วจึงปลิ้นออกข้างนอก ส่วนประกอบอื่นๆ ของน้ำนมเป็นสารละลายจะซึมผ่านผนังเซลล์ออกไปได้สะดวก



ภาพที่ 1 วัตถุดิบที่ใช้ในการสร้างน้ำนม

ที่มา: Delaval (2008)



ภาพที่ 2 การสังเคราะห์น้ำนมจากเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมภายในเต้านม

ที่มา: Delaval (2008)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบองค์ประกอบของน้ำนมแพะ โค และมนุษย์ (ปริมาณในน้ำนม 100 กรัม)

สารอาหาร	น้ำนมแพะ	น้ำนมโค	น้ำนมมารดา
น้ำ (กรัม)	87	88	87.5
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	69	51	69.6
โปรตีน (กรัม)	3.56	3.29	1.03
ไขมัน (กรัม)	4.14	3.34	4.38
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	4.45	4.66	6.89
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	11	14	14
แร่ธาตุ (มิลลิกรัม)			
แคลเซียม	134	119	32
ฟอสฟอรัส	111	93	14
โซเดียม	50	49	17
แมกนีเซียม	14	13	3
โปแตสเซียม	204	152	51
เหล็ก	0.05	0.05	0.03
สังกะสี	0.30	0.38	0.17
วิตามิน (มิลลิกรัม)			
วิตามินเอ (ยูนิิต)	185	126	241
โฟลาซิน (ไมโครกรัม)	1	5	5
ไนอาซิน	0.277	0.084	0.177
กรดแพนโททีนิก	0.310	0.314	0.223
ไรโบฟลาวิน	0.138	0.162	0.036
ไทอะมิน	0.048	0.38	0.014
วิตามินบี 6	0.046	0.042	0.011
วิตามินบี 12 (ไมโครกรัม)	0.365	0.357	0.045
วิตามินซี	1.29	0.94	5.0

ที่มา: Ensminger *et al.* (1995)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและองค์ประกอบของน้ำนม

สัตว์ต่างชนิดกันหรือแม้แต่สัตว์ชนิดเดียวกัน ย่อมมีความผันแปรขององค์ประกอบน้ำมนอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่นที่มีอิทธิพลต่อความผันแปรขององค์ประกอบน้ำนม เช่น สายพันธุ์ ระยะเวลาให้นม อายุการให้นม การจัดการด้านอาหาร และฤดูกาล เป็นต้น

1. สายพันธุ์

พันธุ์มีอิทธิพลต่อผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนม ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของผลผลิต เช่น แพะพันธุ์ซาแนน จะให้ปริมาณน้ำนมสูงกว่าแพะพันธุ์อื่น นอกจากนั้นองค์ประกอบของน้ำนม โดยเฉพาะปริมาณไขมันจะแปรผันไปตามพันธุ์ เช่น แพะพันธุ์แองโกลนูเบียนจะให้น้ำนมที่ไขมันสูง เป็นต้น

ตารางที่ 3 ผลผลิตของแพะพันธุ์ต่าง ๆ

พันธุ์	ปริมาณน้ำนม (กิโลกรัม/ตัว)	ไขมัน (%)	โปรตีน (%)
อัลไพน์	903	3.56	3.06
ทอกเคนเบิร์ก	869	3.38	3.01
ซาแนน	942	3.52	3.02
แองโกลนูเบียน	713	4.61	3.66

ที่มา: Barnet and Frederick (2008)

2. ระยะเวลาให้นม (lactation period)

ปริมาณน้ำนมที่ลดลงในช่วงปลายของการให้นมนั้น Larson (1985) กล่าวว่าเกิดจากเซลล์กลั่นสร้างน้ำนม กลั่นสร้างน้ำนมลดลงในช่วงปลายของการให้นม ส่วนองค์ประกอบน้ำนมมีความผันแปรแตกต่างกันตลอดระยะเวลาการให้นม เริ่มตั้งแต่หลังการคลอดลูก น้ำนมที่สร้างในช่วงแรกเรียกว่า น้ำนมเหลือง (colostrum) เป็นน้ำนมที่มีไขมัน โปรตีน และแร่ธาตุในปริมาณที่สูงกว่านมปกติ แต่ปริมาณแลคโตสต่ำกว่าปกติ สำหรับปริมาณแร่ธาตุพบว่า แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม แมกนีเซียม และคลอไรด์สูง แต่มีโพแทสเซียมต่ำกว่าน้ำนมปกติ นอกจากนี้ น้ำนมเหลืองยังมีภูมิโน

โกลบูลินสูงกว่าน้ำมันปกติหลายเท่า หลังจากพ้นระยะน้ำมันเหลือง ปริมาณไขมันและโปรตีน ค่อยๆ ลดลง จากนั้นค่อยๆ เพิ่มขึ้น ความผันแปรของไขมันและโปรตีน ในระยะการให้นมที่ต่างกัน ระยะแรกของการให้นมความเข้มข้นของไขมันนมและโปรตีนนมจะมีความเข้มข้นสูง และเริ่มลดลง ในช่วงกลางของระยะการให้นม และจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการให้นม (Michael, 2001) ความผันแปรขององค์ประกอบน้ำมันในส่วนไขมัน และโปรตีนมีสหสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณน้ำมัน ดังนั้นในช่วงการให้นมสูงสุดปริมาณไขมันและโปรตีนต่ำกว่าในระยะปลายของการให้นม ส่วนปริมาณแลคโตสที่ลดลงในช่วงระยะปลายการให้นม เกิดจากการเสื่อมลงของเซลล์กลั่นสร้างน้ำมัน รวมทั้งอาจเกิดจากปัญหาการอักเสบของเต้านม (Whittemore, 1980)

3. อายุการให้นมของแม่แพะ

แม่แพะสาวส่วนมากให้นมในปริมาณที่ไม่มากเนื่องจากการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ต้องใช้ อาหารที่กินเข้าไปเพื่อสร้างการเจริญเติบโตของตัวเองด้วย แต่เมื่อให้นมครั้งที่ 3, 4, 5 และ 6 จะให้นม ได้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังจากนั้นปริมาณน้ำมันจะค่อยๆ ลดลง (บุญเสริม, 2546)

4. การจัดการด้านอาหาร

อาหารเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบน้ำมัน เซลล์กลั่นสร้างน้ำมันต้องการ สารอาหารที่เพียงพอต่อการสังเคราะห์ไขมันที่มาจากเลือด ได้แก่ กลูโคส กรดอะมิโน กรดไขมัน แอซีเตท เบต้า-ไฮดรอกซีบิวทีเรท และแร่ธาตุ เมื่อสัตว์ได้รับอาหารไม่พอจะมีผลกระทบต่อการสร้างน้ำมัน มากกว่าปัจจัยอื่นๆ ถ้าหากได้รับอาหารน้อยกว่าความต้องการจะทำให้ไขมันที่ได้ลดลง และปริมาณ ของแลคโตสลดลงด้วย สำหรับกรณีที่สัตว์ให้นมปริมาณมาก ถ้าขาดพลังงานและโปรตีนไม่เพียงพอ ตั้งแต่ต้น เช่น การขาดโปรตีนและแคลเซียมในระยะแรกๆ ร่างกายสัตว์อาจดึงโภชนาจากกระดูกมาใช้ ซึ่งหากอาการขาดเกิดขึ้นต่อไปเรื่อยๆ ทำให้ผลผลิตน้ำมันลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการได้รับอาหารที่มีโปรตีนไม่เพียงพอ ทำให้ผลผลิตน้ำมันลดลงและทำให้ของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนยของน้ำมันลดลง ด้วย นอกจากนี้ถ้าหากมีการจำกัดอาหารหยাবให้น้อยลง และให้อาหารขึ้นมากขึ้น คือจำกัดอาหาร หยাবเหลือ 30 เปอร์เซ็นต์หรือต่ำกว่าของวัตถุดิบของอาหารที่กินแล้ว ปริมาณของไขมันนมอาจ ต่ำลงเหลือเพียง 20 เปอร์เซ็นต์หรือต่ำกว่า (Bath *et al.*, 1985)

5. สภาพแวดล้อมและฤดูกาล

สภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณน้ำนมแพะ และระยะเวลาการให้นม (ตารางที่ 4) สภาพที่ดีมีอุณหภูมิเหมาะสม ไม่ร้อนจนเกินไป อยู่ในโรงเรือนที่สะอาด มีการระบายอากาศดี แม่แพะจะไม่เกิดความเครียด สามารถกินอาหารได้มากจึงให้น้ำนมได้มาก สภาพอากาศที่ร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งร้อนชื้นจะทำให้แม่แพะระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ยาก จึงไม่ยอมกินอาหาร เป็นเหตุให้สุขภาพทรุดโทรมและผลิตน้ำนมได้น้อย ดังนั้นผู้เลี้ยงจึงควรปรับสภาพต่างๆ เพื่อให้แพะอยู่สบาย (บุญเสริม, 2546)

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำนมและระยะเวลาการให้นมของแพะพันธุ์นมที่เลี้ยงอยู่ในเขตร้อนและเขต
อบอุ่น

พันธุ์	เขตร้อน		เขตอบอุ่น	
	ปริมาณน้ำนม	ระยะเวลา	ปริมาณน้ำนม	ระยะเวลา
	(กก.)	การให้นม (วัน)	(กก.)	การให้นม (วัน)
อัลไพน์	232-904	209-264	470-916	260-305
ทอกเคนเบิร์ก	250-532	212-283	468-878	266-305
ซานเนน	292-1,037	240-336	430-1,277	260-365
แองโกลนูเบียน	143-300	124-300	752-989	276-365

ที่มา: สมเกียรติ (2528)

มาตรฐานคุณภาพน้ำนมแพะ

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีข้อกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6006-2551) กำหนดคุณภาพของน้ำนมดิบที่ได้จากแพะเพื่อผลิตเป็นอาหาร ดังต่อไปนี้

1. น้ำนมแพะดิบต้องมีคุณภาพเหมาะสมต่อการบริโภค ดังต่อไปนี้

1.1 อยู่ในสภาพปกติ สะอาด มีสีขาวหรือสีขาวนวล

1.2 มีกลิ่นรส (flavor) ตามธรรมชาติ ปราศจากสิ่งแปลกปลอม (foreign matter) และการปลอมปน (adulteration)

1.3 เมื่อตรวจโดยวิธีทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ (alcohol test) คู่มือปฏิบัติของน้ำนมแพะดิบ กับเอทิลแอลกอฮอล์ ตะกอนต้องมีขนาดละเอียดหรือขนาดเล็กเท่านั้น หากพบตะกอนขนาดกลาง หรือขนาดใหญ่ ให้ตรวจซ้ำด้วยวิธีทดสอบการตกตะกอนด้วยการต้ม (clot on boiling test)

1.4 มีค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ระหว่าง 6.5 ถึง 6.8

1.5 เนื้อมันไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่า 8.25 เปอร์เซ็นต์

1.6 จุดเยือกแข็งไม่สูงกว่า -0.530 องศาเซลเซียส

1.7 ค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ไม่ต่ำกว่า 1.028 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

1.8 ช่วงเวลาการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลูต้องมากกว่า 4 ชั่วโมง

1.9 การเปลี่ยนสีของริชาซูรินที่ 1 ชั่วโมงต้องไม่น้อยกว่า เกรด 4.5

2. จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำนมแพะดิบ ควรเป็นไปตามข้อกำหนด ดังต่อไปนี้

2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 2×10^5 cfu/ml

2.2 จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ต้องไม่เกิน 10^3 cfu/ml

2.3 จำนวนแบคทีเรียทนร้อน ต้องไม่เกิน 10^3 cfu/ml

น้ำนมแพะดิบแบ่งตามจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เซลล์โซมาติกจากเต้านมแพะ โปรตีน ไขมัน และเนื้อมันทั้งหมด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเกณฑ์การซื้อขายน้ำนมแพะดิบเป็น 3 ชั้น คุณภาพ ตามตารางที่ 5 คือ

ตารางที่ 5 การแบ่งชั้นคุณภาพนํ้านมพะดีตามคุณลักษณะของมาตรฐานนํ้านมพะดีของ
ประเทศไทย

คุณลักษณะ	ชั้นคุณภาพ		
	ดีมาก	ดี	มาตรฐาน
1. จำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ ทั้งหมด (cfu/ml)	$< 5 \times 10^4$	5×10^4 ถึง 10^5	$> 10^5$ ถึง 2×10^5
2. จำนวนเซลล์โซมาติก (cells/ml)	$< 7 \times 10^5$	7×10^5 ถึง 10^6	$> 10^6$ ถึง 1.5×10^6
3. โปรตีน (%)	> 3.7	> 3.4 ถึง 3.7	3.1 ถึง 3.4
4. ไขมัน (%)	> 4	> 3.5 ถึง 4	3.25 ถึง 3.5
5. เนื้อมทั้งหมด (%)	> 13	> 12 ถึง 13	11.4 ถึง 12

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6006-2551)

การตรวจคุณภาพนม

นํ้านมดิบ หมายถึง นํ้านมที่ยังไม่ผ่านการแปรรูปหรือการให้ความร้อน การตรวจคุณภาพนํ้านมจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพและสุขลักษณะของนํ้านม และบ่งบอกถึงความเหมาะสมของนํ้านมที่นำไปใช้ในการผลิตหรือผ่านความร้อน มื้อองค์ประกอบเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดและใช้เป็นตัวกำหนดการรับซื้อ (วิพิชญ์, 2541) โดยคุณภาพของนํ้านมพิจารณาจากหลายด้าน คือ (1) การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ การปนเปื้อนของเซลล์ต่างๆ จากตัวสัตว์ ฝุ่นละออง (2) องค์ประกอบทางเคมีในนํ้านมซึ่งบอกถึงคุณค่าทางโภชนาการของนํ้านม (3) การตกค้างของยาและสารพิษ นํ้านมที่มีคุณภาพดีเหมาะสมกับการบริโภค ควรเป็นนํ้านมที่มีจำนวนจุลินทรีย์จำนวนเซลล์ต่างๆ ปริมาณการตกค้างของยาและสารพิษน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย รวมทั้งต้องมีคุณค่าทางโภชนาการไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ (กระทรวงสาธารณสุข, 2522) การตรวจคุณภาพนํ้านมแบ่งเป็น

1. การตรวจสอบนํ้านมเบื้องต้นหรือการตรวจคุณภาพนํ้านมที่ลานรับนม (platform test) เพื่อช่วยในการตัดสินใจอย่างรวดเร็วว่าจะรับซื้อนํ้านมดิบหรือไม่ ได้แก่ การตรวจสอบอุณหภูมิ นํ้านม การดมกลิ่น จิมนรส ดูสีด้วยผู้ชำนาญการ การทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ หรือการต้ม ตรวจสอบถึงแปลกปลอมพวกฝุ่นผง แมลง เป็นต้น (สมจิต, 2546)

1.1 การตรวจการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์อลิซาริน (alcohol alizarin test) เพื่อตรวจเสถียรภาพของโปรตีน นํ้านมที่ตกตะกอนกับแอลกอฮอล์ 68 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเป็นนํ้านมที่โปรตีนขาดเสถียรภาพ อาจตกตะกอนได้ง่ายเมื่อนํ้านมไปผลิตเป็นนมผ่านความร้อน อลิซารินคือตัวสีบ่งบอกความเป็นกรด-เบส ซึ่งปกติความเป็นกรด-เบสที่ 6.6 จะมีสีแดง ถ้านํ้านมมีความเป็นกรดมากจะเป็นสีเหลือง แต่ถ้านํ้านมมีฤทธิ์เป็นด่าง เช่น นํ้านมจากสัตว์ที่เป็นโรคเต้านมอักเสบจะเป็นสีม่วง ดังนั้นการทดสอบการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์อลิซาริน จะพิจารณาขนาดตะกอนและสีของอลิซารินด้วย ในกรณีเมื่อทดสอบปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์อลิซาริน 68 เปอร์เซ็นต์ ไม่ผ่าน ให้ตรวจซ้ำด้วยการตกตะกอนด้วยการต้มเคี่ยว (ศศิธร, 2549)

1.2 การตกตะกอนด้วยการต้มเคี่ยว (clot on boiling test) เป็นวิธีการตรวจคุณภาพนํ้านมเพื่อยืนยันผลการตรวจด้วย alcohol test นํ้านมที่มีเสถียรภาพโปรตีนไม่ดีจะถูกทำลาย (denature) ด้วยความร้อนได้ง่าย เมื่อทำการตกตะกอนด้วยการต้มเคี่ยวแล้วจะเกิดตะกอน แสดงว่านํ้านมมีเสถียรภาพของโปรตีนไม่ดี เป็นนมเสียหรือหมดอายุ (ศศิธร, 2549)

1.3 การตรวจความเป็นกรดของนํ้านม (acidity test) นํ้านมดิบปกติมีความเป็นกรด-เบส 6.6-6.8 ซึ่งองค์ประกอบของนํ้านม เช่น โปรตีน คาร์บอนไดออกไซด์ ฯลฯ มีส่วนทำให้นํ้านมมีความเป็นกรดโดยธรรมชาติ และถ้าหากจุลินทรีย์ประเภทสร้างกรดเข้าสู่นมแล้ว จุลินทรีย์เหล่านั้นจะเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสบางส่วนในนํ้านมให้เป็นกรดแลคติก ทำให้ความเป็นกรดในนํ้านมเพิ่มมากขึ้น ปกติจุลินทรีย์จะสร้างกรดแลคติกในนมประมาณ 0.03-0.04 เปอร์เซ็นต์ กรดประเภทนี้เรียกว่า developed acidity และเป็นกรดที่ทำให้นมเสียหรือหมดอายุ ถ้านํ้านมมีความเป็นกรดสูงโปรตีนในนํ้านมจะไม่มีเสถียรภาพและถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน นํ้ามนั้นจึงไม่เหมาะที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์นม ในขบวนการผลิต การฆ่าเชื้อด้วยความร้อนจะทำให้โปรตีนในนํ้านมตกตะกอน ดังนั้นต้องมีการตรวจความเป็นกรดของนํ้านมโดยการไตเตรตด้วย 0.1 N NaOH โดยใช้ฟีนอล์ฟทาไลน์เป็นตัวบ่งบอกความเป็นกรด-เบส (ศศิธร, 2549)

2. การตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การหาปริมาณเนื้อนมหรือของแข็งในนํ้านม (total solids) การหาจุดเยือกแข็งของนํ้านม การหาไขมัน การวัดความเป็นกรด การตรวจสอบทางจุลินทรีย์เพื่อทราบมาตรฐานของนํ้านม กำหนดคราการับซื้อ และตรวจสอบประสิทธิภาพในการผลิต ได้แก่ การนับจำนวนจุลินทรีย์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ หรือการทดสอบเมทธิลีนบลู และการทดสอบบริซาชูริน การตรวจสอบในห้องปฏิบัติการแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 การตรวจคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีในน้ำนม (physical and chemical tests) จะวิเคราะห์หาความถ่วงจำเพาะ ความเป็นกรด-เบส การวัดสี (colour measurement) ความหนืดของน้ำนม (viscosity) จุดเยือกแข็ง ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณไขมัน ปริมาณของแข็งทั้งหมดไม่รวมไขมัน โปรตีน กรดอะมิโน น้ำตาลแลคโตส เถ้า แร่ธาตุต่างๆ สิ่งปนเปื้อน สีสัน สารกันบูด และยาปฏิชีวนะตกค้าง เช่น

2.1.1 จุดเยือกแข็ง (freezing point) จุดเยือกแข็งของน้ำนมมีค่าค่อนข้างคงที่ การลดต่ำลงของอุณหภูมิจุดเยือกแข็งสามารถบ่งบอกถึงการปลอมปนน้ำลงในน้ำนม จุดเยือกแข็งของน้ำนมขึ้นกับจำนวนไอออน หรือจำนวนโมเลกุลของของแข็งที่ละลายอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลูโคส และน้ำตาลแลคโตส สารประกอบโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ไขมัน และแคลเซียมฟอสเฟตไม่มีผลต่อจุดเยือกแข็งของน้ำนม (วรรณา และวิบูลย์ศักดิ์, 2531)

2.1.2 ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ของน้ำนม เป็นวิธีที่ใช้ในการตรวจการเติมน้ำลงในน้ำนม โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำ การเติมน้ำลงในน้ำนมทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะลดลง แต่ในทางตรงข้ามกับการเอาไขมันออกหรือการเติมหางนมจะทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้น (ประพฤษ, 2551ก) ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนมจะแปรปรวนขึ้นอยู่กับปริมาณไขมัน ของแข็งไม่รวมไขมัน และน้ำ แลคโตมิเตอร์เป็นไฮโดรมิเตอร์ที่ใช้วัดความถ่วงจำเพาะของน้ำนม โดยแบบที่นิยมกันมากคือ ควีเวนแลคโตมิเตอร์ (Quevenne lactometer) ค่าที่อ่านได้จะถูกต้องเมื่อใช้กับนมที่มีอุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮต์ (นิธิยา, 2527)

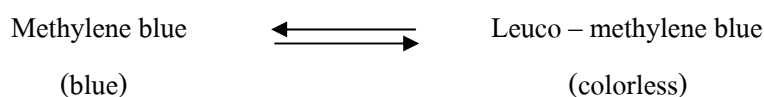
2.1.3 การตรวจหาการตกค้างของยาปฏิชีวนะในน้ำนม (detection of antibiotic residues) เนื่องจากการใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษาโรคและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้อาหาร ซึ่งยาปฏิชีวนะเหล่านี้สามารถส่งผ่านไปยังน้ำนมได้ เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคน้ำนม อาจก่อให้เกิดปัญหาคือยาของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุการเจ็บป่วยของมนุษย์ และอาจจะเกิดอาการแพ้ยา เนื่องจากการให้ความร้อนแก่น้ำนมไม่สามารถลดประสิทธิภาพของยาปฏิชีวนะ นอกจากนี้การทำผลิตภัณฑ์นมที่ต้องอาศัยแบคทีเรียเป็นเชื้อเริ่มต้น (starter) ถ้าในน้ำนมมียาปฏิชีวนะแบคทีเรียจะไม่เจริญ (สุวรรณา, 2525)

2.2 การตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์ในน้ำนม (bacteriological tests) จุลินทรีย์ที่ตรวจพบในน้ำนมส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียซึ่งมีทั้งที่ก่อให้เกิดโรคและไม่ก่อให้เกิดโรค กฎหมายกำหนดให้มีการตรวจสอบจุลินทรีย์ในน้ำนม ด้วยการวัดหรือนับจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนม เพื่อการแบ่งคุณภาพ

น้ำนม และเพื่อให้ทราบว่าน้ำนมเหมาะสำหรับนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อะไรได้บ้าง และใช้ประกอบการพิจารณาซื้อน้ำนมดิบจากเกษตรกร การตรวจสอบจุลินทรีย์แบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

2.2.1 การตรวจสอบจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยทางอ้อม ได้แก่ การตรวจจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยใช้สีเป็นตัวบ่งชี้ (dye reduction test) เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำนมในด้านปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ โดยอาศัยปฏิกิริยาของกระบวนการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ ถ้าจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนมมีปริมาณมากจะมีการดึงออกซิเจนไปใช้อย่างรวดเร็ว ระยะเวลาของการเปลี่ยนสีเป็นตัวชี้ปริมาณของจุลินทรีย์ ถ้าเปลี่ยนสีเร็วมากแสดงว่าน้ำมนั้นมีจุลินทรีย์มากจัดเป็นน้ำนมที่มีคุณภาพต่ำ (Milk Industry Foundation, 1959) dye reduction tests ที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ

ก. Methyleneblue reduction test เป็นวิธีทดสอบที่นิยมใช้กันในศูนย์รวมนมและโรงงานนมทั่วไป สารที่ใช้คือเมทิลีนบลู โดยหลักการเปลี่ยนสีเมทิลีนบลูคือ ในสถานะที่มีออกซิเจน สารละลายเมทิลีนบลูผสมกับน้ำนมจะได้สารละลายสีน้ำเงิน แบคทีเรียในน้ำนมต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโตทำให้ออกซิเจนในน้ำนมลดลง เมทิลีนบลูจะเปลี่ยนเป็น leuco – methylene blue ซึ่งไม่มีสี ทำให้เห็นสีขาวของน้ำนมดังแสดงในภาพที่ 3 ชั่วโมงการเปลี่ยนสีเมทิลีนบลูมีความสัมพันธ์ในทางลบกับจำนวนจุลินทรีย์ ชั่วโมงการเปลี่ยนสีเมทิลีนบลูของน้ำนมดิบใดนานแสดงว่านมดิบมีคุณภาพดีมีจุลินทรีย์ในปริมาณน้อย (Foster *et al.*, 1961) Gross (1953) ได้แบ่งเกรดนมดังนี้คือ จำนวนชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลูไม่น้อยกว่า 5 ชั่วโมงครั้งถือว่านมมีคุณภาพดี ในประเทศไทยนิยมแบ่งเกรดตามชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลู การตรวจสอบวิธีนี้นำนํมนใส่ในหลอดทดลอง 10 มิลลิลิตร เติมสารละลายเมทิลีนบลู 1 มิลลิลิตร แล้วกลับลอดผสมให้เข้ากัน 2-3 ครั้ง แล้วบ่มใน water bath ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จับเวลาการเปลี่ยนสี (ตารางที่ 6)



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลู

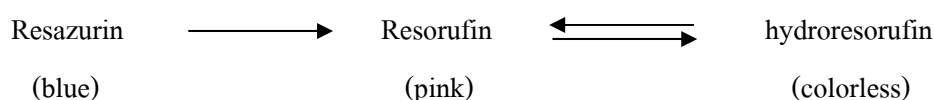
ที่มา: Diliello (1982)

ตารางที่ 6 การแบ่งเกรดน้ำนมตามการเปลี่ยนสีของเมทธีลีนบลู

จำนวนชั่วโมงการเปลี่ยนสี	คุณภาพน้ำนม	เกรดน้ำนม
มากกว่า 6 ชั่วโมง	ดีมาก	1
4-6 ชั่วโมง	ดี	2
3-4 ชั่วโมง	ปานกลาง	3
น้อยกว่า 3 ชั่วโมง	ต่ำ	4

ที่มา: วรรณ (2538)

ข. Resazurin reduction test สารที่ใช้คือ ริซาซูรินใช้หลักการเดียวกับ methylene blue reduction test แต่ใช้เวลาในการอ่านผลเร็วกว่า การเปลี่ยนแปลงสีของริซาซูริน ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนสีของริซาซูริน

ที่มา: ศศิธร (2549)

การทดสอบริซาซูรินไม่จำเป็นต้องคอยจนมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีขาวที่สมบูรณ์ แต่อาจกำหนดเวลาเป็นหลักโดยทั่วไปนิยมใช้เวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างน้ำนมมาเปรียบเทียบกับจานสีมาตรฐานของ Lovibond comparison

ความสัมพันธ์ของเลขบนจานสี กับคุณภาพของน้ำนมแบ่งออกเป็น 6 เกรด ยิ่งเกรดสูงน้ำนมยิ่งมีคุณภาพดี การตรวจสอบริซาซูรินใช้น้ำนม 10 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย ริซาซูริน 1 มิลลิลิตร กลับลอดไปมา 2-3 ครั้ง แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 1 ชั่วโมงจึงเปรียบเทียบสี (ตารางที่ 7) (Gross, 1953; Diliello, 1982)

ตารางที่ 7 การแบ่งเกรดคุณภาพนํ้านมตามวิธีวิชาชีพ

ระดับคุณภาพนํ้านม	สี	เกรด
ยอดเยี่ยม	น้ำเงิน	6
ดีมาก	ม่วงแดง	5
ดี	ม่วงอ่อน	4
พอใช้	ม่วงอมชมพู	3
แย่	ชมพูอมม่วง	2
แย่มาก	ชมพู	1
ใช้ไม่ได้	ไม่มีสี	0

ที่มา: ประพักษ์ (2551ค)

2.2.2 การตรวจนับเซลล์โซมาติก (somatic cell count) โซมาติกเซลล์ในนํ้านมประกอบด้วย เซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์เยื่อผิวของท่อนํ้านม โดยทั่วไปจะมีปริมาณเม็ดเลือดขาว โดยเฉพาะชนิด polymorphonuclear cells (PMN) อยู่ประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ของเซลล์ทั้งหมดในนํ้านม ปริมาณเซลล์โซมาติกในนํ้านมเพิ่มขึ้น เนื่องจากอยู่ในระยะพักการให้นม แม้อาจอยู่ในสภาวะเครียดหรือมีอายุมากขึ้น และที่สำคัญคือปริมาณเซลล์โซมาติกในนํ้านมจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการตอบสนองของร่างกายต่อการติดเชื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อโรคเต้านมอักเสบ การศึกษาวิจัยในต่างประเทศระบุถึงปริมาณเซลล์โซมาติกในนํ้านมโคที่เพิ่มขึ้น เป็นสัดส่วนตรงกับการเกิดโรคเต้านมอักเสบ การมีปริมาณเซลล์สูงจะบ่งชี้สภาพผิดปกติของเต้านม และความเป็นไปได้ที่มีการติดเชื้อของเต้านมอักเสบ ในต่างประเทศจึงนิยมใช้วิธีการตรวจนับเซลล์โซมาติกในนํ้านม เพื่อบอกถึงสภาวะการเกิดโรคเต้านมอักเสบ และการวางแผนควบคุมโรคนี้ในฟาร์มแพะนม การนับจำนวนเซลล์ที่มีอยู่ในนํ้านมปริมาตร 1 มิลลิลิตร วิธีการนับจำนวนเซลล์ในนํ้านมทำได้หลายวิธี (ปรียพันธุ์, 2537) เช่น ใช้เครื่องนับเซลล์ (electronic coulter counter) หลักการของเครื่องนับเซลล์คือ เมื่อเซลล์ถูกดูดผ่านรูเล็กที่มีขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วต่ออยู่ ความต้านทานไฟฟ้าของเซลล์จะทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าระหว่างทั้งสองขั้วขึ้น ดังนั้นเครื่องมือแบบนี้จึงไม่ได้นับเฉพาะเซลล์ แต่จะนับทุกอย่างที่ผ่านรูขนาด 100 ไมครอน

2.2.3 การนับจุลินทรีย์ในนํ้านม จำนวนจุลินทรีย์ในนํ้านมเป็นตัวบ่งชี้ถึงสุขภาพและความเอาใจใส่ในการผลิต ดังนั้นจึงใช้จำนวนจุลินทรีย์ในการวัดคุณภาพนํ้านม (สุมาลี, 2535) นํ้านมเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีปริมาณความชื้น และความเป็นกรด-เบสของนํ้านม

เป็นกลางซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แหล่งของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำนม ได้แก่ ตัวสัตว์ ดิน อากาศ อาหารสัตว์ ปุ๋ย ผู้รีด เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดน้ำนม เป็นต้น (บุษกร, 2545) โดยทั่วไปน้ำนมที่รีดได้จากเต้านมจะมีแบคทีเรียปนเปื้อนอยู่แล้วในระดับหนึ่ง ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นกับสุขศาสตร์ของกระบวนการรีดนม และสภาพการเกิดโรคเต้านมอักเสบของแม่โค ปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำนมจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ถ้าการปฏิบัติต่อน้ำนมภายหลังการรีดไม่ถูกต้อง การเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์มีผลทำให้อายุการเก็บรักษาน้ำนมสั้นลง (ธีรพงศ์, 2542) การตรวจจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยการนับจำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่เจริญในอาหารแหล่งเชื้อ โดยทั่วไปสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

ก. วิธีสแตนด์พเลทเคาท์ (standard plate count; SPC) ทำโดยเจือจางตัวอย่างน้ำนมแล้วเพาะเลี้ยงในจานอาหาร บ่มให้เจริญแล้วนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น นำไปคำนวณกลับเป็นจำนวนจุลินทรีย์ มีหน่วยคือ CFU (colony forming unit) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม เป็นวิธีที่มีความแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือสูงกว่าวิธีอื่น แม้ว่าจะตรวจสอบได้เฉพาะแบคทีเรียที่ต้องการอากาศ aerobic bacteria (Hui, 1993)

ข. วิธีโมส โปรพเบเบิล นัมเบอร์ (most probable number; MPN) เป็นการประมาณจำนวนจุลินทรีย์สูงสุดที่เจริญได้ในตัวอย่าง โดยเฉพาะเลี้ยงจุลินทรีย์จากตัวอย่างในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารทั้งทางเคมีและทางกายภาพ นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับตารางจะได้เป็นค่า MPN ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของจุลินทรีย์มาจากการคำนวณและประเมินโดยวิธีการทางสถิติ ซึ่งเป็นการประเมินเฉพาะจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่ และจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอาหารที่ใช้เท่านั้น วิธี MPN สามารถนำไปใช้ได้หลากหลาย แต่ที่สำคัญคือวิธีมาตรฐานในการตรวจสอบปริมาณโคลิฟอร์มในอาหารและน้ำ ใช้ในการแยกและการหา Staphylococcus, Streptococcus, Vibrio และ Salmonella (วลัยรัตน์, 2549)

จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำนมดิบ

โคลิฟอร์ม (Coliform)

Coliform เป็นแบคทีเรียที่มีความสำคัญต่อการสุขาภิบาลอาหารมากที่สุดชนิดหนึ่ง เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีชี้ให้ทราบว่า การสุขาภิบาลของฟาร์มนั้นเป็นอย่างไร เชื้อในกลุ่ม

Coliform เป็นจุลินทรีย์ใน Family Enterobacteriaceae เป็นแกรมลบ รูปร่างท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์ การเจริญเป็นแบบ aerobe หรือ facultative anaerobe แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ

1. Fecal coliform เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในทางเดินอาหาร (gastrointestinal tract) ของคนหรือสัตว์เท่านั้น เช่น *E. coli* เป็นแบคทีเรียดัชนีบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำและอาหาร ผู้บริโภคมีโอกาสที่จะได้รับเชื้อโรคชนิดอื่นที่มาจากระบบทางเดินอาหารที่อาจปะปนมากับอุจจาระคนหรือสัตว์ จากการศึกษาพบว่า ในอุจจาระคนมี *E. coli* สูงถึง 92.9 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณมากถึง 10^9 เซลล์ต่อกรัม เชื้อจะไม่ทนต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกได้นาน ดังนั้นเมื่อพบ *E. coli* ในอาหารจึงสันนิษฐานว่าอาหารนั้นมีการสัมผัสกับสิ่งขับถ่าย หรือมีการปนเปื้อนกับสิ่งที่เชื้ออาศัยและเจริญได้ การตรวจพบ *E. coli* ในวัตถุดิบหมายถึงโอกาสที่จะมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในคนด้วย ในทางจุลชีววิทยาทางอาหารจึงนิยมใช้ *E. coli* เป็นดัชนีบ่งชี้สำหรับการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำและอาหาร (วีรานูช, 2551)

2. Non-fecal coliform เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั้งที่อาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของคนหรือสัตว์ และทั้งที่อาศัยอยู่ในดินหรือสิ่งแวดล้อมภายนอก ถ้าตรวจพบเชื้อกลุ่มนี้ในน้ำแสดงว่าน้ำนั้นมีการปนเปื้อนได้จากหลายแหล่งคือ อาจปนเปื้อนมาจากอุจจาระ พืช ผัก ดิน หรือสิ่งแวดล้อม เช่น *Enterobacter* spp. (วีรานูช, 2551)

ซัลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)

Salmonella เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างเป็นท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ได้ จัดเป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ (facultative aerobes) ส่วนใหญ่พบอยู่ในระบบทางเดินอาหารโดยเฉพาะในลำไส้และปะปนออกมากับอุจจาระของมนุษย์และสัตว์หลายชนิด ถ้าออกมาจากร่างกายสัตว์แล้ว อาจติดปนมาอยู่ในเนื้อ ไข่ และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ต่างๆ นอกจากนี้อาจปนเปื้อนในระหว่างการขนส่ง การจัดเก็บ หรือปนเปื้อนมากับน้ำที่ใช้ล้างเครื่องมือ และเครื่องใช้ เป็นต้น *Salmonella* สามารถอยู่รอดได้ในอุณหภูมิต่ำ (frozen) และแห้งเป็นระยะเวลานาน (Bibek, 1996) เชื้อในสกุล *Salmonella* บางชนิดสร้างแคปซูล บางชนิดมีชีวิตอยู่ในอาหารแห้งได้นาน เช่น นมผง และไข่ (นันทนา, 2537) เมื่อบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* เชื้อจะแพร่กระจายไปในลำไส้เล็ก เพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในเซลล์เยื่อบุผิว (epithelial cell) และผลิตสารพิษที่ก่อให้เกิดการอักเสบและผลิตของเหลวสะสมในลำไส้ สารพิษที่ผลิตมีคุณสมบัติทนความร้อนได้ (thermolabile enterotoxin) *Salmonella* เป็นแบคทีเรียก่อให้เกิดโรคซัลโมเนลโลซิส (Salmonellosis)

เมื่อผู้บริโภคอาหารที่มีเชื้อปนเปื้อนจะปรากฏอาการภายหลัง 8-42 ชั่วโมง อาการจะหายไปภายใน 2-3 วัน (Bibek, 1996) ผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อจะเป็นตะคริวที่ท้อง ท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน ตัวเย็น มีไข้ สำหรับเด็กทารกและคนชราจะมีอาการรุนแรงซึ่งอาจทำให้ตายได้ (บุญกร, 2545)

แบคทีเรียฟิโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)

S. aureus เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลมมักอยู่กันเป็นกลุ่ม ๆ คล้ายพวงองุ่น เป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ (Bibek, 1996) จัดเป็นหนึ่งในแบคทีเรียดัชนีบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคต่อการบริโภคอาหาร จากการที่เชื้อ *S. aureus* อาศัยอยู่บริเวณผิวหนังหรือเยื่อเมือกของมนุษย์ ทำให้การพบเชื้อ *S. aureus* ในอาหารที่ตรวจสอบบ่งชี้ได้ว่าสัญลักษณ์ของการผลิตอาหารนั้นไม่มีความสะอาดเพียงพอ ผู้บริโภคอาจได้รับอันตรายจากแบคทีเรียก่อโรคนชนิดอื่นผ่านการสัมผัสด้วยมือ ผิวหนัง ช่องปากหรือจมูกของผู้ผลิต *S. aureus* สร้างสารพิษซึ่งขับออกมาออกเซลล์เรียกว่า เอนเทอโรทอกซิน (enterotoxin) ได้แก่ สารพิษที่ชักนำให้เกิดการหลั่งของเหลวขึ้นภายในลำไส้หรือทางเดินอาหาร (สุมณฑา, 2545) สารพิษที่สร้างมีคุณสมบัติทนความร้อน (heat stable toxin) ในระดับอุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และยังทนความร้อนระดับ 143.3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วินาที ซึ่งเป็นการฆ่าเชื้อน้ำนมแบบยูเอชที (ultra high temperature) *S. aureus* เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษขึ้นบ่อยที่สุด เมื่อรับประทานสารพิษเข้าไปเป็นเวลาประมาณ 1-6 ชั่วโมง จะมีอาการอาหารเป็นพิษเกิดขึ้น เนื่องจากสารพิษไปออกฤทธิ์ที่เยื่อลำไส้ ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องและท้องเดิน เหงื่อแตก ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย และบางครั้งมีไข้ ซึ่งอาการป่วยจะดีขึ้นในเวลา 8-24 ชั่วโมง (บุญกร, 2545)

แบซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*)

B. cereus เป็นเชื้อรูปท่อน ดิคลีแกรมบวก เจริญได้ในสภาพที่มีอากาศและสร้างเอนโดสปอร์ สามารถแพร่กระจายทั่วไปในธรรมชาติ *B. cereus* เป็นสกุลก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่สำคัญในกลุ่ม Bacilli การสร้าง diarrhoeal toxin เกิดได้ดีในช่วง exponential phase โดยสร้างสารพิษ 2 ลักษณะ ได้แก่ emetic form และ diarrhoeal form (วีรานุช, 2551) *B. cereus* สามารถทำลายได้โดยความร้อน แต่สปอร์ที่สร้างทนความร้อน (enterotoxins) ถ้าอาหารที่ปรุงสุกแล้วไม่เก็บไว้ในตู้เย็น สปอร์จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวน (John and Catherine, 1994)

ลิสเตอเรีย โมโนซัยโตเจเนส (*Listeria monocytogenes*)

L. monocytogenes เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างแท่งสั้น สร้างสปอร์ เจริญได้ทั้งในสภาพที่มีอากาศและไม่มีอากาศ สามารถเจริญได้ดีในที่อุณหภูมิต่ำ 0-4 องศาเซลเซียส จัดเป็นพวก psychrotroph (นันทนา, 2537) สามารถอยู่รอดได้ในสภาวะแช่แข็ง แห้งและเกลือสูง (Bibek, 1996) แต่จะถูกทำลายที่อุณหภูมิระดับพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิมากกว่า 61.5 องศาเซลเซียส (สุมณฑา, 2545) ความรุนแรงของสารพิษที่ *L. monocytogenes* สร้างมีปัจจัยมาจากความจำเพาะเจาะจงของฮีโมไลซิน (hemolysin) และ ลิสเทอริโอซิน โอ (listeriosin O) ระหว่างที่เชื้อเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนจะสร้างสารพิษออกมาแพร่ไปทั่วทั้งร่างกายตามเนื้อเยื่อ (Bibek, 1996) สารลิสเทอริโอซิน โอ ที่ผลิตออกมาจะย่อยสลายเม็ดเลือดแดง ก่อให้เกิดโรคลิสเทอริโอซิส (Listeriosis) ในระยะเริ่มแรก จะมีอาการของโรคถ้าได้ เช่น คลื่นไส้ อาเจียน และท้องเสีย มีไข้และปวดศีรษะ อาการต่อมาคือเชื้อโรคจะบุกรุกเข้าสู่เนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ รวมทั้งระบบประสาทส่วนกลาง โดยผ่านเส้นเลือดเชื้อโรคจะบุกรุกเข้าสู่เนื้อเยื่อตัวอ่อนในสตรีมีครรภ์ อาการที่เกิดขึ้นมักมีอาการติดเชื้อในเลือด โรคไขสมองอักเสบ (meningitis) เยื่อหุ้มไขสันหลังอักเสบ (encephalitis) เยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ (endocarditis) อาการป่วยจะรุนแรงหรือไม่ขึ้นอยู่กับสุขภาพของแต่ละบุคคล ในผู้ป่วยที่มีสุขภาพไม่แข็งแรง ผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องหรือร่างกายอ่อนแอ หากผู้ป่วยติดเชื้อโรคนี้จะมีอาการป่วยอย่างรุนแรงอาจถึงตายได้ (บุษกร, 2545)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

สัตว์ทดลอง

แพะนมพันธุ์ลูกผสมพื้นเมือง จากฟาร์มขนาดกลางมีแม่แพะรีดนมประมาณ 20-50 แม่ ภายใต้อาการเลี้ยงจริง จากตัวแทนฟาร์มเกษตรกรในเขตภาคตะวันตก ได้แก่จังหวัดสุพรรณบุรี เพชรบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี และนครปฐม โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1	เลี้ยงแบบขังคอก	จำนวน 3 ฟาร์ม	ฟาร์ม A, B และ C
กลุ่มที่ 2	เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า	จำนวน 3 ฟาร์ม	ฟาร์ม D, E และ F

รายละเอียดฟาร์ม

1. ฟาร์ม A

ฟาร์ม A เป็นฟาร์มแพะนมในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยเลี้ยงแพะนมพันธุ์ลูกผสมชาเนน การเลี้ยงเป็นแบบขังคอกรวม โดยล้อมรั้วมีบริเวณให้แพะเดินออกกำลังกายในช่วงกลางวัน ภายในคอกมีต้นไม้ให้ร่มเงา (ภาพผนวกที่ 2) กลางคืนจะต้อนแพะเข้าโรงเรือนซึ่งเป็นโรงเรือนยกพื้นสูงไม่มากข้างใต้โรงเรือนเป็นพื้นดิน มีการกั้นคอกด้วยลวดตาข่ายและมีมุ้งกันยุง พื้นโรงเรือนเป็นพื้นลวดถัก (ภาพผนวกที่ 3) หลังคาโรงเรือนเป็นแบบหน้าจั่วชั้นเดียวสูงพอประมาณเพื่อให้อากาศถ่ายเทสะดวก การให้อาหารจะให้อาหารข้นเป็นฟีดถั่วเหลือง (ตารางผนวกที่ 1) ให้กินระหว่างการรีดนมมือเช้าและเย็นเฉลี่ยตัวละ 1 กิโลกรัม/ตัว/วัน หลังรีดนมเสร็จจะปล่อยแพะให้อยู่ในบริเวณที่กำหนด อาหารหยابที่ให้เป็นกระถินแห้งสับเทวางให้แพะกินอย่างเต็มที่ และมีน้ำที่สะอาดให้แพะกินในบริเวณคอกตลอดเวลา รีดนมวันละ 2 ครั้ง คือรีดนมมือเช้าและเย็น โดยต้อนแพะเข้าของบังคับถือคอก ขณะที่ทำการรีด เนื่องจากฟาร์มแห่งนี้มีแพะรีดจำนวนมาก จึงมีการรีดนมด้วยเครื่องรีดนม (ภาพผนวกที่ 4) และรีดด้วยมือควบคู่กันไป โดยมิขึ้นตอนการรีดนมดังนี้ คือ ทำความสะอาดเต้านมด้วยการใช้ผ้าชุบน้ำสะอาดบิดหมาดๆ เช็ดบริเวณเต้านม ก่อนรีดเก็บน้ำนมจะรีดนมทั้ง 1-2 ครั้ง

ทั้ง 2 เค้า รีดนมด้วยเครื่องจนหมดเต้า จากนั้นรีดด้วยมือตามเพื่อเก็บนมที่ยังเหลือค้างเต้าไว้ในภาชนะพลาสติกปากกว้าง เมื่อเปลี่ยนตัวแพะรีดไม่มีการล้างทำความสะอาดมือ

2. ฟาร์ม B

ฟาร์ม B เป็นฟาร์มแพะนมในจังหวัดเพชรบุรี เลี้ยงแพะนมพันธุ์ลูกผสมซาแนน และลูกผสมทอกเคนเบิร์ก รูปแบบการเลี้ยงเป็นแบบขังคอกรวมมีการล้อมรั้วให้แพะอยู่ในบริเวณคอกทั้งกลางวันและกลางคืน เนื่องจากบริเวณคอกมีพื้นที่จำกัด และมีจำนวนแพะรีดมากจึงทำให้มีพื้นที่ในการเดินออกกำลังกายน้อยกว่าฟาร์มอื่นๆ พื้นคอกเป็นพื้นดิน มีการสร้างแคร่ให้แพะนอนพักผ่อน หลังคาโรงเรือนเป็นแบบหน้าจั่วชั้นเดียวสูงพอประมาณเพื่อให้อากาศถ่ายเทสะดวก (ภาพผนวกที่ 5) มีการแบ่งคอกเลี้ยงเป็นลูกแพะและแพะรีดนม สำหรับการจัดการด้านอาหารทางฟาร์มให้หญ้าสดเป็นอาหารหลักให้กินเต็มที่ (ภาพผนวกที่ 6) และเสริมอาหารข้นสูตรผสมเอง (ตารางผนวกที่ 2) ให้แพะกินระหว่างการรีดนมมือเช้าและเย็น เฉลี่ยปริมาณอาหารข้นที่กินเท่ากับ 1 กิโลกรัม/ตัว/วัน (ภาพผนวกที่ 7) มีการจัดน้ำที่สะอาดให้กินในคอกตลอดเวลา รีดนมวันละ 2 ครั้ง คือรีดนมมือเช้าและเย็น โดยค้อนแพะเข้าคอกรีด ซึ่งมีขั้นตอนการรีดนมดังนี้ คือ ล้างและทำความสะอาดเต้านมก่อนรีดด้วยน้ำสะอาดผสมด่างทับทิม และใช้ผ้าสะอาดเช็ดเต้านมให้แห้ง ก่อนการรีดเก็บน้ำนมทั้งเต้าซ้ายและขวาจะรีดนมทั้ง 1-2 ครั้ง รีดนมด้วยมือจนน้ำนมหมดเต้าใส่ขวดพลาสติกปากแคบ ไม่มีการล้างทำความสะอาดมือก่อนเมื่อรีดนมแพะตัวถัดไป

3. ฟาร์ม C

ฟาร์ม C เป็นฟาร์มแพะนมในจังหวัดราชบุรี เลี้ยงแพะนมพันธุ์ลูกผสมซาแนน รูปแบบการเลี้ยงเป็นแบบขังคอกรวโดยล้อมรั้วมีบริเวณให้แพะเดินออกกำลังกาย ภายในคอกเป็นพื้นหญ้าและมีต้นไม้ให้ร่มเงา (ภาพผนวกที่ 8) โรงเรือนที่ให้แพะนอนเป็นโรงเรือนยกพื้นสูง พื้นโรงเรือนตีเป็นไม้ระแนง ข้างใต้โรงเรือนเป็นพื้นคอนกรีต ทำให้ง่ายต่อการเก็บกวาดสิ่งสกปรกภายใต้พื้นโรงเรือน ช่วยลดการหมักหมมของสิ่งสกปรก (ภาพผนวกที่ 9) มีการแบ่งคอกเลี้ยงเป็นลูกแพะและแพะรีดนม การจัดการอาหารทางฟาร์มให้อาหารข้นสูตรสำเร็จ (ตารางผนวกที่ 3) เสริมให้แพะกินระหว่างการรีดนมมือเช้าและเย็นเฉลี่ยตัวละ 1 กิโลกรัม/ตัว/วัน และให้อาหารหลักเป็นข้าวโพดหมักให้กินเต็มที่ (ภาพผนวกที่ 10) มีการจัดน้ำที่สะอาดให้แพะกินตลอดเวลา รีดนมวันละ 2 ครั้ง คือรีดนมเช้าและเย็น โดยค้อนแพะเข้าช่องบังคับที่ละตัว มีขั้นตอนการรีดนมดังนี้ คือ ทำความสะอาดเต้านมด้วยการใช้ผ้าสะอาดชุบน้ำอุ่นผสมด่างทับทิมบิดหมาดๆ เช็ดเต้านม และใช้ผ้าสะอาดชุบน้ำอุ่น

บีบหมาดๆ เช็ดเต้านมอีกครั้ง รีดนมทิ้ง 1-2 ครั้ง ก่อนรีดทั้ง 2 เต้า และรีดนมด้วยมือจนหมดเต้าใส่ภาชนะสเตนเลสปากกว้าง ก่อนรีดนมแพะตัวถัดไป ผู้รีดจะล้างมือทุกครั้ง

4. ฟาร์ม D

ฟาร์ม D เป็นฟาร์มแพะนมในจังหวัดกาญจนบุรี แพะนมที่เลี้ยงเป็นพันธุ์ลูกผสมชาแนน การเลี้ยงแพะเป็นแบบเลี้ยงปล่อยแพะเล็มแปลงหญ้าสาธารณะในช่วงสาย และด้อนแพะกลับเข้าคอกในช่วงเย็น (ภาพผนวกที่ 11) บริเวณคอกเลี้ยงแพะ แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นพื้นดินจะเลี้ยงแม่และลูกแพะ ส่วนที่เป็นพื้นคอนกรีตจะเลี้ยงแพะที่รีดนม โดยขังคอกเหล็กคอกละ 1 ตัว พื้นคอกเป็นไม้ระแนงตีโปรงให้ห่างกันเพื่อให้เศษมูล ปัสสาวะ และเศษอาหารตกลงข้างล่างสะดวก เพื่อให้ง่ายต่อการทำความสะอาด การให้อาหารโดยให้อาหารชั้นที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 4) ระหว่างการรีดนม และมีการให้กากเต้าผู้เสริมขณะขังแยกแพะในคอกเหล็ก ปริมาณอาหารชั้นที่แพะได้รับประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน ส่วนอาหารหยาบจะเป็นการปล่อยแพะเล็มแปลงหญ้า รีดนมวันละ 2 ครั้ง คือรีดนมมือเช้าและเย็น โดยผูกแพะติดกับหลักขณะรีด มีขั้นตอนการรีดนมดังนี้ คือเช็ดทำความสะอาดเต้านมด้วยผ้าชุบน้ำบิดหมาดๆ ก่อนรีดเก็บน้ำนมรีดนมทิ้งทั้ง 2 เต้า รีดเก็บน้ำนมด้วยมือจนหมดเต้าใส่ภาชนะพลาสติกปากกว้าง มีการใช้น้ำยาจุ่มหัวนมเมื่อรีดนมเสร็จ และเมื่อรีดนมแพะตัวถัดไป ผู้รีดจะล้างมือก่อน

5. ฟาร์ม E

ฟาร์ม E เป็นฟาร์มแพะนมในจังหวัดนครปฐม โดยเลี้ยงแพะพันธุ์ลูกผสมชาแนน เลี้ยงแพะแบบปล่อยแปลงหญ้าให้แพะแพะเล็มหญ้ากินตามธรรมชาติในบริเวณฟาร์มช่วงเช้า และด้อนแพะกลับเข้าโรงเรือนในช่วงเที่ยง (ภาพผนวกที่ 12) โรงเรือนยกพื้นสูงมีทางเดินสำหรับให้แพะขึ้นลงพื้นโรงเรือนเป็นไม้ระแนงตีโปรงให้ห่างกัน เพื่อให้อุจจาระ ปัสสาวะ และเศษอาหารตกลงข้างใต้โรงเรือนซึ่งเป็นพื้นคอนกรีตเพื่อที่จะได้สะดวกในการกวาด และกำจัดมูลแพะที่ตกลงสู่ภายใต้โรงเรือน ส่วนผนังคอกจะสร้างให้โปรงเพื่อให้อากาศถ่ายเทสะดวก สำหรับหลังคาโรงเรือนเป็นแบบหน้าจั่วชั้นเดียวสูงพอประมาณเพื่อให้อากาศถ่ายเทสะดวก สำหรับวัสดุที่มุงหลังคาเป็นสังกะสี (ภาพผนวกที่ 13) มีการแบ่งคอกเลี้ยงเป็นคอกลูกแพะและแพะรีดนม สำหรับการให้อาหารชั้นจะเป็นอาหารชั้นผสมเอง (ตารางผนวกที่ 5) ปริมาณอาหารชั้นที่ให้กินประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน มีการจัดน้ำที่สะอาดให้กินตลอดเวลา รีดนมวันละ 1 ครั้ง คือรีดนมมือเช้าเพียงมือเดียว โดยผูกแพะติดกับคอกขณะรีดและไม่ให้อาหารชั้นขณะรีดนมเหมือนฟาร์มอื่นๆ แพะจะได้กินอาหารชั้นโดยการ

เทรางให้กินหลังจากรีดนม และหลังการปล่อยแปลงแพะเล็มหญ้า มีขั้นตอนการรีดนมดังนี้ คือ ใช้น้ำสะอาดล้างเต้านม และใช้ผ้าสะอาดเช็ดเต้าให้แห้ง รีดนมทิ้ง 1-2 ครั้ง ก่อนรีดเก็บน้ำนมทั้งเต้า ซ้ายและขวา รีดนมด้วยมือจนน้ำนมหมดเต้า ใส่ในภาชนะสเตนเลสปากกว้าง ระหว่างการรีดนมแพะ ตัวถัดไปผู้รีดจะล้างมือทุกครั้ง

6. ฟาร์ม F

ฟาร์ม F เป็นฟาร์มแพะนมในจังหวัดเพชรบุรี โดยเลี้ยงแพะพันธุ์ลูกผสมซาแนน เป็นการเลี้ยงแพะแบบปล่อยแปลงหญ้าธรรมชาติ (ภาพผนวกที่ 14) การจัดการด้านโรงเรือน เนื่องจากคอกแพะเป็นพื้นดินจึงมีการสร้างแคร่ให้แพะนอนพักผ่อน ผนังคอกทำจากไม้ไผ่สูงพอสมควร สำหรับหลังคาโรงเรือนเป็นแบบหน้าจั่วชั้นเดียวมุงหลังคาด้วยสังกะสี มีการแบ่งคอกเลี้ยงเป็นลูกแพะและแพะรีดนมรีดนมช่วงเช้าและเย็น โดยคอกแพะเข้าคอกรีดที่เป็นพื้นคอนกรีตเพื่อสะดวกในการกวาดและกำจัด มูลแพะ เมื่อแพะเข้าสู่คอกรีดจะผูกคอให้อยู่กับที่ สำหรับการจัดการด้านอาหารทางฟาร์มให้อาหารขั้นสุดผสมเอง (ตารางผนวกที่ 6) เทรางให้แพะกินระหว่างรีด และให้กินจนหมด ซึ่งมีปริมาณอาหารขั้นที่ให้กินประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน รีดนมวันละ 2 ครั้ง คือรีดนมมือเช้าและเย็น ซึ่งมีขั้นตอนการรีดนมดังนี้ คือ ทำความสะอาดเต้านมด้วยการใช้ผ้าชุบน้ำบิดหมาดๆ เช็ดเต้านมก่อนรีดเก็บน้ำนมทั้ง 2 เต้า รีดนมทิ้ง 1-2 ครั้งก่อน และรีดเก็บน้ำนมด้วยมือใส่ในขวดพลาสติกปากแคบ เมื่อเปลี่ยนตัวแพะรีดผู้รีดจะทำความสะอาดมือก่อนรีดนมแพะตัวถัดไป

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างนม
2. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำนม ด้วยเครื่อง Milk Analyzer รุ่น Lacto Scan 90 (Milkotronic Ltd., Bulgaria)
3. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของน้ำนม ได้แก่ การตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ลิซาริน การตกตะกอนด้วยการต้มเดือด การทดสอบความเป็นกรดของนม (เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก) และการหาความถ่วงจำเพาะ
4. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ความเป็นกรด-เบสในน้ำนม ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น C830 (CONSORT, Belgium)

5. อุปกรณ์ในการตรวจหาปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนม ด้วยชุดทดสอบ Hient Test (ภาคผนวก จ) (ประพฤษ, 2551ง)

6. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์การทดสอบเมทริลินบลู และการทดสอบริชาซูริน (VWR international Ltd., UK)

7. อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนม (ภาคผนวก ฉ)

8. การตรวจนับจำนวนเซลล์โซมาติกด้วยเครื่อง Somatic cell analyzer of milk (BentleyS150)

วิธีการ

งานวิจัยแบ่งการเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน คือการศึกษาองค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำนมแพะรายตัวที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า และการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ในน้ำนมแพะรวมที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำนมแพะรายตัวที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

1. เก็บตัวอย่างน้ำนมแพะรายตัวจากน้ำนมมือเช้าของฟาร์มทั้ง 6 ฟาร์ม เนื่องจากน้ำนมมือเช้าเป็นน้ำนมที่ทุกฟาร์มทำการรีด ในขณะที่น้ำนมมือเย็นมีการรีดเพียงบางฟาร์มเท่านั้น ดังนั้นจึงเก็บเฉพาะนมมือเช้ามาวิเคราะห์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำนมฟาร์มละ 1 ครั้งต่อเดือน เป็นระยะเวลา 5 เดือน ตัวอย่างละ 200 มิลลิลิตร ใส่ในขวดพลาสติกปลอดเชื้อ (ภาพผนวกที่ 15) น้ำนมแพะที่เก็บได้จะเก็บไว้ในถังโฟมที่มีน้ำแข็ง (อุณหภูมิประมาณ 4-7 องศาเซลเซียส) เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ (ภาพผนวกที่ 16)

ตารางที่ 8 จำนวนตัวอย่างน้ำมันพะรายตัวที่เก็บในระยะเวลา 5 เดือนของแต่ละฟาร์มที่เลี้ยงแบบ
ขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

รูปแบบการเลี้ยง	ฟาร์ม	เดือน					จำนวนตัวอย่างของฟาร์ม (ตัว)	จำนวนตัวอย่างของรูปแบบการเลี้ยง (ตัว)
		เดือน	เดือน	เดือน	เดือน	เดือน		
		ที่ 1 (ตัว)	ที่ 2 (ตัว)	ที่ 3 (ตัว)	ที่ 4 (ตัว)	ที่ 5 (ตัว)		
ขังคอก	ฟาร์ม A	14	14	12	11	11	62	183
	ฟาร์ม B	22	22	20	20	10	94	
	ฟาร์ม C	6	6	5	5	5	27	
ปล่อยแปลงหญ้า	ฟาร์ม D	15	15	12	9	7	58	140
	ฟาร์ม E	10	10	7	6	5	38	
	ฟาร์ม F	10	10	10	7	7	44	

หมายเหตุ ฟาร์ม A, B, D และ F เริ่มเก็บตัวอย่างเดือนที่ 1 (ตุลาคม) จนถึงเดือนที่ 5 (กุมภาพันธ์)
ฟาร์ม C และ E เริ่มเก็บตัวอย่างเดือนที่ 1 (พฤศจิกายน) จนถึงเดือนที่ 5 (มีนาคม)

2. การศึกษาองค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันพะรายตัว ได้แก่ ไขมัน โปรตีน แลคโตส ของแข็งทั้งหมด ของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย จุดเยือกแข็ง ความเป็นกรด-เบส การทดสอบความเป็นกรดของน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก) การหาความถ่วงจำเพาะ การตรวจสอบการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์อีธานิน การตกตะกอนด้วยการต้มเดือด และการตรวจหาพยาธิชีวเนตตกค้างในน้ำมัน

3. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เนื่องจากอิทธิพลของฟาร์มที่เก็บตัวอย่าง และรูปแบบการเลี้ยง จึงใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีลีสท์-สแควร์ (Harvey, 1975) ซึ่งมีแบบหุนทางสถิติที่ใช้ในการทดลองดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + F(R)_{ij} + e_{ijk}$$

โดยที่ Y_{ijk} = ค่าสังเกตจากรูปแบบการเลี้ยงที่ i ฟาร์มที่ j ตัวที่ k

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

R_i = อิทธิพลของรูปแบบการเลี้ยงที่ i เมื่อ $i = 1, 2$

$F(R)_{ij}$ = อิทธิพลของฟาร์มที่ j ของรูปแบบการเลี้ยงที่ i เมื่อ $j = 1, 2$ และ 3

e_{ijk} = ความคลาดเคลื่อน

ส่วนที่ 2 ศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ในน้ำนมรวมของแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

1. เก็บตัวอย่างน้ำนมแพะรวมจากน้ำนมมือเช้าของฟาร์มทั้ง 6 ฟาร์ม เนื่องจากน้ำนมมือเช้าเป็นน้ำนมที่ทุกฟาร์มทำการรีด ในขณะที่น้ำนมมือเย็นมีการรีดเพียงบางฟาร์มเท่านั้น ดังนั้นจึงเก็บเฉพาะนมมือเช้ามืดวิเคราะห์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำนมฟาร์มละ 1 ครั้งต่อเดือน เป็นระยะเวลา 5 เดือน ตัวอย่างละ 200 มิลลิลิตร ใส่ในขวดพลาสติกปลอดเชื้อ น้ำนมแพะที่เก็บได้จะเก็บไว้ในถังโฟมที่มีน้ำแข็ง (อุณหภูมิประมาณ 4-7 องศาเซลเซียส) เพื่อนำมาทำการตรวจวิเคราะห์

2. การศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำนมแพะ

2.1 การตรวจจุลินทรีย์ในน้ำนมโดยทางอ้อม ได้แก่ การทดสอบเมทิลีนบลู และการทดสอบบริซาชูริน ตามวิธีของ Diliello (1982)

2.2 การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนม ตามวิธีของ Muehlherr *et al.* (2003)

2.3 การตรวจนับจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมด้วยเครื่อง Somatic cell analyzer of milk (BentleyS150)

2.4 การตรวจหาจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนม ได้แก่ Coliform, *E. coli* ด้วยวิธี MPN (FDA, 2002), *S. aureus* ด้วยวิธี MPN (FDA, 2001), *B. cereus* ด้วยวิธี MPN (FDA, 2001), *Salmonella* spp. ตามวิธีของ FDA (2006) และ *L. monocytogenes* ตามวิธีของ FDA (2003)

3. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เนื่องจากอิทธิพลของฟาร์มที่เก็บตัวอย่าง และรูปแบบการเลี้ยง จึงใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีลีสต์-สแควร์ (Harvey, 1975) ซึ่งมีแบบหุนทางสถิติที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + F(R)_{ij} + e_{ijk}$$

โดยที่ Y_{ijk} = ค่าสังเกตจากรูปแบบการเลี้ยงที่ i ฟาร์มที่ j ตัวที่ k

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร

R_i = อิทธิพลของรูปแบบการเลี้ยงที่ i เมื่อ $i = 1, 2$

$F(R)_{ij}$ = อิทธิพลของฟาร์มที่ j ของรูปแบบการเลี้ยงที่ i เมื่อ $j = 1, 2$ และ 3

e_{ijk} = ความคลาดเคลื่อน

สถานที่ทำการทดลอง

1. ฟาร์มเกษตรกรในเขตภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี เพชรบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี และนครปฐม

2. การตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบและคุณภาพน้ำนม ที่ห้องปฏิบัติการนมและผลิตภัณฑ์นม ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน และห้องปฏิบัติการน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์ สถาบันสุวรรณวาลกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

3. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมทางจุลินทรีย์และยาปฏิชีวนะตกค้าง ที่ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำและอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์และบริการวินิจฉัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้เริ่มต้นทดลองตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2550 และสิ้นสุดการทดลองเดือน มีนาคม พ.ศ. 2551

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบของน้ำมันแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก และปล่อยแปลงหญ้าจากฟาร์มเกษตรกรที่ได้จากสภาพการเลี้ยงจริงในเขตพื้นที่ภาคตะวันตกของประเทศไทย
2. ทราบข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำมันแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก และปล่อยแปลงหญ้าในเขตพื้นที่ภาคตะวันตกของประเทศไทย
3. นำข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับประกอบการทำมาตรฐานน้ำมันแพะดิบของประเทศไทย

ผลและวิจารณ์

ส่วนที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำนมแพะรายตัว

1.1 องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำนมแพะดิบรายตัวที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

ข้อมูลจากการทดลองได้จากฟาร์มแพะนมที่เป็นของเกษตรกร ซึ่งอยู่ภายใต้สภาพการเลี้ยงจริงของเกษตรกรที่เลี้ยงแพะนมแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า ดังนั้นจึงไม่ได้เก็บข้อมูลปริมาณอาหารขึ้น และอาหารหยابที่แพะกินต่อตัวต่อวัน รวมถึงปริมาณน้ำนมที่รีดต่อตัวต่อวัน อีกทั้งการเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าเป็นการปล่อยทะเล็มแปลงหญ้าสาธารณะ จึงมีอุปสรรคต่อการเก็บข้อมูลด้านปริมาณอาหารหยابที่แพะกินในแต่ละฟาร์ม ปริมาณอาหารและคุณภาพของอาหารที่แพะกินในแต่ละฟาร์มที่มีความต่างกัน อาจส่งผลต่อปริมาณและองค์ประกอบของน้ำนมแพะโดยตรง การทดลองนี้ไม่ได้ทำการควบคุมปัจจัยที่ควรเป็นไปตามหลักสถิติ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้จึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบและคุณภาพของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแพะนมแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

จากผลการทดลองตารางที่ 9 การศึกษาองค์ประกอบน้ำนมแพะรายตัวที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีน ของแข็งทั้งหมด และของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนยในน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้ามียค่าใกล้เคียงกัน ($p>0.05$) ส่วนน้ำตาลแลคโตสของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า (4.25 เปอร์เซ็นต์) มีค่าสูงกว่าน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก (4.18 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อาจเนื่องมาจากแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าได้รับอาหารขึ้นปริมาณสูงกว่าแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก เกษตรกรได้ให้อาหารขึ้นแก่แพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า เป็นลักษณะการเทรางให้แพะกินจนหมดหลังรีดนมหรือให้กินอาหารขึ้นเสริมเมื่อขังแยกรายตัวทำให้แพะได้รับอาหารขึ้นในปริมาณที่สูง เฉลี่ยประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน ในขณะที่เกษตรกรที่เลี้ยงแพะนมแบบขังคอกจะให้อาหารขึ้นขณะรีดนมในคอกรีดนม และเมื่อรีดนมหมดเต้าก็จะด้อนแพะกลับเข้าคอก ซึ่งการรีดนมแพะแต่ละตัวจะใช้เวลาในการรีดนมสั้นคือประมาณ 5-7 นาที อาจส่งผลให้แพะนมที่เลี้ยงแบบขังคอกกินอาหารขึ้นได้น้อย ซึ่งเฉลี่ยประมาณ 1 กิโลกรัม/ตัว/วัน แลคโตสในน้ำนมจะถูกสังเคราะห์มาจากกลูโคส ซึ่งกลูโคสในกระแสโลหิตจะผลิตมาจากกรดโปปิโอนิกที่ได้จากขบวนการหมักย่อยคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะรูเมนเป็นหลัก (Holmes and Wilson, 1984) จีระชัย (2549) กล่าวว่าสัดส่วนอาหารขึ้นที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อสัดส่วนกรดโปปิโอนิก

ที่สังเคราะห์ขึ้นในกระเพาะรูเมน โดยปริมาณและสัดส่วนของกรดไขมันระเหยง่ายที่ถูกผลิตขึ้นในกระเพาะรูเมนจะผันแปรตามสัดส่วนและปริมาณแป้งและเยื่อใยที่ใช้เลี้ยงโคนม สัดส่วนของกรดโปปีโอนิกจะเพิ่มขึ้นเมื่อโคกินอาหารที่มีสัดส่วนของแป้งหรืออาหารข้นมากขึ้น โดยสัดส่วนอาหารข้น:อาหารหยาบที่ 80:20 จะให้สัดส่วนของกรดแอซิดิก:กรดโปปีโอนิก:กรดบิวทีริก เท่ากับ 58:26:10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่สัดส่วนอาหารข้น:อาหารหยาบที่ 30:70 จะให้สัดส่วนของกรดแอซิดิก:กรดโปปีโอนิก: กรดบิวทีริก เท่ากับ 72:18:10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการทดลองนี้ผู้ทดลองไม่ได้เก็บข้อมูลสัดส่วนอาหารข้น:อาหารหยาบ ที่ให้แพะกินจึงไม่ทราบปริมาณของกรดไขมันระเหยง่ายที่ถูกผลิตได้ในกระเพาะรูเมน จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองพบว่าปริมาณน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้ามีปริมาณสูงกว่าน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก อาจเนื่องมาจากแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าได้รับอาหารข้นที่มีคุณภาพดีกว่า (ภาคผนวก ค) นอกจากนั้นกลูโคสบางส่วนยังผลิตจากการย่อยแป้งและดูดซึมน้ำตาลที่ลำไส้เล็กโดยตรง และจากการเปลี่ยนกลีเซอรอล กรดแลคติก และกรดอะมิโน (Bickerstaffe *et al.*, 1974) ปริมาณของแลคโตสที่สังเคราะห์ได้ในกระเพาะรูเมนจะตอบสนองต่อแรงดันออสโมซิส (osmosis pressure) ระหว่างเต้านมและกระแสน้ำในหลอดเลือด ซึ่งส่งผลให้ปริมาณแลคโตสในน้ำนมก่อนข้างคอกที่ และเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณน้ำนมที่ผลิต (Holmes and Wilson, 1984) จากการศึกษาพบว่าน้ำนมแพะจากฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอก และปล่อยแปลงหญ้ามีองค์ประกอบน้ำนมตรงตามมาตรฐานน้ำนมแพะดิบ (มกอช. 6006, 2551) ที่กำหนดไว้ดังนี้คือ น้ำนมแพะดิบต้องมีไขมันไม่น้อยกว่า 3.25 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนไม่น้อยกว่า 3.1 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งทั้งหมดไม่น้อยกว่า 11.7 เปอร์เซ็นต์ และของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนยไม่น้อยกว่า 8.25 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของน้ำนมแพะรายตัว (ตารางที่ 9) พบว่า ค่าความเป็นกรด (เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก) ของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก (0.24) สูงกว่าน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า (0.21) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งความเป็นกรดของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกสูงกว่าปล่อยแปลงหญ้า สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์น้ำตาลแลคโตสในน้ำนมที่ลดลง อาจเนื่องมาจากน้ำนมแพะของฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอกมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนม สูงกว่านมแพะจากฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า สอดคล้องกับข้อมูลด้านจุลินทรีย์ในน้ำนมรวมที่ได้ทำการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 13 โดยจุลินทรีย์ในน้ำนมบางชนิดสามารถเปลี่ยนแลคโตสเป็นกรดแลคติก ส่งผลให้น้ำนมมีความเป็นกรดสูงขึ้น ถ้าน้ำนมมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์สูง ค่าความเป็นกรดในน้ำนมจะสูงขึ้นด้วย ค่าความเป็นกรดของน้ำนม หมายถึงค่าความเป็นกรดโดยธรรมชาติของน้ำนม ซึ่งองค์ประกอบของน้ำนม เช่น โปรตีน ไขมัน ฟอสเฟต และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะทำให้น้ำนมมีความเป็นกรดเล็กน้อยโดยกรดเหล่านี้เรียกว่าความเป็นกรดโดยธรรมชาติ และความเป็นกรด

บางส่วนมาจากการที่จุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถย่อยแลคโตสแล้วเปลี่ยนเป็นกรดแลคติก ถ้ามีปริมาณจุลินทรีย์มากขึ้นจะทำให้มีกรดแลคติกในนํ้านมมากขึ้นด้วย (ประพฤษ, 2551ข) สำหรับค่าความถ่วงจำเพาะ จุดเยือกแข็ง และความเป็นกรด-เบสของนํ้านมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้ามีค่าใกล้เคียงกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 9) จากการศึกษาของ Ohiokpehai, O. (2003) พบว่า นมแพะมีค่าความเป็นกรดน้อยกว่านมโค โดยนมแพะมีค่าความเป็นกรด-เบสประมาณ 6.4 ในขณะที่นมโคปกติมีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วง 6.4-6.7 ส่วน Park *et al.* (2007) รายงานว่านํ้านมแพะมีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 1.029-1.039 จุดเยือกแข็งอยู่ระหว่าง -0.540 ถึง -0.573 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรดของนม 0.14 ถึง 0.23 Haenlein (2002) ได้รายงานถึงการตรวจคุณภาพนํ้านมแพะในห้องปฏิบัติการว่าต้องมีค่าจุดเยือกแข็งอยู่ระหว่าง -0.530 ถึง -0.550 องศาเซลเซียส มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6006, 2551) กำหนดว่านํ้านมแพะดิบต้องมีคุณภาพ ดังต่อไปนี้ คือ ค่าความถ่วงจำเพาะไม่ต่ำกว่า 1.028 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีจุดเยือกแข็งไม่สูงกว่า -0.530 องศาเซลเซียส และมีค่าความเป็นกรด-เบสระหว่าง 6.5 ถึง 6.8 จากการศึกษาพบว่านํ้านมแพะจากฟาร์มที่เลี้ยงแบบ ขังคอกและปล่อยแปลงหญ้ามียอดั้ประกอบนํ้านมตรงตามมาตรฐานนํ้านมแพะดิบที่กำหนดไว้

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยสถิติสแควร์ขององค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันพะระวัยที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี	ขังคอก* (n=183)	ปล่อยแปลงหญ้า* (n=140)	มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.6006, 2551)
ไขมัน (%)	3.55 ± 0.123	3.25 ± 0.126	ไม่น้อยกว่า 3.25
โปรตีน (%)	3.94 ± 0.027	3.96 ± 0.027	ไม่น้อยกว่า 3.1
แลคโตส (%)	4.18 ± 0.021 ^b	4.25 ± 0.021 ^a	-
ของแข็งทั้งหมด (%)	12.41 ± 0.139	12.21 ± 0.142	ไม่น้อยกว่า 11.4
ของแข็งทั้งหมดไม่รวมน้ำมัน (%)	8.85 ± 0.047	8.96 ± 0.048	ไม่น้อยกว่า 8.25
ความถ่วงจำเพาะ	1.036 ± 0.001	1.036 ± 0.001	ไม่ต่ำกว่า 1.028
จุดเยือกแข็ง (°C)	-0.533 ± 0.003	-0.539 ± 0.003	ไม่สูงกว่า -0.530
ความเป็นกรด-ด่าง	6.63 ± 0.010	6.62 ± 0.011	6.5 ถึง 6.8
ความเป็นกรด (เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก)	0.24 ± 0.003 ^a	0.21 ± 0.003 ^b	-
การตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ลิซาริน	สีเหลืองน้ำตาลตะกอนขนาดเล็ก	สีเหลืองน้ำตาลตะกอนขนาดเล็ก	-
การตกตะกอนเมื่อต้มให้เดือด	ไม่ตกตะกอน	ไม่ตกตะกอน	ไม่ตกตะกอน
ขบวนการตกค้างด้วยวิธี VET.KU.2000	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

^{a, b} อักษรที่ต่างกัน ในแนวนอนเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สำหรับการตรวจคุณภาพนํ้านมโดยการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ เป็นการตรวจความเสถียรภาพของโปรตีนในนํ้านม ถ้ามีการตกตะกอนขนาดกลางและขนาดใหญ่ถือว่าเป็นนํ้านมที่มีคุณภาพไม่ดีเนื่องจากโปรตีนนมมีการเสียสภาพ นํ้ามนั้นไม่ควรนำไปแปรรูปหรือทำนมผ่านความร้อน การทดสอบคุณภาพของนํ้านมแพะสามารถใช้การทดสอบการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ 68 เปอร์เซ็นต์เพื่อตรวจสอบคุณภาพนํ้านม แตกต่างจากนํ้านมโคที่ใช้แอลกอฮอล์ 72 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการตรวจสอบคุณภาพนํ้านมด้วยการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์อลิซาริน เป็นการดูการเปลี่ยนสีของอลิซารินควบคู่กับการดูขนาดตะกอน โดยนํ้านมแพะคุณภาพดีจะให้ตะกอนขนาดเล็กและสีของอลิซารินเป็นสีเหลืองน้ำตาล ส่วนนํ้านมโคคุณภาพดีจะให้ตะกอนขนาดเล็กและสีของอลิซารินเป็นสีม่วงอมชมพู ทั้งนี้เนื่องจากความเป็นกรด-เบสที่แตกต่างกันระหว่างนํ้านมแพะและนํ้านมโค โดยนํ้านมแพะมีความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วง 6.5-6.8 ส่วนนํ้านมโคมีความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วง 6.6-6.8 จากการตรวจคุณภาพนํ้านมแพะด้วยแอลกอฮอล์อลิซาริน ดังตารางที่ 9 พบว่า นํ้านมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก และปล่อยแปลงหญ้าให้ผลเป็นสีเหลืองน้ำตาลและมีตะกอนขนาดเล็ก ซึ่งถือว่าเป็นนํ้านมคุณภาพดี จากมาตรฐานนํ้านมแพะดิบ (มกอช.6006, 2551) กล่าวว่านํ้านมแพะที่มีความเป็น กรด-เบสในช่วง 6.4-6.5 อลิซารินจะมีสีเหลืองน้ำตาลและมีตะกอนขนาดเล็ก ส่วนนํ้านมแพะที่มีความเป็นกรด-เบสในช่วง 6.6-6.8 อลิซารินจะมีสีน้ำตาลแดงตะกอนมีขนาดกลาง และสำหรับนํ้านมที่มีความเป็นกรด-เบสมากกว่า 6.9 จะให้สีอลิซารินเป็นม่วงและมีตะกอนขนาดใหญ่ วิโรจน์ (2546) รายงานว่านํ้านมโคดิบที่เกิดการตกตะกอนด้วยสารละลายแอลกอฮอล์จะไม่รับเข้าโรงงาน ซึ่งนํ้านมเหล่านั้นจะมีปัญหาในการนำไปแปรรูปต่อไป เพราะเมื่อนำนํ้านมไปให้ความร้อน นํ้านมจะแข็งตัวแยกชั้นนมและเสียได้ ไม่เหมาะสมในการนำไปทำผลิตภัณฑ์ และการที่นํ้านมจะตกตะกอนได้นั้นมีสาเหตุมาจากแม่โคป่วยมีอาการของโรคเต้านมอักเสบ หรืออยู่ในระยะการให้นม น้ำเหลืองและเป็นนํ้านมที่มีความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วงความเป็นกรด จากมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6006, 2551) ที่กำหนดว่านํ้านมแพะดิบต้องมีตะกอนขนาดละเอียดหรือขนาดเล็ก โดยไม่มีการตกตะกอนขนาดกลางหรือขนาดใหญ่ เมื่อทดสอบขั้นต้นด้วยการดูปฏิกิริยาของนํ้านมแพะดิบกับเอธิลแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 68 เปอร์เซ็นต์ หากไม่ผ่านให้ตรวจซ้ำด้วยวิธีต้มเพื่อดูตะกอน ซึ่งจากการทดลองพบว่า นํ้านมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้ามีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดคือให้ตะกอนขนาดเล็ก

การตรวจสอบการตกตะกอนเมื่อต้มเดือด พบว่า นํ้านมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้าให้ผลเป็นลบ คือนํ้านมไม่ตกตะกอนจับตัวเป็นก้อน (ตารางที่ 9) แสดงให้เห็นว่าเป็นนํ้านมมีคุณภาพที่ดีเหมาะสำหรับนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมผ่านความร้อนได้

การตรวจสอบยาปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมด้วยชุดทดสอบ Hient Test ดังตารางที่ 9 พบว่า น้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้าไม่มีการตกค้างของยาปฏิชีวนะในน้ำนม ซึ่งตรงตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6006, 2551) ที่กำหนดว่าน้ำนมแพะดิบต้องปราศจากซอร์โโมน ยาต้านจุลชีพ ยาหล่อมประสาท โดยการใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษาโรค ยาปฏิชีวนะอาจจะตกค้างปะปนมากับน้ำนมซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่แพ้ยาปฏิชีวนะ ซึ่งยาปฏิชีวนะที่ตกค้างอยู่ในน้ำนมจะกระตุ้นร่างกายของ

1.2 องค์ประกอบและคุณภาพทางกายภาพของน้ำนมแพะระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอก

การศึกษาองค์ประกอบน้ำนมแพะรายตัวระหว่างฟาร์มเลี้ยงแบบขังคอก (ตารางที่ 10) พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันนมของแพะฟาร์ม B (4.00 เปอร์เซ็นต์) และฟาร์ม C (3.94 เปอร์เซ็นต์) มีค่าสูงกว่า ฟาร์ม A (2.72 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไขมันนมของฟาร์ม B มีค่าสูงที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณภาพอาหารหยابที่ให้แพะกินของฟาร์ม B (ตารางผนวกที่ 2) พบว่า ฟาร์ม B มีการให้หญ้าสดเป็นอาหารหยابซึ่งมีเยื่อใยสูงเท่ากับ 78.51 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ ฟาร์ม C และฟาร์ม A เกษตรกรได้ให้แพะกินอาหารหยابที่มีเยื่อใยเท่ากันคือ 75.31 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณไขมันในน้ำนมของฟาร์ม C มากกว่าฟาร์ม A อาจมีผลเนื่องมาจากปัจจัยอื่น เช่นคุณภาพของอาหารหยاب และอาหารข้นรวมถึงปริมาณอาหารที่แพะกิน โดยปริมาณไขมันนมขึ้นอยู่กับปริมาณกรดแอซิดิกที่ผลิตได้ในกระเพาะรูเมน ซึ่งปริมาณกรดแอซิดิกจะผันแปรตามสัดส่วนของอาหารหยابหรือเยื่อใยในอาหารที่แพะกิน ดังนั้นจึงส่งผลให้ไขมันในน้ำนมแพะของฟาร์ม B มีปริมาณสูงตามด้วย สอดคล้องกับ จิระชัย (2549) ที่กล่าวว่าปริมาณและสัดส่วนของกรดไขมันระเหยง่ายที่ถูกผลิตขึ้นในกระเพาะหมัก ผันแปรตามสัดส่วนและปริมาณแป้งและเยื่อใยที่ใช้เลี้ยงโคนม เมื่อโคกินอาหารที่มีสัดส่วนของเยื่อใยเพิ่มขึ้นสัดส่วนของกรดแอซิดิกจะมากขึ้น นอกจากนั้นไขมันในน้ำนมบางส่วนมาจากอาหารที่แพะกินเข้าไปโดยตรง สำหรับผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารข้นที่ให้แพะกินของฟาร์ม A และ C (ตารางผนวกที่ 1 และ 3) พบว่า ในอาหารข้นที่ให้แพะกินมีไขมันสูงดังนั้นจึงส่งผลให้น้ำนมแพะฟาร์ม A และ C มีไขมันนมสูงเช่นกัน สอดคล้องกับ Hadjipanayiotou and Morand-Fehr (1991) ที่ทำการศึกษาแพะนมในระยะแรกของการให้นม (8 สัปดาห์) โดยให้อั่วลูเซนหรือแอลฟาฟาแห้ง (alfafa hay) เนื้อของหัวบีท (beet pulp) ข้าวบาร์เลย์ และกากถั่วเหลือง พบว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไขมัน 4.1 และ 4.7 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตน้ำนมเท่ากับ 3.9 และ 4.1 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารระดับไขมันเพียง 2.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลผลิตน้ำนมของกลุ่มควบคุมได้เพียง 2.9 กิโลกรัม/ตัว/วัน และพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับไขมันสูงให้น้ำนมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงเช่นกัน ส่วนเปอร์เซ็นต์โปรตีนนมแพะ

ระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอกพบว่า นมแพะของฟาร์ม C มีโปรตีนนมสูงสุดเท่ากับ 4.07 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) เนื่องจากฟาร์ม C มีอาหารข้นโปรตีนสูง (ตารางผนวกที่ 3) จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนมสูงตามมาด้วย สอดคล้องกับการทดลองของ Soryal *et al.* (2004) ที่รายงานว่าแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกได้รับอาหารข้น 1.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน และอัลฟาฟาแห้ง 0.66 กิโลกรัม/ตัว/วัน ให้โปรตีนนมมากกว่าแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแพะเต็มแปลงหญ้าอย่างเดียวกว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับ Ramanzin *et al.* (1997) ที่ทำการศึกษาในโคนม พบว่าโปรตีนนมของโคที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนของอาหารหยาบ:อาหารข้นที่ 70:30 มีค่าเท่ากับ 3.16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าโคที่กินอาหารอัตราส่วน 50:50 ที่มีโปรตีนนมเท่ากับ 3.24 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเปอร์เซ็นต์แลคโตสของนมระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอก ดังตารางที่ 10 พบว่าฟาร์ม A, B และ C มีค่าเท่ากับ 4.17, 4.15 และ 4.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากฟาร์มที่ศึกษามีการให้อาหารข้นระหว่างมีอัตราส่วนนมเข้าและเย็น ซึ่งระยะเวลาในการรีดนมแพะของเกษตรกรจะใช้เวลาในการรีดใกล้เคียงกัน จึงทำให้แพะกินอาหารข้นในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน จึงส่งผลให้ปริมาณแลคโตสที่สังเคราะห์ได้จากกระเปาะสร้างน้ำนมมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดและของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย พบว่าน้ำนมแพะฟาร์ม C มีค่าสูงสุด เท่ากับ 12.97 และ 9.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยองค์ประกอบหลักของน้ำนมแพะประกอบด้วย ไขมัน โปรตีน น้ำตาลแลคโตส ของแข็งไม่รวมไขมัน ของแข็งทั้งหมด ซึ่งมีปัจจัยหลายประการที่เข้ามาเกี่ยวข้องทำให้องค์ประกอบต่างๆ ในน้ำนมเปลี่ยนแปลงไป เช่น ระยะของการให้นม สายพันธุ์ อายุ สุขภาพ และอาหาร (Grummer, 1991) จากการศึกษาพบว่าน้ำนมแพะจากฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอกมีองค์ประกอบน้ำนมตรงตามมาตรฐานน้ำนมแพะดิบ (มกอช. 6006, 2551) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 3 ฟาร์มพบว่าน้ำนมแพะฟาร์ม B มีองค์ประกอบน้ำนมสูงกว่าฟาร์ม A และ C

การศึกษาคูณภาพทางกายภาพของน้ำนมแพะรายตัวระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอก ดังตารางที่ 10 พบว่า ความถ่วงจำเพาะของน้ำนมแพะฟาร์ม B (1.038) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับนมแพะฟาร์ม A (1.035) และ C (1.035) โดยค่าองค์ประกอบในน้ำนมมีผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนม ส่วนจุดเยือกแข็งของน้ำนมแพะจากฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอก พบว่า ฟาร์ม A มีค่าสูงสุดเท่ากับ -0.525 องศาเซลเซียส สำหรับความเป็นกรด-เบสของน้ำนมแพะของฟาร์ม A และ B มีเท่ากับ 6.65 ซึ่งสูงกว่าความเป็นกรด-เบสของน้ำนมแพะของฟาร์ม C แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับความเป็นกรด (เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก) ของน้ำนมแพะทั้งสามฟาร์มไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยความเป็นกรดในน้ำนมของฟาร์ม A มีค่าสูง ทั้งนี้อาจเนื่องจากน้ำนมแพะฟาร์ม A มีการปนเปื้อนจุลินทรีย์สูง โดยฟาร์ม A มีพื้นโรงเรือนเป็นด้วยลวดถัก (ภาพผนวกที่ 2) ทำให้มีอุจจาระติดค้างตามพื้นโรงเรือน เมื่อแพะรีดนมลงนอนบนพื้นคอกจึง

ส่งผลให้เต้านมสัมผัสกับอุจจาระที่ติดค้างบนพื้นโรงเรือน ทำให้จุลินทรีย์สามารถเข้าสู่เต้านมได้
น้ำนมที่รีดได้จากฟาร์ม A จึงมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมสูง และทำให้มีค่าความเป็นกรดใน
น้ำนมสูงจากการที่จุลินทรีย์เปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสเป็นกรดแลคติก

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยสัปดาห์ขององค์ประกอบและคุณภาพทางกายภาพของน้ำมันมะพร้าวระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอก

องค์ประกอบ	คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี	ฟาร์ม A * (n=62)	ฟาร์ม B * (n=94)	ฟาร์ม C * (n=27)	มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร (มกอช. 6006, 2551)
ไขมัน (%)		2.72 ± 0.18 ^b	4.00 ± 0.151 ^a	3.94 ± 0.282 ^a	ไม่น้อยกว่า 3.25
โปรตีน (%)		3.80 ± 0.040 ^b	3.94 ± 0.032 ^a	4.07 ± 0.060 ^a	ไม่น้อยกว่า 3.1
แลคโตส (%)		4.17 ± 0.031	4.15 ± 0.025	4.21 ± 0.047	-
ของแข็งทั้งหมด (%)		11.41 ± 0.210 ^b	12.84 ± 0.170 ^a	12.97 ± 0.318 ^a	ไม่น้อยกว่า 11.4
ของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย (%)		8.70 ± 0.070 ^b	8.84 ± 0.057 ^{ab}	9.03 ± 0.107 ^a	ไม่น้อยกว่า 8.25
ความถ่วงจำเพาะ		1.035 ± 0.001 ^b	1.038 ± 0.001 ^a	1.035 ± 0.001 ^b	ไม่น้อยกว่า 1.028
จุดเยือกแข็ง (°C)		-0.525 ± 0.004 ^a	-0.531 ± 0.003 ^{ab}	-0.542 ± 0.006 ^b	ไม่น้อยกว่า -0.530
ความเป็นกรด-ต่าง		6.65 ± 0.016 ^a	6.65 ± 0.013 ^a	6.58 ± 0.024 ^b	6.5 ถึง 6.8
ความเป็นกรด (เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก)		0.24 ± 0.005	0.23 ± 0.004	0.23 ± 0.008	-

^{a, b} อักษรที่ต่างกัน ในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.3 องค์ประกอบและคุณภาพทางกายภาพของน้ำมันพะระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า

การศึกษาองค์ประกอบน้ำมันพะระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า (ตารางที่ 11) พบว่า ไขมันนมของพะฟาร์ม D (3.70 เปอร์เซ็นต์) และฟาร์ม F (3.55 เปอร์เซ็นต์) มีค่าสูงกว่าฟาร์ม E (2.52 เปอร์เซ็นต์) ($p < 0.05$) จากการวิเคราะห์คุณภาพอาหารหยาบที่ให้พะกินของฟาร์ม D (ตารางผนวกที่ 4) พบว่า อาหารหยาบที่ให้นั้นเป็นหญ้าขนที่มีเชื้อไขสูงเท่ากับ 76.50 เปอร์เซ็นต์ จึงส่งผลให้ไขมันนมพะของฟาร์ม D มีปริมาณสูง โดยปริมาณไขมันนมขึ้นอยู่กับสัดส่วนของกรดแอซิดิกที่ผลิตได้ในกระเพาะรูเมน ซึ่งสัดส่วนของกรดแอซิดิกจะเพิ่มขึ้นเมื่อพะกินอาหารที่มีสัดส่วนของเชื้อไขมากขึ้น สำหรับโปรตีน ของแข็งทั้งหมด และของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนยของน้ำมันพะฟาร์ม D มีค่าสูงสุด เนื่องจากฟาร์ม D มีการเสริมอาหารขึ้นให้พะกินระหว่างรีดนมและการให้เสริมขณะยังแยกพะในคอกเดี่ยว ส่งผลให้นมพะมีองค์ประกอบน้ำมันสูงกว่าฟาร์มอื่นๆ ขณะที่การศึกษาของ Gorgulu *et al.* (2008) ศึกษาองค์ประกอบน้ำมันพะพันธุ์ลูกผสมที่ให้อาหารขึ้นแบบให้กินเต็มที และให้กินแบบจำกัดเวลา 4 ชั่วโมงต่อวัน พบว่า พะที่ให้กินอาหารแบบเต็มทีมีปริมาณไขมัน แลคโตส และของแข็งทั้งหมดในน้ำมันไม่แตกต่างจากพะที่ให้กินแบบจำกัดเวลา ($p > 0.05$) จากการศึกษาพบว่าน้ำมันพะจากฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า มีองค์ประกอบน้ำมันตรงตามมาตรฐานน้ำมันพะดิบ (มกอช. 6006, 2551) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 3 ฟาร์มพบว่าน้ำมันพะฟาร์ม D มีองค์ประกอบน้ำมันสูงกว่าฟาร์ม E และ F

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของน้ำมันพะระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า ดังตารางที่ 11 พบว่า ความถ่วงจำเพาะของน้ำมันพะฟาร์ม D (1.037) และน้ำมันพะฟาร์ม F (1.038) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำมันพะฟาร์ม E (1.033) โดยค่าความถ่วงจำเพาะจะแปรผันตรงกับเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมดในน้ำมัน ส่วนจุดเยือกแข็งฟาร์ม F มีค่าสูงสุดเท่ากับ -0.531 องศาเซลเซียส สำหรับความเป็นกรด-เบสของน้ำมันพะของฟาร์ม E และ F แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำมันพะฟาร์ม D ส่วนความเป็นกรด (เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก) ของน้ำมันฟาร์ม D E และ F แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยสัณฐานวิทยาของตัวประกอบและคุณภาพทางกายภาพของน้ำมันมะพร้าวระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแบบแปลงหญ้า

องค์ประกอบ คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี	ฟาร์ม D * (n=58)	ฟาร์ม E * (n=38)	ฟาร์ม F * (n=44)	มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร (มกอช. 6006, 2551)
ไขมัน (%)	3.70 ± 0.192 ^a	2.52 ± 0.237 ^b	3.55 ± 0.221 ^a	ไม่น้อยกว่า 3.25
โปรตีน (%)	4.08 ± 0.041 ^a	3.87 ± 0.051 ^b	3.93 ± 0.047 ^b	ไม่น้อยกว่า 3.1
แลคโตส (%)	4.28 ± 0.032 ^a	4.30 ± 0.040 ^a	4.18 ± 0.037 ^b	-
ของแข็งทั้งหมด (%)	12.82 ± 0.217 ^a	11.44 ± 0.268 ^b	12.38 ± 0.249 ^a	ไม่น้อยกว่า 11.4
ของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย (%)	9.12 ± 0.073 ^a	8.92 ± 0.090 ^{ab}	8.83 ± 0.084 ^b	ไม่น้อยกว่า 8.25
ความถ่วงจำเพาะ	1.037 ± 0.001 ^a	1.033 ± 0.001 ^b	1.038 ± 0.001 ^a	ไม่น้อยกว่า 1.028
จุดเยือกแข็ง (°C)	-0.548 ± 0.004 ^b	-0.538 ± 0.005 ^a	-0.531 ± 0.005 ^a	ไม่น้อยกว่า -0.530
ความเป็นกรด-ด่าง	6.56 ± 0.016 ^b	6.66 ± 0.020 ^a	6.64 ± 0.019 ^a	6.5 ถึง 6.8
ความเป็นกรด (เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก)	0.24 ± 0.005 ^a	0.19 ± 0.007 ^c	0.21 ± 0.006 ^b	-

a, b, c อักษรที่ต่างกัน ในแนวนอนเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ส่วนที่ 2 ศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ในน้ำนมรวม

2.1 คุณภาพทางจุลินทรีย์ในน้ำนมรวมของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

2.1.1 คุณภาพทางจุลินทรีย์เบื้องต้นของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

การทดสอบการเปลี่ยนสีของน้ำนมด้วยเมทิลีนบลูหรือรีชาซูริน เป็นการตรวจคุณภาพทางด้านสุขศาสตร์ของน้ำนมดิบด้วยการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ในน้ำนม ถ้าจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนมสูงความสามารถในการใช้ออกซิเจนในน้ำนมจะสูงตาม ซึ่งความสามารถในการใช้ออกซิเจนวัดจากเวลาที่ใช้ออกซิเจน โดยการทดสอบชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลูจากสีน้ำเงินในน้ำนมซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสีขาวเมื่อออกซิเจนในนมลดลง หากในน้ำนมมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมากออกซิเจนในน้ำนมจะลดลงอย่างรวดเร็ว (ธีรพงศ์, 2542) จากการศึกษาพบว่า น้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า มีค่าเฉลี่ยชั่วโมงการเปลี่ยนสีเมทิลีนบลูเท่ากับ 4.78 และ 5.16 ชั่วโมง ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งค่าชั่วโมงการเปลี่ยนสีเมทิลีนบลูของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก และปล่อยแปลงหญ้ามีค่าชั่วโมงการเปลี่ยนสีสูงสุดคือ 6 ชั่วโมง และค่าชั่วโมงการเปลี่ยนสีต่ำสุดเท่ากับ 30 นาที สำหรับเกรดของรีชาซูรินพบว่า น้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้ามีเกรด 4.41 และ 4.64 ตามลำดับ (ตารางที่ 12) ซึ่งจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า น้ำนมแพะจากฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอกมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าน้ำนมแพะจากฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า สอดคล้องกับการตรวจจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมที่พบว่า น้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกมีจำนวนจุลินทรีย์สูงกว่าแบบปล่อยแปลงหญ้า ดังแสดงในตารางที่ 13 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกำหนดมาตรฐานน้ำนมแพะดิบ (มกอช. 6006, 2551) กล่าวไว้ว่า น้ำนมแพะดิบต้องมีชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลูมากกว่า 4 ชั่วโมง และการเปลี่ยนสีของรีชาซูรินที่ 1 ชั่วโมงต้องไม่น้อยกว่า เกรด 4.5 จากการทดลองพบว่า จำนวนชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลูของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก และปล่อยแปลงหญ้ามากกว่า 4 ชั่วโมง ซึ่งตรงตามมาตรฐานน้ำนมแพะที่กำหนดไว้ แต่จากการเปลี่ยนสีของรีชาซูรินพบว่า น้ำนมแพะจากฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอกมีเกรดของรีชาซูรินต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากมีเกรด 4.41

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทิลีนบลู และเกรดรีชาซูรินที่ 1 ชั่วโมง

การตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์เบื้องต้นของน้ำนม	ขังคอก		ปล่อยแปลงหญ้า			มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.6006, 2551)
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	
การเปลี่ยนสีเมทิลีนบลู (ชั่วโมง)	0.5	6	4.78 ± 0.11 ^b	0.5	5.16 ± 0.10 ^a	ไม่น้อยกว่า 4
เกรดรีชาซูริน ที่ 1 ชั่วโมง	2	6	4.41 ± 0.10	2	4.64 ± 0.10	ไม่น้อยกว่า 4.5

^{a, b} อักษรที่ต่างกัน ในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.1.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

จากการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ในน้ำนมแพะรวม (ตารางที่ 13) พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมรวมของแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก ($7.47 \log \text{ cfu/ml}$) มีค่าสูงกว่าแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า ($4.98 \log \text{ cfu/ml}$) แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องมาจากการเลี้ยงแพะแบบปล่อยแปลงหญ้าเกษตรกรสามารถเข้าไปทำความสะอาดคอก และพื้นที่คอกระหว่างปล่อยแพะออกทะเล็มแปลงหญ้า โดยจะช่วยลดการหมักหมมของของเสียต่างๆ เช่น อุจจาระ ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของเชื้อจุลินทรีย์ในบริเวณพื้นคอก ส่งผลให้จำนวนจุลินทรีย์ในน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกสูงกว่าแบบปล่อยแปลงหญ้า มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6006, 2551) กำหนดว่าจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำนมแพะดิบควรมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $200,000 \text{ cfu/ml}$ ซึ่งจากการทดลองพบว่าน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก ($2.92 \times 10^7 \text{ cfu/ml}$) มีค่ามากกว่ามาตรฐานที่กำหนด แต่น้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า ($9.65 \times 10^4 \text{ cfu/ml}$) มีค่าน้อยกว่ามาตรฐานดังกล่าว

สำหรับจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก และปล่อยแปลงหญ้า พบว่า มีค่าเฉลี่ย $2.16 \times 10^6 \text{ cells/ml}$ ($6.33 \log \text{ cells/ml}$) และ $1.65 \times 10^6 \text{ cells/ml}$ ($6.22 \log \text{ cells/ml}$) ตามลำดับ ($p>0.05$) (ตารางที่ 13) จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนม คือจำนวนเม็ดเลือดขาวในน้ำนม และเชื้อแบคทีเรียจากเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมระหว่างการสร้างและคัดหลั่งน้ำนม โดยจำนวนเซลล์ในน้ำนมเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำนม สุขภาพของเต้านม และเป็นเครื่องบอกสภาวะการติดเชื้อมาตรฐานในเต้านมทางอ้อม (Harmon, 1994) การเปลี่ยนแปลงของจำนวนเซลล์ในน้ำนมขึ้นอยู่กับพันธุ์ ช่วงการให้น้ำนม วันที่รีด เดือนที่รีด ฤดูกาล และจำนวนแบคทีเรียในน้ำนม (Moroni *et al.*, 2005) จากการศึกษาของ Zeng (1996) พบว่าน้ำนมแพะมีจำนวนเซลล์โซมาติกเฉลี่ยเท่ากับ $5.5 \times 10^5 \text{ cells/ml}$ ($5.74 \log \text{ cells/ml}$) โดยน้ำนมแพะจะมีจำนวนเซลล์โซมาติกมากกว่าน้ำนมโคที่มีจำนวนเซลล์โซมาติกเท่ากับ $7.0 \times 10^5 \text{ cells/ml}$ ($5.84 \log \text{ cells/ml}$) น้ำนมแพะมีเซลล์เม็ดเลือดขาวประมาณ 45-74 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนเซลล์ในน้ำนม ในขณะที่น้ำนมโคมีเพียง 5-20 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างทางสรีรวิทยาการ กลั่นสร้างน้ำนมของแพะและโค เซลล์เม็ดเลือดขาวจะเคลื่อนย้ายเข้าไปในเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมแพะเร็วกว่านมโค ทำให้จำนวนเซลล์ในน้ำนมแพะสูง (Contreras *et al.*, 1999, White and Hinckley, 1999) Dulin *et al.* (1983) รายงานว่า แพะสุขภาพดีไม่เป็นโรคเต้านมอักเสบจะมีจำนวนเซลล์โซมาติก $5 \times 10^6 \text{ cells/ml}$ ส่วน Ying *et al.* (2002) รายงานว่าแพะนมที่มีจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมมากกว่า 10^6 cells/ml แสดงว่าแพะตัวนั้นอาจมีสุขภาพที่ดีหรือเป็นโรคเต้านม

อีกเสบแบบไม่แสดงอาการ เนื่องมาจากนิวโทรฟิว และลิมโฟไซต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากการทดลองพบว่า น้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้ามีค่ามากกว่ามาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6006, 2551) ที่กำหนดว่าเซลล์โซมาติกในน้ำนมแพะดิบต้องไม่เกิน 1,500,000 cells/ml

ตารางที่ 13 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมแพะรวมที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

	ขังคอก* (n=15)	ปล่อยแปลงหญ้า* (n=15)
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/ml)	7.47 ± 0.37	4.98 ± 0.37
จำนวนเซลล์ โซมาติก (log cells/ml)	6.33 ± 0.11	6.22 ± 0.11

* ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.1.3 จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนมแพะ (ตารางที่ 14) พบว่า น้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและแบบปล่อยแปลงหญ้ามีปริมาณเชื้อ Coliform และ *E. coli* อยู่ระหว่าง <0.3 ถึง >110 MPN/ml สาเหตุที่มีการปนเปื้อนเชื้อ Coliform และ *E. coli* ในน้ำนมปริมาณสูงนั้นอาจเกิดจากการปนเปื้อนระหว่างการรีดนม เนื่องจากสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้รีดที่ไม่ถูกต้องตามขั้นตอนการรีดนม หรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในขณะรีดนม ในทางจุลชีววิทยาจัดว่าเชื้อ *E. coli* เป็นแบคทีเรียดัชนีบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำและอาหาร ดาวเรือง (2549) ศึกษาจุลินทรีย์ในน้ำนมโคดิบพบว่า น้ำนมมีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคือปริมาณ Coliform อยู่ระหว่าง 240->1100 MPN/ml, fecal coliform 240->1100 MPN/ml และ *E. coli* 15-1100 MPN/ml Muehlherr *et al.* (2003) รายงานว่ากลุ่มของสหภาพยุโรป Eupean Council Directive 92/46/EEC กำหนดมาตรฐานของน้ำนมแพะดิบที่จะนำไปแปรรูปเป็นนมพร้อมดื่ม หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆไว้ว่าต้องมี Enterobacteriaceae count ไม่เกิน 1.0×10^6 cfu/ml ซึ่งแบคทีเรียในกลุ่ม Enterobacteriaceae ประกอบด้วย Coliform และ *E. coli* เป็นต้น สำหรับมาตรฐานน้ำนมของประเทศได้กำหนดว่า น้ำนมแพะดิบต้องมีปริมาณเชื้อ Coliform ไม่เกิน 10 MPN/ml และต้องไม่พบเชื้อ *E. coli* (Department of health, 2008)

การตรวจพบเชื้อ *S. aureus* ดังตารางที่ 14 พบว่านํ้านมแพะที่เลี้ยงแบบจังกอกและปล่อยแปลงหญ้ามีปริมาณเชื้อต่ำสุด <0.3 MPN/ml และปริมาณสูงสุด >110 MPN/ml การพบเชื้อ *S. aureus* ในนํ้านมปริมาณสูงอาจเนื่องจากมีแพะบางตัวที่เป็นโรคเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการ โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดการติดเชื้อ *S. aureus* สู่เต้านมแพะ เนื่องจากการรีดนมแพะเป็นการรีดด้วยมือ ซึ่งมีจะเป็นพาหะสำคัญในการติดเชื้อจากเต้าที่ติดเชื้อไปสู่อีกเต้าที่ไม่ติดเชื้อ หรือจากแพะที่เป็นโรคไปสู่แพะที่ไม่เป็นโรคได้ Dodd (1983) กล่าวว่าแหล่งที่มาที่สำคัญของเชื้อ *S. aureus* คือเต้านมที่ติดเชื้อ ช่องเปิดของหัวนมและผิวหนังบริเวณเต้านมที่มีรอยแตกหรือชำรุด โดยเชื้อ *S. aureus* จะสามารถปรับตัวและเจริญเติบโตในเต้านม การแพร่ระบาดของเชื้อจากเต้านมที่ไม่ติดเชื้อเกิดขึ้นในช่วงเวลารีดนม พาหะในการแพร่เชื้อคือ เครื่องรีดนม ผ้าเช็ดเต้านม และมือของผู้รีดนม ดาวเรือง (2549) พบว่า นํ้านมโคดิบมีปริมาณ *S. aureus* ปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 290- <1100 MPN/ml

ปริมาณเชื้อ *B. cereus* ของแพะที่เลี้ยงแบบจังกอกมีปริมาณสูงสุด <0.3 - >110 MPN/ml แต่การเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้ามีปริมาณสูงสุด <0.3 - 110 MPN/ml (ตารางที่ 14) เชื้อ *B. cereus* เป็นแบคทีเรียที่พบทั่วไปในดิน อากาศ ผุ่นละออง ในพืช เช่น ผักต่าง ๆ ธัญพืช และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เช่น ผลิตภัณฑ์นม การปนเปื้อนในอาหารเนื่องจากสปอร์ของ *B. cereus* ทนต่อสภาพแห้งและสภาพที่ไม่เหมาะสมได้ดี จึงมักปนเปื้อนมากับวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหาร และเป็นตัวการทำให้เกิดการเน่าเสียในผลิตภัณฑ์ผัก ธัญพืช นม และผลิตภัณฑ์นม (Giffel *et al.*, 1996)

การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *L. monocytogenes* และ *Salmonella* spp. ในนํ้านมแพะที่เลี้ยงแบบจังกอกและแบบปล่อยแปลงหญ้า ดังตารางที่ 14 พบว่า ตรวจไม่พบเชื้อ *L. monocytogenes* และ *Salmonella* spp. ในนํ้านมแพะ 25 มิลลิลิตร โดยเชื้อ *L. monocytogenes* เป็นแบคทีเรียที่สามารถพบได้ในนํ้านมดิบ นมพาสเจอร์ไรส์และมักพบมากในผลิตภัณฑ์นมที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ สาเหตุสำคัญที่มักพบเชื้อปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์นมเนื่องมาจากการปนเปื้อนระหว่างการผลิต เชื้อ *L. monocytogenes* เป็นเชื้อที่มีความสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้ที่อุณหภูมิต่ำ Soncini and Valnegri, (2005) ทำการตรวจนํ้านมแพะในถึงนมรวม 96 ตัวอย่าง พบว่า ตรวจพบเชื้อ *Listeria* spp. แต่ตรวจไม่พบเชื้อ *L. monocytogenes* สอดคล้องกับ Moroni *et al.* (2005) ที่ศึกษาแบคทีเรียในนํ้านมแพะดิบและไม่พบเชื้อ *L. monocytogenes* และ *Salmonella* spp. มาตรฐานของประเทศได้กำหนดว่านมแพะดิบต้องไม่มีการปนเปื้อนเชื้อ *L. monocytogenes* และ *Salmonella* spp. (Department of health, 2008b)

ตารางที่ 14 จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนมแพะรวมที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค	ขังคอก (n=15)	ปล่อยแปลงหญ้า (n=15)
Coliform (MPN/ml)	<0.3 - >110	<0.3 - >110
<i>E. coli</i> (MPN/ml)	<0.3 - >110	<0.3 - >110
<i>S. aureus</i> (MPN/ml)	<0.3 - >110	<0.3 - >110
<i>B. cereus</i> (MPN/ml)	<0.3 - >110	<0.3 - 110
<i>Salmonella</i> spp. (ในน้ำนมแพะ 25 มิลลิลิตร)	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>L. monocytogenes</i> (ในน้ำนมแพะ 25 มิลลิลิตร)	ไม่พบ	ไม่พบ

2.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการของน้ำนมแพะระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอก

คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำนมแพะระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอก (ตารางที่ 15) พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมแพะฟาร์ม A มีจำนวนจุลินทรีย์สูงที่สุดเท่ากับ 7.94 log cfu/ml แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำนมแพะฟาร์ม B และ C ($p>0.05$) น้ำนมแพะฟาร์ม A มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนในน้ำนมปริมาณที่สูงเนื่องจากฟาร์ม A มีโรงเรือนที่สูงไม่มากจึงทำความสะอาดลำบากเกิดการหมักหมม และพื้นโรงเรือนเป็นด้วยลวดถักตาถี่ (ภาพผนวกที่ 3) ทำให้มีอุจจาระติดค้างตามพื้นโรงเรือน เมื่อแพะรีดนมลงบนพื้นคอก จึงทำให้เด้านมสัมผัสกับสิ่งสกปรกทำให้จุลินทรีย์สามารถเข้าสู่เด้านมได้ รวมถึงในขั้นตอนการรีดจะมีการทำความสะอาดเด้านมด้วยการใช้ผ้าสะอาดชุบน้ำหมาดๆเช็ดเด้านม แต่เมื่อน้ำเริ่มสกปรกไม่มีการเปลี่ยนน้ำที่ใช้ทำความสะอาดเด้านม ส่งผลให้เด้านมยังสะอาดไม่เพียงพอ น้ำนมที่รีดได้จากฟาร์ม A จึงมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมสูงกว่าฟาร์มอื่นๆ สำหรับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมแพะฟาร์ม B (5.61 log cfu/ml) มีปริมาณสูงเป็นอันดับสองรองจากฟาร์ม A เนื่องจากบริเวณที่ให้แพะอยู่เป็นพื้นดิน (ภาพผนวกที่ 5) ทำให้มีการหมักหมมของสิ่งสกปรกต่างๆ และทำความสะอาดได้ยาก เมื่อแพะนอนลงบนพื้นก็อาจทำให้แบคทีเรียเข้าสู่เด้านมได้เช่นกัน

สำหรับจำนวนเซลล์โซมาติกของน้ำนมแพะระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอก (ตารางที่ 15) พบว่า น้ำนมแพะจากฟาร์ม A และ B มีจำนวนเซลล์โซมาติกสูงกว่าฟาร์ม C แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยน้ำนมแพะจากฟาร์ม A มีค่าสูงกว่าทุกฟาร์ม ทั้งนี้เนื่องจากฟาร์ม A มี

การรีดนมโดยใช้เครื่องรีดนม (ภาพผนวกที่ 4) และรีดด้วยมือควบคู่กันซึ่งแตกต่างจากฟาร์มอื่นที่ใช้มือรีด การใช้เครื่องรีดนมอาจส่งผลให้เต้านมอาจเกิดการอักเสบ นอกจากนั้นการรีดนมด้วยมือของฟาร์ม A และ B ไม่มีการล้างทำความสะอาดมือ เมื่อรีดนมแพะตัวถัดไปส่งผลให้มือของผู้รีดเป็นพาหะในการติดเชื้อเต้านมอักเสบทั้งแบบแสดงอาการและไม่แสดงอาการสู่แพะตัวอื่นได้ และการจัดการภายในฟาร์มที่ไม่ถูกหลักทำให้จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมมีปริมาณสูง

ตารางที่ 15 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมแพะรวมระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบขังคอก

การตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์	ฟาร์ม A* (n=5)	ฟาร์ม B* (n=5)	ฟาร์ม C* (n=5)
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/ml)	7.94 ± 0.52	5.61 ± 0.52	4.88 ± 0.52
จำนวนเซลล์โซมาติก (log cells/ml)	6.50 ± 0.11 ^a	6.48 ± 0.11 ^a	5.44 ± 0.11 ^b

^{a, b} อักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.3 การตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการของน้ำนมแพะระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำนมแพะระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า ดังตารางที่ 16 พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมแพะฟาร์ม E มีเท่ากับ 4.78 log cfu/ml สูงกว่าน้ำนมแพะฟาร์ม D และ F แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมแพะฟาร์ม D E และ F กับมาตรฐานน้ำนมแพะดิบของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ พบว่า น้ำนมแพะทั้ง 3 ฟาร์มมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่ามาตรฐานที่กำหนด โดยขั้นตอนการรีดนมของฟาร์ม D ถูกสุขลักษณะโดยมีการล้างทำความสะอาดเต้านมและเช็ดเต้านมแพะก่อนรีดทุกครั้ง รวมถึงผู้รีดมีการล้างมือทุกครั้งเมื่อทำการรีดนมแพะตัวถัดไป

สำหรับจำนวนเซลล์โซมาติกของน้ำนมแพะระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า (ตารางที่ 16) พบว่า เซลล์โซมาติกของน้ำนมแพะจากฟาร์ม E สูงกว่าน้ำนมแพะจากฟาร์ม F แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำนมแพะจากฟาร์ม D

($p < 0.05$) การที่เซลล์โซมาติกในน้ำนมแพะจากฟาร์ม D มีค่าต่ำ เนื่องจากเมื่อรีดนมเสร็จทางฟาร์มมีการใช้จุ่มน้ำยาห้วนนม เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อ และลดการเกิดโรคเต้านมอักเสบ ต่างจากฟาร์มอื่นที่ไม่มีการจุ่มห้วนนม

ตารางที่ 16 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมแพะรวมระหว่างฟาร์มที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า

การตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์	ฟาร์ม D *	ฟาร์ม E *	ฟาร์ม F *
	(n=5)	(n=5)	(n=5)
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/ml)	4.78 ± 0.52	5.34 ± 0.52	3.91 ± 0.52
จำนวนเซลล์โซมาติก (log cells/ml)	5.97 ± 0.11^b	6.42 ± 0.11^a	6.15 ± 0.11^{ab}

^{a, b} อักษรที่ต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพของน้ำนมแพะดิบที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้าจากฟาร์มตัวแทนเกษตรกร 6 ฟาร์ม ในเขตพื้นที่ภาคตะวันตกของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี เพชรบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี และนครปฐม พบว่า

1. องค์ประกอบน้ำนมของแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าจะมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลแลคโตสสูงกว่าแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก ($p < 0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีน ของแข็งทั้งหมด ของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย ความถ่วงจำเพาะ จุดเยือกแข็ง และความเป็นกรด-เบสในน้ำนมแพะทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ในขณะที่ความเป็นกรด (เปอร์เซ็นต์กรดแลคติก) ของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกสูงกว่าแบบปล่อยแปลง ($p < 0.05$) สำหรับการตรวจคุณภาพน้ำนมด้วยวิธีการทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ลิซารินให้ผลสีเหลืองน้ำตาลและตะกอนขนาดเล็ก การตกตะกอนเมื่อต้มเดือดให้ผลเป็นไม่ตกตะกอน และตรวจไม่พบยาปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า

2. คุณภาพน้ำนมของแพะนมที่เลี้ยงแบบขังคอกให้ผลชั่วโมงการเปลี่ยนสีเมทิลีนบลูและเกรตริชาซูรินน้อยกว่าการเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า เช่นเดียวกับจำนวนเซลล์โซมาติก และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกสูงกว่าน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า และพบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนม คือ Coliform, *E. coli*, *S. aureus* และ *B. cereus* แต่ตรวจไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. และ *L. monocytogenes* ในการเลี้ยงทั้งสองรูปแบบ

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษานี้เป็นการศึกษาฟาร์มแพะนมจากสภาพการเลี้ยงจริง ปัจจัยบางอย่างจึงมิได้ถูกควบคุมให้เป็นไปตามงานทดลองที่ถูกต้องตามหลักสถิติ แต่ข้อมูลที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านองค์ประกอบและคุณภาพน้ำนมแพะดิบได้ ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยนี้มิได้เก็บปริมาณอาหารขึ้น

อาหารหยาบที่ให้แพะกิน และปริมาณน้ำนมที่รีดได้ต่อตัวต่อวัน ดังนั้นควรมีการเก็บปริมาณอาหารที่ให้แพะกิน และปริมาณผลผลิตน้ำนมที่รีดได้ของแพะแต่ละตัว ซึ่งจะทำให้การเปรียบเทียบการเลี้ยงแพะนมแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้าเกิดประโยชน์มากขึ้น เพราะปริมาณอาหารที่ให้แพะกินเป็นปัจจัยสำคัญต่อผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมแพะ

2. องค์ประกอบของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้ามักมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากฟาร์มเกษตรกรที่ทำการศึกษานั้นมีการจัดการด้านอาหารที่ดี โดยการศึกษาครั้งนี้พบว่าน้ำนมแพะจากฟาร์มเกษตรกรตัวแทนทั้งสองรูปแบบ มีองค์ประกอบน้ำนมตามที่มาตรฐานน้ำนมแพะดิบของประเทศไทย (มกอช. 6006, 2551) กำหนดไว้

3. คุณภาพน้ำนมทางด้านจุลินทรีย์ เช่น จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกสูงกว่ามาตรฐานน้ำนมแพะดิบ (มกอช. 6006, 2551) อาจเนื่องมาจากการจัดการด้านสุขาภิบาลฟาร์มที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ส่วนจำนวนเซลล์โซมาติกของการเลี้ยงทั้งสองรูปแบบมีค่าสูงกว่ามาตรฐานน้ำนมแพะดิบ (มกอช. 6006, 2551) อาจเนื่องจากแพะในฟาร์มเป็นโรคเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการ ดังนั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนมควรให้ความสำคัญด้านสุขาภิบาลภายในฟาร์ม เช่น การจัดการฟาร์ม ทำความสะอาดฆ่าเชื้อบริเวณคอกและโรงเรือน รวมถึงการรีดการนมที่ถูกต้องเป็นลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์สู่น้ำนมแพะ เพื่อให้ได้น้ำนมคุณภาพดีปลอดภัยต่อผู้บริโภคน้ำนมแพะ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2549. **นํ้านมแพะ**. แหล่งที่มา:

<http://www.dld.go.th/region9/CssDLD9/DGOAT05.html>, 3 พฤษภาคม 2549.

_____. 2551. **ตารางแสดงจำนวนสัตว์ในประเทศแยกเป็นรายภาค ปี 2550**. สถิติข้อมูลการปศุสัตว์ 2550 กรมปศุสัตว์. แหล่งที่มา:

<http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly50/stock50.html>, 16 มิถุนายน 2551.

กระทรวงสาธารณสุข. 2522. **เรื่องกำหนดนมโคเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ**

และกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและวิธีการผลิต. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ฉบับที่ 26.

จิระชัย กาญจนพุดพิงศ์. 2549. **การจัดการฝูงโคนม**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดาวเรือง พิพัฒน์พร. 2549. **การระบุสถานภาพด้านจุลชีววิทยาของนํ้านมดิบเพื่อการลด**

อุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรส์. ผลงานวิชาการนักศึกษาระดับปริญญาตรี. แหล่งที่มา:

<http://www.science.cmu.ac.th/Reg-sci/presentstud/index.asp>, 10 สิงหาคม 2551.

ถวัลย์ วรรณกุล. 2542. **การเลี้ยงและการป้องกันรักษาโรคแพะ**. สำนักพิมพ์แมกกาซีน, กรุงเทพฯ.

ทิม พรรณศิริ. 2524. **การให้นมแพะพื้นเมือง แพะซาเนน และลูกผสม. ใน การประชุมวิชาการทางสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.**

ธีรพงศ์ ธีรภัทรสกุล. 2542. **การควบคุมคุณภาพนํ้านม**, น. 198-225. ใน

สุนิรัตน์ เอี่ยมละมัย, ผู้รวบรวม. ประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านสุขภาพโคนม:

แนวทางการวิจัยและพัฒนาในอนาคต. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.)

นิธิยา รัตนปนนท์. 2527. **เคมีนัมและผลิตภัณฑ์นม**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นันทนา อรุณฤกษ์. 2537. **การจำแนกแบคทีเรียกลุ่มแอโรบัส**. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2546. **การเลี้ยงดูและการจัดการแพะ**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

บุษกร อุดรภิชาติ. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

ประพฤษ ตั้งมันคง. 2551ก. การตรวจคุณภาพนํ้านม. น.121-128. ใน อาสูตร สงวนเกียรติ, บรรณาธิการ. **คู่มือปฏิบัติการสุขศาสตร์อาหารและนํ้านม**. ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์และการวินิจฉัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

_____. 2551ข. การตรวจคุณภาพนํ้านมเบื้องต้น การตรวจนมโดยใช้ประสาทสัมผัส. น.137-152. ใน อาสูตร สงวนเกียรติ, บรรณาธิการ. **คู่มือปฏิบัติการสุขศาสตร์อาหารและนํ้านม**. ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์และการวินิจฉัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

_____. 2551ค. การตรวจคุณภาพนํ้านมในห้องปฏิบัติการ. น.137-152. ใน อาสูตร สงวนเกียรติ, บรรณาธิการ. **คู่มือปฏิบัติการสุขศาสตร์อาหารและนํ้านม**. ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์และการวินิจฉัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

_____. 2551ง. การตรวจคุณภาพนํ้านมในห้องปฏิบัติการการตรวจสอบยาปฏิชีวนะตกค้าง. น.177-182. ใน อาสูตร สงวนเกียรติ, บรรณาธิการ. **คู่มือปฏิบัติการสุขศาสตร์อาหารและนํ้านม**. ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์และการวินิจฉัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

- ปรียพันธุ์ อุคมประเสริฐ. 2537. **การจัดการคุณภาพ และผลผลิตในฟาร์มโคนม.**
ภาควิชาสัตวศาสตร์ วนุเวชวิทยาและวิทยาและวิทยาการสืบพันธุ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2538. **ปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพนมและผลิตภัณฑ์นม.** ภาควิชา
อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- วรรณา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. **นมและผลิตภัณฑ์นม.** โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮาส์,
กรุงเทพฯ.
- วลัยรัตน์ จันทพานนท์. 2549. เทคนิคการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาในอาหาร. น. 390-420.
ใน รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, บรรณาธิการ. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร.**
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2546. **โคนม.** โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วิพิชัย ไชยศรีสงคราม. 2541. **การตรวจคุณภาพน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม.** กรุงเทพฯ.
- วีรานุช หลาง. 2551. **คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร.** สาขาจุลชีววิทยา สายวิทยาศาสตร์
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- ศศิธร นาคทอง. 2549. **คู่มือปฏิบัติการวิชานมและผลิตภัณฑ์นม.** ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.
- สมเกียรติ สายธนู. 2528. **การเลี้ยงแพะ.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สมจิต สุรพัฒน์. 2546. นมและผลิตภัณฑ์, น. 264-281. ใน คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, ผู้รวบรวม. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สุมนหา วัฒนสินธุ์. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, นนทบุรี.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2535. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. กรุงเทพฯ.

สุวรรณ กิจภากรณ์. 2525. **ผลิตภัณฑ์จากนํ้านม**. ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. **นํ้านมแพะดิบ**. มกอช. 6006-2551.

เอกชัย พฤษย์อำไพ. 2546. **คู่มือการเลี้ยงแพะ**. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, นนทบุรี.

Barnet, H. and S. Frederick. 2008. **Dairy goat production guide**. Available source: <http://www.edis.ifas.ufl.edu/ds134>. November 1, 2008.

Bath, D.L., F.N. Dickinson, H.A. Tucker and R.D. Applemen. 1985. **Dairy Cattle: Principle, Practices, Problem, Profits**. Lea and Febiger, Philadelphia.

Bibek, R. 1996. **Fundamental Food Microbiology**. CRC Press, New York.

Bickerstaffe, R., E.F. Annison and J.L. Linaell. 1974. The metabolism of glucose, acetate, lipids and amino acids in lactation cows. **J. Agric. Sci.** 82: 71-85

Contreras, A., M.J. Paape and R.H. Miller. 1999. Prevalence of subclinical intramammary infection caused by *Staphylococcus epidermidis* in commercial dairy goat herd.

Small Rumin. Res. 31: 203-208.

Delaval. 2008. Anatomy of the mammary gland. **The mammary gland.** Available Source:

http://www.delaval.com/Dairy_Knowledge/EfficientMilking/The_Mammary_Gland.htm,
November 10, 2008.

Department of health. 2008. Sanitation standard for milk and milk product. **Department**

of health. Available Source: [http:// www.dohlaw.doh.gov.tw/Chi/EngDowLoad.asp?msgid=73&file=efile1](http://www.dohlaw.doh.gov.tw/Chi/EngDowLoad.asp?msgid=73&file=efile1), September 2, 2008.

Diliello, L.R. 1982. **Methods in Food and Dairy Microbiology.** AVI Publishing Company, INC., Westport, Connecticut.

Dodd, F.M. 1983. Mastitis Progress on control. **J. Dairy Sci.** 66: 1773.

Dulin, A.M., M.J. Paape, W.D. Schultze and B.T. Weinland. 1983. Effect of parity, stage of lactation, and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmic particles in goat milk. **J. Dairy Sci.** 66:2426-2433.

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.

FDA. 2001. *Bacillus cereus*. **Bacteriological Analytical Manual Online.**

Available Source: <http://www.cfsan.fda.gov>, June 21, 2007.

_____. 2001. *Staphylococcus aureus*. **Bacteriological Analytical Manual Online.**

Available Source: <http://www.cfsan.fda.gov>, June 21, 2007.

- _____. 2002. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform bacteria. **Bacteriological Analytical Manual Online**. Available Source: <http://www.cfsan.fda.gov>, June 21, 2007.
- _____. 2003. Detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* in food. **Bacteriological Analytical Manual Online**. Available Source: <http://www.cfsan.fda.gov>, June 21, 2007.
- _____. 2006. Salmonella. **Bacteriological Analytical Manual Online**. Available Source: <http://www.cfsan.fda.gov>, June 21, 2007.
- Foster, M., F.E. Nelson, M.L. Speck, R.N. Doetsch and J.C. Olson. 1961. **Dairy Microbiology**. Hall, Inc., New Jersey.
- French, M.H. 1970. **Observation on the Goat**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- 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.
- Gorgulu, M., M. Boga, A. Sahin, U. Serbester, H. R. Kutlu and S. Sahinler. 2008. Diet selection And eat behaviour of lactating goats subjected to time restricted feeding in choice and single feeding system. **Small Rumin. Res.** doi: 10.1016/j.smallrumres.2008.04.004
- Gross, E.F. 1953. **Techniques of Dairy Plant Testing**. The Iowa State College Press. 350 p.
- Grummer, R.R. 1991. Effect of food on the composition of milk fat. **J. Dairy Sci.** 74: 3328-3243.
- Hadjipanayiotou, M. and P. Morand-Fehr. 1991. Intensive feeding of dairy goats. pp.197-208. *In* Goat Nutrition. ed. P. Morand-Fehr. **Centre for Agricultural Publishing and Documentation**. Pudoc, Wageningen.

Haenlein, G.F.W. 2002. Producing Quality Goat Milk. **Goat Connection**. Available source: <http://www.ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-05.htm>, August 19, 2006.

Harmon, R. J. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. **J. Dairy Sci.** 77: 2103-2112.

Harvey, W.C. 1975. **Least Square Analysis of Data with Unequal Subclass Number**. Publication ARS H-4. USDA. Agricultural Research Service.

Holmes, C.W. and G.F. Wilson. 1984. **Milk Production from Pastures**. Butterworth, Wellington, New Zealand.

Hui, Y.H. 1993. **Dairy Science and Technology Handbook 1: Principles and Properties**. VCH Publisher, New York.

John, L. and A. Catherine. 1994. **Introduction to microbiology**. Wadsworth publishing Company, United States of America.

Larson, B.L. 1985. Biosynthesis and cellular secretion of milk, pp.123-169. *In*: B.L. Larson, ed. **Lactation**. The Iowa State University Press, Iowa.

Michael, L. 2001. Managing Milk Composition: Normal Sources of Variation. **Cooperative Extension Service**. Available Source: http://www.cahe.nmsu.edu/_d/images/D-103fig1.gif, February 21, 1005.

Milk Industry Foundation. 1959. **Laboratory Manual : Methods of Analysis of Milk and Its Products**. Washington, D.C.

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.
- Ohiokpehai, O. 2003. Processed food products and nutrient composition of goat milk. **Pakistan J. Nutr.** 2:68-71.
- Park, Y.W., M. Juárez, M. Ramos and G.F.W. Haenlein. 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Rumin. Res.** 68: 88-113.
- Ramanzin, M., L. Bailoni, S. Schiavon and G. Bittante. 1997. Effect of Monensin on milk production and efficiency of dairy cows fed two diets differing in forage to concentrate ratio. **J. Dairy Sci.** 80: 1136-1142.
- Soncini, G. and L. Valnegri. 2005. Analysis of bulk goats' milk and milk-filters from Valtellina and Valchiavenna (Lombardy Prealps) for the presence of *Listeria* species. **Small Rumin. Res.** 58: 143-147.
- Soryal, K. A., S. S. Zeng, B. R. Min, S. P. Hart and F. A. Beyene. 2004. Effect of feeding systems on composition of goat milk and yield of Domiati cheese. **Small Rumin. Res.** 54: 121-129.
- White, E.C. and L.S. Hinckley. 1999. Prevalence of mastitis pathogens in goat milk. **Small Rumin. Res.** 33: 117-121.
- Whittemore, C.T. 1980. **Lactation of the Dairy Cow.** McCorquodale Prints, London.
- Ying, C., H. T. Wang and J. T. Hsu. 2002. Relationship of somatic cell count, physical, chemical and enzymatic properties to the bacterial standard plate count in dairy goat milk. **Livest. Prod. Sci.** 74: 63-77.

Zeng, S. S. 1996. Composition of goat milk standards with cow milk standards for analyses of somatic cell count, fat and protein in goat milk. **Small Rumin. Res.** 21: 221-225

ภาคผนวก

ภาพผนวก ก

การเลี้ยงแพะนมแบบจังกอกและปล่อยแปลงหญ้า



ภาพผนวกที่ 1 การเลี้ยงแพะนมแบบขังคอกแยกรายตัว



ภาพผนวกที่ 2 การเลี้ยงแพะนมแบบขังคอกรวมของฟาร์ม A



ภาพผนวกที่ 3 พื้นโรงเรือนลวดถักของฟาร์ม A



ภาพผนวกที่ 4 การรีดนมด้วยเครื่องรีดนมของฟาร์ม A



ภาพผนวกที่ 5 การเลี้ยงแพะนมแบบขังคอกรวมของฟาร์ม B



ภาพผนวกที่ 6 การให้อาหารหญ้าแก่แพะนมที่เลี้ยงแบบขังคอกของฟาร์ม B



ภาพผนวกที่ 7 การให้อาหารชั้นแก่แพะนมที่เลี้ยงแบบขังคอกขณะรีดนมของฟาร์ม B



ภาพผนวกที่ 8 การเลี้ยงแพะนมแบบขังคอกรวมของฟาร์ม C



ภาพผนวกที่ 9 โรงเรือนยกพื้นสูงของฟาร์ม C



ภาพผนวกที่ 10 การให้อาหารหญ้าแก่แพะนมที่เลี้ยงแบบจังกอกของฟาร์ม C



ภาพผนวกที่ 11 การเลี้ยงแพะนมแบบปล่อยแปลงหญ้าของฟาร์ม D



ภาพผนวกที่ 12 การเลี้ยงแพะนมแบบปล่อยแปลงหญ้าของฟาร์ม E



ภาพผนวกที่ 13 โรงเรียนที่ยกพื้นสูงของฟาร์ม E



ภาพผนวกที่ 14 การเลี้ยงแพะนมแบบปล่อยแปลงหญ้าของฟาร์ม F

ภาพผนวก ข
การเก็บตัวอย่างน้ำนมแพะ



ภาพผนวกที่ 15 วิธีการรีดเก็บตัวอย่างน้ำนมมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ



ภาพผนวกที่ 16 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำนมในที่เย็นก่อนนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหาร

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม A

ชนิดอาหาร	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	พลังงาน cal/g	เถ้า (%)	ความชื้น (%)
อาหารหยาบ	11.1895	2.3226	75.3075	4667.85	5.1438	87.8387
อาหารชั้น	10.2499	3.0684	38.0046	4333.78	4.2719	89.7991

หมายเหตุ อาหารหยาบ คือ กระถินสับ (แห้ง)

อาหารชั้น คือ ผีถั่วเหลืองมีโปรตีน 12-14 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม B

ชนิดอาหาร	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	พลังงาน cal/g	เถ้า (%)	ความชื้น (%)
อาหารหยาบ	9.2308	2.356	78.5067	4511.28	7.963	94.6758
อาหารชั้น	17.9463	4.3098	17.8025	4512.85	4.9411	89.6713

หมายเหตุ อาหารหยาบ คือ หญ้าชนิดต่างๆ

อาหารชั้น คือ อาหารผสมเอง ประกอบด้วย มันเส้น รำละเอียด ผีถั่วเหลือง กากมะพร้าว

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม C

ชนิดอาหาร	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	พลังงาน cal/g	เถ้า (%)	ความชื้น (%)
อาหารหยาบ	10.1734	3.2865	75.3075	4667.85	5.1438	87.8387
อาหารชั้น	25.2456	4.2653	38.0046	4333.78	4.2719	89.7991

หมายเหตุ อาหารหยาบ คือ ข้าวโพดหมัก

อาหารชั้น คือ อาหารสำเร็จมีโปรตีน 28 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม D

ชนิดอาหาร	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	พลังงาน cal/g	เถ้า (%)	ความชื้น (%)
อาหารหยาบ	11.2308	2.356	76.5034	4321.56	6.8621	84.6346
อาหารข้น	15.9463	4.3098	16.3523	4454.84	4.5413	89.8113

หมายเหตุ อาหารหยาบ คือ หญ้าขน

อาหารข้น คือ อาหารข้นมีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม E

ชนิดอาหาร	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	พลังงาน cal/g	เถ้า (%)	ความชื้น (%)
อาหารหยาบ	5.876	2.7064	29.3856	4393.73	8.5271	92.3178
อาหารข้น	9.6213	4.4992	6.8421	3992.63	12.4541	89.3182

หมายเหตุ อาหารหยาบ คือ เปลือกข้าวโพดสับ

อาหารข้น คือ กากถั่วเขียว ข้าวโพดบด

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอาหารของฟาร์ม F

ชนิดอาหาร	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	พลังงาน cal/g	เถ้า (%)	ความชื้น (%)
อาหารหยาบ	7.3333	2.6302	68.9804	4351.15	8.3124	94.7609
อาหารข้น	17.9463	4.3098	17.8025	4512.85	4.9411	89.6713

หมายเหตุ อาหารหยาบ คือ หญ้า

อาหารข้น คือ อาหารผสมเอง ประกอบด้วย มันเส้น รำละเอียด ผีเสื้อเหลือง กากมะพร้าว

ภาคผนวก ง

การตรวจการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ลิซาริน

การตรวจการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์อิลิซาริน

1. เตรียมอิลิซาริน (Carlo erba reagenti) จำนวน 0.5 กรัม ผสมกับเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 68 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1-2

2. นำน้ำมันตัวอย่างจำนวน 2 มิลลิลิตรใส่หลอดทดลอง แล้วดูดสารละลายอิลิซารินจำนวน 2 มิลลิลิตรใส่หลอดที่เตรียมมาแล้ว เขย่าให้เข้ากัน สังเกตตะกอนและสีของอิลิซารินที่เกิดขึ้น บันทึกผลการทดลอง

ตารางผนวกที่ 7 การเปลี่ยนสีของแอลกอฮอล์อิลิซารินที่ความเป็นกรด-เบสของน้ำมันแพะต่างกัน

ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำมัน	ลักษณะตะกอนและสีของอิลิซาริน
6.4 ถึง 6.5	ตะกอนละเอียด สีอิลิซารินสีเหลืองน้ำตาล
6.6 ถึง 6.8	ตะกอนละเอียด สีอิลิซารินสีน้ำตาลแดง
มากกว่า 6.9	ตะกอนละเอียด สีอิลิซารินสีม่วงแดง

ภาคผนวก จ

การตรวจสอบยาปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนม โดยชุดทดสอบ Hient Test (VET.KU.2000)

การตรวจสอบยาปฏิชีวนะตกค้างในนํ้านม โดยชุดทดสอบ Hient test (VET.KU.2000)

ชุดทดสอบ Hient Test ตรวจยาปฏิชีวนะตกค้างในนํ้านมและเนื้อสัตว์ ด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus stearothermophilus* ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว

ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์และบริการวินิจฉัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้คิดค้นชุดทดสอบ Hient Test เป็นตัวทดสอบหารสารปฏิชีวนะตกค้างในผลิตภัณฑ์ที่มาจากสัตว์ ปัจจุบันได้ทดสอบหารสารปฏิชีวนะตกค้างในนํ้านม ซึ่งได้ทดลองกับสารปฏิชีวนะ 15 ชนิด ดังตารางผนวกที่ 8 ซึ่งชุดทดสอบให้ผลดีมีคุณภาพ และราคาถูกและสามารถพัฒนาไปใช้ในการตรวจหาสารปฏิชีวนะตกค้างในผลิตภัณฑ์ที่มาจากสัตว์ได้ ช่วยลดการนำเข้าชุดทดสอบจากต่างประเทศที่ใช้กันอยู่เช่น Delvotest-P, CHARM AIM-96 และ CHARM II

หลักการ

ใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus stearothermophilus* มาเป็นตัวทดสอบ โดยจะผลิตเชื้อแบคทีเรียความเข้มข้น $\text{ml/CFU } 10^8$ ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวชนิดพิเศษ และใส่ตัวสีบ่งบอกความเป็นกรด-ด่าง ชุดทดสอบปกติจะมีสีม่วง ($\text{pH}=6.8$) หากเกิดสภาพความเป็นกรดในชุดทดสอบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ($\text{pH}=4$) เวลาจะทดสอบให้หยดตัวอย่างลงในชุดทดสอบ 0.1 มิลลิลิตร และบ่มเชื้อมานาน 3-4 ชั่วโมง

ถ้าไม่มีสารปฏิชีวนะตกค้างอยู่ เชื้อแบคทีเรียในชุดทดสอบจะเจริญและใช้อาหารเลี้ยงเชื้อในชุดทดสอบทำให้สภาพความเป็นกรดเพิ่มขึ้น สีของชุดทดสอบก็จะเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเหลือง ให้ผลการอ่านยาปฏิชีวนะตกค้างเป็น ผลลบ

ถ้ามีสารปฏิชีวนะตกค้างอยู่ ยาปฏิชีวนะจะไปยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในชุดทดสอบ อาหารเลี้ยงเชื้อในชุดทดสอบไม่ถูกใช้ไป ทำให้สภาพความเป็นกรด-ด่างไม่เปลี่ยนแปลง สีชุดทดสอบยังคงสีเดิม ให้ผลการอ่านยาปฏิชีวนะตกค้างเป็น ผลบวก

ตารางผนวกที่ 8 การวัดระดับการตกค้างต่ำสุดของยาปฏิชีวนะชนิดต่างๆ ที่ชุดทดสอบ

Hient Test สามารถตรวจสอบได้ มีค่าใกล้เคียงกับ MRL (Maximum Residue Limit) ซึ่งกำหนดโดย Codex, EU และ USFDA

ชนิดยาปฏิชีวนะ	MRL (µg/kg)		
	Codex	EU	VET.KU.2000
1. Penicillin	4	4	3
2. Ampicillin		4	30
3. Cloxacillin		30	40
4. Tetracycline	100	100	500
5. Oxytetracycline	100	100	300
6. Doxycycline			500
7. Neomycin	500	500	400
8. Gentamycin	100	100	400
9. Novobiocin			1,000
10. Licomycin			1,000
11. Distreptomycin	200	200	1,000
12. Nafcillin			30
13. Cefoperazone			200
14. Cephalothin			100
15. Tylosin		40	300

หมายเหตุ การกำหนดค่า MRL และ Safe/tolerance ของยาปฏิชีวนะชนิดต่างๆ ในน้ำนม
โดย Codex Alimentarius, EU และ USFDA

ที่มา: ประพักษ์ (2551ค)

ภาคผนวก ฉ

การตรวจหาจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนมแพะ

การทำความเจือจาง (Dilution)

สารเคมี

1. Maximum Recovery Diluent (MRD)

วิธีทำ

1. เขย่าตัวอย่างน้ำนมให้เข้ากันดี เช็ดปากขวดตัวอย่างด้วย 70% alcohol หรือแอลกอฮอล์ทุกครั้งเมื่อเปิดและปิดขวด
2. ทำตัวอย่างน้ำนมเพาะดิบให้เจือจางระดับ 10 เท่า (10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} และ 10^{-6}) โดยใช้สารละลาย MRD เป็นตัวทำให้เจือจาง

การตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)

สารเคมี

1. Plate Count Agar (PCA)

วิธีทำ

1. หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำนมด้วยเทคนิค pour plate ที่ความเจือจาง 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} และ 10^{-6}
2. นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง
3. อ่านผลจำนวนโคโลนีที่เจริญ

การตรวจหาจำนวนโคลิฟอร์ม (Coliform) และเอสเชอริเชีย โคลิ (*Escherichia coli*)

สารเคมี

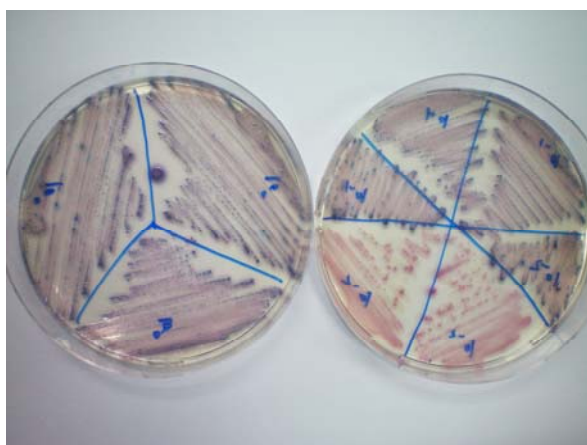
1. Lauryl sulphate broth (LSB)
2. Coliform Agar (Chromocult coliform agar)

วิธีทำ

1. เตรียม Lauryl sulphate broth (LSB) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง ใส่หลอดดักแก๊ส (Durham tube)
2. คัดตัวอย่างน้ำนมแพะที่ความเจือจาง 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} ใส่ลงใน LSB ความเจือจางละ 3 หลอด หลอดละ 1 มิลลิลิตร
3. นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง
4. ดูการเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส บันทึกผล
5. นำสารละลายในข้อ 2 มา streak ลงบน Coliform Agar
6. นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง
7. ตรวจสอบลักษณะโคโลนี Coliform จะให้โคโลนีสีม่วงแดงหรือสีชมพู และ *E. coli* จะให้โคโลนีสีม่วงแดง เทียบผลการขึ้นของเชื้อตามตาราง MPN หน่วย MPN/ml



ภาพผนวกที่ 17 โคโลนีสีม่วงแดงหรือชมพูของ Coliform และโคโลนีสีม่วงแดง ของ *E. coli*



ภาพผนวกที่ 18 จำนวน Coliform bacteria และ *E. coli* อ่านผลตามตาราง MPN (ตารางผนวกที่ 9)
Coliform bacteria โคโลนีสีม่วงแดงหรือชมพู 3-3-3 (>110 MPN/ml.)
และโคโลนีสีม่วงแดง ของ *E. coli* ค่าที่อ่านได้ 3-3-1 (46 MPN/ml.)

การตรวจหาซัลโมเนลลา (*Salmonella*)

สารเคมี

1. Lactose broth
2. Rappaport- Vassiliadis broth (RV broth)
3. Tetrathionate broth base

4. Iodine
5. Brilliant green agar (BPLS)
6. Xylose lysine deoxycholate agar for microbiology (XLD agar)

วิธีทำ

1. เขย่าตัวอย่างน้ำนมให้เข้ากันดี เช็ดปากขวดตัวอย่างด้วย 70% alcohol หรือลนไฟทุกครั้ง เมื่อเปิดและปิดขวด

2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำนม ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Lactose broth ปริมาตร 225 มิลลิลิตร

3. นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง

4. ใช้ปิเปตดูดนมจาก Lactose broth มาเลี้ยงต่อ ดังนี้

4.1 ใช้ปิเปตดูดน้ำนมปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่ใน Buffered Rappaport-Vassiliadis broth (RV broth) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 42 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง

4.2 ใช้ปิเปตดูดน้ำนมปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ใน Tetrathionate broth base ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมกับ iodine ปริมาณ 200 ไมโครลิตร นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง

5. ใช้ loop และสารละลาย RV broth , Tetrathionate broth base มา streak ลงบนอาหาร ดังนี้

5.1 (Modified) Brilliant green agar (BPLS)

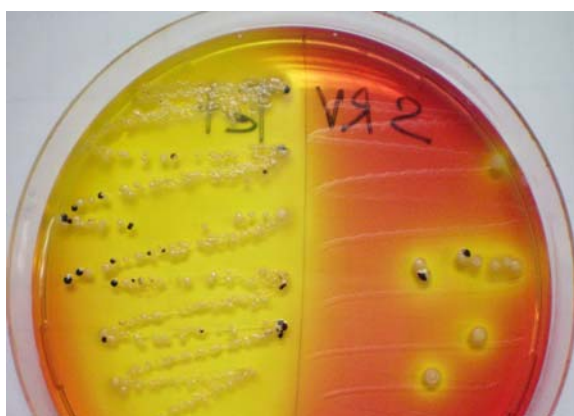
5.2 Xylose lysine deoxycholate agar for microbiology (XLD agar)

6. นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง

7. ตรวจจุลลักษณะโคโลนีที่ขึ้นใน BPLS agar จะให้โคโลนีสีชมพู และ XLD agar จะให้โคโลนีสีดำ



ภาพผนวกที่ 19 โคโลนีสีชมพูบน BPLS Agar ของ *Salmonella* spp.



ภาพผนวกที่ 20 โคโลนีสีดำบน XLD Agar ของ *Salmonella* spp.

การตรวจหาแบคทีเรียฟิโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)

สารเคมี

1. Tryptic soy broth (TSB)
2. 1% Sodium pyruvate
3. Baird-parker agar base (BPA agar)
4. BHI infusion broth
5. Coagulate (Rabbit serum)

วิธีทำ

1. เตรียม Tryptic soy broth (TSB) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และ 1% Sodium pyruvate ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง

2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำมันพะที่ความเจือจาง 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} ใส่ลงใน TSB dilution ละ 3 หลอด หลอดละ 1 มิลลิลิตร

3. นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง

4. นำสารละลาย TSB ในข้อ 2 มา streak ลงบน Baird-parker agar base (BPA agar)

5. นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง

6. บันทึกผล เทียบผลการขึ้นของเชื้อตามตาราง MPN หน่วย MPN/ml ถ้าเป็น *S. aureus* จะมี โคโลนีที่มีสีดำ มี clear zone

7. ใช้ loop เชี่ย โคโลนีสีดำ ลงเลี้ยงใน BHI infusion broth

8. นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง

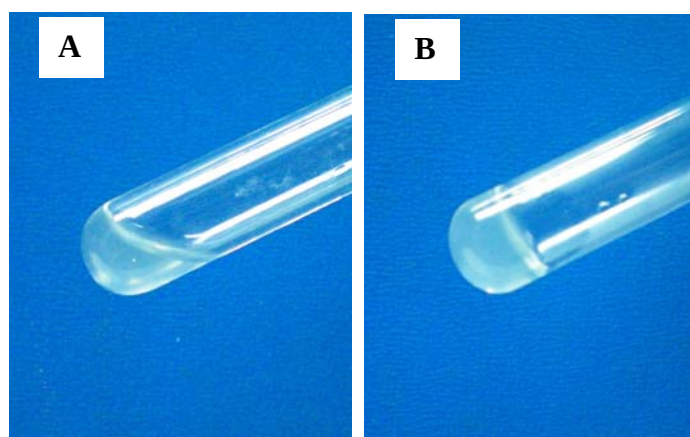
9. ใช้ปิเปตดูด BHI infusion broth ปริมาณ 20 ไมโครลิตร ลงใน Rabbit serum (Coagulate test) ปริมาณ 200 ไมโครลิตร

10. นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-10 ชั่วโมง

11. เกิด clot แสดงว่าเป็น *S. aureus* เทียบผลการขึ้นของเชื้อตามตาราง MPN หน่วย MPN/ml



ภาพผนวกที่ 21 โคโลนีสีดำมี clear zone โคจรอบ บน BPA Agar ของ *S. aureus*



ภาพผนวกที่ 22 ผลการทดสอบ Coagulase test A. Coagulase test (-) B. Coagulase test (+)

การตรวจหาแบซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*)

สารเคมี

1. Tryptic soy broth (TSB)
2. Polymyxin B
3. Mannitol-egg yolk-polymyxin (MYP)

วิธีทำ

1. เตรียม Tryptic soy broth (TSB) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และ Polymyxin B ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่หลอดทดลอง
2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำนมแพะที่ความเจือจาง 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} ใส่ลงใน TSB dilution ละ 3 หลอด หลอดละ 1 มิลลิลิตร
3. นำไปอบเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง
4. นำสารละลายในข้อ 2 มา streak ลงบน MYP
4. นำไปอบเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง
5. ตรวจสอบลักษณะโคโลนีที่มีสีชมพู มี precipitate รอบๆ เทียบผลการขึ้นของเชื้อตามตาราง MPN หน่วย MPN/ml



ภาพผนวกที่ 23 โคโลนีสีชมพูมี precipitate รอบๆ บน MYP Agar ของ *B. cereus*

การตรวจหาลิสเตอเรีย โมโนซัยโตเจเนส (*Listeria monocytogenes*)

สารเคมี

1. Listeria enrichment broth
2. Listeria selective enrich sup acc

3. Listeria selective agar

วิธีทำ

1. เขย่าตัวอย่างน้ำนมให้เข้ากันดี เช็ดปากขวดตัวอย่างด้วย 70% alcohol หรือแอลกอฮอล์ทุกครั้งเมื่อเปิดและปิดขวด
2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างน้ำนม ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Listeria enrichment broth ปริมาตร 225 มิลลิลิตร เติม Listeria selective enrich sup acc. 450 ไมโครลิตร
3. นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 30 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง
4. นำสารละลายในข้อ 2 มา streak ลงบน Listeria selective agar
5. นำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 30 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง
6. ตรวจสอบลักษณะโคโลนีที่มีสีฟ้า มี clear zone รอบๆ



ภาพผนวกที่ 24 โคโลนีสีฟ้ามี clear zone รอบๆ บน Listeria selective agar ของ

L. monocytogenes

ตารางผนวกที่ 9 ค่า MPN ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เมื่อใช้ระดับความเจือจาง 3 หลอด ที่ความเจือจาง 1, 0.1 และ 0.01

Combination of Positive			MPN/g (ml)	95% Confidence Limits	
1	0.1	0.01		Lower	Upper
0	0	0	<0.3	---	0.95
0	0	1	0.3	0.015	0.96
0	1	0	0.3	0.015	1.1
0	1	1	0.61	0.12	1.8
0	2	0	0.62	0.12	1.8
0	3	0	0.94	0.36	3.8
1	0	0	0.36	0.17	1.8
1	0	1	0.72	0.13	1.8
1	0	2	1.1	0.36	3.8
1	1	0	0.74	0.13	2.0
1	1	1	1.1	0.36	3.8
1	2	0	1.1	0.36	4.2
1	2	1	1.5	0.45	4.2
1	3	0	1.6	0.45	4.2
2	0	0	0.92	0.14	3.8
2	0	1	1.4	0.36	4.2
2	0	2	2.0	0.45	4.2
2	1	0	1.5	0.37	4.2
2	1	1	2.0	0.45	4.2
2	1	2	2.7	0.87	9.4
2	2	0	2.1	0.45	4.2
2	2	1	2.8	0.87	9.4
2	2	2	3.5	0.87	9.4
2	3	0	2.9	0.87	9.4
2	3	1	3.6	0.87	9.4

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

Combination of Positive			MPN/g (ml)	95% Confidence Limits	
1	0.1	0.01		Lower	Upper
3	0	0	2.3	0.46	9.4
3	0	1	3.8	0.87	11.
3	0	2	6.4	1.7	18.
3	1	0	4.3	0.90	18.
3	1	1	7.5	1.7	20.
3	1	2	12.	3.7	42.
3	1	3	16.	4.0	42.
3	2	0	9.3	1.8	42.
3	2	1	15.	3.7	42.
3	2	2	21.	4.0	43.
3	2	3	29.	9.0	100.
3	3	0	24.	4.2	100.
3	3	1	46.	9.0	200.
3	3	2	110.	18.	410.
3	3	3	>110.	42.	---

ภาคผนวก ข

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา

ตารางผนวกที่ 10 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบ และคุณภาพทางกายภาพของน้ำมันแพะ

แหล่งความแปรปรวน	จำนวนความเป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยของความผันแปร							
		ไขมัน	โปรตีน	แลคโตส	ของแข็งทั้งหมด	ของแข็งทั้งหมดที่ไม่รวมมันเนย	ความจำเพาะ	จุดเยือกแข็ง	ความเป็นกรด-เบส
รูปแบบการเลี้ยง	1	6.2270 ^{ns}	0.0371 ^{ns}	0.4088 ^{**}	2.7452 ^{ns}	0.7031 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.0031 ^{ns}	0.0082 ^{ns}
ฟาร์ม(รูปแบบการเลี้ยง)	4	25.3365 ^{**}	0.6630 ^{**}	0.1055 ^{ns}	32.8909 ^{**}	1.1085 ^{**}	0.0002 ^{**}	0.0031 ^{ns}	0.0936 ^{**}
									0.0338 ^{**}
									0.0133 ^{**}

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05)

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.01)

ตารางผนวกที่ 11 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์ในน้ำนมแพะ

แหล่งความแปรปรวน	จำนวนความ เป็นอิสระ	ค่าเฉลี่ยของความผันแปร	
		จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด	จำนวนเซลล์โซมาติก
รูปแบบการเลี้ยง	1	6.3640 ^{ns}	1.9284 ^{ns}
ฟาร์ม(รูปแบบการเลี้ยง)	4	6.3020 ^{ns}	8.5320 ^{**}

ns แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวธนพรรณ นิลกำเนิด
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2527
สถานที่เกิด	พระนครศรีอยุธยา
ประวัติการศึกษา	วท.บ. เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2549
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-