สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับการทำความสะอาดอุปกรณ์การบรรจุนมแพะพาสเจอไรส์ระดับครัวเรือน

SUITABLE DETERGENTS AND DISINFECTANTS USED FOR CLEANING PACKING EQUIPMENT IN HOUSEHOLD PRODUCTION OF PASTEURIZED GOAT' S MILK

กัลย์กมล แก้วขันธ์

KANKAMON KAEWKAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AI-M-054-053

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับการทำความสะอาดอุปกรณ์การบรรจุนมแพะพาสเจอไรส์ระดับครัวเรือน

SUITABLE DETERGENTS AND DISINFECTANTS USED FOR CLEANING PACKING EQUIPMENT IN HOUSEHOLD PRODUCTION OF PASTEURIZED GOAT' S MILK

T105532

กัลย์กมล แก้วกัน

KANKAMON KAEWKAN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 105532
วัน,เดือน,ปี 26 พ.ย. 2552

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AI-M-054-053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SUITABLE DETERGENTS AND DISINFECTANTS USED FOR CLEANING PACKING EQUIPMENT IN HOUSEHOLD PRODUCTION OF PASTEURIZED GOAT' S MILK

KANKAMON KAEWKAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITATION

FACULTY OF AGRO INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2009

KMITL-2009-AI-M-054-053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF AGRO INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับการทำความสะอาดอุปกรณ์การบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์ระดับครัวเรือน

Suitable Detergents and Disinfectants Used for Cleaning Packing Equipment in Household Production of Pasteurized Goat's Milk

ชื่อนักศึกษา นางสาวกัลย์กมล แก้วกัน

รหัสประจำตัว 49068760

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สุขาภิบาลอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ศศิวิมล ชื่นอิ่ม อาเหม็ด

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ศศิวิมล ชื่นอิ่ม อาเหม็ด	
รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์	
ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ	
รศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 25 กันยายน 2552 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสัมมนา D 213 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รศ.ดร.ระพีพรรณ ศานเรือนทิพ)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 29 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจล.
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
วันที่ 28 เดือน ต.ค. พ.ศ. 52
ถึงชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับการทำความสะอาดอุปกรณ์การบรรจุนมแพะพาสเจอไรส์ระดับครัวเรือน
นักศึกษา	นางสาวกัลย์กมล แก้วกัน
รหัสประจำตัว	49068760
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. ศศิวิมล ชื่นอิ่ม อาเหม็ด

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ จากผลการทดลอง Swab พื้นผิวภายในก๊อกของถังคูลเลอร์ที่ใช้ในการบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์ของโรงงานตัวอย่าง พบการเจริญของแบคทีเรียแอโรปในระดับ $1.28x10^3$ cfu/cm^2 ถึง $3.51x10^3$ cfu/cm^2 โคลิฟอร์มในระดับ $1.03x10^3$ cfu/cm^2 ถึง $6.82x10^3$ cfu/cm^2 และยีสต์และรา ในระดับ $3.74x10^3$ cfu/cm^2 ถึง $2.82x10^4$ cfu/cm^2 จากการศึกษาชนิดของสารทำความสะอาด อุณหภูมิ และเวลา ในการทำความสะอาดอุปกรณ์การบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์โดยใช้ถังคูลเลอร์ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยถอดส่วนก๊อกของถังคูลเลอร์แช่ลงในสารละลายของเชื้อจุลินทรีย์ (แบคทีเรียแอโรป *E coli* และยีสต์) ในน้ำนมแพะที่ระดับ 10^6cfu/ml นาน 30 นาที แล้วนำมาทดสอบวิธีการทำความสะอาด 5 วิธี โดยแปรผันชนิดของสาร อุณหภูมิ และเวลา ดังนี้ (1) ล้างด้วยน้ำยาล้างจาน (2) แช่น้ำอุ่น (46 องศาเซลเซียส) แล้วล้างด้วยน้ำยาล้างจานและแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (3) แช่น้ำอุ่นและล้างด้วยโซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที (4) แช่น้ำอุ่นและล้างด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรต่อปริมาตรที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที (5) แช่น้ำอุ่นและล้างด้วยโซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากผลการทดลองโดยวิธี Swab test บริเวณหัวก๊อกและท่อก๊อกก่อนและหลังการทำความสะอาด พบว่าการใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที สามารถทำลายเชื้อ *E. coli* และยีสต์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่การทำลายแบคทีเรียแอโรปมีประสิทธิภาพดีที่สุดที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที การใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เป็นต้นไปสามารถทำลายเชื้อ *E. coli* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 นาที เป็นต้นไปสามารถทำลายเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยีสต์ ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามพบว่าการทำลายเชื้อแบคทีเรียแอโรปโดยใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีประสิทธิภาพดีที่สุด การใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 นาทีเป็นต้นไป สามารถทำลายเชื้อ *E. coli* และยีสต์ ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการทำลายเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มแอโรป พบว่าการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาทีเป็นต้นไป มีประสิทธิภาพดีที่สุด และจากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่านมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจานมีจำนวนแบคทีเรียแอโรป 2.30 log cfu/ml *E. coli* 1 log cfu/ml และยีสต์ 2 log cfu/ml ตั้งแต่วันที่ 0 อย่างไรก็ตามไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 0 แต่พบยีสต์ 1 log cfu/ml ในวันที่ 10 และพบแบคทีเรียแอโรปในปริมาณ 2.6 log cfu/ml จนสิ้นสุดการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Suitable Detergents and Disinfectants Used for Cleaning Packing Equipment in Household Production of Pasteurized Goat' s Milk
Student	Miss Kankamon Kaewkan
Student ID	49068760
Degree	Master of Science
Program	Food Sanitation
Year	2009
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr. Sasivimol Chuen-Im Ahmed

ABSTRACT

This work aimed to improve the microbiological quality of pasteurized goat's milk. The results from swab test show that there were aerobic bacteria $1.28x10^3$ cfu/cm^2 - $3.51x10^3$ cfu/cm^2, coliform $1.03x10^3$ cfu/cm^2 - $6.82x10^3$ cfu/cm^2 and yeast and mould $3.74x10^3$ cfu/cm^2 - $2.82x10^4$ cfu/cm^2 contaminating inside the tap of cooler tank, the packing equipment widely used in household production of pasteurized goat's milk. The efficacy of reagent types, temperature and time used to clean and disinfect the cooler tank was investigated. In the laboratory scale experiment, the tap part of cooler tank was dissembled and dipped in the goat milk suspension of aerobic bacteria, *Escherichia coli* and yeast at approx. 10^6 cfu/ml for 30 minutes. The contaminated tap was then subjected to cleaning according to five different methods with varying reagent type, temperature and time : (1) wash with washing up liquid; (2) rinse with warm water (46 °C), then wash with washing up liquid and soak in hot water at 75, 85 and 95 °C for 5 min; (3) rinse with warm water, then wash with 0.2% (w/v) Sodium metasilicate at 50, 60 and 70 °C for 2, 5 and 10 min; (4) rinse with warm water, then wash with 2% (v/v) acetic acid at 50, 60 and 70 °C for 2, 5 and 10 min. (5) rinse with warm water, then wash with 0.2% (w/v) Sodium metasilicate at 60 °C for 10 min, follow by 2% (v/v) acetic acid at 60 °C for 10 min. The percentages of microbial reduction before and after cleaning the tap were examined using swab test. It was found that using hot water at 75 °C for 5 min and 95 °C for 5 min resulted in 100% reduction of *E. coli* and yeast number, respectively. However, cleaning the tap with hot water at 95 °C for 5 min was the most effective method for reducing the number of aerobic bacteria. Using 2% acetic acid at least 60 °C for 2 min, and at least 50 °C for 2 min resulted in 100% reduction of *E. coli* and yeast number, respectively. However, using 2% acetic acid at least 60 °C for 10 min

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

was found to be the best cleaning condition for effectively reducing the number of aerobic bacteria contaminants. Utilization of 0.2% Sodium metasilicate at least 60 °C for 2 min, resulted in 100% decrease in *E .coli* and yeast contamination. For reduction of aerobic bacteria contaminants, it was found that using 0.2% Sodium metasilicate in combination with 2% acetic acid at least 60 °C for 10 min was the most effective condition. From the study of product shelf life for 10 days at refrigerated temperature, pasteurized goat's milk that was packaged through the tap previously cleaned with washing up liquid, had aerobic plate count 2.30 log cfu/ml, *E. coli* 1 log cfu/ml and yeast 2 log cfu/ml from the day 0. There was no microbial contamination in pasteurized goat's milk that was packaged through the tap cleaned with 2% acetic acid on day 0, however there was yeast 1 log cfu/ml detected from day 10 and aerobic bacteria 2.6 log cfu/ml remained throughout the end of storage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภายใต้โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว.สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ ความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร. ศศิวิมล ชื่นอิ่มอาเหม็ด ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ รศ.ดร. อดิศร เสวตวิวัฒน์ และ ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ ที่ให้เกียรติเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้ความรู้คำปรึกษาและคำแนะนำอันมีค่ามีประโยชน์ ตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องจนเสร็จสมบรูณ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ เกตุไพเราะฟาร์ม ที่ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อสถานที่ที่ใช้ทำการทดลองในงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ ญาติมิตรและเพื่อนๆ ทุกคน ที่คอยให้กำลังใจและให้คำปรึกษาสม่ำเสมอ

กัลย์กมล แก้วกัน

1 ตุลาคม 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง VIII

สารบัญภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 1

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.3 วัตถุประสงค์ 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 นมแพะพาสเจอร์ไรส์ 3

2.2 องค์ประกอบของนมแพะเปรียบเทียบกับนมโค 3

2.3 จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในนมและผลิตภัณฑ์นม 5

2.4 การควบคุมกำกับทางกฎหมายของผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์ 7

2.5 สิ่งสกปรกจากอุตสาหกรรมนม (Deposit formation) 8

2.6 การล้างทำความสะอาด 12

2.7 กรดอะซิติก 24

2.8 โซเดียม เมตะซิลิเกต 27

2.9 การเลือกใช้สารทำความสะอาด (Cleaning compound selection) 28

2.10 คุณภาพของน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาด (Water quality considerations) 31

2.11 การฆ่าเชื้อ (Disinfection หรือ Sanitizing) 32

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 43
3.1 วัตถุดิบ 43
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 43
3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ 43
3.4 สารเคมี 44
3.5 เชื้อจุลินทรีย์ 44
3.6 วิธีการทดลอง 44
3.7 การออกแบบการทดลอง 47

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 48
4.1 ผลการศึกษาแหล่งปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ระดับครัวเรือนของโรงงานตัวอย่าง 48
4.2 ผลการศึกษาชนิดของสารและสภาวะการทำความสะอาดที่เหมาะสม 50
4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา (Shelf-life) ผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอไรส์ 59

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 64
5.1 สรุปผลการทดลอง 64
5.2 ข้อเสนอแนะ 65

บรรณานุกรม 66

ภาคผนวก 72
ภาคผนวก ก. สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 72
ภาคผนวก ข วิธีการเตรียมสารเคมี 76

ประวัติผู้วิจัย 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 องค์ประกอบของนมแพะเปรียบเทียบกับนมโค จากการวิเคราะห์ในยุโรป 4

2.2 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *S. aureus*, *E. coli* และ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างนมจากสัตว์ให้นม 7

2.3 แสดงองค์ประกอบของคราบสิ่งสกปรกที่เกิดจาก Skim milk ในการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ในระบบ Plate Heat Exchanger ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส 10

2.4 ปฏิกิริยาของสิ่งสกปรกชนิดต่างๆ ในสารทำความสะอาดแต่ละชนิด 10

2.5 ปฏิกิริยาของสิ่งสกปรกชนิดต่างๆ ต่อลักษณะพื้นผิวอุปกรณ์แต่ละชนิด 11

2.6 ประเภทและหน้าที่ของสารทำความสะอาด 17

2.7 สารทำความสะอาดประเภทด่างที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร 19

2.8 เปรียบเทียบคุณสมบัติของกรดอินทรีย์และกรดอนินทรีย์ที่ใช้ทำความสะอาด 20

2.9 คุณสมบัติของสารทำความสะอาด 29

2.10 การใช้สารทำความสะอาดผิวหน้าของเครื่องมือเครื่องใช้ 30

2.11 กลไกในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ของสารฆ่าเชื้อต่างๆ 38

2.12 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพปัจจัยและวิธีการฆ่าเชื้อของสารฆ่าเชื้อประเภทต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารนม 39

2.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อที่ใช้ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ 39

4.1 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบปนเปื้อนภายในบริเวณก๊อกบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์ (*Swab ในช่วงเดือนกันยายน 2551) 50

4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบปนเปื้อนภายในบริเวณก๊อกบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์ (*Swab ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2551) 50

4.3 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นภายในก๊อกบรรจุก่อนทำการบรรจุผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 สิ่งสกปรกในกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ 9

2.2 การล้างตะกร้า 14

2.3 ข้อต่อของเครื่องบรรจุ 14

2.4 การล้างถังเก็บน้ำนมดิบ 14

2.5 การล้างถังปรับระดับเหนือเครื่องบรรจุ 14

2.6 การล้างทำความสะอาดแบบ CIP 15

2.7 การตรวจสอบความสะอาดของเครื่องมือและอุปกรณ์ 16

2.8 กลไกการทำงานของสารลดแรงตึงผิว 23

2.9 กลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยกรดแก่ 26

2.10 การฆ่าเชื้อถังรอบรรจุด้วยน้ำร้อน 34

2.11 การล้างทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพสารมารถช่วยให้สารฆ่าเชื้อทำงานได้ดี 40

3.1 พื้นผิวในการ Swab (ก) ท่อก๊อก 10.17 ตารางเซ็นติเมตร (ข) หัวก๊อก 2.00 ตารางเซนติเมตร และ (ค) ท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อก 1.54 ตารางเซนติเมตร 45

4.1 บริเวณจุดอับในท่อก๊อก (ก) และพื้นผิวท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อกที่มีลักษณะพื้นผิวเป็นเกลียวคลื่น (ข) 49

4.2 ลักษณะของแบคทีเรียแอโรป (ก) และยีสต์ (ข) ที่ปนเปื้อนภายในก๊อกบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์) 49

4.3 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเชื้อ *E.coli* ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้น้ำยาล้างจานร่วมกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับการล้างด้วยน้ำยาล้างจานเพียงอย่างเดียว (Control) 52

4.4 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเชื้อแบคทีเรียแอโรปที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้น้ำยาล้างจานร่วมกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับการล้างด้วยน้ำยาล้างจานเพียงอย่างเดียว (Control) 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณยีสต์ ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้น้ำยาล้างจานร่วมกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับการล้างด้วยน้ำยาล้างจานเพียงอย่างเดียว (Control) 53

4.6 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเชื้อ *E.coli* ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที 55

4.7 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเชื้อแบคทีเรียเอโรปที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที 56

4.8 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณยีสต์ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที 56

4.9 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณ *E. coli* ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดย ใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที และการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที 58

4.10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแบคทีเรียเอโรปที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที และการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที 58

4.11 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณยีสต์ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที และการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.12 ปริมาณเชื้อ *E.coli* ในผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน —◆— เปรียบเทียบกับการล้างด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์—■— ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที 60

4.13 ปริมาณแบคทีเรียแอโรปในผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน —◆— เปรียบเทียบกับการล้างด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ —■— ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที 62

4.14 ปริมาณยีสต์ในผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน —◆— เปรียบเทียบกับการล้างด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ —■— ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในอดีตชาวไทยนิยมดื่มนมแพะเฉพาะในกลุ่มชาวไทยที่มีเชื้อสายภารตะ แต่ในปัจจุบันนี้ วิทยาศาสตร์การอาหารก้าวไกล ทำให้ผู้บริโภครู้จักคุณค่าทางอาหารของนมแพะ จึงนิยมดื่มนมแพะกันมากขึ้น นมแพะมีคุณสมบัติหลายประการที่ดีกว่านมโค จากการทดลองในมนุษย์และสัตว์บ่งชี้ว่าการบริโภคนมแพะให้ผลดีกว่าการบริโภคนมโค เนื่องจากนมแพะมีปริมาณของสารอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุสูงกว่านมโค ย่อยง่ายและถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีกว่านมโค นอกจากนี้ในการผลิตนมแพะไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนโฮโมจิไนเซชัน เนื่องจากไขมันนมแพะมีขนาดเล็ก ไม่มีการแยกชั้นของไขมันในนมแพะ จึงมีความเหมาะสมต่อการแปรรูปในระดับชาวบ้าน เนื่องจากไม่ต้องใช้เครื่องโฮโมจิไนส์ซึ่งมีราคาแพง (สมชัยและณิชารัตน์, 2548)

จากการสำรวจของหน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาในปี 2551 โครงการศึกษาสถานการณ์การผลิตและคุณภาพความปลอดภัยของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ พบว่าในการผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบไม่ต่อเนื่อง มีการให้ความร้อนโดยการใช้หม้อต้มสแตนเลส หรือกาน้ำ โดยใช้น้ำ/ไอน้ำเป็นตัวกลางในการให้ความร้อน จำนวน 5 แห่ง (33.33 เปอร์เซ็นต์) และมีการให้ความร้อนโดยการสัมผัสเตาแก๊สโดยตรง จำนวน 9 แห่ง (60 เปอร์เซ็นต์) มีการบรรจุโดยใช้ถังคูลเลอร์ กาน้ำ หรือบรรจุจากหม้อต้มซึ่งมีลักษณะโค้งงอ จำนวน 9 แห่ง (60 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้ทำความสะอาดได้ไม่ทั่วถึงและเป็นที่สะสมของจุลินทรีย์ในบริเวณดังกล่าว โดยจากการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์ทั้งหมด 16 แห่ง พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียแอโรป (Aerobic plate count) จำนวน 1 แห่ง ที่ระดับการปนเปื้อนมากกว่า 10^6 cfu/ml ยีสต์ จำนวน 4 แห่ง ที่ระดับการปนเปื้อน $4x10^1$, $7.50x10^1$, $5.65x10^2$ และ $7.05 x10^2$ cfu/ml รา จำนวน 1 แห่ง ที่ระดับการปนเปื้อน 10 cfu/ml โคลิฟอร์ม จำนวน 2 แห่ง ที่ระดับการปนเปื้อน 10.83 และ 22.74 โดยวิธี MPN และ *Staphylococcus aureus* จำนวน 1 แห่ง ที่ระดับการปนเปื้อนมากกว่า 10^2 cfu/ml การปนเปื้อนดังกล่าวส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์การผลิตที่ไม่เหมาะสม โดยพบว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของสถานที่ผลิตนมแพะเหล่านี้มีการใช้น้ำยาล้างจานเพียงอย่างเดียวในการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์การผลิต (หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2551)

จากปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์มีอายุการเก็บรักษาสั้นและมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จะศึกษาชนิดของสารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่เหมาะสมในการทำความสะอาดอุปกรณ์การบรรจุผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์แบบถังคูลเลอร์สแตนเลสที่ใช้ในการผลิตระดับครัวเรือน

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย

สำรวจแหล่งการปนเปื้อนของแบคทีเรียแอโรป ยีสต์รา และโคลิฟอร์ม ในบริเวณจุดอับ และบริเวณที่มีลักษณะโค้งงอและยากต่อการทำความสะอาดในถังคูลเลอร์สำหรับบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์ และศึกษาสภาวะการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในบริเวณดังกล่าวด้วยน้ำร้อน โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์และโซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ โดยแปรผันอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด เปรียบเทียบกับการใช้น้ำยาล้างจานเพียงอย่างเดียว จากนั้นเลือกวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมาใช้ทำความสะอาดอุปกรณ์การบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์และศึกษาอายุการเก็บรักษานมแพะพาสเจอร์ไรส์

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 ศึกษาแหล่งปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์

1.3.2 ศึกษาชนิด อุณหภูมิ และเวลาของสารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่เหมาะสมในการทำความสะอาดอุปกรณ์การบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์แบบถังคูลเลอร์

1.3.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบวิธีที่เหมาะสมในการทำความสะอาดอุปกรณ์การบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์แบบถังคูลเลอร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับครัวเรือนได้ เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และเพิ่มอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นมแพะพาสเจอร์ไรส์

การพาสเจอร์ไรส์ หมายถึง การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน โดยจะทำให้เชื้อที่ก่อโรคส่วนใหญ่ถูกทำลายโดยอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ไม่สูงหรือนานเกินไป ทำให้สารอาหารที่มีคุณค่าสูงในนมส่วนใหญ่ยังคงอยู่ แต่มีข้อเสียคือ เนื่องจากยังคงมีเชื้อแบคทีเรียบางชนิดหลงเหลืออยู่ จึงทำให้เกิดการเน่าเสียได้ ดังนั้นจึงต้องมีการเก็บรักษาในตู้เย็น และมีระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่เกิน 10 วัน นมแพะพาสเจอร์ไรส์แบบครัวเรือนทำโดยการบรรจุนมในภาชนะที่สะอาด เช่น ขวดแก้วที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว หรือถุงพลาสติกทนความร้อน แล้วแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือที่ 72 องศาเซลเซียส นาน 2-5 นาที (ขึ้นอยู่กับความหนาและชนิดของของภาชนะที่ใช้บรรจุนม กล่าวคือ อุณหภูมิของนมควรมีอุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียสอย่างทั่วถึง ไม่ต่ำกว่า 30 วินาที) แล้วทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว โดยแช่ในอ่างน้ำ 5-10 นาที (ขึ้นอยู่กับความเย็นของน้ำ) แล้วจึงนำไปแช่ตู้เย็น กรณีที่มีนมเป็นจำนวนมาก อาจใช้อุปกรณ์การพาสเจอร์ไรส์เฉพาะเป็นภาชนะที่ทำด้วยเหล็กสแตนเลสสองชั้น ชั้นในสำหรับบรรจุนม ชั้นนอกเป็นน้ำหล่อเลี้ยงที่ช่วยกระจายความร้อนจากขดลวดให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า มีอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ และอาจติดตั้งใบพัดและมอเตอร์กวนนมระหว่างที่ทำการพาสเจอร์ไรส์ (สมชัยและณิชารัตน์, 2548)

2.2 องค์ประกอบของนมแพะเปรียบเทียบกับนมโค

นมแพะมีไขมันสูงหรือต่ำกว่านมโคนั้น อาจสรุปเช่นนั้นไม่ได้ เนื่องจากขึ้นกับสายพันธุ์ของแพะนมซึ่งมีหลายสายพันธุ์ เช่นเดียวกับโคนมบางสายพันธุ์ เช่น พันธุ์ Sanan ให้ปริมาณน้ำนมมากแต่ปริมาณไขมันต่ำ ขณะที่บางสายพันธุ์ เช่น พันธุ์ Nubian จะให้ปริมาณน้ำนมน้อยกว่าแต่ปริมาณไขมันสูง สิ่งที่แตกต่างระหว่างนมโคและนมแพะ ที่ชัดเจนคือ ขนาดของหยดไขมัน (Fat globules) โดยนมแพะมีขนาดเล็กกว่านมโค แร่ธาตุต่างๆ ในน้ำนมนั้น แร่ธาตุบางชนิดในนมแพะจะสูงกว่าในนมโค ได้แก่ แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส และคลอไรด์ ในขณะเดียวกันก็มีแร่ธาตุบางชนิดต่ำกว่านมโค ได้แก่ โซเดียม สังกะสี และโมลิบดินัม ส่วนประโยชน์ในแง่ของวิตามินนั้น นมแพะจะเปลี่ยนคาโรทีนทั้งหมดให้อยู่ในรูปของวิตามินเอ จึงทำให้นมแพะสีจะค่อนข้างขาวกว่านมโค ซึ่งยังมีบางส่วนอยู่ในรูปคาโรทีนอยด์ ส่วนกลุ่มกรดโฟลิคนั้น นมแพะจะมีสูงกว่านมโค ขณะเดียวกันก็มีวิตามินบางชนิดต่ำกว่านมโค ได้แก่ วิตามินบี 2 และวิตามินบี 12 (มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 2552) องค์ประกอบของนมแพะดังแสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของนมแพะเปรียบเทียบกับนมโค จากการวิเคราะห์ในยุโรป

สารอาหาร	นมแพะ	นมโค
น้ำ (g)	86.6	87.5
แป้ง (g)	4.2	4.5
ไขมัน (g)	3.92	3.78
โคเลสเตอรอล (mg)	11.0	12.3
โปรตีน (g)	3.69	3.33
แร่ธาตุรวม (g)	0.79	0.74
แคลเซียม (mg)	127	120
ฟอสฟอรัส (mg)	109	92
โซเดียม (mg)	42	48
แมกนีเซียม (mg)	14	12
โปแตสเซียม (mg)	181	157
คลอไรด์ (mg)	142	102
เหล็ก (µg)	50	46
สังกะสี (µg)	260	380
ทองแดง (µg)	18	21
นิคเกิล (µg)	19	2.5
โครเมียม (µg)	13	10
ซีลีเนียม (µg)	700	1.41
โมลิบดินัม (µg)	1.8	2.5
โบรอน (µg)	ไม่มีข้อมูล	27
โบรมีน (µg)	457	102
ไอโอดีน (µg)	4.1	4.2
อลูมิเนียม (µg)	ไม่มีข้อมูล	46
วิตามิน		
วิตามินเอ (เรตินอล) (µg)	68	32
เบต้า-แคโรทีน (µg)	35	17
วิตามินดี (ng)	250	63
วิตามินอี (µg)	ไม่มีข้อมูล	128
แอลฟา-โทโคฟีรอล (µg)	ไม่มีข้อมูล	128
วิตามินเค (µg)	ไม่มีข้อมูล	4
วิตามินบี 1 (µg)	49	37
วิตามินบี 2 (µg)	150	180
นิโคตินาไมด์ (µg)	320	90
กรดแพนโททีนิค (µg)	310	350
วิตามินบี 6 (µg)	27	36
ไบโอติน (µg)	3.9	3.5
กรดโฟลิค (µg)	800 (ng)	6.7
วิตามินบี 12 (ng)	70	420
วิตามินซี (ng)	2.0	1.7

ที่มา : สมชัยและณิชารัตน์ (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในนมและผลิตภัณฑ์นม

2.3.1 จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในนม

ในช่วงปี ค.ศ.1985 ได้เกิดสถานการณ์การระบาดของ Salmonellosis ในนมพาสเจอร์ไรส์ ในช่วงต่อมาได้เกิดอาหารเป็นพิษโดยเกิดจากการปนเปื้อนของ *Staphylococcus* ในไอศครีม และพบ Listeriosis จากเนยแข็ง โดยแต่ละเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นล้วนมีผู้เสียชีวิตเป็นจำนวนมากและมีการเรียกคืนสินค้าดังกล่าวกับโรงงานที่ผลิตเป็นจำนวนมาก จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนำมาสู่การบังคับใช้ทางกฎหมายกับสถานที่ผลิตนมและผลิตภัณฑ์นม และกระตุ้นการปรับปรุงในส่วนของการผลิตและการสุขาภิบาล นอกจากนี้ทำให้เกิดการวางโปรแกรมในการสุขาภิบาลอย่างเร่งด่วน (Marriott and Gravani, 2006) ซึ่งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคที่เกิดความรุนแรงในนมและผลิตภัณฑ์นม ดังแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

Listeria monocytogenes

จากการปนเปื้อนของ *Listeria monocytogenes* ในนมและผลิตภัณฑ์นมที่มีการหมักและไม่มีการหมักได้กระตุ้นให้โรงงานอุตสาหกรรมนมมีการปรับปรุงระบบการผลิตและผู้ปฏิบัติงานให้ถูกสุขลักษณะรวมไปถึงความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ แหล่งที่พบการเจริญของเชื้อนี้ส่วนใหญ่มักพบทั่วไปในสิ่งแวดล้อมและในลำไส้โค กระบือ โดยพบในสิ่งแวดล้อมทั่วไปและในระบบขับถ่ายมนุษย์ 5 เปอร์เซนต์ น้ำนมดิบ 5-10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่พบว่ามีการปนเปื้อนในเนยแข็งและไอศครีม ซึ่งมีสาเหตุการปนเปื้อนในระหว่างที่มีการผลิตและการสุขาภิบาล ในปี ค.ศ. 1983 พบการระบาดของ Listeriosis ในรัฐ Massachusetts ซึ่งมีสาเหตุการปนเปื้อนจากนมพาสเจอร์ไรส์ ต่อมาในปี ค.ศ. 1985 เกิดการระบาดในรัฐ Los Angeles โดยมีการปนเปื้อนจากเนยแข็ง ส่งผลให้ U.S. Food and Drug Administration (FDA) ได้มีการออกข้อกำหนดเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อโรคชนิดนี้ และนำมาสู่การสำรวจจุลินทรีย์ก่อโรคในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตนมและผลิตภัณฑ์นม และจากการสำรวจ พบว่าสาเหตุการปนเปื้อนส่วนใหญ่มาจากหลังกระบวนการผลิต (Marriott and Gravani, 2006)

L. monocytogenes ถูกทำลายโดยสารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ เช่น คลอรีน ไอโอดีน กรดอนินทรีย์ และสารในกลุ่มแอมโมเนียม โดยออกฤทธิ์ในการทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm, 25-45 ppm, 200 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ พบว่าสารในกลุ่มแอมโมเนียมไม่เหมาะในการนำมาใช้ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในอุตสาหกรรมการผลิตเนยแข็ง เนื่องจากสารดังกล่าวในปริมาณเล็กน้อยมีผลทำให้ลดการเจริญเติบโตของหัวเชื้อแบคทีเรียแลคติก (Lactic acid starter) จึงนิยมใช้กรดอนินทรีย์และไอโอดีนในการฆ่าเชื้อ แต่ข้อเสียของการใช้สารเหล่านี้ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ คืออาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการปนเปื้อนทางเคมีในผลิตภัณฑ์และก่อให้เกิดการสึกกร่อนของอุปกรณ์การผลิต (Marriott and Gravani, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Salmonella spp.

พบว่ามีการปนเปื้อนของ *Salmonella* ในนมและผลิตภัณฑ์นม 5 เปอร์เซ็นต์ โดยพบได้ทั่วไปในสัตว์ที่ให้น้ำนม (Dairy animal) (Wells และคณะ, 2001) ซึ่งสาเหตุของการปนเปื้อนมาจากบริเวณต่อมน้ำนม (Radke และคณะ, 2002) นอกจากนี้สาเหตุหลักของการปนเปื้อนเชื้อดังกล่าวมาจากน้ำนมดิบซึ่งปนเปื้อนมากับอุจจาระ

Escherichia coli O157 : H7

พบว่ามีการปนเปื้อนมาจากน้ำนมดิบ โดยส่วนใหญ่พบในเนยแข็ง และ Cheddar cheese Buchanan และ Doyle (1997) ได้เสนอแนวทางการควบคุมเชื้อดังกล่าว โดยใช้ความร้อนเพื่อทำลายเชื้อ (Thermal processing) รวมไปถึงการใช้กัมมันตภาพรังสี (Ionizing radiation) ซึ่งนิยมใช้ในอุตสาหกรรมนม เนื้อสัตว์และสัตว์ปีก เนื่องจากรังสีสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ในระดับ 1.5-3.0 KGy (Clavero, 1994)

2.3.2 จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอุตสาหกรรมนมแพะ

Desenclos และคณะ (1996) ศึกษาการระบาดของ *Salmonella* Enterica serotype Paratyphi B ในคนไข้ที่รับประทานเนยแข็งที่ผลิตจากนมแพะในฝรั่งเศส เพื่อทราบถึงพาหะและแหล่งที่มาของการปนเปื้อน พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อระหว่างกระบวนการผลิตเนยแข็งที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ และไม่มีการทวนสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์หลังการผลิต

Roberto และคณะ (2002) ได้ศึกษาคุณภาพของน้ำนมแพะดิบที่นำไปใช้ในการผลิต Caprino cheese จำนวน 60 ตัวอย่างจากฟาร์ม พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 5.0×10^{4}cfu/ml ยีสต์ 2.5×10^{2}cfu/ml โคลิฟอร์ม 9.1×10^{2} cfu/ml *E. coli* 2.9 cell/ml Enterococci 1.1×10^{2} cfu/ml Lactococci 3.4×10^{3} cfu/ml Lactobacilli 3.0×10^{3} cfu/ml แบคทีเรียชนิดทนเกลือ 8.2×10^{3} cfu/ml สปอร์ของแบคทีเรียชนิดมีโซไฟล์ 11 cfu/ml จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว 9.9×10^{5} cfu/ml พบ *Staphylococcus aureus* มากกว่า 10^{5} cfu/ml คิดเป็น 43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแหล่งของตัวอย่างน้ำนมดิบส่งผลกระทบต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม Lactobacilli และจุลินทรีย์ที่ทนเกลือ

Muehlherr และคณะ (2003) ทดลองตรวจหาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในถังเก็บนมดิบของนมแพะและแกะในสวิตเซอร์แลนด์ จากถังเก็บนมแพะ 344 ถัง และนมแกะ 63 ถัง พบเชื้อ *S. aureus* ในนมแพะ 31.7 เปอร์เซ็นต์ นมแกะ 33.3 เปอร์เซ็นต์ พบสารพิษที่สร้างจาก *E. coli* ในนมแพะ 16.3 เปอร์เซ็นต์ นมแกะ12.7 เปอร์เซ็นต์ พบ *Mycobacterium avium* ssp. *paratube* ในนมแพะ 23 เปอร์เซ็นต์ และในนมแกะ 23.8 เปอร์เซ็นต์

Ekici และคณะ (2004) ได้ศึกษาการแยกชนิดของจุลินทรีย์ก่อโรคในสัตว์ให้นมชนิดต่างๆ ได้แก่ โค แกะ และแพะ ซึ่งได้ศึกษา *S. aureus* และ *E. coli* โดยผลการศึกษาพบว่าในน้ำนมแพะมีการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* 12 เปอร์เซ็นต์ (3 ใน 25 ตัวอย่าง) และพบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20 เปอร์เซ็นต์ (5 ใน 25 ตัวอย่าง) ดังตารางที่ 2.2 จากผลการวิเคราะห์พบจุลินทรีย์ก่อโรคในตัวอย่างนมดิบ มีความเสี่ยงต่อการเพิ่มปริมาณของเชื้อในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ถูกนำมาพาสเจอร์ไรส์ หรือให้ความร้อนในการผลิตก่อน เช่น เนยแข็ง เนย ครีม จึงเสี่ยงต่อการก่อให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภค

ตารางที่ 2.2 การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *S. aureus, E. coli* และ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างนมจากสัตว์ให้นม

แหล่งน้ำนม	จำนวนตัวอย่าง	*S. aureus*	*E. coli*	*Salmonella* spp.
โค	4	3 (75 เปอร์เซ็นต์)	ND	ND
แกะ	36	6 (16.6 เปอร์เซ็นต์)	1(3.6 เปอร์เซ็นต์)	ND
แพะ	25	3 (12 เปอร์เซ็นต์)	5 (20 เปอร์เซ็นต์)	ND
รวม	66	12 (18.18เปอร์เซ็นต์)	6 (9.09 เปอร์เซ็นต์)	ND

ND: Not determined ที่มา: Ekici และคณะ (2004)

Jorgensen และคณะ (2005) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของ *S. aureus* ในฟาร์มผลิตเนยแข็งขนาดเล็กในประเทศนอร์เวย์ ซึ่งมีการผลิตเพิ่มมากขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงมีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนของสารพิษ Enterotoxin สู่ผู้บริโภค ดังนั้นจึงได้ศึกษาแหล่งปนเปื้อนของ *S. aureus* ในน้ำนมดิบที่นำมาผลิตเนยแข็ง โดยสุ่มตัวอย่างจากสัตว์ สิ่งแวดล้อม อุปกรณ์การผลิต พนักงาน และจากเนยแข็ง พบว่ามีการปนเปื้อนมาจากสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมากที่สุด และพบว่าถังเก็บน้ำนมดิบเป็นจุดสำคัญที่สุดในการลดจำนวนเชื้อในน้ำนมที่จะนำมาใช้ผลิตเนยแข็ง

2.4 การควบคุมกำกับทางกฎหมายของผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์

2.4.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์น้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์จัดเป็นเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ. 2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ซึ่งมีการกำหนดคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์ไว้คือ ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร โดยวิธี MPN ไม่พบแบคทีเรียชนิด *E. coli* จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและสารพิษจากจุลินทรีย์ ยีสต์และรา มีวัตถุกันเสีย ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 ppm และ กรดซอร์บิก โซเดียมเบนโซเอต ไม่เกิน 200 ppm (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2543)

2.4.2 มาตรฐานสถานที่ผลิต

น้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มาจากนมของสัตว์อื่นนอกจากน้ำนมโคที่นำมาบริโภคในลักษณะที่เป็นนมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรส์ จัดเป็นอาหารที่กำหนดวิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตและการเก็บรักษาอาหารเป็นการเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 298) พ.ศ. 2549 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2549)

2.4.3 การศึกษาคุณภาพความปลอดภัยและกระบวนการผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ในประเทศไทย

สุปราณี (2545) ได้สรุปแนวทางการแก้ปัญหาการผลิตนมแพะ ดังต่อไปนี้

2.4.3.1 จัดทำประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานเฉพาะสำหรับนมแพะ

2.4.3.2 จัดทำแนวทางการศึกษาวิจัย ประเมินศักยภาพความพร้อมของสถานที่ผลิต เพื่อนำข้อมูลไปพัฒนาและจัดหาเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม

2.4.3.3 ส่งเสริม สนับสนุนให้มีการรวมกลุ่มของผู้ประกอบการ เพื่อใช้เป็นศูนย์กลางในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและแลกเปลี่ยนประสบการณ์

2.4.3.4 ประชาสัมพันธ์ให้ผู้ประกอบการทราบถึงกระบวนการตรวจสอบดูแลของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด และผู้ประกอบการต้องมีความรู้เรื่องการผลิตและควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามกฎหมาย

สมเกียรติ (2547) ได้ศึกษากระบวนการผลิตนมแพะในระบบพาสเจอร์ไรส์และสเตอริ-ไลส์ตามมาตรฐานความปลอดภัยแบบครบวงจร กรณีศึกษาของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนม อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี พบปัญหาดังต่อไปนี้

เกษตรกร : (1) ขาดความใส่ใจเรื่องความสะอาด เช่น ไม่มีการเช็ดล้างเต้านมก่อนรีด ผ้าที่ใช้เช็ดไม่สะอาด น้ำที่ใช้ทำความสะอาดสกปรก และไม่ล้างมือก่อนรีดนม (2) ภาชนะที่ใช้ยากต่อการทำความสะอาด เช่น ขวดน้ำอัดลม

ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ : (1) ไม่มีความเข้าใจในการกำหนดคุณภาพน้ำนมดิบที่จัดส่ง (2) ขาดการเอาใจใส่ในการกำหนดระยะเวลาจัดเก็บก่อนนำมาแปรรูป โดยไม่เป็นไปตาม First In First Out (3) ไม่ระมัดระวังในการเก็บรักษา ซึ่งมีการบรรจุในถุงพลาสติกขณะขนส่ง ทำให้เกิดการแตกรั่วของภาชนะบรรจุ

สถานที่ผลิต : (1) ระหว่างการฆ่าเชื้อไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและ เวลาในการฆ่าเชื้อ (2) ไม่มีการควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงาน (2) การนำน้ำนมดิบมาใช้ไม่เป็นไปตามหลัก First In First Out

2.5 สิ่งสกปรกจากอุตสาหกรรมนม (Deposit formation)

การแบ่งประเภทของสิ่งสกปรก

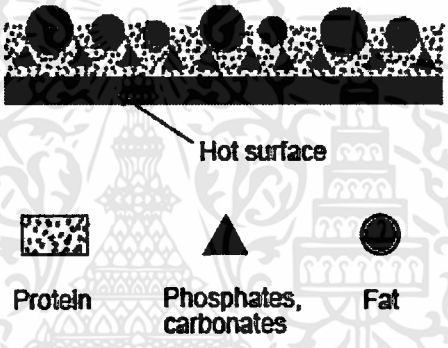
สิ่งสกปรกในกระบวนการพาสเจอร์ไรส์มี 3 ประเภท (ภาพที่ 2.1) คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คราบไขมัน จะติดอยู่ที่ระดับผิวของน้ำนม ซึ่งอาจขยายต่ำลงมาจากผิวได้ถ้าใบพัดกวนนมหยุดหมุน และระดับของน้ำนมในถังลดต่ำลง

2. คราบโปรตีนและแร่ธาตุในน้ำนมจะติดอยู่ที่ผิวของถังใต้ระดับไขมันและจะหนาขึ้นในอุปกรณ์ที่ได้รับความร้อน เช่น ในการพาสเจอร์ไรส์จะทำให้คราบน้ำนมเกาะติดบนผิวของโลหะแน่นยิ่งขึ้น

3. ตะกรันน้ำนมหรือคราบน้ำนมที่ซ้อนกันหลายชั้นจนหนา (Milk stone) เกิดจากการสะสมของคราบน้ำนม เกลือจากน้ำกระด้าง และการใช้สารทำความสะอาดที่ไม่เหมาะสม เช่น สารทำความสะอาดที่มีส่วนผสมของคาร์บอเนต เมื่อละลายในน้ำกระด้างจะตกตะกอน ซึ่งตะกรันนมที่เกิดขึ้นจะซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ในแต่ละชั้นจะมีแบคทีเรียฝังตัวอยู่ ซึ่งเป็นแบคทีเรียพวกที่ทนความร้อน และตะกรันดังกล่าวยังทำให้การถ่ายเทความร้อนไม่ได้ตามที่กำหนดอีกด้วย



ภาพที่ 2.1 สิ่งสกปรกในกระบวนการพาสเจอร์ไรส์

(ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2550)

Walstra และคณะ (1999) ได้แบ่งหมวดหมู่ของคราบสิ่งสกปรกจากนมได้ 2 ประเภท

1. คราบสิ่งสกปรกที่มีผลจากอุณหภูมิปานกลาง (80 องศาเซลเซียส) ส่งผลให้เกิดคราบหินปูน 35 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยคราบดังกล่าวมีลักษณะเป็นก้อนเคิร์ดที่มีสีเหลือง

2. คราบสิ่งสกปรกที่มีผลจากอุณหภูมิสูง (100 องศาเซลเซียส เป็นต้นไป) ส่งผลให้เกิดคราบหินปูน 70 เปอร์เซ็นต์ (ส่วนใหญ่เป็นแคลเซียมฟอสเฟต) นอกจากนี้ยังอยู่ในรูปของโปรตีนทำให้คราบเกิดการฝังแน่นโดยคราบดังกล่าวมีสีเทา เรียกว่า Milk stone หรือ Scale

2.5.1 กระบวนการเกิดคราบนม

2.5.1.1 อุณหภูมิบนพื้นผิว

เมื่อภาชนะบรรจุน้ำนมได้รับความร้อน ส่งผลให้บริเวณด้านในของภาชนะมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำนมโดยทำให้น้ำนมเกิดเป็นคราบยึดติดแน่นบริเวณพื้นผิวอย่างรวดเร็ว โดยองค์ประกอบของคราบสกปรกในนมที่มีส่วนประกอบที่แตกต่างกันส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คราบสกปรกที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.3 ส่วนการเกิดคราบนมใน Plate Heat Exchanger พบว่า เมื่อน้ำนมถูกส่งผ่านมายัง Plate Heat Exchanger อย่างต่อเนื่อง และสัมผัสกับความร้อนทำให้น้ำนมเกิดเป็นคราบยึดติดแน่นภายในบริเวณแผ่น Plate ส่งผลให้ความร้อนที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ในนมมีประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากมีคราบสิ่งสกปรกยึดเกาะภายในบริเวณแผ่น Plate อย่างหนาแน่น และในตารางที่ 2.4 แสดงถึงปฏิกิริยาของสิ่งสกปรกชนิดต่างๆ ในสารทำความสะอาดแต่ละชนิด ซึ่งพบว่าสารทำความสะอาดประเภทกรด สามารถทำความสะอาดสิ่งสกปรกจำพวกอนินทรีย์สารได้มากที่สุด ในขณะที่สารทำความสะอาดประเภทด่าง สามารถทำความสะอาดสิ่งสกปรกจำพวกอินทรีย์สารได้ดีกว่ากรด

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบของคราบสิ่งสกปรกที่เกิดจาก Skim milk ในการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ในระบบ Plate Heat Exchanger ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส

องค์ประกอบของคราบสิ่งสกปรก (Component)	เปอร์เซนต์ของ Dry matter	
	Skim milk	คราบสิ่งสกปรก
Serum protein	6	34
Casein	31	11
Total salts	8	45
Ca	1.3	16
PO_4 inorganic	2.0	23
Sugars	53	0.0
Other	2	10

ที่มา : Walstra และคณะ (1999)

ตารางที่ 2.4 ปฏิกิริยาของสิ่งสกปรกชนิดต่างๆ ในสารทำความสะอาดแต่ละชนิด

ชนิดของสิ่งสกปรก	ปฏิกิริยาการละลายในตัวทำละลาย	ความยาก-ง่ายในการขจัดคราบ
เกลือ	ละลายในน้ำ และกรด	ง่าย-ยาก
น้ำตาล	ละลายในน้ำ	ง่าย
ไขมัน	ไม่ละลายน้ำ ละลายในด่าง	ยาก
โปรตีน	ไม่ละลายน้ำ ละลายในกรดได้เล็กน้อย ละลายในด่าง	ยากมาก

ที่มา : Marriott and Gravani (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.2 การยึดเกาะของสิ่งสกปรกในพื้นผิวอุปกรณ์

ชนิดของโครงสร้างพื้นผิวอุปกรณ์การผลิตมีผลต่อปฏิกิริยาทางเคมีและลักษณะกายภาพของสิ่งสกปรก เช่น แรงตึงผิวหน้า ความเปียก ขนาด รูปร่าง และความหนาแน่น ส่งผลให้การฝังแน่นของคราบสิ่งสกปรกมีขนาด รูปร่าง และการฝังแน่นที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ปฏิกิริยาของสิ่งสกปรกชนิดต่างๆ ต่อลักษณะพื้นผิวอุปกรณ์แต่ละชนิด

ชนิดของพื้นผิวอุปกรณ์	ชนิดของสิ่งสกปรกที่สำคัญ	การทำปฏิกิริยา/การใช้สารทำความสะอาด	ข้อจำกัด
ไม้	ไขมัน และน้ำมัน	ยากแก่การทำความสะอาด; ทำความสะอาดโดยใช้ด่าง และทำลายโดยใช้สารกรัดกร่อน	ไม่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากไม่ถูกสุขลักษณะ จึงนิยมใช้สแตนเลส โพลีเอททิลีน และยางแทนการใช้ไม้
เหล็ก	สนิม	ทำความสะอาดโดยใช้กรดที่มีส่วนผสมของคลอรีน	เนื่องจากพื้นผิวก่อให้เกิดสนิม จึงมีการเคลือบด้วยสังกะสีหรือดีบุก และควรใช้สารทำความสะอาดที่มีค่า pH เป็นกลาง
ดีบุก		ก่อให้เกิดการกรัดกร่อนโดยโดยกรดแก่และด่างแก่	พื้นผิวที่ทำมาจากดีบุกไม่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร
คอนกรีต		ก่อให้เกิดการกรัดกร่อนโดยกรดในอาหารและส่วนประกอบในสารทำความสะอาด	พื้นผิวมีความหนา ไม่ก่อให้เกิดสนิม และยากต่อการทำความสะอาดโดยกรด จึงมีการใช้สารทำความสะอาดประเภทกรดเฉพาะสำหรับทำความสะอาดพื้นผิวคอนกรีต
แก้ว		เรียบและทะลุผ่านไม่ได้ก่อให้เกิดการกัดกร่อนโดยด่างแก่	ทำความสะอาดโดยด่างที่มีค่า pH เป็นกลาง
พื้นผิวที่ทาสี		ก่อให้เกิดการกัดกร่อนโดยด่างแก่	ควรใช้สีที่อนุญาตให้ใช้ได้ในอุตสาหกรรมอาหาร
ยาง		ไม่เป็นรูและไม่ดูดซึมน้ำ ไม่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนโดยด่าง แต่มีการกัดกร่อนโดยกรดแก่และตัวทำละลายอินทรีย์	เกิดการโค้ง บิดงอ และพื้นผิวอาจเกิดการหู่
สแตนเลส		ไม่ก่อให้เกิดการกัดกร่อน พื้นผิวเรียบและไม่ก่อให้เกิดรู ไม่ก่อให้เกิดการออกซิเดชันเมื่อพื้นผิวมีอุณหภูมิสูง ง่ายต่อการทำความสะอาด	แพงและอาจมีการใช้น้อยลงในอนาคต ก่อให้เกิดการกัดกร่อนโดย สารจำพวกฮาโลเจน (Chlorine, Iodine, Bromine และ Fluorine)

ที่มา : Marriott and Gravani (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การล้างทำความสะอาด

การทำความสะอาด คือ การขจัดคราบอาหารที่เป็นสาเหตุทำให้จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ และขจัดคราบสิ่งสกปรกที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพลดลง โดยการทำความสะอาดอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรมต้องเริ่มต้นมาจากการออกแบบอุปกรณ์การผลิต เช่น พื้นผิวเรียบ ไม่มีจุด Dead ends รวมไปถึงการออกแบบสายการผลิต (Walstra และคณะ, 1999)

จุดประสงค์ของการล้างทำความสะอาด

1. ลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

2. เพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ ถ้าการทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ไม่สามารถกำจัดคราบสกปรกออกได้หมด คราบสกปรกนั้นจะเกาะอยู่ที่พื้นผิวของเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ ทำให้การฆ่าเชื้อทำได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ

3. เป็นการบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ (หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2550)

2.6.1 คุณสมบัติ และหน้าที่ (The Role of cleaning media) ของสารทำความสะอาดเครื่องมือ/อุปกรณ์ในโรงงานผลิตอาหาร

สารชะล้างหรือสารทำความสะอาด (Detergents) หมายถึงสารหรือส่วนผสมของสารที่ช่วยในการทำความสะอาด โดยออกฤทธิ์ 4 ทาง คือ

2.6.1.1 สารทำให้เปียก (Wetting agent)

2.6.1.2 สารทำให้เกิดการละลาย (Solubilizers)

2.6.1.3 สารทำให้เกิดอิมัลชั่น (Emulsion)

2.6.1.4 สารทำให้เกิดการกระจายตัว (Dispersants) ทำให้สารตกค้างละลายหรือหลุดออกมา

Marriott และ Gravani (2006) กล่าวว่า สารทำความสะอาด คือ สารที่ถูกสร้างขึ้นมาโดยองค์ประกอบที่หลากหลาย หลักการทำงานขององค์ประกอบในสารทำความสะอาด คือ การทำให้แรงตึงบนผิวหน้าของน้ำลดลง ดังนั้นเมื่อมีการขัดล้างจึงสามารถขจัดคราบสิ่งสกปรกบริเวณพื้นผิวอุปกรณ์

สารทำความสะอาดที่แพร่หลายทางการค้าทั่วไป มีส่วนประกอบที่ทำให้น้ำได้ซึมเข้าไปชำระล้างสิ่งสกปรกที่เกาะอยู่ตามผิวหน้าของเครื่องมือเครื่องใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ บางกรณีน้ำเพียงอย่างเดียวก็เพียงพอที่จะทำความสะอาดได้อย่างดี ถ้าใช้แรงเข้าช่วยสารทำความสะอาดก็จะช่วยลดแรงที่ต้องใช้ โดยการเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น สารทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องใช้ในการผลิตอาหาร โดยทั่วไปแล้วมักเป็นส่วนผสมของสารประกอบเชิงซ้อนทางเคมี เศษอาหารและคราบสิ่งสกปรกเป็นแหล่งสารอาหารที่สำคัญในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งจะถูกทำลายในระหว่างที่มีการทำความสะอาด ดังนั้นในสารทำความสะอาดส่วนใหญ่จึงมีสารประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chlorinated และ Sanitizers (น้ำยาทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ) โดยอาศัยพลังงานกล (Mechanical energy) ในการทำลายจุลินทรีย์ ในกระบวนการทำความสะอาด Sanitizersได้ถูกนำมาใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ (Marriott and Gravani, 2006)

2.6.2 หลักการทำความสะอาด มีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้ (วันชัย, 2547)

2.6.2.1 นำน้ำยาทำความสะอาดมาสัมผัสกับสิ่งสกปรก เพื่อชำระล้างสิ่งสกปรก โดยอาศัยคุณสมบัติที่เป็นตัวให้เปียก (Wetting) และตัวแทรกซึม (Penetrating) ของน้ำยาซักฟอก

2.6.2.2 แทนที่สิ่งสกปรกของเครื่องมือเครื่องใช้ และทำให้สะอาด โดยการทำให้ไขมันรวมตัวกับด่าง ย่อยโปรตีน และละลายเกลือแร่ให้หลุดลอยไปจากผิวหน้านั้น

2.6.2.3 ทำให้สิ่งสกปรกกระจายตัว โดยการทำให้แขวนลอยหรือ ป้องกันการจับตัวเป็นฝ้า

2.6.2.4 ป้องกันสิ่งสกปรกจับตัวกันใหม่บนผิวหน้าที่สะอาด โดยคุณสมบัติที่เป็นตัวชะล้างที่ดีของสารทำความสะอาด

2.6.3 วิธีการล้างทำความสะอาดที่นิยมใช้กันทั่วไป (หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2550)

2.6.3.1 การล้างทำความสะอาดด้วยมือ (Manual cleaning)

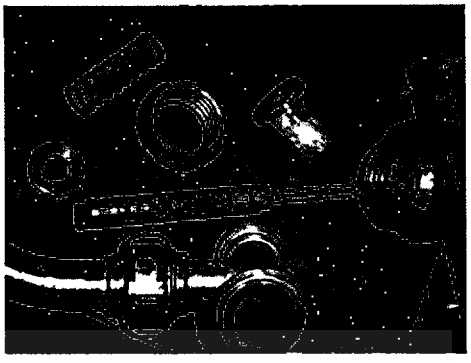
วิธีนี้เหมาะสำหรับการล้างทำความสะอาดภายนอกของเครื่องจักร ถัง อุปกรณ์ และชิ้นส่วนเล็ก ๆ ที่ถอดล้างได้ เช่น วาล์ว และข้อต่อ โดยใช้อุปกรณ์ช่วยล้างที่เหมาะสม เช่น แปรงขนอ่อน ดังภาพที่ 2.2 - 2.5

ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือ ไม่สามารถใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นสูงและอุณหภูมิสูงได้ เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานอาจได้รับอันตรายจากสารเคมี และเป็นการสิ้นเปลืองเวลาและแรงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่นิยมใช้การล้างทำความสะอาดด้วยมือ ได้แก่

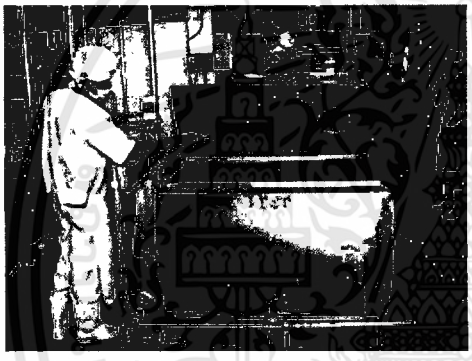
1. ปั๊ม วาล์ว ข้อต่อ ไส้กรอง ในระบบท่อ ให้ถอดล้างตามความถี่ที่เหมาะสม
2. ส่วนรับน้ำนมดิบ เช่น ภายนอกของถังเก็บน้ำนมดิบ อ่างรองรับน้ำนมดิบ อ่างสำหรับชั่งน้ำนม
3. ถังเก็บน้ำนมดิบชนิด Farm cooling tank : เป็นถังลดอุณหภูมิ โดยใช้ความเย็น ดังนั้นจึงไม่ควรทำความสะอาดโดยใช้อุณหภูมิสูง วิธีที่เหมาะสมคือการล้างทำความสะอาดด้วยมือ โดยใช้อุปกรณ์เช่น ฟองน้ำ ล้างในถังเก็บน้ำนมดิบ
4. ส่วนปรุงผสม เช่น ภายนอกถังปรุงผสม อุปกรณ์ตักส่วนผสม เช่น น้ำตาล หรือผงโกโก้ และถังพลาสติก
5. ส่วนพาสเจอร์ไรส์ เช่น ถังปรับระดับน้ำนม
6. ส่วนบรรจุ เช่น ภายนอกเครื่องบรรจุ หัวบรรจุสำหรับเครื่องบรรจุขวดแบบอัตโนมัติ และถังปรับระดับของเครื่องบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

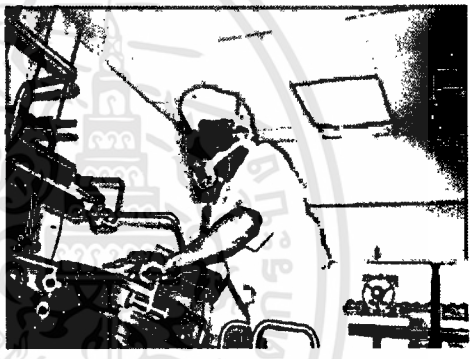
ภาพที่ 2.2 การล้างตะกร้า
(ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัย ด้านอาหาร, 2550)



ภาพที่ 2.3 ข้อต่อของเครื่องบรรจุ
(ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัย ด้านอาหาร, 2550)



ภาพที่ 2.4 การล้างถังเก็บน้ำนมดิบ
(ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัย ด้านอาหาร, 2550)



ภาพที่ 2.5 การล้างถังปรับระดับเหนือเครื่องบรรจุ
(ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัย ด้านอาหาร, 2550)

2.6.3.2 การล้างทำความสะอาดแบบ COP (COP : Cleaning out of place)

เป็นการถอดเครื่องจักรและอุปกรณ์ออกเป็นชิ้นส่วน แล้วนำมาล้างด้วยสารทำความสะอาด โดยการขัดถูด้วยแปรงหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสม และฆ่าเชื้อด้วยการแช่ในสารฆ่าเชื้อหรือน้ำร้อน ณ บริเวณที่จัดไว้เพื่อใช้ล้างสารเคมี

วิธีนี้ใช้สำหรับการล้างเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่สามารถถอดล้างได้ เช่น ท่อที่มีความยาวไม่มากนัก ข้อต่อ และวาล์ว การล้างโดยวิธีนี้สามารถใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นสูงและน้ำที่อุณหภูมิสูงได้ (น้ำร้อน 70 - 100 องศาเซลเซียส) ทำให้ประหยัดเวลาและแรงงาน แต่ต้องมีอุปกรณ์เสริมคือ อ่างสเตนเลสและปั๊ม ข้อควรระวังคือ การปนเปื้อนระหว่างการขนย้ายเครื่องมือทั้งก่อนและหลังทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดด้วยวิธี COP มีดังนี้

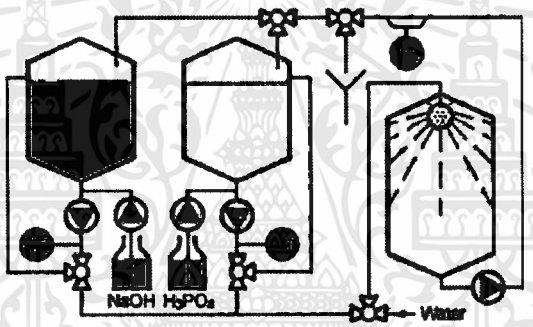
1. ล้างคราบสกปรกต่าง ๆ ออกด้วยน้ำก่อน (Pre-rinse)

2. ล้างด้วยสารเคมี (Chemical wash) โดยการแช่ในอ่างสเตนเลสที่มีระบบปั๊ม ทำให้สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาดเคลื่อนไหวตลอดเวลา เพื่อขัดสีคราบสกปรกออกทั้งภายในและภายนอกได้ในเวลาเดียวกัน

3. ล้างออกด้วยน้ำสะอาด (Post Rinse) และผึ่งให้แห้ง หรือแช่ในสารฆ่าเชื้อ เมื่อต้องการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

2.6.3.3 การล้างทำความสะอาดแบบ CIP (CIP = Cleaning in place)

เป็นวิธีการทำความสะอาดที่ใช้กับเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ไม่สามารถถอดล้างได้ หรือในส่วนที่ไม่สามารถล้างได้อย่างทั่วถึง วิธีนี้นิยมใช้ในการล้างท่อ ปั๊ม ถังขนาดใหญ่ เครื่องพาสเจอร์ไรส์ เครื่องโฮโมจีไนส์ และเครื่องบรรจุ ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 การล้างทำความสะอาดแบบ CIP

(ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2550)

2.6.4 การตรวจสอบความสะอาดของเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์

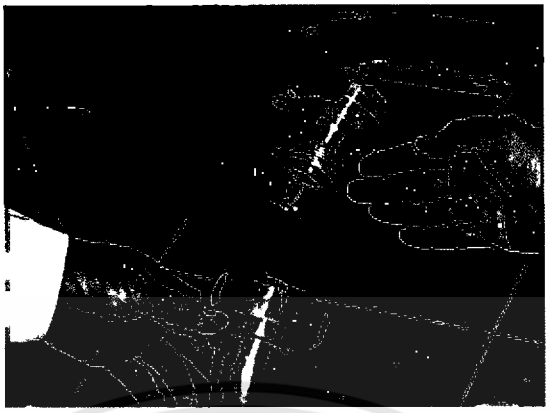
ต้องมีการสุ่มตรวจความสะอาดของเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกครั้งก่อนทำการฆ่าเชื้อ เพื่อให้การฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น (ภาพที่ 2.7) โดยมีเกณฑ์การตรวจสอบดังนี้

1. ความสะอาด : พื้นผิวภายนอกและภายในต้องสะอาด ไม่มีคราบนม สารทำความสะอาด ตะไคร่น้ำ เชื้อรา เศษพลาสติก ใยขัด หรือสิ่งสกปรกใด ๆ

2. กลิ่น : ต้องไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า เหม็นเปรี้ยว หรือกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์โดยเฉพาะบริเวณ ซีลยาง ยูเนี่ยน

3. น้ำค้างท่อ : ต้องไม่พบน้ำค้างท่อภายในเครื่อง ระบบท่อ หรือบริเวณต่าง ๆ ของเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 การตรวจสอบความสะอาดของเครื่องมือและอุปกรณ์
(ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2550)

2.6.5 ปัจจัยที่เกี่ยวกับการนำแรงจากภายนอกมาใช้ในการทำความสะอาด (หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2550)

การทำความสะอาดจะได้ผลดีขึ้นถ้าเพิ่มแรงจากภายนอกให้สูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิหรือแรงที่ใช้จะขึ้นอยู่กับสภาวะของการใช้ จึงจำเป็นต้องคัดเลือกสภาวะที่ให้ผลดีแต่ประหยัด

2.6.5.1 อุณหภูมิ : เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการทำความสะอาด การเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้

1. ลดความเหนียวของแรงตึง ระหว่างสิ่งสกปรกกับผิวหน้า
2. ลดความหนืดและเพิ่มการไหลของของเหลว
3. เพิ่มการละลายของตัวถูกละลาย
4. เร่งปฏิกิริยาเคมี

อุณหภูมิที่เหมาะจะสลายไขมัน ทำให้คราบโปรตีนหลุดจากเครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตอาหาร ควรอยู่ระหว่าง 32-85 องศาเซลเซียส ถ้าต่ำกว่า 32 องศาเซลเซียส ไขมันจะคงอยู่ในสภาพของแข็ง และถ้าสูงกว่า 85 องศาเซลเซียส จะทำให้แรงเกาะระหว่างโปรตีนกับผิวหน้าเพิ่มสูงขึ้น อุณหภูมิต่ำสุดในการทำความสะอาดสิ่งสกปรกจากอาหาร ควรสูงกว่าจุดหลอมเหลวของไขมันในอาหารนั้นประมาณ 3 องศาเซลเซียส (วันชัย, 2547)

น้ำใช้ในการทำความสะอาดต้องมีอุณหภูมิแตกต่างกันในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. น้ำอุ่นสำหรับล้างขั้นแรก ควรมีอุณหภูมิ 38 - 46 องศาเซลเซียส
2. น้ำสำหรับใช้ร่วมกับน้ำยาทำความสะอาด ควรมีอุณหภูมิ 49 - 77 องศาเซลเซียส
3. น้ำเย็นสำหรับล้างครั้งสุดท้าย ควรมีอุณหภูมิ 7 - 13 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉลาดกระบัง

2652 ความเร็ว หรือแรงที่ใช้ : การใช้แรงช่วยทำความสะอาดตามซอกมุม ต้องใช้ในรูปของการไหลของของเหลวภายใต้แรงดัน เช่น ในการทำความสะอาดแบบ COP (Clean out of place) หรือ CIP (Clean in place) (วันชัย, 2547)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำความสะอาด (Marriott and Gravani, 2006)

1. ระยะเวลา
2. แรงขัด
3. ความเข้มข้นของน้ำยาทำความสะอาด
4. อุณหภูมิ
5. น้ำที่ใช้ในการเตรียมสารทำความสะอาด
6. ผู้ปฏิบัติงาน
7. ชนิดของคราบสิ่งสกปรก
8. วัสดุที่ใช้ในการทำพื้นผิวอุปกรณ์

2.6.6 การจัดประเภทของสารทำความสะอาด (Marriott and Gravani, 2006)

หนึ่งในสารทำความสะอาดที่เป็นที่รู้จักและนำมาใช้เริ่มแรก คือ สบู่ (Plain soap) ซึ่งมีคุณสมบัติในการละลายไขมัน น้ำมันและไขมันจากสัตว์ แต่มีขอบเขตจำกัดในการทำความสะอาดในอุตสาหกรรมอาหาร จึงไม่นิยมนำมาใช้ เนื่องจากไม่สามารถทำความสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในกรณีที่สบู่ทำปฏิกิริยากับน้ำกระด้าง ก่อให้เกิดเคิร์ด และไม่ละลายน้ำ และเมื่อจับกับไขมัน/น้ำมัน เกิดเป็นสารแขวนลอยที่ไม่ละลายน้ำ เรียกว่า อีมัลซิฟิเคชัน (Emulsification)

ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร มีการใช้สารทำความสะอาดในรูปแบบของการผสมเป็นจำนวนมาก เนื่องจากสารทำความสะอาดชนิดใดชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะในการกำจัดคราบสิ่งสกปรกเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น โดยทั่วไปแล้วสารทำความสะอาดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ สารทำความสะอาดที่เป็นด่างและสารทำความสะอาดที่เป็นกรด โดยสารทำความสะอาดสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ประเภทและหน้าที่ของสารทำความสะอาด

ประเภท	หน้าที่สำคัญ
ด่าง	เข้าแทนที่สิ่งสกปรก
ฟอสเฟตเชิงซ้อน	เข้าแทนที่สิ่งสกปรก
สารลดแรงตึงผิว	ทำให้เปียกและแทรกซึมเข้าไปในสิ่งสกปรก
สารประกอบที่เข้าแย่งทำปฏิกิริยา	ทำให้น้ำเป็นน้ำอ่อนและป้องกันการจับตัวของเกลือแร่
กรด	ป้องกันการจับตัวของเกลือแร่ ทำให้น้ำเป็นน้ำอ่อน

ที่มา : วันชัย (2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
105532

2.6.6.1 สารทำความสะอาดประเภทด่าง (Alkaline cleaners)

เป็นสารที่มีปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน สารทำความสะอาดประเภทนี้นิยมแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร มีค่า pH ตั้งแต่ 7 - 14 โดยมีคุณสมบัติในการขจัดสิ่งสกปรกประเภทไขมัน น้ำมัน ไขมันจากสัตว์ จาระบี และโปรตีน ได้แก่ โซดาแอช โซดาไฟ ไตรโซเดียมฟอสเฟต (Trisodium phosphate) และโซเดียม เมตะซิลิเกต (Sodium metasilicate) สำหรับโซดาไฟนั้นฆ่าเชื้อและละลายโปรตีนได้ดี แต่มีคุณสมบัติป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกจับตัวและแขวนลอยได้ ด่างที่ใช้ทำความสะอาดแบบใช้มือควรมีความเข้มข้น 0.05 - 0.1 เปอร์เซ็นต์ และควรใช้ที่ pH 10

1. ด่างแก่ (Strongly alkaline cleaner)

คุณสมบัติของด่างแก่ คือ มีฤทธิ์ในการละลายและกัดกร่อนสูง เมื่อสัมผัสบริเวณผิวหนังก่อให้เกิดรอยไหม้ แผลพุพองรอยแผลเป็น และก่อให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อ เมื่อสูดดมไอของด่างแก่จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคสูง ก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้งาน จึงไม่นิยมใช้ในการทำความสะอาดที่มีการใช้พนักงานในการทำความสะอาด (Manual cleaner) การผสมด่างแก่กับน้ำก่อให้เกิดความร้อน โดยความร้อนที่เกิดขึ้นเกิดเป็นสารละลายและกลายเป็นไอ ซึ่งอาจมีการระเบิดความร้อนออกมา และก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ที่อยู่ในบริเวณดังกล่าว ตัวอย่างของสารทำความสะอาดประเภทด่างแก่ ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; caustic soda) และ ซิลิเกต (Silicates) ซึ่งมีอัตราส่วน N_2O : SiO_2 ปริมาณสูง และคุณสมบัติของซิลิเกตสามารถลดการกัดกร่อนของโซเดียมไฮดรอกไซด์ ด่างแก่ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารที่มีเครื่องมือการผลิตขนาดใหญ่ และคราบสกปรกที่เกิดจากปฏิกิริยาของเกลือแร่

2. ด่างที่มีความรุนแรงปานกลาง (Heavy-duty alkaline cleaner)

ด่างกลุ่มนี้มีความรุนแรงลดลง มีคุณสมบัติในการกัดกร่อนเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีการกัดกร่อน เมื่อสัมผัสบริเวณผิวหนังส่งผลให้ชั้นไขมันถูกทำลาย และง่ายต่อการติดเชื้อ เช่น โซเดียมเมตะซิลิเกต (Sodium metasilicates ; a good buffering agent) โซเดียม เฮกสะเมตะฟอสเฟต (Sodium hexametaphosphate) โซเดียมไพโรฟอสเฟต (Sodium pyrophosphate) โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) และไตร โซเดียม ฟอสเฟต (Trisodium phosphate) นิยมนำมาใช้ทำความสะอาดสิ่งสกปรกประเภท Soil-emulsification โดยสารทำความสะอาดกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการลดสภาวะการกัดกร่อนพื้นผิวอุปกรณ์ที่ผลิตจากดีบุก และดีบุกผสมโลหะ ส่วนการนำมาใช้งานนิยมนำมาทำให้มีสภาวะความดันสูง หรือใช้ในเครื่องทำความสะอาด โดยมีคุณสมบัติในการขจัดไขมันได้มีประสิทธิภาพ แต่ไม่สามารถขจัดคราบที่เกิดจากเกลือแร่ได้ โดยเฉพาะโซเดียมคาร์บอเนต นิยมนำมาใช้อย่างกว้างขวางเป็นเวลานาน เนื่องจากมีราคาถูก และใช้ในการเป็นสาร Buffering agent นิยมใช้ในการทำความสะอาดที่มีการใช้พนักงานในการทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ด่างอ่อน (Mild alkaline cleaner)

ส่วนใหญ่นำมาใช้ในรูปแบบของสารละลาย และใช้ในการทำความสะอาดที่มีการใช้พนักงานในการทำความสะอาด ซึ่งมีคราบสิ่งสกปรกเพียงเล็กน้อย เช่น โซเดียม ไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate) โซเดียม เซสควิคาร์บอเนต (Sodium sesquicarbonate) เตตระโซเดียม ไพโรฟอสเฟต (Tetrasodium pyrophosphate) ฟอสเฟต วอเตอร์ คอนดิชั่นเนอร์ (Phosphate water conditioners ; sequesters) และ อัลคิล เอริล ซัลโฟเนต (Alkyl aryl sulfonates ; surfactants) โดยสามารถออกฤทธิ์ได้ดีเมื่อใช้กับน้ำอ่อน แต่ไม่สามารถขจัดคราบที่เกิดจากเกลือแร่ได้ จากตารางที่ 2.7 แสดงสารทำความสะอาดประเภทด่างที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ

ตารางที่ 2.7 สารทำความสะอาดประเภทด่างที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

ชนิดของด่าง	ค่า pH 0.5 เปอร์เซ็นต์	ประสิทธิภาพในการชำระล้าง (Detergency)*	การกัดกร่อน (Corrosiveness)*	การเกิดอิมัลซิฟายอิง (Emulsifying property)
Sodium hydroxide (Caustic soda)	12.7	2.5	3.5	2.0
Sodium orthosilicate	12.6	3.0	4.0	3.0
Sodium sesquisilicate	12.6	2.0	3.2	2.5
Sodium metasilicates	12.0	3.8	0.8	4.0
Trisodium phosphate	11.8	3.5	4.0	3.5
Sodium carbonate (Soda ash)	11.3	1.5	4.0	2.8
Tetrasodium pyrophosphate	10.1	3.5	3.0	0.0
Sodium sesquicarbonate	9.7	1.3	3.2	2.5
Sodium tripolyphosphate	8.8	2.0	2.0	0.0
Sodium tetraphosphate	8.4	3.0	1.0	0.0
Sodium bicarbonate	8.2	1.5	2.3	1.5

ที่มา : Marriott and Gravani (2006)

*** ที่ระดับ 0 คือ ไม่มีออกฤทธิ์, ที่ระดับ 4 คือ ออกฤทธิ์ได้ดีมาก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6.2 สารทำความสะอาดประเภทกรด (Acid cleaners)

มีคุณสมบัติในการขจัดคราบสกปรกและเกลือแร่ เนื่องจากแร่ธาตุที่อยู่ในน้ำสามารถก่อให้เกิดคราบบริเวณผิวหน้าโลหะ เช่น คราบหินปูน สนิม ได้เมื่อเกิดความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง 80 องศาเซลเซียสเป็นต้นไป คุณสมบัติที่ดีของกรดคือสามารถขจัดคราบดังกล่าวได้โดยการทำให้เกิดการละลายน้ำและง่ายต่อการทำความสะอาดขั้นต่อไป รวมไปถึงคราบที่เกิดจากการใช้สารทำความสะอาดจำพวกด่าง หรือสารทำความสะอาดอื่นๆ ใช้ทำความสะอาดเครื่องมือเครื่องใช้สำหรับการผลิตที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงเพื่อกำจัดคราบสิ่งสกปรก เช่น คราบนม นอกจากนั้นยังใช้ในการล้างกระป๋อง การทำงานของสารทำความสะอาดประเภทนี้จะได้ผลดีเมื่อมีค่า pH 2.5 หรือต่ำกว่า สารทำความสะอาดประเภทกรดมีให้เลือกหลายชนิด แต่ส่วนใหญ่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กรดอินทรีย์และกรดอนินทรีย์ โดยทั้งสองประเภทนี้มักใช้ร่วมกับสารทำให้เปียก (Wetting agent)

ประเภทของกรด

1. กรดอนินทรีย์ ได้แก่ กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) กรดไนตริก (Nitric acid) และกรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid)

2. กรดอินทรีย์ ได้แก่ กรดน้ำส้ม (Acetic acid) กรดแลคติก (Lactic acid) ไฮดรอกซี-อะซิติก (Hydroxyacetic acid) กรดมะนาว (Citric acid) และกรดทาร์ทาริก (Tartarric acid) ซึ่งสารประเภทนี้จะมีความปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อมือ เมื่อใช้ในความเข้มข้นปกติ กัดกร่อนได้น้อย โดยมีการเปรียบเทียบคุณสมบัติของกรดอินทรีย์และกรดอนินทรีย์ที่ใช้ทำความสะอาดในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 เปรียบเทียบคุณสมบัติของกรดอินทรีย์และกรดอนินทรีย์ที่ใช้ทำความสะอาด

กรดอนินทรีย์	กรดอินทรีย์
มีความแรงสูง	เป็นกรดที่ได้จากพืช
กัดกร่อนโลหะ	กรดอ่อน คงที่ และกัดกร่อนได้น้อย
pH ต่ำ เนื่องจากแตกตัวเป็นไอออนได้มาก	ปลอดภัย ไม่เป็นอันตรายต่อมือ เมื่อใช้ในความเข้มเข้นปกติ
ตกตะกอนเกลือที่ไม่ละลายน้ำในบางกรณี	สามารถใช้ร่วมกับสารทำให้เปียก ดังนั้นจึงแทรกซึมได้มากกว่า
ระคายเคืองต่อผิวหนังและเป็นอันตรายต่อเสื้อผ้า	กำจัดแคลเซียมหรือแมกนีเซียมที่มาจากน้ำหรือคราบอาหารที่เกาะอยู่ โดยปฏิกิริยาของกรด

ที่มา : วันชัย (2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กรดแก่ (Strongly acid cleaner)

มีคุณสมบัติในการกัดกร่อน นิยมใช้ในอุตสาหกรรมโลหะและทอผ้า พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิจะส่งผลให้เกิดการออกฤทธิ์ในการกัดกร่อนเพิ่มมากขึ้น และทำให้เกิดก๊าซพิษ (Toxic gases) ซึ่งเมื่อสูดดมไอก๊าซเหล่านี้ จะส่งผลต่อการเกิดแผลที่ปอด ในอุตสาหกรรมอาหารจึงมีการนำมาใช้ในการขจัดคราบสิ่งสกปรกบริเวณพื้นผิวเครื่องมือ อุปกรณ์และคราบหินปูน โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความร้อนและบอยเลอร์ ตัวอย่างกรดแก่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ไฮโดรคลอริก (Hydrochloric ; maxiatic)ไฮโดรฟลูออริก (Hydrofluoric) ซัลฟามิก (Sulfamic) ซัลฟิวริก (Sulfuric) และฟอสฟอริก (Phosphoric) ส่วนไนตริกและซัลฟิวริก ไม่นิยมใช้ในการทำความสะอาดที่มีการใช้พนักงานในการทำความสะอาด เนื่องจากออกฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูง จึงมีการป้องกันการกัดกร่อนโดยการผสมระหว่างโปแตสเซียม โครเมต (Potassium chromate) และสารละลายกรดไนตริก หรือการผสมระหว่างบิวทิวเอมีน (Butylamine) และกรดไฮโดรคลอริก

กรดฟอสฟอริกและไฮโดรฟลูออริก ถูกนำมาใช้ในการทำความสะอาดพื้นผิวอุปกรณ์ที่ทำจากโลหะ แต่กรดไฮโดรฟลูออริกมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสแตนเลสและก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายหากมีการสัมผัส ส่วนกรดฟอสฟอริก นิยมใช้กันเป็นจำนวนมากในอังกฤษ เนื่องจากออกฤทธิ์ในการกัดกร่อนต่ำ และสามารถใช้ในการทำความสะอาดที่มีการใช้พนักงานในการทำความสะอาดได้

2. กรดอ่อน (Mildly acid cleaner)

กรดอ่อน มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อสัมผัสบริเวณผิวหนังและตาก่อให้เกิดอาการแพ้ ดังนั้นจึงสามารถใช้ในการทำความสะอาดที่มีการใช้พนักงานในการทำความสะอาดได้ เช่น ไฮดรอกซี อะซิติก (Hydroxy acetic อะซิติก (Acetic) และกลูโคนิก (Gluconic) นอกจากนี้อาจมีการผสมสารบางชนิดเพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการเป็นสารทำให้เปียก (Wetting agents) และสารต้านการกัดกร่อน(Corrosion inhibitors) เช่น 2-naphtoquinoline, Acridine และ 9-Phenylacridine พบว่าการออกฤทธิ์จะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อนำมาใช้งานกับน้ำอ่อน

2.6.6.3 สารทำความสะอาดที่มีส่วนประกอบของคลอรีน (Cleaner with active chlorine)

ด่างที่มีส่วนประกอบของคลอรีน (Chlorinated alkaline cleaner) เป็นการนำสารไฮโปคลอไรท์ (Hypochlorite) ผสมกับด่างเพื่อให้โปรตีนถูกทำให้อยู่ในรูปของเหลวและง่ายต่อการขจัดคราบ โดยนิยมนำมาใช้ในการทำความสะอดแบบ CIP (Cleaning in place) ในบริเวณท่อ หม้อ และถังที่มีขนาดใหญ่ โดยมีคุณสมบัติในการขจัดคราบไขมัน น้ำมัน ไขมันจากสัตว์และโปรตีน

Wyman (1996) ได้รายงานว่าสารทำความสะอาดที่มีส่วนผสมของคลอรีนส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการขจัดคราบคาร์โบไฮเดรต และ/หรือโปรตีน เนื่องจากไวต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกฤทธิ์ทำลายคราบสิ่งสกปรกและคราบที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี นอกจากนี้ พบว่าสามารถขจัด เชื้อราในบริเวณพื้นผิวอุปกรณ์ได้ เช่น โซเดียม หรือโปแตสเซียม ไฮโปคลอไรด์ เนื่องจากคราบคาร์โบไฮเดรตเป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ จึงยากแก่การขจัด จึงใช้ความร้อนในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความสะอาด เนื่องจากเมื่อคาร์โบไฮเดรตได้รับความร้อน ส่งผลให้ Cross-links (Cross-links : พันธะทางเคมี) เพิ่มจำนวนสูงขึ้น และทำการทำลายพันธะทางเคมีของคาร์โบไฮเดรตให้มีขนาดเล็กลงและสามารถละลายในตัวทำละลายได้ ส่วนการทำลายคราบโปรตีนเกิดขึ้นเนื่องจากโปรตีนประกอบด้วยพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bonding) ซึ่งมีความแข็งแรง สามารถดึงดูดอิเล็กตรอนและเกิดไฟฟ้าสถิต (Electrostatic) จึงทำให้เกิดความยุ่งยากในการขจัดคราบที่เกิดจากโปรตีน เมื่อสารทำความสะอาดที่มีส่วนผสมของคลอรีนทำปฏิกิริยาออกซิเดชันในพันธะซัลไฟด์ ส่วนอะตอมของไฮโดรเจนซึ่งอยู่ติดกับไนโตรเจนในโครงสร้างของเอไมด์ถูกแทนที่ด้วยคลอรีน ดังนั้นจึงลดจำนวนพันธะไฮโดรเจนและส่งผลให้โปรตีนสามารถละลายในตัวทำละลายได้

2.6.6.4 สารทำความสะอาดที่มีส่วนประกอบของเอนไซน์ (Enzyme-based cleaner)

มีคุณสมบัติในการขจัดคราบสิ่งสกปรกโดยการย่อยและทำให้โมเลกุลมีขนาดเล็กลง โดยเอนไซม์ที่เป็นส่วนประกอบในสารทำความสะอาดได้แก่ โปรติเอส (Proteases) โดยออกฤทธิ์ในการย่อยสลายโปรตีน พบว่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อมีอุณหภูมิต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมีการกัดกร่อนพื้นผิวน้อยกว่าสารทำความสะอาดที่มีส่วนประกอบคลอรีน ข้อเสียของการใช้เอนไซม์ คือ มีลักษณะเป็นของเหลวซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ในการฉีดพ่น และไม่สามารถขจัดคราบสิ่งสกปรกชนิดอื่นได้อย่างหลากหลาย

2.6.6.5 สารทำความสะอาดที่มีส่วนประกอบของตัวทำละลาย (Solvent cleaner)

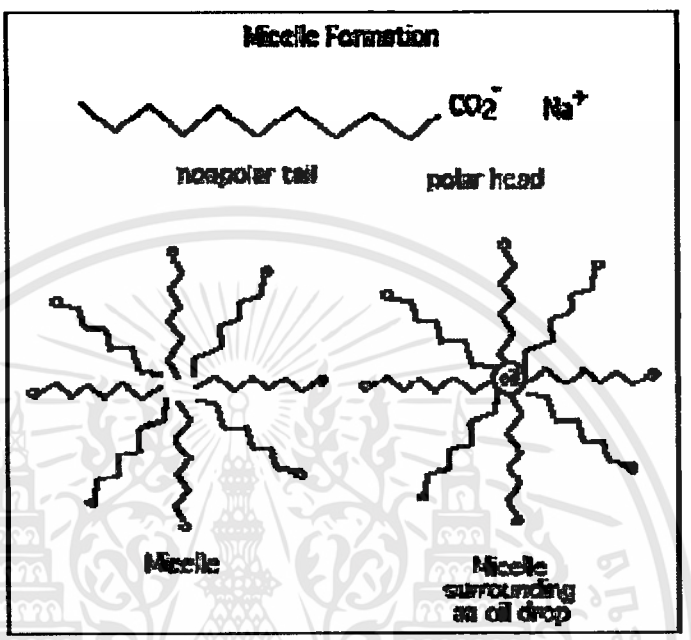
นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมน้ำมันและไขมันจากสัตว์ โดยมีการผสมสารทำให้เกิดโฟม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขจัดคราบ ตัวอย่างสารทำความสะอาดที่มีส่วนประกอบของตัวทำละลาย เช่น อีเทอร์ (Ether) หรือแอลกอฮอลล์ (Alcohol)

2.6.6.6 สารลดแรงตึงผิว (Surfactant)

หมายถึงสารที่มักจะไปรวมตัวที่รอยต่อระหว่างผิว (Interface) แล้วทำให้สมบัติเชิงผิวของสารนั้นเปลี่ยนไป โมเลกุลของสารลดแรงตึงผิวประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนหัว (Hydrophilic head group) ซึ่งเป็นส่วนที่มีขั้ว สามารถรวมตัวได้ดีกับน้ำ และส่วนหาง (Hydrophobic tail) เป็นส่วนที่ไม่มีขั้ว สามารถรวมตัวได้ดีกับไขมันหรือสิ่งสกปรก ด้วยโครงสร้างนี้จึงทำให้สารลดแรงตึงผิวมีสมบัติที่สำคัญคือ สารลดแรงตึงผิวจะไปจัดเรียงตัวอยู่ที่บริเวณรอยต่อระหว่างผิว โดยหันส่วนหัวเข้าสู่ส่วนของเฟสที่มีขั้ว และหันส่วนหางเข้าสู่เฟสที่ไม่มีขั้ว ซึ่งส่วนมากเป็นคราบไขมันหรือสิ่งสกปรก ทำให้สิ่งสกปรกหลุดออกจากพื้นผิว เนื่องจากแรงยึดเกาะระหว่างสารลดแรงตึงผิวกับสิ่งสกปรกมีมากกว่าแรงยึดเกาะระหว่างพื้นผิวกับสิ่งสกปรก สิ่งสกปรกที่หลุดออกมา จะกระจายอยู่ในตัวกลางซึ่งโดยมากเป็นน้ำ เมื่อจัดเรียงตัวอยู่บริเวณรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างผิวจนเต็มแล้วจะทำให้ส่วนที่เหลือจัดรวมตัวกันเป็นไมเซล (Micelle) โดยหันส่วนของโมเลกุลที่เหมือนกันเข้าหากัน เป็นการป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกที่กระจายอยู่ในน้ำกลับมาเกาะพื้นผิวอีกครั้ง ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 กลไกการทำงานของสารลดแรงตึงผิว
(ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2550)

เนื่องจากสารลดแรงตึงผิวมีโครงสร้างดังที่กล่าวมาแล้ว ทำให้สามารถแบ่งประเภทได้ตามชนิดของโครงสร้างส่วนหัวเมื่อละลายอยู่ในน้ำออกเป็น 4 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีการนำมาใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

1. สารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบ (Anionic surfactant) ส่วนมากแสดงอยู่ในรูป Carboxylate, Sulfate, Sulfonate หรือ Phosphate เมื่อละลายน้ำแล้วส่วนหัวจะมีประจุลบ มีคุณสมบัติการชำระล้างที่ดี ไม่มีสมบัติในการกัดกร่อน ไม่ระคายเคืองผิวหนัง และล้างออกด้วยน้ำได้ง่าย จึงนิยมใช้ในการล้างทำความสะอาดด้วยมือและถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ชำระล้างทั่วๆ ไป เช่น สบู่ ผงซักฟอก แชมพูสระผม ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดเสื้อผ้า จาน ชาม

2. สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ (Nonionic surfactant) สารลดแรงตึงผิวชนิดนี้เมื่อละลายน้ำจะไม่มีประจุ โดยมีพวกโพลิอีเทอร์ (polyether) หรือโพลิไฮดรอกซิล (polyhydroxyl) เป็นกลุ่มที่แสดงคุณสมบัติคล้ายพวกที่มีประจุ ปัจจุบันมีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางมากขึ้นในผลิตภัณฑ์ชำระล้างต่าง ๆ โดยเฉพาะที่ใช้ทำความสะอาดพื้นผิว เนื่องจากให้ฟองน้อย และมีสมบัติในการรวมตัวเป็นไมเซลที่ความเข้มข้นต่ำ จึงป้องกันสิ่งสกปรกกลับมาเกาะพื้นได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาล หรือ เมล็ดธัญพืช หรือจากการออกซิเดชัน (Oxidation) ของอะซิทอลดีไฮด์ (Acetaldehyde) หรือของบิวเทน (Butane) หรือได้จากปฏิกิริยาของเมทานอล (Methanol) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbonmonoxide) (Borgstrom, 1968) กรดอะซิติกเป็นสารเจือปนในอาหารที่ได้รับการยอมรับให้ใช้ภายใต้การควบคุม ดังนั้นกรดอะซิติกและอนุพันธุ์จึงเป็นที่ยอมรับและอนุญาตให้ใช้ในอาหาร

2.7.1 การใช้กรดอะซิติกในผลิตภัณฑ์อาหาร

กรดอะซิติกหรือน้ำส้มสายชูที่ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารและในการถนอมอาหาร มักใช้กันใน 2 รูปแบบ คือ ใช้ในรูปแบบของน้ำส้มสายชูเข้มข้น 5 – 10 เปอร์เซ็นต์และใช้ในรูปของสารละลายกรดอะซิติกสังเคราะห์เข้มข้น 25 - 80 เปอร์เซ็นต์ มีผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดที่ใช้กรดอะซิติกหรือน้ำส้มสายชูเป็นส่วนประกอบ เช่น ซอสมะเขือเทศ มายองเนส น้ำสลัดต่างๆ อาหารดองทั้งเปรี้ยวและหวาน นอกจากนี้ในการบ่มเนื้อ และผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง สำหรับสาเหตุที่ใช้กรดอะซิติกหรือกรดน้ำส้มในการถนอมอาหาร เนื่องจากกรดอะซิติกให้กลิ่นเฉพาะตัวและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (ไพบูลย์, 2532) ในอุตสาหกรรมการผลิตมายองเนส หากมีการเติมกรดอะซิติกลงไปด้วยจะทำให้ความสามารถในการต้านทานความร้อนของเชื้อ *Salmonella* ลดลง (ในกรณีที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ) และมีการใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1 – 3 เปอร์เซ็นต์ในผลิตภัณฑ์ปลาเพื่อป้องกันแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคได้ โดยเฉพาะเชื้อ *Clostridium* ในประเทศฟิลิปปินส์มีการทดลองใช้น้ำส้มสายชูในการยืดอายุการเก็บรักษาปลาเค็มแห้ง (ศรวณีย์, 2542)

2.7.2 ผลของกรดอะซิติกต่อจุลินทรีย์

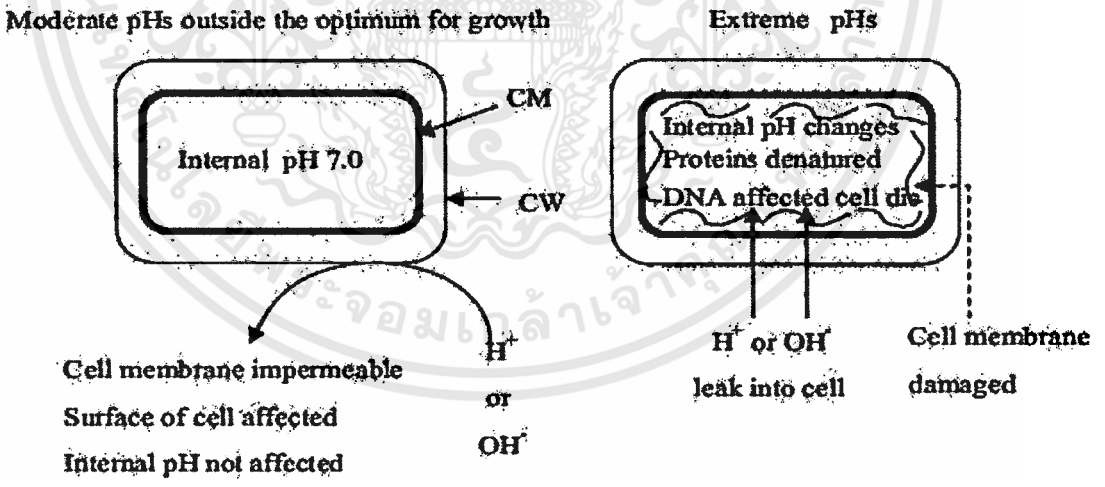
ในการยับยั้งการเจริญหรือทำลายจุลินทรีย์มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากค่า pH ของอาหารต่ำ และสามารถยับยั้งการเจริญหรือทำลายแบคทีเรียได้มากกกว่ายีสต์และเชื้อรา และยับยั้งเชื้อ *Bacillus* spp. และแบคทีเรียแกรมลบได้มากกกว่าแบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria) เชื้อ *Clostridium* และแบคทีเรียแกรมบวก กรดอะซิติกสามารถยับยั้งการเจริญและทำลายจุลินทรีย์ได้โดยการแทรกซึมเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ ทำให้โปรตีนที่ผนังเซลล์เกิดการแปรสภาพหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยมีการตั้งสมมุติฐานว่า กรดไปรบกวนการสร้าง ATP โดยไปลดระบบการขนถ่ายอิเลคตรอน หรือยับยั้งการขนถ่ายเมแทบอไลท์ไปยังเซลล์ นอกจากนี้พบว่าประสิทธิภาพในการแทรกซึมของกรดอะซิติกสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าอยู่ในสภาพเป็นกรดที่ไม่แตกตัว เพราะสามารถละลายไขมันได้ดีมาก ความสามารถของกรดอะซิติกในการยับยั้งจุลินทรีย์นั้นเปลี่ยนแปลงตามผลิตภัณฑ์อาหาร สิ่งแวดล้อม และชนิดของจุลินทรีย์ (ศิวาพร, 2535)

นอกจากประสิทธิภาพการทำลายจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์การไม่แตกตัวของกรดอินทรีย์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับค่า pH และอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมด้วย โดยกรดอินทรีย์จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เมื่อสิ่งแวดล้อมมีค่า pH ต่ำลง และอุณหภูมิสูงขึ้น เพราะทำให้ปริมาณกรดที่ไม่แตกตัวเพิ่มขึ้น เช่น กรดอะซิติกมีเปอร์เซ็นต์กรดที่ไม่แตกตัวเพิ่มขึ้นจาก 0.54 เป็น 84.50 เมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีค่า pH ลดลงจาก 7 เป็น 4 (Bell and Kyriakides, 2002) จากการรายงานของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Entani และคณะ (1998) พบว่าประสิทธิภาพของน้ำส้มสายชู (กรดอะซิติก 2.5 เปอร์เซ็นต์) ในการทำลาย *E. coli* ในอาหารเลี้ยงเชื้อเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจาก 10 องศาเซลเซียส เป็น 50 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ Vijayakumar และ Wolf-Hall (2002) รายงานว่า การจุ่มผักกาดแก้วในกรดอะซิติกเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส สามารถลดจำนวน *E. coli* ได้ (2.8 log cfu/g) มากกว่าการจุ่มผักที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (1.8 log cfu/g) ที่ระยะเวลาการแช่ผักที่เท่ากัน

กลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ของกรดอ่อนและกรดแก่แตกต่างกัน โดยกลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยกรดแก่ ดังแสดงในภาพที่ 2.9 เมื่อค่ากรด-เบสของสภาวะแวดล้อมเหมาะสม (ค่า pH ปานกลาง) กรดแก่ที่แตกตัวเป็น H^+ และ OH^- ภายนอกเซลล์ไม่สามารถผ่านผนังเซลล์จุลินทรีย์ เนื่องจากกรดที่แตกตัวนั้นเป็นโมเลกุลที่มีขั้วหรือมีประจุ และบริเวณเซลล์เมมเบรนเป็นชั้นไขมันซึ่งเป็นโมเลกุลที่มีขั้วจึงจับประจุของกรดที่แตกตัวไว้ ในขณะที่กรดที่ไม่แตกตัวผ่านเข้าสู่เซลล์ได้ดีกว่า เนื่องจากเป็นโมเลกุลที่ไม่มีขั้ว ดังนั้นกรดแก่ที่แตกตัวจึงไม่สามารถทำลายเซลล์ได้ ในทางตรงข้ามเมื่อค่า pH ของสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น มีค่า pH ต่ำมากๆ เซลล์เมมเบรนจะถูกทำลาย ส่งผลให้กรดที่แตกตัวที่อยู่ในรูป H^+ และ OH^- สามารถผ่านผนังจุลินทรีย์เข้าไป เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนและดีเอ็นเอภายในเซลล์ เซลล์จึงถูกทำลาย (Garbutt, 1997)



ภาพที่ 2.9 กลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยกรดแก่

(ที่มา : Garbutt, 1997)

กลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยกรดอ่อนหรือกรดอินทรีย์ โดยการเข้าทำลายเซลล์ของกรดอ่อนหรือกรดอินทรีย์ จะอยู่ในรูปของกรดที่ไม่แตกตัวเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถละลายในไขมัน (Lipophilic layer) ในชั้นผนังเซลล์ แล้วเคลื่อนที่ผ่านเซลล์เมมเบรนของจุลินทรีย์เข้าไปภายในเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ ในขณะที่กรดในรูปที่แตกตัว ไม่สามารถผ่านไปได้ กรดที่ไม่แตกตัวนี้จะเกิดการแตกตัวภายในเซลล์จุลินทรีย์ทำให้ค่า pH ภายในเซลล์ลดลง ส่งผลให้การทำงานของเอนไซม์ โปรตีน รวมทั้งการสังเคราะห์ดีเอ็นเอผิดปกติ จึงทำให้เซลล์ถูกทำลาย (Garbutt, 1997)

2.8 โซเดียม เมตะซิลิเกต

โซเดียม เมตะซิลิเกต เป็นด่างชนิดหนึ่ง มีสูตรทางเคมี คือ Na_2SiO_3 เกิดจากการผสมระหว่างโซเดียมคาร์บอเนตและซิลิกอนไดออกไซด์ หรือซิลิการ์ ที่อุณหภูมิ 1400 องศาเซลเซียส มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว สามารถละลายได้ในน้ำ (Haneke, 2002) โซเดียม เมตะซิลิเกต เป็นด่างที่มีประสิทธิภาพสูงในการออกฤทธิ์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นตัวย่อยสลายและเป็นตัว Emulsifying ได้เช่นเดียวกับไตรโซเดียมฟอสเฟต โดยสามารถล้างทำความสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อนำมาใช้กับน้ำอ่อน กรณีที่แคลเซียมและแมกนีเซียมซิลิเกตทำปฏิกิริยากับน้ำกระด้าง ส่งผลให้เกิดการจับตัวของสารและไม่ละลายน้ำ (Harper and Spillan, 2009)

2.8.1 การนำมาใช้ในการล้างทำความสะอาด

นิยมนำมาใช้ในการทำความสะอาดในอุตสาหกรรมการผลิตนม ร้านชักรีด การทำความสะอาดโลหะ หมึก การล้างขวดและทำความสะอาดพื้น โดยมีคุณสมบัติในการทำลายแมลง เชื้อรา และจุลินทรีย์ โดยนิยมนำมาผสมกับเกลือชนิดต่างๆ เช่นโซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่ง US FDA ได้อนุญาตให้ใช้ในรูปแบบของ Pentahydrate ในการล้างทำความสะอาดผักและผลไม้ รวมไปถึงใช้เป็นสารทำความสะอาดพื้นผิวอุปกรณ์ที่สัมผัสกับอาหาร นอกจากนี้ พบว่า เป็นสารที่มีประสิทธิภาพสูงในการทำความสะอาดคราบน้ำมันในอุตสาหกรรมอาหาร โดยจะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระในน้ำมัน (Haneke, 2002)

2.8.2 ผลของด่างต่อจุลินทรีย์

สารทำความสะอาดประเภทด่าง สามารถยับยั้งการเจริญและทำลายจุลินทรีย์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน Gram-negative bacteria ซึ่งจะสามารถออกฤทธิ์ทำลายเซลล์ได้เมื่อมีค่า pH สูง โดยการแทรกซึมเข้าไปในเซลล์เมมเบรนของจุลินทรีย์ ซึ่งด่างจะทำปฏิกิริยา Saponification ในไขมัน และเกิดปฏิกิริยา Solubilization ในโปรตีนของเซลล์เมมเบรน และทำให้โครงสร้างในชั้น Peptidoglycan ถูกทำลายและแตกสลาย สารทำความสะอาดประเภทด่าง เช่น คาร์บอเนตและแอมโมเนียจะมีประสิทธิ์ภาพสูงเมื่อมีความเข้มข้นสูง โดยสามารถทำลายเชื้อ *E. coli* O157 : H7 ในระดับ log 10 cfu และเชื้อ *Salmonella* Enterica serotype Typhimurium DT104

พบว่า เมื่อนำสารละลายโซเดียม เมตะซิลิเกต (Pentahydrate) 0.07 เปอร์เซ็นต์ มาล้างผลส้ม องุ่นและมะนาวสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ และทำลายแบคทีเรียได้ และเมื่อนำมาผสมกับสารบอแรกซ์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการล้างทำความสะอาดผลไม้ในตระกูลส้มและมะนาว นอกจากนี้มีการนำโซเดียม เมตะซิลิเกต มาใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาไข่ใน 20 ศตวรรษที่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มา เนื่องจากบริเวณเปลือกไข่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรีย ทำให้ไข่เกิดการเน่าเสีย โดยพบว่าเมื่อนำไข่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโดยใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ 9 เดือน (PQ Europe, 1999)

2.9 การเลือกใช้สารทำความสะอาด (Cleaning compound selection)

สิ่งสกปรกแต่ละชนิดสามารถละลายได้ในสารทำความสะอาดที่มีส่วนประกอบตัวทำละลายแตกต่างกันไป เช่น น้ำตาลละลายได้ดีในน้ำ แต่ไม่สามารถละลายได้ดีในสารทำความสะอาดชนิดอื่นที่มีส่วนประกอบเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic solvent) ดังนั้นในการทำความสะอาดจึงต้องมีการเลือกสารทำความสะอาดให้เหมาะสมต่อชนิดของคราบสิ่งสกปรก

โดยทั่วไปด่างถูกนำมาใช้ในการขจัดคราบอินทรีย์สารทั่วไป (Organic soils) ส่วนคราบที่มีขนาดใหญ่ เช่น ไขมัน และโปรตีน ใช้ด่างแก่ในการขจัดคราบ สิ่งสกปรกชนิดอื่นที่เกิดจากแร่ธาตุและคราบสกปรกอื่นๆ ไม่สามารถขจัดด้วยด่างได้ จึงต้องใช้กรดในการขจัด โดยส่วนใหญ่นิยมใช้สารจำพวกฟอสเฟตที่อยู่ในรูปของออแกนิกคลอรีน (Organic chlorine) โดยปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาเลือกใช้สารทำความสะอาดดังแสดงในตารางที่ 2.9 และความเข้มข้นของสารทำความสะอาดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของด่างหรือกรดที่ใช้ดังแสดงในตารางที่ 2.10

2.9.1 คุณสมบัติของสารทำความสะอาดที่ดี (วันชัย, 2547)

2.9.1.1 ทำให้น้ำอยู่ในสภาพที่เป็นน้ำอ่อนเสมอ

2.9.1.2 ทำให้สิ่งสกปรกหลุดออกในเวลาที่รวดเร็ว

2.9.1.3 ไม่เป็นตัวกัดกร่อน

2.9.1.4 ไม่มีพิษ

2.9.1.5 ประหยัด แม้ใช้ในปริมาณน้อยก็มีประสิทธิภาพ

2.9.1.6 มีความคงตัวดี

2.9.1.7 ไม่จับตัวเป็นก้อน หรือแตกตัวเป็นฝุ่นผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 แสดงคุณสมบัติของสารทำความสะอาด

Ingredients	Emulsification	Sponification	Wetting	Dispersion	Suspension	Water Softening	Mineral Deposit Control	Rinseability	Non corrosive	Non irritaiting
[redacted]										
Caustic soda	C	A	C	C	C	C	D	D	D	D
Sodium metesilicate	B	B	C	B	C	C	C	B	B	D
Soda ash	C	B	C	C	C	C	D	C	C	D
Trisodium- phosphate	B	B	C	B	B	A	D	B	C+	C-
[redacted]										
Sodium- tetraphosphate	A	C	C	A	A	B	B	A	AA	A
Sodium tripoly phosphate	A	C	C	A	A	A	B	A	AA	B
Sodium- hexameta phosphate	A	C	C	A	A	B	B	A	AA	A
Tetrasodium- pyrophosphate	B	B	C	B	B	A	B	A	AA	B
[redacted]										
Chelating agents	C	C	C	C	C	AA	A	A	AA	A
Wetting agents	AA	C	AA	A	B	C	C	AA	A	A
Organic agents	C	C	C	D	C	A	AA	B	A	A
Mineral acids	C	C	C	C	C	A	AA	C	D	D

Note : A- hight value; B-Medium value; C-low value;D-negative value.

ที่มา : Marriott and Gravani (2006)

ตารางที่ 2.10 การใช้สารทำความสะอาดผิวหน้าของเครื่องมือเครื่องใช้

ชนิดของการทำความสะอาด	ชนิดของสารทำความสะอาด	เปอร์เซ็นต์ความเป็นด่าง	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด	ข้อเสนอแนะ
ทำความสะอาดแบบใช้มือสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำให้เย็น	ด่าง	0.05 - 0.1	-	ควรใช้ที่ pH 10.0 ล้างด้วยกรด
	Chlorinated alkali ปรับความเป็นกรดด่างแล้ว	0.2 - 0.4	-	pH 5.5-6.5
ทำความสะอาดแบบฉีดพ่นฝอยสำหรับแทงค์ที่ต้องรักษาความเย็น	Chlorinated alkali ปรับความเป็นกรดด่างแล้ว	0.2 - 0.4	-	ล้างด้วยกรด pH 5.5-6.5
CIP สำหรับผิวหน้าของเครื่องมือ	กรด + ล้าง + ด่าง	0.5 - 1.0	0.2 - 0.6	ควรใช้สารกันฟองร่วมเพื่อให้ปั๊มมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง
ผิวหน้าของเครื่องมือที่โดนความร้อนหรือผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูง	ด่าง + ล้าง + กรด	0.7 - 1.5	0.2 - 0.6	
การล้างขวด	โซดาไฟ	2.0 - 3.0		

ที่มา : วันชัย (2547)

เพื่อให้การทำความสะอาดเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จะต้องมีการพิจารณา ดังนี้

1. การเลือกสารทำความสะอาดให้เหมาะกับลักษณะของงาน
2. การพิจารณาความเข้มข้นในแง่ของการประหยัด
3. การเลือกใช้แรงจากภายนอกช่วยทำให้การทำความสะอาดง่ายขึ้น
4. วิธีการทำความสะอาดที่ใช้
5. คุณภาพของน้ำที่ใช้ ชนิดและปริมาณของสิ่งสกปรกบนผิวหน้า
6. ธรรมชาติของผิวหน้าที่ต้องทำความสะอาด
7. สภาพทางฟิสิกส์ของพื้นผิว
8. ราคาการและการให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 การใช้งานและการเก็บรักษาสารทำความสะอาด (Handling and storage precautions) (Marriott and Gravani, 2006)

ความประมาทที่เกิดจากการใช้สารทำความสะอาดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสี่ยงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งผู้ปฏิบัติงานควรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับวิธีการใช้งานและการแต่งกายขณะปฏิบัติงาน เช่น การสวมถุงมือ รองเท้าบูท แว่นตา ฯลฯ ในสหรัฐอเมริกาได้มีการนำข้อบังคับที่เรียกว่า Material safety data sheets (MSDS) มาใช้กับพนักงานผู้ปฏิบัติงาน

สารทำความสะอาดส่วนใหญ่ (ยกเว้นสารละลายที่เป็นของเหลว) จัดอยู่ในสารประเภทไฮโดรสโคปิก (Hygroscopic) ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้น เมื่อสัมผัสกับอากาศและความชื้น ส่งผลให้สารทำความสะอาดมีคุณภาพเสื่อมลง หรือเกิดการเกาะเป็นก้อนบริเวณภาชนะบรรจุ ดังนั้นภาชนะที่ใช้บรรจุควรมีการปิดผนึกอย่างหนาแน่นหลังจากที่มีการใช้งาน ควรมีการเก็บรักษาในบริเวณที่ห่างไกลจากกระบวนการผลิต พื้นควรแห้ง ปราศจากความชื้น และมีการควบคุมอุณหภูมิ นอกจากนี้ควรมีการจัดวางบนชั้นวาง (Pallets) หรือรางเลื่อน (Skids) เพื่อป้องกันการสัมผัสกับพื้น และควรมีการควบคุมการใช้งานโดยมีการบันทึกการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ

2.10 คุณภาพของน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาด (Water quality considerations)

(Marriott and Gravani, 2006)

น้ำ เป็นสารทำความสะอาดที่มีการนำมาใช้เพื่อชำระล้างสิ่งสกปรกมากที่สุด หน้าที่หลักของน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาด คือ

2.10.1 ชำระล้างคราบสิ่งสกปรกที่มีขนาดใหญ่

2.10.2 เป็นสารทำให้เปียก เพื่อให้คราบสิ่งสกปรกบนพื้นผิวอุปกรณ์หลุดได้ง่ายยิ่งขึ้น

2.10.3 ชำระล้างน้ำยาทำความสะอาดและคราบสิ่งสกปรกบนพื้นผิวอุปกรณ์

2.10.4 ละลายคราบสิ่งสกปรก

น้ำกระด้าง ซึ่งประกอบด้วยแคลเซียม แมกนีเซียม และโลหะต่างๆ มีผลต่อการขัดขวางประสิทธิภาพการทำงานของสารทำความสะอาด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไบคาร์บอเนต (Bicarbonates) ซึ่งก่อให้เกิดการสะสมคราบตะกรัน พบว่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดคราบตะกรันได้ดีที่สุด คือ 82 องศาเซลเซียส ส่งผลให้เป็นแหล่งสะสมของสิ่งสกปรกและจุลินทรีย์ จึงทำให้ยากแก่การทำความสะอาด ดังนั้นจึงควรใช้น้ำอ่อนร่วมกับสารทำความสะอาดเพื่อลดปัญหาดังกล่าวข้างต้น

คุณสมบัติของน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร มีดังต่อไปนี้

1. ไม่ก่อให้เกิดโรค
2. ไม่มีพิษ
3. ไม่มีกลิ่น –รส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ไม่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อน
5. ไม่ทำให้เกิดการกัดกร่อน
6. ไม่มีส่วนประกอบของแร่ธาตุ (น้ำอ่อน)

2.11 การฆ่าเชื้อ (Disinfection หรือ Sanitizing)

หมายถึงการทำลายจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่ภายในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ เพื่อป้องกันไม่ให้ปนเปื้อนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ โดยจะต้องทำการฆ่าเชื้อก่อนการผลิต และทิ้งไว้ได้นานไม่เกิน 4 ชั่วโมง ถ้าเกิน 4 ชั่วโมงต้องทำการฆ่าเชื้อใหม่อีกครั้งก่อนการผลิต (หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2550)

การฆ่าเชื้อ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายจุลินทรีย์บริเวณพื้นผิวอุปกรณ์และเป็นการป้องกันการปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์ระหว่างที่มีการผลิตและการบรรจุ ซึ่งน้ำยาทำความสะอาดไม่สามารถทำลายปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ได้ทั้งหมด แต่สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่อาจส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์และความปลอดภัยของผู้บริโภค เนื่องจากสารประกอบในสารฆ่าเชื้อมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และกรณีที่มีสิ่งสกปรกในปริมาณมากควรผสมสารทำความสะอาดและน้ำยาฆ่าเชื้อ อย่างไรก็ตาม การใช้สารทำความสะอาดบางชนิด เช่น ด่างแก่ หรือกรดไนตริกมีคุณสมบัติซึ่งเป็นสารทำความสะอาดและมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อด้วย ส่วนการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อเพียงชนิดเดียวในกรณีที่มีจุลินทรีย์ตกค้างในปริมาณไม่มาก และการทำความสะอาดมีประสิทธิภาพเพียงพอ โดยนิยมฆ่าเชื้ออุปกรณ์ เครื่องมือการผลิตก่อนทำการผลิต การใช้ความร้อน หรือสารฆ่าเชื้อทางเคมีถูกนำมาใช้ในการฆ่าเชื้อโดยการใช้ความร้อน มีการให้ความร้อนในรูปแบบของน้ำร้อนและไอน้ำร้อน ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมกับอุปกรณ์แต่ละชนิด โดยอุณหภูมิสูงมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนที่ตกค้างอย่างรวดเร็ว โดยการใช้ไอน้ำร้อนในการฆ่าเชื้อมีประโยชน์ในด้านลดปัญหาเรื่องการระบายน้ำ ส่งผลให้เครื่องจักรไม่มีความเปียกชื้น ดังนั้นจึงลดปัญหาการเสี่ยงต่อการเจริญของจุลินทรีย์ นอกจากนี้การฆ่าเชื้อโดยใช้ความร้อนมีข้อดี คือไม่หลงเหลือสารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภายหลังการทำความสะอาด (หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2550)

2.11.1 วิธีการฆ่าเชื้อที่ใช้กันมากในโรงงานนม ได้แก่

2.11.1.1 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Thermal sanitizing)

จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคสามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อน ยกเว้นกลุ่มที่สร้างสปอร์ซึ่งต้องใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อสูงมาก ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนนี้ขึ้นอยู่กับความสะอาดของพื้นผิว วัสดุของพื้นผิว ลักษณะและการออกแบบพื้นผิว

ความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ความร้อนชื้น (Moist heat) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 การฆ่าเชื้อโดยใช้น้ำร้อน (Hot water) อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 80 – 90 องศาเซลเซียส เวลาหมุนเวียนนาน 10 - 20 นาที ตัวอย่างการใช้น้ำร้อนในการฆ่าอุปกรณ์การผลิตนมเชื้อดังแสดงในภาพที่ 2.10

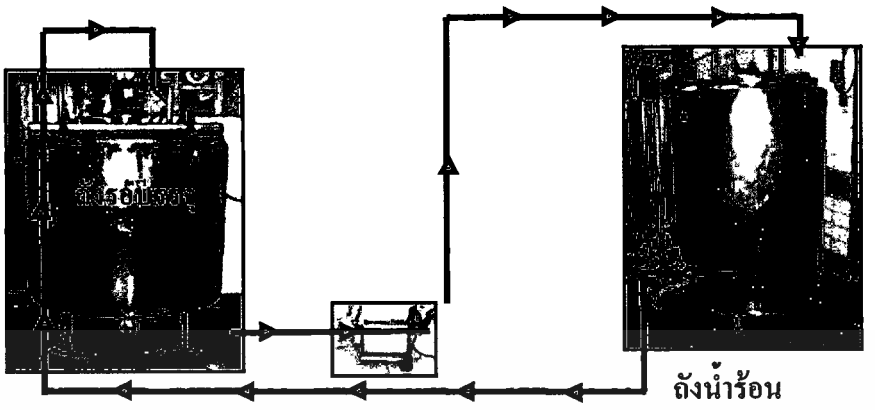
การใช้น้ำร้อนในการฆ่าเชื้อเป็นวิธีที่สะดวก และมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ใกล้เคียงกับการใช้สารต้านการเจริญของจุลินทรีย์ (Antimicrobial) ไม่กัดกร่อนพื้นผิวอุปกรณ์ นิยมใช้ในอุปกรณ์การผลิตนมพาสเจอร์ไรส์โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 77 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที ในขณะที่ International Dairy Federation ให้ข้อเสนอแนะในการใช้ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที และ US.FDA ได้ออกข้อบังคับ (21 CFR 129.80) ในการใช้น้ำร้อน โดยมีอุณหภูมิสูงกว่า 77 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที เป็นต้นไป หรือ 94 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที เป็นต้นไป แต่ข้อจำกัดในการใช้การฆ่าเชื้อโดยวิธีนี้คือ ทำให้เกิดความล่าช้าในการใช้พลังงานสนับสนุน เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีการใช้พลังงานความร้อน(Heat) การคงสถานะความร้อน (Hold) และการทำความเย็น (Cool down) และเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารเคมีในการฆ่าเชื้อ พบว่าการใช้ความร้อนทำให้เกิดฟิล์มและหินปูนหรือเป็นสาเหตุทำให้คราบสิ่งสกปรกที่ตกค้างยึดติดกับบริเวณผิวหน้าอุปกรณ์มากยิ่งขึ้น ทำให้ยากแก่การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้เฉพาะอุปกรณ์ที่มีความยาวไม่มากจึงฆ่าเชื้อได้ไม่ทั่วถึงในบริเวณที่ยากแก่การทำความสะอาด เช่น บริเวณด้านหลังประเก็น ภายในอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นช่องรูและรอยแยก นอกจากนี้ยังสูญเสียค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานความร้อนสูง (Marriott and Gravani, 2006)

1.2 การฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำ อุณหภูมิที่ใช้สูงกว่า 93 องศาเซลเซียส เวลาหมุนเวียนนาน 5 นาที ข้อด้อยของการฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำคือ พื้นผิวที่ต้องการฆ่าเชื้ออาจได้รับความร้อนไม่เพียงพอต่อการทำลายจุลินทรีย์

2. ความร้อนแห้ง (Dry Heat)

เป็นการฆ่าเชื้อโดยใช้ลมร้อน อุณหภูมิที่ใช้อย่างน้อย 82 องศาเซลเซียส เวลาหมุนเวียนนาน 20 นาที การใช้ความร้อนชื้นจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อสูงกว่าการใช้ความร้อนแห้ง เพราะความร้อนชื้นจะทำลายโปรตีนในตัวจุลินทรีย์ให้สูญเสียสภาพธรรมชาติ (Denaturation) ทำให้ไม่สามารถดำรงชีพต่อไปได้ ส่วนการใช้ความร้อนแห้ง จะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อต่ำกว่า จึงต้องใช้อุณหภูมิสูงและเวลานานกว่า ดังนั้นจึงนิยมใช้ไอน้ำหรือน้ำร้อนในการฆ่าเชื้อ ซึ่งมีข้อดีคือ ไม่กัดกร่อน ไม่มีสารเคมีตกค้าง และสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้ สำหรับพื้นผิวที่มีพื้นที่มาก มักจะฆ่าเชื้อโดยใช้ ความร้อนร่วมกับสารฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 การฆ่าเชื้อถังรอบรรจุด้วยน้ำร้อน

(ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2550)

2.11.1.2 การฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี (Chemical sanitizing)

การฆ่าเชื้อโดยใช้สารเคมีส่วนใหญ่มีการใช้สารในกลุ่มฮาโลเจน เช่น คลอรีน หรือไอโอดีน โดยใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ 1 นาทีเป็นต้นไป การฆ่าเชื้อในอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่และมีการใช้พลังงานมีการเตรียมสารฆ่าเชื้อในภาชนะเฉพาะและมีการลำเลียงสารฆ่าเชื้อไปตามระบบท่อโดยมีการใช้ปั๊ม หรือระบบการไหลเวียน ซึ่งต้องใช้แรงดันในการกระจายสารฆ่าเชื้อไปตามท่อ สำหรับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กและไม่ได้ใช้พลังงานเข้ามาเกี่ยวข้อง มีการฆ่าเชื้อโดยการแช่อุปกรณ์ในน้ำยาฆ่าเชื้อ โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 2 นาที หลังจากนั้นจึงเทน้ำยาทิ้งและผึ่งให้แห้ง และภาชนะในระบบปิดขนาดใหญ่ เช่น ถังหรือหม้อมีการฆ่าเชื้อโดยการฉีดพ่นจากด้านบนเป็นระยะเวลา 5 นาทีเป็นต้นไป ซึ่งไม่เกิดความยุ่งยากและฆ่าเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ กรณีที่อุปกรณ์ในระบบเปิดที่มีขนาดใหญ่ เช่น ถังหมักเนยแข็ง สามารถฆ่าเชื้อได้โดยการใช้แปรงในการขัดล้างโดยพนักงาน

ควรพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมในแต่ละส่วนงาน เนื่องจากสารฆ่าเชื้อแต่ละชนิดมีจุดเด่นและจุดด้อยต่าง ๆ กันไป

ปัจจัยที่มีผลต่อการฆ่าเชื้อโดยใช้สารเคมี

1. อุณหภูมิ : ต้องใช้อุณหภูมิให้ถูกต้องกับชนิดของสารฆ่าเชื้อที่ใช้ เช่น ถ้าใช้ Peracetic acid จะต้องใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส มิฉะนั้นสารฆ่าเชื้อจะสลายตัวเป็นน้ำทำให้ไม่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ ถ้าใช้คลอรีนที่อุณหภูมิสูงเกิน 60 องศาเซลเซียส จะเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ

2. เวลาในการฆ่าเชื้อ : ขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ว่ามีโอกาสปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์และชนิดของจุลินทรีย์มากน้อยเพียงใด หรือเป็นอุปกรณ์ที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนหลังการฆ่าเชื้อ (Recontaminated) หรือไม่

3. ความเข้มข้นของสารเคมี : ความเข้มข้นสูงขึ้น ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจะมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความเป็นกรด – ด่าง (pH) : ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อสารเคมีบางชนิดขึ้นอยู่กับค่า pH เช่น สารประกอบคลอรีน และไอโอดีน เมื่อค่า pH เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจะลดลง

5. ความกระด้างของน้ำ : มีผลกับสารประกอบ Quaternary ammonium เมื่อความกระด้างมากขึ้น ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจะลดลง

คุณสมบัติของสารฆ่าเชื้อที่ดี

1. ไม่เป็นพิษ
2. ไม่ทำให้เกิดการสึกกร่อนของพื้นผิวที่ใช้
3. ไม่มีผลต่อกลิ่น รส และสี ของอาหาร
4. มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้หลายชนิด

นอกจากนี้สารฆ่าเชื้อบางชนิดสลายตัวได้ง่าย จึงใช้ได้ครั้งเดียวและเตรียมใหม่ทุกครั้งก่อนที่จะใช้ โดยผู้ใช้ควรศึกษาข้อมูลจากผู้ขายให้ถี่ถ้วนและปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ขาย

2.11 .2 ประเภทของสารฆ่าเชื้อ

2.11.2.1 สารไฮโปคลอไรต์ (Hypochlorite) หรือสารประกอบประเภทคลอรีน

1. โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite)

เป็นของเหลว สีเขียวหรือสีเหลือง มีกลิ่นฉุนคล้ายคลอรีน ในอุตสาหกรรมการผลิตนม นิยมใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) ในการเป็นสารฆ่าเชื้อซึ่งเตรียมจากการผสมคลอรีนและโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โดย HOCl มีฤทธิ์ในการทำลายแบคทีเรีย ซึ่งค่า pH 5 มีความเหมาะสมในการทำลายจุลินทรีย์มากที่สุด ตามสมการต่อไปนี้

$$2NaOH + O_2 \longrightarrow NaOCl + NaCl + H_2O \quad (1)$$

$$NaOCl + H_2O \longrightarrow NaOH + HOCl \quad (2)$$

$$HOCl \longleftrightarrow H^+ + OCl^- \quad (3)$$

อันตรายจากการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์

1. สัมผัสผิวหนัง : เกิดการระคายเคืองปานกลาง และเกิดผื่นแดงบนผิวหนัง
   การปฐมพยาบาล : ฉีดล้างผิวหนังด้วยน้ำปริมาณมาก ๆ
2. สัมผัสระบบทางเดินหายใจ : เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อเมือกของทางเดินหายใจ
   การปฐมพยาบาล : เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกสู่บริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ นำส่งไปพบแพทย์
3. สัมผัสถูกตา : ทำให้ระคายเคืองอย่างรุนแรง
   การปฐมพยาบาล : ฉีดล้างตาทันทีด้วยน้ำปริมาณมากอย่างน้อย 15 นาที พร้อมกระพริบตาถี่ๆขณะทำการล้าง นำส่งไปพบแพทย์
4. การกลืนหรือกินเข้าไป : ทำให้เกิดระคายเคืองต่อเยื่อบุที่ปากและลำคอ เกิดอาการปวดท้อง และแผลเปื่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปฐมพยาบาล : ห้ามไม่ให้สิ่งใดเข้าปากผู้ป่วยที่หมดสติ หากผู้ป่วยยังมีสติอยู่ให้ดื่มสารละลายโปรตีน หรือ ถ้าไม่สามารถหาได้ก็ให้ดื่มน้ำปริมาณมาก ๆ อย่าให้ผู้ป่วยดื่มน้ำส้มเบคกิงโซดา (Baking soda) และยาที่มีฤทธิ์เป็นกรด นำส่งไปพบแพทย์

5. ความผิดปกติอื่น ๆ : สารนี้มีผลทำลายปอด ทรวงอก ระบบหายใจ ผิวหนัง

ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา

- เป็นสารที่ไม่เสถียร

- สารที่เข้ากันไม่ได้คือ กรดเข้มข้น สารออกซิไดซ์อย่างแรง โลหะหนัก สารรีดิวซ์ แอมโมเนีย อีเทอร์ สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ เช่น สี เคอร์โรซีน ทินเนอร์ แลคเกอร์

- ความเสถียรของสารจะลดลงเมื่อ :

1. ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น
2. การสัมผัสกับความร้อน และแสง
3. ค่า pH ลดลง
4. ผสมกับโลหะหนัก เช่น นิกเกิล โคบอลต์ ทองแดง และเหล็ก
5. ไม่เป็นสารไวไฟ
6. ความร้อน และการผสมหรือปนเปื้อนกับกรด จะทำให้เกิดก๊าซที่เป็นพิษและมีฤทธิ์ระคายเคือง ซึ่งการสลายตัวที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดก๊าซคลอรีนออกมา

- การเก็บรักษา

1. เก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิด
2. เก็บในที่แห้ง เย็น และมีการระบายอากาศที่ดี
3. เก็บให้ห่างจากแสง และสารเคมีอื่น
4. อย่าผสมสารนี้หรือทำให้สารนี้ปนเปื้อนกับแอมโมเนีย ไฮโดรคาร์บอน กรด แอลกอฮอล์ และอีเทอร์

- การกำจัดกรณีรั่วไหล

1. ให้ระบายอากาศในพื้นที่ที่มีสารหกรั่วไหล
2. แยกพื้นที่ที่สารหกรั่วไหล และกันคนที่ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันออกไป
3. เก็บส่วนที่หกรั่วไหลใส่ในภาชนะบรรจุและทำให้เป็นกลางด้วยโซเดียมซัลไฟด์ ไบซัลไฟด์ และไทโอซัลไฟด์
4. ให้ดูดซับส่วนที่หกรั่วไหลด้วยวัสดุดูดซับ เช่น ดินเหนียว ทราย หรือวัสดุดูดซับ แล้วเก็บใส่ในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิดเพื่อนำไปกำจัด
5. ฉีดล้างบริเวณที่หกรั่วไหลด้วยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข้อดีของสารฆ่าเชื้อชนิด Sodium hypochlorite

1. มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อรวดเร็ว และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด รวมทั้งไวรัส และสปอร์ของจุลินทรีย์บางชนิด

2. ไม่ทำให้เกิดการสร้างฟิล์มขึ้นที่ผิวของอุปกรณ์

3. ไม่มีผลกระทบจากความกระด้างของน้ำหรือส่วนผสมอื่น

4. ไม่เป็นพิษที่ความเข้มข้นต่ำ

5. สามารถวัดความเข้มข้นและปริมาณได้ง่าย

6. ราคาถูก

7. มีส่วนผสมของสารกระตุ้นที่มีความเข้มข้นสูงอยู่ด้วย

8. กำจัดกลิ่นที่ไม่ดีออกไปได้

9. ไม่มีผลต่อกลิ่น รส ของผลิตภัณฑ์ (ยกเว้นพวกอาหารที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก) หากใช้ในความเข้มข้นที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

- ข้อจำกัดของสารฆ่าเชื้อชนิด Sodium hypochlorite

1. มีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ดังนั้นภายหลังที่ใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อแล้วต้องล้างด้วยน้ำร้อนเพื่อให้หมดกลิ่นคลอรีน

2. ถ้าสารละลายเข้มข้นหกบนพื้นจะเกิดรอยด่าง

3. แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำ (ฤดูหนาว)

4. เสื่อมสลายได้เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลานาน หรือเก็บที่อุณหภูมิสูง จึงต้องเก็บไว้ในที่เย็นและมืด

5. ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อลดลงที่ค่า pH สูง

6. กัดกร่อนและเกิดสนิมต่อพื้นผิวที่ทำด้วยโลหะ เช่น เหล็ก และอะลูมิเนียม

7. จับตัวกับชิ้นส่วนของสารอินทรีย์ได้ดี เมื่อเทียบกับสารฆ่าเชื้ออื่น ๆ ดังนั้น สารเหล่านี้เมื่อละลายในน้ำที่ปนเปื้อนสารอินทรีย์มากๆ จะเสียคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อ ดังนั้นก่อนการฆ่าเชื้อ ควรล้างสิ่งสกปรกและจุลินทรีย์ให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้เสียก่อน เพื่อให้การฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพ

8. หากใช้กับน้ำที่มีธาตุเหล็กจะเกิดตะกอนแล้วหมดสภาพไป

2.11.2.2 สารฆ่าเชื้อประเภทกรด (Acid sanitizers)

ประกอบด้วยกรดอนินทรีย์และกรดอินทรีย์ เช่น กรดน้ำส้ม (Acetic acid) กรดแลกติก (Lactic acid) กรดโพรพิโอนิก (Propionic acid) และกรดเปอร์อะซิติก (Peracetic acid) รวมกับสารลดแรงตึงผิวประจุลบ (Anionic surfactant) สารฆ่าเชื้อประเภทนี้สามารถใช้ได้ดีบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นผิวที่ทำด้วยเหล็กปลอดสนิม (Stainless steel) มีประสิทธิภาพในการฆ่าทำลายเชื้อ *Salmonella* และ *Listeria* ได้ดี

1. กรดเปอร์อะซิติก (Peracetic acid)

นิยมใช้การล้างทำความสะอาดแบบ CIP เป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน

- ข้อดีของการใช้ Peracetic acid
    1. ไม่เกิดฟอง เหมาะกับเครื่องมือ เครื่องจักรที่ต้องล้างโดยวิธี CIP
    2. ปลอดภัยเนื่องจากสลายตัวเมื่อสัมผัสกับน้ำ ออกซิเจน และกรดอะซิติก
    3. สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ และรา
    4. ใช้แทนขั้นตอนการล้างทำความสะอาดด้วยกรดได้
- ข้อเสียของการใช้ Peracetic acid
    1. ราคาแพง
    2. มีกลิ่นฉุน
    3. กัดกร่อนเหล็กและโลหะอื่น ๆ
    4. ถ้าใช้อุณหภูมิเกิน 40 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อจะลดลง

2.11.2.3 แอลกอฮอล์

ที่นิยมใช้คือ เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) หรือเอทานอล (Ethanol) และไอโซโพรพานอล (Isopropanol) ซึ่งใช้ฆ่าเชื้อบนมือของผู้ปฏิบัติงาน ข้อดี คือ ระเหยง่าย ทำให้พื้นผิวที่ฆ่าเชื้อแห้งเร็ว เหมาะสำหรับการฆ่าเชื้อบนพื้นผิวที่มีสิ่งสกปรกน้อย ๆ กล่าวคือ ต้องล้างทำความสะอาดสิ่งสกปรกออกให้หมดก่อน จึงจะฆ่าเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่ใช้ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด อย่างไรก็ตาม การฆ่าเชื้อบนพื้นผิวที่ต้องการความแห้งมักใช้เอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยสารฆ่าเชื้อชนิดต่างๆ มีกลไกในการทำลายจุลินทรีย์ดังตารางที่ 2.11 และมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพปัจจัยและวิธีการฆ่าเชื้อของสารฆ่าเชื้อประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารนมตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.11 กลไกในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ของสารฆ่าเชื้อต่างๆ

ไอน้ำ/ความร้อน	คลอรีน	ไอโอโดฟอร์
ความร้อนชื้น - ทำให้โปรตีนในเซลล์ของจุลินทรีย์สูญเสียธรรมชาติ หรือจับตัวเป็นก้อน ความร้อนแห้ง - ทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์แห้งตายและเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น	เป็นสารออกซิไดซ์ (Oxidising agent) ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ เอนไซม์ และโปรตีนต่าง ๆ ในเซลล์ของจุลินทรีย์	เป็นสารออกซิไดซ์ (Oxidising agent) ทำลายเอนไซม์ และโปรตีนต่าง ๆ ในเซลล์ของจุลินทรีย์

ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพปัจจัยและวิธีการฆ่าเชื้อของสารฆ่าเชื้อประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารนม

วิธีการ/สารฆ่าเชื้อ คุณลักษณะ	น้ำร้อน/ไอน้ำ	คลอรีน	สารประกอบประเภทกรด
ประสิทธิภาพต่อเชื้อจุลินทรีย์			
- แกรมบวก	ดี	ดี	ดี
- แกรมลบ	ดี	ดี	ดี
- สปอร์	ดี	ดี	มีผลกับสปอร์บางชนิด
ผลของน้ำกระด้าง	-	ไม่มี	มีผลเล็กน้อย
ความเสถียรในน้ำ	-	ไม่เสถียร	เสถียร
ผลของสิ่งสกปรกตกค้างที่เป็นสารอินทรีย์	ไม่มี	มีผล (มาก)	มีผล (ต่ำ)
ความกัดกร่อน	ไม่มี	มี	มี (เล็กน้อย)
ระคายเคืองผิวหนัง	ไม่มี	มี	มี
ราคา	แพง	ถูก	ปานกลาง

ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร (2550)

ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อพื้นผิวต่าง ๆ ด้วยสารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อนั้น จำเป็นต้องพิจารณาใช้สารให้เหมาะสมกับพื้นผิวและสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อน นอกจากนี้การใช้สารชะล้างร่วมกับสารฆ่าเชื้อก็จำเป็นต้องพิจารณาให้สารทั้งสองประเภททำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างสารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อที่ใช้ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สารทำความสะอาด	สารฆ่าเชื้อ
สารลดแรงตึงผิวประจุลบ (น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์) (Anionic Surfactant)	โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium Hypochlorite)
สารลดแรงตึงผิวที่ไม่มีประจุ (Non-Ionic Surfactant)	ไอโอโดฟอร์
ด่างประเภทอนินทรีย์	ไฮโปคลอไรต์
กรดประเภทอนินทรีย์	ไอโอโดฟอร์

ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร (2550)

หมายเหตุ ไอโอโดฟอร์ไม่ใช้กับอุตสาหกรรมอาหารนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 .3 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของสารฆ่าเชื้อ

2.11.3.1 อุณหภูมิ

จุลินทรีย์จะถูกทำลายได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียสขึ้นไป จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคจะเริ่มถูกทำลายอย่างรวดเร็ว

2.11.3.2 ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ

ความเข้มข้นยิ่งสูงจะทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อเพิ่มมากขึ้น แต่มีผลทำให้ผิวหนังระคายเคือง เป็นพิษ และทำให้พื้นผิวสึกกร่อน แต่ถ้าใช้ความเข้มข้นต่ำเกินไป จะทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อลดลง

2.11.3.3 ระยะเวลาในการสัมผัส

ระยะเวลานานจะทำลายจุลินทรีย์ได้มากขึ้น แต่เสียเวลาในการปฏิบัติงาน โดยถ้าพื้นผิวมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์มาก และสารฆ่าเชื้อทำงานช้า ก็ต้องใช้เวลาในการสัมผัสนาน

2.11.3.4 ความสะอาดของพื้นผิว

สารฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพลดลง หากพื้นผิวที่ต้องการทำความสะอาดมีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรก (Soils) มาก จึงควรใช้สารฆ่าเชื้อกับพื้นผิวที่ทำความสะอาดแล้วเท่านั้น

2.11.3.5 ความเป็นกรดด่าง (pH)

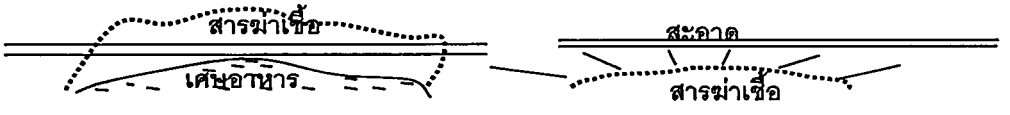
การใช้สารฆ่าเชื้อที่ pH ไม่เหมาะสม จะทำให้ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อลดลง

2.11.3.6 ความกระด้างของน้ำ

ความกระด้างของน้ำยิ่งสูง จะยิ่งลดประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ ทั้งนี้ขึ้นกับประเภทของสารฆ่าเชื้อนั้น ๆ ด้วย

2.11 .4 การสร้างฟิล์มชีวภาพของเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิว

ฟิล์มชีวภาพจะช่วยป้องกันตัวจุลินทรีย์ ทำให้สารฆ่าเชื้อไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจึงลดลง การป้องกันการสร้างฟิล์มชีวภาพบนพื้นผิว สามารถทำได้โดยออกแบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้ล้างทำความสะอาดง่าย และใช้สารฆ่าเชื้อที่เหมาะสม ดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 การล้างทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพสารมารถช่วยให้สารฆ่าเชื้อทำงานได้ดี (ที่มา : หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 .5 การตรวจสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ

เป็นการตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่ภายหลังการฆ่าเชื้อเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่สัมผัสกับน้ำนม เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ ซึ่งโดยมากจะตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม และ *E.coli* ซึ่งวิธีการทดสอบต้องเป็นแบบปลอดเชื้อ (Aseptic) เพื่อป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากภายนอก วิธีการทดสอบที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ

2.11.5.1 Swab test

เป็นการตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้การเช็ดด้วยสำลีพันปลายไม้ซึ่งอบฆ่าเชื้อแล้วและชุบน้ำยาริงเจอร์ (Ringer solution) ก่อนเช็ดลงบนพื้นผิวที่กำหนดด้วยลวดตาราง ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเช่นกัน จากนั้นนำไปเพาะเชื้อ เพื่อตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่ภายหลังการฆ่าเชื้อ

2.11.5.2 Rinse test

เป็นการตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้น้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วและทราบปริมาตรแน่นอนไหลผ่านผิวเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ต้องสัมผัสน้ำนม จากนั้นเก็บน้ำกลั้นนั้นไปวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ ซึ่งต้องทราบปริมาตรที่แน่นอน เพื่อให้สามารถเทียบหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้

หมายเหตุ: ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่ควรเกิน 100/100 ตารางเซนติเมตร และโคลิฟอร์ม และ *E.coli* ต้องไม่พบ

อย่างไรก็ตาม ควรมีการตรวจสอบประสิทธิภาพในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยเดือนละครั้ง โดยเฉพาะตำแหน่งที่เป็นข้อต่อ

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Fablan และคณะ (1942) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในอุปกรณ์การผลิตไอศกรีม ได้แก่ น้ำร้อน ไอน้ำร้อน และคลอรีน พบว่า คลอรีน สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ไอน้ำร้อน และน้ำร้อน ตามลำดับ

Kochevar และคณะ (1997) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิของน้ำ ความดันและสารทำความสะอาดในการขจัดคราบสิ่งสกปรกและแบคทีเรียในมีดที่ใช้ในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์โดยวิธี Spray washing โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำที่อุณหภูมิ 16, 35 และ 74 องศาเซลเซียส ความดันที่ระดับ 2.76, 13.79, 20.68 และ 27.58 bar เป็นระยะเวลา 18 นาที พบว่าน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 74 องศาเซลเซียส สามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียเอโรป ได้มากที่สุดในระดับ1.48-3.83 log cfu/cm^2 ส่วนการทดสอบโดยใช้ความดันให้ผลใกล้เคียงกัน และพบว่าการใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์มีประสิทธิภาพในการล้างทำความสะอาดมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Margolles และคณะ (2000) ได้ศึกษาการเจริญของเชื้อ *Listeria monocytogenes* และ *Listeria innocua* ในเนยแข็ง พบว่า กรดอินทรีย์สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวได้ โดยมีประสิทธิภาพดีกว่ากรดไฮโดรคลอริก และพบว่ากรดอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ กรดอะซิติก รองลงมาได้แก่ กรดแลคติก และกรดซิตริก ตามลำดับ

Guzel-Seydim และคณะ (2000) ได้ศึกษาการขจัดคราบสิ่งสกปรกจากในขั้นตอน Prerinse บนพื้นผิวสแตนเลสที่ได้รับความร้อนในอุตสาหกรรมการผลิตนมโดยใช้โอโซน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที พบว่า การใช้โอโซนสามารถขจัดคราบได้ 84 เปอร์เซ็นต์ และในน้ำอุ่นสามารถขจัดคราบได้ 51 เปอร์เซ็นต์

Sharma และ Beuchat (2004) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารทำความสะอาดประเภทต่างในการทำลายเชื้อ *E. coli* O157 :H7 ในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งมีการเจริญในช่วง Logarithmic และ Stationary phase พบว่า สารทำความสะอาดที่มีการผสมระหว่าง ไฮโปคลอไรด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์/โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (pH 11.2-11.7) มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อดังกล่าวมากกว่าการผสมระหว่างสารโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมเมตะซิลิเกต (pH 11.4) โดยมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันในช่วง Logarithmic และ Stationary phase

Sengun และ Karapinar (2004) ได้รายงานการลดลงของปริมาณเชื้อ *Salmonella* Typhimurium บนแครอทโดยใช้สารละลายน้ำส้มสายชูหมักร่วมกับน้ำมะนาวในอัตราส่วน 1:1 พบว่า สามารถลดจำนวนเชื้อลงได้ถึง 0.79-3.95 log cfu/g

Kilonzo – Nthenge และคณะ (2006) รายงานการใช้น้ำส้มสายชู 5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนในผักกาดหอม แอปเปิ้ล และบล็อกโคลี่ โดยการใช้น้ำส้มสายชูล้างผลิตภัณฑ์หลังจากล้างด้วยน้ำประปา พบว่าสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ทั้งหมดได้ในช่วง 1.88-2.01 log cfu/g โดยประสิทธิภาพในการล้างขึ้นอยู่กับพื้นผิวของผลิตภัณฑ์

Clegg (2008) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของการใช้สารฆ่าเชื้อในอุปกรณ์ของฟาร์มนม จำนวน 6 ฟาร์ม เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า การผสมสารฆ่าเชื้อ Hypochorite 75 ppm มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ Hypochorite 200 ppm ที่มีความร้อนขณะทำการฆ่าเชื้อ

จิราวรรณ (2009) ได้ศึกษาการลดลงของ *Salmonella* Enteritidis บนผิวเปลือกไข่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก พบว่าการฆ่าเชื้อในไข่โดยวิธีการจุ่มในน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถฆ่าเชื้อได้ภายในระยะเวลา 10 นาที และที่ความเข้มข้นกรด 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถฆ่าเชื้อได้ภายในระยะเวลา 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

นมแพะดิบจากเกตุไพเราะฟาร์ม เขตอ่อนนุช กรุงเทพมหานคร

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 ตู้บ่มเชื้อ (B30, Memmert, Germany)

3.2.2 เทอร์โมมิเตอร์ก้านเหล็ก (G, Sangi, Germany)

3.2.3 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (SS-245, Tomy, Japan)

3.2.4 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (3002, Gragon, Thailand)

3.2.5 ตู้อบฆ่าเชื้อ (63505, Thermo, Germany)

3.2.6 ตู้เขี่ยเชื้อ (Mark II, Bwyer, U.S.A.)

3.2.7 วอร์เท็กซ์ มิกเซอร์ (11716, Bohemia, U.S.A.)

3.2.8 เครื่องปั่นเหวี่ยง (EBA 20, Hettichzentrifugen, Germany)

3.2.9 ไมโครปิเปต (480-204, Jencons, England)

3.2.10 ไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

3.2.11 หม้อต้มสแตนเลส

3.2.12 ทัพพี

3.2.13 ถังดูลเลอร์สแตนเลส

3.2.14 เตาแก๊ส

3.2.15 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.2.16 เครื่องแก้ว

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.3.1 Plate count agar (Merck, Germany)

3.3.2 Potato dextrose agar (Merck, Germany)

3.3.3 Tryptic soy agar (Merck, Germany)

3.3.4 Violet red bile agar (Merck, Germany)

3.3.5 Brilliant green lactose bile broth (Merck, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 Baird parker agar (Merck, Germany)

3.3.7 Diluent (0.1 เปอร์เซ็นต์ Buffer peptone water (BPW) (Merck, Germany)

3.4 สารเคมี

3.4.1 โซเดียม เมตะซิลิเกต (Finechem, Australia)

3.4.2 น้ำส้มสายชู 5 เปอร์เซ็นต์ (อสร.)

3.4.3 น้ำยาล้างจาน (Linear alkyl sulfonate, Sodium salt 10 เปอร์เซ็นต์ w/w; Sodium lauryl ether sulfate 7.2 เปอร์เซ็นต์ w/w; Cocamidopropyl betaine 0.15 เปอร์เซ็นต์ w/w) (ทีโพล)

3.4.4 แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ และ 90 เปอร์เซ็นต์ (Sigma, Malaysia)

3.4.5 4- Methylumbelliferyl β -D- glucuronide hydrate (Sigma, U.S.A.)

3.5 เชื้อจุลินทรีย์

3.5.1 แบคทีเรียกลุ่มแอโรป (Aerobic plate count) และยีสต์ได้จากการ Swab ภายในก๊อกของถังคูลเลอร์ที่ใช้ในการบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์ของสถานประกอบการตัวอย่าง

3.5.2 *E. coli* ATCC 25922

3.6 วิธีการทดลอง

3.6.1 ศึกษาแหล่งปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ระดับครัวเรือนของโรงงานตัวอย่าง

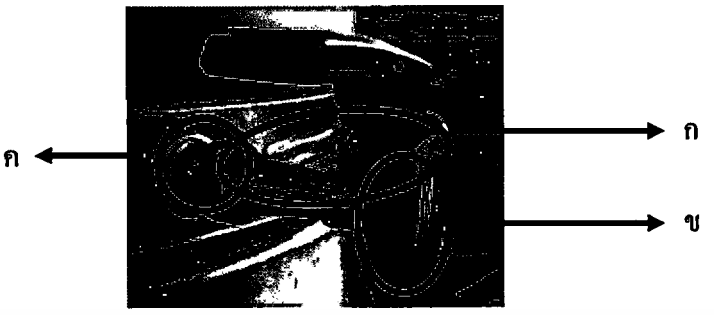
3.6.1.1 Swab มือของผู้สัมผัสอาหาร

ทำการ Swab มือของผู้สัมผัสอาหารที่ผ่านการล้างมือด้วยน้ำยาล้างจานแล้ว โดยทำการ Swab บริเวณฝ่ามือทั้งสองของผู้สัมผัสอาหาร เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Staphylococcus aureus Escherichia coli* และโคลิฟอร์มโดยใช้อาหาร Baird parker agar และ Violet red bile agar ตามลำดับ โดยวิธี Pour plate (Robert, 1992)

3.6.1.2 Swab อุปกรณ์การผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์

ทำการ Swab พื้นผิวภายในก๊อกบรรจุ ซึ่งเป็นอุปกรณ์การผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่มีจุดอับหรือมีลักษณะโค้งงอ ยากแก่การทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึงโดยมีพื้นที่บริเวณท่อก๊อก 10.17 ตารางเซ็นติเมตร หัวก๊อก 2.00 ตารางเซนติเมตร และท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อก 1.54 ตารางเซ็นติเมตร (ภาพที่ 3.1) เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียแอโรป *E. coli* โคลิฟอร์ม และยีสต์ราโดยใช้อาหาร Plate count agar, Violet red bile agar และ Potato dextrose agar ตามลำดับโดยวิธี Pour plate (Robert, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 พื้นผิวในการ Swab (ก) ท่อก๊อก 10.17 ตารางเซ็นติเมตร (ข) หัวก๊อก 2.00 ตารางเซ็นติเมตร และ (ค) ท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อก 1.54 ตารางเซ็นติเมตร

3.6.2 ศึกษาชนิดและสภาวะในการทำความสะอาดอุปกรณ์การบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์แบบถังคูลเลอร์

3.6.2.1 การเตรียมเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มแอโรป *E. coli* และยีสต์

เขี่ยเชื้อแบคทีเรียแอโรป และ *E. coli* ลงในอาหาร Nutrient broth (NB) และยีสต์ลงในอาหาร Yeast extract-Malt extract broth (YM) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาเจือจางด้วย 0.1 เปอร์เซ็นต์ Buffer peptone water (BPW) ในอัตราส่วน 1:5 โดยใช้เชื้อในปริมาณ 2 มิลลิลิตร และ BPW 0.1 เปอร์เซ็นต์ 8 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของเซลล์ในระดับ 10^6 cfu/ml แล้วนำเซลล์ไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที เพื่อเก็บตะกอนเซลล์ หลังจากนั้นจึงนำเซลล์ที่ได้เติมลงในน้ำนมแพะพาสเจอร์ไรส์ 300 มิลลิลิตร ได้เป็นสารแขวนลอยของจุลินทรีย์ในน้ำนมแพะ (Goat' s milk suspension) 300 มิลลิลิตร ที่ระดับความเข้มข้น 10^6 cfu/ml เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

ทำการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการโดยถอดก๊อกบรรจุของถังคูลเลอร์แช่ลงในสารแขวนลอยของเชื้อดังกล่าวข้างต้น ซึ่งประกอบด้วยเชื้อแบคทีเรียแอโรป (Aerobic plate count) *E. coli* และยีสต์ ที่ระดับ 10^6cfu/ml เป็นเวลา 30 นาที จากการ Swab ภายในบริเวณท่อก๊อก (2.54 ตารางเซ็นติเมตร) และหัวก๊อก (2.00 ตารางเซ็นติเมตร) พบว่ามีปริมาณเชื้อเริ่มต้นได้แก่ เชื้อแบคทีเรียแอโรป และ *E. coli* ที่ระดับ 2.20×10^4 cfu/cm^2 และยีสต์ ที่ระดับ 2.20×10^3 cfu/cm^2 จากนั้นจึงนำมาใช้ศึกษาวิธีทำความสะอาดตามข้อ 3.6.2.2 - 3.6.2.7

3.6.2.2 การทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน (ตัวแปรควบคุม)

เป็นวิธีที่ใช้ทั่วไปในสถานประกอบการผลิตนมแพะพาสเจอไรส์ระดับครัวเรือน โดยใช้น้ำประปาที่อุณหภูมิห้องล้างคราบนมออกจากถังคูลเลอร์สำหรับบรรจุ และขัดล้างบริเวณภายในถังและก๊อกบรรจุด้วยน้ำยาล้างจานในปริมาณ 2 มิลลิลิตรและล้างออกด้วยน้ำประปาอีกครั้ง หลังจากนั้นจึงทำการ Swab บริเวณภายในหัวก๊อกและท่อก๊อก เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียแอโรป *E coli* และยีสต์โดยใช้อาหาร Plate count agar, Violet red bile agar และ Potato dextrose agar ตามลำดับ โดยวิธี Pour plate (Robert, 1992) (ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ)

3.6.2.3 การทำความสะอาดโดยใช้น้ำอุ่นและน้ำยาล้างจาน

ใช้น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 44 - 46 องศาเซลเซียส แช่ในถังคูลเลอร์สำหรับบรรจุ เป็นเวลา 5 นาที จึงปล่อยคราบนมออกจากถังผ่านก๊อกบรรจุ และขัดล้างบริเวณก๊อกบรรจุด้วยน้ำยาล้างจานในปริมาณ 2 มิลลิลิตร แล้วจึงล้างด้วยน้ำประปาที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นจึงทำการ Swab บริเวณภายในหัวก๊อกและท่อก๊อก เพื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์เช่นเดียวกับในข้อ 3.6.2.2 (ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ)

3.6.2.4 การศึกษาการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโดยใช้น้ำร้อน

ใช้น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 44 - 46 องศาเซลเซียส แช่ในถังคูลเลอร์สำหรับบรรจุ เป็นระยะเวลา 5 นาที จึงปล่อยคราบนมออกจากถังผ่านก๊อกบรรจุ และขัดล้างบริเวณก๊อกบรรจุด้วยน้ำยาล้างจาน แล้วจึงล้างด้วยน้ำประปาที่อุณหภูมิห้อง และแช่ก๊อกบรรจุในน้ำร้อนโดยแปรผันอุณหภูมิของน้ำร้อนเท่ากับ 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที หลังจากนั้นจึงทำการ Swab บริเวณภายในหัวก๊อกและท่อก๊อก เพื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์เช่นเดียวกับในข้อ 3.6.2.2 (ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ)

3.6.2.5 การศึกษาการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโดยใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ (w/v)

ใช้น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 44 - 46 องศาเซลเซียส แช่ในถังคูลเลอร์สำหรับบรรจุ เป็นระยะเวลา 5 นาที จึงปล่อยคราบนมออกจากถังผ่านก๊อกบรรจุ และขัดล้างทำความสะอาดก๊อกบรรจุด้วยโซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ (วันชัย, 2547) จากนั้นจึงนำมาแช่ในโซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ โดยแปรผันอุณหภูมิของโซเดียม เมตาซิลิเกต ที่ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2, 5 และ 10 นาที แล้วจึงล้างด้วยน้ำประปาที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นจึงทำการ Swab บริเวณภายในหัวก๊อกและท่อก๊อก เพื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์เช่นเดียวกับข้อ 3.6.2.2 (ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ)

3.6.2.6 การศึกษาการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโดยใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร

ใช้น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 44 - 46 องศาเซลเซียส แช่ในถังคูลเลอร์สำหรับบรรจุ เป็นระยะเวลา 5 นาที จึงปล่อยคราบนมออกจากถังผ่านก๊อกบรรจุ และขัดล้างทำความสะอาดก๊อกบรรจุด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ (Kochevar และคณะ, 1997) และนำมาแช่ในกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2, 5 และ 10 นาที แล้วจึงล้างด้วยน้ำประปาที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นจึงทำการ Swab บริเวณภายในหัวก๊อกและท่อก๊อก เพื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์เช่นเดียวกับข้อ 3.6.2.2 (ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2.7 การศึกษาการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโดยใช้โซเดียม เมตะซิลิเกตร่วมกับกรดอะซิติก

ใช้น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 44 - 46 องศาเซลเซียส แช่ในถังคูลเลอร์สำหรับบรรจุ เป็นระยะเวลา 5 นาที จึงปล่อยคราบนมออกจากถังผ่านก๊อกบรรจุ และขัดล้างทำความสะอาดก๊อกบรรจุด้วยโซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาแช่ในโซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที แล้วจึงล้างด้วยน้ำประปาที่อุณหภูมิห้อง ต่อจากนั้นทำความสะอาดก๊อกบรรจุด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาแช่ในกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำประปาที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นจึงทำการ Swab บริเวณภายในหัวก๊อกและท่อก๊อก เพื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์เช่นเดียวกับข้อ 3.6.2.2 (ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ)

การคำนวณเปอร์เซ็นต์ของการลดลงของปริมาณจุลินทรีย์สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$(\%\ \text{Reduction}) = \frac{(\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น} - \text{ปริมาณเชื้อหลังทำความสะอาด}) \times 100}{\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น}}$$

3.6.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษา (Shelf-life) ผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอไรส์

ทำการฆ่าเชื้อนมแพะที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 วินาที และบรรจุผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอไรส์ โดยใช้อุปกรณ์การบรรจุที่ผ่านการทำความสะอาดด้วยวิธีที่ดีที่สุดจากข้อ 3.6.2 เปรียบเทียบกับที่ผ่านการล้างด้วยน้ำยาล้างจาน นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น เก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ทุกวัน เป็นระยะเวลา 10 วัน โดยวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนทั้งหมด *E. coli* โคลิฟอร์ม และยีสต์ โดยใช้อาหาร Plate count agar, Violet red bile agar และ Potato dextrose agar ตามลำดับโดยวิธี Pour plate (Robert, 1992) (ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ)

3.7 การออกแบบการทดลอง

ในการวิจัยนี้ออกแบบการทดลองเป็นแบบ CRD เพื่อทำการศึกษาชนิดของสารทำความสะอาดที่เหมาะสม ได้แก่ การทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน (ตัวแปรควบคุม) การใช้น้ำอุ่นและน้ำยาล้างจาน การใช้น้ำร้อน (3.6.2.2 - 3.6.2.4) และการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกตร่วมกับกรดอะซิติก (3.6.2.7) สำหรับการศึกษาการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโดยใช้ โซเดียม เมตะซิลิเกต และกรดอะซิติก (3.6.2.5 - 3.6.2.6) ออกแบบการทดลองแบบ RCBD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาแหล่งปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ระดับครัวเรือนของโรงงานตัวอย่าง

4.1.1 Swab มือของผู้สัมผัสอาหาร

จากการ Swab มือของผู้สัมผัสอาหาร ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus*, *E. coli* และโคลิฟอร์ม เนื่องจากผู้สัมผัสอาหารได้มีการล้างมือโดยใช้น้ำยาล้างจานก่อนทำการ Swab แสดงว่ามีการล้างมือด้วยวิธีที่ถูกต้องและเหมาะสม จึงส่งผลให้ไม่พบเชื้อดังกล่าว

4.1.2 Swab อุปกรณ์การผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์

จากผลการทดลอง Swab อุปกรณ์การผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ของโรงงานตัวอย่าง โดยมีพื้นที่บริเวณท่อก๊อก 10.17 ตารางเซนติเมตร หัวก๊อก 2.00 ตารางเซนติเมตร และท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อก 1.54 ตารางเซนติเมตร ในช่วงเดือนกันยายน 2551 (ตารางที่ 4.1) พบการเจริญของแบคทีเรียแอโรป บริเวณท่อก๊อกในระดับ 1.28×10^3 cfu/cm^2 หัวก๊อกในระดับ 2.65×10^3 cfu/cm^2 และท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อกในระดับ 3.51×10^3 cfu/cm^2 ในขณะที่พบการเจริญของโคลิฟอร์ม บริเวณท่อก๊อกในระดับ 3.64×10^3 cfu/cm^2 หัวก๊อกในระดับ 1.03×10^3 cfu/cm^2 และท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อกในระดับ 6.82×10^3 cfu/cm^2 และยีสต์ราบริเวณท่อก๊อกในระดับ 3.74×10^3 cfu/cm^2 หัวก๊อกในระดับ 4.50×10^3 cfu/cm^2 และท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อกในระดับ 2.82×10^4 cfu/cm^2 และพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของ *E. coli* ในขณะที่ผลการ Swab ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2551 พบการเจริญของแบคทีเรียแอโรปบริเวณท่อก๊อกในระดับ 9.19×10^2cfu/cm^2 หัวก๊อกในระดับ 3.38×10^3cfu/cm^2 และท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อกในระดับ 9.70×10^1cfu/cm^2 และไม่พบการปนเปื้อนของ *E. coli* โคลิฟอร์ม และยีสต์รา

จากผลการทดลองพบว่าทั้ง 3 บริเวณได้แก่ บริเวณท่อก๊อกบรรจุ หัวก๊อก และท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อกและหัวก๊อกเป็นจุดสะสมของจุลินทรีย์ เนื่องจากบริเวณท่อก๊อกบรรจุเป็นจุดที่มีจุดอับ ซึ่งยากแก่การทำความสะอาด ในขณะที่ท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อกมีพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นเกลียวคลื่น (ภาพที่ 4.1) ส่วนบริเวณหัวก๊อกซึ่งพื้นผิวเรียบแต่ก็สามารถเป็นจุดที่มีการสะสมของเชื้อได้ เนื่องจากมีซอกมุมซึ่งไม่สามารถทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง รวมไปถึงวิธีการล้างทำความสะอาดโดยใช้น้ำยาล้างจานอาจไม่เพียงพอต่อการขจัดคราบไขมัน และโปรตีนในคราบน้ำนม ส่งผลให้เป็นจุดสะสมของคราบนมและเป็นแหล่งในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยการพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียแอโรป โคลิฟอร์ม ยีสต์และรา ในปริมาณที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาล ในช่วงเดือนกันยายนซึ่งมีสภาพอากาศค่อนข้างร้อนชื้นมีการเจริญของเชื้อทั้งสามชนิดในปริมาณสูง ในขณะที่ช่วงเดือนพฤศจิกายนซึ่งมีสภาพอากาศค่อนข้างเย็น จึงพบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มและยีสต์ราลดลงมาก จากการพบการปนเปื้อนของยีสต์ และแบคทีเรียเอโรปดังกล่าว (ภาพที่ 4.2) สอดคล้องกับการทดลองของ Fleet และ Mian (1987) ซึ่งพบว่ามีการเจริญของยีสต์สายพันธุ์ *Candida blankii* ในนมพาสเจอร์ไรส์ และ Ma และคณะ (2000) พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ในระดับ 400 cfu/ml ในนมพาสเจอร์ไรส์ที่เก็บรักษานาน 7 วัน Odriozolar-Serrano และคณะ (2006) ตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในระดับ 6 log cfu/ml ในนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์

(ก) (ข)

ภาพที่ 4.1 บริเวณจุดอับในท่อก๊อก (ก) และพื้นผิวท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อกที่มีลักษณะพื้นผิวเป็นเกลียวคลื่น (ข)

(ก) (ข)

ภาพที่ 4.2 ลักษณะของแบคทีเรียเอโรป (ก) และยีสต์ (ข)
ที่ปนเปื้อนภายในก๊อกบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบปนเปื้อนภายในบริเวณก๊อกบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์

จุด Swab	ปริมาณจุลินทรีย์ (cfu/cm^2)			
	แบคทีเรียแอโรป	โคลิฟอร์ม	*E. coli*	ยีสต์รา
1. ท่อก๊อก	1.28×10^3	3.64×10^3	< 1	3.74×10^3
2. หัวก๊อก	2.65×10^3	1.03×10^3	< 1	4.50×10^3
3. ท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อก	3.51×10^3	6.82×10^3	< 1	2.82×10^4

*Swab ในช่วงเดือนกันยายน 2551

ตารางที่ 4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบปนเปื้อนภายในบริเวณก๊อกบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์

จุด Swab	ปริมาณจุลินทรีย์ (cfu/cm^2)			
	แบคทีเรียแอโรป	โคลิฟอร์ม	*E. coli*	ยีสต์รา
1. ท่อก๊อก	9.19×10^2	< 1	< 1	< 1
2. หัวก๊อก	3.38×10^3	< 1	< 1	< 1
3. ท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อก	9.70×10^1	< 1	< 1	< 1

*Swab ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2551

4.2 ผลการศึกษาชนิดของสารและสภาวะการทำความสะอาดที่เหมาะสม

ในการทดสอบวิธีในข้อ 3.6.2.1 - 3.6.2.7 นี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพการใช้น้ำยาล้างจานน้ำร้อน (ที่อุณหภูมิ 46, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที) การใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ และการใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ (ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที) ในการล้างและทำลายเชื้อแบคทีเรียแอโรป *E. coli* และยีสต์ ในท่อก๊อกและหัวก๊อกบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งประกอบด้วยปริมาณเซลล์เริ่มต้นของเชื้อแบคทีเรียแอโรปและ *E. coli* ที่ระดับ 2.20×10^4 cfu/cm^2 และยีสต์ที่ระดับ 2.20×10^3 cfu/cm^2 โดยปริมาณเชื้อที่ลดลงจากจำนวนเซลล์เริ่มต้น บ่งบอกถึงความสามารถในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิและเวลาดังกล่าว

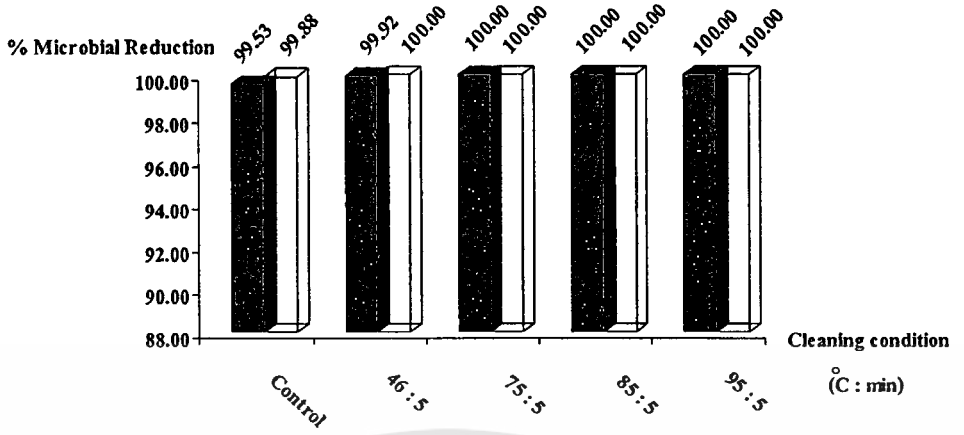
4.2.1 การใช้น้ำร้อน นาน 5 นาที

จากผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.3 - 4.5 พบว่าบริเวณท่อก๊อกมีแนวโน้มของการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ยากแก่การทำความสะอาดมากกว่าบริเวณหัวก๊อก การใช้น้ำร้อนตั้งแต่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียสนาน 5 นาทีสามารถทำลายเชื้อ *E. coli* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งบริเวณหัวก๊อกและ

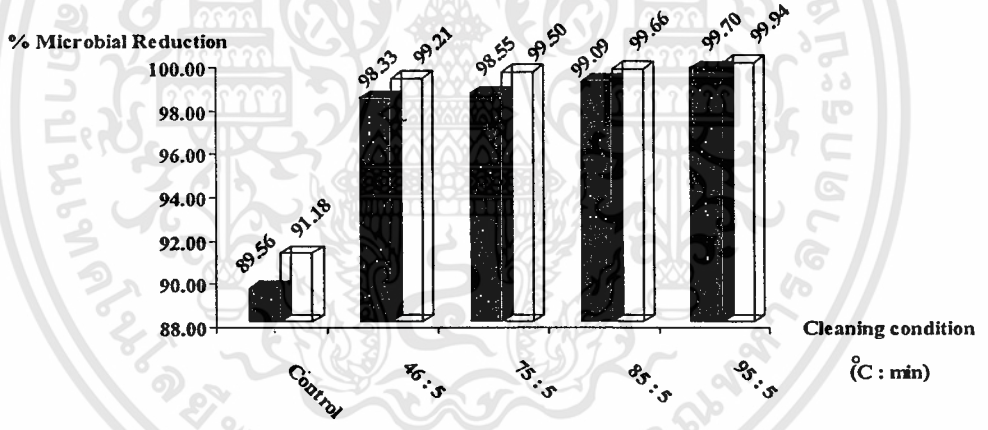
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่อก๊อก (ภาพที่ 4.3) การทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน (control) สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มแอโรปได้ 89.56 เปอร์เซ็นต์ ที่บริเวณท่อก๊อก และ 91.18 เปอร์เซ็นต์ ที่บริเวณหัวก๊อก (ภาพที่ 4.4) ในขณะที่น้ำร้อนที่อุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส สามารถทำลายเชื้อ *E. coli* แบคทีเรียแอโรป และยีสต์ ได้ 99 - 100 เปอร์เซ็นต์ (ท่อก๊อก : หัวก๊อก 100 : 100, 99.70 : 99.94 และ 100 : 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) รองลงมาได้แก่ น้ำร้อนที่อุณหภูมิที่ 85, 75 และ 46 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Ward และคณะ (2006) ซึ่งได้วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์บนพื้นผิวโลหะในห้องเก็บซากสัตว์ปีกที่มีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโดยใช้ความร้อน พบว่าการใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิที่ 45 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อในกลุ่ม Enterobactericeae ได้ในระดับ 1 log cfu/cm^2 แต่ไม่สามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียแอโรปได้ ในขณะที่ Kochevar และคณะ (1997) ซึ่งได้ศึกษาผลของอุณหภูมิในการขจัดแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อเยื่อไขมันของซากสัตว์โดยการฉีดพ่นน้ำร้อนอุณหภูมิ 16, 35 และ 74 องศาเซลเซียสนาน 18 นาที พบว่าน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 74 องศาเซลเซียส สามารถลดการปนเปื้อนของแบคทีเรียแอโรปได้มากกว่าการใช้น้ำอุณหภูมิ 35 และ 16 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยสามารถลดปริมาณเชื้อดังกล่าวได้ 1.48 - 3.83 log cfu/cm^2 และ Guzel-Seydim และคณะ (2000) ได้ศึกษาการขจัดคราบนมในบริเวณอุปกรณ์ที่เป็นพื้นผิวสแตนเลสที่ได้รับความร้อน เช่น Plate Heat Exchanger โดยการเปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำโอโซน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส และน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที พบว่าน้ำโอโซนสามารถขจัดคราบนมได้ 84 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่น้ำอุ่นสามารถชะล้างได้เพียง 51 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนส่งผลทำลายหรือลดประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ ซึ่งประสิทธิภาพในการทำลายขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิที่ใช้ ดังนั้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิความร้อนจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการชะล้างและทำลายเซลล์จุลินทรีย์สูงขึ้น โดยความร้อนที่เหมาะสมต่อการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเครื่องมืออุปกรณ์ในการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์คือ การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 77 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที (Robinson, 1990) ในขณะที่ International Dairy Federation กำหนดให้ใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที และ US.FDA ได้ออกข้อบังคับ (21 CFR 129.80) ในการใช้น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 77 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที เป็นต้นไป หรือ 94 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที เป็นต้นไป (Marriott and Gravani, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

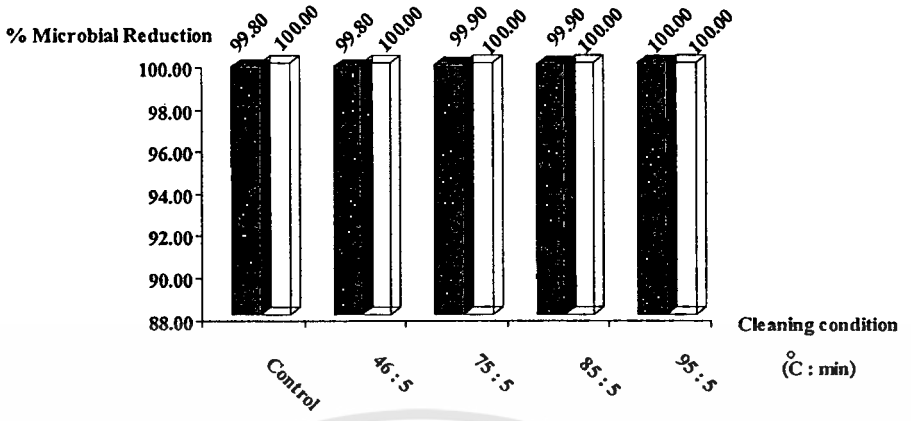


ภาพที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเชื้อ *E. coli* ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้น้ำยาล้างจานร่วมกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีเปรียบเทียบกับการล้างด้วยน้ำยาล้างจานเพียงอย่างเดียว (Control)



ภาพที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเชื้อแบคทีเรียเอโรปที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้น้ำยาล้างจานร่วมกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับการล้างด้วยน้ำยาล้างจานเพียงอย่างเดียว (Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณยีสต์ ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้น้ำยาล้างจานร่วมกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 46, 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เปรียบเทียบกับการล้างด้วยน้ำยาล้างจานเพียงอย่างเดียว (Control)

4.2.2 การใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที

จากผลการทดลอง พบว่าการใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที สามารถทำลายเชื้อ *E. coli* ได้ 98.62 เปอร์เซ็นต์ และ 99.97 เปอร์เซ็นต์ ที่บริเวณท่อก๊อกและหัวก๊อกตามลำดับ ในขณะที่การใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เป็นต้นไปสามารถทำลายเชื้อ *E. coli* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.6) สอดคล้องกับการทดลองของวราวุฒิ และคณะ (2547) ที่รายงานว่าน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 2, 1.6 และ 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli*, *S. aureus* และ *Vibrio* spp. ตามลำดับ จิราวรรณ (2552) รายงานว่าน้ำส้มสายชูหมักความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* Enteritidis บนเปลือกไข่ได้ 79.15 เปอร์เซ็นต์ โดยเวลาที่สามารถทำลายเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ภายในระยะเวลา 10 นาที นอกจากนี้ Tamblyn และคณะ (1997) ได้ศึกษาพบว่ากรดอะซิติก 5 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ *Salmonella* Typhimurium ในไก่แช่เย็น(ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที) ในระดับ 2.53 log cfu/skin และในไก่ต้ม (ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 นาที) ในระดับ 2 log cfu/skin

จากภาพที่ 4.7 พบว่าการใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที สามารถทำลายเชื้อในกลุ่มแอโรปได้ 99.23 เปอร์เซ็นต์ และ 99.84 เปอร์เซ็นต์ ที่บริเวณท่อก๊อกและหัวก๊อก ตามลำดับ และพบว่าการทำความสะอาดด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที จนถึงที่อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 10 นาทีสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียแอโรปได้มากขึ้นตามลำดับ โดยที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียแอโรปได้ดีที่สุด (ท่อก็อก : หัวก็อก 99.99 : 100 เปอร์เซ็นต์) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Kochevar และคณะ (1997) ซึ่งรายงานว่า การใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 74 องศาเซลเซียส นาน 18 นาทีฉีดพ่นในเนื้อเยื่อไขมันของซากสัตว์ มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียแอโรปได้มากกว่าการใช้ Trisodium phosphate 12 เปอร์เซ็นต์ Hydrogen peroxide 5 เปอร์เซ็นต์ และคลอรีน 0.003 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถลดปริมาณเชื้อดังกล่าวได้ 2.27 - 2.42 log cfu/cm^2

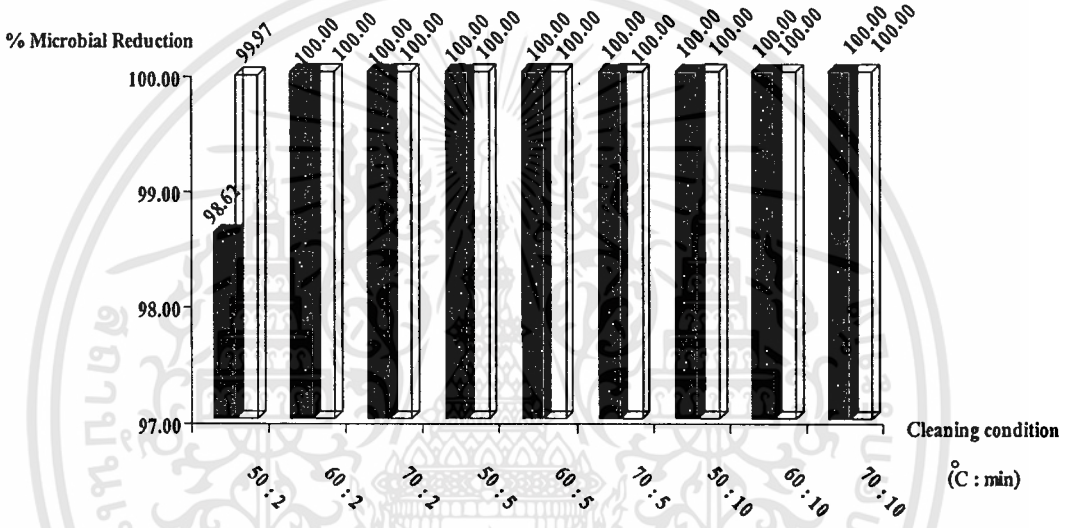
จากผลการทดลองที่บริเวณท่อก๊อกและหัวก๊อก (ภาพที่ 4.8) พบว่าการใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เป็นต้นไปสามารถทำลายเชื้อยีสต์ ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Orth (1998) ซึ่งได้ศึกษาการใช้สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในโรงงานผลิตนมและเครื่องดื่ม พบว่าสารทำความสะอาดประเภทกรดสามารถทำลาย Vegetative Cell ของยีสต์ได้ ในขณะที่ Wittich และKrämer (1992) พบว่ากรด Peracetic acid ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมสามารถทำลาย Ascospore ในเซลล์ยีสต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ Buschini และคณะ (2004) ได้ศึกษาพบว่า Peracetic acid ซึ่งประกอบด้วย Acetic acid และ Hydrogenperoxide มีคุณสมบัติในการทำลาย *Saccharomyces cereviceae* โดยเข้าทำลายเซลล์ยีสต์ดังกล่าวในระยะ Stationary phase นอกจากนี้ Salo และ Wirtanen (2005) ได้ศึกษาพบว่า Peracetic acid ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 0 - 2.5 เปอร์เซ็นต์ นาน 15 นาที สามารถทำลายเซลล์ยีสต์ส่วนใหญ่ที่พบในนม อาหารหมัก เบเกอรี่และน้ำตาลได้ทุกชนิด ยกเว้น *Dekkera anomala* โดย Peracetic acid ที่ระดับเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที สามารถลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อยีสต์ได้มากกว่าครึ่งของจำนวนยีสต์ที่ทดสอบทั้งสิ้น 28 ชนิด และเมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อได้เพิ่มสูงขึ้นถึง 6 ใน 8 ชนิด

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากรดอะซิติกมีความสามารถในการชะล้างและทำลายคราบนม (Milk stone) ซึ่งมีส่วนประกอบของแคลเซียมฟอสเฟตได้ดี (Marth and Steele, 2001) นอกจากนี้ยังอาจมีผลต่อปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์และการสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ โดยเข้าไปกระทำต่อผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้โครงสร้างของผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้การขนส่งสารต่างๆ ภายในเซลล์ เช่น สารอาหารและกรดอะมิโนเปลี่ยนแปลงไปด้วย (Luck and Jager, 1997) เนื่องจากเมื่อกรดอะซิติกแตกตัวให้ประจุบวก (H^+) และประจุลบ (CH_3OO^-) ซึ่งกรดที่แตกตัวจะไม่สามารถผ่านเข้าในเซลล์ได้ ส่วนกรดที่ไม่แตกตัว (CH_3COOH) จะผ่านเข้าสู่เซลล์ เนื่องจากเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว ดังนั้นกลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยกรดอ่อนหรือกรดอินทรีย์ โดยการเข้าทำลายเซลล์ของกรดอ่อนหรือกรดอินทรีย์ จะอยู่ในรูปของกรดที่ไม่แตกตัวเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถละลายในไขมัน (Lipophilic layer) ในชั้นผนังเซลล์ แล้วเคลื่อนที่ผ่านเซลล์เมมเบรนของจุลินทรีย์เข้าไปภายในเซลล์ได้ ในขณะที่กรดในรูปที่แตกตัวไม่สามารถผ่านไปได้ กรดที่ไม่แตกตัวนี้จะเกิดการแตกตัวภายในเซลล์จุลินทรีย์ทำให้ค่า pH ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

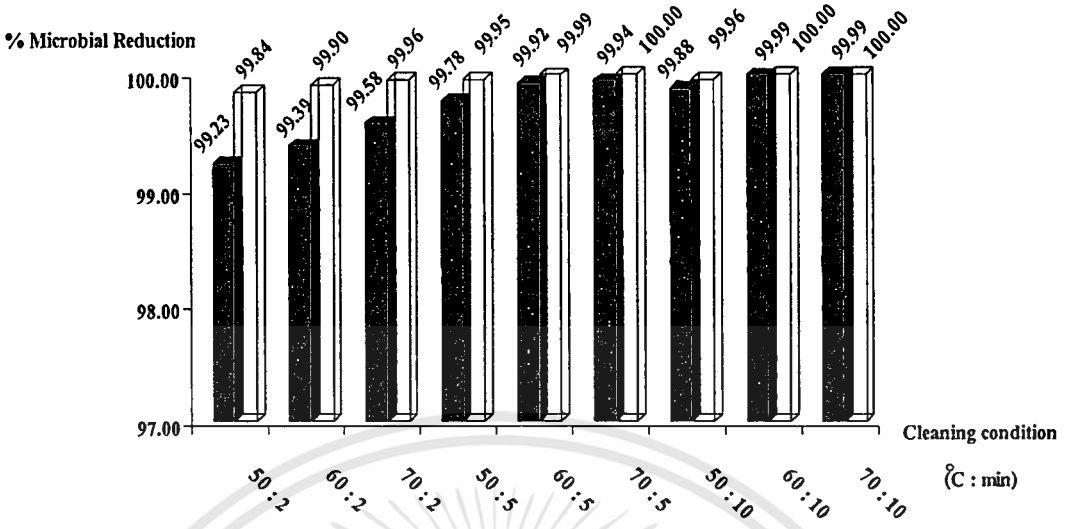
เซลล์ลดลง ส่งผลให้การทำงานของเอนไซม์ โปรตีน รวมทั้งการสังเคราะห์ดีเอ็นเอผิดปกติ จึงทำให้เซลล์ถูกทำลาย (Garbutt, 1997)

นอกจากประสิทธิภาพการทำลายจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์การไม่แตกตัวของกรดอินทรีย์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับค่า pH และอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมด้วย โดยกรดอินทรีย์จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เมื่อสิ่งแวดล้อมมีค่า pH ต่ำลง และอุณหภูมิสูงขึ้น เพราะทำให้ปริมาณกรดที่ไม่แตกตัวเพิ่มขึ้น เช่น กรดอะซิติกมีเปอร์เซ็นต์กรดที่ไม่แตกตัวเพิ่มขึ้นจาก 0.54 เป็น 84.50 เมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีค่า pH ลดลงจาก 7 เป็น 4 (Bell and Kyriakides, 2002)

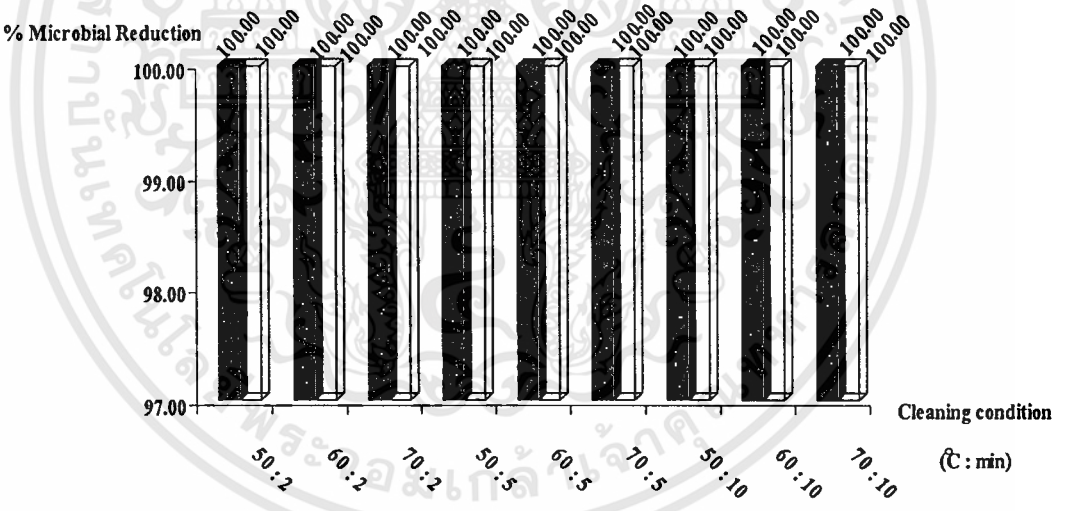


ภาพที่ 4.6 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเชื้อ *E.coli* ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาด โดยใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเชื้อแบคทีเรียแอโรปที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน2, 5 และ 10 นาที



ภาพที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณยีสต์ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดยใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที

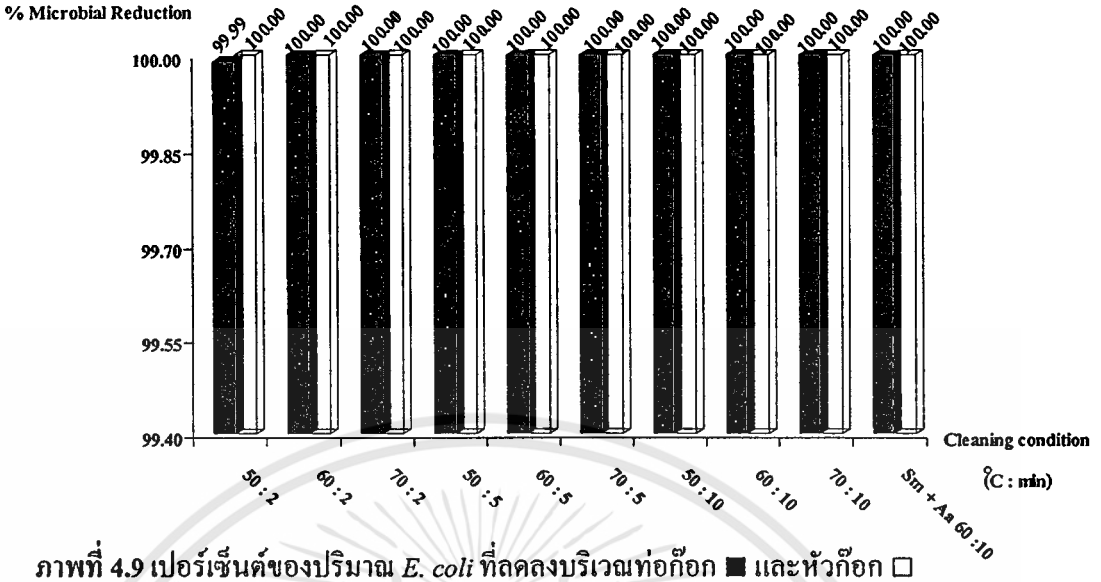
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที และการ ใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

จากภาพที่ 4.9 พบว่าการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 นาทีเป็นต้นไปสามารถทำลายเชื้อ *E. coli* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการรายงานของ Mendonca และคณะ (1994) ซึ่งพบว่าด่างมีคุณสมบัติในการทำลาย *E. coli* O157 H:7 โดยด่างที่มีค่า pH สูงโดยจะออกฤทธิ์ทำลายเซลล์เมมเบรนของแบคทีเรียแกรมลบ และส่งผลให้สารประกอบภายในเซลล์ถูกทำลาย นอกจากนี้ Sharma และ Beunchat (2004) รายงานว่าเซลล์เมมเบรนของแบคทีเรียแกรมลบถูกทำลายโดยปฏิกิริยา Saponification ในชั้นไขมัน หรือ Solubilization ในชั้นโปรตีน ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้จะไวต่อปริมาณค่า pH สูง จึงเป็นสาเหตุให้โครงสร้างของ Peptidoglycan ในผนังเซลล์ของเชื้อถูกทำลายให้แตกสลาย จากภาพที่ 4.10 พบว่าการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 นาทีสามารถทำลายเชื้อกลุ่มแอโรปได้มากกว่า 99.95 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิสูงขึ้นสามารถทำลายเชื้อกลุ่มแอโรปได้มากขึ้นตามลำดับ โดยการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อดังกล่าวได้ดีที่สุด (ท่อก๊อก : หัวก๊อก 100 : 100 เปอร์เซ็นต์) จากภาพที่ 4.11 พบว่าการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เป็นต้นไป สามารถทำลายเชื้อยีสต์ ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าโซเดียม เมตะซิลิเกต มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดคราบนมได้ดี เนื่องจากเป็นสารทำความสะอาดที่มีคุณสมบัติเป็นด่างซึ่งมีประจุลบ จึงมีคุณสมบัติในการดักจับคราบไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต และทำลายโครงสร้างดังกล่าวและชะล้างจนหมดไป (Marth and Steele, 2001)

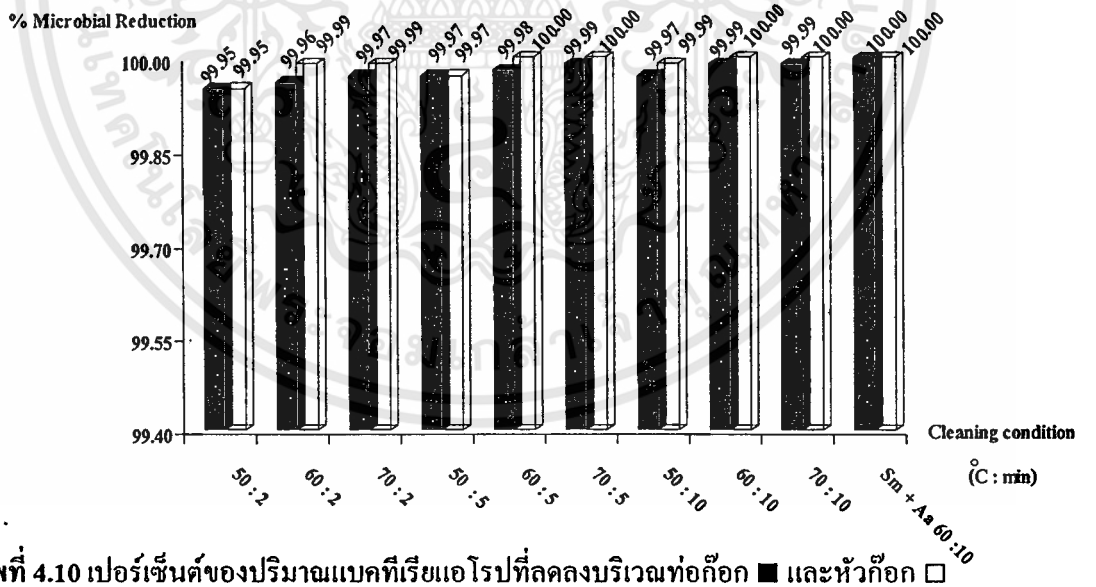
แม้ว่าการใช้การใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ หรือโซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เป็นต้นไปเป็นสารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการขจัดคราบสิ่งสกปรกและฆ่าเชื้อในอุปกรณ์การผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ แต่การใช้กรดอะซิติกอาจเป็นสารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ในระดับครัวเรือนมากกว่าโซเดียม เมตะซิลิเกต เนื่องจากเป็นสารที่หาซื้อได้ง่าย และมีราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณ *E. coli* ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดย ใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50 , 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที และการ ใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

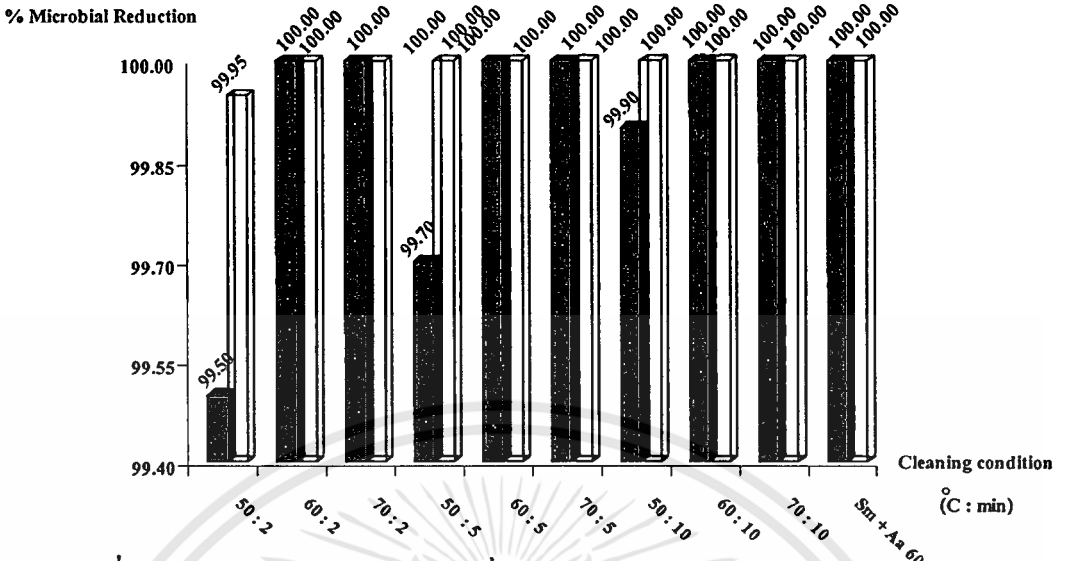
หมายเหตุ :Sm คือโซเดียมเมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์, Aa คือ กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแบคทีเรียแอโรปที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดย ใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50 , 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที และการ ใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

หมายเหตุ : Sm คือ โซเดียมเมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์, Aa คือ กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณยีสต์ที่ลดลงบริเวณท่อก๊อก ■ และหัวก๊อก □ หลังการทำความสะอาดโดย ใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50 , 60 และ70 องศาเซลเซียส นาน 2, 5 และ 10 นาที และการ ใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับ กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

หมายเหตุ : Sm คือ โซเดียมเมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์, Aa คือ กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์

4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา (Shelf-life) ผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอไรส์

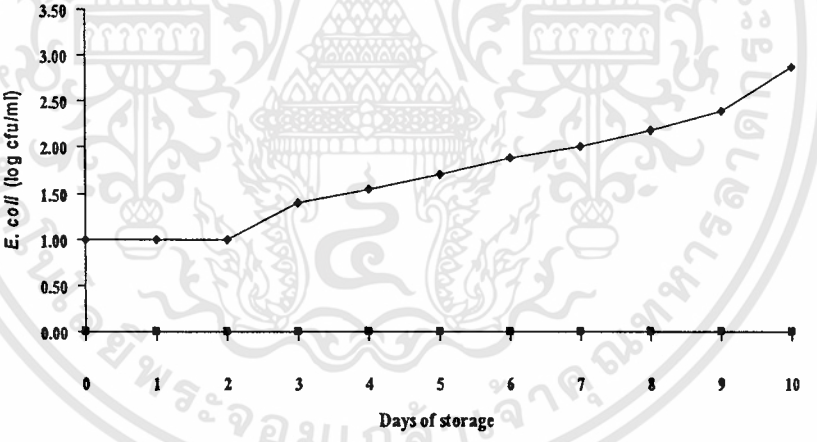
จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิตู้เย็นเป็นเวลา 10 วัน โดยเปรียบเทียบอายุการเก็บรักษาของนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจานและที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที พบว่านมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน มีการปนเปื้อนของ *E. coli* ในระดับ 1 log cfu/ml ตั้งแต่วันที่ 0 และพบการปนเปื้อนของ *E. coli* เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาเก็บรักษา 10 วัน ซึ่งพบ *E. coli* ปนเปื้อน 2.88 log cfu/ml ในขณะที่ไม่พบการปนเปื้อนของ *E. coli* ในนมแพะพาสเจอร์ไรส์ ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 10 วัน (ภาพที่ 4.12) ทั้งนี้เนื่องจากไม่พบปริมาณเชื้อเริ่มต้นในก๊อกบรรจุหลังจากล้างด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3) สอดคล้องกับผลการทดลองในภาพที่ 4.6 ซึ่งพบว่ากรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 นาทีเป็นต้นไป มีประสิทธิภาพในการขจัดคราบไขมัน โปรตีน และเกลือแร่ในคราบนมและมีฤทธิ์ในการลดปริมาณ *E. coli* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ก๊อกบรรจุที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจานสามารถลดปริมาณ *E. coli* ได้เพียง 99.53 เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณท่อก๊อก และ 99.88 เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณหัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊อก (ภาพที่ 4.3) จึงยังหลงเหลือ *E. coli* 3.2 log cfu/ml (ท่อก๊อก) และ 2.7 log cfu/ml (หัวก๊อก) ภายในก๊อกซึ่งสามารถปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์ในระหว่างการบรรจุ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นภายในก๊อกบรรจุก่อนทำการบรรจุผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์

บริเวณปนเปื้อน	*E. coli* (log cfu/ml)		แบคทีเรียแอโรป (log cfu/ml)		ยีสต์ (log cfu/ml)	
	วิธีการล้างทำความสะอาด					
	น้ำยาล้างจาน	กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์	น้ำยาล้างจาน	กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์	น้ำยาล้างจาน	กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์
ท่อก๊อก	3.2	ไม่พบ	4.95	1	1.48	ไม่พบ
หัวก๊อก	2.7	ไม่พบ	4.88	1	ไม่พบ	ไม่พบ



ภาพที่ 4.12 ปริมาณ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน —◆— เปรียบเทียบกับการล้างด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ —■— ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

จากภาพที่ 4.13 พบว่านมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียแอโรปในผลิตภัณฑ์ 2.30 log cfu/ml ตั้งแต่วันที่ 0 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีปริมาณเท่ากับ 4 log cfu/ml ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียแอโรปในนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ใน 6 วันแรกของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามการพบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

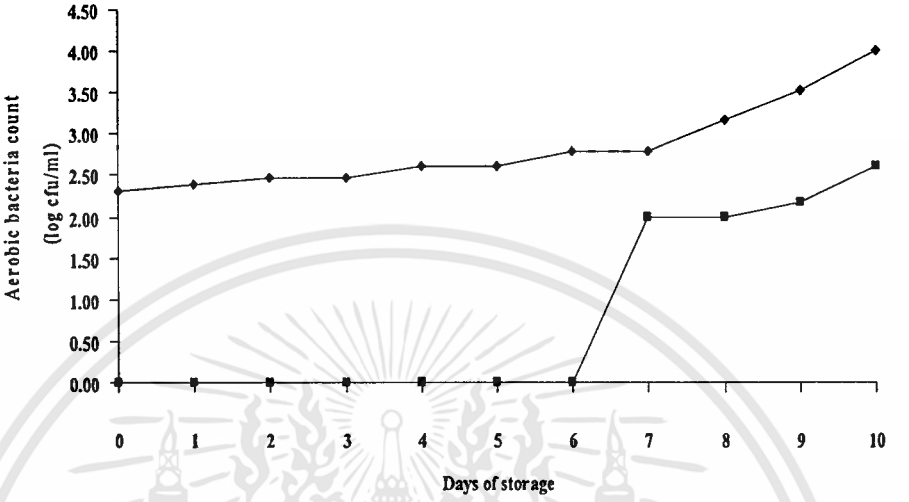
ปนเปื้อนของแบคทีเรียแอโรปในวันที่ 7 ที่ระดับ 2 log cfu/ml และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 2.6 log cfu/ml ในวันที่ 10 ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณเชื้อเริ่มต้นหลงเหลือภายในก๊อกบรรจุหลังจากล้างด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1 log cfu/ml (ตารางที่ 4.3) ทั้งบริเวณท่อก๊อกและหัวก๊อก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในภาพที่ 4.7 ซึ่งพบว่ากรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาทีเป็นต้นไปมีฤทธิ์ในการลดปริมาณแบคทีเรียแอโรปได้ 99.99 เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณท่อก๊อก และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณหัวก๊อก ในขณะที่ก๊อกบรรจุที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจานสามารถลดปริมาณแบคทีเรียแอโรปได้เพียง 89.56 เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณท่อก๊อก และ 91.18 เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณหัวก๊อก (ภาพที่ 4.4) จึงยังหลงเหลือแบคทีเรียแอโรป 4.95 และ 4.88 log cfu/ml ภายในท่อก๊อกและหัวก๊อกตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) ส่งผลให้มีแบคทีเรียแอโรปปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ในระหว่างที่มีการบรรจุผ่านก๊อกดังกล่าว

จากการที่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียแอโรปในนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่วันที่ 7 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ อาจเนื่องจากแบคทีเรียแอโรปในกลุ่ม Psychrotrophs ในน้ำนมฟื้นตัวจากการบาดเจ็บหลังการพาสเจอร์ไรส์และการแช่เย็น จึงส่งผลให้ตรวจไม่พบเชื้อดังกล่าวใน 6 วันแรก อย่างไรก็ตามปริมาณแบคทีเรียแอโรปที่พบปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด (ไม่เกิน 50,000 cfu/ml) จึงไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค จากการศึกษาของ Ma และคณะ (2000) พบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มในระดับ น้อยกว่า 1 cfu/ml และพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ในระดับ 400 cfu/ml ในนมพาสเจอร์ไรส์ที่เก็บรักษานาน 7 วัน Odriozolar-Serrano และคณะ (2006) ตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในระดับ 6 log cfu/ml ในนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียสนาน 15 วินาที หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีการเก็บรักษาในวันที่ 7 และ Cousin (1982) ได้รายงานว่า จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมคุณภาพในนมและผลิตภัณฑ์นมส่วนใหญ่ ได้แก่ จุลินทรีย์ในกลุ่ม Psychrotrophs

จากภาพที่ 4.14 พบว่านมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน มีการปนเปื้อนของยีสต์ในผลิตภัณฑ์ที่ระดับ 2 log cfu/ml ตั้งแต่วันที่ 0 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนมีปริมาณ 3.7 log cfu/ml ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ไม่พบการปนเปื้อนของยีสต์ในนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 9 วันของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามพบยีสต์ปนเปื้อนในวันที่ 10 ที่ระดับ 1 log cfu/ml ทั้งนี้เนื่องจากตรวจไม่พบยีสต์ปนเปื้อนในก๊อกบรรจุหลังจากล้างด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในภาพที่ 4.8 ซึ่งพบว่ากรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที มีฤทธิ์ในการลดปริมาณยีสต์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ก๊อกบรรจุที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจานสามารถลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณยีสต์ได้เพียง 99.80 เปอร์เซ็นต์ ในบริเวณท่อก๊อก (ภาพที่ 4.5) จึงยังหลงเหลือยีสต์ 1.48 log cfu/ml ภายในก๊อกและปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์ในระหว่างที่มีการบรรจุ (ตารางที่ 4.3)

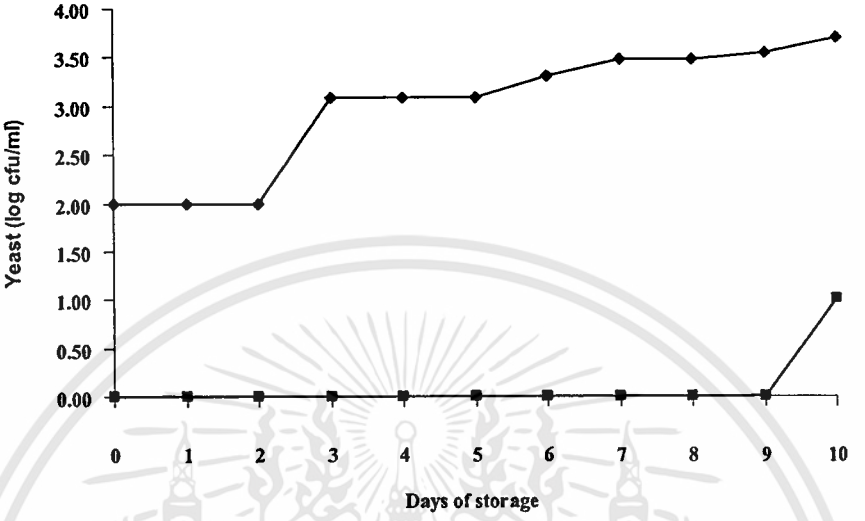


ภาพที่ 4.13 ปริมาณแบคทีเรียแอโรปในผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน —◆— เปรียบเทียบกับการล้างด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ —■— ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

Ma และคณะ (2000) ได้รายงานว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระในนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่มีการเก็บรักษา 10 วัน มีปริมาณ 0.75 meq FFA/100 g fat และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน พบว่าปริมาณกรดเพิ่มสูงมากขึ้นในระดับ 0.95 meq FFA/100 g fat ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์ และส่งผลให้แบคทีเรียชนิดอื่นในนมไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งยีสต์ที่พบอาจเป็นยีสต์ธรรมชาติที่มีในนม โดยอาจเป็นยีสต์ในกลุ่ม Psychrotrophic ที่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์นมพาสเจอร์ไรส์เกิดการเน่าเสียโดยเกิดการบาดเจ็บจากการได้รับความร้อน และมีการเจริญในเวลาต่อมา สอดคล้องกับการรายงานของ Fleet และ Mian (1987) ซึ่งพบว่ามีการเจริญของยีสต์สายพันธุ์ *Candida blankii* ในนมพาสเจอร์ไรส์ ในขณะที่ Yamani (1994) ได้รายงานว่าพบการปนเปื้อนของยีสต์ในกลุ่ม Psychrotrophic และ Mesophillic ในโยเกิร์ตที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน และพบว่ายีสต์ที่พบส่วนใหญ่เป็นยีสต์ตามธรรมชาติในนม (Microbial flora) ซึ่งมีสาเหตุการปนเปื้อนระหว่างการบรรจุ เช่น การบรรจุด้วยมือ สุขลักษณะของการบรรจุ และความสะอาดของภาชนะบรรจุ Engel (1988) ได้ศึกษาการเจริญของยีสต์ที่เจริญในผลิตภัณฑ์นม พบว่ายีสต์สามารถเจริญภายใต้การแช่เย็นที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส และส่งผลให้ผลิตภัณฑ์นมเกิดการเน่าเสีย Cooke และ Brazis (1968) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของยีสต์ในผลิตภัณฑ์นม พบว่ายีสต์ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญในผลิตภัณฑ์นม ได้แก่ *Geotrichum candidum* และ *Trichosporon cutaneum* ซึ่งอาจปนเปื้อนมาจากนมดิบ



ภาพที่ 4.14 ปริมาณยีสต์ในผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน —◆— เปรียบเทียบกับการล้างด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ —■— ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาแหล่งปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ระดับครัวเรือนของโรงงานตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนมาจากบริเวณท่อก๊อก หัวก๊อก และท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อกและหัวก๊อก เนื่องจากบริเวณท่อก๊อกบรรจุเป็นจุดที่มีจุดอับ ซึ่งยากแก่การทำความสะอาด ในขณะที่ท่อสัมผัสระหว่างถังคูลเลอร์กับท่อก๊อกมีพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นเกลียวคลื่น ส่วนบริเวณหัวก๊อกซึ่งพื้นผิวเรียบแต่ก็สามารถเป็นจุดที่มีการสะสมของเชื้อได้ เนื่องจากมีซอกมุมซึ่งไม่สามารถทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง รวมไปถึงวิธีการล้างทำความสะอาดโดยใช้น้ำยาล้างจานอาจไม่เพียงพอต่อการขจัดคราบไขมันและโปรตีนในคราบน้ำนม ส่งผลให้เป็นจุดสะสมของคราบนมและเป็นแหล่งในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

จากการศึกษาชนิดของสารทำความสะอาดที่เหมาะสมในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์การบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์ในระดับครัวเรือนโดยใช้ถังคูลเลอร์ พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ร่วมกับชนิดของสารทำความสะอาดมีผลต่อปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่ลดลง กล่าวคือเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลา ส่งผลให้สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ตกค้างในก๊อกบรรจุนมได้มากขึ้นตามลำดับโดย *E. coli* ถูกทำลายได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด (100 เปอร์เซ็นต์) ด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที หรือการใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์หรือโซเดียมเมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เป็นต้นไป ส่วนการทำลายแบคทีเรียแอโรป พบว่าการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อดังกล่าวได้ดีที่สุด (100 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาได้แก่การใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที หรือโซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที (99.99 : 100 เปอร์เซ็นต์ ; ท่อก๊อก : หัวก๊อก) เป็นต้นไป และการทำลายยีสต์ปนเปื้อนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด (100 เปอร์เซ็นต์) คือการใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที หรือการใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที หรือโซเดียมเมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที เป็นต้นไป ดังนั้นจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า สารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการขจัดคราบสิ่งสกปรกและฆ่าเชื้อในอุปกรณ์การผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ได้แก่ การใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที อย่างไรก็ตามในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์ในระดับครัวเรือน จำเป็นต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิตและการเกิดสารเคมีตกค้าง ดังนั้นการใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จึงน่าจะเหมาะสมกว่า ซึ่งเมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา (Shelf-life) ผลิตภัณฑ์นมแพะพาสเจอไรส์เป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่านมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยกรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 9 วัน เนื่องจากพบการปนเปื้อนของยีสต์ในวันที่ 10 ที่ระดับ 1 log cfu/ml พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียแอโรปที่ระดับ 2.60 log cfu/ml ในวันที่ 10 และไม่พบการปนเปื้อนของ *E. coli* ในขณะที่การล้างก๊อกบรรจุด้วยน้ำยาล้างจานส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีการปนเปื้อนของ *E. coli* แบคทีเรียแอโรป และยีสต์ตั้งแต่วันที่ 0

อย่างไรก็ตามสำหรับการทำความสะอาดอุปกรณ์การบรรจุนมแพะพาสเจอร์ไรส์ในระดับครัวเรือนประจำวันอาจใช้วิธีการล้างคราบนมด้วยน้ำอุ่น (38 - 46 องศาเซลเซียส)เพื่อชะล้างคราบไขมันและโปรตีน หลังจากนั้นจึงขัดล้างโดยใช้น้ำยาล้างจานและล้างออกด้วยน้ำประปา รวมถึงอาจมีการฆ่าเชื้อโดยใช้น้ำร้อน 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีก่อนการบรรจุ ในขณะที่ควรทำความสะอาดโดยการใช้กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใช้โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ สัปดาห์ละครั้งเพื่อขจัดคราบตะกรันซึ่งฝังแน่นในอุปกรณ์การผลิตนมแพะพาสเจอร์ไรส์

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากกรดอะซิติกเป็นสารมีกลิ่น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านกลิ่นรส (Sensory test) ในนมแพะพาสเจอร์ไรส์ที่บรรจุผ่านก๊อกที่มีการล้างทำความสะอาดด้วยกรดอะซิติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จิราวรรณ ยี่สิบแสน. 2552. **การลด *Salmonella* Enteritidis บนผิวเปลือกไข่ด้วยน้ำส้มสายชูหมัก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขาภิบาลอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. 2552. **การดื่มนมแพะมีประโยชน์อย่างไร.** [Online]. Available : http://www.foodsciencecru.ob.tc/Untitled-119.html [28 มิถุนายน 2552].

วราวุฒิ ครูส่ง วีนา กอบเจริญธรรม และอรอนงค์ อดิศัยภารดี. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งที่ใช้น้ำส้มสายชูในการยืดอายุการเก็บรักษา. **วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง.** 12 : 43-49.

วันชัย ศรีทองคำ. 2547. **แนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องดื่ม.** กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากระทรวงสาธารณสุข. หน้า 32-41.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร.** สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สมชัย สวาสดิพันธ์ และณิชารัตน์ สวาสดิพันธ์. 2548. **นมแพะมูลแพะงานวิจัยและการใช้ประโยชน์.** โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี. หน้า 1-78.

สมเกียรติ ศีลสุทธิ์. 2547. **การศึกษากระบวนการผลิตนมแพะในระบบพาสเจอร์ไรส์และสเตอริไลส์ตามมาตรฐานความปลอดภัยแบบครบวงจร.** มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

สุปราณี นาคเสนา. 2545. **แนวทางการควบคุมน้ำนมแพะ.** สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2549. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 298) พ.ศ. 2549 เรื่องวิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์.** กระทรวงสาธารณสุข.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2543. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 214) พ.ศ. 2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท.** กระทรวงสาธารณสุข.

หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร. 2551. **โครงการศึกษาสถานการณ์การผลิตและคุณภาพความปลอดภัยของนมแพะพาสเจอร์ไรส์.** สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร. 2550. **คู่มือ GMP ผลิตภัณฑ์นมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อน โดยวิธีพาสเจอร์ไรส์สำหรับผู้ประกอบการ.** กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข.

ศรวณีย์ รอดเที่ยง. 2542. **ผลของกรดต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาปลาสลิดเค็ม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ ภาควิชาคหกรรมศาตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิวาพร ศิเวชช. 2535. วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. หน้า 42-57.

Bell, C. and A. Kyriakides. 2002. Salmonella : **A Practical Approach to the Organism and Its Control in Food**. Blackwell Science. United Kingdom. 330p.

Borgstrom, G. 1968. **Principles of Food Science**. Volume I. Food Technology. The Macmillan Company, New York.

Buchanan, R.L. and M.P. Doyle. 1997. Foodborne disease : Significance of *Escherichia coli* O157:H7 and other interohemorrhagic *E. coli*. **Food Technology**, 51(10) : 69.

Buschini, A., P. Carboni, M. Furlini, P. Poli and C. Rossi. 2004. Sodium hypochlorite, chlorine dioxide and peracetic acid-induced genotoxicity detected by the Comet assay and *Saccharomyces cerevisiae* D7 test. **Mutagenesis**, 19 (2) : 157-162.

Clavero, M.R.S. 1994. Inactivation of *Escherichia coli* 0157:H7, *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw ground beef by gamma irradiation. **Applied Environmental Microbiology**, 60: 2069-2075.

Clegg, L. F. L. 2008. A comparison of Different Methods of Chemical Disinfection of Farm Dairy Utensils. **International Journal of Dairy Technology**, 21 (2) : 72-77.

Chichester, D.F. and F.W. Tanner. 1972. Antimicrobial Food Additives. In T.E. Furia (ed.). **Handbook of Food Additives**. The chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio. pp. 115-184.

Cooke, W.B. and R. Brazis. 1968. Occurrence of Molds and Yeasts in Dairy Products. **Mycopathology Mycology Applied**, 35 : 281.

Cousin, M.A. 1982. Presence and activity of Psychrotrophic Microorganisms in Milk and Dairy Products : a review. **Journal Food Protection**, 45 : 172-207.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Desenclos, J.C, P. Bouvet, L. Benz-Lemoine, F. Grimont, H. Desqueyroux, I. Rebiere and P.A. Grimont. 1996. Large outbreak of *Salmonella* Enterica serotype paratyphi B infection caused by goat' s milk cheese, France, 1993: a case finding and epidemiological study. **British Medical Journal**, 312 : 91-94.

Ekici, K., Bozkurt, H and Isleyici, O. 2004. Isolation of Some Pathogens from Raw Milk of Different Milch Animals. **Pakistan Journal of Nutrition**, 3 (3) : 161-162.

Engel, G. 1988. Hefeentwicklinung and Bestimmungder Durchnittlichen Generation Szeiten in Quark nach Lagerung bei verschiedenen Temperaturen. **Milchwissenschaft**, 43 : 87.

Entani, E., M. Asai, S. Tsujihata, Y. Tsukamoto and M. Ohta. 1998. Antimicrobial Action of Vinegar Against Food Borne Pathogenic Bacteria Including *Escherichia coli* O157:H7. **Journal Food Protechtion**, 61: 953-959.

Fablan, F. W, A. E. Hook, and G. L. Nielsen, 1942. A Comparison Of Hot Water, Steam and Chlorine for Sanititizing Ice Cream Freezer. **Journal of Dairy Science**, 101: 1-13.

Fleet, G.H. and M.A. Mian. 1987. The Occurrence and growth of yeasts in dairy products. **International Journal Food Microbiology**, 4 : 145.

Garbutt, J. 1997. **Essentials of Food Microbiology**. pp 54-78. Arnold. London.

Guzel-Seydim, Z.B., J.T. Wyffels, A.K. Greene and A.B. Bodine. 2000. Removal of Dairy Soil from Heated Stainless Steel Surfaces : Use of Ozonated Water as Prerinse. **Journal Dairy Science**, 83 : 1887-1891.

Haneke, K.E. 2002. Sodium metasilicate, **Anhydrous Sodium metasilicate, Pentahydrate and Sodium metasilicate, Nonahydrate**. IntegrateLaboratory System North Carolina. pp 3.

Harper, J. W. and M. Spillan. 2009. **Cleaning compounds: characteristics and functions Department of Food Science and Technology**. [Online].
Available : http://www.class.fst.ohio-state.edu [28 มิถุนายน 2552].

Jorgensen, H. J., T. Mork and L. M. Rorvik. 2005. The Occurrence of *Staphylococcus aureus* on farm with Small-scale Production of Raw Milk Cheese. **Journal of Dairy Science**, 88 : 3810-3817.

Kilonzo-Nthenge, A., F. Chen, and S.L. Godwin. 2006. Efficacy of Home Washing Methods in Controlling Surface Microbial Contamination on Fresh Produce. **Journal Food Protection**, 69: 330-334.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kochever, S.L., J.N. Sofos, S.B. Levalley and G.C. Smith. 1997. Effect of Water Temperature, Pressure and Chemical Solution on Removal of Fecal Material and Bacteria from Lamp Adipose Tissue by Spray-washing. **Meat Science**, 45 (3) : 377-388.

Lucke, E. and M. Jager. 1997. **Antimicrobial Food Additives**. Germany: Springer Verlag Berlin Heidelberg. pp. 37-39.

Ma, Y., C. Ryan, D.M. Barbano, D.M. Galton, M.A. Rudan and K.J. Boor. 2000. Effects of Somatic Cell Count on Puality and shelf-life of Pasteurized Fluid Milk. **Journal Dairy Science**, 83 : 264-274.

Margolles, A., B. Mayo and C. G. D. Reyes-Gavilan. 2000. Phenotypic Characterization of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* Strains Isolated from Short-ripened Cheeses. **Food Microbiology**, 17 : 461-467.

Marriott, G. N and B. R. Gravani. 2006. **Principles of Food Sanitation**, 5th ED. United States of America. pp 141-297.

Marth, E. H. and J. L. Steele. 2001. **Applied Dairy Microbiology**, 2nd ED. Newyork : United States of America. pp. 557.

Mendonca, A. F.., T.L. Amoroso and S.J. Knabel. 1994. Destruction of gram-negative food-borne pathogens by high pH involves disruption of the cytoplasmic membrane. **Applied Environmental Microbiololy**, 60 : 4009-4014.

Muehlherr, J. E., C.Z weifel, S. Corti, J. E. Blanco and R. Stephan. 2003. Microbiological Quality of Raw Goat' s and Ewe' s Bulk-Tank Milk in Switzerland. **Journal of Science**, 86 : 3849-3856.

Odriozola-Serrano, I., S. Bendicho-Porta and O. Martin-Belloso. 2006. Comparative Study on Shelf life of Whole Milk Processed by High-Intensity Pulsed Electric Field or Heat Treatment. **Journal Dairy Science**, 89 : 905-911.

Orth, R. 1998. The importance of disinfection for the hygiene in the dairy and beverage production. **International Biodeterioration and Biodegradation**, 41 : 201-208.

PQ Europe. 1999. **Sodium Metasilicates in detergent formulations**. [Online]. Available : http://www.pqeurope.com/productlines/SodiumMetasilicatesHome.asp [28 มิถุนายน 2552].

Radke, B.R., M. McFall and S.M. Radostitis. 2002. Salmonella muenster infection in a dairy herd. **Canadian Veterinary Journal**, 43 : 443.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Robert, T. M. 1992. **Standard Methods For The Examination Of Dairy Products**. 16th ED. United States of America : Washington, DC.

Robinson, R. K. 1990. **Dairy Miceobiology of milk,** 2nd ED. London and Newyork : Gailliard. pp. 127.

Roberto F., A. Invernizzi, R. Barucco and K. Stradiotto. 2002. Microbial conposition, including the incidence of pathogens, of goat milk from the Bergamo region of Italy during a lactation year. **Journal of Dairy Research**, 69 : 213-225.

Salo, S. and G. Wirtanen. 2005. Disinfectant Efficacy on Foodborne Spoilage Yeast Strains. **Food and Bioproducts Processing**, 83(C4) : 288-296.

Sengun, I.K. and M. Karapinar. 2004. "Effectiveness of Lemon Juice, Vinegar and Their Mixture in Elimination of *Salmonella* Typhimurium on Carrots." **International Journal Food Microbiology,** 96: 301-305.

Sharma, M. and L.R. Beuchat. 2004. Sensitivity of *Escherichia coli* 0157:H7 to Commercially Available Alkaline Cleaners and Subsequent Resistance to Heat and Sanitizers. **Applied and Environmental Microbiology**, 70 (3) : 1795-1803.

Tamblyn, K.C., D.E. Conner and S.F. Bilgili. 1997. Utilization of Skin Attachment Model to Determine the Antibacterial Efficacy of Potential Carcass Treatments. **Poultry Science**, 76 : 1318-1323.

Vijayakamar, C. and C.E. Wolf-Hall. 2002. Evaluation of Household Sanitizers for Reducing Levels of *Escherichia coli* on Iceberg Lettuce. **Journal Food Protection**, 65: 1646-1650.

Walstra, P., T.J. Geurts, A. Noomen, A. Jellema and M.A.J.S. Van Boekel. 1999. **Dairy Technology**, United States of America. pp. 263-379.

Ward, P.J., G.M. Fasenko, S. Gibson and L. M. McMullen. 2006. A Microbiological Assessment of On –Farm Food Safety Cleaning Methods in Broiler Barns. **Applied Poulty Research,** 15 : 326-322.

Wells, S.J., P.J. Fedorka-Cray, D.A. Dargatz, K. Ferris and A. Green. 2001. Fecal shedding of *Salmonella* spp. By dairy cows on farm and cull cow markets. **Journal Food Protection,** 64: 3.

Wittich, G. and I. Krämer. 1992. Studies on the differences in resistance of yeast harmful to beverages and their ascospores to disinfectant agents. **Monatsschriftfür Brauwissenschaft,** 45 (5) : 156-160.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wyman, D.P. 1996. Understanding active chlorine chemistry. **Food Quality,** 2 18 - 77.

Yamani, M.I. 1994. Yeast Flora of Labaneh Produced by In-Bag Straining of Cow Milk Set Yogurt. **Journal Dairy Science,** 77 : 3558-3564.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก .

สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Tryptic Soy Agar (TSA, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Casein Peptone	15.0	กรัม
Soymeal Peptone	5.0	กรัม
Sodium Chloride	5.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1.0	ลิตร

ละลายอาหาร 40 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร โดยต้มให้เดือดในอ่างน้ำร้อนหรือตั้งบนเปลวไฟโดยตรง นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. Buffered Peptone Water (BPW, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Peptone	10.0	กรัม
Sodium Chloride	5.0	กรัม
Diosodium Hydrogen	3.5	กรัม
Potassium Dihydrogen Phosphate	1.5	กรัม
pH	7.2 ± 0.2	
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ละลายอาหาร 25.5 กรัม ในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

3. Brilliant GreenLactose Bile Broth (BGLB, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Peptone	10.0	กรัม
Oxgall	20.0	กรัม
Lactose	10.0	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Brilliant Green	0.0133	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ละลาย Peptone และ Lactose ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร Oxgall ละลายในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ซึ่งน้ำละลาย Oxgall นี้ควรมีค่า pH ประมาณ 7.0-7.5 ผสมสารละลายทั้งสองรวมกันและปรับปริมาตรให้เป็น 975 มิลลิลิตร ปรับค่า pH ของสารละลายเป็น 7.4 จากนั้นเติมสารละลาย 0.1 % Aqueous Brilliant Green ที่ละลายในน้ำกลั่น 1.13 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

4. Diluent (0.1%BPW, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Buffer Peptone Water	0.036	กรัม
น้ำกลั่น	1.0	ลิตร

ละลายสารในน้ำกลั่นให้เข้ากัน เทใส่หลอดทดลอง หลอดละ 9 มิลลิลิตร หรือขวดสารละลายเจือจางขวดละ 225 มิลลิลิตร แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

5. Nutrient Agar (NA, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Peptone	5.0	กรัม
Beef Extract	3.0	กรัม
Agar	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ต้มละลายส่วนผสมทั้งหมด ถ่ายในขวดที่มีจุกสำลี หรือฝาปิด นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

6. Nutrient Broth (NB, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Peptone	5.0	กรัม
Beef Extract	3.0	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้มละลายส่วนผสมทั้งหมด ปรับค่า pH ให้ได้ประมาณ 7.0 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

7. Plate Count Agar (PCA, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Tryptone	5.0	กรัม
Dextrose	1.0	กรัม
Yeast Extract	2.5	กรัม
Agar	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ต้มละลายส่วนผสมทั้งหมด ปรับค่า pH ให้ได้ประมาณ 7.0 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

8. Potato Dextrose Agar (PDA, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Potato infusion	200.0	กรัม
Dextrose	20.0	กรัม
Agar	20.0	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

เตรียม Potato infusion ต้มมันฝรั่งที่หั่นโดยไม่ต้องปอกเปลือก 200 กรัม ในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร เป็นเวลา 30 นาที กรองเอาเนื้อมันฝรั่งออก เก็บน้ำต้มมันฝรั่งไว้ใช้ ต้มละลายส่วนผสมทั้งหมดใน Potato infusion ปรับค่า pH ให้ได้ประมาณ 5.2 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ถ่ายในขวดที่มีจุกสำลี หรือฝาปิด นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

หมายเหตุ ก่อนนำอาหารเลี้ยงเชื้อมาใช้ต้องปรับค่า pH ให้ได้ประมาณ 3.5 ก่อนเทใส่จานเพาะเชื้อ

9. Violet Red Bile Agar (VRBA, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Yeast Extract	3.0	กรัม
NaCl	5.0	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lactose	10.0	กรัม
Cryltal violet	0.002	กรัม
Peptone or gelysate	7.0	กรัม
Bile salt	1.5	กรัม
Neutral red	0.03	กรัม
Agar	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ละลายส่วนผสมทั้งหมดทิ้งไว้สักครู่ ต้มจนเดือดและวุ้นละลายหมด ไม่ต้องฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ปล่อยให้เย็นลงประมาณ 45 องศาเซลเซียส เทอาหารใส่จานเพาะเชื้อ

10. Yeast extract-Malt extract broth (YM, Merck Laboratories, Darmstadt, Germany)

Yeast Extract	3.0	กรัม
Malt extract	3.0	กรัม
Peptone	5.0	กรัม
Glucose	10.0	กรัม
น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

ต้มละลายส่วนผสมทั้งหมด ปรับค่า pH ให้ได้ประมาณ 5.0-6.0 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีการเตรียมสารเคมี

1. กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น กรดอะซิติก 2 เปอร์เซ็นต์ จากกรดอะซิติก 5 เปอร์เซ็นต์ โดยคำนวณปริมาตร ด้วยสูตร $M_1V_1 = M_2V_2$ เพื่อให้ได้ความเข้มข้นกรดที่ต้องการ สามารถเตรียมได้ตามตัวอย่างที่คำนวณดังนี้

$M_1V_1 = M_2V_2$

5 เปอร์เซ็นต์ $\times V_1$ = 2 เปอร์เซ็นต์ $\times$ 500 มิลลิลิตร

V_1 = 200 มิลลิลิตร

M_1 = ความเข้มข้นตั้งต้น

M_2 = ความเข้มข้นสุดท้าย

V_1 = ปริมาตรตั้งต้น

V_2 = ปริมาตรสุดท้าย

ดังนั้นสามารถเตรียมกรดอะซิติกที่มีปริมาตร 500 มิลลิลิตร ความเข้มข้นกรด 2 เปอร์เซ็นต์ (v/v) โดยตวงสารละลายกรดอะซิติก ความเข้มข้นกรด 5 เปอร์เซ็นต์ (v/v) 200 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์น้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

2. โซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ (w/v)

คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นโซเดียม เมตะซิลิเกต 0.2 เปอร์เซ็นต์ โดยการชั่งน้ำหนักสารดังกล่าว 0.2 กรัม ผสมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร โดยสามารถเตรียมโซเดียม เมตะซิลิเกตที่มีปริมาตร 500 มิลลิลิตร ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ (w/v) จากการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\frac{0.2 \text{ เปอร์เซ็นต์} \times 500 \text{ มิลลิลิตร}}{100}$$

น้ำหนักโซเดียม เมตะซิลิเกต = 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นดังนั้นสามารถเตรียมโซเดียม เมตะซิลิเกตที่มีปริมาตร 500 มิลลิลิตร ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์(w/v) โดยชั่งน้ำหนักโซเดียม เมตะซิลิเกต 1 กรัมใส่ลงในบีกเกอร์น้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกัลย์กมล แก้วกัน
วัน เดือน ปีเกิด	21 มีนาคม 2525 ที่จังหวัดน่าน
ที่อยู่	159 ม.10 ถ. ฉลองกรุง
	แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทร.0-81-426-3192
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2547 จบการศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
	สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม จากคณะวิทยาศาสตร์
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	ปีการศึกษา 2549 ศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
	ในสาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
	ลาดกระบัง
ความชำนาญเฉพาะด้าน	1.) ระบบ GMP นมพาสเจอร์ไรส์
	2.) Advance Microorganism in Food Processing

ประวัติการทำงาน

มิถุนายน พ.ศ. 2548	เจ้าหน้าที่หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร
	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
กันยายน พ.ศ. 2552	Regulatory Affair Administrative Officer
	บริษัท มี้ด จอห์นสัน นิวทริชัน (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้