การใช้สารฆ่าเชื้อเพื่อลดการปนเปื้อนข้ามของจุลินทรีย์จากพนักงานและเครื่องมือ/อุปกรณ์ ในขั้นตอนการผสมแป้งในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

REDUCTION OF MICROBIAL CROSS CONTAMINATION FROM OPERATORS AND EQUIPMENTS IN FLOUR MIXING PROCESS FOR BAKERY PRODUCTS BY SANITIZERS

วรรณฤดี เดชพรหม
WANNARUEDEE DETCHPROM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

ISBN 974-9709-48-9

การใช้สารฆ่าเชื้อเพื่อลดการปนเปื้อนข้ามของจุลินทรีย์จากพนักงานและเครื่องมือ/อุปกรณ์ ในขั้นตอนการผสมแป้งในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

REDUCTION OF MICROBIAL CROSS CONTAMINATION FROM OPERATORS AND EQUIPMENTS IN FLOUR MIXING PROCESS FOR BAKERY PRODUCTS BY SANITIZERS

วรรณฤดี เดชพรหม

WANNARUEDEE DETCHPROM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาสุขาภิบาลอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-9709-48-9

ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกค

REDUCTION OF MICROBIAL CROSS CONTAMINATION FROM OPERATORS AND EQUIPMENTS IN FLOUR MIXING PROCESS FOR BAKERY PRODUCTS BY SANITIZERS

WANNARUEDEE DETCHPROM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN FOOD
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2004

ISBN 974-9709-48-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้สารฆ่าเชื้อเพื่อลดการปนเปื้อนข้ามของจุลินทรีย์จากพนักงานและเครื่องมือ/อุปกรณ์ ในขั้นตอนการผสมแป้งในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่
ชื่อนักศึกษา	นางสาววรรณฤดี เดชพรหม
รหัสประจำตัว	44651713
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. ดร. วราวุฒิ ครูส่ง

บทคัดย่อ

จากการศึกษาใช้สารฆ่าเชื้อ คือ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์และสารละลาย Quaternary ammonium compound (QUATS) ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของอุปกรณ์/เครื่องมือ ระยะเวลาสัมผัสไม่น้อยกว่า 15 นาที พบว่า สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์และสารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.47 log cfu/51.8 cm^2 และ 3.00 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับและเมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์หลังจากการใช้งาน พบว่า สารละลาย QUATS 1000 ppm สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้นานไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง ซึ่งทำให้สามารถลดขั้นตอนการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อก่อนเริ่มการผลิต ในกรณีของการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ สารละลาย QUATS และแอลกอฮอล์ 70 % ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มือพนักงาน พบว่า การใช้สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้ม 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่กำหนด คือ น้อยกว่า 3.00 log cfu/51.8 cm^2 และไม่พบ *Staphylococcus. aureus* โดยสารละลาย QUATS ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง ไม่มีกลิ่นและรสชาติ ในกรณีของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 70 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้คือ น้อยกว่า 3.00 log cfu/51.8 cm^2 และไม่พบ *Staph. aureus* ส่วนแอลกอฮอล์ 70% ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที ปริมาณเชื้อ TPC เกินมาตรฐานและยังมีโอกาสพบเชื้อ *Staph. aureus* สำหรับการเปรียบเทียบการใช้สารฆ่าเชื้อที่มือพนักงานโดยล้างมือและไม่ล้างมือก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อ พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อควรทำความสะอาดมือก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อให้ถูกวิธีก่อนเสมอเพื่อให้สารฆ่าเชื้อออกฤทธิ์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Reduction of Microbial Cross Contamination from Operators and Equipments in Flour Mixing Process for Bakery Products by Sanitizers
Student	Miss Wannaruedee Detchprom
Student ID.	44615713
Degree	Master of Science
Programme	Food Sanitation
Year	2004
Thesis Advisor	Assoc. Prof.Dr. Warawut Krusong

ABSTRACT

Type of sanitizers for reducing the number of pathogenic and spoilage microorganism on equipments and surfaces of hand were investigated. Two types of sanitizer consist of Sodium hypochlorite and Quaternary ammonium compound (QUATS) have suitable concentration of sanitizers were studied where its exposure time was controlled not less than 15 minutes. The result showed that Sodium hypochlorite and Quaternary ammonium compound at 1000 ppm concentration were able to reduce Yeast and Mould and TPC less than standard. (2.47 log cfu / 51.8 cm^2 and 3.00 log cfu / 51.8 cm^2). For comparing time for inhibiting the growth of microorganism on surface equipment after sanitize 10 hour. The QUATS 1000 ppm after sanitizing 10 hour was able to inhibit pathogenic and spoilage microorganism and reduce period for cleaning and sanitizing before production. In the case of uses Sodium hypochlorite , QUATS and alcohol 70 % , The concentration level of sanitizers which suitable for reducing the number of pathogenic and spoilage microorganism on surface of hand operator were studied. The 200 ppm QUATS and exposure time not less than 5 second was able to reduce TPC less than standard , (3.00 log cfu/51.8 cm^2) . No *Staph. aureus* was observed. The advantage of QUATS contains colorless , odorless , nontoxic and resistant to corrosion and nonirritation.In the case of 70 ppm Sodium hypochlorite and exposure time 5 second and 10 second, it was able to reduce TPC less than standard , (3.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

log cfu / 51.8 cm^2) and not found *Staph aureus*. In case of using alcohol 70 % exposure time 5 second , the TPC was higher than standard and found *Staph. aureus* For comparing between hand washing and no hand washing indicated that there were significantly different at 95 %. It was indicated that hand must be correctly washed and thoroughly rinsed prior to sanitizing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเนื่องจากได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจากรองศาสตราจารย์ ดร.วราวุฒิ ครูส่ง ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ชี้แนะที่มีประโยชน์และมีคุณค่าเสมอมาตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.พอใจ ถามากร และ ผศ.อดิศร เสวตวิวัฒน์ ที่ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์และช่วยแก้ไข ตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษาจนข้าพเจ้าสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ บริษัทผลิตเบเกอรี่ ในเขตกรุงเทพ ฯ ที่ให้ความกรุณาและอนุเคราะห์สถานที่ในการทำงานทดลองและวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ปริญญาโทและเพื่อนร่วมงานที่ให้ความช่วยเหลือ ความปรารถนาดีเสมอมาและมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้งานวิจัยดังกล่าวสำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ญาติพี่น้อง ที่เป็นกำลังใจในการทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ที่พึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วรรณฤดี เดชพรหม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง VIII

สารบัญภาพ XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ขอบเขตการวิจัย 2

1.3 วัตถุประสงค์ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 การฆ่าเชื้อในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร 10

2.2 การควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้สารเคมี 11

2.3 ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ 13

2.4 คุณสมบัติที่ดีของสารฆ่าเชื้อ 15

2.5 ชนิดของสารฆ่าเชื้อ 15

2.6 การฆ่าเชื้อที่มือ 31

2.7 จุลินทรีย์ที่พบบนมือ 32

2.8 ความสำคัญในการล้างมือของผู้ประกอบการอาหาร 43

2.9 การประเมินความสะอาด 46

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง 48

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 98

เอกสารอ้างอิง 100

ภาคผนวก 108

ภาคผนวก ก 109

ภาคผนวก ข 112

ประวัติผู้เขียน 115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ลักษณะของสิ่งสกปรก (Soil Characteristics) 6

2.2 คุณลักษณะของพื้นที่ผิวประเภทต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร.....7

2.3 แสดงข้อแนะนำในการใช้สารฆ่าเชื้อในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมกับพื้นผิวของอุปกรณ์แต่ละประเภทรวมถึงการฆ่าเชื้อในน้ำและมือพนักงาน.....9

2.4 แสดงระดับความไวของจุลินทรีย์ต่อการทำลายของคลอรีนและสารฆ่าเชื้อประเภทคลอรีน 17

2.5 การใช้คลอรีนและสารประกอบไฮโปคลอไรท์ 17

2.6 ตัวอย่างสารฆ่าเชื้อประเภทสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์คลอรีนที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์.....18

2.7 ตัวอย่างสารเคมีที่ขึ้นทะเบียนไว้ เพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์หลังการเก็บเกี่ยวในประเทศสหรัฐอเมริกา 23

2.8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพและปัจจัยวิธีการฆ่าเชื้อและสารฆ่าเชื้อต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม 30

2.9 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร.....35

2.10 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบบนมือของผู้ประกอบการก่อนการล้างมือในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมด้านอื่น ๆ 36

2.11 รายงานการเจ็บป่วยและเสียชีวิตจากโรคต่าง ๆ ในแต่ละปีของสหรัฐอเมริกา.....37

2.12 ปริมาณมาตรฐานของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) บนพื้นผิวสัมผัสอาหาร 46

2.13 แสดงค่าปริมาณเชื้อเป้าหมายที่ยังเหลืออยู่บนพื้นที่ผิวสัมผัสกับอาหารหลังการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ 47

4.1 แสดงจำนวนยีสต์และราและจำนวน TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อ 59

4.2 แสดงจำนวนยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสทั้ง 4 สภาวะ สภาวะโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm ในการฆ่าเชื้อ.....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.3 แสดงจำนวนยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสทั้ง 4 สภาวะ โดยใช้สารละลาย QUATS 1000 ppm ในการฆ่าเชื้อ 65

4.4 แสดงการเปรียบเทียบการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการลดปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส.....69

4.5 แสดงการเปรียบเทียบการใช้สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการลดปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส 71

4.6 แสดงปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC หลังจากการฆ่าเชื้อสายพานผ้าและสายพาน-แตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm ในชั่วโมงต่าง ๆ กัน 73

4.7 แสดงอัตราการเพิ่มของปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC หลังจากการฆ่าเชื้อในระยะเวลาต่าง ๆ กัน คือ 10 ชั่วโมง 15 ชั่วโมง และ 20 ชั่วโมงของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสโดยใช้สารละลาย QUATS 1000 ppm 77

4.8 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงาน ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อที่มือและอัตราการลดลงของเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ก่อนและหลังการล้างมือ 79

4.9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการล้างมือและหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 81

4.10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการล้างมือและหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารสารละลาย QUATSที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 83

4.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการล้างมือและหลังการฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 %.....84

4.12 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 นาที 86

4.13 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.14 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 % ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที 89

4.15 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานก่อนการล้างมือและหลังการล้างมือในชั่วโมงที่ 0 – ชั่วโมงที่ 4 โดยล้างมือทุกชั่วโมง 91

4.16 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อโดยใช้สารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที โดยล้างมือและฆ่าเชื้อทุก ๆ 1 ชั่วโมง.....93

4.17 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงาน เปรียบเทียบสภาวะก่อนการล้างมือ หลังการล้างมือ และหลังการฆ่าเชื้อ ทุก 1 ชั่วโมงด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที 95

4.18 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อในชั่วโมงที่ 0 ถึง ถึง ชั่วโมงที่ 4 โดยไม่มีการล้างมือก่อนการฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 บริเวณของมือส่วนที่ถูกละเลยจากการล้างทำความสะอาด 44

4.1 แสดงตัวอย่างของสายพานผ้าที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต 58

4.2 แสดงตัวอย่างของสายพานสแตนเลสที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต 58

4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าด้วย สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm 62

4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้า ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm.....62

4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตนเลส ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm 63

4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตนเลส ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm 64

4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้า ด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm 66

4.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้า ด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm 66

4.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตนเลส ด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm 67

4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตนเลส ด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm 68

4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อยีสต์และราหลังจากการฆ่าเชื้อในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ของสายพานผ้าด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm 74

4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อ TPC หลังการฆ่าเชื้อในระยะเวลาต่าง ๆ กันของ สายพานผ้าด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm.....75

4.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเชื้อยีสต์และรา ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ของ สายพานสแตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

4.14 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเชื้อ TPC ในระยะเวลาต่าง ๆ กันของ ของสายพานสแตนเลส ด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm 76

4.15 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อ TPC ที่มือพนักงานก่อนล้างมือ หลังการล้างมือ และหลังการฆ่าเชื้อ ด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm 80

4.16 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ที่มือพนักงาน ก่อนการล้างมือ.....92

4.17 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ที่มือพนักงาน หลังการฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm.....94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อเป็นขั้นตอนสำคัญในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร ทั้งนี้อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการสัมผัสกับวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ รวมถึงสุขลักษณะของพนักงานที่ปฏิบัติงานในทุกขั้นตอนของการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนข้ามและเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการปนเปื้อนทางด้านจุลินทรีย์หรือทางเคมี ซึ่งส่งผลต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ดังนั้นการเลือกใช้สารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อที่เหมาะสมกับอุปกรณ์จะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อได้ดี

ปัจจุบันหน่วยงานราชการได้ประกาศกฎหมาย GMP เพื่อให้ผู้บริโภคมั่นใจว่า โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตอาหารได้นำหลักเกณฑ์ที่ดีในการผลิตอาหารให้ถูกสุขลักษณะนำไปปฏิบัติงานในโรงงานผลิตอาหาร ซึ่งในกฎหมาย GMP การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อเป็นหัวข้อหลักที่ระบุให้ทุกโรงงานอุตสาหกรรมอาหารเขียนเอกสารวิธีการปฏิบัติอย่างชัดเจน ทั้งนี้เพื่อให้ความคุ้มครองและความมั่นใจกับผู้บริโภคด้านความปลอดภัยจากการบริโภคอาหารโดยประกาศให้โรงงานอาหารจัดทำระบบ GMP ซึ่งเป็นระบบการจัดการสุขลักษณะที่ดีในการผลิตของโรงงานผลิตอาหาร มีผลบังคับใช้ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2546 เป็นต้นไป

ดังนั้นการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อจะเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตอาหารจะต้องให้ความสำคัญเนื่องจากอุปกรณ์ เครื่องจักร และมือพนักงานเป็นส่วนที่สัมผัสกับทุกขั้นตอนในการผลิตอาหารและมีโอกาสเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อนไปยังผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปได้ นอกเหนือจากการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ โรงงานจะต้องมีวิธีการตรวจประเมินประสิทธิภาพของการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อในความถี่ที่เหมาะสม เพื่อตรวจสอบให้มั่นใจว่าวิธีการในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มีหลายวิธีการ เช่น การใช้ความร้อน การใช้สารฆ่าเชื้อ เป็นต้น วิธีการใช้สารฆ่าเชื้อในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เป็นวิธีการที่สะดวก ง่าย และให้ผลที่ชัดเจนและต้นทุนต่ำซึ่งการเลือกใช้สารฆ่าเชื้อจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์และพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้สารฆ่าเชื้อ การปนเปื้อน รวมถึงข้อควรระวังในการใช้สารฆ่าเชื้อ เพื่อไม่ให้เกิดการตกค้างและปนเปื้อนไปยังกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ ในการทดลองนี้ได้ศึกษาถึงคุณลักษณะของสารฆ่าเชื้อและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของอุปกรณ์และมือพนักงานให้อยู่ในระดับที่กำหนด ไม่เสี่ยงต่อการสร้างสารพิษและการปนเปื้อนข้ามไปยังผลิตภัณฑ์ในระหว่างการผลิตและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

1.2 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยดังกล่าวศึกษาการเลือกใช้สารฆ่าเชื้อและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมกับเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้การผลิตผลิตภัณฑ์และการใช้สารฆ่าเชื้อที่มือพนักงาน เพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนข้ามไปยังวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ รวมถึงการสร้างสุขลักษณะที่ดีในการผลิต

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อคัดเลือกชนิดของสารฆ่าเชื้อและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการนำไปใช้กับอุปกรณ์ /เครื่องมือ และมือพนักงาน
2. เพื่อการจัดการสุขลักษณะที่ดีในการผลิตผลิตภัณฑ์
3. เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมตระหนักถึงความสำคัญของการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ เพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนข้ามที่เกิดจากบุคคลากรไปยังผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เนื่องด้วยปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น ทางหน่วยงานราชการจึงได้มีการประกาศกฎหมาย GMP เพื่อให้ผู้บริโภคมั่นใจว่า โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตอาหารได้นำวิธีการหลักเกณฑ์ที่ดีในการผลิตอาหารให้ถูกสุข-ลักษณะนำไปใช้ในโรงงานผลิตอาหาร เพื่อให้ความคุ้มครองและความมั่นใจกับผู้บริโภคด้านความปลอดภัยจากการบริโภคอาหาร ซึ่งอาหารที่ไม่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่ได้มาตรฐานควรค่าแก่การบริโภคนั้น มีสาเหตุมาจากหลายประการ โดยสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือ เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากมือของผู้ประกอบการอาหารและสุขลักษณะของเครื่องมือ /อุปกรณ์ที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ส่งผลให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัย เช่น เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารต่าง ๆ และเกิดโรคจากอาหารเป็นพิษ เป็นต้น นอกจากนั้นยังส่งผลให้เกิดความเสียหายทั้งทางเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก

ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อโรคเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหาร เป็นสิ่งที่สำคัญมาก เนื่องจาก

- เป็นการควบคุมและป้องกันการปนเปื้อนทั้งทางจุลินทรีย์ ทางเคมี และทางกายภาพ จากอุปกรณ์เครื่องมือและจากกระบวนการผลิต มายังวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์
- เป็นการดูแลรักษาอุปกรณ์เครื่องมือและภาชนะต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่ได้ออกแบบไว้ เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการโรงงานที่ดี

การทำความสะอาดไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ ภาชนะ อาคารสถานที่ รวมทั้งภาชนะที่ใช้ขนถ่ายเทใส่อาหารที่ตกค้างและขยะ จะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น จึงต้องกำหนดวิธีการทำความสะอาดและวิธีการฆ่าเชื้อที่เหมาะสม รวมถึงความถี่ในการทำความสะอาดและเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้สารเคมีที่เหมาะสมสามารถลดต้นทุนของโรงงานได้ ซึ่งในการใช้ต้องใช้ในความเข้มข้นที่ถูกต้องและเหมาะสมกับการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงการกัดกร่อนของอุปกรณ์จากสารทำความสะอาดด้วย

การทำความสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีประสิทธิภาพ ต้องประกอบด้วย

- อธิบายวิธีการทำความสะอาดให้พนักงานทราบอย่างชัดเจนและถูกต้อง
- เลือกใช้สารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อที่เหมาะสม
- เขียนเอกสารพร้อมตารางเวลาในการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ
- การตรวจติดตามประสิทธิภาพของการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ

การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อให้มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึง

- สิ่งสกปรก (soil)
- การทำความสะอาดแบบแห้ง (dry cleaning)
- น้ำใช้ (water)
- ลักษณะสำคัญและการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความสะอาด
- วิธีการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ ควรปลอดภัย เช่น COP (Cleaning out of place) , CIP (Cleaning in place) , LPHV (low pressure high volume) , HPLV (high pressure low volume) , การใช้โฟม , การใช้เจล , การใช้แปรงขัด , การทำความสะอาดด้วยมือ

การเลือกใช้สารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อ ควรพิจารณาถึง

- ความปลอดภัยในการเตรียมและการใช้งาน
- คุณสมบัติต่างๆ ของสารฆ่าเชื้อ
- ชนิดของสารฆ่าเชื้อประเภทต่าง ๆ
- ส่วนประกอบของสารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของสิ่งสกปรก (Type of Soils)

สิ่งสกปรกในแต่ละโรงงานจะแตกต่างกันตามชนิดของผลิตภัณฑ์ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของวัตถุดิบ กรรมวิธีการแปรรูป การแบ่งชนิดของสิ่งสกปรกตามลักษณะ คือ

- สิ่งสกปรกประเภทกรด ซึ่งกำจัดออกง่าย
- สิ่งสกปรกที่เป็นแป้ง โปรตีน ไขมัน และเกลือ ซึ่งกำจัดยาก
- สิ่งสกปรกที่เป็นแป้ง โปรตีน ไขมัน และเกลือ รวมกับเนื้อสัตว์หรือเนย
- ไขมันที่หลอมเหลว ซึ่งกำจัดยากมาก

สิ่งสกปรกที่หลงเหลืออยู่บนพื้นผิว เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ มีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร และกระบวนการผลิตอาหารนั้น สิ่งสกปรกอาจจะอยู่ในรูปของอนุภาคแห้ง แห้งติดพื้นผิว สุกแห้งติดพื้นผิว มันเป็นเมือก อนุภาคเปียกติดพื้นผิว เหนียว เป็นต้น การปล่อยให้สิ่งสกปรกติดอยู่บนพื้นผิวนาน จะมีผลต่อความยากง่ายในการทำความสะอาด ซึ่งในตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของสิ่งสกปรก (Soil Characteristics) และความยากง่ายในการกำจัดสิ่งสกปรกประเภทต่าง ๆ รวมทั้งความยากในการทำความสะอาด เมื่อสิ่งสกปรกเปลี่ยนแปลงลักษณะไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของสิ่งสกปรก (Soil Characteristics)

สิ่งสกปรกบนพื้นผิว	การละลาย	ความยากง่ายในการกำจัด	การเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกความร้อน
น้ำตาล	ละลายในน้ำ	ง่าย	เปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาลไหม้ (Caramelization) ทำความสะอาดได้ยาก
ไขมัน	ละลายในด่าง ไม่ละลายในน้ำ	ยาก	เกิดเป็นโพลิเมอร์ ทำให้ทำความสะอาดยากขึ้น
โปรตีน	ละลายในด่างและสาร ละลายที่มีความเป็นกรดเล็กน้อย ไม่ละลายในน้ำ	ยากมาก	เกิดการสูญเสียลักษณะเดิม (Denaturation) ทำให้ทำความสะอาดยากขึ้น
เกลือแร่	ละลายในน้ำได้ระดับต่าง ๆ กันขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือแร่ ส่วนใหญ่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด	ง่าย ⟶ ยาก	โดยปกติไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ

ที่มา : Marriott ,1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของพื้นผิวที่สิ่งสกปรกจับติดอยู่

ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารมีการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งมีพื้นที่ผิวที่ทำจากวัสดุต่างๆ กัน ทำให้มีผลต่อวิธีการทำความสะอาด การใช้สารชะล้าง และการใช้สารฆ่าเชื้อ ซึ่งในตารางที่ 2.2 แสดงคุณลักษณะของพื้นที่ผิวประเภทต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารและในตารางที่ 2.3 แสดงข้อแนะนำในการใช้สารฆ่าเชื้อในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมกับพื้นผิวของอุปกรณ์แต่ละประเภทรวมถึงการฆ่าเชื้อในน้ำและมือพนักงาน

ตารางที่ 2.2 คุณลักษณะของพื้นที่ผิวประเภทต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

วัสดุ	คุณลักษณะ	ข้อควรระวัง
ไม้	สามารถดูดซับน้ำ ไขมัน และน้ำมันได้ ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้ยาก ไม่ทนต่อสารเคมีประเภทต่าง ๆ	ไม่ควรใช้ไม้เป็นวัสดุทำพื้นผิวที่ต้องสัมผัสอาหารโดยตรง ควรใช้เหล็กปลอดสนิม (Stainless Steel) หรือวัสดุประเภทยางหรือ Polyethylene แทนไม้
เหล็กปลอดสนิม (Stainless Steel)	ทนต่อการกัดกร่อน ผิวเรียบ ไม่ดูดซับน้ำและไขมัน ง่ายต่อการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ไม่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก ทนต่อการเกิด Oxidation ที่อุณหภูมิสูง	ราคาแพง เหล็กปลอดสนิมบางชนิดสามารถถูกทำลายได้ด้วยสารประเภท Halogens ได้แก่ คลอรีน ไอโอดีน โบรมีน และฟลูออรีน เหล็กกันสนิมที่นิยมใช้ในเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตอาหารคือเหล็กปลอดสนิม 304

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

วัสดุ	คุณลักษณะ	ข้อควรระวัง
ยาง	ควรเป็นยางที่มีรูพรุนและไม่ถูกทำลายด้วยสารชะล้างประเภทด่าง,ตัวทำละลายอินทรีย์(Organic Solvents) และกรดแก่	มีการใช้เขียงหั่นที่ทำด้วยยาง แต่มีปัญหาคือ เขียงยางจะบิดตัวโค้งงอได้ง่าย และทำให้มีดหั่นทู่ได้ง่าย การใช้แผ่นยางเป็นตัวยึดเหล็กปลอดสนิมเข้าด้วยกันต้องสามารถถอดล้างได้โดยง่าย
เหล็ก (Black Metals)	เกิดสนิมได้เมื่อถูกสารชะล้างประเภทกรด และสารชะล้างที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ (Acidic and Chlorinated Detergents)	เนื่องจากเกิดสนิมได้ง่ายจึงเคลือบด้วยดีบุกหรือโครเมี่ยม การทำความสะอาดพื้นที่ผิวที่เคลือบดีบุก หรือโครเมี่ยม ควรใช้สารชะล้างที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง
แก้ว	เรียบ ไม่ดูดซับน้ำและไขมัน กัดกร่อนได้ด้วยสารชะล้างที่มีคุณสมบัติเป็นด่างแก่ ควรใช้สารชะล้างที่เป็นด่างแก่เล็กน้อยหรือปานกลาง	ระวังเรื่องการแตกหักซึ่งอาจจะกระจายลงสู่ผลิตภัณฑ์อาหารได้
สี	สีที่ทำเคลือบเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถสึกกร่อนได้ด้วยสารชะล้างที่มีสมบัติเป็นด่างแก่	ไม่ควรใช้สีทาพื้นผิวที่สัมผัสกับอาหารโดยตรง สีที่ใช้ทาในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารควรใช้สีที่รับประทานได้ ไม่มีโลหะหนัก
คอนกรีต	ถูกกัดกร่อนได้ด้วยกรด	ควรใช้คอนกรีตที่เนื้อแน่น ทนกรด ไม่เกิดฝุ่นผงได้ง่าย

ที่มา : Marriott , 1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อแนะนำในการใช้สารฆ่าเชื้อในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม กับพื้นผิวของอุปกรณ์แต่ละประเภทรวมถึงการฆ่าเชื้อในน้ำและมือ

Specific Area or Condition	Recommended Sanitizer	Concentration (ppm)
Aluminum equipment	Iodophor	25
Bacteriostatic film	Quat	200
	Acid-Quat	Per manufacturer recommendations
	Acid-anionic	100
CIP cleaning	Acid sanitizer	130
	Active chlorine	
	Iodophor	
Concrete floors	Active chlorine	1,000–2,000
	Quat	500–800
Film formation, prevention of	Acid sanitizer	130
	Iodophor	
Fogging, atmosphere	Active chlorine	800–1,000
Hand-dip (production)	Iodophor	25
Hand sanitizer (washroom)	Iodophor	25
	Quat	
Hard water	Acid sanitizer	130
	Iodophor	25
High iron water	Iodophor	25
Long shelf life	Iodophor	
	Quat	
Low cost	Hypochlorite	
Noncorrosive	Iodophor	
	Quat	
Odor control	Quat	200
Organic matter, stable in presence of	Quat	200
Plastic crates	Iodophor	25
Porous surface	Active Chlorine	200
Processing equipment (aluminum)	Quat	200
	Iodophor	25
Processing equipment (stainless steel)	Acid sanitizer	130
	Acid-Quat	Per manufacturer recommendations
	Active chlorine	200
	Iodophor	25
Rubber belts	Iodophor	25
Tile walls	Iodophor	25
Visual control	Iodophor	25
Walls	Active chlorine	200
	Quat	200
	Acid-Quat	Per manufacturer recommendations
Water treatment	Active chlorine	20
Wood crates	Active chlorine	1,000
Conveyor lubricant	Glutaraldehyde	Per manufacturer recommendations

ที่มา : ดัดแปลงจาก Lentsch ,1979

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การฆ่าเชื้อในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร (Sanitization)

ภายหลังจากการทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ต้องทำการฆ่าเชื้อ เพื่อลดจุลินทรีย์ที่อาจเป็นพวก pathogens และ spoilage ที่หลงเหลืออยู่บนผิวของอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้และบริเวณการผลิตอาหาร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ทั้งนี้การฆ่าเชื้อจะมีประสิทธิภาพดีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการทำความสะอาด ถ้ามีสิ่งสกปรกตกค้างอยู่ สิ่งสกปรกจะไปปกคลุมจุลินทรีย์ไว้ ทำให้สารฆ่าเชื้อไม่สามารถเข้าไปสัมผัสและออกฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ได้ นอกจากนั้นยังมีผลต่อการหมดฤทธิ์ของสารฆ่าเชื้อด้วย

2.1.1 วิธีการฆ่าเชื้อ (Sanitizing methods) มีหลายวิธี

(สุวิมล , 2543; Marriott, 1997)

เป็นการทำลายหรือลดจำนวนจุลินทรีย์ลงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ไม่จำเป็นต้องกำจัดหรือทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์ได้ ซึ่งต่างจากการฆ่าเชื้อแบบ Sterilization ซึ่งเป็นการกำจัดหรือทำลายจุลินทรีย์อย่างสมบูรณ์รวมทั้งสปอร์ของจุลินทรีย์ด้วยการฆ่าเชื้อแบบ Sanitizing มีหลายวิธีดังนี้คือ

2.1.1.1 การใช้ความร้อน (Thermal sanitizing) เป็นวิธีการที่ใช้ทั่วไป แม้จะไม่ได้ผลดีนักและต้องใช้พลังงานมากก็ตาม จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคยกเว้นพวกที่สร้างสปอร์ สามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อน ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโดยวิธีการนี้ขึ้นอยู่กับความชื้น อุณหภูมิ และระยะเวลาในการสัมผัสกับผิวอุปกรณ์ ลักษณะและการออกแบบพื้นที่ผิว ความสะอาดของพื้นผิว ความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ อาจจะเป็นไอน้ำ น้ำร้อน และลมร้อน การใช้ความร้อนชื้น (Moist Heat) เช่น ไอน้ำ และน้ำร้อน จะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อสูงกว่าการใช้ความร้อนแห้ง (Dry Heat) เพราะความร้อนชื้นจะทำลายโปรตีนในตัวจุลินทรีย์ให้สูญเสียสภาพไป (Denaturation) ทำให้ไม่สามารถดำรงชีพอยู่ได้ ส่วนการใช้ความร้อนแห้ง เช่น ลมร้อน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจะต้องใช้อุณหภูมิสูงและเวลาที่นานกว่ามาก ดังนั้นจึงนิยมใช้ไอน้ำ หรือน้ำร้อนในการฆ่าเชื้อเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และบริเวณการผลิต ซึ่งข้อดีคือไม่กัดกร่อน ไม่มีสารตกค้างและสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้เป็นส่วนมาก ในการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำนั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องแน่ใจว่า พื้นผิวที่ต้องการฆ่าเชื้อทั้งภายในและภายนอกได้รับความร้อน และเวลาเพียงพอต่อการฆ่าเชื้อคือประมาณ 85 องศาเซลเซียล เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน ควรใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียล แช่อุปกรณ์ภาชนะที่ต้องการฆ่าเชื้อและให้ความร้อนน้ำจนเป็น 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 นาที

2.1.1.2 การฉายรังสี (Radiation sanitizing) โดยการใช้รังสีจากแสง UV หรือจาก high–energy cathod หรือ gramma rays ที่มีคลื่นความยาวประมาณ 2500 Angstrom จะสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้

2.1.1.3 การฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี (Disinfection Chemicals) สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อเรียกว่า sanitizers หรือ disinfectants ซึ่งนิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งสารเคมีที่ออกฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ มีหลายชนิด การจะเลือกใช้สารเคมีชนิดใด ขึ้นอยู่กับการออกฤทธิ์ของสารนั้นและขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ผิวที่จะฆ่าเชื้อ โดยทั่วไปสารฆ่าเชื้อจะมีประสิทธิภาพสูงและออกฤทธิ์ได้เร็ว เมื่อความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น สารฆ่าเชื้อที่ดี ต้องมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษ ไม่ทำให้เกิดการสึกกร่อนของพื้นผิวที่ใช้ ไม่มีผลต่อกลิ่น รส และสีของอาหาร มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้หลายชนิด

2.2 การควบคุมจุลินทรีย์โดยการใช้สารเคมี

Pelczar และ Chan (1981) ; Pelczar และคณะ (1993) ; Prescott และคณะ (1993) ได้กล่าวถึงการควบคุมจุลินทรีย์โดยการใช้สารเคมีไว้ว่า มีสารเคมีจำนวนมากที่สามารถยับยั้งเมตาบอลิซึมและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือฆ่าเชื้อทำลายจุลินทรีย์ได้ ผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่มีส่วนประกอบของสารเหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมประชากรจุลินทรีย์ในสภาวะต่าง ๆ กัน โดยไม่มีสารเคมีชนิดเดียวที่เหมาะสมสำหรับทุกกรณี เนื่องจากสารเคมีแต่ละอย่างมีกลวิธีการทำงานแตกต่างกันและมีความแตกต่างกันในแง่ความทนทานของจุลินทรีย์ ซึ่งได้มีการให้คำจำกัดความของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมจุลินทรีย์โดยการใช้สารเคมีดังนี้

- Sterilization คือกระบวนการทำลายจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทุกรูปแบบโดยสิ้นเชิง
- Sterilant คือ สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการ Sterilization
- Disinfection คือกระบวนการทำลาย ยับยั้ง หรือกำจัดจุลินทรีย์ ชนิดที่ทำให้เกิดโรค มักใช้กับวัตถุที่ไม่มีชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Disinfectant คือ สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการ Disinfection
- Sanitization คือ กระบวนการลดประชากรจุลินทรีย์โดยการทำลาย ยับยั้ง หรือกำจัดออก ให้อยู่ระดับที่ปลอดภัยตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุขโดยปกติหมายถึงการทำลายแบคทีเรียที่กำลังเจริญได้ถึงร้อยละ 99.9
- Sanitizer คือสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการ santization
- Antisepsis คือการป้องกันการติดเชื้อจากจุลินทรีย์
- Antiseptic คือการใช้สารเคมีซึ่งปกติมักใช้กับร่างกายสิ่งมีชีวิตเพื่อป้องกันการติดเชื้อจากจุลินทรีย์ โดยการทำลายหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ โดยไม่ทำลายเซลล์เนื้อเยื่อและไม่เป็นพิษต่อร่างกาย
- Germicide คือการทำลายจุลินทรีย์ทั้งที่ก่อให้เกิดโรคและไม่ก่อโรค
- Bactericide คือการทำลายแบคทีเรีย ส่วน fungicide , viricide ,algicide และ sporicide หมายถึงการทำลาย ฟังไจ ไวรัส สาหร่าย และสปอร์ ตามลำดับ
- Bacteriostasis คือการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย แต่ไม่เป็นการทำลายแบคทีเรีย ส่วนสารที่ใช้ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เรียกว่า microbiostatic agent
- Antimicrobial agent คือสารเคมีใช้ในทำลายหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ แต่โดยทั่วไปมักหมายถึง ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และบางครั้งก็อาจใช้คำเฉพาะกลุ่มของจุลินทรีย์ เช่น antibacterial หรือ antibacterial หรือ antifungal เป็นต้น สารซึ่งต่อต้านจุลินทรีย์บางอย่างอาจถูกใช้เพื่อรักษาโรคที่เกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ในร่างกาย จึงถูกเรียกว่า Chemotherapeutic agent
- Antibiotic คือ สารปฏิชีวนะเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นโดยจุลินทรีย์มีคุณสมบัติในการยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์อื่น ๆ ได้ในปริมาณความเข้มข้นต่ำ ในปัจจุบันยาปฏิชีวนะบางชนิด อาจจะใช้วิธีการสังเคราะห์ แต่ยังคงเรียกว่า ยาปฏิชีวินะ เพราะถือตามแหล่งกำเนิดครั้งแรก นอกจากนี้อนุพันธ์ของยาปฏิชีวนะต่าง ๆ ที่สกัดได้โดยวิธีการสังเคราะห์หรือกึ่งสังเคราะห์ เรียกว่า ยาปฏิชีวนะด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ (สุวิมล , 2543)

สารฆ่าเชื้อแต่ละประเภทจะมีความสามารถในการฆ่าเชื้อที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่ดับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ คือ

2.3.1 ปริมาณเริ่มต้นของจุลินทรีย์ เมื่อปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นเพิ่มขึ้น จะต้องเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีและเวลาในการทำลายจุลินทรีย์มากขึ้น(Park และคณะ, 1991; Wei และคณะ , 1985) อ้างโดย (ปิยาณี,2542)

2.3.2 องค์ประกอบของการเจริญและสรีระวิทยาของจุลินทรีย์ (Microbial population composition) เช่น เซลล์ปกติ (vegetative cell) กับสปอร์ (spore) เซลล์ที่เจริญเต็มที่แล้ว (mature cell) กับเซลล์ที่อายุยังน้อย (younger cell) หรือ ชนิดของจุลินทรีย์ที่ต่างกัน จะมีความทนทานต่อสารเคมีชนิดหนึ่ง ๆ ต่างกัน

2.3.3 ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ (concentration or intensity of an antimicrobial agent) สารเคมีบางชนิดเมื่อความเข้มข้นมากขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์มากขึ้นแต่บางชนิดเมื่อความเข้มข้นน้อยมีประสิทธิภาพสูงกว่าความเข้มข้นที่มากกว่า (El-Kest และ Marth ,1988)

2.3.4 ระยะเวลาที่สารเคมีสัมผัสกับจุลินทรีย์ (duration of exposure) จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความไวต่อสารเคมีไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับช่วงการเจริญ การสร้างสปอร์ และปัจจัยอื่น ๆ จึงทำให้เวลาในการสัมผัสไม่เท่ากันของสารแต่ละชนิด Gelinas และคณะ (1984) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ พบว่า เมื่อระยะเวลาและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

2.3.5 อุณหภูมิ (temperature) สารละลายที่มีอุณหภูมิสูงจะลดแรงตึงผิว โดยทั่วไปแล้วการเพิ่มอุณหภูมิจะเพิ่มอัตราการทำลายจุลินทรีย์ จากการทดลองของ Ito และ Seeger (1980) อ้างโดย (สุภาวดี,2543) กล่าวว่าประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ของคลอรีนและสารประกอบคลอรีนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

2.3.6 สภาวะแวดล้อม (environment) เนื่องจากในสภาวะแวดล้อมมีองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งไม่ใช่เฉพาะจุลินทรีย์รวมอยู่ด้วย ดังนั้นสารเคมีบางชนิดอาจจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นในสภาวะแวดล้อมที่มีความเป็นกรดหรือด่างต่างกัน หรืออาจมีประสิทธิภาพลดลงเพราะมีสารประกอบอินทรีย์อื่น ๆ (organic matter) ปะปนอยู่เป็นเกราะช่วยป้องกันเซลล์จุลินทรีย์จากการทำลายของสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ สารฆ่าเชื้อจะมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามบัฟเฟอร์ที่ใช้ผสม และจะมีค่าเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมสำหรับประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของสารฆ่าเชื้อนั้น ๆ เช่น สารละลายไฮโปคลอไรท์ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ช่วง 7-11 สารนี้จะสูญเสียประสิทธิภาพอย่างเร็วที่ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มากกว่า 10 (Guthrie , 1983)

Cords และ Dychdala (1993) พบว่า ต้องใช้เวลา 465 นาทีในการทำลายสปอร์ของเชื้อ *Bacillus. metiens* ให้ลดลง 99 % ในสารละลายไฮโปคลอไรท์ที่มีปริมาณคลอรีนอิสระที่ระดับความเข้มข้น 25 ppm อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียล ที่ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ที่ 12.9 ในขณะที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันที่ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ที่ 6.0 พบว่าใช้เวลาในการทำลายสปอร์ให้ลดลง 99% ในเวลาเพียง 2.5 นาที โดยทั่วไปค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ยกเว้นสารฆ่าเชื้อบางชนิดเช่น สารประกอบคลอรีนและไอโอดีน จะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เพิ่มขึ้น

2.3.8 การทำความสะอาดอุปกรณ์ กรณีที่มีสิ่งสกปรกตกค้างอยู่บนผิวของอุปกรณ์ จะลดประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อลง เพราะสารประกอบพวก hypochlorite หรือสารประกอบคลอรีนอื่น ๆ และสารฆ่าเชื้ออื่น ๆ จะไปทำปฏิกิริยากับสิ่งที่ตกค้าง ทำให้ฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อลดลง

2.3.9 ความกระด้างของน้ำ : สารพวก Quaternary ammonium compounds จะไม่ออกฤทธิ์ในน้ำที่เกลือแคลเซียมและแมกนีเซียม อยู่เกินกว่า 200 ppm ถ้าน้ำกระด้างมาก ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อจะลดลง

2.3.10 การสร้างฟิล์มชีวภาพบนพื้นผิว ฟิล์มชีวภาพจะช่วยป้องกันตัวจุลินทรีย์ ทำให้สารฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพลดลง การป้องกันการสร้างฟิล์มชีวภาพบนพื้นผิวสามารถทำได้โดย การออกแบบเครื่องจักร อุปกรณ์ให้ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 คุณสมบัติที่ดีของสารฆ่าเชื้อ (Sanitizer properties) (Marriot , 1999)

2.4.1 สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างรวดเร็ว และทำลายแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบที่เป็น vegetative cell และสามารถทำลาย ยีสต์และราได้ด้วย

2.4.2 มีความสามารถในการละลายน้ำหรือตัวทำละลายอย่างอื่นได้ดี เพื่อสะดวกในการใช้งาน

2.4.3 มีส่วนประกอบที่ง่ายต่อการเตรียมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2.4.4 ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์อื่น นอกเหนือจากเซลล์จุลลินทรีย์ ซึ่งมีผลทำให้ความสามารถในการต่อต้านจุลินทรีย์ลดลงหรือหายไป

2.4.5 ไม่เป็นพิษที่อุณหภูมิห้องหรืออุณหภูมิร่างกายมนุษย์หรือสัตว์

2.4.6 มีคุณสมบัติในการแทรกซึมได้ดี

2.4.7 ไม่กัดกร่อนผิวของเครื่องมือและเป็นสีเกาะติดวัตถุ

2.4.8 เป็นสารที่ไม่มีกลิ่นหรือมีกลิ่นที่ดีพอจะช่วยดับกลิ่นอื่น ๆ ได้

2.4.9 มีคุณสมบัติเป็นสารซักล้างหรือเป็นสารที่ทำให้สะอาดได้ด้วย โดยทั่วไปคุณสมบัติในการทำให้สะอาดช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของสารต่อต้านจุลินทรีย์

2.4.10 คงตัวแม้จะมีสารประกอบอินทรีย์ เช่น สิ่งสกปรก หรือมีสารทำความสะอาดหรือสบู่ตกค้างอยู่ รวมทั้งในน้ำกระด้างและที่ pH ต่าง ๆ

2.4.11 ใช้ง่ายและวัดตวงได้ง่าย

2.4.12 ไม่เสื่อมคุณภาพเมื่อเก็บไว้นาน

2.4.13 สามารถจัดหาซื้อได้ง่ายในปริมาณมากและราคาถูก

2.5 ชนิดของสารฆ่าเชื้อ

สารที่ออกฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ ที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารมี 5 ประเภทคือ

2.5.1 คลอรีนและสารประกอบคลอรีน

2.5.2 Quaternary Ammonium Compounds (QUATS , QATS , QACs)

2.5.3 Acid sanitizers

2.5.4 แอลกอฮอล์

2.5.5 ไอโอโดฟอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 สารฆ่าเชื้อประเภทคลอรีนและสารประกอบคลอรีน

2.5.1.1 คุณสมบัติของคลอรีนและสารประกอบฆ่าเชื้อคลอรีน

คลอรีนเป็นธาตุตัวหนึ่งในกลุ่มฮาโลเจน (Halogen) และอยู่ในรูปของก๊าซคลอรีนที่มีสีเหลืองแกมเขียว (greenish-yellow) คลอรีนได้จากการทำปฏิกิริยาของกรดไฮโดรคลอริคและแมงกานีสออกไซค์ และถูกทำให้เป็นของเหลวโดย T.Northmore ในปี ค.ศ 1805-1806

ปัจจุบันมีการนำคลอรีนและสารประกอบคลอรีนในรูปแบบต่าง ๆ มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยแบ่งคลอรีนเป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ คลอรีนเหลว สารประกอบไฮโปคลอไรท์ (Hypochlorite) สารอนินทรีย์คลอรามีน (inorganic chloramine) สารอินทรีย์คลอรามีน (organic chloramine) และสารคลอรีนไดออกไซค์ (Chlorine dioxide) ซึ่งมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน

Foegeding (1983) กล่าวว่า สารประกอบไฮโปคลอไรท์ (Hypochlorite) เกิดจากเกลือของคลอรีน ได้แก่สารโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) และ แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ($Ca(OCl)_2$) เป็นสารประกอบคลอรีนที่สามารถนำมาใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ($Ca(OCl)_2$) จะเป็นของแข็งสีขาวที่เรียกว่า bleaching powder หรือ chlorinated lime ซึ่งมีคลอรีนอิสระ (free available chlorine : FAC) อยู่ประมาณ 39 % ส่วนโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) เป็นของเหลวที่มีคลอรีนอิสระ ประมาณ 7-20 %

จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีความไวต่อสารประกอบประเภทคลอรีนต่าง ๆ กัน ข้อมูลในตารางที่ 2.4 แสดงระดับความไวของจุลินทรีย์ต่อการทำลายของคลอรีนและสารฆ่าเชื้อประเภทคลอรีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงระดับความไวของจุลินทรี รีนและสารฆ่าเชื้อ ประเภทคลอรีน

ชนิดของจุลินทรีย์	ความไวต่อสารคลอรีน
แบคทีเรียแกรมบวก	มาก
แบคทีเรียแกรมลบ	มาก
แอซิค-ฟาสต์แบคทีเรีย	ปานกลาง
สปอร์แบคทีเรีย	พอใช้
ไวรัส	พอใช้(ที่ความเข้มข้นสูง)
อะมีบา	พอใช้
เชื้อรา	ปานกลาง
ไฟรอน	ปานกลาง(ที่ความเข้มข้นสูง)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Gardner และ Peel (1991)

องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. Food and Drug Aministration) อ้างโดย Wei และคณะ (1985) ได้ออกกฎหมายควบคุมการใช้คลอรีนและสารประกอบไฮโปคลอไรท์ แสดงในตารางที่ 2.5 ดังนี้ คือ

ตารางที่ 2.5 การใช้คลอรีนและสารประกอบไฮโปคลอไรท์

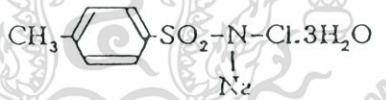
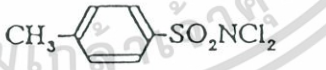
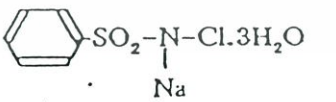
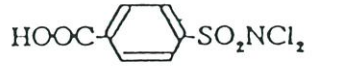
การใช้งาน	ระดับการใช้งาน
-ใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์เพื่อล้างทำความสะอาดหรือช่วยในการปอกเปลือกผักและผลไม้	ไม่เกิน 0.2 %
-ใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์เพื่อเป็นสารฆ่าจุลินทรีย์ในอุปกรณ์การผลิตอาหาร เครื่องมือ และส่วนที่สัมผัสกับอาหาร	คลอรีนอิสระความเข้มข้นไม่เกิน 200 ppm

ที่มา : ดัดแปลงจาก Wei และคณะ (1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสารฆ่าเชื้อประเภทสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์คลอรีนที่ใช้ในการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของเชื้อจุลินทรีย์ ดังแสดงในตารางที่ 2.6 ดังนี้ คือ

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างสารฆ่าเชื้อประเภทสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์คลอรีนที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์

ชื่อทางเคมี	สูตรทางเคมี	Available chlorine %
สารประกอบอนินทรีย์		
Calcium hypochlorite	$Ca(OCl)_2$	70-74
Lithium hypochlorite	LiOCl	30-35
Sodium hypochlorite	NaOCl	0.4-0.5
Sodium hypochlorite	NaOCl	1-15
Sodium hypochlorite	NaOCl	1
Sodium hypochlorite	NaOCl	10
Chlorinated tri-sodium phosphate	$(Na_3PO_4.11H_2O)_4NaOCl$	3.5
Chlorine dioxide	$ClO_2.10H_2O$	17
สารประกอบอินทรีย์		
Sodium p-toluene-sulphochloramide		24-26
p-Tolune sulphon-dichloramide		56-60
Sodium benzene sulfochloramide		29.5
p-Sulphodichloramide -benzoic acid		48-52.8

ที่มา : ดัดแปลงจาก Trueman (1971)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอรีนได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพราะมีการจัดคลอรีนเป็นสารประเภทที่เรียกว่า Generally Recognized As Safe (GRAS) โดยถือเป็นสารที่ปลอดภัย ในประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ก่อนปี ค.ศ 1958

สารประกอบคลอรีนเมื่อนำมาละลายน้ำจะแตกตัวให้คลอรีน ซึ่งอยู่ในรูปธาตุคลอรีน (Cl_2) และกรดไฮโปคลอรัส (HOCl) และไฮโปคลอรัสอิออน (OCl^-) การแตกตัวให้ธาตุต่าง ๆ มากน้อยเท่าใด จะขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดด่างของสารประกอบคลอรีนแต่ละชนิด (Foegeding , 1983)

ในการนำคลอรีนมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร นิยมใช้ในรูปของ แก๊สคลอรีน เกลือโซเดียมหรือ แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ (sodium หรือ calcium hypochlorite : NaOCl หรือ $Ca(OCl)_2$) และคลอรีนไดออกไซด์ (chlorine dioxide) โดยส่วนใหญ่สารประกอบคลอรีนเหล่านี้ จะแตกตัวให้คลอรีนอิสระในน้ำซึ่งอยู่ในรูปของ คลอรีน Cl_2 hypochlorous acid (HOCl) และ hypochlorite ion (OCl^-) ที่ระดับความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ 4-5 คลอรีนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ HOCl หากความเป็นกรด – ด่าง(pH) ที่น้อยกว่า 4 คลอรีนจะอยู่ในรูปของ Cl_2 มากขึ้น และถ้าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มากกว่า 5 จะอยู่ในรูปของ OCl^- มากขึ้น (Cords และ Dychdala ,1993)

ไฮโปคลอไรท์เป็นเกลือโซเดียมหรือแคลเซียมของกรด hypochlorous เมื่ออยู่ในสารละลายเกลือนี้จะแตกตัวออกให้ OCl^- ซึ่งเป็นอนุมูลที่มีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ได้ดี เกลือไฮโปคลอรัสที่ใช้กันมากได้แก่ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ซึ่งมีคลอรีนอิสระอยู่ประมาณ 10-14 % และแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ซึ่งอยู่ในรูปของผง มีคลอรีนอิสระอยู่ประมาณ 70 % ประสิทธิภาพของสารเหล่านี้จะดีที่สุดที่ความเป็นกรด - ด่าง (pH) เท่ากับ 4 - 5 และมีการกัดกร่อนเพิ่มมากขึ้นที่สุดที่ความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ 5 ดังนั้น เวลาใช้จึงต้องเตรียมสารนี้ให้มีความเป็นกรด - ด่าง (pH) ที่ 10 -11 และควบคุมอุณหภูมิต่ำ เนื่องจากอุณหภูมิสูงจะเพิ่มการกัดกร่อน โดยทั่วไปจะใช้ที่ความเข้มข้นประมาณ 50 –200 ppm แต่สำหรับที่สกปรกมาก ๆ จะใช้ที่ความเข้มข้นประมาณ 1000 ppm เวลาในการสัมผัส 3 –30 นาที การลดปริมาณความเข้มข้นและเวลาที่ใช้ลงจะช่วยในการป้องกันการกัดกร่อนได้ (ศิวาพร , 2536)

Wei และคณะ (1985) อ้างโดย (คมแข,2540) กล่าวว่าการนำสารประกอบคลอรีนมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมีวัตถุประสงค์แตกต่างกัน เช่น การล้างวัตถุดิบการล้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์หลังจากการทำความสะอาด เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์และยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร

Fair และคณะ (1948) อ้างโดย (ปิยาณี,2542) รายงานว่า Hypochlorite (OCl^-) มีประสิทธิภาพในการทำลาย *E. coli* ด้อยกว่า Hypochlorous Acid (HOCl) โดย Hypochlorite (OCl^-) มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ เพียง 0.0125 เท่าของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hypochlorous Acid (HOCl) แต่ประสิทธิภาพของ Hypochlorous Acid ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) Hypochlorous Acid จะมีประสิทธิภาพดีในช่วงค่าความเป็นกรด ด่าง (pH) คือ 4 – 6

โดยทั่วไปจะใช้สารละลายไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้นประมาณ 50 – 200 ppm แต่สำหรับที่สกปรกมาก ๆ จะใช้สารละลายไฮโปคลอไรท์ที่ความเข้มข้นประมาณ 1000 ppm เวลาในการสัมผัส 3 –30 นาที การลดปริมาณความเข้มข้นและเวลาที่ใช้ลงจะช่วยในการป้องกันการกัดกร่อนได้ (ศิวาพร , 2536)

2.5.1.2 กลไกการทำลายจุลินทรีย์ของคลอรีนและสารฆ่าเชื้อประเภทคลอรีน (บุษกร,2536 ; ปิยาณี, 2542)

1) ส่วนห่อหุ้มเซลล์จุลินทรีย์ ได้แก่ ผนังเซลล์ (cell wall) เยื่อหุ้มเซลล์ (cell menbrane) เยื่อหุ้มสปอร์ (spore coat)

Bryan และคณะ (1979) อ้างโดย (บุษกร,2536) เสนอว่า คลอรีนจะมีผลต่อการทำลายผนังเซลล์ หรือทำให้เยื่อหุ้มเซลล์แบ่งตัวผิดปกติ

Baker (1926) ได้สรุปว่า คลอรีนสามารถฆ่าแบคทีเรียได้ โดยการทำปฏิกิริยากับโปรตีนที่อยู่ในส่วนของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยสร้างสารประกอบคลอรีน (N-chloro compounds) ซึ่งรบกวนเมตาบอลิสม (metabolism) ของเซลล์

Rudolph และ Levine (1941) กล่าวว่าคลอรีนมีความสามารถซึมเข้าไปในเซลล์ของแบคทีเรียเพื่อสร้างสารพิษในโปรโตพลาสม ได้แก่ สารประกอบไนโตรคลอโร (N- chloro compounds)

Cheremisinoff และคณะ (1981) เสนอว่าคลอรีนจะทำให้ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์เสียสภาพจนไม่สามารถป้องกันการผ่านเข้าออกของสารได้ ทำให้กรดไฮโปคลอรัสสามารถซึมผ่านเข้าไปในเซลล์ และเข้าทำปฏิกิริยาต่อส่วนอื่น ๆ ของเซลล์ได้

Campers และ McFeters (1979) รายงานว่าเมื่อใดที่เยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลาย ทำให้ไม่สามารถรับเอาอาหารได้ เช่น คาร์โบไฮเดรท กรดอะมิโนที่จำเป็นในการดำรงชีพเข้าไปในเซลล์ได้ ทำให้เซลล์ขาดอาหาร ตาย หรือชะงักการเจริญเติบโต และหากคลอรีนทำลายเยื่อหุ้มสปอร์ ทำให้สปอร์ถูกทำลายได้โดยง่ายโดยความร้อนหรือสารฆ่าเชื้อชนิดอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ส่วนที่เป็นของเหลวภายในเซลล์หรือโปรโตพลาสม (protoplasm) พบว่าคลอรีนจะไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) กับโปรโตพลาสมของเซลล์ โดยจะตกตะกอนส่วนที่เป็นโปรตีนของเซลล์ และทำปฏิกิริยากับส่วนที่เป็นซัลไฮดริล (sulfhydryl radical) ของโปรตีนเกิดผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถย้อนกลับได้ (irreversible product) จึงรบกวนการทำงานของเซลล์ (Bryan และคณะ,1979)

3) ส่วนที่เป็นเอนไซม์ และการทำงานของเอนไซม์

Bryan และคณะ (1979) พบว่าระบบการทำงานของเอนไซม์ที่จำเป็นต่อเมตาบอลิสมของเซลล์จะถูกรบกวนทำให้ไม่สามารถทำงานได้อย่างปกติ และคลอรีนยังสามารถทำลายเอนไซม์ได้โดยตรง

Knox และคณะ (1948) สนับสนุนการยับยั้งเอนไซม์เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของคลอรีน และกลุ่ม sulfhydry ของเอนไซม์ ต่อมา Green และ Stumpf (1946) ได้ยืนยันว่าคลอรีนมีบทบาทในการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์บางชนิดภายในเซลล์ โดยคลอรีนจะไปมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกลูโคส ซึ่งทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำกลูโคสไปใช้ได้ เซลล์จุลินทรีย์จึงขาดอาหารและตายลงในที่สุด (Wei และคณะ ,1985 ; บุษกร , 2536 ; สุภัทราพร , 2536 ; รุ่งทิวา , 2541)

คลอรีนจะไปทำลายทั้งเอนไซม์และระบบการทำงานของเอนไซม์ เนื่องจากเอนไซม์เป็นโปรตีน จึงถูกคลอรีนเข้าไปเปลี่ยนโครงสร้าง และทำให้การรวมตัว (coagulase) ของโปรตีนเสียไป (Bryan และคณะ 1979) มีเอนไซม์หลายชนิดที่ถูกทำลายด้วยคลอรีน ได้แก่ triosephosphate dehydrogenase , glucose oxidase , d-amino acid oxidase , transaminase , succinic oxidase เป็นต้น (The American Water Works Association ,Inc., 1971 ; Cheremisinoff และคณะ , 1981) เอนไซม์ที่ไวต่อการทำลายของคลอรีนส่วนมากเป็นเอนไซม์กลุ่มซัลไฮดริล ส่วนเอนไซม์ที่ไม่ใช่กลุ่มนี้ เช่น คะตะเลส (catalase) แม้การทำงานของเอนไซม์จะไม่ถูกรบกวนโดยคลอรีน แต่การรบกวนเอนไซม์และระบบเอนไซม์ของคลอรีนนี้ มีผลต่อการเกิดออกซิเดชั่นของกลูโคส (glucose oxidation) ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำกลูโคสมาใช้ ทำให้เซลล์ขาดอาหารและทำให้เสียชีวิตลงได้

Wyatt และ Waites (1975) อ้างโดย (สุภาวดี,2543) พบว่า คลอรีนมีผลต่อกลไกการงอกของสปอร์ ทำให้อัตราการงอกของสปอร์ลดลง คลอรีนอาจจะมีผลต่อรูปร่างลักษณะ (morphological) ของจุลินทรีย์ เนื่องจากคลอรีน เกิดปฏิกิริยากับกรดนิวคลีอิก (Campers และ McFeters ,1979) และสารพิวรีนไพริมิดีน เกิดการขัดขวางการใช้ออกซิเจน ขัดขวางการสังเคราะห์โปรตีน และให้เกิดการเปลี่ยนรูปของโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารไฮโปคลอไรท์เป็นสารที่มีประจุลบ จึงไม่ควรใช้ร่วมกับสารชะล้างหรือสารทำความสะอาดที่มีประจุบวก นอกจากนี้ยังไม่ควรผสมไฮโปคลอไรท์ในสารทำความสะอาดที่มีฤทธิ์เป็นกรด เพราะจะทำให้เกิดก๊าซคลอรีน ซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ปฏิบัติงาน เมื่อสูดดมเข้าไป

2.5.1.3 ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ของโซเดียมไฮโปคลอไรท์

โซเดียมไฮโปคลอไรท์ เป็นสารฆ่าเชื้อที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร ทั้งในกระบวนการผลิตอาหารและการจัดเตรียมวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากโซเดียมไฮโปคลอไรท์ เกิดปฏิกิริยาได้รวดเร็ว แตกตัวในน้ำได้อย่างสมบูรณ์ และไม่เกิดสารพิษตกค้างบนผิวที่สัมผัสกับอาหาร ช่วยในการควบคุมโรค pasteurellosis ในวัว ในไก่ ลดจำนวนแบคทีเรียบนขาและเนื้อไก่ การฉีดพ่นสารละลายไฮโปคลอไรท์ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร ลดจำนวนแบคทีเรียบนเนื้อวัว เนื้อหมู เนื้อกุ้งที่ผ่านการแปรรูป และในผลิตภัณฑ์ประมง (Park และคณะ , 1991)

Hong และ Slavik (1998) ทดลองล้างไข่ที่ปนเปื้อนด้วย *S. Enteritidis* (10^4 cfu/ml) นำมาทำให้แห้งเป็นเวลา 30 นาที ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (pH 7.5) แล้วเก็บไข่ไว้ที่ 4 องศาเซลเซียล หรือ 23 องศาเซลเซียล พบว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ใช้ในการทำความสะอาดไข่เปลี่ยนโครงสร้างทางชีวภาพของเปลือกไข่ โซเดียมไฮโปคลอไรท์สามารถลดการกระจายตัวของแบคทีเรีย (ต่ำกว่า 6.7 %) ในวันที่ 1 และลดลง 16.7 % ในวันที่ 21 สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีผลทำลายแบคทีเรียและไม่ทำลายพื้นผิวเปลือกไข่ ป้องกันไข่ไม่ให้เกิดการปนเปื้อนเนื่องจากแบคทีเรียได้

ประเทศสหรัฐอเมริกาได้แนะนำการใช้สารประกอบคลอรีนเพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ไปยังวัตถุดิบ อุปกรณ์/เครื่องมือ โดยพิจารณาถึง ประเภทของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำลาย วิธีการใช้สารประกอบคลอรีน ระดับความเข้มข้นและปริมาณการตกค้าง ดังแสดงในตารางที่ 2.7 ซึ่งแสดงตัวอย่างสารเคมีที่ขึ้นทะเบียนไว้ เพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์หลังการเก็บเกี่ยวในประเทศสหรัฐอเมริกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างสารเคมีที่ขึ้นทะเบียนไว้ เพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์หลังการเก็บเกี่ยว ในประเทศสหรัฐอเมริกา

สารเคมี/ผลิตผล	**จุลินทรีย์**	**วิธีการ**	**ความเข้มข้น**	**ปริมาณตกค้าง ไม่เกิน** (ppm)
แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ผัก , ผลไม้	แบคทีเรีย	ใช้เวลาในการล้าง 2 นาที	25 availiable Cl	ไม่มี ไม่เกิน 20: available Cl
ภาชนะบรรจุ	ราและยีสต์	ขัด ฉีดพ่น เช็ด และล้างผิวหน้าที่สัมผัสกับอาหารด้วยน้ำสะอาด	700-5000 availiable Cl	ไม่มี
โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ผักสด	แบคทีเรีย ยีสต์และรา	จุ่มหรือให้น้ำปะปาไหลผ่าน	55.0-70.0 availiable Cl ในรูปสารละลาย	ไม่มี
สายพาน	รา	ฉีด พ่น หลังจากนั้น 10-15 นาที ขัดและล้างด้วยน้ำสะอาด	ผงโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 3.25 % w/w ร่วมกับไตร-โซเดียมฟอสเฟต 91.75 % w/w และ $KMnO_4$ 0.01 %	ไม่มี
ภาชนะบรรจุสำหรับโรงงานอาหาร กระป๋อง ห้องบรรจุ	รา	จุ่ม	1600 of availiable Cl	ไม่มี

ที่มา : ดัดแปลงจาก จริงแท้ (2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.4 ปฏิกิริยาคลอรีนในน้ำ

คลอรีนที่ใส่ในน้ำจะเกิดปฏิกิริยาดังต่อไปนี้ คือ

1. Chlorine Demand คือจำนวนคลอรีนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยากับสิ่งต่าง ๆ ในน้ำทั้งหมด เช่น แบคทีเรีย Organic & Inorganic matters เป็นต้น

2. Residual chlorine คือคลอรีนที่เหลือจากการทำลายเชื้อโรคในน้ำมี 2 ชนิด คือ

ก. Free available chlorine ได้แก่ HOCl และ OCl^- คลอรีนเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้ดังสมการ

$$Cl_2 + HO_2 \longrightarrow HCl + HOCl$$

HOCl จะสลายตัวต่อไปนี้ คือ

$$HOCl \longrightarrow OCl^- + H^+$$

HOCl จะสลายตัวมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ pH ของน้ำ จากการทดลองพบว่า

ที่ pH 7.00 จะเกิด H^+ และ OCl^- เท่ากัน

ที่ pH ต่ำกว่า 7.00 จะเกิด H^+ มากกว่า OCl^-

ที่ pH สูงกว่า 7.00 จะเกิด H^+ น้อยกว่า OCl^-

pH 9.5 จะเกิด OCl^- เกือบหมด

ข. Combined available chlorine หรือ Chloramine คือ คลอรีนที่ใส่ลงในน้ำแล้วไปรวมกับแอมโมเนีย หรือสารอินทรีย์ของสารประกอบไนโตรเจน เกิดเป็น Mono chloramine (NH_2Cl) Di Chloramine ($NHCl_2$) หรือ Tri Chloramine ($NHCl_3$)

H^+ และ OCl^- มีคุณสมบัติในการทำลายแบคทีเรียในน้ำ แต่ H^+ ทำลายได้ดีกว่า OCl^-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.5 **สรุปข้อดีของสารคลอรีน**

1) ออกฤทธิ์ได้เร็ว ถ้าใช้ที่ความเข้มข้น 50 ppm จะสามารถทำลายจุลินทรีย์ภายใน 30 วินาที

2) สามารถทำลาย vegetative cell ของแบคทีเรียได้ทุกชนิด และสปอร์ของจุลินทรีย์บางชนิด ไวรัสบางชนิดใช้คลอรีนไม่ได้ผล

3) มีราคาถูก

4) ไม่ต้องล้างออกด้วยน้ำ

5) ไม่มีผลต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ (ยกเว้นพวกอาหารที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบเป็นปริมาณมาก) หากใช้ความเข้มข้นที่ใช้ในการปฏิบัติงานทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

2.5.1.6 **สรุปข้อเสียของสารคลอรีน**

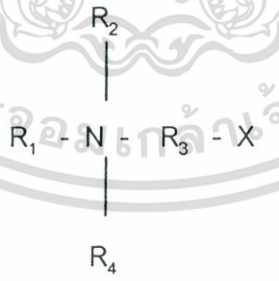
1) ไม่คงตัว สลายตัวได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน

2) ประสิทธิภาพลดลงเมื่อมีสิ่งสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์

3) กัดกร่อนเหล็กปลอดสนิมและโลหะอื่น ๆ

2.5.2 **สาร** Quaternary ammonium compound

เรียกว่า QUATS หรือ QACS มีสูตรทั่วไปดังนี้ คือ



R เป็นโมเลกุลของสารอินทรีย์ หรือ phenyl groups ส่วน X เป็นอิออน เช่น Cl , Br , acetate เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในสารลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวกด้วย (Cationic Surfactant) ความสามารถในการลดแรงตึงผิวขึ้นอยู่กับปริมาณการทดแทนประจุไฮโดรเจน (Hydrogen Ions ; H^+) ในกลุ่มแอมโมเนีย (Ammonium Group ; NH_4^-)

สารประกอบกลุ่มนี้มีหลายตัวที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อทั้งประเภทแกรมบวกและแกรมลบได้ดีในสภาวะที่เป็นด่าง การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารประกอบในกลุ่มนี้ ทั้งที่เป็นแบบฆ่าเชื้อ (Bacteriocidal) และหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อ (Bacteriostatic) ใช้ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อบนพื้นผิวโต๊ะปฏิบัติงาน เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ได้ดี สามารถแทรกซึมผ่านพื้นผิวที่มีรูพรุนได้ นอกจากนี้เมื่อใช้สารประเภทนี้แล้วยังจะมีการตกค้างเหลือเป็นฟิล์มของสารนี้บนพื้นผิว ทำให้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนพื้นผิวได้นานด้วย

ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของ QUATS จะน้อยกว่าสาร halogens แต่ก็มีการกัดกร่อนและเป็นพิษน้อยกว่า ไม่ระคายเคืองต่อผิวหนัง ไม่มีกลิ่นและรสชาติใด ๆ นอกจากนี้ยังมีความคงตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง pH และมีสิ่งสกปรกตกค้าง สารนี้จะออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียอย่างช้า ไม่เป็นสารออกซิไดซ์ (Oxidixing Agent) ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell Menbrane) และโปรตีนต่าง ๆ ในเซลล์ของจุลินทรีย์ทำให้โปรตีนจับตัวเป็นก้อน รวมทั้งเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์รั่วและแตก จึงนิยมในการแช่อุปกรณ์ค้างคืน โดยมีผลกับแบคทีเรียแกรมบวกมากกว่าแกรมลบ นิยมใช้ฆ่าเชื้อบนพื้น ผนัง เครื่องมือ รวมทั้งผิวที่มีรูพรุน (porous surface) นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติของ wetting agent ด้วย แต่ไม่ควรใช้กับผิวของภาชนะที่สัมผัสกับอาหารเพราะมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อน้อย คุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ถูกทำลายได้ด้วยสิ่งสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์ (Organic Soils) และสารชะล้างที่มีประจุลบ (Anionic Detergent) QUATS ที่ประกอบไปด้วยสาร alkyldimethylbenzyl -ammonium chloride และalkyldimethylethybenzyl-ammonium chloride สามารถออกฤทธิ์ได้ในน้ำกระด้างที่มีเกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียมอยู่ 500 -1000 ppm โดยไม่ต้องเติมสารลดความกระด้างแต่ถ้าเป็นdiisobutylephenoxyethoxyethydimethylbenzyl-ammonium chloride กับ methyl-didecylbenzyl-trimethylammonium chloride จะต้องเติมสารลดความกระด้าง ได้แก่ sodium tripolyphosphate เพื่อลดความกระด้างของน้ำให้เหลือเพียง 500 ppm

สารละลาย QUATS เป็นสาร non – toxic ไม่ระเหย ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาต่อระบบการหายใจ โดยใช้ในระดับความเข้มที่กำหนด กรณีที่ใช้ความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น จะพบปัญหาเรื่องการเกิดฟองและเป็นเมือก ส่วนเรื่องการกัดกร่อน พบว่า สารละลาย QUATS จะมีผลต่อการกัดกร่อนวัสดุประเภท เหล็ก เหล็กชุบ และสแตนเลส บ้างเล็กน้อย แต่จะมีผลต่อการกัดกร่อนน้อยมากเมื่อใช้ในระยะเวลาการสัมผัสที่เหมาะสม หากจำเป็นต้องใช้สารละลาย QUATS ในการแช่อุปกรณ์ ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติมโซเดียมคาร์โบเนตหรือโซเดียมไนไตรท์ 5 กรัมต่อลิตร เพื่อป้องกันการกัดกร่อน สารละลาย QUATS ไม่กัดกร่อนวัสดุประเภท พลาสติก ยาง ไม้ และสี

2.5.2.1 **สรุปข้อดีของ** QUATS

1) มีความคงตัวแม้จะมีสิ่งสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์อยู่
2) ไม่กัดโลหะ
3) มีความคงตัวที่อุณหภูมิสูง
4) ไม่ระคายเคืองต่อผิวหนัง
5) มีประสิทธิภาพดีที่ pH สูง
6) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

2.5.2.2 **สรุปข้อเสียของ** QUATS

1) ออกฤทธิ์ได้จำกัด เพราะไม่สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบเกือบทั้งหมดโดยเฉพาะ *Salmonellla* และ *E. coli* ได้

2) ไม่สามารถใช้ร่วมกับ anionic surfactants ได้ เพราะจะไปลดประสิทธิภาพของ QUATS

3) ทำให้เกิดฟิล์มบนอุปกรณ์ที่ใช้

2.5.3 Acid Sanitizers

เป็นสารฆ่าเชื้อที่ปลอดภัยและออกฤทธิ์ได้ดี กรดที่นิยมใช้ได้แก่ Acetic Acid , Propionic Acid , Formic Acid , Sulfarmic Acid และ Phosphoric Acid และกรดเปอร์อะซิติค (Peracetic Acid) รวมกับสารลดแรงตึงผิวประจุลบ (Anionic Surfactant) นิยมในขั้นตอนการล้างน้ำ (rinsing) และการฆ่าเชื้อ (sanitizing) กรดเหล่านี้จะไปทำให้ด่างที่ตกค้างจากการทำความสะอาดเกิดความเป็นกลาง ซึ่งป้องกันการเกิดคราบของด่างและสารฆ่าเชื้อ

กรดเหล่านี้จะออกฤทธิ์ในการทำลายจุลินทรีย์ทั้ง spoilage และ pathogens ได้ดี และใช้ได้ดีกับพื้นผิวของอุปกรณ์ที่เป็นเหล็กปลอดสนิม หรือบนพื้นผิวที่ต้องใช้เวลาในการสัมผัสนาน โดยเฉพาะในการล้างแบบ CIP นิยมใช้ acid sanitizer ในการล้างครั้งสุดท้าย และสามารถปล่อยให้สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายของการล้างครั้งสุดท้ายค้างคืนอยู่ในเครื่อง เพื่อป้องกันการปนเปื้อน โดยไม่เกิดการกัดกร่อนโลหะและไม่ทำให้เกิดคราบตะกรัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าทำลายเชื้อ *Salmonellae* และ *Listeria* ได้ดี

2.5.3.1 **ข้อดีของ** acid sanitizer

1) มีความคงตัวที่อุณหภูมิสูงแม้จะมีสารอินทรีย์ตกค้างอยู่ก็ตามและไม่มีคุณสมบัติในการระเหย

2) สามารถทำลายจุลินทรีย์ทั้งที่เป็น vegetative cells ได้เกือบทุกชนิด ยกเว้น acetic acid ซึ่งมีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อ *Salmonella* spp ที่ปนเปื้อนอยู่ได้น้อย

3) ปลอดภัยในการใช้กับผิวของอุปกรณ์ที่ใช้กับโรงงานอาหาร โดยเฉพาะระบบ CIP

2.5.3.2 **ข้อเสียของ** acid sanitizer

1) มีราคาสูง

2) ถ้าใช้ที่ความเข้มข้นสูง ทำให้เกิดการลอกของสีของโลหะเคลือบสีและทำให้เกิดกลิ่นกับอาหารพวกเนื้อสัตว์

2.5.4 แอลกอฮอล์

สารประกอบแอลกอฮอล์ที่นิยมใช้ฆ่าเชื้อคือ เอธิลแอลกอฮอล์ หรือเอทธานอล (ethyl alcohol หรือ ethanol) และไอโซโพรพานอล (Isopropanol) สารฆ่าเชื้อประเภทแอลกอฮอล์นี้นิยมในการฆ่าเชื้อมือผู้ปฏิบัติงาน และในการฆ่าเชื้อหลังจากการทำความสะอาดแบบแห้ง (dry cleaning) แอลกอฮอล์มีข้อดีคือระเหยง่าย ทำให้พื้นที่ผิวที่ฆ่าเชื้อแห้งเร็ว เหมาะสำหรับการฆ่าเชื้อบนพื้นที่ผิวที่มีสิ่งสกปรกน้อย ๆ ทั้งนี้ต้องทำความสะอาดให้สิ่งสกปรกออกก่อนจึงจะฆ่าเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับความเข้มข้นของเอทิลแอลกอฮอล์ที่ใช้คือ 70 % ซึ่งเป็นความเข้มข้นในการฆ่าเชื้อได้สูงที่สุด สารฆ่าเชื้อที่มีส่วนประกอบของแอลกอฮอล์สามารถฆ่าเชื้อราและไวรัสได้ แต่จะมีผลต่อการทำลายสปอร์น้อยมาก ใช้เวลาสัมผัส 15 –30 วินาที อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของไวรัสด้วย

ปฏิกิริยาหลักต่อแบคทีเรีย เป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และเป็นตัวทำลายแบคทีเรีย โดยทำให้เกิดการสูญเสียคุณสมบัติ เปลี่ยนสภาพหรือผิดธรรมชาติ (denaturation) และการตกตะกอน (coagulation) ของโปรตีน และไปยับยั้งการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ และเป็นตัวทำลายไขมัน (lipid) ดังนั้นจึงทำให้ไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ได้รับความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 **ไอโอโดฟอร์** (Iodophors)

เป็นสารผสมของสารซะล้างที่ไม่มีประจุ (non-ionic Detergent) ไอโอดีน และสารละลายบัฟเฟอร์ของกรดฟอสฟอริค (phophoric Acid Buffer) เพื่อรักษาความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายเป็น 3 –5 ซึ่งเป็นสภาวะที่สารประเภทนี้จะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้สูงที่สุด

ไอโอดีนในไอโอโดฟอร์เป็นตัวการสำคัญในการฆ่าทำลายเชื้อ (bacteriocidal) สามารถฆ่าเชื้อได้หลายประเภท เช่นเดียวกับไฮโปคลอไรท์ แต่มีคุณสมบัติในการฆ่าทำลายสปอร์ของจุลินทรีย์น้อยกว่าไฮโปคลอไรท์ สิ่งสกปรกประเภทสารอินทรีย์ (organic soils) และความกระด้างของน้ำมีผลต่อประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อของไอโอโดฟอร์น้อยกว่าไฮโปคอลไรท์และ QUATS ไม่กัดกร่อน ไม่เป็นพิษ ไม่ระคายเคืองผิวคน ไม่ค่อยมีกลิ่น แต่อาจจะมีผลกระทบในเรื่องของสีที่อาจจะติดไปในผลิตภัณฑ์ได้บ้างจึงจำเป็นต้องล้างออกหลังการใช้งาน พลาสติกบางชนิดอาจจะดูดซับไอโอดีน และทำให้สีพลาสติกจางลงได้ ดังนั้นการฆ่าเชื้อ อุปกรณ์ และภาชนะ ที่ทำด้วยพลาสติกจะต้องระวัง ไอโอโดฟอร์ไม่เหมาะสมต่อการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อพื้นผิวโต๊ะ เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทแป้ง (Starch) เพราะไอโอโดฟอร์ จะทำปฏิกิริยากับแป้งเกิดเป็นสารสีม่วงจับกับพื้นผิว

จากที่กล่าวข้างต้น แสดงว่าประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความกระด้างของน้ำ การกัดกร่อน ประสิทธิภาพต่อเชื้อจุลินทรีย์ เป็นต้น

ข้อมูลดังที่แสดงในตารางที่ 2.8 เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและปัจจัยวิธีการฆ่าเชื้อและสารฆ่าเชื้อต่างๆ ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพและปัจจัยวิธีการฆ่าเชื้อและสารฆ่าเชื้อต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

วิธีการฆ่าเชื้อ	คลอรีน	ควอท (QUATS)	สารประกอบประเภทกรด
ประสิทธิภาพ			
เชื้อแกรมบวก	ดี	ดี	ดี
เชื้อแกรมลบ	ดี	ไม่ดี	ดี
สปอร์	ดี	บางชนิด	บางชนิด
ผลของน้ำกระด้าง	ไม่มี	มีผลบ้าง	มีผลเล็กน้อย
ความเสถียรในน้ำ	ไม่เสถียร	เสถียร	เสถียร
ผลของสิ่งสกปรกตกค้างที่เป็นสารอินทรีย์ (Organic Residual Soils)	มีผลมาก	มีผลต่ำ	มีผลต่ำ
การหลงเหลือสารที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ	ไม่มี	มี	มี
ความกัดกร่อน	มี	ไม่มี	มี(เล็กน้อย)
การระคายเคืองผิวหนัง	มี	ไม่มี	มี
ความเสถียรในการใช้	ไม่เสถียร	เสถียร	เสถียร
การแทรกซึม(Penetration)	ไม่ดี	ดี	ดี
ราคา	ถูก	ปานกลาง	ปานกลาง

ที่มา : Marriott ,1997 อ้างโดย สุวิมล , 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การฆ่าเชื้อที่มือ

ปัจจุบันการเกิดแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อทางเดินอาหารและส่งผลถึงขั้นเสียชีวิต โดยมีสาเหตุมาจากพนักงานผู้ประกอบการไม่ได้ล้างมือและแพร่เชื้อลงสู่อาหารหรือเกิดการปนเปื้อนข้าม (cross contamination) นั้นได้มีกรณีเพิ่มขึ้น (ชุติมา,2545) เนื่องจากมือเป็นส่วนหนึ่งที่ต้องสัมผัสกับอาหารมากที่สุด ดังนั้นถ้ามือสกปรกมาจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น การเดินทาง การทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องมือและมาจับต้องวัตถุดิบและอาหาร การเก็บขยะ หลังจากเข้าห้องน้ำแล้วไม่ได้ล้างมือ ก่อนการทำงาน จากการทำงานในส่วนของวัตถุดิบที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการปรุงสุกแล้วมาสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ในส่วนที่ปรุงสุกแล้ว หรือผู้ประกอบการขาดความรู้ความเข้าใจถึงความสำคัญของการล้างมือ รวมถึงขั้นตอนการล้างมือที่ถูกต้อง ทำให้เกิดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคหรือเกิดการปนเปื้อนลงในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งส่งผลเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ดังนั้นการล้างมือให้สะอาดเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น รวมทั้งควรจะต้องมีการล้างมือทุกครั้งก่อนการเริ่มปฏิบัติงาน ระหว่างการปฏิบัติงาน และหลังการปฏิบัติงาน หรือทำการล้างทุกครั้งหลังกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ดังที่กล่าวมา

การที่จะได้มาซึ่งอาหารที่ปลอดภัยต่อการบริโภคหรือได้มาตรฐาน และถูกสุขลักษณะนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ เช่น วัตถุดิบที่ใช้ต้องมีคุณภาพ กรรมวิธีการต่าง ๆ จะต้องมีการออกแบบหรือสร้างถูกต้องตามหลักการสุขาภิบาล พนักงานที่ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการสุขาภิบาลและจะต้องปฏิบัติตนให้ถูกสุขลักษณะ (ศิวาพร,2536) ซึ่งสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงเกี่ยวกับการสุขาภิบาลคือความสะอาดและพฤติกรรมของคน อย่างที่ Marriott (1989) กล่าวว่าสุขวิทยาส่วนบุคคลของพนักงานที่จับต้องและเตรียมอาหารในกระบวนการผลิต เป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับระบบสุขาภิบาล การผลิตอาหารสามารถเป็นแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค โดยมีคนเป็นแหล่งหลักในการเกิดการปนเปื้อนในอาหาร และ Troller (1993) กล่าวว่าจากการอ้างอิงของ ICMSF ชี้ว่าการระบาดของโรคในเปอร์เซ็นต์ที่สูงเป็นผลมาจากการถ่ายทอดเชื้อโรคจากคนไปสู่อาหาร

ดังนั้นถ้าหากร่างกายของแต่ละคนได้รับการดูแลให้สะอาดแล้ว การทำให้เกิดการปนเปื้อนกับสิ่งที่เราจะต้องจับต้องจะลดลงไป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มือ เพราะจะเป็นอวัยวะที่ใช้ในการทำกิจกรรมมากที่สุด ซึ่ง Trickett (1993) กล่าวว่า มือเป็นสิ่งที่สัมผัสโดยตรงกับอาหารในขณะการเตรียมและมักจะเป็นสิ่งที่นำเชื้อแบคทีเรียไปสู่อาหาร เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนในอาหาร ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีการล้างมือในความถี่ที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโปรแกรมสุขวิทยาส่วนบุคคลนั้น Troller (1993) ระบุ ควรประกอบด้วยการตรวจร่างกายก่อนการรับเข้าทำงานติดตามด้วยการให้การศึกษาและอบรมพนักงานถึงพื้นฐาน ทัศนคติและนิสัยเกี่ยวกับสุขวิทยาส่วนบุคคล เพราะโปรแกรมการฝึกอบรมเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ หากมีการนำมาใช้และปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

2.7 จุลินทรีย์ที่พบบนมือ

Talaro (1996) ได้ศึกษาสรีระวิทยาของผิวหนังมนุษย์พบว่า ผิวหนังเป็นอวัยวะที่ใหญ่ที่สุดและเป็นทางเข้าของสิ่งต่าง ๆ มากที่สุดในร่างกายของมนุษย์ แต่ธรรมชาติของผิวหนังเองมีวิธีการป้องกันการผ่านเข้าออกของแบคทีเรียจากภายนอกเข้าสู่ร่างกาย เมื่อศึกษาภาพตัดขวาง (cross section) ของผิวหนังมนุษย์ภายใต้กล้องจุลทรรศ์พบว่ามีองค์ประกอบ 2 ชั้นคือ ชั้นเอพิเดอร์มิส (epidermis) และชั้นเดอร์มิส (dermis) ซึ่งอยู่เหนือชั้นเซลล์ใต้ผิวหนัง (subcutanous tissue) ชั้นเดอร์มิสและชั้นเซลล์ใต้ผิวหนังจะไม่พบจุลินทรีย์อาศัยอยู่

Snyder (1998) รายงานว่าพบแบคทีเรียอยู่ภายในและบนชั้นเอพิเดอร์มิส ซึ่งสามารถแทรกเข้าไปอยู่ในชั้นรูมขน (hair follicle) ต่อมเหงื่อ (sweat glans) และต่อมผลิตน้ำมัน (sebaceous glands) ในผิวหนังได้ ถึงแม้ว่าผิวหนังจะมีลักษณะเรียบแต่จริง ๆ แล้ว พบรอยแยกอยู่มากมายในชั้นเอพิเดอร์มิส ซึ่งเป็นจุดที่แบคทีเรียสามารถเข้าไปในผิวหนังและมีการเจริญเติบโตต่อไปได้ อย่างไรก็ตามผิวหนังชั้นนอก (outer surface ; stratum corneum) มีสารที่เป็นไขเพื่อช่วยป้องกันการจับเกาะของแบคทีเรียเหล่านี้ตามธรรมชาติ ผิวหนังของมนุษย์คนหนึ่งเมื่อนำมาแผ่ออกมีพื้นที่โดยเฉลี่ยประมาณ 1.75 ตารางเมตร ซึ่งประกอบขึ้นจากหน่วยของเซลล์แบ่งเป็นช่อง (flat) ประมาณ 10^4 ช่อง ในแต่ละช่องของหน่วยเซลล์ที่ประกอบขึ้นนั้นเรียกว่า แผ่นชั้นของผิว (skin scales squames) ซึ่งมีขนาด 25 ตารางไมโครเมตร และมีความหนา 3.5 ไมโครเมตร แต่ละหน่วยเซลล์มีการสูญเสียไปโดยกระบวนการดีสควอเมชั่น (desquamation) และสูญเสียไปอย่างสมบูรณ์ทุก ๆ 1 ถึง 4 วัน นอกจากนั้นยังมีรายงานการสูญเสียหรือตายไปของเซลล์ผิวหนังนั้นเกิดได้จากหลายปัจจัย เช่น จากการอาบน้ำ ติดไปกับเสื้อผ้า หรือหลุดกระจายไปในอากาศ ซึ่งการสูญเสียผิวหนังชั้นนอกไปนี้มีความสำคัญเนื่องจากทำให้เกิดการกระจายของจุลินทรีย์ ถ้าร่างกายมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น ก็ยิ่งจะทำให้มีการสูญเสียเซลล์ผิวหนังที่จะหลุดกระจายไปในอากาศมากขึ้น ดังนั้นการล้างมือและการอาบน้ำเป็นประจำมีผลโดยตรงต่อชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ที่อยู่บนผิวชั้นนอกนี้ว่าจะยังคงอยู่หรือหลุดไปกับเซลล์ที่ตายไปแล้วได้ (Restaino และ Wind ,1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ที่พบบนผิวหนังของมนุษย์นั้นแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ จุลินทรีย์ชั่วคราว และจุลินทรีย์ประจำถิ่น (Lowbury และคณะ ,1963,1964 ; Nobel และ Pitcher , 1978)

2.7.1 **จุลินทรีย์ประจำถิ่น** (resident microorganisms ; resident flora)

เป็นจุลินทรีย์ที่พบบนผิวหนังเป็นประจำ โดยอยู่ในชั้นเอพิเดอร์มิส และประมาณร้อยละ 10-20 ของจุลินทรีย์ชนิดนี้จะพบอยู่ระหว่างชั้นเอพิเดอร์มิสกับในชั้นรอยแยกของผิวหนัง และมักจะฝังตัวลึกอยู่ในรูของผิว ซึ่งเป็นการยากที่จะกำจัดออกด้วยการล้างมือ เนื่องจากถูกป้องกันโดยน้ำมันที่หลั่งออกมาจากต่อมผลิตน้ำมัน (sebaceous glands) ที่ช่วยหล่อลื่นอยู่ จึงเป็นการยากที่จะกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ออกไปได้ (Steere และ Mallison , 1975 ; Nobel และ Pitcher , 1978) จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้จะพบมากกว่าร้อยละ 75 จากจำนวน 25 ตัวอย่างของการสุ่มตรวจตัวอย่างบนผิวหนังภายในระยะเวลาทุก ๆ 7 เดือน หรือมากกว่า

จุลินทรีย์ที่จัดอยู่นี้จะไม่ใช่จุลินทรีย์ก่อโรค ซึ่งชนิดที่โดดเด่นที่สุดที่พบบนมือประมาณร้อยละ 90 คือ กลุ่ม *Coagulase negative staphylococci* , *Coryneform bacteria* และ *Enterobacteriaceae* รวมทั้ง *Propionibacterum* spp. และ *Acinebacter* spp. (Steere และ Mallison 1975 ; Larson ,1985) นอกจากนั้นยังพบแบคทีเรียชนิดก่อโรค เช่น *Staphylococus aureus* ซึ่งปกติพบในโพรงจมูกและผิวหนังของคนปกติ โดยพบว่ามีอยู่เพียงประมาณร้อยละ 35 (Nobel และ Pitcher , 1978) แต่อย่างไรก็ตามจะพบ *Staph. epidermis* ในปริมาณที่มากกว่า *Staph. aureus* บนผิวหนังของคนที่มีสุขภาพแข็งแรง (Lowbury และคณะ , 1963)

การบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของ *Staph. aureus* ที่สามารถก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (staphylococcal food poisoning) ได้นั้น จะต้องมีปริมาณของแบคทีเรียดังกล่าวอยู่มากกว่าหรือเท่ากับ 10^6 cfu ต่อกรัมของอาหาร (Newsome , 1988 ; FDA 1993)

นอกจากนี้ยังพบว่าการที่มีจุลินทรีย์ประจำถิ่นอยู่บนมือจะทำให้เกิดการแข่งขันในการเจริญกับจุลินทรีย์ก่อโรค ซึ่งจะช่วยลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือสู่อาหารได้ (Snelling และคณะ , 1991)

2.7.2 **จุลินทรีย์ชั่วคราว** (transient microorganisms)

เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษในอุตสาหกรรมอาหารเนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ได้พบอยู่เป็นประจำ จะหลุดจากผิวได้ง่ายและเกิดการปนเปื้อนข้ามไปสู่ผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ง่าย ถ้าผู้ประกอบการอาหารไม่ได้ล้างมืออย่างพอเพียง โดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้พบอยู่บริเวณส่วนบนและภายในชั้นเอพิเดอร์มิสของผิวหนังหรือส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย หรืออาจจะเป็นจุลินรีย์ใด ๆ ที่ผู้ประกอบการอาหารเข้าไปสัมผัสโดยบังเอิญและเกือบทั้งหมดเป็นกลุ่มที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดคือ แบคทีเรียแกรมลบ โดยเฉพาะแบคทีเรียที่พบในระบบทางเดินอาหาร เช่น *E. coli* และ *Salmonella* spp. เป็นต้น ปริมาณที่พบได้ในระดับปานกลางของแบคทีเรียนี้ปนเปื้อนที่สูงจากกลุ่มคนที่ไม่ได้ล้างมือให้สะอาดหลังจากการใช้ห้องน้ำ (Miller และคณะ , 1994)

จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรีย ยีสต์ รา ไวรัส หรือ ปรสิต มาได้จากทุก ๆ แหล่งของร่างกายสามารถสัมผัสได้ รวมทั้งที่พบบนมือ ฝ่ามือ นิ้วมือ ใต้เล็บมือ (Noble และ Picher , 1978)

Snyder (1998) รายงานว่า จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่พบในกลุ่มนี้นอกจาก *E. coli* , *Salmonella* spp. แล้วยังพบ *Shigella* spp. *Clostridium perfringens.* , *Giardia lamblia* , *Norwalk virus* และเชื้อไวรัสตับอักเสบชนิด A การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ทุกชนิดที่พบในปริมาณสูงนั้นมาจากแหล่งใหญ่ 3 แหล่ง คือ

2.7.2.1 การปนเปื้อนจากอุจจาระบนปลายนิ้วมือหลังจากการใช้ห้องน้ำหรือการทำความสะอาดสิ่งปฏิกูลของสัตว์เลี้ยงภายในบ้าน

2.7.2.2 การปนเปื้อนจากวัตถุดิบ เช่น เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก ปลาผักสดและผลไม้ที่ยังไม่ได้ล้างทำความสะอาด

2.7.2.3 การปนเปื้อนจากบาดแผลต่างๆ ที่มีการติดเชื้อ

ทั้งนี้ชนิดของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารจากแหล่งสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนเข้าสู่มือและสามารถแพร่กระจายจากมือสู่อาหารและน้ำ รวมถึงปริมาณของจุลินทรีย์หรือสารพิษที่ผลิตจากจุลินทรีย์ที่สามารถทำให้เกิดการเป็นโรคขึ้นได้นั้นได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร

ชนิดจุลินทรีย์	ปริมาณที่ทำให้เกิดโรคในบุคคลที่มีสุขภาพแข็งแรง
แบคทีเรีย	
Escherichia coli	10^6 ถึง $>10^{10}$ CFU
Escherichia coli O157:H7	10 ถึง 100 CFU
Campylobacter jejuni	≥ 500 CFU
Salmonella spp.	1 ถึง 10^3 CFU
S. anatum	10^5 ถึง $>10^6$ CFU [a]
S. bareilly	10^5 ถึง $>10^6$ CFU [a]
S. derby	10^7 CFU [a]
S. meleagridis	10^7 CFU [a]
S. newport	10^5 CFU [a]
S. pullorum	10^9 ถึง $>10^{10}$ CFU [a]
S. typhi	10^4 ถึง $>10^6$ CFU [a]
Shigella spp.	10^1 ถึง $>10^6$ CFU
Sh. flexneri	10^2 ถึง 10^3 CFU
Sh. dysenteriae	10^1 ถึง $>10^4$ CFU
Staphylococcus aureus	10^5 ถึง $>10^6$ CFU (ปริมาณสารพิษ) [b]
Vibrio cholerae	10^3 CFU
Vibrio parahaemolyticus	10^5 ถึง 10^6 CFU
Yersinia enterocolitica	3.9×10^7 CFU [c]
Listeria monocytogenes	$>10^2$ ถึง $>10^5$ CFU
ปรสิต	
Cryptosporidium parvum	<30 ถ้อนซิสต์
Toxoplasma gondii	1 ถ้อนซิสต์
Trichinella spiralis	1 ถึง 500 ลาวา
ไวรัส	
Hepatitis A virus	ประมาณ<100(virus particles) [d]
Norwalk virus	ประมาณ<100(virus particles) [d]
Rotaviruses	10-100 (virus particles)

หมายเหตุ

CFU = colony forming unit

[a] = เป็นข้อมูลจากการทดลอง ซึ่งปริมาณที่พบจริงจากการระบาดอาจมีปริมาณต่ำกว่า

[b] = จำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตสารพิษที่ทำให้เกิดโรคได้

[c] = ปริมาณอาจต่ำกว่าที่รายงาน

[d] = ยังไม่ทราบปริมาณที่แน่นอน

ที่มา : ดัดแปลงจาก Snyder (1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่พบบนมือคือสภาวะแวดล้อมที่มือได้สัมผัส (deWit , 1985 ; Larson และคณะ , 1986) ซึ่งความแตกต่างของจุลินทรีย์บนมือของผู้ประกอบการด้านอาหารกับกลุ่มที่ไม่ใช่ผู้ประกอบการด้านอาหารนั้นได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบบนมือของผู้ประกอบการก่อนการล้างมือในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมด้านอื่น ๆ

ชนิดอุตสาหกรรม (จำนวนผู้ประกอบการ)	จุลินทรีย์ที่พบบนมือผู้ประกอบการ				
	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (log_{10} CFU)	ปริมาณ Enterobacteriaceae (log_{10} CFU)	*Salmonella* (ร้อยละ)	*E. coli* (ร้อยละ)	*S. aureus* (ร้อยละ)
อุตสาหกรรมอาหาร					
ฟาร์มไก่ (14)	6.20	3.53	36	86	100
ฟาร์มโค กระบือ (20)	7.30	3.90	5	100	65
ฟาร์มหมู (20)	6.78	3.38	30	95	95
ฟาร์มไข่ไก่ 1 (20)	6.26	3.59	25	60	55
ฟาร์มไข่ไก่ 2 (20)	5.61	2.08	0	30	70
ปลา (19)	6.28	2.62	0	15	45
โรงงานนมและผลิตภัณฑ์นม (26)	5.61	1.98	0	19	54
อาหารแช่เยือกแข็ง (18)	6.28	2.49	0	50	50
ผักทำแห้ง (14)	5.97	2.34	0	7	29
โรงงานขนมปังกรอบ (28)	6.26	2.34	0	11	46
โรงงานผลิตช็อกโกแลต (28)	5.63	1.76	0	4	29
อุตสาหกรรมด้านอื่น					
โรงงานผลิตผ้าขนสัตว์ (15)	5.31	2.06	0	80	53
โรงงานผลิตแก้ว (14)	5.95	1.74	0	0	64
โรงงานผลิตกระป๋อง (15)	5.68	1.14	0	0	60

ที่มา : ดัดแปลงจาก deWit (1985)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บ คือจำนวนผู้ประกอบการที่สุ่มตรวจ อ้างอิงตาม ICMSF (1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Doyle และคณะ (2000) ได้รายงานถึงจำนวนของผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตด้วยโรคต่าง ๆ ในแต่ละปีของสหรัฐอเมริกา ดังแสดงตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 รายงานการเจ็บป่วยและเสียชีวิตจากโรคต่าง ๆ ในแต่ละปีของสหรัฐอเมริกา

ประเภทของโรค	จำนวนผู้ป่วย (ประมาณ)	จำนวนผู้เสียชีวิต (ประมาณ)
โรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร	76,000,000	5,000
โรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจส่วนบน	160,590,000	3,300
โรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจส่วนล่างและนิวมอเนีย	29,321,000	52,000
โรคติดเชื้อจากสัตว์เลี้ยง	2,320,000	600
โรคภูมิแพ้	47,000,000	ไม่มีรายงาน
โรคจากปรสิตและจากพาหะอื่น ๆ	20,100,000	400

ที่มา : ดัดแปลงจาก Doyle และคณะ (2000)

จากตารางแสดงให้เห็นว่าประชากรประมาณ 5000 ราย เสียชีวิตด้วยโรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร และรายงานว่าสาเหตุที่สำคัญอันดับหนึ่งของการติดเชื้อดังกล่าวคือ สุขอนามัยส่วนบุคคลของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่ไม่ดีพอ ซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนข้าม ทำให้เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อซึ่งส่งผลให้เกิดโรคขึ้นและพบว่ามีประชากรเพียงร้อยละ 40-60 เท่านั้นที่มีการล้างมือหลังจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องใช้มือ

มีรายงานจาก FoodNet ซึ่งเป็นองค์กรร่วมระหว่าง The Center Disease Control and Prevention (CDC) , The United States Department of Agriculture (USDA) , The U.S. Food and Drug Administration (USFDA) และ Emerging Infection Prongram (EIP) โดยการรวบรวมของ Meer และ Misner (1998) เกี่ยวกับอุบัติเหตุของการติดเชื้อโรคทางอาหารที่ก่อให้เกิดโรคท้องร่วงจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทางอาหารพบว่าในปี ค.ศ. 1997 มีผู้ป่วยจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5,926,304 รายเพิ่มจากปี ค.ศ 1996 ถึงร้อยละ 11 โดยผู้ป่วยดังกล่าวมีสาเหตุเกิดจากจุลินทรีย์ 7 ชนิดคือ *Campylobacter* ,*Salmonella* ,*Shigella* , *E. coli O157 :H7* ,*Yersinia* , *Listeria* และ *Vibrio* จำนวน 8,031 ราย ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ.1996 จำนวน 709 ราย คิดเป็นร้อยละ 9.6

นอกจากนั้นยังมีรายงานถึงจำนวนผู้เสียชีวิตจากโรคการติดเชื้อในระบบทางเดินอาหารที่สามารถระบุถึงชนิดของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1997 โดยพบว่าในจำนวนผู้เสียชีวิต 33 รายนั้น เมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วพบว่า เกิดจาก *Listeria* , *Salmonella* และ *E. coli* เท่ากับ 45 , 36 และ 12 ตามลำดับ

องค์กร CDC ได้รายงานว่าสาเหตุหนึ่งของการเกิดโรคติดเชื้อทางเดินอาหารที่แพร่ระบาดในช่วงปี ค.ศ 1988 – 1992 และ ปี ค.ศ 1993 -1997 เกิดเนื่องจากการปนเปื้อนจากวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่สะอาดและสุขอนามัยส่วนบุคคลของผู้ประกอบการที่ไม่ดี และรายงานอีกว่า ประมาณร้อยละ 18 ของจำนวนโรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหารที่เกิดการแพร่ระบาดในภัตตาคารและร้านอาหารต่าง ๆ ในรัฐนิวยอร์คตั้งแต่ปี ค.ศ 1960 – ปี ค.ศ. 1993 เกิดจากพนักงานผู้ประกอบการไม่ได้ล้างมือและฆ่าเชื้อ ทำให้เกิดการแพร่เชื้อสู่อาหาร

สำหรับประเทศไทย มีรายงานของกองระบาดวิทยา (กองระบาดวิทยา ,2540) ได้รับรายงานสถิติของการเกิดโรคอุจจาระร่วงเฉียบพลันจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดทั่วประเทศในปี พ.ศ 2540 จำนวน 1,054,904 ราย เสียชีวิต 352 ราย คิดเป็นอัตราการป่วย 1,734.58 ต่อประชากรแสนคน อัตราการตาย 0.59 ต่อประชากรแสนคน ผู้ป่วยโรคบิด (Dysentery) ทั้งหมดจำนวน 50,416 ราย ส่วนใหญ่ ร้อยละ 93.97 เป็นผู้ป่วยโรคบิดที่ไม่ระบุชนิดเชื้อ (unspecified) มีผู้ป่วยที่รับเชื้อ bacillary และบิด amoebic เพียงร้อยละ 3.35 และ 3.68 ตามลำดับ โรคไข้เอน-เทอริค (Enteric fever) มีรายงานทั้งสิ้น 14,527 ราย เสียชีวิต 6 ราย คิดเป็นอัตราการป่วย 23.89 ต่อประชากรแสนคน อัตราการตายเท่ากับ 0.01 ต่อประชากรแสนคน และโรคอาหารเป็นพิษ (Food poisoning) มีรายงานพบผู้ป่วยจำนวน 102,454 ราย เสียชีวิต 26 ราย คิดเป็นอัตราการป่วย 168.46 ต่อประชากรแสนคน และอัตราการตาย 0.04 ต่อประชากรแสนคน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 – 2540 อัตราการป่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 101.68 ต่อประชากรแสนคน (พ.ศ. 2531) เป็น 168.46 ต่อประชากรแสนคน (พ.ศ 2540) โดยเริ่มเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2539 เป็นต้นมา ส่วนอัตราการตายอยู่ในระดับต่ำ

Pether และ Gillbert (1971) รายงานการตรวจพบ *E. coli* จากนิ้วมือของคนงานในโรงงานผลิตเนื้อหลังเลิกงาน โดยพบจำนวน 13 ตัวอย่างจาก 110 ตัวอย่างที่ทำการตรวจ Kerr และคณะ (1993) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างมือของกลุ่มผู้ประกอบการด้านอาหารกับมือของกลุ่มผู้ประกอบการด้านอิเลกทรอนิกส์ พบว่า กลุ่มผู้ประกอบการด้านอาหารตรวจพบ *Listeria* spp. ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่า และจากการทดลองตรวจไม่พบ *Listeria* spp. บนมือของผู้ประกอบการด้านอาหาร 87 ราย เนื่องจากจำนวน 54 รายหรือคิดเป็นร้อยละ 62 นั้นมีการล้างมือให้สะอาดอย่างพอเพียงและในจำนวน 12 รายที่พบ *Listeria* spp. บนมือนั้นมีเพียงรายเดียวที่เชื่อว่ามีการล้างมืออย่างถูกต้อง จากข้อมูลดังกล่าว Snyder (1998) จึงได้เน้นถึงความสำคัญของการล้างมือที่ถูกต้องของผู้ประกอบการด้านอาหารโดยเฉพาะในจุดที่ต้องสัมผัสกับวัตถุดิบ ซึ่งจะส่งผลถึงการปนเปื้อนสู่อาหารที่ผ่านกระบวนการแล้วหรืออาหารที่พร้อมบริโภค

การอยู่รอดของจุลินทรีย์บนผิวหนังนั้นพบว่า จุลินทรีย์ในกลุ่มประจำถิ่นจะดำรงชีวิตอยู่ได้ตลอดบนผิวหนัง แต่จุลินทรีย์ในกลุ่มที่อยู่ชั่วคราวนั้นจะยังคงอยู่หรือถูกกำจัดออกไปนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมของผิวหนังในแต่ละบุคคล (Snelling และคณะ , 1991) โดยพบว่าบริเวณโดยรอบและใต้เล็บมือนั้นเป็นบริเวณที่เอื้อต่อการเจริญของจุลินทรีย์อีกทั้งยังคงเป็นบริเวณที่กำจัดออกได้ยากที่สุดด้วย (McGinleyและคณะ ,1988)

Pether และ Gillbert (1971) รายงานว่า *Salmonella* และ *E. coli* สามารถมีชีวิตอยู่ได้บนปลายนิ้วมือภายในช่วงระยะเวลาไม่นาน (ประมาณ 1-2 ชั่วโมง) และจากการทดลองของ Casewell และ Phillips (1977) ซึ่งได้ถ่ายเชื้อ *Klebsiella* spp. ลงบนมือเทียมพบว่าสามารถมีชีวิตอยู่ได้นาน 150 นาที Coates และคณะ (1987) พบว่าซัลเพนชั่น (suspension) ของเชื้อ *Campylobacter* ในเปปโตน ร้อยละ 0.1 ที่อยู่บนมือสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในช่วงที่น้อยกว่า 1 นาที ถึงมากกว่า 4 นาที แต่จะมีชีวิตได้นานขึ้นในซัลเพนชั่นของของเหลวในไก่ (chicken liquor) หรือในเลือด และจะเพิ่มขึ้นนานเป็นชั่วโมงถ้าอยู่ในเลือดม้า (horse blood)

Filho และคณะ (1985) พบว่า *Pseudomonas aeruginosa* , *K.pneumoniae* ,*Serratia marcescens* , *E. coli* , และ *Staph. aureus* เมื่อทดลองบนมือและปลายนิ้วมือของอาสาสมัคร 4 คน พบว่า มากกว่าร้อยละ 99 ของเชื้อดังกล่าวจะตายภายใน 2 นาที แต่มีปริมาณร้อยละ 0.01 (10^5 เซลล์) ยังคงมีชีวิตอยู่ได้บนนิ้วนานกว่า 90 นาที และซัลเพนชั่นของ *L. monocytogenes* ในน้ำเกลือ *(saline)* มีชีวิตอยู่ได้นานถึง 1 ชั่วโมงบนปลายนิ้วมือ และเพิ่มถึง 5 ชั่วโมงเมื่ออยู่ในน้ำนม (Snelling และคณะ , 1991) ซึ่งสรุปได้ว่า ระยะเวลาการมีชีวิตของจุลินทรีย์บนผิวหนังขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมหรือสิ่งปกป้องผิว เช่น ไขมันบนผิวหนัง รวมทั้งชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ประจำถิ่น

พงษ์เทพ (2540) ได้กล่าวถึงจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคระบาดทางอาหารที่เกิดขึ้นจากการปนเปื้อนข้ามที่มีอันตรายค่อนข้างรุนแรงที่สำคัญดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.*Salmonella* spp.

เป็นแบคทีเรียรูปร่างท่อน แกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลา เจริญได้ที่อุณหภูมิ 37-45 องศาเซลเซียล ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน อุณหภูมิที่เจริญได้ดีที่สุดคือ 42 องศาเซลเซียล ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ที่ 6.5-7.5 ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่ไม่ทนความร้อน สามารถถูกทำลายได้ที่ 60 องศาเซลเซียล ในเวลา 15-20 นาที หรือ 62 องศาเซลเซียล ในเวลา 4 นาที การใช้ความเย็นไม่สามารถทำลายเชื้อนี้ได้ เพียงแต่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* spp. มีแอนติเจนซึ่งใช้เป็นลักษณะสำคัญในการตรวจหาและจัดจำแนกชนิดของ *Salmonella* spp. อยู่ 3 ชนิดได้แก่

1.1 Somatic antigen (O-antigen) เป็นแอนติเจนที่ผนังเซลล์ ประกอบด้วยโพลีแซคคาไรด์ โปรตีนและฟอสโฟลิปิด มีคุณสมบัติในการทนความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียล ได้นานถึง 2 ชั่วโมง 30 นาที โดยสามารถแบ่งแอนติเจนชนิดนี้ออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้ ถึง 43 กลุ่ม คือ group A เรียงตามลำดับตัวอักษรจนถึง group z และเรียงลำดับตัวเลขจาก group 51 ถึง group 67

1.2 Flagella antigen (H-antigen) เป็นแอนติเจนที่แฟลกเจลลา ประกอบด้วยโปรตีน ถูกทำลายได้ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียล โดย H-antigen สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 เฟส คือ เฟส 1 เรียกว่า เฟสจำเพาะ (specific phase) และเฟสที่ 2 เรียกว่า เฟสไม่จำเพาะ (non-specific phase)

1.3 Vi antigen เป็นแอนติเจนที่อยู่รอบ ๆ somatic antigen ถูกทำลายเมื่อได้รับความร้อน กรด หรือฟีนอล โดย *Salmonella* spp. ที่มี Vi antigen จะทำให้เกิดโรครุนแรงกว่าชนิดที่ไม่มี Vi antigen

การบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. เข้าไปในร่างกาย ทำให้เกิดโรค Salmonellosis เนื่องจากเชื้อสามารถสร้าง enterotoxin มีระยะฟักตัวประมาณ 12 – 36 ชั่วโมง อาการที่สำคัญคือ ท้องเสีย ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน อ่อนเพลีย มีไข้เล็กน้อย นอกจากนี้อาจเกิดการติดเชื้อในกระแสโลหิต เยื่อบุลำไส้อักเสบ เนื่องจากการเจริญของแบคทีเรียชนิดนี้ในอาหารมักไม่ทำให้เกิดกลิ่นหรือรสของอาหารที่เปลี่ยนแปลงไป จึงไม่สามารถสังเกตพบการปนเปื้อนได้ด้วยตาเปล่า Pearson และ Dutson (1986) รายงานว่า ปริมาณการปนเปื้อน (infection dose) จำนวน 1.2×10^5 - 1.6×10^7 เซลล์ จะทำให้เกิดโรค Salmonellosis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. *Staphylococcus aureus*

เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Micrococcaceae มีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ไมโครเมตร มีการจัดเรียงตัวเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ เป็นคู่หรือเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น ติดสีแกรมบวก แต่เมื่อเซลล์มีอายุมากขึ้นจะติดสีแกรมลบได้ ไม่สร้างสปอร์ ไม่เคลื่อนที่ เจริญได้ทั้งที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน แต่สามารถเจริญในสภาพที่ไม่มีอากาศ (anaerobic) ได้ดีกว่า ใช้น้ำตาลหลายชนิดในการเจริญ สามารถย่อยสลายเม็ดเลือดแดงและทำให้พลาสมาแข็งตัว (clot) ได้ พบได้ตามผิวหนังและเยื่อบุของร่างกายมนุษย์ ในดิน ฝุ่นละออง เจริญได้ในสภาวะที่ทนเกลือสูงถึง 10 % ทนความร้อนได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 30 นาที สามารถสร้างเอนไซม์ไลเปส โปรติเอส และเพนนิซิเลสได้ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างพิษ (enterotoxin) ซึ่งเป็นสารประกอบโปรตีนที่ละลายน้ำ ทนต่อความร้อนและเอนไซม์ในกระเพาะอาหารได้ดี

Staph. aureus จะสร้างสารพิษได้ดีในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ประมาณร้อยละ 30 โดยทั่วไป มักทำให้เกิด แผล ฝี หนอง และโลหิตเป็นพิษในมนุษย์ได้อีกด้วย โรคอาหารเป็นพิษอาการที่เกิดขึ้นจากการบริโภคสารพิษ คือ มีอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริวที่ท้อง ซึ่งมีสาเหตุมาจากสารพิษสร้างเชื้อขึ้น อาการของโรคจะเกิดภายหลังจากการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของเชื้อประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง กล่าวว่าปริมาณของเชื้อ *Staph. aureus* ที่มีผลทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคประมาณ มากกว่า 10^6 เซลล์/กรัม (Pearson และ Dutson , 1986) โดยการทำให้เกิดโรคมักจะเกิดขึ้นในคนที่มีร่างกายอ่อนแอหรือภูมิต้านทานต่ำ การปนเปื้อนในอาหารมักจะมีสาเหตุมาจากพนักงานสัมผัสและการจัดการด้านสุขลักษณะที่ไม่ดี เช่น คนงานมีบาดแผลที่ผิวหนัง ไม่มีการใช้ผ้าปิดปาก ปิดจมูกในขณะปฏิบัติงาน ขั้นตอนการผลิตอาหารในโรงงานที่ใช้คนเป็นคนทำงาน เป็นต้น

William และ Dennis (1988) กล่าวว่า *Staph. aureus* สามารถสร้างสารพิษ enterotoxin ได้ถึง 6 ชนิด คือ A,B,C_1,C_2,D และ E ส่วน Helena และคณะ (1993) พบว่า *Staph. aureus* สายพันธุ์ S-6 สามารถผลิต enterotoxin A และ B เท่านั้นที่มักตรวจพบว่าเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ โดย enterotoxin A เป็นสารพิษที่มีความสำคัญในการทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ ในขณะที่ enterotoxin B มีส่วนน้อยที่ตรวจพบว่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

Concon (1988) กล่าวว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียล ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ที่ 6.3 enterotoxin A ถูกทำลาย ในขณะที่ enterotoxin B สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียล ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) 7.3 นาน 26 ชั่วโมง และถูกทำลายที่อุณหภูมิ 99 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 87 นาที สารพิษ enterotoxin จะถูกผลิตภายหลังจากที่เชื้อได้มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตแล้วปริมาณเชื้อที่เจริญและสามารถสร้างสารพิษได้ ทำให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภค อยู่ที่ระดับ 10^6 cfu / กรัม อุณหภูมิในการผลิตสารพิษอยู่ในช่วง 15.6 – 46.1 องศาเซลเซียล แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 40 องศาเซลเซียล

2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสร้างสารพิษ enterotoxin

2.2.1 อุณหภูมิ อุณหภูมิต่ำสุดที่เชื้อ *Staphylococcus* spp สามารถเจริญได้คือ 10 องศาเซลเซียล และอุณหภูมิสูงสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้คือ 45 องศาเซลเซียล แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญที่สุดอยู่ระหว่าง 35-37 องศาเซลเซียล พบว่าบางชนิด สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียล แต่ไม่พบการผลิตสารพิษ enterotoxin ที่อุณหภูมิ 5 – 56 องศาเซลเซียล (Concon ,1988) ส่วน *Staph. aureus* เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 20 – 45 องศาเซลเซียล (William และ Dennis ,1988)

เนื่องจากเชื้อ *Staphylococcus* spp. เป็นพวกที่ไม่สร้างสปอร์ ดังนั้นจึงมักถูกทำลายในขบวนการผลิตที่ใช้ความร้อน หรือถูกทำลายที่อุณหภูมิระหว่างการประกอบอาหาร (Pearson และ Dutson,1986)

2.2.2 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) โดยวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) พบว่า เชื้อสามารถเจริญได้ในช่วงค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ที่กว้าง ส่วนใหญ่จะเจริญในสภาพที่เป็นด่าง ซึ่งที่ค่า 5 *Staphylococcus* spp. บางชนิดยังสามารถเจริญได้

Pearson และ Dutson (1988) พบว่า สภาวะที่มีความเป็นกรดจะสามารถยับยั้งเชื้อนี้ได้ดี *Staph. aureus* สามารถผลิตสารพิษได้ที่ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ที่ 5 และ 9 และค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ต่ำกว่า 5 จะไม่สามารถผลิตสารพิษได้ ในขณะที่ *Staph. aureus* ยังสามารถเจริญได้ที่ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) 4.5 – 5 (Concon ,1988) นอกจากนี้ *Staph. aureus* ยังสามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบถึง 12-15% (Pearson และ Dutson,1990)

2.2.3 ความต้องการน้ำ วัดค่าโดย water activity *Staph. aureus* สามารถเจริญได้ดีที่ค่า water activity อยู่ระหว่าง 0.86-0.99 แต่เจริญได้ลดลงเมื่อค่า Aw ต่ำกว่า 0.94 นอกจากนี้ยังพบว่า *Staph. aureus* เป็นเชื้อที่ทนต่อความแห้ง เชื้อสามารถมีชีวิตรอดได้ 50 % บนไข่ผง (Concon , 1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

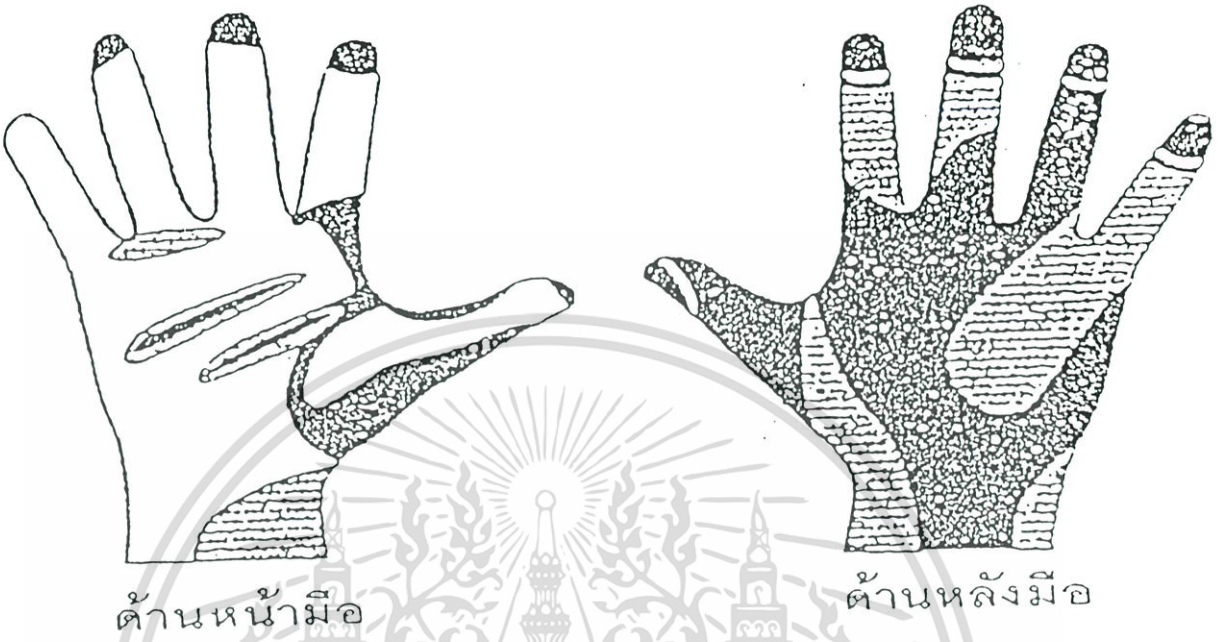
Concon (1988) รายงานว่า ได้มีการสำรวจการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่าง ค.ศ. 1969 -1977 พบว่าเกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus* spp. เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ

2.8 ความสำคัญในการล้างมือของผู้ประกอบการอาหาร

การล้างมือเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นในการป้องกันการปนปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในโรงงานอาหาร การเล็งเห็นถึงความสำคัญของจุลินทรีย์บนมือมนุษย์ที่ส่งผลให้เกิดการแพร่และการปนเปื้อนสู่อาหารอันก่อให้เกิดอันตรายจนเกิดโรคแพร่ระบาดทางอาหารนั้น เกิดในช่วงปี ค.ศ.1840 จากการพบเชื้อในกลุ่ม *Streptococcus* ชนิด Group A beta-haemolytic ที่เป็นสาเหตุของโรค Children fever บนมือของแพทย์ที่ดูแลคนไข้กลุ่มนี้ (Snyder , 1998) ต่อมาในศตวรรษที่ 19 เริ่มมีการให้ความรู้เกี่ยวกับการล้างมือเพื่อลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคจากอาหารขึ้น เช่น เทคนิคการล้างมือ เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการล้างมือ สบู่ สารที่ใช้ในการทำความสะอาดมือต่าง ๆ รวมทั้งการใช้สารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนมือ เป็นต้น (Borgatta และคณะ , 1989)

Horwood และ Minch (1951) ได้ทำการทดลองสุ่มหาชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ที่ได้จากตัวอย่างน้ำล้างมือของบุคลากรที่กี่ยวข้องกับกิจกรรมด้านการบริการอาหารจำนวน 22 ราย ที่ประกอบไปด้วย โรงอาหาร ห้องรับประทานอาหาร ร้านขายยา และภัตตาคารในเมืองเคมบริดจ์ (Cambridge) และบอสตัน (Boston) รัฐแมสซาซูเซสส์ (Massachusetts) พบว่า มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 6.2×10^3 ถึง 1.6×10^{10} cfu ต่อมิลลิลิตร โดยพบ *E. coli* จำนวน 13 ตัวอย่าง จาก 34 ตัวอย่าง นอกจากนี้ยังพบ haemolytic staphylococci 29 ตัวอย่าง จาก 30 ตัวอย่าง พบ haemolytic streptococci 19 ตัวอย่าง จาก 30 ตัวอย่าง และพบทั้ง haemolytic staphylococci และ haemolytic streptococci 19 ตัวอย่าง จาก 30 ตัวอย่าง นอกจากนั้นยังพบจุลินทรีย์รูปท่อนที่สร้างสปอร์และต้องการออกซิเจนในการเจริญ (aerobic sporeforming bacilli) ประมาณ 4 ถึง 400 cfu ต่อมิลลิลิตร ซึ่งจากผลการวิจัยในครั้งนี้ทำให้เกิดข้อสรุปว่า การล้างมือให้สะอาดก่อนการปฏิบัติงานในอุตสหกรรมอาหารเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น และบุคลากรที่มีโอกาสสัมผัสกับอาหารหรือผู้ประกอบการด้านอาหารจะต้องทำตามข้อแนะนำในการล้างมือที่ถูกต้องและเคร่งครัด ภาพที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงบริเวณของมือสวนที่ถูกละเลยจากการล้างทำความสะอาด (Doyle และคณะ ,2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 บริเวณของมือส่วนที่ถูกละเลยจากการล้างทำความสะอาด

ส่วนที่ถูกละเลยมากจากการล้างทำความสะอาด

ส่วนที่ถูกละเลยในบางครั้งจากการล้างทำความสะอาด

ที่มา : ดัดแปลงจาก Doyle และคณะ (2000)

Crisley และ Foter (1965) ได้ศึกษาและรายงานถึงจุดประสงค์เบื้องต้นของการล้างมือของคนงานในโรงงานผลิตอาหาร เพื่อลดสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ เช่น ดิน น้ำมัน และเศษอาหารบนมือ และลดจุลินทรีย์ก่อโรคที่ปนเปื้อนอยู่บนมือชั่วคราว นอกจากนี้ได้มีรายงานพบผู้ป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจาก *Staphylococus* spp. ที่สร้างสารพิษ enterotoxin type A

ในงานเลี้ยงหนึ่งในรัฐฟลอริดาเมื่อกันยายน ปี ค.ศ. 1997 โดยผู้ป่วยทั้งหมดได้บริโภคแฮม (ham) ซึ่งเมื่อผลิตแล้วไม่ได้เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้จุลินทรีย์สามารถเจริญและสร้างสารพิษออกมาในปริมาณที่ก่อโรคได้ โดยจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในแฮมนั้นมาจากมือของผู้เตรียมและมีดที่ใช้หั่นซึ่งสะอาดไม่เพียงพอ (CDC , 1997) ในอุตสาหกรรมด้านการบริการอาหาร (food service industry) พบว่าการเกิดโรคระบาดจากอาหารนั้นไม่เพียงแต่ทำให้สุขภาพเสื่อมโทรมเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเจ็บป่วย แต่ยังทำให้สูญเสียเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ได้มีมาตรการรองรับอันตรายของโรคที่เกิดจากอาหาร โดยองค์การ NRA's Education Foundation เสนอหลักสูตรการฝึกอบรมเพื่อให้เกิดความปลอดภัยของอาหาร (food safety) ภายใต้ชื่อ "ServSafe" โดยแบ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคจากอาหารออกเป็น 3 ประการคือ

1. เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตอาหารไม่เหมาะสม (time and temperature abuse)
2. สุขอนามัยส่วนบุคคลไม่ดี (poor personal hygiene)
3. การปนเปื้อนข้าม (cross contamination)

ทั้งนี้ยังระบุด้วยว่า มือของผู้ประกอบการเป็นพาหะสำคัญในการแพร่เชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรคจากอาหารหรือการปนเปื้อนข้าม โดยได้ยกตัวอย่างเช่น มือของผู้ประกอบการอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์หลังจากการใช้ห้องน้ำ หรือจากวัตถุดิบที่ไม่สะอาดแพร่ลงสู่อาหารสำหรับการบริโภค (Taylor , 2000)

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา ได้ออกมาตรการการรองรับเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว โดยได้ออกข้อกำหนด 1997 FDA Food Code และ 1999 FDA Food Code ให้ผู้ประกอบการด้านอาหารล้างมือเป็นเวลาอย่างน้อย 20 วินาที ก่อนการปฏิบัติงานและระหว่างเปลี่ยนกิจกรรมในการทำงาน และยังกำหนดห้ามมิให้ใช้มือสัมผัสกับอาหารพร้อมบริโภคโดยตรง ให้ใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมและสะอาดในการช่วยหยิบจับอาหาร ดังนั้นการล้างมือเป็นวิธีที่สำคัญซึ่งช่วยลดการแพร่ระบาดของโรคอาหาร

2.8.1 ข้อแนะนำในการล้างมือ ควรล้างมือเมื่อ

2.8.1.1 กลับจากห้องน้ำหรือห้องส้วม

2.8.1.2 ไอหรือจามโดยใช้มือปิดหรือใช้ผ้าเช็ดหน้าปิดปากและจมูก

2.8.1.3 หลังการสูบบุหรี่

2.8.1.4 ยกของหรือจับสิ่งสกปรกต่าง ๆ เช่น จับเงินหรือธนบัตร

2.8.1.5 หลังจากการจับต้องวัตถุดิบ เครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การประเมินความสะอาด

การประเมินความสะอาดของอุปกรณ์/เครื่องมือต่าง ๆ จะใช้วิธีการ Swab Test บนพื้นที่ผิวอย่างน้อย 50 ตารางเซนติเมตร เพื่อทดสอบหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวว่ามีเชื้อเหลืออยู่เท่าไหร่ ปริมาณมาตรฐานของเชื้อที่เหลือรอดอยู่หลังจากการฆ่าเชื้อ จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ตารางที่ 2.12 แสดงปริมาณมาตรฐานของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) บนพื้นผิวสัมผัสอาหาร

ตารางที่ 2.12 ปริมาณมาตรฐานของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) บนพื้นผิวสัมผัสอาหาร

จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC)	ระดับความสะอาด
1 CFU / ตารางเซนติเมตร	ดีมาก
2-10 CFU / ตารางเซนติเมตร	ดี
11-100 CFU / ตารางเซนติเมตร	ใช้ไม่ได้ (ควรทำความสะอาดและฆ่าเชื้อใหม่)
101-1000 CFU / ตารางเซนติเมตร	ใช้ไม่ได้อย่างยิ่ง

ที่มา : IFT Food Service Division อ้างโดย สุวิมล (2543)

ข้อมูลในตารางที่ 2.13 แสดงค่าปริมาณเชื้อเป้าหมายที่ยังเหลืออยู่บนพื้นที่ผิวสัมผัสกับอาหารหลังการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 แสดงค่าปริมาณเชื้อเป้าหมายที่ยังเหลืออยู่บนพื้นที่ผิวสัมผัสกับอาหาร หลังการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ

ประเภทของโรงงาน	**ระดับ/เป้าหมาย**	**ปริมาณ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด**
โรงงานอาหารกระป๋อง	ดีมาก ดี ใช้ไม่ได้	น้อยกว่า 540 /100 ตร.ซม. 540-2700 /100 ตร.ซม มากกว่า 2700 /100 ตร.ซม
โรงงานนมและผลิตภัณฑ์นม	เป้าหมาย	น้อยกว่า 100/100 ตร.ซม
โรงงานเนื้อสัตว์	เป้าหมาย	น้อยกว่า 800/100 ตร.ซม
อุตสาหกรรมการบริการ (Food Service Industry) พื้นผิวสัมผัสกับอาหาร	เป้าหมาย	น้อยกว่า 1000/100 ตร.ซม

ที่มา : Griffith&Dillon (1999) อ้างโดยสุวิมล (2543)

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการตรวจสอบการ Swab Test เครื่องมือ/อุปกรณ์ คือ TPC , Yeast & Mould ส่วนการประเมินความสะอาดของมือพนักงาน ตรวจสอบเชื้อ TPC , *Staph. aureus.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 การทดลองแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ

3.1.1 การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อที่ใช้ในการฆ่าเชื้อเครื่องมือ/อุปกรณ์ โดยศึกษาชนิดของสารฆ่าเชื้อและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในแต่ละเครื่องมือ/อุปกรณ์

3.1.2 การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่มือของพนักงาน โดยศึกษาชนิดของสารฆ่าเชื้อ ระดับความเข้มข้นและเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อที่มือของพนักงาน

การทดลองที่ 3.1.1 : การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อที่ใช้ในการฆ่าเชื้อเครื่องมือ/อุปกรณ์ โดยศึกษาชนิดของสารฆ่าเชื้อและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในแต่ละเครื่องมือ/อุปกรณ์

ศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมี 2 ชนิด ดังนี้คือ

1. สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm 200 ppm 600 ppm และ 1000 ppm
2. สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm 400 ppm 600 ppm และ 1000 ppm

เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

1. ระดับความสกปรกมาก (ทำความสะอาดยาก) ได้แก่
   1.1 สายพานผ้า 1 ชุด
2. ระดับความสกปรกปานกลาง (ทำความสะอาดง่าย) ได้แก่
   2.1 สายพานสแตนเลส 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะที่ควบคุม

- ควบคุมน้ำที่ใช้ให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 และฉบับที่ 135 พ.ศ. 2534
- ตรวจสอบ AIR TEST กำหนดค่า TPC < 15 cfu / 15 นาที และ ยีสต์และรา < 10 cfu /15 นาที (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , 2542)

การทดลองที่ 3.1.1.1

การศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนพื้นผิวของเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่มีระดับความสกปรก (ความยากง่ายในการทำความสะอาด) แตกต่างกัน

การวางแผนการทดลอง

1. วางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกแบบสมบูรณ์ (RCBD) ทำการศึกษา 2 ปัจจัยคือ
   - ปัจจัยที่ 1 คือ ระดับความสกปรกของอุปกรณ์ มี 2 ประเภทคือ เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่มีระดับความสกปรกมากและสกปรกปานกลาง
   - ปัจจัยที่ 2 คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายฆ่าเชื้อ มี 4 ระดับ ดังนี้คือ
     - สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm 200 ppm 600 ppm และ 1000 ppm

การทดลองที่ 3.1.1.2

การศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลาย QUATS ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนพื้นผิวเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่มีระดับความสกปรก(ความยากง่ายในการทำความสะอาด) แตกต่างกัน

การวางแผนการทดลอง

1. วางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกแบบสมบูรณ์ (RCBD) ทำการศึกษา 2 ปัจจัย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปัจจัยที่ 1 คือ ระดับความสกปรกของอุปกรณ์ มี 2 ประเภทคือ เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่มีระดับความสกปรกมากและสกปรกปานกลาง
- ปัจจัยที่ 2 คือ ระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ มี 4 ระดับ ดังนี้คือ
  - สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm 400 ppm 600 ppm และ 1000 ppm

การทดลองที่ 3.1.1.3

การศึกษาหาระยะเวลาก่อนการใช้งานที่เหมาะสมหลังจากการฆ่าเชื้อ โดยศึกษาจากสารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ได้จากทดลองที่ 3.1.1.1 และ 3.1.1.2

หลังจากได้สารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพและความเข้มข้นที่เหมาะสมกับเครื่องมือ /อุปกรณ์แล้ว นำมาศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนการใช้งานที่ 10 15 และ 20 ชม.

การวางแผนการทดลอง

1. การวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) โดยศึกษาระยะเวลาก่อนการใช้งานเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่เวลา 10 15 และ 20 ชม. เพื่อวิเคราะห์อัตราการเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์บนพื้นที่ผิวของเครื่องมือ/อุปกรณ์

ค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ , 2544)

1. การ Swab Test เครื่องมือและอุปกรณ์
   - 1.1 TPC ไม่เกิน 1000 cfu/ 51.8 cm^2
   - 1.2 ยีสต์และรา น้อยกว่า 300 cfu/ 51.8 cm^2

หมายเหตุ : พื้นที่ในการ Swab Test คือ 51.8 cm^2 (สนง.มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , 2542)

การทดลองที่ 3.1.2 : การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่มือของพนักงาน โดยศึกษาชนิดของสารฆ่าเชื้อ ระดับความเข้มข้นและเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อที่มือของพนักงาน

ศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมี 3 ประเภท ดังนี้คือ

- สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่ระดับความเข้มข้น 25 ppm 50 ppm และ 75 ppm
- แอลกอฮอล์ 70 %
- สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm 150 ppm 200 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาในการสัมผัส

- 5 วินาที
- 10 วินาที

วิธีการล้างมือ (FDA , 1997)

1. ล้างมือด้วยน้ำประปาที่สะอาด
2. กดน้ำยาทำความสะอาดลงบนมือจำนวนเล็กน้อยและถูที่มือแรง ๆ ให้ทั่วมือทั้ง 2 ข้าง ใต้เล็บและระหว่างนิ้ว รวมถึงเหนือข้อมือขึ้นมาประมาณ 5 นิ้ว นาน 30 วินาที
3. ล้างด้วยน้ำประปาที่สะอาด
4. เป่าด้วย Blower ให้แห้ง
5. ฉีดด้วยสารฆ่าเชื้อที่กำหนด

สภาวะที่ควบคุม

- เปลี่ยนน้ำยาสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์และสารละลาย QUATS ทุก 4 ชั่วโมง
- ความสะอาดของ Blower โดยกำหนดค่า TPC < 15 cfu/ 15 นาที และ ยีสต์และรา < 10 cfu /15 นาที (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2542)
- ตรวจสอบ AIR TEST กำหนดค่า TPC < 15 cfu/ 15 นาที และ ยีสต์และรา < 10 cfu / 15 นาที (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2542)
- ควบคุมน้ำที่ใช้ให้เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 และฉบับที่ 135 พ.ศ. 2534

การทดลองที่ 3.1.2.1

การศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อที่มือพนักงานในระยะเวลาสัมผัสต่าง ๆ กัน เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มือของพนักงาน

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกแบบสมบูรณ์ (RCBD) ทำการศึกษา 2 ปัจจัย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปัจจัยที่ 1 คือ ระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ มี 3 ระดับคือ ดังนี้คือ
  - สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 25 ppm 50 ppm และ 75 ppm
- ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาในการสัมผัส มี 2 ระดับคือ ดังนี้คือ
  - 5 วินาที
  - 10 วินาที

การทดลองที่ 3.1.2.2

การศึกษาประสิทธิภาพของแอลกอฮอล์ 70 % โดยเปรียบเทียบกับระยะเวลาในการสัมผัสต่าง ๆ กัน เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มือของพนักงาน

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) ทำการศึกษา 1 ปัจจัยคือ

- ปัจจัยที่ 1 คือ ระยะเวลาในการสัมผัส มี 2 ระดับคือ ดังนี้คือ
  - 5 วินาที
  - 10 วินาที

การทดลองที่ 3.1.2.3

การศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นของสารละลาย QUATS ที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อที่มือพนักงานในระยะเวลาสัมผัสต่าง ๆ กัน เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มือของพนักงาน

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกแบบสมบูรณ์ (RCBD) ทำการศึกษา 2 ปัจจัยคือ

- ปัจจัยที่ 1 คือ ระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ มี 3 ระดับคือ ดังนี้คือ
  - สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm 150 ppm และ 200 ppm
- ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาในการสัมผัส มี 2 ระดับคือ ดังนี้คือ
  - 5 วินาที
  - 10 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3.1.2.4

การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อและระยะเวลาที่เหมาะสมในการล้างมือและฆ่าเชื้อของสารฆ่าเชื้อที่ได้จากการทดลองที่ 3.1.2.1-3.1.2.3 โดยศึกษาระยะเวลาในการล้างมือและฆ่าเชื้อที่ชั่วโมงที่ 0 – ชั่วโมงที่ 4 (ล้างมือและฆ่าเชื้อทุก ๆ 1 ชั่วโมง) ของช่วงเวลาในการปฏิบัติงาน เพื่อยับยั้งการเพิ่มปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่มือ

การทดลองที่ 3.1.2.5

การศึกษาอัตราการเพิ่มของเชื้อจุลินทรีย์ที่มือของพนักงานที่ผ่านการล้างมือและฆ่าเชื้อและประเมินความสะอาดที่มือพนักงาน เริ่มตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 – ชั่วโมงที่ 4 โดยไม่มีการล้างมือในชั่วโมงที่ 1 - ชั่วโมงที่ 4

ค่ามาตรฐานในการวิเคราะห์

1. การ Swab Test มือพนักงาน (กรมวิทยาศาสตรการแพทย์ , 2544)

1.1 TPC ไม่เกิน 10^3 cfu/51.8 cm^2

1.2 ไม่พบ *Staph. aureus*

หมายเหตุ : พื้นที่ในการ Swab Test คือ 51.8 cm^2 (สนง.มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2542)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) for Windows version 10 เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ ด้วยวิธี Duncan's Multiple Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ดำรง , 2543 ; ปรีชา , 2543)

3.2 การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ

ดำเนินวิธีการตาม AOAC 1998 ในการตรวจวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การเตรียมชุดทดสอบไม้พันสำลี (swab)

3.2.1.1 เตรียม Dilution water หลอดละ 9 มิลลิลิตร นำเข้านึ่งฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียล ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

3.2.1.2 เตรียมชุดทดสอบไม้พันสำลี (swab) โดยใช้สำลีพันตรงปลายก้านไม้ให้แน่นใส่ในหลอดทดลองหรือบีกเกอร์ ใช้ฝาปิดหลอดทดลอง นำเข้านึ่งฆ่าเชื้อโดยตั้งระบบที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที

3.2.1.3 เตรียมแผ่นเหล็กอลูมิเนียม ซึ่งด้านในเจาะเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 10 x 5 ซม. ใส่ถุงพลาสติก นำไปนึ่งฆ่าเชื้อโดยระบบที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที และตามด้วยการทำให้แห้ง

3.2.2 วิธีวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดย Swab technique (AOAC 1998)

3.2.2.1 วางแผ่นเหล็กที่ผ่านการฆ่าเชื้อขนาด 10 x 5 cm. บนพื้นที่ ต้องการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์

3.2.2.2 ใช้ไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อและมี Dilution water กดไม้เข้ากับข้างขวดภายในเพื่อไล่น้ำส่วนเกินออก

3.2.2.3 นำมา swab ในบริเวณพื้นที่ด้านในของกรอบแผ่นเหล็กจนทั่วบริเวณที่ต้องการตรวจสอบ

3.2.2.4 สำลีที่ swab แล้วกลับไปจุ่มในขวดน้ำยาขวดเดิม หักไม้ส่วนเกินทิ้ง

3.2.2.5 ความเข้มข้นที่ในข้อ 3.2.2.4 จะเป็นระดับความเจือจาง 10^{-1} ใช้ปิเปตขนาด 1 ml. ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 3 - 4 ระดับ (ทำ duplicate)

3.2.2.6 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard Plate Count Agar ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและหลอมเหลวโดยมีอุณหภูมิประมาณ 45 $^{\circ}$C กับตัวอย่าง ผสมให้เข้ากันโดยหมุนทวนเข็มนาฬิกาและตามเข็มนาฬิกาไปมา ปล่อยทิ้งให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว กลับจานเพาะเชื้อ

3.2.2.7 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35$\pm$1 $^{\circ}$C ประมาณ 48$\pm$2 ชั่วโมง

3.2.2.8 อ่านผลเมื่อครบ 48$\pm$2 ชั่วโมง เลือกนับ plate ที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี โดยรายงานผลเป็น cfu/51.8 cm^2 (Colony Forming Unit / 51.8 cm^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 **วิธีวิเคราะห์เชื้อยีสต์และรา โดย** Swab technique (AOAC 1998)

3.2.3.1 วางแผ่นเหล็กที่ผ่านการฆ่าเชื้อขนาด 10 x 5 cm. บนพื้นที่ ต้องการตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์

3.2.3.2 ใช้ไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อและมี Dilution water กดไม้เข้ากับข้างขวดภายในเพื่อไล่น้ำส่วนเกินออก

3.2.3.3 นำมา swab ในบริเวณพื้นที่ด้านในของกรอบแผ่นเหล็กจนทั่วบริเวณที่ต้องการตรวจสอบ

3.2.3.4 นำสำลีที่ swab แล้วกลับไปจุ่มในขวดน้ำยาขวดเดิม หักไม้ส่วนเกินทิ้ง

3.2.3.5 ความเข้มข้นที่ในข้อ 3.2.3.4 จะเป็นระดับความเจือจาง 10^{-1} ใช้ปิเปตขนาด 1 ml. ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 3 - 4 ระดับ (ทำ duplicate)

3.2.3.6 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextros agar ที่ผ่านการฆ่าเชื้อและหลอมเหลวโดยมีอุณหภูมิประมาณ 46 ^{o}C กับตัวอย่าง ผสมให้เข้ากันโดยหมุนทวน เข็มนาฬิกาและตามเข็มนาฬิกาไปมา ปล่อยทิ้งให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว

3.2.3.7 นำไปบ่มใน incubator ที่อุณหภูมิ 35$\pm$1 ^{o}C นานประมาณ 3-5 วัน (วางหงายplate)

3.2.3.8 อ่านผลเมื่อครบ 3-5 วัน เลือกนับ plate ที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 10 -150 โคโลนี โดยรายงานผลเป็น cfu/ 51.8 cm^2 (Colony Forming Unit / 51.8 cm^2)

3.2.4 **วิธีการวิเคราะห์เชื้อ *Staph. aureus* โดย** Swab technique (AOAC 1998)

3.2.4.1 ใช้ไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ซึ่งมี buffer กดไม้เข้ากับข้างขวดภายใน เพื่อไล่น้ำส่วนเกินออก

3.2.4.2 นำมา swab บริเวณมือพนักงานจนทั่วบริเวณที่ต้องการตรวจสอบ

3.2.4.3 นำสำลีที่ถูแล้วกลับไปจุ่มในขวดน้ำยาขวดเดิม หักไม้ส่วนเกินทิ้ง

3.2.4.4 เตรียม Dilution 1:100 โดยใช้ปิเปตดูดความเข้มข้นที่ในข้อ 3 ปริมาตร 1 ml. ลงใน Buffer 9 ml แล้วปิเปตมา 1 ml ลงในอาหาร Giolitti 19 ml. + 1% Potassium tellulite plate sterile Dilution ละ 2 หลอด (ทำ duplicate ทุกตัวอย่าง) ผสมให้ เข้ากันประมาณ 1 นาที (ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 2-3 ระดับ)

3.2.4.5 นำเข้า incubator ที่อุณหภูมิ 35$\pm$1 ^{o}C นานประมาณ 48$\pm$2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.6 ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรลงบน Baird parker (BP) agar + Egg Yolk Tellurite Emulsion plate ละ 2 ซ้ำ แล้วทำการ spread plate ด้วยแท่งแก้ว sterile นำไป บ่มที่ incubator ที่อุณหภูมิ 35±1 °C นานประมาณ 48±2 ชั่วโมง

3.2.4.7 สังเกตุโคโลนีของ *Staphylococcus* spp. ซึ่งอยู่บน Baird parker (BP) agar โคโลนีจะมีสีดำเป็นมัน มีขอบ ตกตะกอนรอบ ๆ

3.2.4.8 ทดสอบการ coaugulase เชื้อที่ให้ผลทดสอบเอนไซม์ coaugulase เป็นผลบวก จัดเป็น *Staph. aureus* และย้อมแกรมโคโลนี ถ้าเป็น *Staph. aureus* จะมีลักษณะกลม ติดสีแกรมบวก และเซลล์รวมตัวเป็นพวงองุ่น

หมายเหตุ : จำนวนตัวอย่างที่สุ่มตรวจเพื่อวิเคราะห์เชื้อ *Staph. aureus* อ้างอิง ICMSF (1986)

3.3 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ ตาม ข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 742-2538 เรื่องขนมปังกรอบ)

ค่ามาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ของขนมปังกรอบ ดังนี้คือ

3.3.1 จุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.3.2 ยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.3.3 โคลิฟอร์ม โดยวิธี MPN น้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.3.4 ซาลโมเนลลา ต้องตรวจไม่พบใน 25 กรัมของตัวอย่าง

3.3.5 สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส ต้องตรวจไม่พบใน 1 กรัมของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อที่ใช้ในการฆ่าเชื้อเครื่องมือ/อุปกรณ์ โดยศึกษาชนิดของสารฆ่าเชื้อและระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อที่เหมาะสมในการนำไปใช้ในแต่ละเครื่องมือ/อุปกรณ์

เนื่องด้วยอุปกรณ์ที่ใช้สัมผัสกับวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต มีความสำคัญต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการเลือกใช้สารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพจะช่วยในการลดโอกาสในการปนเปื้อนทางด้านจุลินทรีย์ได้ ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร มีการใช้วัสดุที่สัมผัสกับวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ โดยส่วนมากจะเป็น สแตนเลส อลูมิเนียม เหล็กชุบ พลาสติก และผ้า เป็นต้น

ดังนั้นการเลือกใช้สารฆ่าเชื้อจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของสารฆ่าเชื้อต่ออุปกรณ์ โดยพิจารณาคุณสมบัติของสารฆ่าเชื้อต่ออุปกรณ์ เช่น การกัดกร่อน การออกฤทธิ์ของสารชนิดดังกล่าวกับอุปกรณ์ ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ และอันตรายในการใช้ต่อผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น

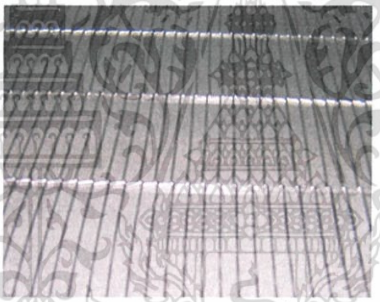
จากการทดลองและวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยใช้สายพานผ้าและสายพานสแตนเลส ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ เหตุผลประการสำคัญในการคัดเลือกอุปกรณ์เพื่อใช้ในการทดลองคือ คุณลักษณะของอุปกรณ์ที่มีความแตกต่างกันและมีผลต่อการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อยากและง่ายแตกต่างกัน ซึ่งลักษณะของสายพานผ้า จะมีลักษณะเป็นตาข่ายและมีรูพรุน ทำให้มีโอกาสในการสะสมสิ่งสกปรกได้มาก และค่อนข้างยากในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ส่วนสายพานสแตนเลส มีลักษณะผิวเรียบ ง่ายต่อการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ซึ่งในภาพที่ 4.1 แสดงถึงคุณลักษณะของสายพานผ้า ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.1 แสดงตัวอย่างของสายพานผ้าที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต

จากภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า สายพานผ้าที่ใช้ในการทดลอง มีลักษณะเป็นลอน ๆ และเป็นตาข่ายถี่ ๆ

ส่วนสายพานสแตนเลส จะมีลักษณะเป็นซี่ ๆ ผิวเรียบ ซึ่งสะดวกและง่ายในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แสดงตัวอย่างของสายพานสแตนเลสที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต

ดังนั้นด้วยคุณลักษณะที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิดเพื่อศึกษาและเลือกใช้ชนิดของสารฆ่าเชื้อและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของอุปกรณ์แต่ละประเภทโดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังที่กล่าวข้างต้น

ทั้งนี้จากผลการทดลองใช้สารฆ่าเชื้อในการลดปริมาณเชื้อที่สายพานผ้าและสายพานสแตนเลส โดยวิเคราะห์ผลการ Swab Test ก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าและสายพานสแตน-เลส ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนยีสต์และรา และจำนวน TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อ

สภาวะการ Swab Test	สายพานผ้า		สายพานสแตนเลส	
	ยีสต์และรา* log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2	ยีสต์และรา* log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2
ก่อนใช้งาน	4.57^{ns}	6.17^{a}	3.39^{b}	4.50^{a}
ทำความสะอาดก่อนเริ่มใช้งาน	3.65^{ns}	5.02^{c}	2.56^{c}	3.47^{c}
ทำความสะอาดหลังใช้งาน	4.12^{ns}	5.53^{bc}	3.58^{ab}	4.07^{b}

* ตัวอักษร ^{a,b,c} ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

* ตัวอักษร ^{ns} ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 แสดงว่าปริมาณยีสต์และรา ของสายพานผ้าก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงให้เห็นว่าการทำความสะอาดในแต่ละขั้นตอนไม่มีผลต่อการลดลงของปริมาณเชื้อยีสต์และรา ทั้งนี้จากผลการทดลองอธิบายได้ว่าสายพานผ้า มีลักษณะเป็นรูพรุน ยากต่อการทำความสะอาด ซึ่งทำให้มีโอกาสสะสมของสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น แป้ง โปรตีน คราบไขมัน เป็นต้น ดังนั้นการทำความสะอาดเพียงอย่างเดียวไม่สามารถลดปริมาณยีสต์และราได้ ส่วนปริมาณ TPC ของสายพานผ้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อ TPC ของสายพานผ้าก่อนใช้งานมีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับทำความสะอาดก่อนเริ่มใช้งานและทำความสะอาดหลังใช้งาน ซึ่งการทำความสะอาดก่อนเริ่มใช้งานของสายพานผ้า ซึ่งอาจจะมีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นหลังจากทิ้งไว้ข้ามคืน และในขั้นตอนทำความสะอาดก่อนเริ่มใช้งานและการทำความสะอาดหลังใช้งานปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลงในระดับหนึ่งและปริมาณการมีอยู่ของเชื้อ TPC ทั้ง 2 สภาวะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสายพานสแตนเลส พบว่าปริมาณยีสต์และรา และ TPC ของสายพานสแตนเลสก่อนใช้สารฆ่าเชื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และค่าที่ตรวจสอบได้เกินจากมาตรฐานที่กำหนดทั้งในส่วนของยีสต์และราและปริมาณ TPC

ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบค่า log cfu/ 51.8 cm^2 ของเชื้อยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าในแต่ละสภาวะ พบว่า ค่า log cfu/ 51.8 cm^2 ของเชื้อยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าจะมีแนวโน้มสูงกว่าสายพานสแตนเลส ซึ่งแสดงให้เห็นว่า คุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละชนิดมีผลต่อการมีอยู่ของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับภาพที่ 4.1 จะเห็นว่าสายพานผ้ามีลักษณะเป็นรูพรุนและเป็นตาข่ายเส้นใย มีโอกาสสะสมของสิ่งสกปรกได้มากกว่าและยากต่อการทำความสะอาด ส่วนสายพานสแตนเลสมีลักษณะเป็นชิ้น ๆ ผิวเรียบ ง่ายต่อการทำความสะอาดและไม่เป็นแหล่งสะสมของสิ่งสกปรก ผลการทดลองวิเคราะห์สรุปได้ว่าทำความสะอาดเพียงอย่างเดียวไม่สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่บนอุปกรณ์ได้ ดังนั้นการฆ่าเชื้ออุปกรณ์หลังจากการทำความสะอาดจึงมีความจำเป็นในขั้นตอนสุดท้ายหลังจากการทำความสะอาด เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดและสร้างสุขลักษณะที่ดีในการผลิตสินค้า ตลอดจนลดความเสี่ยงในการปนเปื้อนของเชื้อไปยังสินค้าและเป็นส่วนสำคัญของการจัดการสุขลักษณะที่ดีในการผลิต (GMP)

จากแผนการทดลองเปรียบเทียบการใช้สารฆ่าเชื้อและไม่ใช้สารฆ่าเชื้อบนอุปกรณ์ ซึ่งศึกษา 4 สภาวะ คือ ก่อนใช้งาน ทำความสะอาดก่อนเริ่มใช้งาน ทำความสะอาดหลังใช้งานและหลังฆ่าเชื้อ โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์และสารละลาย QUATS ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส ทั้ง 4 สภาวะโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm ในการฆ่าเชื้อ

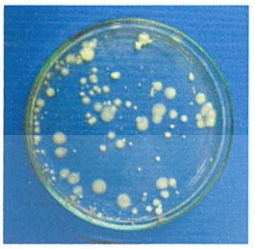
สภาวะการ Swab Test	สายพานผ้า		สายพานสแตนเลส	
	ยีสต์และรา* log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2	ยีสต์และรา* log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2
ก่อนใช้งาน	3.11^{c}	6.12^{a}	3.10^{bc}	4.18^{a}
ทำความสะอาดก่อนเริ่มใช้งาน	3.46^{ac}	5.06^{c}	2.98^{c}	3.35^{cd}
ทำความสะอาดหลังใช้งาน	3.20^{bc}	5.20^{bc}	3.29^{abc}	3.42^{bcd}
หลังฆ่าเชื้อ	2.54^{d}	2.69^{d}	2.31^{d}	2.90^{d}

* ตัวอักษร ^{a,b,c,d} ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

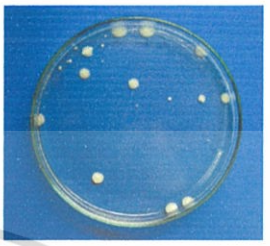
ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าทั้ง 4 สภาวะ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และขั้นตอนการทำความสะอาดหลังการใช้งานกับหลังฆ่าเชื้อ ปริมาณเชื้อยีสต์และรา และเชื้อ TPC มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงให้เห็นว่าการใช้สารฆ่าเชื้อสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่บนสายพานผ้าได้ระดับหนึ่ง เนื่องจากสารฆ่าเชื้อจะไปมีผลทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ของจุลินทรีย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น ระยะเวลาในการสัมผัส องค์ประกอบของการเจริญและสรีระวิทยาของจุลินทรีย์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm พบว่า ปริมาณเชื้อยีสต์และราก่อนการฆ่าเชื้อเฉลี่ย $1.7x10^3$ cfu/51.8 cm^2 และ หลังใช้สารฆ่าเชื้อลดลงเป็น $3.0x10^2$ cfu/51.8 cm^2



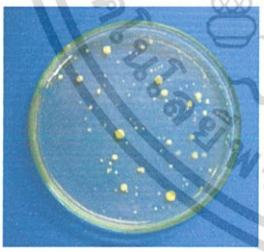
ก่อนฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-1})
($1.7x10^3$ cfu/51.8 cm^2)



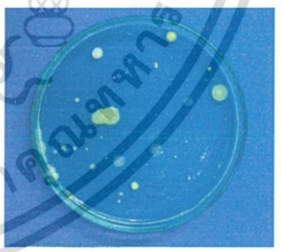
หลังฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-1})
($3.0x10^2$ cfu/ 51.8 cm^2)

ภาพที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm

ส่วนในภาพที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm พบว่า ปริมาณเชื้อ TPC ก่อนการฆ่าเชื้อเฉลี่ย $3.6x10^4$ cfu/51.8 cm^2 และหลังการใช้สารฆ่าเชื้อลดลงเฉลี่ย $3.5x10^2$ cfu/51.8 cm^2



ก่อนฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-4})
($3.6x10^4$ cfu/51.8 cm^2)



หลังฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-1})
($3.5x10^2$ cfu/ 51.8 cm^2)

ภาพที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm

ผลการทดลองในตารางที่ 4.2 แสดงว่าปริมาณยีสต์และราและ TPC ของสแตนเลสในสภาวะต่าง ๆ กัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และพบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่บนสายพานสแตนเลสได้ระดับหนึ่ง และพบว่าปริมาณเชื้อยีสต์และราหลังการใช้สารฆ่าเชื้อมีความแตกต่างกับสภาวะการทำความสะอาดหลังการใช้งานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และปริมาณเชื้อต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 2.31 log cfu/ 51.8 cm^2 ซึ่งมาตรฐานคือไม่เกิน 2.47 log cfu/ 51.8 cm^2 ส่วนปริมาณเชื้อ TPC สภาวะหลังฆ่าเชื้อและสภาวะทำความสะอาดหลังการใช้งาน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่ปริมาณเชื้อ TPC หลังการฆ่าเชื้อต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 2.90 log cfu/ 51.8 cm^2 มาตรฐานคือไม่เกิน 3.00 log cfu/51.8 cm^2

ภาพที่ 4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตนเลสด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm พบว่า ปริมาณเชื้อยีสต์และราก่อนการฆ่าเชื้อเฉลี่ย $2.0x10^3$ cfu/51.8 cm^2 และหลังใช้สารฆ่าเชื้อลดลงเฉลี่ย $2.0x10^2$ cfu/51.8 cm^2

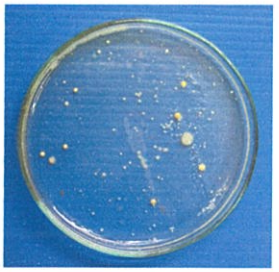
ก่อนฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-1}) หลังฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-1})

($2.0*10^3$ cfu/51.8 cm^2) ($2.0*10^2$ cfu/51.8 cm^2)

ภาพที่ 4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตนเลสด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm

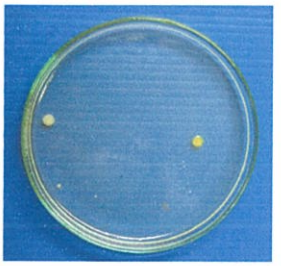
ภาพที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ PC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตน-ลสด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm พบว่า ปริมาณเชื้อ TPC ก่อนการฆ่าเชื้อเฉลี่ย $2.6x10^3$ cfu/51.8 cm^2 และหลังการใช้สารฆ่าเชื้อเฉลี่ย $9.1x10^2$ cfu/51.8 cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก่อนฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-1})

($2.6x10^3$ cfu/51.8 cm^2)



หลังฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-2})

($9.1x10^2$ cfu/ 51.8 cm^2)

ภาพที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตนเลส ด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm

จากผลการทดลองการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm ฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส พบว่าปริมาณยีสต์และราของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสใกล้เคียงกันแต่ปริมาณเชื้อ TPC ของสายพานผ้า โดยส่วนมากจะสูงกว่าสายพานสแตนเลส แสดงว่าชนิดของอุปกรณ์และความยาก ง่าย ในการทำความสะอาดมีผลการลดลงของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ แต่เมื่อใช้สารฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาณเชื้อปริมาณยีสต์และราและ TPC มีค่าให้เคียงกัน ดังนั้นก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อ จะต้องทำความสะอาดอุปกรณ์ให้สะอาดก่อน เนื่องจากการที่มีสิ่งสกปรกตกค้างอยู่จะไปปกคลุมผิวหน้าของอุปกรณ์ ทำให้สารฆ่าเชื้อไม่สามารถออกฤทธิ์ทำปฏิกิริยากับอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้สารฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสทั้ง 4 สภาวะ คือ ก่อนใช้งาน ทำความสะอาดก่อนเริ่มใช้งาน ทำความสะอาดหลังใช้งานและหลังฆ่าเชื้อ โดยใช้สารละลาย QUATS ในการฆ่าเชื้อ แสดงผลดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสทั้ง 4 สภาวะโดยใช้สารละลาย QUATS 1000 ppm ในการฆ่าเชื้อ

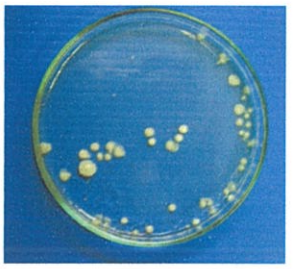
สภาวะการ Swab Test	สายพานผ้า		สายพานสแตนเลส	
	ยีสต์และรา* log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2	ยีสต์และรา* log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2
ก่อนเริ่มใช้งาน	3.32^{b}	6.09^{ab}	3.07^{bc}	4.41^{ab}
หลังการทำความสะอาด	2.34^{cd}	4.54^{c}	2.88^{cd}	3.21^{cd}
ทำความสะอาดหลังใช้งาน	3.45^{ab}	5.12^{bc}	3.36^{abc}	3.83^{bc}
หลังฆ่าเชื้อ	2.16^{d}	2.69^{d}	2.34^{d}	2.81^{d}

* ตัวอักษร ^{a,b,c,d} ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ผลการทดลองในตารางที่ 4.3 แสดงว่าปริมาณยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าในสภาวะต่าง ๆ กันทั้ง 4 สภาวะ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่าการใช้สารละลาย QUATS สามารถลดปริมาณเชื้อยีสต์และรา และเชื้อ TPC ที่หลงเหลืออยู่บนสายพานผ้าได้ระดับหนึ่งคือ 2.16 log cfu/51.8 cm^2 และ 2.69 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ และอยู่ในมาตรฐานเกณฑ์ที่กำหนด คือ น้อยกว่า 2.47 cfu/51.8 cm^2 และ 3.00 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการทดลองในแต่ละสภาวะพบว่าปริมาณเชื้อยีสต์และราและ TPC หลังฆ่าเชื้อกับทำความสะอาดหลังใช้งานจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงว่าการใช้สารฆ่าเชื้อสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของอุปกรณ์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะที่ไม่ใช้สารฆ่าเชื้อ

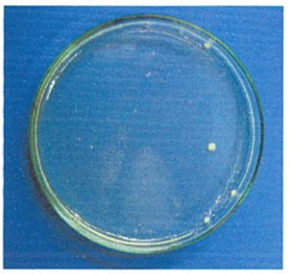
ภาพที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm พบว่า ปริมาณเชื้อยีสต์และราก่อนการฆ่าเชื้อเฉลี่ย 2.6×10^3 cfu/51.8 cm^2 และหลังใช้สารฆ่าเชื้อเฉลี่ย 1.4×10^2 cfu/51.8 cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก่อนฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-2})

($2.6x10^3$ cfu/ 51.8 cm^2)

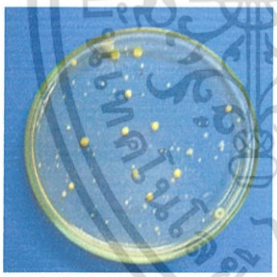


หลังฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-1})

($1.4x10^2$ cfu/51.8 cm^2)

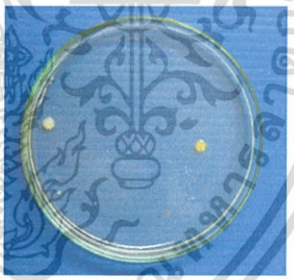
ภาพที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm

ภาพที่ 4.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm พบว่า ปริมาณเชื้อ TPC ก่อนการฆ่าเชื้อเฉลี่ย $1.8x10^4$ cfu/ 51.8 cm^2 และหลังการใช้สารฆ่าเชื้อเฉลี่ย $6.5x10^2$ cfu/51.8 cm^2



ก่อนฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-3})

($1.8x10^4$ cfu/51.8 cm^2)



หลังฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-2})

($6.5x10^2$ cfu/ 51.8 cm^2)

ภาพที่ 4.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานผ้าด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm

ส่วนกรณีของสายพานสแตนเลส จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 แสดงว่าปริมาณยีสต์และรา และ TPC ของสายพานสแตนเลสทั้ง 4 สภาวะ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบสภาวะทำความสะอาดหลังใช้งานกับสภาวะหลังฆ่าเชื้อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ซึ่งปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC หลังการใช้สารฆ่าเชื้อ ลดลงเป็น 2.34 log cfu / 51.8 cm^2 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.81 log cfu/ 51.8 cm^2 ตามลำดับ

ดังนั้นจากผลการทดลองใช้สารละลาย QUATS พบว่าสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่บนสายพานสแตนเลสได้ระดับหนึ่ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้สารฆ่าเชื้อ จะไปมีผลต่อการทำลายเซลล์จุลินทรีย์บนผิวอุปกรณ์และเครื่องมือ โดยจะไปมีผลต่อการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์จุลินทรีย์

ภาพที่ 4.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm พบว่า ปริมาณเชื้อยีสต์และราก่อนการฆ่าเชื้อเฉลี่ย 4.5x10^3 log cfu/ 51.8 cm^2 และหลังใช้สารฆ่าเชื้อเฉลี่ย 1.5x10^2 log cfu/ 51.8 cm^2

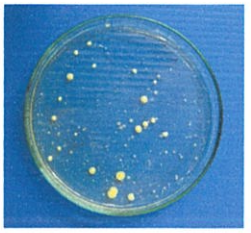
ก่อนฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-2}) หลังฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-1})

(4.5x10^3 cfu/ 51.8 cm^2) (1.5x10^2 cfu/ 51.8 cm^2)

ภาพที่ 4.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อยีสต์และราก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm

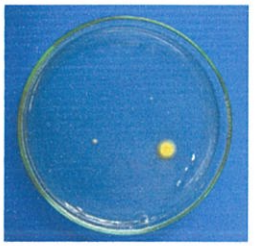
ภาพที่ 4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm พบว่า ปริมาณ TPC ก่อนการฆ่าเชื้อเฉลี่ย 1.8x10^3 cfu/51.8 cm^2 และหลังใช้สารฆ่าเชื้อเฉลี่ย 4.0x10^2 cfu/ 51.8 cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก่อนฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-1})

($1.8x10^3$ cfu/ 51.8 cm^2)



หลังฆ่าเชื้อ (ที่ 10^{-2})

($4.0x10^2$ cfu/51.8 cm^2)

ภาพที่ 4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อบนสายพานสแตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองในตารางที่ 4.3 จะพบว่า ปริมาณเชื้อ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส มีความแตกต่างกันคือ ปริมาณ TPC ของสายพานผ้าจะมีค่าสูงกว่าสายพานสแตนเลส อธิบายได้ว่าคุณสมบัติและคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่แตกต่างกันจะมีผลต่อการความสะอาดและฆ่าเชื้อ โดยเฉพาะเมื่อมีการหลงเหลือของสารประเภทอินทรีย์ เช่น แป้ง ไขมัน เป็นต้น ซึ่งมีโอกาสสะสมอยู่ตามเส้นใยของผ้าได้ ทำให้มีโอกาสในการเพิ่มจำนวนและมีอยู่ในอุปกรณ์ได้ ส่วนสายพานสแตนเลสมีลักษณะเป็นชี่ ง่ายต่อการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ และไม่เป็นแหล่งการสะสมของสารอินทรีย์ ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มจำนวนและการมีอยู่ของเชื้อจุลินทรีย์บนอุปกรณ์น้อยกว่าสายพานผ้า ในส่วนของปริมาณเชื้อยีสต์และราของสายพานผ้าและสายพาน-สแตนเลส ไม่ความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

ทั้งนี้จากผลการทดลองและวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 พบว่าการใช้สารฆ่าเชื้อสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับการทำความสะอาดเพียงอย่างเดียว ซึ่งในการทดลองต่อไป ผู้วิจัยจะศึกษาถึงชนิดของสารฆ่าเชื้อและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการนำไปใชในแต่ละอุปกรณ์

จากการทดลองศึกษาผลของการเลือกใช้สารฆ่าเชื้อและระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อที่เหมาะสมเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ว่ามีผลต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของอุปกรณ์ /เครื่องมือหรือไม่ ซึ่งในตารางที่ 4.4 และ ตารางที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบการใช้สารฆ่าเชื้อ 2 ประเภท คือสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์และสารละลาย QUATS ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการลดปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส

ความเข้มข้นสารละลายโซเดียม-ไฮโปคลอไรท์	สายพานผ้า		สายพานสแตนเลส	
	ยีสต์และรา log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC log cfu/51.8 cm^2	ยีสต์และรา log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC log cfu/51.8 cm^2
100 ppm	3.60^{ab}	5.65^{a}	3.14^{ns}	3.54^{abc}
200 ppm	3.36^{bc}	4.23^{bc}	3.01^{ns}	3.45^{bc}
600 ppm	2.72^{cd}	3.56^{c}	3.00^{ns}	3.31^{cd}
1000 ppm	2.54^{d}	2.69^{d}	2.31^{ns}	2.90^{d}

* ตัวอักษร ^{a,b,c,d} ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

* ตัวอักษร ^{ns} ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ผลการทดลองในตารางที่ 4.4 แสดงว่า การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันเพื่อลดปริมาณยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าหลังการฆ่าเชื้อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทั้งนี้เนื่องจากระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อที่เพิ่มมากขึ้นจะมีผลต่อการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่าและจากการเปรียบเทียบผลของการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm 200 ppm และ 600 ในการลดปริมาณเชื้อยีสต์และรา พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และไม่สามารถลดปริมาณยีสต์และรา ของสายพานผ้าให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนดได้ คือ 2.47 log cfu/ 51.8 cm^2 ส่วนสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 600 ppm และ 1000 ppm พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และไม่สามารถลดปริมาณยีสต์และราของสายพานผ้าให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนดได้ คือ 2.72 log cfu/ 51.8 cm^2 และ 2.54 log cfu/ 51.8 cm^2 ตามลำดับ เช่นเดียวกัน ซึ่งเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.47 log cfu/ 51.8 cm^2 และเมื่อพิจารณาผลของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ppm และ 1000 ppm ต่อการลดปริมาณเชื้อ TPC พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ได้ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด คือ 2.69 log cfu/51.8 cm^2 ซึ่งเกณฑ์ที่กำหนดคือ 3.00 log cfu/51.8 cm^2

กรณีของผลการเปรียบเทียบการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ในการลดปริมาณเชื้อยีสต์และราบนสายพานสแตนเลส พบว่า ปริมาณยีสต์และรา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่พบว่า สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถ ปริมาณเชื้อยีสต์และราให้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.31 log cfu/51.8 cm^2 ส่วนการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm 200 ppm 600 ppm และ 1000 ppm ในการลดปริมาณเชื้อ TPC มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 600 ppm และ 1000 ppm พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอ-ไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.90 log cfu/51.8 cm^2 ซึ่งเกณฑ์ที่กำหนดคือ 3.00 log cfu/51.8 cm^2

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.4 สรุปได้ว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ของ สายพานผ้า ให้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 3.00 log cfu/51.8 cm^2 แต่ไม่สามารถลดปริมาณเชื้อยีสต์และราของสายพานผ้าให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดได้ ในกรณีของสายพานสแตนเลส พบว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC ให้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.31 log cfu / 51.8 cm^2 และ 2.90 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ ซึ่งมาตรฐาน คือไม่มากกว่า 2.47 log cfu / 51.8 cm^2 และ 3.00 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ

ทั้งนี้จากผลการทดลอง อธิบายได้ว่าสารฆ่าเชื้อในระดับความเข้มข้นเดียวกันจะมีผลต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติและลักษณะของอุปกรณ์/เครื่องมือที่แตกต่างกัน ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น เป็นต้น

ผลการทดลองในตารางที่ 4.5 ศึกษาการใช้สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการลดปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบการใช้สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ในการลดปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส

ความเข้มข้นของสารละลาย QUATS	สายพานผ้า		สายพานสแตนเลส	
	ยีสต์และรา* log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2	ยีสต์และรา* log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2
200 ppm	2.96^{a}	4.68^{b}	3.14^{ns}	3.29^{ns}
400 ppm	2.49^{bc}	5.42^{ab}	3.23^{ns}	3.79^{ns}
600 ppm	2.42^{c}	3.39^{cd}	3.11^{ns}	3.14^{ns}
1000 ppm	2.16^{d}	2.69^{d}	2.34^{ns}	2.81^{ns}

* ตัวอักษร ^{a,b,c,d} ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

* ตัวอักษร ^{ns} ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในตารางที่ 4.5 สรุปได้ว่าปริมาณยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าหลังการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ด้วยสารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และพบว่าการลดปริมาณเชื้อยีสต์และราด้วยสารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้นที่ 400 ppm และ 600 ppm ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่สารละลาย QUATS ที่ระดับ 600 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อยีสต์และราต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 2.42 log cfu / 51.8 cm^2 เช่นเดียวกับการใช้สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อยีสต์และราของสายพานผ้าให้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 2.16 log cfu / 51.8 cm^2 ในกรณีของการใช้สารละลาย QUATS 200 ppm และ 400 ppm ในการลดปริมาณเชื้อ TPC พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และไม่สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนการใช้สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 600 ppm และ 1000 ppm พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่สารละลาย QUATS 1000 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.69 log cfu/ 51.8 cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจากผลการทดลองในตารางที่ 4.5 พบว่าสารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 600 และ1000 ppm สามารถลดปริมาณยีสต์และราของสายพานผ้า ให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด และสารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถลดปริมาณ TPC ให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด และเมื่อเปรียบเทียบผลของการใช้สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันบนสายพานสแตนเลส พบว่า ปริมาณยีสต์และรา และ TPC ของสายพานสแตนเลสหลังการฆ่าเชื้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถลดปริมาณยีสต์และรา และ TPC ของสายพานสแตนเลสได้ตามมาตรฐานที่กำหนด คือ 2.34 log cfu/51.8 cm^2 และ 2.81 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ

จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น วิเคราะห์ได้ว่า ระดับความเข้มข้นของสารละลาย QUATS มีผลต่อการลดปริมาณเชื้อยีสต์และราของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส ทั้งนี้เนื่องด้วยคุณสมบัติของสารละลาย QUATS ที่มีต่ออุปกรณ์แต่ละชนิดที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อการยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ตลอดจนปัจจัยต่าง ๆ เช่น คุณลักษณะของอุปกรณ์ ระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ คุณสมบัติของสารฆ่าเชื้อ เป็นต้น ซึ่งมีผลต่อการทำลายและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของเซลล์จุลินทรีย์ที่มากน้อยต่างกัน

ดังนั้นจากผลการทดลองในตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 สรุปได้ว่า สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนดได้ คือ น้อยกว่า 2.47 log cfu/51.8 cm^2 และ 3.00 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ ส่วนสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 1000 ppm ไม่สามารถลดปริมาณเชื้อยีสต์และราของสายพานผ้าให้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้สารละลาย QUATS 1000 ppm ในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของเชื้อสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส

4.2 การศึกษาระยะเวลาก่อนการใช้งานของอุปกรณ์สายพานผ้าและสายพานสแตนเลสที่เหมาะสมหลังจากการฆ่าเชื้อ

ในกระบวนการผลิตสินค้า การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ มีความสำคัญและจำเป็นต่อกระบวนการผลิตสินค้า ซึ่งหลังจากการฆ่าเชื้ออุปกรณ์/เครื่องมือแล้ว การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์จะดำเนินต่อไปตามระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องด้วยปัจจัยต่างๆ เช่น เวลา สภาพแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อหลังจากการฆ่าเชื้ออุปกรณ์/เครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงมีความสำคัญเช่นเดียวกัน วัตถุประสงค์การทดลองและวิจัยดังกล่าว เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการนำอุปกรณ์/เครื่องมือ ดังกล่าวมาใช้งานในกระบวนการผลิตต่อไปโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อใหม่ เพื่อลดขั้นตอนการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ

จากการทดลองเลือกสารฆ่าเชื้อที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส ซึ่งสารฆ่าเชื้อที่ให้ผลในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับมาตรฐานที่กำหนดคือ สารละลาย QUATS 1000 ppm ดังนั้นในการทดลองนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาระยะเวลาหลังการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมของสารละลาย QUATS 1000 ppm ในการใช้งานครั้งต่อไป โดยศึกษาระยะเวลาหลังการฆ่าเชื้อที่ 10 15 และ 20 ชั่วโมง

ผลการทดลองในตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC หลังจากการฆ่าเชื้อของสายพานผ้าในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กัน ด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm ดังนี้ คือ

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC หลังจากการฆ่าเชื้อสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm ในชั่วโมงต่าง ๆ กัน

ระยะเวลาก่อนใช้งาน (ชั่วโมง)	สายพานผ้า		สายพานสแตนเลส	
	ยีสต์และรา* log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2	ยีสต์และรา* log cfu/51.8 cm^2	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2
หลังฆ่าเชื้อ (ชั่วโมงที่ 0)	2.16^{d}	2.69^{d}	2.34^{d}	2.81^{d}
ชั่วโมงที่ 10	2.47^{c}	2.93^{cd}	2.37^{cd}	2.88^{cd}
ชั่วโมงที่ 15	2.80^{b}	3.04^{bd}	2.68^{b}	2.98^{bcd}
ชั่วโมงที่ 20	3.20^{a}	3.66^{a}	2.93^{a}	3.18^{abc}

* ตัวอักษร ^{a,b,c,d} ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ผลการทดลองในตารางที่ 4.6 พบว่า ปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC หลังจากการฆ่าเชื้อสายพานผ้า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คือ 2.16 log cfu/ 51.8 cm^2 และ 2.69 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ และจากการตรวจสอบผลของการใช้สารละลาย QUATS 1000 ppm ในการฆ่าเชื้อสาย-พานผ้าเมื่อทิ้งไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ พบว่าปริมาณยีสต์และรา และ TPC หลังการฆ่าเชื้อที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 15 และ 20 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนี้ คือ ปริมาณเชื้อยีสต์และรา ในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 คือ 2.47 log cfu/ 51.8 cm^2 2.80 log cfu/ 51.8 cm^2 และ 3.20 log cfu/ 51.8 cm^2 ตามลำดับและปริมาณ TPC ในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 คือ 2.93 log cfu/51.8 cm^2 3.04 log cfu/51.8 cm^2 และ 3.66 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ พบว่าหลังจากการฆ่าเชื้อใน ชั่วโมงที่ 10 ปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC ของสายพานผ้าอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดและในชั่วโมงที่ 15 และชั่วโมงที่ 20 ปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC มีอัตราการเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ภาพที่ 4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อยีสต์และรา หลังจากการฆ่าเชื้อสายพานผ้าด้วยสารละลาย QUATS 1000 ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กัน ดังนี้ คือปริมาณเชื้อยีสต์และรา ในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 มีการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ คือ 3.3×10^2 cfu/51.8 cm^2 8.5×10^2 cfu/51.8 cm^2 และ 3.1×10^3 cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ

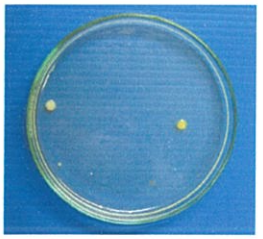
ชั่วโมงที่ 10 (10^{-2}) ชั่วโมงที่ 15 (10^{-2}) ชั่วโมงที่ 20 (10^{-2})

(3.3×10^2 cfu/51.8 cm^2) (8.5×10^2 cfu/51.8 cm^2) (3.1×10^3 cfu/51.8 cm^2)

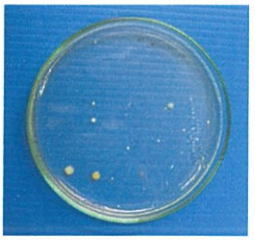
ภาพที่ 4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อยีสต์และราหลังจากการฆ่าเชื้อในระยะเวลาต่าง ๆ กันของสายพานผ้าด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm

ภาพที่ 4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อ TPC หลังจากการฆ่าเชื้อสายพานผ้าด้วยสารละลาย QUATS 1000 ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กัน ด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm ปริมาณเชื้อ TPC ในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 มีการเปลี่ยนแปลง ดังนี้คือ 8.5×10^2 cfu/ 51.8 cm^2 1.4×10^3 cfu/ 51.8 cm^2 และ 3.2×10^3 cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ

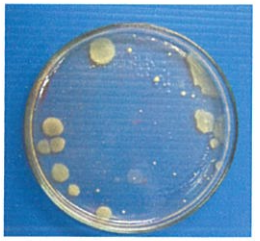
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชั่วโมงที่ 10 (10^{-2})
(8.5×10^2 cfu/51.8 cm^2)



ชั่วโมงที่ 15 (10^{-2})
(1.4×10^3 cfu/ 51.8 cm^2)



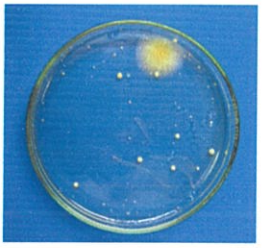
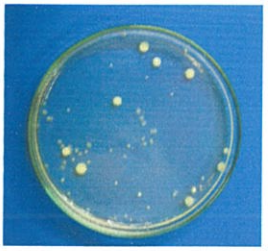
ชั่วโมงที่ 20 (10^{-2})
(3.2×10^3 cfu/ 51.8 cm^2)

ภาพที่ 4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อ TPC หลังการฆ่าเชื้อในระยะเวลาต่าง ๆ กันของสายพานผ้าด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm

ดังนั้นจากผลการทดลองอธิบายได้ว่า หลังจากการฆ่าเชื้อสายพานผ้า และตรวจสอบปริมาณเชื้อยีสต์และราและ TPC ในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 พบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์สูงขึ้นหลังจากการฆ่าเชื้อ แสดงว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นและสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ของอุปกรณ์และเครื่องมือ กรณีของการฆ่าเชื้อสายพานสแตนเลสปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC หลังจากการฆ่าเชื้อสายพานสแตนเลส อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คือ 2.34 log cfu/51.8 cm^2 และ 2.81 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ แต่เมื่อทิ้งไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ พบว่าปริมาณยีสต์และรา และ TPC หลังการฆ่าเชื้อที่ 10 15 และ 20 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนี้คือ ปริมาณเชื้อยีสต์และราในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 คือ 2.37 log cfu/51.8 cm^2 2.68 log cfu/ 51.8 cm^2 และ 2.93 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับและปริมาณ TPC ในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 คือ 2.88 log cfu/51.8 cm^2 2.98 log cfu/ 51.8 cm^2 และ 3.18 log cfu/ 51.8 cm^2 ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ สรุปได้ว่าหลังจากการฆ่าเชื้อใน ชั่วโมงที่ 10 ปริมาณเชื้อยีสต์และรา อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด ส่วนในชั่วโมงที่ 15 และชั่วโมงที่ 20 ปริมาณ TPC ของสายพานสแตนเลสอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด

ภาพที่ 4.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อยีสต์และรา หลังจากการฆ่าเชื้อสายพานสแตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กัน ปริมาณเชื้อยีสต์และรา ในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ คือ 2.7×10^2 cfu/ 51.8 cm^2 6.5×10^2 cfu/51.8 cm^2 และ 8.0×10^3 cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

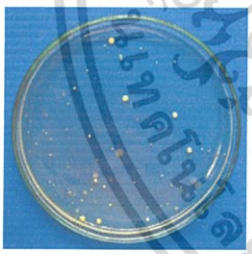



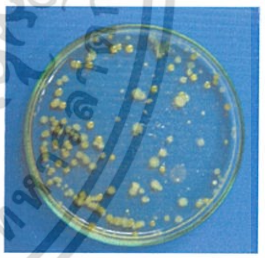
ชั่วโมงที่ 10 (10^{-1}) ชั่วโมงที่ 15 (10^{-1}) ชั่วโมงที่ 20 (10^{-1})

(2.7×10^2 cfu/ 51.8 cm^2) (6.5×10^2 cfu/51.8 cm^2) (8.0×10^2 cfu/51.8 cm^2)

ภาพที่ 4.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อยีสต์และราหลังการฆ่าเชื้อในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ของสายพานสแตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm

ภาพที่ 4.14 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TPC หลังจากการฆ่าเชื้อสายพานสแตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กัน ปริมาณเชื้อ TPC ในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ คือ 8.4×10^2 cfu/ 51.8 cm^2 8.8×10^2 cfu/ 51.8 cm^2 และ 1.0×10^3 cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ





ชั่วโมงที่ 10 (10^{-1}) ชั่วโมงที่ 15 (10^{-1}) ชั่วโมงที่ 20 (10^{-1})

(8.4×10^2 cfu/ 51.8 cm^2) (8.8×10^2 cfu/ 51.8 cm^2) (1.0×10^3 cfu/51.8 cm^2)

ภาพที่ 4.14 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเชื้อ TPC หลังการฆ่าเชื้อในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ของสายพานสแตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm

จากผลการทดลองดังกล่าวอธิบายได้ว่า หลังจากการฆ่าเชื้อสายพานสแตนเลส และตรวจสอบปริมาณเชื้อยีสต์และรา และเชื้อ TPC ในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 พบว่า หลังการฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้น ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จะมีแนวโน้มสูงขึ้นหลังจากการฆ่าเชื้อ แสดงว่าระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นและสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น อุณหภูมิ การหลงเหลืออยู่ของเชื้อจุลินทรีย์บนอุปกรณ์/เครื่องมือ เวลา และปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของจุลินทรีย์ ทั้งนี้การใช้สารฆ่าเชื้อสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ช่วงเวลาหนึ่ง ขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์/เครื่อง และปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของเชื้อ จุลินทรีย์

ข้อมูลในตารางที่ 4.7 แสดงอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC หลังจากการฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กัน คือ 10 ชั่วโมง 15 ชั่วโมง และ 20 ชั่วโมงของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลส

ตารางที่ 4.7 แสดงอัตราการเพิ่มของปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC หลังจากการฆ่าเชื้อในระยะเวลาต่าง ๆ กัน (10 ชั่วโมง 15 ชั่วโมง และ 20 ชั่วโมง) ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm

สภาวะหลังฆ่าเชื้อ (ชั่วโมง)	สายพานผ้า		สายพานสแตนเลส	
	อัตราการเพิ่มยีสต์และรา (ร้อยละ)	อัตราการเพิ่มจำนวน TPC (ร้อยละ)	อัตราการเพิ่มยีสต์และรา (ร้อยละ)	อัตราการเพิ่มจำนวน TPC (ร้อยละ)
ชั่วโมงที่ 10	3.78	8.52	3.04	2.49
ชั่วโมงที่ 15	17.64	12.60	16.52	6.04
ชั่วโมงที่ 20	34.45	35.55	27.39	13.16

ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.7 แสดงอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อยีสต์และรา และปริมาณ TPC ของสายพานผ้าเมื่อทิ้งไว้หลังการฆ่าเชื้อ 10 ชั่วโมง 15 ชั่วโมง และ 20 ชั่วโมง ด้วยสารละลาย QUATS 1000 ppm ซึ่งจากข้อมูลที่แสดงในตาราง พบว่า ชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 ปริมาณเชื้อยีสต์และรา มีอัตราการเพิ่ม 3.78 % 17.64 % และ 34.45 % ตามลำดับ และในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 ปริมาณเชื้อ TPC มีอัตราการเพิ่ม 8.52 % 12.60 % และ 35.55 % ตามลำดับ กรณีของสายพานสแตนเลสอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อยีสต์และรา และปริมาณ TPC เมื่อทิ้งไว้หลังการฆ่าเชื้อ 10 ชั่วโมง 15 ชั่วโมง และ 20 ชั่วโมง ด้วยสารละลาย QUATS 1000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ppm มีอัตราการเพิ่ม 3.04 % 16.52 % และ 27.39 % ตามลำดับ และในชั่วโมงที่ 10 15 และ 20 ปริมาณเชื้อ TPC มีอัตราการเพิ่ม 2.49% 6.04 % และ 13.16 % ตามลำดับ

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่าระยะเวลาหลังการฆ่าเชื้อที่เพิ่มขึ้น ปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต เช่น อุณหภูมิ เวลา เป็นต้น และจาก และพบว่าอัตราแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อ TPC ของสายพานผ้าจะสูงกว่าของสายพานสแตนเลส ซึ่งอธิบายได้ว่าจากคุณลักษณะของสายพานผ้า ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นใย มีรูพรุน โอกาสในการสะสมของสิ่งสกปรก เช่น โปรตีน แป้ง ไขมัน เป็นต้น สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสายพานสแตนเลส รวมถึงขั้นตอนในการทำความสะอาดจะยากกว่าเมื่อเทียบกับสายพานสแตนเลสซึ่งมีลักษณะเป็นซี่ ผิวเรียบ ส่วนอัตราแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของเชื้อยีสต์และรา ของสายพานผ้าและสายพานสแตนเลสใกล้เคียงกัน

สรุปได้ว่าสารฆ่าเชื้อสามารถออกฤทธิ์ได้ช่วงระยะเวลาหนึ่งหลังจากการฆ่าเชื้อ คือไม่เกิน 10 ชั่วโมง ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของอุปกรณ์ /เครื่องจักร ซึ่งเมื่อระยะเวลาหลังการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์จะสูงขึ้น ดังนั้นก่อนการนำอุปกรณ์มาใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป ควรพิจารณาการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ กรณีไม่มีการใช้งานหลังจาก 10 ชั่วโมง เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อนการใช้อุปกรณ์ /เครื่องมือในการผลิตผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ควรพิจารณาปัจจัยหลาย ๆ ประการเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ประสิทธิภาพในการทำความสะอาด เช่น วิธีการทำความสะอาด ปริมาณเริ่มต้นของเชื้อจุลินทรีย์ เป็นต้น

4.3 การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อที่ใช้ฆ่าเชื้อที่มือของพนักงาน โดยศึกษาชนิดของสารฆ่าเชื้อที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆกันและเวลาในการสัมผัสที่เหมาะสม

กระบวนผลิตสินค้าประเภทเบเกอรี่ ซึ่งในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตใช้มือพนักงานในการสัมผัสกับวัตถุดิบโดยตรง ดังนั้นโอกาสในการเกิดการปนเปื้อนข้ามอันเนื่องมากจากบุคคลากรที่ปฏิบัติงานจึงอาจเกิดขึ้นได้ โรงงานจะต้องมีมาตรการการป้องกันปัญหาดังกล่าวที่อาจจะเกิดขึ้น การอบรมและแนะนำให้พนักงานรักษาสุขลักษณะส่วนบุคคลจึงเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นต่อการปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งหนึ่งในขั้นตอนที่สำคัญและจำเป็นต่อการปฏิบัติงานดังกล่าว คือขั้นตอนการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่มือพนักงานก่อนการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยได้ศึกษาและทดลองให้พนักงานล้างมือ โดยศึกษาทั้งก่อนการล้างมือและหลังการล้างมือโดยไม่ใช้สารฆ่าเชื้อ พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในระดับที่เกินจากค่ามาตรฐาน ดังที่แสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงาน ก่อนและหลังการฆ่าเชื้อที่มือ และอัตราการลดลงของเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ก่อนและหลังการล้างมือ

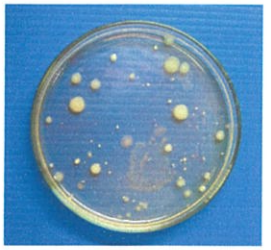
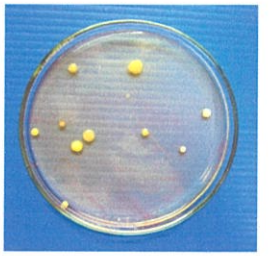
สภาวะที่ศึกษา	ก่อนการล้างมือ	หลังการล้างมือ	อัตราการลดลง (%)
จำนวน TPC log cfu/ 51.8 cm^2	3.59	2.95	17.82
Staph. aureus ร้อยละ(N=56) *	26.78	8.92	66.69

* จากการสุ่มตรวจพนักงาน 56 คน อ้างอิง ICMSF (1986)

ผลการทดลองและวิเคราะห์ในตารางที่ 4.8 พบว่า ก่อนและหลังการล้างมือ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และ *Staph. aureus* เกินกำหนดจากค่ามาตรฐาน มีค่าดังนี้ คือ ปริมาณเชื้อ TPC ก่อนล้างมือ คือ 3.59 log cfu/51.8 cm^2 หลังล้างมือ 2.95 log cfu/51.8 cm^2 ลดลง 17.82 % ส่วนร้อยละของการพบเชื้อ *Staph. aureus* ก่อนล้างมือ 26.78 % หลังล้างมือ 8.92 % ลดลง 66.69 %

ภาพที่ 4.15 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อ TPC ที่มือพนักงานก่อนล้างมือ หลังการล้างมือ และหลังการฆ่าเชื้อ ด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm มีค่าดังนี้คือ 1.07×10^8 cfu/51.8 cm^2 1.3×10^3 cfu/51.8 cm^2 8.8×10^2 cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนล้างมือ (10^{-6}) หลังการล้างมือ (10^{-1}) หลังฆ่าเชื้อ (10^{-2})

($1.07x10^{8}$ cfu/51.8 cm^{2}) ($1.3 x10^{3}$ cfu/51.8 cm^{2}) ($8.8 x10^{2}$ cfu/51.8 cm^{2})

ภาพที่ 4.15 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อ TPC ที่มือพนักงานก่อนล้างมือ หลังการล้างมือ และหลังการฆ่าเชื้อ ด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 4.8 สรุปได้ว่า การล้างมือเพียงอย่างเดียวโดยไม่ใช้สารฆ่าเชื้อ ไม่สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการเลือกใช้สารฆ่าเชื้อที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อที่มือพนักงานหลังจากการล้างมือ เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดการปนเปื้อนข้ามไปยังวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ได้และเพื่อสร้างความมั่นใจว่ากระบวนการผลิตสินค้าอยู่ภายใต้หลักเกณฑ์การจัดการสุขลักษณะที่ดีในการผลิตสินค้าเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

จากการทดลองการใช้สารฆ่าเชื้อเพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มือพนักงาน ผู้วิจัยได้ศึกษาและเลือกใช้สารฆ่าเชื้อที่เหมาะสมในการลดปริมาณเชื้อที่มือพนักงาน โดยสารดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้ ซึ่งเลือกใช้สารฆ่าเชื้อ 3 ชนิด คือ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ สารละลาย QUATS และแอลกอฮอล์ 70 % โดยมีระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการศึกษาการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ระดับความเข้มข้น 25 ppm 50 ppm และ 75 ppm เพื่อลดปริมาณเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ผลการวิเคราะห์ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการล้างมือและหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้นของสารละลาย	สภาวะ	เวลาสัมผัส (วินาที)	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2	*Staph. aureus*** ร้อยละ (N=4)
โซเดียมไฮโปคลอไรท์ 25 ppm	หลังล้างมือ	5	3.48 [a]	25
	หลังฆ่าเชื้อ		2.98 [b]	25
	หลังล้างมือ	10	3.45 [a]	25
	หลังฆ่าเชื้อ		2.96 [b]	25
โซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 ppm	หลังล้างมือ	5	3.83 [a]	50
	หลังฆ่าเชื้อ		3.04 [b]	0
	หลังล้างมือ	10	3.71 [a]	25
	หลังฆ่าเชื้อ		2.92 [b]	0
โซเดียมไฮโปคลอไรท์ 75 ppm	หลังล้างมือ	5	3.35 [a]	25
	หลังฆ่าเชื้อ		2.82 [b]	0
	หลังล้างมือ	10	3.50 [a]	0
	หลังฆ่าเชื้อ		2.73 [b]	0

* ตัวอักษร [a,b] ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

* * ตัวอย่างที่สุ่ม อ้างอิงตาม ICMSF (1986)

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองในตารางที่ 4.9 พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่ระดับความเข้มข้น 25 ppm 50 ppm และ 100 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 และ 10 วินาที เพื่อลดปริมาณเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* โดยเปรียบเทียบสภาวะหลังการล้างมือและหลังการฆ่าเชื้อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 25 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 และ 10 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด คือ 2.98 log cfu/ 51.8 cm^2 และ 2.96 log cfu/51.8 cm^2 แต่มีโอกาสพบ *Staph. aureus* สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 ppm ระยะเวลาสัมผัส 10 วินาทีสามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดได้คือ 2.92 log cfu/51.8 cm^2 และไม่พบ *Staph. aureus* สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 75 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 และ 10 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด คือ 2.82 log cfu/51.8 cm^2 และ 2.73 log cfu/51.8 cm^2 และไม่พบ *Staph. aureus*

ผลการทดลองในตารางที่ 4.9 แสดงว่าความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อและระยะเวลาสัมผัสมีผลต่อการยับยั้งหรือลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และจากผลการทดลองในตารางที่ 4.10 ซึ่งศึกษาการใช้สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm 150 ppm และ 200 ppm เพื่อลดปริมาณเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ผลการวิเคราะห์ ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการล้างมือและหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารสารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้นของสารละลาย	สภาวะ	เวลาสัมผัส (วินาที)	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2	*Staph. aureus*** ร้อยละ (N=4)
สารละลาย QUATS 100 ppm	หลังล้างมือ	5	3.52[a]	25
	หลังฆ่าเชื้อ		3.05[b]	25
	หลังล้างมือ	10	3.55[a]	25
	หลังฆ่าเชื้อ		2.90[b]	0
สารละลาย QUATS 150 ppm	หลังล้างมือ	5	3.59[a]	25
	หลังฆ่าเชื้อ		2.81[b]	0
	หลังล้างมือ	10	3.76[a]	25
	หลังฆ่าเชื้อ		2.88[b]	25
สารละลาย QUATS 200 ppm	หลังล้างมือ	5	3.66[a]	25
	หลังฆ่าเชื้อ		2.72[b]	0
	หลังล้างมือ	10	3.42[a]	25
	หลังฆ่าเชื้อ		2.66[b]	0

* ตัวอักษร [a,b] ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

* * ตัวอย่างที่สุ่ม อ้างอิงตาม ICMSF (1986)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.10 แสดงผลการใช้สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm 150 ppm และ 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 และ 10 วินาที เพื่อลดปริมาณเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ที่มือของพนักงาน โดยเปรียบเทียบสภาวะหลังการล้างมือและหลังการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฆ่าเชื้อ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนี้คือ สารละลาย QUATS 150 ppm ระยะเวลาสัมผัส 10 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้ คือ 2.8 log cfu/51.8 cm^2 แต่มีโอกาสพบ *Staph. aureus* สารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้ คือ 2.72 log cfu/51.8 cm^2 และ 2.66 log cfu/51.8 cm^2 และไม่พบ *Staph. aureus*

ส่วนข้อมูลการทดลองในตารางที่ 4.11 แสดงผลการทดลองและศึกษาการใช้แอลกอฮอล์ 70 % ในการลดปริมาณเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ดังนี้ คือ

ตารางที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการล้างมือและหลังการฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 %

ความเข้มข้นของสารละลาย	สภาวะ	เวลาสัมผัส (วินาที)	จำนวน TPC * log cfu/51.8cm^2	*Staph. aureus* ** ร้อยละ (N=4)
แอลกอฮอล์ 70 %	หลังล้างมือ	5	3.74^{ns}	25
	หลังฆ่าเชื้อ		3.57^{ns}	25
	หลังล้างมือ	10	3.82^{ns}	25
	หลังฆ่าเชื้อ		3.37^{ns}	0

* ตัวอักษร ^{ns} ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

* * ตัวอย่างที่สุ่ม อ้างอิงตาม ICMSF (1986)

จากข้อมูลผลการทดลองในตารางที่ 4.11 แสดงผลการใช้แอลกอฮอล์ 70 % ระยะเวลาสัมผัส 5 และ 10 วินาที เพื่อลดปริมาณเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ที่มือของพนักงาน โดยเปรียบเทียบสภาวะหลังล้างมือและหลังฆ่าเชื้อ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และไม่สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC และ มีโอกาสพบ *Staph. aureus* ได้

ดังนั้นจากผลการทดลองในตารางที่ 4.9 ตารางที่ 4.10 และตารางที่ 4.11 แสดงว่าการใช้สารฆ่าเชื้อสามารถลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติของสารฆ่าเชื้อ เนื่องจากสารฆ่าเชื้อจะไปมีผลต่อการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตและการทำงานของเอนไซม์ของเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้เชื้อจุลินทรย์บางชนิดไม่สามารถเจริญและเหลือรอดอยู่ได้ ทั้งนี้ควรพิจารณาชนิดของสารฆ่าเชื้อและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อให้ผลการฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพ ดังที่กล่าวข้างต้นว่าประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการสัมผัสกับสารฆ่าเชื้อด้วย ซึ่งในตารางที่ 4.12 แสดงการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน คือ 25 ppm 50 ppm และ 75 ppm ในการลดปริมาณเชื้อ TPC และ เชื้อ *Staph. aureus* โดยใช้ระยะเวลาในการสัมผัสสารฆ่าเชื้อ 5 วินาทีและ 10 วินาที ตามลำดับ ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที

ความเข้มข้นของสารละลาย	เวลาสัมผัส (วินาที)	จำนวน TPC* log cfu/ 51.8 cm^2	*Staph. aureus*** ร้อยละ (N=4)
โซเดียมไฮโปคลอไรท์ 25 ppm	5	2.98 ns	25
	10	2.96 ns	25
โซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 ppm	5	3.04 ns	0
	10	2.92 ns	0
โซเดียมไฮโปคลอไรท์ 75 ppm	5	2.82 ns	0
	10	2.73 ns	0

* ตัวอักษร ns ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

* * ตัวอย่างที่สุ่ม อ้างอิงตาม ICMSF (1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.12 พบว่า การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่ระดับความเข้มข้น 25 ppm 50 ppm และ 75 ppm ระยะเวลาการสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์คุณภาพที่กำหนด พบว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดได้ คือ 2.92 log cfu/51.8 cm^2 และไม่พบ *Staph. aureus* ส่วนสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 75 ที่ระยะเวลาในการสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดได้ คือ 2.82 log cfu/51.8 cm^2 และ 2.73 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ และไม่พบ *Staph. aureus*

ในกรณีของการใช้สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน คือ 100 ppm 150 ppm และ 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาทีและ 10 วินาที เพื่อลดปริมาณเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ผลการทดลองแสดงในตาราง 4.13 ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที

ความเข้มข้นของสารละลาย	เวลาสัมผัส (วินาที)	จำนวน TPC* log cfu/ 51.8 cm^2	*Staph. aureus*** ร้อยละ (N=4)
สารละลาย QUATS 100 ppm	5	3.05 ns	25
	10	2.90 ns	0
สารละลาย QUATS 150 ppm	5	2.81 ns	0
	10	2.88 ns	25
สารละลาย QUATS 200 ppm	5	2.72 ns	0
	10	2.66 ns	0

* ตัวอักษร ns ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

** ตัวอย่างที่สุ่ม อ้างอิงตาม ICMSF (1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.13 พบว่า ระดับความเข้มข้นของสารละลาย QUATS 100 ppm 150 ppm และ 200 ppm ระยะเวลาการสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์คุณภาพที่กำหนด พบว่าสารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 5 และ 10 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดได้ คือ 2.72 log cfu/51.8 cm^2 และ 2.66 log cfu/51.8 cm^2 และไม่พบ *Staph. aureus*

กรณีของการใช้แอลกอฮอล์ 70 % ในการลดปริมาณเชื้อ TPC และ เชื้อ *Staph. aureus* ระยะเวลาในการสัมผัสสารฆ่าเชื้อ 5 วินาทีและ 10 วินาที ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.14 ดังนี้ คือ

ตารางที่ 4.14 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 % ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที

ความเข้มข้นของสารละลาย	เวลาสัมผัส (วินาที)	จำนวน TPC * log cfu/51.8 cm^2	*Staph. aureus* ** ร้อยละ (N=4)
แอลกอฮอล์ 70 %	5	3.57 ns	25
	10	3.37 ns	0

* ตัวอักษร ns ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

* * ตัวอย่างที่สุ่ม อ้างอิงตาม ICMSF (1986)

ผลการทดลองในตารางที่ 4.14 พบว่าการใช้แอลกอฮอล์ 70 % ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที ไม่สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด คือ 3.57 log cfu/51.8 cm^2 และ 3.37 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับและไม่สามารถลดเชื้อ *Staph.aureus* ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการทดลองในตารางที่ 4.12 4.13 และ 4.14 พบว่า ระยะเวลาสัมผัสสารฆ่าเชื้อประเภทต่าง ๆ ที่ 5 วินาที และ 10 วินาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % สรุปได้ว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 75 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 วินาที และ สารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที สามารถลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้

จากผลการวิเคราะห์และทดลองข้างต้น สรุปว่าสารละลาย QUATS มีประสิทธิภาพและความเหมาะในการนำไปใช้ลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งในส่วนของอุปกรณ์/เครื่องมือและมือพนักงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้สารละลาย QUATS ในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และเนื่องจากสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์จะมีกลิ่นแรง ไม่เป็นที่นิยมใช้อุปกรณ์ประเภทผ้า เพราะจะดูดกลิ่นได้ดี ซึ่งอาจจะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ได้และการเลือกใช้สารฆ่าเชื้อประเภทเดียวกันทั้งในส่วนของอุปกรณ์/เครื่องมือและมือพนักงานจะเหมาะสมในเรื่องของการควบคุมการใช้สารฆ่าเชื้อและต้นทุนของโรงงาน

4.4 การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อและระยะเวลาที่เหมาะสมในการล้างมือและฆ่าเชื้อของสารฆ่าเชื้อที่ได้จากการทดลอง โดยทำการล้างมือและฆ่าเชื้อทุก ๆ 1 ชั่วโมง ในชั่วโมงที่ 0 – ชั่วโมงที่ 4

ขั้นตอนการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตสินค้าประเภทเบเกอรี่ ช่วงระยะเวลาในการปฏิบัติงานที่ต่อเนื่องกันของพนักงาน โดยไม่มีการล้างมือและฆ่าเชื้อ อาจมีผลต่อการเพิ่มของเชื้อ - จุลินทรีย์ ก่อให้เกิดการปนเปื้อนเปื้อนข้ามหรือก่อให้เกิดอันตรายไปยังวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ได้ เนื่องด้วยสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต ดังนั้นการศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อและระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ เพื่อยับยั้งการเพิ่มปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่มือพนักงานจึงเป็นส่วนที่สำคัญในการควบคุมการปนเปื้อนข้ามได้และลดความเสี่ยงของอันตรายที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์

จากผลการทดลองข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้สารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที เนื่องจากระยะเวลาการสัมผัสที่ 5 วินาที และ 10 วินาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในการลดปริมาณเชื้อที่มือของพนักงาน ทั้งนี้ได้ศึกษาปริมาณเชื้อ TPC และ เชื้อ *Staph. aureus* ในสภาวะก่อนล้างมือและหลังล้างมือทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยศึกษาผลที่ 4 ชั่วโมงการทำงานที่ติดต่อกัน แสดงในตารางที่ 4.15 ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานก่อนการล้างมือและหลังการล้างมือในชั่วโมงที่ 0 – ชั่วโมงที่ 4 โดยล้างมือทุกชั่วโมง

ชั่วโมงที่	สภาวะ	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2	*Staph. aureus*** ร้อยละ (N=4)
0	ก่อนการล้างมือ	5.43[a]	75
	หลังการล้างมือ	3.43[b]	25
1	ก่อนการล้างมือ	5.55[a]	75
	หลังการล้างมือ	3.21[b]	25
2	ก่อนการล้างมือ	5.71[a]	75
	หลังการล้างมือ	3.30[b]	0
3	ก่อนการล้างมือ	6.61[a]	75
	หลังการล้างมือ	3.38[b]	0
4	ก่อนการล้างมือ	6.83[a]	75
	หลังการล้างมือ	3.15[b]	0

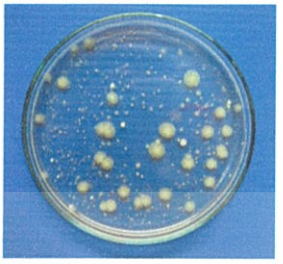
* ตัวอักษร [a,b] ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

* * ตัวอย่างที่สุ่ม อ้างอิงตาม ICMSF (1986)

ผลการทดลองในตารางที่ 4.15 พบว่าก่อนการล้างมือและหลังการล้างมือในชั่วโมงที่ 0 – ชั่วโมงที่ 4 ปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และก่อนการล้างมือมีโอกาสในการพบเชื้อ *Staph. aureus* ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการล้างมือจะช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้ในระดับหนึ่งแต่ยังไม่สามารถลดปริมาณเชื้อให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดได้

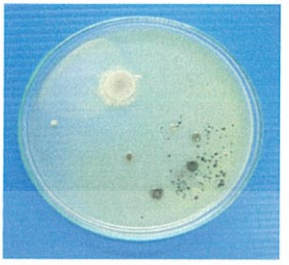
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.16 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ที่มือพนักงานก่อนการล้างมือ ดังนี้ คือ ปริมาณเชื้อ TPC คือ 2.32×10^6 cfu/51.8 cm^2 และพบ *Staph. aureus*



เชื้อ TPC (10^{-4})

(2.32×10^6 cfu/51.8 cm^2)



ลักษณะของโคโลนีของ *Staph. aureus*

ภาพที่ 4.16 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ที่มือพนักงานก่อนการล้างมือ

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าการล้างมือเพียงอย่างเดียวไม่สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ให้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดได้ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาปริมาณเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* หลังการล้างมือและฆ่าเชื้อทุก 1 ชั่วโมง ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.16 ซึ่งแสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที โดยล้างมือและฆ่าเชื้อทุก ๆ 1 ชั่วโมง ดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที โดยล้างมือและฆ่าเชื้อทุก ๆ 1 ชั่วโมง

สภาวะ	ชั่วโมงที่	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2	*Staph. aureus*** ร้อยละ (N=4)
หลังการฆ่าเชื้อที่มือ	0	2.91 ns	0
หลังการฆ่าเชื้อที่มือ	1	2.87 ns	0
หลังการฆ่าเชื้อที่มือ	2	2.91 ns	0
หลังการฆ่าเชื้อที่มือ	3	2.77 ns	0
หลังการฆ่าเชื้อที่มือ	4	2.95 ns	0

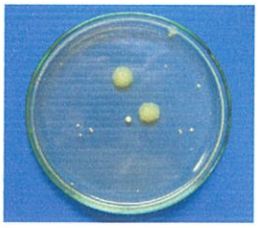
* ตัวอักษร ns ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

* * ตัวอย่างที่สุ่ม อ้างอิงตาม ICMSF (1986)

จากข้อมูลผลการทดลองในตารางที่ 4.16 พบว่า หลังการฆ่าเชื้อที่มือในชั่วโมงที่ 0 – ชั่วโมงที่ 4 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และไม่พบเชื้อ *Staph. aureus* ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้สารฆ่าเชื้อ สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ให้อยู่ในระดับที่กำหนดได้ ทั้งนี้เนื่องจากสารฆ่าเชื้อจะไปมีผลต่อการยับยั้งหรือทำลายเซลล์จุลินทรีย์ไม่ให้เพิ่มจำนวน

ภาพที่ 4.17 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ที่มือพนักงานหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm ดังนี้คือ ปริมาณเชื้อ TPC คือ 9.0×10^2 cfu/51.8 cm^2 และไม่พบ *Staph. aureus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (10^{-2})
(9.0×10^{2} cfu/51.8 cm^{2})

ลักษณะของโคโลนีของ *Staph. aureus*

ภาพที่ 4.17 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ที่มือพนักงานหลังการฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm

จากข้อมูลการทดลองข้างต้น พบว่า ในแต่ละสภาวะ คือ ก่อนล้างมือ หลังการล้างมือ และหลังการฆ่าเชื้อ จะมีผลต่อปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งแสดงว่า การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อจะมีผลต่อการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ได้ระดับหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น วิธีการทำความสะอาด ระยะเวลาในการสัมผัสกับสารฆ่าเชื้อ ระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ คุณลักษณะของสิ่งสกปรกที่อยู่บนมือ เป็นต้น ซึ่งในตารางที่ 4.17 แสดงปริมาณเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ที่มือพนักงาน เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในแต่ละสภาวะ คือ ก่อนล้างมือ หลังการล้างมือ และหลังการฆ่าเชื้อทุก 1 ชั่วโมงด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงาน เปรียบเทียบสภาวะก่อนการล้างมือ หลังการล้างมือ และหลังการฆ่าเชื้อ ทุก 1 ชั่วโมงด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที

ชั่วโมงที่	สภาวะ	จำนวน TPC* (log cfu/51.8 cm^2)	*Staph. aureus*** ร้อยละที่พบ(N=4)
0	ก่อนการล้างมือ	5.43 [a]	75
	หลังการล้างมือ	3.43 [bc]	25
	หลังการฆ่าเชื้อ	2.91 [c]	0
1	ก่อนการล้างมือ	5.55 [a]	75
	หลังการล้างมือ	3.21 [bc]	25
	หลังการฆ่าเชื้อ	2.87 [c]	0
2	ก่อนการล้างมือ	5.71 [a]	75
	หลังการล้างมือ	3.30 [bc]	0
	หลังการฆ่าเชื้อ	2.91 [c]	0
3	ก่อนการล้างมือ	6.61 [a]	75
	หลังการล้างมือ	3.38 [b]	0
	หลังการฆ่าเชื้อ	2.77 [c]	0
4	ก่อนการล้างมือ	6.83 [a]	75
	หลังการล้างมือ	3.15 [bc]	0
	หลังการฆ่าเชื้อ	2.95 [c]	0

* ตัวอักษร [a,b,c] ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

** ตัวอย่างที่สุ่ม อ้างอิงตาม ICMSF (1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.17 พบว่า ก่อนการล้างมือ หลังการล้างมือ และหลังการฆ่าเชื้อชั่วโมงที่ 0 – ชั่วโมงที่ 4 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และพบว่าหลังการล้างมือในชั่วโมงที่ 0 – 4 ปริมาณเชื้อ TPC เกินมาตรฐานที่กำหนด และมีโอกาสในการพบเชื้อ *Staph. aureus* ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารฆ่าเชื้อ พบว่าการใช้สารฆ่าเชื้อหลังการล้างมือ สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* ให้อยู่ในระดับที่กำหนดได้และไม่เกินจากเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

4.5 การศึกษาอัตราการเพิ่มของเชื้อจุลินทรีย์ที่มือของพนักงานที่ผ่านการล้างมือและประเมินความสะอาดที่มือพนักงาน เริ่มตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 – ชั่วโมงที่ 4 โดยไม่มีการล้างมือในชั่วโมงที่ 1 ถึงชั่วโมงที่ 4

เนื่องด้วยสภาพการทำงานในกระบวนการผลิตที่ติดต่อกัน 4 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้สารฆ่าเชื้อที่มือพนักงาน โดยไม่ผ่านการล้างมือในแต่ละชั่วโมง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่มือพนักงานในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน เริ่มตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 – ชั่วโมงที่ 4 และตรวจสอบปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในแต่ละช่วงเวลาว่ามีความแตกต่างหรือไม่อย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับการล้างมือก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อ ซึ่งในตารางที่ 4.18 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ที่มือของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อ ในชั่วโมงที่ 0 - ชั่วโมงที่ 4 โดยไม่ล้างมือก่อนการใช้ฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 แสดงปริมาณ TPC และ *Staph. aureus* ของพนักงานหลังการฆ่าเชื้อในชั่วโมงที่ 0 ถึง ชั่วโมงที่ 4 โดยไม่มีการล้างมือก่อนการฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที

สภาวะ	ชั่วโมงที่	จำนวน TPC* log cfu/51.8 cm^2	*Staph. aureus*** ร้อยละ (N=4)
หลังการฆ่าเชื้อ	0	2.87^{e}	0
หลังการฆ่าเชื้อ	1	4.17^{d}	25
หลังการฆ่าเชื้อ	2	4.40^{bcd}	50
หลังการฆ่าเชื้อ	3	4.38^{cd}	25
หลังการฆ่าเชื้อ	4	4.42^{abcd}	50

* ตัวอักษร ^{a,b,c,d} ที่เหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

* ตัวอย่างที่สุ่ม อ้างอิงตาม ICMSF (1986)

จากผลการทดลองที่แสดงในตาราง 4.18 พบว่า ปริมาณ TPC หลังการฆ่าเชื้อในชั่วโมงที่ 0 - ชั่วโมงที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ซึ่งการฆ่าเชื้อโดยไม่ผ่านการล้างมือ มีโอกาสในการพบเชื้อ TPC และ *Staph. aureus* เกินจากมาตรฐานที่กำหนด (ค่ามาตรฐานคือ เชื้อ TPC ไม่เกิน 3.0 log cfu/51.8 cm^2) ดังนี้ คือ 2.87 log cfu/51.8 cm^2 4.17 log cfu/ 51.8 cm^2 4.40 log cfu/51.8 cm^2 4.38 log cfu/ 51.8 cm^2 และ 4.42 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ และ พบมีโอกาสพบเชื้อ *Staph. aureus* ทั้งนี้จากผลการทดลองดังที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณเริ่มต้นของเชื้อ จุลินทรีย์ สารอินทรีย์ เช่น ไขมัน โปรตีน เป็นต้น ที่ตกค้างและหลงเหลืออยู่จะมีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ เพราะสารฆ่าเชื้อจะไปทำปฏิกิริยากับสิ่งที่ตกค้างและหลงเหลืออยู่ ทำให้การออกฤทธิ์ของสารฆ่าเชื้อลดลงและประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อที่ต่ำเช่นเดียวกัน ดังนั้น ก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อ จะต้องทำความสะอาดมือให้สะอาดก่อน เพื่อให้สารฆ่าเชื้อออกฤทธิ์ได้เต็มประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1.การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของอุปกรณ์/เครื่องมือ พบว่า สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ของ สายพานผ้า ให้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ น้อยกว่า 3.00 log cfu/51.8 cm^2 แต่ไม่สามารถลดปริมาณเชื้อยีสต์และราของสายพานผ้าให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดคือ น้อยกว่า 2.47 log cfu/ 51.8 cm^2 ในส่วนของสายพานสแตนเลส พบว่าสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC ให้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 2.47 log cfu/51.8 cm^2 และ 3.00 log cfu/51.8 cm^2 ตามลำดับ

2. การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของอุปกรณ์/เครื่องมือ พบว่าสารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 600 ppm และ 1000 ppm สามารถลดปริมาณยีสต์และราของสายพานผ้าให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด คือ น้อยกว่า 2.47 log cfu/51.8 cm^2 ส่วนสารละลาย QUATS 1000 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ของสายพานผ้าให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนดได้คือ น้อยกว่า 3.00 log cfu/51.8 cm^2

กรณีของการใช้สารละลาย QUATS ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของสายพานสแตนเลส พบว่าสารละลาย QUATS 1000 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อยีสต์และรา และ TPC ให้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.47 log cfu/51.8 cm^2 และ 3.00 log cfu/ 51.8 cm^2

3. เมื่อเปรียบเทียบการออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์หลังจากการทิ้งไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน พบว่า สารละลาย QUATS 1000 ppm สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้นานไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง ซึ่งทำให้สามารถใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ได้โดยไม่จำเป็นต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้อใหม่

4.สารฆ่าเชื้อแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ระดับความเข้มข้น ชนิดของอุปกรณ์ ประเภทของสิ่งสกปรก เป็นต้น ซึ่งข้อดีของสารละลาย คือ สามารถแทรกซึมผ่านพื้นที่ผิวที่มีรูพรุนได้และสารประเภทนี้ยังมีการตกค้างเหลือเป็นฟิล์มของสารนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนผิวของอุปกรณ์ ทำให้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนพื้นผิวได้นาน ซึ่งเมื่อเปรียบกับสารตัวอื่น นอกจากนี้การกัดกร่อนยังน้อยกว่าสารตัวอื่น ๆ และ QUATS เป็นสาร non-toxic ไม่ระเหยตัว ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาต่อระบบการหายใจ กรณีที่ใช้ความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นจะพบปัญหาเรื่องการเกิดฟองและเป็นเมือก ส่วนเรื่องการกัดกร่อน พบว่า สารละลาย QUATS จะมีผลต่อการกัดกร่อนวัสดุประเภท เหล็ก เหล็กชุบ และสแตนเลส บ้างเล็กน้อย แต่จะมีผลต่อการกัดกร่อนน้อยมากเมื่อใช้ในระยะเวลาการสัมผัสที่เหมาะสม หากจำเป็นต้องใช้สารละลาย QUATS ในการแช่อุปกรณ์ ควรเติมโซเดียมคาร์โบเนตหรือโซเดียมไนไตรท์ 5 กรัมต่อลิตร เพื่อป้องกันการกัดกร่อน

5.จากการทดลองใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ สารละลาย QUATS และแอลกอฮอล์ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มือพนักงาน จากการทดลอง พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 50 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้คือ น้อยกว่า 3.00 log cfu/51.8 cm^2 และไม่พบ *Staph. aureus* ส่วนสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 70 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้คือ น้อยกว่า 3.00 log cfu/51.8 cm^2 ไม่พบ *Staph. aureus*

ในกรณีของสารละลาย QUATS 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 วินาที และ 10 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ TPC ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้คือน้อยกว่า 3.00 log cfu/51.8 cm^2 และไม่พบ *Staph. aureus* ซึ่งข้อดีของสารละลาย QUATS คือ ระคายเคืองต่อผิวหนังน้อย ไม่มีกลิ่นและรสชาติใด ๆ มีความคงตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง pH หรือมีสิ่งสกปรกตกค้าง

ในส่วนของการใช้แอลกอฮอล์ 70 % ระยะเวลาสัมผัส 5 และ 10 วินาที พบว่า หลังการล้างมือและหลังการฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 % ปริมาณเชื้อ TPC เกินจากค่ามาตรฐานและยังมีโอกาสพบเชื้อ *Staph. aureus*

6.เมื่อเปรียบเทียบการใช้สารฆ่าเชื้อที่มือพนักงานโดยเปรียบเทียบระหว่างการล้างมือและไม่ล้างมือก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นก่อนใช้สารฆ่าเชื้อที่มือพนักงาน จะต้องทำความสะอาดมือก่อนการใช้สารฆ่าเชื้อ เนื่องจากสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่อยู่บนมือ เช่น ไขมัน โปรตีน และสิ่งสกปรกต่าง ๆ มีผลต่อการลดประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ทำให้สารฆ่าเชื้อไม่สามารถออกฤทธิ์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีโอกาสเจริญเติบโตและสร้างสารพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายกับผลิตภัณฑ์ได้และแสดงให้เห็นถึงการจัดการสุขลักษณะที่ไม่ดีของโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2524. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท**. กระทรวงสาธารณสุข ,นนทบุรี.

กระทรวงสาธารณสุข. 2534. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท**. กระทรวงสาธารณสุข ,นนทบุรี.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2544. **ความรู้เกี่ยวกับสารเคมี/จุลินทรีย์ในอาหารในโครงการสุขภาพดีเริ่มที่อาหารปลอดภัย**. กระทรวงสาธารณสุข ,นนทบุรี 13 น.

กองระบาดวิทยา. 2540 . สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค 2540. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข , กรุงเทพ ฯ. 382 น.

คนึงนิตย์ ทัพมงคล. 2524. "การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำยาคลอรีนต่อการลดปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียบนผักกาดหอม". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย , มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพ ฯ.

คมแข พิลาสมบัติ.2540. "การลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านขบวนการฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐานโดยการใช้สารละลายกรดแลกติคและคลอรีน". วิทยานิพนธ์สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ ฯ.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. **สรีระวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและอบรมการเกษตรแห่งชาติ , นครปฐม. 396 น.

ชุติมา วิไลพันธ์. 2545 " การพัฒนาน้ำยาฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนบนมือแบบสำเร็จรูปสำหรับผู้ประกอบการด้านอาหาร ".วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(จุลชีววิทยา) บัณฑิตวิทยาลัย , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ.

ดำรง ทิพย์โยธา . 2543 . **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย** SPSS for Window Version 9.0 โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , กรุงเทพ . 272 น.

บุษกร ปาละกูล.2536. "ประสิทธิภาพของคลอรีนไดออกไซด์ในการลดปริมาณ *S. typhimurium* ในกุ้งก่อนกระบวนการแช่เยือกแข็ง" .วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย ,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปิยาณี จันทปัญญาศิลป์. 2542. " ประสิทธิภาพของสารประกอบคลอรีนร่วมกับกรดอินทรีย์ในการลดปริมาณ *E. coli* ในผักสด ". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ.

ปรีชา ประเทพา. 2543. **สถิติสำหรับวิทยาศาสตรชีวภาพ**. โรงพิมพ์ศิริภัณฑ์ ออฟเซต , ขอนแก่น. 184 น.

พงษ์เทพ วิไลพันธ์.2540 . **จุลชีววิทยาประมง** : ห้องปฏิบัติการและวิธีการตรวจวิเคราะห์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพ ฯ. 152 หน้า.

รุ่งทิวา อิศรางพร . 2541 "การเพิ่มประสิทธิภาพของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ในการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella* Typhimurium ".วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .กรุงเทพ ฯ.

ศิวาพร ศิวเวช. 2536. **การสุขาภิบาลโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 4 ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.New Touch Media Coporation. กรุงเทพ ฯ. 367 น.

สุภาวดี ตั้งจิตร.2543. " ผลของสารฆ่าเชื้อประเภทคลอรีนต่อการบาดเจ็บของ *S. typhimurium* ". วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพ ฯ.

สุภัทราพร มหาแก้ว.2536. "ประสิทธิภาพของคลอรีนไดออกไซด์ในการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella typhimurium* ในกระบวนการผลิตไก่แช่เยือกแข็ง".วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต .สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพ ฯ.

สุวิมล กีรติพิบูล.2543. **ระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัย. เล่ม 1** จัดทำโดยศูนย์โทรศึกษาและการฝึกอบรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 133 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสากรรม. 2538. **มอก.742-2538 เรื่องขนมปังกรอบ**.สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรุงเทพ ฯ11 น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2542. **คู่มือการปฏิบัติด้านสุขลักษณะอาหาร**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรุงเทพ ฯ. 71 น.

Association of Official Analytical Chemist.1998. **Official Methods of Analysis , 16 th ed.**, Association of Official Chemists, Maryland USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Baker,J.C.1926. Chlorine in sewage and waste disposal, p.17. *Cited by* C.I. Wei,D.L. Cook and J.R. Kirk. Use of chlorine compounds in the food industry. **Food Technol.** 39(1) : 107-115.

Borgatta , L.,M. Fisher , and N. Robbins. 1989. Hand protection and protection from hands : Hand – washing , germicides and glove. **Woman & Health.** 15 : 77-92.

Bryan,F.L.,M.J. Fanelli and H. Riemann. 1979. ***Salmonella*** **infection** ,pp. 74-130.In H. Riemann and F.L. Bryan (eds.). Food-borne Infections and Intoxications. Academic Press ,Inc.,London.

Campers ,A.K. and G.A. McFeters.1979. **Chlorine injury and the enumeration of waterborne coliform bacteria.** Appl. Environ. Microbial.37 :633-641.

Casewell , M., and I. Phillips. 1977. Hands as route of transmission *of Klebsiella species* .**Brit. Med. J.** 2 : 1315 – 1317.

CDC. 1997. Outbreak of Staphylococal food poisoning associated with precooked ham-Florida 1997. **MMWR weekly** 46 (50) : 1189-1191.

Cheremisinoff ,N.P., P.N. Cheremisnoff and R.B. Trattner. 1981. **Chemical and Nonchemical Disinfection.** Ann Arbor Science Publishers ,Inc.,Michigan.172 p.

Coates , D.,D.N. Hutchinson , and F.J. Bolton. 1987. Survival of thermophilic *Campylobacter* on fingertips and their elimination by washing and Disinfection. **Epidem. Inf.** 99 : 265-274.

Concon,J.M. 1988. **Food Toxicology Part 2.** New York : Marecel Dekker .

Cords ,B.R. and G.R. Dychdala. 1993. **Sanitizers : halogens , surface-active agent, and peroxides** , pp. 469-537 .In P.M. Davidson and A.L. Branen (eds). Antimicrobials in Food. Marcel Dekker , Inc.,New York.

Crisley , F.D ., and M.J. Foter.1965. The use of antimicrobial soaps and detergent for hand washing in food service establishments. **J. Milk Food Technol.** 28: 278-284.

deWit, J.C. 1985. The importance of hand hygiene pratice :**A multidisciplinary** approach. J.

Doyle , M.P ., K.L. Ruoff ,M.pierson , W. Weinberg,B.Soule , and B.S. Michaels.2000. Reducing transmission of infectious agent in the home : Part 1 :Source of infection. **Dairy Food Environ. Sanit.** 20:330-337.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EI-Kest , S.E. and E.H. Marth.1988. Inactivation of *Listeria monocytogenes* by chlorine. **J. Food Prot.** 51 : 520-524.

Fair , G.M.,J.C. Morris,S.L.Chang, I. Wei and R.P. Burden. 1948.The behavior of chlorine as a water disinfectant , p.108. *Cited by* C.I. Wei , D.L. Cook and J.R.Kirk. Use of chlorine compounds in the food industry. **Food Technol.** 39(1) : 107-115 .

FDA.1993. HACCP. **Regulatory Food Applications in Retail Food Establishments.** Dept. of Health and Human Services. Division of Human Resource Development. HFC – 60 : Rockville , MD.

FDA.1997. **Food Code. U.S. Public Health Service** , U.S. Dept. of Health and Human Services. Food and Drug Administration. Pub . No. PB. 97-141204.

FDA.1999. **Food Code.** Food and Drug Administration, Bethesda ,MD.

Filho ,P.P.G., M. Stumpf , and C.L. Cardoso. 1985 . Survival of Gram-negative and Gram-positive bacteria artificially applied on the Hands. **J. Clin. Microbiol.** 21 : 552-653.

Foegeding ,P.M. 1983. Bacterial spore resistance to chlorine compounds. **Food Tech.** 37 :100-104.

Gardner ,J.F. and M.M. Peel.1991. **Introduction to Sterilization and Infection Control.** 2d ed., Churchill Livingstone ,New York. 264 p.

Gelinas ,P.,J. Goulet,G.M. Tastayre and G.A. Picard. 1984. Effect of temperature and contact timeon the activity of eight disinfectants a classification. **J. food Prot.** 47(11) : 841-847.

Green ,D.E. and P.K. Stumpf. 1946. **The mode of action of chlorine** , p.107.*Cited* by C.I. Wei ,D.L. Cook and J.R. Kirk. Use of chlorine compounds in the food industry. **Food Technol.** 39(1) : 107-115 .

Griffith ,C and Dillon M. (1999) . **How to clean** . M.D. Associates , UK.

Guthrie , R.K. 1983. **Food Sanitation.** 2d. ed., The AVI Publishing Company Inc.,Connecticut .326 p.

Helena ,R.L. 1993. Selective enterotoxin synthesis by *Staphylococcus aureus*. strains that produce more than one Enterotoxin. **J. Food Prot.** 56 (6,1993) : 538-540.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hong , W. and M.F. Slavik. 1998. Bacterial penetration into eggs washed with Various chemicals and stored at different temperature and times. **J. Food Prot.** 61 : 276-279.

Horwood ,M.P. and V.A. Minch. 1951. The numbers and types of bacteria found on the hands of food handlers. **Food Res.** 16 : 133-136.

ICMSF.1986 . **Microorganisms in Foods 2. Sampling for Microbiological Analysis : Principles and Specific Applications** , 2 nd ed. University ofToronto Press , Buffalo , NY.

IFT Food service Division : **Contamination Levels and Microbiological Control HACCP-TQM** .Technical Guidelines Retail and Foodservice Operation Section IV.

Ito , K .A. and M.L. Seeger. 1980. Effect of genmicide on microorganisms in can cooling waters. **J. Food Prot.** 43 : 484-487.

Kerr , K.G., D. Birkenhead , K. Seale , J. Major , and P.M. Hawkey. 1993.Prevalence of *Listeria spp.* On the hands of food workers. **J. Food Prot.** 56 : 525-527.

Knox,W.E.,P.K. Stumpf ,D.E. Green and U.H. Anerbach. 1948 . The Inhibition of sulfhydral enzymes as the basis of the batericidal action of chlorine.**J. Bacteriol.**55: 451.

Larson , E.L. 1985. Handwashing and skin physiological and bacteriologyic aspects. **Infect. Control.** 6 : 14-23.

Larson ,E.L.,K.J. McGinley,G.L. Grove ,J.J. Leyden ,and G.H. Tallbot. 1986. Physiological ,microbiological ,and seasonal effects of hand washing on the skin of Health care personel. Am. **J. Infect. Control.** 14:51-59.

Lentsch, S.1979. Santitizers for an effective cleaning program. **In Sanitation Notebook for the Seafood Industry,** ed. G.J. Flick et al., 77. Blacksburg ;Department of Food Science and Technology , Virginia Polytechnic Institute and State University.

Lowbury ,E.J.L.,H.A. Lilly, and J.P. Bull. 1963. Disinfection of hands : removal resident bacteria. **Brit.Med.J.** 1 : 1251-1256.

Lowbury ,E.J.L.,H.A. Lilly, and J.P. Bull. 1964. Disinfection of hands : removal of transient organisms. **Brit.Med.J.** 2 : 230-233.

Marriott,N.G. 1997.**Essentials of Food Sanitation** .International Thomson Publishing , Inc. New York USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Marriott,N.G. 1999. **Principles of Food Sanitation** . Fourth ed. An Aspen Publishers ,Inc. Maryland USA.

Marriott , N.G. 1989. **Principles of Food Sanitation**. (2 nd ed.). New York : Ed. Van Nostrand Reinhold , Inc.

Mary Ann Libert ,Inc Publishers. 1989 Final Report on the Safety Assessment of Benzalkonium Chloride. Journal of the American College of Toxicology.pp. 589-625

McGinley , K.J.,E.L. Larson , and J.J. Laryden.1988. Composition and density of the microflora in the subungual space of the hand. **J. Clin.Microbial.** 26 :950-953.

Meer ,R. R., and S.C. Misner. 1998. FoodNet update : 1997 Preliminary foodborne illness data. **Dairy Food Environ. Sanit.** 18 : 830-833.

Miller , M.L.,A.L. James - Davis , and L.E. Milanesi.1994 . A field study evaluating the effectiveness of different hand soaps and santizers. **Dairy Food Environ. Sanit.** 14 :155-160.

Newsome , R.L 1988. *Sthapylococus aureus*. **Food Technol.**42 : 194-195.

Nobel ,W.E. and D.G. Pitcher .1978. Microbiol ecology of the human skin. **Adv. Microbial.Ecol.** 2 : 245-289.

Park ,D.L., S.M. Rua and Acker.1991. Direct application of new hypochlorite sanitizer for reducing bacterial contamination on food .**J. Food Prot.** 54 : 960-965.

Pearson , A.M. and T.R. Dutson. 1986. **Advance in Meat Research vol. 2 Meat and Poultry Microbiology.** Connecticut : Avi.

Pelczar , Jr.M.J., E.C.S. Chan , and N.R. Krieg. 1993. **Microbiology** : Concepts and Applications ., International ed., McGraw-Hill Inc., New York . 896 p.

Pelczar , Jr.M.J., and E.C.S. Chan. 1981. **Elements of Microbiology.**, International ed., McGraw-Hill Kogakusha Ltd ., Tokto.698 p.

Pether ,J.V.S. and R.J. Gillbert. 1971. The survival of salmonellas on fingertips and transfer of the organisms to food. **J. Hyg. Camb.**69 : 673-681.

Piemas ,V. and J.P. Guiraud . 1997. Disinfectant of rice seds prior to sprouting. **J. Food Sci.** 62 : 611-615 (Abstr.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Prescott ,L.M.,J.P. Harley , and D.A. Klein. 1993. **Microbiology** ., 2 nd ed.,Dubugue , Iowa Wm. C. Brown .912 p.

Restaino , L., and C.E. Wind. 1990. Antimicrobial effectiveness of hand washing for food establishments. **Dairy Food Environ. Sanit.** 10 :136-141

Rudolph ,D.S. and M. Levine. 1941. Factors affecting the efficiency of hypochlorite solutions. p107. *Cited* by C.I.Wei,D.L. Cook and J.R. Kirk. Use of chlorine compounds in the food industry. **Food Technol.** 39(1) : 107-115 .

Seligmann , R. and S. Rosenbluth. 1975. Comparision of bacterial flora on hands of personnel engagated in non-food and food industries : A study of transient and resident bacteria. **J. Milk Food Technol.** 38 : 673-720.

Snelling , A.M.,K.G. Kerr , and J. Heritage. 1991. The survival of *Listeria monocytogenes* on fingertips and factors affecting elimination of the organism by hand washing and disinfection. **J.Food Prot.** 54 : 343-348.

Snyder , O.P. 1998. Hand washing for retail food operations. A Review. **Dairy Food Environ .Sanit.** 18 :149-162.

Steere , A.C. ND G. F. Mallison .1975. Hand wahing practices for the preventive of nosocomial infections. **Annals Int. Med.** 83 :683-690.

Talaro, K., and A. Talaro. 1996. **Foundations in Microbiology**. 1993. W.C. Brown Dubugue , LA. 806 p.

Taylor , A.K. 2000. Food protection : New developments in handwashing. **Dairy Food Environ. Sanit.** 20 : 114-119.

The American Water Works Association ,Inc. 1971. **Water Quality and Treatment.** McGraw-Hill Book Company ,New York.654 p.

Trickett , J.A .1993. **Food Hygiene for Food Handlers**. Academic Press , Inc. New York

Troller , J.A. 1993. **Sanitation in Food Processing.** 2nd ed., Academic Press , Inc., California. 478 p.

Trueman , J.R. 1971. The halogens, pp. 137-183. *In* W.B. Hugo (ed.). **Inhibition and Destruction of The Microbial Cell**. Academic Press , London.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wei ,C.I., D.L. Cook and J.R. Kirk. 1985. Use of chlorine compounds in the food Industry. **Food Technol.** 39(1) : 107-115 .

William , C-F. and W.C. Dennis. 1988. **Food Microbiology.** Singapore : Kim Keong.

Wyatt ,L.R. and W.M. Waites.1975. The effect of chlorine on spores of *Clostridium bifementans* ,*Bacillus* and *Bacillus cereus*. **J. Gen. Microbial.** 89 : 337-340.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

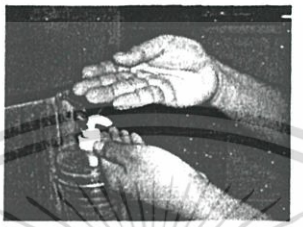
ขั้นตอนการล้างมือและฆ่าเชื้อที่มือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

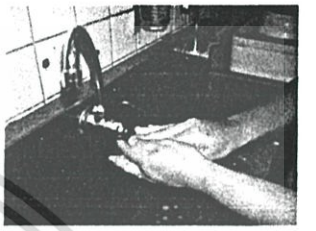
ขั้นตอนการล้างมือและฆ่าเชื้อที่มือ

1.ล้างน้ำเปล่า

2.กดน้ำยา

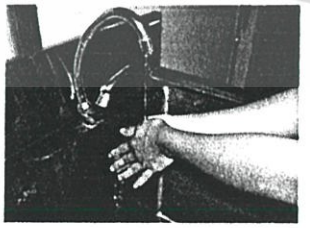


3. ถูตามซอกนิ้ว

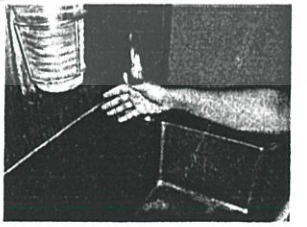


4. ทำความสะอาดตามซอกนิ้วและเล็บ

5. ล้างน้ำเปล่าให้สะอาด



6. ใช้หลังมือปิดก็อกน้ำ

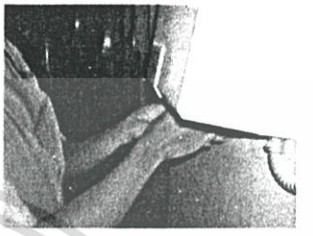


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการล้างมือและฆ่าเชื้อที่มือ (ต่อ)

7. การฆ่าเชื้อ

8. การเป่ามือให้แห้ง



ขั้นตอนการ SWAB TEST

SWAB TEST ตามหน้ามือ นิ้ว และซอกเล็บ

หน้ามือ

หลังมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเปรียบเทียบผลการตรวจสอบก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนวิธีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่อุปกรณ์/เครื่องมือและมือพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบผลการตรวจสอบก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนวิธีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่อุปกรณ์/เครื่องมือและมือพนักงาน

ผลการทดสอบอุปกรณ์/เครื่องมือ

(ตรวจโดยห้องปฏิบัติการภายในบริษัท)

ประเภทการตรวจ	ปี พ.ศ. 2546 (ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ)	ปี พ.ศ. 2547 (ผ่านการฆ่าเชื้อ)
1. จุลินทรีย์ทั้งหมด	> 3000 cfu/51.8 cm^2	< 1000 cfu/51.8 cm^2
2. ยีสต์และรา	> 300 cfu/51.8 cm^2	< 300 cfu/51.8 cm^2

อ้างอิง : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2544)

ผลการทดสอบสุขลักษณะที่มือพนักงาน

(ตรวจโดยห้องปฏิบัติการภายในบริษัท)

ประเภทการตรวจ	ปี พ.ศ. 2546 (ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ)	ปี พ.ศ. 2547 (ผ่านการฆ่าเชื้อ)
1. จุลินทรีย์ทั้งหมด	> 30000 cfu/51.8 cm^2	< 1000 cfu/51.8 cm^2
2. *Staph. aureus*	พบเชื้อ	ไม่พบเชื้อ

อ้างอิง : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์

(ตรวจโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์)

ประเภทการตรวจ	ปี พ.ศ. 2546	ปี พ.ศ. 2547
1. จุลินทรีย์ทั้งหมด	330 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	20 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
2. ยีสต์และรา	10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
3. โคลิฟอร์ม (MPN)	น้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม	น้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
4. Salmonellae	ไม่พบใน 25 กรัมของตัวอย่าง	ไม่พบใน 25 กรัมของตัวอย่าง
5. *Staph. aureus*	ไม่พบใน 1 กรัมของตัวอย่าง	ไม่พบใน 1 กรัมของตัวอย่าง
6. *C. perfringens*	ไม่พบใน 1 กรัมของตัวอย่าง	ไม่พบใน 1 กรัมของตัวอย่าง

อ้างอิง : มอก.742 - 2538 เรื่องขนมปังกรอบ

ผลการตรวจน้ำที่ใช้ในการล้างมือ

(ตรวจที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์)

1. MPN Coliform/100 มิลลิลิตร น้อยกว่า 1.1
2. *E. coli*/100 มิลลิลิตร ไม่พบ
3. *Staph. aureus* ไม่พบ
4. Salmonellae/100 มิลลิลิตร ไม่พบ
5. *C. perfringens*/100 มิลลิลิตร ไม่พบ

อ้างอิง : ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 และฉบับที่ 135 พ.ศ. 2534

ผล AIR TEST ของ Blower และ ห้องปฏิบัติงาน

(ตรวจโดยห้องปฏิบัติการภายในบริษัท)

1. TPC < 15 cfu/15 นาที
2. ยีสต์และรา น้อยกว่า 10 cfu/15 นาที

อ้างอิง : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาววรรณฤดี เดชพรหม เกิดเมื่อวันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2517 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร เข้าศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ.2536 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ในปีการศึกษา 2539 ในปี พ.ศ 2539 เข้าปฏิบัติงานที่บริษัทยูนิแชมป์ จำกัด และ ในปี พ.ศ. 2544 เข้าศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต โครงการคณะอุตสาหกรรมเกตร สาขาสุขาภิบาลอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม) ในปีการศึกษา 2547

ปัจจุบันปฏิบัติงานในตำแหน่งผู้จัดการแผนกควบคุมคุณภาพและรักษาการผู้จัดการแผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บ.ยูนิแชมป์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้