ประสิทธิผลของวิธีการทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือ ผลิตไส้กรอกเวียนนาในโรงงานขนาดเล็ก

EFFECTIVENESS OF CLEANING METHODS FOR UTENSILS USING IN SMALL SCALE VIANNA SAUSAGE PLANT

อรรถพล เจริญพักตร์

ATTAPOL CHAREONPAK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1116-7

ประสิทธิผลของวิธีการทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือผลิตไส้กรอกเวียนนาในโรงงานขนาดเล็ก

EFFECTIVENESS OF CLEANING METHODS FOR UTENSILS USING IN SMALL SCALE VIANNA SAUSAGE PLANT

อรรถพล เจริญพักตร์
ATTAPOL CHAREONPAK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1116-7

EFFECTIVENESS OF CLEANING METHODS FOR UTENSILS USING IN SMALL SCALE VIANNA SAUSAGE PLANT

ATTAPOL CHAREONPAK

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

ISBN 974-15-1116-7

COPYRIGHT 2004
SCHOOL OG GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประสิทธิผลชองวิธีการทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือผลิตไส้กรอกเวียนนาในโรงงานขนาดเล็ก
นักศึกษา	นายอรรถพล เจริญพักตร์
รหัสประจำตัว	44615704
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.ทิพย์วรรณ ปริญญาศิริ

บทคัดย่อ

ในการศึกษาการควบคุมสุขาภิบาลที่เหมาะสม ในการผลิตไส้กรอกเวียนนา โดยติดตามปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) เชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Coliforms* และ *Escherichia coli* ที่ ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต โดยเน้นในส่วนของการล้าง การทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อ เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสอาหาร เพื่อหาแนวทางในการป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากสาเหตุดังกล่าว

พบว่าผลของการล้างด้วยน้ำ (อุณหภูมิ 40-50^{o}C) หรือสารชะล้าง ร่วมกับการฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน (อุณหภูมิ 82^{o}C เป็นเวลา 30 วินาที) และสารฆ่าเชื้อ (Quats ความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 10 นาที) ร่วมกันในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนบนพื้นผิวเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหาร ซึ่งแบ่งวิธีการล้างและฆ่าเชื้อออกเป็น 6 กลุ่ม คือ 1. ล้างด้วยสารชะล้าง 2. ล้างด้วยสารชะล้างและฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน 3. ล้างด้วยสารชะล้างและฆ่าเชื้อด้วยสารฆ่าเชื้อ 4. ล้างด้วยน้ำธรรมดา 5. ล้างด้วยน้ำและฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน 6. ล้างด้วยน้ำและฆ่าเชื้อด้วยสารฆ่าเชื้อ ทั้งนี้วิธีการล้างและฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ตกค้างที่พื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรได้ดีที่สุด คือ กลุ่มที่ 3 และ กลุ่มที่ 6 โดยสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ตกค้างได้ถึง 100% รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 (99.91%) และกลุ่มที่ 5 (99.41%) โดยแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ตกค้างภายหลังการล้าง พบว่าวิธีการล้างและฆ่าเชื้อกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 6 มีสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ตกค้างได้ต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร

ดังนั้นจึงได้คัดเลือกวิธีการล้างและฆ่าเชื้อกลุ่มที่ 2 เพื่อนำมาใช้ปฏิบัติในโรงงาน และเปรียบเทียบกับวิธีการล้างเดิมที่ใช้ (กลุ่มที่ 1) พบว่าสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนใน วัตถุดิบระหว่างกระบวนการผลิตได้ดีขึ้น โดยที่ปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบระหว่างกระบวนการผลิตมีแนวโน้มลดลง

Thesis Title	Effectiveness of Cleaning Method For Utensils Using in Small Scale Vianna Sausage Plant
Student	Mr.Attapol Chareonpak
Student ID.	44615704
Degree	Master of Science
Programme	Food Sanitation
Year	2547
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Warawut.Krusong
Thesis Co-advisor	Dr.Tipvon Parinyasiri

ABSTRACT

The investigation of sanitation control for reducing the microbial contamination in vianna sausage was conducted by monitoring total bacteria, coliforms and *Escherichia coli* that contaminated during processes.

The six methods consisting of 1) washing by detergent; 2) washing by detergent and sanitizing by hot water (82^{O}C for 30 sec.); 3) washing by detergent and sanitizing by Quats (200 ppm for 10 min.); 4) washing by water; 5) washing by water and sanitizing by hot water (82^{O}C for 30 sec.); and 6) washing by water and sanitizing by Quats (200 ppm for 10 min.). It was found that the most efficiency to reduce the microbial on food contact surfaces were the 3rd and 6th method which provided 100% efficiency of microbial reduction. While the 2nd, 5th, 1st and 4th methods provided 99.91%, 99.41%, 93.92% and 80.34% efficiency of microbial reduction, respectively. However, there were no significantly different among those methods at $P \leq 0.05$. Survival of microorganism from 2nd, 3rd and 6th methods were less than that indicated in standard of microbial in food and food contact surfaces.

To ensure the effective of cleaning and sanitizing method, the 2nd method was selected and use in processing plant. It was found that the reduction of microbial contamination among processing were found when compared with former cleaning method (the 1st method).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก รศ.ดร. วราวุฒิ ครูส่ง ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร. ทิพย์วรรณ ปริญญาศิริ ซึ่งเป็นผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งเป็นผู้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ ทางผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์เพ็ญศรี จูงศิริวัฒน์ หัวหน้ากลุ่มงานผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ กรมปศุสัตว์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เป็นสถานที่ในการทำวิจัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยและให้คำแนะนำในบางจุด ซึ่งช่วยให้ผู้วิจัยสามารปฏิบัติงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำในด้านต่างๆ อีกทั้งยังยังคอยให้กำลังใจต่อผู้วิจัยตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

อรรถพล เจริญพักตร์

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		II
กิตติกรรมประกาศ		III
สารบัญ		IV
สารบัญตาราง		V
สารบัญภาพ		VI
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
	2.1 จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญต่อการสุขาภิบาล	3
	2.2 ผลของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์	3
	2.3 จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์	4
	2.4 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์	7
	2.5 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อมในการผลิต	7
	2.6 สิ่งสกปรก	8
	2.7 การล้าง	9
	2.8 การฆ่าเชื้อ	16
บทที่ 3	อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	23
บทที่ 4	ผลการวิจัย	28
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม		40
ภาคผนวก		43
ประวัติผู้เขียน		60

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงประสิทธิภาพของการใช้สารชะล้างร่วมกับสารฆ่าเชื้อ 8

2.2 ประเภทของสิ่งสกปรก สารชะล้าง และวิธีการล้าง 11

2.3 แสดงฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ของ ethanol 19

2.4 แสดงความเข้มข้นของแอลกอฮอล์และความสามารถในการฆ่าเชื้อ 19

3.1 แสดงวิธีการล้างและฆ่าเชื้อในแต่ละกลุ่มการทดลอง 24

4.1 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ 32

4.2 แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนฝ่ามือของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน 33

4.3 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ตกค้างบนพื้นผิวสัมผสของเครื่องจักรที่ผ่านการล้าง 33

4.4 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ที่ตกค้างอยู่บนพื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรที่ผ่านการล้าง 34
และฆ่าเชื้อทั้ง 6 วิธี

4.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) บนพื้นผิวสัมผัส 35

4.6 แสดงอัตราการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ชนิด *Coliforms* บนพื้นผิวสัมผัส 35

4.7 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ 36

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ปฏิกิริยาการล้างของสารชะล้าง 12

2.2 Quaternary ammonium compounds รูปแบบต่างๆ 20

4.1 แสดงสภาพแวดล้อมของอาคารผลิต 28

4.2 แสดงสภาพภายในอาคารผลิต 29

4.3 แสดงโครงสร้างภายในอาคารผลิตของโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ 29

4.4 แสดงประตูทางเข้าอาคารผลิตซึ่งมีการป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอก 30

4.5 แสดงการจัดเก็บวัตถุดิบภายในห้องเย็น 31

4.6 กราฟแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC)ในวัตถุดิบ 37
และผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต

4.7 กราฟแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ชนิด *Coliforms* ในวัตถุดิบ 37
และผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต

ภาพภาคผนวกที่ 1 แสดง Petrifilm® ที่ใช้ในการตรวจนับจุลินทรีย์ 46

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการผลิตภายในประเทศในปริมาณที่สูง ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่อาศัยภูมิปัญญาท้องถิ่นภายในประเทศมีมากมายหลายชนิด และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีสูตรและกรรมวิธีการผลิตที่ได้รับการสืบทอดต่อกันมา อย่างไรก็ตามสถานประกอบการที่ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นสถานประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็ก ซึ่งมีมาตรฐานทางด้านสุขาภิบาลอาหารยังไม่เหมาะสม อันเป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์เกิดปัญหาขึ้นอย่างต่อเนื่อง สาเหตุใหญ่เนื่องมาจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ทำให้ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ด้อยคุณภาพ เน่าเสียง่าย อายุการเก็บรักษาสั้น และเป็นสาเหตุการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพของผู้บริโภค

จากผลการตรวจเฝ้าระวังของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาตั้งแต่ปี 2536 ที่พบว่าผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์บางประเภทมีการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น เชื้อ *Escherichia.coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* sp. สูงถึงร้อยละ 33 (ไพรินทร์, 2539) และนอกจากนี้การสุ่มสำรวจสถานการณ์การผลิตอาหาร ตามโครงการประเมินความพร้อมของสถานที่ผลิตอาหารที่ต้องปฏิบัติตามเกณฑ์ GMP กฎหมายทั่วประเทศของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ปี พ.ศ. 2544 พบว่ามีสถานที่ผลิตอาหารประเภทผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ไม่สามารถปฏิบัติตามเกณฑ์ GMP ได้ จำนวนร้อยละ 75 (วินัย, 2544)

การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์มีสาเหตุหลายประการ สาเหตุใหญ่เกิดจากคุณภาพของวัตถุดิบ ระบบการผลิต ตลอดจนการดูแลรักษาผลิตภัณฑ์ก่อนถึงมือผู้บริโภค หากกรรมวิธีการผลิตและขั้นตอนต่างๆ ในการผลิตได้มาตรฐาน จะสามารถช่วยลดปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค อย่างไรก็ตามกลุ่มอุตสาหกรรมจากเนื้อสัตว์กระจายอยู่ตามจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ ทั้งขนาดกลางและขนาดเล็ก ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของการศักยภาพการผลิตที่ดี ซึ่งเป็นอุปสรรคในการพัฒนายกระดับมาตรฐานการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพมาตรฐาน และปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีกาศึกษาแนวทางในการพัฒนาและยกระดับมาตรฐานการผลิต เพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อหาแนวทางการควบคุมสุขาภิบาลที่เหมาะสมในการผลิตไส้กรอกเวียนนา ในการลดปัญหาการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ในโรงงานต้นแบบ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางการควบคุมสุขาภิบาลที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ โดยศึกษาจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Coliforms* ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต โดยเน้นในส่วนของการล้าง การทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อ เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสอาหาร เพื่อหาแนวทางในการป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากสาเหตุดังกล่าว

1.4 สถานที่ทำการวิจัย

1.4.1 โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ จังหวัดปทุมธานี

1.4.2 ห้องปฏิบัติการ กองส่งเสริมงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในส่วนภูมิภาคและท้องถิ่น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข จังหวัดนนทบุรี

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญต่อการสุขาภิบาล

จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญทางด้านการสุขาภิบาล มีดังต่อไปนี้

2.1.1 แบคทีเรีย (Bacteria)

เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีหลายลักษณะแตกต่างกัน เช่น กลม เป็นรูปแท่ง หรือเป็นเกลียว เป็นต้น แบคทีเรียบางชนิดสามารถสร้างสปอร์ได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะสามารถทนความร้อนได้ดีและสร้างสารพิษที่เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ

2.1.2 รา (Mold)

เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย มีหลายเซลล์ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า สร้างเส้นใยได้ โดยทั่วไปราสามารถทนต่อสภาวะความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่ายีสต์และแบคทีเรีย

2.1.3 ยีสต์ (Yeast)

เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย สืบพันธุ์ได้โดยการแตกหน่อ ลักษณะโคโลนีมีสีขาว ครีม และมีลักษณะเป็นเมือก มักพบอยู่ในอากาศคล้ายกับรา

2.2 ผลของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ มีผลต่อผลิตภัณฑ์อาหารและมีผู้บริโภคดังต่อไปนี้ (ศิวาพร, 2542)

2.2.1 เป็นสาเหตุทำให้อาหารเน่าเสีย

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร เป็นสาเหตุให้อาหารเกิดการเน่าเสียได้ ซึ่งลักษณะของการเน่าเสียนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ 2 ลักษณะคือ

2.2.1.1 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพส่วนใหญ่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ลักษณะที่เกิดขึ้นได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น รส และลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร ซึ่งลักษณะที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันตามแต่ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน เช่น หากมีเชื้อ *Pseudomonas* sp.

ปนเปื้อนในอาหารประเภทเนื้อหรือไก่จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นขึ้น หรือหากมีเชื้อ *Lactobacillus* ปนเปื้อนในนมพาสเจอร์ไรส์ จะทำให้เกิดรสเปรี้ยวในนมได้

2.2.1.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดสามารถสร้างเอนไซม์ชนิดต่างๆ ได้แตกต่างกันออกไป จะทำให้เอนไซม์ต่างๆ สามารถย่อยสลายองค์ประกอบที่อยู่ในอาหารที่มีการปนเปื้อน (เช่น แป้ง โปรตีน และไขมัน เป็นต้น) ซึ่งจะทำให้เกิดสารประกอบที่มีกลิ่นไม่ดี หรือลักษณะของอาหารนั้นมีสภาพเปลี่ยนไปได้

2.2.2 เป็นสาเหตุให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

การบริโภคอาหารที่ไม่ถูกสุขลักษณะ อาหารที่มีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน หรืออาหารที่มีสารพิษที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ เป็นสาเหตุให้เกิดอาการผิดปกติกับผู้บริโภคขึ้นได้ ซึ่งอาการที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันตามแต่ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์หรือสารพิษที่ได้รับ

2.3 จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

2.3.1 แบคทีเรียบ่งชี้ (Bacteriological indicator) (สุมณฑา, 2544)

โคลิฟอร์ม (*Coliforms*) เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นแท่ง ไม่สร้างสปอร์ สามารถย่อยน้ำตาล lactose เกิดกรดและก๊าซ เมื่อนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ซึ่งพบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารชนิดต่างๆ และสามารถทนต่อสภาวะต่างๆ ได้ดี

โคลิฟอร์มจัดเป็นแบคทีเรียบ่งชี้ที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะ และความสะอาดของผลิตภัณฑ์ แบ่งตามแหล่งที่มาได้ 2 ชนิด คือ

2.3.1.1 *Fecal Coliforms* เป็นแบคทีเรียที่พบในลำไส้ของคนและสัตว์ ถูกขับถ่ายมากับอุจจาระ เป็นสาเหตุให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ *E. coli* เป็นต้น ซึ่งการตรวจพบแบคทีเรียชนิดนี้ในอาหารแสดงให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์อาหารมีการปนเปื้อน หรือสถานที่ผลิตอาหารนั้นมีการสุขาภิบาลที่ไม่เหมาะสม

2.3.1.2 *Non-fecal Coliforms* เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในดินและพืช มีอันตรายน้อยกว่าชนิด Fecal Coliforms สามารถบ่งชี้ถึงสุขลักษณะความสะอาดได้ ได้แก่ *A. aerogenes* เป็นต้น

คุณสมบัติในการเป็นของจุลินทรีย์บ่งชี้ของโคลิฟอร์ม คือ

1) ถ้าพบโคลิฟอร์มอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหาร สามารถบ่งชี้ได้ว่าอาจมีแบคทีเรียชนิดอื่นที่ก่อให้เกิดโรคอยู่ด้วยได้เช่นกัน
2) จำนวนโคลิฟอร์มที่พบจะแปรผันตามจำนวนแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค
3) สามารถอาศัยอยู่ในน้ำได้นานกว่าแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคชนิดอื่นๆ

2.3.2 จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

2.3.2.1 *Escherichia coli* เป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้เล็กตอนปลายและลำไส้ใหญ่ของคนและสัตว์ แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ (สุมณฑา, 2544 และ ศิวาพร, 2542)

1) Enteropathogenic *E. coli* (EPEC)

เป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของอาการท้องเดินในเด็กทารก

2) Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC)

เป็นแบคทีเรียที่มักพบปนเปื้อนในอาหารดิบ โดยเฉพาะอาหารจากเนื้อสัตว์ เมื่อบริโภคเข้าไปในร่างกายจะสามารถทนต่อกรดในกระเพาะอาหารได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษเมื่อเข้าไปสู่เยื่อบุลำไส้เล็กโดยสร้างสารพิษชนิดที่ไวต่อความร้อน (Heat labile toxin) และชนิดที่ทนความร้อน (Heat stable toxin) ภายในเวลา 12-72 ชั่วโมง ภายหลังจากได้รับเชื้อ

3) Enteroinvasive *E. coli* (EIEC)

เป็นแบคที่เรียที่ไม่สร้างสารพิษ มีอาการคล้ายกับโรคที่เกิดจากเชื้อ Shigella คือ มีอาการท้องร่วง ปวดท้องอย่างรุนแรง มีไข้ ปวดศรีษะ เป็นต้น

4) Enterohemorhagic *E. coli* (EHEC)

เป็นแบคทีเรียที่รู้จักกันดีในชื่อ E. coli O157:H7 มักพบในอาหารประเภทเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เช่น ไส้กรอก ซาลามี่ แฮม ลาบ ก้อย ฯลฯ ทำให้การแบ่งเซลล์ในลำไส้เล็กผิดปกติ เกิดการทำลายสารเคลือบภายในผนังลำไส้เล็ก มีอาการเป็นพิษคล้ายกับเชื้อ Shigella ที่ทำให้เกิดโรคบิด และประมาณ 10% ของผู้ป่วยอาจเกิดอาการ Heamolytic uramic syndrome (HUS) คือ ทำให้การทำงานของไตล้มเหลว อุจจาระเป็นเลือด

2.3.2.2 *Staphylococcus aureus* เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตสารพวก enterotoxin ซึ่งสร้างขึ้นภายในเซลล์ และเมื่อผู้บริโภครับประทานอาหารที่มีเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียอยู่จำนวนมากพอ พบว่า ภายใน 2-6 ชั่วโมง ภายหลังจากได้รับสารพิษ ผู้ป่วยจะเกิดอาการบวมพองของผนังในลำไส้และกระเพาะ (gastrointestinal upset) สารพิษนี้สามารถทนความร้อนที่น้ำเดือดได้นานถึง60 นาที แต่ถ้าใช้อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 90 นาที จะถูกทำลาย

Staph. aureus มักพบในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่ปิ้ง ย่าง รมควัน และเนื้อสด ซึ่งผ่านการให้ความร้อนในช่วงแรกไม่เพียงพอที่จะทำลายเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียได้ แต่ความร้อนที่ใช้จะเป็นตัวกระตุ้นให้แบคทีเรียที่เหลือรอดอยู่เจริญเติบโต และแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็วในช่วงที่ทำให้เย็นลงช้าๆ และตั้งรอเวลาไว้ 8-12 ชั่วโมงก่อนนำมารับประทาน (เยาวลักษณ์, 2536)

2.3.2.3 *Salmonella* sp. เป็นแบคทีเรียที่มีมากกว่า 2,000 สายพันธุ์ และประมาณกว่า 100 สายพันธุ์ที่มีรายงานว่าเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ ตามปกติจะใช้เวลาฟักตัวบริเวณเยื่อบุผนังลำไส้เล็ก ส่วนกลาง ส่วนปลาย และส่วนต้นของลำไส้ใหญ่ ภายหลังการปริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella sp.* ประมาณ 12-36 ชั่วโมง

Salmonella sp. มักพบในลำไส้ของสัตว์ มักปนเปื้อนมากับเนื้อสัตว์ในระหว่างการฆ่าและการชำแหละซาก และพบในผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการปรุงสุกและทิ้งไว้ในช่วงอุณหภูมิที่เชื้อสามารถเจริญได้เป็นเวลาเกินกว่า 4 ชั่วโมง (สุมณฑา, 2544)

2.3.2.4 *Clostridium botulinum* เป็นเชื้อแบคทีเรียผลิตสารพิษที่มีชื่อว่า Botulism สารพิษนี้ถูกสร้างขึ้นและขับออกจากเซลล์มาอยู่ในอาหาร เป็นพวก exotoxin ที่ถูกทำลายเมื่อนำไปต้มในน้ำเดือด (อุณหภูมิ 100 ^{o}C) 15-20 นาที ความเป็นพิษของ botulism พบว่าภายหลังจากบริโภคอาหารที่มีสารพิษนี้อยู่ 24-48 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการกล้ามเนื้ออ่อนเพลีย ไม่มีแรง สูญเสียความสามารถในการสั่งการของสมองส่วนกลาง และถ้าบริโภคมากอาจถึงตายได้

C. botulinum มี 3 กลุ่ม คือ A B และ E เซลล์มีลักษณะเป็นแท่ง (rod) เจริญเติบโตได้ดีใน ที่มีอากาศและทนความร้อนสูง พบอยู่ทั่วไปในดิน มักพบในอาหารประเภทโปรตีน อาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ (low acid food) เช่น ผลิตภัณฑ์เนื้อ และผักบรรจุกระป๋อง แต่ไม่พบบ่อยนักในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่มีการเติมสารไนเตรท เพราะสารนี้จะยับยั้งการเจริญเติบโตของ *C. botulinum* ได้ (เยาวลักษณ์, 2536)

2.3.2.5 *Clostridium perfringens* พบในเนื้อสัตว์หลายชนิด ได้แก่ เนื้อโค สุกร แกะ และไก่ ทั้งในเนื้อสดและผลิตภัณฑ์ แต่ส่วนใหญ่จะพบในเนื้อที่ผ่านการทำให้สุก และทิ้งไว้ให้เย็นอย่างช้าๆ ผู้บริโภคจะมีอาการปวดท้อง และท้องเสียภายหลังจากรับประทานอาหารที่มี *C. perfringens* ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณมากภายในเวลา 8-22 ชั่วโมง การหุงต้มโดยปกติจะสามารถทำลายเซลล์แบคทีเรียพวกนี้ได้และถ้าต้องการทำลายสปอร์ต้องใช้อุณหภูมิสูงขึ้น (เยาวลักษณ์, 2536)

2.4 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์

การเสื่อมเสียของเนื้อเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นแบบต่อเนื่อง เริ่มตั้งแต่การชำแหละและตัดแต่งซากการเติมสารหมัก (Curing agents) เครื่องเทศ สารป้องกันการเหม็นหืน (antioxidants) แล้วตามด้วยการแปรรูปโดยการใช้ความร้อน และการรมควัน การเสื่อมเสียจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ดังนั้นเนื้อที่นำมาใช้เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จึงไม่ควรมีสิ่งแสดงให้เห็นถึงความเสื่อมเสียของรสชาติและลักษณะปรากฏต่างๆ เกิดขึ้น เพราะในการใช้สารเคมีเพื่อหมักเนื้อและการใช้ความร้อนในการแปรรูป ไม่สามารถกลบเกลื่อนความเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นในวัตถุดิบที่ใช้ เมื่อเนื้อผ่านการแปรรูปต้องพยายามลดขอบเขตของปริมาณการเสื่อมเสียให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด เมื่อนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษานานเพิ่มขึ้น

การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ในตู้เย็นนานๆ หรือเก็บที่อุณหภูมิห้องชั่วระยะเวลาหนึ่ง ส่วนใหญ่มีสาเหตุเนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำหรืออากาศ โดยปนเปื้อนขณะทำการฆ่าชำแหละและตัดแต่งซาก จุลินทรีย์เข้าปนเปื้อนตามรอยที่ตัดแต่งซากหรือสัมผัสติดมากับมือและเสื้อผ้าของคนงาน เป็นต้น (เยาวลักษณ์, 2536)

จากการศึกษาของสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2545) ได้ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ (แหนม, หมูยอ และลูกชิ้น) จำนวน 115 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนของ *Coliforms* เกินมาตรฐาน 58.26 %, พบ *E. coli* 40.86%, พบ *Staph. aureus* 6.95% และพบ *Salmonella* sp. 17.39% ซึ่งสาเหตุใหญ่ของการปนเปื้อนมาจาก การปฏิบัติงานที่ไม่ถูกสุขลักษณะ การสุขาภิบาลที่ไม่เหมาะสม และการดูแลรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหารไม่เหมาะสม (สถาบันวิจัยโภชนาการ และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2545)

2.5 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อมในการผลิต

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารมีทั้งการปนเปื้อนทางตรงและทางอ้อม ซึ่งการปนเปื้อนทางอ้อมมีสาเหตุหลายประการ ได้แก่ การปนเปื้อนโดยเครื่องจักรอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต การปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อมการผลิต และการปนเปื้อนจากบุคลากรผู้ปฏิบัติงาน

ความไม่พร้อมของการจัดการด้านสถานที่ การติดตั้งเครื่องจักรที่ไม่ถูกสุขลักษณะ รวมทั้งอาคารและเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้งานที่มีโครงสร้างที่ทำให้เกิดการหมักหมมของสิ่งสกปรก ขาดการดูแลรักษาและทำความสะอาดที่เหมาะสมแล้วย่อมเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อาคาร เครื่องจักร อุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมในการทำงานเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้

เครื่องมือทุกชิ้นที่สัมผัสอาหาร อาจเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่มีโอกาสปนเปื้อนลงไปในอาหารได้ โดยที่จุลินทรีย์เหล่านั้นอาจเพิ่มจำนวนขึ้นมาได้หากเครื่องมือเหล่านั้นผ่านการทำความสะอาดที่ไม่ดีพอในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ให้โทษ ถึงแม้จะสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยการล้างได้บ้าง แต่ไม่อาจกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ให้โทษให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ดังนั้นในการกำจัดจุลินทรีย์ที่เหมาะสมจึงควรใช้การล้างและการฆ่าเชื้อควบคู่กันไปจึงจะได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ แต่หาก ไม่มีวิธีการล้างอย่างถูกต้องแล้วการฆ่าเชื้อจะไม่ได้ผลเช่นกัน (Fujio, 1984)

Fujio (1984) ได้แสดงผลของประสิทธิภาพของการใช้สารชะล้าง สารฆ่าเชื้อ และผลของการใช้สารชะล้างร่วมกับสารฆ่าเชื้อ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงประสิทธิภาพของการใช้สารชะล้างร่วมกับสารฆ่าเชื้อ

สารชะล้าง	สารฆ่าเชื้อ	ปริมาณเชื้อที่พบ
-	-	11,800,000
-	ใช้	65,600
ใช้	-	6,300
ใช้	ใช้	42

ที่มา : Fujio, 1984 (อ้างอิงโดย สุวิมล, 2545)

2.6 สิ่งสกปรก

สิ่งสกปรกจะมีลักษณะแตกต่างกันไปหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่โรงงานนั้นทำการผลิต สิ่งสกปรกที่พบอาจพบในรูปฝุ่น เกาะติดในลักษณะแห้งกรัง เหนียวเป็นเมือก หรือเป็นคราบมัน เป็นต้น (ศิวาพร, 2542)

การแบ่งชนิดของสิ่งสกปรกสามารถแบ่งได้ตามวิธีการขจัด ดังนี้

2.6.1 สิ่งสกปรกที่ละลายได้ในน้ำหรือตัวทำละลายที่ไม่มีน้ำยาที่ใช้ทำความสะอาด

สิ่งสกปรกเหล่านี้รวมถึงพวกเกลืออินทรีย์ชนิดต่างๆ แป้ง น้ำตาล และเกลือแร่ชนิดต่างๆ ส่วนมากสิ่งสกปรกเหล่านี้มักจะไม่มีปัญหา เนื่องจากสามารถขจัดออกได้ง่าย

2.6.2 สิ่งสกปรกที่ละลายได้ในสารละลายสำหรับทำความสะอาด แบ่งได้เป็น

2.6.2.1 สิ่งสกปรกที่ละลายได้ในกรด

เป็นสิ่งสกปรกที่ละลายได้ในสารละลายที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7

2.6.2.2 สิ่งสกปรกที่ละลายได้ในด่าง

เป็นสิ่งสกปรกที่ละลายได้ในสารละลายที่มีค่า pH สูงกว่า 7 ได้แก่สิ่งสกปรกพวก ไขมัน โปรตีน เลือด และสารอินทรีย์อื่นๆ

2.6.3 สิ่งสกปรกที่ไม่ละลายในสารละลายสำหรับทำความสะอาด

ได้แก่ สิ่งสกปรกที่ไม่ละลายในสารละลายที่ใช้ในการทำความสะอาดทั่วๆ ไป หรือสิ่งสกปรกที่อยู่ในประเภทที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่มีการเปลี่ยนแปลงสารที่ใช้ในการทำความสะอาด ซึ่งทำให้สิ่งสกปรกนั้นไม่ละลายในสารทำความสะอาดตัวใหม่

2.7 การล้าง (Cleaning)

โดยทั่วไปการล้างหมายถึง การกำจัดสิ่งที่มีโทษ สิ่งที่ไม่ต้องการ สิ่งสกปรกที่ติดอยู่ตามผิวหน้าของวัตถุ เพื่อไม่ให้สิ่งสกปรกเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบที่ไม่ดี

การล้างเพื่อควบคุมสุขลักษณะการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร คือ การกำจัดสิ่งสกปรกอันจะก่อให้เกิดผลกระทบที่ไม่ดีต่อสิ่งที่ถูกล้าง เช่น อาคารผลิต เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต เป็นต้น

2.7.1 จุดประสงค์ของการล้าง

การล้างมีจุดประสงค์สำคัญอยู่ 3 ประการ คือ

2.7.1.1 การลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน

การลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน สามารถทำได้โดยการกำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ ที่ติดอยู่ตามพื้นผิวของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ลดน้อยลงตามไปด้วย

2.7.1.2 การกำจัดแหล่งอาหาร

เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหาร มีส่วนประกอบของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ดีของจุลินทรีย์ ดังนั้นการกำจัดสิ่งสกปรกจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิตเป็นการลดแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ ทำให้ป้องกันการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนสู่วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิตได้

2.7.1.3 เพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ

การล้างเอาสิ่งสกปรกต่างๆ ที่ติดอยู่ตามพื้นผิวของ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิต เป็นการกำจัดสิ่งที่จะลดประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อ ซึ่งสิ่งสกปรก (โปรตีน ไขมัน หรือคาร์โบไฮเดรต) ที่ตกค้างอยู่จะไปทำปฏิกิริยากับสารฆ่าเชื้อทำให้ความสามารถในการฆ่าเชื้อลดลงได้ ดังนั้นการกำจัดสิ่งสิ่งสกปรกออกด้วยการล้างจึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ

2.7.2 หลักพื้นฐานของการล้าง

โดยทั่วไปการล้างด้วยน้ำนิยมใช้ภายใต้สภาพความดันสูง โดยอาศัยการพ่นหรือฉีดน้ำภายใต้ความดัน 300-1000 psi และนอกจากการใช้น้ำแล้วยังมีการสารใช้สารชะล้าง (detergents) เพื่อช่วยในการกำจัดเศษอาหารและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนผิวหน้าของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ให้หลุดออกง่ายขึ้น (Fujio, 1984 และ วราวุฒิ, 2538)

วิธีการล้างขั้นพื้นฐานที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร มีขั้นตอนดังนี้ (Fujio, 1984 Skaarup, 1985 และ Loghney and Brougham, 2001)

2.7.2.1 ล้างด้วยน้ำ

หลังการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ จะมีเศษวัตถุดิบติดอยู่ที่พื้นผิวสัมผัสอาหารของเครื่องจักรในปริมาณมาก หากปล่อยทิ้งไว้นานหากปล่อยทิ้งไว้นานจะทำให้มีการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ อีกทั้งยังยากต่อการล้างทำความสะอาด

ดังนั้นการล้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ควรทำหลังการใช้งานทันที โดยเริ่มจากการล้างเศษอาหารที่ติดอยู่ออก ซึ่งการล้างเบื้องต้นนี้เป็นการช่วยประหยัดปริมาณการใช้สารชะล้างและประหยัดเวลาในการล้างด้วย

2.7.2.2 ล้างด้วยสารชะล้าง (Detergents)

สารชะล้างเป็นสิ่งที่ใช้เพื่อช่วยในการกำจัดเศษอาหารและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนผิวหน้าของเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้หลุดออกได้ง่ายขึ้น จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องเลือกใช้สารชะล้างที่เหมาะสมกับลักษณะของเศษอาหารและสิ่งสกปรกนั้นๆ

โดยทั่วไปสารชะล้างที่ใช้ควรเหมาะสมกับลักษณะของสิ่งสกปรกที่เกาะติดอยู่กับพื้นผิว ดังแสดงในตารางที่ 2.2 และนอกจากนี้จะต้องพิจารณาถึงความปลอดภัยของสารชะล้างเมื่อเกิดการรวมตัวกับสิ่งสกปรก การสึกกร่อนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ความยากง่าย และเวลาที่ใช้ เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 ประเภทของสิ่งสกปรก สารชะล้าง และวิธีการล้าง

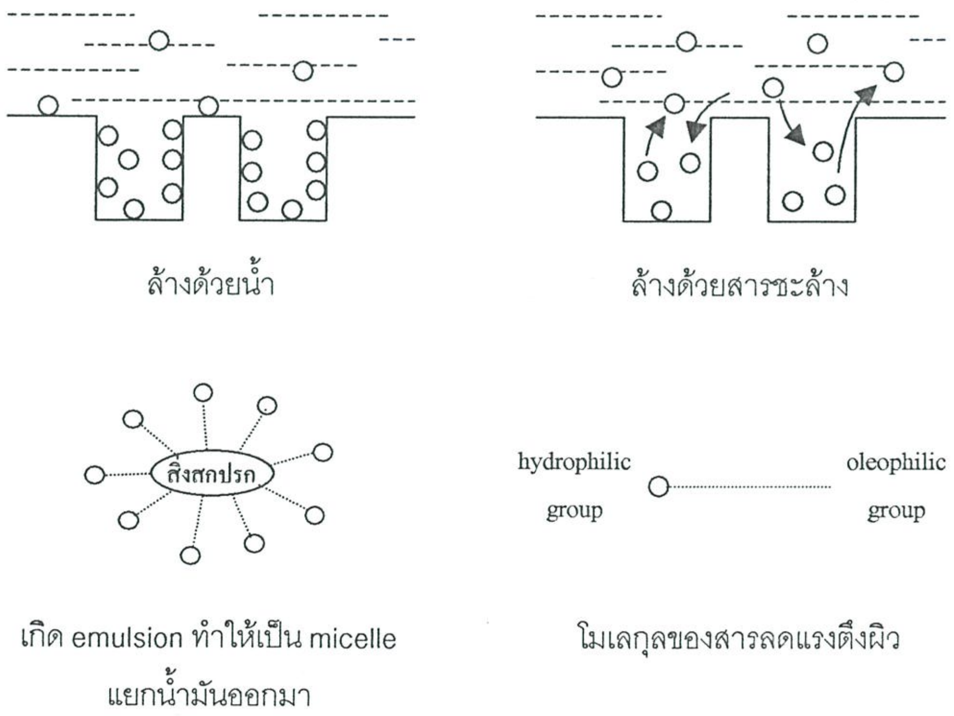
ประเภท	สภาพของสิ่งสกปรก	สารชะล้างและวิธีการล้าง
สารอินทรีย์		
คาร์โบไฮเดรต	- น้ำตาลทั่วไป - น้ำตาลในรูปคาราเมล - แป้งที่ยังไม่เกิดเจล - แป้งที่กลายเป็นเจล, แป้งเก่า	- ล้างได้ง่ายในน้ำและน้ำอุ่น - ล้าง ขัด แปรง ด้วยสารชะล้างประเภทสารกระตุ้นผิว (surfactant) หรือด่างอ่อน - ล้างได้ง่ายในน้ำและน้ำอุ่น - ใช้สารชะล้างประเภทด่างอ่อน หรือสารชะล้างที่เป็นกลางจนถึงด่างอ่อน ที่มีส่วนผสมของเอนไซม์ amylase
ไขมัน	- น้ำมันและไขมันทั่วไป - พวกที่อยู่ในสภาพอิมัลชั่น - เยื่อหรือคราบไขมันที่เกาะติดด้วยแรงเบาบาง - เยื่อหรือคราบไขมันที่เกาะติดด้วยแรงที่สูง	- ล้างด้วยน้ำร้อนหรือด่าง เพื่อทำให้เป็นสบู่ - ล้างด้วยน้ำอุ่น สารชะล้างที่เป็นกลาง หรือด่างอ่อน - ล้างด้วยสารชะล้างประเภทสารกระตุ้นผิว หรือด่างอ่อน ที่มีความสามารถในการเกิดอิมัลชั่น - ล้างด้วยสารชะล้างประเภทด่างแก่ที่มีโซเดียมเป็นหลัก หรือโซเดียมฮุดรอกไซด์
โปรตีน	- โปรตีนทั่วไป - มีการแปรสภาพและปริมาณที่ติดมีน้อย - มีการแปรสภาพและปริมาณที่ติดมีมาก	- ล้างด้วยน้ำอุ่น (40°C) แล้วล้างด้วยด่าง - ล้างด้วยสารชะล้างประเภทด่างอ่อน - ล้างด้วยสารชะล้างประเภทด่างแก่ หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์
น้ำมันเครื่อง		- พิจารณาชนิดของน้ำมัน (น้ำมันสัตว์, น้ำมันพืช , น้ำมันแร่) คุณสมบัติของน้ำมัน (hydrophilic, hydrophobic) แล้วเลือกใช้สารกระตุ้นผิวที่เหมาะสม จากนั้นจึงล้างด้วยสารชะล้างที่เป็นกลางหรือด่างอ่อน
สารอนินทรีย์		
	- ทั่วไป - ยึดจับด้วยแรงเบาบาง - ยึดจับด้วยแรงที่สูง	- สเกลของเกลือคาร์บอเนตให้ล้างด้วยกรด - กรดอ่อน (pH<5) - กรดแก่ (pH<3)

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ประเภท	สภาพของสิ่งสกปรก	สารชะล้างและวิธีการล้าง
สารอินทรีย์ + สารอนินทรีย์		
	- มิลค์โสตน, เบียร์โสตน, ทาร์ทาร์	- ยิ่งสัดส่วนของเกลืออนินทรีย์มาก ต้องล้างด้วยกรด ด่าง และสาร chelating agent เป็นต้น
	- ยึดจับด้วยแรงเบาบาง	- หลังจากล้างเบื้องต้นให้ใช้กรดอ่อน (pH<5) หรือสารชะล้างประเภทด่างอ่อนที่มีส่วนผสมของสาร chelating agent
	- ยึดจับด้วยแรงที่สูง	- หลังจากการล้างเบื้องต้นให้ใช้กรดแก่ (pH<3) และล้างสลับด้วยสารชะล้างประเภทด่างแก่

ที่มา Fujio, 1984 (อ้างอิงโดย สุวิมล, 2545)

หลักในการใช้สารชะล้าง คือ การทำให้แรงตึงผิวของน้ำลดต่ำลง สารชะล้างจะแทรกซึมเข้าไปในซอกเล็กๆ แล้วให้โมเลกุลของสารชะล้าง (micelle) ห่อหุ้มเอาสิ่งสกปรกออก และทำให้เกิดอิมัลชั่น (emulsion) ซึ่งป้องกันการเกาะติดของสิ่งสกปรกบนพื้นผิว ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ปฏิกิริยาการล้างของสารชะล้าง

ที่มา : Fujio, 1984 (อ้างอิงโดย สุวิมล, 2545)

สิ่งตกค้างส่วนใหญ่ที่ไม่ใช่ไขมันและน้ำมักจะถูกชะล้างไปด้วยการล้างด้วยน้ำ ส่วนไขมันและน้ำมันจะใช้ปฏิกิริยาการลดแรงตึงผิวเพื่อแยกไขมันและน้ำมันออก ซึ่งจะทำให้สามารถล้างได้ง่ายขึ้น

2.7.2.3 ใช้แรงขัด

การใช้แรงขัดเป็นพื้นฐานของการล้าง ซึ่งการแช่อุปกรณ์ในสารชะล้างเพียงอย่างเดียวไม่สามารถกำจัดสิ่งสกปรกออกได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นการใช้แรงขัดร่วมกับพลังงานทางเคมีของสารชะล้าง จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการล้างได้ดียิ่งขึ้น

2.7.2.4 ล้างด้วยน้ำเพื่อขจัดสารชะล้าง

สิ่งสกปรกต่างๆ ที่ติดอยู่ตามชิ้นส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ถูกแยกออกมาด้วยสารชะล้างและการใช้แรงขัดตามขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาแล้ว จากนั้นจึงต้องใช้น้ำล้างเอาสิ่งสกปรกต่างๆ รวมทั้งสารชะล้างออกจากพื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรเหล่านั้น ซึ่งเป็นการล้างขั้นสุดท้าย อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อที่จะดำเนินการในขั้นต่อไปด้วย

2.7.2.5 การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

เมื่อกำจัดเศษอาหารและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับเครื่องจักรและอุปกรณ์ออกหมดแล้ว จากนั้นจึงใช้ความร้อนหรือสารฆ่าเชื้อที่เหมาะสมเข้าไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยตรง ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อสูงขึ้น

ทั้งนี้การฆ่าเชื้อจำเป็นที่จะต้องทำทันทีภายหลังการล้าง เนื่องจากภายหลังการล้างหากมีน้ำตกค้างอยู่ยิ่งเวลาผ่านไปนานเชื้อจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่จะสามารถเพิ่มจำนวนมากขึ้น ทำให้การฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพลดน้อยลงได้

2.7.2.6 การทำให้แห้ง

การทำให้แห้งเช่นเดียวกันกับการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ คือ ภายหลังการฆ่าเชื้อจะมีน้ำตกค้างอยู่ ซึ่งหากทิ้งไว้นานจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่อาจเพิ่มจำนวนมากขึ้น หรืออาจมีจุลินทรีย์จากภายนอกปนเปื้อนกลับเข้าไปใหม่ได้ ภายหลังการฆ่าเชื้อ จึงควรทำให้แห้งทันที

วิธีการทำให้แห้งอาจใช้ลมร้อน (อุณหภูมิ 100°C ขึ้นไป) หรือฉีดพ่นด้วยแอลกอฮอล์ (ความเข้มข้น 95% ขึ้นไป) เพื่อแทนที่น้ำด้วยแอลกอฮอล์ ซึ่งจะทำให้แห้งเร็วขึ้น

2.7.3 สารชะล้าง (Detergents)

สารชะล้างที่ใช้ล้างทำความสะอาดโรงงาน เครื่องจักร และอุปกรณ์ แบ่งออกได้ 3 กลุ่ม หลักๆ ดังนี้ (ศิวาพร, 2542)

2.7.3.1 Inorganic alkali

Inorganic alkali เป็นสารชะล้างที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง เช่น sodium hydroxide, sodium metasilicate, sodium orthosilicate, sodium sesquisilicate, trisodium phosphate, sodium carbonate, sodium bicarbonate หรือของผสมของสารประกอบเหล่านี้

สำหรับ sodium hydroxide เป็นด่างแก่ที่มีราคาถูก มีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียได้ดีมาก มีคุณสมบัติในการทำให้สิ่งสกปรกเกิดการกระจายตัว และเป็น emulsifying agent ที่ดี แต่ไม่เหมาะที่ใช้ในน้ำกระด้าง เพราะจะทำให้เกลือแคลเซี่ยมและแมกนีเซี่ยมตกตะกอน นอกจากนี้ยังพบว่ามีการกัดกร่อนสูงโดยเฉพาะกับอลูมิเนียม ส่วน sodium metasilicate นั้นมีการกัดกร่อนน้อยกว่า จึงมักใช้ผสมกับ sodium hydroxide เพื่อลดปฏิกิริยาในการกัดกร่อน

ส่วน sodium orthosilicate และ sodium sesquisilicate นั้นมีคุณสมบัติความเป็น saponifying agents ที่ดี และมีประสิทธิภาพสูงในการทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่เป็นโปรตีน แต่ข้อเสียคือทำให้เกิดการกัดกร่อนกับอลูมิเนียม

2.7.3.2 Inorganic and organic acid

สารชะล้างประเภทนี้มีคุณสมบัติเป็น inorganic หรือ organic acid ที่นิยมใช้กันได้แก่ hydrochloric acid, sulfuric acid, nitric acid, phosphoric acid, sulfamic acid, gluconic acid, citric acid และ tartaric acid เป็นต้น

โดยทั่วไปแล้วมักไม่ค่อยนิยมใช้สารชะล้างที่มีคุณสมบัติเป็นกรด เนื่องจากมีการกัดกร่อนค่อนข้างสูง และเป็นอันตรายต่อผู้ใช้

2.7.3.3 Surface active agents

สารชะล้างที่มีคุณสมบัติเป็น anionic และ nonionic surface active compounds แบ่งได้ดังต่อไปนี้

2.7.3.3.1 Anionic surface - active agents

detergents ในกลุ่มนี้จะแตกตัวในสารละลายให้ surface active ion ที่มีประจุลบ และ cation ที่ไม่ active ตัวอย่างเช่น

1) สบู่ (Soap)

สบู่โดยปกติจะเป็นเกลือโซเดียมหรือโปแตสเซียมของกรดไขมัน เตรียมได้โดยการ saponification ไขมัน โดยส่วนใหญ่สบู่เหล่านี้ใช้สำหรับการล้างมือ ซึ่งจะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อใช้กับน้ำอ่อน แต่ประสิทธิภาพจะลดลงถ้าน้ำที่ใช้มีแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และอลูมินั่ม อยู่ด้วย

2) Amine soap

เนื่องจาก amine มีคุณสมบัติเป็น emulsifier ที่มีประสิทธิภาพสูง ส่วนใหญ่ใช้ในการขจัดคราบสกปรกที่เป็นน้ำมันและไขมัน

3) Sulfated alcohol

เป็นสารชะล้างที่เตรียมได้จากการ sulfation alcohols มีคุณสมบัติเป็น emulsifier ที่มีประสิทธิภาพปานกลาง และประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อใช้กับน้ำกระด้าง

4) Sulfated hydrocarbon

สารชะล้างกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพต่ำกว่าสารกลุ่ม sulfated alcohol แต่มีคุณสมบัติในการเป็น wetting agent ได้ดีกว่า

2.7.3.3.2 Cationic surface - active agents

เป็นสารชะล้างที่สามารถแตกตัวในสารละลายที่มีประจุบวก surface – active ion และ negative ion ซึ่งปกติจะเป็นพวก halide surface active agents ซึ่งส่วนใหญ่มักใช้ในอุตสาหกรรมผ้า

2.7.3.3.3 Nonionic surface - active agents

เป็นสารประกอบ hydrophobic ซึ่ง carboxy, hydroxy, amino, mono หรือ dihydroxy substituted amino group สามารถทำปฏิกิริยากับ ethylene oxide ให้ nonionic surface active agents ออกมา สารชะล้างในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นของเหลวและมีฟองน้อย

1) Plyethenoxyethers เป็นสารพวก alkyl phenols จะให้สารชะล้างพวก fatty acid compound โดยการ condensation กับ 6-20 โมเลกุลของ ethylene oxide

2) Ethylene oxide - fatty acid condensates เกิดจากการ condensation ของ 12-15 โมเลกุล ต่อ 1 โมเลกุลของ fatty acid จะให้ fatty acid agent ที่เป็นของเหลวให้ฟองน้อยแต่มีประสิทธิภาพสูงในการทำความสะอาด hard surface

3) Amino - fatty acid condensates ส่วนใหญ่สารชะล้างกลุ่มนี้อยู่ในรูปของเหลวข้น มีความคงทนต่อสภาวะที่เป็นด่าง แต่ไม่ทนต่อสภาวะที่เป็นกรด

4) Sequestering หรือ chelating agents เป็นสารชะล้างที่มีคุณสมบัติ sequestering หรือ chelating agents มีคุณสมบัติช่วยในการกระจายตัว แยกตัว และการจับกันของสิ่งสกปรกเล็กๆ

5) Dispersing และ deflocculating agents เป็นสารชะล้างที่มีคุณสมบัติ dispersing และ deflocculating agents ซึ่งจะทำลายสิ่งสกปรกโดยการทำให้สิ่งสกปรกแยกตัวออกจากกันและทำให้หลุดออกจากพื้นผิวที่เกาะอยู่ได้ง่าย

6) Anti - redeposition agents เป็นสารชะล้างที่มีคุณสมบัติเป็น Anti - redeposition agents ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบประเภท hydrophilic colloids มีคุณสมบัติในการป้องกันการเกาะติดของสิ่งสกปรกได้ดี

2.7.4 ปัจจัยที่ใช้ในการเลือกสารชะล้าง

ปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการเลือกสารเคมีที่ใช้ช่วยในการล้างและทำความสะอาดเครื่องจักรและอุปกรณ์ ได้แก่ (ศิวาพร, 2542)

2.7.4.1 สิ่งสกปรกที่ต้องการกำจัด

คุณสมบัติของสิ่งสกปรกที่ต้องการกำจัดจะเป็นตัวกำหนดชนิดของสารชะล้างที่จะใช้

2.7.4.2 พื้นผิวที่จะทำความสะอาด

สารชะล้างที่จะเลือกมาช่วยในการล้างนั้นควรเป็นชนิดที่ไม่ทำให้เกิดการกัดกร่อนต่อพื้นผิวที่ทำการล้าง ปกติแล้วเหล็กปลอดสนิมเป็นวัสดุที่ทนทานการกัดกร่อนได้มากที่สุด และสามารถใช้สารชะล้างได้เกือบทุกชนิด แต่สารประกอบคลอไรด์สามารถทำให้เกิดการกัดกร่อนต่อเหล็กได้ จึงควรหลีกเลี่ยงการใช้สารชะล้างประเภทที่มีกรดเกลืออยู่ ส่วนพื้นผิวที่ทำด้วยดีบุก อลูมิเนียม และทองแดง จะถูกกัดกร่อนด้วยกรดหรือด่างแก่ ดังนั้นจึงควรใช้สารชะล้างที่มีความเป็นด่างปานกลาง และมีปริมาณ metasilicate อยู่สูง

2.7.4.3 ความเข้มข้นของสารชะล้างที่ใช้

ความเข้มข้นของสารชะล้างที่ใช้มีความสำคัญมาก เนื่องจากประสิทธิภาพของสารชะล้างมักจะขึ้นกับความเข้มข้นและส่วนประกอบของสารชะล้างที่ใช้

2.7.4.4 วิธีการใช้สารชะล้าง

วิธีการใช้สารชะล้างเป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่ง เช่น การใช้สารชะล้างที่เป็นกรดแก่หรือด่างแก่ ไม่ควรพ่นไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการล้างโดยตรง เพราะอาจทำให้อันตรายต่อพื้นผิวของอุปกรณ์ได้ การล้างด้วยมือ การใช้แปรงขัด หรืออุปกรณ์นั้นต้องสัมผัสกับสารชะล้างเป็นเวลานาน ควรใช้สารชะล้างที่มีคุณสมบัติเป็นด่างอ่อนหรือเป็นกลาง

2.8. การฆ่าเชื้อ (Sanitizing)

วิธีการฆ่าเชื้อในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ การฆ่าเชื้อโดยไม่ใช้สารเคมี และการฆ่าเชื้อโดยใช้สารเคมี (Skaarup, 1985)

2.8.1 วิธีการฆ่าเชื้อโดยไม่ใช้สารเคมี

การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยไม่ใช้สารเคมีคือการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อน (Heat and Steam) ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ

1) การใช้ความร้อนแห้ง เช่น การใช้เตาอบ หรือ ลมร้อน

2) การใช้ความร้อนชื้น เช่น การใช้น้ำร้อน ไอน้ำ หรือการใช้ความร้อนในสภาวะที่มีน้ำอยู่มาก โดยความร้อนที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์คือที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 77^{o}C เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 วินาที (Food Code, 1999)

ทั้งนี้การใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ไม่เพียงพอจะเป็นการบ่มเพาะเชื้อจุลินทรีย์ที่ตกค้างอยู่บนพื้นผิวของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องจักร นั้นแทน

2.8.2 วิธีการฆ่าเชื้อโดยใช้สารเคมี

วิธีการหนึ่งในการฆ่าเชื้อคือการใช้สารเคมีในการฆ่าเชื้อ แต่เดิมได้มีการใช้แอลกอฮอล์หรือคลอรีนในการฆ่าเชื้อ แต่ในปัจจุบันมีสารฆ่าเชื้อชนิดใหม่ๆ เพิ่มขึ้นมากมายหลายชนิด ซึ่งการเลือกใช้สารฆ่าเชื้อแต่ละชนิดควรพิจารณาถึงคุณสมบัติและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) มีความปลอดภัยสูง

2) สามารถฆ่าเชื้อได้หลายชนิด

3) มีความเสถียร และฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อไม่ลดลงได้ง่าย

4) ไม่ทำให้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องจักรต่างๆ สึกกร่อน

5) ราคาถูกและใช้งานง่าย

6) ไม่มีปัญหาต่อสภาพแวดล้อม

2.8.3 สารฆ่าเชื้อ

สารเคมีสำหรับฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

2.8.3.1 คลอรีนและสารประกอบคลอรีน

สารคลอรีนมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์สูง โดย sodium (หรือ calcium) hypochlorite เป็นที่นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร แต่คลอรีนเองก็ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ได้ดีด้วย ดังนั้นในสภาวะที่มีสารอินทรีย์ในปริมาณมากจะทำให้ฤทธิ์ของคลอรีนลดลง อีกทั้งหากล้างสารเคมีออกไม่หมดอาจทำให้เกิดการกัดกร่อนได้ (Skaarup, 1985)

คุณสมบัติของสารกลุ่ม hypochlorite ที่มีผลต่อเชื้อจุลินทรีย์ คือ มีผลกับเชื้อแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ แต่มีฤทธิ์น้อยกับ spore ของเชื้อจุลินทรีย์ มีกลไกการฆ่าเชื้อ

โดยจะไปทำลายเซลล์ของเชื้อได้อย่างรวดเร็ว และจะทำการ oxidize กับ SH group ของโปรตีนในเอนไซม์และโปรตีนของกรดนิวคลีอิก

สารประกอบคลอรีนที่นิยมใช้ ได้แก่ (ศิวาพร, 2542)

1) Hypochlorites เป็นเกลือของกรด hypochlorous เมื่ออยู่ในสารละลายจะแตกตัวให้ OCl^- ซึ่งเป็นอนุมูลที่มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี ซึ่งสารชนิดนี้จะทำงานได้ดีที่สุดในช่วง pH 5 โดยทั่วไปจะใช้งานที่ความเข้มข้น 50-200 ppm และเวลาสัมผัสกับพื้นผิวที่ต้องการฆ่าเชื้อ 3-30 นาที

2) Chlorine gas โดยปกติจะใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำประปา

3) Chloramines chloramines จะมีความคงตัวดีกว่า hypochlorites ในกรณีที่มีสารประกอบอินทรีย์อยู่ โดยทั่วไปมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อต่ำกว่า เหมาะที่จะใช้ในการทำความสะอาดเครื่องมือที่ต้องแช่ไว้ เนื่องจากมีการกัดกร่อนน้อย และไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง

4) Chlorinated trisodium phosphate เมื่อละลายในน้ำจะมีคุณสมบัติเป็น buffer มีประสิทธิภาพต่ำ และประสิทธิภาพจะลดลงเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีสารอินทรีย์อยู่ด้วย

5) Derivatives of isocyanuric acid เป็นสารที่มีคุณสมบัติคล้าย Chloramines คือ ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง และจะปล่อย Chlorine ออกมาอย่างช้าๆ

6) Dichlorodimethylhydantoin เป็นสารที่มีประสิทธิภาพดีในสภาวะที่เป็นกรด แต่ละลายได้ไม่ดีในน้ำ

2.8.3.2 แอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์เป็นสารที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อและยับยั้งเชื้อไปพร้อมๆ กัน ซึ่งกลไกในการฆ่าเชื้อของแอลกอฮอล์มีหลายขั้นตอนและเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน จึงทำให้มีความสามารถในการฆ่าเชื้อสูง และไม่ก่อให้เกิดเชื้อที่ดื้อยาด้วย ซึ่งกลไกการฆ่าเชื้อของแอลกอฮอล์มีดังนี้ (Fujio, 1984)

1) มีผลต่อการสังเคราะห์ของ gluconopeptide
2) มีผลต่อการสังเคราะห์ของ phospholipid
3) ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์
4) ยับยั้งการสร้าง high molecula compound
5) ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เยื่อหุ้มเซลล์กับระบบขนส่ง
6) มีผลต่อการสังเคราะห์ fatty acid

คุณสมบัติของแอลกอฮอล์ที่มีผลต่อ vegetative cell ของเชื้อแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ แต่ไม่มีผลกับ spore ของเชื้อแบคทีเรีย ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ของ ethanol

ชนิดของฆ่าเชื้อจุลินทรีย์	Ethanol (%)					
	80	70	60	50	40	30
Staphylococcus aureus	-	-	-	-	+	+
Micrococcus flavus	-	-	-	-	+	+
Pseudomonas aeruginosa	-	-	-	-	+	+
Salmonella typhimurium	-	-	-	-	+	+
Lactobacillus plantarum	-	-	-	-	+	+
Bacillus cereus	+	+	+	+	+	+
Bacillus subtilis	+	+	+	+	+	+
Escherichia coli	-	-	-	-	+	+
Klebsiella pneumoniae	-	-	-	-	+	+
Citrobacter freundii	-	-	-	-	+	+
Erwinia carotovora	-	-	-	-	+	+
Saccharomyces cerevisiae	-	-	+	+	+	+
Candida utilis	-	-	+	+	+	+

ที่มา Fujio, 1984 (อ้างอิงโดย สุวิมล, 2545)

หมายเหตุ : + หมายถึง พบเชื้อ - หมายถึง ไม่พบเชื้อ

ตารางที่ 2.4 แสดงความเข้มข้นของแอลกอฮอล์และความสามารถในการฆ่าเชื้อ

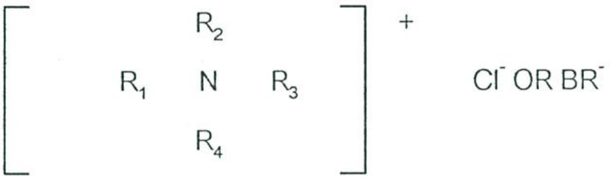
สารละลายแอลกอฮอล์	*Escherichia coli*	*Staphylococcus aureus*	*Bacillus subtills*
สารละลายที่มีเชื้อ	4.3×10^{7}	1.9×10^{4}	2.3×10^{7}
0 v/v %	1.2×10^{9}	2.6×10^{5}	3.0×10^{7}
60	0	4.9×10^{4}	2.6×10^{7}
70	0	1.3×10^{4}	2.1×10^{7}
80	0	1.7×10^{4}	1.8×10^{7}
90	0	3.7×10^{3}	9.0×10^{6}
99.5	0	5.0×10^{3}	1.2×10^{7}

ที่มา Fujio, 1984 (อ้างอิงโดย สุวิมล, 2545)

ความสัมพันธ์ระหว่าความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ และความสามารถในการฆ่าเชื้อ ดังแสดงในตารางที่ 2.4 จะเห็นว่าความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่ 80% - 90% มีความสามารถในการฆ่าเชื้อสูง แต่ในสภาพแวดล้อมที่เปิดหากใช้แอลกอฮอล์ที่มีการผสมน้ำอยู่บ้างในการฆ่าเชื้อ พบว่าเมื่อแอลกอฮอล์ระเหยไป จะมีน้ำตกค้างอยู่ที่พื้นผิว เมื่อเวลาผ่านไปจะทำให้จุลินทรีย์แพร่ขยายขึ้นมาใหม่ได้

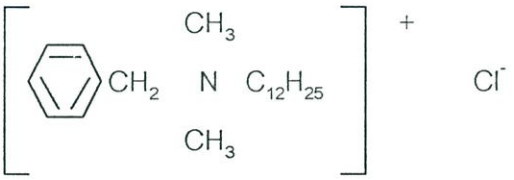
2.8.3.3 Quaternary ammonium compounds

Quaternary ammonium compounds หรือที่เรียกทั่วไปว่า quaternaries, quats หรือ QACs เป็นสารฆ่าเชื้อที่นิยมใช้อีกชนิดหนึ่ง มีสูตรโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 2.2



1. Alkyldimethylbenzyl ammonium chloride

หมายเหตุ : R หมายถึง Carbon compound



2. Methyldodecyl benzyltrimerhyl ammonium chloride
3. Lauryldimethylbenzyl ammonium chloride
4. Alkyltolylmethyl trimethyl ammonium chloride
5. Didodecenyldimethyl ammonium chloride
6. Paradiisobutylphenoxyethyl benzyl ammonium chloride

ภาพที่ 2.2 Quaternary ammonium compounds รูปแบบต่างๆ

ที่มา ศิวาพร, 2542

คุณสมบัติของ QACs ต่อเชื้อจุลินทรีย์ คือ มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียทั้งชนิดแกรมบวกและแกรมลบ มีกลไกการฆ่าเชื้อโดยทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพและทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้สารละลายภายในเซลล์ละลายออกมา ซึ่งข้อดีของสารชนิดนี้คือ เป็นสารที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความคงตัวในช่วงความเป็นกรด-ด่างกว้าง ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองกับผิวหนัง ไม่ทำให้เกิดการกัดกร่อนโลหะยกเว้นยางบางชนิด และประสิทธิภาพไม่ลดลงเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีสารอินทรีย์สูง

สำหรับการใช้โดยทั่วไป มักใช้ที่ระดับความเข้มข้น 50-500 ppm โดยควบคุมอุณหภูมิให้ไม่สูงเกิน 40°C และมีเวลาสัมผัสกับพื้นผิวที่ต้องการฆ่าเชื้อ 1-30 นาที ซึ่ง QACs ที่นิยมใช้กันมากได้แก่ acetyltrimethyl ammonium bromide และ lauryldimethylbenzyl ammonium chloride เป็นต้น

2.8.3.4 Iodophors

Iodophors เป็นสารเคมีที่ประกอบด้วยไอโอดีน และ surfactant ซึ่งทำหน้าที่เป็นพาหะของไอโอดีน คุณสมบัติของ Iodophors ต่อเชื้อจุลินทรีย์จะคล้ายกับ hypochlorites และประสิทธิภาพไม่ลดลงเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีสารอินทรีย์อยู่สูง ทั้งนี้ต้องไม่มากเกินไป และ pH ต้องไม่เกิน 4 ด้วย

สำหรับการใช้ Iodophors นั้น มักใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตนมแล้เบียร์ โดยมักจะใช้ที่ระดับความเข้มข้น 10-100 ppm และที่อุณหภูมิไม่เกิน 50°C (ศิวาพร, 2542)

2.8.3.5 ฟีนอลและสารประกอบฟีนอล

ฟีนอลและสารประกอบฟีนอลมีฤทธิ์ทำให้เซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์เสียหาย ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารและส่วนของเซลล์ที่ได้สัมผัส โดยจะทำลายเยื่อหุ้มเซลล์หรือทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพไปได้ (ชุติมา, 2545 และ Skaarup, 1985)

2.8.4 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ

1) จำนวนประชากรของจุลินทรีย์ (population size)

2) องค์ประกอบต่างๆ ของเชื้อจุลินทรีย์ (population composition) เซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ สปอร์ เซลล์ที่เจริญเต็มที่ หรือชนิดของจุลินทรีย์แต่ละชนิดที่มีความทนทานต่างกัน

3) ความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ (concentration) สารเคมีบางชนิดเมื่อมีความเข้มข้นมากขึ้นประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจะเพิ่มมากขึ้น แต่สารเคมีบางชนิดที่ความเข้มข้นต่ำกลับมีประสิทธิภาพสูงกว่า

4) ระยะเวลาที่สัมผัส (duration of exposure) ระยะเวลาที่สารเคมีสัมผัสกับเชื้อจุลินทรีย์นานขึ้น ย่อมมีโอกาสที่เชื้อจุลินทรีย์จะถูกทำลายได้มากขึ้น

5) อุณหภูมิ (temperature) สารเคมีบางชนิดจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น

6) สภาวะแวดล้อม (environment) ในสภาวะแวดล้อมที่มีองค์ประกอบอื่นๆ รวมอยู่ด้วย อาจทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงไป เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) หรือปริมาณสารอินทรีย์ที่สะสมอยู่ เป็นต้น

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

3.1 สถานที่ทำการทดลอง

โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ จังหวัดปทุมธานี

3.2 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

3.2.1 การติดตามปริมาณจุลินทรีย์ของวัตถุดิบ, เครื่องจักร, อุปกรณ์ และพนักงานในกระบวนการผลิตไส้กรอกเวียนนา

ทำการวิเคราะห์และตรวจติดตามปริมาณจุลินทรีย์ TPC, *Coliforms* และ *E coli* บนพื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3.2.1.1 การติดตามปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบ

โดยเก็บตัวอย่างวัตถุดิบในแต่ละขั้นตอนการผลิต ได้แก่

- เนื้อดิบ
- มันดิบ
- เนื้อตัดแต่ง
- มันตัดแต่ง
- เนื้อจากเครื่องบด
- มันจากเครื่องบด
- วัตถุดิบจากเครื่องสับผสม
- วัตถุดิบจากเครื่องอัดไส้
- วัตถุดิบภายหลังการอบฆ่าเชื้อ
- วัตถุดิบที่ภายหลังการ cooling
- วัตถุดิบภายหลังการบรรจุ

3.2.1.2 การติดตามปริมาณจุลินทรีย์บนเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหาร

โดยทำการ swab เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหารก่อนและหลังการใช้งาน (พื้นที่ 10 x 10 เซนติเมตร) บนพื้นผิวต่อไปนี้

- โต๊ะตัดแต่ง
- เครื่องบด
- เครื่องสับผสม
- เครื่องอัดไส้
- โต๊ะพันไส้
- โต๊ะบรรจุ

3.2.1.3 การติดตามปริมาณจุลินทรีย์บนผิวของพนักงาน

โดยทำการ swab ฝ่ามือของพนักงานที่ปฏิบัติงานสัมผัสอาหารก่อนและหลังการทำงาน (ตลอดทั้งฝ่ามือ)

- พนักงานตัดแต่ง
- พนักงานบด/สับผสม
- พนักงานอัดไส้
- พนักงานพันไส้
- พนักงานบรรจุ

3.2.2 ศึกษาผลของวิธีการทำความสะอาดต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนบนพื้นผิวเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหาร

โดยแบ่งการทดลองเป็น 6 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยทำการ Swab test พื้นผิวของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหารก่อนและภายหลังการล้างและฆ่าเชื้อ จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อตรวจวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) จำนวนเชื้อกลุ่ม *Coliforms* และจำนวนเชื้อ *E. coli*

ตารางที่ 3.1 แสดงวิธีการล้างและฆ่าเชื้อในแต่ละกลุ่มการทดลอง

กลุ่มการทดลอง	วิธีการล้าง		วิธีการฆ่าเชื้อ	
	สารชะล้าง(1)	น้ำ(2)	น้ำร้อน(3)	สารฆ่าเชื้อ(4)
กลุ่มที่ 1	●	-	-	-
กลุ่มที่ 2	●	-	●	-
กลุ่มที่ 3	●	-	-	●
กลุ่มที่ 4	-	●	-	-
กลุ่มที่ 5	-	●	●	-
กลุ่มที่ 6	-	●	-	●

หมายเหตุ : (1) สารชะล้างที่ใช้ได้แก่ น้ำยาซันไล

(2) น้ำที่ใช้ได้แก่ น้ำอุณหภูมิ 40-50 °C

(3) น้ำร้อนที่ใช้ได้แก่ น้ำร้อนอุณหภูมิ 82 °C เป็นเวลา 30 วินาที

(4) สารฆ่าเชื้อที่ใช้ได้แก่ สาร Quats ความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 10 นาที

3.2.2.1 **รายละเอียดขั้นตอนการทำความสะอาด** มีรายละเอียดดังนี้

1) **กลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม)**
   - กำจัดเศษสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ที่ติดตามพื้นผิว
   - ล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 25-30 ^{o}C และสารชะล้าง (น้ำยาซันไล) โดยขัดบริเวณพื้นผิวด้วยสก๊อตไบรส์
   - ล้างคราบสิ่งสกปรกและสารชะล้างออกด้วยน้ำ
   - ทำให้แห้งโดยใช้ผ้าสะอาดเช็ด

2) **กลุ่มที่ 2**
   - กำจัดเศษสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ที่ติดตามพื้นผิว
   - ล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 25-30 ^{o}C และสารชะล้าง (น้ำยาซันไล) โดยขัดบริเวณพื้นผิวด้วยสก๊อตไบรส์
   - ล้างคราบสิ่งสกปรกและสารชะล้างออกด้วยน้ำ
   - ฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน อุณหภูมิ 82^{o}C โดยให้น้ำร้อนสัมผัสพื้นผิวที่ต้องการเป็นเวลา 30 วินาที
   - ทำให้แห้งโดยใช้ผ้าสะอาดเช็ด

3) **กลุ่มที่ 3**
   - กำจัดเศษสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ที่ติดตามพื้นผิว
   - ล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 25-30 ^{o}C และสารชะล้าง (น้ำยาซันไล) โดยขัดบริเวณพื้นผิวด้วยสก๊อตไบรส์
   - ล้างคราบสิ่งสกปรกและสารชะล้างออกด้วยน้ำ
   - ฆ่าเชื้อด้วยสารฆ่าเชื้อ (Quats) ความเข้มข้น 200 ppm โดยให้สารฆ่าเชื้อสัมผัสพื้นผิวที่ต้องการเป็นเวลา 10 นาที
   - ล้างสารฆ่าเชื้อออกด้วยน้ำสะอาด
   - ทำให้แห้งโดยใช้ผ้าสะอาดเช็ด

4) **กลุ่มที่ 4**
   - กำจัดเศษสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ที่ติดตามพื้นผิว
   - ล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 40-50 ^{o}C และขัดบริเวณพื้นผิวด้วยสก๊อตไบรส์
   - ล้างคราบสิ่งสกปรกออกด้วยน้ำ
   - ทำให้แห้งโดยใช้ผ้าสะอาดเช็ด

5) **กลุ่มที่ 5**

- กำจัดเศษสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ที่ติดตามพื้นผิว
- ล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 40-50 ^{o}C และขัดบริเวณพื้นผิวด้วยสก๊อตไบรส์
- ล้างคราบสิ่งสกปรกออกด้วยน้ำ
- ฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน อุณหภูมิ 82^{o}C โดยให้น้ำร้อนสัมผัสพื้นผิวที่ต้องการเป็นเวลา 30 วินาที
- ทำให้แห้งโดยใช้ผ้าสะอาดเช็ด

6) **กลุ่มที่ 6**

- กำจัดเศษสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ที่ติดตามพื้นผิว
- ล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 40-50 ^{o}C และขัดบริเวณพื้นผิวด้วยสก๊อตไบรส์
- ล้างคราบสิ่งสกปรกออกด้วยน้ำ
- ฆ่าเชื้อด้วยสารฆ่าเชื้อ (Quats) ความเข้มข้น 200 ppm โดยให้สารฆ่าเชื้อสัมผัสพื้นผิวที่ต้องการเป็นเวลา 10 นาที
- ล้างสารฆ่าเชื้อออกด้วยน้ำสะอาด
- ทำให้แห้งโดยใช้ผ้าสะอาดเช็ด

3.2.2.2 ทดลองการล้างและฆ่าเชื้อในแต่ละกลุ่มการทดลอง

ทำการทดลองล้างและฆ่าเชื้อในแต่ละกลุ่มการทดลอง โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเก็บตัวอย่างโดยการ swab จากพื้นผิวสัมผัสของเครื่องบด เครื่องสับผสม และเครื่องอัดไส้ ภายหลังการใช้งาน และภายหลังการล้างและฆ่าเชื้อทุกวัน นำมาวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และจุลินทรีย์ชนิด *Coliforms* และ *E. coli* โดยใช้ Petrifilm® และนำข้อมูลที่ได้มาเฉลี่ยและหาอัตราการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ ของแต่ละกลุ่ม และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาวิธีการล้างและฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมมากที่สุดเปรียบเทียบกับวิธีการล้างเดิมของสถานที่ผลิต (กลุ่มควบคุม : กลุ่มที่ 1)

3.2.2.3 การประยุกต์ใช้วิธีการทำความสะอาดในกระบวนการผลิตไส้กรอกเวียนนา

นำวิธีการล้างและฆ่าเชื้อที่ได้จากการทดลอง มาดำเนินการภายในสถานที่ผลิต และเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพื่อสังเกตุอัตราการเปลี่ยนแปลงของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์

3.3 การวิเคราะห์ผล

อัตราการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ที่ได้จากการทดลอง นำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มการทดลอง โดยใช้โปรแกรม SPSS ver.11 (สุวิชาน, 2546)

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของสถานที่ผลิต

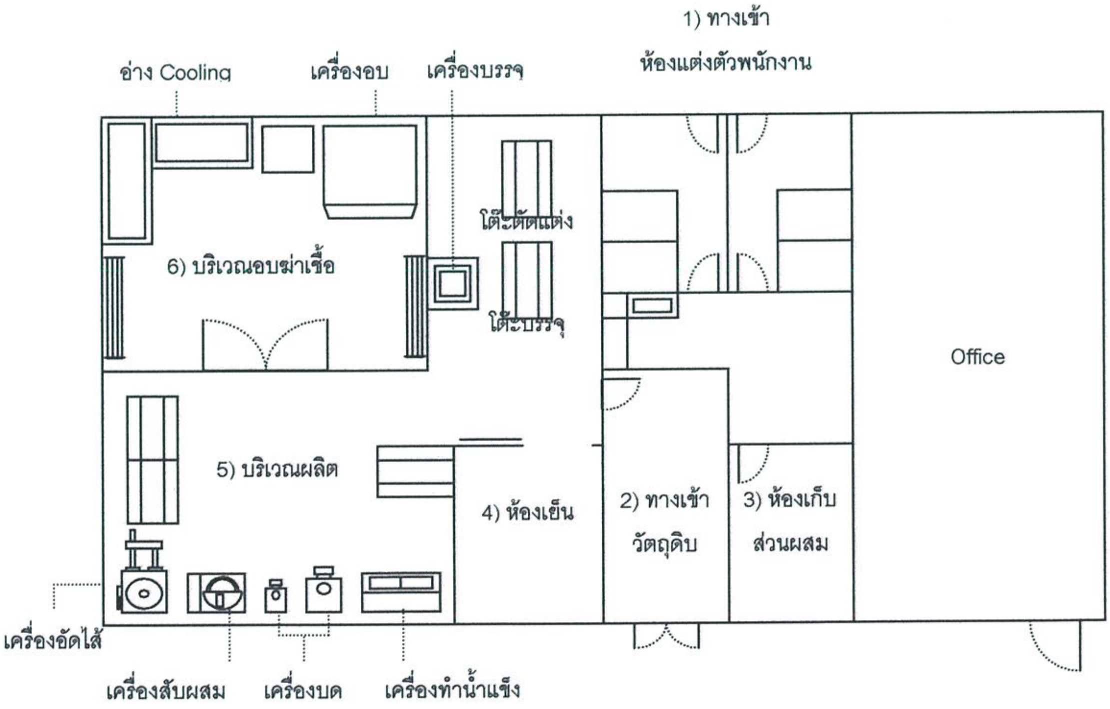
4.1.1 โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์

โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ ตั้งอยู่ที่ อำเภอบางกระดี่ จังหวัดปทุมธานี โดยสถานที่ตั้งโรงงานอยู่ในบริเวณพื้นที่ของกรมปศุสัตว์ มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (ภาพที่ 4.1) โครงสร้างภายในอาคารผลิตง่ายแก่การทำความสะอาด พื้น เพดาน ผนัง ประตู อยู่ในสภาพดี ไม่มีฝุ่นละออง (ภาพที่ 4.2) ภายในบริเวณผลิต การจัดแบ่งบริเวณภายในอาคารผลิตแบ่งเป็นสัดส่วนต่างๆ (ภาพที่ 4.3) ได้ดังต่อไปนี้

1) ทางเข้าอาคารผลิต
2) ทางเข้าวัตถุดิบ
3) ห้องเก็บส่วนผสมและภาชนะบรรจุ
4) ห้องเย็นสำหรับเก็บวัตถุดิบ
5) บริเวณผลิต
6) บริเวณอบฆ่าเชื้อ

ภาพที่ 4.1 แสดงสภาพแวดล้อมของอาคารผลิต

ภาพที่ 4.2 แสดงสภาพภายในอาคารผลิต



ภาพที่ 4.3 แสดงโครงสร้างภายในอาคารผลิตของโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ กรมปศุสัตว์

บริเวณทางเข้าอาคารผลิตมีโรงเรือนสำหรับเลี้ยงสัตว์ซึ่งไม่ได้ใช้งานแล้ว ตั้งอยู่ห่างจากตัวอาคารประมาณ 5 เมตร ดังนั้นจึงจัดให้มีมาตรการในการควบคุมการปนเปื้อนจากภายนอก (ภาพที่ 4.4) โดยจัดให้มีห้องเปลี่ยนเครื่องแต่งกายสำหรับพนักงานและบุคคลภายนอกก่อนเข้าสู่บริเวณผลิต และติดตั้งม่านพลาสติกสำหรับป้องกันแมลงและฝุ่นจากภายนอกไม่ให้เข้าสู่บริเวณผลิต อีกทั้งจัดให้มีมาตรการในการล้างมือและรองเท้าก่อนเข้าสู่บริเวณผลิต

ภาพที่ 4.4 แสดงประตูทางเข้าอาคารผลิตซึ่งมีการป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอก

4.1.2 ขั้นตอนการผลิตของโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์

การผลิตไส้กรอกเวียนนาของโรงงานแปรรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์มีพนักงานปฏิบัติงานจำนวน 5 คน ดำเนินการผลิต 5 วัน/สัปดาห์ กำลังการผลิตประมาณ 20-60 กิโลกรัม/วัน โดยมีการรับวัตถุดิบ (เนื้อดิบและมันดิบ) ทุกวันอังคารและวันพฤหัสบดี ของแต่ละสัปดาห์ โดยนำมาเก็บไว้ในตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 $^{\circ}$C ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1) เตรียมเนื้อดิบและมันดิบ

นำมันดิบและเนื้อดิบในห้องเย็นมาทำการตัดแต่งให้มีขนาดเล็กลง และเอาส่วนที่ไม่ต้องการออก บนโต๊ะตัดแต่ง (ภาพที่ 4.2) จากนั้นจึงนำ กลับเข้าเก็บยังห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5°C

2) เตรียมเครื่องปรุงและส่วนผสม

ชั่งน้ำหนักส่วนผสมต่างๆ ตามสูตร และใส่ถุงเตรียมไว้ล่วงหน้าเพื่อสะดวกต่อการใช้งาน

3) เมื่อเริ่มการผลิต นำเนื้อดิบและมันดิบที่ได้เตรียมไว้มาบดโดยใช้เครื่องบด

4) นำเนื้อและมันที่ผ่านการบดแล้วมาตีผสมร่วมกับ น้ำแข็งและส่วนผสมต่างๆ ที่ได้จัดเตรียมไว้ ด้วยเครื่องสับผสมจนกระทั่งเหนียวเป็นเนื้อเดียวกัน

5) นำวัตถุดิบที่ตีผสมรวมกันแล้วมาบรรจุลงในเครื่องอัดไส้ เพื่ออัดเข้าไปในไส้เทียม

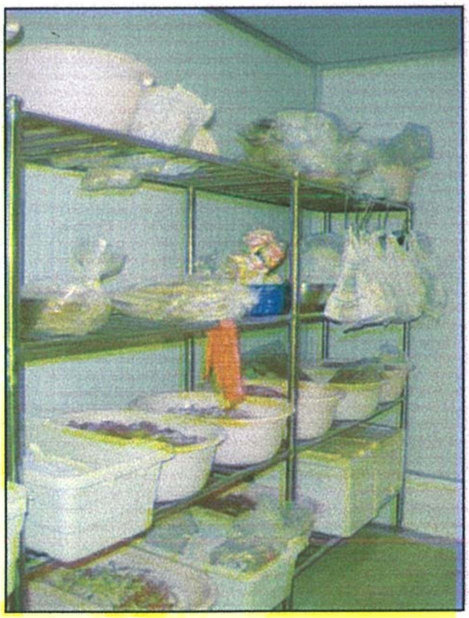
6) นำไส้กรอกเวียนนาดิบมาแขวนบนราว โดยเว้นระยะห่างกันพอสมควร ก่อนนำไปอบฆ่าเชื้อด้วยเครื่อง

7) นำไส้กรอกเวียนนาที่อบเสร็จแล้วมาทำให้เย็นโดยการแช่น้ำและผึ่งให้แห้ง

8) นำไส้กรอกเวียนนาที่แห้งแล้วมาตัดให้ขาดออกจากกัน และบรรจุด้วยเครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ

9) จัดเก็บผลิตภัณฑ์ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5^{o}C เพื่อรอการจำหน่าย

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการผลิตเปรียบเทียบการจัดวางแผนผังการผลิต (ภาพที่ 4.3) พบว่าโต๊ะตัดแต่งซึ่งตั้งอยู่ติดกับโต๊ะบรรจุบริเวณหน้าห้องเย็นนั้นเมื่อทำการตัดแต่งเนื้อต้องมีการยกเนื้อผ่านโต๊ะบรรจุ อาจเป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนข้ามกลับเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ระหว่างการบรรจุได้ และอีกจุดหนึ่งที่อาจมีปัญหาก่อให้เกิดการปนเปื้อนคือ ภายในห้องเย็นซึ่งมีการจัดวางที่ไม่เป็นระเบียบ มีการนำวัสดุอื่นซึ่งไม่เกี่ยวข้องมาเก็บปะปนกับวัตถุดิบต่างๆ ซึ่งอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนเข้าสู่วัตถุดิบได้เช่นกัน (ภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 แสดงการจัดเก็บวัตถุดิบภายในห้องเย็น

4.2 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์เบื้องต้น

การศึกษาอัตราการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ระหว่างกระบวนการผลิตไส้กรอกเวียนนาได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่าวัตถุดิบในแต่ละขั้นตอนการผลิตก่อนการอบฆ่าเชื้อมีปริมาณจุลินทรีย์ชนิด *E. coli* ปนเปื้อนสูงเกินกว่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) สำหรับผลิตภัณฑ์ภายหลังการอบฆ่าเชื้อ พบว่าในระหว่างขั้นตอนการ cooling และการบรรจุ มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนกลับเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ แต่ปริมาณที่ตรวจพบไม่เกินกว่าเกณฑ์ฯ ที่กำหนด

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการผลิต	**จำนวนจุลินทรีย์ (CFU/g.)**		
	TPC	*Coloforms*	*E. coli*
1. เนื้อดิบ	1.7×10^7	5.7×10^5	1.1×10^5
2. เนื้อตัดแต่ง	1.2×10^6	1.8×10^4	7.0×10^3
3. เนื้อบด	2.3×10^5	4.0×10^3	2.0×10^2
4. มันดิบ	1.7×10^8	3.7×10^5	3.0×10^4
5. มันตัดแต่ง	3.7×10^7	3.1×10^5	1.0×10^4
6. มันบด	9.5×10^6	5.4×10^4	3.0×10^3
7. วัตถุดิบที่ผ่านการสับผสม	1.4×10^7	8.6×10^4	1.0×10^4
8. วัตถุดิบที่ผ่านการอัดไส้	2.6×10^7	3.8×10^5	3.2×10^4
9. ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบ	0	0	0
10. ผลิตภัณฑ์ (Cooling)	1.4×10^2	0	0
11. ผลิตภัณฑ์ (Packing)	1.2×10^3	0	0

หมายเหตุ : ค่าที่ได้เป็นผลเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

สำหรับการปฏิบัติงานของพนักงานมีการสวมเสื้อกราวน์หมวกคลุมผม และเปลี่ยนรองเท้าก่อนเข้าสู่บริเวณผลิต อีกทั้งยังมีการล้างมือก่อนปฏิบัติงานและระหว่างปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ เมื่อทำการ swab ฝ่ามือของพนักงานผู้ปฏิบัติงานในแต่ละจุดเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ที่ตกค้างอยู่บนฝ่ามือ (ตารางที่ 4.2) พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่ตกค้างอยู่มีปริมาณไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนฝ่ามือของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน

พนักงาน	จำนวนจุลินทรีย์ (CFU/g.)					
	ก่อนการผลิต			หลังการผลิต		
	TPC	*Coloforms*	*E. coli*	TPC	*Coloforms*	*E. coli*
1. พนักงานตัดแต่ง (ถุงมือ)	7.0×10^{2}	0	0	5.2×10^{5}	4.1×10^{3}	3.0×10^{2}
2. พนักงาน บด/สับผสม	8.9×10^{2}	0	0	1.3×10^{4}	1.9×10^{3}	0
3. พนักงานอัดไส้	1.0×10^{3}	1.4×10^{2}	0	5.9×10^{3}	7.0×10^{1}	0
4. พนักงานพันไส้	5.4×10^{3}	2.0×10^{1}	0	6.1×10^{3}	0	0
5. พนักงานบรรจุ (ถุงมือ)	8.0×10^{1}	0	0	2.6×10^{2}	0	0

หมายเหตุ : ค่าที่ได้เป็นผลเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

ในส่วนของพื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรและอุปกรณ์ภายหลังการใช้งาน และภายหลังการล้าง (ตารางที่ 4.3) พบว่าภายหลังการล้างเครื่องบด เครื่องสับผสม เครื่องอัดไส้ และโต๊ะบรรจุ มีจุลินทรีย์ตกค้างอยู่ที่พื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรสูงเกินกว่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) และเมื่อเปรียบเทียบการลดลงของปริมาณจุลินทรีย์จากการล้างทำความสะอาด พบว่าเครื่องสับผสมมีการลดลงของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และจุลินทรีย์ชนิด *Coliforms* ได้เพียง 92.31% และ 68.00% ตามลำดับ และในส่วนของเครื่องอัดไส้สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ชนิด *Coliforms* ที่ตกค้างบนพื้นผิวของเครื่องได้เพียง 85.63% ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีสาเหตุจากเครื่องจักรดังกล่าวมีส่วนประกอบหลายชิ้น และมีซอกมุมอยู่หลายจุด ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถล้างทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง อันจะเป็นสาเหตุให้มีการตกค้างของจุลินทรีย์ภายหลังการล้างทำให้เกิดการปนเปื้อนในระหว่างกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ตกค้างบนพื้นผิวสัมผสของเครื่องจักรที่ผ่านการล้าง

เครื่องจักร	จำนวนจุลินทรีย์ (CFU/100 cm. ^{2})					
	จุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC)			จุลินทรีย์ชนิด *Coliforms*		
	หลังการผลิต	หลังการล้าง	การลดลง	หลังการผลิต	หลังการล้าง	การลดลง
1. โต๊ะตัดแต่ง	1.3×10^{8}	4.7×10^{2}	99.99^{A}	2.5×10^{6}	2.6×10^{1}	99.99^{A}
2. เครื่องบด	6.1×10^{7}	3.5×10^{4}	99.94^{A}	2.2×10^{6}	4.0×10^{2}	99.98^{A}
3. เครื่องสับผสม	4.1×10^{6}	3.1×10^{5}	92.31^{B}	1.0×10^{3}	3.2×10^{3}	68.00^{B}
4. เครื่องอัดไส้	1.7×10^{6}	$> 2.5 \times 10^{6}$	85.63^{C}	7.0×10^{3}	7.0×10^{1}	99.00^{A}
5. โต๊ะพันไส้	2.7×10^{4}	2.1×10^{2}	99.22^{A}	4.0×10^{2}	1.4×10^{1}	96.50^{A}
6. โต๊ะบรรจุ	$> 2.5 \times 10^{8}$	1.6×10^{5}	99.93^{A}	1.6×10^{2}	2.4×10^{2}	98.50^{A}

หมายเหตุ : ค่าที่ได้เป็นผลเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของภาชนะสัมผัสอาหาร จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^{3} CFU

ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งคือไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.3 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์จากการทดสอบวิธีการล้างและฆ่าเชื้อ

จากการศึกษาผลของขั้นตอนการล้างและฆ่าเชื้อ 6 กลุ่มการทดลอง ต่อการปริมาณจุลินทรีย์ตกค้างบนพื้นผิวสัมผัสของเครื่องบด เครื่องสับผสม และเครื่องอัดไส้ (ตารางที่ 4.4) พบวิธีการล้างกลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 และ กลุ่มที่ 5 สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ตกค้างได้ต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) ส่วนวิธีการล้างกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 5 และ กลุ่มที่ 6 ยังคงพบปริมาณจุลินทรีย์ตกค้างเกินกว่าเกณฑ์ฯ ที่กำหนด

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ที่ตกค้างอยู่บนพื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรที่ผ่านการล้างและฆ่าเชื้อทั้ง 6 วิธี

กลุ่มการทดลอง	จำนวนจุลินทรีย์ (CFU/g.)					
	เครื่องบด		เครื่องสับผสม		เครื่องอัดไส้	
	TPC	*Coliforms*	TPC	*Coliforms*	TPC	*Coliforms*
กลุ่มที่ 1	2.5×10^5	8.8×10^3	4.5×10^4	1.4×10^3	1.9×10^5	3.0×10^3
กลุ่มที่ 2	1.7×10^3	5.0×10^0	4.9×10^2	5.0×10^0	6.4×10^2	4.1×10^1
กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	0
กลุ่มที่ 4	4.2×10^5	8.9×10^2	1.2×10^6	7.4×10^3	7.8×10^5	1.2×10^4
กลุ่มที่ 5	2.0×10^4	2.9×10^2	5.2×10^3	8.8×10^1	6.1×10^4	3.1×10^2
กลุ่มที่ 6	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ : ค่าที่ได้เป็นผลเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของภาชนะสัมผัสอาหาร จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^3 CFU

เมื่อเปรียบเทียบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ภายหลังการล้าง (ตารางที่ 4.5) พบว่าวิธีการล้างและฆ่าเชื้อกลุ่มที่ 6 และ 3 มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ที่ตกค้างบนพื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรได้ดีที่สุดคือ สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ตกค้างได้ถึง 100.00% รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 (99.91%) กลุ่มที่ 5 (99.41%) กลุ่มที่ 1 (93.92%) และกลุ่มที่ 4 (80.34%) ตามลำดับ ซึ่งวิธีการล้างและฆ่าเชื้อกลุ่มที่ 2, 3, 5 และ 6 สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ได้ดี โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) บนพื้นผิวสัมผัส

กลุ่มการทดลอง	เปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ (%)			เฉลี่ย
	เครื่องบด	เครื่องสับผสม	เครื่องอัดไส้	
กลุ่มที่ 1	91.40	96.85	93.53	93.92^{B}
กลุ่มที่ 2	99.98	99.89	99.86	99.91^{A}
กลุ่มที่ 3	100.00	100.00	100.00	100.00^{A}
กลุ่มที่ 4	82.59	78.98	79.46	80.34^{C}
กลุ่มที่ 5	99.88	99.83	98.54	99.41^{A}
กลุ่มที่ 6	100.00	100.00	100.00	100.00^{A}

หมายเหตุ : ค่าที่ได้เป็นผลเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งคือไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สำหรับการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งชนิด *Coliforms* ภายหลังการล้าง (ตารางที่ 4.6) พบว่าวิธีการล้างและฆ่าเชื้อกลุ่มที่ 6 และ 3 มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ตกค้างที่พื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรได้ดีที่สุดคือ สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ตกค้างได้ถึง 100.00% รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 (99.54%) กลุ่มที่ 5 (98.82%) กลุ่มที่ 1 (91.93%) และกลุ่มที่ 4 (77.63%) ตามลำดับ ซึ่งวิธีการล้างและฆ่าเชื้อกลุ่มที่ 2, 3, 5 และ 6 สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ชนิด *Coliforms* ได้ดี โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.6 แสดงอัตราการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ชนิด *Coliforms* บนพื้นผิวสัมผัส

กลุ่มการทดลอง	เปอร์เซ็นต์การลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ (%)			เฉลี่ย
	เครื่องบด	เครื่องสับผสม	เครื่องอัดไส้	
กลุ่มที่ 1	91.18	91.56	93.05	91.93^{B}
กลุ่มที่ 2	99.83	99.25	99.56	99.54^{A}
กลุ่มที่ 3	100.00	100.00	100.00	100.00^{A}
กลุ่มที่ 4	79.51	68.96	84.44	77.63^{C}
กลุ่มที่ 5	99.55	98.62	98.30	98.82^{A}
กลุ่มที่ 6	100.00	100.00	100.00	100.00^{A}

หมายเหตุ : ค่าที่ได้เป็นผลเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ
ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้งคือไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

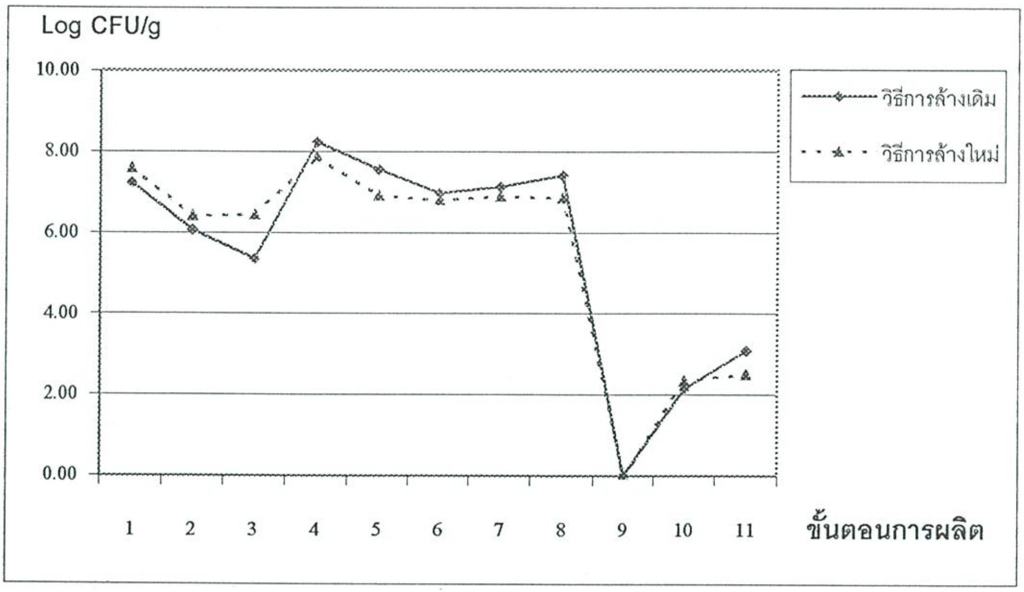
จากการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด จะเห็นได้ว่าวิธีการล้างและฆ่าเชื้อกลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3, กลุ่มที่ 5 และกลุ่มที่ 6 มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ตกค้างได้ดี โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติฯ และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณจุลินทรีย์ตกค้างภายหลังการล้างพบว่าวิธีการล้างกลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 5 สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ลงได้ต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) ดังนั้นจึงเลือกวิธีการล้างและฆ่าเชื้อกลุ่มที่ 2 มาใช้เป็นต้นแบบในการล้างและฆ่าเชื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิต

เมื่อนำวิธีการล้างและฆ่าเชื้อกลุ่มที่ 2 มาดำเนินการปฏิบัติภายในโรงงาน และทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ระหว่างกระบวนการผลิต ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่าวัตถุดิบในแต่ละขั้นตอนการผลิตก่อนการอบฆ่าเชื้อยังคงพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิด *E. coli* มากเกินกว่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) ในส่วนผลิตภัณฑ์ภายหลังการอบฆ่าเชื้อ พบว่ามีจุลินทรีย์ ปนเปื้อนกลับเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ในระหว่างขั้นตอนการ cooling และการบรรจุ แต่ปริมาณที่ตรวจพบไม่เกินกว่าเกณฑ์ฯ ที่กำหนด และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่ดำเนินการผลิตโดยใช้วิธีการล้างเดิมของโรงงาน (กราฟที่ 1 และ กราฟที่ 2) พบว่าในขั้นตอนที่ 6, 7, 8, 10 และ 11 มีแนวโน้มของปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ลดลง

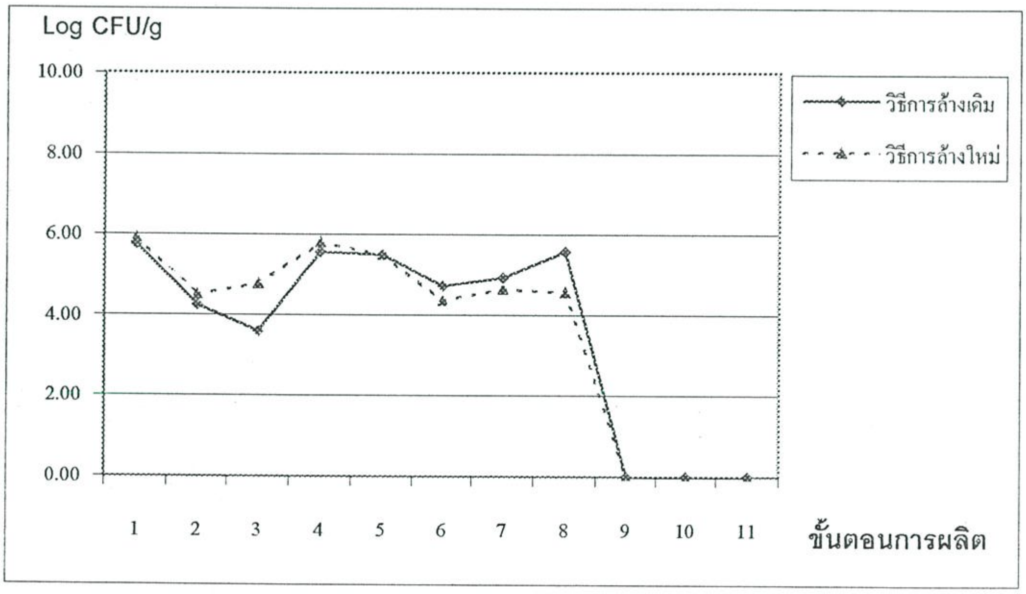
ตารางที่ 4.7 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการผลิต	จำนวนจุลินทรีย์ (CFU/g.)		
	TPC	*Coloforms*	*E. coli*
1. เนื้อดิบ	3.9×10^{7}	8.2×10^{5}	1.4×10^{5}
2. เนื้อตัดแต่ง	2.6×10^{6}	3.2×10^{4}	2.0×10^{4}
3. เนื้อบด	2.8×10^{6}	6.0×10^{4}	9.0×10^{4}
4. มันดิบ	7.6×10^{7}	6.4×10^{5}	1.2×10^{5}
5. มันตัดแต่ง	8.3×10^{6}	3.1×10^{5}	1.0×10^{4}
6. มันบด	6.4×10^{6}	2.3×10^{4}	6.0×10^{3}
7. วัตถุดิบที่ผ่านการสับผสม	7.9×10^{6}	4.4×10^{4}	5.0×10^{3}
8. วัตถุดิบที่ผ่านการอัดใส้	7.2×10^{6}	3.8×10^{4}	2.0×10^{3}
9. ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบ	0	0	0
10. ผลิตภัณฑ์ (Cooling)	2.2×10^{2}	0	0
11. ผลิตภัณฑ์ (Packing)	3.2×10^{2}	0	0

หมายเหตุ : ค่าที่ได้เป็นผลเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC)ในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต



ภาพที่ 4.7 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ชนิด *Coliforms* ในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการผลิต

หมายเหตุ 1) เนื้อดิบ 2) เนื้อตัดแต่ง 3) เนื้อบด
4) มันดิบ 5) มันตัดแต่ง 6) มันบด
7) วัตถุดิบที่ผ่านการสับผสม 8) วัตถุดิบที่ผ่านการอัดไส้
9) ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบ 10) ผลิตภัณฑ์ (Cooling)
11) ผลิตภัณฑ์ (Packing)

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. วิธีการล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 40-50°C หรือสารชะล้าง ร่วมกับการฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 82°C เป็นเวลา 30 วินาที หรือฆ่าเชื้อด้วย Quats ความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 10 นาที (กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3, กลุ่มที่ 5 และ กลุ่มที่ 6) สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ตกค้างที่พื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้โดยไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยที่วิธีการล้างและฆ่าเชื้อกลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 6 สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ตกค้างบนพื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรได้ต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536)

2. วิธีการล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 40-50°C หรือ ล้างด้วยสารชะล้าง และฆ่าเชื้อด้วย Quats ความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 10 นาที (กลุ่มที่ 3 และ กลุ่มที่ 6) สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ตกค้างได้ดีที่สุดถึง โดยสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ถึง 100% รองลงมาคือวิธีการล้างด้วยสารชะล้างและฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 82°C เป็นเวลา 30 วินาที (กลุ่มที่ 2) ซึ่งสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ถึง 99.54%

3. วิธีการล้างโดยใช้สารชะล้างและฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 82°C เป็นเวลา 30 วินาที (กลุ่มที่ 2) ซึ่งเป็นวิธีการที่นำมาใช้เป็นต้นแบบในสถานที่ผลิต สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ระหว่ากระบวนการผลิตได้

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบ ซึ่งวิธีการนี่นำมาใช้สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในระหว่างขั้นตอนการผลิตลงได้ แต่ก็ยังคงตรวจพบจุลินทรีย์ชนิด *E. coli* มากเกินกว่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) โดยมีสาเหตุมาจากเกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ชนิด *E. coli* มากับวัตถุดิบตั้งแต่เริ่มต้น คืออาจมีการปนเปื้อนจากโรงฆ่าในระหว่างขั้นตอนการชำแหละหรือเกิดการปนเปื้อนในระหว่าการขนส่งวัตถุดิบจากโรงฆ่ามายังสถานที่ผลิตที่ ซึ่งอาจมีการควบคุมสุขาภิบาลในการชำแหละหรือการขนส่งที่ไม่เหมาะสม

5.3 ข้อเสนอแนะ

วิธีการล้างและฆ่าเชื้อดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของการลดปัญหาการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ของสถานที่ผลิต อย่างไรก็ตามวิธีการล้างและฆ่าเชื้อที่ได้จากการทดลองเป็นวิธีการที่มีการควบคุมปัจจัยการปนเปื้อนต่างๆ ที่เหมาะสม เช่น การควบคุมการแต่งกายและการล้างมือของพนักงานภายในบริเวณผลิต หรือสภาพสถานที่ผลิตที่สามารถป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอกได้ ซึ่งหากจะนำวิธีการล้างและฆ่าเชื้อดังกล่าวไปดำเนินการ ต้องมีการพิจารณาถึงปัจจัยอื่นซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ได้

ทั้งนี้ผู้ประกอบการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ทั้งขนาดกลางและขนาดเล็ก สามารถเลือกวิธีการล้างทำความสะอาดที่เหมาะสมต่อสถานที่ผลิต และงบประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

บรรณานุกรม

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. **ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ : เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร**. [Online]. อ้างอิงจาก : http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/BQSF /file/varity/cheme/confict.html.

ชุติมา วิไลพันธ์. 2545. "**การพัฒนาน้ำยาฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนบนมือแบบสำเร็จรูปสำหรับผู้ประกอบการด้านอาหาร**." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฝ่ายตลาดการแพทย์และเวชภัณฑ์. 2545. "Petrifilm™ Plates, Environmental Monitoring Procedures Air & Surface Sampling." กรุงเทพฯ : 3 เอ็ม ประเทศไทย จำกัด.

ไพรินทร์ ระดมวิวัฒน์. 2539. **การศึกษาสุขลักษณะของสถานที่ผลิตและจุดวิกฤติในกระบวนการผลิตไส้กรอกเวียนนา**. นนทบุรี : กองสารวัตร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. เอกสารอัดสำเนา.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์**. นนทบุรี : โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซท.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2542. **การสุขาภิบาลโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร**. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

สถาบันวิจัยโภชนาการ และ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2545. "**รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาคุณภาพมาตรฐานของผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์โดยใช้หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP)**." นนทบุรี : สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. เอกสารอัดสำเนา.

ส่วนพัฒนามาตรฐานอาหารและสนับสนุนการกำกับดูแล. 2545. **พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 พร้อมกฎกระทรวงและประกาศกระทรวงสาธารณสุข**. นนทบุรี : กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2547, 26 กุมภาพันธ์. **การควบคุมจุดวิกฤติและการอนามัย. เอกสารประกอบการสัมมนา บริษัทจาร์พาเท็ค เซ็นเตอร์ จำกัด**. [Online]. อ้างอิงจาก : http://www.chapa.co.th/bulletin/ haccp_sanitation.html.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2544. **คู่มือความปลอดภัยของอาหาร (ฉบับกระเป๋า)**. นนทบุรี : เอส. บี. บิซิเนส. 74 หน้า.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2541. **จุลชีววิทยาทางอาหาร** (FOOD MICROBIOLOGY). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สุวิชาน มนแพวงศานนท์. 2546. **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย** SPSS for Windows. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. **จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรรูปอาหาร**. กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์. 210 หน้า

วินัย พุทธกูล. 2544. "**รายงานฉบับผู้บริหาร โครงการสำรวจสถานที่ผลิตอาหารตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตที่จะบังคับใช้เป็นกฎหมาย.**" กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารอัดสำเนา.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis, 17th Edition, Chapter 17.2.07 (Method 990.12) and Chapter 17.3.04 (Method 991.14).** AOAC International. Maryland. USA.

Eustace, I. and Vanderlinde, P. 2004, 26 February. **Intervention Treatments for Meat-Borne Contamination : Some International Perspectives.** [Online]. Available at http://www.dfst.csiro.au/ fshlist.htm. Food Safety and Hygiene. Food Science Australia.

Food Code. 2004, 4 March. **Sanitization of Equipment and Utensils, Parts 4-7.** [Online]. Availble : http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/fc99-4.html. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Food and Drug Administration. USA

Fujio, I. 1984. **"Shin Shokuhin Koujyo no Eisei Nyuumon Kouza" Series No.1 Shokuhin Koujo no Bisei Kanri To Disei Dutsu.** แปลและเรียบเรียงโดย สุวิมล กีรติพิบูล. 2545. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

Fujio, I. 1984. **"Shin Shokuhin Koujyo no Eisei Nyuumon Kouza" Series No.2 Shin Shokuhin Koujyo no Biseibutsu Seigyo.** แปลและเรียบเรียงโดย สุวิมล กีรติพิบูล. 2545. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

Loghney, C. and Brougham, P. 2004, 26 February. **Cleaning : How to Clean for Best Results in The Food Processing Industry.** [Online]. Available at http://www.sofht.co.uk/ technical/tech-cleaning.htm. The Society of Food Hygiene Technology. UK.

Richardson, K. and George, B. 2004, 4 March. **Sanitizers and Fresh Produce.** [Online]. Available at http://www.dfst.csiro.au /fshlist.htm. Food Safety and Hygiene. Food Science Australia.

Skaarup, T. 2004, 4 March. **Slaughterhouse Cleaning and Sanitation.** [Online]. Available at http://www.fao.org/docrep/003x6557e/ X6557E00.htm. Food and Agriculture Organization of The United Nation. Rome.

ภาคผนวก ก.

วิธีการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

1. การเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ใช้วิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) ในการปฏิบัติงานทุกขั้นตอน โดยเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทุกชนิด ที่สัมผัสกับตัวอย่างต้องผ่านการฆ่าเชื้อก่อน

1.1 การเก็บตัวอย่างวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

2.1.1 ฉีดแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อที่ปากถุง Stomacher

2.1.2 นำช้อนแสตนเลสที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วตักตัวอย่างใส่ลงในถุง Stomacher

2.1.3 มัดปากถุงให้แน่นแล้วซ้อนด้วยถุงพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง

1.2 การเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์จากพื้นผิวเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยวิธีการ Swab Contact Method (ฝ่ายตลาดการแพทย์และ เวชภัณฑ์, 2545)

1.2.1 นำไม้ Swab (ไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว) จุ่มลงในหลอดทดลองที่มีสารละลาย Bufferfield Phosphate Buffer ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

1.2.2 นำไม้ Swab ออกจากหลอดทดลอง โดยให้หมุนหัวไม้ Swab กดกับข้างหลอดด้านในเพื่อรีดไม่ให้สารละลายชุ่มเกินไป

1.2.3 จรดปลายไม้ Swab เอียงทำมุม 30 องศา กับพื้นผิว แล้วปาดพื้นผิวในแนวขนานกับพื้น และปาดพื้นผิวในแนวขวางกับแนวแรก โดยให้ได้พื้นที่ 10 x 10 เซนติเมตร

1.2.4 นำไม้ Swab ใส่กลับลงในหลอดทดลองโดยหักปลายไม้ Swab ให้สำลีจุ่มลงในสารละลาย แล้วปิดฝาหลอดทดลอง

2. การเจือจางตัวอย่าง

2.1 การเจือจางตัวอย่างวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

2.1.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 10 กรัม ใส่ลงในถุง Stomacher

2.1.2 เท Bufferfield Phosphate Buffer ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ลงในถุง Stomacher แล้วนำไปตีให้เข้ากันด้วยเครื่อง Stomacher
(ตัวอย่างจะถูกเจือจางเป็นอัตราส่วน 1:10)

2.1.3 ปิเปตตัวอย่างอาหารจากข้อ 1.1.2 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มี Bufferfield Phosphate Buffer ปริมาตร 9 มิลลิลิตร
(ตัวอย่างจะถูกเจือจางเป็นอัตราส่วน 1:100)

2.1.4 เจือจางตัวอย่างอาหารในลักษณะเดียวกันนี้จนได้อัตราส่วนที่ต้องการ

2.2 การเจือจางตัวอย่างจากการ Swab

2.2.1 หลอดทดลองที่บรรจุไม้ Swab (ตัวอย่างจะถูกเจือจางเป็นอัตราส่วน 1:10)

2.2.2 ปิเปตตัวอย่างจากข้อ 2.2.1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มี Bufferfield Phosphate Buffer ปริมาตร 9 มิลลิลิตร

(ตัวอย่างจะถูกเจือจางเป็นอัตราส่วน 1:100)

2.2.3 เจือจางตัวอย่างอาหารในลักษณะเดียวกันนี้จนได้อัตราส่วนที่ต้องการ

3. การตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์โดยวิธี Dry Rehydratable film (Petrifilm Aerobic Count Plate® และ Petrifilm *E. coli* Count Plate®) (AOAC, 2000)

3.1 วางแผ่น Petrifilm ลงบนพื้น และเปิดแผ่น film ด้านบนขึ้น

3.2 ปิเปตตัวอย่างที่ถูกเจือจางในอัตราส่วน (dilution) ที่ต้องการ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงตรงกลางของแผ่น Petrifilm โดยในแต่ละอัตราส่วนทำอย่างน้อย 2 ซ้ำ

3.3 ปิดแผ่น film ด้านบนลงและใช้ spreader กดลงบนแผ่น Petrifilm ด้านบนโดยให้หยดตัวอย่างอยู่ตรงกึ่งกลางของ spreader

3.4 ทิ้งไว้ 1 นาทีแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 ^{o}C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

3.5 นับ colony บนแผ่น Petrifilm โดยเลือกนับจากแผ่น Petrifilm ที่มี colony ประมาณ 15-150 colony

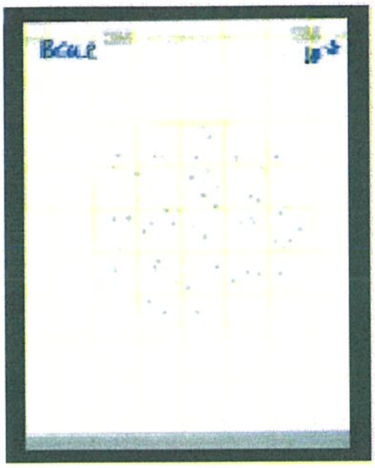
3.5.1 Petrifilm Aerobic Count Plate® (ภาพภาคผนวกที่ 1.1)

นับทุก colony ที่มีสีแดง

3.5.2 Petrifilm *E. coli* Count Plate® (ภาพภาคผนวกที่ 1.2)

E. coli : นับ colony ที่มีสีน้ำเงิน และสร้างฟอง Gas

Coliforms : นับ colony ที่มีสีแดงและสีน้ำเงิน และสร้างฟอง Gas



1.1 ลักษณะ colony ที่ขึ้นบน

Petrifilm Aerobic Count Plate®

1.2 ลักษณะ colony ที่ขึ้นบน

Petrifilm *E. coli* Count Plate®

ภาพภาคผนวกที่ 1 แสดง Petrifilm® ที่ใช้ในการตรวจนับจุลินทรีย์

4. การคำนวณจำนวนปริมาณจุลินทรีย์

4.1 นำแผ่น Petrifilm ทั้ง 2 แผ่น ในอัตราส่วน (dilution) เดียวกันที่สามารถนับจำนวน colony ได้ นำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย dilution factor

4.2 ถ้าแผ่น Petrifilm แผ่นใดแผ่นหนึ่งในอัตราส่วน (dilution) เดียวกันมีจำนวน colony น้อยกว่า 15 หรือ มากกว่า 150 ให้นับจำนวน colony ทั้ง 2 แผ่น นำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย dilution factor

4.3 ถ้ามี 2 dilution ที่ติดกันมีจำนวน colony อยู่ระหว่าง 15-150 colony ให้นับจำนวน colony ทั้ง 2 dilution แล้วนำมาคำนวณเหมือนข้อ 4.1

4.4 ถ้า dilution ต่ำสุดนับ colony ได้น้อยกว่า 15 colony ให้นับจำนวน colony ทั้ง 2 แผ่น นำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย dilution factor

4.5 ถ้าทุก dilution มีจำนวน colony มากกว่า 150 colony ให้เลือกเอา dilution สูงสุดมาแบ่งแผ่น Petrifilm เป็น 2, 4 หรือ 8 ส่วน แล้วนับจำนวน colony อย่างน้อยในพื้นที่ 1 ส่วน แล้วคูณด้วยค่างคงตัวที่เหมาะสม (จำนวนส่วนที่แบ่ง) นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยแล้วคูณด้วย dilution factor

4.6 ถ้าแบ่งแผ่น Petrifilm เป็น 8 ส่วน และในแต่ละส่วนมีจำนวน colony มากกว่า 20 colony ให้รายงานว่ามากกว่า 160 (20 x 8) แล้วคูณด้วย dilution factor

4.7 ถ้าบนแผ่น Petrifilm มี colony ที่เกิด spreader มากกว่าร้อยละ 25 ให้นับ colony ที่เกิด spreader เป็น 1 colony และรวมกับ colony ปกติที่นับได้แล้วนำไปคำนวณ

5. การรายงานผล

5.1 การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ รายงานเป็นจำนวน โคโลนี/กรัม หรือ colony forming unit (CFU) ของตัวอย่าง

5.2 การตรวจวิเคราะห์โดยการ Swab test รายงานเป็นจำนวน โคโลนี/พื้นที่ที่ทำการ Swab

ภาคผนวก ข.

เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร

เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร

วันที่ 24 สิงหาคม 2536

เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร

ตามที่ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้รับตัวอย่างอาหารทั่วไปจากหน่วยงานราชการและเอกชนหลายแห่ง เพื่อตรวจสอบคุณภาพ โดยที่อาหารทั่วไปและภาชนะสัมผัสอาหารหลายชนิดยังไม่มีการกำหนดคุณภาพมาตรฐานทางจุลชีววิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จึงจัดทำเกณฑ์คุณภาพ ด้านจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัส โดยพิจารณาความปลอดภัยในการบริโภคซึ่งอาศัยข้อกำหนดของต่างประเทศ ผลการสำรวจวิจัยทางราชการ ตลอดจนความพร้อมในการตรวจสอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เป็นหลัก ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางแก่หน่วยงานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ในการให้ข้อมูลแก่ผู้ส่งตัวอย่างได้ทราบ สำหรับพิจารณาดำเนินการต่อไปนั้น

บัดนี้เกณฑ์คุณภาพดังกล่าวได้จัดทำเรียบร้อยแล้วดังเอกสารแนบมาพร้อมนี้ สำหรับเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยานี้ ใช้สำหรับอาหารทั่วไปที่มิใช่อาหารควบคุมเฉพาะ

จึงเรียนมาเพื่อทราบและใช้ประโยชน์ต่อไป

ปัญญา สอนคม
(นายปัญญา สอนคม)
อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
เอกสารแนบท้ายบันทึกที่ สธ 0524/5756 ลงวันที่ 24 สิงหาคม 2536

ประเภทอาหาร	ค่ากำหนด	
1. อาหารดิบ		
หมายถึง อาหารที่ยังบริโภคไม่ได้ต้องผ่านการทำสุกหรือการเตรียมด้วยวิธีใดๆ ก่อนบริโภค ได้แก่เนื้อสด ปลาสด ไส้กรอกอีสานดิบ ปลาแห้ง เนื้อเค็มดิบ ไข่ และเครื่องแกงเป็นต้น	MPN *E. coli*/กรัม	น้อยกว่า 50
	S. aureus/กรัม	น้อยกว่า 200
	B. cereus/กรัม	น้อยกว่า 200
	V. parahaemolyticus/กรัม	น้อยกว่า 200
	C. perfringens/0.001 กรัม	ไม่พบ
	Salmonella *sp.*/25 กรัม	ไม่พบ
	V. cholerae/25 กรัม	ไม่พบ
2. อาหารพร้อมบริโภค		
2.1 อาหารดิบที่เตรียมหรือปรุงในสภาพที่บริโภคได้ทันที		
2.1.1 ผัก ผลไม้ที่ล้างแล้ว สลัด ส้มตำเป็นต้น	ยีสต์/กรัม	น้อยกว่า 1×10^4
	รา/กรัม	น้อยกว่า 500
	MPN *E. coli*/กรัม	น้อยกว่า 10
	Salmonella *sp.*/25 กรัม	ไม่พบ
2.1.2 อาหารทะเลที่เตรียมเพื่อบริโภคดิบ เช่น ปลา กุ้ง ปลาหมึก และหอยดิบ เป็นต้น	จุลินทรีย์รวม/กรัม	น้อยกว่า 1×10^6
	MPN Fecal *Coliforms*/กรัม	น้อยกว่า 20
	S. aureus/กรัม	น้อยกว่า 100
	B. cereus/กรัม	น้อยกว่า 100
	V. parahaemolyticus/กรัม	น้อยกว่า 100
	C. perfringens/0.01 กรัม	ไม่พบ
	Salmonella *sp.*/25 กรัม	ไม่พบ
	V. cholerae	ไม่พบ

ประเภทอาหาร	ค่ากำหนด	
2.2 อาหารที่ผ่านกรรมวิธีหรือปรุงสุกแล้ว		
2.2.1 ผัก-ผลไม้ ดอง แช่อิ่ม อบแห้ง	ยีสต์/กรัม	น้อยกว่า 1×10^4
	รา/กรัม	น้อยกว่า 500
	MPN *E. coli*/กรัม	น้อยกว่า 3
	Salmonella *sp.*/25 กรัม	ไม่พบ
2.2.2 อาหารที่หมักพื้นเมืองที่เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ได้แก่ แหนม กระปิ ปลาร้า ปลาจ่อม และบูดู เป็นต้น	ยีสต์/กรัม	น้อยกว่า 1×10^4
	รา/กรัม	น้อยกว่า 500
	MPN *E. coli*/กรัม	น้อยกว่า 10
	S. aureus/กรัม	น้อยกว่า 100
	B. cereus/กรัม	น้อยกว่า 100
	C. perfringens/0.01 กรัม	ไม่พบ
	Salmonella *sp.*/25 กรัม	ไม่พบ
	พยาธิ	ไม่พบ
2.2.3 อาหารปรุงสุกทั่วไป ได้แก่ อาหารปรุงสำเร็จ (ประเภทข้าวแกง) ก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน ยำ น้ำพริกจิ้ม ไส้กรอก หมูยอ ปูอัด cold-meats ปลาหมึกปรุงรส ขนม และผลไม้กวน เป็นต้น	จุลินทรีย์รวม/กรัม	น้อยกว่า 1×10^6
	MPN *Coliforms*/กรัม	น้อยกว่า 500
	MPN *E. coli*/กรัม	น้อยกว่า 3
	S. aureus/กรัม	น้อยกว่า 100
	B. cereus/กรัม	น้อยกว่า 100
	C. perfringens/0.01 กรัม	ไม่พบ
	V. parahaemolyticus/25 กรัม	ไม่พบ
	Salmonella *sp.*/25 กรัม	ไม่พบ
3. อาหารที่ปรุงสุกแล้วแช่เย็น หรือต้องอุ่นก่อนบริโภค		
3.1 แช่เย็น	จุลินทรีย์รวม/กรัม	น้อยกว่า 1×10^6
	MPN *Coliforms*/กรัม	น้อยกว่า 500
	MPN *E. coli*/กรัม	น้อยกว่า 3
	S. aureus/กรัม	น้อยกว่า 100
	B. cereus/กรัม	น้อยกว่า 100
	C. perfringens/0.01 กรัม	ไม่พบ
	V. parahaemolyticus/25 กรัม	ไม่พบ
	Salmonella *sp.*/25 กรัม	ไม่พบ

ประเภทอาหาร	ค่ากำหนด	
3.2 แช่เยือกแข็ง	จุลินทรีย์รวม/กรัม	น้อยกว่า 1×10^{5}
	MPN *Coliforms*/กรัม	น้อยกว่า 100
	MPN *E. coli*/กรัม	น้อยกว่า 3
	S. aureus/กรัม	น้อยกว่า 50
	B. cereus/กรัม	น้อยกว่า 50
	C. perfringens/0.01 กรัม	ไม่พบ
	V. parahaemolyticus/25 กรัม	ไม่พบ
	Salmonella *sp.*/25 กรัม	ไม่พบ
4. เครื่องดื่มหาบเร่แผงลอย		
	ยีสต์/กรัม	น้อยกว่า 1×10^{3}
	รา/กรัม	น้อยกว่า 100
	MPN *Coliforms*/กรัม	น้อยกว่า 20
	MPN *E. coli*/กรัม	น้อยกว่า 2
	S. aureus/กรัม	ไม่พบ
	B. cereus/กรัม	ไม่พบ
	C. perfringens/0.01 กรัม	ไม่พบ
	Salmonella *sp.*/25 กรัม	ไม่พบ
5. ภาชนะสัมผัสอาหาร		
	จุลินทรีย์รวม/ชิ้นภาชนะ	น้อยกว่า 1×10^{3}

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
TREAT	1	9
	2	9
	3	9
	4	9
	5	9
	6	9
MACHI	1	18
	2	18
	3	18

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: TPC

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2838.494	17	166.970	26.809	.000
Intercept	493527.352	1	493527.352	79242.323	.000
TREAT	2766.704	5	553.341	88.846	.000
MACHI	4.381	2	2.191	.352	.706
TREAT * MACHI	67.408	10	6.741	1.082	.401
Error	224.211	36	6.228		
Total	496590.057	54			
Corrected Total	3062.704	53			

a R Squared = .927 (Adjusted R Squared = .892)

Post Hoc Tests

MACHI

Multiple Comparisons

Dependent Variable: TPC

LSD

(I) MACHI	(J) MACHI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-.2839	.83187	.735	-1.9710	1.4032
	3	.4100	.83187	.625	-1.2771	2.0971
2	1	.2839	.83187	.735	-1.4032	1.9710
	3	.6939	.83187	.410	-.9932	2.3810
3	1	-.4100	.83187	.625	-2.0971	1.2771
	2	-.6939	.83187	.410	-2.3810	.9932

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

Post Hoc Tests

TREAT

Multiple Comparisons

Dependent Variable: TPC

LSD

(I) TREAT	(J) TREAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-5.9856*	1.17644	.000	-8.3715	-3.5996
	3	-6.0722*	1.17644	.000	-8.4582	-3.6863
	4	13.5833*	1.17644	.000	11.1974	15.9693
	5	-5.4878*	1.17644	.000	-7.8737	-3.1018
	6	-6.0722*	1.17644	.000	-8.4582	-3.6863
2	1	5.9856*	1.17644	.000	3.5996	8.3715
	3	-.086	1.17644	.942	-2.4726	2.2993
	4	19.5689*	1.17644	.000	17.1830	21.9548
	5	.4978	1.17644	.675	-1.8882	2.8837
	6	-.0867*	1.17644	.942	-2.4726	2.2993
3	1	6.0722*	1.17644	.000	3.6863	8.4582
	2	.0867	1.17644	.942	-2.2993	2.4726
	4	19.6556*	1.17644	.000	17.2696	22.0415
	5	.5844	1.17644	.622	-1.8015	2.9704
	6	.0000	1.17644	1.000	-2.3859	2.3859
4	1	-13.5833*	1.17644	.000	-15.9693	-11.1974
	2	-19.5689*	1.17644	.000	-21.9548	-17.1830
	3	-19.6556*	1.17644	.000	-22.0415	-17.2696
	5	-19.0711*	1.17644	.000	-21.4570	-16.6852
	6	-19.6556*	1.17644	.000	-22.0415	-17.2696
5	1	5.4878*	1.17644	.000	3.1018	7.8737
	2	-.4978	1.17644	.675	-2.8837	1.8882
	3	-.5844	1.17644	.622	-2.9704	1.8015
	4	19.0711*	1.17644	.000	16.6852	21.4570
	6	-.5844	1.17644	.622	-2.9704	1.8015
6	1	6.0722*	1.17644	.000	3.6863	8.4582
	2	.0867	1.17644	.942	-2.2993	2.4726
	3	.0000	1.17644	1.000	-2.3859	2.3859
	4	19.6556*	1.17644	.000	17.2696	22.0415
	5	.5844	1.17644	.622	-1.8015	2.9704

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
TREAT	1	9
	2	9
	3	9
	4	9
	5	9
	6	9
MACHI	1	18
	2	18
	3	18

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COLI

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3946.890	17	232.170	15.724	.000
Intercept	483951.147	1	483951.147	32776.931	.000
TREAT	3562.881	5	712.576	48.261	.000
MACHI	73.477	2	36.738	2.488	.097
TREAT * MACHI	310.532	10	31.053	2.103	.050
Error	531.540	36	14.765		
Total	488429.576	54			
Corrected Total	4478.430	53			

a R Squared = .881 (Adjusted R Squared = .825)

Post Hoc Tests

MACHI

Multiple Comparisons

Dependent Variable: COLI

LSD

(I) MACHI	(J) MACHI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	1.9133	1.28084	.144	-.6843	4.5110
	3	-.8811	1.28084	.496	-3.4788	1.7166
2	1	-1.9133	1.28084	.144	-4.5110	.6843
	3	-2.7944*	1.28084	.036	-5.3921	-.1968
3	1	.8811	1.28084	.496	-1.7166	3.4788
	2	2.7944*	1.28084	.036	.1968	5.3921

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

Post Hoc Tests

TREAT

Multiple Comparisons

Dependent Variable: COLI

LSD

(I) TREAT	(J) TREAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	-7.6133*	1.81138	.000	-11.2870	-3.9397
	3	-8.0678*	1.81138	.000	-11.7414	-4.3941
	4	14.2911*	1.81138	.000	10.6175	17.9648
	5	-6.9578*	1.81138	.000	-10.6314	-3.2841
	6	-8.0678*	1.81138	.000	-11.7414	-4.3941
2	1	7.6133*	1.81138	.000	3.9397	11.2870
	3	-.4544	1.81138	.803	-4.1281	3.2192
	4	21.9044*	1.81138	.000	18.2308	25.5781
	5	.6556	1.81138	.720	-3.0181	4.3292
	6	-.4544	1.81138	.803	-4.1281	3.2192
3	1	8.0678*	1.81138	.000	4.3941	11.7414
	2	.4544	1.81138	.803	-3.2192	4.1281
	4	22.3589*	1.81138	.000	18.6852	26.0325
	5	1.1100	1.81138	.544	-2.5637	4.7837
	6	.0000	1.81138	1.000	-3.6737	3.6737
4	1	-14.2911*	1.81138	.000	-17.9648	-10.6175
	2	-21.9044*	1.81138	.000	-25.5781	-18.2308
	3	-22.3589*	1.81138	.000	-26.0325	-18.6852
	5	-21.2489*	1.81138	.000	-24.9225	-17.5752
	6	-22.3589*	1.81138	.000	-26.0325	-18.6852
5	1	6.9578*	1.81138	.000	3.2841	10.6314
	2	-.6556	1.81138	.720	-4.3292	3.0181
	3	-1.1100	1.81138	.544	-4.7837	2.5637
	4	21.2489*	1.81138	.000	17.5752	24.9225
	6	-1.1100	1.81138	.544	-4.7837	2.5637
6	1	8.0678*	1.81138	.000	4.3941	11.7414
	2	.4544	1.81138	.803	-3.2192	4.1281
	3	.0000	1.81138	1.000	-3.6737	3.6737
	4	22.3589*	1.81138	.000	18.6852	26.0325
	5	1.1100	1.81138	.544	-2.5637	4.7837

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the .05 level.

ประวัติผู้เขียน

นายอรรถพล เจริญพักตร์ เกิดเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2520 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2541

ประสบการณ์ทำงานในตำแหน่งผู้ช่วยวิจัย กองส่งเสริมงานคุ้มครองผู้บริโภคด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพในส่วนภูมิภาคและท้องถิ่น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2547