รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของ Quaternary Ammonium Compound ต่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อซัลโมเนลลา

Disinfectant Activity of Quaternary Ammonium Compound on *Salmonella* spp.

คณะผู้วิจัย

ผศ. ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาววลีพร วสิกรัตน์ ผู้ร่วมวิจัย

b00268524

RC00216

ได้รับการสนับสนุนเงินวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2558

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ	ผลของ Quaternary Ammonium Compound ต่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อซัลโมเนลลา
แหล่งทุน	งบประมาณเงินรายได้ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
ประจำปีงบประมาณ	2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสบับสนุน 75,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย	1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2558
ผู้รับผิดชอบโครงการวิจัย	ผศ.ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ หัวหน้าโครงการวิจัย
	นางสาววลีพร วสิกรัตน์ ผู้ร่วมวิจัย
	คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ซึ่งอยู่ในกลุ่มของสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (quaternary ammounium compound) ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm ต่อการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Anatum และ *Salmonella* Corvallis ในหลอดทดลอง ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml และ 10^6 CFU/ml และระยะเวลาในการสัมผัส 1, 5 และ 10 นาที พบว่า การยับยั้งเชื้อของ ADBAC ต่อเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis เพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการสัมผัสของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 10 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อลงจนไม่สามารถตรวจพบเชื้อเริ่มต้นที่ 10^3 CFU/ml และสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 400 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1 - 10 นาที สามารถยับยั้งเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml การใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 และ 30 นาที ต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 และ 10^6 CFU/100cm^2 โดยเช็ดบนพื้นผิวถาดสแตนเลสด้วยผ้าไมโครไฟเบอร์ พบว่า สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที สามารถยับยั้งเชื้อเริ่มต้นที่ 10^3 CFU/100cm^2 ได้หมด แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อที่ 10^6 CFU/100cm^2 ได้อย่างสมบูรณ์ พบการเหลือรอดของเชื้อบริเวณพื้นผิวถาดสแตนเลสและผ้าหลังเช็ด เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการสัมผัสเป็น 30 นาที ที่ 400 ppm สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis เริ่มต้นที่ 10^6 CFU/100cm^2 ได้หมด จากนั้นศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคบนพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้การตัดแต่งเนื้อสุกรด้วยวิธีการ swab test ตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ประมาณ 10^5 CFU/50cm^2, *Escherichia coli*, Coliforms, yeast, mold และ *Bacillus cereus* เมื่อนำสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 400 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาในการสัมผัส 10 และ 30 นาที เช็ดบนพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรด้วยผ้าไมโครไฟเบอร์ พบว่าที่ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที ตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.2×10^4 CFU/50cm^2 และตรวจไม่พบ *E. coli*, yeast และเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค *Staphylococcus aureus, Salmonella* spp., *B. cereus,* และ *Clostridium perfringens* บนพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการสัมผัส 30 นาที สารฆ่าเชื้อ ADBAC มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้มากขึ้น ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.9×10^3 CFU/50cm^2 และตรวจไม่พบ *E. coli*, yeast และเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค *Staph. aureus, Salmonella* spp., *B. cereus,* และ *C. perfringens* ดังนั้นสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาสัมผัส 30 นาที มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อบนพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ตัดแต่งเนื้อสุกร

คำสำคัญ : *Salmonella* Anatum, *S.* Corvallis, อัลคิลไดเมทิลเอทิลเบนซิลแอมโมเนียมคลอไรด์, สารควอเตอร์นารีแอมโมเนียม, พื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ตัดแต่งเนื้อสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Disinfectant Activity of Quaternary Ammonium Compound on *Salmonella* spp.

Researcher: Assist. Prof. Dr. Aphacha Jindaprasert

Co-researcher: Miss Waleeporn Wasikarat

Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

This study was to investigate the inhibitory effect of alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) as quaternary ammonium compound at concentration of 0, 100, 200 and 400 ppm and exposure time 1, 5 and 10 min on the reduction of *Salmonella* Anatum and *Salmonella* Corvallis. Bacteria were inoculated at 10^3 CFU/ml and 10^6 CFU/ml. The effect of ADBAC showed that growth of *S.* Anatum and *S.* Corvallis were increased by increasing the concentration of the disinfectant. Using ADBAC at 200 ppm reduced the number of bacteria to an undetectable level at the inoculum 10^3 CFU/ml within 10 minute. While at 400 ppm 1-10 minutes were completely eliminated at the inoculum 10^6 CFU/ml. Inhibition of *S.* Anatum and *S.* Corvallis (at 10^3 CFU/100cm^2 and 10^6 CFU/100cm^2) on the surface of the stainless steel tray and cleaning with microfiber wipe at ADBAC concentrations of 200 and 400 ppm and exposure time 10 and 30 minutes were studied. It was found that ADBAC at 200 and 400 ppm with exposure time 10 minutes were able to completely eliminated at the inoculum 10^3 CFU/100cm^2 however, they could not completely eliminated at the inoculum 10^6 CFU/100cm^2. When increasing the exposure time to 30 minutes at 400 ppm, the result indicated that *S.* Anatum and *S.* Corvallis were completely eliminated at the inoculum 10^6 CFU/100cm^2 on stainless steel tray surface. Determination of microbial contamination on pork cutting stainless steel surface was swabbed test. The results showed that the total plate count (TPC) approximately 10^5 CFU/50cm^2, *Escherichia coli* and Coliforms, yeast, mold and *Bacillus cereus* were detected. The application of ADBAC at 400 ppm with exposure times 10 and 30 minutes were cleaned on the pork cutting stainless steel surface using microfiber cloth wipe. When increasing the exposure time, ADBAC was increased inhibition efficiency. At 10 minutes of exposure time, TPC was 1.2×10^4 CFU/50cm^2 and *E. coli,* Coliforms, Yeast, *Staphylococcus aureus, Salmonella* spp., *B. cereus* and *Clostridium perfringens* were not be detected on the pork cutting stainless steel surface. When increasing the exposure time to 30 minutes, ADBAC was increased inhibition efficiency. TPC was

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

detected at 1.9×10^{3} CFU/50cm^{2} and *E. coli,* Coliforms, Yeast, *Staph. aureus, Salmonella* spp., *B. cereus* and *C. perfringens* were not be detected. Therefore, ADBAC is disinfection efficacy on the pork cutting stainless steel surface at concentration of 400 ppm with exposure time 30 minutes.

Keywords: *Salmonella* Anatum, *S.* Corvallis, alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride, quaternary ammonium compounds, pork cutting stainless steel surface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2558

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนทุนการนำเสนอผลงานวิจัยของนางสาว วลีพร วสิกรัตน์ ปีงบประมาณ 2559

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจในการทำวิจัยนี้มาตลอด

ขอขอบคุณนักศึกษา นางสาววิภาวี ใยโพธิ์ทอง และนางสาวชนากานต์ จันทร์ศิลา ที่ช่วยในการทำการทดลองเบื้องต้น การเก็บตัวอย่างนอกสถานที่ และรวบรวมข้อมูลผลการทดลอง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณกำลังใจจากครอบครัวคุณพ่อ คุณแม่ น้องสาว ผศ. กรรณ จินดาประเสริฐ และเด็กชายกัณต์ณภัค จินดาประเสริฐ ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

อพัชชา จินดาประเสริฐ

วลีพร วสิกรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การตัดแต่งเนื้อสุกร 4

2.2 เชื้อ *Salmonella* spp 9

2.3 การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ 14

2.4 สารฆ่าเชื้อประเภทควอเทอร์นารีแอมโมเนียม 20

2.5 ผ้าไมโครไฟเบอร์ 25

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 30

3.1 ตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการดำเนินงาน 30

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 30

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี 32

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย 34

3.5 การวางแผนการทดลอง 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 42

4.1 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ในหลอดทดลอง 42

4.2 ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการยับยั้งเชื้อเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส 48

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่า ADBAC ในการเช็ดทำความสะอาดบนพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร 55

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 65

5.1 สรุปผลการวิจัย 65

5.2 ข้อเสนอแนะ 66

บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย 67

เอกสารอ้างอิง 68

ภาคผนวก 74

ภาคผนวก ก การตรวจวิเคราะห์ทางเคมี 75

ภาคผนวก ข อาหารเลี้ยงเชื้อและการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ 80

ภาคผนวก ค ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อบนพื้นผิวสแตนเลส 93

ภาคผนวก ง สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย 97

ประวัตินักวิจัย 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เกิดการเน่าเสีย.....7
2.2 คุณลักษณะของสิ่งสกปรก (Soil characteristics).....15
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารฆ่าเชื้อ.....18
2.4 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของภาชนะสัมผัสอาหารและพื้นผิวสัมผัสอาหาร.....19
2.5 ปริมาณมาตรฐานของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count; TPC) บนพื้นผิวสัมผัสอาหาร.....19
2.6 ผลของการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ QUAT SAN™.....24
3.1 สัดส่วนของตัวอย่างผสมระหว่างสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC), Letheen broth, เชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis และ น้ำ DI ปลอดเชื้อ.....35
3.2 วิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค.....40
4.1 ผลของความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) และระยะเวลาในการสัมผัสต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml ในหลอดทดลอง.....42
4.2 ผลของความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) และระยะเวลาในการสัมผัสต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml ในหลอดทดลอง.....43
4.3 ผลของความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) และระยะเวลาในการสัมผัสต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml ในหลอดทดลอง.....45
4.4 ผลของความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) และระยะเวลาในการสัมผัสต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml ในหลอดทดลอง.....46
4.5 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ต่อเชื้อ *S.* Anatum ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml บนพื้นผิวถาดสแตนเลส.....49
4.6 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10 นาที ต่อเชื้อ *S.* Anatum ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml บนพื้นผิวถาดสแตนเลส.....50
4.7 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10, 20 และ 30 นาที ต่อเชื้อ *S.* Anatum ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml บนพื้นผิวถาดสแตนเลส.....51
4.8 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10 นาที เชื้อ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml บนพื้นผิวถาดสแตนเลส.....53
4.9 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10 นาที ต่อเชื้อ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml บนพื้นผิวถาดสแตนเลส.....53
4.10 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10, 20 และ 30 นาที ต่อเชื้อ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml บนพื้นผิวถาดสแตนเลส.....54
4.11 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรของร้านในบริเวณตลาดบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี.....56
4.12 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบริเวณพื้นที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรก่อนการเช็ดทำความสะอาด.....58
4.13 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ตัดแต่งเนื้อสุกรหลังเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10 นาที.....61
4.14 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ตัดแต่งเนื้อสุกรหลังเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 30 นาที.....62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 เชื้อ *Salmonella* spp. ...10
2.2 อาการของผู้ป่วยและความเป็นพิษของเชื้อ *Salmonella* spp. ...12
2.3 โครงสร้างทั่วไปของสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม ...20
2.4 กลไกของสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียมในการยับยั้งจุลินทรีย์ ...22
4.1 ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum ที่เหลือรอดในหลอดทดลองที่มีสาร ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm และระยะเวลาในการสัมผัส 1, 5 และ 10 นาที ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml ...43
4.2 ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum ที่เหลือรอดในหลอดทดลองที่มี สาร ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm และระยะเวลาในการสัมผัส 1, 5 และ 10 นาที ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml ...44
4.3 ปริมาณเชื้อ *S.* Corvallis ที่เหลือรอดในหลอดทดลองที่มี สาร ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm และระยะเวลาในการสัมผัส 1, 5 และ 10 นาที ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml ...45
4.4 ปริมาณเชื้อ *S.* Corvallis ที่เหลือรอดในหลอดทดลองที่มี สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm และระยะเวลาในการสัมผัส 1, 5 และ 10 นาที ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml ...46
4.5 ร้านจำหน่ายเนื้อสุกรตัดแต่งในบริเวณตลาดบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี (ก) ร้านซิ้ม, (ข) ร้านพร และ (ค) ร้านนิด ...56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมด้านอาหารได้มีบทบาทสำคัญอย่างมากในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมอาหารสด อาหารแช่แข็ง อาหารกระป๋อง ธุรกิจอาหารรายวัน ธุรกิจการบริการทางด้านอาหารและอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งล้วนเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของคนทั้งโลก และทุกๆ อุตสาหกรรมจำเป็นต้องทำการทำความสะอาดคราบสิ่งสกปรกออกจากเครื่องมือและพื้นผิวในอุตสาหกรรมนั้นๆ ซึ่งการทำความสะอาดถือเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการรักษาความปลอดภัยอาหาร เป็นสิ่งสำคัญในการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ลงสู่อาหารได้ โดยการทำความสะอาดนั้นจะต้องประกอบด้วยสิ่งสองสิ่งคือ สารทำความสะอาด และสิ่งทำความสะอาด โดยในปัจจุบันนั้นมีชนิดของสารทำความสะอาดและสิ่งทำความสะอาดให้เลือกใช้อยู่มากมาย

เนื้อสัตว์เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ก็มีความเสี่ยงสูงต่อการเน่าเสียและการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคกับคน โดยเฉพาะประเทศไทยมีสภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เกิดโรคหลายชนิด ในปัจจุบันสถานบริการจำหน่ายอาหารสดที่ผ่านการตัดแต่งซากเนื้อสัตว์ที่วางจำหน่ายในตลาดสด เป็นบริเวณที่ไม่สามารถควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีสภาวะเอื้อก่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* (คมแข พิสาสมบัติ และคณะ, 2540) จุลินทรีย์ ดังกล่าวมีผลต่อคุณภาพของเนื้อสัตว์ ความปลอดภัยของผู้บริโภค รวมทั้งมีผลต่ออายุในการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ซึ่งเชื้อเหล่านี้สามารถแพร่กระจายสู่คนได้โดยการบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนเชื้อและทำให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภคได้ โดยเฉพาะเชื้อ *Salmonella* spp. ที่ทำให้เกิดโรคซัลโมเนลลาโลซิส (Salmonellosis) อาการของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella* spp. จะเกิดขึ้นหลังจากบริโภคอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนเชื้อ เข้าไปประมาณ 12 - 24 ชั่วโมง เชื้อ *Salmonella* spp. ที่เข้าสู่ร่างกายจะจับเกาะเซลล์เยื่อบุผนังลำไส้ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องและถ่ายเหลว หลังจากที่หายป่วยแล้วประมาณร้อยละ 5 ของผู้ที่หายป่วยยังคงมีเชื้อ *Salmonella* spp. อยู่ในร่างกายและเป็นพาหะต่อไป ความรุนแรงของอาการป่วยแตกต่างไปตามชนิดและปริมาณเชื้อ ที่บริโภคและความต้านทานของผู้บริโภค (บัณฑูรย์ ตระการวีระเดช, 2551) การตรวจเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ เนื้อวัว เนื้อหมู และไข่ไกสดของไทย จำนวน 200 ตัวอย่าง ซึ่งเก็บตัวอย่างมาจากตลาดสดและซุปเปอร์มาเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50 แหล่ง ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2546 ตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. มากที่สุด จำนวน 121 ตัวอย่าง โดยสายพันธุ์ที่พบมากที่สุด คือ *S.* Anatum รองลงมา คือ *S.* Corvallis, *S.* Derby และ *S.* Rieesn ตามลำดับ (Vindigni et al., 2007) และจากการสำรวจการเก็บตัวอย่างเนื้อสัตว์ในตลาดสดในพื้นที่จังหวัดราชบุรี ในระหว่างปี พ.ศ. 2554 ถึง 2555 จำนวน 450 ตัวอย่าง พบตัวอย่างเนื้อสุกร ไก่ และโค ปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 130 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 65 ทำการจำแนกชนิดสายพันธุ์เชื้อ *Salmonella* spp. จากสุกรที่พบมากที่สุดคือ สายพันธุ์ *S.* Anatum และอีกสายพันธุ์หนึ่งตรวจพบมากที่สุดในเนื้อไก่ คือ สายพันธุ์ *S.* Corvallis (สุวัฒน์ มลิจารย์ และศิรินทร์ทิพย์ วนาประเสริฐศักดิ์, 2556)

การทำความสะอาดพื้นผิวที่ใช้ตัดแต่งเนื้อสัตว์ที่มีประสิทธิภาพ โดยการใช้สารฆ่าเชื้อและวิธีการที่เหมาะสมจึงเป็นวิธีในการลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ ซึ่งสารฆ่าเชื้อที่ใช้เพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร แบ่งตามคุณสมบัติทางเคมีได้แก่ กลุ่มแอลกอฮอล์ สารประกอบคลอรีน และสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (สุวิมล กีรติพิบูล, 2545) สารฆ่าเชื้อที่นำมาใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในงานวิจัยนี้อยู่ในกลุ่มของสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (quaternary ammounium compound) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารลดแรงตึงผิวที่ช่วยในการทำความสะอาด มีอันตรายน้อยต่อผู้ใช้ ไม่มีความระคายเคืองต่อผิวหนังและไม่มีการกัดกร่อนต่อพื้นผิว สารฆ่าเชื้อกลุ่มนี้สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ใช้ระยะเวลาในการสัมผัสบนพื้นผิวไม่นาน (Ioannou et al., 2007)

ดังนั้นในการศึกษางานวิจัยนี้มุ่งเน้นทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ซึ่งเป็นสารประเภทควอเทอร์นารีแอมโมเนียม ต่อการฆ่าเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ที่พบมีการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ และการประยุกต์ใช้สารฆ่าเชื้อนี้เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. และเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวตัดแต่งเนื้อสุกรในตลาดสด เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ และทำให้เกิดความปลอดภัยกับเนื้อสุกรที่จะนำไปบริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC และระยะเวลาในการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ในหลอดทดลอง

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

1.2.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการทำความสะอาดพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ตัดแต่งเนื้อสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อประเภทควอเทอร์นารีแอมโมเนียม ซึ่งมีชื่อทางการค้าว่า QUAT SAN™ และใช้ชื่อทางเคมีว่า alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) โดยนำมาทดสอบกับเชื้อจุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ทำการทดลองในหลอดทดลองที่มีความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้น 10^6 และ 10^3CFU/ml และใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm ที่ระยะเวลาในการสัมผัสเชื้อ 1, 5 และ 10 นาที ตามลำดับ ตรวจวิเคราะห์เชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ที่เหลือรอด และคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการยับยั้งเชื้อในหลอดทดลอง นำสภาวะดังกล่าวมาทดสอบการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวสแตนเลสโดยเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อบนพื้นผิว และตรวจเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ที่เหลือรอดบนพื้นผิวสแตนเลสและผ้าหลังเช็ดพื้นผิว เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพของความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้ในการยับยั้งเชื้อบนพื้นผิวสแตนเลส จากนั้นนำมาทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อADBAC มาประยุกต์ใช้ในการทำความสะอาดและลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่บนบริเวณพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร ในตลาดสดพื้นที่จังหวัดชลบุรี เปรียบเทียบกับการเช็ดในสภาวะที่ไม่ใช้สารฆ่าเชื้อ และทำการตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์, *Escherichia coli*, Coliforms, Yeast, Mold, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. และ *Clostridium perfringens* ตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (2560)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC และระยะเวลาต่างๆในการยับยั้งของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ในหลอดทดลอง

1.4.2 ทราบระดับของความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC และระยะเวลาในการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

1.4.3 ได้กระบวนการในการทำความสะอาดพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ตัดแต่งเนื้อสุกรด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตัดแต่งเนื้อสุกร

2.1.1 การตัดแต่งซากชิ้นส่วนเนื้อสุกร (สมบัติ ศุภประภากร และคณะ, 2548)

การตัดแต่งซากสุกรจะกระทำเพื่อการจัดจำหน่าย และยังสะดวกต่อการเก็บรักษา การบรรจุ การขนส่ง การนำไปประกอบเป็นอาหาร หรือการแปรรูป ทำเป็นผลิตภัณฑ์ อีกทั้งช่วยทำให้เกิดความยุติธรรมระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย เพราะเนื้อส่วนที่มีคุณภาพดีย่อมราคาแพง ส่วนที่มีคุณภาพรองลงไป ซึ่งการตัดแต่งซากสุกรจะแยกส่วนของเนื้อแต่ละคุณภาพออกไปให้ชัดเจน

การตัดแต่งซากสุกรจำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านกายวิภาค (anatomy) และทักษะความชำนาญเป็นพิเศษ จึงจะทำให้การตัดแต่งเป็นด้วยความรวดเร็ว และเกิดการสูญเสียอันเนื่องจากเศษเนื้อน้อยที่สุด การตัดแต่งซากสุกรแบบไทย เป็นวิธีการที่นิยมในแถบทวีปเอเชียและแอฟริกา เพราะวิธีการนี้เป็นวิธีการเลาะแยกเอาส่วนที่เป็นเนื้อแดง ไขมัน เศษเนื้อ เอ็นพังผืด และกระดูกออกจากกัน ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ง่ายไม่ยุ่งยาก

2.1.2 การตัดแต่งซากสุกรแบบไทย (สัญชัย จตุรสิทธา, 2550)

ซากสุกรแบบไทยจะผ่าครึ่งเรียบร้อยแล้ว จะมีการตัดแต่งซากโดยลูกเขียงเป็นหลัก เพราะการตัดแต่งนี้มีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.1.2.1 วางซากลงบนโต๊ะ และใช้มีดดึงเอาไขมันหุ้มไตในช่องท้องหรือเรียกว่า มันเปลว หรือมันเหลวออกจากซาก อาจจำเป็นต้องใช้มีดช่วยเลาะออด

2.1.2.2 แยกเนื้อสันในออกโดยวิธีใช้มีดค่อยๆ เลาะด้วยความระมัดระวัง เพราะเป็นเนื้อที่มีคุณภาพดี และราคาแพง

2.1.2.3 ตัดแยกขาหลังออกจากสะโพกบริเวณรอยต่อระหว่างกระดูก femur และกระดูก tibia

2.1.2.4 ใช้เลื่อยมือหรือมีดปังตอแยกเอาส่วนของขาสะโพกออกจากลำตัว โดยตัดแยกระหว่างกระดูก lumbar vertebrae ข้อที่ 3 และ 4 ตัดเป็นเส้นตั้งฉากกับแนวหลังของซาก

2.1.2.5 ตัดแยกขาหน้าออกจากลำตัวส่วนหน้า ตามแนวกระดูก radias ulna กับกระดูก humerus โดยต้องมีกระดูก olecranon process ติดมากับขาหน้าด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.6 ตัดคางหมูออกตามแนวพับคางกับอก

2.1.2.7 ค่อยๆใช้มีดเลาะซี่โครง (rib) ออกจากลำตัวทั้งแผง โดยต้องมีเนื้อติดมาด้วยแล้วแยกไหล่ออกจากลำตัวบริเวณซี่โครงที่ 5 และ 6

2.1.2.8 ตัดแยกเนื้อสันนอกออกจากมันสันหลัง (มันแข็ง)

2.1.2.9 ตัดแยกสามชั้นออก ซึ่งเป็นเนื้อใต้ซี่โครงทั้งหมด (สามชั้นหมายถึง หนัง, มัน และเนื้อแดง) จากนั้นเนื้อไหล่ที่มีกระดูก scapula กระดูก humerus ก็แยกออกจากกัน

2.1.2.10 บริเวณสะโพกทำการเลาะกระดูก lumbar vertebrae กระดูก sacral กระดูก pelvis และกระดูก femur ออกแล้วจึงเลาะมัน หนัง ออกจากเนื้อสะโพก

2.1.3 การควบคุมการผลิตเนื้อสุกร (กรมปศุสัตว์, 2556)

การควบคุมการผลิตเนื้อสุกรต้องมีเอกสารขั้นตอนการผลิตและจดบันทึกการผลิตตลอดจนกระบวนการผลิต มีดังต่อไปนี้

2.1.3.1 การรับซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์

2.1.3.1.1 การตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารที่เกี่ยวข้องตามกฎหมาย

2.1.3.1.2 ตรวจสอบสภาพการขนส่งซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์

2.1.3.1.3 ตรวจสอบคุณภาพของซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์ และการขนส่งซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์ เช่น อุณหภูมิศูนย์กลางเนื้อ อุณหภูมิของตู้ การจัดเรียงซากสัตว์ ความสะอาดของตู้ขนส่ง เป็นต้น

2.1.3.1.4 ควรล้างทำความสะอาดและใช้ยาฆ่าเชื้อพาหนะที่ใช้บรรทุกซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์ทุกครั้งหลังการขนส่ง

2.1.3.2 การตัดแต่ง

2.1.3.2.1 ต้องทำในห้องตัดแต่งที่แยกจากส่วนผลิตอื่นๆ และมีการควบคุมการเข้าออกของพนักงานอย่างเข้มงวด

2.1.3.2.2 การตัดแต่งซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์ต้องกระทำด้วยความรวดเร็ว และต้องไม่มีเนื้อกองบนสายพานมากเกินไป

2.1.3.2.3 มีด อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตัดแต่งจะต้องสะอาด

2.1.3.3 การบรรจุ

2.1.3.3.1 ภาชนะบรรจุต้องสะอาดทนทาน ถ้าทำจากพลาสติกต้องมีคุณภาพมาตรฐานซึ่งออกตามกฎหมายว่าด้วยอาหารและทนทานต่อการขนส่ง

2.1.3.3.2 ในกรณีที่ใช้ภาชนะบรรจุที่ทำจากวัสดุที่ล้างทำความสะอาดหรือกำจัดฝุ่นไม่ได้ต้องกั้นแยกห้อง บรรจุออกจากห้องอื่นๆ และออกแบบให้สามารถป้องกันฝุ่น แมลง และหนูได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3.3 ให้แสดงฉลากบนภาชนะบรรจุ ซึ่งฉลากที่ใช้กำกับทุกหน่วยต้องมีข้อความที่อ่านได้ชัดเจน ไม่ลอกหลุด

2.1.3.4 การเก็บรักษาเนื้อสัตว์

2.1.3.4.1 อุณหภูมิเนื้อสัตว์ต้องมีอุณหภูมิศูนย์กลางเนื้อ ไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส ตลอดเวลา ทุกระยะเวลาในการเก็บรักษาและขนส่ง

2.1.3.4.2 การจัดเรียงต้องให้อากาศไหลเวียนได้อย่างทั่วถึง

2.1.3.4.3 มีระบบจัดการเพื่อไม่ให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำสัมผัสกับซาก

2.1.3.4.4 มีการตรวจสอบและบันทึกอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิเนื้อ

2.1.4 การปนเปื้อนและเสื่อมสภาพของเนื้อสัตว์

การปนเปื้อนของเนื้อสัตว์สามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนตั้งแต่ก่อนสัตว์ตาย การชำแหละ ซาก ไปจนถึงผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์พร้อมบริโภค การปนเปื้อน หมายถึง การพบสิ่งแปลกปลอมบางอย่างที่ไม่ต้องการในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัย ต่อการบริโภค สาเหตุมาจากการปนเปื้อนจากสารเคมี ยาปฏิชีวนะ และจุลินทรีย์ (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536)

เนื้อสุกร เนื้อวัว และสัตว์ปีก เช่น เป็ด ไก่ จัดเป็นอาหารที่เน่าเสียได้ง่าย (perishable food) เนื่องจากมีความชื้นหรือมีปริมาณน้ำอิสระ (water activity) มากกว่า 0.95 และมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ที่เหมาะสมกับเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ นอกจากนี้ในเนื้อสัตว์ยังมีโปรตีนสูง และมีสารอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด จึงทำให้เนื้อสัตว์เกิดการเสื่อมเสียโดยมีการสาเหตุจากการจุลินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536)

2.1.4.1 เชื้อจุลินทรีย์เป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์

จุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดในเนื้อสัตว์ คือ แบคทีเรีย ซึ่งมีเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนได้ (proteolytic enzyme) เช่นโปรตีนย่อยโปรตีนโมเลกุลใหญ่ให้เป็นกรดอะมิโน (amino enzyme) และย่อยสลายต่อได้ก๊าซที่มีความเหม็นเน่า เช่น ก๊าซแอมโมเนียม (NH_3) การสลาตัวของกรดอะมิโนที่มีกำมะถัน (sulfur) เป็นส่วนประกอบ ได้แก่ ซิสเทอีน (cysteine) จะได้ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งมีกลิ่นก๊าซไข่เน่า และการสลายตัวของกรดอะมิโนทริปโทเฟนจะเกิดผลิตภัณฑ์ คือ สารอินโดล (indol) และ สเกโตล (skatole) ซึ่งมีกลิ่นเหม็นเน่าเหมือนอุจาระ เกิดเมือก และเกิดการเปลี่ยนสี ตารางที่ 2.1 แสดงแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคเหล่านี้ปนเปื้อนมาจากฝุ่นละออง ดิน และผู้ประกอบอาหาร แบคทีเรียบางชนิดสามารถทนความร้อนสูงและเพิ่มจำนวนเซลล์มากขึ้นพร้อมกับผลิตสารพิษได้ จุลินทรีย์ก่อโรคหลายชนิดเจริญได้ดีในเนื้อสัตว์ เช่น *Salmonella, Campylobacter jejuni, Staphylococcus aureus, Escherichia coli* 0157:H7, *Listeria monocytogenes, Clostridium botulinum* และ *Yersinia*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

entetocolitica เป็นต้น (บริษัท ไซแอนติฟิค โปรโมชั่น จำกัด และ บริษัท บิโอเมริเยอร์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2556)

ตารางที่ 2.1 ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เกิดการเน่าเสีย

ผลิตภัณฑ์	จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง	อาการ
ซากสัตว์ หรือเนื้อชิ้นใหญ่	เกิดจากแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobic bacteria) และแบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งที่มีและไม่อากาศ (facultative anaerobe) โดยเป็นแบคทีเรียในสกุล เช่น *Clostridium, Enterococcus*	เป็นการเน่าเสียภายใน การเสื่อมเสียพบบริเวณรอบๆ กระดูกก่อน ทีให้เนื้อมีรสเปรี้ยว (souring meat) เรียกว่า bone taint
เนื้อสัตว์สด เนื้อชำแหละ เนื้อบด	แบคทีเรียที่ต้องการอากาศ (aerobic bacteria)	เกิดเมือกที่บริเวณผิว เนื้อมีสีเขียว เกิดรสเปรี้ยว มีกลิ่นเหม็นเน่า แบคทีเรียบางชนิดอาจสร้างเม็ดสี (pigment) ทำให้เนื้อสัตว์มีสีเปลี่ยน มีสีเขียวหรือเรืองแสง เกิดเมือก และมีกลิ่นเหม็นเน่า
ไส้กรอก ลูกชิ้น หมูยอ แฮม เบคอน	*Lactobacillus*	เกิดเมือกที่ผิวของไส้กรอก เปลี่ยนสี อาจมีสีเขียว เกิดก๊าซภายใน ทำให้ไส้กรอกแต่ มีรสเปรี้ยว

ที่มา: บริษัท ไซแอนติฟิค โปรโมชั่น จำกัด และ บริษัท บิโอเมริเยอร์ (ประเทศไทย) จำกัด (2556)

2.1.4.2 สาเหตุของการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

การปนเปื้อนของเนื้อสัตว์โดยเชื้อจุลินทรีย์มีสาเหตุมาจากแบคทีเรียมากกว่ายีสต์และรา โดยแบคทีเรียที่เจริญเติบโตและทำให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหารแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ตามความต้องการของออกซิเจนในการเจริญเติบโต ได้แก่ แบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต เช่น *Pseudomonas* และ *Escherichia* แบคทีเรียที่เจริญได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน เช่น *Staphylococcus* แบคทีเรียส่วนใหญ่ที่เป็นสาเหตุของอาหารเน่าเสียและอาหารเป็นพิษ มักเป็นแบคทีเรียที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจนในการเจริญเติบโต โดยสาเหตุของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์มีหลายประการ ดังนี้ (บริษัท ไซแอนติฟิค โปรโมชั่น จำกัด และ บริษัท บิโอเมริเยอร์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2556)

2.1.4.2.1 การปนเปื้อนจากตัวสัตว์

จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจากตัวสัตว์ที่สำคัญ ได้แก่ แบคทีเรียพวก Coliforms ที่อาศัยอยู่ในอวัยวะต่าง ๆ ในระบบทางเดินอาหาร เช่น ลำไส้ กระเพาะ ท่อน้ำเหลือง ซึ่งสามารถปนเปื้อนเข้าไปในซากได้ในขั้นตอนการชำแหละซากและตัดแต่งซาก หากผู้ปฏิบัติงานไม่มีความชำนาญและไม่ระมัดระวังจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์โอกาสแพร่กระจายได้สูง โดยเฉพาะซากที่เกิดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* 0157:H7 ที่นำไปปรุงอาหารโดยใช้ความร้อนที่ไม่เพียงพอต่อการทำลายเชื้อนี้จะทำให้เนื้อนั้นไม่ปลอดภัยและอาจเกดโรคอาหารเป็นพิษได้ ดังนั้น โรงงานชำแหละจึงต้องตัดเศษอุจจาระและสิ่งปนเปื้อนออกจากซากให้หมดก่อนที่จะล้างและจำหน่ายให้กับผู้บริโภค

2.1.4.2.2 การปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้

น้ำที่ใช้ในกระบวนการต่าง ๆ เช่น น้ำที่ใช้ในการล้างและการลวกขนสุกร ก่อนการขูดขน หรือน้ำที่ใช้ในการล้างเครื่องมือต่าง ๆ จะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ เช่น การชำแหละสุกรจะมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากมีดที่ใช้เชือดคอและแทงคอ น้ำที่ใช้ในการล้างแต่ละขั้นตอนจึงต้องมีคลอรีนเหลืออยู่ ในปริมาณที่สามารถลดหรือป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ เช่น น้ำที่ใช้สำหรับล้างวัตถุดิบควรมีคลอรีนเหลืออยู่ 3 – 5 ppm น้ำล้างโต๊ะปฏิบัติงานและน้ำล้างพื้นควรมีคลอรีนเหลืออยู่ 25 – 30 ppm และ 100 – 200 ppm ตามลำดับ

2.1.4.2.3 การปนเปื้อนจากเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ

เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น มีด ใบเลื่อย ที่ใช้ในการชำแหละซากและตัดแต่งซาก รวมทั้งเครื่องมือและเครื่องใช้อื่นๆ ได้แก่ เครื่องบด เครื่องสับ เครื่องบรรจุที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนไปจนถึงผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จะมีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อยู่ จึงควรตรวจสอบและทำความสะอาดทุกวัน มีการฆ่าอย่างสม่ำเสมอ

2.1.4.2.4 การปนเปื้อนจากผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานที่มีอนามัยส่วนบุคคลไม่ดีจะเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนได้ โดยเฉพาะมือของผู้ปฏิบัติงานจะเป็นแหล่งที่นำไปสู่การแพร่กระจายของเชื้อที่สำคัญ และเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนข้ามของเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ เสื้อผ้า เครื่องแต่งกายของผู้ปฏิบัติงานที่มีการสัมผัสในการเคลื่อนย้ายซาก การตัดแต่งซาก และการบรรจุก็เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนด้วยเช่นกัน ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติตามหลักสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดี โดยล้างมือด้วยน้ำผสมคลอรีนหรือน้ำยาฆ่าเชื้อทุกครั้งก่อนและหลังการปฏิบัติงาน สวมเสื้อผ้าที่สะอาดไม่เป็นโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจหรือโรคผิวหนัง และตรวจสอบความสะอาดของคนงานทางจุลชีววิทยาอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.2.5 การปนเปื้อนจากอากาศ

การปนเปื้อนจากอากาศรอบซากหรือเนื้อหรือในห้องแปรรูปอาจปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอากาศตามธรรมชาติได้ ดังนั้นโรงงานจึงต้องมีสุขาภิบาลของห้องต่างๆ ที่ดี เช่น ห้องเย็น ห้องตัดแต่ง ห้องเก็บซากที่ตัดแต่งแล้ว เป็นต้น

2.1.4.2.6 การปนเปื้อนจากกระบวนการผลิต

การปนเปื้อนจากกระบวนการการผลิตเกิดขึ้นได้จากสภาพต่าง ๆ ขณะแปรรูป หรือประกอบอาหาร เช่น การตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาดเล็กลง หรือการบกสับให้ละเอียดซึ่งเพิ่มพื้นที่ผิวของเนื้อที่จุลินทรีย์จะเกิดการปนเปื้อนขึ้นได้ เนื้อที่ใช้สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะเพื่อทำผลิตภัณฑ์ประเภทลดขนาดไม่ควรเสียหรือเป็นเมือกและควรมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนในปริมาณต่ำ นอกจากนี้ยังอาจป้องกันได้หลายวิธี เช่น การทำให้เย็นภายหลังการชำแหละซากทันที การเก็บซากที่อุณหภูมิต่ำ การสุขาภิบาลที่ดีของโรงงาน เป็นต้น

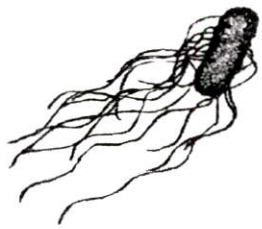
2.2 เชื้อ *Salmonella* spp.

เชื้อ *Salmonella* spp. ปัจจุบันนิยมใช้ระบบการเรียกชื่อที่กำหนดให้ใช้สปีชีเดิมต่อท้ายซีโรวาร์ ดังนั้น การเรียกชื่อตามการจัดแบ่งเชื้อซัลโมเนลลาของ WHO เชื้อ *Salmonella* spp. จะมีชื่อยาว เช่น *Salmonella* typhimurium จะมีชื่อเรียกใหม่ว่า *Salmonella* enterica subspecies (or subsp.) enteritica serovar (or ser.) typhimurium จึงได้มีการตั้งระบบการเรียกชื่อย่อขึ้น คือ ชื่อ genus จะเป็นตัวเอน (italic) และชื่อ serovars จะไม่เอนและตัวอักษรแรกเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เช่น *Salmonella* Typhimurium หรือ *Salmonella* Enteritidis เป็นต้น (บัณฑูรย์ ตระการวีระเดช, 2551)

เชื้อ *Salmonella* spp. เป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่มีความรุนแรง นอกจากเป็นสาเหตุให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่มีประวัติการระบาดสูงเป็นอันดับหนึ่งในสหรัฐอเมริกา อังกฤษ และในอีกหลายๆประเทศแล้ว ยังทำให้ประชากรเสียชีวิตสูงสุด แบคทีเรียนี้อยู่ในตระกูลแอนเตอร์โรแบคเทอริซิอิ (Family enterobateriaceae) เช่นเดียวกับแบคทีเรียจำพวก Coliforms และ *E. coli* (สุมณฑา วัฒนสินธ์, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ลักษณะที่สำคัญของเชื้อ *Salmonella* spp.



รูปที่ 2.1 เชื้อ *Salmonella* spp.

เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ ไม่มีแคปซูล เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลาที่อยู่รอบเซลล์ (peritrichous flagella) (รูปที่ 2.1) เจริญได้ดีทั้งในที่มีหรือไม่มีออกซิเจน สามารถหมักกลูโคสได้ก๊าซเกิดขึ้น แต่ไม่สามารถหมักแลคโตสและซูโครสได้ ให้ไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือก๊าซจากการหมักคาร์โบไฮเดรต เชื้อส่วนใหญ่ไม่ต้องการวิตามินหรือกรดอะมิโน ยกเว้นเชื้อไทฟอยด์บางชนิดที่ต้องการทริปโตเฟนในการเจริญ นอกจากนี้ยังทนต่อสารเคมีบางอย่าง เช่น brilliant green, sodium tetrathionate, sodium deoxycholate ซึ่งยับยั้งการเจริญของเชื้อพวก Coliforms จึงสามารถใช้สารเหล่านี้เพื่อประโยชน์ในการแยกเชื้อจากอุจจาระและเหมือนกับแบคทีเรียอื่น ๆ ที่เมื่ออยู่ในอาหารที่เหมาะสมจะสามารถเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง (pH) และ water activity (a_w) ที่กว้างมากกว่าอยู่ในอาหารที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิที่ต่ำสุดที่เชื้อเจริญได้ในอาหารอยู่ในช่วง 6.7 – 7.8 องศาเซลเซียส และสูงกว่า 10 องศาเซลเซียส ในคัดสตาร์ด แฮม และสลัด ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมของเชื้อเจริญได้คือ 45.6 องศาเซลเซียส โดยเชื้อนี้สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิห้อง แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมของเชื้ออยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส ช่วง pH สำหรับการเจริญคือ 4.1 – 9.0 ซึ่งโดยทั่วไปเจริญได้ในอาหารที่เป็นกรดต่ำ (low acid food) สำหรับค่า a_w ต่ำสุด ในการเจริญนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ซึ่งจะมีค่าประมาณ 0.93 – 0.95 เชื้อสายพันธุ์ต่างกันจะทนความร้อนและปัจจัยต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกับที่ใช้ทำลาย *Staphylococcus aureus* คือใช้ความร้อนอุณหภูมิที่ 66 องศาเซลเซียส ในภาชนะปิดนาน 12 นาที ระยะเวลาการฟักตัวของเชื้อสามารถใช้ในการจำแนกเชื้อ *Salmonella* spp. ออกจาก โรคอาหารเป็นพิษจาก *Staphylococcus aureus* โดยพบว่าระยะฟักตัวของ เชื้อ *Salmonella* spp. ใช้เวลาประมาณ 12 - 36 ชั่วโมง ส่วน *Staphylococcus aureus* ใช้เวลาเพียง 2 - 4 ชั่วโมง (บุญศรี จงเสรีจิตต์, 2553)

2.2.2 แหล่งของเชื้อ *Salmonella* spp.

เชื้อที่อยู่ในธรรมชาติ เช่น ระบบทางเดินอาหารของสัตว์เลี้ยงและสัตว์ป่า สัตว์ปีก เต่า และกบ รวมทั้งแมลงต่าง ๆ สัตว์และสัตว์ปีกจะทำให้มนุษย์เกิดโรคซัลโมเนลลาโลซิสได้และเป็นพาหะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคติดต่อ โดยการแพร่หลายของเชื้อทางอุจจาระ นอกจากนี้ยังสามารถแยกเชื้อได้จากดิน น้ำ และสกปรกต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนด้วยอุจจาระ (บุษกร อุตรภิชาติ, 2545) มนุษย์และสัตว์เป็นแหล่งให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในอาหารได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเชื้ออาจแพร่มาจากพาหะของเชื้อโรคที่พบบ่อยที่สุดจากการจำแนกทางชนิดของเชื้อ เช่น *S.* Typhimurium และเชื้ออื่น ๆ เป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อในกระเพาะอาหารและลำไส้ เชื้อนี้ยังอาจมาจาก แมว สุนัข สุกร วัว หรือ ควาย แต่แหล่งที่สำคัญของเชื้อที่พบในอาหาร คือ สัตว์ปีก ไข่ และสัตว์ฟันแทะ ซึ่งมีการติดเชื้อจากมูลและขนของมันโดยพบว่า 1 ใน 3 ของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของโรคเป็นอาหารพวกเนื้อและสัตว์ปีก และแหล่งของ เชื้อ *Salmonella* spp. ที่มีความสำคัญและได้รับความสนใจอย่างมาก คือ เปลือกไข่ไปจนถึงไข่เหลว ไข่แช่แข็ง และไข่ผง จะมีเชื้อ *Salmonella* spp. ที่ปนเปื้อนอยู่ (บุญศรี จงเสรีจิตต์, 2553)

การแพร่ระบาดของโรคเกิดจากอาหารและน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. เช่น น้ำที่ปนเปื้อนกับ อุจจาระ นอกจากนั้นเป็นพวก นมและผลิตภัณฑ์นม เช่น ไอศกรีม เนยแข็ง คัสตาร์ด ซึ่งอาจปนเปื้อนจากอุจจาระหรือผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่ไม่เพียงพอ รวมทั้งอาจมีการแพร่ระบาดของโรคจากอาหาร ต่าง ๆ เช่น ไข่ผง ไข่แช่แข็งหรือปลาหมึก อีกทั้งเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ เช่น เนื้อสับ ไส้กรอก แฮม เบคอน ซึ่งไม่ได้เก็บในตู้เย็นและวางไว้ในอุณหภูมิห้องนาน ๆ จะทำให้เชื้อนี้เจริญขึ้นมาได้ สัตว์เลี้ยง ต่าง ๆ เช่น สุนัข แมว ก็เป็นตัวแพร่กระจายของเชื้อได้ รวมทั้งผู้ที่เป็นแหล่งของเชื้อซึ่งได้แก่ผู้ที่ซึ่งเคย เป็นโรคและหายป่วยแล้ว แต่ยังมีเชื้ออยู่ จึงเป็นพาหะของโรคได้ โดยพบว่าผู้ที่หายป่วยจากโรคจะเป็น พาหะเรื้อรังร้อยละ 3 ซึ่งจะมีเชื้ออยู่ในถุงน้ำดี ท่อน้ำดี ในลำไส้หรือท่อปัสสาวะ (บุญศรี จงเสรีจิตต์, 2553)

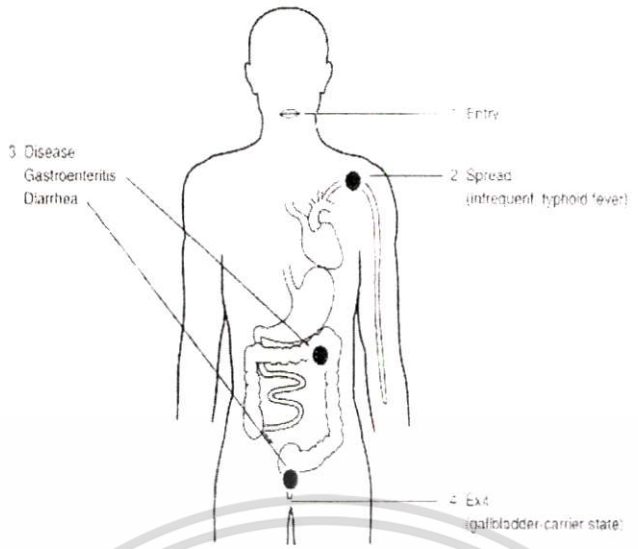
2.2.3 การเกิดโรคของเชื้อ *Salmonella* spp.

หลังการรับประทานเชื้อนี้เข้าไปเชื้อจะไปเกาะติดกับเยื่อเมือก (mucosa) ในลำไส้เล็ก และแพร่พันธุ์บนเยื่อบุ (epithelial cell) ลำไส้เล็กพร้อมกับมีการสร้างสารพิษที่ทำให้ลำไส้บวม เนื่องจากมีการสะสมของของเหลวในลำไส้ ความสามารถของเชื้อโรคในการบุกรุก (invade) และทำลายเซลล์ซึ่งเกิดการสร้าง thermostable cytotoxic factor เชื้อโรคแบ่งตัวเพิ่มจำนวนและสร้างสารพิษ ที่ไม่ทนความร้อน (thermolabile enterotoxin) ซึ่งมีผลต่อการหลั่ง (secretion) ของของเหลวและสาร เกลือแร่ (electrolyte) การสร้างสารพิษเกี่ยวข้องกับอัตราการเติบโตของเชื้อโรค (บุษกร อุตรภิชาติ, 2545) ดังรูปที่ 2.2

เชื้อ *Salmonella* spp. ทำให้เกิดโรค 3 ชนิด คือ (บุญศรี จงเสรีจิตต์, 2553)

2.2.3.1 Enteric fever ได้แก่ ไข้ไทฟอยด์และพาราไทฟอยด์ (Typhoid และ paratyphoid) ซึ่งเป็น โรคติดเชื้อ *Salmonella* spp. ที่สำคัญที่สุด โดยไข้ไทฟอยด์มีสาเหตุจากเชื้อ *S.* Typhi ส่วนไข้พาราไทฟอยด์ หรือไข้รากสาดเทียม เกิดจากเชื้อ *S.* Paratyphi A, B และ C ซึ่งมีอาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 อาการของผู้ป่วยและความเป็นพิษของเชื้อ *Salmonella* spp.
ที่มา : อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และคณะ (มปป.)

ของโรคคล้ายกัน แต่ไข้พาราไทฟอยด์มีความรุนแรงน้อยกว่าซัลโมเนลโลซิสในมนุษย์จะแตกต่างจากไข้ไทฟอยด์และพาราไทฟอยด์ ที่เกิดจากเชื้อ *S.* Typhi และ *S.* Paratyphi ก่อโรคกับสัตว์ต่าง ๆ รวมทั้งซัลโมเนลโลซิส ผู้ป่วยต้องได้รับ เชื้อเข้าไป $10^5 - 10^6$ เซลล์ (สำหรับสายพันธุ์ที่มีความรุนแรง อาจได้รับเชื้อปริมาณน้อยกว่านี้จะสามารถก่อโรคได้ ในกระเพาะอาหารที่มีกรดสามารถทำลายเชื้อชนิดนี้ได้ ดังนั้นต้องมีปริมาณเชื้อโรคมากขึ้น โดยยังมีเชื้อที่รอดชีวิตในกระเพาะอาหารที่สามารถเดินทางไปแบ่งตัวเพิ่มจำนวนในลำไส้ อาการของโรคจะเกิดขึ้นภายหลังการรับเชื้อเข้าไป 8 - 42 ชั่วโมง โดยทั่วไป 24 – 36 ชั่วโมง มีอาการป่วย 2 - 3 วัน แต่ในผู้ป่วยบางคนจะมีอาการป่วยนานกว่านี้ได้ เมื่อผู้ป่วยหายจากโรคจะเป็นพาหะแพร่เชื้อต่อไปได้อีกหลายเดือน อาการของโรคจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสุขภาพของแต่ละบุคคล โดยมีอาการดังนี้ เป็นตะคริวที่ท้อง ท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน ตัวเย็น มีไข้ สำหรับเด็กทารกและคนชรา จะมีอาการรุนแรงซึ่งอาจทำให้ตายได้ การกินอาหารที่มีการปะปนของเชื้อเข้าไป ทำให้เกิดการอักเสบของลำไส้ เชื้อจะบุกรุกผ่านเยื่อบุเมือกเข้าไปเพิ่มจำนวนในต่อมน้ำเหลืองในลำไส้และผ่านเข้ากระแสเลือดและกระจายไปสู่อวัยวะต่าง ๆทั้งตับ ถุงน้ำดี ม้าม ไตและไขกระดูก พบว่าประมาณร้อยละ 2 - 5 ของผู้ป่วยที่หายจากโรคไทฟอยด์จะมีเชื้อ *Salmonella* spp. อยู่ในร่างกายได้นานเป็นปีๆ หรือตลอดไปโดยเชื้อจะอาศัยอยู่ในถุงน้ำดี และถูกขับออกมากับปัสสาวะและอุจจาระ

2.2.3.2 โรคลำไส้อักเสบ (Enterocolitis, gastroenteritis) เกิดจากเชื้อ *Salmonella* spp. หลาย serotype ด้วยกัน เชื้อสำคัญที่ก่อโรคคือ *S.* Enteritidis และ *S.* Typhimurium ระยะฟักตัวของโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ปวดศีรษะรุนแรง คลื่นไส้อาเจียน อุจจาระร่วงอย่างรุนแรง ปวดท้อง มีไข้ต่ำเป็นอยู่นาน 2 - 5 วัน เชื้อจะเจริญในลำไส้เท่านั้น เมื่อเชื้อบุกรุกเข้าผนังลำไส้ใหญ่อาจจะปล่อย enterotoxin ออกมาทำให้ถ่ายอุจจาระ เหลว มีมูกเลือดและเม็ดเลือดขาวปนออกมา ไม่พบเชื้อในเลือดแต่จะพบในอุจจาระ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, 2547)

2.2.3.3 โลหิตเป็นพิษ (Septicemia) การติดเชื้อในกระแสเลือดมักเกิดจาก *S.* Choleraesuis เป็นส่วนใหญ่ โดยเมื่อเชื้อนี้เข้าทางร่างกายจะไปเจริญในกระแสเลือด เพิ่มจำนวนขึ้นทำให้คนไข้มีอาการ หนาวสั่น เบื่ออาหาร น้ำหนักตัวลด เมื่อแยกเชื้อจะพบว่ามีเชื้อในกระแสเลือดเท่านั้น โดยมักไม่พบเชื้อในอุจจาระ โรคนี้จะเป็นอยู่นานและเรื้อรัง เชื้อจะกระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย มีผลให้เยื่อสมอง ปอด ไต เยื่อหุ้มหัวใจ ไขกระดูก และกระดูกอักเสบ

การรักษาโรคติดเชื้อที่เกิดจาก *Salmonella* spp. จะใช้ยาต้านจุลชีพหลายชนิด เช่น chloramphenicol, ampicillin และ co-trimoxazole ปัจจุบันพบว่า *Salmonella* spp. ดื้อยากลุ่มนี้มาก เนื่องจากสาเหตุหลายประการคือ มีการถ่ายทอดยีนที่เกี่ยวข้องกับการดื้อยาระหว่างเชื้อ การใช้ยาต้านจุลชีพเป็นเวลานานติดต่อกัน (รุ่งนภา ศรีมะณี และคณะ, 2549) การกินยาไม่ครบตามที่แพทย์สั่ง และการกินยาไม่ตรงกับโรค ทำให้เชื้อสร้างความต้านทานให้สามารถทนต่อยา ลักษณะการดื้อยาต้านจุลชีพในแบคทีเรียมี 2 ลักษณะ คือการดื้อยาของแบคทีเรียที่มีความต้านทานเฉพาะยาต้านจุลชีพชนิดใดชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการผ่าเหล่าของยีนที่ตอบสนองต่อยานั้น ทำให้เชื้อดื้อต่อยาเพียงชนิดเดียว อีกลักษณะหนึ่งคือการดื้อยาของแบคทีเรียที่มีความต้านทานต่อยาต้านจุลชีพหลายชนิด ทำให้เกิดการดื้อต่อยาหลายชนิด นอกจากนี้การใช้ยาต้านจุลชีพอย่างแพร่หลาย รวมทั้งใช้เวลาในการรักษานานขึ้น เกิดผลข้างเคียงเพิ่มขึ้น ผู้ป่วยอาจมีอาการรุนแรงมากขึ้นและเรื้อรัง ดังนั้นจึงต้องมีการทดสอบความไวของยาต้านจุลชีพแต่ละชนิดอยู่เสมอเพื่อเลือกใช้ยาให้เหมาะสมในการรักษาผู้ป่วย (อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และคณะ, มปป.)

2.2.4 ชนิดของอาหารที่พบเชื้อ *Salmonella* spp.

อาหารที่ทำ จากเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อวัว เนื้อไก่ เนื้อไก่งวง เนื้อสุกร ไข่ น้ำนม และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากเนื้อและนม โดยรับประทานอาหารดิบหรือปรุงให้สุกไม่เพียงพอหรือเป็นอาหารที่ได้รับการปนเปื้อนซ้ำหลังการปรุงให้สุกด้วยความร้อน การปนเปื้อนแบบข้ามข้ามไปมา (cross contamination) การปรุงอาหารภายในบ้านและร้านอาหารก็เป็นสาเหตุหลักของการเกิดโรคนี้ นอกจากนี้ยังสามารถแยกเชื้อ *Salmonella* spp. จากอาหารหลายชนิดที่ทำจากพืชโดยเชื้อจะปนเปื้อนสู่ผัก ผ่านทางน้ำโสโครกที่ใช้รดผักหรือปุ๋ยต่างๆ ที่ใส่พืชผักให้งอกงามดีหรือจากการล้างผักด้วยน้ำสกปรก (บุษกร อุตรภิชาติ, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การป้องกัน และควบคุม

เนื้อดิบอาจมีเชื้อ *Salmonella* spp. ดังนั้นก่อนนำไปรับประทานต้องนำไปปรุงให้สุกด้วยความร้อน ในสหรัฐอเมริกาและประเทศที่พัฒนาแล้วได้ออกกฎบังคับการตรวจหาเชื้อ *Salmonella* spp. ในอาหารที่ผ่านความร้อน และอาหารสำเร็จรูปต่างๆ หากพบเชื้อชนิดนี้ในอาหารดังกล่าว ต้องหยุดทำการจำหน่ายอาหารนั้นทันที ดังนั้นผู้ผลิตในระดับอุตสาหกรรมจำนวนมากจึงต้องจัดโปรแกรมการเฝ้าระวังเชื้อ *Salmonella* spp. ในอาหารของบริษัทที่จำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งหากมีการตรวจพบเชื้อนี้ในอาหารบริษัทจะต้องเรียกสินค้าที่มีรายงานการพบเชื้อกลับคืนบริษัททั้งหมดเพื่อเอาไปทำลายทิ้ง มิเช่นนั้น จะเกิดความเสียหายอย่างยิ่งต่อบริษัทผู้ผลิตอาหาร ในกรณีที่มีผู้บริโภคอาหารของบริษัทป่วย ซึ่งส่งผลให้บริษัทถูกฟ้องร้องเรียนค่าเสียหายต่าง ๆ และทำให้ชื่อเสียงและภาพลักษณ์ขอผลิตภัณฑ์เสียหาย ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอีกต่อไป (บุษกร อุตรภิชาติ, 2545)

2.2.6 การปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อสัตว์

การปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. สามารถตรวจพบได้ในเนื้อสุกร และเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ จากการเก็บตัวอย่างจากเนื้อสุกรที่ผ่านการตัดแต่งซาก พบว่า สายพันธุ์เชื้อ *Salmonella* spp. ที่ตรวจพบในเนื้อสุกรคือ *S.* Rissen, *S.* Anatum, *S.* Weltevreden, *S.* Give, *S.* Enterica, *S.* Stanley, *S.* Albany, *S.* Corvallis, *S.* Virchow, *S.* Virginia, *S.* Typhimurium, และ *S.* Cerro แสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. จากสัตว์ไปสู่คนทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงของการได้รับเชื้อจุลินทรีย์จากการรับประทานอาหาร พบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ตั้งแต่กระบวนการเลี้ยงสัตว์ในฟาร์ม กระบวนการฆ่าที่ไม่สะอาด ขาดความระมัดระวังในการนำเครื่องในออกจากซากทำให้มีมูลสัตว์มาสัมผัสกับซาก การใช้เครื่องมือ มีด เขียงที่สกปรก ขาดความเอาใจใส่ในทำความสะอาด เชื้อ *Salmonella* spp. ไม่ใช่เชื้อประจำถิ่นในร่างกาย หากแยกเชื้อนี้ได้จากคนแสดงว่าผู้ป่วยได้รับเชื้อ *Salmonella* spp. เข้าสู่ร่างกายโดยการกินเนื้อสัตว์ดิบมักมีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คนเกิดโรค การป้องกันการติดเชื้อ *Salmonella* spp. ในอุตสาหกรรมตัดแต่งเนื้อสัตว์ที่เป็นแหล่งน่าเชื่อได้ การเตรียมอาหารและชำแหละที่ถูกสุขลักษณะ (ยุทธนา ชัยศักดานุกูล และคณะ, 2555)

2.3 การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ

2.3.1 การทำความสะอาด (Cleaning) (สุวิมล กีรติพิบูล, 2543)

เป็นการกำจัดสิ่งสกปรก (Soils) ออกจากพื้นผิว ขั้นตอนการทำความสะอาดประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

. 2.3.1.1 การกำจัดสิ่งสกปรก (Soil or dirt) ขนาดใหญ่ด้วยวิธีกลเช่น การปัด กวาด เช็ด ถู หรือชะล้าง ด้วยน้ำสะอาด

2.3.1.2. การกำจัดสิ่งสกปรกที่เหลืออยู่ด้วยการใช้สารชะล้างหรือสารทำความสะอาด (Detergent)

2.3.1.3 การล้างด้วยน้ำ (Rinsing) เพื่อล้างสารชะล้างและสิ่งสกปรกออก

2.3.2 ประเภทของสิ่งสกปรก (Type of soils) (สุวิมล กีรติพิบูล, 2545)

สิ่งสกปรกที่หลงเหลืออยู่บนพื้นผิว เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ มีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร และกระบวนการผลิตอาหารนั้น ๆ กล่าวคือ สิ่งสกปรกอาจอยู่ในรูปของอนุภาคแห้งติดพื้นผิว หรือสุกแห้งติดพื้นผิว หรือมันเป็นเมือก หรืออนุภาคเปียกติดพื้นผิว เป็นต้น การปล่อยให้สิ่งสกปรกติดอยู่บนพื้นผิวนาน ๆ จะมีผลต่อความยากง่ายในการทำความสะอาด คุณลักษณะของสิ่งสกปรก (soil characteristics) และความยากง่ายในการกำจัดสิ่งสกปรกประเภทต่าง ๆ รวมทั้งความยากในการทำความสะอาด เมื่อสิ่งสกปรกเปลี่ยนแปลงลักษณะไป ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณลักษณะของสิ่งสกปรก (Soil characteristics)

สิ่งสกปรกบนพื้นผิว	การละลาย	ความยากง่ายในการกำจัด	การเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกความร้อน
น้ำตาล	- ละลายในน้ำ	ง่าย	การเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาลไหม้ ทำให้ทำความสะอาดได้ยาก
ไขมัน	- ละลายในด่าง - ไม่ละลายในน้ำ	ยาก	เกิดเป็นโพลีเมอร์ ทำให้ทำความสะอาดยากขึ้น
โปรตีน	- ละลายในด่างและสารละลายที่มีความเป็นกรดเล็กน้อย	ยากมาก	เกิดการสูญเสียลักษณะเดิม ทำให้ทำความสะอาดยากขึ้น
เกลือแร่	- ละลายน้ำได้ในระดับต่างกัน ขึ้นกับชนิดของเกลือแร่ ส่วนใหญ่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด	ง่าย ไปจนถึงยาก	โดยปกติไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ

ที่มา : สุวิมล กีรติพิบูล (2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 สารชะล้างหรือสารทำความสะอาด (Detergents) (สุวิมล กีรติพิบูล, 2543)

สารทำความสะอาดเติมลงในน้ำจะช่วยในการทำความสะอาดโดยไปลดแรงตึงผิวของสิ่งสกปรก หรือทำให้เกิดเป็นสบู่ หรือทำให้สิ่งสกปรกกระจายตัว หรือไปผสม สิ่งสกปรกที่เป็นไขมันให้เกิดเป็น เม็ดเล็ก ๆ หรืออาจทำปฏิกิริยาอื่น ๆ ที่ทำให้การทำความสะอาดมีประสิทธิภาพมากขึ้น สารชะล้างนี้ไม่จำเป็นต้องมีคุณสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ แต่โดยทั่วไปสารชะล้างมักมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็นผลดีต่อกระบวนการทำความสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร สามารถแบ่งสารชะล้างเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

2.3.3.1 ด่างประเภทอนินทรีย์ (Inorganic alkalis) สารชะล้างประเภทนี้มีมีด่างเป็นองค์ประกอบ ด่างที่นิยมใช้ คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือคอสติกโซดา เป็นด่างแก่ ราคาถูก มีความสามารถในการละลายสูง เป็นสารที่ทำให้เกิดเป็นสบู่ที่ดี มีสมบัติในการฆ่าเชื้อ มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนโลหะ โดยเฉพาะอลูมิเนียมสามารถทำให้ผิวหนังไหม้ได้ ควรใช้ความระมัดระวังและสวมถุงมือทุกครั้งใช้

2.3.3.2 กรดประเภทอนินทรีย์และอินทรีย์ (Inorganic and organic acid) สารชะล้างประเภทกรด มักไม่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร เพราะมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูงและทำให้ผิวหนังไหม้ได้ สารชะล้างประเภทกรดเหล่านี้มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน จึงมักจะมีการผสมสารที่ป้องกันการกัดกร่อนไว้ด้วย นิยมใช้ในการกำจัดคราบแข็งที่เกิดจากสารอนินทรีย์

2.3.3.3 สารลดแรงตึงผิว (Surface active agents) สารชะล้างประเภทนี้จะทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวของสิ่งสกปรก น้ำจะเข้าไปทำให้สิ่งสกปรกเปียก สารชะล้างจะสามารถแทรกตัวเข้าไปทำให้เกิดการรวมตัวเป็นอิมัลชัน ทำให้สิ่งสกปรกถูกกำจัดได้โดยง่าย ตัวอย่างของสารประเภทนี้ได้แก่ สบู่ สารชะล้างที่มีสมบัติในการลดแรงตึงผิวมักมีสมบัติเป็นการอิมัลชันที่ดี ไม่มีสมบัติในการกัดกร่อน ไม่ระคายเคืองผิวหนัง และล้างออกด้วยน้ำได้ง่าย

2.3.4 การฆ่าเชื้อ (Disinfection) (ประภากร ธาราฉาย, 2554) มีหลายวิธีดังนี้

2.3.4.1 การฆ่าเชื้อด้วยวิธีการทำความสะอาด (Disinfection by cleaning) การทำความสะอาด (cleaning) อาจกำจัดจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวได้ ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะและการออกแบบพื้นผิวที่ทำความสะอาด กล่าวคือ พื้นผิวที่เป็นรูพรุนก็จะทำความสะอาดและกำจัดเชื้อได้ยากกว่าพื้นผิวที่เรียบ นอกจากนี้ สารชะล้างหรือสารทำความสะอาดมักจะมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อร่วมอยู่ การทำความสะอาดจึงเป็นการฆ่าเชื้อไปในตัวด้วย

2.3.4.2 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Disinfection by heat) จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคสามารถถูกทำลายได้ด้วยความร้อน ยกเว้นพวกที่สร้างสปอร์ ซึ่งต้องใช้ความร้อนในการฆ่าสูงมาก ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อเครื่องจักรอุปกรณ์และบริเวณผลิตด้วยความร้อนนี้ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ มากมาย เช่น วัสดุที่ใช้ ลักษณะและการออกแบบพื้นผิว ความสะอาดของพื้นผิวในการฆ่าเชื้อด้วยความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนนี้ ยากที่จะประกันได้ว่าพื้นผิวที่ต้องการฆ่าเชื้อจะมีอุณหภูมิพอเหมาะแก่การฆ่าเชื้ออย่างสม่ำเสมอทั่งถึงกัน ในการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำร้อนนั้นผู้ปฏิบัติต้องแน่ใจว่า พื้นผิวที่ต้องการฆ่าเชื้อทั้งภายในและภายนอกได้รับความร้อนและเวลาเพียงพอต่อการฆ่าเชื้อ คือ ประมาณ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 นาที สำหรับการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ควรใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 - 90 องศาเซลเซียส แช่ภาชนะอุปกรณ์ที่ต้องการฆ่าเชื้อ และให้ความร้อนจนน้ำเป็น 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ก็จะสามารถฆ่าเชื้อที่ทำให้เกิดโรคได้

2.3.4.3 การฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี (Disinfection by chemicals) ในการฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี (chemical disinfectants) โรงงานควรพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมสำหรับแต่ละส่วนงาน เนื่องจากสารฆ่าเชื้อแต่ละชนิดมีจุดเด่นจุดด้อยต่างๆกันไป สารฆ่าเชื้อที่ดีต้องมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษ ไม่ทำให้เกิดการสึกกร่อนของพื้นผิวที่ใช้ ไม่มีต่อการเกิดกลิ่น รส และสีของอาหาร มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้หลายชนิด

2.3.5 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ (สุวิมล กีรติพิบูล, 2543)

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของสารฆ่าเชื้อ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ระยะเวลาในการสัมผัส (contact time) ความสะอาดของพื้นผิว pH ความกระด้างของน้ำ และการสร้างฟิล์มชีวภาพ (biofilms) ของเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวที่จะทำความสะอาด ดังตารางที่ 2.3

2.3.6 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร

ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2560) เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 โดยระบุเกณฑ์ของภาชนะสัมผัสอาหารและพื้นผิวสัมผัสอาหาร ดังตารางที่ 2.4

นอกจากนี้ IFT Food Service Division ของสหรัฐอเมริกา ได้ศึกษาข้อมูลของเชื้อบนพื้นผิวที่สัมผัสกับอาหารในธุรกิจบริการอาหารหลายแห่ง และใช้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับปริมาณเชื้อบนพื้นผิวที่สัมผัสอาหารไว้ ดังแสดงในตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารฆ่าเชื้อ

ปัจจัย	ผล
ความเข้มข้น	โดยปกติความเข้มข้นยิ่งสูงจะยิ่งมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ แต่จะทำให้ผิวหนังระคายเคือง เป็นพิษ และมักทำให้พื้นผิวสึกกร่อน การใช้สารฆ่าเชื้อความเข้มข้นต่ำเกินไป อาจก่อปัญหาทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีความต้านทานมากขึ้น
ระยะเวลาในการสัมผัส	ระยะเวลาในการสัมผัสนานจะทำลายจุลินทรีย์ได้มากขึ้น แต่ทำให้เสียเวลาในการปฏิบัติงาน หากพื้นผิวมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์มาก และสารฆ่าเชื้อทำงานช้าก็จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการสัมผัสนาน
ความสะอาด	สารฆ่าเชื้อจะมีประสิทธิภาพลดลง หากพื้นผิวที่ต้องการทำความสะอาดมีการปนเปื้อนสิ่งสกปรก (soil) มาก ควรใช้สารฆ่าเชื้อกับพื้นผิวที่ทำความสะอาดแล้วเท่านั้น
ความเป็นกรดด่าง (pH)	การใช้สารฆ่าเชื้อที่ pH ไม่เหมาะสม จะทำให้ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อทั้งหมดลดลง
ความกระด้างของน้ำ	โดยทั่วไปความกระด้างของน้ำยิ่งสูงจะยิ่งลดประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ ทั้งนี้ขึ้นกับประเภทของสารฆ่าเชื้อนั้นๆ

ที่มา : ศิวาพร ศิวเวชช (2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของภาชนะสัมผัสอาหารและพื้นผิวสัมผัสอาหาร

เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาภาชนะสัมผัสอาหารและพื้นผิวสัมผัสอาหาร	
ภาชนะสัมผัสอาหาร* เช่น จาน ชาม ถ้วย แก้วน้ำ และตะเกียบ เป็นต้น	
จำนวนจุลินทรีย์ CFU/ชิ้นภาชนะหรือต่อคู่	น้อยกว่า 1,000
Staphylococcus aureus /ชิ้นภาชนะหรือต่อคู่	ไม่พบ
Salmonella spp. /ชิ้นภาชนะหรือต่อคู่	ไม่พบ
พื้นผิวสัมผัสอาหาร เช่น พื้นผิวโต๊ะประกอบอาหาร เป็นต้น	
จำนวนจุลินทรีย์ CFU/ตารางเซนติเมตร	น้อยกว่า 100
Escherichia coli CFU/50ตารางเซนติเมตร	ไม่พบ
Staphylococcus aureus CFU/50ตารางเซนติเมตร	ไม่พบ
Salmonella spp. CFU/50ตารางเซนติเมตร	ไม่พบ
Clostridium perfringens CFU/50ตารางเซนติเมตร	ไม่พบ
Bacillus cereus CFU/50ตารางเซนติเมตร	ไม่พบ

หมายเหตุ: *จำนวนชิ้นภาชนะ/ตัวอย่าง

1) สุ่มตัวอย่างชนิดเดียวกัน 4 ชิ้นภาชนะ/ตัวอย่าง

2) ภาชนะที่ใช้เป็นคู่ ได้แก่ ตะเกียบหรือช้อน-ส้อม ให้สุ่มดังนี้

- ตะเกียบสุ่ม 4 คู่/ตัวอย่าง
- ช้อน-ส้อม ถ้าตรวจแยก สุ่มอย่างละ 4 ชิ้น/ตัวอย่าง ถ้าตรวจเป็นคู่ช้อน-ส้อมให้สุ่ม 4 คู่/ตัวอย่าง

3) ภาชนะที่ใช้เพียงชิ้นเดียว เช่น เขียง มีด ให้สุ่ม 1 ชิ้นภาชนะ

ที่มา: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2560) ประกาศเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3

ตารางที่ 2.5 ปริมาณมาตรฐานของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count, TPC) บนพื้นผิวสัมผัสอาหาร

จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด		ระดับของความสะอาด
1	CFU*/ตารางเซนติเมตร	ดีมาก
2-10	CFU/ตารางเซนติเมตร	ดี
11-100	CFU/ตารางเซนติเมตร	ใช้ไม่ได้ (ควรทำความสะอาดและฆ่าเชื้อใหม่)
101-1,000	CFU/ตารางเซนติเมตร	ใช้ไม่ได้อย่างยิ่ง (หยุดปฏิบัติงาน หาสาเหตุของการปนเปื้อน)

หมายเหตุ: * CFU = Colony Forming Unit หมายถึง จำนวนเชื้อที่ขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ

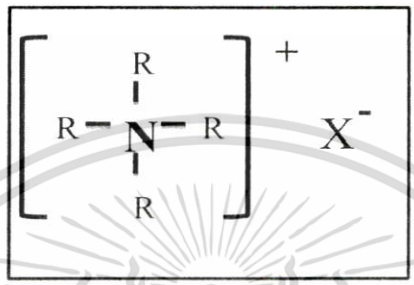
ที่มา: สุวิมล กีรติพิบูล (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สารฆ่าเชื้อประเภทควอเทอร์นารีแอมโมเนียม

2.4.1 โครงสร้างทั่วไป (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2547)

สารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (Quaternary ammonium compounds; QACs) หรือสารประกอบควอท หรือ QUAT หรือ QACs เป็นสารเคมีกลุ่มหนึ่งที่มีเทอเทียอารีเอมีนส์ (tertiary amines) เป็นแกนหรือนิวเคลียสประจุไฟฟ้าในนิวเคลียสถูกแทนที่ด้วย quaternizing agents ที่เหมาะสม เช่น อัลคีลเฮไลด์ และเบนซิลคลอไรด์ เป็นต้น มีสูตรโครงสร้างทั่วไป รูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โครงสร้างทั่วไปของสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม
ที่มา : สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2547)

จากรูปที่ 2.3 โครงสร้างเคมีของ QACs R_1, R_2, R_3 และ R_4 เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีหมู่อัลคีล จำนวนแตกต่างกันทำให้ได้สารประกอบ QACs ชนิดต่างกัน หมู่ R สร้างพันธะโควาเลนซ์กับธาตุไนโตรเจนในนิวเคลียสและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก สารมีประจุลบที่ว่องไว เช่น คลอไรด์ จะรวมกับโมเลกุลของนิวเคลียสโดยการสร้างพันธะไอออนิค (Araújo et al., 2013) ได้สารประกอบเชิงซ้อนที่เรียกว่า สารประกอบประเภท QACs ซึ่งสารประกอบ QACs นี้เป็นสารที่ช่วยลดแรงตึงผิวที่มีประจุบวก ไขมันที่มี C-atom น้อยกว่า 8 - 18 อะตอม (Walker, 2003) ในสารประกอบ QACs มีผลต่อการลดจำนวนแบคทีเรีย ซึ่งให้ประโยชน์ในแง่ของการฆ่าเชื้อและทำให้เกิดกลไกการลดแรงตึงผิวด้วย ดังนั้นผู้ผลิตอาหารจึงนิยมใช้สารประกอบ QACs กันมาก (Li and Brownawell, 2010)

สารฆ่าเชื้อ QACs มีหลายชนิด และยังไม่เป็นที่เข้าใจกันมากในเรื่องกลไกการยับยั้งจุลินทรีย์และผลต่อสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับไอโอโดฟอร์ QACs ผลิตขึ้นมาเป็นครั้งแรกอยู่ในรูปของของเหลว ใช้ฆ่าเชื้อแบบง่ายๆ ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกมาหลายสูตร โดยรวมกับสารซักฟอก ใช้เป็นสารล้างและการฆ่าเชื้อในตัวเดียวกันจึงให้ความสะดวกต่อผู้ใช้ และทำให้สารว่องไวคงตัว สามารถใช้ได้ในช่วง pH ที่กว้าง เป็นสารไม่มีสีและกลิ่น มีความเป็นพิษต่ำ และมีผลกับวัสดุที่ใช้สร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ผลิตอาหารค่อนข้างน้อย หรือไม่กัดกร่อนวัสดุ ปริมาณการใช้สารฆ่าเชื้อ อยู่ระหว่างร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.01 – 1 และมากที่สุดในอุตสาหกรรมใช้ ร้อยละ 5 - 25 สารฆ่าเชื้อ QACs ที่พบในการใช้กับอุปกรณ์ทำความสะอาดมีความเข้มข้นใกล้เคียงกัน การทำความสะอาดอุปกรณ์ จะต้องระบุรายการ QAC ที่จะนำไปใช้บนฉลากบรรจุภัณฑ์ และต้องขึ้นทะเบียนสำนักงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (EPA, 2009)

2.4.2 กลไกของสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียมในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

สารประกอบ QACs มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแกรมลบ ส่วนแบคทีเรียแกรมลบนั้นจะมีประสิทธิภาพดีต่อเมื่อมีการเติมสารลดความกระด้างของน้ำ (sequestrants) สำหรับแบคทีเรียที่มีสปอร์ทำลายได้ค่อนข้างน้อย (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529; สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2547) และสามารถทำลาย ไวรัส และ เชื้อรา ณ ระดับความเข้มข้นของการใช้งานปกติได้ไม่ดีนัก (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2547)

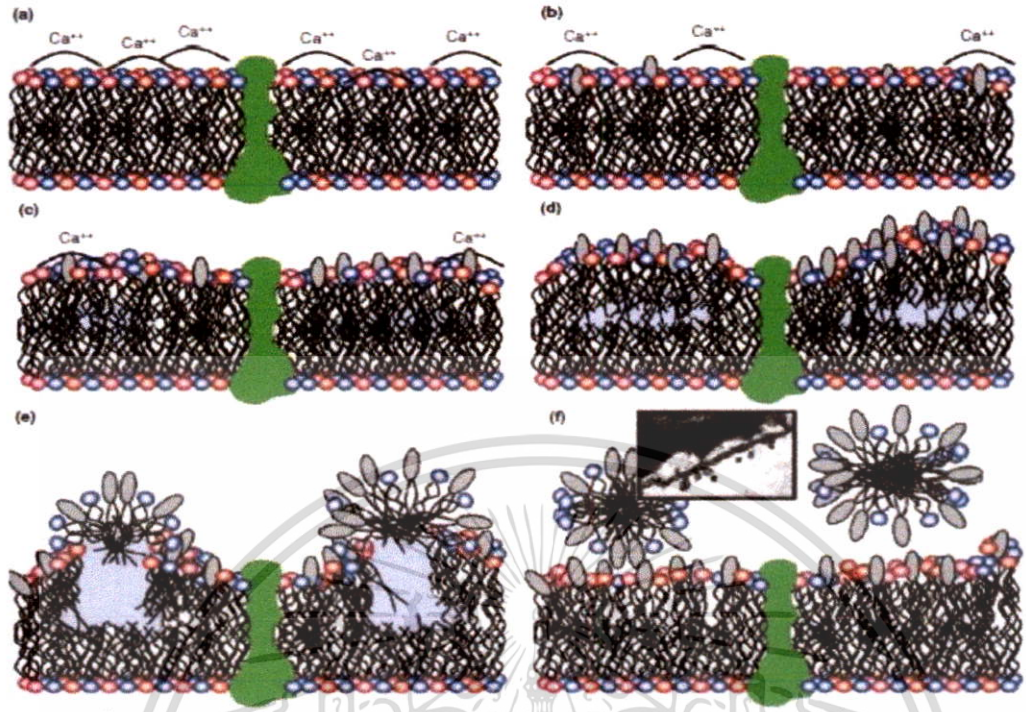
Gilbert และ Moore (2005) ได้สรุปว่า เป้าหมายในการทำปฏิกิริยาของ QACs กับเซลล์แบคทีเรียแสดงดังรูปที่ 2.4 คือ บริเวณเยื่อหุ้มไซโตพลาซึม (cytoplasmic membrane) QACs จะถูกดูดซึมที่ผนังเซลล์ของแบคทีเรียซึ่งมีประจุลบ แพร่ผ่านผนังเซลล์และจับตัวกับเยื่อหุ้มไซโตพลาสซึม ทำปฏิกิริยากัน โดยหมู่ไนโตรเจนซึ่งมีประจุบวกของ QACs ทำปฏิกิริยากับฟอสโฟลิปิด (phospholipids) และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) ของโมเลกุล QACs จะรวมตัวกับ ส่วนที่ไม่ชอบน้ำของเยื่อหุ้มเซลล์ (hydrophobic membrane) ทำให้เยื่อหุ้มไซโตพลาสซึมเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ทำให้รั่วไหลของสารภายในเซลล์ เช่น โพแทสเซียมอิออนออกมาทำให้เซลล์ตาย

ผนังเซลล์แบคทีเรียมีประจุลบจะถูกตรึงด้วยอิออนประจุบวก เช่น แคลเซียมอิออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมอิออน (Mg^{2+}) เยื่อหุ้มของเซลล์ประกอบด้วยโปรตีนและไขมัน (นิธิยา รัตนาปนนท์ และ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงษ์, มปป.) ดังรูปที่ 2.4 เป็นชั้นโครงข่ายที่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างที่แข็งแรงให้กับเซลล์ ตลอดจนทำหน้าที่เกี่ยวกับกระบวนการเมตาบอลีซึม (metabolism) เช่น การนำพาสารภายในเซลล์ การสังเคราะห์เซลล์และสารภายนอกเซลล์ QACs จะมีความแรงของอิออนประจุบวกมากกว่าแคลเซียมอิออน ทำให้เกิดการแทนที่ประจุบวก ซึ่งปฏิกิริยาต่าง ๆ นี้จะขัดขวางการเจริญเติบโตของเซลล์ (Gilbert และ Moore, 2005)

2.4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529)

2.4.3.1 ผลของค่า pH ส่วนใหญ่สารประกอบ QACs จะทำงานได้ดีในสภาวะที่พีเอชที่เป็นด่าง เปรียบเทียบกับคลอรีนและไอโอดีน หรือกล่าวได้ว่าสารประกอบ QACs ไม่ไวต่อค่าพีเอชเท่ากับคลอรีนและไอโอดีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กลไกของสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียมในการยับยั้งจุลินทรีย์

ที่มา : Gilbert และ Moore (2005)

2.4.3.2 ผลอุณหภูมิ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ สารประกอบ QACs จะมีฤทธิ์การฆ่าเชื้อได้เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสารประกอบคลอรีนและไอโอดีน QACs จะไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากกว่า

2.4.3.3 ผลสารอินทรีย์ การใช้สารประกอบ QACs ไม่ไวต่อสารอินทรีย์เหมือนกับสารไฮโปคลอไรท์ ดังนั้นการใช้งานในสภาวะที่มีสารอินทรีย์ ประสิทธิผลการยับยั้งจุลินทรีย์ของ QACs จึงไม่ลดลงมากเหมือนกับสารไฮโปคลอไรท์

2.4.3.4 ความกระด้างของน้ำ โดยปกติสารประกอบ QACs ที่มีการผลิตมาจำหน่ายเชิงการค้า ส่วนมากมีการเติมสารที่จะไปจับกับอิออนบวกของโลหะในน้ำกระด้าง ดังนั้นน้ำกระด้างจึงไม่ลดประสิทธิผลการยับยั้งจุลินทรีย์ของ QACs

2.4.4 ความเป็นพิษของสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2547)

2.4.4.1 การใช้สารประกอบ QACs ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ณ ความเข้มข้นสูงกว่าร้อยละ 10 อาจเป็นพิษ และถ้าบริโภคสารประกอบ QACs เข้าไปอาจทำให้ตายได้ ถ้าสัมผัสกับผิวหนังก่อให้เกิดการระคายเคืองที่ระดับความเข้มข้นของการใช้งานตามปกติ (100–1,000 ppm) เป็นการใช้สารประกอบ QACs ที่ต่ำกว่าระดับที่จะก่อให้เกิดอันตรายและการเสียชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4.2 ที่ระดับความเข้มข้นของการใช้งานปกติเพื่อฆ่าเชื้อ ถ้าการปฏิบัติการผิดพลาดอาจก่อให้เกิดความเป็นพิษได้

2.4.4.3 ความเป็นพิษเรื้อรัง ในกรณีที่เกิดการตกค้างของสารประกอบ QACs ในอาหารเนื่องมาจากการใช้ภาชนะอุปกรณ์ที่มีสารนี้ตกค้างมาจากการล้างทำความสะอาด ผู้บริโภคอาจได้รับพิษบ้าง แต่ในปริมาณที่เจือจางเกินกว่าค่ามาตรฐานมาก ตามปกติจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายที่รุนแรงต่อสุขภาพ

2.4.5 คุณสมบัติของสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529)

2.4.6.1 เป็นสารช่วยลดแรงตึงผิวช่วยในการทำความสะอาด

2.4.6.2 มีอันตรายต่อผู้ใช้น้อย ไม่ระคายเคืองผิวหนังและไม่กัดกร่อนพื้นผิว

2.4.6.3 น้ำยาเมื่อเจือจางแล้วมีความคงตัวไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนทิ้งทุกวัน

2.4.6.4 สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิดรวมทั้ง Virus aids แต่ไม่สามารถฆ่าสปอร์เชื้อวัณโรค และไวรัสตับอักเสบได้ จึงจัดเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพต่ำ ไม่สามารถนำมาใช้ฆ่าเชื้อเครื่องมือได้ สามารถใช้ทำความสะอาพื้นผิวภายนอกเท่านั้น

2.4.6.5 ใช้เวลาในการสัมผัสพื้นผิว 10 นาทีในการฆ่าเชื้อ

2.4.6.6 ทำให้เกิดสารตกค้างซึ่งไม่ย่อยสลายโดยธรรมชาติ

2.4.6.7 ประสิทธิภาพลดลงเมื่อสัมผัสสารอินทรีย์

2.4.6 การประยุกต์ใช้งานในการฆ่าเชื้อ (บริษัท เคมเซิร์ฟ, มปป.)

น้ำยา QUAT SAN™ ผู้ผลิต บริษัท เคมเซิร์ฟ, ประเทศไทย ประกอบด้วย alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ร้อยละ 10.00 (w/w) ซึ่งเป็นสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียมสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการฆ่าเชื้อด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.4.7.1 การฆ่าเชื้อที่มือ มือต้องล้างให้สะอาดก่อนที่จะฆ่าเชื้อล้างโดยกาจุ่มมือในน้ำยา QUAT SAN™ 1.50 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร (150 ppm)

2.4.7.2 การฆ่าเชื้อที่อุปกรณ์ และพื้นผิว อุปกรณ์ และพื้นผิวสัมผัสกับอาหารต้องล้างให้สะอาดก่อนที่จะฆ่าเชื้อ แล้วล้างอุปกรณ์ที่มีด้วย QUAT SAN™ 2.00 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร (200 ppm)

2.4.7.3 การกำจัดกลิ่น การกำจัดกลิ่นหลังจากทำความสะอาด และดับกลิ่นภาชนะที่บรรจุของเสีย โดยใช้ QUAT SAN™ 8.00 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตรของ (800 ppm) โดยใช้ล้าง หรือถูบนพื้นผิว

2.4.7.4 การฆ่าเชื้อ การฆ่าเชื้อเชื้อโรคหลังจากการทำความสะอาดบนพื้นผิวแข็ง เช่น ผนัง พื้นไม้ อ่างล้างมือ ห้องน้ำ ใช้ QUAT SAN™ 4.00 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร (400 ppm) ในกรณีที่พื้นผิวที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีรูพรุนเช่น ฝ้าเพดานบล็อก พาเลท สายพานลำเลียง ยางที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปอาหาร โดยใช้ QUAT SAN™ 8.00 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร (800 ppm)

2.4.7.5 การฉีดพ่น ก่อนการพ่นในการทำความสะอาด และฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์อาหารและวัสดุบรรจุภัณฑ์ จะต้องเอาออกจากพื้นที่ โดยกานฉีดพ่นจะใช้ QUAT SAN™ 12.00 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร (1,200 ppm) อาหารทั้งหมดต้องย้ายออกจากพื้นที่อย่างน้อย 2 ชั่วโมงหลังจากฉีดพ้น

บริษัท เคมเซิร์ฟ จำกัด (2550) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ QUAT SAN™ กับเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อสุขอนามัยของอาหาร ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ yeast และ mold ทั้งหมด 7 สารพันธุ์ ที่ได้ทำการศึกษาในระดับการทดลองด้วยหลอดทดลอง โดยใช้สารฆ่าเชื้อ QUAT SAN™ ที่ระดับความเข้มข้นสารฆ่าเชื้อร้อยละ 0.2 (200 ppm) ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อเท่ากับ 10 นาที และ 60 นาที ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในช่วง 10^7 – 10^8 CFU/ml พบว่า สารฆ่าเชื้อ QUAT SAN™ สามารถลดการเหลือรอดของปริมาณเชื้อได้ร้อยละ 42 ถึงร้อยละ 100 ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ผลของการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ QUAT SAN™

Test Organisms	Contact Time	Number of cells per mL at the beginning of the contact time	Number of cells per mL at the end of the contact time	Reduction (%)
Escherichia coli	10 min	7.2×10^8	< 10	100
ATCC 25922	60 min		< 10	100
Enterobacter aerogenes	10 min	6.5×10^8	< 10	100
ATCC 13048	60 min		< 10	100
Listeria monocytogenes	10 min	2.9×10^8	< 10	100
DMST 4553	60 min		< 10	100
Aspergillus niger	10 min	2.2×10^6	4.2×10^3	42.90
DMST 15538	60 min		2.9×10^3	45.42
Staphylococcus aureus	10 min	1.1×10^8	< 10	100
ATCC 6538	60 min		< 10	100
Salmonella Typhimurium	10 min	9.1×10^8	< 10	100
DMST 15674	60 min		< 10	100
Candida albicans	10 min	1.4×10^7	< 10	100
ATCC 10231	60 min		< 10	100

ที่มา: บริษัท เคมเซิร์ฟ จำกัด (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ผ้าไมโครไฟเบอร์

กระบวนการผลิตเส้นใย เป็นที่สนใจกันอย่างมากในยุคนี้ก็คือ เทคโนโลยีการผลิตเส้นใย ที่มีความละเอียดสูง หรือมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กมาก ๆ ซึ่งเรียกว่า "ไมโครไฟเบอร์ (microfiber)" ค่าความละเอียดของไมโครไฟเบอร์ ถูกกำหนดไว้ที่ไม่เกิน 1 เดซิเทกซ์ (decitex) นั่นก็คือ ถ้าวัดความยาวมาจะได้ 10 กิโลเมตร เส้นใยดังกล่าวต้องมีน้ำหนักน้อยกว่า 1 กรัม ซึ่งนับว่ามีความละเอียดกว่า เส้นใยไหมมาก (ปราณี รัจนวลีดิโรจน์, 2560)

โดยปกติเส้นใยของผ้าไมโครไฟเบอร์จะเล็กและละเอียดกว่าเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติถึง 10 เท่า มีหน่วย วัดความละเอียดเป็นดีเนียร์ (denier) ซึ่งเป็นมาตรวัดความหนาแน่นมวลเชิงเส้น (linear mass density) หมายถึง ค่าน้ำหนักหน่วยเป็นกรัมต่อเส้นใย (fibre) ที่มีความยาว 9.0 เมตร (ข่าวสด, 2560) เส้นใยที่ผลิตขึ้นมาด้วยเทคโนโลยีของไมโครไฟเบอร์ ประกอบด้วยกันหลายชนิด เช่น อะคริลิก เรยอน พอลิโพรพิลีน แต่ที่สำคัญที่สุดก็คือ พอลิเอสเทอร์ และไนลอน การนำมาถักทอเป็นผืนผ้านั้น อาจทำจากไมโครไฟเบอร์ทั้งหมด หรือเป็นการผสมร่วมกับ เส้นใยชนิดอื่นก็ได้ ผ้าที่ผลิตขึ้นจากไมโครไฟเบอร์ จัดเป็นผ้าที่มีคุณสมบัติพิเศษหลายประการ ที่เหนือกว่านั้นผ้าที่ผลิตจากเส้นใยทั่ว ๆ ไป นับจากรูปลักษณ์ภายนอก จนกระทั่งได้ใช้งาน ผู้ใช้จะรู้สึกได้ถึงความหรูหรา สวยงาม เบาสบาย อ่อนนุ่ม และดูแลรักษาง่าย แต่จุดเด่นที่สำคัญที่สุดก็คือสมบัติในการสะท้อนน้ำและกันลม ในขณะที่ไอน้ำ ยังคงสามารถซึมผ่านเข้าออกได้ง่าย โดยไม่ต้องอาศัยการตกแต่งด้วยสารเคมีใด ๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เหมาะอย่างยิ่ง สามารถนำไปใช้งานได้หลายประเภท (ปราณี รัจนวลีดิโรจน์, 2560)

ผ้าไมโครไฟเบอร์ มีคุณสมบัติอ่อนนุ่มกว่าผ้าที่ผลิตจากใยธรรมชาติ ประโยชน์มักจะนำมาทำความสะอาดพื้นผิวเพื่อป้องกันการเกิดริ้วรอย เนื่องจากมีความเบา แข็งแรง ไม่เป็นขน เช็ดลื่น ซับน้ำได้ดีเยี่ยม สามารถเช็ดคราบสกปรกให้สะอาด ในการเช็ดเพียงครั้งเดียว ทนทานต่อการซะล้างมากกว่าเส้นใยธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถหลอมละลายและนำกลับมาใช้งานได้อีกครั้งแม้ว่าจะใช้งานจนเก่าหรือเสื่อมคุณภาพไปแล้วก็ตาม (ข่าวสด, 2560)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการตัดแต่งและการผลิตเนื้อสุกร

สุวัฒน์ มลิจารย์ และศิรินทร์ทิพย์ วนาประเสริฐศักดิ์ (2556) ทำการตรวจหาเชื้อ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* จากตัวอย่างเนื้อสุกร ไก่ และโค จากตลาดสดและตลาดนัดในพื้นที่จังหวัดราชบุรี ในระหว่างปี พ.ศ.2554 ถึง 2555 รวมจำนวน 450 ตัวอย่าง ผลการตรวจในปี พ.ศ.2554 จำนวน 200 ตัวอย่างพบเนื้อสัตว์ที่ปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 130 ตัวอย่างคิดเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 65 เมื่อจำแนกตามชนิดสัตว์พบว่าในเนื้อสุกร ไก่ และ โค พบการ ปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ร้อยละ 61.26, 80.95 และ 56.25 ตามลำดับ และยังพบอีกว่าในตัวอย่างเดียวกันพบทั้งเชื้อ *Salmonella* spp. ในระดับเกินมาตรฐาน จำนวน 65 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 32.50 เมื่อมีการจำแนกตามชนิดสัตว์พบว่าในเนื้อสุกร ไก่ และโค พบร้อยละ 34.50, 26.19 และ 31.25 ตามลำดับ และผลการตรวจในปี พ.ศ. 2555 จำนวน 250 ตัวอย่าง พบเนื้อสัตว์ที่ปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 170 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 68 และเมื่อจำแนกตามชนิดสัตว์พบว่าในเนื้อสุกร ไก่ และโค พบเชื้อ *Salmonella* spp. ร้อยละ 65.85, 75.75 และ 83.33 ตามลำดับ และยังพบอีกว่าตัวอย่างเดียวกันพบทั้งเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 29 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 11.60 และเมื่อจำแนกตามชนิดสัตว์พบว่าใน เนื้อสุกร ไก่ และโคที่พบทั้งเชื้อ *Salmonella* spp. ในระดับเกินมาตรฐาน ร้อยละ 12.19, 6.06 และ 16.66 ตามลำดับ การจำแนกชนิดของเชื้อ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างเนื้อสัตว์ ที่เก็บในปี พ.ศ.2554 นั้น พบว่าชนิดที่ตรวจพบในเนื้อสุกร ได้แก่ *S.* Anatum, *S.* Rissen, *S.* Weltevreden, *S.* Lexington, *S.* Give, *S.* Enterica, *S.* Stanley, *S.* Albany, *S.* Senftenberg, *S.* Agona, *S.* Virchow, *S.* Virginia, *S.* Typhimurium, *S.* Mbandaka, *S.* Brunei และ *S.* Cerro ในเนื้อไก่พบ *S.* Corvallis, *S.* Albany, *S.* Virchow, *S.* Braenderup, *S.* Weltevreden, *S.* Schuare, *S.* Coval, *S.* Thomson, *S.* Derby และ *S.* Hvittingfoss ในเนื้อโคพบ *S.* Lexington และ *S.* Weltevreden

ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ และรัชกฤช เลิศภัทรโกมล (2552) ทำการศึกษาการตรวจสอบคุณภาพด้านสุขศาสตร์ของเนื้อสุกรและเนื้อโคที่จำหน่ายในตลาดสดและซุปเปอร์มาร์เกต เขตพื้นที่ อำเภอเมืองเพชรบุรี และอำเภอหัวหิน เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อ *Salmonella* spp. ผลการทดลองพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) ในเนื้อสุกรและเนื้อโคที่จำหน่ายในตลาดสดอำเภอเมืองเพชรบุรี มีค่าสูงกว่าซุปเปอร์มาร์เกตในอำเภอเมืองเพชรบุรีแต่ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมูพบว่าซุปเปอร์มาร์เกตอำเภอเมืองหัวหินแต่ในผลิตภัณฑ์เนื้อโคไม่มีความแตกต่างกัน และการตรวจหาเชื้อ *Salmonella* spp. พบการปนเปื้อนทุกตัวอย่างในตลาดสดและซุปเปอร์มาร์เกต

สุรสีห์ วัฒนวิกกิจย์ และคณะ (2551) ศึกษาพบว่าการขนส่งสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ไปยังตลาดสด มีปัจจัยเปลี่ยนต่อการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคหลายประการ โดยเฉพาะการขนส่งโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ การวางเนื้อสุกรซ้อนๆกันบนรถขนส่งเนื้อสุกร ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคจากการสัมผัสของเนื้อสุกรกับพื้นโรงฆ่าสัตว์ และพื้นของพาหนะการขนส่งที่ไม่ได้รับการฆ่าเชื้อที่ถูกต้อง ทำให้ตรวจพบ *Salmonella* spp. เพิ่มขึ้นหลังจากการขนส่งเนื้อสุกรเป็นจำนวนมาก

Gill และ Jones (2000) การฆ่าและชำแหละเนื้อสัตว์ที่ไม่มีการเอาหนังออก เช่น สุกร เชื้อจุลินทรีย์ที่หนังจะถูกทำลายในขั้นตอนการลวกซาก และการเผาขน แต่อาจจะพบการปนเปื้อนข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเพิ่มจำนวนขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ เช่น Enterobacteria, Coliforms, Faecal coliforms และ *E. coli* ขึ้นใหม่อีกในขั้นตอนการขูดขน จากการสุ่มตรวจซากสุกรในขั้นตอนหลังการขูดขน หลังการล้างเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการตัดแต่ง และหลังการแช่เย็นในกระบวนการฆ่าชำแหละเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ พบว่า ซากสุกรที่ผ่านการขูดขนมีปริมาณเชื้อแบคทีเรีย ทั้งหมด (total aerobic bacteria) เฉลี่ย 1.9 – 3.8 $\log_{10}$CFU/cm^2 และพบเชื้อ Coliforms และ *E. coli* ส่วนซากสุกรที่ ผ่านการล้างก็พบเชื้อ Coliforms และ *E. coli* เช่นกัน แต่จำนวนเชื้อทั้งสองชนิดจะลดลงภายหลังการแช่เย็นซาก สุกรโดยพบปริมาณเชื้อ Coliforms น้อยกว่า 3.1 $\log_{10}$CFU/cm^2 และปริมาณเชื้อ *E. coli* น้อยกว่า 2.2 $\log_{10}$CFU/cm^2

Sasitorn และคณะ (1993) ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรจากโรงงานฆ่าสุกรที่ส่งเนื้อสุกรไปขายที่ตลาดสด (W) เปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่ตลาดสด และเนื้อสุกรขายที่ซุปเปอร์มาร์เกต (P) โดยทำการสุ่มตัวอย่างแห่งละ 100 ตัวอย่าง และทำการสุ่มตัวอย่างจากซุปเปอร์มาร์เกต เปรียบเทียบกับตัวอย่างจากตลาดสด พบว่า เนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์มีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Staph. aureus* และเชื้อ *Salmonella* spp. น้อยกว่าเนื้อสุกรที่ได้จากตลาดสด ขณะที่เนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์มีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวมและเชื้อ *Salmonella* spp. น้อยกว่าซุปเปอร์มาร์เกต และมีแนวโน้มปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ *Staph. aureus* บนเนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์น้อยกว่าเนื้อสุกรที่ได้จากซุปเปอร์มาร์เกต นอกจากนี้ยังพบว่า เนื้อสุกรที่ได้จากซุปเปอร์มาร์เกตมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวมน้อยกว่าเนื้อสุกรจากตลาดสด และมีแนวโน้มปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ *Staph. aureus* และ *Salmonella* spp. บนเนื้อสุกรที่จากซุปเปอร์มาร์เกตน้อยกว่าเนื้อสุกรที่ได้จากตลาดสด

2.6.2 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ต่อเชื้อจุลินทรีย์

บริษัท เคมเซิร์ฟ จำกัด (2550) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) กับ เชื้อจุลินทรีย์ *Aspergillus niger, E. coli, Enterobacter aerogenes, Listeria monocytogenes, Staph. aureus, S.* Typhimurium และ *Candida albicans* ตามลำดับ ที่มีความสำคัญต่อสุขอนามัยอาหาร ได้ทำการทดลองในหลอดทดลอง โดยใช้สารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (200 ppm QACs) ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ 10 และ 60 นาที ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น 10^7 และ 10^8 CFU/ml พบว่า สารฆ่าเชื้อ ADBAC สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ร้อยละ 42 – 100

อุกฤษฎ์ ปริญญาวุฒิชัย (2556) ได้ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่พบบนพื้นผิวสัมผัสอาหารของครัวโรงพยาบาลจากการ swab พื้นผิวโต๊ะปฏิบัติงานสำหรับเตรียมอาหารให้ผู้ป่วย พบว่ามี ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total viable count, TVC) เท่ากับ 1.22 x 10^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CFU/100 cm^2 และ *Staph. aureus* เท่ากับ 2.5 CFU/50 cm^2 และจากการระบุสายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวสัมผัสอาหารด้วยวิธีการทางชีวเคมี สามารถจำแนกสายพันธุ์แบคทีเรีย พบว่าเป็นแบคทีเรียกลุ่ม Gram-positive cocci สายพันธุ์ *Staph. saprophyticus* และสายพันธุ์ *Staph. hominis* subsp. *hominis* และ ได้ศึกษาผลของสารละลายฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm ในการยับยั้งเชื้อ *Staph. hominis* ในหลอดทดลองที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 และ10^3 CFU/ml และระยะเวลาในการสัมผัส 1, 5 และ 10 นาที พบว่าปริมาณเชื้อเริ่มต้นมีผลต่อความเข้มข้นของสารละลายฆ่าเชื้อ ADBAC และระยะเวลาในการสัมผัส ความเข้มข้นของสารละลาย ADBAC และระยะเวลาในการสัมผัสที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือสามารถฆ่าเชื้อได้ ร้อยละ 100 เท่ากับ 100 ppm 5 นาที และ 200 ppm 1 นาที ตามลำดับที่ปริมาณเชื้อ *Staph. hominis* เริ่มต้น 6.778±0.27 log CFU/ml และเท่ากับ 100 ppm และ 1 นาที ตามลำดับปริมาณเชื้อ *Staph. hominis* เริ่มต้น 3.855±0.03 log CFU/ml และ ได้ศึกษาประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ความเข้มข้น 200 ppm และระยะเวลาในการสัมผัส 5 นาที บนพื้นผิวโต๊ะปฏิบัติงานของครัวโรงพยาบาลในสภาวะจริงตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ยีสต์ และรา บนพื้นผิวโต๊ะปฏิบัติงาน แสดงให้เห็นว่าสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่สภาวะดังกล่าวมีประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อที่สภาวะดังกล่าว

Barker และคณะ (2003) ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำยาทำความสะอาดมาใช้ในขั้นตอนการฆ่าเชื้อเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อข้ามมายังไก่ ซึ่งในการทดลองได้ใช้เชื้อ *S.* Enteritidis ที่มีการกระจายอยู่ตามมือ, เสื้อผ้า, มือ และพื้นผิวสัมผัสอาหาร ทำการประเมินสุขลักษณะจากความสามารถที่ทำให้เชื้อ *Salmonella* ลดลงปริมาณให้น้อยกว่า 1 CFU การทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดร่วมกับการชะล้าง หรือ การใช้กับไฮโปคลอไรท์ 500 ppm ทำให้ลดความเสี่ยงของจุลินทรีย์ลง แต่ไม่เพียงพอกับสุขอนามัยของอาหาร ทางตรงข้ามเมื่อใช้ไฮโปคลอไรท์ 5,000 ppm สามารถลดความเสี่ยงลงได้และเพียงพอในการลดการปนเปื้อนบนพื้นผิวถึงร้อยละ 2.9 ดังนั้นการทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาด และมีการชะล้าง ลดการปนเปื้อนเชื้อข้ามมายังไก่ แต่สารฆ่าเชื้อสามารถทำให้พื้นผิวที่มีการทำความสะอาดยาก เช่น เขียง และผ้าเช็ดจาน เป็นต้น ลดการปนเปื้อนของเชื้อลดลงได้

Diab-Elschahawi และคณะ (2010) ศึกษากระบวนการเช็ดสิ่งปนเปื้อน ด้วยการทำความสะอาดโดยผ้าต่างชนิดกัน 4 ชนิด คือ ผ้าไมโครไฟเบอร์ ผ้าฝ้าย ฟองน้ำ และกระดาษทำความสะอาด ที่ใช้เช็ดในโรงพยาบาล ซึ่งผ้าเหล่านี้ช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิว โดยนำผ้าทั้งหมดนี้ มาทำความสะอาด เปรียบเทียบกับผ้าที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาดซ้ำๆ จำนวน 10 ถึง 20 ครั้ง ซึ่งยกเว้นกระดาษทำความสะอาด ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปซักด้วยเครื่องซักผ้า ทดสอบด้วยการใช้เชื้อ *Staph. aureus* และ *E. coli* โดยกำหนดเชื้อเริ่มต้นที่ 5×10^7 CFU/ml ลงบนพื้นผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีขนาด 5×5 เซนติเมตร ทดสอบการทำความสะอาดพื้นผิวด้วยผ้าต่างชนิดกัน พบว่าผ้าไมโครไฟเบอร์มีประสิทธิภาพสามารถกำจัดเชื้อได้ดีที่สุดในการทดสอบ

Ioannou และคณะ (2007) ศึกษากลไกการทำงานของ ADBAC และ didecyl dimethyl ammonium chloride (DDAC) ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ต่อการทำลายเยื่อหุ้มเมนเบรน (membrane) ในการยับยั้งเชื้อ *Staph. aureus* มีการตรวจวัดค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (minimum inhibitory concentration; MIC) ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ และทำลายการรั่วไหลของเซลล์ได้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ADBAC และ DDAC ยับยั้งเชื้อ *Staph. aureus* ที่ค่า MIC 0.4 ppm ถึง 1.8 ppm ความเข้มข้นเชื้อ 10^5 ถึง 10^9 CFU/ml ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ADBAC และ DDAC ที่ความเข้มข้น 35, 45 และ 55 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถฆ่า *Staph. aureus* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะการรั่วไหลของเซลล์เกิดขึ้นในระดับของความเข้มข้นที่ทำให้การสูญเสียโพแทสเซียมระหว่างโมเลกุลในขณะการย่อยสลาย ADBAC และ DDAC ความเข้มข้น 9 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ควบคู่กับการลดของโพแทสเซียมในเซลล์ประมาณ 30% การย่อยสลายมีส่วนทำให้ ADBAC และ DDAC ที่ความเข้มข้นสูงทำให้การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้มีประสิทธิภาพ

Russell (2000) จากการศึกษา สารฆ่าเชื้อประเภทสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (QACs) ซึ่งมีสาระสำคัญคือ N-Alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) นำมาทดสอบพบว่า ADBAC สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ในสภาวะที่เหมาะสม จึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อได้ เช่น *S.* Enteritidis, *Staph. aureus* และ *L. monocytogenes* ที่ความเข้มข้น 150, 50 และ 25 ppm ตามลำดับ เชื้อ *Pseudomonas putida* และ *Shewanella putrefaciens* ที่ความเข้มข้น 150 ppm และสามารถลดการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. fluorescens* ที่ความเข้มข้น 200 ppm และ *E. coil* ที่ความเข้มข้น 100 ppm ซึ่งต่ำกว่าปริมาตรที่กำหนดให้ใช้ที่ความเข้มข้น 400 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

3.1.1 เชื้อ *Salmonella* Anatum จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

3.1.2 เชื้อ *Salmonella* Corvallis แยกได้จากห้องปฏิบัติการสาขาเทคโนโลยีการหมัก คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 กระบอกตวง (Cylinder)

3.2.2 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)

3.2.3 ปิเปต (Pipettes)

3.2.4 บีกเกอร์ (Beaker)

3.2.5 หลอดทดลองกับฝาหลอดทดลอง (Test tube with cap)

3.2.6 หลอดดักแก๊ส (Durham tubes) ขนาดเล็กและใหญ่

3.2.7 แท่งแก้วสามเหลี่ยมรูปตัวแอล (L-shaped spreader)

3.2.8 แท่งแก้วคนสาร (Glass rod) ขนาด 12 นิ้ว

3.2.9 บิวเรต (Burette)

3.2.10 หลอดหยดสาร (Dropper)

3.2.11 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Burner)

3.2.12 ลูกยาง (Pipette bulb)

3.2.13 ปากคีบ (Forceps)

3.2.14 ห่วงและเข็มเขี่ยเชื้อ (Loop and needle)

3.2.15 แผ่นอะลูมิเนียมฟอยด์ (Aluminium foil)

3.2.16 แผ่นกำหนดพื้นที่ (Swab teat area) ทำจากสแตนเลส ขนาด 10 x 10 ตารางเซนติเมตร

3.2.17 จานเพาะเชื้อพลาสติก (Petri dish) Kartell, Italy

3.2.18 ทิป (Tips) ขนาด 1,000 ไมโครลิตร Gilson, France

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.19 ไม้พันสำลี (Cotton swab) ก้านยาว 6 นิ้ว ขนาด Size L Lintech, ประเทศไทย

3.2.20 เจลทำความเย็น (Icepack) Coleman, China

3.2.21 กล่องเก็บความเย็น (Cooler) Everest, ประเทศไทย

3.2.22 พาราฟิน (Paraffin) Pechiney plastic packaging, U.S.A.

3.2.23 กรวยแยก (Separatory funnel) ขนาด 250 มิลลิลิตร Duran, Germany

3.2.24 ขวดดูแลน (Laboratory bottle) Duran, Germany

3.2.25 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร Duran, Germany

3.2.26 ถาดสแตนเลส(Stainless steel tray) เกรด 304

ขนาด 20 x 30 ตารางเซนติเมตร หัวม้าลาย, ประเทศไทย

3.2.27 ผ้าไมโครไฟเบอร์ (Microfiber cloth)

ขนาด 29.0 x 34.5 ตารางเซนติเมตร Ella, ประเทศไทย

3.2.28 ผ้าไมโครไฟเบอร์ (Microfiber cloth)

ขนาด 40 x 60 ตารางเซนติเมตร Homepro, ประเทศไทย

3.2.29 ไมโครปิเปต (Micropipette) Gilson, France

3.2.30 แผ่นกรองปลอดเชื้อ (Sterile filter)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร Whatman, UK

3.2.31 เครื่องตีปั่น (Stomacher) IUL Instruments, Spain

3.2.32 ไมโครเวฟ (Microwave) Electrolux, China

3.2.33 กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) Nikon, China

3.2.34 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) Tomy, Japan

3.2.35 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) Memmert, Germany

3.2.36 เครื่องนับโคโลนี (Colony counter) Scientific, Germany

3.2.37 ตู้เขี่ยเชื้อ (Laminar air flow) Bio Safety, U.K

3.2.38 เครื่องผสมสารละลาย (Vortex) Scientific, U.S.A

3.2.39 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) Memmert, Germany

3.2.40 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Balance) Mettler toledo, Switzerland

3.2.41 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) Schott gerate, Germany

3.2.42 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) Memmert, Germany

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

3.3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย

3.3.1.1 Agar	Difco, U.S.A
3.3.1.2 Baird parker agar (BP)	Difco, U.S.A
3.3.1.3 Blood agar	White group public, ประเทศไทย
3.3.1.4 Brain heart infusion broth (BHI)	Difco, U.S.A
3.3.1.5 Buffered peptone water (BPW)	Difco, U.S.A
3.3.1.6 Cook meat medium	Difco, U.S.A
3.3.1.7 *Escherichia coli* broth (EC)	Merck, Germany
3.3.1.8 Eosin methylene blue agar (EMB)	Merck, Germany
3.3.1.9 Hektoen enteric (HE)	Merck, Germany
3.3.1.10 Lactose broth	Difco, U.S.A
3.3.1.11 Letheen broth	Difco, U.S.A
3.3.1.12 Lysine indole motility medium (LIM)	Merck, Germany
3.3.1.13 Plate count agar (PCA)	Difco, U.S.A
3.3.1.14 Potato dextrose agar (PDA)	Difco, U.S.A
3.3.1.15 Rabbit plasma with EDTA	Merck, Germany
3.3.1.16 Rappaport – Vassiliadis Salmonella broth (RVS)	Merck, Germany
3.3.1.17 Simmons citrate agar	Difco, U.S.A
3.3.1.18 Triple sugar iron agar (TSI)	Merck, Germany
3.3.1.19 Tryptic soy agar (TSA)	Difco, U.S.A
3.3.1.20 Tryptic soy broth (TSB)	Difco, U.S.A
3.3.1.21 Tryptone	Hi media, India
3.3.1.22 Xylose lysine dextrose (XLD)	Difco, U.S.A
3.3.1.23 3M Petrifilm (*E.* coli / Colifrom count plates)	3M, U.S.A
3.3.1.24 Muller Kauffmann tetrathinate novobiocin broth (MKTTN)	Merck, Germany
3.3.1.25 ไข่ไก่	CP, ประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 สารเคมี

3.3.2.1 Alcohol ร้อยละ 95	A.T.S, ประเทศไทย
3.3.2.2 Creatine	Carlo Erba, France
3.3.2.3 di-Potassium hydrogen phosphate trihydrate (K_2HPO_4)	Merck, Germany
3.3.2.4 Glucose ($C_6H_{12}O_6$)	Merck, Germany
3.3.2.5 Hydrochloric acid (conc.HCI) ร้อยละ 37	RCI Labscan, ประเทศไทย
3.3.2.6 Methylene blue solution	Chem Serve, ประเทศไทย
3.3.2.7 Methylene blue solvent	Chem Serve, ประเทศไทย
3.3.2.8 Methyl red ($C_{15}H_{15}N_3O_2$)	BDH, India
3.3.2.9 Neomycin ($C_{23}H_{46}N_6O$)	Merck, Germany
3.3.2.10 Polymyxin	P1004, Sigma, U.S.A.
3.3.2.11 Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4)	Carlo erba, France
3.3.2.12 Sodium chloride (NaCl)	Merck, Germany
3.3.2.13 Sodium hydroxide (NaOH)	Carlo Erba, France
3.3.2.14 Sodium lauryl sulfate ($NaC_{12}H_{25}SO_4$)	Chem Serve, ประเทศไทย
3.3.2.15 Tartaric acid ($C_4H_6O_6$)	Merck, Germany
3.3.2.16 Urea (CH_4N_2O)	Ajax Finechem, Australia
3.3.2.17 1-Naphthol, minimum ร้อยละ 98 ($C_{10}H_7OH$)	Sigma-aldrich, Germany
3.3.2.18 Brilliant green lactose bile broth ร้อยละ 2 (BGLB)	Merck, Germany
3.3.2.19 สารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC)	QUAT SAN™, Chem Serve, ประเทศไทย
3.3.2.20 น้ำยาทำความสะอาด (ทีโพล์)	เชอร์วู้ด เคมิคอล, ประเทศไทย
3.3.2.21 น้ำปราศจากไอออน (Deionized water, DI)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.4.1 การเตรียมเชื้อ *Salmonella* Anatum และ *Salmonella* Corvallis

ถ่ายเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis จาก glycerol stock ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic soy broth (TSB) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเชื้อจุลินทรีย์ที่เลี้ยงใน TSB มาเลี้ยงบนอาหาร Tryptic soy agar (TSA) slant เขี่ยเชื้อบนหน้าอาหารเอียงจำนวน 1 ลูป บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้ TSA slant ของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis เก็บที่อุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียสในตู้เย็น เป็น stock culture และถ่ายเชื้อลง TSA slant ใหม่ทุกเดือนระหว่างการทดลอง

การเตรียมเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ในอาหารเหลว TSB เริ่มจากถ่ายเชื้อจาก TSA stock culture จำนวน 1 ลูป ลงในอาหาร TSA slant บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ถ่ายเชื้อลงใน TSAslant อย่างน้อย 2 ครั้ง จากนั้นทำการถ่ายเชื้อจาก TSA slant มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSB ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-20 ชั่วโมง ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อเริ่มต้นในอาหาร TSB โดยปิเปตเชื้อมา 1 มิลลิลิตร ทำการเจือจางด้วย Butterflied phosphate buffer (น้ำยาเจือจาง) ตั้งแต่ 10^{-1} ถึง 10^{-8} ตรวจนับเชื้อเริ่มต้นด้วยเทคนิค pour plate ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อหาปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ 10^{8} CFU/ml (กัญญา หมอกลาง และคณะ, 2555)

3.4.2 การเตรียมสารละลาย alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้นเริ่มต้นร้อยละ 0.1

โดยนำขวดดูแรน (Duran) ขนาด 250 มิลลิลิตร ใส่น้ำปราศจากไอออน (Deionized water, DI) 99 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น ดูดสารละลาย ADBAC (QUAT SAN™, บริษัท เคมเซิร์ฟ ประเทศไทย จำกัด) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดน้ำ DI ปริมาตร 99 มิลลิลิตร ที่ทำการฆ่าเชื้อแล้ว เขย่าให้เข้ากัน เพื่อให้ได้สารละลาย ADBAC ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และนำไปใช้เตรียมสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.01, 0.02 และ 0.04 (0, 100, 200 และ 400 ppm) ดังตารางที่ 3.1 ตรวจวัดความเป็นกรดด่าง (pH) และความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC เริ่มต้น ดัดแปลงตามวิธีการของอุกฤษฎ์ ปริญญาวุฒิชัย (2556) ดังภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 สัดส่วนของตัวอย่างผสมระหว่างสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC), Letheen broth, เชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis และ น้ำ DI ปลอดเชื้อ

ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC (ppm)	ร้อยละ	Letheen broth (ml)	น้ำ DI ปลอดเชื้อ (ml)	สารฆ่าเชื้อ ADBAC ร้อยละ 0.1 (ml)	ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis (ml)
0	0	5	4	0	1
100	0.01	5	3	1	1
200	0.02	5	2	2	1
400	0.04	5	0	4	1

3.4.3 การศึกษาผลของความเข้มข้นและระยะเวลาของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ในหลอดทดลอง

เตรียมเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ในหลอด TSB 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-20 ชั่วโมง จากข้อ 3.4.1 ได้เชื้อเริ่มต้นที่ 10^8 CFU/ml ใช้ปิเปตดูดเชื้อปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน TSB ปริมาตร 9 มิลลิลิตร จะได้เชื้อเริ่มต้น 10^7 CFU/ml ทำการเจือจางด้วย TSB ต่อให้ได้เชื้อ 10^4 CFU/ml ดูดเชื้อเริ่มต้นที่ 10^4 และ 10^7 CFU/ml มาอย่างละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายผสมของ Letheen broth, น้ำ DI ปลอดเชื้อ และสารฆ่าเชื้อ ADBAC ความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm ปริมาตรรวม 9 มิลลิลิตร (ตารางที่ 3.1) เขย่าส่วนผสมให้เข้ากัน จะได้ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis เริ่มต้น 10^3 และ 10^6 CFU/ml จากนั้นทำการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 1, 5 และ 10 นาที ตามลำดับ

เมื่อครบเวลาที่กำหนดแต่ละหลอดทดลอง ตรวจเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ที่เหลือรอด เพื่อเปรียบเทียบผลของความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC และระยะเวลาในการยับยั้งเชื้อ โดยปิเปตตัวอย่างมาอย่างละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดน้ำยาเจือจาง ปริมาณ 9 มิลลิลิตร เจือจางที่ 10^{-1} ถึง 10^{-7} เลือกระดับการเจือจางที่ต้องการ นำมาตรวจสอบการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis โดยเทคนิค pour plate ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (กัญญา หมอกลาง และคณะ, 2555) ตรวจนับโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 30-300 โคโลนี รายงานผลเป็น $\log_{10}$CFU/ml ตรวจยืนยันเชื้อซัลโมเนลลาอีกครั้งหนึ่งด้วยวิธี spot ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose lysine dextrose agar (XLD) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบเชื้อจะขึ้นเป็นจุดสีดำที่ทำการ spot (ISO 6579:2002) ทำการคัดเลือกสภาวะของสารฆ่าเชื้อ ADBAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ได้เพื่อใช้ในการทดสอบในขั้นตอนต่อไป

3.4.4 การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการยับยั้งเชื้อเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

3.4.4.1 การเตรียมถาดสแตนเลส

นำถาดสแตนเลส ขนาด 21.0 × 28.5 ตารางเซนติเมตร (หัวม้าลาย, ประเทศไทย) ล้างด้วยน้ำยาทำความสะอาด (ทีโพล์) และล้างน้ำประปาให้สะอาด 2 - 3 ครั้ง ผึ่งให้แห้ง ห่อถาดสแตนเลสด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์ ใส่ถุงพลาสติกมัดให้แน่น นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นอบถาดทั้งถุงพลาสติกที่ฆ่าเชื้อแล้วให้แห้งในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ก่อนการใช้งานนำถาดสแตนเลสออกจากถุงพลาสติกวางในตู้ถ่ายเชื้อที่สะอาดเปิดแสงอัลตราไวโอเลต (ultraviolet; UV) เป็นเวลา 30 นาที เพื่อการฆ่าเชื้อพื้นผิวถาดสแตนเลสเบื้องต้น

3.4.4.2 การเตรียมผ้าไมโครไฟเบอร์

ซักผ้าไมโครไฟเบอร์ ขนาด 29.0 × 34.5 ตารางเซนติเมตร (Ella, ประเทศไทย) ด้วยน้ำยาทำความสะอาด (ทีโพล์) และล้างน้ำประปาให้สะอาด 2 - 3 ครั้ง ตากให้แห้ง นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาใช้งาน

3.4.4.3 การเช็ดถาดสแตนเลสด้วยสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่มีเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis

3.4.4.3.1 การสร้างการปนเปื้อนของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

เตรียมเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ในหลอด TSB 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 - 20 ชั่วโมง จากข้อ 3.4.1 ได้เชื้อเริ่มต้นที่ 10^8 CFU/ml สร้างการปนเปื้อนของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลสระดับสูงที่ 10^6 CFU/ml โดยปิเปตเชื้อ 10^8 CFU/ml ใส่ลงบนพื้นผิวในถาดสแตนเลสขนาด 21.0 × 28.5 ตารางเซนติเมตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว จากข้อ 3.4.4.1 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสร้างปนเปื้อนของเชื้อระดับต่ำที่ 10^3 CFU/ml โดยปิเปตเชื้อที่ 10^5 CFU/ml ลงบนพื้นผิวถาดสแตนเลส ขนาด 21.0 × 28.5 ตารางเซนติเมตร ที่ฆ่าเชื้อแล้ว จากข้อ 3.4.4.1 ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เกลี่ยเชื้อด้วยแท่งแก้วรูปตัวแอลให้ทั่วพื้นผิวถาดสแตนเลส ทิ้งไว้ในตู้ถ่ายเชื้อ เป็นเวลา 50 - 60 นาทีหรือจนกว่าเชื้อบนพื้นผิวถาดสแตนเลสแห้ง เพื่อให้เชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis เกาะติดบนพื้นผิวถาดสแตนเลส ทำการตรวจวิเคราะห์เชื้อ *S.* Anatum และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S. Corvallis เริ่มต้นบนพื้นผิวถาดสแตนเลสด้วยวิธีการ swab test โดยใช้แผ่นกำหนดพื้นที่ขนาด 10 × 10 ตารางเซนติเมตร จำนวน 2 แผ่นต่อ 1 ถาด เพื่อเป็นตัวกำหนดพื้นที่ในการทำ swab test นำไม้พันสำลีที่ฆ่าเชื้อแล้วชุบน้ำยาเจือจางในหลอด ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และเช็ดที่บริเวณในช่องแผ่นกำหนดพื้นที่ให้ทั่ว (APHA, 1992) จากนั้นทำการเจือจางจากหลอดที่มีไม้พันสำลีโดย ปิเปตสารละลาย 1 มิลลิลิตร ใส่ในน้ำยาเจือจาง 9 มิลลิลิตร และเจือจางที่ 10^{-1} ถึง 10^{-7} เลือกระดับการเจือจางตามที่ต้องการ ตรวจสอบเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวถาดสแตนเลส โดยเทคนิค pour plate ด้วยอาหาร TSA บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ครบเวลาที่ทำการบ่ม 24 ชั่วโมง ตรวจนับโคโลนีบนจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 30 - 300 โคโลนี รายงานผลเป็น $\log_{10}CFU/cm^2$

3.4.4.3.2 วิธีการเช็ดพื้นผิวถาดสแตนเลสด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC

ผสมสารฆ่าเชื้อ ADBAC กับน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ตามความเข้มข้นที่คัดเลือกได้จากผลการยับยั้งเชื้อในหลอดทดลองได้หมด จากข้อ 3.4.3 จุ่มผ้าไมโครไฟเบอร์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากข้อ 3.4.4.2 ลงในสารฆ่าเชื้อ ADBAC ให้ท่วม บิดผ้าให้สารฆ่าเชื้อออกจากผ้าไมโครไฟเบอร์ปริมาตร 150 มิลลิลิตร นำผ้าที่ชุ่มด้วยสารฆ่าเชื้อ เช็ดบนพื้นผิวถาดสแตนเลสที่สร้างการปนเปื้อนของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ที่เชื้อเริ่มต้น 10^3 และ 10^6 CFU/ml จากข้อ 3.4.4.3.1 ทิ้งไว้ในตู้ถ่ายเชื้อ เพื่อให้สารทำการฆ่าเชื้อตามระยะเวลาที่เหมาะสมและคัดเลือกได้จากการทดลองในข้อ 3.4.3 และทำการเปรียบเทียบกับการเช็ดด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ตรวจวิเคราะห์เชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ที่เหลือรอดบนพื้นผิวถาดสแตนเลสก่อนและหลังการเช็ด ด้วยวิธีการ swab test ด้วยแผ่นกำหนดพื้นที่ 10 × 10 ตารางเซนติเมตร จำนวน 2 แผ่นกำหนดพื้นที่ที่เตรียมไว้ ตามวิธีการในข้อ 3.4.4.3.1

จากนั้นแช่ผ้าไมโครไฟเบอร์ที่เช็ดบนพื้นผิวถาดสแตนเลสแล้ว ลงในสารฆ่าเชื้อที่บรรจุในถุง stomacher เพื่อฆ่าเชื้อที่เหลือ เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบเวลา 10 นาที ให้นำถุง stomacher ไปตีปั่นด้วยความแรงการตีปั่น 250 ครั้งต่อ 1 นาที เป็นเวลา 1 นาที เจือจางด้วยน้ำยาเจือจางที่ระดับการเจือจาง 10^{-1} ถึง 10^{-4} เลือกระดับการเจือจางตามที่ต้องการ ตรวจปริมาณเชื้อที่เหลือรอดของผ้าไมโครไฟเบอร์หลังการเช็ดทำความสะอาดบนพื้นผิวถาดสแตนเลส โดยเทคนิค pour plate ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลาเวลา 24 ชั่วโมง ครบเวลาที่กำหนด 24 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีให้อยู่ระหว่า 30-300 โคโลนี รายงานผลเป็น $\log_{10}CFU/cm^2$ และตรวจยืนยันเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ที่เหลือรอดบนพื้นผิวถาดสแตนเลสและผ้าไมโครไฟเบอร์ด้วยวิธี spot ในอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา 24 ชั่วโมง พบเชื้อจะขึ้นเป็นจุดสีดำที่ทำการ spot และคัดเลือกสภาวะของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่เหมาะสมที่สุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis

3.4.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการเช็ดทำความสะอาดบนพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร

3.4.5.1 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร

การเก็บตัวอย่างจากพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร ณ ตลาดสดบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เลือกร้านขายเนื้อสุกรตัดแต่ง จำนวน 3 ร้าน ที่ใช้พื้นผิวสแตนเลสตัดแต่งเนื้อสุกร โดยการ swab test บนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร ด้วยแผ่นกำหนดพื้นที่ 10 × 10 ตารางเซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น เพื่อเป็นตัวกำหนดพื้นที่ในการทำ swab test นำไม้พันสำลีที่ฆ่าเชื้อแล้วชุบน้ำยาเจือจางในหลอดปริมาตร 10 มิลลิลิตร และเช็ดที่บริเวณในช่องแผ่นกำหนดพื้นที่ให้ทั่ว (APHA, 1992) จากนั้นทำการเจือจางจากหลอดที่มีไม้พันสำลีโดย ปิเปตสารละลาย 1 มิลลิลิตร ใส่ในน้ำยาเจือจาง 9 มิลลิลิตร และเจือจางที่ 10^{-1} ถึง 10^{-5} เลือกระดับการเจือจางตามที่ต้องการ ตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (AOAC Official Methods 966.23, 2000) และตรวจสอบเชื้อ *E. coli* และ Coliforms ด้วย 3M Petrifilm (*E.* coli / Coliform count plates) บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง (AOAC Official Methods 998.08 และ 991.14, 2002) เลือกนับโคโลนีที่ 30 – 300 โคโลนี รายงานผลเป็น $\log_{10}$CFU/cm^2 จากนั้นทำการคัดเลือกร้านตัดแต่งเนื้อสุกรที่ตรวจพบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด *E.* coli และ Coliforms มากที่สุด เพียง 1 ร้าน เพื่อเป็นร้านตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC บนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร

3.4.5.2 การเช็ดทำความสะอาดพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC

3.4.5.3.1 การเตรียมผ้าไมโครไฟเบอร์

ซักผ้าไมโครไฟเบอร์ ขนาด 40 × 60 ตารางเซนติเมตร (Ella, ประเทศไทย) ซึ่งเป็นผ้าไมโครไฟเบอร์ที่ใช้เช็ดพื้นผิวสแตนเลสจริง ล้างด้วยน้ำยาทำความสะอาด (ทีโพล์) และล้างน้ำประปาให้สะอาด 2-3 ครั้ง ตากให้แห้ง นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาใช้งาน

3.4.5.3.2 การเช็ดพื้นผิวสแตนเลสทำการตัดแต่งเนื้อสุกร

ทำการเตรียมสารฆ่าเชื้อ ADBAC ตามความเข้มข้นที่เหมาะสมและคัดเลือกได้จากการเช็ดพื้นผิวถาดสแตนเลสในสภาวะการควบคุมจากข้อ 3.4.4 มาทำการเช็ดพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร โดยเจือจางสารฆ่าเชื้อ ADBAC ร้อยละ 10 ในน้ำ DI ปลอดเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตร 1,500 มิลลิลิตร บรรจุในบีกเกอร์ขนาด 2,000 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จุ่มผ้าไมโครไฟเบอร์ จากข้อ 3.4.5.4.1 ลงในสารฆ่าเชื้อให้ท่วมผ้า บิดผ้าให้สารฆ่าเชื้อออกจากผ้าไมโครไฟเบอร์ ปริมาตร 1,200 มิลลิลิตร นำผ้าที่ชุ่มด้วยสารฆ่าเชื้อ เช็ดบนพื้นผิวสแตนเลสทำการตัดแต่งเนื้อสุกรโดยทำการทดลองตามสภาวะที่คัดเลือกได้จากการทดลองในข้อ 3.4.4 แต่ไม่ต้องสร้างการปนเปื้อนของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวสแตนเลส จากนั้นแช่ผ้าที่เช็ดบนพื้นผิวแล้วในสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่เหลือ และตามระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อฆ่าเชื้อที่เหลือ บิดหมาด ทำการเก็บตัวอย่างพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรก่อนและหลังเช็ดทำความสะอาดด้วยสารฆ่าเชื้อ ตัวอย่างผ้าไมโครไฟเบอร์ก่อนเช็ดและหลังเช็ดพื้นผิว และสารฆ่าเชื้อ ที่ผ่านการใช้งานแล้ว มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์, *E. coli,* Coliforms, Yeast, Mold, *B. cereus, Staph. aureus, Salmonella* spp. และ *C. perfringens* ตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (2560) โดยเปรียบเทียบสภาวะที่ใช้น้ำ DI ปลอดเชื้อ เป็นชุดควบคุม

3.4.5.3 การเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์

3.4.5.3.1 การเก็บตัวอย่างบนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร

การเก็บตัวอย่างบนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรก่อนเช็ดและหลังการเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC และน้ำ DI ปลอดเชื้อ ด้วยวิธีการ swab test บนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร ด้วยแผ่นกำหนดพื้นที่ขนาด 10 × 10 ตารางเซนติเมตร จำนวน 4 แผ่นกำหนดพื้นที่ นำไม้พันสำลีที่ฆ่าเชื้อแล้วชุบน้ำยาเจือจางในหลอดปริมาตร 10 มิลลิลิตร และเช็ดที่บริเวณในช่องแผ่นกำหนดพื้นที่ให้ทั่ว (APHA, 1992) จากนั้นทำการเจือจางจากหลอดที่มีไม้พันสำลีโดย ปิเปตสารละลาย 1 มิลลิลิตร ใส่ในน้ำยาเจือจาง 9 มิลลิลิตร และเจือจางที่ 10^{-1} ถึง 10^{-4} เลือกระดับการเจือจางตามที่ต้องการ เพื่อนำไปวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ ตามวิธีการในดังตารางที่ 3.2

3.4.5.3.2 การเก็บตัวอย่างผ้าไมโครไฟเบอร์หลังเช็ดพื้นผิว

ทำการเก็บตัวอย่างผ้าไมโครไฟเบอร์หลังเช็ดพื้นผิว และหลังแช่สารฆ่าเชื้อ ADBAC ด้วยวิธี swab test ด้วยแผ่นกำหนดพื้นที่ 10 × 10 ตารางเซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น นำไม้พันสำลีที่ฆ่าเชื้อแล้วชุบน้ำยาเจือจางในหลอดปริมาตร 10 มิลลิลิตร และเช็ดที่บริเวณในช่องแผ่นกำหนดพื้นที่ให้ทั่ว จากนั้นทำการเจือจางจากหลอดที่มีไม้พันสำลีโดย ปิเปตสารละลาย 1 มิลลิลิตร ใส่ในน้ำยาเจือจาง 9 มิลลิลิตร และเจือจางที่ 10^{-1} ถึง 10^{-4} เลือกระดับการเจือจางตามที่ต้องการ เพื่อนำไปวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ ตามวิธีการในดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 วิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

เชื้อจุลินทรีย์	วิธีการทดสอบ
จำนวนจุลินทรีย์	AOAC Official Methods 996.23 (2000)
Escherichia coli / Coliforms (แผ่น 3M petrifilm)	AOAC Official Methods 998.08 และ 991.14 (2002)
Yeast and Mold	FDA-BAM (2001)
Bacillus cereus	FDA-BAM (2001)
Staphylococcus aureus	FDA-BAM (2001)
Salmonella spp.	ISO 6579:2002 (2007)
Clostridium perfringens	FDA-BAM (2001)

เมื่อ swab บนพื้นผิวผ้าหลังแช่สารฆ่าเชื้อ ADBAC ตามระยะเวลาที่กำหนด แล้ว นำผ้าไมโครไฟเบอร์ไปตีปั่น 1 นาที กับน้ำยาเจือจาง 225 มิลลิลิตร แล้วดูดน้ำยาเจือจางตามระดับการเจือจาง 10^{0} ถึง 10^{-2} เลือกระดับการเจือจางตามที่ต้องการ เพื่อนำไปวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ตามวิธีการในดังตารางที่ 3.2

3.4.5.3.3 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์

ทำการตรวจวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์, *E. coli*, Coliforms, Yeast, Mold, *B. cereus*, *Staph. aureus*, *Salmonella* spp. และ *C. perfringens* จากตัวอย่างข้อ 3.4.5.3 ตามวิธีการมาตรฐานในตารางที่ 3.2 (ภาคผนวก ข) รายงานผลเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิด โดยใช้หน่วยของค่าเกณฑ์มาตรฐาน ตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (2560)

3.5 การวางแผนการทดลอง

การศึกษาผลของความเข้มข้นและระยะเวลาของ ADBAC ต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ในหลอดทดลองจากข้อ 3.4.3 วางแผนการทดลองแบบ 4 × 3 แฟคทอเรียล (Factorial in Completely Randomized Design: Factorial in CRD) โดยมีปัจจัยคือความเข้มข้นของ ADBAC ต่อระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ และมีปริมาณเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis เหลือรอดเป็นตัวแปรตามในการศึกษา ทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส ทำการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยมีปัจจัยคือ ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC 0, 200 และ 400 ppm มีปริมาณเชื้อที่เหลือรอดเป็นตัวแปรตามในการศึกษา ทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

การศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร วางแผนการทดลองแบบ CRDโดยมีปัจจัยคือ ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC 0 และ 400 ppm มีปริมาณเชื้อที่เหลือรอดเป็นตัวแปรตามในการศึกษา ทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ในหลอดทดลอง

4.1.1 ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ *S.* Anatum ของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในหลอดทดลอง

ผลการทดลองในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 ที่ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum เริ่มต้น 10^3 CFU/ml พบว่าหลอดที่ไม่ได้ใส่สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น (0 ppm) ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum ที่เหลือรอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงเวลา 1 - 10 นาที ที่ 100 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1 - 10 นาที สามารถลดจำนวนลงได้ในช่วงร้อยละ 3.20 - 37.30 และที่ 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1 และ 5 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อลงได้ร้อยละ 90.00 - 97.70 ตามลำดับ ไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้ทั้งหมด ที่ 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 10 นาที และที่ 400 ppm ระยะเวลาสัมผัสในช่วง 1 - 10 นาที สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum ได้หมด

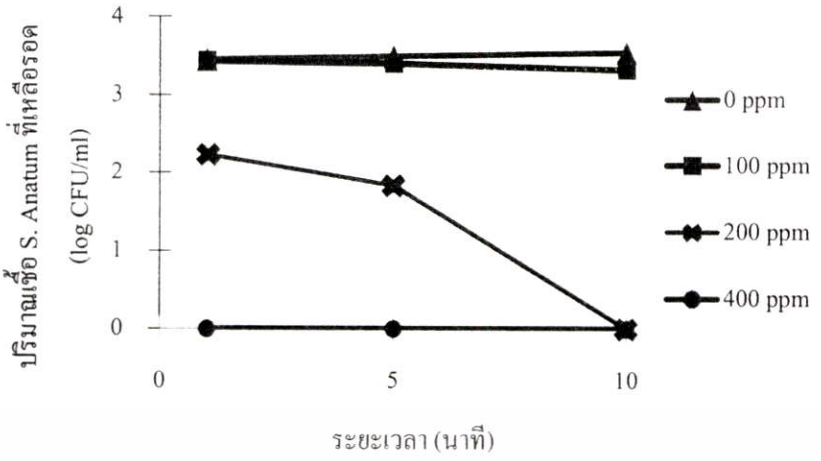
ตารางที่ 4.1 ผลของความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) และระยะเวลาในการสัมผัสต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml ในหลอดทดลอง

ปริมาณความเข้มข้นของสาร ADBAC (ppm)	pH	ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum ที่เหลือรอด (log_{10}CFU/ml)					
		1 นาที	ร้อยละการลดลง	5 นาที	ร้อยละการลดลง	10 นาที	ร้อยละการลดลง
0	7.03	3.45 ± 0.01^{Ac}	0.00	3.49 ± 0.02^{Ab}	0.00	3.54 ± 0.20^{Aa}	0.00
100	7.09	3.43 ± 0.07^{Aa}	3.20	3.40 ± 0.08^{Ba}	18.10	3.32 ± 0.09^{Ba}	37.30
200	7.11	2.23 ± 0.53^{Ba}	90.00	1.83 ± 0.04^{Cb}	97.70	0.00 ± 0.00^{Cc}	100.00
400	7.12	0.00 ± 0.00^{Ca}	100.00	0.00 ± 0.00^{Ca}	100.00	0.00 ± 0.00^{Ca}	100.00

หมายเหตุ:

- ตัวอักษร A-C ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดระยะเวลาสัมผัสเดียวกันและปริมาณความเข้มข้นของสารแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
- ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดตามปริมาณความเข้มข้นเดียวกันและระยะเวลาสัมผัสแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
- ร้อยละการลดลงของเชื้อ = $\frac{[\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/ml)} - \text{ปริมาณเชื้อที่เหลือรอด (CFU/ml)}] \times 100}{\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/ml)}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum ที่เหลือรอดในหลอดทดลองที่มีสาร ADBAC ระดับความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm และระยะเวลาในการสัมผัส 1, 5 และ 10 นาที ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml

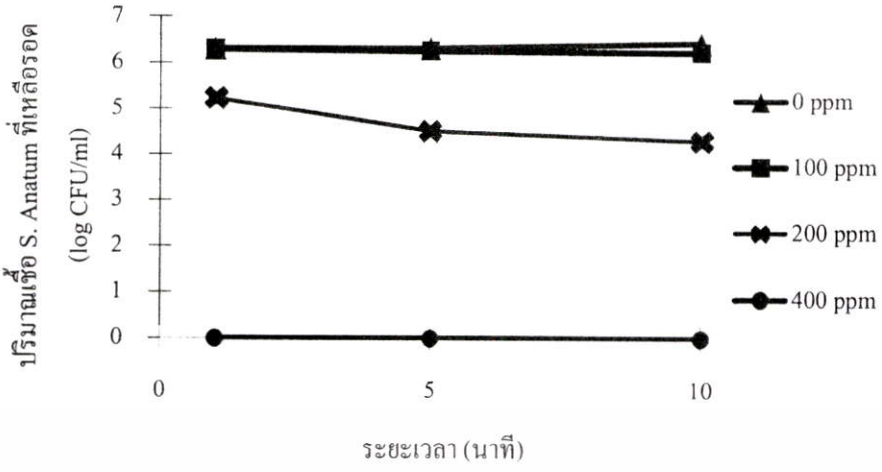
ตารางที่ 4.2 ผลของความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) และระยะเวลาในการสัมผัสต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml ในหลอดทดลอง

ปริมาณความเข้มข้นของสาร ADBAC (ppm)	pH	ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum ที่เหลือรอด (log_{10}CFU/ml)					
		1 นาที	ร้อยละการลดลง	5 นาที	ร้อยละการลดลง	10 นาที	ร้อยละการลดลง
0	7.07	6.31 ± 0.16^{Aa}	0.00	6.32 ± 0.11^{Aa}	0.00	6.43 ± 0.16^{Aa}	0.00
100	7.09	6.30 ± 0.14^{Aa}	4.20	6.26 ± 0.17^{Aa}	24.00	6.23 ± 0.16^{Aa}	37.10
200	7.10	5.23 ± 0.24^{Ba}	88.80	4.54 ± 0.06^{Bb}	99.10	4.30 ± 0.23^{Bc}	99.40
400	7.10	0.00 ± 0.00^{Ca}	100.00	0.00 ± 0.00^{Ca}	100.00	0.00 ± 0.00^{Ca}	100.00

หมายเหตุ:

- ตัวอักษร A-C ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดระยะเวลาสัมผัสเดียวกันและปริมาณความเข้มข้นของสารแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
- ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดตามปริมาณความเข้มข้นเดียวกันและระยะเวลาสัมผัสแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
- ร้อยละการลดลงของเชื้อ = $\frac{[\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/ml)} - \text{ปริมาณเชื้อที่เหลือรอด (CFU/ml)}] \times 100}{\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/ml)}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum ที่เหลือรอดในหลอดทดลองที่มีสาร ADBAC ระดับความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm และระยะเวลาในการสัมผัส 1, 5 และ 10 นาที ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml

ผลการทดลองในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 ที่ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum 10^6 CFU/ml พบว่าการใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 100 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1 - 10 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อลดลงได้ร้อยละ 4.20 - 37.10 แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum ได้ทั้งหมด เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1 - 10 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อลงได้ร้อยละ 88.80 - 99.40 และที่ 400 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1 - 10 นาที สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum ได้หมด

4.1.2 ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ *S.* Corvallis ของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในหลอดทดลอง

ผลการทดลองในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3 ที่ปริมาณเชื้อ *S.* Corvallis เริ่มต้น 10^3 CFU/ml พบว่าหลอดที่ไม่ได้ใส่สาร ADBAC (0 ppm) ปริมาณเชื้อ *S.* Corvallis ที่เหลือรอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงเวลา 1 - 10 นาที ที่ 100 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1 - 10 นาที สามารถลดจำนวนลงได้ ในช่วงร้อยละ 10.70 - 22.30 และที่ 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1 และ 5 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อลงได้ร้อยละ 99.50 - 99.90 ตามลำดับ ซึ่งไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้หมด แต่ที่ 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 10 นาที และที่ 400 ppm ระยะเวลาสัมผัสในช่วง 1 - 10 นาที สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Corvallis ได้หมด

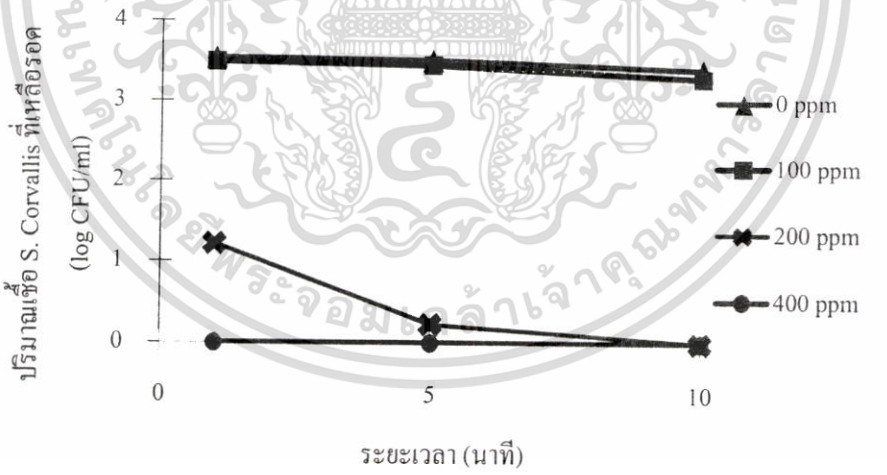
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลของความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride ADBAC และระยะเวลาในการสัมผัสต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml ในหลอดทดลอง

ปริมาณความเข้มข้นของสาร ADBAC (ppm)	pH	ปริมาณเชื้อ *S.* Corvallis ที่เหลือรอด (log_{10}CFU/ml)					
		1 นาที	ร้อยละการลดลง	5 นาที	ร้อยละการลดลง	10 นาที	ร้อยละการลดลง
0	5.89	3.54 ± 0.05^{Aa}	0.00	3.51 ± 0.26^{Ab}	0.00	3.40 ± 0.09^{Ab}	0.00
100	6.14	3.49 ± 0.02^{Aa}	10.70	3.45 ± 0.04^{Ab}	12.90	3.29 ± 0.18^{Ab}	22.30
200	6.24	1.22 ± 0.94^{Ba}	99.50	0.23 ± 0.05^{Bb}	99.90	0.00 ± 0.00^{Bb}	100.00
400	6.55	0.00 ± 0.00^{Ca}	100.00	0.00 ± 0.00^{Cb}	100.00	0.00 ± 0.00^{Cb}	100.00

หมายเหตุ:

- ตัวอักษร A-C ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดระยะเวลาสัมผัสเดียวกันและปริมาณความเข้มข้นของสารแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
- ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดตามปริมาณความเข้มข้นเดียวกันและระยะเวลาสัมผัสแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
- ร้อยละการลดลงของเชื้อ = $\frac{[\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/ml)} - \text{ปริมาณเชื้อที่เหลือรอด (CFU/ml)}] \times 100}{\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/ml)}}$



รูปที่ 4.3 ปริมาณเชื้อ *S.* Corvallis ที่เหลือรอดในหลอดทดลองที่มีสาร ADBAC ระดับความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm และระยะเวลาในการสัมผัส 1, 5 และ 10 นาที ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml

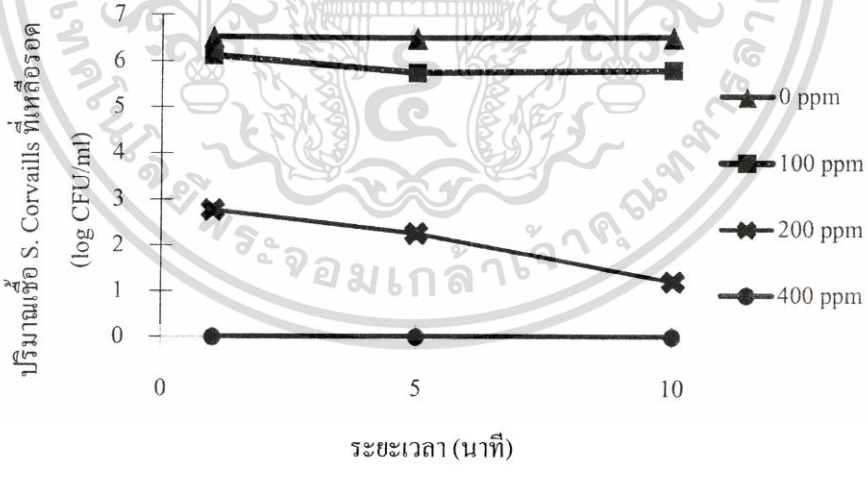
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลของความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) และระยะเวลาในการสัมผัสต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml ในหลอดทดลอง

ปริมาณความเข้มข้นของสาร ADBAC (ppm)	pH	ปริมาณเชื้อ *S.* Corvallis ที่เหลือรอด (log_{10}CFU/ml)					
		1 นาที	ร้อยละการลดลง	5 นาที	ร้อยละการลดลง	10 นาที	ร้อยละการลดลง
0	5.87	6.53 ± 0.11^{Aa}	0.00	6.50 ± 0.67^{Aab}	0.00	6.53 ± 0.18^{Ab}	0.00
100	5.85	6.13 ± 0.67^{Ba}	60.20	5.75 ± 0.72^{Bab}	82.20	5.81 ± 0.65^{Bb}	98.10
200	5.82	2.77 ± 0.30^{Ca}	99.90	2.26 ± 0.70^{Cab}	99.90	1.22 ± 0.09^{Cb}	99.90
400	5.68	0.00 ± 0.00^{Da}	100.00	0.00 ± 0.00^{Dab}	100.00	0.00 ± 0.00^{Db}	100.00

หมายเหตุ:

- ตัวอักษร A-D ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดระยะเวลาสัมผัสเดียวกันและปริมาณความเข้มข้นของสารแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
- ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดตามปริมาณความเข้มข้นเดียวกันและระยะเวลาสัมผัสแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
- ร้อยละการลดลงของเชื้อ = $\frac{[\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/ml)} - \text{ปริมาณเชื้อที่เหลือรอด (CFU/ml)}] \times 100}{\text{ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (CFU/ml)}}$



รูปที่ 4.4 ปริมาณเชื้อ *S.* Corvallis ที่เหลือรอดในหลอดทดลองที่มีสารฆ่าเชื้อ ADBAC ระดับความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 400 ppm และระยะเวลาในการสัมผัส 1, 5 และ 10 นาที ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.4 ที่ปริมาณเชื้อ *S.* Corvallis 10^6CFU/ml พบว่า การใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 100 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1-10 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อลงได้ร้อยละ 60.20-98.10 แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Corvallis ได้ทั้งหมด เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้น 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1-10 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อลงได้ร้อยละ 99.90 คิดเป็นอัตราลดลงเชื้อ 1-2 log cycle และที่ 400 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1-10 นาที สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Corvallis ได้หมด

ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC และระยะเวลาในการสัมผัส มีผลต่อการยับยั้ง *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นแตกต่างกัน สารฆ่าเชื้อ ADBAC สามารถฆ่าเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis โดยจำลองวิธีการฆ่าเชื้อในหลอดทดลองได้ สารกลุ่มควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (quaternary ammonium compounds, QACs) เป็นสารฆ่าเชื้อที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้ยังปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังของผู้ใช้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529) สารกลุ่มนี้มีหลายชนิด ได้แก่ benzalkonium chloride, alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC), didecyl dimethyl ammonium chloride (DDAC) เป็นต้น มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ดี กลไกการทำงานของสาร QACs อาศัยสมบัติทางเคมีของสารที่เป็นสารลดแรงตึงผิวประจุบวก โดย QACs จะแพร่ผ่านเข้าไปชั้นผนังเซลล์และจับตัวกันกับเยื่อหุ้มไซโตพลาสซึม (cytoplasmic membrane) หมู่ไนโตรเจนที่มีประจุบวกทำปฏิกิริยากับฟอสโฟลิปิดและส่วนที่ไม่ชอบน้ำ เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเยื่อหุ้มไซโตพลาสซึม ทำให้เกิดการรั่วไหลของสารภายในเซลล์ ขัดขวางการทำงานของสารภายในเซลล์ออกสู่ภายนอกเซลล์ ทำให้เซลล์ตาย (Gilbert and Moore, 2005) ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของอุกฤษฎ์ ปริญญาวุฒิชัย (2556) พบว่า สารฆ่าเชื้อ ADBAC สามารถฆ่าเชื้อ *Staph. hominis* subsp. *Hominis* ในหลอดทดลอง ที่ 10^6 CFU/ml ได้หมด ที่ความเข้มข้น 100 ppm ระยะเวลาสัมผัส 5 นาที และ 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1 นาที ตามลำดับ และที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml ใช้ความเข้มข้น 100 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1 นาที เช่นเดียวกับบริษัท เคมเซิร์ฟ จำกัด (2550) รายงานว่า สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีความเข้มข้น 200 ppm ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ 10 และ 60 นาที สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Typhimurium ที่ประมาณ 10^8 CFU/ml ได้หมด และผลการทดลองในหลอดทดลองพบว่าการเหลือรอดของเชื้อ *S.* Anatum มีปริมาณมากกว่าการเหลือรอดของเชื้อ *S.* Corvallis ดังนั้น เชื้อ *S.* Anatum มีความต้านทานต่อสารฆ่าเชื้อ ADBAC ได้ดี

ผลของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในหลอดทดลอง สรุปได้ว่าที่ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis เริ่มต้นที่ 10^3 CFU/ml สารฆ่าเชื้อ ADBAC ยับยั้งเชื้อได้หมดที่ระดับความเข้มข้น 200 ระยะเวลาสัมผัส 10 นาที และ 400 ppm ระยะเวลา 1-10 นาที และที่ปริมาณเชื้อ 10^6 CFU/ml สามารถยับยั้งเชื้อได้ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลา 1, 5 และ 10 นาที ตามลำดับ จึงทำการคัดเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะดังกล่าวมาทำการทดลองในการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis โดยทำการสร้างการปนเปื้อนของเชื้อลงในถาดสแตนเลส ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ 10^3 และ10^6 CFU/100cm^2 และทำการเช็ดพื้นผิวด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ความเข้มข้น 200 และ 400 ppm ระยะเวลา 10 นาที

4.2 ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการยับยั้งเชื้อเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

จากผลทดลองข้อ 4.1 พบว่า ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis เริ่มต้น 10^3 CFU/ml สารฆ่าเชื้อ ADBAC ระดับความเข้มข้น 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที สามารถทำลายเชื้อได้หมด และที่ปริมาณเชื้อ 10^6 CFU/ml สารฆ่าเชื้อ ADBAC ระดับความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที สามารถทำลายเชื้อได้หมด จึงเลือกระดับความเข้มข้นที่ 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที มาทำการศึกษาสภาวะการฆ่าเชื้อบนถาดสแตนเลส ด้วยวิธีทำการจำลองการปนเปื้อนของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis เริ่มต้น 10^3 และ 10^6 CFU/100cm^2 ใช้ผ้าไมโครไฟเบอร์จุ่มสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm และเช็ดบนพื้นผิวถาดสแตนเลสที่จำลองการปนเปื้อนเชื้อ เป็นระยะเวลา 10 นาที และทำการวิเคราะห์การเหลือรอดของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลสและผ้าหลังเช็ดพื้นผิวถาด ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.5 - 4.10

4.2.1 ผลของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ต่อการยับยั้งเชื้อเชื้อ *S.* Anatum บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

ผลการทดลองตารางที่ 4.5 ที่ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum เริ่มต้น 10^3 CFU/100cm^2 บนพื้นผิวถาดสแตนเลส พบว่า หลังเช็ดถาดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ (0 ppm) ระยะเวลา 10 นาที ปริมาณเชื้อเหลือรอด 2.50 ± 0.77 $\log_{10}$CFU/100cm^2 สามารถลดปริมาณจำนวนเชื้อลงได้ ร้อยละ 88.60 และผ้าหลังเช็ดพื้นผิวถาด พบการเหลือรอดของเชื้อ 2.93 ± 0.58 $\log_{10}$CFU/100cm^2 ซึ่งไม่สามารถทำลายเชื้อ *S.* Anatum ได้หมด แต่เมื่อใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 400 ppm เช็ดบนพื้นผิวถาดสแตนเลสที่มีการสร้างการปนเปื้อนของเชื้อ *S.* Anatum ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที ตรวจไม่พบการเหลือรอดของเชื้อ *S.* Anatum ทั้งบนพื้นผิวถาดและผ้าหลังเช็ดพื้นผิว และสามารถทำลายเชื้อได้หมด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการเช็ดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ ($p>0.5$) ซึ่งตรวจไม่พบการเหลือรอดของเชื้อ *S.* Anatum

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10 นาที ต่อเชื้อ *S.* Anatum ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/100cm^2 บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

ปริมาณความเข้มข้นของ ADBAC (ppm)	เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	เชื้อที่ผ้าหลังเช็ดพื้นที่ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC* ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	ร้อยละการลดลงของเชื้อ
0	3.44 ± 0.25^a	2.93 ± 0.58^a	2.50 ± 0.77^a	88.60
200	3.56 ± 0.31^a	0.00 ± 0.00^b	0.00 ± 0.00^b	100.00
400	3.66 ± 0.22^a	0.00 ± 0.00^b	0.00 ± 0.00^b	100.00

หมายเหตุ:

- * ทำการฆ่าเชื้อผ้าไมโครไฟเบอร์หลังเช็ดพื้นผิวถาดสแตนเลสด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่เหลือ เป็นเวลา 10 นาที ก่อนตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ
- ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดตามปริมาณความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm และระยะเวลา 10 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ร้อยละการลดลงของเชื้อ

$$= \frac{[\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)} - \text{เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}] \times 100}{\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}}$$

ผลการทดลองตารางที่ 4.6 ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum เริ่มต้น 10^6 CFU/100cm^2 บนพื้นผิวถาดสแตนเลส พบว่า หลังเช็ดถาดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ (0 ppm) ระยะเวลา 10 นาที ปริมาณเชื้อเหลือรอด 3.88 ± 0.51 $\log_{10}$CFU/100cm^2 สามารถลดปริมาณจำนวนเชื้อลงได้ ร้อยละ 99.29 และผ้าหลังเช็ดพื้นผิวถาด พบการเหลือรอดของเชื้อ 5.18 ± 0.49 $\log_{10}$CFU/100cm^2 ซึ่งไม่สามารถทำลายเชื้อ *S.* Anatum ได้หมด เมื่อใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm พบการเหลือรอดของเชื้อบนพื้นผิวถาดสแตนเลส 3.23 ± 0.11 $\log_{10}$CFU/100cm^2 สามารถลดปริมาณจำนวนเชื้อลงได้ ร้อยละ 99.94 และที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm พบการเหลือรอดของเชื้อ 2.63 ± 0.13 $\log_{10}$CFU/100cm^2 สามารถลดปริมาณจำนวนเชื้อลงได้ ร้อยละ 99.98 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการเช็ดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ ($p>0.5$) และผ้าหลังเช็ดพื้นผิวถาดด้วยสารฆ่าเชื้อพบการเหลือรอดของเชื้อ 3.85 ± 0.46 และ 2.12 ± 0.38 $\log_{10}$CFU/100cm^2 ตามลำดับ ซึ่งระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 200 และ 400 ppm ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ ทำให้พบการเหลือรอดของที่ระดับปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ 10^6 CFU/100cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10 นาที ต่อเชื้อ *S.* Anatum ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/100cm^2 บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

ปริมาณความเข้มข้นของ ADBAC (ppm)	เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (log_{10}CFU/100cm^2)	เชื้อที่ผ้าหลังเช็ดพื้นที่ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC* (log_{10}CFU/100cm^2)	เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ (log_{10}CFU/100cm^2)	ร้อยละการลดลงของเชื้อ
0	6.03 ± 0.39^a	5.18 ± 0.49^a	3.88 ± 0.51^a	99.29
200	6.42 ± 0.25^a	3.85 ± 0.46^b	3.23 ± 0.11^{ab}	99.94
400	6.34 ± 0.19^a	2.12 ± 0.38^c	2.63 ± 0.13^b	99.98

หมายเหตุ:

- * ทำการฆ่าเชื้อผ้าไมโครไฟเบอร์หลังเช็ดพื้นผิวถาดสแตนเลสด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่เหลือ เป็นเวลา 10 นาที ก่อนตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ
- ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดตามปริมาณความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm และระยะเวลา 10 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ร้อยละการลดลงของเชื้อ

$$= \frac{[\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)} - \text{เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}] \times 100}{\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}}$$

ผลการทดลองตารางที่ 4.7 การยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum ที่เชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/100cm^2 บนพื้นผิวถาดแสตนเลส พบว่าการเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อที่ความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที พบการเหลือรอดของเชื้อ และไม่สามารถทำลายเชื้อได้หมด มีความแตกต่างจากผลการยับยั้งเชื้อในหลอดทดลอง เนื่องจากการศึกษาในหลอดทดลองทำในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นของเหลวทำให้เชื้อจุลินทรีย์มีการสัมผัสกับสารฆ่าเชื้อโดยตรง สารฆ่าเชื้อ ADBAC จึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อให้หมด แต่เมื่อนำเชื้อมาสร้างการปนเปื้อนบนพื้นผิวถาดสแตนเลส เกิดการยึดเกาะของเชื้อบนพื้นผิวถาดได้ดี เมื่อมีการเช็ดพื้นผิวด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ทำให้สารฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพลดลง พบการเหลือรอดของเชื้อบนพื้นผิวหลังการเช็ด ดังนั้นจึงเพิ่มระยะเวลาของสารฆ่าเชื้อในการสัมผัสเชื้อนานขึ้นเพิ่มเป็น 20 และ 30 นาที ในการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/100cm^2 ดังแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่าสารฆ่าเชื้อ ADBAC สามารถลดปริมาณการเหลือรอดของเชื้อ *S.* Anatum ได้ เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ทำให้การเหลือรอดของเชื้อบนพื้นผิวถาดสแตนเลสลดลง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.5$) การเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อที่ความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาสัมผัสเชื้อ 10 และ 20 นาที พบการเหลือรอดของเชื้อบนพื้นผิวถาดสแตนเลส 3.13 ± 0.07 และ 2.52 ± 0.56 log_{10}CFU/100cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้หมดที่บริเวณพื้นผิวถาด และผ้าหลังเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อ พบการเหลือรอดของเชื้อ 3.61 ± 0.17 และ 3.38 ± 0.10 log_{10}CFU/100cm^2 ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาสัมผัสเชื้อเป็น 30 นาที ตรวจไม่พบการเหลือรอดของเชื้อบนพื้นผิวถาดหลังเช็ด แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้หมดที่บริเวณผ้าหลังเช็ด จากผลการทดลองพบว่าสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ความเข้มข้น 400 ppm สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum ได้หมดที่บริเวณพื้นที่ถาดหลังจากการเช็ดทำความสะอาดที่เวลา 30 นาที

ตารางที่ 4.7 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10, 20 และ 30 นาที ต่อเชื้อ *S.* Anatum ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/100cm^2 บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

ความเข้มข้นของสาร ADBAC 400 ppm และระยะเวลาสัมผัสเชื้อ (นาที)	เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (log_{10}CFU/100cm^2)	เชื้อที่ผ้าหลังเช็ดพื้นที่ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC* (log_{10}CFU/100cm^2)	เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ (log_{10}CFU/100cm^2)	ร้อยละการลดลงของเชื้อ
ชุดควบคุม	6.45 ± 0.00^a	6.44 ± 0.01^a	3.29 ± 0.08^a	99.93
10	6.45 ± 0.00^a	3.61 ± 0.17^b	3.13 ± 0.07^a	99.95
20	6.45 ± 0.00^a	3.38 ± 0.10^b	2.52 ± 0.56^b	99.98
30	6.45 ± 0.00^a	3.20 ± 0.03^b	0.00 ± 0.00^c	100.00

หมายเหตุ:

- ชุดควบคุม = ทำการเช็ดด้วยด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ ระยะเวลาสัมผัสเชื้อนาน 10 นาที
- *ทำการฆ่าเชื้อผ้าไมโครไฟเบอร์หลังเช็ดพื้นผิวถาดสแตนเลส ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่เหลือ เป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาที ก่อนตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ
- ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดตามปริมาณความเข้มข้น 400 ppm และระยะเวลา 10, 20 และ 30 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ร้อยละการลดลงของเชื้อ

$$= \frac{[\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)} - \text{เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}] \times 100}{\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}}$$

4.2.2 ผลของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ต่อการยับยั้งเชื้อเชื้อ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

ผลการทดลองตารางที่ 4.8 ที่ปริมาณเชื้อ *S.* Corvallis เริ่มต้น 10^3 CFU/100cm^2 บนพื้นผิวถาดสแตนเลส พบว่า หลังเช็ดถาดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ (0 ppm) ระยะเวลา 10 นาที ปริมาณเชื้อเหลือรอด 2.18 ± 0.72 log_{10}CFU/100cm^2 สามารถลดปริมาณจำนวนเชื้อลงได้ ร้อยละ 96.50 และผ้าหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช็ดพื้นผิวถาด พบการเหลือรอดของเชื้อ 3.12 ± 0.82 $\log_{10}$CFU/100cm^2 ซึ่งไม่สามารถทำลายเชื้อ *S.* Corvallis ได้หมด แต่เมื่อใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 400 ppm เช็ดบนพื้นผิวถาดสแตนเลสที่มีการสร้างการปนเปื้อนของเชื้อ *S.* Corvallis ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที ตรวจไม่พบการเหลือรอดของเชื้อ *S.* Corvallis ทั้งบนพื้นผิวถาดและผ้าหลังเช็ดพื้นผิว และสามารถทำลายเชื้อได้หมด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการเช็ดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ ($p>0.5$) ซึ่งตรวจไม่พบการเหลือรอดของเชื้อ *S.* Corvallis

ตารางที่ 4.8 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10 นาที ต่อเชื้อ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/100cm^2 บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

ปริมาณความเข้มข้นของสาร ADBAC (ppm)	เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	เชื้อที่ผ้าหลังเช็ดพื้นที่ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC* ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	ร้อยละการลดลงของเชื้อ
0	3.58 ± 0.28^a	3.12 ± 0.82^a	2.18 ± 0.72^a	96.50
200	3.64 ± 0.31^a	0.00 ± 0.00^b	0.00 ± 0.00^b	100.00
400	3.66 ± 0.33^a	0.00 ± 0.00^b	0.00 ± 0.00^b	100.00

หมายเหตุ:

- * ทำการฆ่าเชื้อผ้าไมโครไฟเบอร์หลังเช็ดพื้นผิวถาดสแตนเลสด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่เหลือ เป็นเวลา 10 นาที ก่อนตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ
- ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดตามปริมาณความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm และระยะเวลา 10 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
- ร้อยละการลดลงของเชื้อ

$$= \frac{[\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)} - \text{เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}] \times 100}{\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}}$$

ผลการทดลองตารางที่ 4.9 ปริมาณเชื้อ *S.* Corvallis เริ่มต้น 10^6 CFU/100cm^2 บนพื้นผิวถาดสแตนเลส พบว่า หลังเช็ดถาดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ (0 ppm) ระยะเวลา 10 นาที ปริมาณเชื้อเหลือรอด 4.15 ± 0.61 $\log_{10}$CFU/100cm^2 สามารถลดปริมาณจำนวนเชื้อลงได้ร้อยละ 99.46 และผ้าหลังเช็ดพื้นผิวถาด พบการเหลือรอดของเชื้อ 4.98 ± 0.91 $\log_{10}$CFU/100cm^2 ซึ่งไม่สามารถทำลายเชื้อ *S.* Corvallis ได้หมด เมื่อใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm พบการเหลือรอดของเชื้อบนพื้นผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถาดสแตนเลส 3.04 ± 0.14 $\log_{10}$CFU/100cm^2 สามารถลดปริมาณจำนวนเชื้อลงได้ร้อยละ 99.94 และที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm พบการเหลือรอดของเชื้อ 2.75 ± 0.10 $\log_{10}$CFU/100cm^2 สามารถลดปริมาณจำนวนเชื้อลงได้ร้อยละ 99.97 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการเช็ดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ ($p>0.5$) และผ้าหลังเช็ดพื้นผิว พบการเหลือรอดของเชื้อ 4.08 ± 0.78 $\log_{10}$CFU/100cm^2 และ 2.47 ± 0.53 $\log_{10}$CFU/100cm^2 ตามลำดับ ซึ่งระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 200 และ 400 ppm ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ ทำให้พบการเหลือรอดของที่ระดับปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ 10^6 CFU/100cm^2

ตารางที่ 4.9 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10 นาที ต่อเชื้อ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

ปริมาณความเข้มข้นของสาร ADBAC (ppm)	เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	เชื้อที่ผ้าหลังเช็ดพื้นที่ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC* ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	ร้อยละการลดลงของเชื้อ
0	6.42 ± 0.09^a	4.98 ± 0.91^a	4.15 ± 0.61^a	99.46
200	6.69 ± 0.36^a	4.08 ± 0.78^{ab}	3.04 ± 0.14^a	99.94
400	6.37 ± 0.01^a	2.47 ± 0.53^b	2.75 ± 0.10^b	99.97

หมายเหตุ:

- * ทำการฆ่าเชื้อผ้าไมโครไฟเบอร์หลังเช็ดพื้นผิวถาดสแตนเลสด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่เหลือ เป็นเวลา 10 นาที ก่อนตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ
- ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดตามปริมาณความเข้มข้น 0, 200 และ 400 ppm และระยะเวลา 10 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
- ร้อยละการลดลงของเชื้อ

$$= \frac{[\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)} - \text{เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}] \times 100}{\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}}$$

ผลการทดลองตารางที่ 4.10 การยับยั้งเชื้อ *S.* Corvallis ที่เชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/100 cm^2 บนพื้นผิวถาดแสตนเลส พบว่าการเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อที่ความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที พบการเหลือรอดของเชื้อ และไม่สามารถทำลายเชื้อได้หมด แตกต่างจากผลการยับยั้งเชื้อในหลอดทดลอง เช่นเดียวกับผลการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum เนื่องจากการปนเปื้อนบนพื้นผิวถาดสแตนเลสเกิดการยึดเกาะของเชื้อบนพื้นผิว ทำให้สารฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นจึงเพิ่มระยะเวลาของสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฆ่าเชื้อในการสัมผัสเชื้อนานขึ้น เพิ่มเป็น 20 และ 30 นาที ในการยับยั้งเชื้อ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/100cm^2 ดังแสดงในตารางที่ 4.10 พบว่าสารฆ่าเชื้อ ADBAC สามารถลดปริมาณการเหลือรอดของเชื้อ *S.* Corvallis ได้ เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นทำให้การเหลือรอดของเชื้อบนพื้นผิวถาดสแตนเลสลดลง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.5$) การเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อที่ความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาสัมผัสเชื้อ 10 และ 20 นาที พบการเหลือรอดของเชื้อบนพื้นผิวถาดสแตนเลส 3.74 ± 0.33 และ 2.36 ± 0.36 $\log_{10}$CFU/100cm^2 ไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้หมด และผ้าหลังเช็ด ยังพบการเหลือรอดของเชื้อ 4.03 ± 0.50 และ 3.34 ± 0.12 $\log_{10}$CFU/100cm^2 ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาสัมผัสเชื้อเป็น 30 นาที ตรวจไม่พบการเหลือรอดของเชื้อบนพื้นผิวถาดหลังเช็ด แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้หมดที่บริเวณผ้าหลังเช็ด จากผลการทดลองพบว่าสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ความเข้มข้น 400 ppm สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Corvallis ได้หมดที่บริเวณพื้นที่ถาดหลังจากการเช็ดทำความสะอาดที่เวลา 30 นาที

ตารางที่ 4.10 ผลของสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10, 20 และ 30 นาที ต่อเชื้อ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/100cm^2 บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

ความเข้มข้นของสาร ADBAC 400 ppm และระยะเวลาสัมผัสเชื้อ (นาที)	เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	เชื้อที่ผ้าหลังเช็ดพื้นที่ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC* ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ ($\log_{10}$CFU/100cm^2)	ร้อยละการลดลงของเชื้อ
ชุดควบคุม	6.67 ± 0.02^a	6.41 ± 0.09^a	3.53 ± 0.08^a	99.92
10	6.67 ± 0.02^a	4.03 ± 0.50^b	3.74 ± 0.33^a	99.88
20	6.67 ± 0.02^a	3.34 ± 0.12^c	2.36 ± 0.36^b	99.99
30	6.67 ± 0.02^a	3.23 ± 0.14^c	0.00 ± 0.00^c	100.00

หมายเหตุ:

- ชุดควบคุม = ทำการเช็ดด้วยด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ ระยะเวลาสัมผัสเชื้อนาน 10 นาที
- *ทำการฆ่าเชื้อผ้าไมโครไฟเบอร์หลังเช็ดพื้นผิวถาดสแตนเลส ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่เหลือ เป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาที ก่อนตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ
- ตัวอักษร a-c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อที่เหลือรอดตามปริมาณความเข้มข้น 400 ppm และระยะเวลา 10, 20 และ 30 นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ร้อยละการลดลงของเชื้อ

$$= \frac{[\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)} - \text{เชื้อที่เหลือรอดหลังเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}] \times 100}{\text{เชื้อเริ่มต้นก่อนเช็ดพื้นที่ (CFU/100cm}^2\text{)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อความเข้มข้นสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 200 และ 400 ppm และระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที ยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ 10^3 CFU/100cm^2 ได้หมด และไม่พบการเหลือรอดของเชื้อที่บริเวณพื้นผิวถาดสแตนเลสและผ้าหลังเช็ด แต่พบการเหลือรอดของเชื้อเริ่มต้นที่ 10^6 CFU/100cm^2 และที่ความเข้มข้นสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 400 ppm และระยะเวลาในการสัมผัส 30 นาที ยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ได้หมดที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/100cm^2 ที่บริเวณพื้นผิวถาดสแตนเลส สอดคล้องกับ บริษัท เคมเซิร์ฟ, ประเทศไทย (2550) รายงานว่าน้ำยา QUAT SAN™ ประกอบด้วย ADBAC ร้อยละ 10.00 ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการฆ่าเชื้อด้านต่าง ๆ ได้ เช่น การฆ่าเชื้อที่อุปกรณ์ และพื้นผิว อุปกรณ์ และพื้นผิวสัมผัสกับอาหารต้องล้างให้สะอาดก่อนที่จะฆ่าเชื้อ แล้วล้างอุปกรณ์ที่มีด้วย QUAT SAN™ 2.00 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร (200 ppm) รวมทั้งการฆ่าเชื้อเชื้อโรคหลังจากการทำความสะอาดบนพื้นผิวแข็ง เช่น ผนัง พื้นไม้ อ่างล้างมือ ห้องน้ำ ใช้ QUAT SAN™ 4.00 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร (400 ppm)

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการเช็ดทำความสะอาดบนพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร

4.3.1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร

จากการตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรในบริเวณตลาดสด อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี จากร้านจำหน่ายเนื้อสุกรตัดแต่ง 3 ร้าน ได้แก่ ร้านซิ้ม ร้านพร และร้านนิด (รูปที่ 4.5) จากตารางที่ 4.11 พบว่า ร้านซิ้มพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 5.1×10^5 CFU/100cm^2, Coliforms 209 CFU/100cm^2 และตรวจไม่พบ *E. coli* ต่อมาร้านพร พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 6.9×10^4 CFU/100cm^2, Coliforms 75 CFU/100cm^2 และตรวจไม่พบ *E. coli* และร้านนิด พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.1×10^4 CFU/100cm^2, Coliforms 30 CFU/100cm^2 และตรวจไม่พบ *E. coli* จากผลการทดลองพบว่า พื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรร้านซิ้ม พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และ Coliforms มากที่สุด ร้านซิ้มเป็นร้านที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในตลาด จึงมีการควบคุมการดูแลทำความสะอาดบนพื้นผิว บางบริเวณไม่ดีพอ บางบริเวณไม่ได้ทำความสะอาดอย่างทั่วถึง จึงตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดบนพื้นผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.5 ร้านจำหน่ายเนื้อสุกรตัดแต่งในบริเวณตลาดบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี (ก) ร้านชิ้ม, (ข) ร้านพร และ (ค) ร้านนิด

ตารางที่ 4.11 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรของร้านในบริเวณตลาดบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ร้านตัดแต่งเนื้อสุกรในตลาดสด	Total plate count ($CFU/100cm^2$)	*E. coil* ($CFU/100cm^2$)	Coliforms ($CFU/100cm^2$)
1. ร้านชิ้ม	5.1×10^5	ND	209
2. ร้านพร	6.9×10^4	ND	75
3. ร้านนิด	1.1×10^4	ND	30

หมายเหตุ:

- ค่าเฉลี่ยจากการเก็บจากตัวอย่าง 2 ครั้ง
- Not detected (ND) = ตรวจไม่พบ

จากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรทั้ง 3 ร้าน พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และ Coliforms ที่พบบนพื้นผิวมากที่สุดคือ ร้านชิ้ม ดังนั้นจึงคัดเลือกร้านชิ้ม มาเป็นร้านที่ทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวที่ใช้การตัดแต่งเนื้อสุกร และเลือกสารฆ่าเชื้อที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 และ 30 นาที แล้วทำการเปรียบเทียบกับสภาวะไม่ได้ใช้สารฆ่าเชื้อคือการใช้น้ำปลอดเชื้อเป็นชุดควบคุม

4.3.2 ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการเช็ดทำความสะอาดบนพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร

ทำการสำรวจขั้นตอนการทำความสะอาดและเก็บตัวอย่างพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งก่อนเช็ด, เขียงไม้ที่ใช้ทำการตัดแต่ง และผ้าไมโครไฟเบอร์ใช้เช็ดพื้นผิวร้านชิ้ม นำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนจุลินทรีย์ (Total plate count; TPC), *E. coli*, Coliforms, Yeast, Mold, *B. cereus*, *Staph. aureus*, *Salmonella* spp. และ *C. perfringens* ตามเกณฑ์มาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (2560)

ผลการทดลองพบว่า พื้นผิวสแตนเลสก่อนที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 6.5×10^5 CFU/50cm^2 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดว่าต้องน้อยกว่า 100 CFU/50cm^2 ยังตรวจพบเชื้อที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะเรื่องความสะอาดบนพื้นผิวก่อนการเช็ด ปริมาณเชื้อ *E. coli* และ Coliforms ที่10 และ 100 CFU/50cm^2, yeast พบที่ 130 CFU/50cm^2 และ mold พบที่ 14 CFU/50cm^2 และตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *B. cereus*, *Staph. aureus*, *Salmonella* spp. และ *C. perfringens* บนพื้นผิวทำการตัดแต่งก่อนการเช็ด (ตารางที่ 4.12)

การทำความสะอาดพื้นผิวตัดแต่งเนื้อสุกร ทางร้านได้ใช้ผ้าไม้โครไฟเบอร์จุ่มน้ำประปาเช็ดพื้นผิวก่อนการเริ่มทำการตัดแต่ง โดยไม่มีการใช้สารฆ่าเชื้อ น้ำประปาพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.3×10^3 CFU/50cm^2, *E. coli* 27 CFU/50cm^2, Coliforms 2.7×10^2 CFU/50cm^2 และyeast 10 CFU/50cm^{2}ตรวจไม่พบ mold และเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เขียงไม้ที่วางบริเวณพื้นที่ตัดแต่งเนื้อสุกร ตรวจพบการปนเปื้อนบนพื้นผิว พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนเขียงไม้ที่ 4.8×10^5 CFU/50cm^2, *E. coli* $6.5\text{x}10^4$ CFU/50cm^2, Coliforms 160 CFU/50cm^2, yeast 1.2 x 10^5 CFU/50cm^2 และ mold 4.0×10^3 CFU/50cm^2 ตรวจเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคบนเขียงไม้ ตัวอย่างผ้าไมโครไฟเบอร์ที่ใช้เช็ดทำความสะอาดพื้นผิวก่อนเริ่มทำการตัดแต่งและในระหว่างขาย เป็นประจำ พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.41×10^5 CFU/50cm^2 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ตรวจพบ *E. coli* 90 CFU/50cm^2, Coliforms 1.13×10^3 CFU/50cm^2 และ mold 2 CFU/50cm^2 และตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

จากขั้นตอนการทำความสะอาดพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร และผลการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด, *E. coli*, Coliforms, yeast และ mold, บนตัวอย่างพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งก่อนเช็ด เขียงไม้ และผ้าไมโครไฟเบอร์ที่ใช้เช็ดพื้นผิวก่อนการเช็ดทำความสะอาดบ่งบอกถึงขั้นตอนและวิธีการทำความสะอาดพื้นผิวที่ทำการตัดตัดแต่งเนื้อหมูไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ รวมทั้งน้ำประปาที่ใช้ทำความสะอาด ยังตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งอาจส่งผลให้ พื้นผิวสแตนเลส ภาชนะและอุปกรณ์ที่ใช้ตัดแต่งเนื้อหมูเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวได้ จึงนำสารฆ่าเชื้อ ADBAC มาช่วยในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร เพื่อทำให้พื้นผิวมีความสะอาดและปลอดภัย ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

จากผลการทดลองข้อ 4.2 ทดสอบสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 และ10^6 CFU/100cm^2 พบว่าความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10, 20 และ 30 นาที สามารถทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อ *S.* Anatum และ*S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml ได้หมดบนพื้นผิวและผ้าหลังเช็ดทำความสะอาด และที่ระยะเวลาในการสัมผัสของเชื้อ 30 นาที สามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^6 CFU/ml บนพื้นผิวได้หมด จึงเลือกที่ระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 10 และ 30 นาที มาใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC บนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร

ตารางที่ 4.12 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบริเวณพื้นที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรก่อนการเช็ดทำความสะอาด

เชื้อจุลินทรีย์	ตัวอย่างที่นำมาตรวจเชื้อจุลินทรีย์				เกณฑ์ค่ามาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*
	พื้นผิวก่อนเช็ด	น้ำประปา	เขียงไม้	ผ้าไมโครไฟเบอร์ใช้เช็ดทำความสะอาดพื้นผิว	
Total plate count (TPC) (CFU/50cm^2)	6.5×10^5	3.3×10^3	4.8×10^5	1.41×10^5	<100
Escherichia coli (CFU/50cm^2)	10	27	6.5×10^4	90	ND
Coliforms (CFU/50cm^2)	100	2.7×10^2	160	1.13×10^3	ไม่ระบุ
Yeast (CFU/50cm^2)	130	10	1.2×10^5	ND	ไม่ระบุ
Mold (CFU/50cm^2)	14	ND	4.0×10^3	2	ไม่ระบุ
Bacillus cereus (CFU/50cm^2)	ND	ND	ND	ND	ND
Staphylococcus aureus (CFU/50cm^2)	ND	ND	ND	ND	ND
Salmonella spp.(CFU/50cm^2)	ND	ND	ND	ND	ND
Clostridium perfringens (CFU/50cm^2)	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ:

- ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง
- Not detected (ND) = ตรวจไม่พบ
- *ตามเกณฑ์มาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (2560) พื้นผิวสัมผัสอาหาร

การเช็ดทำความสะอาดพื้นผิวแสแตนเลสที่ตัดแต่งเนื้อสุกรของร้านชิ้ม ก่อนจำหน่าย เริ่มทำความสะอาดประมาณ 03:30 น. โดยใช้ผ้าไมโครไฟเบอร์ชุบน้ำประปาเช็ดทำความสะอาดพื้นผิวจนทั่ว ทิ้งไว้ให้แห้งก่อนการใช้พื้นที่ และเช็ดทำความสะอาดระหว่างวันในช่วงการจำหน่าย โดยใช้ผ้าชุบน้ำประปาเช็ดทำความสะอาดคราบเลือดที่ออกมาจากเนื้อ เพื่อให้พื้นผิวที่ทำการตัดแต่งสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำผ้าไมโครไฟเบอร์ที่ผ่านการเช็ดพื้นผิวแล้ว นำผ้าไปซักด้วยน้ำยาทำความสะอาดซัลไลต์ (บริษัท ยูนิลีเวอร์, ประเทศไทย) แล้วนำผ้ากลับมาเช็ดทำความสะอาดอีกครั้ง

ผลการเช็ดทำความสะอาดพื้นผิวแสแตนเลสที่ตัดแต่งเนื้อสุกรด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที ดังตารางที่ 4.13 พบว่าบนพื้นผิวแสแตนเลสที่ตัดแต่งเนื้อสุกรก่อนเช็ดพื้นผิวพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 4.5×10^{5} CFU/50cm^{2} และตรวจพบเชื้อ *E. coli*, Coliform, yeast, mold และ *B. cereus* และตรวจไม่พบเชื้อจินทรีย์ก่อโรค *Staph. aureus, Salmonella* spp. และ *C. perfringens* จากนั้นทำการเปรียบเทียบระหว่างการเช็ดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อและสารฆ่าเชื้อ ADBAC ความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที พบว่า หลังการเช็ดด้วยน้ำปลอดเชื้อพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 6.5×10^{4} CFU/50cm^{2} เมื่อใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC พบปริมาณการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงที่ 1.2×10^{4} CFU/50cm^{2} ตรวจพบเชื้อ Coliforms, yeast, mold และ *B. cereus* ซึ่งสารฆ่าเชื้อ ADBAC ไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้ทั้งหมด แต่สามารถลดปริมาณการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลง 0.63 log และพบการลดลงของเชื้อ *E. coli* Coliforms, yeast, mold และ *B. cereus* รวมทั้งตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค *Staph. aureus, Salmonella* spp. และ *C. perfringens*

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำปลอดเชื้อกับสารฆ่าเชื้อ ADBAC ระยะเวลาสัมผัส 10 นาที พบว่าการใช้น้ำปลอดเชื้อสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลงได้ แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli*, Coliforms, yeast, mold และ *B. cereus* ได้หมด ขณะที่การใช้สารฆ่าเชื้อสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลงได้ และยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *B. cereus* ได้ แต่ก็ยังพบการเหลือของ Coliforms, yeast และ mold บนพื้นผิวตัดแต่งเนื้อสุกร เมื่อเทียบกับหลักเกณฑ์ตามมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (2560) ระบุว่าพื้นผิวสัมผัสอาหาร ต้องมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 100 ต่อตารางเซนติเมตร และตรวจไม่พบปริมาณเชื้อก่อโรคได้แก่ *E. coli, Staph. aureus, Salmonella* spp., *B. cereus* และ *C. perfringens* ต่อ 50 ตารางเซนติเมตร พบว่าบนพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อหมูในตลาดสดที่ทำการเช็ดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อและสารฆ่าเชื้อ ADBAC ความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที ยังพบปริมาณการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนผ้าไมโครไฟเบอร์ที่เช็ดบนพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที ดังตารางที่ 4.13 พบว่าผ้าไมโครไฟเบอร์ ก่อนการเช็ดพื้นผิวพื้นผิวสแตนเลสที่ตัดแต่งเนื้อสุกร ตรวจไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดผ้าหลังการเช็ดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 7.8×10^{4} CFU/50cm^{2} และเมื่อใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาสัมผัส 10 นาที พบปริมาณการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ 8 CFU/50cm^{2} ซึ่งไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่พบการลดการเหลือรอดของเชื้อลงมาประมาณ 4 log และตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli*, Coliforms, *Staph. aureus, B. cereus, Salmonella* spp. และ *C. perfringens* ส่วนการเช็ดด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อไม่สามารถทำการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลงได้ เพราะน้ำ DI ปลอดเชื้อไม่มีสารยับยั้งหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ ทำให้ผ้าหลังเช็ดด้วยน้ำปลอดเชื้อ ตรวจพบเชื้อ *E. coli*, Coliforms, yeast, mold และ *B. cereus*

เมื่อแช่ผ้าหลังเช็ดพื้นผิวด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ พบการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด *E. coil,* Coliforms, yeast, mold และ *B. cereus* บนผ้าหลังแช่ในน้ำ DI ปลอดเชื้อ และน้ำ DI ปลอดเชื้อหลังเช็ด การใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC หลังแช่ผ้าหลังเช็ดพื้นผิว ตรวจไม่พบการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด *E. coli*, Coliforms, Yeast, Mold และเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคบนผ้าหลังแช่ในสารฆ่าเชื้อ และสารฆ่าเชื้อหลังเช็ด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (2560)

ผลการเช็ดทำความสะอาดพื้นผิวแสแตนเลสที่ตัดแต่งเนื้อสุกรด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC 400 ppm ระยะเวลา 30 นาที ดังตารางที่ 4.14 การเพิ่มระยะเวลาในการสัมผัส 30 นาที ตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 1.9×10^{3} CFU/50cm^{2} ลดลงมาอีก 1.63 log ตรวจไม่พบ *E. coli*, mold และตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค *Staph. aureus, Salmonella* spp., *B. cereus* และ *C. perfringens* ซึ่งการใช้สารฆ่าเชื้อ ABDAC มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคเหล่านี้ได้ทั้งหมด เมื่อเทียบกับเกณฑ์ตามมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (2560) พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน และเชื้อก่อโรคเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์บนผ้าหลังเช็ดพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรด้วยการใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC ความเข้มข้น 400 ppm ระยะในการสัมผัส 30 นาที หลังจากการเช็ดทำความสะอาด พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดตรวจพบที่ 3 CFU/50cm^{2} และ mold 0.5 CFU/50cm^{2} และตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli*, Coliforms, Yeast, *Staph. aureus, Salmonella* spp., *B. cereus* และ *C. perfringens* ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แต่เมื่อใช้น้ำปลอดเชื้อหลังแช่ผ้านาน 30 นาที พบว่า น้ำปลอดเชื้อไม่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด ยังพบปริมาณการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด, Coliform, yeast และ mold และตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่น้ำปลอดเชื้อหลังแช่ผ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ตัดแต่งเนื้อสุกรหลังเช็ด ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส นาน 10 นาที

เชื้อจุลินทรีย์	ผลการเช็ดพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร										เกณฑ์ค่ามาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*
	พื้นที่ก่อนเช็ด	ผ้าก่อนเช็ด	น้ำ DI ปลอดเชื้อ ระยะสัมผัส 10 นาที				สารฆ่าเชื้อ ADBAC 400 ppm ระยะสัมผัส 10 นาที				
			พื้นผิวหลังเช็ดด้วยน้ำปลอดเชื้อ	ผ้าหลังเช็ดพื้นผิว	น้ำปลอดเชื้อหลังแช่ผ้า	ผ้าหลังแช่ในน้ำปลอดเชื้อ	พื้นผิวหลังเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อ	ผ้าหลังเช็ดพื้นผิว	สารฆ่าเชื้อหลังแช่ผ้า	ผ้าหลังแช่ในสารฆ่าเชื้อ	
Total plate count (CFU/50cm^2)	4.5×10^5	ND	6.5×10^4	7.8×10^4	1.3×10^5	1.9×10^5	1.2×10^4	8	ND	ND	<100
Escherichia coli (CFU/50cm^2)	15	ND	10	5	15	15	ND	ND	ND	ND	ND
Coliforms (CFU/50cm^2)	140	ND	140	230	120	110	3.5	ND	ND	ND	ไม่ระบุ
Yeast (CFU/50cm^2)	150	ND	150	130	260	310	30	4	ND	ND	ไม่ระบุ
Mold (CFU/50cm^2)	16	ND	1	8	200	10	1	ND	ND	ND	ไม่ระบุ
Bacillus cereus (CFU/50cm^2)	5	ND	5	30	ND	20	ND	ND	ND	ND	ND
Staphylococcus aureus (CFU/50cm^2)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Salmonella spp. (CFU/50cm^2)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Clostridium perfringens (CFU/50cm^2)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ:

- ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง
- Not detected (ND) = ตรวจไม่พบ
- * เกณฑ์มาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (2560) พื้นผิวสัมผัสอาหาร

ตารางที่ 4.14 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ตัดแต่งเนื้อสุกรหลังเช็ด ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัสนาน 30 นาที

เชื้อจุลินทรีย์	ผลการเช็ดพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร										เกณฑ์ค่ามาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*
			น้ำ DI ปลอดเชื้อ ระยะสัมผัส 30 นาที				สารฆ่าเชื้อ ADBAC 400 ppm ระยะสัมผัส 30 นาที				
	พื้นที่ก่อนเช็ด	ผ้าก่อนเช็ด	พื้นผิวหลังเช็ดด้วยน้ำปลอดเชื้อ	ผ้าหลังเช็ดพื้นผิว	น้ำปลอดเชื้อหลังแช่ผ้า	ผ้าหลังแช่ในน้ำปลอดเชื้อ	พื้นผิวหลังเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อ	ผ้าหลังเช็ดพื้นผิว	สารฆ่าเชื้อหลังแช่ผ้า	ผ้าหลังแช่ในสารฆ่าเชื้อ	
Total plate count (CFU/50cm^2)	3.9×10^5	ND	7.7×10^4	4.4×10^4	6×10^4	1.03×10^5	1.9×10^3	3	ND	ND	<100
Escherichia coli (CFU/50cm^2)	1	ND	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Coliforms (CFU/50cm^2)	96	ND	900	16	15	320	1	ND	ND	ND	ไม่ระบุ
Yeast (CFU/50cm^2)	38	ND	50	10	7.5	8	ND	ND	ND	ND	ไม่ระบุ
Mold (CFU/50cm^2)	8	ND	12	4	4	7	0.5	0.5	ND	ND	ไม่ระบุ
Bacillus cereus (CFU/50cm^2)	15	ND	5	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Staphylococcus aureus. (CFU/50cm^2)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Salmonella spp. (CFU/50cm^2)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Clostridium perfringens (CFU/50cm^2)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ:

- ค่าเฉลี่ยจากการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง
- Not detected (ND) = ตรวจไม่พบ
- * เกณฑ์มาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (2560) พื้นผิวสัมผัสอาหาร

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนผ้าไมโครไฟเบอร์ที่เช็ดบนพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร ด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที ดังตารางที่ 4.14 พบว่าผ้าไมโครไฟเบอร์ ก่อนการเช็ดพื้นผิวพื้นผิวสแตนเลสที่ตัดแต่งเนื้อสุกร ตรวจไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ระยะเวลา ผ้าหลังการเช็ดด้วยน้ำปลอดเชื้อพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 4.4×10^4 CFU/50cm^2 และเมื่อใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC ความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาสัมผัส 10 นาที พบปริมาณการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ 3 CFU/50cm^2 พบการลดการเหลือรอดของเชื้อลงมาประมาณ 4 log และตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli,* Coliforms, *Staph. aureus, B. cereus, Salmonella* spp. และ *C. perfringens* ส่วนการเช็ดด้วยน้ำปลอดเชื้อไม่สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลงได้ เพราะน้ำ DI ปลอดเชื้อไม่มีสารยับยั้งหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ ทำให้ผ้าหลังเช็ดด้วยน้ำปลอดเชื้อ ตรวจพบเชื้อ *E. coli*, Coliforms, yeast, mold และ *B. cereus*

เมื่อแช่ผ้าหลังเช็ดพื้นผิวด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ พบการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด *E. coil,* Coliforms, yeast, mold และ *B. cereus* บนผ้าหลังแช่ในน้ำ DI ปลอดเชื้อ และน้ำ DI ปลอดเชื้อหลังเช็ด การใช้สารฆ่าเชื้อ ADBAC หลังแช่ผ้าหลังเช็ดพื้นผิว ตรวจไม่พบการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด *E. coli,* Coliforms, yeast, mold และเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคบนผ้าหลังแช่ในสารฆ่าเชื้อ และสารฆ่าเชื้อหลังเช็ด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3 (2560)

จากผลการทดลองเมื่อทำการเปรียบเทียบการทดลองระหว่างพื้นผิวถาดสแตนเลสจำลองในห้องปฏิบัติการกับพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร พบว่าการเช็ดพื้นผิวสแตนเลส มีความแตกต่างกัน ในเรื่องของขนาดผ้าไมโครไฟเบอร์ และปริมาตรสารฆ่าเชื้อที่ใช้ จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ในการจำลองการทดลองในห้องปฏิบัติการ มีการควบคุมการดูแลเรื่องความสะอาดของอุปกรณ์ทำการทดลองใช้ถาดสแตนเลสขนาด 20.0 × 30.0 ตารางเซนติเมตร ผ้าไมโครไฟเบอร์ขนาด 29.0×34.5 ตารางเซนติเมตร และปริมาตรสารฆ่าเชื้อ 500 มิลลิลิตร เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมแล้ว คือ ที่ระดับความเข้มข้นสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 และ 30 นาที จึงนำมาปรับใช้ในการเช็ดพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรในสถานการณ์จริง โดยทำการเช็ดพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรขนาด 2.0×4.5 ตารางเมตร ผ้าไมโครไฟเบอร์ขนาด 40×60 ตารางเซนติเมตร และเพิ่มปริมาตรสารฆ่าเชื้อเป็น 1,500 มิลลิลิตร ทำให้สารฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อที่พื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรและผ้าหลังเช็ดพื้นผิวแตกต่างกัน ตลอดจนจากการทดลองในสถานที่จริงพบว่ามีปัจจัยหลาย ๆ อย่างในการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ เช่น สภาพอากาศ บริเวณรอบๆพื้นผิวที่ทำการเช็ด การทดลองทำในสภาวะเปิด และการควบคุมสภาวะปลอดเชื้อขณะปฏิบัติงานไม่สามารถทำได้ ส่งผลต่อสารฆ่าเชื้อไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมด ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการสัมผัสภายใต้สภาวะเดียวกัน ทำให้ตรวจพบการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด หลังจากเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 30 นาที แต่ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด จึงกล่าวได้ว่าสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 30 นาที สามารถใช้ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อพื้นผิว และบริเวณโดยรอบร้านที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพบปริมาณการเหลือของจุลินทรีย์ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และทำให้พื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรสะอาด และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าเชื้อADBAC ต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ในหลอดทดลอง พบว่าที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^3 CFU/ml สามารถยับยั้งเชื้อได้หมด ที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm ระยะเวลาสัมผัส 10 นาที และ 400 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1-10 นาที ตามลำดับ และที่ปริมาณเชื้อ 10^6 CFU/ml สามารถยับยั้งเชื้อได้ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาสัมผัส 1-10 นาที

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ต่อการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ผ้าหลังเช็ดพื้นที่ด้วยสาร ADBAC และบนพื้นผิวถาดสแตนเลส พบว่าปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ 10^3 CFU/100cm^2 สามารถยับยั้งเชื้อได้หมด ที่ระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC 200 และ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที และความเข้มข้นสารฆ่าเชื้อ 200 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ 10^6 CFU/100cm^2 ไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้หมด พบการเหลือรอดที่บริเวณพื้นที่ถาดสแตนเลสหลังเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC 3.23 และ 3.04 $\log_{10}$CFU/100cm^2 และผ้าหลังเช็ดพื้นผิว 3.85 และ 4.08 $\log_{10}$CFU/100cm^2 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที พบการเหลือรอดของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บริเวณพื้นที่ถาดสแตนเลสหลังเช็ด 2.63 และ 2.75 $\log_{10}$CFU/100cm^2 และผ้าหลังเช็ดพื้นผิว 2.12 และ 2.47 $\log_{10}$CFU/100cm^2 ตามลำดับ ซึ่งไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้หมด จึงเพิ่มระยะเวลาในการสัมผัสของสารฆ่าเชื้อให้นานขึ้นพบว่าที่ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis เริ่มต้นที่ 10^6 CFU/100cm^2 สารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 30 นาที สามารถยับยั้งเชื้อที่บริเวณพื้นผิวถาดสแตนเลสได้หมด และพบการเหลือรอดของเชื้อบริเวณผ้าหลังเช็ดพื้นผิว 3.20 และ 3.23 $\log_{10}$CFU/100cm^2

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการเช็ดทำความสะอาดบนพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรที่ระดับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 10 และ 30 นาที พบว่าที่ระยะเวลาในการสัมผัส 10 นาที พื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรหลังเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อยังพบการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.5×10^4 CFU/50cm^2, *E. coli,* Coliforms, yeast และ mold และตรวจไม่พบเชื้อ *Staph. aureus, Salmonella* spp., *B. cereus* และ *C. perfringens* ผ้าหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช็ดพื้นผิวด้วยสารฆ่าเชื้อตรวจพบการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ 15 CFU/50cm^2, yeast และ mold ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli,* Coliforms, *Staph. aureus, Salmonella* spp., *B. cereus* และ *C. perfringens* และเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการสัมผัสเป็น 30 นาที พบว่าพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรหลังเช็ดด้วยสารฆ่าเชื้อ ยังการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ตรวจไม่พบเชื้อก่อโรค *E. coli,* Coliforms, *Staph. aureus, Salmonella* spp., *B. cereus* และ *C. perfringens* ผ้าหลังเช็ดพื้นผิวด้วยสารฆ่าเชื้อ ตรวจพบการเหลือรอดของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเพียง 4 CFU/50cm^2 และตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli,* Coliforms, yeast, mold, *Staph. aureus, Salmonella* spp., *B. cereus* และ *C. perfringens* ดังนั้นสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 30 นาที สามารถนำไปใช้ในการทำความสะอาดพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลาในการสัมผัส 30 นาที สามารถนำไปใช้เช็ดทำความสะอาดและฆ่าเชื้อพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ และง่ายต่อการใช้งานควรใช้การสเปรย์สารฆ่าเชื้อบนพื้นผิวที่ใช้ตัดแต่ง ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาในการสัมผัสเชื้อข้างต้น โดยการสเปรย์จะช่วยเพิ่มการกระจายตัวของสารฆ่าเชื้อให้ทั่วถึงทุกพื้นที่ และต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้อพื้นผิวอย่างสม่ำเสมอทุกๆ 3 ชั่วโมง ในการทำความสะอาดที่พื้นผิวตัดแต่งเนื้อสุกร หลังการจำหน่ายควรใช้การเทราดสารฆ่าเชื้อทิ้งไว้บนพื้นผิว โดยไม่ต้องเช็ดออก ค้างคืนไว้ ก่อนใช้งานหรือทำการจำหน่ายเนื้อสุกรตัดแต่ง ควรใช้น้ำร้อนราดบนพื้นผิว เพื่อล้างสารฆ่าเชื้อ และกำจัดคราบไขมัน ที่ยึดเกาะอยู่บนพื้นผิว เพื่อให้พื้นผิวมีความสะอาดมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

6.1 การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ Publications)

- การประชุม / สัมมนา ระดับชาติ (National Conference)
  - วลีพร วสิกรัตน์ และอพัชชา จินดาประเสริฐ. 2559. ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการสัมผัสของ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride ในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Anatum และ *Salmonella* Corvallis. การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6, 11- 12 กรกฎาคม 2559 ณ ศูนย์สันสกฤตศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร.

6.2 การผลิตบัณฑิต

- ระดับปริญญาตรี 2 คน
  - นางสาวพลอยไพลิน กิตติญาณ และนางสาววราภรณ์ เสียงใหญ่ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2558
- ระดับปริญญาโท 1 คน
  - นางสาววลีพร วสิกรัตน์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2560

6.3 การผลิต ชิ้นงาน/นวัตกรรม/ผลิตภัณฑ์

- กรรมวิธีในการทำความสะอาดพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ตัดแต่งเนื้อสุกรด้วยสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ซึ่งเป็นสารประเภทควอเทอร์นารีแอมโมเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2556. **คู่มือกรมปศุสัตว์ เรื่อง การรับรองสินค้าปศุสัตว์.** ส่วนการรับรองด้านการปศุสัตว์ สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://certify.dld.go.th/certify/images/project/HigienicMeat/01.pdf. 27 กรกฎาคม 2560.

กัญญา หมอกลาง. 2556. **ผลของน้ำส้มสายชูกลั่น และ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในการลดการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* Typhimurium บนต้นหอม.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขาภิบาลอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ข่าวสด. 2560. **ผ้าไมโครไฟเบอร์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://daily.khaosod.co.th/view_news.php?newsid=TURONWIzVXdOVEV5 TURjMU1 BPT0=&sectionid=Y25Wd1lXbHRiMlJs&day=TWpBd055MHdOeTB4TWc9PQ==.27 กรกฎาคม 2560.

คมกริช พิมพ์ภักดี, ปิยวัฒน์ สายพันธุ์ และอดิศร ดวงอ่อนนาม. 2554. **ความชุกและซีโรวาร์ของซัลโมเนลลาในเนื้อโคที่จำหน่ายข้างถนนจากขั้นตอนการตัดแต่งซากในโรงฆ่าสัตว์ การขนส่งซากและร้านจำหน่ายในจังหวัดร้อยเอ็ด.** วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 21 (1) มกราคม-มิถุนายน: 23-32.

คมแข พิลาสมบัติ, จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2540. **การยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella derby* โดยการใช้สารละลายกรดแลคติกและคลอรีน.** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35, สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์, 3-5 กุมภาพันธ์ 2540 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 232 - 238.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2547. **แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรค.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โนเบิลปริ๊น.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และ พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงษ์. มปป. **Quaternary ammonium compounds/quats.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3188/quaternary-ammonium-compounds-quats. 14 พฤษภาคม 2558.

บัณฑูรย์ ตระการวีระเดช. 2551. **เชื้อซัลโมเนลลากับโรคอาหารเป็นพิษ.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.merial.co.th/SiteCollectionDocuments/LA_Salmonella_With_Foodborne_Disease_28-11-08.pdf. 17 พฤษภาคม 2558.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุญศรี จงเสรีจิตต์. 2553. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์. นครปฐม:โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.

บุษกร อุตรภิชาติ. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.**สงขลา: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

บริษัท เคมเซิร์ฟ จำกัด. มปป. **คุณสมบัติการใช้สารฆ่าเชื้อ QUAT SAN™**: กรุงเทพมหานคร.

บริษัท เคมเซิร์ฟ จำกัด. 2550. **รายงานการทดสอบประสิทธิภาพสารฆ่าเชื้อ QUAT SAN™**: กรุงเทพมหานคร.

บริษัท ไซแอนติฟิค โปรโมชั่น จำกัด และ บริษัท บิโอเมริเยอร์ (ประเทศไทย) จำกัด. 2556. **การปนเปื้อนและการเสื่อมสภาพของเนื้อสัตว์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.foodfocusthailand.com/eBook/92/#4/z. 14 มิถุนายน 2560. หน้า 58 – 60.

ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3. 2560. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.dmsc.moph.go.th /dmscnew/userfiles/files/1S__1286203.pdf. 14 มิถุนายน 2560.

ประภากร ธาราฉาย. 2554. **ยาฆ่าเชื้อและยาปราศจากเชื้อ (Antiseptic and Disinfectant).** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.as.mju.ac.th/E-Book/t_panupong/Antiseptic_and_ disinfectants.pdf. 6 พฤศจิกายน 2558.

ปราณี รัตนวลีดิโรจน์. 2560. **ผ้าไมโครไฟเบอร์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.material.chula.ac.th/RADIO44/JUNE/RADIO6-6.HTM. 27 กรกฎาคม 2560.

ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ และรัชกฤช เลิศภัทรโกมล. 2552. **การศึกษาการตรวจสอบคุณภาพด้านสุขศาสตร์ของเนื้อสุกรและเนื้อโคที่จำหน่ายในตลาดสดและซุปเปอร์มาร์เกตเขตพื้นที่ อำเภอเมืองเพชรบุรี และอำเภอหัวหิน.** สัตวแพทย์มหานครสาร. 1: 40-47.

มนัส ชัยจันทร์. 2554. **เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก และไข่.**นครศรีธรรมราช: สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. หน้า 162 – 164.

ยุทธนา ชัยศักดานุกูล, นิดารัตน์ ไพรคณะฮก และ อุบลวรรณ จตุรพาหุ. 2555. **การเฝ้าระวังโรค Salmonellosis ในสินค้าปศุสัตว์.** เอกสารทางวิชาการ สำนักควบคุม ป้องกันและบำบัดโรคสัตว์. 55(2)-0105-182. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: เว็บไซต์ สำนักควบคุม ป้องกันและบาบัดโรคสัตว์ www.dld.go.th/dcontrol/th/. 9 กันยายน 2558.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สหมิตรออฟเซต.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุ่งนภา ศรีมะณี ปรากรม ประยูรรัตน์ และ อรุณ บ่างตระกูลนนท์. 2549. **การศึกษาหา *Salmonella Serovars* และรูปแบบ การดื้อยาของเชื้อที่ตรวจพบจากผู้ป่วยโรคอุจจาระร่วงในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 สระบุรี.** วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 22 (2): 62-76.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. **การสุขาภิบาลโรงงานอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมบัติ ศุภประภากร, พลาพรรณ คำพรรณ์, พงศ์ศักดิ์ ศรีธเนศชัย, สมาร์ท บุญชันท์ และ มนตรี เกิดมีมูล. 2548. **การสำรวจและวิเคราะห์สถานภาพโรงฆ่าสุกรในประเทศไทยเพื่อปรับปรุงให้เป็นโรงฆ่าสัตว์มาตรฐาน.** รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากสำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : มิ่งเมือง.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2550. **การจัดการเนื้อสัตว์.** พิมพ์ครั้งที่ 4. เชียงใหม่ : มิ่งเมือง.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2547. **การสุขาภิบาลอาหาร.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2549. **ตำราจุลชีววิทยาทางอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: จามจุรีโปรดักท์

สุวิมล กีรติพิบูล. 2543. **GMP ระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัย.** กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).

สุวิมล กีรติพิบูล. 2545. **การควบคุมจุลินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรม.** กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).

สุวัฒน์ มลิจารย์ และ ศิรินทร์ทิพย์ วนาประเสริฐศักดิ์. 2556. **การปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อสัตว์จากตลาดสดและตลาดนัดในจังหวัดราชบุรี.** สำนักงานปศุสัตว์เขต 7.ทะเบียนวิชาการเลขที่: 56(2)-0116(7)-107.

สุรสีห์ วัฒนวิกกิจย์ นิวัต เมืองแก้ว มณฑล เลิศคณาวนิชกุล มนัส ชัยจันทร์ ประเสริฐ มากแก้ว ศิริพงษ์ พลศิริ และ วิชาญ หนูกัน. 2551. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง สถานการณ์ความปลอดภัยของเนื้อสุกรและข้อเสนอแนะแนวทางการบริหารจัดการความปลอดภัยด้านอาหารของเนื้อสุกรในจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดพัทลุง.** ศูนย์ศึกษาระบบความปลอดภัยอาหารและโภชนาการสถาบันคลังสมองชาติ.หน้า 133.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์ สุมณฑา วัฒนสินธุ์ และ ชัยวัฒน์ พูลศรีกาญจน์. มปป. **โรคซัลโมเนลโลซิส (Salmonellosis).** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/applications/files/Salmonella1.pdf. 9 กันยายน 2558.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุกฤษฎ์ ปริญญาวุฒิชัย. 2556. **ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ QUAT SAN™ ต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวสัมผัสอาหารของครัวโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในเขตลาดกระบัง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขาภิบาลอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

American Public Health Association (APHA). 1992. **Standard Methods for the Examination of Dairy Products.** 16th ed. Washington D.C: American Public Health Association.

Araújo, P.A., M. Lemos, F. Mergulhão, L. Melo and M. Simões. 2013. **The influence of interfering substance on the antimicrobial activity of selected quaternary ammonium compound.** International Journal of Food Science. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1155/2013/237581 December 20, 2013.

Association of Official Analytical Chemist. 2000. **AOAC Official Method 966.23.** 17th ed. Gaithersburg, MD: AOAC International.

Association of Official Analytical Chemist 2002.**AOAC Official Method 998.08 and 991.14 Coliform and *Escherichia coli* Counts in Foods.** [Online]. Available from: http://solutions.3mnz.co.nz/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1355269227000&locale=en_AU&assetType=MMM_Image&assetId=1319243515212&blobAttribute=ImageFile. November 3, 2015.

Barker, J., M. Naeeni and S.F. Bloomfield. 2003. **The effects of cleaning and disinfection in reducing *Salmonella* contamination in a laboratory model kitchen.** Journal of Applied Microbiology. 95: 1351-1360

Buffet-Bataillon S., P. Tattevin, M.M. Bonnaure. and A.J. Gougeon. 2012. **Emergence of resistance to antibacterial agents: the role of quaternary ammonium compounds a critical review.** International Journal of Antimicrobial Agents. 39: 381– 389.

Diab-Elschahawi, M., O. Assadian, A. Blacky, M. Stadler, E. Pernicka, J. Berger, H. Resch and W. Koller. 2010. **Evaluation of the decontamination efficacy of new and reprocessed microfiber cleaning cloth compared with other commonly used cleaning cloths in the hospital.** American Journal of Infection Control. 38: 289-292.

Elder, R.O., J.E. Keen, G.R. Siragusa, G.A. Barkocy-Gallagher, M. Koohmaraie and W.W. Laegreid. 2000. **Correlation of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157 prevalence in feces, hide, and carcasses of beef cattle during processing.** Proceedings of the National Academy of Sciences. USA. 97: 2999-3003.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EPA. 2009. 40 CFR 156.10. Labeling Requirements for Pesticides and Devices. [Online]. Available from: http://www.gpo.gov/fdsys/granule/CFR-2009-title40-vol23/CFR-2009-title40-vol23-sec156-10. August 30, 2015

Gill C. O, and T. Jones. 2000. **Microbiological sampling of carcasses by excision or swabbing.** Journal Food Protection. 63: 167-173.

Gilbert P., and L., E., Moore. 2005. **Cationic antiseptics: diversity of action under a common Epithet.** Journal of Applied Microbiology. 99: 703 – 715.

Ioannou, C.J., G.W. Hanlon. and S.P. Denyer. 2007. **Action of disinfectant quaternary ammonium compounds against *Staphylococcus aureus*.** Antimicrobial Agents and Chemotherapy. 51: 296–306.

ISO 6579: 2002. **Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp.** Geneva, Switzerland: International Organization for Standardizations.

Li, X. and B.J. Brownawell. 2010. **Quaternary ammonium compounds in urban estuarine sediment environments - a class of contaminants in need of increased attention.** Environmental Science and Technology 44: 7561–7568.

Magda A., D.B.E., O. Alexander., S. Maria, P. Elisabeth, B. Jutta, R. Helene and K. Walter. 2010. **Evaluation of the decontamination efficacy of new and reprocessed microfiber cleaning cloth compared with other commonly used cleaning cloths in the hospital.** American Journal of Infection Control 38: 289-92.

Pearson, A.M. and T.R. Dutson. 1986. **Advance in Meat Research Volume 2: Meat and Poultry Microbiology**. Westport, Connecticut: AVI Publishing.

Russell S.M. 2000. **Effect of a novel sanitizer on pathogenic, spoilage, and indicator populations of bacteria from chicken carcasses.** Applied Poultry Science. 9: 393-402.

Scaltriti S., S. Cencetti, S. Rovesti, I. Marchesi., A. Bargellin and P. Borella. 2007. **Risk factors for particulate and microbial contamination of air in operating theatres.** Journal of Hospital Infection. 66: 320-326.

Sasitorn K., P. Thongra-Are, C. Bhodhikosoom, and S. Kosil. 1993. **Microbial ecology of pork in Bangkok.** The 11th International Symposium of the World Association of Veterinary Food Hygienists, 24-29 October 1993, Bangkok, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2001. **BAM: *Bacillus cereus.*** [Online]. Available from: http://www.fda.gov/Food/FoodScienceesearch/LaboratoryMethods/ucm070875.htm. November 3, 2015.

U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2001. **BAM: *Clostridium perfringens.*** [Online]. Available from: http://www.fda.gov/Food/FoodScienceesearch/LaboratoryMethods/ucm070879.htm. November 3, 2015.

U.S., Food and Drug Administration (FDA). 2001. **BAM : *Staphylococcus aureus.*** [Online]. Available from: http://www.fda.gov/Food/FoodScienceesearch/LaboratoryMethods/ucm071429.htm. November 3, 2015.

Vindigni S.M., A. Srijan, B. Wongstitwilairoong, R. Marcus, J. Meek, P. L. Riley, and C. Mason. 2007. **Prevalence of Foodborne Microorganisms in Retail Foods in Thailand**. Foodborne Pathogens and Disease. 4: 208-215.

Salustino, V.C., N.J. Andrade, S.C.C. Brandão, R.M.C. Azeredo and S.A.K. Lima. 2003. **Microbiological air quality of processing areas in dairy plant as evaluated by the sedimentation technique and a one – stage air sampler.** Brazilian Journal of Microbiology. 34: 255 – 259.

Walker, E.B. 2003. **Quaternary ammonium compounds.** In: Paulson D.S., editor. Handbook of topical antimicrobials: Industrial applications in consumer products and pharmaceuticals. New York: Marcel Dekker. p. 99–116.

Warriner, K., T.G. Idsworth, S. Kaur and C.E. Dodd. 2002. **Cross contamination of carcasses and equipment during pork processing.** Journal of Applied Microbiology. 93: 169-177.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การตรวจวิเคราะห์ทางเคมี

ก-1 การเตรียมสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่มีความเข้มข้นระดับต่าง ๆ ในหลอดทดลอง

คำนวณหาปริมาตรของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (1,000 ppm) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากสารฆ่าเชื้อ QUATSAN™ (บริษัท เคมเซิร์ฟ ประเทศไทย จำกัด) ประกอบด้วย ADBAC เริ่มต้นที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 (100,000 ppm) ดังนี้

จากสูตร $C_1V_1 = C_2V_2$

เมื่อ C_1 คือ ความเข้มข้นสารตั้งต้น (ร้อยละ)

C_2 คือ ความเข้มข้นสารสุดท้าย (ร้อยละ)

V_1 คือ ปริมาตรสารตั้งต้น (มิลลิลิตร)

V_2 คือ ปริมาตรสุดท้าย (มิลลิลิตร)

การเตรียมสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร

จากสูตร $C_1V_1 = C_2V_2$

$(10)V_1 = (0.1)$ (100 มิลลิลิตร)

$V_1 = (10)(10)$

$V_1 = 1$ มิลลิลิตร

จากนั้นนำสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (1,000 ppm) เตรียมสารฆ่าเชื้อ ADBAC ความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.01, 0.02 และ 0.04 (0, 100, 200 และ 400 ppm) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง สามารถเตรียมสารละลายได้ตามตัวอย่างการคำนวณ

การเตรียมสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.01

จากสูตร $C_1V_1 = C_2V_2$

$(0.1)(V_1) = (0.01)$(10 มิลลิลิตร)

$V_1 = (0.1)(0.1)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_1 = 1 มิลลิลิตร

ดังนั้นสำหรับความเจือจางของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.01, 0.02 และ 0.04 (0, 100, 200 และ 400 ppm) เตรียมได้จากสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้นร้อยละ 0.1 ปรับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในหลอดทดลองที่มี Letheen broth น้ำ DI ปลอดเชื้อ และเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ตามตารางที่ ก1 เพื่อปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิลิตร

ตารางที่ ก1 สัดส่วนของตัวอย่างผสมระหว่าง alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC), Letheen broth, เชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis และ น้ำ DI ปลอดเชื้อ

ความเข้มข้นของ ADBAC		Letheen broth	น้ำ DI ปลอดเชื้อ	ADBAC ร้อยละ 0.1	ปริมาณเชื้อ *S.* Anatum หรือ *S.* Corvallis (มิลลิลิตร)
ร้อยละ	ppm	(มิลลิลิตร)	(มิลลิลิตร)	(มิลลิลิตร)	
0	0	5	4	0	1
0.01	100	5	3	1	1
0.02	200	5	2	2	1
0.04	400	5	0	4	1

ก-2 การเตรียมสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีความเข้มข้น 200 และ400 ppm ที่ใช้ในการเช็ดบนพื้นผิวถาดสแตนเลส

คำนวณหาปริมาตรของสารฆ่าเชื้อ QUATSAN™ (บริษัท เคมเซิร์ฟ ประเทศไทย จำกัด) ประกอบด้วย ADBAC เริ่มต้นที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 (100,000 ppm) เพื่อเตรียมสารฆ่าเชื้อ ADBAC ความเข้มข้นร้อยละ 0.02 และ 0.04 (200 และ 400 ppm) ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ตามตัวอย่างการคำนวณดังนี้

จากสูตร $C_1V_1 = C_2V_2$

$(10)(V_1) =$ (0.04)(500 มิลลิลิตร)

V_1 = 2 มิลลิลิตร

ดังนั้นสำหรับความเจือจางของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.02 และ 0.04 (200 และ 400 ppm) เตรียมได้จากสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้นร้อยละ 10 ปริมาตรที่คำนวณได้ ปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตรด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อจนครบ 500 มิลลิลิตร ในขวดดูแรน (Duran) ขนาด 500 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เพื่อใช้เช็ดทำความสะอาดถาดสแตนเลส ตามตารางที่ ก2

ตารางที่ ก2 วิธีการเตรียมสารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.02 และ 0.04 (200 และ 400 ppm)

ความเข้มข้นของ ADBAC		ปริมาตรสารฆ่าเชื้อ ADBAC (มิลลิลิตร)	ปริมาตรน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (มิลลิลิตร)	ปริมาตรรวมทั้งหมด (มิลลิลิตร)
ร้อยละ	ppm			
0.02	200	1	499	500
0.04	400	2	498	500

ก-3 การเตรียมสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีความเข้มข้นระดับ 400 ppm ที่ใช้ในการเช็ดบนพื้นผิวสแตนเลสที่ใช้ตัดแต่งเนื้อหมู

คำนวณหาปริมาตรของสารฆ่าเชื้อ QUATSAN™ (บริษัท เคมเซิร์ฟ ประเทศไทย จำกัด) ประกอบด้วย ADBAC เริ่มต้นที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 (100,000 ppm) เพื่อเตรียมสารฆ่าเชื้อ ADBAC ความเข้มข้นร้อยละ 0.04 (400 ppm) ปริมาตร 1,500 มิลลิลิตร สามารถเตรียมสารละลายได้ตามตัวอย่างการคำนวณดังนี้

จากสูตร $C_1V_1 = C_2V_2$

$(10)(V_1) = (0.04)(1{,}500 \text{ มิลลิลิตร})$

$V_1 = 6$ มิลลิลิตร

ดังนั้นสำหรับความเจือจางของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.04 (400 ppm) เตรียมได้จากสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้นร้อยละ 10 ปรับความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในขวดดูแรน ขนาด 2,000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ DI ปลอดเชื้อ ปริมาตร 1,494 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เพื่อใช้เช็ดทำความสะอาดพื้นผิวสแตเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-4 การตรวจวัดปริมาณสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียมในสารฆ่าเชื้อ ADBAC ด้วยวิธีไตเตรชั่น (Chem Serve Co., Ltd., n.d.)

การเตรียมสารเคมี

1. Sodium lauryl sulfate ร้อยละ 0.316

ชั่งสาร sodium lauryl sulfate 3.1587 กรัม เติมน้ำกลั่นเขย่าให้สารละลายหมด แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร

2. Methylene Blue Solvent

เตรียม chloroform 900 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 2,000 มิลลิลิตร เติม ethyl alcohol ลงไป 100 มิลลิลิตร อย่างช้าๆ กวนให้สารละลายเข้ากัน เทสารเก็บไว้ในขวดแก้ว

3. Methylene Blue Solution

เตรียมน้ำกลั่นประมาณ 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 1,000 มิลลิลิตร (ควรแช่ขวดไว้ในน้ำเย็นเพื่อช่วยในการถ่ายเทความร้อนขณะเติมสารลงน้ำ) เติม compound sulfuric acid 4.6 มิลลิลิตร (ค่อยๆ เติมกรดลงไปอย่างช้าๆ ระวังความร้อนขณะเติมกรดลงน้ำ) จากนั้นเติม sodium sulfate anhydrous 50 กรัม อย่างช้าๆ จนสารละลายหมด และเตรียม methylene blue indicator 0.01 กรัม ในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ลงไปใน flask ขนาด 1 ลิตร เทสารละลายทั้งสองผสมลงในขวดปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

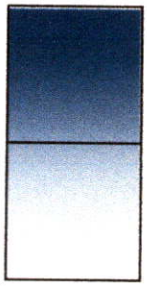
1. ใส่ตัวอย่างที่จะทำการวัดจำนวน 50 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวงหรือกรวยแยก ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2. เติม ethylene blue solvent ปริมาณ 15 มิลลิลิตร ควรใช้อุปกรณ์ที่วัสดุทำ จากแก้วเท่านั้น ห้ามใช้อุปกรณ์พลาสติกเพราะสารเคมีนี้สามารถทำลายพลาสติกได้

3. เติม methylene blue solution 10 มิลลิลิตร เขย่าให้สารละลายเข้ากัน (เปิดจุกแก้วเพื่อระบายแรงดังเป็นครั้งคราว สารละลายในหลอดจะแยกเป็น 2 ชั้น โดยชั้นล่างใสชั้นบนเป็นเป็นสีฟ้าเข้ม)

4. ค่อยๆหยดด้วย sodium lauryl sulfate ร้อยละ 0.316 ทีละหยด เขย่าจน สารละลายทั้ง 2 ชั้น เป็นสีฟ้าเข้มเท่ากัน (ถ้าสารละลายชั้นล่างสีเข้มกว่าชั้นบน แสดงว่าเกินจุดสมดุล (endpoint))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จุดเริ่มต้น (beginning)

จุดสมดุล (end point)

จุดเกินสมดุล (over end point)

5. นับปริมาณของ sodium lauryl sulfate ร้อยละ 0.316 ที่ใช้ไปทั้งหมด แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม

สูตรการคำนวณ

ร้อยละ (%) ADBAC = ปริมาณของ SLS ร้อยละ 0.316 ที่ใช้ (มิลลิลิตร) x 0.078

ADBAC (ppm) = ปริมาณของ SLS ร้อยละ 0.316 ที่ใช้ (มิลลิลิตร) x 78

ตัวอย่างวิธีการคำนวณความเข้มข้นสารฆ่าเชื้อ ADBAC

ADBAC (ppm) = 5.15 มิลลิลิตร x 78

= 401.70 ppm

ตารางที่ ค3 ปริมาณสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียในสารฆ่าเชื้อ ADBAC ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของ ADBAC สารที่เตรียมได้		ปริมาณของ SLS ร้อยละ 0.316 ที่ใช้ (มิลลิลิตร)	ค่าเฉลี่ยของ ADBAC สารที่ได้จากการคำนวณ (ppm ± SD)*
ร้อยละ	ppm		
0.01	100	1.33	104.00 ± 4.50
0.02	200	2.60	203.06 ± 0.45
0.03	400	5.15	401.70 ± 3.90

หมายเหตุ

- * ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลอง 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
อาหารเลี้ยงเชื้อและการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ข-1 Buttlefield's phosphate buffered

Potassium dihydrogenphosphate (KH_2PO_4)	34	กรัม
น้ำกลั่น	500	มิลลิลิตร
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)		

นำ potassium dihydrogenphosphate ละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับความเป็นกรดด่าง (pH) ให้ได้ 7.2 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และ ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร นำเข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ข-1.1 การเจือจาง Buttlefield's phosphate buffered

Buttlefield's phosphate buffered	1.25	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	1	ลิตร

นำ Buttlefield's phosphate buffered และน้ำกลั่นปรับให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร ใส่ขวดดูแลน 225 มิลลิลิตร (สำหรับเจือจางตัวอย่างอาหาร 25 กรัม) ใส่ในหลอดทดลองขนาด 16 x 150 มิลลิเมตร (สำหรับการเจือจางในหลอดทดลอง) หลอดละ 9 มิลลิลิตร นำเข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ข-2 Trypticase soy agar (TSA) (Difco, USA)

Trypticase peptone (Tryptone)	15	กรัม
Phytone peptone (Soytone)	5	กรัม
NaCl	5	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร
ปรับพีเอช	7.3 ± 0.2	

ชั่ง Trypticase soy agar (Difco, USA) 40 กรัม ใส่บีกเกอร์ และน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปต้มให้ละลายเข้ากัน แบ่งใส่ขวดดูแรนสำหรับเทในจานเพาะเชื้อจานละ 15 มิลลิลิตร หรือใส่หลอดฝาเกลียวขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16 x 150 มิลลิเมตร หลอดละ 7 มิลลิลิตร นำเข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ข-3 Tryptic soy broth (TSB) (Difco, USA)

Pancreatic digest of casein	5	กรัม
Papaic digest of soybean	3	กรัม
Dextrose	2.5	กรัม
Sodium chloride	5	กรัม
Dipotassium phosphate	2.5	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ชั่ง Trypticase soy broth (Difco, USA) 30 กรัม และ น้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร นำไปต้มให้ละลายเข้ากันแบ่งใส่หลอดฝาเกลียวขนาด 16 x 150 มิลลิเมตร หลอดละ 10 มิลลิลิตร นำเข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ข-4 Plate count agar (PCA) (Difco, USA)

Tryptone	5	กรัม
Dextrose	1	กรัม
Yeast extract	2.5	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ใช้อาหารสำเร็จรูปชั่งสาร 23.5 กรัม และน้ำกลั่น ปริมาตร 1 ลิตรละลายส่วนผสมทั้งหมด ปรับ pH ให้ได้ 7.0 ± 0.2 เทใส่ขวดที่มีจุกสำลีหรือฝาปิด นำเข้าฆ่าเชื้อความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ข-5 Potato dextrose agar (PDA) (Difco, USA)

Potato infusion	4	กรัม
Glucose	20	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้อาหารสำเร็จรูปชั่งสาร 39 กรัม และน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมดในน้ำกลั่น 1 ลิตร โดยต้มให้เดือดและวุ่นละลาย นำเข้าฆ่าเชื้อที่ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ปรับ pH ให้เท่ากับ 3.5 ด้วยสารละลาย tartaric acid ร้อยละ 10 ที่อุณหภูมิ 45 - 50 องศาเซลเซียส

ข-6 Mannitol-egg yolk-polymyxin (MYP)agar (Difco, USA)

Beef extract	1	กรัม
Peptone	10	กรัม
Mannitol	10	กรัม
Phenol red	0.025	กรัม
NaCl	10	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	900	มิลลิลิตร
ปรับ pH	7.2 ± 0.2	

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol-egg yolk-polymyxin (MYP) agar ใส่ฟลาส์ก 500 มิลลิลิตร ฟลาส์กละ 12.5 กรัม และน้ำกลั่น 233 มิลลิลิตร เข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำมาใส่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาใส่ไข่แดง + NaCl ร้อยละ 0.85 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร และ polymyxin B solution 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เทลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 15 มิลลิลิตร

ข-6.1 Egg yolk emulsion, ร้อยละ 50

ล้างไข่ไก่ให้สะอาด น้ำไปแช่ไว้แอลกอฮอลล์ ร้อยละ 70 เป็นเวลา 30 นาที ตอกไข่และทำการแยกไข่ขาวโดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) นำไข่แดงที่แยกได้ใส่ลงในขวดที่ ปราศจากเชื้อที่มีขีดบอกปริมาณ เติมน้ำเกลือ (normal saline) ร้อยละ 0.85 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อผสมในปริมาณ ที่เท่ากันปิดฝาเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ข-6.2 สารละลาย polymyxin B solution

ละลาย polymyxin B solution 1 MU (Sigma P1004) ลงในน้ำกลั่นที่ปลอดเชื้อ 100 มิลลิลิตร กรองผ่านแผ่นกรองปลอดเชื้อ 0.2 ไมครอน (μm) เก็บในขวดปลอดเชื้อที่ปิดสนิทเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ข-7 Modified BHI-Egg yolk medium (Difco, USA)

Brain Heart Infusion (BHI) Broth	18.5	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lactose	5	กรัม
Agar	7.5	กรัม
Phenol red (ร้อยละ 0.5 ใน เอทานอลร้อยละ 95)	5	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	460	มิลลิลิตร

ผสมองค์ประกอบทั้งหมดแล้วต้มจน agar ละลาย ปรับพีเอช เทสารละลายที่ได้ลงในฟลาส์ก 500 มิลลิลิตร ให้ได้ฟลาส์กละ 230 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเข้าฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำมาใส่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาใส่ไข่แดง + NaCl ร้อยละ 0.85 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และ neomycin sulfate 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเทลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 15 มิลลิลิตร

ข-7.1 Egg yolk emulsion, ร้อยละ 50

ล้างไข่ไก่ให้สะอาด นำไข่ไก่ไปแช่ไว้แอลกอฮอลล์ ร้อยละ 70 เป็นเวลา 30 นาที ตอกไข่และทำการ แยกไข่ขาวโดยใช้เทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) นำไข่แดงที่แยกได้ใส่ลงใน ขวดที่ปราศจาก เชื้อที่มีขีดบอกปริมาณ เติมน้ำเกลือร้อยละ 0.85 (normal saline) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ผสมในปริมาณที่เท่ากัน ปิดฝาเก็บรักษาในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ข-7.2 สารละลาย neomycin sulfate

ละลาย neomycin sulfate 1 กรัม น้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร กรองผ่านแผ่นกรองปลอดเชื้อ เก็บในขวดสีชาปลอดเชื้อที่ปิดสนิทเก็บในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ข-8 Cook meat medium (CMM) (Difco, USA)

Beef Heart from 454 g	98	กรัม
Proteose Peptone	20	กรัม
Dextrose	2	กรัม
Sodium Chloride	5	กรัม

ชั่ง Cook meat medium 1.25 กรัม ใส่ในหลอดฝาเกลียว ใส่น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นำเข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ข-9 Baird Parker agar (Difco, U.S.A.)

ข-9.1 Base medium

Tryptone	10	กรัม
Beef extract	1	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yeast extract	1	กรัม
Sodium pyruvate	10	กรัม
Glycine	12	กรัม
Lithium chloride. $6H_2O$	5	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ผสมองค์ประกอบทั้งหมดแล้วต้มจน agar ละลาย ปรับ pH เทสารละลายที่ได้ลงในฟลาส์ก 500 มิลลิลิตร ให้ได้ฟลาส์กละ 225 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วนำเข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ข-9.2 สารละลาย potassium tellurite ร้อยละ 1

Potassium tellurite	1	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

ละลาย potassium tellurite ในน้ำกลั่น กรองผ่านแผ่นกรองปลอดเชื้อขนาด CE 0.2 ไมครอน เก็บในขวดปลอดเชื้อที่ปิดสนิท เก็บในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ข-9.3 Egg yolk–tellurite emulsion

ล้างไข่ให้สะอาดแช่ไข่ไก่ใน $HsCl_2$ร้อยละ 0.1 เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่ในเอทานอล ร้อยละ 70 เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตอกไข่ไก่และทำการแยกไข่ขาว โดยเทคนิคปลอดเชื้อ แยกไข่แดงใส่ลงในขวดปราศจากเชื้อที่มีขีดบอกปริมาตร ผสมไข่แดงและน้ำเกลือ (Normal saline) ร้อยละ 9.83 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ผสมในอัตราส่วนน้ำเกลือ 5 ส่วนกับไข่แดง 5 ส่วน จากนั้นนำ egg yolk emulsion ที่ได้จำนวน 50 มิลลิลิตร ปิดฝาเก็บในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ข.9-4 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

แบ่งอาหาร Baird-Parker base medium มา 95 มิลลิลิตร (อุณหภูมิประมาณ 45 - 50 องศาเซลเซียส) เติม egg yolk emulsion ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันระวังฟองอากาศ แล้วเทใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อ

ข-10 Xylose lysine desoxycholate (XLD) Agar (Difco, U.S.A)

Yeast extract	3	กรัม
L-Lysine	5	กรัม
Xylose	3.65	กรัม
Lactose	7.5	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sucrose	7.5	กรัม
Sodium desoxycholate	2.5	กรัม
Ferric ammonium citrate	0.8	กรัม
Sodium thiosulfate	6.8	กรัม
Sodium chloride	5	กรัม
Agar	15	กรัม
Phenol red	0.08	กรัม
น้ำกลั่นปลอดเชื้อ	1	ลิตร

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 55 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร โดยต้มให้เดือดละลายเป็นเนื้อเดียวกัน อาหารเลี้ยงเชื้ออาจตกตะกอน ไม่มีผลต่อการทำงาน ห้ามนำเข้าหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

ข-11 Lysine indole motility (LIM) medium (Difco, U.S.A.)

Peptone	10	กรัม
Yeast extract	3	กรัม
L-Lysine hydrochloride	10	กรัม
Dextrose	1	กรัม
Ferric ammonium citrate	0.5	กรัม
Bromcresol purple	0.02	กรัม
Agar	2	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 16.52 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร โดยต้มให้ส่วนผสมเข้ากันดี แบ่งใส่หลอด ขนาด 13 x 100 มิลลิเมตร หลอดละ 4 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ข-12 Triple sugar iron (TSI) agar (Merck, Germany)

Beef extract	3	กรัม
Yeast extract	3	กรัม
Peptone	15	กรัม
Proteose peptone	5	กรัม
Glucose	1	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lactose	10	กรัม
Sucrose	10	กรัม
Ferrous sulfate	0.2	กรัม
Sodium chloride	5	กรัม
Sodium thiosulfate	0.3	กรัม
Phenol red	12	มิลลิลิตร
Agar	12	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

ละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ 76.5 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร โดยต้มให้ส่วนผสมเข้ากันดี แบ่งใส่หลอด ขนาด 13 x 100 มิลลิเมตร หลอดละ 3.5 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ข-13 วิธีวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic Plate Count) (AOAC Official Method 966.23, 2000)

นำตัวอย่างจากเช็ดพื้นผิว (พื้นที่ ในการ swab 10 × 10 ตารางเซนติเมตร) โดยใช้วิธีการ swab test (APHA, 1992) ทำการเจือจางแบบ 10 fold dilution ด้วยสารละลาย Buttlefield's phosphate buffer 10 มิลลิลิตร ระดับการเจือจาง 1 มิลลิลิตร โดยใช้ระดับการเจือจางจานละ 2 ซ้ำ ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร หลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในตัวอย่างบนจานเพาะเชื้อ วิธีการ pour plate เขย่าจานเพาะเชื้อให้ตัวอย่างเข้ากันกระจายตัวได้ดี ทิ้งอาหารเลี้ยงเชื้อให้แข็งตัว นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจนับโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) ในช่วง 30 – 300 โคโลนี

ข-14 วิธีวิเคราะห์เชื้อ *Escherichia coli* (AOAC Official Methods 998.08 และ 991.14, 2002) (ด้วยแผ่น 3M Petrifilm)

นำตัวอย่างจากเช็ดพื้นผิว (พื้นที่ ในการ swab 10 × 10 ตารางเซนติเมตร) โดยใช้วิธีการ swab test (APHA, 1992) ทำการเจือจางแบบ 10 fold dilution ด้วยสารละลาย Buttlefield's phosphate buffer 10 มิลลิลิตร ระดับการเจือจาง 1 มิลลิลิตร โดยใช้ระดับการเจือจางจานละ 1 - 2 ซ้ำ ลงใน Petrifilm ECแผ่นละ 1 มิลลิลิตร นำแผ่น Petrifilm ทั้งหมดเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจนับโคโลนีที่เจริญบนแผ่น Petrifilm ในช่วง 30 – 300 โคโลนี (โคโลนีมีลักษณะน้ำเงินแสดงว่า เป็น *E. coli* และโคโลนีมีลักษณะสีแดงแสดงว่าเป็น Coliforms)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-15 วิธีการวิเคราะห์เชื้อ Yeast and Mold (FDA-BAM,2001)

นำตัวอย่างจากเช็ดพื้นผิว (พื้นที่ ในการ swab 10 × 10 ตารางเซนติเมตร) โดยใช้วิธีการ swab test ทำการเจือจางแบบ 10 fold dilution ด้วยสารละลาย Buttlefield's phosphate buffer 10 มิลลิลิตร ระดับการเจือจาง 1 มิลลิลิตร โดยใช้ระดับการเจือจางจานละ 2 ซ้ำ ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร หลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับ pH 3.5 – 4.0 ด้วยกรดทาทาร์ริก เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในตัวอย่างบนจานเพาะเชื้อ วิธีการ pour plate เขย่าจานเพาะเชื้อให้ตัวอย่างเข้ากันกระจายตัวได้ดี ทิ้งอาหารเลี้ยงเชื้อให้แข็งตัว นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน ตรวจนับเชื้อยีสต์และเชื้อราที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ในช่วง 30 – 300 โคโลนี โดยแยกนับตามลักษณะโคโลนีที่ปรากฏว่าเป็นยีสต์หรือราที่เจริญ นำไปคำนวณปริมาณยีสต์และราที่นับได้ทั้งหมด

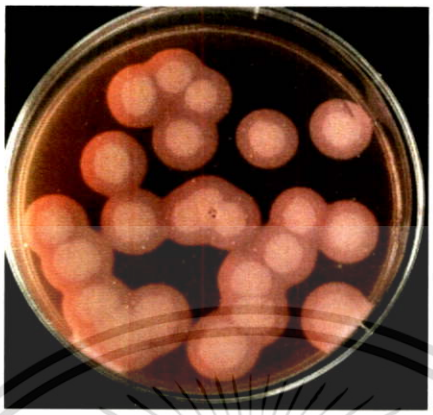
ข-16 วิธีวิเคราะห์เชื้อ *Bacillus cereus* (FDA-BAM,2001)

นำตัวอย่างจากเช็ดพื้นผิว (พื้นที่ ในการ swab 10 × 10 ตารางเซนติเมตร) โดยใช้วิธีการ swab test (APHA, 1992) ทำการเจือจางแบบ 10 fold dilution ด้วยสารละลาย Buttlefield's phosphate buffer 10 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างจากแต่ละระดับความเจือจางลงในจานอาหารเพาะเชื้อ Mannitol-Egg Yolk Polymyxin (MYP) Agar ระดับการเจือจางละ 2 จานอาหารเพาะเชื้อ จานเพาะเชื้อละ 0.1 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วรูปตัว L เกลี่ยตัวอย่างอาหารแต่ละระดับความเจือจางให้ทั่วจานอาหารเพาะเชื้อ คว่ำจานอาหารเพาะเชื้อทั้งหมดนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจนับโคโลนีของเชื้อที่ให้ลักษณะโคโลนีสีชมพู (รูปที่ ข1) เนื่องจากเชื้อดังกล่าวไม่สามารถหมักย่อยน้ำตาล mannitol ให้เป็นกรดได้ นำลักษณะโคโลนีดังกล่าวไปทำการตรวจยืนยันดูปฏิกิริยาต่อไป โดยนำเชื้อที่ได้เขี่ยลง ใน Trypticase soy agar (TSA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เลือกที่มีเชื้อขึ้นใน TSA นำไปทดสอบปฏิกิริยา hemolytic activity test

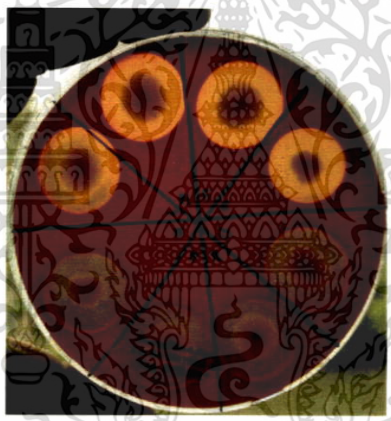
การทดสอบปฏิกิริยา hemolytic activity test แบ่งจานเพาะเชื้อ Trypticase soy sheep blood agar เป็น 6 ส่วน เท่าๆกัน ใช้เข็มเขี่ยเชื้อจาก TSA ให้เชื้อติดที่ปลายเข็มเพียงเล็กน้อย นำเชื้อที่ติดอยู่ปลายเข็มไปเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งเพาะเลี้ยงเชื้อ Trypticase soy sheep blood agar โดยแตะเชื้อลงบนผิวอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อดังกล่าว (1 ช่อง ต่อ 1 โคโลนี) คว่ำจานเพาะเลี้ยงเชื้อแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดูผลปฏิกิริยา hemolytic positive ซึ่ง *B. cereus* จะให้ผลดังนี้ รอบๆโคโลนีของเชื้อจะมี ลักษณะที่เรียกว่า clear zone (รูปที่ ข2) ทั้งนี้ เนื่องจากระหว่างที่เชื้อเจริญบนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อดังกล่าวนี้ จะสร้างเอนไซม์ hemolysin ซึ่งเอนไซม์ที่ *B. cereus* ผลิตขึ้นนี้จัดว่าเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

strongly hemolysin ทำการตรวจยืนยันสายพันธุ์เชื้อ *B. cereus* โดยทำการส่งวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์



รูปที่ ข1 เชื้อ *B. cereus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MYP



รูปที่ ข2 เชื้อ *B. cereus* ที่คัดแยกได้จาก MYP ลงในอาหาร blood agar

ข-17 วิธีวิเคราะห์เชื้อ *Staphylococcus aureus* (FDA-BAM, 2001)

นำตัวอย่างจากเช็ดพื้นผิว (พื้นที่ ในการ swab 10 × 10 ตารางเซนติเมตร) โดยใช้วิธีการ swab test (APHA, 1992) ทำการเจือจางแบบ 10 fold dilution ด้วยสารละลาย Buttlefield's phosphate buffer 10 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างจากแต่ละระดับความเจือจางลงในจานอาหารเพาะเชื้อ ระดับความเจือจางละ 0.1 มิลลิลิตร ลงบน Baird parker (BP) egg yolk medium ระดับความเจือจางละ 2 จานเพาะเชื้อ บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจนับโคโลนีที่มีจุดสีดำและมี clear zone หรือ opaque zone จากการสร้างเอนไซม์ lecithinase ของเชื้อที่ทำปฏิกิริยากับ lecithin ในไข่แดง ทำการตรวจสอบการสร้างเอนไซม์ coagulase ของเชื้อดังกล่าวโดยสุ่มโคโลนีที่สงสัย 1-3 โคโลนี เพาะเลี้ยงลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน Brain heart infusion (BHI) broth บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อจาก BHI broth 0.5 มิลลิลิตร ในหลอดปลอดเชื้อและเติม rabbit plasma 0.5 มิลลิลิตร ทำการบ่มเพาะเชื้อเพื่อดูการสร้างเอนไซม์ coagulase ของโคโลนีที่สงสัยในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง สังเกตดูการแข็งตัวของ rabbit plasma ซึ่งถ้าเกิดการแข็งตัว ถือว่า coagulase positive ถ้าไม่เกิดการแข็งตัวถือว่าไม่ใช่ coagulase positive

ข-18 วิธีวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* spp. (ISO-AOAC 6579:2002, 2007)

นำตัวอย่างจากเช็ดพื้นผิว (พื้นที่ ในการ swab 10 × 10 ตารางเซนติเมตร) โดยใช้วิธีการ swab test (APHA, 1992) ทำการเจือจางแบบ 10 fold dilution ด้วยสารละลาย Buttlefield's phosphate buffer 10 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่าง1 มิลลิลิตร ทำการเลี้ยงเชื้อใน Buffered peptone water (BPW) 90 มิลลิลิตร บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เมื่อครบเวลาการบ่ม ดูด BPW 0.1 มิลลิลิตร ใส่ใน 10 มิลลิลิตรของ RVS broth บ่มที่อุณหภูมิ 41.5 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 3 ชั่วโมง และดูด BPW 1 มิลลิลิตรใส่ใน 10 มิลลิลิตร ของ MKTTn broth บ่มที่ 37 ± 1 องศา เซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 3 ชั่วโมง เมื่อครบระยะเวลาการบ่ม ใช้ลูป 1 ลูป streak ลงบน XLD agar และอีก 1 ลูป streak ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ HE อีกชนิด บ่มที่ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 3 ชั่วโมง เลือกโคโลนีที่สงสัยคิดว่า เชื้อ *Salmonella* spp. ในจานเลี้ยงเชื้อ XLD เลือกโคโลนีมี ลักษณะสีแดงใส ขนาด 2-3 มิลลิเมตร มีสีดำตรงกลางหรือไม่มี และเลือกโคโลนีในจานเลี้ยงเชื้อ HE ที่มีสีเขียวเข้ม หรือใส ขนาด 1-3 มิลลิเมตร มีสีดำ หรืออาจไม่มีตรงกลางจานเลี้ยงเชื้อ XLD และ HE ทำการวิเคราะห์เชื้อต่อด้วยวิธีการทางชีวเคมี ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ TSI, LIM, Urea

เลือกโคโลนีที่ให้ TSI เหลืองที่ก้นหลอดมีหรือไม่มีสีดำของ H_2S และแดงที่ส่วนปลายหลอด และให้ Lysine บวกเป็นสีม่วง ผล Indole ลบและมีการเคลื่อนที่ มีหรืออาจไม่มีสีดำของ H_2S ไปทดสอบปฏิกิริยาการตกตะกอนกับแอนตี้ซีรั่ม Salmonella O Polyvalent A-65 และถ้าตกตะกอนทดสอบต่อกับแอนตี้ซีรั่ม Salmonella O Polyvalent A-I แล้วทดสอบต่อกับกลุ่ม A, B, C, D, E, G และ I ตามลำดับ จนกว่าจะตกตะกอนในกลุ่มใด แสดงว่าอยู่ในกลุ่มนั้น

ตารางที่ ข1 ตารางเปรียบเทียบผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลา

TSI					LIM	
slant	butt	H_2S	gas	lysine	indole	motile
K	A	+/-	+/-	+	-	+/-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบจากอาหารเลี้ยงเชื้อ TSI

K	=	alkaline ปลายหลอด (slant) ของ TSI จะมีสีแดงหรือสีชมพูบานเย็น
A	=	acid ก้นหลอด (butt) ของ TSI จะมีสีเหลือง
H_2S +	=	ในหลอด TSI จะเกิดตะกอนสีดำของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟล์ ซึ่งเชื้อซัลโมเนลลาส่วนใหญ่จะต้องให้ผล
H_2S –	=	ไม่เกิดตะกอนสีดำในหลอด TSI เนื้อจากไม่เกิดการสร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์
Gas +	=	มีฟองอากาศดันวุ้นของ TSI เนื่องจากเชื้อซัลโมเนลลาส่วนใหญ่สามารถหมักย่อยน้ำตาลกลูโคสแล้วได้กรดและก๊าซเพียงเล็กน้อย
Gas -	=	ไม่พบฟองอากาศในหลอด TSI (มีบางเซโรวาร์ให้ผล)

ตรวจสอบจากอาหารเลี้ยงเชื้อ LIM

lysine + =	หลอดอาหารจะมีสีม่วงทั้งหลอด เนื่องจากเชื้อซัลโมเนลลามีเอนไซม์ lysine decarboxylase ไปย่อย lysine ส่งผลให้อาหารเลี้ยงเชื้อ lysine มีความเป็นด่างมากขึ้น มีผลทำให้ bromcresol purple ซึ่งใช้เป็นอินดิเคเตอร์ ในอาหารดังกล่าวและมีสีม่วงซึ่งมี pH เป็นกลาง เปลี่ยนเป็นสีม่วงมากขึ้น ซึ่งเชื้อซัลโมเนลลาส่วนใหญ่จะมีเอนไซม์นี้
lysine - =	หลอดอาหารจะมีสีเหลือง เนื่องจากเชื้อที่ทำการทดสอบไม่มีเอนไซม์ lysine decarboxylase แต่มีเอนไซม์ lysine deaminase ซึ่งจะไปย่อย lysine ทำให้ pH ของอาหารต่ำลงมีผลทำให้ bromcresol purple เปลี่ยนเป็นสีเหลือง
indole + =	จะมีสีแดงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ หลังจากหยดน้ำยาโคแวค
indole - =	ไม่เกิดสีแดงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ หลังจากหยดน้ำยาโคแวค ซึ่งเชื้อซัลโมเนลลาจะไม่มีเอนไซม์ tryptophanase จึงไม่เกิดปฏิกิริยากับน้ำยาโคแวค
motile +=	หลอดอาหาร LIM จะขุ่นทั้งหลอด เนื่องจากเชื้อซัลโมเนลลาส่วนใหญ่จะมีแฟลกเจลลา ใช้ในการเคลื่อนที่ ดังนั้นเมื่อทำการ stab เชื้อลงในอาหาร LIM
motile - =	หลอดอาหาร LIM จะมีรอยเชื้อเจริญเฉพาะบริเวณิรอย stab เท่านั้น ส่วนอาหารรอบรอย stab จะใส เพราะเชื้อไม่มีแฟลกเจลลาในการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-19 วิธีการตรวจยืนยันเชื้อซัลโมเนลลา ด้วยวิธี spot assay (กัญญา หมอกลาง และคณะ, 2009)

เขี่ยโคโลนีเชื้อที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA โดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อ (ปราศจากเชื้อ)

↓

กดลงในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งจำเพาะ XLD

↓

บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

↓

ตรวจสอบลักษณะเฉพาะของโคโลนีเชื้อซัลโมเนลลาบนอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD มีลักษณะใสและมีจุดสีดำตรงกลาง (อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และพิทยา เหล่าสมบัติ, 2553)

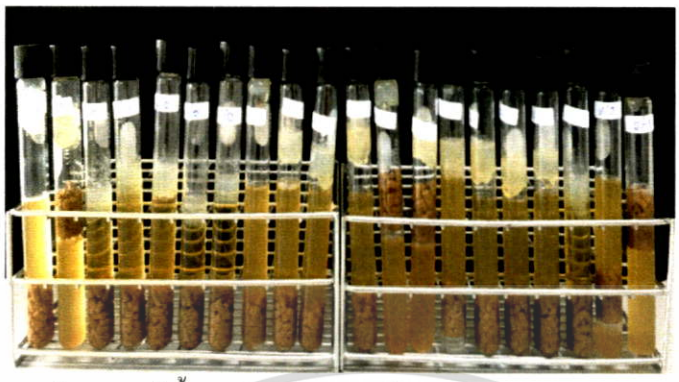
(ก) (ข)

รูปที่ ข3 (ก) ผลการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA (ข) และการตรวจยืนยันเชื้อซัลโมเนลลาด้วยวิธีการ spot assay บนอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD

ข-20 วิธีวิเคราะห์เชื้อ *Clostridium perfringens* (FDA-BAM, 2001)

นำตัวอย่างจากเช็ดพื้นผิว (พื้นที่ ในการ swab 10 × 10 ตารางเซนติเมตร) โดยใช้วิธีการ swab test (APHA, 1992) ทำการเจือจางแบบ 10 fold dilution ด้วยสารละลาย Buttlefield's phosphate buffer 10 มิลลิลิตร เจือจางที่ 1:10 และ 1:100 ดูดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงใน cooked meat (CM) medium ปลอดเชื้อที่ต้มไล่อากาศก่อนเพาะเชื้อ (รูปที่ ข4)โดยทำการเพาะเชื้อระดับความเจือจางละ 2 หลอด ๆ ละ 1 มิลลิลิตร ทำการบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง ทำการถ่ายเชื้อจาก CM medium หลอดละ 1 ลูปลงบนอาหาร Modified BHI + egg yolk agar บ่มเพาะเชื้อในสภาพไร้อากาศ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 - 24 ชั่วโมง ดูลักษณะโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *C. perfringens* ลักษณะโคโลนีสีดำมีเคลียโซนขาวขุ่นรอบๆโคโลนี และทำการตรวจยืนยันสายพันธุ์เชื้อ *C. perfringens* โดยทำการส่งวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข4 การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *C. perfringens* ในอาหาร cooked meat (CM) medium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อบนพื้นผิวสแตนเลส

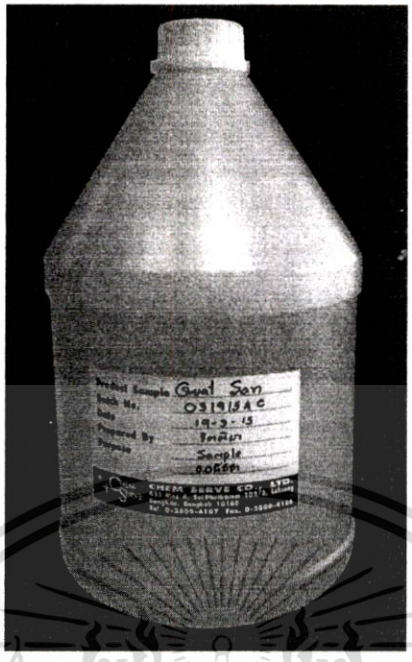
ค-1 พื้นผิวถาดสแตนเลส ผ้าไมโครไฟเบอร์ และสารฆ่าเชื้อที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ ค1 ถาดสแตนเลส เกรด 304 ขนาด 20 x 30 ตารางเซนติเมตร (หัวม้าลาย, ประเทศไทย)

(ก) (ข)

รูปที่ ค2 (ก) ผ้าไมโครไฟเบอร์ ขนาด 29 x 34.5 ตารางเซนติเมตร (Ella, ประเทศไทย) และ (ข) ขนาด 40 x 60 ตารางเซนติเมตร (Homepro, ประเทศไทย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค3 สารฆ่าเชื้อ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride (ADBAC) (QUATSAN™, Chem Serve, ประเทศไทย)

ค-2 ขั้นตอนการสร้างการปนเปื้อนของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

เตรียมเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis ในอาหาร TSB

↓

สร้างปนเปื้อนของเชื้อระดับต่ำที่ 10^3 CFU/ml และระดับสูงที่ 10^6 CFU/ml โดยปิเปตเชื้อลงบนพื้นผิวถาดแสนเลสปลอดเชื้อ

↓

เกลี่ยเชื้อด้วยแท่งแก้วรูปตัวแอลให้ทั่วพื้นผิวถาดสแตนเลส

↓

ทิ้งไว้ในตู้ถ่ายเชื้อ เป็นเวลา 50-60 นาทีหรือจนกว่าเชื้อบนพื้นผิวถาดสแตนเลสแห้ง

↓

ตรวจวิเคราะห์เชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis เริ่มต้นบนพื้นผิวถาดสแตนเลส

รูปที่ ค4 การสร้างการปนเปื้อนของเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

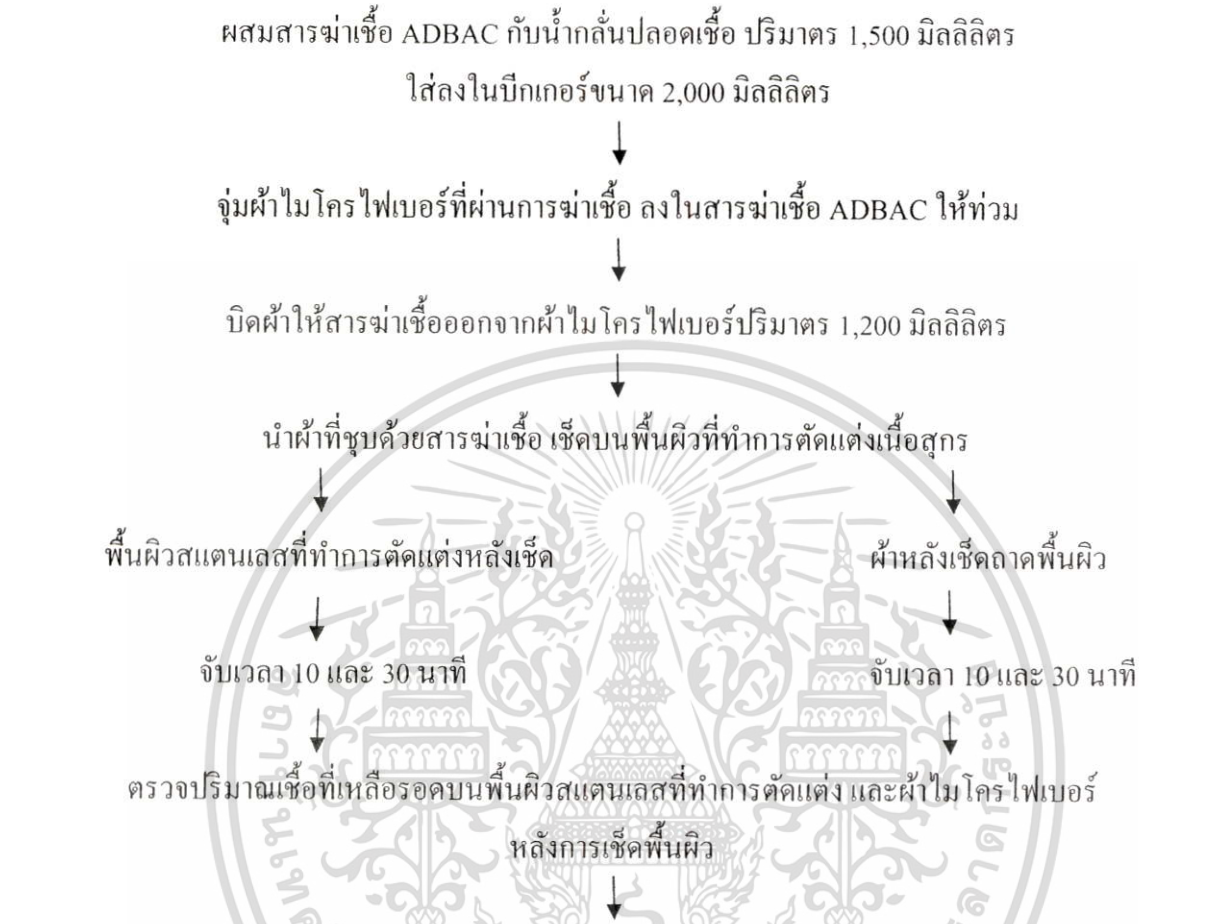
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค-3 ขั้นตอนการเช็ดพื้นผิวถาดสแตนเลสด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการยับยั้งเชื้อ *S.* Anatum และ *S.* Corvallis บนพื้นผิวถาดสแตนเลส

รูปที่ ค5 การเช็ดพื้นผิวถาดสแตนเลสด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค-4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ ADBAC ในการเช็ดทำความสะอาดบนพื้นผิวสแตนเลสที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกร



รูปที่ ค6 การเช็ดพื้นผิวที่ทำการตัดแต่งเนื้อสุกรด้วยสารฆ่าเชื้อ ADBAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา 2558-17-005

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ - รอบ - เดือน ประจำปีงบประมาณ 2558

☐ แหล่งงบประมาณแผนดิน (แบบปกติ) ☑ แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ผลของ Quaternary Ammonium Compound ต่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อซัลโมเนลลา

(ภาษาอังกฤษ) Disinfectant Activity of Quaternary Ammonium Compound on *Salmonella* spp.

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย ผศ.ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2558

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ

งวดที่ 1 75,000 บาท 100 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป)

2. สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินการวิจัย

หมวดค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่าย (บาท)
งบบุคลากร :ค่าจ้างชั่วคราว	-
งบดำเนินงาน	
ค่าตอบแทน	10,000.00
ค่าใช้สอย	12,000.00
ค่าวัสดุ	53,000.00
ค่าสาธารณูปโภค	-
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-
รวม	75,000.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ

เพศ ☐ ชาย √ หญิง

สถานภาพ ☐ โสด √ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ประวัติการศึกษา

ชื่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต	เภสัชเคมีและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2551
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	เทคโนโลยีทางชีวภาพ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2537
วิทยาศาสตรบัณฑิต	เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2534

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

- เทคโนโลยีชีวภาพผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ
- จุลชีววิทยาและความปลอดภัยทางอาหาร
- การประยุกต์ใช้เทคนิคพีซีอาร์ในการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา)

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ (จำแนกระดับชาติและระดับนานาชาติหรือเทียบเท่า)

- Wanangkarn, A., Liu, D. C., Swetwiwathana, A., **Jindaprasert, A.**, Phraephaisarn, C., Chumnqoen, W., and Tan, F. J.. 2014. Lactic acid bacterial population dynamics during fermentation and storage of Thai fermented sausage according to restriction fragment length polymorphism analysis. International Journal of Food Microbiology. 186: 61–67.

ผลงานที่ได้รับการนำเสนอผลงานในที่ประชุม

- **Jindaprasert, A.**, Kerdpiboon, S. and Swetwiwathana, S. 2016. Monitoring of *Pediococcus pentosaceus* TISTR 536 starter culture during Nham fermentation using RAPD-PCR. International Conference on Beneficial Microbes 2016, Microbes for the Benefits of Mankind, 31st May-2nd June, 2016. Duangitt Resort & Spa, Phuket, Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Jindaprasert, A.,** Pornpukdeewatana, S. Kerdpiboon, S, and Krusong, W. 2016. Improvement of α-amylase and glucoamylase production from *Amylomyces* spp. using metal ions in wheat bran. International Conference on Beneficial Microbes 2016, Microbes for the Benefits of Mankind, 31st May-2nd June, 2016. Duangitt Resort & Spa, Phuket, Thailand.
- วลีพร วสิกรัตน์ และ**อัชชา จินดาประเสริฐ.** 2559. ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการสัมผัสของ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride ในการยับยั้งเชื้อ Salmonella *Anatum* และ Salmonella *Corvallis*. การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6, 11- 12 กรกฎาคม 2559, ศูนย์สันสกฤตศึกษา กรุงเทพฯ.
- วัฒนาคณบดี วัฒนหงษ์ศิริ **อัชชา จินดาประเสริฐ** และอดิศร เสวตวิวัฒน์. 2558. การเฝ้าระวังเชื้อ *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* ในกะปิที่ขายในตลาดสด. การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 5, 16- 17 กรกฎาคม 2558, ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์กรมหาชน) ตลิ่งชัน กรุงเทพฯ
- **Jindaprasert, A.,** Banjong, K., Kerdpiboon, S., and Swetwiwathana, A. 2015. Use of probiotic starter culture *Pediococcus pentosaceus* TISTR 536 in Nham. The 8th Asia Conference on Lactic Acid Bacteria (ACLAB), July 8 – 10, 2015, the Emerald Hotel, Bangkok, Thailand.
- **Jindaprasert, A.**, Vichitraka, A., Fuangpaiboon, J., Promla, N., and Swetwiwathana, A. 2014. Comparison between 3M™ Petrifilm™ *Salmonella* Express System and ISO 6579 Conventional Method for the Detection of *Salmonella* spp. in Cook-chill and Cook-freeze Retail Foods in Bangkok, Thailand. IAFP2014, August 3-5, 2014. Indianapolis, Indiana USA.
- **อัชชา จินดาประเสริฐ** กัญญา จิระเจริญรัตน์ และ อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2557. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของไส้กรอกอีสานที่เติมกล้าเชื้อ *Weisella cibaria* SI 21. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ครั้งที่ 5, 25 กรกฎาคม 2557, คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- กนกภรณ์ ครุฑภาพันธ์ และ **อัชชา จินดาประเสริฐ**. 2557. การศึกษาความปลอดภัยและคุณค่าทางโภชนาการของการรับประทานอาหารตามสั่ง. การประชุมวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 1, 31 ตุลาคม พ.ศ.2557, โรงแรม เคยู โฮม กรุงเทพฯ.
- เสาวลักษณ์ ศรีภักดี อนุศักดิ์ เกิดสิน และ**อัชชา จินดาประเสริฐ.** 2556. ผลของเอนไซม์ต่อการทำปฏิกิริยามัลติเพล็กพีซีอาร์ในการตรวจแยก Sequence type 64 ของเชื้อ *Streptococcus suis* serotype 2. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 2 ความท้าทายของอุตสาหกรรมอาหาร: สังคมผู้สูงอายุและการเปลี่ยนแปลงของโลก, 30 สิงหาคม 2556, โรงแรมวินเซอร์ สวีทส์ สุขุมวิท กรุงเทพฯ. หน้า 64-69.
- อุกฤษฎ์ ปริญญาวุฒิชัย พรทิพา วุฒิประเสริฐ พูลลักษณ์ อาจศิริ **อัชชา จินดาประเสริฐ** และอดิศร เสวตวิวัฒน์. 2556. การประเมินการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวในโรงครัวโรงพยาบาล. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 2 ความท้าทายของอุตสาหกรรมอาหาร: สังคมผู้สูงอายุและการเปลี่ยนแปลงของโลก, 30 สิงหาคม 2556, โรงแรมวินเซอร์ สวีทส์ สุขุมวิท กรุงเทพฯ. หน้า 70-75.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อัสนี วิจิตระกะ และ**อัชชา จินดาประเสริฐ.** 2556. ฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากแห้วจีน. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 2 ความท้าทายของอุตสาหกรรมอาหาร: สังคมผู้สูงอายุและการเปลี่ยนแปลงของโลก, 30 สิงหาคม 2556, โรงแรมวินเซอร์ สวีทส์ สุขุมวิท กรุงเทพฯ. หน้า 76-82.
- ทัศพร แจ้งคำ พูลลักษณ์ อาจศิริ **อัชชา จินดาประเสริฐ** และอดิศร เสวตวิวัฒน์. 2556. การประเมินคุณภาพด้านจุลชีววิทยาในการผลิตอาหารเหลวสายยางสำหรับผู้ป่วยในโรงพยาบาล. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 2 ความท้าทายของอุตสาหกรรมอาหาร: สังคมผู้สูงอายุและการเปลี่ยนแปลงของโลก, 30 สิงหาคม 2556, โรงแรมวินเซอร์ สวีทส์ สุขุมวิท กรุงเทพฯ. หน้า 91-97.
- **อัชชา จินดาประเสริฐ** ชุมพล นาครินทร์ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และอดิศร เสวตวิวัฒน์ 2556. การประเมินสถานที่ผลิตหมั่ำและคุณภาพผลิตภัณฑ์หมั่ำในจังหวัดชัยภูมิภายหลังการฝึกอบรม โดยใช้หลักเกณฑ์ GMP. 2556. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ครั้งที่ 4. 19 กรกฎาคม 2556. โรงแรมรามาการ์เด้น ดอนเมือง กรุงเทพฯ.
- Limsombun, T., Nakrin, C., **Jindaprasert, A.,** Sethakul, J. and Swetwiwathana, A. 2012. Microbiological Quality of Mum (Thai Traditional Fermented Beef). Proceedings of the 15th AAAP Animal Science Congress 26-30 November 2012, Thammasat University, Rangsit Campus, Thailand.
- **Jindaprasert, A.**, Jirajaroenrat, K. and Swetwiwathana, A. 2012. Microbial community during Thai traditional fermented sausage (Isan sausage) fermentation. The 24th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology, November 29-30th, 2012, Sunee Grand Hotel and Convention Center, Ubon Ratchatani, Thailand. pp. 549-551.
- กัญญา หมอกลาง และ**อัชชา จินดาประเสริฐ.** 2555. ผลของน้ำส้มสายชูกลั่น โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และโซเดียมไบคาร์บอเนตต่อการลดลงของเชื้อ *Salmonella* Typhimurium ในหลอดทดลอง. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 1 อุตสาหกรรมเกษตรไทยเทิดไท องค์ราชันย์, 7 กันยายน 2555 ณ โรงแรมดิเอมเมอรัลด์ รัชดาภิเษก ดินแดง กรุงเทพฯ. หน้า 89-93.
- ทัศนีย์ อินทร์วิมล **อัชชา จินดาประเสริฐ** และอดิศร เสวตวิวัฒน์. 2555. การศึกษาการเจริญ การผลิตกรดแลคติกและแบคเทอริโอซินของ *Pediococcus pentosaceus* M13 ใน MRS broth. การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร สจล. ครั้งที่ 1 อุตสาหกรรมเกษตรไทยเทิดไท้ องค์ราชันย์, 7 กันยายน 2555, โรงแรมดิเอมเมอรัลด์ รัชดาภิเษก ดินแดง กรุงเทพฯ. หน้า 467-473.
- ธีรธร ลิ้มสมบรูณ์ ชุมพล นาครินทร์ กิตติชัย บรรจง **อัชชา จินดาประเสริฐ** และและอดิศร เสวตวิวัฒน์. 2555. สถานภาพสุขลักษณะของโรงงานผลิตหมั่ำในจังหวัดชัยภูมิภายใต้ GMP ของไทย. การประชุมวิชาการครั้งที่ 50 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 31 มกราคม – 3 กุมภาพันธ์ 2555, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. หน้า 287-294.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นางสาววลีพร วสิกรัตน์

เพศ ☐ ชาย √ หญิง

สถานภาพ √ โสด ☐ สมรส

วัน เดือน ปีเกิด 27 มกราคม 2533 จังหวัดชลบุรี

ที่อยู่ 178/8 ม.2 ซอยเทศบาล 3/4 ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20210

ประวัติการศึกษา - พ.ศ. 2555 จบการศึกษาหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก (วิทยาเขตบางพระ)

- พ.ศ. 2556 ศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสำเร็จการศึกษาในปี 2560

ประวัติการทำงาน - พ.ศ. 2557 ผู้ช่วยนักวิจัย เรื่องการประเมินความเสี่ยงด้านจุลินทรีย์ตามสุขลักษณะที่ดีของร้านอาหาร กิจกรรมที่ 5 การวิจัยและประเมินความ เสี่ยงด้านอาหารปลอดภัย ภายใต้โครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรม อาหารของไทยให้เป็นครัวอาหารคุณภาพของโลก” ปีงบประมาณ 2557 (Thailand Food Quality to the World)

การนำเสนอผลงาน - นำเสนอผลงานวิจัย เรื่อง ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการสัมผัสของ alkyl dimethyl benzyl ammonium chloride ในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Anatum และ *Salmonella* Corvallis ในงานประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6 เรื่อง สหวิทยาการสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน วันที่ 11- 17 กรกฎาคม 2559 ณ ศูนย์สันสกฤตศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้