ผลของน้ำมันมะพร้าวและสารละลายกรดแลคติกต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Derby, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ในหมูสุกร

INHIBITORY EFFECTS OF COCONUT OIL AND LACTIC ACID SOLUTION ON INOCULATED *SALMONELLA* DERBY, *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* AND *ESCHERICHIA COLI* ON PORK

ศิริพร แซ่ตั้นสุวรรณ

SIRIPORN TAMSUWAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคุณภาพอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-AI-M-054-233

ผลของน้ำมันมะพร้าวและสารละลายกรดแลคติกต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Derby, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ในเนื้อสุกร

INHIBITORY EFFECTS OF COCONUT OIL AND LACTIC ACID SOLUTION ON INOCULATED *SALMONELLA* DERBY, *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* AND *ESCHERICHIA COLI* ON PORK

T081355

ศิริพร แต้มสุวรรณ

SIRIPORN TAMSUWAN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 81355
วัน,เดือน,ปี 11 มิ.ย. 2551

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL – 2008 – AI – M – 054 – 233

INHIBITORY EFFECTS OF COCONUT OIL AND LACTIC ACID SOLUTION ON INOCULATED *SALMONELLA* DERBY, *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* AND *ESCHERICHIA COLI* ON PORK

SIRIPORN TAMSUWAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

DOCTOR OF SCIENCE IN SANITATION

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL – 2008 – AI – M – 054 – 233

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของน้ำมันมะพร้าวและสารละลายกรดแลคติกต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Derby, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ในเนื้อสุกร

Inhibitory Effects of Coconut Oil and Lactic Acid Solution on Inoculated *Salmonella* Derby, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* on Pork

ชื่อนักศึกษา นางสาวศิริพร แต้มสุวรรณ

รหัสประจำตัว 47067710

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สุขาภิบาลอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.อดิศร	เสวตวิวัฒน์	
ผศ.ดร.ประภาพร	ขอไพบูลย์	
ดร.กิตติชัย	บรรจง	
ดร.ดวงจันทร์	สุประเสริฐ	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 20 พฤษภาคม 2551 เวลา 14.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสัมมนา D 213 อาคารเจ้าคุณทหาร

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ๒๒ **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** ๒๕๕๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของน้ำมันมะพร้าวและสารละลายกรดแลคติกต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Salmonella* Derby, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ในเนื้อสุกร
นักศึกษา	นางสาวศิริพร แต้มสุวรรณ
รหัสประจำตัว	47067710
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งการเจริญของ *Salmonella* Derby, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ที่ถ่ายลงในตัวอย่างเนื้อสุกรส่วนสะโพก โดยนำชิ้นเนื้อสุกรน้ำหนักประมาณ 40 กรัมต่อชิ้น ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสง UV เป็นเวลา 60 นาที และผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby, *Staph. aureus* และ *E. coli* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นประมาณ 3 log cfu/g แบ่งตัวอย่างเนื้อสุกรออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง

ผลการทดลองพบว่าสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อทั้ง 3 และจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีกว่าน้ำมันมะพร้าวและน้ำกลั่น ทั้งนี้เนื่องจากมีความเป็นกรดสูงกว่า แต่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสูงเช่นกัน นอกจากนี้ยังทำให้ค่าความสว่าง (L) ในตัวอย่างเนื้อสุกรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนน้ำมันมะพร้าวสามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Derby, *Staph. aureus* และ *E. coli* ได้เพียง 3 ชั่วโมงแรกของการเก็บรักษา และมีค่า pH การสูญเสียน้ำหนักเนื้อไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น เช่นเดียวกับค่าความสว่าง (L) มีแนวโน้มลดลงทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Inhibitory Effects of Coconut Oil and Lactic Acid Solution on Inoculated *Salmonella* Derby, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* on Pork
Student	Miss. Siriporn Tamsuwan
Student ID.	47067710
Degree	Master of Science
Program	Food Sanitation
Year	2008
Thesis Advisor	Assist. Prof.Dr.Prapaporn Khopaibool

ABSTRACT

The research aimed to study the efficacy of lactic acid solution and coconut oil on the inhibition of inoculated *Salmonella* Derby, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in pork ham. Each 40 g piece of ham sample was UV – sterilized for 60 minutes and inoculated with approximately 3 log cfu/g of *S.* Derby, *Staph. aureus* and *E.coli*. The samples were divided into 4 groups followed : Non-treated as control, Treated with sterilized water, 2% (v/v) lactic acid solution and Coconut oil, and stored at the room temperature for 0, 3, 6, 9 and 12 hours.

The results showed that the inhibitory effect of 2% (v/v) lactic acid solution on *S.* Derby, *Staph. Aureus*, *E. coli* and total microbial growth in pork samples better than coconut oil and distilled water, because of its higher acidity. Therefore the weight loss of pork samples was higher as well, furthermore the trend of L value was increased. The coconut oil could inhibit the growth of *S.* Derby and *Staph. aureus E. coli* and total microbial count only in the first 3 hours of storage. The pH value and weigh loss of pork samples, which had contacted with coconut oil and distilled water were not significantly difference from control and the trend of their L value was decreased.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ดีเนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รวมทั้งกรุณาให้ข้อคิดเห็นและแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าตลอดมา ตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์ ดร.กิตติชัย บรรจง และดร.ดวงจันทร์ สุประเสริฐ ที่ช่วยเหลือ แก้ไข และกรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีในทุกด้าน และให้กำลังใจมาโดยตลอด ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆปริญญาโททุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือให้งานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณทุนสนับสนุนวิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

ศิริพร แต้มสุวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ 3

2.2 ความสำคัญ และการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อสัตว์ 3

2.3 ความสำคัญ และการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อสัตว์ 6

2.4 ความสำคัญ และการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้อสัตว์ 8

2.5 กรดแลคติก (Lactic Acid) 11

2.6 น้ำมันมะพร้าว (Coconut Oil) 16

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 21

3.1 วัตถุดิบ 21

3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ 21

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 21

3.4 สถานที่ทำการทดลอง 22

3.5 วิธีการทดลอง 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 25

4.1 ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Derby บนผิวเนื้อสุกร 25

4.2 ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนผิวเนื้อสุกร 32

4.3 ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* บนผิวเนื้อสุกร 38

4.4 ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวต่ออัตราการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสีของเนื้อสุกร 44

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 51

ข้อเสนอแนะ 53

บรรณานุกรม 54

ภาคผนวก 63

ก. การเตรียมสารละลายเชื้อบริสุทธิ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 64

ข. การตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ ค่าความเป็นกรด – ด่าง เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อ และการวัดค่าความเข้มสี 67

ค. การเทียบหาค่า Most Probable Number 70

ประวัติผู้เขียน 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 จำนวนเชื้อ *Salmonella* Derby ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆ ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 26

4.2 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Salmonella* Derby และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 29

4.3 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Salmonella* Derby และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 31

4.4 จำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆ ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 32

4.5 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* และจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 35

4.6 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 37

4.7 จำนวนเชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลัง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 39

4.8 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Escherichia coli* และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 41

4.9 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Escherichia coli* และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 43

4.10 อัตราการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลัง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 45

4.11 ค่าความสว่าง (L) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 46

4.12 ค่าสีแดง (a) ในตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.13 ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน (b) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 49

ค. ค่าMPN ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อใช้ระดับความเจือจางละ 3 หลอด 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เชื้อ *Salmonella* spp.	4
2.2	เชื้อ *Staphylococcus aureus*	6
2.3	เชื้อ *Escherichia coli*	8
2.4	สูตรโครงสร้างของกรดแลคติก (Lactic Acid)	12
2.5	โครงสร้างของ Lauric Acid ($C_{12}H_{24}O_2$)	18
2.6	โครงสร้างของ Capric Acid ($C_{10}H_{20}O_2$)	19
4.1	แนวโน้มการเจริญเติบโตของเชื้อ *Salmonella* Derby ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง	26
4.2	แนวโน้มการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง	29
4.3	แนวโน้มของค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆ ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง	31
4.4	แนวโน้มการเจริญเติบโตของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง	33
4.5	แนวโน้มการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* และจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง	36
4.6	แนวโน้มของค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง	37
4.7	แนวโน้มการเจริญเติบโตของ *Escherichia coli* ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง	40
4.8	แนวโน้มการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง	41
4.9	แนวโน้มของค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Escherichia coli* และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.10 แนวโน้มของอัตราการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลักษณะการวางจำหน่ายเนื้อสุกรในบ้านเรามีทั้งที่ถูกสุขลักษณะ คือวางจำหน่ายในตู้แช่เย็นที่มีการควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 4 องศาเซลเซียส เช่น การจำหน่ายในซุปเปอร์มาร์เก็ต หรือร้านจำหน่ายเนื้อสัตว์ ในขณะเดียวกันก็มีการวางจำหน่ายที่ไม่ถูกสุขลักษณะ เช่น การจำหน่ายตามเขียงในตลาดสด ซึ่งผู้จำหน่ายจะวางชิ้นเนื้อไว้บนเขียงหรือโต๊ะไม้หรือแขวนไว้ ชิ้นเนื้อจะสัมผัสกับอากาศทั่วไปของตลาดสด โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิใดๆ ซึ่งเนื้อสุกรที่วางจำหน่ายในตลาดสดมักมาจากโรงฆ่าและชำแหละที่ไม่ได้มาตรฐาน และมีการขนส่งซากและเนื้อสัตว์ที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ประกอบกับเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่ไม่ได้ถูกลดอุณหภูมิซากก่อนการชำแหละ ทำให้เนื้อสุกรได้รับการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อมและเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว ทำให้เนื้อสุกรเกิดการเน่าเสีย อายุการเก็บรักษาสั้น และทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาวิธีการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกร วิธีที่นิยมคือ การใช้สารที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้มาจากธรรมชาติ โดยสารดังกล่าวต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและไม่ทำให้เกิดการตกค้างในเนื้อสัตว์ เช่น การใช้สารละลายกรดแลคติก โดยกรดแลคติกเป็นกรดอินทรีย์ที่เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี และมีกลิ่นรสที่นุ่มนวลกว่ากรดอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ทำให้ไม่บดบังกลิ่นและรสตามธรรมชาติของเนื้อสัตว์ ซึ่งคณะกรรมการอาหารและยา (FDA) ของสหรัฐอเมริกาได้จัดให้กรดแลคติกเป็นสารปรุงแต่งอาหารที่ยอมรับกันทั่วไปว่ามีความปลอดภัยในการใช้ แต่กรดแลคติกมีข้อด้อย คือทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อ และเนื้อมีสีซีด ในการศึกษานี้จึงได้นำน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ ซึ่งก็เป็นสารจากธรรมชาติอีกชนิดที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์แทนสารเคมีได้ เนื่องจากในน้ำมันมะพร้าวมีกรดลอลิก และกรดคาปริกที่สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ มาศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์บางชนิดบนเนื้อสุกร เปรียบเทียบกับการใช้สารละลายกรดแลคติก เพื่อยืดอายุการวางจำหน่ายเนื้อสุกรในสภาพบรรยากาศทั่วไป เพื่อเป็นแนวทางในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสุกรให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในทางปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันมะพร้าว และสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 ในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* Derby, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* บนผิวเนื้อสุกรในสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Derby, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* บนผิวเนื้อสุกร ในสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

1.3.2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 และน้ำมันมะพร้าว ต่ออัตราการสูญเสียน้ำหนัก และการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสีของเนื้อสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

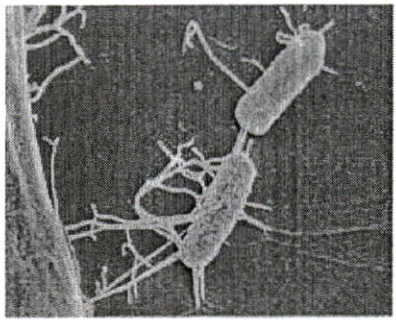
2.1 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์เป็นอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ได้แก่ *Salmonella* spp., *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni/coli, Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* และ *Streptococcus* spp. เป็นต้น และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย เช่น *Pseudomonas* spp. ซึ่งจะย่อยโปรตีนในเนื้อ ทำให้เกิดรสเปรี้ยวและเนื้อมีสีเขียวคล้ำ นอกจากนี้ยังพบแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ เช่น *Bacillus* spp., *Streptococcus* spp. เป็นต้น ส่วนเชื้อราที่มักเจริญบนเนื้อสัตว์ ได้แก่ *Mucor* spp., *Sporotrichum* spp., *Cladosporium* spp., และ *Alcaligenes* spp. ซึ่งปริมาณของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสุขภาพของสัตว์ ระบบการจัดการในโรงฆ่าสัตว์และชำแหละ การตัดแต่ง การขนส่ง การเก็บรักษาและการวางจำหน่ายเนื้อสุกร หากสัตว์มีสุขภาพที่สมบูรณ์แข็งแรงปริมาณจุลินทรีย์ในตัวสัตว์ก็จะมีปริมาณน้อย ทำให้เกิดการปนเปื้อนในระหว่างการแปรรูปได้น้อยลง นอกจากนี้ปริมาณของจุลินทรีย์รวมที่พบในเนื้อสัตว์ ยังสามารถบ่งชี้สภาพทางจุลชีววิทยาของเนื้อสัตว์ได้ ทั้งนี้ ศศิธร และกาญจณี (2534) กล่าวว่าการตรวจพบ Aerobic Mesophilic Plate Counts จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพทางจุลชีววิทยาของเนื้อสัตว์ เช่น บ่งชี้ว่าอาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพหรือบ่งชี้ว่ากระบวนการผลิตไม่ถูกสุขลักษณะและขาดการสุขาภิบาลที่ดี และบ่งชี้ถึงการเริ่มเน่าเสียของเนื้อสัตว์ โดยพบว่าเนื้อสัตว์ที่มีจำนวนแบคทีเรีย 10 – 100 ล้าน โคโลนี/ตารางเซนติเมตร หรือ โคโลนี/กรัม จะทำให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็น

2.2 ความสำคัญ และการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อสัตว์

2.2.1 ความสำคัญของเชื้อ *Salmonella* spp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 เชื้อ *Salmonella* spp.

ที่มา : http://www.techno.msu.ac.th/fn/ecenter/pathogens/salmonella__spp.htm, 2008

Salmonella spp. เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปแท่ง ไม่สร้างสปอร์ อยู่ในสกุลของ Enterobacteriaceas มีขนาด 0.5 – 0.7 ไมครอน และยาว 2 – 3 ไมครอน เคลื่อนที่ได้โดยแฟลกเจลลาที่มีอยู่รอบเซลล์ (Peritrichous) (Bryan, 1979) ดังแสดงในภาพที่ 2.1 แต่มีบางสายพันธุ์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น *S.* Gallinarum และ *S.* Pullorum สามารถอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมได้หลายเดือน (Gray and Feddorka – Cray, 2001) เนื่องจากเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจน และสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (Facultative Anaerobe) เป็นพวก Mesophilic Bacteria สามารถเจริญได้ตั้งแต่อุณหภูมิ 8 – 45 องศาเซลเซียส แต่เชื้อ *S.* Typhimurium สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 6.2 องศาเซลเซียส ในอุณหภูมิต่ำหรืออุณหภูมิตู้เย็นเชื้อสามารถเจริญได้ช้าลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ จำนวนเซลล์เริ่มต้น ช่วงการเจริญเติบโต และอุณหภูมิที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้ เชื้อ *Salmonella* spp. เป็นเชื้อที่ไวต่อความร้อน ถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามในอาหารที่มีไขมันสูง และอาหารที่มีความชื้นต่ำ เช่น ช็อคโกแลต มีผลให้เชื้อทนต่อความร้อนได้ดี ส่วนค่า A_w ที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *Salmonella* spp. มีค่าประมาณ 0.93 – 0.96 เมื่อค่า A_w ลดลงจะทำให้ช่วงระยะพักตัว (Lag phase) มีระยะที่ยาวนานขึ้น ส่งผลให้เชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง (Pearson and Dutson, 1990) นอกจากนี้เชื้อยังสามารถทนต่อความเป็นกรด – ด่าง (pH) ได้ในช่วงกว้าง คือ ระหว่าง 4.0 – 9.0 แต่ช่วงที่เหมาะสมคือ 6.0 – 7.5 แต่บางสายพันธุ์ เช่น เชื้อ *S.* Typhimurium สามารถเจริญได้ดีในสภาพที่เป็นกรดมาก (Humphrey, 2000) อย่างไรก็ตามค่า pH ที่เชื้อสามารถเจริญได้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ อุณหภูมิ และองค์ประกอบของอาหาร (Chung and Goepfert, 1970)

การติดเชื้อ *Salmonella* spp. มักเกิดจากการรับประทานอาหารและน้ำที่มีการปนเปื้อนเชื้อ หรือจากสัตว์เลี้ยงที่อาศัยอยู่ตามอาคารบ้านเรือนซึ่งเป็นพาหะของเชื้อ โดยทำให้เกิดโรค Salmonellosis คือ กระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ (Gastroenteritis) โรคโลหิตเป็นพิษ (Septicemia) และไข้ไทฟอยด์ (Typhoid Fever) (กุลดา และคณะ, 2549) ปริมาณของเชื้อที่ทำให้

เกิดอาการของโรค Salmonellosis คือ ประมาณ 10^8 – 10^9 เซลล์ แต่ในบางกรณี แม้ปริมาณของ *Salmonella* spp. จะต่ำกว่า 10^8 – 10^9 เซลล์ ก็สามารถทำให้เกิดโรคได้ (Doyle and Cliver, 1990) อาการจะเกิดขึ้นหลังจากบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนแล้วประมาณ 6 – 48 ชั่วโมง และจะมีอาการอยู่ในระหว่าง 1 – 5 วัน ลักษณะอาการทั่วไปของโรค Salmonellosis คือ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน ปวดศรีษะ ปวดท้อง มีไข้ หนาวสั่น และอ่อนเพลีย ความรุนแรงของอาการที่เกิดขึ้นนั้นจะแตกต่างไปตามชนิดและปริมาณเชื้อที่ได้รับ และความต้านทานของผู้บริโภค สำหรับผู้สูงอายุ หรือเด็กทารก จะมีอาการหนักกว่าคนในวัยอื่น ที่ได้รับเชื้อชนิดเดียวกันและในปริมาณที่เท่ากัน นอกจากนี้ผู้ป่วยโรค AIDS มีโอกาสเกิดโรคแทรกซ้อนจากเชื้อ *Salmonella* spp. ได้มากกว่าคนธรรมดาถึง 20 เท่า (http://vm.cfsan.fda.gov/~mow/chap1.html ; 2008)

2.2.2 การปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อสัตว์

เชื้อ *Salmonella* spp. สามารถปนเปื้อนได้ในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ ตั้งแต่การเลี้ยงในฟาร์ม การขนส่ง โรงฆ่าสัตว์ และการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ (Dickson *et al.*, 2003) ซึ่งปริมาณการปนเปื้อนจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการดูแลจัดการสัตว์ตั้งแต่ในฟาร์ม และการจัดการในกระบวนการผลิต (Pearson and Dutson, 1990) การผลิตที่สะอาดถูกสุขลักษณะจะป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อสัตว์ได้มาก (Thomas and Mc Meekin, 1981)

ตามข้อกำหนดมาตรฐานอาหารกระทรวงสาธารณสุข ระบุว่าอาหารประเภทเนื้อดิบและผลิตภัณฑ์จากเนื้อต้องตรวจไม่พบ *Salmonella* spp. ในตัวอย่าง 25 กรัม แต่จากการศึกษาของ Bangtrakulnoth และคณะ (1994) พบ *Salmonella* spp. ในเนื้อสุกรที่ขายในตลาดสดจังหวัดชลบุรี ร้อยละ 45 ซึ่งประกอบด้วย 13 สายพันธุ์ ได้แก่ *S.* Derby, *S.* Krefeld, *S.* Agona, *S.* Rissen, *S.* Cerro, *S.* Lexington, *S.* Stanley, *S.* Anatum, *S.* London, *S.* Enteritidis, *S.* Panama, *S.* Albany และ *S.* Bovismorbificans สอดคล้องกับรายงานของกรมควบคุมโรคติดต่อ (2546) ที่พบการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ในเนื้อสุกร เนื้อไก่สด และอาหารพร้อมบริโภคที่วางจำหน่ายในซูเปอร์มาเก็ต ถึงร้อยละ 90, 72 และ 3.5 ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Jerngklinchan และคณะ (1994) ที่ได้ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อไก่และเครื่องในไก่ โดยสุ่มตัวอย่างจากตลาดสด ซุปเปอร์มาเก็ต และโรงงานผลิตเนื้อไก่สดในกรุงเทพมหานคร พบ *Salmonella* spp. ในเนื้อไก่สด ตับ ร้อยละ 60 และ 90 ตามลำดับ ส่วนหัวใจและกระเพาะพบเชื้อร้อยละ 80 ซีโรวาร์ที่พบ ได้แก่ *S.* Enteritidis, *S.* Blockley, *S.* Virchow, *S.* Hadar, และ *S.* Paratyphi ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรค Salmonellosis ในคน นอกจากนี้ยังพบเชื้อนี้ในลูกชิ้นไก่และไส้กรอกแช่แข็งที่จำหน่ายในซุปเปอร์มาเก็ตร้อยละ 12 และ 9 ตามลำดับ ซีโรวาร์ที่พบร้อยละ 33 เป็น *S.* Derby

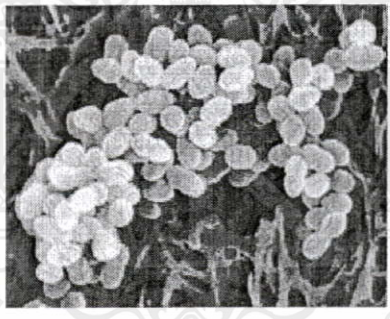
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นเดียวกับการรายงานของ Bello และคณะ (1990) ที่ได้ศึกษาการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ในเนื้อสุกรสดและผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ที่วางจำหน่ายในเมือง Guerrero ประเทศ

Mexico พบการปนเปื้อน 109 ตัวอย่าง จาก 336 ตัวอย่าง ซึ่งเขาได้กล่าวว่าถ้ามีการควบคุมคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาและสุขลักษณะที่ดีในการผลิต รวมทั้งการขนส่งจะสามารถลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Gill และ Brayant (1996) ที่พบว่าการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อสัตว์ เกิดจากการปนเปื้อนตั้งแต่ขั้นตอนการฆ่าและการตัดแต่งเนื้อสัตว์ แม้ว่าการลวกและการล้างซากจะช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อบนผิวซาก แต่สามารถเกิดการปนเปื้อนได้จากอุปกรณ์ในการกำจัดขน และจากลำไส้ในระหว่างการชำแหละ นอกจากนี้จากการศึกษาของ Davies และคณะ (1999) พบว่าภายหลังการชำแหละซากจำนวนเชื้อ *Salmonella* spp. เพิ่มขึ้นเล็กน้อย หากมีการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างเข้มงวดโดยเฉพาะขั้นตอนการกำจัดขน การเผาซาก และการชำแหละ จะทำให้การปนเปื้อนของเชื้อลดลง Sheridan และคณะ (1996) กล่าวว่าในขั้นตอนการชำแหละสุกรที่ถูกสุขลักษณะ จะพบการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. บนเนื้อหมูเพียงร้อยละ 7 ในขณะที่การฆ่าและชำแหละที่ไม่ถูกสุขลักษณะพบเชื้อปนเปื้อนถึงร้อยละ 46

2.3 ความสำคัญ และการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อสัตว์

2.3.1 ความสำคัญของเชื้อ *Staphylococcus aureus*



ภาพที่ 2.2 เชื้อ *Staphylococcus aureus*

ที่มา : http://www.kimicontrol.com/edu-e.html, 2008

Staph. aureus เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างกลมอาจอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวๆหรือเป็นกลุ่ม ซึ่งมีการรวมกลุ่มในลักษณะไม่แน่นอน อาจคล้ายพวกองุ่น ดังภาพที่ 2.2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 – 1.0 ไมครอน ไม่สร้างสปอร์ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ทดสอบ Catalase ให้ผลบวก สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (Facultative Anaerobe) แต่สามารถเจริญได้ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (Anaerobe) ได้ดีกว่า (Pearson and Dutson, 1990) อุณหภูมิที่เชื้อสามารถเจริญเติบโตได้คือ 7 – 47 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดอยู่ระหว่าง 35 – 37 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปเชื้อนี้ทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ

ได้ดี เช่น สามารถทนความร้อนได้สูงถึง 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และมีชีวิตอยู่ในที่เย็น (4 องศาเซลเซียส) ได้เป็นเวลาหลายเดือน ค่า A_w ที่เชื้อสามารถเจริญได้ดีอยู่ระหว่าง 0.86 – 0.99 แต่จะเจริญได้ลดลงเมื่อค่า A_w ต่ำกว่า 0.94 และยังพบว่าเชื้อ *Staph. aureus* ทนต่อความแห้ง สามารถมีชีวิตรอดได้ถึงร้อยละ 50 (Concon, 1988) ค่า pH ที่เชื้อสามารถเจริญได้อยู่ระหว่าง 4.5 – 9.3 และเจริญได้ดีในช่วง 7.0 – 7.5 ในสภาวะที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และค่า pH 7.0 เชื้อจะสามารถผลิตเอนเทอโรทอกซิน A และ B ได้ในปริมาณสูงสุด แต่ที่ค่า pH 4.5 จะไม่พบการผลิตเอนเทอโรทอกซินทั้ง 2 ชนิด ถึงแม้ว่าระยะเวลาจะผ่านไปนานถึง 72 ชั่วโมง และที่ ค่า pH 9.0 หรือสูงกว่านี้ การผลิตเอนเทอโรทอกซินจะลดลงและผลิตได้ในปริมาณที่น้อยมาก นอกจากนี้เชื้อ *Staph. aureus* ยังสามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบถึงร้อยละ 12 – 15 (Pearson and Dutson, 1990)

เชื้อ *Staphylococcus* spp. ที่สามารถก่อให้เกิดโรคในคน ได้แก่ *Staph. aureus*, *Staph. epidermidis*, *Staph. saprophyticus* ซึ่ง William และ Dennis (1988) กล่าวว่าการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus* และสารพิษที่ผลิตขึ้นในเนื้อสัตว์ ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ โดยเชื้อ *Staph. aureus* สามารถสร้างเอนเทอโรทอกซินได้ 8 ชนิด คือ A, B, C_1, C_2, C_3, D, E และ H ซึ่งจะถูกผลิตภายหลังจากที่เชื้อได้มีการเจริญเติบโตแล้ว ปริมาณเชื้อที่สามารถสร้างสารพิษและทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคอยู่ที่ระดับ 10^6 โคโลนี/กรัม เชื้อสามารถผลิตเอนเทอโรทอกซินได้ในช่วงอุณหภูมิ 10 – 46 องศาเซลเซียส และจะผลิตได้ดีที่สุดที่ช่วงอุณหภูมิ 40 – 45 องศาเซลเซียส เอนเทอโรทอกซินจาก *Staph. aureus* เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางในกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก และระบบกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจการควบคุมของจิตใจ อาการของโรคจะเกิดขึ้นภายหลังการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของเอนเทอโรทอกซินประมาณ 4 – 6 ชั่วโมง โดยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง ปวดบริเวณท้องน้อย บางรายอาจมีอาการปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ เหงื่อออก อ่อนเพลีย มีไข้ ความดันโลหิตต่ำ อุจจาระและอาเจียนเป็นเลือด ระดับความรุนแรงของอาการอยู่กับปริมาณเอนเทอโรทอกซินที่ได้รับ และภูมิต้านทานของแต่ละบุคคล ปริมาณต่ำที่สุดที่มีผลทำให้เกิดอาการของโรคประมาณ 1 ไมโครกรัมต่ออาหาร 100 กรัม (Bergdoll, 1973) ส่วนระดับของเอนเทอโรทอกซินในอาหารที่ทำให้เกิดอาการของโรคขึ้นอยู่กับระดับของการปนเปื้อนของเชื้อ ชนิดของอาหาร เวลาและอุณหภูมิในการฟักตัวของเชื้อ โดยพบว่าปริมาณเชื้อ *Staph. aureus* ที่มีผลทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคจะมากกว่า 10^6 โคโลนี/กรัม (Pearson and Dutson, 1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

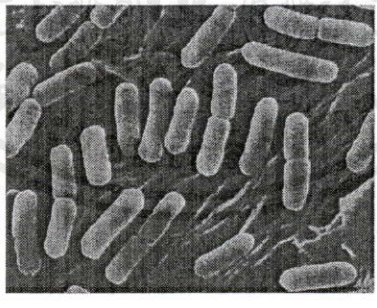
2.3.2 การปนเปื้อนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อสัตว์

เชื้อนี้มักพบทั่วไปในสภาพแวดล้อม เช่น อากาศ ฝุ่น น้ำ อาหาร และอุจจาระ อย่างไรก็ตามเชื้อนี้มักจะอยู่ที่บริเวณเยื่อบุของจมูก โพรงจมูก และบริเวณผิวหนังของมนุษย์ ดังนั้นมนุษย์จึง

เป็นแหล่งสำคัญในการแพร่กระจายเชื้อ โดยเฉพาะขั้นตอนที่มีคนเข้าไปปฏิบัติงาน เช่น การชำแหละ ตัดแต่งซาก เป็นต้น Nkanga และ Uraih (1981) ได้ทำการสำรวจปริมาณเชื้อ *Staph. aureus* ในเนื้อสัตว์ที่ขายในตลาดสดในเมือง Benin ประเทศไนจีเรีย พบการปนเปื้อนเชื้อในตัวอย่างเนื้อหมูร้อยละ 100 จาก 24 ตัวอย่าง ในปริมาณเฉลี่ย 6.4 x 10^{10} โคโลนี/กรัม ในเนื้อวัวพบ 7.0 x 10^{9} โคโลนี/กรัม ส่วนในเนื้อไก่พบ 6.8 x 10^{9} โคโลนี/กรัม สำหรับการสุ่มตัวอย่างในซุปเปอร์มาเก็ตพบ *Staph. aureus* ในตัวอย่างเนื้อหมูแช่เย็นทุกตัวอย่างจากการสุ่ม 24 ตัวอย่าง โดยมีปริมาณเชื้อเฉลี่ยประมาณ 3 x 10^{5} โคโลนี/กรัม ในเนื้อวัวแช่เย็นพบเพียงร้อยละ 62.5 มีปริมาณเชื้อเฉลี่ย 4.5 x 10^{5} โคโลนี/กรัม ในเนื้อไก่แช่เย็นพบเพียงร้อยละ 54.1 มีปริมาณเชื้อเฉลี่ยประมาณ 2.0 x 10^{4} โคโลนี/กรัม Smith และคณะ (1983) รายงานว่าในช่วงปี ค.ศ. 1975 – 1979 พบการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *Staph. aureus* ในประเทศสหรัฐอเมริกาถึงร้อยละ 28 แหล่งสำคัญในการระบาดมาจากบ้านร้อยละ 27 ร้านอาหารร้อยละ 19 โรงเรียนร้อยละ 14 และจากแหล่งอื่นๆอีกร้อยละ 40 โดยอาหารเป็นพิษจาก *Staph. aureus* ร้อยละ 73 เกิดจากอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ต่างๆ และ Pearson and Dutson (1990) ได้รายงานว่าเชื้อ *Staphylococcus* spp. เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหารจำพวกผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบ ถ้าหากเก็บไว้ที่อุณหภูมิไม่ต่ำพอมักจะพบเมือกที่เกิดขึ้นที่บริเวณผิวผลิตภัณฑ์

2.4 ความสำคัญ และการปนเปื้อนของ *Escherichia coli* ในเนื้อสัตว์

2.4.1 ความสำคัญของ *Escherichia coli*



ภาพที่ 2.3 เชื้อ *Escherichia coli*

ที่มา : http://www.astrographics.com/GalleryPrintsIndex/GP2144.html, 2008

E. coli เป็นจุลินทรีย์แกรมลบ รูปร่างเป็นแท่งขนาด 1.0 – 6.0 ไมโครเมตร เรียงตัวเดี่ยวๆหรือเป็นคู่ ดังภาพที่ 2.3 (วิลาวัณย์, 2539) เคลื่อนที่ได้ ให้ผลลบต่อการทดสอบ Catalase เจริญได้ดีทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน (Facultative Anaerobe) สามารถใช้แอซีเตตเป็นแหล่งคาร์บอนแต่ไม่ใช้ซิเตรต การหมักกลูโคสและคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ ให้ไพรูเวตซึ่งเป็นกรดแลคติก

และกรดฟอร์มิกต่อไป กรดฟอร์มิกจะกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน โดยระบบเอนไซม์ไฮโดรเจนไลเอส ส่วนใหญ่สามารถหมักน้ำตาลแล็กโทส โคโลนีมีสีเทาบน Blood Agar และมีสีชมพูบน MacConkey Agar ส่วนใหญ่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง (Hemolysis) แต่มีสายพันธุ์ที่สลายเม็ดเลือดแดงหรือ Hemolytic *E. coli* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรค (อุไม และศุภลักษณ์, 2544) เชื้อนี้เป็นจุลินทรีย์จำพวก Mesophilic สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 7 – 50 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 37 องศาเซลเซียส ทนต่ออุณหภูมิ 62.8 องศาเซลเซียส ค่า A_w ต่ำสุดที่สามารถเจริญเติบโตได้คือ 0.93 และค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 7 – 7.5 แต่ค่า pH ต่ำสุดที่สามารถเจริญได้คือ 4.4

พบเชื้อนี้ได้ทั้งในดิน น้ำ พืชผัก และในลำไส้ของคนและสัตว์ โดยไม่ก่ออันตราย นอกจากนี้ *E.coli* ยังพบได้ในอุจจาระ ปัสสาวะ หรือแม้กระทั่งในสิ่งสกปรกต่างๆ ดังนั้นจึงใช้เชื้อ *E. coli* เป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ถึงการจัดการด้านสุขาภิบาลของการผลิต แต่มีบางสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารทั้งในคนและสัตว์ สามารถแบ่งเชื้อตามลักษณะความรุนแรงของเชื้อ (Virulence Properties) ลักษณะอาการของโรคและการจับกันของเชื้อในเยื่อเมือกของลำไส้ได้ดังนี้ (นงลักษณ์, 2544)

- Enterotoxigenic *E.coli* (ETEC)

เป็นสายพันธุ์ที่สามารถสร้างเอนเทอโรทอกซิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดที่ไม่ทนความร้อน (Heat Labile Toxin; LT) และชนิดที่ทนความร้อน (Heat Stable Toxin; ST) เอนเทอโรทอกซินกลุ่มไม่ทนความร้อนยังแบ่งเป็นชนิด A และ B เรียกย่อๆว่า LTA และ LTB โดย LT จะทำให้เกิดอาการของโรคอย่างช้าๆและมีอาการนาน ลักษณะอาการของ LT จะคล้ายกับพิษจากอหิวาตกโรค เอนเทอโรทอกซินกลุ่มนี้ถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ส่วนเอนเทอโรทอกซินกลุ่มที่ทนความร้อนมี 2 ชนิดเช่นกัน คือ a และ b เรียกกันย่อๆว่า STa หรือ ST – I และ STb หรือ ST – II ซึ่ง ST นี้ทนความร้อนได้ดีที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที และทนต่อสภาพความเป็นกรด ทำให้เกิดอาการของโรคตั้งแต่ท้องร่วงเล็กน้อย จนกระทั่งท้องร่วงอย่างรุนแรง ถ่ายเป็นน้ำ แต่ไม่มีเลือดหรือมูก ปวดท้องและอาเจียน หากพบเชื้อชนิดนี้ในเด็กแรกเกิดอาจทำให้เกิดการสูญเสียน้ำอย่างรุนแรงได้

- Enteropathogan *E.coli* (EPEC)

เป็นสายพันธุ์ที่ไม่สร้างเอนเทอโรทอกซิน เจริญเติบโตในลำไส้ส่วนต้น ทำให้เกิดอาการอุจจาระร่วงเป็นน้ำ มีไข้ และหนาวแต่ไม่ค่อยพบอาการอาเจียน หรือมีไข้ ซึ่งมีอาการภายใน 12 – 30 ชั่วโมง ภายหลังได้รับเชื้อ ซึ่งในเด็กแรกเกิดมีอาการไข้รุนแรงกว่าปกติ อาจมีอาการของโรคนาน 2 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Enteroinvasive *E.coli* (EIEC)**

ในกลุ่มนี้ไม่สร้างเอนเทอโรทอกซิน แต่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงมีลักษณะคล้ายได้รับเชื้อ *Shigella* หรือโรคบิด โดยมีอาการเป็นตะคริวในช่องท้อง ถ่ายเป็นมูกเหลว อาจมีเลือดปน ปวดเบ่ง มีไข้ และพบอาการอาเจียนได้

- **Enterohaemorrhagic *E.coli* (EHEC) หรือ Verotoxin Producing *E.coli* (VTEC)**

เป็น *E.coli* ชนิดที่สร้างเอนเทอโรทอกซิน 2 ชนิด คล้ายๆกับสารพิษที่สร้างโดยเชื้อ *Shigella* จึงเรียกว่า Shiga – Like Toxin ได้แก่ SLT – I และ SLT – II (Verotoxin, Verocytotoxin) ซึ่งทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วง ถ่ายเป็นน้ำเลือด ท้องร่วงอย่างรุนแรง และทำให้เกิดการอับเสบของลำไส้ (Haemorrhagic Colitis) ทำให้จำนวนเซลล์เม็ดเลือดแดงและเกร็ดเลือดลดลง (Haemolytic Anemia and Thrombocytopaenia) อาจทำให้กระเพาะปัสสาวะอักเสบ หรือไตวาย (Haemolytic Uraemic Syndrome) นอกจากนี้ยังทำให้เกิดอันตรายกับสมองส่วนกลาง (Central Nervous System) ด้วย และอาจรุนแรงถึงตายได้ (Neill, 1994) ซีโรไทด์ที่สำคัญในกลุ่มนี้คือ *E.coli* O157:H7 ซึ่งเป็นเชื้อที่สามารถทนกรดได้สูงกว่าเชื้อ *E.coli* สายพันธุ์อื่นๆ (Arnold and Kaspar, 1995) สามารถเจริญได้ที่ pH 2.5 เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทนการทำลายที่อุณหภูมิ 62.8 องศาเซลเซียส และสามารถเจริญในสภาพที่ขาดน้ำ ปริมาณเชื้อ 1,000 เซลล์ สามารถทำให้เกิดโรคได้ *E.coli* O157:H7 ส่วนมากจะสร้างสารพิษชนิด SLT – I สารพิษนี้ถูกทำลายฤทธิ์ได้โดยใช้ Antitoxin ที่เตรียมจากเชื้อ *Shigella* โรคท้องร่วงที่เกิดจากเชื้อ *E.coli* O157 : H7 นอกจากทำให้เกิดอาการท้องร่วงแล้ว ยังมีอาการของลำไส้อักเสบ และมีเลือดออก (Hemorrhagic Colitis) ทำให้เสียชีวิตได้ การติดเชื้ออาจเกิดจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งๆ ถึงแม้ว่าเชื้อที่ได้รับเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เกิดโรคได้ (Doyle and Padhye, 1989; Griffin and Tauxe, 1991)

2.4.2 การปนเปื้อน *Escherichia coli* ในเนื้อสัตว์

การปนเปื้อน *E.coli* ในเนื้อสัตว์ มาจากการจัดการสุขาภิบาลและการจัดการฟาร์มที่ไม่ดี บริเวณที่มีการปนเปื้อนของเชื้อสูงได้แก่ ลำไส้ คอ ท้อง ขา ซึ่งปริมาณของเชื้อ *E.coli* ในลำไส้อาจเป็นปัจจัยสำคัญต่อระดับการปนเปื้อนของเชื้อในซากสัตว์ได้ จากรายงานของสถาบันคลังสมองของชาติ (2548) ได้ศึกษาถึงความปลอดภัยในเนื้อสุกรในขั้นตอนการขนส่งและการวางจำหน่ายเนื้อสุกรในตลาดสด พบว่าในระหว่างการขนส่งซากและชิ้นเนื้อสุกรไปยังตลาดสดสามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนของ *E.coli* ในเนื้อสัตว์ ทั้งนี้เพราะสภาพของรถมีลักษณะเป็นรอนไม่เรียบ มีการหมักหมมของสิ่งต่างๆภายในรถ และลักษณะการขนส่งที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ มีการขนส่งเนื้อสุกรและเครื่องในภายในรถคันเดียวกัน ส่วนการวางจำหน่ายสุกรในตลาดสดส่วนใหญ่เป็นพื้นแผงที่ทำจากสแตนเลส ไม้ และอื่นๆ เช่น กระเบื้อง อลูมิเนียม พบการปนเปื้อนของ *E.coli* ในมีดและเขียง $< 2 - 4.8 \times 10^3$ และ $< 2 - 1.6 \times 10^5$ โคโลนี/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้เขียงที่ใช้มี 2 ลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ เขียงสับซึ่งส่วนใหญ่ทำจากไม้ และเขียงหั่นซึ่งอาจทำจากพลาสติกหรือไม้ ซึ่งแผงส่วนใหญ่มีเขียงหั่นมากกว่า 1 เขียง โดยใช้เขียงเดียวกันหั่นทั้งเนื้อสุกรและเครื่องใน สภาพของเขียงโดยรวมมีคราบสกปรก

นอกจากนี้ นงคราญ (2543) ได้ศึกษาสุขลักษณะของเนื้อสุกร ที่จำหน่ายในตลาดและซุปเปอร์มาเก็ตในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 14 แห่ง พบว่าเนื้อสุกรมีการปนเปื้อนของเชื้อ *E.coli*, *Staph. aureus, C. perfringens* และ *Salmonella* spp. ร้อยละ 75.0, 44.4, 68.8 และ 2.8 ตามลำดับ ส่วนตับสุกรมีการปนเปื้อนของเชื้อในร้อยละ 65.9, 58.5, 2.4 และ 9.8 ตามลำดับ โดยพบว่าเนื้อสุกร 36 ตัวอย่างมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ร้อยละ 2.8 – 75 ส่วนตับสุกร 41 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนร้อยละ 2.4 – 65.9 แต่ไม่พบเชื้อ *Vibrio cholerae* ซึ่งการปนเปื้อนทั้งในเนื้อและตับมาจากกระบวนการฆ่า การล้างซาก การขูดขน การตัดแต่ง และการขนส่ง นอกจากนี้ Walsh และคณะ (1997) ยังได้กล่าวว่าการปนเปื้อนของ *E.coli* ในกระบวนการฆ่าสุกรอาจมาจากสุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานไม่ดีพอ ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามจากพนักงานที่สัมผัสซาก

Elder และคณะ (2000) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E.coli* O157:H7 ในเนื้อสัตว์ พบการปนเปื้อนของเนื้อบริเวณส่วนอกร้อยละ 28.8 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการสัมผัสโดยตรงกับพื้นของสถานประกอบการขณะที่สัตว์นอนพักในฟาร์ม หรือคอกพักของโรงฆ่าสัตว์ หรือพื้นผิวอื่นๆ นอกจากนี้ Bouvet และคณะ (2001) ได้ทำการศึกษาซากสุกรจำนวน 150 ซาก จากโรงฆ่าสุกร 3 แห่ง ในประเทศฝรั่งเศส พบว่าร้อยละ 50 ของซากมีการปนเปื้อน *E.coli* เช่นเดียวกับรายงานของ Read และคณะ (1990) พบการปนเปื้อนของ *E.coli* บนเนื้อสุกรร้อยละ 10.6 (n = 235) และจากตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมในโรงฆ่า 876 ตัวอย่าง พบเชื้อ *E.coli* ร้อยละ 19 โดยตัวอย่างเหล่านั้นได้แก่ โต๊ะ มีด ผนัง ก่อนการเริ่มปฏิบัติงานและหลังปฏิบัติงานซึ่งผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว

2.5 กรดแลคติก (Lactic Acid)

กรดแลคติกเป็นกรดอินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารหลายชนิด สามารถผลิตได้จากธรรมชาติโดยกระบวนการหมักน้ำตาล ด้วยเชื้อในตระกูล *Streptococcaceae* และ *Lactobacillaceae* กรดแลคติกสามารถเตรียมได้จากการหมักน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Highly Refined Sucrose) แล้วทำให้บริสุทธิ์โดยเปลี่ยนเป็นผลึกของ Calcium Lactate แล้วนำมาทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถัน (Sulfuric Acid) เพื่อให้ได้สารละลายกรดแลคติกบริสุทธิ์ สำหรับวิธีอื่นๆนั้นอาจทำโดยการหมักแป้งมันฝรั่งหรือกากน้ำตาลโดยใช้เชื้อ *Lactobacillus delbruckii* หรือ *Lactobacillus bulgaricus* แล้วนำมาทำให้บริสุทธิ์แบบเดียวกับที่กล่าวมา (ศิวาพร, 2529)

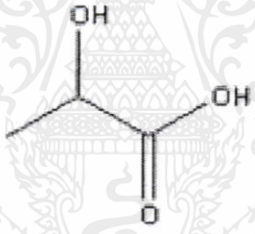
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้กรดแลคติกในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ได้รับการยอมรับมากขึ้น เนื่องจากเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ และได้การรับรองความปลอดภัยในการใช้เป็นสารปรุงแต่งรสอาหารในประเทศ

สหรัฐอเมริกา (FAO/WHO, 1974) ร่างกายของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่สามารถรับสารเข้าสู่ร่างกายได้มากกว่า 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่สูงมาก นอกจากนี้กรดแลคติกยังมีคุณสมบัติที่สามารถละลายน้ำได้ มีรสชาติ แต่จะไม่กลบหรือลบกลิ่นรสอื่นๆเมื่อใส่ลงในผลิตภัณฑ์อาหาร ความเป็นพิษต่ำ ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่มีสารตกค้างใดๆ และมีผลในการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี (Snijders and Woolthuis, 1985)

2.5.1 คุณสมบัติของกรดแลคติก

กรดแลคติกมีสูตรโมเลกุล $C_3H_6O_3$ โครงสร้างของกรดแลคติก ดังภาพที่ 2.4 แบ่งตามคุณสมบัติการบิดระนาบแสงโพลาร์ไรซ์ได้ 2 แบบ คือ D(-) และ L(+) กรดแลคติกในรูป L(+) จะพบได้ในสัตว์และมนุษย์ ในร่างกายมนุษย์เกิดจากเมตาบอลิซึมของกลูโคส หรือไกลโคเจน รวมทั้งยังพบในจุลินทรีย์พวกที่สร้างกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria) ดังนั้น L(+) จึงเรียกได้ว่าเป็น Natural หรือ Physiological Lactic ซึ่งร่างกายมนุษย์สามารถสังเคราะห์ได้ในปริมาณ 114 – 117 กรดแลคติก/24 ชั่วโมง/70 กิโลกรัม (Smulders and Woolthuis, 1986) ส่วนกรดแลคติกในรูป D(-) จะได้มาจากการสังเคราะห์ (Krusch, 1978)



ภาพที่ 2.4 สูตรโครงสร้างของกรดแลคติก (Lactic Acid)

ที่มา : http://msds.pcd.go.th/searchName.asp?vID=1588, 2008

2.5.2 กลไกในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยใช้กรดอินทรีย์

การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วยกรด เกิดจากส่วนที่ชอบไขมัน (Lipophilic) ของกรดที่ใช้ ซึ่งจะอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวและซึมผ่านเข้าไปในพลาสมาเมนเบรน (Plasma Membrane) ของแบคทีเรียที่มี ค่า pH ค่อนข้างเป็นกลาง (ค่า pH 7) ซึ่งสูงกว่าค่า pH ของไซโตรพลาสซึม (Cytoplasm) ดังนั้นเมื่อกรดอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัวเข้าไปในเซลล์ จะเกิดภาวะแตกตัวออกในรูปของโปรตอน (Protons) และ Conjugated Base และจะมีผลในการทำลาย Oxidative Phosphorylation Form ของระบบการขนส่งอิเล็กตรอน (Electron Transport System) รวมไปถึงการยับยั้งระบบขนส่งสารโมเลกุล (Substrate Molecule) เข้าสู่เซลล์ ซึ่งผลในการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยกรดอินทรีย์นี้ จะขึ้นกับค่าคงที่ของการแตกตัวของกรดด้วย (Adam

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and Hall, 1988) นอกจากนี้การลดค่า pH ของไซโตรพลาสซึมส่งผลให้ไปยับยั้งการสังเคราะห์สารโมเลกุลขนาดใหญ่หลายชนิด เช่น ส่วนประกอบของผนังเซลล์ ดีเอ็นเอ ไขมัน โปรตีน และอาร์เอ็นเอ และเมื่อค่า pH ของกรดลดลง 1.0 จะมีผลให้ประสิทธิภาพของการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น 10 เท่าตัว (ชัยณรงค์, 2529) นอกจากนี้การที่ค่า pH ลดต่ำลง ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งค่า pH ที่ลดต่ำลงนั้นเป็นการช่วยขยายระยะเวลาในช่วงระยะพักให้นานออกไป จึงทำให้กรดมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Woolthius and Smulders, 1985 ก.)

2.5.3 ประสิทธิภาพของการใช้กรดแลคติก ขึ้นอยู่กับ

- ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อตั้งต้น

Smulders และ Woolthuis (1986) รายงานว่าถ้าเนื้อสัตว์มีปริมาณของจุลินทรีย์ตั้งต้นสูง ประสิทธิภาพของกรดแลคติกในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์จะลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ที่มีปริมาณเชื้อตั้งต้นต่ำ และคมแข (2540) ยังได้รายงานว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นบนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานมีจำนวนต่ำกว่าโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.05$) และเมื่อฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลคติก จำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานจะต่ำกว่าโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งขัดแย้งกับรายงานของ Fu (1994) ที่พบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวมบนซากสุกรที่ฉีดและที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วยกรดอินทรีย์ ไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์มีจำนวนน้อยมาก เป็นผลมาจากการลวกซาก ขูดขน เผาขน และการฉีดล้างด้วยน้ำแรงดันสูงในกระบวนการฆ่า จึงทำให้ไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างซากที่ใช้กรดและไม่ใช้กรด

- ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลคติก

สารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้นสูงจะมีผลทำให้ค่า pH ต่ำ สามารถยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ได้มากกว่าสารละลายกรดแลคติกที่มีค่า pH สูง (Smulders and Woolthuis, 1986) นอกจากนี้ El – Khateib (1993) รายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลคติกระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) ฉีดพ่นบนเนื้อโคตัดเป็นทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ซึ่งผ่านการถ่ายเชื้อ *Listeria monocytogenes* และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าปริมาณเชื้อ *L. monocytogenes* ที่ผิวเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในระหว่างการเก็บที่เวลา 1, 24 และ 48 ชั่วโมง (1.7, 1.1 และ 0.6 log colony/cm^2 ตามลำดับ) และร้อยละของการปนเปื้อนเชื้อ *L. monocytogenes* บนผิวเนื้อโคจะมีปริมาณลดลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรดแลคติก เช่นเดียวกับผลการศึกษาของคมแข (2540) รายงานว่าการฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1, 2 และ 3 (v/v) บนซากสุกร ทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรมีแนวโน้มลดลงที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลคติกที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งการใช้สารละลายกรดแลคติกที่ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้นระดับใด ควรพิจารณาจากการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส เช่น กลิ่น และรสชาติด้วย (Snijders and Woolthuis, 1985)

- อุณหภูมิในการเก็บรักษา

Smulders และ Woolthuis (1986) กล่าวว่าอาจพบเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากที่เปิยกชื้น จึงควรใช้กรดแลคติกฉีดพ่นบนผิวซากให้เร็วที่สุด ภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่า เพื่อให้การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อช้าลง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Cudjoe (1988) ในการใช้สารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1 (v/v) ฉีดพ่นลงบนซากโค และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4, 15 และ 20 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวมลงได้อย่างมีนัยสำคัญทุกอุณหภูมิดังกล่าว และอายุการเก็บรักษาซากโคนานขึ้นอย่างน้อย 3 วัน เมื่อเก็บซากไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนานขึ้น 1 วัน เมื่อเก็บซากไว้ที่อุณหภูมิ 15 และ 20 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Anderson (1990) ที่แช่ชิ้นเนื้อโคขนาด 2.54 x 2.54 ตารางเซนติเมตร ลงในสารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0, 1, 2 และ 3 (v/v) แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 25, 40 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ลดลงในอัตราส่วนแปรผันโดยตรงกับระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกที่ใช้ โดยค่า pH ลดลงในช่วง 5 วินาทีแรก แล้วเพิ่มขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการจุ่มสารละลายกรดแลคติกหลังการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติการเป็นบัฟเฟอร์ (Buffer Capacity) ของเนื้อโคมีค่าสูงกว่าในสารละลาย ในขณะเดียวกันกรดจะแตกตัวเป็นอิอออนอิสระและอิอออนอิสระของกรดจะแพร่เข้าสู่ผิวหน้าของชิ้นเนื้อ เป็นผลให้ค่า pH ของตัวอย่างเนื้อโคในช่วงแรกมีค่าต่ำและเพิ่มขึ้นในช่วงท้าย

2.5.4 วิธีการใช้กรดแลคติก

Woolthius และ Smulders (1985 ข.) กล่าวว่าวิธีการใช้สารละลายกรดแลคติกที่นิยม มี 2 วิธี ขึ้นอยู่กับลักษณะของซากและความเหมาะสม ได้แก่

- การฉีดพ่น (Spraying) วิธีนี้นิยมใช้กับซากที่มีขนาดใหญ่โดยเป็นวิธีที่สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ดีวิธีหนึ่งและมีผลดีคือ ประหยัดแต่วิธีการฉีดพ่นจะมีเงื่อนไขในการใช้คือ เมื่อทำการฉีดพ่นกรดแลคติกที่แรงดันสูงจะพบการสะสมของของเหลวบริเวณใต้ผิวหนัง เมื่อนำซากไปแช่เย็นอาจจะพบลักษณะไม่พึงประสงค์

- การจุ่ม (Dipping) วิธีการนี้นิยมใช้กับซากที่มีขนาดเล็ก เช่น เครื่องในสัตว์ จะทำให้กรดแลคติกสามารถสัมผัสทุกจุดบนผิวชิ้นส่วนได้ ข้อเสียของวิธีนี้คือ จะทำให้มีประสิทธิ ภาพของกรดแลคติกนั้นลดลง เนื่องจากเกิดการปนเปื้อนของซากที่จุ่มลงไป (Woolthius and Smulders, 1985 ข.) Caspar และคณะ (1983) รายงานว่าเมื่อนำตับสุกรจุ่มในสารละลายกรดแลคติกเข้มข้นร้อยละ 0.2 (v/v) นาน 5 นาที หรือจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที แล้วนำมาบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในถุงสูญญากาศ เก็บไว้ที่ 3 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 และ 5 วัน ผลที่ได้คือ กรดแลคติกสามารถลดจำนวน จุลินทรีย์ลงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะทำให้ตับมีสีซีดลงเล็กน้อย

2.5.5 การใช้กรดแลคติกในการยับยั้งจุลินทรีย์

กรดแลคติกออกฤทธิ์ได้ทั้งในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทันที หรือชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทนกรด การทำงานของกรดแลคติกเริ่มจากกรดแลคติกที่พ่นหรือจุ่มลงในเนื้อจะรวมตัวกับน้ำบริเวณผิวเนื้อสัตว์ และซึมเข้าไปในเซลล์จากนั้นจะรวมตัวกับเซลล์เป็นเวลา 10 – 60 วินาที แล้วแยกตัวออกมา การเข้าไปรวมตัวกับเซลล์จะทำให้เซลล์มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น (Eklund, 1999) เกิดกระบวนการทางเคมียับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ โดยกรดแลคติดจะมีผลในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ (Ingram, 1988) จากการศึกษาของ Oliveria และ Brito (1996) ที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 2 ระดับคือร้อยละ 2 และ 4 (v/v) พบว่าสารละลายกรดแลคติกสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์รวมได้ทั้ง 2 ระดับ แต่เมื่อฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 (v/v) จะมีน้ำซึมเยิ้มออกมาที่ผิวหน้าของเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Alves และคณะ (1995) ที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 และ 5 (v/v) บนเนื้อสันนอกของสุกร พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมนั้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้ง 2 ระดับ แต่ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 (v/v) เนื้อมีสีซีดลงและมีน้ำเยิ้มซึมออกมาอย่างเห็นได้ชัด เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Woolthuis และ Smulders (1985 ข.) ที่ได้ฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 1, 2, 3 และ 5 (v/v) ลงบนซากสุกร พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมลดลงตามระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 (v/v) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมลดลงมากที่สุด แต่ก็จะทำให้เนื้อมีสีซีดมากและมีน้ำซึมออกมามากที่สุด

Smulders และ Woolthuis (1986) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติกในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* spp. ในหลอดทดลอง พบว่าสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 0.2 mol/l มีค่า pH 2.5 เป็นเวลา 2 นาที สามารถทำลายเชื้อนี้ได้ 4.3 – 5.2 log โคโลนี/มิลลิลิตร และคมแข (2540) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติกในการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby และ *Staph. aureus* ในหลอดทดลอง (*In Vitro* Test) พบว่า *S.* Derby จะลดลงอย่างสมบูรณ์เมื่อระยะเวลาที่สารละลายกรดแลคติกสัมผัสกับเชื้อนาน 48, 24 และ ภายในชั่วโมงแรก ที่ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกร้อยละ 1, 2 และ 3 (v/v) ตามลำดับ ส่วนการยับยั้งเชื้อ *Staph. aureus* โดยการใช้สารละลายกรดแลคติกทั้ง 3 ระดับ ดังกล่าวไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่พบว่าเมื่อระยะเวลาที่สารละลายกรดแลคติกสัมผัสกับเชื้อนานขึ้นจะพบแนวโน้มการลดลงมากที่สุด คือ 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ผุสดี (2543 ก.) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติกในการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby และ *Staph. aureus* ในหลอดทดลอง พบว่าสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น

ร้อยละ 2 (v/v) ระยะเวลาสัมผัสเชื้อนาน 1 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของ *S.* Derby ที่ระดับเชื้อเริ่มต้น 4, 5 และ 6 log โคโลนี/มิลลิลิตร ได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่เชื้อ *Staph. aureus* จะลดลงที่ระยะเวลาสัมผัสกับเชื้อนาน 1 นาที ที่ระดับเชื้อเริ่มต้น 4 และ 5 log โคโลนี/มิลลิลิตร และ 2 นาที ที่ระดับเชื้อเริ่มต้น 6 log โคโลนี/มิลลิลิตร ได้อย่างสมบูรณ์ และผุสดี (2543 ข.) ก็ยังได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติกในการลดปริมาณเชื้อ *S.* Derby และ *Staph. aureus* บนเนื้อสันนอกสุกร โดยเก็บรักษาเนื้อที่อุณหภูมิ 4 และ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 1, 3, 5 และ 7 วัน พบว่าเมื่อในการเก็บรักษาเนื้อที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) สามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby และจะควบคุมจำนวนเชื้อดังกล่าวได้นานถึง 7 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อนี้ได้ ซึ่งผลการทดสอบ *Staph. aureus* ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน

จากรายงานของ Epling (1993) พบว่าการใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) ฉีดพ่นบนซากสุกร แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบการลดลงของเชื้อ *Salmonella* spp. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Smulders และ Woolthuis (1985) ได้กล่าวว่า ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์นั้นไม่แน่นอน พบว่าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1, 1.2 , 1.25 และ 2.0 (v/v) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของเนื้อ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อด้วย เมื่อนำเนื้อที่มีลักษณะเป็น PSE มาฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลคติก พบว่ามีผลทำให้สีของเนื้อเปลี่ยน เมื่อใช้ความเข้มข้นเพียงร้อยละ 1.25 (v/v) เพราะมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีในชั้นไขมันใต้ผิวหนัง (Subcutanous Fat) แต่หลังจากการตัดแต่งเอาไขมันออกแล้วสามารถใช้กรดแลคติกที่ความเข้มข้นสูงกว่าคือร้อยละ 2 (v/v) โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสี

2.6 น้ำมันมะพร้าว (Coconut Oil)

2.6.1 ประเภทของน้ำมันมะพร้าว (ณรงค์, 2549)

น้ำมันมะพร้าวแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามกระบวนการผลิตดังนี้

2.6.1.1 น้ำมันมะพร้าว RBD (Refined Bleached and Deodorized)

เป็นน้ำมันมะพร้าวที่สกัดได้จากเนื้อมะพร้าวห้าวโดยการบีบ หรือใช้ตัวทำละลายผ่านความร้อนสูง และผ่านขบวนการทางเคมี คือ การทำให้บริสุทธิ์ (Refining) ฟอกสี (Bleaching) และกำจัดกลิ่น (Deodorization) หลังจากที่สกัดได้ เพื่อให้เหมาะสำหรับการบริโภค ลักษณะของน้ำมันที่ได้มีสีเหลืองอ่อนไม่มีกลิ่นและรส ปราศจากวิตามินอี เพราะถูกขจัดออกไปโดยขบวนการทางเคมี มีปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid; FFA) ไม่เกิน 0.1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.2 น้ำมันมะพร้าวบีบเย็น (Cold – Pressed Coconut Oil)

ได้จากการสกัดโดยวิธีธรรมชาติ หรือโดยกระบวนการบีบไม่ผ่านความร้อนสูงผลิตจากเนื้อมะพร้าวสดเป็นน้ำมันมะพร้าวที่บริสุทธิ์ สีใสเหมือนน้ำ มีวิตามินอี และไม่ผ่าน

กระบวนการเติมออกซิเจน (Oxidation) มีค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide) และกรดไขมันอิสระต่ำมีกลิ่นมะพร้าวอย่างอ่อนๆถึงแรง ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตมีความชื้นไม่เกิน 0.1 % เรียกน้ำมันมะพร้าวชนิดนี้ว่า **น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์** หรือ **Virgin Coconut Oil (VCO)** เป็นน้ำมันที่ผลิตโดยอุตสาหกรรมขนาดเล็ก หรือในครัวเรือน

2.6.2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์

2.6.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

น้ำมันมะพร้าวจะมีลักษณะใส ไม่มีสี หรือมีเหลืองน้ำตาลอ่อน มีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิระหว่าง 23 – 26 องศาเซลเซียส ถ้าอยู่ในรูปของแข็งจะเกิดการเสื่อมสลายได้ช้ากว่าในรูปของเหลว ในจำพวกน้ำมันพืชด้วยกันแล้วน้ำมันมะพร้าวจะมีความข่นต่ำที่สุด มีคุณสมบัติดีเลิศสำหรับเป็นฉนวนไฟฟ้า

2.6.2.2 คุณสมบัติทางเคมี

น้ำมันมะพร้าวประกอบด้วยกรดไขมันและสารต่างๆ ดังนี้ (ณรงค์, 2548)

- **กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid)** น้ำมันมะพร้าวเป็นน้ำมันจำพวกไขมันอิ่มตัว (Saturated Oil) ประกอบไปด้วยกรดไขมันที่อิ่มตัวกว่าร้อยละ 90 อะตอมของธาตุคาร์บอนของกรดไขมันที่อิ่มตัว จะต่อกันเป็นเส้น (Chain) โดยมีพันธะเดี่ยว (Single Bond) จับกันเองเป็นเส้นยาวตามจำนวนของคาร์บอน แต่ละอะตอมของคาร์บอนจะมีไฮโดรเจนติดอยู่ 2 ตัว เนื่องจากแต่ละอะตอมของคาร์บอนไม่สามารถรับไฮโดรเจนได้อีก เพราะไม่มีพันธะว่าง จึงเรียกน้ำมันที่มีกรดไขมันประเภทนี้ว่า **"น้ำมันอิ่มตัว"** กรดไขมันอิ่มตัวในน้ำมันมะพร้าวส่วนใหญ่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอน 8 – 14 ตัว กรดไขมันที่สำคัญได้แก่ กรดคาปริก (Capric Acid; C10) กรดลอริก (Lauric Acid; C12) และกรดไมริสติก (Myristic Acid; C14) ทำให้โมเลกุลมีความยาวของเส้นขนาดปานกลาง (Medium Chain Fatty Acid; MCFA) น้ำมันมะพร้าวมีค่า Saponification สูงสุดประมาณ 251 – 263 และมีค่าไอโอดีน (Iodine Value) ต่ำสุด 8 – 9.6 การที่ค่าไอโอดีนต่ำทำให้น้ำมันมะพร้าวถูกจัดเป็นประเภท Non Drying Oil คุณสมบัติดังกล่าวซึ่งเหมาะสมในการนำมาใช้ในอุตสาหกรรม (ณัฐเวทย์ และ สุภาวดี, 2548 ก.)

นอกจากนี้แล้วน้ำมันมะพร้าวยังประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวด้วย (Unsaturated Fatty Acid) แต่มีเพียงร้อยละ 9 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- **กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid)** คือ กรดไขมันที่มีอะตอมของคาร์บอน 1 ตัว ไม่มีไฮโดรเจน 2 ตัวมาจับ จึงต้องจับคู่กันเองด้วยพันธะคู่ (Double Bond) จึงเป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่เพียงหนึ่งคู่

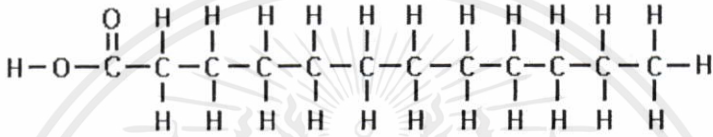
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid)** คือ กรดไขมันที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 คู่ ส่วนใหญ่กรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีจำนวนอะตอมของคาร์บอนมาก จึงทำให้

81355

โมเลกุลมีความยาวมาก เช่น กรดลินโนเลอิก (Linoleic Acid; C18) เมื่อรวมตัวกับ Glycerol เป็น Glyceride ไขมันและน้ำมันมะพร้าวจะมี Triglyceride เป็นส่วนมาก และมี Monoglyceride และ Digluceride เพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับไขมันและน้ำมันชนิดอื่น น้ำมันมะพร้าวจะมี Glycerol สูงกว่าร้อยละ 13.5 – 15.0 ส่วนน้ำมันชนิดอื่นมี Glycerol ร้อยละ 9.0 – 11.0 ซึ่ง Glycerol เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่มีส่วนประกอบทางเคมีคล้ายน้ำตาล ถ้าหากบริโภคในปริมาณที่พอเหมาะกับความต้องการของร่างกาย ไขมันจะถูกใช้ในการเผาผลาญให้เกิดพลังงานแก่ร่างกายจนหมด ไม่มีเหลือสะสมในร่างกายจนก่อให้เกิดผลร้ายแก่ร่างกาย

- **กรดลอริกและโมโนลอริน (Lauric Acid and Monolaurin)**



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของ Lauric Acid ($C_{12}H_{24}O_2$)

ที่มา : http://www.raw-milk-facts.com/images/LauricAcid2.jpg, 2008

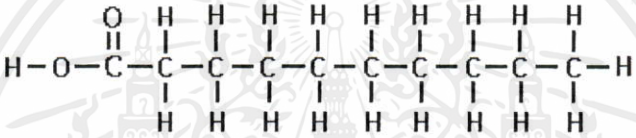
น้ำมันมะพร้าวมีกรดลอริก (Lauric Acid) ที่มีโครงสร้างดังภาพที่ 2.5 อยู่ประมาณร้อยละ 50 ซึ่งกรดนี้มีส่วนที่ทำให้น้ำมันมะพร้าวดีเด่นกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ เพราะมีความสามารถพิเศษ คือ

1. **สร้างภูมิคุ้มกัน** เมื่อน้ำมันมะพร้าวเข้าไปในร่างกาย กรดลอริกในน้ำมันมะพร้าวจะเปลี่ยนเป็นโมโนกลีเซอไรด์ (Monoglyceride) ที่มีชื่อว่า โมโนลอริน (Monolaurin) ซึ่งเป็นสารตัวเดียวกับที่อยู่ในน้ำนมมารดา ที่ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันให้กับทารกในระยะ 6 เดือนแรก ที่ร่างกายยังไม่สร้างระบบภูมิคุ้มกันโรค

2. **ฆ่าเชื้อโรค** โมโนลอรินเป็นสารปฏิชีวนะที่ทำลายเชื้อโรค ได้ดีกว่ายาปฏิชีวนะที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย รา ยีสต์ โปรโตซัว และไวรัส ซึ่งไวรัสบางชนิดที่ยาปฏิชีวนะทั่วไปทำลายไม่ได้ เนื่องจากมีเกราะที่เป็นไขมันห่อหุ้ม (Lipid – Coated Membrane) แต่เกราะนี้ก็จะถูกละลายโดยน้ำมันมะพร้าว เพื่อเปิดโอกาสให้โมโนลอรินเข้าไปทำลายจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้สารปฏิชีวนะในน้ำมันมะพร้าวยังไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ และจะถูกสร้างขึ้นในร่างกายของมนุษย์เมื่อบริโภคอาหารที่มีกรดลอริก อีกทั้งไม่เป็นอันตรายต่อแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในลำไส้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kabara (1984) ที่กล่าวว่าในกรดลอริกนั้นจะประกอบด้วยสารโม

โนลอริน ซึ่งมีคุณสมบัติในการทำลายแบคทีเรีย ไวรัส และโปรโตซัว โดยสารโมโนลอรินจะยับยั้งจุลินทรีย์ประเภทที่มีไขมันหุ้ม (Lipid Coated) เช่น *Staph. aureus*, *Listeria* spp., *Streptococcus agalactiae*, Streptococci Group A, F และ G (Boddie and Nickerson, 1992) เชื้อไวรัส เช่น HIV, *Visna virus* (Hierholzer and Kabara, 1982) โดยสารโมโนลอรินจะทำให้ไขมันที่ล้อมรอบเซลล์ของจุลินทรีย์สลายตัว ทำให้จุลินทรีย์อ่อนแอลงและตายไปเอง หรือถ้าสารโมโน ลอรินเข้าสู่ร่างกายหลังจากที่สลายไขมันรอบๆเซลล์แล้วภูมิคุ้มกันของร่างกาย จะเป็นตัวทำลายจุลินทรีย์เหล่านี้เอง นอกจากนี้ Holland และคณะ (1994) ได้กล่าวว่าสารโมโนลอรินปริมาณ 150 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถลดการเจริญเติบโตของเชื้อ *Staph. aureus* และลดการสร้างสารพิษ Toxin – 1 ซึ่งทำให้เกิดอาการช็อคได้อีกด้วย

- **กรดคาปริกและโมโนคาปริน (Capric Acid and Monocaprin)**



Capric Acid

ภาพที่ 2.6 โครงสร้างของ Capric Acid ($C_{10}H_{20}O_2$)

ที่มา : http://www.raw-milk-facts.com/images/CapricAcid.gif, 2008

ในน้ำมันมะพร้าวแม้จะมีกรดคาปริก (Capric Acid) เพียงร้อยละ 6 – 7 แต่ก็สามารถเสริมประสิทธิภาพของโมโนลอริน โดยการเปลี่ยนเป็นสารโมโนคาปริน (Monocaprin) เมื่อน้ำมันมะพร้าวถูกบริโภคเข้าไปในร่างกาย ซึ่งมีฤทธิ์เช่นเดียวกันกับโมโนลอริน สอดคล้องกับการศึกษาของ Isaacs และ Thormar (1991) ที่พบว่าปกติแล้วสารโมโนลอรินจะทำงานได้ดีเมื่อทำงานร่วมกับสารโมโนคาปรินที่อยู่ในกรดคาปริก ซึ่งสารโมโนคาปรินนั้นมีคุณสมบัติที่เหมือนกันกับสารโมโนลอริน แต่จะมีฤทธิ์ที่น้อยกว่า ทั้งนี้ประสิทธิภาพการทำงานของสารโมโนลอรินและโมโนคาปรินขึ้นอยู่กับปริมาณที่มีอยู่ จากการศึกษาของ Bergsson และคณะ (1998) ที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพของโมโนกลีเซอไรด์ที่ได้จากกรดคาปริกและโมโนคาปริน พบว่าสารดังกล่าวมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกันกับกรดลอริก และยังพบว่ากรดลอริก กรดคาปริกและโมโนคาปรินสามารถชลอการเจริญเติบโตของเชื้อ *Chlamydia trachomatis* ได้อีกด้วย นอกจากนี้โมโนคาปรินยังสามารถชลอการเจริญของเชื้อไวรัสที่ติดต่อทางเพศได้ เช่น HSV – 2, HIV – 1 และแบคทีเรีย เช่น *Neisseria gonorrhoeae* (Thormar, 1999)

- **สารโทโคไทรอีนอล (Tocotrienol)**

วิตามินอีในน้ำมันมะพร้าว มีสารโทโคไทรอีนอล ซึ่งเป็นรูปของวิตามินอีที่มีอานุภาพสูงกว่าสารโทโคเฟอรอล (Tocopherol) ซึ่งอยู่ในวิตามินอีทั่วไป โดยเฉพาะที่มีอยู่ในเครื่องสำอางรักษาผิวถึง 40 – 60 เท่า ด้วยเหตุนี้น้ำมันมะพร้าวจึงมีฤทธิ์ในการต่อต้านอนุมูลอิสระได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 เนื้อสุกร

ใช้เนื้อสุกรสดส่วนสะโพก นำมาบรรจุกล่องพลาสติกเก็บในตู้แช่แข็ง (Deep Freeze) อุณหภูมิประมาณ – 18 องศาเซลเซียส

3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์

1. *Salmonella* Derby SH 3804
2. *Staphylococcus aureus* ATCC 23928
3. *Escherichia coli* TISTR 25922

3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

3.2.1	ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubate)	Memmert	เยอรมัน
3.2.2	ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)	Memmert	เยอรมัน
3.2.3	หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)	Tommy SS – 245	ญี่ปุ่น
3.2.4	เครื่องตีปั่นอาหาร (Stomacher 400)	Masticator	สเปน
3.2.5	อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)	Memmert	เยอรมัน
3.2.6	เครื่องวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH Meter)	WTW Innolab	เยอรมัน
3.2.7	เครื่องวัดค่าสี	Minolta	ญี่ปุ่น

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1	Trypticase soy broth (TSB)	Merck
3.3.2	Selenite cystine broth (SCB)	Merck
3.3.3	Salmonella – Shigella agar (SS)	Merck
3.3.4	Xylose – Lysine – Desoxycholate agar (XLD)	Merck
3.3.5	Triple Sugar Iron agar slant (TSI)	Merck
3.3.6	Agglutinating antiserum (Polyvalent) A – 67	Merck
3.3.7	Mannitol salt agar (MS)	Merck

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8	Egg Yolk Emulsion 50 %	Merck
3.3.9	Baird heart infusion broth (BHI)	Merck
3.3.10	Rabbit plasma	Merck
3.3.11	Lauryl sulphate tryptose broth (LSTB)	Merck
3.3.12	Lactose broth (LB)	Merck
3.3.13	EC broth	Merck
3.3.14	2 % Brilliant green lactose bile broth (2 % BGLB)	Merck
3.3.15	Eosin methylene blue (EMB)	Merck
3.3.16	Plate count agar (PCA)	Merck
3.3.17	กรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v)	
3.3.18	น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin coconut oil)	Tropicana

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา และห้องปฏิบัติการสุขาภิบาลอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 การเตรียมตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกร

นำเนื้อสุกรแช่แข็งมาตัดให้มีขนาด 5 x 5 x 1 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 40 กรัมต่อชิ้น จำนวน 360 ชิ้น แล้วนำมาผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสง UV ในตู้ปลอดเชื้อเป็นเวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิห้องโดยกลับชิ้นเนื้อทุก 30 นาที

3.5.2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Derby บนผิวเนื้อสุกร

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design ; CRD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ๆละ 40 ตัวอย่าง

สารที่ใช้ในการสัมผัสชิ้นเนื้อสุกร แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง ได้แก่

1. กลุ่มควบคุม (ไม่สัมผัสสาร)
2. กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น (ผ่านการฆ่าเชื้อ)
3. กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v)
4. กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังไม่มีส่วนรู้เห็นกับการกระทำที่มีการนำไปใช้

3.5.2.1 นำตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรจากข้อ 3.5.1 มาจุ่มในสารละลายเชื้อ *S.* Derby ที่มีความเข้มข้นประมาณ 10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร (ดังภาคผนวก ก.) เป็นเวลา 3 นาที ผึ่งให้แห้งในตู้ปลอดเชื้อ เป็นเวลา 15 นาที

3.5.2.2 แบ่งชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการเติมเชื้อแล้วจากข้อ 3.5.2.1 เป็น 4 กลุ่มการทดลอง โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม ไม่สัมผัสสารใดๆ กลุ่มที่ 2 นำไปสัมผัสน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว กลุ่มที่ 3 นำไปสัมผัสกับสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 2 นาที และกลุ่มที่ 4 นำไปสัมผัสกับน้ำมันมะพร้าว เป็นเวลา 2 นาที นำมาผึ่งในตะแกรงให้แห้งและเก็บที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรทั้ง 4 กลุ่มมาตรวจวิเคราะห์ตามข้อ 3.5.2.3 ภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 0, 3, 6, 9 และ 12 ชั่วโมง

3.5.2.3 นำตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรจากข้อ 3.5.2.2 มาตรวจวิเคราะห์ และบันทึกผลดังนี้

1. ตรวจหาเชื้อ *Salmonella* โดยวิธี MPN (FDA – BAM, 1992) ดังภาคผนวก ข.
2. ตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) โดยวิธี Pour plate ดังภาคผนวก ข.
3. วัดค่าความเป็นกรด – ด่างบนชิ้นเนื้อสุกรด้วยเครื่อง pH meter ดังภาคผนวก ข.

3.5.3 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนผิวเนื้อสุกร

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.5.2 แต่ทำการจุ่มตัวอย่างในสารละลายเชื้อ *Staph. aureus* ความเข้มข้นประมาณ 10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร แทนสารละลายเชื้อ *S.* Derby และตรวจหาจำนวนเชื้อ *Staph. aureus* ด้วยวิธี MPN (FDA – BAM, 1992) ดังภาคผนวก ข.

3.5.4 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* บนผิวเนื้อสุกร

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.5.2 แต่ทำการจุ่มตัวอย่างในสารละลายเชื้อ *E. coli* ความเข้มข้นประมาณ 10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร แทนสารละลายเชื้อ *S.* Derby และตรวจหาจำนวนเชื้อ *E. coli* ด้วยวิธี MPN (FDA – BAM, 1992) ดังภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 ศึกษาผลของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวต่ออัตราการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสีของเนื้อสุกร

เตรียมตัวอย่างชิ้นเนื้อขนาด 5 x 5 x 1 ตารางเซนติเมตร แบ่งชิ้นเนื้อออกเป็น 4 กลุ่ม การทดลองตามที่แสดงในหัวข้อ 3.5.2 นำชิ้นเนื้อสัมผัสสารละลายดังกล่าวเป็นเวลา 2 นาที และผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 15 นาที นำชิ้นเนื้อบรรจุใส่ถุงพลาสติก PE และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 0, 3, 6, 9, 12 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อมาตรวจหาอัตราการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกรและการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสี ตามวิธีการดังแสดงในภาคผนวก ข.

3.5.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองในข้อ 3.5.2 – 3.5.5 มาวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละวิธีด้วยวิธี Ducan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Derby บนผิวเนื้อสุกร

จากตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby ที่ผ่านการสัมผัสสารละลายกลุ่มต่างๆ ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง เมื่อนำมาตรวจวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อ *S.* Derby จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ผลเป็นดังนี้

4.1.1 ผลของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Derby บนผิวเนื้อสุกร

จำนวนเชื้อ *S.* Derby ในตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการสัมผัสสารละลายกลุ่มต่างๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง ผลแสดงดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 ชั่วโมง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกสามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ซึ่งปริมาณเชื้อ *S.* Derby มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในชั่วโมงที่ 0 พบว่าจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในทุกกลุ่มตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยจำนวนเชื้อของตัวอย่างกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว มีค่า 3.27 3.15 3.12 และ 3.13 log MPN/g ตามลำดับ ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีจำนวนเชื้อเท่ากับ 3.05 และ 3.15 log MPN/g ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.33 และ 0.23 log MPN/g

ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีจำนวนเชื้อไม่แตกต่างจากในชั่วโมงที่ 3 ของการเก็บ ซึ่งมีจำนวนเชื้อน้อยกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 3.05 log MPN/g ในขณะที่กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวก็มีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เช่นกัน โดยมีจำนวนเชื้อเท่ากับ 3.36 log MPN/g

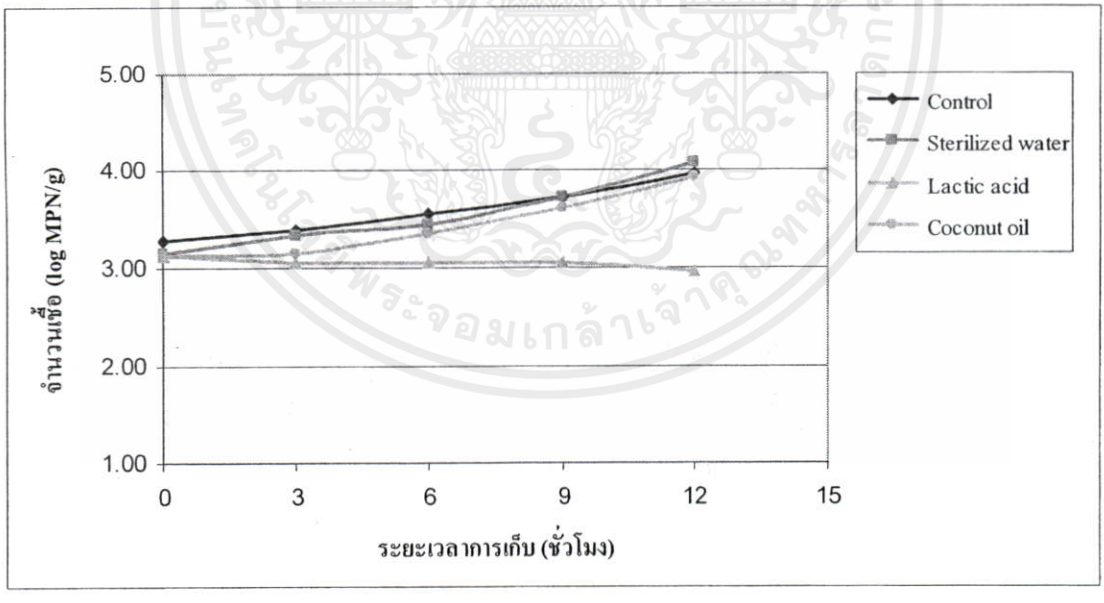
ตารางที่ 4.1 จำนวนเชื้อ *Salmonella* Derby ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ *S.* Derby (log MPN/g)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$3.27 \pm 0.08_{v**}^{a*}$	$3.15 \pm 0.21_{v}^{a}$	$3.12 \pm 0.07_{w}^{a}$	$3.13 \pm 0.05_{v}^{a}$
3	$3.38 \pm 0.08_{w}^{b}$	$3.33 \pm 0.24_{vw}^{b}$	$3.05 \pm 0.02_{vw}^{a}$	$3.15 \pm 0.05_{v}^{a}$
6	$3.56 \pm 0.03_{x}^{c}$	$3.44 \pm 0.16_{wx}^{bc}$	$3.05 \pm 0.02_{vw}^{a}$	$3.36 \pm 0.07_{w}^{b}$
9	$3.72 \pm 0.09_{y}^{b}$	$3.72 \pm 0.09_{x}^{b}$	$3.05 \pm 0.08_{vw}^{a}$	$3.61 \pm 0.13_{x}^{b}$
12	$3.97 \pm 0.10_{z}^{b}$	$4.08 \pm 0.10_{y}^{b}$	$2.96 \pm 0.01_{v}^{a}$	$3.92 \pm 0.10_{y}^{b}$

$A_{..}^{.}$

* ตัวอักษร a, b, c และ d ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ *S.* Derdy ในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร v, w, x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ *S.* Derdy ในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน



ภาพที่ 4.1 แนวโน้มการเจริญเติบโตของเชื้อ *Salmonella* Derby ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการเก็บเป็นเวลา 9 ชั่วโมง พบว่าจำนวนเชื้อในตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกไม่แตกต่างจากในชั่วโมงที่ 3 และ 6 คือ 3.05 log MPN/g ในขณะที่ตัวอย่างในที่สัมผัส

น้ำมันมะพร้าว เชื้อมีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากขึ้น ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และภายหลังการเก็บเป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีจำนวนเชื้อน้อยลงจากชั่วโมงที่ 0 3 6 และ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และมีจำนวนเชื้อน้อยกว่าอีก 3 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เช่นกัน โดยมีจำนวนเชื้อเท่ากับ 2.96 log MPN/g ซึ่งมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุมเท่ากับ 1.01 log MPN/g ในขณะที่กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีจำนวนเชื้อไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น ($P > 0.05$)

จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในตัวอย่างเนื้อสุกรได้ดี ตลอดการเก็บรักษาตัวอย่างเนื้อสุกรไว้ที่อุณหภูมิห้องทั่วไป ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ไม่แตกต่างจากอุณหภูมิในการวางจำหน่ายเนื้อสุกรในตลาดสด เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับ Smulders และ Woolthuis (1986) ที่พบว่าสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 0.2 mol/l มีค่า pH เท่ากับ 2.5 สามารถทำลายเชื้อ *Salmonella* spp. ได้ 4.3 – 5.2 log cfu/ml ภายหลังเชื้อสัมผัสสารละลาย 2 นาที ทั้งนี้เนื่องจากค่า pH ของสารละลายกรดแลค ติกมีค่าความเป็นกรดมากกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ (แสดงดังตารางที่ 4.3) ทั้งนี้กรดจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในการแตกตัว (pK_a) และความเฉพาะของกรดในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ (Gill and Newton, 1982) โดยกรดที่มีค่า pK_a สูงจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อได้ดี (Gould, 1995) นอกจากนี้ระดับ pH บนผิวหน้าที่ลดลงจะมีผลให้อิออนของกรดมีความสามารถในการทำลายจุลินทรีย์ได้มากขึ้นด้วย (Hardin *et al.*, 1995) โดยกลไกการทำลายเชื้อจุลินทรีย์พบว่ากรดซึ่งอยู่ในรูปของกรดที่ไม่แตกตัวจะจับกับผนังเซลล์ของแบคทีเรีย เป็นผลให้กรดในรูปที่แตกตัวสามารถแพร่เข้าสู่เซลล์ภายในของจุลินทรีย์ และเกิดการรวมตัวกับสารภายในเซลล์เป็นผลให้ภายในเซลล์มีความเป็นกรดเกิดขึ้น จุลินทรีย์จะพยายามรักษาสมดุลของ pH ภายในเซลล์ แต่เมื่อค่า pH ของสภาวะแวดล้อมลดลงทำให้เกิดการผ่านเข้า – ออกของสารอาหาร และเกิดการรั่วไหลของเมตตาบอลิซึมภายในเซลล์ออกสู่ภายนอก มีผลไปยับยั้งการเมตาบอลิซึมของเซลล์จุลินทรีย์ หรือทำให้กิจกรรมภายในเซลล์ลดลง และทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และตายในที่สุด (Krulwich *et al.*, 1985) นอกจากนี้ผลการทดลองยังสอดคล้องกับรายงานของ Epling (1993) ที่ได้ใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) ฉีดพ่นบนซากสุกรพบว่าสามารถลดจำนวน *Salmonella* spp. และ *Campyrobacter* spp. ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้คมแข (2540) ได้กล่าวว่าความเข้มข้นของสารละลายกรด แลคติกที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาที่สารละลายกรดแลคติกสัมผัสกับเชื้อนานขึ้น จะสามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby ได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากผลการทดลองนี้พบว่าน้ำมันมะพร้าวสามารถยับยั้งการเจริญของ *S.* Derby ได้เพียงช่วงเวลาสั้นๆ คือ 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นเชื้อจะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนอย่างช้าๆ โดยกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวจะมีเชื้อเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.02 log MPM/g แต่กลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำ

กลั่นมีจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.11 และ 0.18 log MPN/g ตามลำดับ หลังจากนั้นชั่วโมงที่ 6 9 และ 12 เชื้อในกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีจำนวนเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ กุลดา และคณะ (2549) ที่ได้ศึกษาการยังยั้งเชื้อ *S.* Anatum ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวด้วยน้ำมันมะพร้าว พบว่าในช่วงเวลาแรกของการทดลอง ไม่สามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Anatum ได้ แต่เชื้อมีการเพิ่มจำนวนอย่างช้าๆ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และพบว่าในชั่วโมงที่ 4 6 และ 8 เชื้อเพิ่มจำนวนไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อให้มีช่วง Lag Phase นานขึ้น และหลังจากนั้นเซลล์แบคทีเรียจะเริ่มเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งตัวแบบ Binary Fission ไปเรื่อยๆ ซึ่งช่วงนี้เรียกว่า Log Phase อีกทั้ง *Salmonella* spp. เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ซึ่งน้ำมันมะพร้าวมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Isaacs และคณะ (1992) ที่พบว่าสารโมโนลอริน (Monolaurin) ไม่สามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Enteritidis และ *E. coli* ได้

4.1.2 ผลของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) บนผิวเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Salmonella* Derby

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างของชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby และจุ่มในสารละลายต่างๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 พบว่าในชั่วโมงที่ 0 ของการเก็บรักษา ตัวอย่างของทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างกัน เมื่อเวลาผ่านไป 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง ตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มลดลงจากชั่วโมงที่ 0 คือมีค่า 3.06 3.00 2.96 และ 3.01 log cfu/g ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวที่มีแนวโน้วของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ คือมีค่า 3.32 3.74 4.02 และ 4.33 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นและกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวจะมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากค่า pH ของเนื้อเพิ่มขึ้นโดยอยู่ในช่วง 5.8 – 6.0 ดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งค่า pH ที่สูงขึ้นจะเหมาะต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของเนื้อ (Gill and Newton, 1979) ส่วนกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำที่สุด เนื่องจากค่า pH มีผลในการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Snijders and Woolthuis, 1985) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Oliveira และ Brito (1996) ที่พบว่าการใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 และ 4.05 (v/v) บนซากแกะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ เช่นเดียวกับ Prasai และคณะ (1991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้ทำการทดลองใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 1 (v/v) ฉีดพ่นบนซากโคภายหลังการเอาหนัง และเครื่องในออก พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

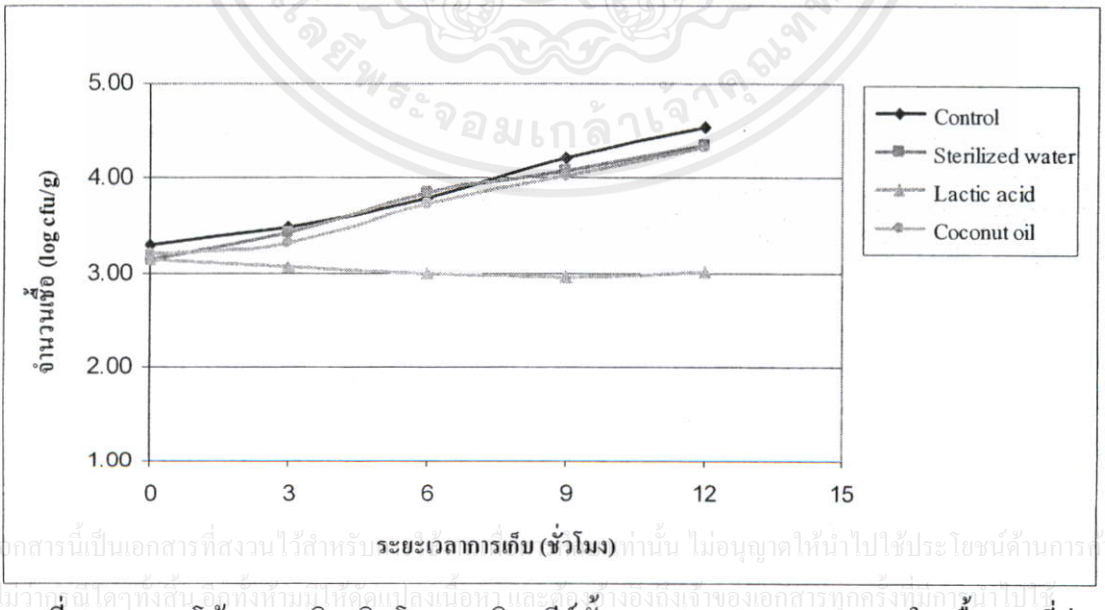
ตารางที่ 4.2 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Salmonella* Derby และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$3.30 \pm 0.05_{v**}^{a*}$	$3.15 \pm 0.09_{v}^{a}$	$3.14 \pm 0.12_{w}^{a}$	$3.20 \pm 0.15_{v}^{a}$
3	$3.48 \pm 0.04_{w}^{b}$	$3.43 \pm 0.14_{w}^{b}$	$3.06 \pm 0.14_{vw}^{a}$	$3.32 \pm 0.16_{v}^{b}$
6	$3.79 \pm 0.14_{x}^{b}$	$3.86 \pm 0.07_{x}^{b}$	$3.00 \pm 0.15_{vw}^{a}$	$3.74 \pm 0.05_{w}^{b}$
9	$4.22 \pm 0.13_{y}^{c}$	$4.09 \pm 0.10_{y}^{bc}$	$2.96 \pm 0.06_{v}^{a}$	$4.02 \pm 0.06_{x}^{b}$
12	$4.54 \pm 0.07_{z}^{b}$	$4.34 \pm 0.09_{z}^{b}$	$3.01 \pm 0.18_{vw}^{a}$	$4.33 \pm 0.05_{y}^{b}$

$A_{..}^{*}$

* ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร v, w, x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน



ภาพที่ 4.2 แนวโน้มการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ Dorsa และคณะ (1998) ยังได้รายงานว่าการพ่นซากวัวด้วยกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนซากได้ดีกว่าการฉีดพ่นด้วยสารไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้นร้อยละ 12 และกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 2

4.1.3 ผลของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวต่อค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Salmonella* Derby

ค่า pH ของสารชนิดต่างๆภายหลังการเตรียมมีดังนี้ น้ำกลั่น มีค่าเท่ากับ 6.21 สารละลายกรดแลคติก มีค่าเท่ากับ 2.37 และน้ำมันมะพร้าว มีค่าเท่ากับ 5.51 ภายหลังการจุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby และจุ่มในสารละลายแต่ละกลุ่มการทดลอง ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง ค่า pH แสดงดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 โดยพบว่าในชั่วโมงที่ 0 กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่า pH ต่ำสุด คือ 5.14 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จากกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 5.88 5.97 และ 5.75 ตามลำดับ และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่า pH ของทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกยังมีค่า pH ต่ำกว่าตัวอย่างในกลุ่มอื่นๆ คือมีค่าเท่ากับ 5.31 ทั้งนี้เนื่องจากการแตกตัวเป็นกรดอิสระที่สามารถซึมผ่านเข้าสู่ชิ้นเนื้อได้ และมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดีกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆที่มีค่า pH สูงกว่า ในขณะที่ค่า pH ของตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มในน้ำมันมะพร้าวไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่สัมผัสน้ำกลั่น ทั้งนี้อาจเนื่องจากคุณสมบัติการเป็นบัฟเฟอร์ (Buffer Capacity) ของเนื้อสุกรมีค่าสูงกว่าในสารละลาย ในขณะเดียวกันกรดจะแตกตัวเป็นอิออนอิสระ และอิออนอิสระของกรดจะแพร่เข้าสู่ผิวหน้าของชิ้นเนื้อ เป็นผลให้ค่า pH ของตัวอย่างเนื้อสุกรในชั่วโมงแรกๆของการเก็บรักษามีค่าต่ำกว่าในชั่วโมงต่อๆไป และเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ในตัวอย่างเนื้อสุกรมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์จะสามารถเมตาบอไลซ์โปรตีนในเนื้อและเปปไทด์โมเลกุลต่ำ เช่น สารดีคาร์บอซิเลต (Decarboxylate Amino Acid) หรือผลิตสารแอมโมเนียออกมา ประกอบกับอิออนอิสระของกรดที่ติดอยู่บนผิวเนื้อเกิดการแตกตัวได้น้อยลงด้วย และซึมผ่านเข้าสู่ผิวหน้าเนื้อน้อยลงจึงทำให้ค่า pH ของเนื้อเพิ่มขึ้น (Adam and Hall, 1988) สอดคล้องกับผลการทดลองของ Anderson and Marshall (1990) พบว่าภายหลังการจุ่มสารละลายของกรดอินทรีย์เข้มข้นความเข้มข้นร้อยละ 3 ค่า pH บนผิวหน้าเนื้อเท่ากับ 4.3 แต่เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง เนื้อจะมีค่า pH เพิ่มขึ้นเป็น 5.2 โดยค่า pH ที่ลดลงจะขึ้นอยู่กับจำนวนอิออนของกรด หรือค่าความเข้มข้นของกรดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

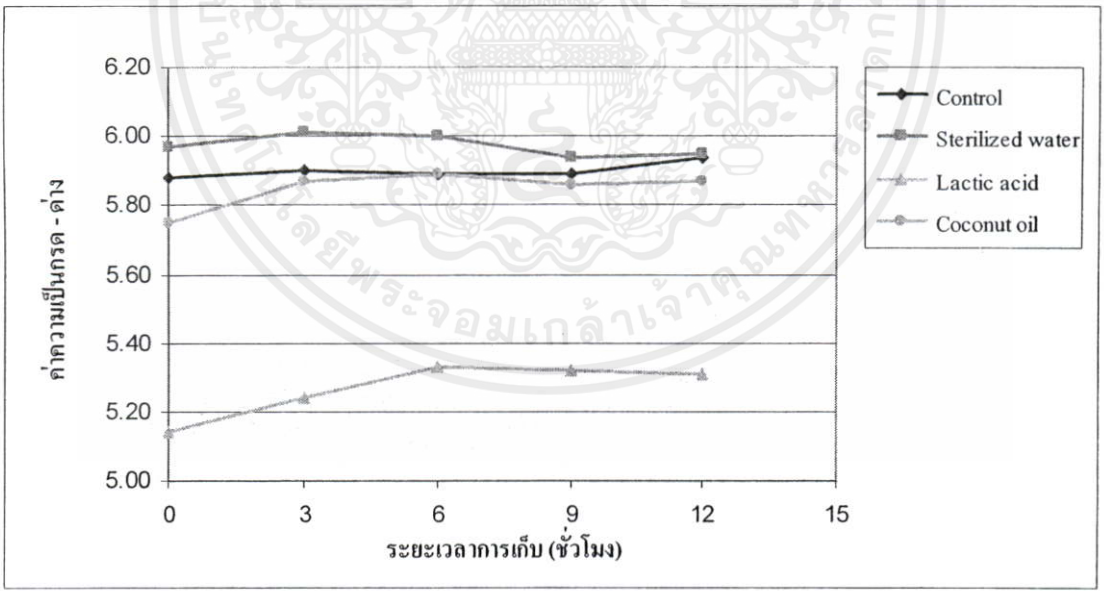
ตารางที่ 4.3 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Salmonella* Derby และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$5.88 \pm 0.11_{x}^{b*}$	$5.97 \pm 0.10_{x}^{b}$	$5.14 \pm 0.13_{x}^{a}$	$5.75 \pm 0.17_{x}^{b}$
3	$5.90 \pm 0.08_{x}^{b}$	$6.01 \pm 0.10_{x}^{b}$	$5.24 \pm 0.04_{xy}^{a}$	$5.87 \pm 0.04_{x}^{b}$
6	$5.89 \pm 0.14_{x}^{b}$	$6.00 \pm 0.11_{x}^{b}$	$5.33 \pm 0.05_{y}^{a}$	$5.89 \pm 0.04_{x}^{b}$
9	$5.89 \pm 0.15_{x}^{b}$	$5.94 \pm 0.03_{x}^{b}$	$5.32 \pm 0.05_{y}^{a}$	$5.86 \pm 0.06_{x}^{b}$
12	$5.94 \pm 0.13_{x}^{b}$	$5.95 \pm 0.04_{x}^{b}$	$5.31 \pm 0.02_{y}^{a}$	$5.87 \pm 0.07_{x}^{b}$

$A_{..}^{*}$

* ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด - ด่างในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด - ด่างในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน



ภาพที่ 4.3 แนวโน้มของค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆ ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนผิวเนื้อสุกร

จากการตรวจวิเคราะห์จำนวนเชื้อ *Staph. aureus* จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในกลุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staph. aureus* และสัมผัสสารละลายกลุ่มต่างๆ ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 0 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง เป็นดังนี้

4.2.1 ผลของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนผิวเนื้อสุกร

จำนวน *Staph. aureus* ในตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มในสารละลายต่างๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้อง แสดงดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4 พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 ชั่วโมง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกสามารถลดจำนวนเชื้อ *Staph. aureus* ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว เชื้อจะเพิ่มจำนวนอย่างช้าๆ แต่มีจำนวนน้อยกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เช่นกัน

ตารางที่ 4.4 จำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

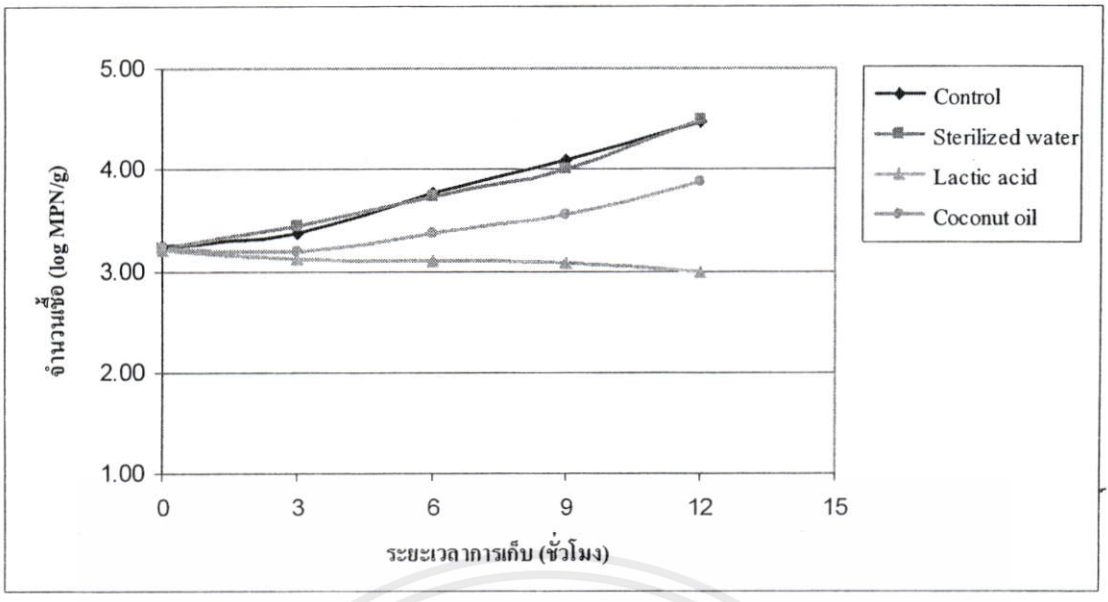
ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ *Staph. aureus* (log MPN/g)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$3.25 \pm 0.07_{v**}^{a*}$	$3.22 \pm 0.05_{v}^{a}$	$3.21 \pm 0.09_{w}^{a}$	$3.22 \pm 0.05_{v}^{a}$
3	$3.37 \pm 0.07_{v}^{b}$	$3.44 \pm 0.02_{w}^{b}$	$3.11 \pm 0.09_{vw}^{a}$	$3.19 \pm 0.02_{v}^{a}$
6	$3.77 \pm 0.13_{w}^{c}$	$3.72 \pm 0.09_{x}^{c}$	$3.10 \pm 0.07_{vw}^{a}$	$3.37 \pm 0.09_{vw}^{b}$
9	$4.09 \pm 0.11_{x}^{c}$	$4.01 \pm 0.06_{y}^{c}$	$3.08 \pm 0.09_{vw}^{a}$	$3.56 \pm 0.02_{w}^{b}$
12	$4.48 \pm 0.17_{y}^{c}$	$4.50 \pm 0.15_{z}^{c}$	$2.99 \pm 0.04_{v}^{a}$	$3.88 \pm 0.08_{x}^{b}$

$A_{..}^{*}$

* ตัวอักษร a, b, c และ d ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวน *Staph. aureus* ในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร v, w, x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ *Staph. aureus* ในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง



ภาพที่ 4.4 แนวโน้มการเจริญเติบโตของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ในการเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 พบว่าจำนวน *Staph. aureus* ในทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน แต่ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 ชั่วโมง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีจำนวนเชื้อเท่ากับ 3.11 และ 3.19 log MPN/g ตามลำดับ และภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก มีจำนวนเชื้อไม่แตกต่างจากในชั่วโมงที่ 0 และ 3 คือมีค่าเท่ากับ 3.10 log MPN/g ในขณะที่กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่น้อยกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 3.37 log MPN/g ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 และ 12 ชั่วโมง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก ยังมีจำนวนเชื้อไม่แตกต่างจากชั่วโมงที่ 0 3 6 คือมีค่าเท่ากับ 3.08 และ 2.99 log MPN/g ในขณะที่กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 3.56 และ 3.88 log MPN/g ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดลองนี้จะเห็นว่าตลอดระยะเวลา 12 ชั่วโมง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกสามารถลดจำนวนเชื้อ *Staph. aureus* ได้ดีกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่าความเป็นกรดมากกว่า จึงมีผลต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (Doores, 1993) ได้ดีกว่า ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Baird – Parker (1980) ที่กล่าวว่าการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์จะได้ผลดีควรมีค่า pH บนผิวเนื้อต่ำกว่า 5.5 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของกรด และจุลินทรีย์แต่ละชนิดด้วยเช่นกัน นอกจากนี้คมแข (2540) ได้ใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) สัมผัสกับเชื้อ *Staph. aureus* ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวโดยเชื้อเริ่มต้นเท่ากับ 8 log

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

cfu/ml พบว่าในชั่วโมงที่ 24 และ 48 มีจำนวนเชื้อลดลงจากชั่วโมงที่ 0 1 2 3 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และสอดคล้องกับผลการทดลองของ Ziauddin และคณะ (1993) พบว่าการใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ 2 (v/v) สามารถทำลาย *S.* Newport, *Staph. aureus* และ *E. coli* จำนวน 6 log cfu/ml ภายในเวลา 24 ชั่วโมง ได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่ง Woolthuis และ Smulders (1985 ก.) อธิบายได้ว่ากรดจะไปทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยทำให้ค่า pH ลดต่ำลงซึ่งเป็นการขยายช่วง Lag Phase ออกไป

จากการทดลองพบว่าน้ำมันมะพร้าวสามารถยืดระยะ Lag Phase ของเชื้อ *Staph. aureus* ออกไป ทำให้เชื้อเจริญเติบโตได้อย่างช้าๆ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวมีกรดลอริก (Lauric Acid) ซึ่งประกอบไปด้วยสารโมโนลอริน (Monolaurin) ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งและทำลายแบคทีเรีย และยังมีกรดคาปริก (Capric Acid) ที่ประกอบไปด้วยโมโนคาปริน (Monocaprin) ช่วยเสริมประสิทธิภาพของสารโมโนลอรินให้ดีขึ้น สอดคล้องกับการกล่าวของ Kabara (1984) ที่ว่ากรดลอริกประกอบด้วยสารโมโนลอริน ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และโปรโตซัว โดยสารโมโนลอรินจะยับยั้งจุลินทรีย์พวกที่มีไขมันหุ้ม (Lipid Coated) เช่น *Staph. aureus, Listeria* spp. *Streptococus agalactiae, Streptococci* group A, F และ G (Boddie and Nickerson, 1992) ได้ โดยสารโมโนลอรินจะทำให้ไขมันที่ล้อมรอบเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์สลายตัว ทำให้จุลินทรีย์อ่อนแอลงและตายในที่สุด ซึ่ง Bergsson และคณะ (2001) รายงานว่ากรดลอริก และสารโมโนคาปรินมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Staph. aureus* ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสามารถลดพิษที่ *Staph. aureus* ผลิตออกมาได้อีกด้วย (Holland *et al.*, 1994)

4.2.2 ผลของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) บนผิวเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus*

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staph. aureus* และผ่านการจุ่มในสารละลายกลุ่มต่างๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5 พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของตัวอย่างในกลุ่มที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกรดแลคติก มีแนวโน้มลดลง ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยในชั่วโมงที่ 3 6 9 และ 12 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.16 3.03 2.94 และ 2.91 log cfu/g ตามลำดับ ส่วนกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวตามระยะเวลาในการเก็บ โดยในชั่วโมงที่ 3 มีจำนวนไม่แตกต่างจากกลุ่มสารละลายกรดแลคติก คือมีค่า 3.20 log cfu/g แต่ในชั่วโมงที่ 6 9 และ 12 มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ในขณะที่กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีจำนวนจุลินทรีย์มากกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถนำน้ำที่ติดอยู่กับชิ้นเนื้อภายหลังการจุ่มไปใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้จุลินทรีย์สามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Siragusa และคณะ(1998) ที่พบว่าการใช้กรดอินทรีย์สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนผิวหน้าชิ้นเนื้อได้ ซึ่งกรดที่นิยมใช้คือกรดแลคติก เพราะกรดแลคติกเป็นกรดที่พบได้ในเนื้อสัตว์ ที่ถูกผลิตในกระบวนการไกลโคไลซีส (Glycolysis) ภายหลังการฆ่า และมากไปกว่านั้นแลกเตทไอออนจะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษา เช่นเดียวกับรายงานของ Prasai และคณะ (1992) พบว่าสารละลายกรด แลคติกความเข้มข้นร้อยละ 1 (v/v) สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนซากสุกรลงได้ โดยชั่วโมงที่ 0 มีเชื้อเท่ากับ 2.9 log cfu/cm^2 และเมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 2.1 log cfu/cm^2 และยังพบว่ากลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ภายหลังสัมผัสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เนื่องจากกรดลอริกและกรดคาปริกในน้ำมันมะพร้าวสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Mary, 2001) และยังสอดคล้องกับผลการทดลองของณัฐเวทย์และคณะ (2548 ข.) ที่พบว่าน้ำมันมะพร้าวสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนผิวหน้าเนื้อสุกรได้ เมื่อเวลาผ่านไป 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.5 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* และจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

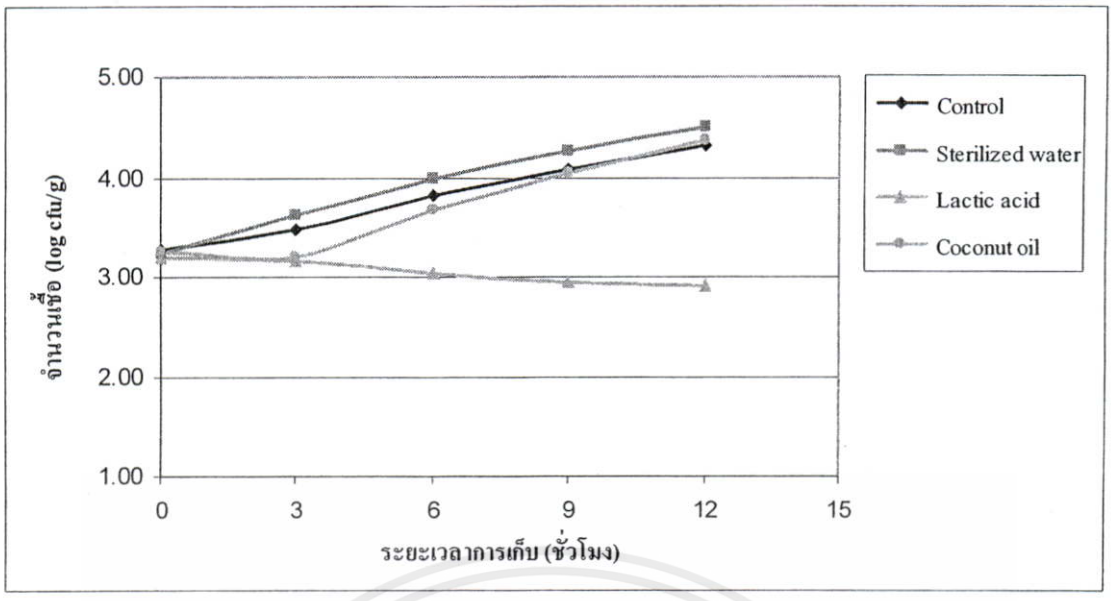
ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	จำนวน Total Plate Count (log cfu/g)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$3.28 \pm 0.14_{v}^{a}$	$3.23 \pm 0.08_{v}^{a}$	$3.20 \pm 0.14_{x}^{a}$	$3.25 \pm 0.20_{v}^{a}$
3	$3.48 \pm 0.12_{v}^{b}$	$3.62 \pm 0.07_{w}^{b}$	$3.16 \pm 0.11_{wx}^{a}$	$3.20 \pm 0.07_{v}^{a}$
6	$3.82 \pm 0.13_{w}^{b}$	$3.99 \pm 0.02_{x}^{c}$	$3.03 \pm 0.03_{vw}^{a}$	$3.68 \pm 0.11_{w}^{b}$
9	$4.08 \pm 0.12_{x}^{b}$	$4.26 \pm 0.07_{y}^{c}$	$2.94 \pm 0.06_{v}^{a}$	$4.04 \pm 0.07_{x}^{b}$
12	$4.33 \pm 0.09_{y}^{b}$	$4.50 \pm 0.21_{z}^{b}$	$2.91 \pm 0.05_{v}^{a}$	$4.38 \pm 0.14_{y}^{b}$

A_{**}^{*}

* ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในตัวอย่างที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staph. aureus* ในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร v, w, x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)ในตัวอย่างที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staph. aureus* ในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 แนวโน้มการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* และจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

4.2.3 ผลของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวต่อค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ค่า pH ของตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staph. aureus* ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.6 พบว่า กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่า pH ต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 5.10 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จากกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ที่มีค่าเท่ากับ 5.81 5.88 และ 5.86 ตามลำดับ และภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ค่า pH ของทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก *Staph. aureus* และจุลินทรีย์ทั้งหมดในชิ้นเนื้อเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากขึ้น และผลิตสารที่เกิดจากเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ ที่มีผลต่อค่า pH ของเนื้อสุกรดังกล่าวในหัวข้อ 4.1.3 ส่วนค่า pH ของกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม คือมีค่าเท่ากับ 5.98 และในชั่วโมงที่ 12 กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีค่า pH สูงสุดคือมีค่าเท่ากับ 6.15 ทั้งนี้เนื่องจากมีจำนวนจุลินทรีย์สูงสุด ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านั้นจะทำให้เกิดสารเมตาโบไลท์ ซึ่งมีผลต่อค่า pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

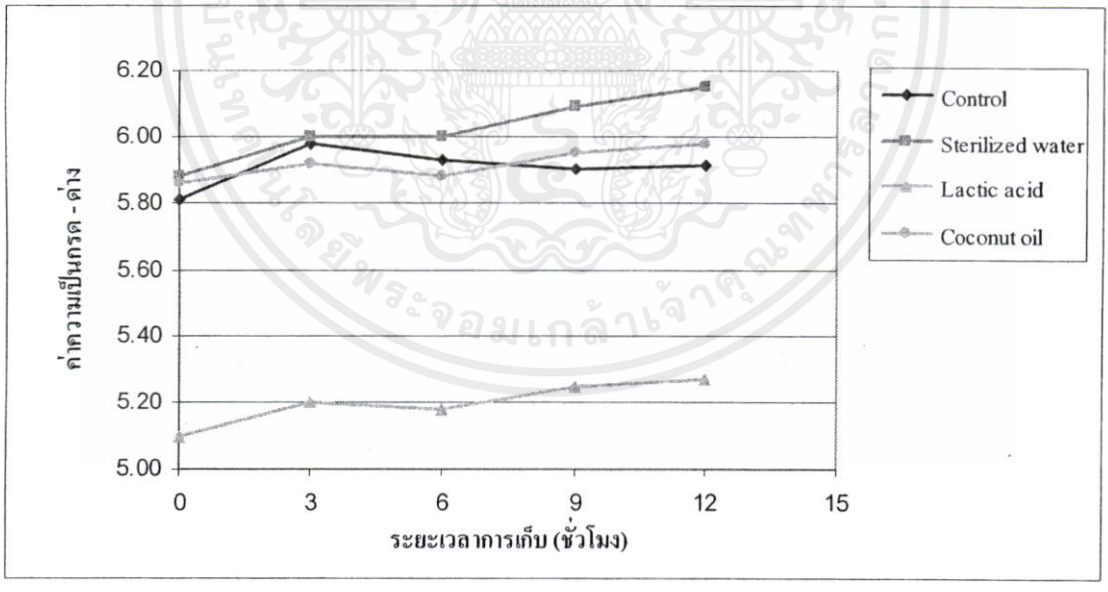
ตารางที่ 4.6 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$5.81 \pm 0.04_{x**}^{b*}$	$5.88 \pm 0.02_{x}^{b}$	$5.10 \pm 0.11_{x}^{a}$	$5.86 \pm 0.05_{x}^{b}$
3	$5.98 \pm 0.04_{y}^{b}$	$6.00 \pm 0.08_{xy}^{b}$	$5.20 \pm 0.08_{xy}^{a}$	$5.92 \pm 0.07_{xy}^{b}$
6	$5.93 \pm 0.08_{y}^{b}$	$6.00 \pm 0.07_{xy}^{b}$	$5.18 \pm 0.10_{xy}^{a}$	$5.88 \pm 0.05_{x}^{b}$
9	$5.90 \pm 0.05_{xy}^{b}$	$6.09 \pm 0.13_{xy}^{c}$	$5.25 \pm 0.05_{xy}^{a}$	$5.95 \pm 0.02_{xy}^{bc}$
12	$5.91 \pm 0.03_{y}^{b}$	$6.15 \pm 0.17_{y}^{c}$	$5.27 \pm 0.05_{y}^{a}$	$5.98 \pm 0.01_{y}^{b}$

$A_{..}^{*}$

* ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด – ด่างในตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staph. aureus* ในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด - ด่างในตัวอย่างที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staph. aureus* ในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน



ภาพที่ 4.6 แนวโน้มของค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* บนผิวเนื้อสุกร

จากการตรวจวิเคราะห์หาจำนวน *E. coli* จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) และค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในกลุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และสัมผัสสารละลายกลุ่มต่างๆ ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ภายหลังการเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 0 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง เป็นดังนี้

4.3.1 ผลของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้ง *Escherichia coli* บนผิวเนื้อสุกร

จำนวนของเชื้อ *E. coli* ในตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกลุ่มต่างๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ผลแสดงดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.7 พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 12 ชั่วโมง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีจำนวน *E. coli* น้อยกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และจำนวนเชื้อไม่เพิ่มจำนวนมากขึ้นตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 3 6 9 และ 12 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.10 3.04 3.11 3.13 และ 3.05 log MPN/g ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างในกลุ่มที่สัมผัสน้ำมันมะพร้าวพบว่า จำนวนของ *E. coli* เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยในชั่วโมงที่ 0 และ 3 มีค่า 3.11 และ 3.09 log MPN/g ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากตัวอย่างในกลุ่มสัมผัสกรดแลคติก แต่มีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งมีค่า 3.13 และ 3.31 log MPN/g ตามลำดับ และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นซึ่งมีค่า 3.04 และ 3.39 log MPN/g ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ในชั่วโมงที่ 6 จำนวนของเชื้อ *E. coli* ในกลุ่มที่สัมผัสน้ำมันมะพร้าวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 3.30 log MPN/g ซึ่งไม่แตกต่างจากตัวอย่างในกลุ่มสัมผัสกรดแลคติก ในชั่วโมงที่ 9 และ 12 จำนวนเชื้อ *E. coli* ในตัวอย่างกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวเพิ่มขึ้นเป็น 3.57 และ 3.97 log MPN/g ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าตัวอย่างในกลุ่มสัมผัสกรดแลคติก แต่น้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.94 และ 4.23 log MPN/g ตามลำดับ และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.95 และ 4.11 log MPN/g ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการทดลองนี้จะเห็นว่า สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* ในตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ได้ดีที่สุด เนื่องจากสารละลายกรดแลคติกมีค่าความเป็นกรดสูง สอดคล้องกับ Ziauddin และคณะ (1993) ที่รายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 1.5 (pH 4.5) และ 2 (pH 4.0) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli*, *Staph. aureus*, *S.* Newport, *Streptococcus faecalis*,

Bacillus cereus และ *Pseudomonas fragai* ได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อสารละลายกรดแลคติกสัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และสอดคล้องกับรายงานของ Mauricio และคณะ (2001) ซึ่งกล่าวว่าสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* บนผิวเนื้อสุกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสได้ดี เช่นเดียวกับรายงานของ Cutter และ Siragusa (1994) ที่พบว่าการใช้กรดแลคติกร่วมกับกรดแอสคอบิกในการลดเชื้อ *E. coli* O157:H7 บนชิ้นเนื้อวัว สามารถลดจำนวนเชื้อดังกล่าวลงได้ 1.75 log reduction

ส่วนน้ำมันมะพร้าวสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* บนตัวอย่างชิ้นเนื้อได้ภายในเวลา 3 ชั่วโมง สอดคล้องกับผลการทดลองของกาญจนา และเนตรชนก (2549) ที่เติมน้ำมันมะพร้าวร้อยละ 5 และ 10 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวที่ถ่ายเชื้อ *E. coli* พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ได้เมื่อเวลาการสัมผัส 3 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวมีกรดลอริกที่สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ และยังมีกรดคาปริกช่วยเสริมประสิทธิภาพของกรดลอริกอีกด้วย จึงช่วยยืดระยะเวลาในช่วง Lag Phase ให้นานขึ้น แต่ผลการทดลองนี้ขัดแย้งกับ Shari และคณะ (2006) ที่ได้รายงานว่าโมโนลอรินมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก เช่น *Staph. aureus* และ *Streptococcus* แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *Klebsiella pneumonias* ได้

ตารางที่ 4.7 จำนวนเชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

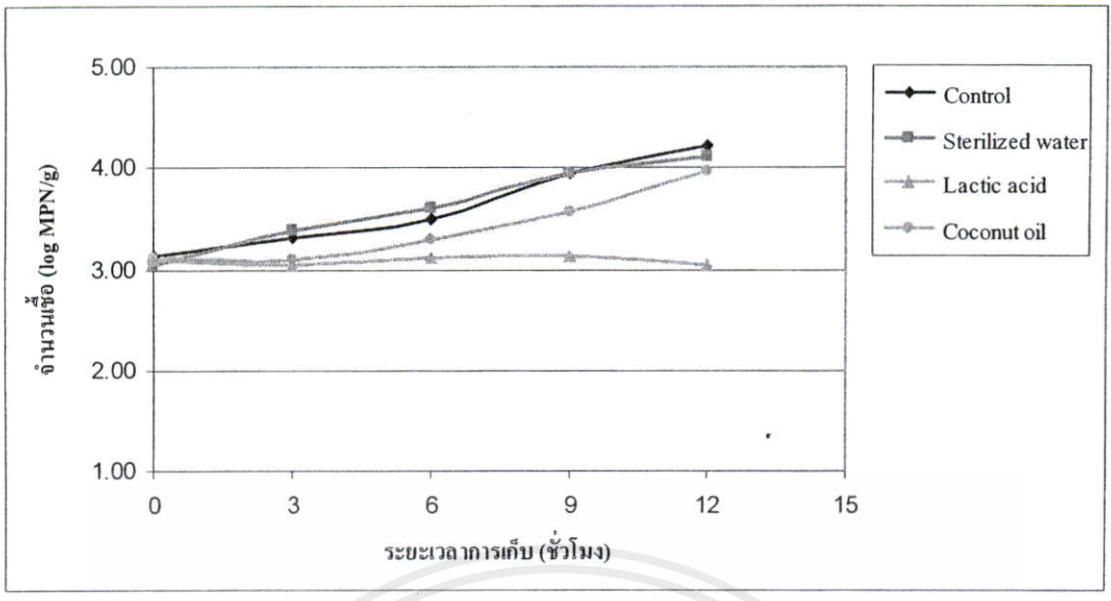
ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ *E. coli* (log MPN/g)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$3.13 \pm 0.13_{v}^{a}$	$3.04 \pm 0.07_{v}^{a}$	$3.10 \pm 0.07_{v}^{a}$	$3.11 \pm 0.09_{v}^{a}$
3	$3.31 \pm 0.04_{w}^{b}$	$3.39 \pm 0.19_{w}^{b}$	$3.04 \pm 0.07_{v}^{a}$	$3.09 \pm 0.08_{v}^{a}$
6	$3.50 \pm 0.07_{x}^{bc}$	$3.60 \pm 0.15_{w}^{c}$	$3.11 \pm 0.09_{v}^{a}$	$3.30 \pm 0.13_{w}^{ab}$
9	$3.94 \pm 0.06_{y}^{c}$	$3.95 \pm 0.14_{x}^{c}$	$3.13 \pm 0.08_{v}^{a}$	$3.57 \pm 0.06_{x}^{b}$
12	$4.23 \pm 0.08_{z}^{c}$	$4.11 \pm 0.11_{x}^{bc}$	$3.05 \pm 0.09_{v}^{a}$	$3.97 \pm 0.10_{y}^{b}$

A_{**}^{*}

* ตัวอักษร a, b, c และ d ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ *E. coli* ในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร v, w, x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ *E. coli* ในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 แนวโน้มการเจริญเติบโตของ *Escherichia coli* ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

4.3.2 ผลของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) บนผิวเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Escherichia coli*

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และจุ่มในสารละลายของแต่ละกลุ่มการทดลอง ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ผลแสดงดังตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.8 พบว่ากลุ่มที่สัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 3.28 3.17 3.06 2.97 และ 3.04 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด ส่วนกลุ่มที่สัมผัสน้ำมันมะพร้าวจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยใน 3 ชั่วโมงแรกมีจำนวนเชื้อไม่แตกต่างจากกลุ่มที่สัมผัสสารละลายกรดแลคติก คือมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในชั่วโมงที่ 0 และ 3 เท่ากับ 3.31 และ 3.32 log cfu/g ตามลำดับ ในชั่วโมงที่ 6 จำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นเป็น 3.64 log cfu/g ซึ่งมากกว่ากลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.93 และ 3.71 log cfu/g ตามลำดับ ในชั่วโมงที่ 9 และ 12 ตัวอย่างกลุ่มที่สัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.89 และ 4.21 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ที่มีค่า 4.21 และ 4.44 log cfu/g ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่สัมผัสน้ำกลั่น ที่มีค่าเท่ากับ 3.98 และ 4.25 log cfu/g ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

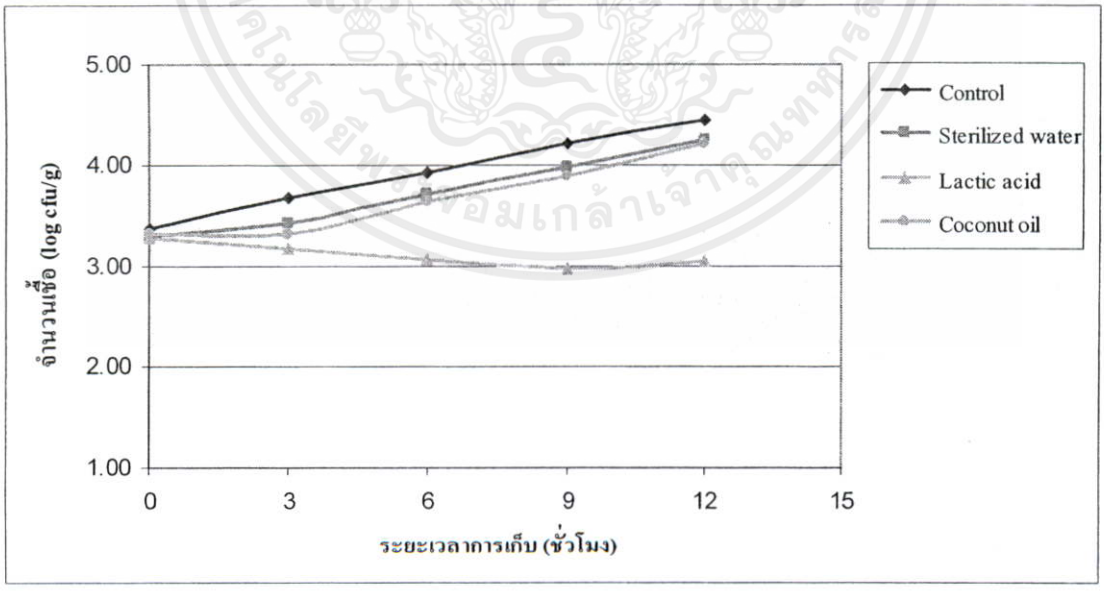
ตารางที่ 4.8 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Escherichia coli* และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ Total Plate Count (log cfu/g)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$3.37 \pm 0.20_{v}^{a}$	$3.29 \pm 0.17_{v}^{a}$	$3.28 \pm 0.24_{w}^{a}$	$3.31 \pm 0.16_{v}^{a}$
3	$3.68 \pm 0.10_{w}^{b}$	$3.43 \pm 0.26_{vw}^{ab}$	$3.17 \pm 0.14_{vw}^{a}$	$3.32 \pm 0.12_{v}^{a}$
6	$3.93 \pm 0.08_{x}^{b}$	$3.71 \pm 0.16_{wx}^{b}$	$3.06 \pm 0.14_{vw}^{a}$	$3.64 \pm 0.23_{w}^{b}$
9	$4.21 \pm 0.15_{y}^{c}$	$3.98 \pm 0.15_{xy}^{bc}$	$2.97 \pm 0.07_{v}^{a}$	$3.89 \pm 0.11_{w}^{b}$
12	$4.44 \pm 0.04_{z}^{c}$	$4.25 \pm 0.13_{y}^{bc}$	$3.04 \pm 0.13_{vw}^{a}$	$4.21 \pm 0.08_{x}^{b}$

$A_{..}^{*}$

* ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* ในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร v, w, x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* ในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน



ภาพที่ 4.8 แนวโน้มการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า สารละลายกรดแลคติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมงได้ดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากสารที่มีความเป็นกรดสูงจะสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่า โดยกรดทำให้ค่า pH ของเนื้อลดต่ำลง มีผลทำให้สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้ระยะ Lag Phase นานขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Anderson (1990) ที่ได้จุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อวัวขนาด 2.54 x 2.54 เซนติเมตร ในสารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0 1 2 และ3 (v/v) เป็นเวลา 15 วินาที เก็บที่อุณหภูมิ 25 40 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่าผลในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์แปรผันโดยตรงกับระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกที่ใช้ และสอดคล้องกับผลการทดลองของ Alves และคณะ (1995)ที่พบว่าสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 และ 5 (v/v) สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อสันนอกของสุกรได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เช่นเดียวกับรายงานของ Woolthuis และ Smulders (1985 ข.) ที่พบว่าการฉีดพ่นซากโคด้วยสารละลายกรดแลคติกสามารถลดจุลินทรีย์ทั้งหมดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่น้ำมันมะพร้าวสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั้งหมดบนชิ้นเนื้อที่มีการถ่ายเชื้อ *E. coli* บนผิวเนื้อสุกรได้ในช่วง 3 ชั่วโมงแรกภายหลังการสัมผัส ดังนั้นในการวางจำหน่ายเนื้อสุกรในตลาดสดสามารถใช้น้ำมันมะพร้าวทาบนชิ้นเนื้อ เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์บนผิวชิ้นเนื้อที่วางจำหน่ายได้ไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันมะพร้าวช่วยเพิ่มเวลาของช่วง Lag Phase ให้นานออกไปเท่านั้น โดยไม่มีคุณสมบัติในการฆ่าหรือทำลายเชื้อได้

4.3.3 ผลของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวต่อค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Escherichia coli*

ค่า pH ของตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* ของกลุ่มการทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง แสดงดังตารางที่ 4.9 พบว่าชั่วโมงที่ 0 ค่า pH ของตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีค่า 6.04 6.02 5.27 และ 6.01 ตามลำดับ โดยค่า pH ของตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากค่า pH ของสารละลายกรดแลคติก มีค่า 2.37 เมื่อสารละลายสัมผัสตัวอย่างชิ้นเนื้อทำให้ค่า pH ของชิ้นเนื้อซึ่งมีค่า 6.04 ลดลง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ภายหลังการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง ค่า pH ของตัวอย่างในกลุ่มนี้เพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 5.34 5.37 5.39 5.41 ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างอีก 3 กลุ่มการทดลอง มีค่า pH ไม่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลาการเก็บ คือกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว มีค่า 6.04 6.04 6.06 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.08 ตามลำดับ กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น มีค่า pH เท่ากับ 6.03 6.04 6.07 และ 6.07 ตามลำดับ เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุมที่มีค่า pH เท่ากับ 6.04 6.06 6.07 และ 6.08 ตามลำดับ

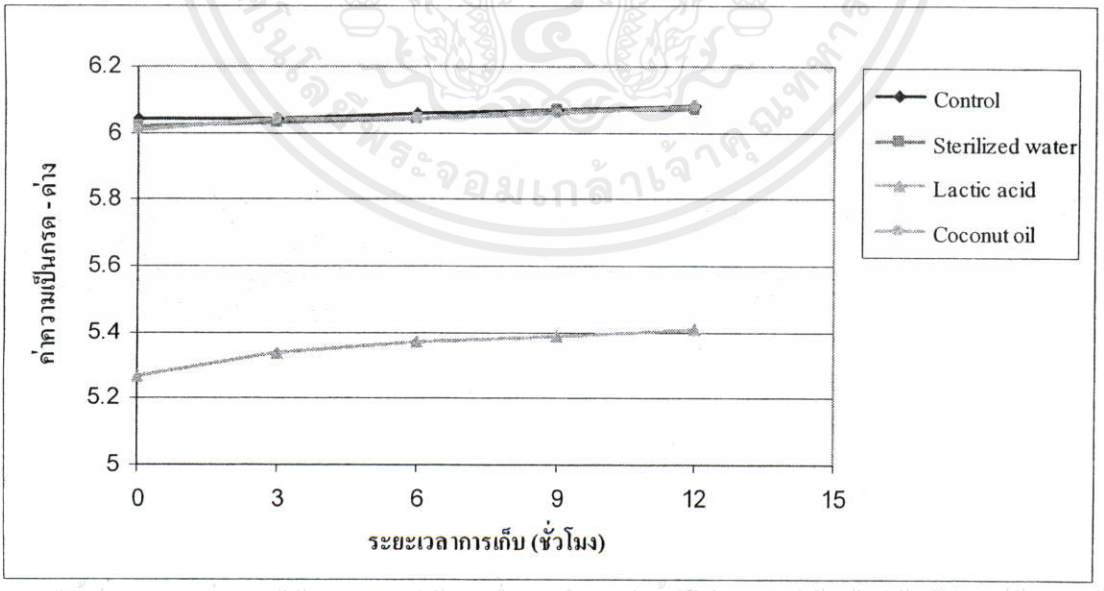
ตารางที่ 4.9 ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Escherichia coli* และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$6.04 \pm 0.09_{x}^{b*}$	$6.02 \pm 0.09_{x}^{b}$	$5.27 \pm 0.21_{x}^{a}$	$6.01 \pm 0.14_{x}^{b}$
3	$6.04 \pm 0.07_{x}^{b}$	$6.03 \pm 0.06_{x}^{b}$	$5.34 \pm 0.21_{x}^{a}$	$6.04 \pm 0.15_{x}^{b}$
6	$6.06 \pm 0.08_{x}^{b}$	$6.04 \pm 0.06_{x}^{b}$	$5.37 \pm 0.22_{x}^{a}$	$6.04 \pm 0.17_{x}^{b}$
9	$6.07 \pm 0.08_{x}^{b}$	$6.07 \pm 0.08_{x}^{b}$	$5.39 \pm 0.23_{x}^{a}$	$6.06 \pm 0.16_{x}^{b}$
12	$6.08 \pm 0.08_{x}^{b}$	$6.07 \pm 0.09_{x}^{b}$	$5.41 \pm 0.23_{x}^{a}$	$6.08 \pm 0.19_{x}^{b}$

A_{x}^{*}

* ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด – ด่างในตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* ในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด - ด่างในตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* ในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน



ภาพที่ 4.9 แนวโน้มของค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Escherichia coli* และจุ่มในสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากทดลองจะเห็นได้ว่าค่า pH ของทุกกลุ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังภาพที่ 4.9 เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากขึ้น ทำให้ผลิตสารที่เกิดจากการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ ที่มีผลต่อค่า pH ของเนื้อสุกร ดังได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.1.3 สอดคล้องกับการกล่าวของ Anderson (1990) ที่ว่าค่า pH ของกรดจะลดลงในช่วง 5 วินาทีแรก แล้วเพิ่มขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการแช่กรดแลคติก

4.4 ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติก และน้ำมันมะพร้าวต่ออัตราการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสีของเนื้อสุกร

4.4.1 อัตราการสูญเสียน้ำหนัก (Weight loss) ในกลุ่มตัวอย่างเนื้อสุกร

อัตราการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างเนื้อสุกรในกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง ผลแสดงดังตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.10 พบว่าอัตราการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างเนื้อสุกรทั้ง 4 กลุ่ม มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยภายหลังจากการจุ่มตัวอย่างเนื้อสุกร (ชั่วโมงที่ 0) ในสารละลายกลุ่มต่างๆ กลุ่มที่สัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดคือ ร้อยละ 2.49 รองลงมาคือ กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวและกลุ่มควบคุม โดยมีการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 2.34 2.32 และ 2.16 ตามลำดับ และในชั่วโมงที่ 3 6 9 และ 12 ตัวอย่างกลุ่มที่สัมผัสสารละลายกรดแลคติก มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 2.94 3.37 3.83 4.20 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สำหรับตัวอย่างกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 2.57 2.76 3.00 และ 3.23 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ที่มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 2.41 2.65 2.92 และ 3.10 ตามลำดับ รวมทั้งตัวอย่างกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นที่มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 2.59 2.89 3.11 และ 3.30 ตามลำดับ

ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นเนื้อมากที่สุด เนื่องจากความเป็นกรดของสารละลาย ทำให้ค่า pH ภายในเซลล์กล้ามเนื้อลดต่ำลงใกล้กับค่าไอโซอิเลคตริก (Isoelectric Point) ทำให้โปรตีนในกล้ามเนื้อเสียสภาพ และเป็นผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อไมโอไฟบริล (Myofibril) เกิดการหดตัว เป็นเหตุให้เนื้อสัตว์มีความสามารถในการอุ้มน้ำน้อยลง เกิดการสูญเสียน้ำมากขึ้น (Offer and Trinick, 1983) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ จุฑารัตน์ (2536) ที่กล่าวว่ากรดแลคติกจะแทรกซึมเข้าสู่เซลล์ผิวของเนื้อสัตว์ ทำให้เนื้อมีสภาพความเป็นกรดมากขึ้น มีผลทำให้โปรตีนในกล้ามเนื้อที่ละลายน้ำได้ (Sarcoplamic Protein) สูญเสียคุณสมบัติบางประการ โดยจะตกตะกอนลงบนโปรตีนที่เป็น

องค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Myofibrilar Protein) ทำให้เนื้อสัตว์มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำลง และจะมีน้ำเยิ้มออกมาที่บริเวณผิวหน้าของเนื้อ

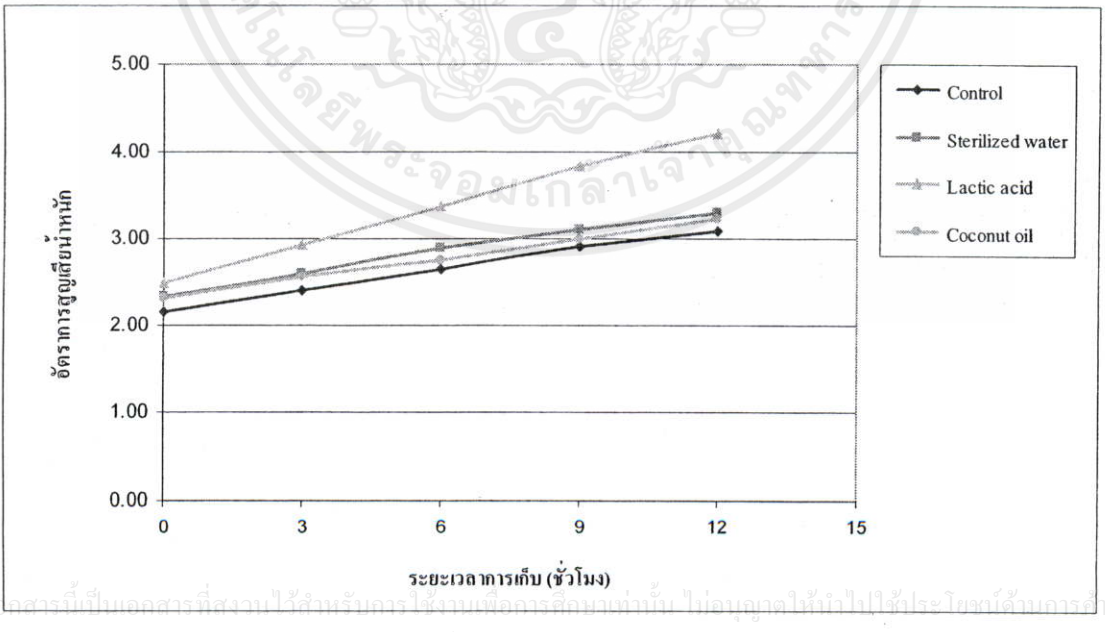
ตารางที่ 4.10 อัตราการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	อัตราการสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$2.16 \pm 0.08_{v}^{a*}$	$2.34 \pm 0.02_{v}^{b}$	$2.49 \pm 0.04_{v}^{c}$	$2.32 \pm 0.08_{v}^{ab}$
3	$2.41 \pm 0.05_{w}^{a}$	$2.59 \pm 0.04_{w}^{b}$	$2.94 \pm 0.07_{w}^{c}$	$2.57 \pm 0.01_{w}^{b}$
6	$2.65 \pm 0.01_{x}^{a}$	$2.89 \pm 0.01_{x}^{b}$	$3.37 \pm 0.09_{x}^{c}$	$2.76 \pm 0.47_{x}^{ab}$
9	$2.92 \pm 0.01_{y}^{a}$	$3.11 \pm 0.08_{y}^{b}$	$3.83 \pm 0.09_{y}^{c}$	$3.00 \pm 0.07_{y}^{ab}$
12	$3.10 \pm 0.05_{z}^{a}$	$3.30 \pm 0.03_{z}^{b}$	$4.20 \pm 0.07_{z}^{c}$	$3.23 \pm 0.09_{z}^{ab}$

A_{**}^{*}

* ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร v, w, x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.10 แนวโน้มของอัตราการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

นอกจากนี้ Woolthuis และ Smulders (1985 ข.) รายงานว่าสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 1 2 3 และ 5 (v/v) ที่ฉีดพ่นบนซากสุกร จะทำให้มีน้ำเยิ้มออกมาจากเนื้อมากขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ผลการทดลองในครั้งนี้ยังสอดคล้องกับผลการทดลองของ Alves และคณะ (1995) ที่พบว่าการใช้สารละลายกรดแลคติกฉีดพ่นบนเนื้อสัตว์ เป็นสาเหตุให้มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น เมื่อเทียบกับเนื้อที่ไม่มีการฉีดพ่น

สำหรับน้ำมันมะพร้าว ถึงแม้จะประกอบด้วยกรดไขมัน ได้แก่ กรดคาปริก กรดลอริก เป็นต้น ซึ่งเป็นกรดอ่อน มีค่า pH เท่ากับ 5.51 จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยกล้ามเนื้อ และทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากรดแลคติก

4.4.2 ค่าความเข้มสี ในตัวอย่างเนื้อสุกร

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสีที่ใช้กำหนดความสว่าง (L) ค่าความเข้มสีที่ใช้กำหนดสีแดงหรือสีเขียว (a)(+ หมายถึงสีแดง และ - หมายถึงสีเขียว) และค่าความเข้มสีที่ใช้กำหนดสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b)(+ หมายถึงสีเหลือง และ - หมายถึงน้ำเงิน) ในกลุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆ ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 0 3 6 9 และ 12 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.11 ค่าความสว่าง (L) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	ค่าความสว่าง (L)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$54.12 \pm 1.92_{x}^{a*}$	$55.59 \pm 1.47_{x}^{b}$	$55.97 \pm 0.96_{x}^{b}$	$54.15 \pm 2.01_{x}^{a}$
3	$55.03 \pm 3.07_{x}^{a}$	$55.04 \pm 1.69_{x}^{a}$	$58.81 \pm 0.96_{y}^{b}$	$54.54 \pm 0.05_{x}^{a}$
6	$54.69 \pm 2.04_{x}^{a}$	$55.36 \pm 0.17_{x}^{ab}$	$57.87 \pm 0.91_{xy}^{b}$	$56.94 \pm 1.74_{xy}^{ab}$
9	$55.94 \pm 2.49_{x}^{a}$	$57.11 \pm 0.43_{y}^{b}$	$59.29 \pm 1.27_{yz}^{c}$	$56.32 \pm 1.55_{xy}^{ab}$
12	$57.02 \pm 2.63_{y}^{a}$	$58.96 \pm 1.22_{y}^{b}$	$60.07 \pm 1.21_{z}^{c}$	$58.65 \pm 2.11_{y}^{b}$

A_{**}^{*}

* ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าความสว่าง (L) ของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร v, w, x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าความสว่าง (L) ของตัวอย่างในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.11 พบว่าค่า L ในตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายกลุ่มต่างๆมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในชั่วโมงที่ 0 กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก มีค่า L มากกว่ากลุ่มอื่นๆ คือ มีค่าเท่ากับ 55.97 ซึ่งทำให้เนื้อมีสีซีดลงเล็กน้อย ในขณะที่กลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีค่า L ไม่แตกต่างกัน คือ 54.12 และ 54.15 ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น ซึ่งมีค่าเท่ากับ 55.59

ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 ชั่วโมง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่า L สูงสุดคือ 58.81 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มมีค่า L เท่ากับ 55.03, 55.04 และ 54.54 ตามลำดับ

ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 ชั่วโมง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่า L ลดลงเล็กน้อย คือ มีค่าเท่ากับ 57.87 ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีค่า L เท่ากับ 54.69 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีค่า L เท่ากับ 55.36 และ 56.94 ตามลำดับ

ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 และ 12 ชั่วโมง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่า L มากกว่ากลุ่มอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 59.29 และ 60.07 ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีค่าเท่ากับ 56.32 และ 58.65 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นซึ่งมีค่า L เท่ากับ 57.11 และ 58.96 ตามลำดับ และมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีค่า L เท่ากับ 55.94 และ 57.02 ตามลำดับ

จากการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ คมแข (2540) ที่ได้ตรวจวัดค่าความเข้มสีเนื้อสุกรบริเวณสะโพกที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1 2 และ 3 (v/v) พบว่าผิวเนื้อสุกรที่สัมผสกรดจะมีสีซีดลงเมื่อพิจารณาด้วยสายตา โดยเฉพาะเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลคติก แต่สีของเนื้อจะกลับสู่สภาพปกติ เมื่อผ่านการเก็บรักษาในห้องเย็น ซึ่งแตกต่างจากผลการทดลองของ Smulder และ Woolthuis (1985) ที่พบว่าสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 1 1.2 1.25 และ2 (v/v) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อ ทั้งนี้อาจเนื่องจากอุณหภูมิในการเก็บรักษาตัวอย่างที่ต่ำ จึงทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น และส่งผลให้เนื้อมีสีซีด คือค่า L เพิ่มขึ้น

ส่วนผลการวัดค่าสีแดง (a) ของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.12 พบว่าในชั่วโมงที่ 0 ตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่าสี a ต่ำที่สุดคือ 6.22 แต่ไม่มีความแตกต่าง กับกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวซึ่งมีค่า a เท่ากับ 6.27 และ 6.39 ตามลำดับ แต่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมซึ่งมีค่าสี a เท่ากับ 8.69 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ค่าสีแดง/สีเขียว (a) ในตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	ค่าสีแดง/สีเขียว (a)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$8.69 \pm 0.73_{y}^{b*}$	$6.27 \pm 1.31_{y}^{a}$	$6.22 \pm 0.76_{z}^{a}$	$6.39 \pm 0.22_{z}^{a}$
3	$7.81 \pm 1.69_{y}^{b}$	$6.94 \pm 0.70_{y}^{b}$	$4.49 \pm 1.92_{xy}^{a}$	$6.01 \pm 0.13_{yz}^{b}$
6	$4.57 \pm 0.18_{x}^{a}$	$3.82 \pm 1.81_{x}^{a}$	$4.10 \pm 1.47_{x}^{a}$	$4.37 \pm 0.09_{x}^{a}$
9	$5.62 \pm 0.30_{x}^{b}$	$2.04 \pm 0.64_{x}^{a}$	$4.77 \pm 2.25_{xy}^{b}$	$5.09 \pm 0.64_{y}^{b}$
12	$4.66 \pm 0.40_{x}^{b}$	$2.54 \pm 0.51_{x}^{a}$	$4.93 \pm 1.56_{y}^{b}$	$5.56 \pm 1.27_{yz}^{c}$

A_{**}^{*}

* ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าสีแดง/สีเขียว (a) ของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร v, w, x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าสีแดง/สีเขียว (a) ของตัวอย่างในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาตัวอย่างชิ้นเนื้อนานขึ้น ค่า a จะลดลงตามระยะเวลาการเก็บ ซึ่งมีผลทำให้เนื้อมีสีคล้ำมากขึ้น โดยในชั่วโมงที่ 3 ค่าสี a ของตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่า a ต่ำกว่าตัวอย่างกลุ่มการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 4.49 ในขณะที่ตัวอย่างกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 6.01 6.94 และ 7.81 ตามลำดับ ในชั่วโมงที่ 6 มีค่า a ไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว และกลุ่มควบคุม มีค่า a เท่ากับ 3.82 4.01, 4.37 และ 4.57 ตามลำดับ ในชั่วโมงที่ 9 ตัวอย่างกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีค่า a ต่ำกว่าทุกๆกลุ่ม คือ มีค่า 2.04 ซึ่งทำให้ตัวอย่างชิ้นเนื้อมีสีแดงลดลง ในขณะที่ตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว และกลุ่มควบคุมมีค่า a เท่ากับ 4.77 5.09 และ 5.62 ตามลำดับ และภายหลังการเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ตัวอย่างกลุ่มน้ำมันมะพร้าวให้ค่า a สูงสุด คือ 5.56 ซึ่งตัวอย่างชิ้นเนื้อยังคงมีสีแดง ในขณะที่ตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก และกลุ่มควบคุม มีค่าสี a ไม่แตกต่างกัน คือ 4.93 และ 4.66 ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีค่าสี a ต่ำที่สุด คือ 2.54 ซึ่งการที่ค่าสี a มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากการสะสมของเหลวที่แทรกซึมออกมาจากเนื้อสัตว์ (Purge) (Jimenez – Villarreal *et al.*, 2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนค่าสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน (b) ของตัวอย่างกลุ่มต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.13 พบว่าภายหลังการจุ่มสารละลายกลุ่มต่างๆ กลุ่มควบคุมมีค่า b สูงสุดคือ 5.14 รองลงมาคือ กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.14 3.63 และ 2.01 ตามลำดับ โดยกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับกลุ่มควบคุม และในชั่วโมงที่ 3 ตัวอย่างกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีค่า b ต่ำสุดเท่ากับ 1.11 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.86 2.19 และ 2.04 ตามลำดับ และภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่า b สูงสุดคือ 5.41 ส่วนตัวอย่างกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีค่า b ไม่แตกต่างกัน คือ มีค่าเท่ากับ 3.01 2.45 และ 2.24 ตามลำดับ ในชั่วโมงที่ 9 ตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก และกลุ่มควบคุมมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 2.79 และ 2.59 ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นและกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีค่า b ไม่แตกต่างกัน คือ 1.20 และ 1.72 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.13 ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน (b) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารละลายต่างๆภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ระยะเวลาการเก็บ (ชั่วโมง)	ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน (b)			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก 2% (v/v)	กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว
0	$5.14 \pm 2.54_{x}^{b*}$	$4.14 \pm 0.82_{y}^{ab}$	$2.01 \pm 2.15_{xy}^{a}$	$3.63 \pm 1.69_{x}^{b}$
3	$2.86 \pm 2.06_{x}^{b}$	$1.11 \pm 1.14_{x}^{a}$	$2.19 \pm 1.67_{xy}^{b}$	$2.04 \pm 0.74_{x}^{b}$
6	$2.45 \pm 2.48_{x}^{a}$	$3.01 \pm 1.65_{xy}^{a}$	$5.41 \pm 1.31_{y}^{b}$	$2.24 \pm 1.63_{x}^{a}$
9	$2.59 \pm 0.92_{x}^{b}$	$1.20 \pm 1.16_{x}^{a}$	$2.79 \pm 2.07_{xy}^{b}$	$1.72 \pm 1.91_{x}^{a}$
12	$3.01 \pm 0.83_{x}^{b}$	$1.46 \pm 0.57_{x}^{a}$	$1.65 \pm 1.63_{x}^{a}$	$1.61 \pm 0.55_{x}^{a}$

$A_{..}^{*}$

* ตัวอักษร a, b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน (b) ของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มการทดลองที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน

** ตัวอักษร v, w, x, y และ z ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบค่าความสีเหลือง/สีน้ำเงิน (b) ของตัวอย่างในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน

และภายหลังการเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ตัวอย่างกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีค่า b ต่ำกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 1.46, 1.65 และ 1.61 ตามลำดับ ในขณะที่

เอกสารนี้เป็นเ

ตัวอย่างกลุ่มควบคุมมีค่า b เท่ากับ 3.01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Pohlman และคณะ (2002) ที่พบว่าค่าสี b ของเนื้อวัวบดจะมีค่าลดลง ตามระยะเวลาการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

ในการศึกษาผลของสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) และน้ำมันมะพร้าวต่อการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby, *Staph. aureus, E. coli* ในตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อดังกล่าวภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีผลในการยับยั้งเชื้อทั้ง 3 ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ในขณะที่กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวสามารถยับยั้งเชื้อ *S.* Derby, *Staph. aureus* และ *E. coli* ได้เพียง 3 ชั่วโมงแรกของการเก็บรักษา เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการถ่ายเชื้อดังกล่าว พบว่าตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกและกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวให้ผลไปในทางเดียวกับผลการศึกษาการยับยั้งเชื้อ *S.* Derby, *Staph. aureus* และ *E. coli*

ในการศึกษาผลของสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) และน้ำมันมะพร้าวต่อค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby, *Staph. aureus* และ *E. coli* พบว่าตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่า pH ต่ำกว่าทุกกลุ่มการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าวมีค่า pH ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) นอกจากนี้ค่า pH ของทุกกลุ่มการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา

ส่วนผลของสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) และน้ำมันมะพร้าวต่ออัตราการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นเนื้อ พบว่าตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมี อัตราการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว และกลุ่มควบคุมมีค่าต่ำสุด นอกจากนี้อัตราการสูญเสียน้ำหนักของทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา

ผลของสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) และน้ำมันมะพร้าวต่อค่าความเข้มสีของชิ้นเนื้อ พบว่าตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติกมีค่าความสว่าง (L) สูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว และกลุ่มควบคุมมีค่า L ต่ำที่สุด และกลุ่มที่มีค่าสีแดง (+) / สีเขียว (-) ; a สูงที่สุดคือกลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว รองลงมาคือกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่มีค่าสี a ต่ำสุดคือกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มที่มีค่าสีเหลือง (+) / สีน้ำเงิน (-) ; b สูงสุดคือกลุ่มควบคุม รองลงมาคือกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลคติก กลุ่มสัมผัสน้ำมันมะพร้าว และต่ำสุดคือกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า สารละลายกรดแลคติกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Derby, *Staph. aureus* และ *E. coli* มากกว่าน้ำมันมะพร้าว ถึงแม้ว่าจะมีอัตราการสูญเสียน้ำหนัก และค่า L ซึ่งแสดงถึงความซีดของสีเนื้อมากที่สุด แต่ถ้ามีการควบคุม

สภาวะแวดล้อมอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ ความเข้มข้นของกรด และบรรจุภัณฑ์ อาจทำให้อัตราการสูญเสียน้ำหนัก และค่าความเข้มสีดีขึ้น

สำหรับการใช้น้ำมันมะพร้าวในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ควรมีการสกัดเอาสารที่มีอยู่ในน้ำมันมะพร้าวออกมา ซึ่งอาจทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นได้ อีกทั้งควรมีการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม และถ้ามีการใช้รวมกับสารอื่นๆอาจเพิ่มประสิทธิภาพให้ดีขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเปรียบเทียบอุณหภูมิในการเก็บรักษาของเนื้อสุกรที่ผ่านการสัมผัสน้ำมันมะพร้าว เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ หรือศึกษาการใช้สารผสมระหว่างกรดและสมุนไพรอื่นๆร่วมกับสารที่มีอยู่ในน้ำมันมะพร้าว เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ได้ นอกจากนี้ควรประยุกต์ใช้น้ำมันมะพร้าวในผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น Marinate meat เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมควบคุมโรคติดต่อ. 2546. **รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการ การป้องกันและควบคุมโรคอุจจาระร่วงในพื้นที่เสี่ยงสูง**. 19 – 21 พฤษภาคม 2546 ณ โรงแรม เจ. บี. อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. 288 หน้า.

กุลดา ทับรอด, นนทกร ตุ่นคำ และ ศรีพิจิตร์ จิรวัฒน์วาทิน. 2549. "การยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Anatum ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวด้วยน้ำมันมะพร้าว." **ปัญหาพิเศษปริญญาตรี**. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กาญจนา ศิลาแก้ว และ เนตรชนก เนตรพิชิต. 2549. "การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Escherichia coli* ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวด้วยน้ำมันมะพร้าว." **ปัญหาพิเศษปริญญาตรี**. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

คมแข พิลาสมบัติ. 2540. "การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านขบวนการฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐานโดยการใช้สารละลายกรดแลคติกและคลอรีน." **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**. สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2536. "การบรรจุเนื้อสดแช่เย็น." **เอกสารประกอบการฝึกอบรมเทคโนโลยีการตัดแต่งและสุขศาสตร์เนื้อสัตว์**. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. น. 52 – 57.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์**. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.

ณัฐเวทย์ ทัลวัลลิ์ และสุภาวดี บุญนวล. 2548 ก. "น้ำมันมะพร้าว : น้ำมันมหัศจรรย์." **สัมมนาปริญญาตรี**. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณัฐเวทย์ ทัลวัลลิ์, สุภาวดี บุญนวล และกนกวรรณ หิตานุหิตคุณ. 2548 ข. "การยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนผิวเนื้อสุกรด้วยน้ำมันมะพร้าว." **ปัญหาพิเศษปริญญาตรี**. โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2548. "บทบาทของน้ำมันมะพร้าวต่อสุขภาพและความงาม." **เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 1 : เครือข่ายพืชปลูกพื้นเมืองไทย**.

ณรงค์ โฉมเฉลา. 2549. [Online]. Available : http://www.dtam.moph.go.th/alternative/viewstory.php?id=360 (Accessed : Oct 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นงคราญ เรืองประพันธ์. 2543. "คุณลักษณะทางสุขศาสตร์ของเนื้อหมูและตบหมูของจังหวัดเชียงใหม่" **วารสารวิชาการสาธารณสุข**. ปีที่ 10 ฉบับที่ 3. กรกฎาคม – กันยายน 2544. น. 548.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2544. **แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรค**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพฯ.

ผุสดี ตังวัชรินทร์. 2543 ก. "ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติกในการลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphyloccus aureus* ในหลอดอาหาร" **ปัญหาพิเศษ**. สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ผุสดี ตังวัชรินทร์. 2453 ข. "ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติกในการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphyloccus aureus* บนเนื้อสุกร." **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท**. บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2539. **จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญด้านอาหาร**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สถาบันคลังสมองของชาติ. 2548. "โครงการณ์ศึกษาสถานการณ์และระบบการจัดการความปลอดภัยด้านอาหารของประเทศไทย." ปีที่ 2 ฉบับที่ 5 ประจำเดือนกันยายน – ตุลาคม. [Online]. Available : http://www.knit.or.th/foodsafety/docs/ newsletter10.pdf (Accessed : May 2006).

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. **วัตถุเจือปนอาหาร**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศศิธร คณะรัตน์ และกาญจนี ธรรมาพิพัฒนกุล. 2534. "การตรวจวิเคราะห์เนื้อสัตว์ในห้องปฏิบัติการ." กรุงเทพฯ : **เอกสารประกอบการฝึกอบรมพนักงานตรวจเนื้อฝ่ายสัตวแพทย์สาธารณสุข**. กรมปศุสัตว์.

อุไม บิลหมัด และศุภลักษณ์ จันทร์อุดม. 2544. "Hemolytic *Escherichia coli* ในสุกรที่แสดงอาการท้องเสียและดื้อยาต้านจุลชีพในภาคใต้ของประเทศไทย." **วารสารสัตว์แพทย์** 11(2) : 25 – 31.

Adam, M.R. and C.A. Hall. 1988. "Growth inhibition of food – borne pathogens by lactic acid and acetic acid and their mixtures." **Int. J. Food Sci. Technol**. 23(3) : 287 – 292.

Alves, L., R.A. Mueller, I.R. Rowland and N.H. Casey, 1995. "Meat Decontamination with Organic Acids II – Vacuum packed meat." **Vet Tecnica**. 5(1) : 22 – 26.

Anderson, M.E. 1990. "Reducting microbial population on beef tissue : Concentration and temperature of lactic acid." **J. Food Safety**. 10(2) : 131 – 190.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Anderson, M.E. and R.T. Marshall. 1990. "Reduction microbial population on beef tissue : Concentation and temperature of an acid mixture." **J. Food Sci.** 55 : 903 – 905.

Arnold, K.W. and C.W. Kaspar, 1995. "Starvation and stationary phase induced acid tolerance in *Escherichai coli* O157:H7." **Appl. Environ. Microbriol.** 61 : 2037 – 2039.

Baird – Parker, A.C. 1980. **Microbial ecology of foods. I.** "Factor affecting life and death of microorganisms." By the International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Chapter 7. Organic acid. Academic Press, New York.

Bangtrakulnonth, A., S. Boonmar, S. Luengyosluechakul, M. Musum, and J. Sutanthavibul, 1994. "Study of pig Salmonellosis in Thailand." **Proc. 13th IPVS congress**. Bangkok : Triranasar press.

Bello, L.A., D.M. Ortiz, E. Perez and V. Castro, 1990. "*Salmonella* in raw meats : a study in towns of Guerrero state." Salud publica de Mexico. 30 : 74 – 79.

Bergdoll, M.S. 1973. **The Microbological Safety of Food.** New York : Academic Press.

Bergsson G, J. Arnfinnsson, S.M. Karlsson, O. Steingrimsson and H. Thormar. 1998. "In vitro inactivation of Chlamydia trachomatis by fatty acids and monoglycerides." **Anti microbial Agents and Chemotherapy**. 42 : 2290 – 2294.

Bergsson G, J. Arnfinnsson, O. Steingrimsson and H. Thormar. 2001. "Killing of Gram – positive cocci by fatty acids and monoglycerides." **APMIS**. 109(10) : 670 – 8.

Boddie, R.L. and S.C. Nickerson. 1992. "Evaluation of postmilking teat germicides containing Lauricidin, saturated fatty acids, and lactic acid." **J. Dairy Sci**. 75 : 1725 – 1730.

Bouvet, J., C. Bavai, R. Rossel, A. Le Roux, M.P. Montet, S. Ray – Gueniot, C. Mazuy, C. Arquilliere and C. Vernozy – Rozand. 2001. "Prevalence of verotoxin – producting *Escherichia coli* and *E. coli* O157:H7 in pig carcasses from three French slaughterhouse." **Int. J. Food Microbiol**. 71 : 249 – 255.

Bryan, F.L. 1979. "Food – borne Infections and Intoxications." London : **Academic Press, Inc.**

Caspar, H.J.W., A.A.M. David, G.V.L. Jan, M.D. Jan and J.M.S. Frans. 1983. "Microbial Decontamination of procine liver with lactic acid and hot water." **J. Food Prot**. 47(3) : 220 – 226.

Chung, K.C. and J.M. Goepfert. 1970. "Growth of *Salmonella* at low pH." **J. Food Sci**. 35(6) : 326 – 328.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cudjoe, K.S. 1988. "The effect of lactic acid spray on Keeping qualities of meat during storage." **J. Food Microbiol**. 32(7) : 1 – 7.

Cutter, C.N. and G.R. Siragusa. 1994. "Decontamination of beef carcass tissue with nisin using a pilot scale model carcass washer." **Food Microbiol**. 11 : 481 – 489.

Davies, R.H., I.M. MaLaren and S. Bedford. 1999. "Observation on the distribution of *Salmonella* in pig abattoir." **Veterinary record**. 145 : 651 – 656.

Dickson, J.S., H.S. Hurd, and M.H. Rostagno, 2003. "Review salmonella in the pork production chain National pork board, Des Moines, LA." [Online]. Available : http://www.pork board. org/ (Accessed : Aug 2007)

Doores, S. 1993. "Organic acid." pp.75 – 103. In Branen, A.L. and P.M. Davidson , (ed). **Antimicrobial in foods**. Marcel Dekker, Inc, New York.

Dorsa, W.J., C. N. Cutter and G.R. Siragusa. 1998. "Long Term Effect of Alkaline, Organic acid or Hot Water Washes on the Microbial Profile of Refrigerated Beef Contaminated with Bacterial Pathogens After Washing." **J. Food Pro**. 61(3) : 300 – 306.

Doyle, M.P. and D.O. Cliver. 1990. "*Salmonella*." pp. 186 – 204. In : Doyle, M.P. (ed.) **Foodborne Diseases**. Academic Press, San Diego, California.

Doyle, M.P. and V.V. Padhye. 1989. "*Escherichia coli*." pp. 235 – 281. In M.P. Doyle (ed.), **Foodborne bacterial pathogens**. Marcel Dekker, New York.

Eklund, T. 1999. "Organic Acid and Esters. London" : **Elsevier Applied Science**.

Elder, R. O., J.E. Keen, G.R. Siragusa, G.A. Barkocy – Gallagher, M. Koohmaraje and W.W. Laegreid. 2000. "Correlation of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 prevalence in feces, hide, and carcasses of beef cattle during processing." ***Proc.* Natl. Acad. Sci**. USA. 97 : 2999 – 3003.

EL – khateib, T. 1993. "Inactivation and attachment of *Listeria monocytogens* on beef muscle treated with lactic acid and selected bacteriocins." **J. Food Prot**. 56(6) : 29 – 30.

Epling, L.K. 1993. "Prevalence of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. on pork carcasses and the reduction effection effected by spraying with lactic acid." **J.Food Prot**. 56(6) : 536 – 537.

FAO/WHO. 1974. "Toxicology evaluation of some food additives." In The 17th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. **FAO Nutrition Meeting Report** Series No. 53 Rome. Geneva : World Health Organization. pp. 461 – 465.

FDA (Food and Drug Administration). 1992. "Bacteriological Analytical Manual." 7th edition. **AOAC International Arlington**. VA.

Fu, A – H. 1994. "Microbiol and quality characteristics of pork cuts from carcasses treated with sanitizing sprays." **J. Food Sci**. 59(2) : 306 – 309.

Gill, C.O. and J. Brayant. 1996. "The presence of *Escherichia coli*, *Salmonella* and *Campylobacter* in pig carcass deharing equipment." **Food Microbiol**. 10 : 337 – 344.

Gill, C.O. and K.G. Newton. 1979. "Spoilage of vacuum – packaged dark, firm, dry meat at chill temperatures." **Appl. Environ. Microbiol**. 37 : 362 – 364.

Gill, C.O. and K.G. Newton. 1982. "Effect of lactic acid concentrations on growth on meat of gram negative psychrotrophs from a meat works." **J. Appl. Environ. Microbiol**. 43 : 283 – 288.

Gould, G.W. 1995. **New method of food preservation**. Blackie Academic and professional. p.135 – 158.

Gray, J.T. and P. J. Feddorka – Cray. 2001. "Survival and infectivity of *Salmonella choleraesuis* in swine feces." **J. Food Prot**. 64(7) : 945 – 949.

Griffin, P.M. and R.V. Tauxe. 1991. "The epidemiology of infections caysed by *Escherichia coli* O157:H7, other enterohemorrhagic *E. coli* and the associated heamolytic uremic syndrome." **Epidemiol**. Rev. 13 : 60 – 98.

Hardin, M.D., G.R. Acuff, L.M. Lucia, J.S. Oman and J.W. Savell. 1995. "Comparison of methods for decontamination from beef surfaces." **J. Food. Prot**. 58 : 368 – 379.

Hierholzer, J.C. and J.J. Kabara. 1982. "In vitro effects of monolaurin compounds on enveloped RNA and DNA viruses." **J. Food Safety**. 4 : 1 – 12.

Holland, K.T., D. Taylor and A.M. Farrell. 1994. "The effect of glycerol monolaurate on growth of, and production of toxic shock syndrome toxin – 1 and lipase by, *Staphylococcus aureus*." **J. Anti – microbial Chemotherapy**. 33 : 41 – 55.

Humphrey, T. 2000. "Public – health aspects of Salmonella infection." pp.245 – 263. In Wray, C. and Wray, A. (ed). **Salmonella in Domestic Animal**. CABI publishing.

Ingram, M. 1988. "The preservative action of acid substances in food." **Chem. & Ind**. 75 : 1154 – 1163.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Isaacs CE and H. Thormar. 1991. "The role of milk – derived antimicrobial lipids as antiviral and antibacterial agents in Immunology of Milk and the Neonate" In Mestecky J, *et al*, (ed). Plenum Press, New York.

Isaacs C.E., H. Thormar, R.E. Litov and P. Marie. 1992. "Addition of lipases to infant formulas produces antiviral and antibacterial activity." **J. Nutritional Biochemistry**. 3 : 304 – 308.

Jerngklinchan, J., K. Koowatananukul and K. Saitanu. 1994. "Occurrence of *Salmonella* in raw broilers and their products in Thailand." **J. Food Prot**. 57 : 808 – 810.

Jimenez – Villarreal, J.R., F.W. Pohlman, Z.B. Johnson and J.R. Brown. 2003. "The effect of multiple antimicrobial interventions on processing, lipid, textural, instrumental color and sensory characteristics when used in a ground beef patty production system." **Meat Sci**. 65 : 1021 – 1029.

Kabara, J.J. 1984. "Antimicrobial agents derived from fatty acids." **J. American Oil Chemists Society**. 61: 397 – 403.

Krulwich, T.A., R. Agus, M. Schneier and A.A. Guffanti. 1985. "Buffering carpacity of Bacilli that grow at different pH ranges." **J. Bac**. 162 : 768 – 772.

Krusch, U. 1978. "Ernahrungsphysiologische gesichtspunkte der L(+) and D(-) milchsaure in sauremilchprodukten." Kieler. Milchwirtsch. Forschung. 30 : 341 – 346.

Mary, G. Enig. 2001. "The Health Benefits of Coconut & Coconut Oil." [Online]. Available : http://www.nexusmagazine.com. (Accessed : Jan, 2007)

Mauricio, M. Castelo, D. H. Kang, G. R. Siragusa, M. Koohmaraie and E. D. Berry. 2001. "Evaluation of Combination Treatment Processes for the Microbial Decontamination of Pork Trim." **J. Food Pro**. 64(3) : 335 – 342.

Mendonca, A.F., R.A. Molins, A.A. Kraft and H.W. Walke. 1989. "Microbiological chemical and physical changes in fresh, vacuum packed pork treated with organic acid and salts." **J. Food Sci**. 54 : 18 – 21.

Neill, M.A. 1994. "*E. coli* O157 : H7 Tim Capsule : What Do We Know and When Did We Know It ?". **Dairy Food and Environ. Sanitation**. 14 (7) : 374 – 377.

Nkanga, E.J. and N. Uraih. 1981. "Prevalence of *Staphylococcus aureus* in meat samples from traditional markets in Benin city Nigeria and possible control by use of condiments." **J. Food Prot**. 44(1) : 4 – 8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา

Offer, G. and J. Trinick. 1983. "On the Mechanism of Water Holding in Meat : The Swelling and Shrinking of Myofibril." **Meat Sci**. 8 : 245.

Ogden, S.K., A.J. Taylor, C.E.R. Dodd, I. Guerrero, H. Buendia and F. Gallardo. 1997. "Preservative effect of combined propionic and ascorbic acids on pork meat stored at 25°C." **J.Food Prot**. 60 : 935 – 942.

Oliveira, M. and D. Brito, 1996. "Lactic Acid Effect on The Decontamination of Sheep Meat (Lamb) Packed in Vaccum." **Vet Tecnica**. 6 : 30 – 33.

Pearson, A.M. and T.R. Dutson. 1986. "Advance in Meat Research Vol. 2." **Meat and Poultry Microbiology.** U.S.A. : The Avi pubishing.

Pearson, A.M. and T.R. Dutson. 1990. "Meat and Health Advances in Meat Research Vol. 6." New York : **Elsevier Science**.

Prasai, R.K., L.M. Acuff, J.B. Lucia, S.G. May Morgan, and J.W. Savell. 1991. "Microbiologocal effects of acid decontamination of beef carcasses at various locations in processing." **J. Food Sci**. 54 : 458.

Prasai, R.K., L.M. Acuff, J.B. Lucia, S.G. May Morgan, and J.W. Savell. 1992. "Microbiologocal effects of acid decontamination of pork carcasses at various locations processing." **Meat Sci**. 32 : 413 – 423.

Pohlman, F.W., M.R. Stivarius, K.S. McElyea and A.L. Waldroup. 2002. "Reduction of *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, coliforms, aerobic bacteria and improvement of ground beef color using trisodium phosphate or cetylpyridium chloride before grinding" **Meat Sci**. 60 : 349 – 356.

Read, S.C., C.L. Gyles, R.C. Clarke, H. Lior and S. McEwen. 1990. "Prevalence of verocytotoxigenic *Escherichia coli* in ground beef, pork, and chicken in southwestern Ontario." **Epidemiology and Infection**. 105 : 11 – 20.

Shari, L., M.G. Enig and H.G. Preuss. 2006. "A Review of Monolaurin and Lauric acid : Natural Virucidal and Bactericidal Agents." **Alternative & Complementary Therapies**. p. 310 – 314.

Sheridan, J.J., R.L. Buchanan and T.J. Montville. 1996. "HACCP an interated approach to assuring the microbiological safety of meat and poulty." **Food and Nutrition press Inc**. Trumbull. Connecticut. USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Siragusa, G.R., W.J. Dorsa, C.N. Cutter, G.L.Bennett, J.E. Keen and M.Koohmaraie. 1998. "The incidence of Escherichia coli on beef carcasses and its association with aerobic mesophilic plate count categories during the slaughter process." **J. Food Prot**. 61(1) : 269 – 274.

Smith, J.L., R.L. Buchanon and S.A. Palumbo. 1983. "Effect of food environment on Staphylococcal enterotoxinsynthesis" : A Review. **J. Food Prot**. 46(6) : 545 – 555.

Smulders, F.J.M. and C.H.J. Woolthuis. 1985. "Immediate O and delayed microbiological effect of lactic acid decontamination of calf carcasses – influence on conventionally boned versus hot - bone and vacuum – packaged cuts." **J. Food Prot**. 48(10) : 838 – 847.

Smulders, F.J.M. and C.H.J. Woolthuis. 1986. "Lactic acid : consideration in favour of its acceptance as a meat decontamination." **J.Food Technol**. 21 : 419 – 436.

Snijders, J.M.A. and C.H.J. Woolthuis. 1985. "Lactic acid : decontamination in slaughter and processing procedure." **Vet. Quart**. 7(4) : 277 – 282.

Thomas C.J. and T.A. Mc Meekin. 1981. "Attachment of *Salmonella* spp. to Chicken Muscle Surface." **J. Appl. and Environ. Microbial**. 42(1) : 130 – 134.

Thormar, H. 1999. "Hydrogels containing monocaprin have potent microbicidal activities against sexually transmitted viruses and bacteria in vitro." **Sex Transm Infect**. 75(3) :181 – 185.

Walsh, L., D. Dooge, and C. Hill. 1997. "Screening of *Escherichia coli* O157:H7 in Irish ground beef using two commercial detection systems." **J. Irish Veterinary**. 50 : 111 – 115.

William, C.F. and C.W. Dennis. 1988. Food Microbiology. New York : **McGraw – Hill, Inc**.

Woolthuis, C.H.J. and F.J.M. Smulders. 1985 ก. "Microbial decontamination of calf carcasses by lactic acid sprays." **J. Food Prot**. 51 : 208 – 213.

Woolthuis, C.H.J. and F.J.M. Smulders. 1985 ข. "Microbial decontamination of calf carcasses by lactic acid sprays." **J. Food Prot**. 48(10) : 832 – 837.

Ziauddin, K.S., D.N. Rao and B.L. AmLA. 1993. "In Vitro study on the effect of lactic acid and sodium chloride on spoilage and pathogenic bacteria of meat." **J. Food Sci. Technol**. 30(3) : 204 – 207.

[Online]. Available : http://msds.pcd.go.th/searchName.asp?vID=1588 (Accessed : May 2008).

[Online]. Available : http://vm.cfsan.fda.gov/~mow/chap1.html (Accessed : May 2008).

[Online]. Available : http://www.astrographics.com/GalleryPrintsIndex/GP2144.html (Accessed : May 2008).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

[Online]. Available : http://www.kimicontrol.com/edu-e.html (Accessed : May 2008).

[Online]. Available : http://www.raw-milk-facts.com/images/CapricAcid.gif (Accessed : May 2008).

[Online]. Available : http://www.raw-milk-facts.com/images/LauricAcid2.jpg, (Accessed : May 2008).

[Online]. Available : http://www.techno.msu.ac.th/fn/ecenter/pathogens/salmonella__spp.htm (Accessed : May 2008).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การเตรียมสารละลายเชื้อบริสุทธิ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีการเตรียมสารละลายเชื้อบริสุทธิ์

1.1 การเตรียมตัวอย่างเชื้อ *Salmonella* Derby

นำเชื้อ *S.* Derby มาเลี้ยงบนอาหารวุ้นเอียง Trypticase soy agar (TSA) ในหลอดทดลองขนาดเล็ก และบ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำลูปเขี่ยเชื้อปริมาณ 1 ลูป มาเลี้ยงในอาหาร Trypticase soy broth (TSB) บ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนเชื้อ *S.* Derby แล้วนำสารละลายเชื้อที่เตรียมไว้มาเจือจางในสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเข้มข้นของเชื้อที่ต้องการคือ 10^3 cfu/g

1.2 การเตรียมตัวอย่างเชื้อ *Staphylococcus aureus*

นำเชื้อ *Staph aureus* มาเลี้ยงบนอาหารวุ้นเอียง Trypticase soy agar (TSA) ในหลอดทดลองขนาดเล็ก และบ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำลูปเขี่ยเชื้อปริมาณ 1 ลูป มาเลี้ยงในอาหาร Trypticase soy broth (TSB) บ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนเชื้อ *Staph aureus* แล้วนำสารละลายเชื้อที่เตรียมไว้มาเจือจางในสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเข้มข้นของเชื้อที่ต้องการคือ 10^3 cfu/g

1.3 การเตรียมตัวอย่างเชื้อ *Escherichia coli*

นำเชื้อ *E. coli* มาเลี้ยงบนอาหารวุ้นเอียง Trypticase soy agar (TSA) ในหลอดทดลองขนาดเล็ก และบ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำลูปเขี่ยเชื้อปริมาณ 1 ลูป มาเลี้ยงในอาหาร Trypticase soy broth (TSB) บ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนเชื้อ *E. coli* แล้วนำสารละลายเชื้อที่เตรียมไว้มาเจือจางในสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเข้มข้นของเชื้อที่ต้องการคือ 10^3 cfu/g

2. วิธีการเตรียมสารละลายกรดแลคติก

โดยวิธีการคำนวณจากสูตร

ให้ C_1 คือ ความเข้มข้นของกรดแลคติกก่อนนำมาเจือจาง (90 %)

C_2 คือ ความเข้มข้นของกรดแลคติกที่ต้องการเตรียม (2 %)

V_1 คือ ปริมาตรกรดแลคติกที่ใช้ (มิลลิลิตร)

V_2 คือ ปริมาตรของกรดแลคติกที่ต้องการเตรียม (มิลลิลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 2 %

1. ปิเปตกรดแลคติกปริมาตร 22.2 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร
2. นำสารละลายกรดแลคติกที่ได้ ไปทำให้ปราศจากเชื้อโดยการฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งไอน้ำ (Autoclave)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ ค่าความเป็นกรด – ด่าง และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

1.1 การตรวจหาเชื้อ *Salmonella* Derby โดยวิธี MPN (FDA – BAM 1992)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ต้องการทดสอบ (25 กรัม) บรรจุใส่ในถุงปลอดเชื้อ เติมสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำเข้าเครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher) แล้วทำการปั่นผสมชิ้นเนื้อเป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อที่ตีป่นแล้วมาเจือจางด้วยสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเจือจางที่เหมาะสม นำไปใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase soy broth (TSB) บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นปิเปตหลอดอาหารที่มีสีขุ่น ถ่ายลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Selenite Cystine broth (SCB) บ่มในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง ถ่ายเชื้อมา Streak บน Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD) บ่มที่อุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง และทำการยืนยันเชื้อ *S.* Derby โดยการทดสอบทางชีวเคมี (Biochemical Screening Test) และตรวจหาจำนวนเชื้อ *S.* Derby โดยเทียบจากตาราง MPN

1.2 การตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยวิธี MPN (FDA – BAM 1992)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ต้องการทดสอบ (25 กรัม) บรรจุใส่ในถุงปลอดเชื้อ เติมสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำเข้าเครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher) แล้วทำการปั่นผสมชิ้นเนื้อเป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อที่ตีป่นแล้วมาเจือจางด้วยสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเจือจางที่เหมาะสม นำไปใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 10 % NaCl Trypticase soy broth (10 % NaCl TSB) บ่มในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง เขี่ยเชื้อลง BP Medium หรือ MS Agar ที่เติมไข่แดง บ่มในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง นำโคโลนีที่มีการตกตะกอนขาวขุ่นรอบโคโลนีมายืนยันเชื้อ *Staph. aureus* โดยทดสอบเอนไซม์ Coagulase และตรวจหาจำนวนเชื้อ *Staph. aureus* โดยเทียบจากตาราง MPN

1.3 การตรวจหาเชื้อ *Escherichia coli* โดยวิธี MPN (FDA – BAM 1992)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ต้องการทดสอบ (25 กรัม) บรรจุใส่ในถุงปลอดเชื้อ เติมสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำเข้าเครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher) แล้วทำการปั่นผสมชิ้นเนื้อเป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อที่ตีป่นแล้วมาเจือจางด้วยสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเจือจางที่เหมาะสม นำไปใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl sulphate tryptose broth (LSTB) บ่มในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และถ่ายเชื้อจากหลอดที่ตรวจพบแก๊สลงในอาหาร EC broth บ่มใน Water bath อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และ 2 % Brilliant green

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

lactose bile broth (2 % BGLB) บ่มในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำหลอดที่พบแก๊สมาตรวจหาจำนวนเชื้อ *E. coli* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin Methylene Blue Agar (EMB) และนำโคโลนีที่มีสีเข้ม มีเงาโลหะมายืนยันผลโดยทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี และตรวจนับจำนวนเชื้อโดยเทียบจากตาราง MPN

1.4 การตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี MPN (FDA – BAM 1992)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ต้องการทดสอบบรรจุใส่ในถุงปลอดเชื้อ เติมสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที นำเข้าเครื่องตีปั่นอาหาร (Stomacher) แล้วทำการปั่นผสมชิ้นเนื้อเป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นทำการเจือจางตัวอย่างชิ้นเนื้อด้วยสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ตรวจหาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Pour plate ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count agar บ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจนับจำนวนโคโลนีที่ขึ้น

2. การวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง ของเนื้อ (Ogden *et al.* 1997)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ปั่นละเอียดหนักประมาณ 10 กรัม ใส่ในถุงปลอดเชื้อ เติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน หลังจากนั้นนำไปวัดค่าความเป็นกรด – ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter

3. การหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อ (Mendonca *et al.* 1989)

ชั่งน้ำหนักชิ้นเนื้อก่อนจุ่มสารละลาย และจดบันทึกผลน้ำหนักเริ่มต้นเป็นค่า X_1 และชั่งน้ำหนักภาชนะถุงพลาสติก (P) ก่อนบรรจุชิ้นเนื้อ จดบันทึกเป็นค่า X_2 หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อจุ่มลงในสารละลายกลุ่มต่างๆ จึงนำชิ้นเนื้อที่ได้บรรจุในถุงพลาสติก ชั่งน้ำหนักชิ้นเนื้อและถุงพลาสติก (P + E + M) จดบันทึกค่าเป็น X_3 หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อออกจากภาชนะถุงพลาสติก และชั่งน้ำหนักเนื้อที่ได้ (M) จดบันทึกค่าเป็น X_4 และนำค่าไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากสูตรนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{X_3 - X_4 - X_2}{X_1} \times 100$$

$$= \frac{(P + E + M) - (M) - (P)}{X_1} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

การเทียบหาค่า Most Probable Number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเทียบหาค่า Most Probable Number

ตารางที่ ค. ค่าMPN ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อใช้ระดับความเจือจางละ 3 หลอด

หลอดที่ให้ผลบวก				หลอดที่ให้ผลบวก				หลอดที่ให้ผลบวก				หลอดที่ให้ผลบวก			
0.1	0.01	0.001	MPN	0.1	0.01	0.001	MPN	0.1	0.01	0.001	MPN	0.1	0.01	0.001	MPN
0	0	0	<3	1	0	0	3.6	2	0	0	9.1	3	0	0	23
0	0	1	3	1	0	1	7.2	2	0	1	14	3	0	1	39
0	0	2	6	1	0	2	11	2	0	2	20	3	0	2	64
0	0	3	9	1	0	3	16	2	0	3	26	3	0	3	95
0	1	0	3	1	1	0	7.3	2	1	0	15	3	1	0	43
0	1	1	6.1	1	1	1	11	2	1	1	20	3	1	1	75
0	1	2	9.2	1	1	2	15	2	1	2	27	3	1	2	120
0	2	2	12	1	1	3	19	2	1	3	34	3	1	3	160
0	2	0	6.2	1	2	0	11	2	2	0	21	3	2	0	93
0	2	1	9.3	1	2	1	15	2	2	1	28	3	2	1	150
0	2	2	12	1	2	2	20	2	2	2	35	3	2	2	210
0	2	3	16	1	2	3	24	2	2	3	42	3	2	3	290
0	3	0	9.4	1	3	0	16	2	3	0	29	3	3	0	240
0	3	1	13	1	3	1	20	2	3	1	36	3	3	1	460
0	3	2	16	1	3	2	24	2	3	2	44	3	3	2	1100
0	3	3	19	1	3	3	29	2	3	3	53	3	3	3	>1100

ที่มา : FDA – BAM (1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวศิริพร แต้มสุวรรณ เกิดวันที่ 20 ตุลาคม 2525 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร จากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ปีการศึกษา 2547 และศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในสาขาสุขาภิบาลอาหาร ในปีพ.ศ. 2547 และสำเร็จการศึกษาในปี 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้