ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby และ Staphylococcus aureus บนเนื้อสุกร

EFFICACY OF LACTIC ACID SOLUTION FOR REDUCING OF INOCULATED SALMONELLA DERBY AND STAPHYLOCOCCUS AUREUS IN PORK

ผุสดี ตังวัชรินทร์

PUSSADEE TANGWATCHARIN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2543

ISBN 974-648-019-7

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกร

EFFICACY OF LACTIC ACID SOLUTION FOR REDUCING OF INOCULATED SALMONELLA DERBY AND *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* IN PORK

ผุสดี ตังวัชรินทร์

PUSSADEE TANGWATCHARIN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISBN 974-648-019-7

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 38972
วัน, เดือน, ปี 20 ก.พ. 2544
b.....
i.....

EFFICACY OF LACTIC ACID SOLUTION FOR REDUCING OF INOCULATED SALMONELLA DERBY AND *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* IN PORK

PUSSADEE TANGWATCHARIN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING SCHOOL OF

GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2000

ISBN 974-648-019-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2000
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกร

EFFICACY OF LACTIC ACID SOLUTION FOR REDUCING OF INOCULATED Salmonella derby AND *Staphylococcus aureus* IN PORK

ชื่อนักศึกษา นางสาวผุสดี ตั้งวัชรินทร์

รหัสประจำตัว 40066400

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

ดร.ทิพย์วรรณ ปริญญาศิริ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.จุฑารัตน์	เศรษฐกุล	
ผศ.ดร.ประภาพร	ขอไพบูลย์	
ดร.ทิพย์วรรณ	ปริญญาศิริ	
รศ.ดร.รณชัย	สิทธิไกรพงษ์	
ผศ.ดร.สุชีพ	สุขสุเมพทย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 15 พฤศจิกายน 2543 เวลา 10.30 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องโสต ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ชั้น 3

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญสม จันทร์อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 9 **เดือน** ธันวาคม **พ.ศ.** 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกร
นักศึกษา	นางสาวผุสดี ตังวัชรินทร์
รหัสประจำตัว	40066400
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2543
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์
	ดร.ทิพย์วรรณ ปริญญาศิริ

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby (การทดลองที่ 1) และ *Staphylococcus aureus* (การทดลองที่ 2) บนเนื้อสันนอกสุกร ซึ่งแต่ละการทดลองใช้เนื้อสันนอกสุกรปลอดเชื้อที่มีน้ำหนักประมาณ 100 – 200 กรัมต่อชิ้น โดยผ่านการฉายรังสีแกมม่าความเข้มข้น 25 kGy จากนั้นผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นประมาณ 5 log cfu/g ในการทดลองที่ 1 และเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นประมาณ 3 log cfu/g ในการทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 x 5 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดทำการทดลอง 10 ซ้ำ โดยทำการศึกษา 3 ปัจจัย คือ 1) กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) 2) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ และ 3) ระยะเวลาการเก็บ 0 1 3 5 และ 7 วัน แล้วทำการสุ่มตัวอย่างเนื้อของแต่ละการทดลองเพื่อตรวจนับจำนวนเชื้อตามระยะเวลาการเก็บ ผลการทดลองที่ 1 พบว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ การใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) สามารถลดจำนวน Salmonella derby ($P \leq 0.05$) และควบคุมจำนวนเชื้อดังกล่าวได้โดยมีปริมาณเชื้อไม่แตกต่างไปจากกลุ่มควบคุมได้นานถึง 7 วัน ($P > 0.05$) ในขณะที่กลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นสามารถควบคุมการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อได้เพียง 1 และ 5 วัน ตามลำดับ ($P > 0.05$) ส่วนเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ การใช้สารละลายกรดแลกติกไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ S. derby ได้ เมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้น ($P \leq 0.05$) และมีผลเช่นเดียวกันในกลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 2 พบว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15°ซ การใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) สามารถลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ($P \leq 0.05$) และควบคุมจำนวนเชื้อดังกล่าวได้ โดยมีปริมาณเชื้อไม่แตกต่างไปจากกลุ่มควบคุมได้นานถึง 7 วัน ($P > 0.05$) ในขณะที่เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ กลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นสามารถควบคุมการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อได้นาน 5 และ 7 วัน ตามลำดับ ($P > 0.05$) ส่วนเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ ทั้ง 2 กลุ่มทดลอง สามารถควบคุมการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อได้เพียง 1 วันเท่านั้น ($P > 0.05$)

การใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) ในทั้ง 2 การทดลอง มีผลทำให้ค่า pH ของเนื้อสันนอกต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีค่า pH เท่ากับ 5.89 5.79 และ 5.70 ตามลำดับ ในการทดลองที่ 1 และมีค่าเท่ากับ 5.78 5.75 และ 5.71 ตามลำดับ ในการทดลองที่ 2 นอกจากนี้ยังมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายแลกติกมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.35 6.05 และ 9.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการทดลองที่ 1 และมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.01 5.26 และ 7.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Efficacy of Lactic Acid Solution for Reducing of Inoculated Salmonella derby and *Staphylococcus aureus* in Pork
Student	Miss Pussadee Tangwatcharin
Student ID.	40066400
Degree	Master of Science
Programme	Animal Science
Year	2543
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Jutarat Sethakul
Thesis Co-advisor	Assist. Prof. Dr. Prapaporn Khophaiboon
Thesis Co-advisor	Dr. Tipvon Parinyasiri

ABSTRACT

This study was conducted to determine the efficacy of lactic acid solution for reduction of inoculated Salmonella derby (experiment 1) and *Staphylococcus aureus* (experiment 2) in pork. Each piece of loin was weighed approximately 100 – 200 g and sterilized by gamma irradiation at 25 kGy. The loin was inoculated with approximately 5 log cfu/g of Salmonella derby in experiment 1 and 3 log cfu/g of *Staphylococcus aureus* in experiment 2. Salmonella derby and *Staphylococcus aureus* counts in pork were examined according to 3 x 2 x 5 factorial arrangment in completely randomized design with 10 replication per treatment. Three factors were as followed : 1) solution types (control, sterilized water and 2% (v/v) lactic acid solution), 2) temperature levels of storage (4 and 15 °C) and 3) durations of storage (0 1 3 5 and 7 days). Microbial examination of loin pork were determined during storage time. The result from the first experiment was shown that lactic acid solution significantly reduced amounts of Salmonella derby counts at 4°C of storage ($P \leq 0.05$) and controlled growth of S. derby for seven days compared to the control groups ($P > 0.05$). Colony counts were controlled for one day and five days of storage in the control and the sterilized water groups, respectively ($P > 0.05$). Stored at 15°C, colony counts of S. derby were increased as storage was longer in all solution types ($P \leq 0.05$).

The result from the second experiment was shown that 2% (v/v) lactic acid solution significantly reduced *Staphylococcus aureus* counts at 4 and 15°C of storage ($P \leq 0.05$) and controlled growth of *S. aureus* for seven days compared to those in control group ($P > 0.05$).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

Stored at 4°C, colony counts were controlled for five days in the control group and for seven days in the sterilized water group, whereas colony counts were controlled for only one day at 15°C of storage in both groups ($P > 0.05$).

The result from both experiments were shown that pH-values of loin pork treated by lactic acid solution were significantly lower than those of the control and the sterilized water groups ($P \leq 0.05$). The pH-values of loin pork in the control, the sterilized water and the lactic acid solution groups were 5.89, 5.79 and 5.70, respectively (experiment 1) and 5.78, 5.75 and 5.71, respectively (experiment 2). In case of percentage of drip loss in loin pork, the lactic acid solution group has significantly higher percentage of drip loss than those of the other groups ($P \leq 0.01$). The drip loss of loin pork in the control, the sterilized water and the lactic acid solution groups were 5.35, 6.05 and 9.41%, respectively (experiment 1) and 5.01, 5.26 and 7.84%, respectively (experiment 2).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ และดร.ทิพย์วรรณ ปริญญาศิริ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ทำให้งานวิทยานิพนธ์สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัย ศูนย์ฉายรังสี สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่ให้ความช่วยเหลือการฉายรังสีเนื้อสันนอกสุกรเป็นอย่างดียิ่ง สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ได้มีส่วนช่วยผู้วิจัยในครั้งนี้ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางจุลินทรีย์ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาที่ให้ความรู้ คำแนะนำ การอบรมในด้านการวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย และความมีน้ำใจของพี่ ๆ และน้อง ๆ นักศึกษาปริญญาโทที่ให้กำลังใจตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจในการศึกษาตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยของมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านตลอดจนผู้ที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

ผุสดี ตังวัชรินทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง XI

สารบัญภาพ XVIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 สถานที่ดำเนินการ 3

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 3

1.5 ระยะเวลาการศึกษา 3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ความสำคัญของเชื้อจุลินทรีย์ 4

2.1.1 จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic) 4

2.1.2 จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Spoilage) 5

2.1.3 จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ (Indicator organisms) 5

2.2 ความสำคัญของเชื้อ Samonella spp. และ *Staphylococcus aureus* 7

2.2.1 Salmonella spp. 7

2.2.2 *Staphylococcus aureus* 11

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อจุลินทรีย์ในการเจริญเติบโตบนเนื้อสัตว์ 13

2.3.1 ชนิดและปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์และการแพร่กระจาย ของเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้บนเนื้อสัตว์ 13

2.3.2 สมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อสัตว์ 13

2.3.3 สมบัติทางเคมีของเนื้อสัตว์ 13

2.3.4 ปริมาณออกซิเจน 14

2.3.5 อุณหภูมิ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ ... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ... ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 แหล่งการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. และ *Staphylococcus aureus* 14
2.4.1 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในการผลิตจากฟาร์ม 17
2.4.2 การปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. และ *Staphylococcus aureus* ในกระบวนการผลิตในโรงงานฆ่าสัตว์ 22
2.5 เชื้อ Salmonella spp. และ *Staphylococcus aureus* ที่พบการปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ 28
2.5.1 เนื้อไก่ 28
2.5.2 เนื้อสุกรและโค 29
2.6 การใช้กรดแลกติกในอุตสาหกรรมอาหาร 32
2.6.1 การผลิตกรดแลกติก 32
2.6.2 คุณสมบัติของกรดแลกติก 33
2.6.3 กรดแลกติกในทางการค้า 33
2.6.4 กลไกในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยใช้กรดอินทรีย์ 34
2.6.5 ประสิทธิภาพของการใช้กรดแลกติก 34
2.6.6 การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. และ *Staphylococcus aureus* ในหลอดทดลอง 36
2.6.7 การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ 37
2.6.8 การใช้สารละลายกรดแลกติกต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ของเนื้อสัตว์ 41
2.6.9 การใช้สารละลายกรดแลกติกต่อการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสัตว์ 41
2.6.10 การใช้สารละลายกรดแลกติกต่อการเปลี่ยนแปลงรสของเนื้อสัตว์ 42
2.6.11 การใช้สารละลายกรดแลกติกต่อการเปลี่ยนแปลงสี และกลิ่นของเนื้อสัตว์ 42
2.6.12 การเปรียบเทียบการใช้สารละลายกรดแลกติกและสารละลายกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการของเนื้อสัตว์ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 47
3.1 อุปกรณ์ 47
3.1.1 ชิ้นเนื้อสุกรทดลอง 47
3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์ 47
3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี 47
3.1.4 เครื่องมือ 48
3.2 การวางแผนการทดลอง 48
3.2.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติก ในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกร 48
3.2.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติก ในการลดปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกร 49
3.3 วิธีการ 49
3.3.1 การเตรียมเนื้อสันนอกสุกรปลอดเชื้อ 49
3.3.2 การเตรียมสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) 49
3.3.3 การเตรียมสารละลายเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ 50
3.3.4 การถ่ายเชื้อบนเนื้อสันนอกสุกร 50
3.3.5 การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติก ในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกร 50
3.3.6 การทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติก ในการลดปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกร 51
3.3.7 การตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่าง 51
3.3.8 การตรวจวิเคราะห์อื่น ๆ 51
3.3.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง 54

4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกร 54

4.1.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ 54

4.1.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ 58

4.1.3 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ 65

4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกร 71

4.2.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ 71

4.2.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ 75

4.2.3 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ 82

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 89

5.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ 91

5.3 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ 92

5.4 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ 93

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ 95

6.1 สรุป 95

6.2 ข้อเสนอแนะ 96

บรรณานุกรม 98

ภาคผนวก 107

ประวัติผู้เขียน 140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงมาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์สำหรับเนื้อไก่ส่งออกจากประเทศไทย 7

2.2 แสดงมาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรของประเทศเยอรมัน 7

2.3 แสดงค่าอุณหภูมิต่ำสุดสำหรับการเจริญของเชื้อ Salmonella spp. ในอาหารชนิดต่าง ๆ 8

2.4 แสดงค่า pH ต่ำสุดที่เชื้อ Salmonella spp. สามารถเจริญได้ภายในสภาพที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการ 9

2.5 แสดงค่า a_w ต่ำสุดของจุลินทรีย์ 14

2.6 แสดงผลของการเสริมกรดแลกติกต่อการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella typhimurium ในไส้ติ่งและซากไก่เนื้อที่ได้รับเชื้อนี้ที่อายุ 42 วัน (n = 10) 19

2.7 แสดงผลของการเสริมกรดแลกติกต่อการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella typhimurium ในไส้ติ่งและซากไก่เนื้อที่ได้รับเชื้อนี้ที่อายุ 42 วัน (n = 10) 20

2.8 แสดงผลของตำแหน่งตัวอย่างเนื้อสุกร และลักษณะที่มาของสุกรต่อปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม 21

2.9 แสดงผลของลักษณะที่มาของสุกรและระยะเวลาในการอดอาหารต่อน้ำหนักของอวัยวะระบบทางเดินอาหารในโรงฆ่าสุกร 21

2.10 แสดงจำนวนตัวอย่างที่พบการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp., *Listeria spp.* และ *Yersinia spp.* 23

2.11 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ที่พบเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคจากผิวซากสุกรในระหว่างกระบวนการฆ่า 26

2.12 แสดงปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวมในบรรยากาศและเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ระหว่างของขั้นตอนการรับสัตว์ การเอาเครื่องในออก การตัดแต่ง และถอดกระดูกออก การลดอุณหภูมิแบบใช้ลมเย็น และแบบใช้น้ำเย็นของโรงฆ่าสัตว์ปีก 28

2.13 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อแบคทีเรียบนเนื้อสุกรระหว่างจากโรงฆ่ากับตลาดสด (ส่วนที่ 1),โรงฆ่าสัตว์กับซุปเปอร์มาร์เก็ต(ส่วนที่ 2)และซุปเปอร์มาร์เก็ตกับตลาดสด (ส่วนที่ 3) และอายุในการเก็บรักษาของส่วนที่ 3 31

2.14 แสดงจำนวนผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่และเนื้อสุกรที่พบการปนเปื้อนเชื้อ Salmonella 32

2.15 แสดงจำนวนผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่และเนื้อสุกรในซุปเปอร์มาร์เก็ตและตลาดสดที่พบการปนเปื้อนเชื้อ Salmonella spp. 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

2.16 แสดงปริมาณของกรดแลกติกที่มีอยู่ในอาหารชนิดต่าง ๆ โดยธรรมชาติ 33

2.17 แสดงจำนวนซากที่พบเชื้อ Salmonella spp. จากตำแหน่งที่ทำการสุ่มบนซากสุกร ที่ระยะเวลา 0 และ 24 ชั่วโมงภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 39

2.18 แสดงค่าเฉลี่ยเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนทั้งหมด (log cfu/ตารางเซนติเมตร) บนเนื้อโคในการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกก่อน และหลังการบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ -1.1 และ 2°ซ ถึง 126 วัน 40

2.19 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรสสัมผัสของเนื้อสันนอกโคภายหลังการบรรจุสุญญากาศเป็นเวลา 14 วัน (3±1°ซ) 44

4.1 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อจำนวนเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกร ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 56

4.2 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 58

4.3 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ ต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 59

4.4 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 60

4.5 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษาและระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 64

4.6 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.7 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 66

4.8 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 69

4.9 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 70

4.10 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 73

4.11 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 76

4.12 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 logcfu/g 78

4.13 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 logcfu/g 80

4.14 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 81

4.15 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 82

เอกสารนี้เป็น[illegible]ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.16 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 83

4.17 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกร ที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 84

4.18 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกร ที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 85

7.1 แสดงอุณหภูมิของเนื้อสันนอกสุกร ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณของเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกร ที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน 108

7.2 แสดงอุณหภูมิของเนื้อสันนอกสุกร ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณของเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน 108

7.3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดจำนวนเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน 109

7.4 แสดงค่า Least Squares Means และการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

7.5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน 116

7.6 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลสารละลายกรดแลกติกต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 116

7.7 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 117

7.8 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น5 log cfu/g 117

7.9 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 118

7.10 แสดงค่า Least Square Means อิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อต้น 5 log cfu/g 118

7.11 แสดงค่า Least Squares Means และการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 121

7.12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน 123

7.13 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

7.14 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 124

7.15 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 124

7.16 แสดงค่า Least Squares Means และการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g 125

7.17 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน 126

7.18 แสดงค่า Least Squares Means และการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/ml 127

7.19 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน 133

7.20 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลสารละลายกรดแลกติกต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 133

7.21 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

7.22 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 135

7.23 แสดงค่า Least Squares Means และการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 135

7.24 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน 138

7.25 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 139

7.26 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 139

7.27 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g 139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงแหล่งการปนเปื้อน และจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสุกร แกะและโค 15

2.2 แสดงแหล่งการปนเปื้อนและจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในการเลี้ยงสัตว์ปีก 16

2.3 แสดงการผลิตไก่สด 17

3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง 53

4.1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ Salmonella derby (log cfu/g) บนเนื้อสันนอกสุกรมีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน 57

4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ 61

4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) ที่ระยะเวลาการเก็บ 0 (ก่อนทดลอง) 0 (หลังทดลอง) 1 3 5 และ 7 วัน 62

4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 (ก่อนทดลอง) 0 (หลังทดลอง) 1 3 5 และ 7 วัน 63

4.5 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) 67

4.6 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 1 3 5 และ 7 วัน 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.7 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* (log cfu/g) บนเนื้อสันนอกสุกรมีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน 74

4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรผ่านที่การถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ 77

4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 (ก่อนทดลอง) 0 (หลังทดลอง) 1 3 5 และ 7 วัน 79

4.10 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) 86

4.11 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ 87

4.12 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ระยะเวลาการเก็บ 1 3 5 และ 7 วัน 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์เป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เนื้อสัตว์ด้อยคุณภาพ เพราะนอกจากจะก่อให้เกิดผลเสียหายทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเนื้อสัตว์มีโอกาสเน่าเสียง่าย ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลงและเมื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์ก็ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำแล้ว ยังเป็นสาเหตุให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ซึ่งพบว่ากว่า 70 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษคือ Salmonella และ Staphylococcus โดยที่ต้นเหตุเกิดจากการปนเปื้อนของอาหารประเภทเนื้อสัตว์ และมีรายงานว่าพบในเนื้อสุกรจากตลาดสดในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* และวิธีการที่ผู้จำหน่ายเนื้อสดนิยมใช้ เพื่อป้องกันการเน่าเสียของเนื้อที่วางขายกันในปัจจุบัน คือการคลุกเนื้อด้วยสารกันบูด หรือเกลือไนไตรท์ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพเพราะเป็นสารก่อให้เกิดมะเร็ง

การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์มีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายประการ สาเหตุใหญ่เกิดขึ้นในขั้นตอนของการฆ่าและชำแหละในโรงงานตัดแต่ง การขนส่งซากและเนื้อสัตว์จนถึงกระบวนการดูแลเก็บรักษาเนื้อสัตว์ก่อนถึงมือผู้บริโภค กรรมวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการฆ่าสัตว์ภายในโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน จะสามารถช่วยลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ลงได้มาก แต่เป็นที่น่าวิตกว่าเนื้อสัตว์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าจากโรงฆ่าสัตว์ในประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงฆ่าสัตว์ไม่ได้มาตรฐาน จะมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อยู่สูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากโรงฆ่าสัตว์และกรรมวิธีการดำเนินการฆ่าสัตว์ที่กระทำอยู่เป็นส่วนใหญ่ในบ้านเราขณะนี้ยังห่างไกลมาตรฐานอยู่อีกมาก นอกจากนี้การดูแลจัดการเนื้อสัตว์ภายหลังกระบวนการฆ่าเสร็จสิ้นจนถึงมือผู้บริโภคก็ยังขาดมาตรการ และวิธีการจัดการดูแลอย่างที่ควรจะเป็น

การแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ โดยการดำเนินการฆ่าและชำแหละซากจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานนั้นเป็นเรื่องที่ถูกต้องและควรกระทำ ในประเทศไทยการจะทำให้ทุกโรงฆ่าสัตว์ได้มาตรฐานนั้นเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลาอีกมาก เนื่องจากต้องใช้การลงทุนที่สูงมากและบุคลากรที่ทำงานด้านนี้ต้องมีความพร้อมด้วย ในปัจจุบันนี้ความต้องการในการบริโภคเนื้อสุกรของประชากรในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีประมาณ 8,000-9,000 ตัว/วัน แต่มีโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานเพื่อการส่งออกเพียง 2 แห่ง ซึ่งปัจจุบันมีปริมาณการฆ่าเพียง 800 ตัว/วัน จะเห็นได้ว่าเนื้อสุกรที่ได้จากกระบวนการฆ่าจากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานมีสูงถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

90 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้กระบวนการขนส่งซากจากโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐานไปยังจุดชำแหละหรือขึ้นซากก่อนส่งไปยังจุดจำหน่าย เช่น ตลาดสด ซุปเปอร์มาร์เก็ต และโรงงานแปรรูปเนื้อสัตว์ยังใช้รถบรรทุกของแบบที่มีอยู่ทั่วไปแทนที่จะเป็นรถขนส่งห้องเย็น ดังนั้นโอกาสที่ซากและเนื้อจะมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เป็นไปถึงจุดขายส่งจะมีปริมาณสูงมาก และจากสถานการณ์ที่เป็นอยู่ปัจจุบัน การดูแลเก็บรักษาเนื้อสัตว์ก่อนการจำหน่ายและขณะวางจำหน่ายในตลาดสดหรือแม้แต่ในซุปเปอร์มาร์เก็ตส่วนใหญ่ก็ยังไม่มีมาตรฐาน กล่าวคือห้องเย็นในการเก็บรักษาและตู้เย็นขณะวางจำหน่ายมักสูงกว่าอุณหภูมิเก็บเย็น (0-4 °ซ) คือตั้งแต่ 10 องศาเซลเซียส (°ซ) ขึ้นไป ดังนั้นเนื้อสุกรที่ผู้บริโภคซื้อย่อมจะมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อยู่สูง เนื้อสัตว์เน่าเสียเร็วไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน เมื่อนำไปประกอบอาหารหรือแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ ทำอาหารพร้อมปรุงหรืออาหารสำเร็จรูปที่นิยมจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันจึงพบการปนเปื้อนที่เกินมาตรฐานที่ยอมรับได้อยู่อย่างเสมอ นอกจากนี้งานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาและการเผยแพร่ข้อมูลต่อผู้บริโภคเกี่ยวกับการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรของประเทศ ที่ผ่านกระบวนการฆ่าและชำแหละในสภาพที่เป็นอยู่ยังมีอยู่น้อยมาก

การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในซากและเนื้อสด โดยการใช้กรดแลกติกได้มีการศึกษาวิจัยในต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้กรดแลกติกในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ Salmonella spp. และ *Staphylococcus aureus* ที่อุณหภูมิการเก็บเย็น (0-4 °ซ) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการนำสารละลายกรดแลกติกมาใช้ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ โดยทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกรที่อุณหภูมิการเก็บรักษาต่างกัน คือที่อุณหภูมิ 4 °ซ และ 15 °ซ ทั้งนี้เพื่อให้การศึกษาตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริงของสภาพการณ์เป็นอยู่ มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในสภาพสังคมและเศรษฐกิจปัจจุบัน เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในทางปฏิบัติ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติก ในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกรสดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

2) เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่า pH และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกรสดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สถานที่ดำเนินการ

1) การดูแลและเก็บรักษาซากและชิ้นส่วนเนื้อสุกร ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการตัดแต่งเนื้อสัตว์. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2) การเตรียมเนื้อปลอดเชื้อ ดำเนินการที่ศูนย์ฉายรังสี สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

3) การตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการทางจุลินทรีย์ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1) การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby บนชิ้นเนื้อสันนอกสุกร

2) การทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนชิ้นเนื้อสันนอกสุกร

1.5 ระยะเวลาการศึกษา

ระยะเวลาในการศึกษาทั้งหมด 7 เดือน เริ่มทำการศึกษาตั้งแต่ เดือนเมษายน พ.ศ. 2542 เสร็จสิ้นการศึกษา เดือนตุลาคม พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของเชื้อจุลินทรีย์

Pearson and Dutson (1986) พบว่าจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์มีความสำคัญ คือ บางชนิดอาจทำให้เกิดโรคในมนุษย์ บางชนิดเป็นสาเหตุของการเน่าเสียของเนื้อ และบางชนิดอาจใช้เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ (Indicator organisms)

2.1.1 จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic)

สามารถแบ่งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคออกเป็น 2 ประเภท ตามผลกระทบที่เกิดขึ้น (Norman. 1989)

2.1.1.1 โรคที่เกิดจากการติดเชื้อจุลินทรีย์ (Foodborne disease)

ซึ่งที่พบโดยทั่วไป คือโรคกระเพาะและลำไส้อักเสบ (gastroenteritis) โรคที่เกิดจากการติดเชื้อ Salmonella (salmonellosis) ซึ่งโรคที่เกิดจากการติดเชื้อจุลินทรีย์โดยส่วนมากเกิดจากการติดเชื้อ Salmonella spp. *Staphylococcus aureus* *Clostridium perfringens* *Clostridium botulinum* *Listeria monocytogenes* *Yersinia enterocolitica* และ *Campylobacter spp.* ซึ่งสามารถพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้บนเนื้อสัตว์ อวัยวะภายใน และมูลของสัตว์ อาการของโรคเกิดขึ้นเมื่อผู้บริโภคกินอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อดังกล่าวเข้าไป เชื้อเหล่านั้นจะไปเจริญในทางเดินอาหาร ทำให้เกิดอาการท้องเสีย และนอกจากนี้อาจมีอาการตามมา เช่น คลื่นไส้ อาเจียน และปวดท้อง

2.1.1.2 โรคที่เกิดจากสารพิษของเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างขึ้น (Food poisoning)

เกิดจากสารพิษของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์พบโดยทั่วไป คือ 1) โรคที่เกิดจากสารพิษของเชื้อ *Staphylococcus aureus* (*Staphylococcus aureus* Poisoning) มีอาการเช่นเดียวกับโรคกระเพาะและลำไส้อักเสบ โดยเชื้อ *Staphylococcus aureus* สามารถถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 66 °ซ เป็นเวลานาน 12 นาที ส่วนสารพิษของเชื้อนี้สามารถถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 121 °ซ เป็นเวลานาน 30 นาที โดยทั่วไปอุณหภูมิในการปรุงอาหารไม่สามารถทำลายสารพิษของเชื้อนี้ได้ 2) โรค Salmonellosis มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน และท้องร่วง ซึ่งเชื้อ Salmonella spp. มักพบการปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ และอวัยวะทางเดินอาหาร 3) โรค *Clostridium perfringens* Food Poisoning เชื้อ *Clostridium perfringens* สามารถถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 °ซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 4) โรค Botulism เป็นโรคที่เกิดจากสารพิษของเชื้อ *Clostridium botulinum* ในลำไส้ โดยเชื้อนี้สามารถปนเปื้อนมากับน้ำและดิน ซึ่งเชื้อสามารถถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 83 °ซ เป็นเวลานาน 30 นาที โดยโรคที่เกิดจากสารพิษของเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างขึ้นมักมีอาการรุนแรงกว่าโรคที่เกิดจากการติดเชื้อจุลินทรีย์

2.1.2 จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Spoilage)

Pearson and Dutson (1986) กล่าวว่าบางครั้งพบการเน่าเสียของเนื้อในตู้แช่เย็น (อุณหภูมิ 0-10°ซ) และเนื้อสด สาเหตุของการเน่าเสียเนื่องจากแบคทีเรียบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิต่ำ เช่น Pseudomonas Moraxellas และ Alteromonads เมื่อนำเนื้อสดไปบรรจุในระบบสุญญากาศ (vaccum-packed) พบว่าจุลินทรีย์ที่สำคัญบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ เช่นแบคทีเรียในกลุ่มที่ทำให้เกิดกรดแลกติก (lactic acid bacteria) สามารถเจริญร่วมกับ *Brocotrix thermospacta* *Psychrotrophic enterobacteriaceae* *Aeromonas spp.* และ *Alteromonas spp.* โดยที่ความสามารถในการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์กลุ่มนี้บนเนื้อสัตว์ที่บรรจุอยู่ภายในระบบสุญญากาศ จะขึ้นอยู่กับค่า pH ของเนื้อ คุณสมบัติของพลาสติกที่บรรจุเนื้อในการยอมให้ออกซิเจนผ่านเข้าออกได้ และอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษาเนื้อ ซึ่งแต่ละปัจจัยสามารถทำให้เนื้อที่บรรจุอยู่ในระบบสุญญากาศเกิดความเสื่อมได้ สำหรับเนื้อที่ทำการหมัก (cooked cured meats) สามารถเกิดการเน่าเสียได้ โดยจุลินทรีย์ที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย คือ Lactic acid bacteria Micrococci Yeasts และ Fungi

2.1.3 จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ (Indicator organisms)

ความสำคัญของจุลินทรีย์อีกประการหนึ่ง คือ เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณจุลินทรีย์ ซึ่งใช้การตรวจหาจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เช่น Aerobic mesophiles Enterobacteriaceae Coliforms และปริมาณจุลินทรีย์รวม ในการประเมินเชื้อจุลินทรีย์บนซากที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์โดยตรวจหาจำนวนของจุลินทรีย์บนผิวซากของสัตว์ สามารถที่จะบ่งบอกถึงความเอาใจใส่ทางด้านสุขลักษณะในระหว่างกระบวนการฆ่าและกระบวนการตัดแต่งเนื้อสัตว์ได้ โดยศศิธร คณะรัตน์ และกาญจนี ธรรมาพิพัฒนกุล (2534) ได้กล่าวถึงการพิจารณาสภาพทางจุลชีววิทยาของจุลินทรีย์ที่ตรวจพบและอันตรายที่จะเกิดกับผู้บริโภคดังต่อไปนี้

2.1.3.1 Aerobic mesophilic plate counts

จะใช้เป็นตัวพิจารณาถึงสภาพทางจุลชีววิทยาของเนื้อสัตว์และอาหารอื่น ๆ เช่น

1) เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

2) เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่ากระบวนการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะ และขาดการสุขาภิบาลที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงการเริ่มเน่าเสีย ซึ่งพบว่าในเนื้อสัตว์มีจำนวนแบคทีเรีย 10-100 ล้านตัวต่อตารางเซนติเมตรหรือต่อกรัม จะเป็นเนื้อที่มีกลิ่นเน่าเหม็น

4) เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าการขนส่งที่ไม่ถูกต้อง

2.1.3.2 Coliform bacteria

ถ้าพบเชื้อนี้ปริมาณที่สูงในเนื้อสัตว์ หรือผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ยังไม่ได้ผ่านความร้อนแสดงให้เห็นถึงสุขลักษณะที่ไม่ดี แต่ถ้ายังตรวจพบในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ผ่านความร้อนแล้ว แสดงว่าความร้อนที่ใช้สูงไม่เพียงพอ หรือเกิดการปนเปื้อนภายหลังจากผ่านขั้นตอนการให้ความร้อนแล้ว เนื่องจากว่าแบคทีเรียในกลุ่มนี้ถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อนและความเย็น

1) *Escherichia coli* ถ้าตรวจพบในเนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์จากสัตว์ แสดงว่ามีการปนเปื้อนจากมูลสัตว์ ซึ่งเชื้อนี้เป็นแบคทีเรียที่ง่ายต่อการถูกทำลายโดยการเพิ่มและลดอุณหภูมิและการลดความชื้น

2) **Faecal Streptococci** เป็นแบคทีเรียที่ทนต่อการทำลายด้วยการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ และการลดความชื้นได้ดี จึงมักใช้เป็นตัวบ่งชี้แบคทีเรียสำหรับเนื้อสัตว์ที่แช่แข็ง ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านการเพิ่มอุณหภูมิ และการลดความชื้น

3) *Staphylococcus spp.* ถ้าพบในเนื้อสัตว์ อาจบ่งชี้ว่าเกิดปนเปื้อนจากผิวหนัง ปากหรือจมูกของผู้ปฏิบัติงาน หรืออาจมาจากตัวสัตว์เองก็ได้ ถ้าพบเป็นจำนวนมาก อาจใช้เป็นข้อบ่งชี้ว่าอาจมีเชื้อชนิดที่สร้างสารพิษเอนเทอโรทอกซิน (enterotoxin) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

Pearson and Dutson (1986) กล่าวว่าการตรวจพบจุลินทรีย์พวกที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25 – 40 °ซ (mesophiles) บนซากสัตว์จะเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงสุขศาสตร์ของโรงฆ่าและกระบวนการตัดแต่ง โดยการเจริญของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เนื่องจากความแตกต่างของกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง เช่น ในกระบวนการฆ่าสุกรและไก่จะไม่มีการเอาหนังออก ดังนั้นจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบริเวณผิวหนังจะถูกทำลายในขั้นตอนการลวกซาก และขั้นตอนการเผาขน แต่กลับพบการปนเปื้อนบริเวณผิวซากอีกภายหลังผ่านขั้นตอนดังกล่าว ส่วนในซากแกะและซากโคจุลินทรีย์พวกที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25 – 40 °ซ จะปนเปื้อนบนผิวซากภายหลังการเอาหนังและเครื่องในออก โดยจำนวนจุลินทรีย์จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอุณหภูมิระหว่างกระบวนการผลิต นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียพวกที่เจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิ 0 °ซ (Psychrotrophic bacteria) บนซากโคและแกะจะเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงสุขศาสตร์ของโรงฆ่าสัตว์ และขั้นตอนการดำเนินการตัดแต่งอีกด้วย

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

เนื่องจากการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียบนเนื้อสัตว์มีอันตรายต่อผู้บริโภค ประเทศผู้นำเข้าเนื้อสัตว์จึงได้วางมาตรการในการกำหนดมาตรฐานการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในเนื้อสัตว์ เพื่อคุ้มครองผู้บริโภคในแต่ละประเทศ โดยระบุไว้ดังตารางที่ 2.1

นอกจากนี้ เพ็ญศรี รอดมา และอุรารัตน์ วุฒิกรพันธ์ (2536) ได้รายงานมาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ การนำเข้าไก่สดแช่แข็งจากประเทศไทย โดยประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และญี่ปุ่น ได้กำหนดว่าต้องไม่พบเชื้อ *Campylobacter jejuni/coli* ในไก่สดแช่แข็ง และในประเทศเยอรมันยังได้กำหนดมาตรฐานของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนบนเนื้อสุกรไว้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 แสดงมาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์สำหรับเนื้อไก่ส่งออกจากประเทศไทย

ชนิดของจุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์/เนื้อไก่ 1 กรัม (colony for unit/g, cfu/g)
Total bacterial count	$< 5 \times 10^5$
Faecal *Streptococci*	$< 10^3$
Staphylococcus aureus	< 100
Salmonella spp. (ไก่ 25 กรัม)	0

ที่มา : ศศิธร คณะรัตน์ และกาญจนี ธรรมาพิพัฒนกุล (2534)

ตารางที่ 2.2 แสดงมาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรของประเทศเยอรมัน

ชนิดของจุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์/ตารางเซนติเมตร
Total aerobic count	$< 10^4$
Salmonella spp.	0
Campylobacter spp.	0
Yersinia spp.	0
Listeria spp.	0

ที่มา : Thoeger (1993)

2.2 ความสำคัญของเชื้อ Salmonella spp. และ *Staphylococcus aureus*

2.2.1 Salmonella spp.

โดยทั่วไปมักพบการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. ในเนื้อสัตว์ ซึ่งการปนเปื้อนนั้นสามารถพบได้ตั้งแต่ในกระบวนการผลิตจากฟาร์มจนถึงกระบวนการผลิตจากโรงงานฆ่าสัตว์ ดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้น การผลิตที่สะอาดถูกสุขลักษณะในทุกกระบวนการผลิตจะสามารถป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. ในเนื้อสัตว์ได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณี... การค้า

2.2.1.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ Salmonella spp.

เป็นแบคทีเรียย้อมติดสีแกรมลบ รูปแท่ง ไม่สร้างสปอร์ มีขนาดกว้าง 0.5 - 0.7 ไมครอน และยาว 2-3 ไมครอน เคลื่อนที่ได้โดยแฟลกเจลลาที่มีอยู่รอบเซลล์ (peritrichous) (Bryan *et al.* 1979) แต่มีบางสายพันธุ์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น S. gallinarum และ S. pullorum สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) ไม่สร้างแคปซูล (Jay. 1970) ไม่สร้างยูรีเอส (urease) ไม่ใช้โซเดียมมาโลเนท (sodium malonate) ไม่หมักน้ำตาลซูโครส ซาลิซิน ราฟีโนส และแลคโตส แต่สามารถหมักน้ำตาลกลูโคส และผลิตก๊าซได้ (Pearson and Dutson. 1986) เมื่อเชื้อ Salmonella spp. เข้าเจริญในอาหารแล้ว จะมีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเซลล์จนทำให้มีปริมาณมาก แต่ก็จะไม่ทำให้ลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งทำให้ผู้บริโภคไม่สามารถทราบได้ว่าอาหารนั้นมีการปนเปื้อนจากเชื้อ Salmonella spp. เมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว จะทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษได้ (Longree and Armbruster. 1987)

2.2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ

1) อุณหภูมิ (temperature) เชื้อ Salmonella spp. สามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 5-47 °ซ และสามารถเพิ่มจำนวนได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 7-46 °ซ (Concon. 1988) แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตคือ 35-37 °ซ (Pearson and Dutson. 1986) อุณหภูมิต่ำสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าอุณหภูมิต่ำสุดสำหรับการเจริญของเชื้อ Salmonella spp. ในอาหารชนิดต่างๆ

ชนิดอาหาร	เจริญ (°ซ)	ไม่เจริญ(°ซ)
เนื้อโคและเนื้อสุกร	-	4.4-10
เนื้อไก่	6.7	-
เนื้อปู	-	10
เนื้อสุกรบด	10	4
เนื้อโคบด	12.5	7
เบคอน	16	5
เนื้อโคบดที่บรรจุภายใต้ระบบสุญญากาศ	12	5

- หมายถึง ไม่มีการรายงาน

ที่มา : Pearson and Dutson (1986)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Concon (1988) กล่าวว่าการเจริญของเชื้อนี้ที่อุณหภูมิต่ำจะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ค่า pH ในอาหาร และความชื้นในอาหาร และที่อุณหภูมิ 56°ซ สามารถทำลายเชื้อนี้ได้ภายในเวลา 40 นาที แต่ที่อุณหภูมิ 60-61 °ซ สามารถทำลายเชื้อได้ภายในเวลาเพียง 4 นาที เท่านั้น

2) ค่าความต้องการน้ำ (water activity, A_w) ค่า A_w ที่เหมาะแก่การเจริญของเชื้อนี้มีค่าประมาณ 0.93-0.96 แต่ค่าที่เหมาะสมมากที่สุดเท่ากับ 0.995 เมื่อค่า A_w ลดลง จะทำให้ช่วงระยะพักตัว (lag phase) มีระยะที่ยาวนานขึ้น ส่งผลให้เชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง (Pearson and Dutson. 1990)

3) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (ค่า pH) ค่า pH ที่เชื้อสามารถเจริญได้อยู่ระหว่าง 4.0-9.0 แต่ช่วงที่เหมาะสมมากที่สุดคือ 6.0-7.5 (Chung and Goepfert. 1970) และเชื้อไม่สามารถเจริญได้ที่ค่า pH 9-10 (Concon. 1988) ค่า pH ที่เชื้อนี้สามารถเจริญได้อาจขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ อุณหภูมิ และองค์ประกอบของอาหาร แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงค่า pH ต่ำสุดที่เชื้อ Salmonella spp. สามารถเจริญได้ภายในสภาพที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการ

ชนิดของกรด	ค่า pH
กรดซิตริก	4.05
กรดทาทาริก	4.10
กรดกลูตามิก	4.70
กรดฟูมาริก	4.30
กรดมาลิก	4.30
กรดซักซินิก	4.60
กรดอะซิติก	5.40
กรดโพรพิโอนิก	5.50
กรดแลกติก	4.40

ที่มา : Chung and Goepfert (1970)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้ง

2.2.1.3 ลักษณะอาการของโรคในระบบทางเดินอาหารที่เกิดจากเชื้อ Salmonella

เชื้อ Salmonella เกือบทุกซีโรไทป์เป็นสาเหตุของการก่อโรคในระบบทางเดินอาหารในมนุษย์ ติดต่อโดยการบริโภคอาหารหรือน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนของเชื้อนี้ โดยเฉพาะอาหารประเภทเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ การก่อโรคเกิดจากสารพิษชนิดเอนโดทอกซิน

(endotoxin) ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของโพลิแซคคาไรด์-โพลิเปปไทด์-ลิปิด เอ (polysaccharide-polypeptide-lipid A) ที่ปรากฏอยู่บริเวณผนังเซลล์ของแบคทีเรีย เมื่อบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของเชื้อนี้เข้าไปในปริมาณที่สูงพอ จะเกิดอาการภายใน 6-36 ชั่วโมง (Hobbs and Gilbert. 1978) โดยความรุนแรงของอาการจะแตกต่างกันไปตามปริมาณของเชื้อ สายพันธุ์ และความต้านทานของผู้บริโภค ซึ่งอาการของโรคที่เกิดจากเชื้อ Salmonella สามารถจำแนกได้เป็น 3 แบบ คือ

1) ไข้เอนเทอริค (enteric fevers) ได้แก่ โรคไทฟอยด์ และพาราไทฟอยด์ ซึ่งสาเหตุของโรคคือ S. typhi S. paratyphi A S. paratyphi B (S. schottmulleri) และ S. paratyphi C (S. hirschfeldii) โรคนี้เกิดเฉพาะในคนและมีคนเป็นพาหะเท่านั้น ติดต่อโดยการบริโภคอาหารหรือดื่มน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อ เชื้อเข้าสู่กระเพาะอาหาร และถูกกรดในกระเพาะทำลายไปบ้าง ส่วนที่เหลือเมื่อถึงลำไส้เล็กจะเข้าสู่เนื้อเยื่อน้ำเหลือง (lymphoid tissue) ของผนังลำไส้และต่อมน้ำเหลืองบริเวณนั้น จำนวนเชื้อจะเพิ่มมากขึ้นและเริ่มเข้าสู่กระแสโลหิต ระยะนี้จะมีเชื้อจำนวนหนึ่งตายและปล่อยเอนโดทอกซินออกมากระตุ้นเม็ดเลือดขาวให้เกิดเอนโดจีนัส ไพโรเจน (endogenous pyrogen) ก่อให้เกิดไข้สูง เป็นระยะเวลาประมาณ 3-4 สัปดาห์ โดยระยะแรกมีอาการท้องผูก และท้องเดินในระยะต่อมา อาจมีเลือดปนกับอุจจาระด้วย อาการจะรุนแรงในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และ 3 (Boyd and Marr. 1980)

2) โลหิตเป็นพิษ (septicemia) มักมีสาเหตุเกิดจากเชื้อ S. typhi S. typhimurium และ S. choleraesuis เชื้อจะเข้าสู่กระแสโลหิตโดยตรง จะมีการเปลี่ยนแปลงที่ระบบทางเดินอาหาร มีการติดเชื้อที่ระบบน้ำเหลือง ระบบการไหลเวียนโลหิตทำงานผิดปกติ (Boyd and Marr. 1980) ผลจากภาวะโลหิตเป็นพิษก่อให้เกิดการอักเสบที่อวัยวะต่าง ๆ เช่น เยื่อหุ้มสมองอักเสบ เยื่อบุหัวใจอักเสบ ข้ออักเสบ รวมทั้งการช็อคเนื่องจากโลหิตเป็นพิษ (septicemic shock) ก่อให้เกิดอัตราการตายสูงมากในผู้สูงอายุ และเป็นภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วยที่มีอาการอ่อนเพลีย หรือผู้ที่มีภูมิต้านทานโรคต่ำ (Shanson. 1982)

3) โรคอุจจาระร่วง โรคอาหารเป็นพิษ หรือกระเพาะและลำไส้อักเสบ (gastroenteritis) เชื้อ Salmonella ส่วนมากทำให้เกิดอาการแบบที่ 3 นี้ โดยเชื้อ Salmonella ที่ทำให้เกิดโรคนี้มากที่สุด คือ S. typhimurium ซึ่งอาการของโรคอาหารเป็นพิษ มีระยะฟักตัว 12-36 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการอักเสบในลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน อุจจาระร่วง มีไข้เล็กน้อย อาการคงอยู่ 1-3 วัน โดยทั่วไปช่วงที่มีอุจจาระร่วงจะพบเชื้อในอุจจาระของผู้ป่วยได้ประมาณ 10^6-10^9 cfu/g หลังจากหายผู้ป่วย 0.2-5% จะเป็นพาหะของโรคได้ (Boyd and Marr. 1980)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 *Staphylococcus aureus*

มักพบทั่วไปในสภาพแวดล้อม เช่น อากาศ ฝุ่น น้ำ อาหาร และอุจจาระ นอกจากนี้ยังมักพบเชื้อนี้อยู่ที่บริเวณเยื่อบุของจมูก โพรงจมูก และบริเวณผิวหนังของมนุษย์ จะเห็นได้ว่ามนุษย์เป็นแหล่งการปนเปื้อนสำคัญในการแพร่กระจายเชื้อไปยังอาหารและเนื้อสัตว์ การปนเปื้อนมักเกิดขึ้นในขั้นตอนที่ใช้คนทำงานของกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์จากโรงงานฆ่าสัตว์

2.2.2.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ *Staphylococcus aureus*

เป็นแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแกรมบวก มีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8-1.0 ไมครอน ไม่สร้างสปอร์ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) แต่สามารถเจริญได้ในสภาพไม่มีอากาศ (anerobe) ได้ดีกว่า (Pearson and Dutson. 1990) ทำให้มักพบการปนเปื้อนของเชื้อและสารพิษที่ผลิตขึ้นในเนื้อสัตว์ ซึ่งถ้าหากบริโภคเข้าไปจะมีผลทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ โดยเชื้อ *S. aureus* สามารถสร้างสารพิษเอนเทอโรทอกซิน (enterotoxin) ได้ 6 ชนิด คือ A B C_1 C_2 D และ E เอนเทอโรทอกซินจะถูกผลิตภายหลังจากที่เชื้อได้มีการเจริญเติบโตแล้ว ปริมาณเชื้อที่เจริญและสามารถสร้างสารพิษทำให้เกิดอันตรายกับผู้ที่บริโภคเข้าไปอยู่ที่ระดับ 10^6 โคโลนี/กรัม อุณหภูมิที่เชื้อสามารถผลิตสารพิษอยู่ในช่วง 15.6-46.1 °ซ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ 40 °ซ ซึ่งในสภาวะที่เหมาะสมจะสามารถผลิตเอนเทอโรทอกซินได้ภายใน 4-6 ชั่วโมง การผลิตเอนเทอโรทอกซินจะเกิดได้ดีเมื่อไม่มีการแข่งขันเพื่อการเจริญเติบโตจากเชื้อแบคทีเรียตัวอื่นที่ปนเปื้อนในอาหาร ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าอาหารที่มีการปนเปื้อนของเชื้อนี้มักพบภายหลังกระบวนการผ่านความร้อนแล้ว (William and Dennis. 1988) นอกจากนี้ยังพบว่า *S. aureus* สายพันธุ์ S-6 และ FRI-913 สามารถผลิตเอนเทอโรทอกซิน เอ และ บี (enterotoxin A และ B) ซึ่งเอนเทอโรทอกซิน เอ และ บี เท่านั้นที่มักตรวจพบว่าเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ โดยเอนเทอโรทอกซิน เอ เป็นสารพิษที่มีความสำคัญในการทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งพบมากที่สุดถึง 62.5% ของปริมาณเอนเทอโรทอกซินทั้งหมดทุกชนิด ในขณะที่เอนเทอโรทอกซิน บี มีส่วนน้อยที่ตรวจพบว่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ โดยพบว่าที่อุณหภูมิ 60 °ซ ค่า pH 6.3 นาน 20 นาที เอนเทอโรทอกซิน เอ สามารถก่อให้เกิดอันตรายได้ 50% ในขณะที่เอนเทอโรทอกซิน บี สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ที่อุณหภูมิ 60 °ซ ค่า pH 7.3 นาน 16 ชั่วโมง และถูกทำลายที่อุณหภูมิ 99 °ซ เป็นเวลา 87 นาที (Helena . 1993) นอกจากนี้เอนเทอโรทอกซิน บี ยังสามารถทนต่อน้ำย่อยโปรตีนได้ สารพิษจึงสามารถคงประสิทธิภาพไว้ได้ในลำไส้ แต่น้ำย่อยเปปซิน (pepsin) สามารถทำลายเอนเทอโรทอกซิน บี ได้อย่างรวดเร็วที่ค่า pH 2 และทำลายได้ช้าลงที่ค่า pH 2.5 (Concon. 1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการผลิตสารพิษเอนเทอโรทอกซิน

1) อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิที่เชื้อสามารถเจริญเติบโตได้อยู่ในช่วง 7-47 °ซ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญที่สุดอยู่ระหว่าง 35-37 °ซ เชื้อสามารถผลิตเอนเทอโรทอกซินได้ในช่วงอุณหภูมิ 10-46 °ซ และจะผลิตได้ดีที่สุดที่ช่วงอุณหภูมิ 40-45 °ซ โดยพบว่า *S. aureus* สายพันธุ์ S-6 สามารถผลิตเอนเทอโรทอกซิน บี ได้สูงถึง 640 µg/ml. ที่อุณหภูมิ 40 °ซ ซึ่งสามารถผลิต เอนเทอโรทอกซิน บี ได้มากกว่าสายพันธุ์ 137 โดยที่สายพันธุ์ S-6 จะเริ่มผลิตภายหลังการเจริญเติบโตไปแล้วประมาณ 2-3 ชั่วโมง (Vanderbasch *et al.* 1973) นอกจากนี้ยังพบว่าที่ pH 7 อุณหภูมิ 20°ซ นาน 18 ชั่วโมง จะไม่มีการผลิตเอนเทอโรทอกซิน เอ และ บี แต่เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง จะเริ่มมีการผลิตเอนเทอโรทอกซินทั้ง 2 ชนิด เพิ่มมากขึ้น (Pereia *et al.* 1982) และที่อุณหภูมิ 39.4 °ซ อัตราการผลิตเอนเทอโรทอกซิน เอ และ บี จะมีปริมาณสูงสุด การผลิตเอนเทอโรทอกซินจะเริ่มลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 45 °ซ และไม่สามารถผลิตได้เลยที่อุณหภูมิ 50°ซ แต่เนื่องจากเชื้อ *S. aureus* ไม่สร้างสปอร์ ดังนั้นจึงมักถูกทำลายในกระบวนการผลิตที่ใช้ความร้อน หรือถูกทำลายที่อุณหภูมิระหว่างประกอบอาหาร (Pearson and Dutson. 1990)

2) ค่าความต้องการน้ำ (water activity, A_w) เชื้อนี้สามารถเจริญได้ดีที่ค่า A_w อยู่ระหว่าง 0.86-0.99 แต่เจริญได้ลดลงเมื่อค่า A_w ต่ำกว่า 0.94 นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อ *S. aureus* ทนต่อความแห้ง สามารถมีชีวิตรอดได้ 50% บนไข่ผง (Concon. 1988)

3) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (ค่า pH) ค่า pH ที่เชื้อ *S. aureus* สามารถเจริญได้อยู่ระหว่าง 4.50-9.30 และเจริญได้ดีในช่วงค่า pH 7.00-7.50 โดยที่อุณหภูมิ 37 °ซ ค่า pH 7 จะสามารถผลิตเอนเทอโรทอกซิน เอ และ บี ได้ในปริมาณสูงสุด แต่ที่ค่า pH 4.50 จะไม่พบการผลิตเอนเทอโรทอกซินทั้ง 2 ชนิด ถึงแม้ว่าระยะเวลาจะผ่านไปนานถึง 72 ชั่วโมง และที่ค่า pH 9.00 หรือสูงกว่านี้ การผลิตเอนเทอโรทอกซินจะลดลงและผลิตได้ในปริมาณที่น้อยมาก (Pereira *et al.* 1982) นอกจากนี้เชื้อ *S. aureus* ยังสามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบถึง 12-15% (Pearson and Dutson. 1990)

2.2.2.3 ลักษณะอาการของโรคที่เกิดจากเชื้อ *S. aureus*

สารพิษเอนเทอโรทอกซินจากเชื้อ *S. aureus* เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางในกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก และระบบกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจการควบคุมของจิตใจ อาการของโรคจะเกิดขึ้นภายหลังการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของเอนเทอโรทอกซินเข้าไปแล้วประมาณ 4-6 ชั่วโมง โดยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง ปวดบริเวณท้องน้อย บางรายอาจมีอาการปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ เหงื่อออก อ่อนเพลีย มีไข้ ความดันโลหิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำ อุจจาระและอาเจียนเป็นเลือด ส่วนระดับความรุนแรงของอาการที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณเอนเทอโรทอกซินที่ได้รับเข้าไป และภูมิต้านทานของแต่ละบุคคลด้วย ปริมาณเอนเทอโรทอกซินต่ำที่สุดที่มีผลทำให้เกิดอาการของโรคประมาณ 1 ไมโครกรัมต่ออาหาร 100 กรัม (Bergdoll. 1973) ส่วนระดับของเอนเทอโรทอกซินในอาหารที่ทำให้เกิดอาการของโรคขึ้นอยู่กับระดับของการปนเปื้อนของเชื้อ ชนิดของอาหาร เวลาและอุณหภูมิในการฟักตัวของเชื้อ โดยพบว่าปริมาณเชื้อ *S. aureus* ที่มีผลทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคจะมากกว่า 10^6 เซลล์/กรัม (Pearson and Dutson. 1986)

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อจุลินทรีย์ในการเจริญเติบโตบนเนื้อสัตว์

William and Dennis (1988) รายงานว่าการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์มีผลเนื่องจากหลายปัจจัย ได้แก่

2.3.1 ชนิดและปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ และการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้บนเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อที่มีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์พวกที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychrotrophs) สูงจะทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียเร็วกว่าเนื้อที่มีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์พวกนี้ต่ำกว่าในการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ในขั้นตอนการแช่เย็น

2.3.2 สมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อสัตว์ (Physical properties) พื้นที่ผิวเนื้อสัตว์มีผลต่อการเพิ่มปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย เนื่องจากเป็นบริเวณที่เหมาะสมที่สุดของเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์พวกที่ใช้อากาศ (aerobic organisms) ขณะที่ไขมันอาจสามารถป้องกันพื้นที่ผิวบางส่วนได้ เช่นเดียวกับผิวหนังที่สามารถช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ได้ การบดเนื้อสัตว์เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวและเป็นการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างดี รวมทั้งเพิ่มการกระจายตัวของเชื้อจุลินทรีย์เข้าไปในเนื้อสัตว์

2.3.3 สมบัติทางเคมีของเนื้อสัตว์ (Chemical properties) ความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์มาก เชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความสามารถเจริญเติบโตได้ที่ระดับความชื้น (ค่า a_w) ต่ำสุดแตกต่างกันดังตารางที่ 2.5

เนื้อสัตว์มีความชื้นสูง โดยทั่วไปมีปริมาณ 50-57% ซึ่งเป็นความชื้นที่จุลินทรีย์ทุกชนิดสามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี เนื่องจากแบคทีเรียสามารถเจริญได้ดีในที่มีความชื้น 18% หรือมากกว่า และเชื้อราสามารถเจริญได้ดีในที่มีความชื้น 1.3% ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

เนื้อสัตว์เป็นแหล่งอาหารให้ธาตุอาหารพวกไนโตรเจน แร่ธาตุ และวิตามินต่าง ๆ และยังเป็นแหล่งสารอาหารคาร์โบไฮเดรทที่จุลินทรีย์สามารถใช้ได้ (Fermentable Carbohydrate)

นอกจากนี้ค่า pH ของเนื้อสัตว์อยู่ในช่วงประมาณ 5.7 ถึงมากกว่า 7.2 ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณไกลโคเจน (glycogen) ที่เหลืออยู่ขณะเข้าโรงฆ่าสัตว์ และการเปลี่ยนแปลงภายหลังการตายในเนื้อสัตว์ โดยทั่วไปเนื้อสัตว์มีค่า pH อยู่ในช่วงประมาณ 5.1-6.4 ขณะที่เชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่สามารถเจริญได้ดีที่ค่า pH ใกล้เคียง 7 (6.5-7.5) ดังนั้นเนื้อสัตว์จึงมีค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ 2.5 แสดงค่า a_w ต่ำสุดของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์	a_w ต่ำสุด
Pseudomonas	0.97
Acinetobacter spp.	0.96
Escherichia coli	0.96
Bacillus subtilis	0.95
Clostridium botulinum	0.95
Enterobacter aerogenes	0.95
Staphylococcus aureus	0.86

ที่มา : ดัดแปลงจาก Miller (1989)

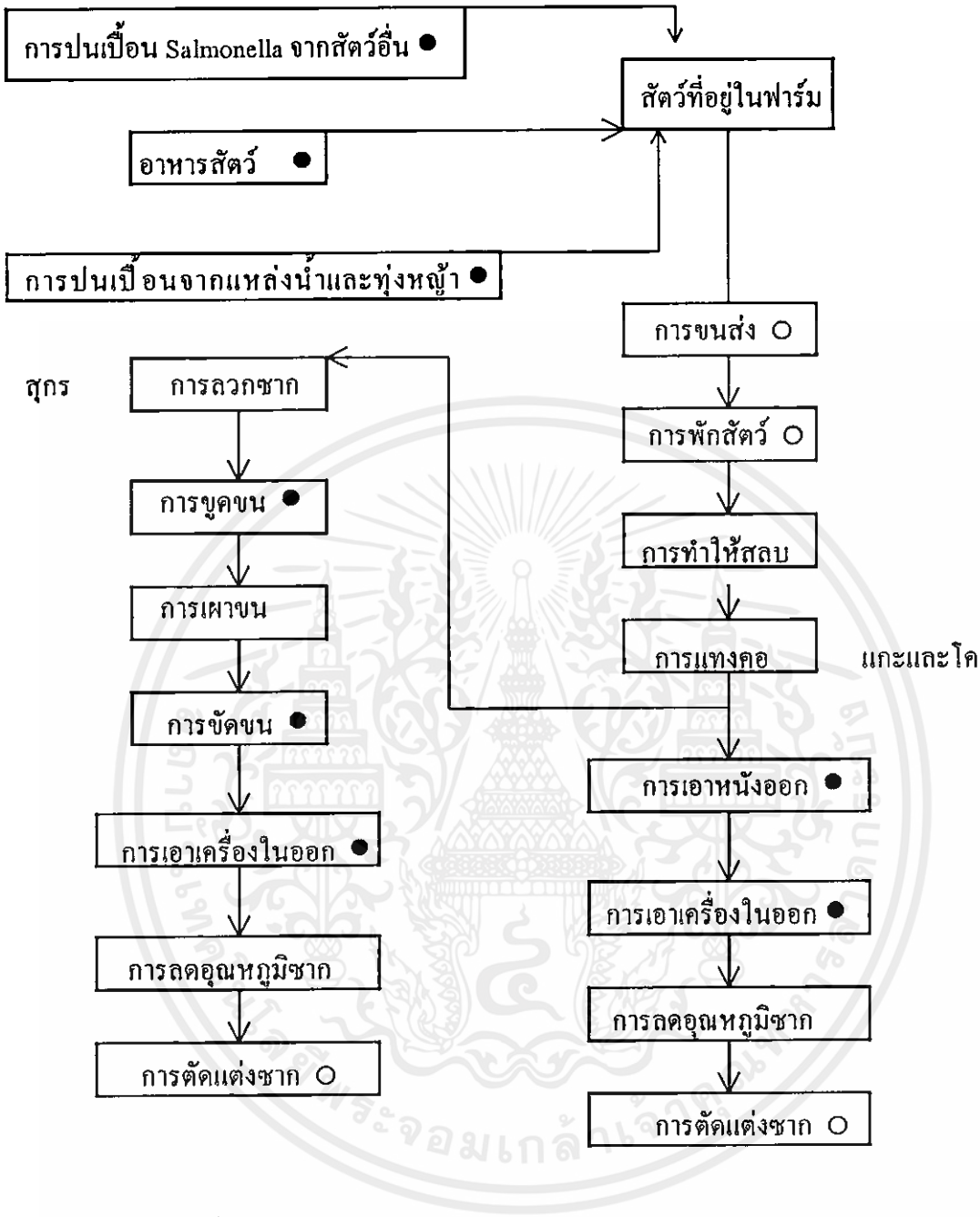
2.3.4 ปริมาณออกซิเจน พื้นที่ผิวของเนื้อสัตว์มีอิทธิพลต่อเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) เชื้อราและยีสต์ ขณะที่เชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) ก็สามารถเจริญในเนื้อสัตว์ได้เนื่องจากมีความสามารถอยู่ได้ในสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนระดับต่ำ ดังนั้นการเกิดกลิ่นเหม็นของโปรตีน (putrefaction) จึงขึ้นอยู่กับเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน

2.3.5 อุณหภูมิ การเก็บรักษาเนื้อสัตว์ที่อุณหภูมิใกล้เคียงอุณหภูมิแช่แข็งยังมีเชื้อจุลินทรีย์จำพวกรา ยีสต์ และแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ โดยมีการเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ

2.4 แหล่งการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. และ *Staphylococcus aureus*

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ สามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนในกระบวนการผลิต ซึ่งการปนเปื้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการควบคุมสุขลักษณะและการจัดการที่ดี การควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สามารถทำได้โดยการกำหนดจุด หรือขั้นตอนที่อาจจะเกิดการปนเปื้อน และทำการควบคุมหาวิธีป้องกันขั้นตอนนั้น ๆ โดยแหล่งของการปนเปื้อนที่สำคัญและขั้นตอนที่อาจพบการปนเปื้อนแสดงไว้ในภาพที่ 2.1 2.2 และ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

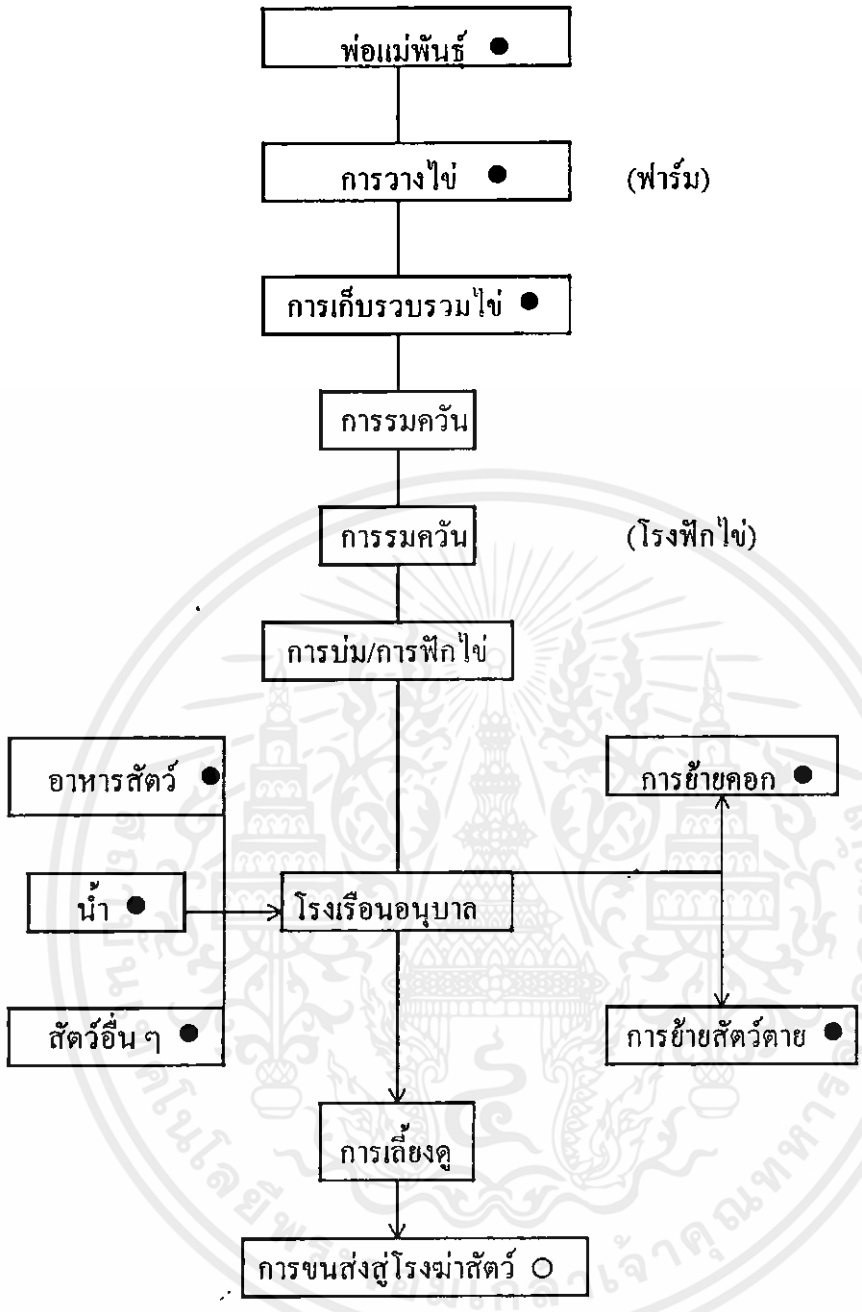


● แหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญ

○ แหล่งการปนเปื้อนที่อาจพบ

ภาพที่ 2.1 แสดงแหล่งการปนเปื้อน และจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียใน กระบวนการผลิตเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสุกร แกะและโค (WHO. 1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



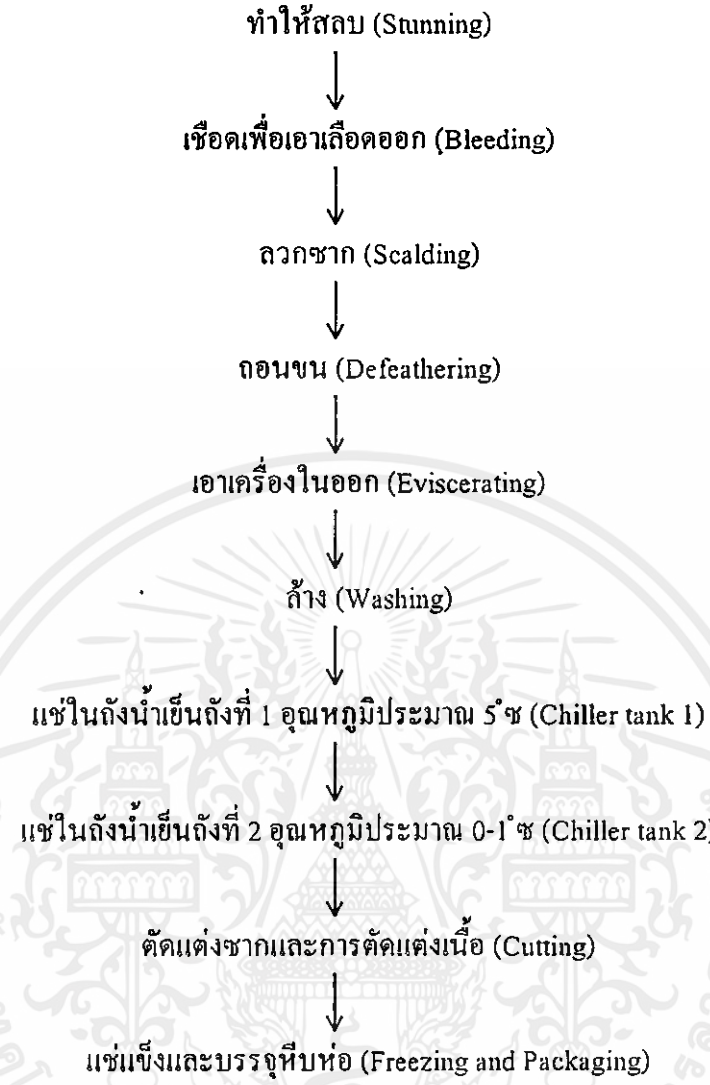
● แหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญ

○ แหล่งการปนเปื้อนที่อาจพบ

ภาพที่ 2.2 แสดงแหล่งการปนเปื้อนและจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในการเลี้ยงสัตว์ปีก (WHO. 1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 2.3 แสดงการผลิตไก่สด (Pearson and Dutson. 1986)

2.4.1 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในการผลิตจากฟาร์ม

จากภาพที่ 2.2 และ 2.3 จะเห็นได้ว่าการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สามารถพบได้ตั้งแต่อยู่ในฟาร์ม โดยสภาพแวดล้อมจากฟาร์ม เช่น น้ำดื่ม อาหาร และมูลที่ขับถ่ายออกมาเป็นสิ่งที่ให้วัฏจักรของเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้ และสัตว์จะได้รับการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อมเหล่านั้น ทั้งนี้ อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และคณะ (2536) ได้ทำการตรวจพบเชื้อ Salmonella spp. ในอาหารไก่ พบว่าเป็นชนิดเดียวกับที่ตรวจพบในไก่สดแช่แข็ง แสดงให้เห็นว่าอาหารสัตว์เป็นแหล่งสำคัญของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ และยังกล่าวว่าระดับการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella typhimurium ในอาหารสัตว์เป็นปัจจัยสำคัญในการตรวจพบการติดเชื้อดังกล่าวในไก่ Humphrey (1990) กล่าวว่าเชื้อ Salmonella spp. ส่วนใหญ่สามารถตรวจพบในอาหารสัตว์และในลำไส้ ซึ่งสามารถเกิดการปนเปื้อนในไข่ และเนื้อสัตว์ได้โดยทางมูล Pearson and Duston (1986)

38972

ได้รายงานว่ามักพบเชื้อ Salmonella spp. ปนเปื้อนมากับอาหารสัตว์ และถ้าสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อนี้ในอาหารสัตว์ลงได้ จะพบการปนเปื้อนของเชื้อนี้ในฟาร์มลดลงด้วย นอกจากนี้ยังรายงานอีกว่า มักพบการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. จากปลาป่น และสามารถตรวจพบเชื้อนี้จากอุจจาระสุกรที่ได้รับปลาป่นดังกล่าวร้อยละ 22.56 (58/256 ตัวอย่าง) ซึ่งในขณะเดียวกันสามารถแยกเชื้อ Salmonella ได้เพียงร้อยละ 1.67 (1/60 ตัวอย่าง) ในสุกรที่ไม่ได้รับปลาป่นดังกล่าว วิธีการลดการปนเปื้อนของ Enterobacteriaceae ในอาหารสัตว์ทำได้โดยการอัดเม็ดที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและทำการทดลองให้สุกรกินอาหารอัดเม็ดเป็นเวลา 6 เดือน สามารถตรวจพบเชื้อ Salmonella spp. ในตัวอย่างมูลสัตว์เพียงร้อยละ 0.02 (1/6,047 ตัวอย่าง) ส่วนสุกรที่ไม่ได้กินอาหารที่ผ่านการอัดเม็ด สามารถตรวจพบเชื้อ Salmonella spp. ในตัวอย่างมูลสัตว์ร้อยละ 97.44 (114/117 ตัวอย่าง) ลักษณะของอาหารก็มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยอาหารแห้งมักพบเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่ต่ำกว่าอาหารเปียก Ella (1979) กล่าวว่าจะสามารถตรวจพบเชื้อ Salmonella typhimurium ในลูกไก่ที่ได้รับสารเสริม (feed additives) ลงในอาหารมากกว่าที่ได้รับอาหารที่ปราศจากสารเสริม

Miller (1989) กล่าวว่าในสัตว์ปีก กระเพาะพักเป็นบริเวณที่สำคัญในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าบริเวณกระเพาะจริงและลำไส้ เนื่องจากอาหารใช้เวลาอยู่ที่กระเพาะพักนานกว่ากระเพาะจริงและลำไส้ นอกจากนี้ยังรายงานว่าการทำให้น้ำมีสภาวะเป็นกรดสามารถลดเปอร์เซ็นต์การตรวจพบเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* จากถังน้ำที่ใช้นานกว่า 2 ปี ได้ ซึ่งน้ำที่มีสารประกอบคลอไรด์ (15-200 ppm) ไม่เพียงพอในการที่จะเก็บรักษาน้ำให้ปราศจากเชื้อนี้ได้ และสามารถลดจำนวนสัตว์ที่ติดเชื้อได้น้อยกว่าการทำให้น้ำมีสภาวะเป็นกรดเป็นเวลานานกว่า 18 วัน การให้อาหารที่มีสภาวะเป็นกรดสามารถควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้เล็กที่ทำให้อาหารเน่าเสียและเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวกับสุขลักษณะได้

Waldroup *et al.* (1994) กล่าวว่าการเสริมกรดอินทรีย์ใส่ลงในอาหารสัตว์ในระดับต่ำจะช่วยทำให้สามารถเก็บรักษาอาหารสัตว์ได้นานขึ้น และอาจช่วยปรับปรุงการย่อยได้ด้วย โดยกรดอินทรีย์จะปรับปรุงบทบาทและประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed conversion) ของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร โดยการเสริมกรดโพรพิโอนิกและกรดบิวทิริกช่วยปรับปรุงระบบเมตาโบลิสมของระบบทางเดินอาหารส่วนบน (กระเพาะพัก และกระเพาะจริง) นอกจากนี้การเสริมกรดอินทรีย์จะมีผลทำให้ค่า pH ในกระเพาะพักลดลงทำให้สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้ และยังได้รายงานว่าการเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารให้แก่ไก่เนื้ออายุ 42 วัน ที่ได้รับเชื้อ Salmonella typhimurium 10^8-10^9 cfu/g ทางน้ำกิน โดยเสริมกรดฟูมาริกที่ระดับ 0.5 1.00 และ 2.00% และกรดแลกติกและกรดซิตริกที่ระดับ 0.25 0.50 1.00 และ 2.00% พบว่าการเสริมกรดอินทรีย์สามารถช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อนี้ในไส้ติ่ง และซากได้ โดยการเสริมกรดฟูมาริกจะไม่มีผลต่อบทบาทและหน้าที่ของไส้ติ่ง แต่จะช่วยปรับปรุงการเจริญเติบโต

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณี ... การค้า

(weight gain) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยการเสริมกรดฟูมาริกในแต่ละระดับความเข้มข้นลงในอาหารสามารถช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella typhimurium ในไส้ติ่ง (ซ้ำที่ 1) นอกจากนี้กรดฟูมาริกมีแนวโน้มว่าสามารถช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อนี้ในซากได้ ส่วนกรดแลกติกที่ระดับ 1% (ซ้ำที่ 1 และ 3) สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อนี้ในซากได้ และกรดแลกติกที่ระดับ 0.25 และ 0.50% สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อนี้ในไส้ติ่งได้ แต่ที่ระดับสูงกว่านี้ไม่สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อนี้ได้ โดยกรดแลกติกที่เสริมลงในอาหารสัตว์นั้นจะแสดงบทบาทในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้โดยการลดค่า pH ของไซโตพลาสมส่งผลให้ไปยับยั้งการสังเคราะห์สารโมเลกุลขนาดใหญ่หลายชนิด เช่น ส่วนประกอบของผนังเซลล์ ดีเอ็นเอ ไขมัน โปรตีน และ อาร์เอ็นเอ สำหรับกรดซิตริกพบว่ามีแนวโน้มสามารถช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อนี้ในไส้ติ่งได้ แต่การเสริมกรดซิตริกลงในอาหาร 1% จะพบการปนเปื้อนของเชื้อนี้มากขึ้น นอกจากนี้การเสริมกรดซิตริกยังไม่มีผลในการลดการปนเปื้อนเชื้อนี้บนซากด้วย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2.6 และ 2.7

ตารางที่ 2.6 แสดงผลของการเสริมกรดแลกติกต่อการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella typhimurium ในไส้ติ่งและซากไก่เนื้อที่ได้รับเชื้อนี้ที่อายุ 42 วัน (n = 10)

ตัวอย่าง	ซ้ำที่	% กรดในอาหาร				
		0.00	0.25	0.50	1.00	2.00
ไส้ติ่ง	1	50	0	0	10	0
	2	0	0	0	20	30
	3	0	0	0	10	0
	ค่าเฉลี่ย	16.7	0	0	13.3	10
ซาก	1	100	50	50	20	90
	2	80	90	60	100	100
	3	30	20	10	10	20
	ค่าเฉลี่ย	70	53.3	40	43.3	70

ที่มา : Waldroup *et al.* (1994)

Higginbotham and Bath (1993) กล่าวว่าการเสริมโปรไบโอติก (probiotic) ลงในอาหารพบว่าช่วยปรับปรุงการดูดซึมสารอาหารบริเวณลำไส้เล็กส่วนล่างให้ดีขึ้น และผลิตสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ และยังช่วยในการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในลำไส้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Hamza (1996) ที่กล่าวว่า โปรไบโอติก คือการเสริมเชื้อจุลินทรีย์ลงในอาหารมีผลช่วยในการปรับปรุงสมดุลย์ของเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้ของสัตว์ที่กิน เช่นการเสริมเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lactobacillus acidophilus ลงในอาหารลูกโคจะช่วยลดการเกิดโรคท้องร่วง และทำให้น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยดีขึ้น 7% และยังพบว่าปริมาณเชื้อ coliform ในมูลลดลงอีกด้วย

ตารางที่ 2.7 แสดงผลของการเสริมกรดแลกติกต่อการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella typhimurium ในไส้ติ่งและซากไก่เนื้อที่ได้รับเชื้อนี้ที่อายุ 42 วัน (n = 10)

ตัวอย่าง	ซ้ำที่	% กรดในอาหาร				
		0.00	0.25	0.50	1.00	2.00
ไส้ติ่ง	1	33.3	25	16.7	83.3	25
	2	8.3	8.3	8.3	91.7	16.7
	ค่าเฉลี่ย	20.8	16.7	12.5	87.5	20.9
ซาก	1	83.3	50	83.3	100	33.3
	2	0	0	0	33.3	8.3
	ค่าเฉลี่ย	41.2	25	41.2	66.7	20.8

ที่มา : Waldroup *et al.* (1994)

Miller *et al.* (1997) รายงานว่าลักษณะที่มาของสุกร (ตลาดปลายทาง ตลาดประมูล ฟาร์มระบบเปิด และฟาร์มระบบปิด) ระยะเวลาการอดอาหารก่อนเข้าสู่โรงฆ่า (0 2 4 และ 6 ชั่วโมง) และการฉีกขาดบริเวณระบบทางเดินอาหารในขั้นตอนการเอาเครื่องในออก มีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและเชื้อที่ทำให้อาหารเน่าเสียบนซากสุกร ซึ่งจากการสุ่มตัวอย่าง 932 ตัวอย่าง พบว่าตำแหน่งตัวอย่างเนื้อสุกรมีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวมบริเวณกระดูกอกติดกับช่องท้องสูงกว่าบริเวณหัว ช่องว่างบริเวณเชิงกราน และกระบังลมของซาก ดังแสดงในตารางที่ 2.8 นอกจากนี้น้ำหนักบริเวณระบบทางเดินอาหารยังมีผลเนื่องมาจากลักษณะที่มาของสุกรและระยะเวลาการอดอาหารก่อนเข้าสู่โรงฆ่า โดยสุกรที่ได้จากฟาร์มระบบปิดมีโอกาสเกิดการฉีดขาดของบริเวณระบบทางเดินอาหารมากที่สุด ขณะที่การอดอาหารก่อนเข้าสู่โรงฆ่ามีผลทำให้บริเวณระบบทางเดินอาหารมีน้ำหนักน้อยกว่าและมีโอกาสเกิดการฉีกขาดของบริเวณระบบทางเดินอาหารต่ำกว่า ซึ่งส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคบนซากต่ำกว่า ดังแสดงในตารางที่ 2.9

Smulders and Van Laack (1992) กล่าวว่าในการขนย้ายสัตว์จากฟาร์มสู่โรงฆ่า จัดว่าเป็นการนำเชื้อจุลินทรีย์มาแพร่กระจายสู่คน การนำสัตว์จำนวนมากจากแหล่งต่าง ๆ กัน มาอยู่รวมกันจะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์จากสัตว์ตัวหนึ่งไปยังสัตว์อีกตัวหนึ่ง และทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

ความเข้มข้นของ CO_2 และ NH_3 เพิ่มขึ้น และมีผลต่อการเพิ่มการเคลื่อนตัวของสารในลำไส้ทำให้มีการขับถ่ายมูลเพิ่มขึ้น ซึ่งในมูลสัตว์ก็ยังสามารถตรวจพบเชื้อ Salmonella spp. และ *E. coli* ได้

ตารางที่ 2.8 แสดงผลของตำแหน่งตัวอย่างเนื้อสุกร และลักษณะที่มาของสุกรต่อปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม

ตำแหน่งตัวอย่างเนื้อสุกร และลักษณะที่มาของสุกร	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม (ค่าเฉลี่ย log cfu/g)
ตำแหน่งตัวอย่างเนื้อสุกร	
หัว	5.32^{A}
กระบังลม	4.63^{A}
กระดูกอกติดกับช่องท้อง	5.65^{B}
ช่องว่างเชิงกราน	5.28^{A}
ลักษณะที่มาของสุกร	
ตลาดปลายทาง	5.26^{X}
ตลาดประมูล	5.34^{X}
ฟาร์มระบบเปิด	5.44^{X}
ฟาร์มระบบปิด	5.31^{X}

อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ที่มา : Miller *et al.* (1997)

ตารางที่ 2.9 แสดงผลของลักษณะที่มาของสุกร และระยะเวลาในการอดอาหารต่อน้ำหนักของอวัยวะระบบทางเดินอาหารในโรงฆ่าสุกร

ลักษณะที่มาของสุกร	น้ำหนักเฉลี่ยของบริเวณระบบทางเดินอาหาร (กก.)			
	ระยะเวลาอดอาหาร (ชม.)			
	0	2	4	6
ตลาดปลายทาง	8.1^{BCDE}	8.2^{BCDE}	7.8^{ABCD}	7.4^{A}
ตลาดประมูล	8.4^{CDE}	8.9^{EF}	9.8^{F}	8.9^{E}
ฟาร์มระบบเปิด	8.5^{DE}	8.1^{BCDE}	8.6^{E}	7.7^{ABC}
ฟาร์มระบบปิด	8.6^{E}	8.3^{CDE}	7.5^{AB}	8.7^{E}

อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ที่มา : Miller *et al.* (1997)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. และ *Staphylococcus aureus* ในกระบวนการผลิตในโรงงานฆ่าสัตว์

Pearson and Duston (1986) รายงานว่าในขั้นตอนการทำให้โคสลบอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้จุลินทรีย์เข้าสู่ร่างกายโดยติดไปกับแท่งเหล็กที่ใช้ยิง (captive bolt) ซึ่งสามารถตรวจพบเชื้อแบคทีเรียได้ 10^5-10^{10} เซลล์ ซึ่งเป็นทางหนึ่งที่นำเชื้อจุลินทรีย์เข้าสู่ร่างกายสัตว์ ขณะที่ Concon (1988) พบว่าในขั้นตอนการแทงคอเพื่อเอาเลือดออกมักตรวจพบเชื้อ Salmonella spp. บริเวณแผลที่ถูกแทงโดยมีการปนเปื้อนของเชื้อดังกล่าวจากมีดและมือของผู้ปฏิบัติงาน จากภาพที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในขั้นตอนการเอาหนังโคออกเป็นขั้นตอนหนึ่งที่เกิดการปนเปื้อนได้ Longdell (1994) ได้กล่าวถึงการพัฒนาเครื่องดึงหนังโคแทนการเอามีดเลาะออก โดยลักษณะการดึงจะดึงจากด้านขาหลังมาบริเวณหัว เพื่อลดการกระจายของเชื้อแบคทีเรียบริเวณแผลที่ถูกแทงคอและยังได้มีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับตัดหัวโคแบบอัตโนมัติด้วย

Kotula and Pandya (1995) ได้รายงานว่าในโรงฆ่าสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่สูงเมื่อทำการวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับขน และผิวหนังภายหลังการเชือดคอเพื่อเอาเลือดออก แต่ยังไม่ผ่านกระบวนการลวกชาก โดยทำการสุ่มตรวจหาเชื้อจากบริเวณหน้าอก (breast) สะโพก (thigh) น่อง (drumstick) และเท้า (foot) พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนผิวหนังบริเวณหน้าอกและขามีปริมาณสูงกว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนขน บริเวณบนซากไก่ที่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่ำที่สุด คือ เท้า เนื่องจากผิวหนังบริเวณอกและขน มีโอกาสได้รับการปนเปื้อนจากอุจจาระที่ติดมากับกรงได้ง่าย นอกจากนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์หาเชื้อ Salmonella spp. โดยพบที่ขนบริเวณหน้าอกมากที่สุด และที่ผิวหนังบริเวณหน้าอกพบมากเช่นเดียวกัน

Sammarco *et al.* (1997) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. *Listeria spp.* และ *Yersinia spp.* ในสภาพแวดล้อม บริเวณพื้นผิวในการปฏิบัติงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ และผู้ปฏิบัติงานของโรงงานฆ่าสุกรจำนวน 11 โรง โดยทำการสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 219 ตัวอย่าง (พื้นและผนังของโรงฆ่า ตะขอ โต๊ะปฏิบัติงาน เขียง มีด เครื่องผ่าซาก อุปกรณ์ถอนขน มือของผู้ปฏิบัติงาน เสื้อคลุม อ่างล้างมือรวมทั้งพื้น ผนัง และตะขอภายในห้องแช่เย็น) พบว่ามีโรงฆ่า 6 โรง (54.5%) ที่มีการพบการปนเปื้อน 1 ถึง 4 ตัวอย่าง โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.10

Gill and Bryant (1993) ได้ตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนอุปกรณ์ถอนขนและน้ำลวกชาก (อุณหภูมิ 57 °ซ) ของโรงฆ่าสุกร โดยพบปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม $8x10^7$ ถึง $3x10^8$ cfu/g และ $3x10^4$ ถึง $1x10^5$ cfu/g และเชื้อ Salmonella spp. $1x10^2$ cfu/g และ 1x10 cfu/g ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ตารางที่ 2.10 แสดงจำนวนตัวอย่างที่พบการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp., *Listeria spp.* และ *Yersinia spp.*

ตัวอย่าง	จำนวน (ตัวอย่าง)	พบการปนเปื้อนของเชื้อ					
		Salmonella spp.		*Yersinia spp.*		*Listeria spp.*	
		จำนวน	(%)	จำนวน	(%)	จำนวน	(%)
บริเวณสภาพแวดล้อม							
พื้นโรงฆ่า	18[a]	1[b]	(5.6)	4[c]	(22.2)	1[d]	(5.6)
ผนังโรงฆ่า	19	0	-	0	-	2[e]	(10.5)
อ่างล้างมือ	14	0	-	0	-	1[f]	(7.1)
รางภายในห้องแช่เย็น	9	0	-	0	-	0	-
พื้นภายในห้องแช่เย็น	15	0	-	0	-	2[f]	(3.3)
ผนังภายในห้องแช่เย็น	14	0	-	0	-	0	-
อุปกรณ์							
ตะขอ	16	0	-	0	-	0	-
โต๊ะปฏิบัติงาน	16[a]	1[b]	(6.2)	2[g]	(12.5)	0	-
เขียง	8	0	-	0	-	1[d]	(12.5)
มีด	16	0	-	0	-	0	-
เครื่องผ่าซาก	9	1[b]	-	0	-	0	-
อุปกรณ์ขูดขน	7	0	-	0	-	0	-
ตะขอภายในห้องแช่เย็น	14	0	-	0	-	0	-
ผู้ปฏิบัติงาน							
มือ	22	0	-	0	-	0	-
เสื้อคลุม	22	0	-	0	-	0	-
รวมทั้งหมด	219	3	(1.4)	6	(2.7)	7	(3.2)

[a] 1 ตัวอย่างพบการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. และ *Yersinia spp.*

[b] พบการปนเปื้อนของเชื้อ S. derby

[c] พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Y. enterocolitica* (3 ตัวอย่าง) และเชื้อ *Y. kristensenii* (2 ตัวอย่าง)

[d] พบการปนเปื้อนของเชื้อ *L. innocua*

[e] พบการปนเปื้อนของเชื้อ *L. welsnimeri* (1 ตัวอย่าง) และ *L. innocua* (1 ตัวอย่าง)

[f] พบการปนเปื้อนของเชื้อ *L. monocytogenes.*

[g] พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Y. enterocolitica*

ที่มา : Sammarco *et al.* (1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pearson and Dutson (1986) รายงานว่าในขั้นตอนการลวกซากเป็นขั้นตอนที่สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียลงได้เนื่องจากจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกทำลายในน้ำลวกซาก แต่เมื่อเวลาผ่านไป ภายในถังลวกซากจะมีการสะสมของดิน อุจจาระ และเลือดมากขึ้น อาจจะพบแบคทีเรียที่สามารถทนความร้อนได้ดีสามารถมีชีวิตรอดได้ จำนวนแบคทีเรียในถังลวกซากจะอยู่ในช่วงระหว่าง 10^2 ถึง 10^4 โคโลนี/มิลลิลิตร และจำนวนจุลินทรีย์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 54 °ซ เป็น 60 °ซ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์พวกที่เติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25-40 °ซ บริเวณผิวซากจะลดลงจาก 10^6 โคโลนี/ตารางเซนติเมตร เหลือ $2x10^3$ โคโลนี/ตารางเซนติเมตร และ Enterobacteriaceae ลดลงจาก $4x10^3$ โคโลนี/ตารางเซนติเมตร เหลือน้อยกว่า 70 โคโลนี/ตารางเซนติเมตร Thomas and McMeekin (1981) พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ลวกซากจะทำให้ผิวหนังของซากถูกทำลาย หรือหลุดออกไปทำให้เชื้อแบคทีเรียสามารถแทรกตัวเข้าไปเกาะกับซากได้ง่าย Kim *et al.* (1993a) ได้ทำการศึกษาถึงอุณหภูมิต่าง ๆ ในการลวกซาก โดยใช้อุณหภูมิ 52 56 และ 60 °ซ พบว่าที่อุณหภูมิสูงสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าอุณหภูมิต่ำ แต่เมื่อตรวจดูสภาพทางผิวหนังพบว่า น้ำลวกซากที่อุณหภูมิสูงจะทำลายผิวหนังกำพร้าชั้นสเตรตัม คอร์เนียม (stratum corneum epidermis) มากกว่าอุณหภูมิต่ำ มีผลทำให้ภายหลังขั้นตอนนี้จะพบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียสูงกว่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับ Slavik *et al.* (1995) ที่อธิบายว่าที่อุณหภูมิ 60 °ซ กลับพบปริมาณเชื้อ Salmonella spp. สูงกว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า 60 °ซ เนื่องจากอุณหภูมิดังกล่าวทำให้ผิวหนังกำพร้าถูกทำลาย จึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเข้าไปในเนื้อไก่ได้ง่ายขึ้นทำให้เกิดการปนเปื้อนมากขึ้น

Thoeger (1993) รายงานว่าการใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 90 °ซ ฉีดพ่นบนซากสุกรเป็นเวลานาน 10 นาที แทนการจุ่มซากลงในถังลวกซาก สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus*

Kim *et al.* (1993b) ได้กล่าวถึงวิธีการถอนขนสัตว์ปีก โดยใช้เครื่องถอนขน 3 ระบบ คือระบบการถอนขนแบบดั้งเดิม (conventional defeathering system) ซึ่งส่วนใหญ่มักใช้ในโรงฆ่าทั่วๆ ไป เป็นวิธีการจุ่มซากไก่ลงในถังน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 58 °ซ และนำไปถอนขน ระบบที่สองเรียกว่า ระบบการถอนขนแบบคอเชอร์ (Kosher defeathering system) เป็นการจุ่มซากไก่ลงในถังน้ำเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 7-10 °ซ และทำการถอนขน ระบบที่สามคือ ระบบพ่นไอน้ำ (steam-spray system) เป็นการลวกซากและถอนขนในเวลาเดียวกัน โดยการฉีดพ่นน้ำร้อนอุณหภูมิ 62 °ซ บนซากไก่แทนการจุ่มซากลงในถังลวก และพบว่าในวิธีการฉีดพ่นซากด้วยน้ำร้อนมีการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella typhimurium มากที่สุด เนื่องจากอุณหภูมิ 62 °ซ ทำให้โปรตีนคอลลาเจน (collagen) ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันโผล่ออกมาจากชั้นผิวหนัง ส่วนวิธีแบบดั้งเดิมและคอเชอร์ พบปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม Pearson and Dutson (1986) กล่าวว่า วิธีการฉีดพ่นน้ำร้อนใช้ได้ดีในกรณีที่ทุกจุดในขั้นตอนการผลิตที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนได้รับการควบคุมและการทำความสะอาดอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

เพื่อลดการปนเปื้อนภายหลังขั้นตอนการลวกซากให้มากที่สุด นอกจากนี้ในขั้นตอนการเผาขน (singeing) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่กำจัดขนที่เหลือติดอยู่ที่ผิวซาก โดยการใช้ไฟเผาที่อุณหภูมิ 1,200-1,400 °ซ เป็นเวลา 15-30 วินาที ในขั้นตอนนี้จะช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่เกิดการปนเปื้อนจากกระบวนการที่ผ่านมาและพบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ที่เติบโตได้ที่อุณหภูมิ 25-40 °ซ เป็น 2 เท่าในขั้นตอนนี้

Huis in't veld *et al.* (1994) กล่าวว่ามักพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อีกครั้งหนึ่งในขั้นตอนการถอนขน ขูดขน และ ขัดขน หากอุปกรณ์เหล่านั้นได้รับการทำความสะอาดอย่างไม่มีประสิทธิภาพจะพบการสะสมของขนและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ซึ่งเชื้อแบคทีเรียสามารถเจริญได้อย่างรวดเร็วในเวลาข้ามคืน เป็นสาเหตุของการแพร่กระจายเชื้อไปยังส่วนต่าง ๆ ของโรงฆ่า

Saide-Albornoz (1995) ได้ทำการตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus* Salmonella spp. *Listeria monocytogenes* *Yersinia enterocolitica* และ *Clostridium perfringens* บนเนื้อสุกรโดยสุ่มตัวอย่างจากบริเวณสันนอก สะโพกที่ติดกับซากสุกร สันนอกที่ตัดแต่งเอากระดูกออก ทำการสุ่มจากขั้นตอนต่าง ๆ คือ ภายหลังขั้นตอนการเผาขนและขัดขน ภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการ เก็บไว้ในห้องเย็น 24 ชั่วโมง ก่อนบรรจุและทำการบรรจุด้วยระบบสุญญากาศแล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2 °ซ เป็นเวลา 36 วัน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2.11 แสดงให้เห็นว่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* พบมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งพบมากที่สุดบริเวณเนื้อสันนอกและสะโพก ภายหลังจากการเก็บไว้ในห้องเย็น 24 ชั่วโมง เชื้อ Salmonella spp. พบมากเป็นอันดับสองโดยพบมากที่สุดบริเวณเนื้อสันนอกและสะโพกภายหลังกระบวนการเผาขน แต่ไม่พบเชื้อ Salmonella spp. ในเนื้อสุกรที่บรรจุโดยระบบสุญญากาศแล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2 °ซ เป็นเวลา 36 วัน ส่วนเชื้อ *Listeria monocytogenes* ตรวจไม่พบก่อนการบรรจุ แต่ภายหลังบรรจุเชื้อดังกล่าวกลับเพิ่มขึ้นถึง 4.4% และเชื้อ *Yersinia enterocolitica* พบภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่าทุกขั้นตอน และภายหลังการบรรจุ ขณะที่เชื้อ *Clostridium perfringens* จะพบในช่วงก่อนการบรรจุเท่านั้น

Longdell (1994) ก็ล่าวว่าการเปิดซากแบบวิธีดั้งเดิม (conventional eviscerating) คือการใช้คนเปิดซาก จะพบปัญหาเครื่องในได้รับความเสียหายและเกิดการฉีกขาดได้ง่าย ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารสามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ของซากและขั้นตอนการผลิตในโรงงานฆ่าสัตว์ การพัฒนาเครื่องมืออัตโนมัติในการเปิดซากจะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ Pearson and Duston (1986) รายงานว่าเชื้อ Salmonella spp. ไม่เพียงแต่พบในขั้วลำไส้ (mesenteric) แต่ยังพบบริเวณต่อมน้ำเหลืองที่ขั้วตับ (portal lymph nodes) อีกด้วย ฉะนั้นในขั้นตอนการเอาเครื่องในออกถ้าเครื่องในได้รับความเสียหาย จะมีโอกาสสูงที่ซากจะได้รับการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

ตารางที่ 2.11 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ที่พบเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคจากผิวซากสุกร ในระหว่างกระบวนการฆ่า

ชนิดของเชื้อ	บริเวณที่สุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรในโรงฆ่า				
	ส่วนผิวสะโพกและสันนอกที่ติดกับซาก			สันนอกที่ตัดแต่งเอากระดูกออก	
	A[a]	B[a]	C[a]	D[b]	E[c]
Staphylococcus aureus[d]	4.4%	7.4%	2.6%	2.6%	4.4%
Salmonella spp.	4.4%	1.1%	0.4%	0.7%	NF
Listeria monocytogenes	1.5%	1.9%	1.9%	NF	4.4%
Yersinia enterocolitica	NF	0.4%	NF	NF	4.4%
Clostridium perfringens	NF	NF	NF	0.7%	NF

A = ตัวอย่างซากสุกรภายหลังการเผาขนและขัดขน

B = ตัวอย่างซากสุกรภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่าทุกขั้นตอน

C = ตัวอย่างซากสุกรภายหลังเก็บที่ห้องเย็น 24 ชั่วโมง

D = สันนอกที่ผ่านการตัดแต่งเอากระดูกออก

E = สันนอกที่ผ่านการตัดแต่งเอากระดูกออก บรรจุโดยระบบสุญญากาศเก็บไว้ 36 วัน ที่อุณหภูมิ 2°ซ

a = ค่าเปอร์เซ็นต์ที่สามารถแยกเชื้อได้จากสันนอกและสะโพก 270 ตัวอย่าง

b = ค่าเปอร์เซ็นต์ที่สามารถแยกเชื้อได้จากสันนอก 135 ตัวอย่าง

c = ค่าเปอร์เซ็นต์ที่สามารถแยกเชื้อได้จากสันนอก 45 ตัวอย่าง

d = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P = 0.0399) จากตัวอย่างตำแหน่ง A และ C

NF = ตรวจไม่พบ

ที่มา : Saide-Albornoz (1995)

Kotula (1974) พบว่าในขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากโดยการแช่เย็นด้วยระบบเคลื่อนที่สวนทางกัน (counter-flow tumble chiller) สามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่ผิวหนังของไก่ลงได้อย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับ Cox *et al.* (1975) ที่รายงานว่าการแช่เย็นไม่ว่าจะเป็นแบบจุ่ม (immersion) หรือแบบฉีดพ่นฝอย (spray chiller) จะช่วยลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียบนผิวไก่ลงได้โดยเฉลี่ย 1.48 log cfu/ตารางเซนติเมตร ซึ่งไม่สอดคล้องกับรายงานของ Barnes and Shrimpton (1968) ที่พบว่าน้ำแข็งเป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นแหล่งที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยวิธีแช่เย็นแบบใช้อากาศ (air chilling) จะให้ผลดีกว่า เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Kriengsak (1993) ที่ได้สรุปไว้ว่าวิธีการลดอุณหภูมิในการแช่ซากในถังน้ำเย็น (chilling water) ในโรงฆ่าไก่ไม่มีประสิทธิภาพในการขจัดเชื้อ Salmonella spp. นอกจากนี้ Lillard (1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ยืนยันว่าขั้นตอนการแช่ซากในถังน้ำเย็นไม่สามารถขจัดเชื้อ Salmonella spp. ได้ แต่กลับพบการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. เพิ่มขึ้นในขั้นตอนนี้ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในขั้นตอนการลวกซากและการล้างซากด้วยน้ำ ทำให้จำนวนเชื้อดังกล่าวลดลง แต่ภายหลังจากกระบวนการเหล่านี้ จะมีการปนเปื้อนของเชื้อเกิดขึ้นอีก และเชื้อสามารถเพิ่มจำนวนในถังแช่ซาก เพราะภายในถังแช่ซากอาจมีการถ่ายเทเชื้อจากซากไก่ลงในน้ำเย็นอีกครั้งหนึ่ง ทำให้มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนได้ และ Kriengsak (1993) ยังกล่าวว่าการคัดเลือกฝูงสัตว์ที่ดีมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียน้อยที่สุดก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่า สามารถลดการแพร่กระจายของเชื้อไปยังซากที่ดีได้

ในขั้นตอนการตัดแต่งเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มักพบการปนเปื้อนของเชื้อจากอุปกรณ์ที่ใช้และจากผู้ปฏิบัติงาน Longdell (1994) ได้รายงานการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ถอดกระดูกสันหลังออกจากกล้ามเนื้อสันนอก โดยประสิทธิภาพของเครื่องสามารถถอดกระดูกได้ 9 ชิ้นต่อนาที อุปกรณ์ดังกล่าว มีข้อดีในแง่การลดการปนเปื้อนจากมือและมีดที่ใช้ในการปฏิบัติงาน แต่มีข้อเสียคือ เปอร์เซ็นต์สูญเสียจากการตัดแต่งจะเพิ่มขึ้นจากวิธีที่ใช้คนอีก 30 กรัมต่อเนื้อสันนอก 1 ชิ้น

Ellerbrock (1997) รายงานว่าอากาศในขั้นตอนการปฏิบัติงานของโรงฆ่าสัตว์ปีกที่ตำแหน่งต่าง ๆ พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม และเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2.12 โดยพบว่าอากาศในบริเวณรับสัตว์ การเอาเครื่องในออก และห้องแช่เย็นมีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกมากที่สุด เช่นเชื้อ *Micrococcus spp. Corynebacterium spp. Staphylococcus spp.* และ Yeasts และมักพบเชื้อแบคทีเรียแกรมลบในบริเวณการเอาเครื่องในออก เช่น *Moraxella spp.* และ *Acinetobacter spp.* นอกจากนี้ยังมักพบเชื้อ *Corynebacterium spp. Acinetobacter spp.* และ *Moraxella spp.* ในบริเวณห้องแช่เย็น โดยจะพบเชื้อ *Micrococcus spp.* และ *Alcaligenes spp.* ในอากาศบริเวณห้องลดอุณหภูมิแบบใช้ลมเย็น แต่ไม่พบเชื้อนี้ในอากาศบริเวณห้องลดอุณหภูมิแบบใช้น้ำเย็น

Buchanan *et al.* (1992) ได้ทำการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวม และเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสะโพกโค เนื้อสะโพกสุกร และเนื้อสะโพกไก่ โดยทำการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิต่างกัน คือ 5 12 และ 19 °ซ และทำการตรวจวิเคราะห์ในวันที่ 0 2 4 7 และ 10 0 2 3 4 และ 7 0 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ พบว่าที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 5 °ซ สามารถชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์รวม และเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้

Mathieu (1992) ได้กล่าวถึงในกรณีที่โรงฆ่ามีห้องเย็นไม่เพียงพอ การฉีดพ่นสารละลายกรดอินทรีย์ เช่น กรดแลกติก กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวเทอริก กรดซอร์บิก และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ลงบนซากอุ่นจะช่วยยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่บนผิวซากลงได้ โดยเฉพาะเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ Salmonella spp. ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของโรคอาหารเป็นพิษ

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ... ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ... เพื่อการค้า

ตารางที่ 2.12 แสดงปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวมในบรรยากาศ และเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ระหว่างของขั้นตอนการรับสัตว์ การเอาเครื่องในออก การตัดแต่ง และถอดกระดูกออก การลดอุณหภูมิแบบใช้ลมเย็น และแบบใช้น้ำเย็นของโรงฆ่าสัตว์ปีก

ตำแหน่ง	เชื้อจุลินทรีย์รวม (log cfu/m^3)	เชื้อแบคทีเรียในลำไส้ (log cfu/m^3)
การรับสัตว์	4.06	3.24
การเอาเครื่องในออก	3.99	2.63
การตัดแต่งและถอดกระดูกออก	3.40	1.04
การลดอุณหภูมิแบบใช้ลมเย็น	3.28	2.02
การลดอุณหภูมิแบบใช้น้ำเย็น	4.16	2.06

ที่มา : Ellerbroek (1997)

2.5 เชื้อ Salmonella spp. และ *Staphylococcus aureus* ที่พบการปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์

2.5.1 เนื้อไก่

Vorster *et al.* (1994) สามารถตรวจพบเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในไก่สดที่ได้จากตลาดในประเทศแอฟริกาใต้ในระหว่างปี ค.ศ. 1991 โดยพบการปนเปื้อนถึง 39.5 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนเชื้อ *S. aureus* เฉลี่ย 3.1 log cfu/g โดยส่วนใหญ่พบการปนเปื้อนบริเวณผิวหนัง Plummer (1995) ได้ทำการเก็บตัวอย่างเนื้อไก่ ในตลาดประเทศอังกฤษจากปี ค.ศ. 1991 ถึง ปี ค.ศ. 1992 เพื่อทำการวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. โดยทำการสุ่มไก่มาทั้งหมด 325 ตัวอย่าง และเครื่องในอีก 35 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. ในไก่สดจากซุปเปอร์มาร์เก็ต 18.6 เปอร์เซ็นต์ ไก่แช่แข็งจากซุปเปอร์มาร์เก็ต 25.5 เปอร์เซ็นต์ และจากร้านค้าย่อยพบการปนเปื้อน 24.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเครื่องในพบการปนเปื้อน 37.1 เปอร์เซ็นต์ โดยเชื้อ Salmonella ที่พบในเนื้อไก่ส่วนใหญ่คือ Salmonella enteritidis พบ 6.5 เปอร์เซ็นต์ และ Salmonella typhimurium 5.09 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเครื่องในพบ Salmonella enteritids 17.2 เปอร์เซ็นต์ และ Salmonella typhimurium 8.08 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นเป็นซีโรไทป์อื่น ๆ

Huis in't veal *et al.* (1994) สามารถตรวจพบ Salmonella spp. ในไก่ที่ยังมีชีวิตอยู่ โดยเชื้อนี้สามารถอาศัยอยู่และเจริญได้ในระบบทางเดินอาหารของไก่ที่มีสุขภาพดี โดยพบเชื้อ Salmonella spp. ในลำไส้ประมาณ 100-1,000 โคโลนี/กรัม

สำหรับประเทศไทย เกรียงศักดิ์ แดงพรม และศศิธร คณะรัตน์ (2530) ได้ตรวจพบเชื้อ Salmonella spp. ในผลิตภัณฑ์ไก่แช่แข็ง โดยการตรวจตัวอย่างเนื้อไก่แช่เย็นและเนื้อไก่แช่แข็งของ

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กองควบคุมโรคระบาด กรมปศุสัตว์ ในปี พ.ศ. 2525 ปรากฏว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. 7.66 และ 5.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากการสุ่มตัวอย่างไก่จากโรงฆ่าไก่ พบการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. 5.05 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ศศิธร คณะรัตน์ และกาญจนี ธรรมาพิพัฒนกุล (2534) ยังสามารถแยกเชื้อนี้ได้จากตัวอย่างไก่แช่แข็งได้ถึง 27.5 เปอร์เซ็นต์ และซีโรไทป์ที่พบมากได้แก่ Salmonella blockley S. paratyphi B และ S. typhimurium เพ็ญศรี รอดมา และอุรารัตน์ วุฒิกรพันธ์ (2536) รายงานว่าเชื้อสำคัญที่พบในเนื้อไก่สดแช่แข็งที่ส่งจากประเทศไทยไปประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ *Staphylococcus aureus* 14.7 เปอร์เซ็นต์ และ Salmonella spp. 8.4 เปอร์เซ็นต์ Kriengsak (1993) ตรวจพบเชื้อ Salmonella spp. ในส่วนต่าง ๆ ของไก่ที่ได้จากโรงฆ่าไก่ภายในประเทศไทย โดยสุ่มไก่จาก 4 โรงงาน พบการปนเปื้อนของเชื้อที่ขนไก่ 63.6 100 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่พบเชื้อดังกล่าวบริเวณไส้ติ่งของไก่ที่มีชีวิต แต่พบที่บริเวณลำไส้ถึง 30 30 70 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังสามารถแยกเชื้อได้จากบริเวณปีกถึง 100 60 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ Jernklinchan *et al.* (1994) ได้ทำการศึกษาในเนื้อไก่ และเครื่องในไก่พบการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. 66 เปอร์เซ็นต์ และ 86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ วิพิชญ์ ไชยศรีสงคราม และคณะ (2534) ได้ตรวจพบเชื้อ Salmonella spp. บนเนื้อไก่แช่แข็ง 33.5 เปอร์เซ็นต์

เพ็ญศรี รอดมา (2539) ได้กล่าวว่าจากรายงานประจำปีของกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในอาหารแช่แข็งเพื่อการส่งออก 11,022 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของเชื้อดังกล่าวร้อยละ 0.01 (118 ตัวอย่าง)

2.5.2 เนื้อสุกรและโค

Vorster *et al.* (1994) สามารถตรวจพบเชื้อ *S. aureus* ในเนื้อสะโพกโคและเนื้อไหล่สุกรที่ได้จากตลาดในประเทศแอฟริกาใต้ในระหว่างปี ค.ศ. 1991 โดยพบการปนเปื้อนถึง 23.4 เปอร์เซ็นต์ และ 6.7 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนเชื้อ *S. aureus* เฉลี่ยเท่ากับ 2.5 และ 2.2 log cfu/g Paturkar *et al.* (1992) ได้ทำการวิเคราะห์หาเชื้อ Salmonella spp. จากตัวอย่างเนื้อโคที่ได้จากโรงฆ่าและตลาดในเมืองบอมเบย์ ประเทศอินเดีย พบการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. 16 ตัวอย่าง จาก 166 ตัวอย่าง เชื้อ Salmonella spp. ที่พบได้แก่ Salmonella saintpaul ซึ่งพบมากในตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์ ส่วนตัวอย่างที่ได้จากตลาดมักพบเชื้อ Salmonella anatum Salmonella derby Salmonella liverpool Salmonella adelaide และ Salmonella mbandaka ขณะที่ Sierra (1995) ได้ทำการวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์จากซากแกะภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสร็จสิ้นกระบวนการฆ่าในประเทศสเปน จากจำนวนซากทั้งหมด 30 ซาก พบเชื้อ Salmonella spp. 10 เปอร์เซ็นต์

สำหรับในประเทศไทย Bangtrakulnonth *et al.* (1994) ได้ทำการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. ในเนื้อสุกรที่สุ่มเก็บมาจากตลาด (50 ตัวอย่าง) จากมูลสุกร (243 ตัวอย่าง) ลำไส้เล็ก (15 ตัวอย่าง) และตับ (16 ตัวอย่าง) พบเชื้อ Salmonella derby มากที่สุดคือ 32 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการสุ่มตรวจ โดยจะพบจากตัวอย่างที่ได้มาจากเนื้อสุกรมากที่สุดคือ 28 ตัวอย่างจาก 50 ตัวอย่าง ขณะที่สุมาลี บุญมา และคณะ (2538) ได้ศึกษาพบการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. ในเนื้อวัวและผลิตภัณฑ์ถึง 82 และ 67.5 เปอร์เซ็นต์

Sasitorn *et al.* (1993) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ที่ส่งเนื้อสุกรไปขายที่ตลาดสด (W) เปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่ตลาดสด และเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ที่ส่งเนื้อสุกรไปขายที่ซุปเปอร์มาร์เก็ต (P) เปรียบเทียบกับเนื้อสุกรที่ซุปเปอร์มาร์เก็ต โดยทำการสุ่มตัวอย่างแห่งละ 100 ตัวอย่าง และทำการสุ่มตัวอย่างจากซุปเปอร์มาร์เก็ตเปรียบเทียบกับตัวอย่างจากตลาดสด ผลแสดงในตารางที่ 2.13 โดยตรวจพบว่าเนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์มีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม เชื้อ *Staphylococcus aureus* และเชื้อ Salmonella spp. น้อยกว่าเนื้อสุกรที่ได้จากตลาดสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่เนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์มีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวม และเชื้อ Salmonella spp. น้อยกว่าซุปเปอร์มาร์เก็ตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีแนวโน้มปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์น้อยกว่าเนื้อสุกรที่ได้จากซุปเปอร์มาร์เก็ต นอกจากนี้ยังตรวจพบว่าเนื้อสุกรที่ได้จากซุปเปอร์มาร์เก็ตมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์รวมน้อยกว่าเนื้อสุกรจากตลาดสดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และมีแนวโน้มปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ Salmonella spp. และเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกรที่ได้จากซุปเปอร์มาร์เก็ตน้อยกว่าเนื้อสุกรที่ได้จากตลาดสด

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2540ก) เปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวมที่อยู่บนผิวเนื้อของซากสุกรที่ผ่านกระบวนการฆ่าและชำแหละจากโรงฆ่าสัตว์มาตรฐานและโรงฆ่าไม่มาตรฐาน (n = 24) โดยทำการสุ่มตัวอย่างเนื้อภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่าสัตว์ทันที พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 3.37 log cfu/g และ 4.03 log cfu/g นอกจากนี้จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2540ข) ยังพบว่าปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวเนื้อของซากสุกรที่ผ่านกระบวนการฆ่าสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ไม่ได้มาตรฐานแห่งเดียวกัน โดยการสุ่มตัวอย่างมาตรวจ (n = 16) โดยกระทำภายหลังจากการขนส่งซากจากโรงฆ่าสัตว์มายังห้องปฏิบัติการโดยใช้รถบรรทุกขนส่งธรรมดาไม่ติดเครื่องปรับอุณหภูมิ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 2.53×10^5 เซลล์/กรัม และจากการสุ่มตัวอย่างเนื้อ (n = 16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา รวมทั้งไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ต่อ

จากซากที่ผ่านกระบวนการฆ่าจากโรงฆ่าสัตว์มาตรฐาน ซึ่งซากได้ผ่านกระบวนการลดอุณหภูมิซากภายในห้องเย็น 0-4 °ซ เพื่อให้อุณหภูมิในใจกลางก้อนเนื้อลดลงถึง 2 °ซ ก่อนนำซากไปดำเนินการตัดแต่ง พบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมเท่ากับ $5.32x10^4$ เซลล์/กรัม

สุมาลี บุญมา และคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella spp. ในผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่และเนื้อสุกร จากการสุ่มตัวอย่าง 200 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนทั้งสิ้น 32 ตัวอย่าง เป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่ 8 ตัวอย่าง โดยพบเชื้อ Salmonella จำนวน 6 ซีโรวาร์ ได้แก่ S. heidelberg S. anatum S. rissen S. hadar S. panama และ S. enteritidis เป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกร 24 ตัวอย่าง โดยพบเชื้อ Salmonella 11 ซีโรวาร์ ได้แก่ S. anatum S. panama S. derby S. java S. i 39:-: S. amsterdam S. rissen S. newport S. london S. tennessee และ S. livingston ดังแสดงในตารางที่ 2.14 เมื่อจำแนกตามสถานที่เก็บตัวอย่างพบว่าจากห้างสรรพสินค้ามีการปนเปื้อน 24 ตัวอย่าง จากผลิตภัณฑ์ 127 ตัวอย่าง และพบผลิตภัณฑ์ในตลาดสดมีการปนเปื้อน 8 ตัวอย่าง จากผลิตภัณฑ์ 73 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.13 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อแบคทีเรียบนเนื้อสุกร ระหว่างจากโรงฆ่ากับตลาดสด (ส่วนที่ 1) โรงฆ่าสัตว์กับซุปเปอร์มาร์เก็ต (ส่วนที่ 2) และซุปเปอร์มาร์เก็ตกับตลาดสด (ส่วนที่ 3) และอายุในการเก็บรักษาของส่วนที่ 3

สถานที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณการปนเปื้อน (cfu/g)							อายุการเก็บรักษา (วัน)
	SPC ที่ 30 °ซ	Coliforms	*E. coli*	*F. strep*	*Staph. aureus*	Salmonella spp.	*C. perfringens*	
โรงฆ่าสัตว์[a]	$2.3x10^6$	$7.6x10^4$	$3.1x10^4$	$2.6x10^3$	1.6x10	0.33 (33%)	$1.1x10^3$	NT
ตลาดสด[a]	$7.1x10^9$	$4.6x10^8$	$3.1x10^8$	$3.6x10^4$	5.4x10	0.70 (70%)	$7.1x10^4$	NT
T-test	(P=0.000)	(P=0.000)	(P=0.01)	(P=0.000)	(P=0.000)			
โรงฆ่าสัตว์[b]	$9.6x10^5$	$2.5x10^4$	$2.5x10^4$	$5.5x10^2$	0.6	0.18 (18%)	$2.1x10^3$	NT
ซุปเปอร์มาร์เก็ต[a]	$6.7x10^6$	$1.3x10^6$	$1.3x10^6$	$1.6x10^3$	2.3	0.56 (56%)	$2.3x10^3$	NT
T-test	(P=0.01)	(P=0.01)	(NS)	(P=0.038)	(NS)	(P=0.000)	(NS)	
ซุปเปอร์มาร์เก็ต[b]	$1.1x10^8$	$2.7x10^6$	$2.0x10^6$	$6.2x10^3$	3.7x10	0.24 (24%)	$1.2x10^3$	5.28
ตลาดสด[b]	$9.5x10^8$	$4.7x10^7$	$3.0x10^7$	$6.6x10^3$	5.4x10	0.25 (25%)	$1.3x10^3$	NT
T-test	(P=0.003)	(P=0.000)	(P=0.001)	(NS)	(NS)	(NS)	(NS)	(P=0.000)

n^a = 100 จำนวนตัวอย่างในการสุ่มหาเชื้อ Salmonella n^b = 50

NS = แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ NT = ไม่ได้ทำการตรวจสอบ

ที่มา : Sasitorn *et al.* (1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.14 แสดงจำนวนผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่และเนื้อสุกรที่พบการปนเปื้อนเชื้อ Salmonella

ชนิดของผลิตภัณฑ์	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบการปนเปื้อน (เปอร์เซ็นต์)
เนื้อไก่	100	8 (8)
เนื้อสุกร	100	24 (24)
รวม	200	32 (16)

ที่มา : สุมาลี บุญมา และคณะ (2540)

ตารางที่ 2.15 แสดงจำนวนผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่และเนื้อสุกรในซุปเปอร์มาร์เก็ตและตลาดสด ที่พบการปนเปื้อนเชื้อ Salmonella spp.

สถานที่	ผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่		ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกร		รวม	
	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบการปนเปื้อน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบการปนเปื้อน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบการปนเปื้อน (เปอร์เซ็นต์)
ซุปเปอร์มาร์เก็ต	60	6	63	18	127	24 (18.90)
ตลาดสด	40	2	33	6	73	8 (10.96)
รวม	100	8	100	24	200	32 (16)

ที่มา : สุมาลี บุญมา และคณะ (2540)

2.6 การใช้กรดแลกติกในอุตสาหกรรมอาหาร

กรดแลกติกเป็นกรดอินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารหลายชนิด และเป็นกรดอินทรีย์ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมโรงงานฆ่าสัตว์และแปรรูปเนื้อสัตว์เพื่อควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

2.6.1 การผลิตกรดแลกติก

กรดแลกติกเป็นกรดอินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติจากกระบวนการหมักน้ำตาล โดยเชื้อในตระกูล Streptococcaceae และตระกูล Lactobacillaceae กรดแลกติกสามารถเตรียมได้จากการหมักน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (highly refined sucrose) แล้วทำให้บริสุทธิ์โดยการเปลี่ยนให้เป็นผลึกของ calcium lactate จากนั้นนำมาทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถัน (sulfuric acid) เพื่อให้ได้สารละลายกรดแลกติกบริสุทธิ์ สำหรับวิธีอื่น ๆ นั้น อาจทำโดยการหมักแป้งมันฝรั่งหรือกากน้ำตาลโดยใช้เชื้อ *Lactobacillus delbruckii* หรือ *Lactobacillus bulgaricus* จากนั้นใช้วิธีทำให้บริสุทธิ์แบบเดียวกับที่กล่าวมา (ศิวาพร ศิวเวชช. 2529) กรดแลกติกเป็นส่วนประกอบของอาหารบางชนิดซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไป ดังตารางที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 คุณสมบัติของกรดแลกติก

โครงสร้างของกรดแลกติก แบ่งตามคุณสมบัติการบิดระนาบแสงโพลาร์ไรซ์ได้ 2 แบบ คือ D (-) และ L (+) กรดแลกติกในรูป L (+) จะพบได้ในสัตว์และมนุษย์ ในร่างกายมนุษย์เกิดจากเมตาโบลิสมของกลูโคส หรือไกลโคเจน รวมทั้งยังพบในจุลินทรีย์พวกที่สร้างกรดแลกติก (lactic acid bacteria) ดังนั้น L (+) จึงเรียกได้ว่าเป็น natural or physiological lactic ซึ่งร่างกายมนุษย์สามารถสังเคราะห์ได้ในปริมาณ 114-117 กรัม lactate/ 24 ชั่วโมง/ 70 กิโลกรัม (Smulders *et al.* 1986) ส่วนกรดแลกติกในรูป D (-) จะได้มาจากการสังเคราะห์ (Krusch. 1978)

ตารางที่ 2.16 แสดงปริมาณของกรดแลกติกที่มีอยู่ในอาหารชนิดต่าง ๆ โดยธรรมชาติ

อาหาร	ปริมาณที่มีอยู่ในอาหาร (กรัม/กก.)	ค่าเฉลี่ยอาหารที่ผู้บริโภคกินเข้าไป (ต่อปี)	ค่าเฉลี่ยที่ผู้บริโภคได้รับกรดแลกติกในอาหาร (ต่อปี)
เนื้อหมู	9	41.7	375.3
เนื้อวัว	9	18.6	167.4
เนยแข็ง	13	12.5	162.5
เนยเหลว	10	9.3	93.0
เนื้อไก่	10	9.0	90.0
เนื้อแกะ	9	0.5	45.0
นมเปรี้ยว	10	6.5	69.0
เครื่องใน	9	3.9	35.1
ไส้กรอกหมักแห้ง	17	1.3	22.1
กระหล่ำปลีดอง	11	2.0	22.0
เนื้อม้า	9	1.8	16.2
เนื้อลูกวัว	9	1.4	12.6

ที่มา : Smulders *et al.* (1986)

2.6.3 กรดแลกติกในทางการค้า มี 3 ประเภท คือ

2.6.3.1 Pure dry form เป็นกรดแลกติกบริสุทธิ์ (2-hydroxy propionic acid) ลักษณะเป็นผงสีขาว มีจุดหลอมเหลว 18 °ซ [racemic dl-form] ถึง 26 °ซ [lactic acid isomer, L (+)] โดยปกติจะอยู่ในรูปสารละลายที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.2 Edible grade เป็นกรดแลกติกที่ใช้กับอาหาร ลักษณะเป็นของเหลวสีค่อนข้างเหลือง มีความเข้มข้น 50-86%

2.6.3.3 Pharmaceutical grade เป็นกรดแลกติกที่ใช้ทางการแพทย์ มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีความเข้มข้น 88-90% (Smulders *et al.* 1986)

การใช้กรดแลกติกในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ได้รับการยอมรับมากขึ้นเนื่องจากเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ และได้การรับรองความปลอดภัยในการใช้เป็นสารปรุงแต่งรสอาหารในประเทศสหรัฐอเมริกา (FAO/WHO. 1974) ร่างกายของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่สามารถรับได้มากกว่า 1500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่สูงมาก นอกจากนี้กรดแลกติกยังมีคุณสมบัติที่สามารถละลายน้ำได้ มีรสชาติแต่จะไม่กลบหรือลบกลิ่นรสอื่น ๆ เมื่อใส่ลงในผลิตภัณฑ์อาหาร ความเป็นพิษต่ำ ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ไม่มีสารตกค้างใด ๆ และมีผลในการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Snijders *et. al.* 1985)

2.6.4 กลไกในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยใช้กรดอินทรีย์

ผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วยกรดนั้น เกิดจากส่วนที่ชอบไขมัน (lipophilic) ของกรดที่ใช้ ซึ่งจะอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวและซึมผ่านเข้าไปในพลาสมาเมนเบรน (plasma membrane) ของแบคทีเรียที่มีค่า pH ค่อนข้างเป็นกลาง (ค่า pH 7) ซึ่งสูงกว่าค่า pH ของไซโตพลาสม (cytoplasm) ดังนั้นเมื่อกรดอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัวเข้าไปก็จะเกิดภาวะแตกตัวออกในรูปของโปรตอน (protons) และคอนจูเกตเบส (conjugated base) และจะมีผลในการทำลายออกซิเดทีฟ ฟอสฟอรีเลชั่น ฟอร์ม (oxidative phosphorylation form) ของระบบการขนส่งอิเล็กตรอน (electron transport system) รวมไปถึงการยับยั้งระบบขนส่งสารโมเลกุล (substrate molecule) เข้าสู่เซลล์ และผลในการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตโดยกรดอินทรีย์นี้จะขึ้นกับค่าคงที่ของการแตกตัวของกรด (Adam and Hall. 1988) นอกจากนี้การลดค่า pH ของไซโตพลาสมส่งผลให้ไปยับยั้งการสังเคราะห์สารโมเลกุลขนาดใหญ่หลายชนิด เช่น ส่วนประกอบของผนังเซลล์ ดีเอ็นเอ ไขมัน โปรตีน และ อาร์เอ็นเอ (Waldroup *et al.* 1994) และเมื่อค่า pH ของกรดลดลง 1.0 จะมีผลให้ประสิทธิภาพของการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียเพิ่มมากขึ้น 10 เท่าตัว (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529) นอกจากนี้การที่ค่า pH ลดต่ำลง มีผลให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งค่า pH ที่ลดต่ำลงนั้นเป็นการช่วยขยายระยะเวลาในช่วงระยะพัก ให้นานออกไป จึงทำให้กรดมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Woolthuis and Smulders. 1985)

2.6.5 ประสิทธิภาพของการใช้กรดแลกติก ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5.1 ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อตั้งต้น Smulders *et al.* (1986) รายงานว่าถ้าเนื้อสัตว์นั้นมีปริมาณเชื้อตั้งต้นสูง ประสิทธิภาพของกรดแลกติกในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์จะลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ที่มีปริมาณเชื้อตั้งต้นต่ำ และ คมแข พิลาสมบัติ (2540) ยังได้

รายงานว่า จำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นบนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานมีจำนวนต่ำกว่าโรงฆ่าไม่มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และเมื่อฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก จำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานจะต่ำกว่าโรงฆ่าไม่มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งขัดแย้งกับรายงานของ Fu *et al.* (1994) ที่พบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวมบนซากสุกรที่ฉีดพ่นด้วยกรดอินทรีย์ไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์มีจำนวนน้อยมาก เป็นผลมาจากการลวกซาก ขูดขน เผาขน และการฉีดล้างด้วยน้ำแรงดันสูงในกระบวนการฆ่า จึงทำให้ไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างซากที่ใช้กรดและไม่ใช้กรด

2.6.5.2 ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติก สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นสูง จะมีผลทำให้มีค่า pH ต่ำ สามารถยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ได้มากกว่าสารละลายกรดแลกติกที่มีค่า pH สูง (Smulders *et al.* 1986)

El-Khateib *et al.* (1993) รายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกระดับความเข้มข้น 2% (v/v) ฉีดพ่นบนเนื้อโคตัดเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ซึ่งผ่านการถ่ายเชื้อ *Listeria monocytogenes* และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าปริมาณเชื้อ *Listeria monocytogenes* ที่ผิวเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในระหว่างการเก็บที่เวลา 1 24 และ 48 ชั่วโมง (1.7 1.1 และ 0.6 log cfu/ ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) และเปอร์เซ็นต์ของเชื้อ *Listeria monocytogenes* ที่ติดมากับเนื้อโคจะมีปริมาณลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรดแลกติก นอกจากนี้คมแข พิลาสมบัติ (2540) รายงานว่าการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกระดับความเข้มข้น 1 2 และ 3% (v/v) บนซากสุกร พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรมีแนวโน้มลดลงที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้น ทั้งนี้จากรายงานของ Snijders *et al.* (1985) กล่าวว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้นระดับใด ควรพิจารณาจากการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น และรสชาติด้วย

2.6.5.3 อุณหภูมิในการเก็บรักษา Smulders *et al.* (1986) กล่าวว่าอาจพบเชื้อจุลินทรีย์บนผิวที่เปียกชื้นบริเวณผิวซาก ซึ่งจะเจริญไปสู่เนื้อเยื่อ หรือบริเวณผิวของไขมันระหว่างกระบวนการแช่เย็น ดังนั้นบริเวณผิวซากควรมีการใช้กรดแลกติกให้เร็วที่สุดภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่า เพื่อให้การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อช้าลง และ Cudjoe (1988) ได้ทำการศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1% (v/v) ฉีดพ่นลงบนซากโค แล้ววิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม (total viable count) ที่อุณหภูมิการเก็บ 4 15 และ 20 °ซ พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวมลงได้อย่างมีนัยสำคัญทุกอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง และอายุการเก็บรักษาของตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 3 วัน เมื่อเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ และเพิ่มขึ้น 1 วัน เมื่อเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 15 และ 20 °ซ Anderson (1990) ทดลองโดยใช้วิธีการแช่ชิ้นเนื้อโคขนาด 2.54 x 2.54 ตารางเซนติเมตร ลงในสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 0

เอกสารนี้ศึกษาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

1 2 และ 3% (v/v) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 40 และ 55 °ซ เป็นเวลา 15 วินาที พบว่าผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์แปรผันโดยตรงกับระดับความเข้มข้นของกรดแลกติกที่ใช้ และทำการวัดการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของเนื้อเมื่อวัดปริมาณกรดแลกติกที่ตกค้าง พบว่าค่า pH ลดลงในช่วง 5 วินาทีแรก แล้วเพิ่มขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการจุ่มกรดแลกติกหลังการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.6.5.4 วิธีการใช้กรดแลกติก ในการปฏิบัติมีการใช้กรดแลกติกอยู่ 2 วิธี ได้แก่ การฉีดพ่น (spray) และการจุ่ม (dip) โดยวิธีการใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะของซากและความเหมาะสม ซึ่งการฉีดพ่นมักจะใช้กับซากที่มีขนาดใหญ่จะมีผลดี คือ ประหยัด แต่วิธีการฉีดพ่นก็มีเงื่อนไขในการใช้ คือ เมื่อทำการฉีดพ่นกรดแลกติกที่แรงดันสูง จะพบการสะสมของเหลวบริเวณใต้ผิวหนัง เมื่อนำซากไปแช่เย็นอาจจะพบลักษณะไม่พึงประสงค์ก็ได้ สำหรับการจุ่มจะนิยมใช้กับชิ้นส่วนชิ้นเล็ก ๆ เช่น เครื่องในสัตว์ จะทำให้กรดแลกติกสามารถสัมผัสทุกจุดบนผิวชิ้นส่วนได้ แต่วิธีนี้จะทำให้กรดแลกติกสูญเสียประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนลงทีละน้อย เนื่องจากสามารถยึดเกาะกับเปปไทด์และโปรตีนได้ง่าย จึงทำให้สามารถปลดปล่อยไอออนลงสู่อิมเมอร์ชั่นแทงค์ (immersion tank) ได้ง่าย (Woolthuis and Smulders. 1985)

2.6.6 การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella spp. และ *Staphylococcus aureus* ในหลอดทดลอง

Smulders *et al.* (1986) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อ Salmonella spp. ในหลอดทดลอง พบว่าสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 0.2 mol/l มีค่า pH 2.5 เป็นเวลา 2 นาที สามารถทำลายเชื้อนี้ได้ 4.3 – 5.2 log cfu/ml

คมแข พิลาสมบัติ (2540) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* ในหลอดทดลอง (*in vitro* test) พบการลดลงของเชื้อ Salmonella derby อย่างสมบูรณ์เมื่อระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อนาน 48 24 ชั่วโมง และภายในชั่วโมงแรกที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเท่ากับ 1 2 และ 3% (v/v) ตามลำดับ ส่วนการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยการใช้สารละลายกรดแลกติกทั้ง 3 ระดับ ดังกล่าวไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าเมื่อระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อนานขึ้น จะพบแนวโน้มการลดลงมากที่สุดเมื่อกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อนาน 48 ชั่วโมง

ผุสดี ตังวัชรินทร์ (2543) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* ในหลอดทดลอง พบว่าสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) ระยะเวลาสัมผัสกับเชื้อนาน 1 นาที สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ Salmonella derby ที่ระดับเชื้อเริ่มต้น 4 5 และ 6 log cfu/ml ได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่เชื้อ *Staphylococcus aureus* ใช้ระยะเวลาสัมผัสนาน 1 นาที ที่ระดับเชื้อเริ่มต้น 4 และ 5 log cfu/ml และ 2 นาที ที่ระดับเชื้อเริ่มต้น 6 log cfu/ml

นอกจากนี้การใช้สารละลายกรดแลกติกบนเนื้อสัตว์ยังมีผลต่อคุณภาพของเนื้อทางด้านอื่น ๆ ดังจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

2.6.7 การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

การใช้กรดแลกติก มีผลในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทันทีและชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนกรด การทำงานของกรดแลกติกเริ่มจาก กรดแลกติกที่พ่นหรือจุ่มลงในเนื้อจะรวมตัวกับน้ำบริเวณผิวเนื้อสัตว์ และซึมเข้าไปในเซลล์ จากนั้นรวมตัวกับเซลล์เป็นเวลา 10 - 60 นาที แล้วแยกตัวออกมา การเข้าไปรวมตัวกับเซลล์จะทำให้เซลล์มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น (Eklund. 1989) เกิดกระบวนการทางเคมียับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ โดยการใช้กรดแลกติกมีผลในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ (Ingham *et al.* 1988)

ระดับการใช้ที่เหมาะสม ยังไม่สามารถยืนยันว่าควรใช้ในระดับใด แต่จากรายงานของ Labots *et al.* (1983) พบว่าการใช้กรดแลกติกในระดับความเข้มข้นสูงที่ 5% (v/v) มีผลในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อย่างรวดเร็วแต่จะทำให้สีของเนื้อเปลี่ยนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยระดับการใช้ที่ไม่มีผลต่อสีของเนื้อ คือที่ระดับความเข้มข้น 2% (v/v)

การศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์สามารถแบ่งได้ตามประเภทของเนื้อสัตว์ที่ทำการศึกษาดังนี้

2.6.7.1 เนื้อไก่ Zeitoun and Debevere (1990) กล่าวว่าการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ โดยใช้กรดอินทรีย์ธรรมชาติ คือ กรดแลกติก จะมีผลในการลดและกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย และทำให้เกิดโรคจากเนื้อสัตว์ปีกได้ Hwang and Beuchat (1995) รายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1% (v/v) ฉีดล้างผิวซากของสัตว์ปีก เป็นผลให้ปริมาณเชื้อ Salmonella spp. *Listeria monocytogenes* *Clostridium jejuni* และ *Staphylococcus aureus* ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการฉีดล้างด้วยน้ำ

Sawaya *et al.* (1995) ได้ทำการศึกษาการใช้กรดแลกติกเจือจาง โดยการจุ่มซากไก่เนื้อลงในสารละลายกรดแลกติก/โซเดียมแลกเตตความเข้มข้น 10% (w/v) (กรดแลกติก 0.902 mol/l และโซเดียมแลกเตต 0.2082 mol/l) เป็นเวลานาน 1 นาที ก่อนการบรรจุแบบเติมก๊าซ (modified atmosphere-packaging, MAP) พบว่ากรดแลกติกเจือจางสามารถเพิ่มอายุการเก็บรักษาของซากไก่เนื้อได้ 6-7 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ และ 5-6 วัน ที่อุณหภูมิ 7 °ซ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7.2 เนื้อสุกร Netten *et al.* (1994) กล่าวว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์นั้น เป็นการฆ่าเชื้อโรคมากกว่าที่จะเป็นการป้องกันแบคทีเรียที่ปนเปื้อนบริเวณผิวหนังสุกร

Prasai *et al.* (1992) ได้ทำการศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1% (v/v) ฉีดพ่นบนผิวซากสุกรภายหลังการขูดขน และหลังการเอาเครื่องในออก เพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนรวม (aerobic plate count) ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเป็นเวลา 0 และ 48 ชั่วโมง พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งผลภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง อาจมีเหตุมาจากผิวซากที่แห้ง เนื่องจากการแช่เย็นหรืออุณหภูมิในห้องแช่เย็นและอาจมีเหตุมาจากช่วงระยะพักตัวของเชื้อจุลินทรีย์ที่ถูกทำลายเนื่องจากกรดแลกติก ทำให้การเพิ่มปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ช้าลง และพบว่าความแตกต่างในด้านรสสัมผัส สีของเนื้อแดง การเปลี่ยนแปลงของสีที่ผิวเนื้อทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเทียบกับกลุ่มซากสุกรที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก และนอกจากนี้ Prasai *et al.* (1997) ยังได้ทำการศึกษาถึงผลของการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานกับปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสุกร พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสุกรหลังจากวันที่ 56 ซึ่งผ่านการใช้กรดแลกติกไม่มีความแตกต่างกับเนื้อสุกรที่ไม่ใช้กรด แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติการป้องกันจุลินทรีย์ของกรดแลกติกหลังจาก 28 วัน ไม่สามารถที่จะทำลายการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้

จากรายงานของ Epling *et al.* (1993) พบว่ามีการตรวจพบเชื้อ Salmonella spp. อยู่ทั่วไปในซากสุกร โดยจากการสุ่มตรวจจากเนื้อบริเวณหัวไหล่และสะโพก ซึ่งพบเชื้อ Salmonella spp. 13 และ 16 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) ในการฉีดพ่นบนซากสุกร โดย 1 ซาก ได้แบ่งออกเป็น 2 ซีก คือ ซีกหนึ่งได้รับการฉีดพ่นกรด และอีกซีกหนึ่งไม่ได้รับการฉีดพ่นกรด (กลุ่มควบคุม) แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบการลดลงของเชื้อ Salmonella spp. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2.17

2.6.7.3 เนื้อโค Prasai *et al.* (1991) ได้ทำการศึกษาโดยใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1% (v/v) ฉีดพ่นบนซากโคภายหลังการดึงหนัง และหลังจากเอาเครื่องในออก ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนทั้งหมด (aerobic plate count) และเชื้อ Salmonella spp. ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายเป็นเวลา 0 และ 72 ชั่วโมง พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ และไม่พบเชื้อ Salmonella spp. ในตัวอย่างที่ได้รับการฉีดพ่นกรด นอกจากนี้ยังพบว่าขั้นตอนที่สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้มากที่สุด คือ การฉีดพ่นสารละลายภายหลังเอาเครื่องในออก ซึ่งสอดคล้องกับในทางปฏิบัติที่พบว่าการฉีดพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการเอาเครื่องในออกจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมกว่า เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานและความประหยัด

ตารางที่ 2.17 แสดงจำนวนซากที่พบเชื้อ Salmonella spp. จากตำแหน่งที่ทำการสุ่มบนซากสุกรที่ระยะเวลา 0 และ 24 ชั่วโมงภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

การศึกษา	จำนวนซากที่พบเชื้อ Salmonella spp.			
	หัวไหล่		สะโพก	
	0 ชม.	24 ชม.	0 ชม.	24 ชม.
ไม่ได้รับการฉีดพ่นกรด[a]	8	12	9	9
ได้รับการฉีดพ่นกรด[a]	2	0	3	1
	*	**	*	**

[a] จำนวนซาก = 75

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยยิ่งสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

ที่มา : Epling *et al.* (1993)

นอกจากนี้ Prasai *et al.* (1997) ยังได้ทำการศึกษาถึงผลการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1.5% (v/v) บนเนื้อโค โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือกลุ่มเปรียบเทียบ (ไม่ได้ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก, C) กลุ่มฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกภายหลังการเก็บรักษา (O/A) กลุ่มฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกก่อนการเก็บรักษา (A/O) กลุ่มฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกก่อนและหลังการเก็บรักษา (A/A) และกลุ่มฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกก่อนการเก็บรักษาและฉีดพ่นน้ำหลังการเก็บรักษา (A/W) ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา -1.1 และ 2 °ซ เป็นเวลา 0 14 28 56 84 และ 126 วัน โดยการเก็บรักษาแบบสุญญากาศ พบว่าการฉีดพ่นก่อนการเก็บรักษา (A/O) มีผลต่อการลดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียมากกว่าการฉีดพ่นหลังการเก็บรักษา (O/A) ในวันที่ 28 ของการเก็บรักษา ($P < 0.05$) คือลดลง 1.9 และ 1.5 log cfu/ตารางเซนติเมตร ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา -1.1 และ 2 °ซ นอกจากนี้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียบนเนื้อสันนอกที่ผ่านการฉีดพ่นก่อนและหลังการเก็บรักษา (A/A) หรือฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกก่อนการเก็บรักษาและฉีดพ่นน้ำภายหลังการเก็บรักษา (A/W) มีแนวโน้มลดลงน้อยกว่าการฉีดพ่นเฉพาะก่อนการเก็บรักษา (A/O) ($P < 0.10$) แสดงให้เห็นว่าการฉีดพ่นภายหลังการเก็บรักษามีผลน้อยมากต่อการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียบนเนื้อสันนอกโค รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.18

Visser *et. al.* (1988) รายงานการใช้สารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) บนลิ้นวัว พบว่าการเก็บรักษาลิ้นวัวเป็นเวลา 14 วัน ภายใต้การบรรจุแบบสุญญากาศ มีผลทำให้อัตราการลดลงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อจุลินทรีย์สูงสุด โดยพบว่าเชื้อจุลินทรีย์รวมลดลงจาก 5.6 เหลือเพียง 2.7 log cfu/ตาราง-เซนติเมตร โดยอาจมีผลเนื่องมาจากระยะพักตัวของเชื้อจุลินทรีย์ที่ยาวขึ้นเมื่อมีการใช้สารละลายกรดแลกติก

ตารางที่ 2.18 แสดงค่าเฉลี่ย[a] เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนทั้งหมด (log cfu/ตารางเซนติเมตร) บนเนื้อโคในการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกก่อน และหลังการบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ -1.1 และ 2°ซ ถึง 126 วัน

เวลาการเก็บรักษา(วัน)	อุณหภูมิการเก็บรักษา(°ซ)	กลุ่มศึกษา[b]				
		C	O/A	A/O	A/W	A/A
0	-1.1	3.1±0.4	2.1±0.4[c]	2.2±0.5	2.0±0.4	2.4±0.4
	2	3.1±0.4	2.8±0.4	2.3±0.5	1.9±0.4[c]	2.2±0.4
14	-1.1	3.5±0.4	3.4±0.4	2.4±0.5[c]	2.3±0.4[c]	2.2±0.4[c]
	2	4.3±0.4	4.2±0.4	2.8±0.5[c]	2.3±0.4[c]	2.1±0.5[c]
28	-1.1	4.2±0.4	4.3±0.5	2.3±0.5[c]	2.8±0.7	2.0±0.4[c]
	2	4.8±0.4	5.4±0.5	3.3±0.5[c]	2.3±0.4[c]	3.7±0.4
56	-1.1	5.1±0.4	5.6±0.5	4.6±0.5	5.1±0.7	4.8±0.4
	2	6.2±0.4	5.3±0.4[c]	5.8±0.5	5.4±0.4	5.9±0.4
84	-1.1	6.2±0.4	6.2±0.7	5.2±0.5	4.6±0.5[c]	5.0±0.4[c]
	2	7.3±0.4	6.7±0.4	6.6±0.5	5.9±0.4[c]	5.7±0.4[c]
126	-1.1	6.6±0.4	6.0±0.4	5.7±0.5	5.5±0.5	5.5±0.4
	2	7.2±0.4	7.1±0.4	6.9±0.5	6.2±0.4	6.7±0.4

[a] ค่าเฉลี่ย±S.E. ของแต่ละกลุ่มการศึกษาจากการสุ่มผิวตัวอย่างกลุ่มละ 3 ตัวอย่าง (6 ตัวอย่างในกรณี A/O) ในการทำการสุ่มผิวตัวอย่างทำการสุ่มจาก 4 ตำแหน่ง บนเนื้อสันนอกบริเวณต่างกัน ขนาด 45.6 ตารางเซนติเมตร

[b] C กลุ่มเปรียบเทียบ O/A กลุ่มฉีดพ่นกรดหลังการเก็บสุญญากาศ A/O กลุ่มฉีดพ่นกรดก่อนการเก็บสุญญากาศ A/W กลุ่มฉีดพ่นกรดก่อนและฉีดน้ำหลังการเก็บสุญญากาศ และ A/A กลุ่มฉีดพ่นกรดก่อนและหลังการเก็บสุญญากาศ

[c] ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกับกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญในแนวนอน ($p<0.05$)

ที่มา : Prasai *et al.* (1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7.4 เนื้อสัตว์น้ำ Ingram *et al.* (1988) รายงานว่าการใช้เนื้อปลาจุ่มในสารละลายกรดแลกติกสามารถลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ดี โดยการนำเนื้อปลาจุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1.77 และ 2.55% (v/v) พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อปลากลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติก

Kim *et al.* (1995) รายงานว่าการนำเนื้อปลาจุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 และ 3% (v/v) ร่วมกับเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกความเข้มข้น 2.5% (v/v) เป็นเวลานาน 1-5 นาที และทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ พบการลดลงของเชื้อแบคทีเรียพวกแกรมลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสามารถเก็บเนื้อปลาได้ถึงวันที่ 9 นอกจากนี้ยังได้สรุปว่าเนื้อปลาที่จุ่มด้วยสารละลายกรดแลกติกร่วมกับเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกจะให้ผลในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกอย่างเดียว และยังกล่าวอีกว่าเชื้อแบคทีเรียแกรมลบมีความทนต่อค่า pH ที่ต่ำได้น้อยกว่าแบคทีเรียแกรมบวก ถึงแม้ว่ากรดแลกติกจะสามารถควบคุมเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ดี แต่กลับพบว่ากลิ่นของเนื้อปลาที่จุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 และ 3% (v/v) ไม่เป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค และถ้าหากใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้นมากกว่า 3% (v/v) กับเนื้อปลา พบว่ากรดจะย่อยกล้ามเนื้อของปลา

2.6.8 การใช้สารละลายกรดแลกติกต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ของเนื้อสัตว์

การใช้สารละลายกรดแลกติกฉีดพ่นลงบนผิวเนื้อสัตว์ จะทำให้ลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ โดยกรดแลกติกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อสัตว์ทำให้เพิ่มความเป็นกรดของเนื้อเยื่อ ซึ่งจากคุณสมบัติของเนื้อที่เปลี่ยนแปลงนี้ ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ชะงักการเจริญเติบโตหรือตาย

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับค่า pH บริเวณผิวซาก หลังจากฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกภายหลังสัตว์ตาย 2.5 ชั่วโมง ค่า pH ที่ผิวซากลดลง 3.3 หน่วย และหลังจากนั้น 24 ชั่วโมง พบว่าระดับของค่า pH เพิ่มขึ้น 2 หน่วย แต่ยังต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการวัดค่า pH ที่ 72 ชั่วโมง ค่า pH จะเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับการวัดภายหลังสัตว์ตาย (Snijders *et al.* 1985)

2.6.9 การใช้สารละลายกรดแลกติกต่อการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสัตว์

การใช้สารละลายกรดแลกติกจะทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น เนื่องจากกรดแลกติกจะแทรกซึมเข้าสู่เซลล์ผิวของเนื้อสัตว์ ทำให้เนื้อมีสภาพความเป็นกรดมากขึ้น อาจมีผลทำให้โปรตีนในกล้ามเนื้อที่ละลายน้ำได้ (sarcoplasmic protein) สูญเสียคุณสมบัติบางประการ โดยจะตกตะกอนลงบนโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ (myofibrilar protein) ทำให้เนื้อสัตว์มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำลง และจะมีน้ำเยิ้มออกมาที่บริเวณผิวหน้าของเนื้อ ดังนั้นจึงมีการสูญเสียน้ำมากขึ้น (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2536) นอกจากนี้การสูญเสียน้ำหนักเกิดจากสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

ของเนื้อด้วย ในกรณีของเนื้อที่มีค่า pH ต่ำ คือเป็นเนื้อซีดและฉ่ำน้ำ (pale soft exudative, PSE) มีค่า pH ต่ำโดยปกติอยู่แล้ว ทำให้ความสามารถในการจับน้ำของเนื้อลดลงกว่าเดิม เมื่อมีการใช้สารละลายกรดแลกติกเปรียบเทียบกับในเนื้อปกติ และเนื้อคล้ำ แน่นแข็ง และแห้ง (dark firm dry, DFD) (ชัยณรงค์ ดันธพนิต, 2529)

Oliveira and Brito (1996) รายงานว่าจากการใช้สารละลายกรดแลกติกบนซากแกะ โดยทำการฉีดพ่นที่ระดับความเข้มข้น 1.25 2.00 และ 4.05% (v/v) พบว่าผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1.25% (v/v) จำนวนจุลินทรีย์รวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับซากที่ไม่ได้ผ่านการฉีดพ่นกรด และการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2.00 และ 4.05% (v/v) พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์รวมได้ทั้ง 2 ระดับความเข้มข้น แต่ที่ระดับความเข้มข้น 4.05% (v/v) ทำให้มีน้ำไหลเยิ้มออกมามาก จึงอาจสรุปได้ว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 2.00% (v/v) นั้นจะให้ผลดีที่สุด

Alves *et al.* (1995) ได้ทำการศึกษาการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิวกล้ามเนื้อ *M. gluteobiceps* โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) สารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 2% (v/v) สารละลายกรดผสมของกรดทั้งสองชนิดผสมกับสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบตความเข้มข้น 0.2% (v/v) และกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลาย จากนั้นบรรจุสุญญากาศและเก็บที่อุณหภูมิ 4 °ซ นาน 72 ชั่วโมง พบว่าตัวอย่างที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกผสมกับกรดอะซิติกและสารละลายโซเดียมแอสคอร์เบต มีผลต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อย่างมาก แต่พบว่าเป็นสาเหตุให้มีน้ำไหลซึมออกมาเพิ่มขึ้นด้วย โดยมีการสูญเสียของน้ำประมาณ 4.37 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารละลายกรด ซึ่งมีความสูญเสียของน้ำประมาณ 2.35 เปอร์เซ็นต์

2.6.10 การใช้สารละลายกรดแลกติกต่อการเปลี่ยนแปลงรสของเนื้อสัตว์

Guerrero and Taylor (1994) ได้ทำการศึกษาการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่บริเวณผิวของเนื้อสัตว์ด้วยกรดแลกติกจากการสังเคราะห์เคมี และจากเชื้อจุลินทรีย์ พบว่ากรดแลกติกสังเคราะห์มีผลทำให้คุณลักษณะด้านรสสัมผัสของเนื้อสัตว์คงตัว และลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของเนื้อสัตว์ทำให้อายุการเก็บรักษาเนื้อสดนานขึ้น แต่อย่างไรก็ตามอาจประยุกต์ใช้เชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก (lactic acid bacteria) บนผิวของเนื้อสัตว์เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์และไม่มีผลต่อคุณลักษณะด้านรสสัมผัส

2.6.11 การใช้สารละลายกรดแลกติกต่อการเปลี่ยนแปลงสี และกลิ่นของเนื้อสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

สีของเนื้อสัตว์มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคอย่างมาก ซึ่งผู้บริโภคจะถือว่าเนื้อสัตว์ต้องมีสีแดงสดเสมอ ถ้าเนื้อสัตว์มีสีซีดจางลงหรือคล้ำขึ้นก็เป็นปัจจัยให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับเนื้อสัตว์นั้น สีแดงสดของเนื้อสัตว์เกิดจากเนื้อสัตว์นั้นสัมผัสอากาศ เม็ดสีในเนื้อ คือ ไมโอโกลบิน

(myoglobin) จะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศเป็นออกซิไมโอโกลบิน (oxymyoglobin) โดยออกซิเจนจะจับกับโมเลกุลของธาตุเหล็กบนเม็ดสีให้อยู่ในรูปเฟอรัส (ferrous) ทำให้เนื้อสัตว์มีสีแดงสด แต่เมื่อเนื้อถูกทิ้งไว้ในอากาศเป็นเวลานานออกซิไมโอโกลบิน จะถูกออกซิไดซ์เป็นเมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) และธาตุเหล็กจะเปลี่ยนสภาพมาอยู่ในรูปเฟอร์ริก (ferric) ซึ่งไม่สามารถจับกับออกซิเจนได้ เนื้อสัตว์จะมีสีน้ำตาล สภาวะเช่นนี้อาจเกิดจากการกระทำของแบคทีเรีย เอนไซม์ หรือการทำปฏิกิริยากับไขมัน หรืออื่น ๆ ซึ่งทำให้ไมโอโกลบินจับกับออกซิเจนได้น้อยลง (Shivas *et al.* . 1984)

Cudjoe and Kapperud (1991) รายงานการฉีดพ่นกรดแลกติกบนเนื้อไก่สดแช่แข็ง พบว่าผิวหนังจะเป็นสีเทาทันทีหลังจากการฉีดพ่นด้วยกรดแลกติก แต่สีนั้นจะกลับมาเป็นปกติภายหลัง 24 ชั่วโมง จึงอาจสรุปว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีในเนื้อไก่สดภายหลังจากฉีดพ่นด้วยกรดแลกติก

Smulders *et al.* (1986) รายงานว่าสารละลายกรดแลกติกมีผลต่อสีของเนื้อ คือ ทำให้สีซีดจาง ซึ่งบางครั้งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ความซีดจางของสีเนื้อจะมากน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติก โดยการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1% (v/v) ฉีดพ่นบนซากโค จะพบว่าซากโคสีซีดจางเพียงเล็กน้อย และยังได้รายงานอีกว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1.2% (v/v) กับซากแกะ พบว่าสีของซากแกะยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยความเข้มข้นของกรดแลกติกที่เพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อมีสีซีดจางขึ้น แต่เมื่อนำซากที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกไปแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 1-2 วัน พบว่าสีของซากที่เคยซีดจางกลับมาเป็นปกติ

Woolthuis and Smulders (1985) ได้ทำการศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 0.75 1.00 1.25 1.50 2.00 และ 2.50% (v/v) ฉีดพ่นซากลูกโค ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวม ทางด้านกายภายทำการวัดสี และทดสอบรสชาติ (flavour) สรุปว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 1.25- 2% (v/v) ซึ่งพบการลดลงของจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยสีและรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับ Prasai *et al.* (1991) ที่ได้ทำการศึกษาโดยใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1% (v/v) ฉีดพ่นบนซากโคภายหลังการดึงหนัง และหลังเอาเครื่องในออก ทำการบรรจุแบบสุญญากาศเป็นระยะเวลา 14 วัน ที่อุณหภูมิ 3±1 °ซ ทำการวิเคราะห์สีและกลิ่นของเนื้อแดง และการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และไม่พบความแตกต่างด้านสีและกลิ่นของเนื้อระหว่างซากที่ได้รับการฉีดพ่นกรดภายหลังการดึงหนัง และการเอาเครื่องในออกกับซากที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นกรด แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2.19 นอกจากนี้ Surve *et al.* (1991) ยังรายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1.5% (v/v) ผสมกับกรดอะซิติกความเข้มข้น 1.5% (v/v) บนเนื้อกระบือพบ

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณี ... ห้าม ... การค้า

การลดลงของปริมาณแบคทีเรีย และเพิ่มอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้นถึง 7 วัน ที่อุณหภูมิ 7±1 °ซ โดยไม่มีผลกระทบต่อสีและกลิ่นของเนื้อกระบือ

ตารางที่ 2.19 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนการรับรสสัมผัสของเนื้อสันนอกโค[a] ภายหลังการบรรจุสุญญากาศเป็นเวลา 14 วัน (3±1 °ซ)

โรงฆ่า[b]	การรับรสสัมผัส	การศึกษา[c]				เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย[d]
		C	D	E	F	
1	สีเนื้อแดง	5.4[e]	5.6	5.8	5.8	E F D C
	การยอมรับผู้บริโภค	4.8	5.8	6.2	5.6	E D F C
	กลิ่น	3.4	2.4	2.1	2.8	C F D E
2	สีเนื้อแดง	4.8	4.4	5.6	4.8	E C F D
	การยอมรับผู้บริโภค	4.6	5.2	6.0	4.6	E D F C
	กลิ่น	1.4	2.2	3.6	2.2	E D F C

[a] เนื้อสันนอกที่ได้จากการตัดแต่งซากในกลุ่มควบคุมและที่ได้รับการฉีดพ่นกรด ซึ่งผ่านการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 1±0.5 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมงภายหลังการฆ่า

[b] จำนวนโคในแต่ละโรงฆ่าคือ 20 ตัว

[c] C กลุ่มไม่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก (ควบคุม) D กลุ่มที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 1% (55°ซ) ภายหลังการดึงหนัง E กลุ่มที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกภายหลังการเอาเครื่องในออก F กลุ่มที่ได้รับการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกภายหลังการดึงหนังและการเอาเครื่องในออก

[d] ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

[e] คะแนนในแต่ละการศึกษาเป็นค่าเฉลี่ยจาก 5 ซ้ำ โดยการให้คะแนนสีและการยอมรับของผู้บริโภค มีคะแนน 8 ระดับ (8 คือเป็นที่พึงพอใจมาก และ 1 คือไม่เป็นที่พึงพอใจมาก) ส่วนการให้คะแนนกลิ่น มีคะแนน 5 ระดับ (5 คือกลิ่นไม่ผิดปกติ และ 1 คือกลิ่นผิดปกติ)

ที่มา : Prasai *et al.* (1991)

Woolthuis *et al.* (1984) รายงานว่าการใช้ตับสุกรจุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 0.20% (v/v) เป็นเวลา 5 นาที บรรจุโดยวิธีสุญญากาศ (vaccuum) เก็บที่อุณหภูมิ 3±1 °ซ พบว่ากรดแลกติกทำให้ตับมีสีซีดลงเล็กน้อย แต่หลังการเก็บโดยวิธีสุญญากาศที่อุณหภูมิ 3±1 °ซ กลับไม่พบความผิดปกติของสีตับ ขณะที่ Kim *et al.* (1995) รายงานว่าการนำเนื้อปลาจุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 และ 3% (v/v) ร่วมกับเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลกติกความเข้มข้น 2.5% (v/v) เป็นเวลา 1-5 นาที และทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น คะแนนการประเมินคุณภาพด้านกลิ่นของเนื้อปลามีแนวโน้มลดลง ($P < 0.10$) และเนื้อปลาที่จุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 3% (v/v) เป็นเวลานาน 1 นาที พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อปลาที่ไม่ได้จุ่มในสารละลายกรดแลกติก

ระดับการใช้กรดแลกติกไม่มีการระบุไว้อย่างแน่นอนว่าต้องใช้ในระดับใด จึงจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อ โดยพบว่าระดับการใช้ต่ำสุดที่มีการทดลองใช้คือ 1.00 1.20 1.25 และ 2.00% (v/v) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของเนื้อ แต่ในช่วงหลังของการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกลงบนผิวซากสีของเนื้อจะเปลี่ยนไปจากปกติ เมื่อนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 1 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ลักษณะของสีเนื้อที่เปลี่ยนขึ้นอยู่กับเนื้อด้วย โดยถ้าเนื้อที่มีลักษณะเป็นเนื้อซีดและฉ่ำน้ำมาฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้นเพียง 1.25% (v/v) พบว่ามีผลทำให้สีของเนื้อเปลี่ยน ซึ่งการเปลี่ยนสีของเนื้อที่ใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1.25% (v/v) เกิดจากการเปลี่ยนสีของไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous fat) ที่ปกคลุมอยู่ใต้ผิวซาก แต่หลังจากมีการตัดแต่งเอาไขมันออกแล้ว สามารถใช้กรดแลกติกที่ความเข้มข้นสูงกว่า 2% (v/v) ได้ โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสี การเปลี่ยนสีของเนื้อที่ไม่มีไขมันปกคลุม เริ่มเกิดขึ้นเมื่อใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 2.5% โดยทำให้เนื้อแดงและหน้าตัดเนื้อเสียสภาพและการเปลี่ยนสีจะเริ่มเกิดขึ้นมากเมื่อใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นถึงระดับ 5% ซึ่งไม่สามารถยอมรับให้นำมาใช้ เนื่องจากทำให้สีของเนื้อแดงเปลี่ยนแปลง (Smulders *et al.* 1986)

2.6.12 การเปรียบเทียบการใช้สารละลายกรดแลกติกและสารละลายกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการของเนื้อสัตว์

Tamblyn and Conner (1997) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติก กรดอะซิติก กรดมาลิก กรดซิตริก กรดโพรพิโอนิก และกรดเทรเทริก ที่ความเข้มข้น 0.5 1 2 4 และ 6%(v/v) ในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella typhimurium บนผิวซากไก่เนื้อ พบว่าสารละลายกรดอะซิติกและกรดโพรพิโอนิกสามารถลดจำนวนเชื้อนี้ได้มากที่สุด รองลงมาคือกรดแลกติก และกรดมาลิก ส่วนกรดเทรเทริกและกรดซิตริกสามารถลดจำนวนเชื้อนี้ได้น้อยที่สุด และการใช้สารละลายกรดอินทรีย์ความเข้มข้นตั้งแต่ 4% (v/v) ขึ้นไปสามารถลดจำนวนเชื้อ Salmonella typhimurium ได้ แต่การใช้สารละลายกรดอินทรีย์ความเข้มข้นสูง คือความเข้มข้นตั้งแต่ 2% (v/v) ขึ้นไป จะพบความไม่พึงปรารถนาทางด้านกลิ่นของเนื้อไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fu *et al.* (1994) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติก กรดอะซิติก กรดซิตริก ความเข้มข้น 1.5% (v/v) ในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella spp. และเชื้อจุลินทรีย์รวม

บนเนื้อสันนอกสุกรที่อุณหภูมิ 2–4 °ซ เป็นเวลานาน 42 วัน พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษานาน 14 วัน สารละลายกรดอินทรีย์ทั้งสามชนิดสามารถลดจำนวนเชื้อ Salmonella spp. และเชื้อจุลินทรีย์รวมได้ โดยการใช้สารละลายกรดอะซิติกและกรดซิตริกสามารถลดจำนวนเชื้อ Salmonella spp. ได้มากกว่าการใช้สารละลายกรดแลกติก ขณะที่การใช้สารละลายกรดแลกติกนั้นจะมีคุณภาพด้านสีและกลิ่นของเนื้อสันนอกสุกรดีกว่าการใช้สารละลายกรดอินทรีย์ทั้งสองชนิด ซึ่งสอดคล้องกับ Surve *et al.* (1991) ที่ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดอะซิติกร่วมกับกรดแลกติก และสารละลายกรดอะซิติกร่วมกับกรดโพรพิโอนิก ความเข้มข้น 1 2 3 และ 4% (v/v) ในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* และเชื้อจุลินทรีย์รวมบนเนื้อกระบือที่อุณหภูมิ 7 °ซ เป็นเวลา 168 ชั่วโมง พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษานาน 24 ชั่วโมง การใช้สารละลายกรดอะซิติกร่วมกับกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) สามารถลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* และเชื้อจุลินทรีย์รวมได้มากกว่าการใช้สารละลายกรดอะซิติกร่วมกับกรดโพรพิโอนิกความเข้มข้น 2% (v/v) ขณะที่การใช้สารละลายกรดอะซิติกร่วมกับกรดแลกติกและสารละลายอะซิติกร่วมกับกรดโพรพิโอนิก ความเข้มข้น 1 และ 2% (v/v) พบว่าเนื้อกระบือไม่มีความผิดปกติด้านกลิ่น และที่ระยะเวลาการเก็บรักษานาน 168 ชั่วโมง พบว่าเนื้อกระบือมีสีซีดผิดปกติเนื่องจากการใช้สารละลายกรดอะซิติกร่วมกับกรดโพรพิโอนิกความเข้มข้น 3% (v/v) แต่การใช้สารละลายกรดอะซิติกร่วมกับกรดแลกติกความเข้มข้น 3% (v/v) ไม่พบความผิดปกติด้านสีและกลิ่นของเนื้อกระบือ ในขณะที่การใช้สารละลายกรดอะซิติกร่วมกับกรดโพรพิโอนิกความเข้มข้น 3% (v/v) พบว่าเนื้อกระบือมีกลิ่นผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 ชิ้นเนื้อสุกรทดลอง

ใช้เนื้อสันนอกสุกรปลอดเชื้อที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์มาตรฐาน ตัดแต่งให้ได้ชิ้นเนื้อมีน้ำหนักประมาณ 100-200 กรัม ความหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตร และนำไปบรรจุในภาชนะถุงพลาสติกใสในสภาพสุญญากาศถุงละ 1 ชิ้น จำนวน 300 ถุง ต่อ 1 การทดลอง รวมทั้งสิ้น 600 ถุง

3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์

3.1.2.1 Salmonella derby (SH 63198) จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

3.1.2.2 *Staphylococcus aurues* (ATCC 23928) จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

3.1.3.1 Xylose - lysine - desoxycholate agar (XLD agar) (บริษัท Merck จำกัด)

3.1.3.2 Trypticase soy broth (TSB) (บริษัท Merck จำกัด)

3.1.3.3 Baird-Parker agar (BP) (บริษัท Merck จำกัด)

3.1.3.4 กรดแลกติก (Lactic acid) ที่มีชื่อทางการค้า J.T. Barker analyzed ระดับความเข้มข้น 85% (บริษัท J.T. Barker จำกัด)

3.1.3.5 แอลกอฮอล์ 70 และ 95 % (บริษัท Merck จำกัด)

3.1.3.6 สารละลายโปตัสเซียมเทลลูไรท์ (potassium tellurite) 1 %

3.1.3.7 สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) 0.85 %

3.1.3.8 สารละลาย peptone water saline

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 เครื่องมือ

3.1.4.1 เครื่องตีบดอาหาร (laboratory Blender Stomacher 400)

3.1.4.2 ตู้อบเพาะเชื้อ (Binder Model BD 115)

3.1.4.3 ตู้เขี่ยเชื้อ (Holten Lam in Air)

3.1.4.4 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (LS-20 Rexall Industries Co., Ltd.)

3.1.4.5 ตู้แช่เยือกแข็ง อุณหภูมิ (-20 °ซ)

3.1.4.6 ไมโครปิเปต (BIOHIT CMO 4595, 4539) และ (KARTELL 59710655)

3.1.4.7 จานแก้วเพาะเชื้อ

3.1.4.8 เครื่องชั่งชนิดหยาบ (Sartorius BP 2100 S)

3.1.4.9 เครื่องชั่งชนิดละเอียด (LIBROR AEG-220)

3.1.4.10 เครื่องแก้วพร้อมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น

3.1.4.11 นาฬิกาจับเวลา

3.1.4.12 เครื่องวัดค่า pH ในเนื้อ (Knick model 651-2)

3.2 การวางแผนการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกรแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

3.2.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกร โดยใช้เนื้อสันนอกสุกรที่ถ่ายเชื้อ S. derby ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 x 5 factorial in CRD จำนวน 10 ซ้ำ รวมตัวอย่างที่จะต้องตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์เชื้อ Salmonella derby ทั้งสิ้น 300 ตัวอย่าง โดยมีปัจจัยในการศึกษาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.1 การสัมผัสกับสารละลายกรดแลกติก

1) กลุ่มตัวอย่างควบคุม คือ ไม่สัมผัสกับกรดแลกติก หรือน้ำกลั่น

2) กลุ่มตัวอย่างสัมผัสกับน้ำกลั่น

3) กลุ่มตัวอย่างสัมผัสกับสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 2% (v/v)

3.2.1.2 อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 4 และ 15 °ซ

3.2.1.3 ระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อ 0 1 3 5 และ 7 วัน

3.2.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกร โดยใช้เนื้อสันนอกสุกรที่ถ่ายเชื้อ *S. aureus* ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 x 5 factorial in CRD จำนวน 10 ซ้ำ รวมตัวอย่างที่จะต้องตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์เชื้อ *Staphylococcus aureus* ทั้งสิ้น 300 ตัวอย่าง โดยมีปัจจัยในการศึกษาเช่นเดียวกับการศึกษาในข้อ 3.2.1

3.3 วิธีการ

3.3.1 การเตรียมเนื้อสันนอกสุกรปลอดเชื้อ

นำเนื้อสันนอกสุกรที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์มาตรฐาน (บริษัทเฟรชมีท โปรเซสซิ่ง จำกัด) ตัดแต่งให้ได้ชิ้นเนื้อ มีน้ำหนักประมาณ 100 – 200 กรัม และความหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตร และนำไปบรรจุในภาชนะถุงพลาสติกใสในสภาพสุญญากาศถุงละ 1 ชิ้น จำนวน 300 ถุง ต่อ 1 การทดลอง รวมทั้งสิ้น 600 ถุง นำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 °ซ บรรจุลงในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งแห้ง (dry ice) สลับชั้น นำไปฉายรังสีแกมม่า ความเข้มข้น 25 กิโลเกรย์ (kGy) เพื่อให้ตัวอย่างเนื้อบริสุทธิ์ปลอดจากเชื้อก่อนที่ต้องการทดสอบ และเก็บที่อุณหภูมิ -20 °ซ

3.3.2 การเตรียมสารละลายกรดแลกติก 2%

กรดแลกติกที่ใช้มีชื่อทางการค้า คือ Barker Analyzed ระดับความเข้มข้น 85% ในการทดลองใช้ความเข้มข้น 2% ปริมาตรโดยปริมาตร (v/v) โดยวิธีการเตรียมดังนี้

เติมกรดแลกติกปริมาณ 2 ml. ในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วปริมาณ 98 ml. ผสมให้เข้ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การเตรียมสารละลายเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองนี้คือ Salmonella derby (SH 63198) และ *Staphylococcus aurues* (ATCC 23928) โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อดังกล่าวบน Nutrient agar (NA) บ่มที่อุณหภูมิ 35±2 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาเก็บที่อุณหภูมิ 2-5 °ซ และทำการถ่ายเพาะเชื้อเดือนละครั้ง เพื่อใช้เป็น stock culture

การเตรียมสารละลายเชื้อแต่ละชนิด โดยการถ่ายเชื้อจาก stock culture ปริมาณ 1 ลูป (loop) ลงในอาหาร TSB ปริมาตร 90 ml. บ่มที่อุณหภูมิ 35±2 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำสารละลายเชื้อที่ผ่านการบ่มแล้วปริมาตร 3 ml. ถ่ายลงใน TSB ปริมาตร 30 ml. นำมาบ่มที่อุณหภูมิ 35±2 °ซ เป็นเวลา 18 ชั่วโมง นำมาตรวจหาความเข้มข้นของเชื้อ ให้มีจำนวนเชื้อแต่ละชนิดประมาณ 9 log cfu/ml.

3.3.3.1 การเตรียมเชื้อ Salmonella derby ที่ความเข้มข้น 7 log cfu/ml

นำสารละลายเชื้อ S. derby ที่ความเข้มข้นประมาณ 9 log cfu/ml. มาเจือจางด้วยสารละลาย peptone water saline เพื่อให้ได้ความเข้มข้นเชื้อประมาณ 7 log cfu/ml.

3.3.3.2 การเตรียมเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ความเข้มข้น 5 log cfu/ml

นำสารละลายเชื้อ *S. aureus* ที่ความเข้มข้นประมาณ 9 log cfu/ml. มาเจือจางด้วยสารละลาย peptone water saline เพื่อให้ได้ความเข้มข้นเชื้อประมาณ 5 log cfu/ml.

3.3.4 การถ่ายเชื้อบนเนื้อสันนอกสุกร

นำเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการเตรียมจากข้อ 3.3.1 มาละลายแบบช้า (slow thawing) ที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0-4°ซ เป็นเวลา 12-14 ชั่วโมง นำมาจุ่มลงในสารละลายเชื้อแต่ละชนิดในข้อ 3.3.3.1 และข้อ 3.3.3.2 ตามกลุ่มการทดลอง นานประมาณ 10 นาที แล้วนำมาวางไว้ในตู้ปลอดเชื้อเพื่อให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.3.5 การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกร โดยทำการทดลองดังนี้

3.3.5.1 แบ่งเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ S. derby ปริมาณเชื้อเริ่มต้นประมาณ 5 log cfu/g เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม (ไม่สัมผัสสารละลายกรดแลกติก หรือน้ำกลั่น)

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น โดยการจุ่มเป็นเวลา 2 นาที แล้วผึ่งให้แห้ง

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) โดยการจุ่มเป็นเวลา 2 นาที แล้วผึ่งให้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ สุ่มตัวอย่างมาตรวจหาเชื้อ S. derby และการตรวจวิเคราะห์อื่น ๆ ภายหลังการเก็บเป็นเวลา 0 3 5 และ 7 วัน ตามลำดับ

3.3.6 การทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกร โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.3.5 แต่ใช้ตัวอย่างของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S. aureus* ปริมาณเชื้อเริ่มต้นประมาณ 3 log cfu/g

3.3.7 การตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่าง

นำตัวอย่างจากข้อ 3.3.5 (การทดลองที่ 1) และข้อ 3.3.6 (การทดลองที่ 2) เติมสารละลาย peptone water saline 225 ml ตัวอย่างละ 25 กรัม โดยทำการสุ่มตัวอย่างให้ทั่วชิ้นเนื้อ นำไปปั่นด้วยเครื่อง stomacher แล้วนำมาเจือจางด้วยสารละลาย peptone water saline ให้ได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด ดังนี้

1) เชื้อ Salmonelia derby ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ XLD Agar โดยวิธี spread plate

2) เชื้อ *Staphylococcus aureus* ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ BP Agar โดยวิธี spread plate

นำมาบ่มที่อุณหภูมิ 35±2 °ซ เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง แล้วนำมาตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว

3.3.8 การตรวจวิเคราะห์อื่น ๆ

นำตัวอย่างจากการทดลองในข้อ 3.3.5 (การทดลองที่ 1) และข้อ 3.3.6 (การทดลองที่ 2) ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน มาสุ่มตรวจค่าต่อไปนี้

1) ค่า pH ที่บริเวณผิวเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดค่า pH วัดลงไปในเนื้อประมาณ 0.5 ซม.

2) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสูญเสียของเนื้อระหว่างการเก็บรักษา โดยชั่งน้ำหนักชิ้นเนื้อก่อนทำการเก็บรักษา บันทึกน้ำหนักเริ่มต้นเป็นค่า D_1 นำชิ้นเนื้อบรรจุในภาชนะถุงพลาสติกใสในสภาพสุญญากาศ จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เมื่อครบ 1 วัน นำเนื้อออกจากถุงมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง บันทึกน้ำหนักสุดท้ายเป็นค่า D_2 เพื่อนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสูญเสียของเนื้อที่ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน โดยคำนวณได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \times 100$$

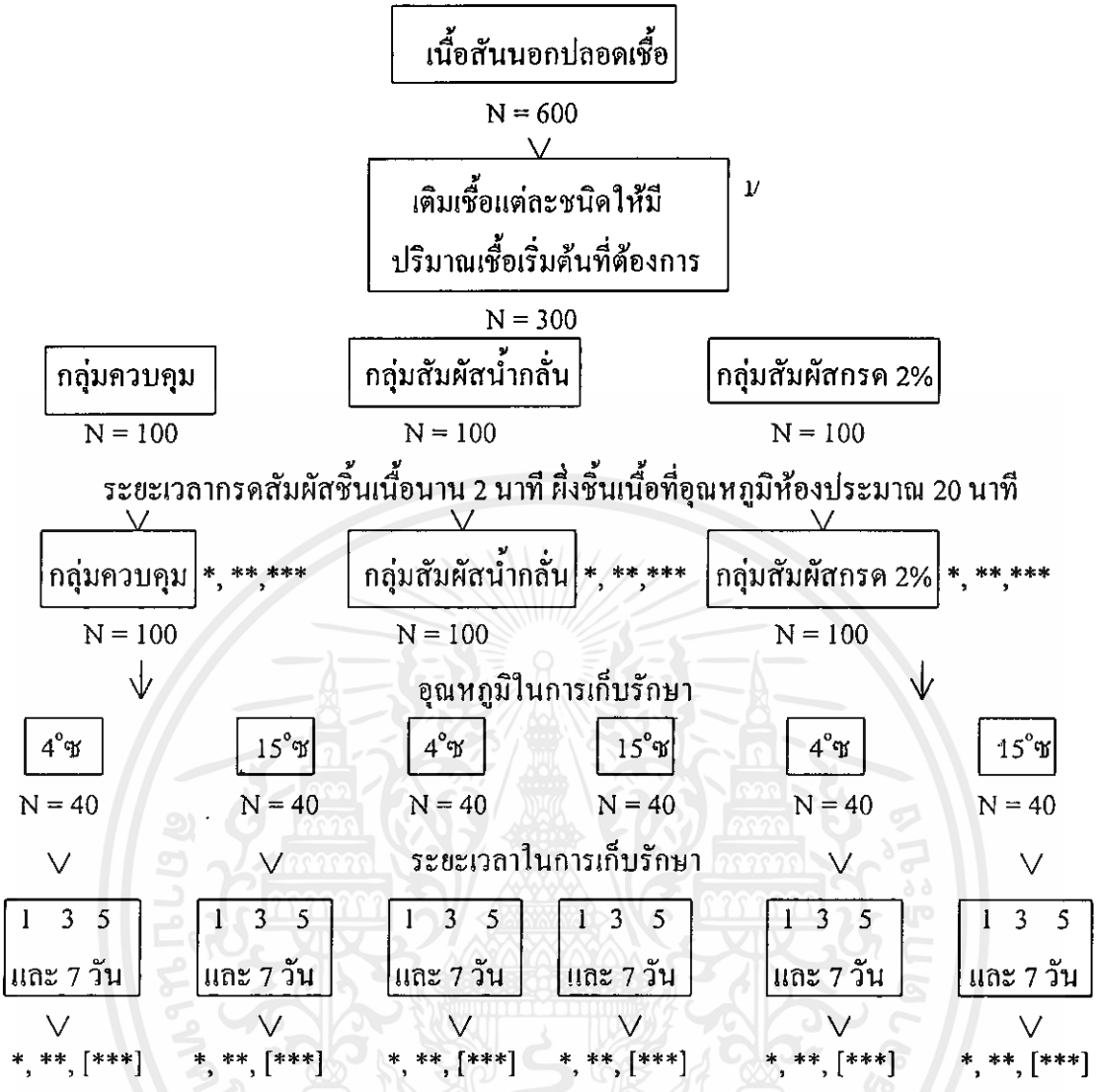
ส่วนวิธีการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสูญเสียของเนื้อที่ระยะเวลาการเก็บ 3 5 และ 7 วัน ใช้วิธีและสูตรคำนวณเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ปริมาณเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* ที่ตรวจนับได้จะถูกนำมาแปลงข้อมูลให้อยู่ในค่าลอการิทึม (y = logx) นำข้อมูลปริมาณเชื้อดังกล่าว ค่า pH และเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย General Linear Models (GLM) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Square Means ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SAS (SAS. 1985) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



* สุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

** วัดอุณหภูมิ และค่า pH

*** ชั่งน้ำหนักก่อนเก็บรักษา

[***] ชั่งน้ำหนักหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำเนื่องจากการเก็บรักษา

1/ การทดลองที่ 1 เตรียมเนื้อสันนอกให้มีปริมาณเชื้อ Salmonella derby เริ่มต้น 5 log cfu/g
การทดลองที่ 2 เตรียมเนื้อสันนอกให้มีปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* เริ่มต้น 3 log cfu/g

ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกร

จากการทดลองถ่ายเชื้อ Salmonella derby ลงบนเนื้อสันนอกปลอดเชื้อให้ได้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นประมาณ 5 log cfu/g และแบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน นำตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มาตรวจวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อ S. derby เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อ S. derby ค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ ผลการทดลองเป็นดังนี้

4.1.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 พบว่า ที่ระยะเวลาการเก็บ 0 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ จำนวนเชื้อ S. derby บนเนื้อสันนอกของกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ทั้ง 2 กลุ่มมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ที่อุณหภูมิ 15 °ซ จำนวนเชื้อของกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น แต่มีจำนวนเชื้อต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มควบคุมมีจำนวนเชื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ที่ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ พบว่าจำนวนเชื้อ S. derby ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกเท่ากับ 5.41 5.14 และ 4.85 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งจำนวนเชื้อในกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีค่าต่ำกว่าทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เช่นเดียวกับการเก็บที่อุณหภูมิ 15 °ซ ในทำนองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ จำนวนเชื้อของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 5.53 5.33 และ 4.73 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งจำนวนเชื้อในกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีค่าต่ำกว่าทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และที่อุณหภูมิ 15°ซ พบว่าจำนวนเชื้อ S. derby ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในขณะที่กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีจำนวนเชื้อน้อยกว่าทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และที่ระยะเวลาการเก็บ 5 และ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ จำนวนเชื้อ S. derby ของกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีจำนวนน้อยกว่าทั้ง 2 กลุ่ม และไม่มีแนวโน้มสูงขึ้นจากการเก็บที่ 0 วัน และที่อุณหภูมิการเก็บ 15°ซ ที่ระยะเวลาการเก็บ 5 และ 7 วัน จำนวนเชื้อของกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีจำนวนน้อยกว่าทั้ง 2 กลุ่ม เช่นกัน แต่มีจำนวนมากกว่าที่อุณหภูมิ 4 °ซ อยู่ระหว่าง 0.78-0.88 และ 0.44-0.46 log cfu/g ตามลำดับ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ S. derby ได้ดีกว่าน้ำกลั่นแม้จะเก็บไว้เป็นเวลา 7 วัน นอกจากนี้ จากตารางที่ 4.1 ยังแสดงให้เห็นว่า กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ ที่ระยะเวลาการเก็บ 0 1 3 5 และ 7 วัน พบว่ามีจำนวนเชื้อ S. derby ในวันที่ 1 และ 3 มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับที่ระยะเวลาการเก็บ 0 วัน หลังจากนั้นที่ระยะเวลาการเก็บ 5 และ 7 วัน จำนวนเชื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ($P \leq 0.10$) โดยที่ตลอดระยะเวลาการเก็บมีจำนวนเชื้อ S. derby บนเนื้อสันนอกอยู่ระหว่าง 5.07 – 4.73 log cfu/g ซึ่งยังมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น ที่ระยะเวลาการเก็บเดียวกัน ส่วนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกที่ระยะเวลาการเก็บ 1 3 5 และ 7 วัน มีจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดลองแสดงว่าสารละลายกรดแลกติกและอุณหภูมิในการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อจำนวนเชื้อ S. derby ในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าวตามระยะเวลาในการเก็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้อิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษา สารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ และอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บมีผลต่อจำนวนเชื้อ S. derby บนเนื้อสันนอกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

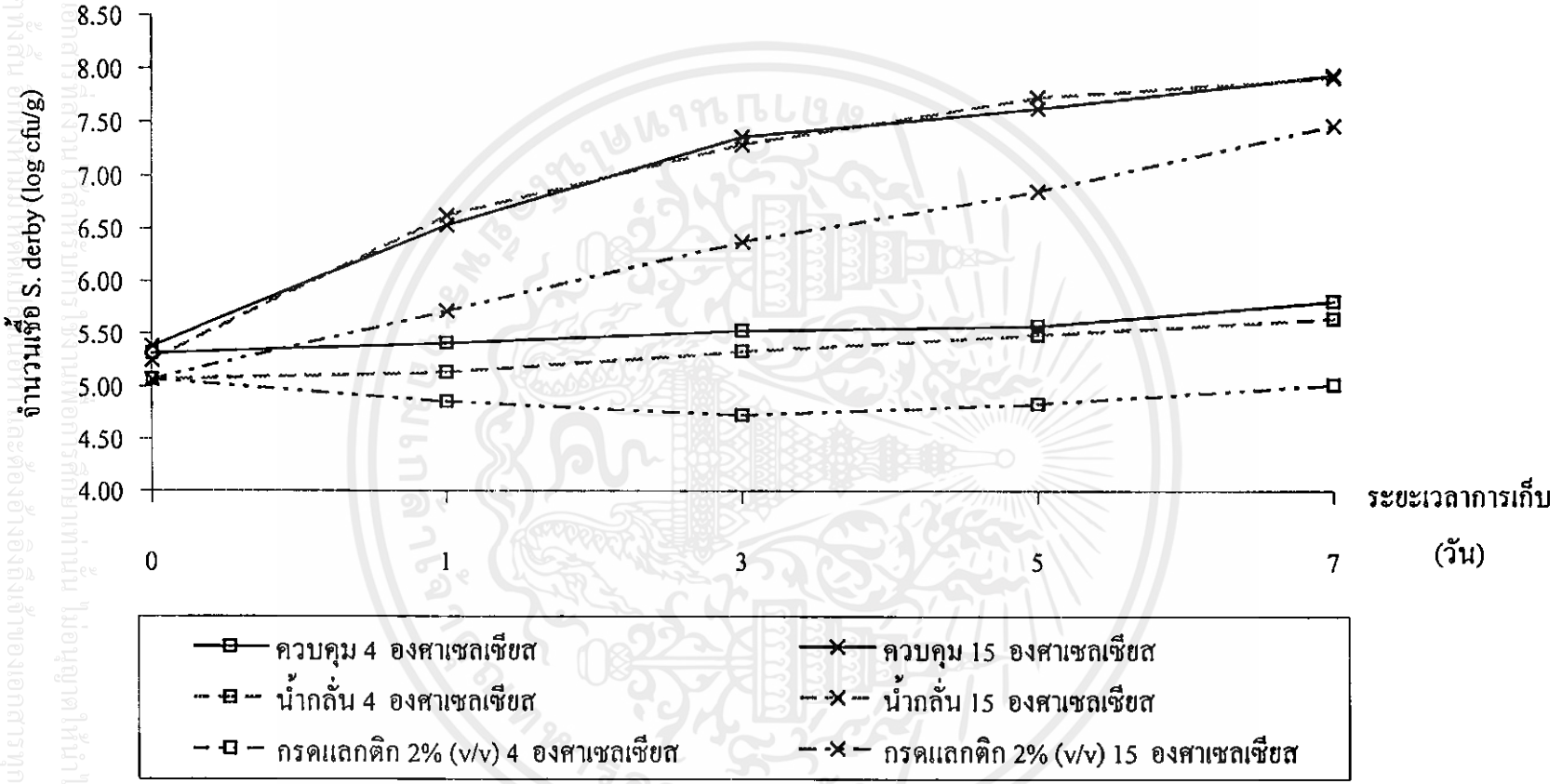
ตารางที่ 4.1 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษาและระยะเวลาการเก็บต่อจำนวนเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกรที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	จำนวนเชื้อ Salmonella derby (log cfu/g) บนเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา					
	กลุ่มควบคุม		กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น		กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
	อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)	
	4	15	4	15	4	15
0	$5.31^{จฉ}$	$5.38^{จฉช}$	$5.07^{ทงง}$	$5.25^{งจ}$	$5.07^{ทงง}$	$5.07^{ทงง}$
1	$5.41^{จฉช}$	$6.54^{ฎฏ}$	$5.14^{ทง}$	$6.62^{ฎ}$	$4.85^{กช}$	$5.72^{ฌญ}$
3	$5.53^{ชชฌ}$	$7.36^{ฑ}$	$5.33^{จฉ}$	$7.29^{ฑ}$	$4.73^{ก}$	$6.38^{ฎ}$
5	$5.57^{ชชฌ}$	$7.63^{ฌฌ}$	$5.49^{ฉชช}$	$7.73^{ฌด}$	$4.84^{กข}$	$6.85^{ฐ}$
7	$5.81^{ญ}$	$7.93^{ค}$	$5.65^{ชฌญ}$	$7.91^{ค}$	$5.01^{ข}$	$7.47^{ฑฑ}$

ก-ค อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บ = 0.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ Salmonella derby (log cfu/g) บนเนื้อสันนอกสุกรมีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน

4.1.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกร ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 พบว่าในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 4 °ซ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก มีค่า pH ของเนื้อสันนอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่า pH เท่ากับ 5.97 5.89 และ 5.64 ตามลำดับ ซึ่งกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีค่า pH ต่ำกว่าทั้ง 2 กลุ่ม แต่ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 15 °ซ ค่า pH ของเนื้อสันนอกในกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกไม่ต่างกัน คือมีค่า 5.77 และ 5.76 ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีค่า 5.68 ซึ่งต่ำกว่าทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันคือที่ 4 และ 15 °ซ ค่า pH ของแต่ละกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)	ค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ			ค่าเฉลี่ย
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
4	5.97[ง]	5.89[ฉ]	5.64[ช]	5.83[ฒ]
15	5.77[ข]	5.68[ฉ]	5.76[ข]	5.74[ฒ]
ค่าเฉลี่ย	5.87[ฌ]	5.79[ฌ]	5.70[ร]	

[ก-ง] อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[ฉฌ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

[ฒฒ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.02

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติก = 0.01

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

จากตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าค่า pH ของตัวอย่างกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกภายหลังทดลองเป็นเวลา 0 วัน มีค่า 5.54 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างก่อนทดลอง ซึ่งมีค่า pH 5.78 และเมื่อเก็บตัวอย่างเป็นระยะเวลา 1 วัน

ค่า pH สูงขึ้นเป็น 5.80 ซึ่งใกล้เคียงกับตัวอย่างก่อนทดลอง หลังจากนั้นที่ระยะเวลาการเก็บ 3 5 และ 7 วัน มีค่า pH ลดลงเป็น 5.70 5.69 และ 5.68 ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นตลอดระยะเวลาการเก็บ 7 วัน ค่า pH มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่า pH ของตัวอย่างก่อนทดลอง และพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บ 7 วัน กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก มีค่า pH ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.3 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ ต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ			ค่าเฉลี่ย
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
ก่อนทดลอง	$5.85^{\text{กฉช}}$	$5.74^{\text{กง}}$	$5.78^{\text{งช}}$	$5.79^{\text{ฌ}}$
0	$5.85^{\text{กฉช}}$	$5.76^{\text{กง}}$	$5.54^{\text{ก}}$	$5.72^{\text{ท}}$
1	$5.92^{\text{ช}}$	$5.85^{\text{กฉช}}$	$5.80^{\text{งฉฉ}}$	$5.86^{\text{ฉ}}$
3	$5.85^{\text{กฉช}}$	$5.78^{\text{งช}}$	$5.70^{\text{ขค}}$	$5.78^{\text{ฌ}}$
5	$5.87^{\text{ฉช}}$	$5.80^{\text{งฉฉ}}$	$5.69^{\text{ขค}}$	$5.79^{\text{ฌ}}$
7	$5.88^{\text{ฉช}}$	$5.79^{\text{งช}}$	$5.68^{\text{ข}}$	$5.78^{\text{ฌ}}$
ค่าเฉลี่ย	$5.87^{\text{ฉ}}$	$5.79^{\text{ฉ}}$	$5.70^{\text{ฮ}}$	

$^{\text{ก-ช}}$ อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

$^{\text{ฉฉ}}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

$^{\text{ทฌณ}}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ = 0.03

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติก = 0.01

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บ = 0.02

จากตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ ภายหลังทดลองเป็นเวลา 0 วัน ค่า pH ของเนื้อสันนอกมีค่าเท่ากับ 5.72 ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างก่อนทดลอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.79 และที่ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน ค่า pH ของตัวอย่างที่เก็บทั้งอุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เพิ่มขึ้นเป็น 5.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 5.82 และที่ระยะเวลาการเก็บ 3 5 และ 7 วัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ มีค่า pH 5.84 5.88 และ 5.87 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ ค่า pH กลับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับที่ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน โดยมีค่า pH เท่ากับ 5.71 5.70 และ 5.69 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่า pH ของตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ ในระยะเวลาการเก็บ 0 และ 1 วัน ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในขณะที่ระยะเวลาการเก็บ 3 5 และ 7 วัน ค่า pH ของตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ กลับมีค่า pH สูงกว่าที่อุณหภูมิ 15°ซ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

นอกจากนี้ จากการศึกษายังพบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บไม่มีผลต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ (°ซ)		ค่าเฉลี่ย
	4	15	
ก่อนทดลอง	5.79[ข]	5.79[ข]	5.79[ฒ]
0	5.72[ก]	5.72[ก]	5.72[ท]
1	5.90[ก]	5.82[ขท]	5.86[ฉ]
3	5.84[ขก]	5.71[ก]	5.78[ฒ]
5	5.88[ก]	5.70[ก]	5.79[ฒ]
7	5.87[ก]	5.69[ก]	5.78[ฒ]
ค่าเฉลี่ย	5.83[ฆ]	5.74[ฆ]	

[กขท] อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[ฆฆ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

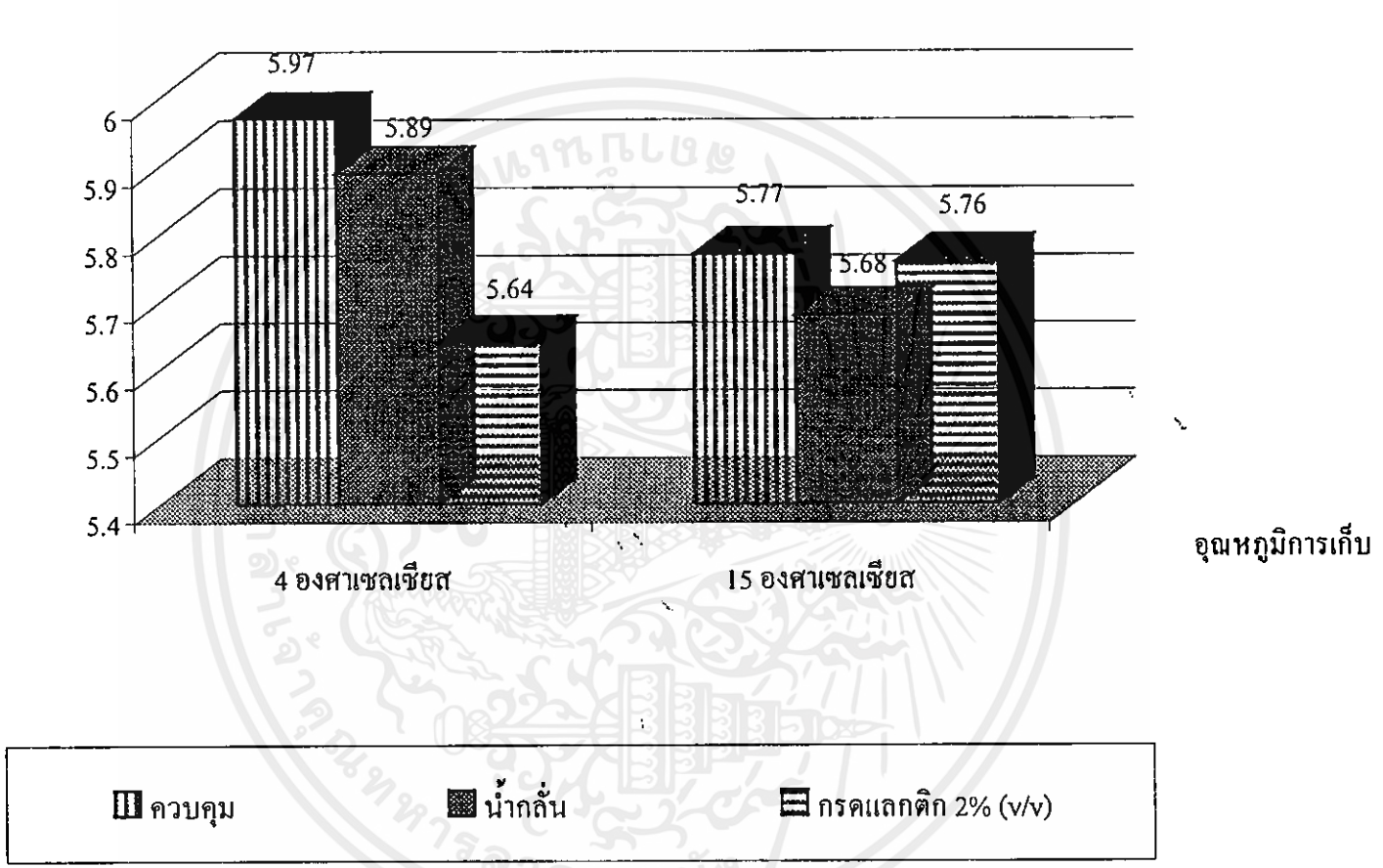
[ทฒฉ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บ = 0.02

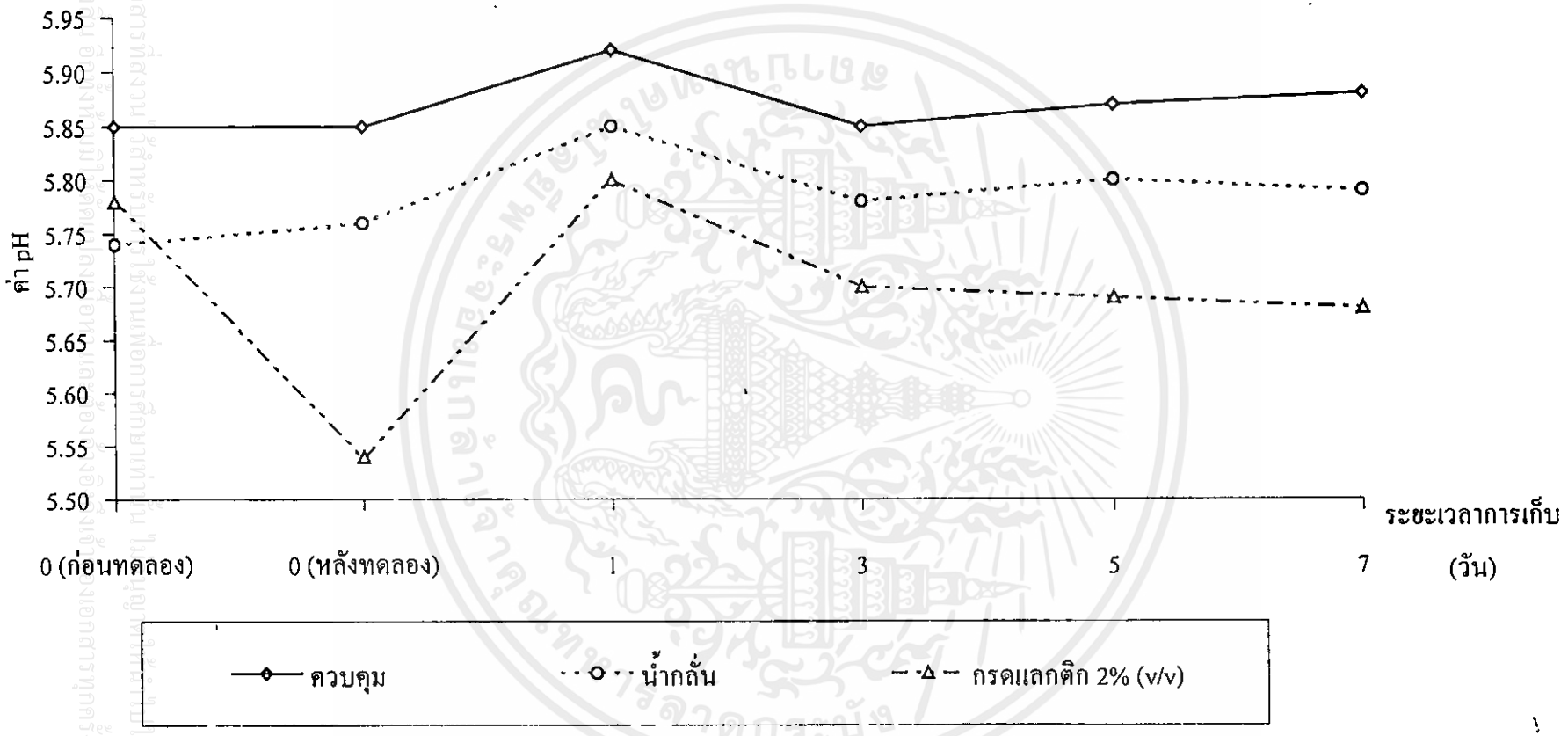
Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.01

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บ = 0.02

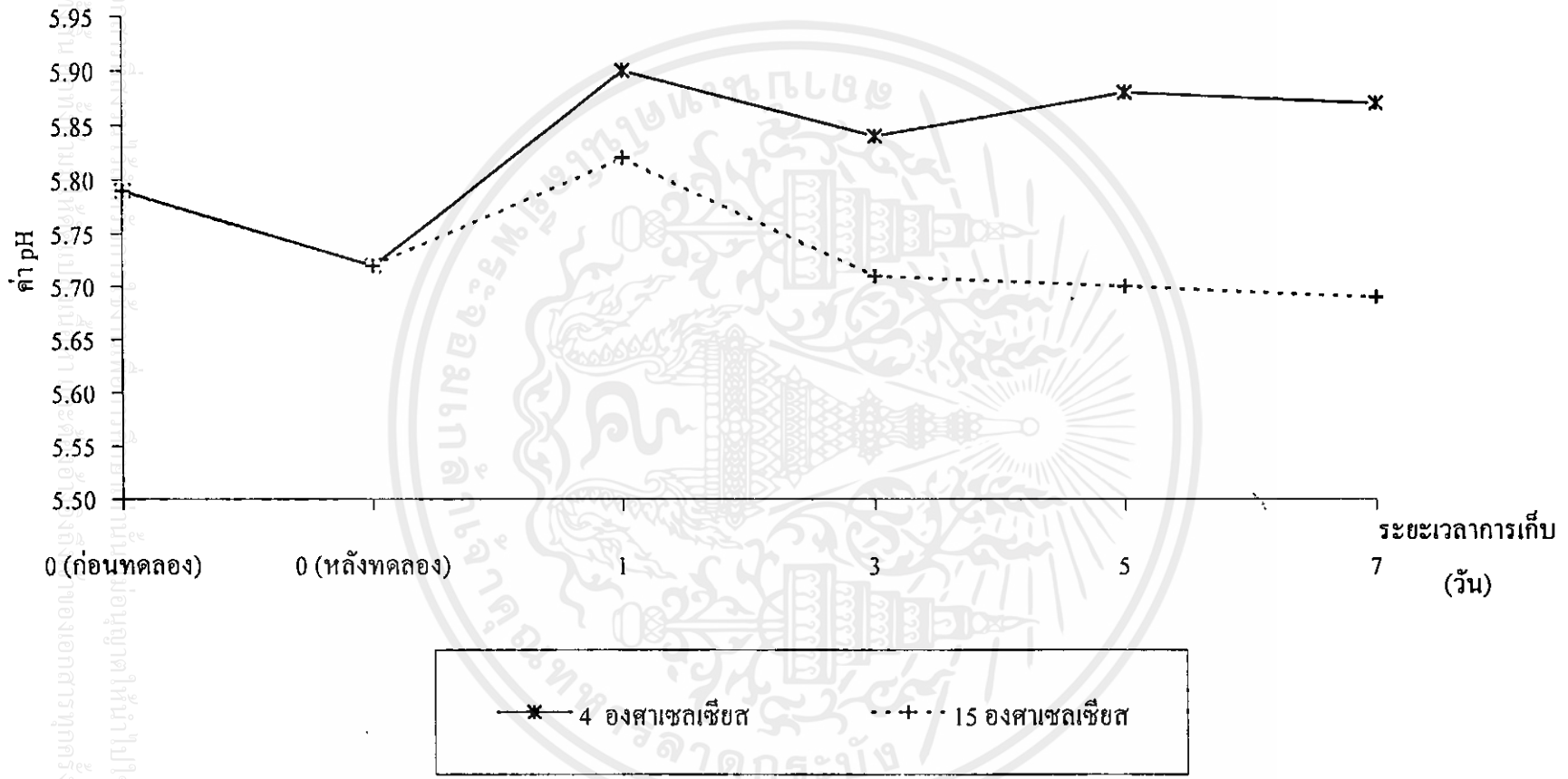
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ



ภาพที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) ที่ระยะเวลาการเก็บ 0 (ก่อนทดลอง) 0 (หลังทดลอง) 1 3 5 และ 7 วัน



ภาพที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 (ก่อนทดลอง) 0 (หลังทดลอง) 1 3 5 และ 7 วัน

ตารางที่ 4.5 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษาและระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่า pH[ν] ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา					
	กลุ่มควบคุม		กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น		กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
	อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)	
	4	15	4	15	4	15
ก่อนทดลอง	5.90	5.81	5.81	5.68	5.66	5.89
0	5.90	5.81	5.83	5.70	5.44	5.65
1	6.01	5.84	5.93	5.78	5.77	5.83
3	5.96	5.74	5.91	5.65	5.65	5.74
5	6.01	5.72	5.95	5.65	5.67	5.72
7	6.02	5.73	5.94	5.63	5.65	5.70

[ν] ไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บ = 0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกร ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

จากการศึกษาพบว่า อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในขณะที่อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยจากตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกมากขึ้นตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.35 6.05 และ 9.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก[ง] ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ			ค่าเฉลี่ย
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
4	4.62	4.99	8.62	6.07[ฑ]
15	6.09	7.10	10.19	7.80[ฒ]
ค่าเฉลี่ย	5.35[ฎ]	6.05[ฎ]	9.41[ฐ]	

[ฎฐ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

[ฑฒ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

[ง] ไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.20

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติก = 0.14

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.12

จากตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ ที่ระยะเวลาการเก็บ 5 และ 7 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 6.29 และ 6.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับที่ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนัก 5.30 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น คือที่เวลา 1 3 5 และ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 6.39 7.25 8.44 และ 9.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บ 7 วัน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 15 °ซ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์อิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษา สารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ และอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.6 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ (°ซ)		ค่าเฉลี่ย
	4	15	
1	5.30^{ก}	6.39^{ขค}	5.85^{ฉ}
3	5.88^{กข}	7.25^{ง}	6.57^{ฌ}
5	6.29^{ขค}	8.44^{จ}	7.37^{ช}
7	6.82^{คง}	9.10^{ฉ}	7.96^{ฌ}
ค่าเฉลี่ย	6.07^{ฎ}	7.80^{ฏ}	

$^{ก-ฉ}$ อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ฎฏ} อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

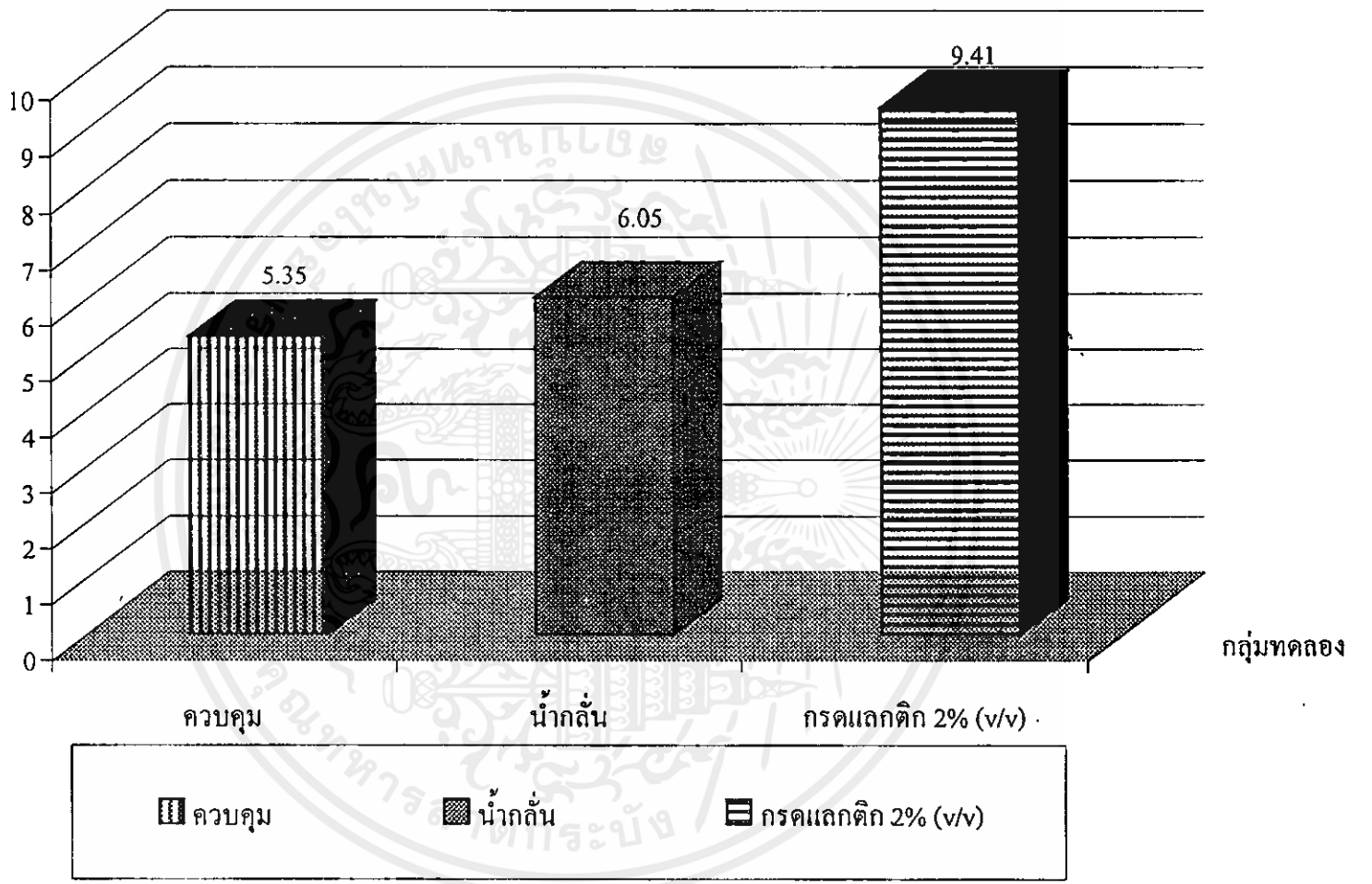
$^{ฌ-ฌ}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บ = 0.23

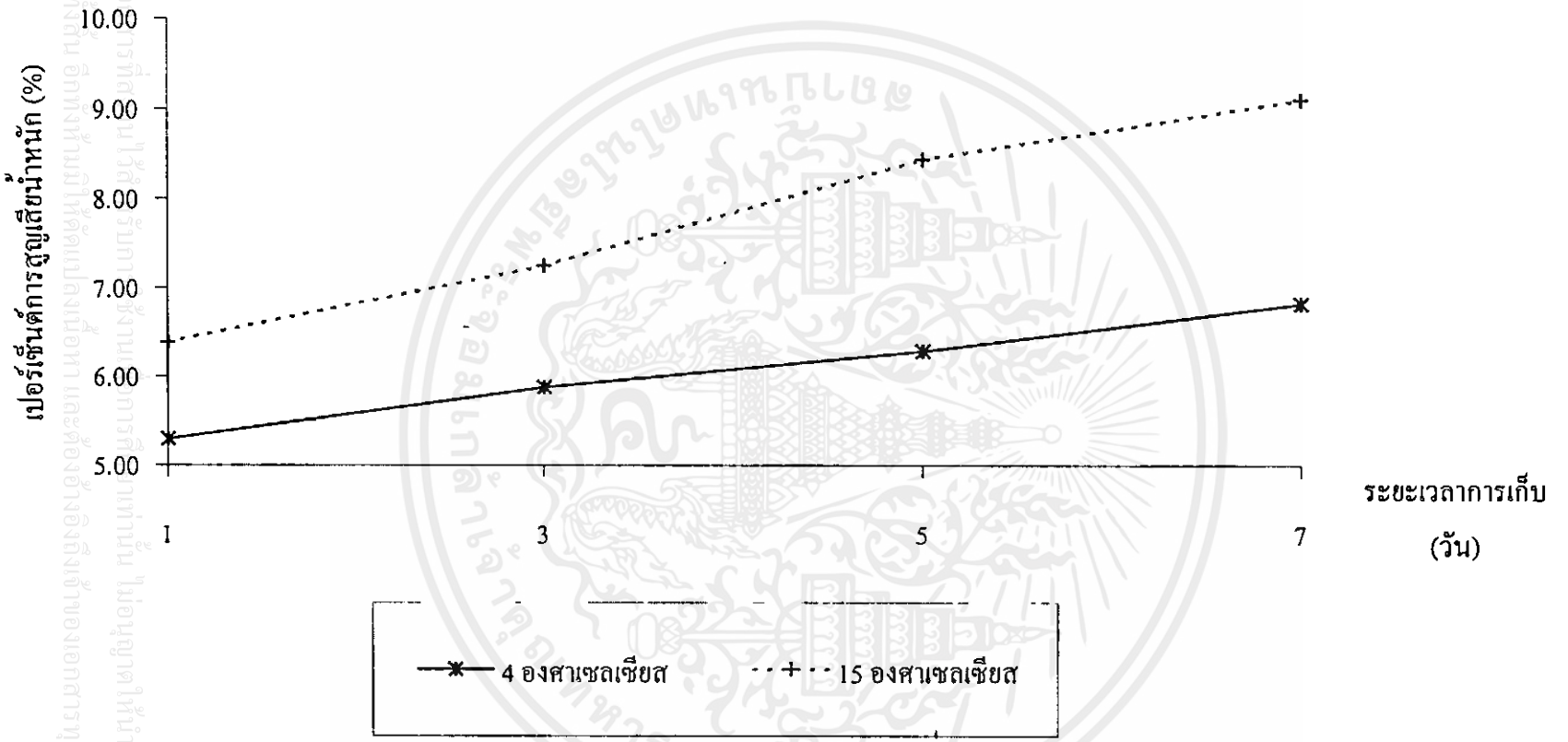
Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บ = 0.16

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)



ภาพที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 1 3 5 และ 7 วัน

ตารางที่ 4.8 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก[ns]ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ			ค่าเฉลี่ย
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
1	4.37	4.83	8.24	5.85[ฑ]
3	5.11	5.62	8.98	6.57[ฒ]
5	5.82	6.48	9.80	7.37[ณ]
7	6.12	7.25	1.51	7.96[ด]
ค่าเฉลี่ย	5.35[ฉ]	6.05[ฉ]	9.41[ช]	

[ฉ-ช] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

[ฑ-ด] อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

[ns] ไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ = 0.28

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติก = 0.14

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บ = 0.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก[ง] ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา					
	กลุ่มควบคุม		กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น		กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
	อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)	
	4	15	4	15	4	15
1	3.90	4.85	4.24	5.42	7.76	8.91
3	4.56	5.66	4.75	6.50	8.35	9.60
5	4.79	6.84	5.20	7.77	8.89	10.70
7	5.23	7.00	5.77	8.73	9.46	11.56

[ง] ไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บ = 0.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกร

จากการทดลองถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ลงบนเนื้อสันนอกสุกรปลอดเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นประมาณ 3 log cfu/g แบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน นำตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มาตรวจวิเคราะห์หาจำนวนเชื้อ *S. aureus* เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อ *S. aureus* ค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกผลการทดลองเป็นดังนี้

4.2.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.7 พบว่า ที่แต่ละระยะเวลาการเก็บ คือ 0 1 3 5 และ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีจำนวนเชื้อ *S. aureus* น้อยกว่าอีก 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่จำนวนเชื้อ *S. aureus* ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นในแต่ละระยะเวลาการเก็บของทั้ง 2 อุณหภูมิ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งแสดงถึงอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อ *S. aureus* และที่ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ พบว่ากลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีจำนวนเชื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.12 และ 3.26 log cfu/g ตามลำดับ โดยทั้ง 2 กลุ่ม มีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 3.48 log cfu/g อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ที่ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน ที่อุณหภูมิ 15 °ซ รวมทั้งเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นคือ ที่เวลา 3 5 และ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ พบว่า กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีจำนวนเชื้อน้อยกว่าอีก 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีจำนวนเชื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ยกเว้น ที่ระยะเวลาการเก็บ 5 และ 7 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ ซึ่งพบว่ากลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีจำนวนเชื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และที่ระยะเวลาการเก็บ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 15 °ซ กลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีจำนวนเชื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ *S. aureus* ในแต่ละกลุ่มการทดลองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ พบว่าในกลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นที่ระยะเวลาการเก็บ 0 และ 1 วัน จำนวนเชื้อ *S. aureus* ของตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้ง 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

($P > 0.05$) แต่ที่ระยะเวลาการเก็บ 3 5 และ 7 วัน จำนวนเชื้อของตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ น้อยกว่าที่อุณหภูมิ 15°ซ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ในกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกพบว่าจำนวนเชื้อ *S. aureus* ของตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15°ซ ตลอดระยะเวลาการเก็บ 0 1 3 5 และ 7 วัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 3.02 – 3.25 และ 3.10 – 3.42 log cfu/g ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ *S. aureus* ตามระยะเวลาการเก็บพบว่า ในกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น จำนวนเชื้อ *S. aureus* จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ แต่ที่อุณหภูมิ 4 °ซ จำนวนเชื้อที่เพิ่มขึ้นจะน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 15 °ซ โดยเฉพาะที่ระยะเวลาการเก็บ 3 วันขึ้นไป ส่วนกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกตลอดระยะเวลาการเก็บ 0 1 3 5 และ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ จำนวนเชื้อ *S. aureus* แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากการศึกษานี้แสดงว่า อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา ระยะเวลาการเก็บ อิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษา สารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ อุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บ และอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บมีผลต่อจำนวนเชื้อ *S. aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

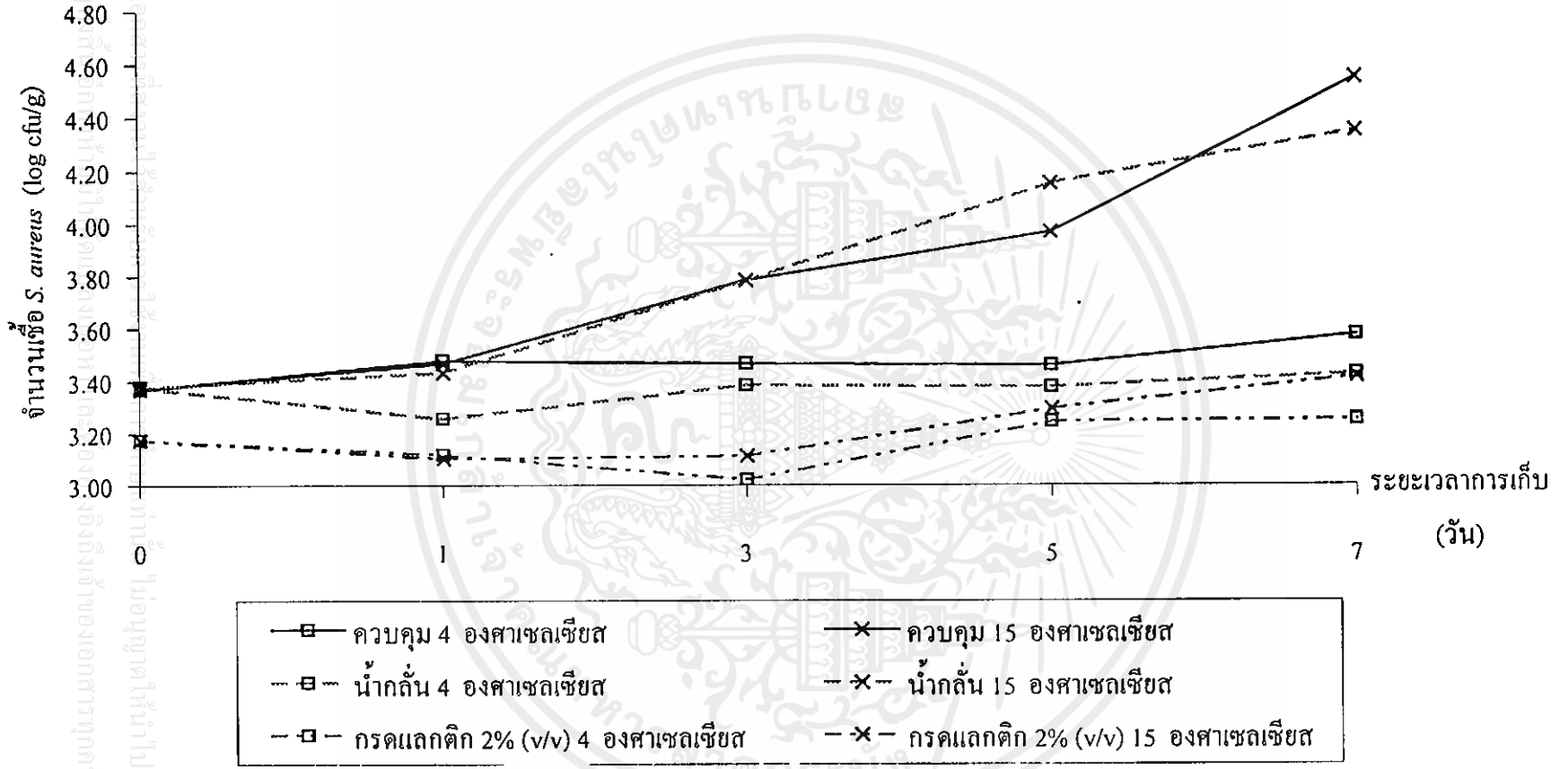
ตารางที่ 4.10 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	จำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* (log cfu/g) บนเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา					
	กลุ่มควบคุม		กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น		กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
	อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)	
	4	15	4	15	4	15
0	$3.37^{ง-ช}$	$3.37^{ง-ช}$	$3.38^{ง-ช}$	$3.38^{ง-ช}$	$3.18^{กขฅ}$	$3.18^{กขฅ}$
1	$3.48^{ชช}$	$3.47^{ฉชช}$	$3.26^{ข-ง}$	$3.43^{จ-ช}$	$3.12^{กขฅ}$	$3.10^{กะ}$
3	$3.47^{ฉชช}$	$3.79^{ฌญ}$	$3.38^{ง-ช}$	$3.78^{ฌ}$	$3.02^{ก}$	$3.12^{กขฅ}$
5	$3.46^{ฉชช}$	$3.97^{ญฎ}$	$3.38^{ง-ช}$	$4.15^{ฎ}$	$3.24^{ขฅง}$	$3.29^{ก-ฉ}$
7	$3.58^{ช}$	$4.55^{ฐ}$	$3.43^{ง-ช}$	$4.35^{ฎ}$	$3.25^{ข-จ}$	$3.42^{จ-ช}$

$^{ก-ฐ}$ อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บ = 0.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* (log cfu/g) บนเนื้อสันนอกสุกรมีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน

4.2.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

จากการศึกษาพบว่า อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติก ระยะเวลาการเก็บรักษา อิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษา และอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บมีผลต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยจากตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่า ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก และกลุ่มควบคุมมีค่า pH มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คือมีค่า 5.69 และ 5.73 ตามลำดับ แต่ทั้ง 2 กลุ่ม มีค่า pH ต่ำกว่ากลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น ซึ่งมีค่า 5.80 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในขณะที่ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีค่า pH แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 5.70 และ 5.73 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่า 5.83 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ มีค่า pH แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนที่กลุ่มควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ มีค่า pH ต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 15 °ซ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในขณะที่กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นค่า pH ของตัวอย่างในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ มีค่า pH สูงกว่าที่อุณหภูมิ 15 °ซ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

จากตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ ค่า pH ของตัวอย่างภายหลังทดลอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.67 ต่ำกว่าก่อนทดลองที่มีค่าเท่ากับ 5.74 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ที่ระยะเวลาการเก็บ 1 3 5 และ 7 วัน มีค่า pH เพิ่มขึ้นเป็น 5.76 5.74 5.76 และ 5.76 ตามลำดับ จนใกล้เคียงกับก่อนทดลอง ส่วนที่อุณหภูมิ 15 °ซ ค่า pH ของตัวอย่างก่อนทดลอง และภายหลังทดลองที่ระยะเวลาการเก็บ 0 1 และ 3 วัน มีค่าเท่ากับ 5.83 5.76 5.80 และ 5.78 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ที่ระยะเวลาการเก็บ 5 และ 7 วัน ค่า pH ลดลงเป็น 5.70 และ 5.65 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ก่อนทดลอง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ มีค่า pH ต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 15°ซ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ระยะเวลาการเก็บ 1 3 และ 5 วัน ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ มีค่า pH แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ที่ระยะเวลาการเก็บ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °ซ มีค่า pH สูงกว่าที่อุณหภูมิ 15 °ซ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

นอกจากนี้ จากการศึกษายังพบว่า อิทธิพลของอุณหภูมิการเก็บรักษา อิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ และอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก

อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บไม่มีผลต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.11 4.13 และ 4.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)	ค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ			ค่าเฉลี่ย[ง]
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
4	5.73[ก]	5.80[ข]	5.69[ก]	5.74
15	5.83[ข]	5.70[ก]	5.73[ก]	5.75
ค่าเฉลี่ย	5.78[ฉ]	5.75[ฉ]	5.71[ฉ]	

[ก ข] อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

[ฉ ฉ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

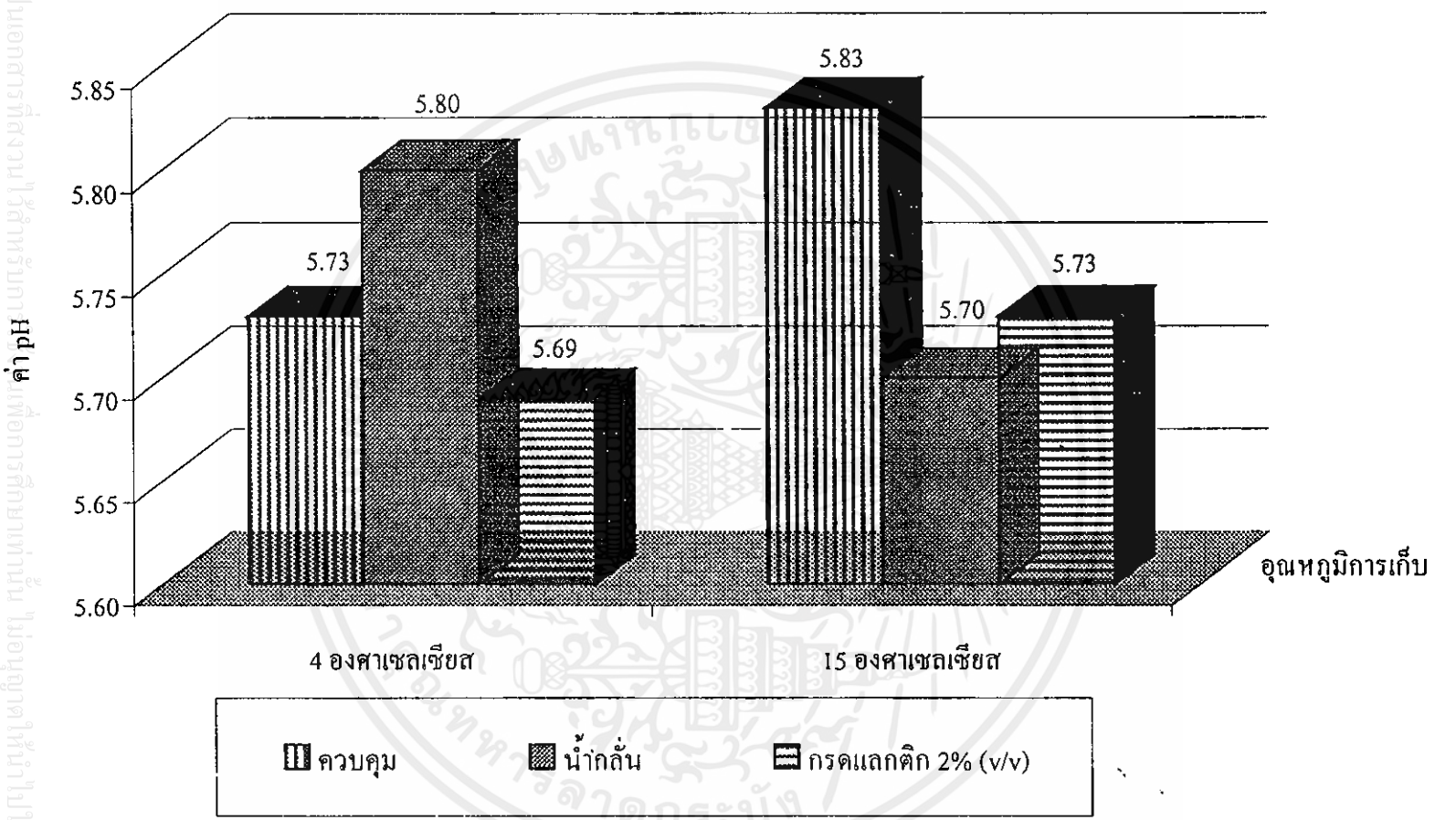
[ง] แสดงความแตกต่างกันในแนวตั้งอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.02

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติก = 0.01

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ

ตารางที่ 4.12 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 logcfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ (°ซ)		ค่าเฉลี่ย
	4	15	
ก่อนทดลอง	5.74^{ยก}	5.83^{ง}	5.78^{ฉ}
0	5.67^{ก}	5.76^{ยกง}	5.71^{ชฌ}
1	5.76^{ยง}	5.80^{กง}	5.78^{ฉ}
3	5.74^{ยก}	5.78^{กง}	5.76^{ฌฉ}
5	5.76^{ยกง}	5.70^{กข}	5.73^{จ}
7	5.76^{ยกง}	5.65^{ก}	5.71^{จ}
ค่าเฉลี่ย^{ns}	5.74	5.75	

^{กยก} อักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ชฌฉ} อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

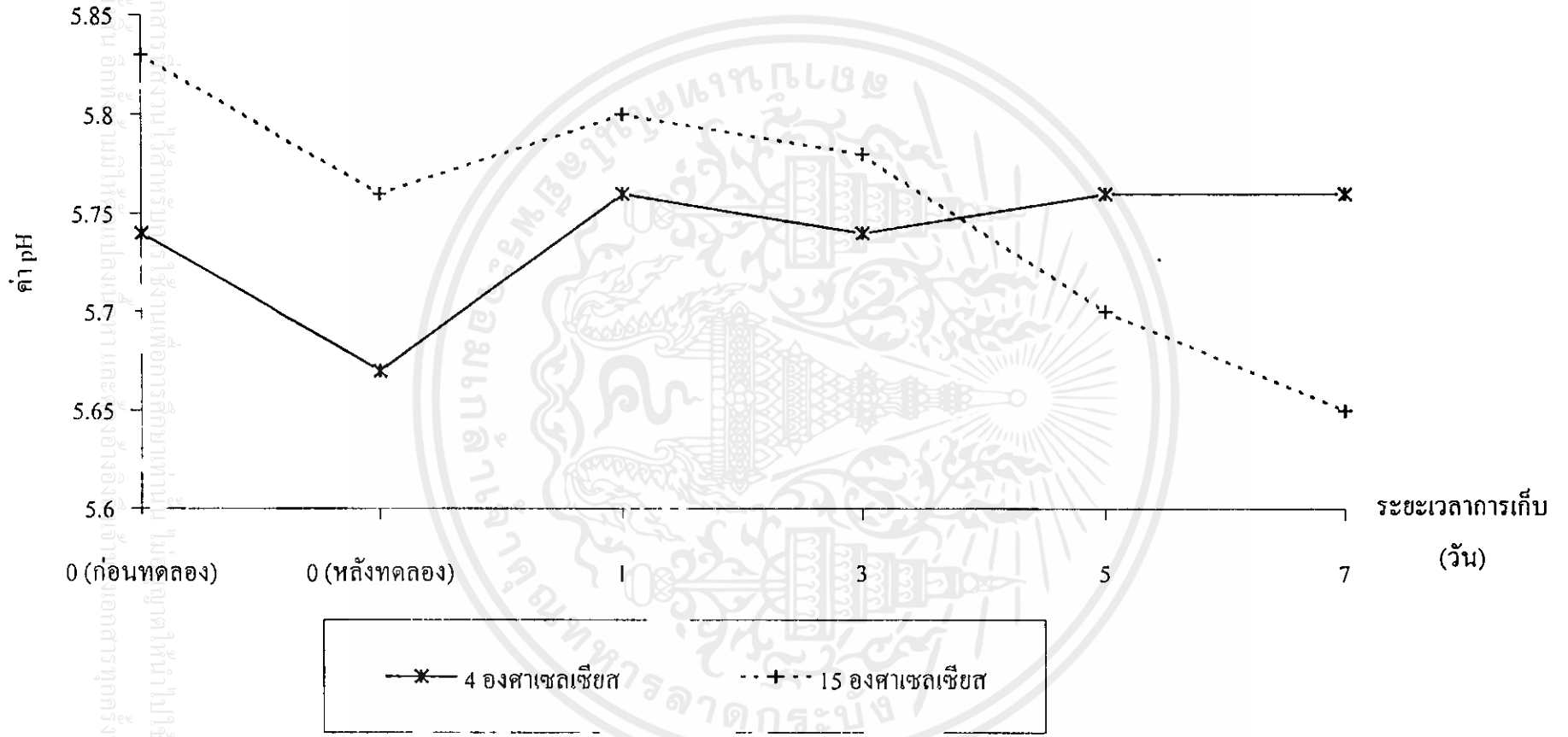
^{ns} ไม่แสดงความแตกต่างกันในแนวนอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บ = 0.03

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.02

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บ = 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 (ก่อนทดลอง) 0 (หลังทดลอง) 1 3 5 และ 7 วัน

ตารางที่ 4.13 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ ต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่า pH[ns] ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ			ค่าเฉลี่ย
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
ก่อนทดลอง	5.78	5.75	5.83	5.78[ฉ]
0	5.78	5.73	5.63	5.71[จฉ]
1	5.83	5.78	5.73	5.78[ฉ]
3	5.80	5.77	5.72	5.76[ฌฉ]
5	5.76	5.74	5.70	5.73[ช]
7	5.71	5.74	5.68	5.71[ช]
ค่าเฉลี่ย	5.78[ฎ]	5.75[ฎ]	5.71[ฎ]	

[ฎฎ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[จฌฉ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[ns] ไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ = 0.03

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติก = 0.01

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บ = 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	ค่า pH $^{\nu}$ ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ ในระหว่างการเก็บรักษา					
	กลุ่มควบคุม		กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น		กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
	อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)	
	4	15	4	15	4	15
ก่อนทดลอง	5.67	5.88	5.76	5.74	5.78	5.87
0	5.67	5.88	5.73	5.73	5.59	5.67
1	5.76	5.90	5.82	5.74	5.69	5.78
3	5.74	5.86	5.81	5.72	5.68	5.75
5	5.75	5.77	5.83	5.65	5.70	5.69
7	5.75	5.67	5.84	5.63	5.69	5.66

$^{\nu}$ ไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บ = 0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ และระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

จากการศึกษาพบว่า สารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยจากตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอก 7.84 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่ากลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นและกลุ่มควบคุมที่มีค่า 5.26 และ 5.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ในขณะที่ทั้ง 2 กลุ่ม มีการสูญเสียน้ำหนักแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่า ในระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ มีการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรมีค่าเท่ากับ 5.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 15 °ซ ที่มีค่าเท่ากับ 6.76 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

จากตารางที่ 4.16 และภาพที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่ระยะเวลาการเก็บ 1 3 5 และ 7 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 5.42 5.97 6.17 และ 6.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก[1]ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ			ค่าเฉลี่ย
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
4	4.27	4.51	7.14	5.31[ฑ]
15	5.75	6.02	8.53	6.76[ฒ]
ค่าเฉลี่ย	5.01[ฉ]	5.26[ฉ]	7.84[ฉ]	

[ฉฉ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

[ฑฒ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

[1/] ไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.17

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติก = 0.12

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.10

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกร ที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก[ง]ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่าง ๆ			ค่าเฉลี่ย
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น	กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
1	4.45	4.89	6.93	5.42[ฑ]
3	5.14	5.15	7.61	5.97[ฒ]
5	5.14	5.05	8.31	6.17[ณ]
7	5.29	5.96	8.50	6.58[ณ]
ค่าเฉลี่ย	5.01[ฎ]	5.26[ฎ]	7.84[ฎ]	

[ฎฎ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

[ฑฒณ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[ง] ไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ = 0.24

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติก = 0.12

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บ = 0.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกร ที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก[1/] ของเนื้อสันนอกสุกร ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ (°ซ)		ค่าเฉลี่ย
	4	15	
1	4.64	6.21	5.42[ฑ]
3	5.29	6.64	5.97[ฒ]
5	5.46	6.89	6.17[ฒ]
7	5.84	7.32	6.58[ณ]
ค่าเฉลี่ย	5.31[ฎ]	6.76[ฎ]	

[ฎฎ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

[ฑฒณ] อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[1/] ไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บ = 0.19

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บ = 0.10

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลของอุณหภูมิการเก็บรักษา = 0.14

นอกจากนี้ จากการศึกษายังพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษา สารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บ อุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บ และอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษาและระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.15 4.16 4.17 และ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

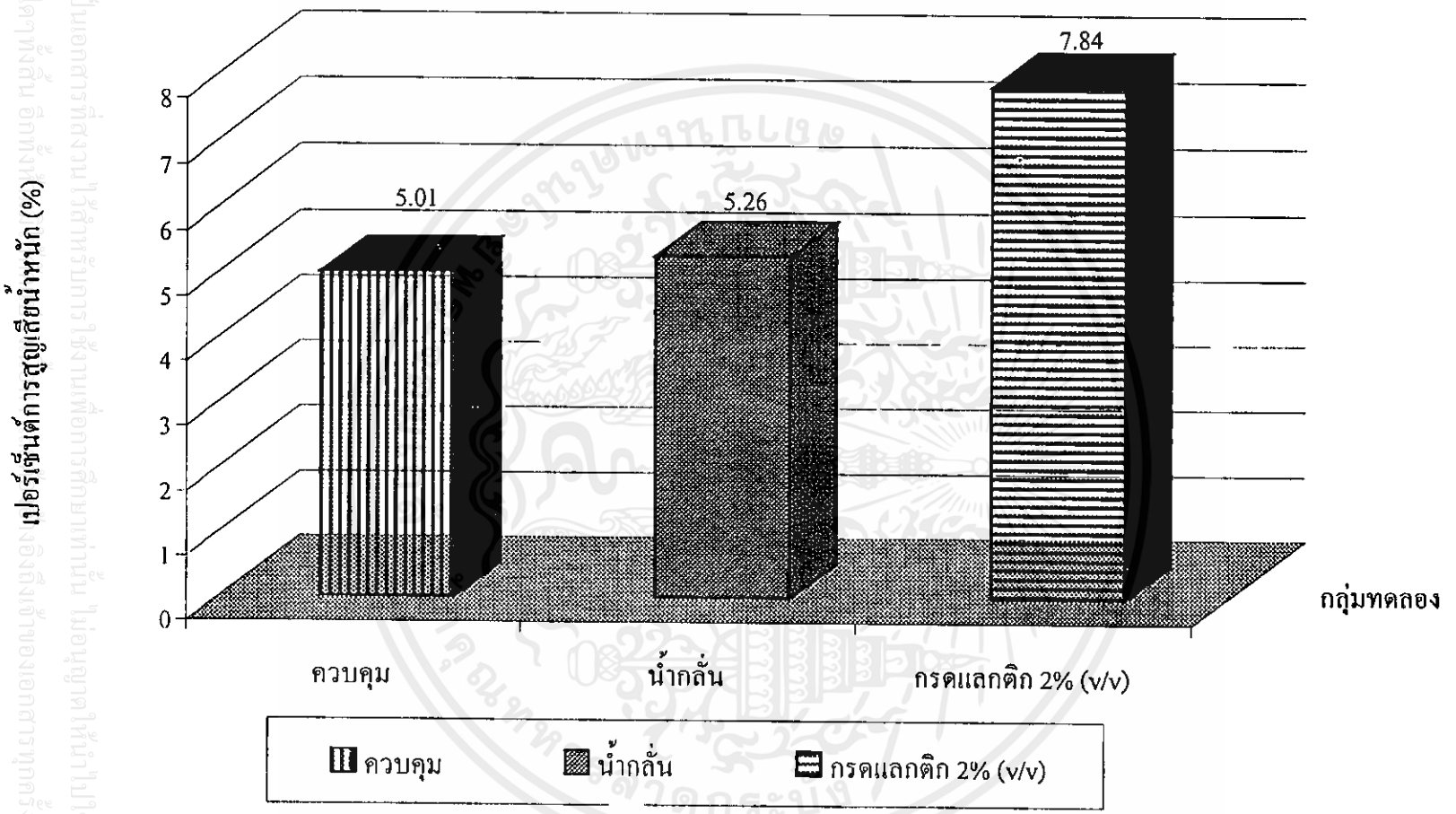
ตารางที่ 4.18 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก[y] ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มต่างๆในระหว่างการเก็บรักษา					
	กลุ่มควบคุม		กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น		กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)	
	อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)		อุณหภูมิการเก็บ (°ซ)	
	4	15	4	15	4	15
1	3.48	5.42	4.20	5.58	6.23	7.62
3	4.40	5.88	4.42	5.88	7.06	8.16
5	4.42	5.86	4.30	5.80	7.65	8.97
7	4.77	5.82	5.13	6.80	7.63	9.36

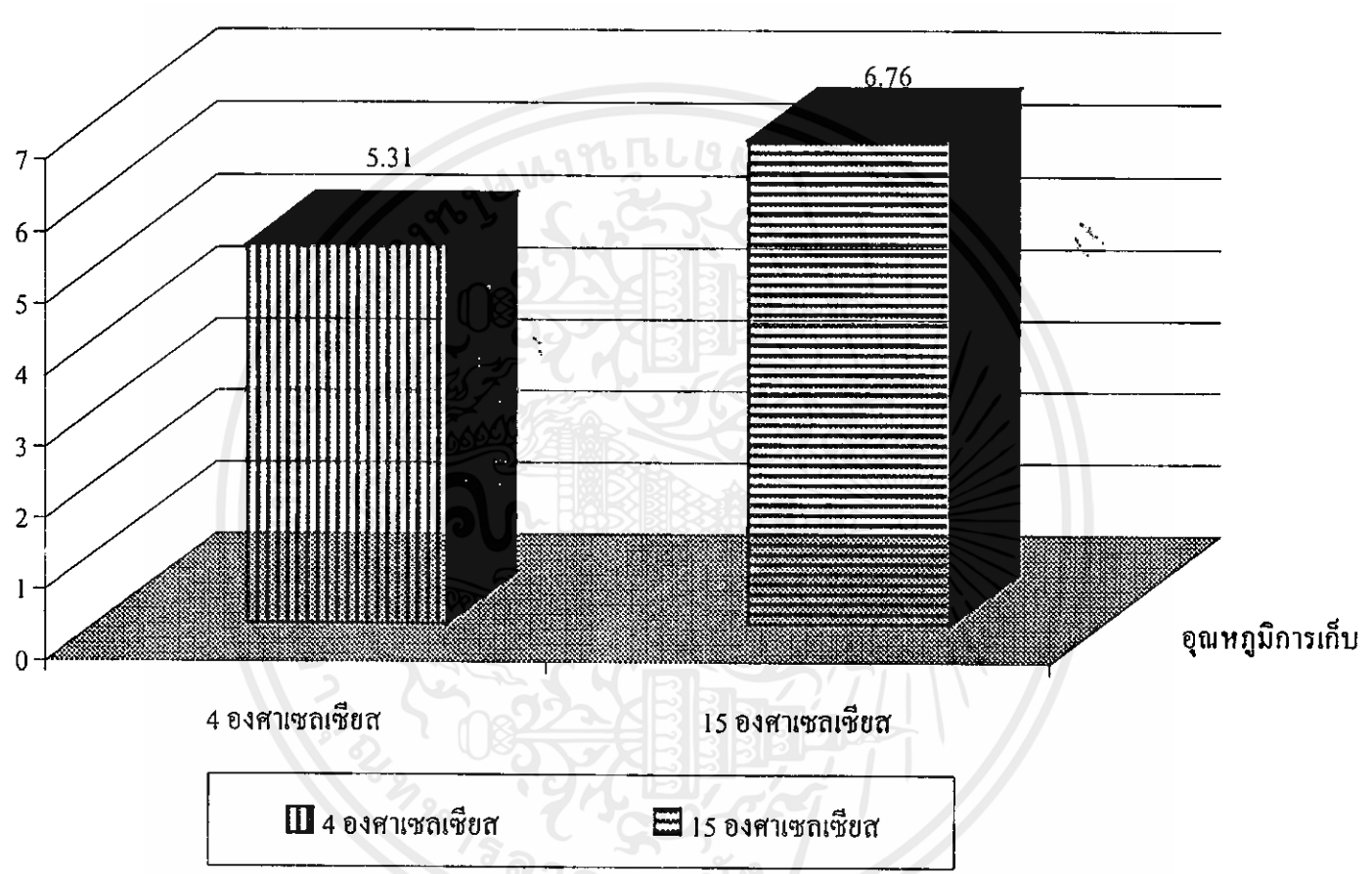
[y] แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Pooled SE of least squares means เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บ = 0.34

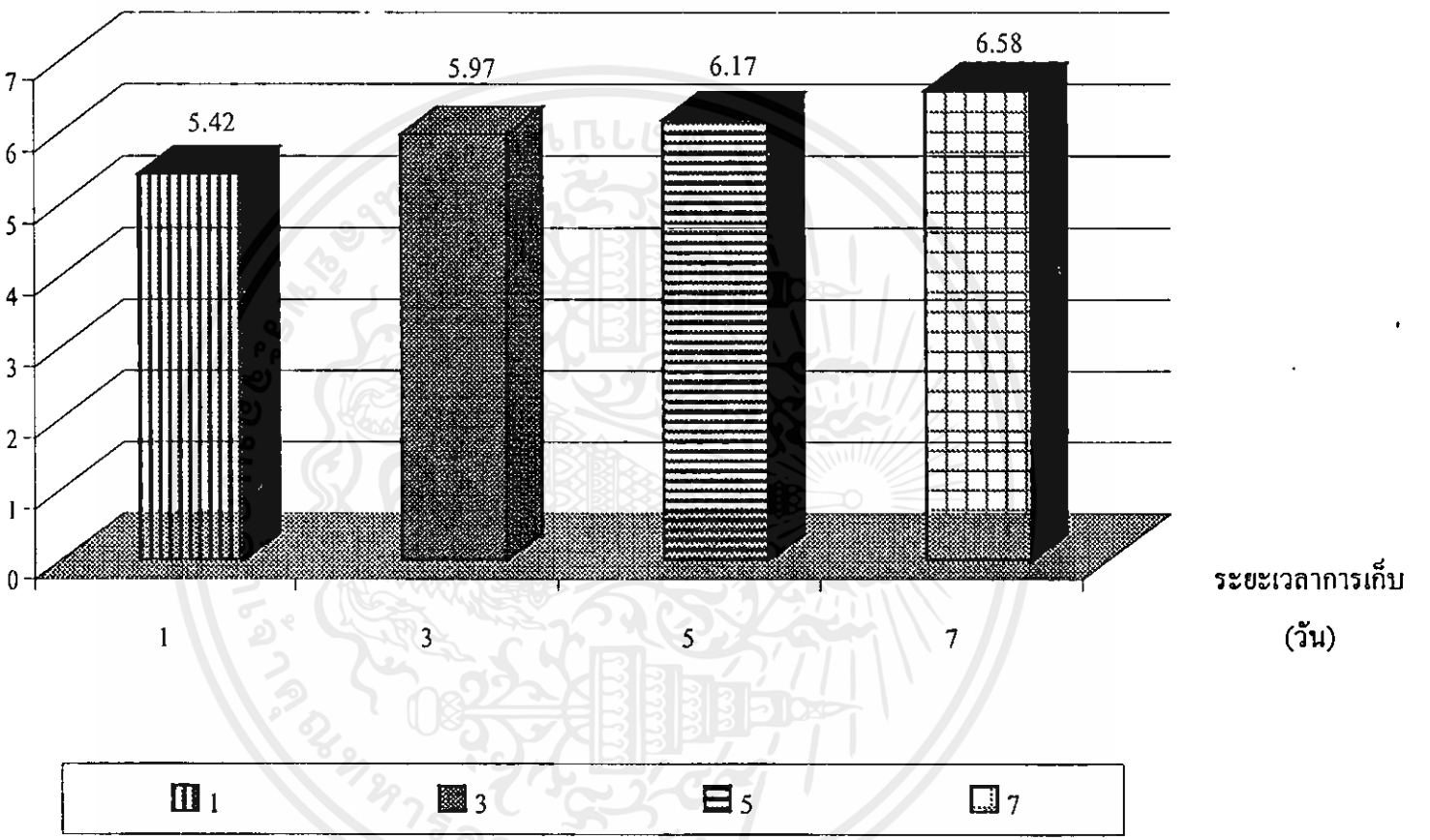
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v)



ภาพที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ



ภาพที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1 3 5 และ 7 วัน

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ S. derby บนเนื้อสันนอกสุกรผ่านการเติมเชื้อ S. derby โดยมีปริมาณเชื้อเริ่มต้นประมาณ 5 log cfu/g พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บ 0 วัน สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) และน้ำกลั่น สามารถลดจำนวนเชื้อ S. derby บนเนื้อสันนอกสุกรได้ 0.24 log cfu/g เช่นเดียวกับการศึกษาของ Phebus *et al.* (1997) ที่พบว่าการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) หรือการล้างด้วยน้ำสามารถลดปริมาณเชื้อ S. typhimurium ที่ผิวของเนื้อโคได้ ขณะที่ผลการทดลองมีแนวโน้มไปในแนวเดียวกับ ผุสดี ตังวัชรินทร์ (2543) ซึ่งรายงานว่าสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) ที่ระยะเวลาเชื้อสัมผัสสารละลายนาน 1 นาที สามารถทำลายเชื้อ S. derby ในหลอดทดลองได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Dorsa *et al.* (1998) ที่พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บ 0 วัน เนื้อโคที่ผ่านการเติมเชื้อ S. typhimurium โดยมีปริมาณเชื้อเริ่มต้นน้อยกว่า 2 log cfu/cm^2 การใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) สามารถทำลายเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการศึกษาในระดับปริมาณเชื้อเริ่มต้นต่ำ ทำให้สารละลายกรดแลกติกมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ S. typhimurium ได้อย่างสมบูรณ์

Concon (1988) รายงานว่า เชื้อ S. derby สามารถเพิ่มจำนวนได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 7°ซ ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก ไม่สามารถควบคุมจำนวนเชื้อ S. derby บนเนื้อสันนอกสุกรได้ เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น เพียงแต่การเพิ่มขึ้นของจำนวนเชื้อ S. derby ไม่รวดเร็วเท่า 2 กลุ่มทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิต่ำที่ 4°ซ ร่วมกับการใช้กรดแลกติกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ แต่ที่อุณหภูมิสูง 15°ซ การใช้กรดเพียงอย่างเดียวไม่สามารถยับยั้งได้ เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงขึ้นเหมาะแก่การเจริญเติบโตของเชื้อ ส่วนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ นั้น กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกสามารถควบคุมจำนวนเชื้อ S. derby บนเนื้อสันนอกสุกรได้ โดยมีปริมาณเชื้อไม่แตกต่างไปจากกลุ่มควบคุมได้นานถึง 7 วัน ขณะที่กลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นสามารถควบคุมการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อได้เพียง 1 และ 5 วัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ สามารถควบคุมจำนวนเชื้อ S. derby บนเนื้อสันนอกสุกรได้ และเมื่อมีการใช้ร่วมกับสารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้สามารถควบคุมเชื้อดังกล่าวใน

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ระหว่างการเก็บรักษาได้ โดย Adam and Hall (1988) ได้อธิบายผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วยกรดนั้น เกิดจากส่วนที่ชอบไขมันของกรดที่ใช้ ซึ่งจะอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวและซึมผ่านเข้าไปในพลาสมา เมมเบรน ของแบคทีเรียที่มีค่า pH ค่อนข้างเป็นกลางคือประมาณ pH 7 ซึ่งสูงกว่าค่า pH ของไซโตพลาสม ดังนั้นเมื่อกรดอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัว และเข้าไปทำให้เกิดภาวะแตกตัวออกในรูปของโปรตอน และคอนจูเกตเบส และจะมีผลในการทำลายออกซิเดทีฟ ฟอสฟอรีเลชั่น ฟอร์ม ของระบบการขนส่งอิเล็กตรอน รวมไปถึงการยับยั้งระบบขนส่งสารโมเลกุลเข้าสู่เซลล์ และผลในการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตโดยกรดอินทรีย์นี้จะขึ้นกับค่าคงที่ของการแตกตัวของกรด นอกจากนี้ Waldroup *et al.* (1994) ยังกล่าวว่าการลดค่า pH ของไซโตพลาสมส่งผลให้ไปยับยั้งการสังเคราะห์สารโมเลกุลขนาดใหญ่หลายชนิด เช่น ส่วนประกอบของผนังเซลล์ ดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ ไขมัน และโปรตีน และชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) กล่าวว่าเมื่อค่า pH ของกรดลดลง 1.0 จะมีผลให้ประสิทธิภาพของการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียเพิ่มมากขึ้น 10 เท่าตัว โดยในการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรภายหลังสัมผัสสารละลายกรดแลกติกจะลดลงโดยทันทีประมาณ 0.2 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Woolthuis and Smulders (1985) ที่พบว่ากรดทำให้ค่า pH ของเนื้อลดต่ำลง มีผลทำให้สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งค่า pH ที่ลดต่ำลงนั้นเป็นการช่วยขยายระยะเวลาในช่วง lag phase ให้นานออกไปจึงทำให้กรดมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Guthrie (1992) กล่าวว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (0-4°ซ) มีผลทำให้สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยจะช่วยขยายระยะเวลาในช่วง lag phase ให้นานออกไป ซึ่งจะส่งเสริมผลของการใช้กรดให้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Dorsa *et al.* (1998) ที่พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 °ซ สามารถควบคุมปริมาณเชื้อ S. typhimurium ได้ โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 7 วัน

Prasai *et al.* (1991) พบว่าภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก ค่า pH ของเนื้อโคลดลงหลังจากการเก็บเนื้อโคที่อุณหภูมิ 4 °ซ เป็นเวลา 1 วัน หลังจากนั้นที่ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน ค่า pH กลับเพิ่มขึ้นจนมีค่า pH ใกล้เคียงกลุ่มควบคุม ทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญและเพิ่มจำนวนได้เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ ที่พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บ 5 และ 7 วัน จำนวนเชื้อ S. derby บนเนื้อสันนอกสุกรกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลเนื่องจากค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับก่อนสัมผัสสารละลายกรดแลกติก ทั้งนี้ Chung and Goepfert (1970) ยังรายงานว่าเชื้อ Salmonella spp. สามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ในสารละลายกรดแลกติกที่มีค่า pH ต่ำสุด 4.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

5.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณเชื้อ *S. aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S. aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นประมาณ 3 log cfu/g พบว่ากลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนเชื้อ *S.aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรได้ 0.19 log cfu/g โดยสามารถควบคุมปริมาณเชื้อไม่ให้แตกต่างไปจากกลุ่มควบคุมได้นานถึง 7 วัน ทั้งในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15°ซ ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพของกรดแลกติกและค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ลดลงทันทีภายหลังสัมผัสสารละลายกรดแลกติก โดยผลการทดลองมีความสอดคล้องกับ ผุสดี ตังวัชรินทร์ (2543) ซึ่งพบว่าสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) ที่ระยะเวลาเชื้อสัมผัสสารละลายนาน 2 นาที สามารถทำลายเชื้อ *S. aureus* ในหลอดทดลองได้อย่างสมบูรณ์ และจากผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่า จำนวนเชื้อ *S.aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรที่ระยะเวลาการเก็บ 5 และ 7 วัน มีจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับจำนวนเชื้อเริ่มต้นของกลุ่มควบคุม ในขณะที่จำนวนเชื้อที่ระยะเวลาการเก็บ 0 และ 1 วัน น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วยกรด และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำได้อธิบายดังข้อ 5.1

จากผลการศึกษายังสอดคล้องกับรายงานของ Surve *et al.* (1991) ที่พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 2% (v/v) สามารถลดจำนวนเชื้อ *S. aureus* บนเนื้อกระบือได้ต่ำที่สุดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 °ซ เป็นเวลา 1 วัน ซึ่งมีค่า 3.61 log cfu/g เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมก่อนทำการเก็บรักษา ซึ่งมีค่า 4.15 log cfu/g หลังจากนั้นที่ระยะเวลาการเก็บ 3 และ 7 วัน จำนวนเชื้อกลับเพิ่มขึ้นเป็น 4.07 และ 4.28 log cfu/g ตามลำดับ แต่ยังมีจำนวนใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมก่อนทำการเก็บรักษา ส่วนผลการศึกษาที่พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ ของกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีจำนวนเชื้อ *S. aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิสูง 15 °ซ ร่วมกับการใช้กรดแลกติกสามารถยับยั้งการเติบโตของเชื้อได้ สอดคล้องกับ Buchanan *et al.* (1992) ที่กล่าวว่าเชื้อ *S. aureus* สามารถเพิ่มจำนวนได้ตั้งแต่ที่อุณหภูมิประมาณ 10°ซ ขึ้นไป ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิ 15 °ซ ทำให้การเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนยังไม่ชัดเจน นอกจากนี้ในการศึกษายังใช้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ระดับต่ำ (3 log cfu/g) ทำให้สารละลายกรดแลกติกมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อ *S. aureus* ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษายังพบว่าในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ กลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นสามารถควบคุมปริมาณเชื้อไม่ให้เพิ่มขึ้นได้นาน 5 และ 7 วัน ในขณะที่ระหว่าง

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ กลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นสามารถควบคุมการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อได้เพียง 1 วัน เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Buchanan *et al.* (1992) ที่รายงานว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ สามารถควบคุมจำนวนเชื้อ *S. aureus* บนเนื้อสะโพกโคได้และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 7 วัน ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 และ 19°ซ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้เพียง 2 วัน

5.3 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

จากการตรวจวัดค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกร พบว่าค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่สัมผัสสารละลายกรดแลกติก 2% (v/v) ลดลงอย่างรวดเร็วโดยทันที ในขณะที่ภายหลังการเก็บเป็นเวลา 1 วัน ค่า pH ของเนื้อกลับมีค่าเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับก่อนทดลอง เหตุผลที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากภายหลังสัมผัสสารละลายกรดแลกติก กรดจะซึมผ่านเข้าไปอยู่ระหว่างเซลล์บริเวณผิวเนื้อ ทำให้บริเวณนั้นมีโปรตอนอิสระเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่า pH ที่ลดลงจึงเป็นผลเนื่องจากโปรตอนอิสระของกรดนั้นเอง และเมื่อเวลาผ่านไปโปรตอนอิสระที่อยู่ระหว่างเซลล์จะซึมผ่านเข้าไปภายในเซลล์ของแบคทีเรีย และภายในเซลล์ของกล้ามเนื้อ ดังนั้นค่า pH ของเนื้อจึงเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kim *et al.* (1995) ที่พบว่าค่า pH ของเนื้อปลาภายหลังการจุ่มสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) เป็นเวลานาน 1 นาที มีค่า pH ลดลงโดยทันที เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนจุ่มสารละลายกรดแลกติก และในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ เป็นเวลา 3 6 และ 9 วัน ค่า pH ของเนื้อปลากลับมีค่าเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับก่อนจุ่มสารละลายกรดแลกติก นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Marel *et al.* (1989) ที่พบว่าความเข้มข้นของกรดแลกติกที่บริเวณผิวน่องไก่ภายหลังสัมผัสสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น (0.5 mg/g) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ที่ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน ความเข้มข้นของกรดแลกติกกลับมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ในขณะเดียวกันค่า pH ของเนื้อน่องไก่ภายหลังสัมผัสสารละลายมีค่าลดลงในทันที

Dorsa *et al.* (1998) ได้พบว่าค่า pH ของเนื้อโคภายหลังสัมผัสสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) มีค่าลดลง แต่ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ เป็นเวลา 2 และ 7 วัน ค่า pH กลับเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้นจนใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ในขณะที่กลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีค่า pH ของเนื้อโคใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาการศึกษา เช่นเดียวกับผลการศึกษา ครั้งนี้ที่พบว่า ค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นมีค่าใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้จากผลการศึกษายังพบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ เป็นเวลา 5 และ 7 วัน เนื้อสันนอกมีค่า pH ลดลงตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ เชื้อมีโอกาสเจริญเติบโต จึงทำให้จำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น ดังนั้นจึงมีผลทำให้ค่า pH ของเนื้อสันนอกจะลดลงตามปริมาณเชื้อที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเชื้อทั้ง 2 ชนิด จะผลิตกรดได้จากน้ำตาลภายในเนื้อ ในขณะที่ที่อุณหภูมิ 4°ซ เนื้อสันนอกมีค่า pH ใกล้เคียงกัน ถึงแม้ว่าระยะเวลาการเก็บจะนานขึ้นก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ มีผลทำให้สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ จึงทำให้จำนวนเชื้อใกล้เคียงกันตลอดระยะเวลาทำการทดลอง

5.4 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

จากการตรวจหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกร พบว่ากลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีเปอร์เซ็นการสูญเสียน้ำหนักมากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น เนื่องจากค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกมีค่าต่ำกว่าทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2536) ที่กล่าวว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกจะทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น เนื่องจากกรดแลกติกจะแทรกซึมเข้าสู่เซลล์ผิวของเนื้อสัตว์ ทำให้เนื้อมีสภาพความเป็นกรดมากขึ้น อาจมีผลทำให้โปรตีนในกล้ามเนื้อที่ละลายน้ำได้สูญเสียคุณสมบัติบางประการ โดยจะตกตะกอนลงบนโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ ทำให้เนื้อสัตว์มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำลง และจะมีน้ำเยิ้มออกมาที่บริเวณผิวหน้าของเนื้อ ดังนั้นจึงมีการสูญเสียน้ำมากขึ้น และยังสอดคล้องกับการทดลองของ Alves *et al.* (1995) ที่พบว่าการใช้สารละลายกรดอินทรีย์ฉีดพ่นบนเนื้อสัตว์ เป็นสาเหตุให้มีการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น โดยการใช้กรดแลกติกมีการสูญเสียน้ำประมาณ 4.37 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อที่ไม่ได้ฉีดพ่นกรด ที่มีการสูญเสียน้ำประมาณ 2.35 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่าง ๆ กัน พบว่าเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ผลการทดลองสอดคล้องกับ นวรัตน์ โชติตันติกุล (2541) ที่รายงานว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน เนื้อสันนอกสุกรมีการสูญเสียน้ำประมาณ 0.90 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 วัน จะมีการสูญเสียน้ำประมาณ 1.87 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lopez – Bote and Warriss (1988) ที่พบว่าการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นเนื้อสันนอกสุกร ที่มีความหนาประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 – 2.0 เซนติเมตร ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 °ซ เป็นเวลา 5 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของชิ้นเนื้อสันนอกสุกรที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1 2 3 4 และ 5 วัน มีค่าเท่ากับ 1.88 2.75 3.41 3.94 และ 4.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการทดลองในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรมีค่าสูงกว่าผลการทดลองของวนิดา เอนกฤทธิ์ (2540) นวรัตน์ โชติตันติกุล (2541) และคมแข พิลาสมบัติ และคณะ (2542) ทั้งนี้เนื่องจากผลการศึกษาดังกล่าวเป็นการทดลองบนก้อนเนื้อ ในขณะที่การศึกษาครั้งนี้เป็นการทดลองบนชิ้นเนื้อที่ทำการเก็บรักษาด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง (-18 °ซ) ก่อนทดลอง และชิ้นเนื้อมีขนาดเล็ก ซึ่งมีความหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตร จึงทำให้มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวสัมผัสต่อน้ำหนักของเนื้อสูงกว่า ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรมีค่าสูงขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อทำการเก็บรักษานานขึ้น นอกจากนี้วิธีการแช่เยือกแข็งของการทดลองนี้เป็นการใช้กระบวนการแช่เยือกแข็งแบบช้า คือทำการเก็บที่อุณหภูมิตู้เยือกแข็ง -18 °ซ ซึ่ง จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) ได้กล่าวว่าการแช่แข็งเนื้อแบบช้า (-10 ถึง –15 °ซ) โอกาสที่ผนังเซลล์จะถูกทำลายมีมาก ทำให้มีการสูญเสียน้ำออกไปในระหว่างการละลายน้ำแข็งสูง นอกจากนี้ Lakritz *et al.* (1987) ยังได้รายงานว่าการฉายรังสีแกมม่าความเข้มข้นสูง (> 20 kGy) มีผลทำให้องค์ประกอบของโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยมีผลทำให้ไมโอซิน ซึ่งเป็นโปรตีนจากเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงมีบริเวณพื้นที่ลดลง 40 เปอร์เซ็นต์ จึงอาจมีผลทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อลดลง เช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ที่ทำการทดลองบนเนื้อสันนอกสุกรผ่านการฉายรังสีแกมม่าความเข้มข้น 25 kGy ที่พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการศึกษาของนักวิจัยท่านอื่น ๆ ที่ได้กล่าวมาในข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุป

ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อดังกล่าวให้มีเชื้อเริ่มต้น 5 และ 3 log cfu/g นั้นพบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อทั้ง 2 ชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 4 °ซ โดยสามารถควบคุมปริมาณเชื้อไม่ให้แตกต่างไปจากกลุ่มควบคุมได้นานถึง 7 วัน ในขณะที่กลุ่มควบคุม และกลุ่มน้ำกลั่นสามารถควบคุมการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อ Salmonella derby ได้เพียง 1 และ 5 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้นาน 5 และ 7 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 15 °ซ กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกไม่สามารถควบคุมจำนวนเชื้อ Salmonella derby ได้ เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น แต่กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกสามารถควบคุมจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ไม่ให้แตกต่างไปจากลุ่มควบคุมได้นานถึง 7 วัน ขณะที่กลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นสามารถควบคุมการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อได้เพียง 1 วัน เท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถควบคุมจำนวนเชื้อ Salmonella derby ได้ดี และการใช้สารละลายกรดแลกติกจะทำให้สามารถควบคุมจำนวนเชื้อได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ในขณะที่การใช้สารละลายกรดแลกติกสามารถควบคุมจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* แม้ว่าอุณหภูมิการเก็บจะสูงขึ้น

ส่วนในด้านคุณภาพอื่น ๆ ของเนื้อ ในการทดลองนี้ทำการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของค่า pH เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกร พบว่าสารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้ค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรลดลงโดยทันทีภายหลังสัมผัสสารละลาย แต่ภายหลังการเก็บ 1 วัน ค่า pH กลับเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับก่อนสัมผัสสารละลาย ในขณะที่สารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำผิดปกติอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสันนอกสุกรของกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และการเก็บรักษาเนื้อที่อุณหภูมิ 15 °ซ มีผลทำให้การสูญเสียน้ำของเนื้อสันนอกมีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสันนอกที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ นอกจากนี้การสูญเสียน้ำของเนื้อสันนอกจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองสามารถกล่าวได้ว่า สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรได้ แต่การลดลงของจำนวนเชื้อทั้ง 2 ชนิด มีค่าเล็กน้อย เนื่องจากสารละลายกรดแลกติกไม่สามารถทำลายเชื้อดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ โดยกรดอาจมีผลทำให้เชื้อบาดเจ็บเท่านั้น และการใช้สารละลายกรดแลกติกยังมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก เนื่องจากการสัมผัสสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) และการเก็บรักษา ทำให้เนื้อสูญเสียน้ำมากขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการทดลองการใช้สารละลายกรดแลกติกที่มีระดับความเข้มข้นต่ำกว่านี้โดยที่ยังคงมีความสามารถในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* ได้ และเนื่องจากในการทดลองใช้ชิ้นเนื้อขนาดเล็ก ทำให้การสูญเสียน้ำของเนื้อสันนอกมีเปอร์เซ็นต์มากจนผิดปกติ แสดงให้เห็นว่าวิธีการดังกล่าวไม่เหมาะสมในการใช้กับชิ้นเนื้อขนาดเล็ก จึงควรมีการทดลองกับซากหรือชิ้นเนื้อที่มีขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้เนื้อสุกรโดยทั่วไปมักมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ Salmonella spp. ในระดับต่ำ ดังนั้นจึงควรมีการทดลองการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นต่ำกว่านี้ ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby ของสารละลายกรดแลกติกดีขึ้นแม้ว่าอุณหภูมิการเก็บรักษาเนื้อจะสูงขึ้นก็ตาม เพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะความเป็นจริงยิ่งขึ้น ส่วนการทำให้เนื้อปลอดเชื้อโดยการฉายรังสี มีผลทำให้คุณภาพของเนื้อทางด้านการสูญเสียน้ำของเนื้อเปลี่ยนแปลงไป จึงน่าจะมีการศึกษาโดยใช้เนื้อสุกรสดที่ได้จากขั้นตอนการฆ่าที่ได้มาตรฐาน และไม่ได้มาตรฐานที่ไม่ต้องผ่านการฉายรังสีเพื่อควบคุมปริมาณเชื้อ แต่ใช้วิธีการตรวจนับจำนวนเชื้อเริ่มต้น โดยอาจจัดแบ่งเป็นกลุ่มของเนื้อที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นต่าง ๆ กัน และศึกษาผลการควบคุมปริมาณเชื้อโดยการวัดจากจำนวนเชื้อที่ลดลง

นอกจากนี้จากผลการทดลองยังกล่าวได้ว่า สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) ที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 15 °ซ สามารถควบคุมจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ไม่ให้แตกต่างไปจากกลุ่มควบคุมก่อนการเก็บรักษาได้นานถึง 7 วัน ซึ่งจากสถานการณ์ที่เป็นอยู่ปัจจุบันการดูแลรักษาเนื้อสัตว์ก่อนการจำหน่ายและขณะวางในตลาดสด หรือแม้แต่ในซุปเปอร์มาร์เก็ตส่วนใหญ่ก็ยังไม่มีมาตรฐาน กล่าวคือห้องเย็นในการเก็บรักษาและตู้เย็นขณะวางจำหน่ายมักสูงกว่าอุณหภูมิเก็บเย็น (0 – 4 °ซ) คือตั้งแต่ 10 °ซ ขึ้นไป ส่งผลให้เนื้อสุกรที่ผู้บริโภคซื้อย่อมมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อยู่สูง เนื้อสัตว์เน่าเสียเร็วไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน ดังนั้นการใช้สารละลายกรดแลกติกในการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ จึงเป็นวิธีการที่น่าจะนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อสัตว์ ซึ่งจะเป็นการลดอันตรายของผู้บริโภคจากการบริโภคเนื้อสัตว์ที่มี

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ตลอดจนทำให้เนื้อสัตว์มีคุณภาพได้มาตรฐานสามารถส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กองควบคุมโรคระบาด. 2525. รายงานประจำปี 2525. กรุงเทพมหานคร : กรมปศุสัตว์.

เกรียงศักดิ์ แดงพรม และศศิธร คณะรัตน์. 2530. "การปนเปื้อนของเชื้อซาลโมเนลลาในโรงฆ่าไก่." หน้า 3 – 5. ใน การประชุมสัมมนาวิชาการ ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : กรมปศุสัตว์.

คมแข พิลาสมบัติ. 2540. "การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านขบวนการฆ่ามาตรฐาน และไม่มาตรฐานโดยการใช้สารละลายกรดแลกติก และคลอรีน." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

คมแข พิลาสมบัติ และคณะ. 2542. " การลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรโดยใช้สารละลายกรดแลกติก." หน้า 435 - 443. ใน เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ 30 ปี เกษตรเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า - เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2536. "การบรรจุเนื้อสดแช่เย็น." หน้า 52 – 57. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมเทคโนโลยีการตัดแต่งและสุขศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. "ความสามารถของการอุ้มน้ำในเนื้อสัตว์." หน้า 1 – 18. ใน เอกสารคำสอนวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ. 2540ก. "การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านกระบวนการฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐานโดยใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีน." หน้า 94-95. ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ. 2540ข. "การชำแหละซากอุ่นต่อคุณภาพเนื้อสุกร." หน้า 96 - 97. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35 สาขาสัตว์. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.

นวรัตน์ โชติตันติกุล. 2541. "ผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณลักษณะของคุณภาพเนื้อสุกรบางประการ." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผุสดี ตังวัชรินทร์. 2543. "ประสิทธิภาพสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหาร." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เพ็ญศรี รอดมา และอุรารัตน์ วุฒิกรพันธ์. 2536. "การศึกษาสภาวะ Microaerobic ในการวิเคราะห์ *Campylobacter spp.* สำหรับผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่แข็ง." วารสารกระทรวงสาธารณสุข. 12 (3) : 60 - 68.

เพ็ญศรี รอดมา. 2539. "การศึกษาสภาวะ Microaerobic สำหรับอาหารแช่แข็งเพื่อการส่งออก." หน้า 6 – 10. ใน **รายงานประจำปีของกองวิเคราะห์อาหาร.** กรุงเทพมหานคร : กรมวิทยาศาตร์การแพทย์.

วนิดา เอนกฤทธิ์. 2540. "การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรแช่เย็นบรรจุถาดโดยการใช้สารละลายกรดแลกติก." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิพิชญ์ ไชยศรีสงคราม และคณะ. 2534. "ซัลโมเนลลาและชีโรไทป์ที่พบในเนื้อไก่แช่แข็ง." หน้า 6-7. ใน เอกสารวิชาการฝ่ายสัตวแพทย์สาธารณสุข. กรุงเทพมหานคร : กรมปศุสัตว์.

สุมาลี บุญมา และคณะ. 2540. "การศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่และเนื้อหมู." วารสารเกษตรศาสตร์. 31 (4) : 413 - 418.

สุมาลี บุญมา และคณะ. 2538. "การตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาโดยวิธี Standard Conventional และวิธี MSRV." หน้า 218 - 230. ใน **การประชุมวิชาการสัตวแพทย์ ครั้งที่ 22.** กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

ศศิธร คณะรัตน์ และกาญจนี ธรรมาพิพัฒนกุล. 2534. "การตรวจวิเคราะห์เนื้อสัตว์ในห้องปฏิบัติการ." หน้า 5–7. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมพนักงานตรวจเนื้อฝ่ายสัตวแพทย์ สาธารณสุข. กรุงเทพมหานคร : กรมปศุสัตว์.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และคณะ. 2536. "การปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella ในเนื้อไก่สดแช่แข็งเพื่อการส่งออก." **วารสารอาหาร.** 23 (4) : 481 - 483.

Acuff, G. R. *et al.* 1987. "Effect of acid decontamination of beef subprimal cuts on the microbiological and sensory characteristics of steaks." **Meat Sci.** 19 (2) : 217 – 226.

Adam, M.R. and Hall, C.A. 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Alves, L.*et al.* 1995. "Meat decontamination with organic acids II - Vacuum packed meat." **Vet. Tecnica.** 5 (1) :22 - 26.

Anderson, M.E. 1990. "Reducing microbial population on beef tissue : concentration and temperature of lactic acid." **J. Food Saf.** 10 (2) : 131 - 190.

Bangtrakulnonth A. *et al.* 1994. "Study of Pig Salmonellosis in Thailand." 220. in **Proceeding of the 13th IPVS Congress.** Bangkok : Triranasar press.

Barnes, E.M. and Shrimpton, D.H. 1968. "The effect of processing and marketing procedures on the bacteriological condition and shelf life of eviscerated turkeys." **Brit. Poult. Sci.** 9 : 243 - 251.

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

Boyd, R.F. and Marr, J.J. 1980. **Medical Microbiology.** Boston : Little, Brown and Company, Inc.

Bryan, F.L. *et al.* 1979. **Food - borne Infections and Intoxications.** London : Academic Press, Inc.

Buchanan, R.L. *et al.* 1992. "Feasibility of using microbiological indicator assays to detect temperature abuse in refrigerated meat, poultry and seafood products." **Food Microbiol.** 9 : 279 - 301.

Chung, K.C. and Goepfert, J.M. 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.

Cox, N.A. *et al.* 1975. "*Enterobacteriaceae* at various stages of poultry chilling." **J. Food Sci.** 40 (1) : 44 - 46.

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

Cudjoe, K.S. and Kapperud, G. 1991. "The effect of lactic acid spray on *Campylobacter jejuni* inoculated onto poultry carcasses." **Acta Vet. Scand.** 32: 491 – 498.

Dorsa, W. J. *et al.* 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 Prot.** 61 (3) : 300 – 306.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duitschaever, C.L. and Buteau, C. 1979. "Incidence of Salmonella in pork and poultry products." **J. Food Prot.** 42 (8) : 662 - 663.

Eklund, T. 1989. **Organic Acid and Esters.** London : Elsevier Applied Science.

Ella, M.B. 1979. "The intestinal microflora of poultry and game birds during life and after storage." **J. Appl. Bacteriol.** 46 : 407 - 419.

Ellerbroek, L. 1997. "Airborne microflora in poultry slaughtering establishments." **Food Microbiol.** 14 : 527 - 531.

EL-knateib, T. *et al.* 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. et al. 1993. "Prevalence of *Campylobacter spp.* and Salmonella spp. on pork carcasses and the reduction effected by spraying with lactic acid." **J. Food Prot.** 56 (6) : 536 - 537.

FAO/WHO. 1974. "Toxicology evaluation of some food additives." 461-465. 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.

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

Gill, C.O. and Bryant, J. 1993. "The presence of *Escherichia coli*, Salmonella and Campylobacter in pig carcass dehairing equipment." **Food Microbiol.** 10 : 337 - 344.

Guerrero, I. and Taylor, A.J. 1994. "Meat surface decontamination using lactic acid from chemical and microbial sources." **Leb. Wiss. Technol.** 27 : 201 - 209.

Guthrie, R.K. 1992. **Salmonella.** Florida : CRC Press, Inc.

Hamza, M.A. 1996. "Evaluation of diet containing Lactobacilli on performance, Fecal Coliform and Lactobacilli of young dairy calves." **Anim. Feed Sci. Technol.** 57 (1) : 39 – 49.

Helena, R.L. 1993. " Selective enterotoxin production in Food *Staphylococcus aureus*." **J.Food Prot.** 56 (6) : 538 - 540.

Higginbotham, G.E. and Bath, D.L. 1993. "Evaluation of *Lactobacillus* fermentation cultures in calf feeding system." **J. Dairy Sci.** 76 (3): 615 - 620.

Hobbs, B.C. and Gilbert, R.J. 1978. **Food Poisoning and Food Hygiene.** London : Edward Arnold Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Huis in't veld, J.H. *et al.* 1994. "Impact of animal husbandry and slaughter technologies on microbial contaminaton of meat : monitoring and control." **Meat Sci.** 36 (1 and 2) : 123 - 153.

Humphrey, T.J. 1990. "Public health implications of the infection of egg-laying hens with Salmonella enteritidis phage type 4." **Wld's Poult. Sci. J.** 46 : 5 - 13.

Hwang, C.A. and Beuchat, L.R. 1995. "Efficacy of selected chemicals for killing pathogenic and spoilage microorganisms on chicken skin." **J.Food Prot.** 58 (1) : 19 - 23.

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

Jay, J.M. 1970. **Modern Food Microbiology.** New York : Rienhold Book Corporation.

Jernkinchan, J. *et al.* 1994. "Occurrence of Salmonella in raw broilers and their products in Thailand." **J.Food Prot.** 57 (9) : 808 - 810.

Kim, C.R. *et al.* 1995. "Gram - negative bacteria in refrigerated catfish fillets treated with lactic culture and lactic acid." **J.Food Prot.** 58 (6) : 639 - 643.

Kim, J.W. *et al.* 1993a. "Penetration of Salmonella typhimurium into turkey skin." **J.Food Prot.** 56 (4) : 292 - 296.

Kim, J.W. *et al.* 1993b. "Attachment of Salmonella typhimurium to skin of turkey that had been defeathering through three difference system : scanding electron microscopic examination." **J.Food Prot.** 56(5):395-400.

Kotula, K.L. 1974. "Beef carcass washing to reduce bacterial contamination." Anim. Sci. 39 (4) : 674 - 679.

Kotula, K.L. and Pandya, Y. 1995. "Bacterial contamination of broiler chickens before scalding." **J.Food Prot.** 58 (12) : 1326 - 1329.

Kriengsak, D. 1993. "Distribution of Salmonella in the poultry pro plant." 277 – 291. in **Proceding 11th International Symposium of the World Association of Veterinary Food Hygiene.** Bangkok : Triranasar press.

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

Labots, H. *et al.* 1983. "Study into the possibilities to reduce the Salmonella colony count of pig Carcasses under practical conditions." 154 – 156. in **Zeist. Central Institute for Nutrition and Food. Research.** Netherland : TNO.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lakritz, L. *et al.* 1987. "Immediate effects of ionizing radiation on the structure of unfrozen bovine muscle tissue." **Meat Sci.** 20 (2) : 107 – 117.

Lillard, H.S. 1990. "The impact of commercial processing procedures on the bacterial contamination of broiler carcass." **J. Food Prot.** 53 (3) : 202 - 204.

Longdell, G.R. 1994. "Advance technologies in the meat industry." **Meat Sci.** 36 (1 and 2) : 277 - 291.

Longree, K. and Armbruster, G. 1987. **Quantity Food Sanitation.** New York : A Wiley – Interscience Publication.

Lopez – Bote, C. and Warriss, P.D. 1988. "A note on the relationships between measures of water holding capacity in the M. longissimus dorsi and total drip loss from butchered pig carcasses during storage." **Meat Sci.** 23 (3) : 227 – 234.

Marel, G.M.V. *et al.* 1989. "Effect of lactic acid treatment during processing on the sensory quality and lactic acid content of fresh broiler chickens." **Int. J. Food Sci. Technol.** 24 (1) : 11 – 16.

Mathieu, A.M. *et al.* 1992. "Hot – Boning and acid decontamination : a technology for developing country." **Fleischwirtsch.** 72 (9) : 1273 – 12753.

Miller, B.F. 1989. "Acidified poultry diets and their implications for the poultry industry." **Biotechnol. Feed Ind.** 46 : 193 - 201.

Miller, M.F. *et al.* 1997. "Microbiology of pork carcasses from pigs with differing origins and feed withdrawal times." **J.Food Prot.** 60 (3) : 242 - 245.

Netten, P.V. *et al.* 1994. "An *in vitro* meat model for the immediate bactericidal effect of lactic acid decontamination on meat surfaces." J. Appl. Bact. 76 : 49 - 54.

Norman, G. M. 1989. **Principles of Food Sanitation.** 2nd ed. New York :Van Nostrand Reinhold.

Oliveira, M. and Brito, D. 1996. "Lactic acid effect on the decontamination of sheep meat (lamb) packed in vacuum." **Vet. Tecnica.** 6 : 30 - 33.

Parturkar, A.M. *et al.* 1992. "Prevalence of Salmonella in meats and sea food of Bombay City." **J. Food Sci. Technol.** 29 (4) : 242 - 243.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Pereira, J.L. *et al.* 1982. "Effect of temperature, pH and sodium chloride concentrations on production of Staphylococcal enterotoxin A and B." **J.Food Prot.** 45 (14) : 1306 - 1309.

Phebus, R.K. *et al.* 1997. "Comparison of steam pasteurization and other methods for reduction of pathogens on surfaces of freshly slaughtered beef." **J. Food Prot.** 60 (5) : 476 – 484.

Plummer, R.A.S. 1995. "Salmonella contamination on retail chicken product sold in the U.K." **J. Food Prot.** 58 (8) : 843 - 846.

Prasai, R.K. *et al.* 1997. "Microbiological quality of beef subprimals as affected by lactic acid sprays applied at various points during vacuum storage." **J. Food Prot.**60 (7) : 795 - 798.

Prasai, R.K. *et al.* 1991. "Microbiological effects decontamination of beef carcass at various location in processing." **J. Food Prot.** 54 : 868 - 872.

Prasai, R.K. *et al.* 1992. "Microbiological effects of acid decontamination of pork carcasses at various locations processing." **Meat Sci.** 32 : 413 - 423.

Saide-Albornoz, J.J. 1995. "Contamination of pork carcasses during slaughter, fabrication and chilled storage." **J. Food Prot.** 58 (9) : 993 - 997.

Sammarco, M.L. *et al.* 1997. "Prevalence of Salmonellae, Listeriae and Yersiniae in the Slaughterhouse environment and on work surfaces, equipments and workers." **J. Food Prot.** 60 (4) : 367 - 371.

Sasitorn, K. *et al.* 1993. "Microbial ecology of pork in Bangkok." 354 – 362. in **Proceeding 11th International Symposium. WAVFH.** Bangkok : Triranasar press.

Sawaya, W.N. *et al.* 1995. "Storage stability of chicken as affected by MAP and lactic acid treatment." **J. Food Sci.** 60:611-614.

Shanson, D.C. 1982. **Microbiology in Clinical Practice.** Bristol : Wright PSG.

Shivas, S.D. *et al.* 1984. "Effect of ascorbic acid on display life of ground beef." **J. Food Prot.** 47 : 11 - 18.

Sierra, M.L. 1995. "Prevalence of Salmonella, Yersinia, Aeromonas, Campylobacter and cold-growing *Escherichia coli* on freshy dress lamb carcasses." **J. Food Prot.** 58 (11) : 1183 - 1185.

Slavik, F.M. *et al.* 1995. "Reduction of Salmonella and Campylobacter on chicken carcass by changing scalding temperature." **J. Food Prot.** 58 (6) : 689 - 691.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smulders, F.J.M. *et al.* 1986. "Lactic acid : consideration in favour of its acceptance as a meat decontamination." **J. Food Technol.** 21 : 419 - 436.

Smulders, F.J.M. and Van Laack R.L.J.M. 1992. "On the quality of pork I. microbiological concerns." **Fleischwirtsch.** 72 (6) : 88 - 89.

Snijders, J.M.A. *et al.* 1985. "Lactic acid as a decontamination in slaughter and processing procedured." **Vet. Quart.** 7 (4) : 277 – 282.

Surve, A.N. *et al.* 1991. "Preservative effect of combinations of acetic acid with lactic or propionic acid on buffalo meat stored at refrigeration temperature." **Meat Sci.** 29 : 309 – 322.

Tamblyn, K.C. and Conner, D.E. 1997. "Bactericidal activity of organic acids against Salmonella typhimurium attached to broiler chicken skin." **J. Food Prot.** 60 (6) : 629 - 633.

Thoeger, K. 1993. "Scalding and dehairing technology influence on the bacteria count of pig carcass." **Fleischwirtsch.** 73 (10) : 1157 - 1760.

Thomas, C.J. and McMeekin, T.A. 1981. "Attachment of Salmonella spp. to chicken muscle surface." **J.Appl.Environ.Microbiol.** 42 (1) : 130 - 134.

Vandenbasch, L.L. *et al.* 1973. "Optimum temperature for enterotoxin production by *Staphylococcus aureus* S-6 and 137 in liquid medium." **Appl.Microbiol.** 25 (3):498-500.

Visser, I.J.R. *et al.* 1988. "Microbiological conditions and keeping quality of veal tongues as affected by lactic acid decontamination and vacuum packaging." **J.Food Prot.** 51 : 208 - 213.

Vorster, S.M. *et al.* 1994. "Incidence of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in ground beef, broilers and process meats in Pretoria, South Africa." **J.Food Prot.** 57 (4) : 305 – 310.

Waldroup, A. *et al.* 1994. "Performance characteristics and microbiological aspects of broilers fed diets supplemented with organic acids." **J.Food Prot.** 58 (5) : 482 - 489.

WHO. 1988. "Salmonella control." **The Role of Animal and Product Hygiene Technical Report Series No. 774.** Geneva : World Health Organization.

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

Woolthuis, C.H.J. *et al.* 1984. "Microbial decontamination of porcine liver with lactic acid and hot water." **J. Food Prot.** 47 (3) : 220 - 226.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Zeitoun, A.A.M. and Debevere, J.M. 1990. "The effect of treatment with buffered lactic acid on microbial decontamination and on shelf-life of poultry." **Intl.J.Food Microbiol.** 11 : 305 - 312.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.1 แสดงอุณหภูมิของเนื้อสันนอกสุกร ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณของเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	อุณหภูมิของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ					
	กลุ่มควบคุม		กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น		กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก	
	อุณหภูมิ (°ซ)		อุณหภูมิ (°ซ)		อุณหภูมิ (°ซ)	
	4	15	4	15	4	15
0	17.01 ± 0.90	16.99 ± 0.92	17.03 ± 0.8	17.08 ± 0.94	17.03 ± 0.80	16.94 ± 0.84
1	8.76 ± 0.13	16.47 ± 0.13	8.65 ± 0.17	16.52 ± 0.13	8.70 ± 0.16	16.52 ± 0.16
3	7.65 ± 0.25	17.31 ± 0.14	7.65 ± 0.20	17.16 ± 0.14	7.64 ± 0.16	17.40 ± 0.12
5	7.08 ± 0.13	16.99 ± 0.24	7.01 ± 0.19	16.60 ± 0.16	6.99 ± 0.12	17.08 ± 0.16
7	6.42 ± 0.12	16.83 ± 0.13	6.49 ± 0.14	17.04 ± 0.15	6.49 ± 0.13	16.96 ± 0.21

ตารางผนวกที่ 7.2 แสดงอุณหภูมิของเนื้อสันนอกสุกร ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดปริมาณของเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	อุณหภูมิของเนื้อสันนอกสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ					
	กลุ่มควบคุม		กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น		กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก	
	อุณหภูมิ (°ซ)		อุณหภูมิ (°ซ)		อุณหภูมิ (°ซ)	
	4	15	4	15	4	15
0	16.50 ± 0.96	17.01 ± 1.06	16.89 ± 1.22	16.84 ± 1.09	16.83 ± 0.81	17.05 ± 1.19
1	9.53 ± 0.08	16.82 ± 0.15	9.53 ± 0.08	16.71 ± 0.10	9.53 ± 0.09	16.87 ± 0.20
3	8.69 ± 0.11	16.73 ± 0.12	8.59 ± 0.10	16.64 ± 0.16	8.61 ± 0.19	16.68 ± 0.08
5	8.40 ± 0.11	16.61 ± 0.16	8.32 ± 0.08	16.51 ± 0.15	8.19 ± 0.67	16.47 ± 0.14
7	6.61 ± 0.16	16.55 ± 0.13	6.61 ± 0.11	16.56 ± 0.12	6.61 ± 0.11	16.57 ± 0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

ตารางผนวกที่ 7.3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดจำนวนเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีเชื้อปริมาณเริ่มต้น 5 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Pr > F
Treatment	29	319.2669	11.0092	193.15	0.0001
A	2	24.4790	12.2395	214.74	0.0001
B	1	165.5701	165.5701	2904.88	0.0001
C	4	75.9668	18.9917	333.20	0.0001
A* B	2	0.7374	0.3687	6.47	0.0018
B * C	4	47.9443	11.9860	210.29	0.0001
A * C	8	3.5952	0.4494	7.88	0.0001
A * B * C	8	0.9738	0.1217	2.14	0.0328
Error	270	15.3892	0.0569		
Corrected Total	299	334.6562			

C.V. = 3.9807 R-Square = 0.9540 Root MSE = 0.2387

หมายเหตุ A หมายถึง กลุ่มของเนื้อสันนอกมี 3 ระดับ คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

B หมายถึง อุณหภูมิการเก็บรักษามี 2 ระดับ คือ 4 และ 15 °ซ

C หมายถึง ระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรมี 5 ระดับ คือ 0 1 3 5 และ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.4 แสดงค่า Least Squares Means และการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อเชื้อ Salmonella derby บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

General Linear Models Procedure

Least Squares Means

TRT	TEMP	DATE	COUNT LSMEAN	LSMEAN Number
L2	15	0	5.06800000	1
L2	15	1	5.71700000	2
L2	15	3	6.37700000	3
L2	15	5	6.84900000	4
L2	15	7	7.46500000	5
L2	4	0	5.07100000	6
L2	4	1	4.85400000	7
L2	4	3	4.72800000	8
L2	4	5	4.83500000	9
L2	4	7	5.01200000	10
NO	15	0	5.38200000	11
NO	15	1	6.53500000	12
NO	15	3	7.35800000	13
NO	15	5	7.62800000	14
NO	15	7	7.93100000	15
NO	4	0	5.31300000	16
NO	4	1	5.41300000	17
NO	4	3	5.53300000	18
NO	4	5	5.57300000	19
NO	4	7	5.81000000	20
WA	15	0	5.24500000	21
WA	15	1	6.62300000	22
WA	15	3	7.28600000	23
WA	15	5	7.72700000	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.4 (ต่อ)

TRT	TEMP	DATE	COUNT	LSMEAN
			LSMEAN	Number
WA	15	7	7.91300000	25
WA	4	0	5.06800000	26
WA	4	1	5.13600000	27
WA	4	3	5.33400000	28
WA	4	5	5.49200000	29
WA	4	7	5.64500000	30

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.9776	0.0460	0.0016	0.0299
2	0.0001	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3	0.0001	0.0001	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
4	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
6	0.9776	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0431	0.0015	0.0279
7	0.0460	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0431	.	0.2390	0.8589
8	0.0016	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0015	0.2390	.	0.3172
9	0.0299	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0279	0.8589	0.3172	.
10	0.6004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.5810	0.1401	0.0083	0.0985
11	0.0036	0.0019	0.0001	0.0001	0.0001	0.0039	0.0001	0.0001	0.0001
12	0.0001	0.0001	0.1401	0.0036	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
13	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.3172	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.1280	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
15	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
16	0.0225	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0242	0.0001	0.0001	0.0001
17	0.0014	0.0047	0.0001	0.0001	0.0001	0.0015	0.0001	0.0001	0.0001
18	0.0001	0.0860	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
19	0.0001	0.1786	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
20	0.0001	0.3845	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.4 (ต่อ)

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	0.0985	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.1043	0.0003	0.0001	0.0002
22	0.0001	0.0001	0.0220	0.0352	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
23	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0948	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
24	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0148	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
25	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
26	1.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.9776	0.0460	0.0016	0.0299
27	0.5247	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.5432	0.0087	0.0002	0.0052
28	0.0133	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0144	0.0001	0.0001	0.0001
29	0.0001	0.0360	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
30	0.0001	0.5007	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.6004	0.0036	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0225	0.0014	0.0001
2	0.0001	0.0019	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0047	0.0860
3	0.0001	0.0001	0.1401	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
4	0.0001	0.0001	0.0036	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
5	0.0001	0.0001	0.0001	0.3172	0.1280	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
6	0.5810	0.0039	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0242	0.0015	0.0001
7	0.1401	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
8	0.0083	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
9	0.0985	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
10	.	0.0006	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0052	0.0002	0.0001
11	0.0006	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.5187	0.7718	0.1584
12	0.0001	0.0001	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
13	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0120	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0120	.	0.0049	0.0001	0.0001	0.0001
15	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0049	.	0.0001	0.0001	0.0001
16	0.0052	0.5187	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.3498	0.0403
17	0.0002	0.7718	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.3498	.	0.2620
18	0.0001	0.1584	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0403	0.2620	.

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอสงวนสิทธิ์ในการดำเนินการกับผู้ละเมิดทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.4 (ต่อ)

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	0.0001	0.0747	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0155	0.1352	0.7082
20	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0100
21	0.0299	0.2005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.5247	0.1168	0.0074
22	0.0001	0.0001	0.4105	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
23	0.0001	0.0001	0.0001	0.5007	0.0015	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
24	0.0001	0.0001	0.0001	0.0006	0.3546	0.0571	0.0001	0.0001	0.0001
25	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0081	0.8662	0.0001	0.0001	0.0001
26	0.6004	0.0036	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0225	0.0014	0.0001
27	0.2465	0.0220	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0985	0.0100	0.0002
28	0.0028	0.6534	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.8442	0.4600	0.0634
29	0.0001	0.3038	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0948	0.4600	0.7013
30	0.0001	0.0144	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0021	0.0307	0.2951

i/j	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0.0001	0.0001	0.0985	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	1.0000	0.5247
2	0.1786	0.3845	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0220	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0352	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0948	0.0148	0.0001	0.0001	0.0001
6	0.0001	0.0001	0.1043	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.9776	0.5432
7	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0460	0.0087
8	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0016	0.0002
9	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0299	0.0052
10	0.0001	0.0001	0.0299	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.6004	0.2465
11	0.0747	0.0001	0.2005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0036	0.0220
12	0.0001	0.0001	0.0001	0.4105	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
13	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.5007	0.0006	0.0001	0.0001	0.0001
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0015	0.3546	0.0081	0.0001	0.0001
15	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0571	0.8662	0.0001	0.0001
16	0.0155	0.0001	0.5247	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0225	0.0985

เอกสารนี้ ... ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณี ... ครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.4 (ต่อ)

i/j	19	20	21	22	23	24	25	26	27
17	0.1352	0.0002	0.1168	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0014	0.0100
18	0.7082	0.0100	0.0074	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002
19	.	0.0273	0.0023	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
20	0.0273	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
21	0.0023	0.0001	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0985	0.3082
22	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
23	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
24	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0826	0.0001	0.0001
25	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0826	.	0.0001	0.0001
26	0.0001	0.0001	0.0985	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.5247
27	0.0001	0.0001	0.3082	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.5247	.
28	0.0260	0.0001	0.4053	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0133	0.0648
29	0.4487	0.0032	0.0215	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0010
30	0.5007	0.1234	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

i/j	28	29	30
1	0.0133	0.0001	0.0001
2	0.0004	0.0360	0.5007
3	0.0001	0.0001	0.0001
4	0.0001	0.0001	0.0001
5	0.0001	0.0001	0.0001
6	0.0144	0.0001	0.0001
7	0.0001	0.0001	0.0001
8	0.0001	0.0001	0.0001
9	0.0001	0.0001	0.0001
10	0.0028	0.0001	0.0001
11	0.6534	0.3038	0.0144
12	0.0001	0.0001	0.0001
13	0.0001	0.0001	0.0001
14	0.0001	0.0001	0.0001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.4 (ต่อ)

i/j	28	29	30
15	0.0001	0.0001	0.0001
16	0.8442	0.0948	0.0021
17	0.4600	0.4600	0.0307
18	0.0634	0.7013	0.2951
19	0.0260	0.4487	0.5007
20	0.0001	0.0032	0.1234
21	0.4053	0.0215	0.0002
22	0.0001	0.0001	0.0001
23	0.0001	0.0001	0.0601
24	0.0001	0.0001	0.0001
25	0.0001	0.0001	0.0001
26	0.0133	0.0001	0.0001
27	0.0648	0.0010	0.0001
28	.	0.1401	0.0039
29	0.1401	.	0.1530
30	0.0039	0.1530	.

หมายเหตุ NO หมายถึง กลุ่มควบคุม

WA หมายถึง กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น

L2 หมายถึง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

4 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ

15 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

0 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 0 วัน

1 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน

3 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน

5 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 5 วัน

7 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Pr > F
Treatment	35	6.3023	0.1800	11.32	0.0001
A	2	1.8176	0.9088	57.16	0.0001
B	1	0.8506	0.8506	53.50	0.0001
C	5	0.5825	0.1165	7.33	0.0001
A* B	2	2.0471	1.0235	64.37	0.0001
B * C	5	0.5032	0.1006	6.33	0.0001
A * C	10	0.4567	0.0456	2.87	0.0019
A * B * C	10	0.0441	0.0044	0.28	0.9857
Error	324	5.1518	0.0159		
Corrected Total	359	11.4546			

C.V. = 2.1795 R-Square = 0.5502 Root MSE = 0.1260

หมายเหตุ A หมายถึง กลุ่มของเนื้อสันนอกมี 3 ระดับ คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

B หมายถึง อุณหภูมิการเก็บรักษามี 2 ระดับ คือ 4 และ 15 °ซ

C หมายถึง ระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรมี 5 ระดับ คือ 0 1 3 5 และ 7 วัน

ตารางผนวกที่ 7.6 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลสารละลายกรดแลกติกค่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

วิธีการ	NO	WA	L2
NO	.	0.0001	0.0001
WA		.	0.0001
L2			.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ NO หมายถึง กลุ่มควบคุม

WA หมายถึง กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น

L2 หมายถึงกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

ตารางผนวกที่ 7.7 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

อุณหภูมิการเก็บรักษา (°ซ)	4	15
4	.	0.0001
15		.

หมายเหตุ 4 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ
15 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ตารางผนวกที่ 7.8 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	PREDIP	0	1	3	5	7
PREDIP	.	0.0019	0.0044	0.4876	0.8057	0.6026
0		.	0.0001	0.0155	0.0042	0.0096
1			.	0.0004	0.0020	0.0008
3				.	0.6538	0.8622
5					.	0.7834
7						.

หมายเหตุ PREDIP หมายถึง ก่อนสัมผัสสารละลาย
0 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 0 วัน
1 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน
3 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน
5 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 5 วัน
7 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.9 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

วิธีการ	4NO	15NO	4WA	15WA	4L2	15L2
4NO	.	0.0001	0.3856	0.0001	0.0013	0.0001
15NO		.	0.0001	0.0001	0.0759	0.0001
4WA			.	0.0001	0.0001	0.0001
15WA				.	0.0001	0.0019
4L2					.	0.0001
15L2						.

หมายเหตุ 4NO หมายถึง กลุ่มควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ
15NO หมายถึง กลุ่มควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ
4WA หมายถึง กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ
15WA หมายถึง กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ
4L2 หมายถึง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ
15L2 หมายถึง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ตารางผนวกที่ 7.10 แสดงค่า Least Squares Means อิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อต้น 5 log cfu/g

General Linear Models Procedure

Least Squares Means

TRT	DATE	PH LSMEAN	LSMEAN Number
L2	0	5.54200000	1
L2	1	5.79900000	2
L2	3	5.69400000	3
L2	5	5.69300000	4
L2	7	5.67700000	5
L2	PREDIP	5.77800000	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.10 (ต่อ)

TRT	DATE	PH LSMEAN	LSMEAN Number
NO	0	5.85500000	7
NO	1	5.92100000	8
NO	3	5.85300000	9
NO	5	5.86700000	10
NO	7	5.87600000	11
NO	PREDIP	5.85500000	12
WA	0	5.76300000	13
WA	1	5.85400000	14
WA	3	5.78100000	15
WA	5	5.79900000	16
WA	7	5.78700000	17
WA	PREDIP	5.74300000	18

Least Squares Means for effect TRT*DATE

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

Dependent Variable: PH

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.	0.0001	0.0002	0.0002	0.0008	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2	0.0001	.	0.0089	0.0082	0.0024	0.5988	0.1612	0.0024	0.1766
3	0.0002	0.0089	.	0.9800	0.6702	0.0359	0.0001	0.0001	0.0001
4	0.0002	0.0082	0.9800	.	0.6885	0.0338	0.0001	0.0001	0.0001
5	0.0008	0.0024	0.6702	0.6885	.	0.0118	0.0001	0.0001	0.0001
6	0.0001	0.5988	0.0359	0.0338	0.0118	.	0.0544	0.0004	0.0609
7	0.0001	0.1612	0.0001	0.0001	0.0001	0.0544	.	0.0989	0.9600
8	0.0001	0.0024	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0989	.	0.0891
9	0.0001	0.1766	0.0001	0.0001	0.0001	0.0609	0.9600	0.0891	.
10	0.0001	0.0891	0.0001	0.0001	0.0001	0.0263	0.7637	0.1766	0.7257
11	0.0001	0.0544	0.0001	0.0001	0.0001	0.0145	0.5988	0.2599	0.5645
12	0.0001	0.1612	0.0001	0.0001	0.0001	0.0544	1.0000	0.0989	0.9600

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.10 (ต่อ)

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	0.0001	0.3673	0.0845	0.0801	0.0318	0.7070	0.0217	0.0001	0.0247
14	0.0001	0.1688	0.0001	0.0001	0.0001	0.0575	0.9800	0.0939	0.9800
15	0.0001	0.6520	0.0298	0.0280	0.0095	0.9401	0.0644	0.0005	0.0719
16	0.0001	1.0000	0.0089	0.0082	0.0024	0.5988	0.1612	0.0024	0.1766
17	0.0001	0.7637	0.0203	0.0190	0.0061	0.8216	0.0891	0.0009	0.0989
18	0.0001	0.1612	0.2200	0.2108	0.0989	0.3807	0.0053	0.0001	0.0061

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
2	0.0891	0.0544	0.1612	0.3673	0.1688	0.6520	1.0000	0.7637	0.1612
3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0845	0.0001	0.0298	0.0089	0.0203	0.2200
4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0801	0.0001	0.0280	0.0082	0.0190	0.2108
5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0318	0.0001	0.0095	0.0024	0.0061	0.0989
6	0.0263	0.0145	0.0544	0.7070	0.0575	0.9401	0.5988	0.8216	0.3807
7	0.7637	0.5988	1.0000	0.0217	0.9800	0.0644	0.1612	0.0891	0.0053
8	0.1766	0.2599	0.0989	0.0001	0.0939	0.0005	0.0024	0.0009	0.0001
9	0.7257	0.5645	0.9600	0.0247	0.9800	0.0719	0.1766	0.0989	0.0061
10	.	0.8216	0.7637	0.0095	0.7446	0.0318	0.0891	0.0457	0.0020
11	0.8216	.	0.5988	0.0049	0.5815	0.0178	0.0544	0.0263	0.0010
12	0.7637	0.5988	.	0.0217	0.9800	0.0644	0.1612	0.0891	0.0053
13	0.0095	0.0049	0.0217	.	0.0231	0.6520	0.3673	0.5477	0.6163
14	0.7446	0.5815	0.9800	0.0231	.	0.0681	0.1688	0.0939	0.0057
15	0.0318	0.0178	0.0644	0.6520	0.0681	.	0.6520	0.8805	0.3413
16	0.0891	0.0544	0.1612	0.3673	0.1688	0.6520	.	0.7637	0.1612
17	0.0457	0.0263	0.0891	0.5477	0.0939	0.8805	0.7637	.	0.2707
18	0.0020	0.0010	0.0053	0.6163	0.0057	0.3413	0.1612	0.2707	.

หมายเหตุ NO หมายถึง เนื้อสันนอกสุกรในกลุ่มควบคุม

WA หมายถึง เนื้อสันนอกสุกรในกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น

L2 หมายถึง เนื้อสันนอกสุกรในกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์ก่อนในทุกกรณี ขอสงวนสิทธิ์ในการเรียกค่าเสียหายของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.10 (ต่อ)

PREDIP หมายถึง ก่อนสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

0 หมายถึง ก่อนการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกร

1 หมายถึง เก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรเป็นเวลานาน 1 วัน

3 หมายถึง เก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรเป็นเวลานาน 3 วัน

5 หมายถึง เก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรเป็นเวลานาน 5 วัน

7 หมายถึง เก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรเป็นเวลานาน 7 วัน

ตารางผนวกที่ 7.11 แสดงค่า Least Squares Means และการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

General Linear Models Procedure

Least Squares Means

TEMP	DATE	PH LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > |T| H0:LSMEAN=0	LSMEAN Number
15	0	5.71733333	0.02302227	0.0	1
15	1	5.81600000	0.02302227	0.0	2
15	3	5.70866667	0.02302227	0.0	3
15	5	5.69600000	0.02302227	0.0	4
15	7	5.69000000	0.02302227	0.0	5
15	PREDIP	5.79266667	0.02302227	0.0	6
4	0	5.72266667	0.02302227	0.0	7
4	1	5.90000000	0.02302227	0.0	8
4	3	5.84333333	0.02302227	0.0	9
4	5	5.87666667	0.02302227	0.0	10
4	7	5.87000000	0.02302227	0.0	11
4	PREDIP	5.79133333	0.02302227	0.0	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.11 (ต่อ)

Least Squares Means for effect TEMP*DATE

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

Dependent Variable: PH

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.	0.0026	0.7903	0.5128	0.4018	0.0213	0.8700	0.0001	0.0001
2	0.0026	.	0.0011	0.0003	0.0001	0.4741	0.0044	0.0103	0.4018
3	0.7903	0.0011	.	0.6975	0.5668	0.0103	0.6675	0.0001	0.0001
4	0.5128	0.0003	0.6975	.	0.8539	0.0032	0.4134	0.0001	0.0001
5	0.4018	0.0001	0.5668	0.8539	.	0.0018	0.3165	0.0001	0.0001
6	0.0213	0.4741	0.0103	0.0032	0.0018	.	0.0323	0.0011	0.1206
7	0.8700	0.0044	0.6675	0.4134	0.3165	0.0323	.	0.0001	0.0002
8	0.0001	0.0103	0.0001	0.0001	0.0001	0.0011	0.0001	.	0.0827
9	0.0001	0.4018	0.0001	0.0001	0.0001	0.1206	0.0002	0.0827	.
10	0.0001	0.0633	0.0001	0.0001	0.0001	0.0103	0.0001	0.4741	0.3067
11	0.0001	0.0982	0.0001	0.0001	0.0001	0.0181	0.0001	0.3575	0.4134
12	0.0237	0.4492	0.0116	0.0037	0.0020	0.9674	0.0357	0.0009	0.1112

i/j	10	11	12
1	0.0001	0.0001	0.0237
2	0.0633	0.0982	0.4492
3	0.0001	0.0001	0.0116
4	0.0001	0.0001	0.0037
5	0.0001	0.0001	0.0020
6	0.0103	0.0181	0.9674
7	0.0001	0.0001	0.0357
8	0.4741	0.3575	0.0009
9	0.3067	0.4134	0.1112
10	.	0.8379	0.0092
11	0.8379	.	0.0162
12	0.0092	0.0162	.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Pr > F
Treatment	23	1107.4768	48.1511	30.27	0.0001
A	2	751.6559	375.8279	236.23	0.0001
B	1	177.7276	177.7276	111.71	0.0001
C	3	153.1345	51.0448	32.08	0.0001
A* B	2	4.8218	2.4109	1.52	0.2220
B * C	3	15.1320	5.0440	3.17	0.0252
A * C	6	3.2086	0.5347	0.34	0.9173
A * B * C	6	1.7961	0.2993	0.19	0.9799
Error	216	343.6460	1.5909		
Corrected Total	239	1451.1237			

C.V. = 18.1889 R-Square = 0.7631 Root MSE = 1.2613

หมายเหตุ A หมายถึง กลุ่มของเนื้อสันนอกมี 3 ระดับ คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

B หมายถึง อุณหภูมิการเก็บรักษามี 2 ระดับ คือ 4 และ 15 °ซ

C หมายถึง ระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรมี 5 ระดับ คือ 0 1 3 5 และ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.13 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

วิธีการ	NO	WA	L2
NO	.	0.0006	0.0001
WA		.	0.0001
L2			.

หมายเหตุ NO หมายถึง กลุ่มควบคุม
WA หมายถึง กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น
L2 หมายถึงกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

ตารางผนวกที่ 7.14 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

อุณหภูมิการเก็บรักษา (°ซ)	4	15
4	.	0.0001
15		.

หมายเหตุ 4 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ
15 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ตารางผนวกที่ 7.15 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	1	3	5	7
1	.	0.0019	0.0001	0.0001
3		.	0.0007	0.0001
5			.	0.0108
7				.

หมายเหตุ 1 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน
3 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน
5 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 5 วัน
7 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.16 แสดงค่า Least Squares Means และการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ Salmonella derby ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5 log cfu/g

General Linear Models Procedure

Least Squares Means

TEMP	DATE	WEIGHT LSMEAN	LSMEAN Number
15	1	6.39233333	1
15	3	7.25333333	2
15	5	8.43700000	3
15	7	9.09800000	4
4	1	5.29933333	5
4	3	5.88466667	6
4	5	6.29433333	7
4	7	6.81800000	8

Least Squares Means for effect TEMP*DATE

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

Dependent Variable: WEIGHT

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8
1	.	0.0088	0.0001	0.0001	0.0009	0.1205	0.7638	0.1926
2	0.0088	.	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0036	0.1827
3	0.0001	0.0003	.	0.0436	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
4	0.0001	0.0001	0.0436	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
5	0.0009	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0737	0.0025	0.0001
6	0.1205	0.0001	0.0001	0.0001	0.0737	.	0.2098	0.0046
7	0.7638	0.0036	0.0001	0.0001	0.0025	0.2098	.	0.1093
8	0.1926	0.1827	0.0001	0.0001	0.0001	0.0046	0.1093	.

หมายเหตุ 4 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ

15 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.16 (ต่อ)

1 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน

3 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน

5 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 5 วัน

7 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 7 วัน

ตารางผนวกที่ 7.17 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Pr > F
Treatment	29	38.5890	1.33065	30.54	0.0001
A	2	12.4238	6.21192	142.58	0.0001
B	1	6.3278	6.32781	145.24	0.0001
C	4	9.1379	2.28447	52.43	0.0001
A* B	2	2.1401	1.07008	24.56	0.0001
B * C	4	4.8481	1.21203	27.82	0.0001
A * C	8	2.0664	0.25830	5.93	0.0001
A * B * C	8	1.6447	0.20558	4.72	0.0001
Error	270	11.7637	0.04356		
Corrected Total	299	50.3528			

C.V. = 6.0019 R-Square = 0.7663 Root MSE = 0.2087

หมายเหตุ A หมายถึง กลุ่มของเนื้อสันนอกมี 3 ระดับ คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

B หมายถึง อุณหภูมิการเก็บรักษามี 2 ระดับ คือ 4 และ 15 °ซ

C หมายถึง ระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรมี 5 ระดับ คือ 0 1 3 5 และ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.18 แสดงค่า Least Squares Means และการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บต่อจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/ml

General Linear Models Procedure

Least Squares Means

TRT	TEMP	DATE	COUNT LSMEAN	LSMEAN Number
L2	15	0	3.17500000	1
L2	15	1	3.10400000	2
L2	15	3	3.11500000	3
L2	15	5	3.29400000	4
L2	15	7	3.41700000	5
L2	4	0	3.17500000	6
L2	4	1	3.11800000	7
L2	4	3	3.02200000	8
L2	4	5	3.24600000	9
L2	4	7	3.25300000	10
NO	15	0	3.36900000	11
NO	15	1	3.46700000	12
NO	15	3	3.78700000	13
NO	15	5	3.97000000	14
NO	15	7	4.55000000	15
NO	4	0	3.36900000	16
NO	4	1	3.47800000	17
NO	4	3	3.46800000	18
NO	4	5	3.46100000	19
NO	4	7	3.57600000	20
WA	15	0	3.37800000	21
WA	15	1	3.43100000	22
WA	15	3	3.78500000	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.18 (ต่อ)

	TRT	TEMP	DATE	COUNT LSMEAN	
				LSMEAN	Number
.	WA	15	5	4.15300000	24
	WA	15	7	4.35000000	25
	WA	4	0	3.37800000	26
	WA	4	1	3.25600000	27
	WA	4	3	3.38300000	28
	WA	4	5	3.37700000	29
	WA	4	7	3.42800000	30

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.	0.4476	0.5209	0.2035	0.0100	1.0000	0.5420	0.1024	0.4476
2	0.4476	.	0.9063	0.0428	0.0009	0.4476	0.8809	0.3805	0.1294
3	0.5209	0.9063	.	0.0562	0.0014	0.5209	0.9744	0.3200	0.1617
4	0.2035	0.0428	0.0562	.	0.1887	0.2035	0.0604	0.0039	0.6075
5	0.0100	0.0009	0.0014	0.1887	.	0.0100	0.0015	0.0001	0.0681
6	1.0000	0.4476	0.5209	0.2035	0.0100	.	0.5420	0.1024	0.4476
7	0.5420	0.8809	0.9744	0.0604	0.0015	0.5420	.	0.3047	0.1714
8	0.1024	0.3805	0.3200	0.0039	0.0001	0.1024	0.3047	.	0.0171
9	0.4476	0.1294	0.1617	0.6075	0.0681	0.4476	0.1714	0.0171	.
10	0.4041	0.1116	0.1405	0.6609	0.0801	0.4041	0.1493	0.0140	0.9403
11	0.0386	0.0049	0.0069	0.4224	0.6075	0.0386	0.0076	0.0002	0.1887
12	0.0020	0.0001	0.0002	0.0649	0.5927	0.0020	0.0002	0.0001	0.0186
13	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
15	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
16	0.0386	0.0049	0.0069	0.4224	0.6075	0.0386	0.0076	0.0002	0.1887
17	0.0013	0.0001	0.0001	0.0497	0.5140	0.0013	0.0001	0.0001	0.0135
18	0.0019	0.0001	0.0002	0.0634	0.5853	0.0019	0.0002	0.0001	0.0181
19	0.0024	0.0002	0.0003	0.0747	0.6378	0.0024	0.0003	0.0001	0.0220

เอกสารนี้ไม่ว่ากรณีใดๆ ไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.18 (ต่อ)

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	0.0001	0.0001	0.0001	0.0028	0.0897	0.0001	0.0001	0.0001	0.0005
21	0.0305	0.0036	0.0052	0.3690	0.6764	0.0305	0.0057	0.0002	0.1585
22	0.0065	0.0005	0.0008	0.1434	0.8809	0.0065	0.0009	0.0001	0.0485
23	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
24	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
25	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
26	0.0305	0.0036	0.0052	0.3690	0.6764	0.0305	0.0057	0.0002	0.1585
27	0.3863	0.1046	0.1321	0.6843	0.0857	0.3863	0.1405	0.0128	0.9148
28	0.0267	0.0031	0.0044	0.3412	0.7160	0.0267	0.0049	0.0001	0.1434
29	0.0313	0.0037	0.0054	0.3747	0.6686	0.0313	0.0059	0.0002	0.1617
30	0.0072	0.0006	0.0009	0.1523	0.9063	0.0072	0.0010	0.0001	0.0522

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.4041	0.0386	0.0020	0.0001	0.0001	0.0001	0.0386	0.0013	0.0019
2	0.1116	0.0049	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0049	0.0001	0.0001
3	0.1405	0.0069	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0069	0.0001	0.0002
4	0.6609	0.4224	0.0649	0.0001	0.0001	0.0001	0.4224	0.0497	0.0634
5	0.0801	0.6075	0.5927	0.0001	0.0001	0.0001	0.6075	0.5140	0.5853
6	0.4041	0.0386	0.0020	0.0001	0.0001	0.0001	0.0386	0.0013	0.0019
7	0.1493	0.0076	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0076	0.0001	0.0002
8	0.0140	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001
9	0.9403	0.1887	0.0186	0.0001	0.0001	0.0001	0.1887	0.0135	0.0181
10	.	0.2151	0.0226	0.0001	0.0001	0.0001	0.2151	0.0166	0.0220
11	0.2151	.	0.2947	0.0001	0.0001	0.0001	1.0000	0.2440	0.2898
12	0.0226	0.2947	.	0.0007	0.0001	0.0001	0.2947	0.9063	0.9915
13	0.0001	0.0001	0.0007	.	0.0510	0.0001	0.0001	0.0011	0.0007
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0510	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
15	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0001	0.0001	0.0001
16	0.2151	1.0000	0.2947	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.2440	0.2898
17	0.0166	0.2440	0.9063	0.0011	0.0001	0.0001	0.2440	.	0.9148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.18 (ต่อ)

i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
18	0.0220	0.2898	0.9915	0.0007	0.0001	0.0001	0.2898	0.9148	.
19	0.0267	0.3252	0.9488	0.0006	0.0001	0.0001	0.3252	0.8556	0.9403
20	0.0006	0.0274	0.2440	0.0246	0.0001	0.0001	0.0274	0.2947	0.2483
21	0.1817	0.9233	0.3412	0.0001	0.0001	0.0001	0.9233	0.2850	0.3358
22	0.0576	0.5071	0.7001	0.0002	0.0001	0.0001	0.5071	0.6150	0.6921
23	0.0001	0.0001	0.0008	0.9829	0.0485	0.0001	0.0001	0.0011	0.0008
24	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0510	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
25	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0330	0.0001	0.0001	0.0001
26	0.1817	0.9233	0.3412	0.0001	0.0001	0.0001	0.9233	0.2850	0.3358
27	0.9744	0.2271	0.0246	0.0001	0.0001	0.0001	0.2271	0.0181	0.0239
28	0.1649	0.8809	0.3690	0.0001	0.0001	0.0001	0.8809	0.3097	0.3633
29	0.1852	0.9318	0.3358	0.0001	0.0001	0.0001	0.9318	0.2802	0.3305
30	0.0619	0.5279	0.6764	0.0001	0.0001	0.0001	0.5279	0.5927	0.6686

i/j	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	0.0024	0.0001	0.0305	0.0065	0.0001	0.0001	0.0001	0.0305	0.3863
2	0.0002	0.0001	0.0036	0.0005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0036	0.1046
3	0.0003	0.0001	0.0052	0.0008	0.0001	0.0001	0.0001	0.0052	0.1321
4	0.0747	0.0028	0.3690	0.1434	0.0001	0.0001	0.0001	0.3690	0.6843
5	0.6378	0.0897	0.6764	0.8809	0.0001	0.0001	0.0001	0.6764	0.0857
6	0.0024	0.0001	0.0305	0.0065	0.0001	0.0001	0.0001	0.0305	0.3863
7	0.0003	0.0001	0.0057	0.0009	0.0001	0.0001	0.0001	0.0057	0.1405
8	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0128
9	0.0220	0.0005	0.1585	0.0485	0.0001	0.0001	0.0001	0.1585	0.9148
10	0.0267	0.0006	0.1817	0.0576	0.0001	0.0001	0.0001	0.1817	0.9744
11	0.3252	0.0274	0.9233	0.5071	0.0001	0.0001	0.0001	0.9233	0.2271
12	0.9488	0.2440	0.3412	0.7001	0.0008	0.0001	0.0001	0.3412	0.0246
13	0.0006	0.0246	0.0001	0.0002	0.9829	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0485	0.0510	0.0001	0.0001	0.0001
15	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0330	0.0001	0.0001

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.18 (ต่อ)

i/j	19	20	21	22	23	24	25	26	27
16	0.3252	0.0274	0.9233	0.5071	0.0001	0.0001	0.0001	0.9233	0.2271
17	0.8556	0.2947	0.2850	0.6150	0.0011	0.0001	0.0001	0.2850	0.0181**
18	0.9403	0.2483	0.3358	0.6921	0.0008	0.0001	0.0001	0.3358	0.0239
19	.	0.2190	0.3747	0.7482	0.0006	0.0001	0.0001	0.3747	0.0289
20	0.2190	.	0.0348	0.1215	0.0260	0.0001	0.0001	0.0348	0.0007
21	0.3747	0.0348	.	0.5707	0.0001	0.0001	0.0001	1.0000	0.1923
22	0.7482	0.1215	0.5707	.	0.0002	0.0001	0.0001	0.5707	0.0619
23	0.0006	0.0260	0.0001	0.0002	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
24	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0357	0.0001	0.0001
25	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0357	.	0.0001	0.0001
26	0.3747	0.0348	1.0000	0.5707	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.1923
27	0.0289	0.0007	0.1923	0.0619	0.0001	0.0001	0.0001	0.1923	.
28	0.4041	0.0396	0.9573	0.6075	0.0001	0.0001	0.0001	0.9573	0.1748
29	0.3690	0.0339	0.9915	0.5634	0.0001	0.0001	0.0001	0.9915	0.1960
30	0.7240	0.1140	0.5927	0.9744	0.0002	0.0001	0.0001	0.5927	0.0665

i/j	28	29	30
1	0.0267	0.0313	0.0072
2	0.0031	0.0037	0.0006
3	0.0044	0.0054	0.0009
4	0.3412	0.3747	0.1523
5	0.7160	0.6686	0.9063
6	0.0267	0.0313	0.0072
7	0.0049	0.0059	0.0010
8	0.0001	0.0002	0.0001
9	0.1434	0.1617	0.0522
10	0.1649	0.1852	0.0619
11	0.8809	0.9318	0.5279
12	0.3690	0.3358	0.6764
13	0.0001	0.0001	0.0001

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.18 (ต่อ)

i/j	28	29	30
14	0.0001	0.0001	0.0001
15	0.0001	0.0001	0.0001
16	0.8809	0.9318	0.5279
17	0.3097	0.2802	0.5927
18	0.3633	0.3305	0.6686
19	0.4041	0.3690	0.7240
20	0.0396	0.0339	0.1140
21	0.9573	0.9915	0.5927
22	0.6075	0.5634	0.9744
23	0.0001	0.0001	0.0002
24	0.0001	0.0001	0.0001
25	0.0001	0.0001	0.0001
26	0.9573	0.9915	0.5927
27	0.1748	0.1960	0.0665
28	.	0.9488	0.6301
29	0.9488	.	0.5853
30	0.6301	0.5853	.

หมายเหตุ NO หมายถึง กลุ่มควบคุม

WA หมายถึง กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น

L2 หมายถึง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

4 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ

15 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

0 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 0 วัน

1 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน

3 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน

5 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 5 วัน

7 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.19 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Pr > F
Treatment	35	2.0702	0.0591	3.02	0.0001
A	2	0.2297	0.1148	5.87	0.0031
B	1	0.0260	0.0260	1.33	0.2498
C	5	0.3452	0.0690	3.53	0.0040
A* B	2	0.6351	0.3175	16.23	0.0001
B * C	5	0.4855	0.0971	4.96	0.0002
A * C	10	0.2923	0.0292	1.49	0.1401
A * B * C	10	0.0561	0.0056	0.29	0.9838
Error	324	6.3400	0.0195		
Corrected Total	359	8.4103			

C.V. = 2.4341 R-Square = 0.2461 Root MSE = 0.1398

หมายเหตุ A หมายถึง กลุ่มของเนื้อสันนอกมี 3 ระดับ คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

B หมายถึง อุณหภูมิการเก็บรักษามี 2 ระดับ คือ 4 และ 15 °ซ

C หมายถึง ระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรมี 5 ระดับ คือ 0 1 3 5 และ 7 วัน

ตารางผนวกที่ 7.20 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลสารละลายกรดแลกติกต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

วิธีการ	NO	WA	L2
NO	.	0.1700	0.0007
WA		.	0.0431
L2			.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ NO หมายถึง กลุ่มควบคุม

WA หมายถึง กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น

L2 หมายถึงกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

ตารางผนวกที่ 7.21 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	PREDIP	0	1	3	5	7
PREDIP	.	0.0060	0.9480	0.3755	0.0426	0.029
0		.	0.0073	0.0611	0.4654	0.8144
1			.	0.4115	0.0496	0.0036
3				.	0.2516	0.0352
5					.	0.3349
7						.

หมายเหตุ PREDIP หมายถึง ก่อนสัมผัสสารละลาย

0 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 0 วัน

1 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน

3 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน

5 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 5 วัน

7 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.22 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกกับอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

วิธีการ	4NO	15NO	4WA	15WA	4L2	15L2
4NO	.	0.0001	0.0039	0.3548	0.1635	0.6111
15NO		.	0.3094	0.0001	0.0001	0.0007
4WA			.	0.0001	0.0001	0.0169
15WA				.	0.6388	0.1521
4L2					.	0.0576
15L2						.

หมายเหตุ 4NO หมายถึง กลุ่มควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ
15NO หมายถึง กลุ่มควบคุมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ
4WA หมายถึง กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ
15WA หมายถึง กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ
4L2 หมายถึง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ
15L2 หมายถึง กลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ตารางผนวกที่ 7.23 แสดงค่า Least Squares Means และการเปรียบเทียบของอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิการเก็บรักษากับระยะเวลาการเก็บต่อค่า pH ของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

General Linear Models Procedure

Least Squares Means

TEMP	DATE	PH LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > |T| H0:LSMEAN=0	LSMEAN Number
15	0	5.75866667	0.02553961	0.0	1
15	1	5.80600000	0.02553961	0.0	2
15	3	5.77933333	0.02553961	0.0	3
15	5	5.70466667	0.02553961	0.0	4
15	7	5.65400000	0.02553961	0.0	5
15	PREDIP	5.82866667	0.02553961	0.0	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.23 (ต่อ)

TEMP	DATE	PH LSMEAN	Std Err LSMEAN	Pr > |T| H0:LSMEAN=0	LSMEAN Number
4	0	5.66800000	0.02553961	0.0	7
4	1	5.75866667	0.02553961	0.0	8
4	3	5.74333333	0.02553961	0.0	9
4	5	5.75933333	0.02553961	0.0	10
4	7	5.76066667	0.02553961	0.0	11
4	PREDIP	5.73933333	0.02553961	0.0	12

Least Squares Means for effect TEMP*DATE

Pr > |T| H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

Dependent Variable: PH

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.	0.1910	0.5676	0.1359	0.0040	0.0535	0.0126	1.0000	0.6715
2	0.1910	.	0.4609	0.0053	0.0001	0.5307	0.0002	0.1910	0.0837
3	0.5676	0.4609	.	0.0395	0.0006	0.1729	0.0022	0.5676	0.3196
4	0.1359	0.0053	0.0395	.	0.1616	0.0007	0.3108	0.1359	0.2852
5	0.0040	0.0001	0.0006	0.1616	.	0.0001	0.6986	0.0040	0.0139
6	0.0535	0.5307	0.1729	0.0007	0.0001	.	0.0001	0.0535	0.0187
7	0.0126	0.0002	0.0022	0.3108	0.6986	0.0001	.	0.0126	0.0378
8	1.0000	0.1910	0.5676	0.1359	0.0040	0.0535	0.0126	.	0.6715
9	0.6715	0.0837	0.3196	0.2852	0.0139	0.0187	0.0378	0.6715	.
10	0.9853	0.1973	0.5801	0.1311	0.0038	0.0558	0.0119	0.9853	0.6581
11	0.9559	0.2103	0.6056	0.1220	0.0034	0.0606	0.0107	0.9559	0.6316
12	0.5928	0.0658	0.2689	0.3379	0.0187	0.0139	0.0491	0.5928	0.9119

i/j	10	11	12
1	0.9853	0.9559	0.5928
2	0.1973	0.2103	0.0658
3	0.5801	0.6056	0.2689
4	0.1311	0.1220	0.3379

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.23 (ต่อ)

i/j	10	11	12
5	0.0038	0.0034	0.0187
6	0.0558	0.0606	0.0139
7	0.0119	0.0107	0.0491
8	0.9853	0.9559	0.5928
9	0.6581	0.6316	0.9119
10	.	0.9706	0.5801
11	0.9706	.	0.5552
12	0.5801	0.5552	.

หมายเหตุ 4 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ

15 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

PREDIP หมายถึง ก่อนสัมผัสสารละลาย

0 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 0 วัน

1 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน

3 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน

5 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 5 วัน

7 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.24 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสัน - นอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g ของกลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 15 °ซ เป็นเวลา 0 1 3 5 และ 7 วัน

Source	DF	SS	MS	F	Pr > F
Treatment	23	574.8475	24.9933	22.12	0.0001
A	2	391.4831	195.7415	173.22	0.0001
B	1	127.0797	127.0797	112.46	0.0001
C	3	41.7971	13.9323	12.33	0.0001
A* B	2	0.1539	0.0769	0.07	0.9342
B * C	3	0.4028	0.1342	0.12	0.9490
A * C	6	11.1107	1.8517	1.64	0.1377
A * B * C	6	2.8200	0.4700	0.42	0.8680
Error	216	244.0790	1.1299		
Corrected Total	239	818.9265			

C.V. = 17.6131 R-Square = 0.7019 Root MSE = 1.063

หมายเหตุ A หมายถึง กลุ่มของเนื้อสันนอกมี 3 ระดับ คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น และกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

B หมายถึง อุณหภูมิการเก็บรักษามี 2 ระดับ คือ 4 และ 15 °ซ

C หมายถึง ระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรมี 5 ระดับ คือ 0 1 3 5 และ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7.25 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

วิธีการ	NO	WA	L2
NO	.	0.1264	0.0001
WA		.	0.0001
L2			.

หมายเหตุ NO หมายถึง กลุ่มควบคุม
WA หมายถึง กลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น
L2 หมายถึงกลุ่มสัมผัสสารละลายกรดแลกติก

ตารางผนวกที่ 7.26 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

อุณหภูมิการเก็บรักษา (°ซ)	4	15
4	.	0.0001
15		.

หมายเหตุ 4 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ
15 หมายถึง ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °ซ

ตารางผนวกที่ 7.27 แสดงการเปรียบเทียบของอิทธิพลระยะเวลาการเก็บต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3 log cfu/g

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	1	3	5	7
1	.	0.0055	0.0002	0.0001
3		.	0.3031	0.17
5			.	0.0335
7				.

หมายเหตุ 1 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 1 วัน
3 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 3 วัน
5 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 5 วัน
7 หมายถึง ระยะเวลาการเก็บ 7 วัน

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวผุสดี ตังวัชรินทร์ เกิดเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2518 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้