ผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสารไตรโซเดียมฟอสเฟต และกรดแอสคอร์บิก สารละลายผสมระหว่างสารโปแทสเซียม ซอร์เบท และกรดแอสคอร์บิกต่อการลดจำนวนเชื้อ *Escherichia coli* และ เชื้อ *Salmonella* Derby ในเนื้อสุกรสด

EFFECTS OF WATER HOT WATER TRISODIUM PHOSPHATE AND ASCORBIC ACID POTASSIUM SORBATE AND ASCORBIC ACID ON *ESCHERICHIA COLI* AND *SALMONELLA* DERBY REDUCTION IN PORK MEAT

อภิษฎาช์ ศรีเครือดง

APISADA SRIKHRUEDONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคุณภาพอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1222-8

ผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสารไตรโซเดียมฟอสเฟต และกรดแอสคอร์บิก สารละลายผสมระหว่างสารโปแทสเซียม ซอร์เบท และกรดแอสคอร์บิกต่อการลดจำนวนเชื้อ *Escherichia coli* และ เชื้อ *Salmonella* Derby ในเนื้อสุกรสด

EFFECTS OF WATER, HOT WATER TRISODIUM PHOSPHATE AND ASCORBIC ACID POTASSIUM SORBATE AND ASCORBIC ACID ON *ESCHERICHIA COLI* AND *SALMONELLA* DERBY REDUCTION IN PORK MEAT

อภิษฎาข์ ศรีเครือดง
APISADA SRIKHRUEDONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1222-8

EFFECTS OF WATER HOT WATER TRISODIUM PHOSPHATE AND ASCORBIC ACID POTASSIUM SORBATE AND ASCORBIC ACID ON *ESCHERICHIA COLI* AND *SALMONELLA* DERBY REDUCTION IN PORK MEAT

APISADA SRIKHRUEDONG

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

ISBN 974-15-1222-8

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

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสารไตรโซเดียมฟอสเฟตและกรดแอสคอร์บิก สารละลายผสมระหว่างสารโปแทสเซียมซอร์เบท และกรดแอสคอร์บิก ต่อการลดจำนวนเชื้อ *Escherichia coli* และ เชื้อ *Salmonella* Derby ในเนื้อสุกรสด

นักศึกษา นางอภิษฎาข์ ศรีเครือดง

รหัสประจำตัว 44615703

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สุขาภิบาลอาหาร

พ.ศ. 2547

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate 8% (TSP) และกรดAscorbic 1% (ASC) สารละลายผสม Potassium sorbate 5% (PTS) และกรดAscorbic 1% (ASC) ต่อการลดจำนวนเชื้อ *Escherichia coli* และเชื้อ *Salmonella* Derby ในตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสง UV เป็นเวลา 60 นาที และผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby เชื้อ *E. coli* ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน พบว่า สารละลายผสมระหว่างสาร PTS+ASC มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derbyและเชื้อ *E. coli* ได้ดีที่สุด โดยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อ *S.* Derby น้อยกว่ากลุ่มควบคุม ($P \leq 0.05$) ส่วนเชื้อ *E. coli* พบว่าในวันที่ 5 ถึงวันที่ 11 ของการเก็บรักษาตรวจไม่พบ สารที่มีประสิทธิภาพรองลงมาคือสาร TSP+ASC โดยในวันที่ 11 ของการเก็บรักษาสามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby และ เชื้อ *E. coli* ได้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือเท่ากับ 1.87 และ 2.08 log reduction ตามลำดับ ในขณะที่การใช้น้ำและน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียล ไม่สามารถลดจำนวนเชื้อทั้งสองชนิดได้ สารละลายผสมระหว่างสาร TSP+ASC มีค่า pH สูงสุดและทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังทำให้เกิดสีของเนื้อเข้มขึ้น แต่เมื่อนำไปนึ่งสุกจะมีรสเปรี้ยว รสฝาดและรสแปลกปลอม ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) ในขณะที่สารละลายผสมระหว่างสาร PTS+ASC ทำให้เกิดกลิ่น รสฝาดและรสแปลกปลอม ที่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

Thesis Title	Effects of water, hot water, trisodium phosphate and ascorbic acid, potassium sorbate and ascorbic acid on *Escherichia coli* and *salmonella* Derby reduction in pork meat
Student	Missis. Apisada Srikhruedong
Student ID	44615703
Degree	Master of Science
Programme	Food Sanitation
Year	2004
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr. Prapaporn Khopaibool

ABSTRACT

The effects of water, hot water 80 ° C, solution of trisodium phosphate 8% (TSP) and ascorbic acid 1% (ASC) and solution of potassim sorbate 5 % (PTS) and ascorbic acid 1 % (ASC) on reduction of *Escherichia coli* and *Salmonella* Derby were studied by inoculation on 60 minutes UV - sterilized pork meat and stored at 4 ° C for 0, 1, 3, 5, 7, 9 and 11 days. The mixed solution of PTS and ASC was the most effective to reduce *S.* Derby and *E. coli.*

In the third day of storage found *S.* Derby less than control 0.79 log MPN/g and 1.70 log reduction were significant different from control ($P \leq 0.05$). While 5 to 11 days of storage could not found *E. coli.* The mixed solution of TSP and ASC could reduced *S.* Derby and *E. coli* in the eleventh day of storage to 1.87 and 2.08 log reduction. While the using of water and hot water at 80 ° C could not reduce the number of both microorganisms ($P > 0.05$).

The solution of TSP and ASC gave the highest pH and least weight loss, besides the pork meat was darker, but after cooking the taste was not significant different from the control ($P > 0.05$). But the solution of PTS and ASC gave the significant different sourness, tartness, off - flavor from the control ($P \leq 0.05$).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รวมทั้งกรุณาให้ข้อคิดเห็นและเสนอแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าตลอดมา นอกจากนี้ยังช่วยตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.อดิศร เสวตวิวัฒน์ และดร.พอใจ ถามากร เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความช่วยเหลือแก้ไขและให้คำแนะนำเพิ่มเติมวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สิริวัฒน์ ศรีเครือดง ที่คอยให้กำลังใจในทุก ๆ ด้านรวมทั้งให้ทุนการศึกษาระหว่างเรียนและขณะทำการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณวรรณฤดี เดชพรม เป็นอย่างมากที่ให้ความช่วยเหลือทางสถิติ การแปรผล คอยให้กำลังใจตลอดมา และขอขอบคุณอาจารย์หทัยรัตน์ ปรางทอง เป็นอย่างมากที่ให้ความช่วยเหลือใช้สถานที่ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในขณะแปรผลทางสถิติ

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ บิดา มารดา ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

อภิษฎาข์ ศรีเครือดง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ 3

2.2 ความสำคัญและการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อสัตว์ 5

2.3 ความสำคัญและการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli* ในเนื้อสัตว์ 7

2.4 การลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ 9

2.6 ความสำคัญและการใช้วัตถุเจือปนในอุตสาหกรรมอาหาร 10

2.7 การใช้กรดอินทรีย์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ 10

2.8 การใช้กรดแอสคอร์บิกในเนื้อสัตว์ 10

2.9 การใช้สารโปแทสเซียมซอร์เบทในเนื้อสัตว์ 12

2.10 กลไกการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารโปแทสเซียมซอร์เบท..... 13

2.11 การใช้สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตในเนื้อสัตว์ 14

2.12 การน้ำและน้ำร้อนในเนื้อสัตว์ 16

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ 19

3.1 วัตถุดิบ 19

3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ 19

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 19

3.4 สถานที่ทำการทดลอง.....20

3.5 วิธีการทดลอง.....20

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 24

4.1.1 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphat และกรด Ascorbic สารละลายผสมระหว่างสาร Potassium sorbate และกรด Ascorbic ต่อการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในเนื้อสุกรสด.....24

4.1.2 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphat และกรด Ascorbic สารละลายผสมระหว่างสาร Potassium sorbate และกรด Ascorbic ต่อการลดจำนวนเชื้อ Aerobic plate count ในเนื้อสุกรสด ที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby.....29

4.1.3 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphat และกรด Ascorbic สารละลายผสมระหว่างสาร Potassium sorbate และกรด Ascorbic ต่อค่า pH ในเนื้อสุกรสด ที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby.....33

4.2.1 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphat และกรด Ascorbic สารละลายผสมระหว่างสาร Potassium sorbate และกรด Ascorbic ต่อการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกรสด.....36

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2.2 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphat และกรด Ascorbic สารละลายผสมระหว่างสาร Potassium sorbate และกรดAscorbic ต่อการลดจำนวนเชื้อ Aerobic plate count ในเนื้อสุกรสดที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* 40

4.2.3 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphat และกรด Ascorbic สารละลายผสมระหว่างสาร Potassium sorbateและกรดAscorbicต่อค่าpHในเนื้อสุกรสดที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* 43

4.3 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphat และกรด Ascorbic สารละลายผสมระหว่างสาร Potassium sorbate และกรด Ascorbic ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกรสด.....46

4.4 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphat และ กรด Ascorbic สารละลายผสมระหว่างสาร Potassim sorbate และกรด Ascorbic ต่อคุณค่าทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสด 51

ข้อเสนอแนะ 53

บรรณานุกรม.....54

ภาคผนวก 62

ก. การเตรียมสารละลายเชื้อบริสุทธิ์และสารละลายเคมีเพื่อใช้ในการทดลอง.....62

ข. การตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ ค่าความเป็นกรด - ด่างและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อ.....65

ค. แบบทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส 68

ประวัติผู้เขียน.....71

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน 27

4.2 แสดงจำนวนเชื้อ จุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby และ ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน 31

4.3 แสดงค่า pH ของตัวอย่างเนื้อสุกร ที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby และผ่านการจุ่มสารต่างๆภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน.....34

4.4 แสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน.....38

4.5 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน.....41

4.6 แสดงค่า pH ของตัวอย่างเนื้อสุกร ที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน.....44

4.7 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (weight loos) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน.....47

4.8 แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสดและเนื้อสุกรนึ่งสุกในแต่ละกลุ่มการทดลอง.....49

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

4.1 กราฟแสดงจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน.....28

4.2 กราฟแสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby และผ่านการจุ่มน้ำสารต่างๆภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน 32

4.3 กราฟแสดงค่า pH ของตัวอย่างเนื้อสุกร ที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน.....35

4.4 กราฟแสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน.....39

4.5 กราฟแสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน.....42

4.6 กราฟแสดงค่า pH ของตัวอย่างเนื้อสุกร ที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และผ่านการจุ่ม สารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน.....45

4.7 กราฟแสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (weight loss) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน.....48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื้อสัตว์เป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยโปรตีน วิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับร่างกายมนุษย์ และเนื้อสัตว์เป็นที่นิยมบริโภคกันมาก นอกจากจะใช้เป็นอาหารแล้วยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด กรมปศุสัตว์ได้ทำการสำรวจในปี พ.ศ 2541 พบว่าคนไทยนิยมบริโภคเนื้อสุกรต่อคนต่อปีโดยเฉลี่ย 13 กิโลกรัม และเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์อื่น ๆ เนื้อสุกรได้รับความนิยมมากที่สุด (สัญชัย จตุรสิทธา. 2543) แต่เนื่องจากการจัดการภายในโรงงานฆ่าสัตว์และโรงงานตัดแต่งในประเทศไทยยังไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์สูงและจากประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรคือจุลินทรีย์รวมต่อกรัมต้องมีปริมาณไม่เกิน 1x 10^{6} เชื้อ *Esherichia coli* ต้องน้อยกว่า 20 MPN/ g และเชื้อโรคอาหารเป็นพิษได้แก่ *Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens* และ *Bacillus cereus* ต้องน้อยกว่า 100 cfu/g และต้องไม่พบเชื้อ *Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes* ต่อ 25 กรัม (จุไรรัตน์ รุ่งโรจนารักษ์ และ ศรีสิทธ์ การุณยะวาณิช . 2535) นอกจากนี้ ศรีสิทธ์ กา รุณยะวาณิชและคณะ (2541) ได้รายงานการตรวจพบเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกรมากกว่า 1,100 MPN/g และ *Staphylococcus. aureus* มากกว่า 1,000 cfu/g ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

วิธีการลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์มีหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป คือการใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติในการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยไม่มีผลตกค้างในเนื้อสัตว์ สารเคมีที่นิยมใช้ กันอยู่ทั่วไปได้แก่ กรดแอสคอร์บิก สารละลาย Potassium sorbate กรดแลคติก กรดอะซิติก เป็นต้น ซึ่งสารเคมีเหล่านี้ได้รับอนุญาตจากองค์การอาหารและยาของสหรัฐ(USFDA) ให้ใช้ในการผลิตอาหารได้ โดยจัดเป็นสารที่มีความปลอดภัยในการใช้ (Generally Recognized As Safe;GRAS) ซึ่งการใช้สารละลายผสมระหว่าง Potassium sorbate และ Trisodium phosphate บนผิวเนื้อสุกร มีประสิทธิภาพในการลดเชื้อ *Salmonella* Derbyได้ดีที่สุด (ทิพรดี คงสุวรรณ. 2546) และกรด แอสคอร์บิก ในเนื้อสัตว์ยังช่วยลดการเกิดกลิ่นเหม็นหืนในเนื้อ ทำให้เนื้อสัตว์มีสีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอีกด้วย (Ogdon *et al.*,1997) แต่การใช้กรด หรือสารเพียงชนิดเดียว จะมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ได้เพียงบางชนิดเท่านั้น ดังนั้นจึงมีการศึกษาการใช้สารหลายชนิดร่วมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ และยังคงไว้ซึ่งคุณภาพของเนื้อสัตว์ให้เป็นที่นิยมของผู้บริโภค

1.2 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศา เซลเซียล สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตและกรดแอสคอร์บิก สารละลายโปแทสเซียมซอร์เบทและกรดแอสคอร์บิก ต่อการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* Derby และเชื้อ *E. coli* ที่อุณหภูมิการเก็บ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน และต่อการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกรสดและผลทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกร ที่ผ่านการจุ่มในสารละลายกลุ่มต่าง ๆ ดังกล่าว

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศา เซลเซียล สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตและกรดแอสคอร์บิก สารละลายโปแทสเซียมซอร์เบทและกรดแอสคอร์บิก ต่อการลดจำนวนเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* Derby ในเนื้อสุกรสด

1.3.2 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศา เซลเซียล สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตและกรดแอสคอร์บิก สารละลาย โปแทสเซียมซอร์เบทและกรดแอสคอร์บิกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกรสด

1.3.3 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟตและกรดแอสคอร์บิก สารละลายโปแทสเซียมซอร์เบท และกรดแอสคอร์บิก ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกร

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

เชื้อจุลินทรีย์มีอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่ง ในน้ำ ดินและในอากาศ จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย ซึ่งสาเหตุของการปนเปื้อนเกิดได้หลายประการ ได้แก่ การปนเปื้อนขณะที่สัตว์มีชีวิต ได้แก่ สัตว์ป่วย สัตว์เป็นโรคติดเชื้อฝีหนอง ทำให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในเนื้อเยื่อต่าง ๆ เป็นต้น การปนเปื้อนโดยขบวนการฆ่าและชำแหละซาก ได้แก่ การปนเปื้อนจากการปฏิบัติที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการปนเปื้อนที่ผิวหนัง ขน หนอง อวัยวะในระบบหายใจ อวัยวะขับถ่าย เกิดได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกจากนี้ยังเกิดจากภาชนะที่ไม่สะอาด น้ำใช้ที่ไม่สะอาด การปนเปื้อนในขั้นตอนการขนส่งและการจำหน่ายเนื้อสัตว์ นอกจากนี้เนื้อสัตว์สามารถปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ได้ตั้งแต่ขั้นตอนการเลี้ยงสัตว์ การฆ่าและการชำแหละเนื้อสัตว์ การขนส่งเนื้อสัตว์ การเก็บรักษาคุณภาพเนื้อสัตว์ ตลอดจนในกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ในการฆ่าชำแหละเนื้อสัตว์ต้องมีการลดอุณหภูมิของซากสัตว์เพื่อให้เนื้อสัตว์มีคุณภาพดีและเก็บได้นาน ปกติโดยทั่วไปมักจะใช้สารเคมีที่ปลอดภัยผสมในน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์เริ่มต้นไม่สูงมากนักและลดปัญหาการปนเปื้อนข้ามได้อีกด้วย (สุมณฑา. 2544) ปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสุขภาพของสัตว์และระบบการจัดการในโรงฆ่าสัตว์ หากสัตว์มีสุขภาพที่สมบูรณ์แข็งแรง ปริมาณจุลินทรีย์ในตัวสัตว์จะมีปริมาณน้อยทำให้เกิดการปนเปื้อนในระหว่างการแปรรูปได้น้อยลง Greenberg *et al.* (1966) พบว่าในสภาพที่ปลอดเชื้อหลังการฆ่าสัตว์ กล้ามเนื้อภายในอาจมีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเพียง 0.1-0.01 cfu/g แต่ในสภาพความเป็นจริงที่อุณหภูมิการผลิต คือประมาณ 30-40 องศาเซลเซียล แบคทีเรียในเนื้อสัตว์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว บริเวณที่เกิดการปนเปื้อนมากที่สุดคือ ส่วนผิวหนัง อาจมีการปนเปื้อนของเชื้อสูงถึง 3×10^3-1×10^4 cfu/g ในระหว่างกระบวนการผลิต เช่น การกำจัดเลือด การแล่หนัง การชำแหละ รวมทั้งการปนเปื้อนจากคนงาน อุปกรณ์ต่าง ๆ และสภาพแวดล้อมภายในโรงฆ่าสัตว์ และการขนส่ง เป็นต้น (Kroft and Breidenstein.1975) นอกจากนี้ปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ยังขึ้นอยู่กับลักษณะอากาศหรือฤดูกาลด้วยเช่นกัน Sofos *et al.* (1999) ได้ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์บนซากเนื้อวัวตั้งแต่การฆ่าสัตว์จนถึงการเก็บรักษาซากในห้องเย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าในฤดูฝนมีปริมาณ เชื้อ Total coliform count มากกว่า 10^3 cfu/g แต่ในฤดูหนาวจะมีปริมาณเชื้อเพียง 1.5 เปอร์เซ็นต์ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระหว่างการฆ่าและการตัดแต่ง มีผลสำคัญต่อปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในเนื้อสัตว์ โดยทั่วไปการปนเปื้อนของเนื้อวัวและเนื้อสุกร

ภายหลังฆ่าและแช่เย็น พบว่ามีจำนวนเชื้อ Aerobic mesophiles ประมาณ 10^4-10^5 cfu/g แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของซาก ลักษณะของโรงฆ่าและการจัดการด้านสุขลักษณะด้วยเช่นกัน การเฝ้าระวังในโรงฆ่าสัตว์เป็นดัชนีที่ดีสำหรับการปนเปื้อนในระหว่างการฆ่า ระยะเวลาในการแช่เย็นก็มีผลต่อจำนวนเชื้อด้วยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ อัตราการไหลเวียนของอากาศ และความชื้นในตู้แช่เนื้อด้วยเช่นกันซึ่งหากมีการจัดการที่ดี บริเวณผิวหน้าของซากจะมีปริมาณเชื้อ Psychotrophs ไม่เกิน 10^2 cfu/cm^2 และมีการปนเปื้อนของเชื้อ Enterobacteriaceae น้อยกว่า 10^2 cfu/cm^2 (Sofos. 1994) ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม Psychotrophs เช่น *Pseudomonas* spp. *Moraxella, Acenetobacter, B. thermosphacta, Lactobacillus* spp. จะพบได้มากในเนื้อที่เก็บในอุณหภูมิตู้เย็น โดยปริมาณของเชื้อขึ้นอยู่กับค่า pH เริ่มต้นของเนื้อ สภาพบรรยากาศ เมื่อนำเนื้อออกจำหน่ายยังท้องตลาดพบว่าปริมาณและชนิดของเชื้ออาจเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพราะมีการสัมผัสผิวหน้าของเนื้อมากขึ้น ส่งผลให้เชื้อมีจำนวนมากขึ้นโดยเฉพาะพวก aerobic spoilage Psychotrophs

โดยทั่วไปจุลินทรีย์ที่มักพบในเนื้อสัตว์ได้แก่ *Salmonella, Clostridium, Micrococcus, Pseudomonas, Acenetobacter, Staphylococcus, Corynebacterium, Mycrobacterium* เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดการเน่าเสีย โดยทำให้เกิดปฏิกิริยาย่อยโปรตีนในเนื้อ ทำให้เกิดรสเปรี้ยวและเนื้อมีสีเขียวคล้ำ นอกจากนี้ยังพบแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ เช่น *Bacillus* spp., *Clostridium* spp. *Streptococcus* spp., *Acromonas* spp., นอกจากนี้ยังมีเชื้อราที่มักเจริญบนเนื้อสัตว์ เช่น พวก *Mucor* spp., *Geotrichum* spp., *Sporotrichum* spp. และ *Cladosprium* spp. การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระหว่างการผลิต แม้ว่ามีเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดสามารถเจริญเติบโตในเนื้อได้ แต่เชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องควบคุม และก่อให้เกิดเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้แก่ เชื้อ *Salmonella Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni / coli, Listeria monocytogenes* และ *Clostridium perfringens* เชื้อเหล่านี้อาจปนเปื้อนมาจากตัวสัตว์ และในระหว่างการผลิต จากการสำรวจขององค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา ซึ่งอ้างโดย Sheridan *et al.* (1996) พบว่า ซากเนื้อโคในระหว่างการฆ่าและตัดแต่งจำนวน 2089 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนของเชื้อ Aerobic plate count 98%, Coliform 16.3%, *Escherichai coli* 8.2%, *Staphhylococcus. aureus* 4.2%, *Salmonella* 1.0%, *Clostridium perfringen* 2.6%, *Campylobacter jejuni/coli* 4.0 %, *Listeria monocytogenes* 4.1% และ *Escherichai coli* O157:H7 0.2% นอกจากนี้ Reynold and Carpenter (1974) พบว่าซากสุกร 16 ตัว จากจำนวนทั้งหมด 116 ตัวมีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. บริเวณส่วนขาถึง 70% และผิวหนังส่วนลำคอประมาณ 20% ซึ่งสายพันธุ์ที่พบมากที่สุดคือ *Salmonella* Derby, *Salmonella* Saint Paul และ *Salmonella* London นอกจากนี้ในตัวอย่างเนื้อบดมีการปนเปื้อนของเชื้อ *Clostridium perfringens* 53%, *Staphylococcus aureus* 30%, *Listeria*

monocytogenes 12%, *Salmonella* spp 7.5% และ *Campylobacter jejuni* มีจำนวนน้อยกว่า 1% (USFDA. 1996)

2.2 ความสำคัญและการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella*

2.2.1 ความสำคัญของเชื้อ *Salmonella*

Salmonella เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปแท่ง ไม่สร้างสปอร์ จัดอยู่ในสกุล Enterobacteriaceae ดำรงชีวิตเป็นแบบ facultative aerobe เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลา ยกเว้นสายพันธุ์ *S.* Gallinarum และ *S.* Polurum ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ สามารถเจริญในอาหารค่อนข้างธรรมดา และแตกต่างจากสมาชิกตัวอื่นในตระกูลนี้ตรงที่มีคุณสมบัติทางชีวเคมีและโครงสร้างแอนติเจนที่แตกต่างออกไป ถิ่นที่อยู่ของเชื้อนี้คือลำไส้คนและสัตว์ และสามารถทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์ต่าง ๆ ได้ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2544) เชื้อ *Salmonella* จัดเป็นพวก Mesophilic bacteria สามารถเจริญได้ตั้งแต่อุณหภูมิ 8-45 องศาเซลเซียล แต่สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 15-42 องศาเซลเซียล ทำลายเชื้อได้ที่อุณหภูมิ ประมาณ 60 องศาเซลเซียล *Salmonella* เป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่เรียกว่า Salmonellosis เกิดได้ทั้งในคน และสัตว์ มีสายพันธุ์มากกว่า 26,000 Serotype แต่ประมาณ 2,000 Serotype จะพบได้ในเนื้อสัตว์ (Tauxe. 1991) เชื้อ *Salmonella* เกือบทุก Serotype สามารถทำให้เกิดโรคได้ ปริมาณเชื้อที่จะทำให้เกิดโรคได้จะต้องมีมากถึง 10^5-10^8 เซลล์ เมื่อเข้าไปในร่างกายแล้วจะแสดงอาการหลังรับเชื้อประมาณ 3-72 ชั่วโมง อาการของโรคแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1. ไข้เอนเทอริก (Entericfevers) ได้แก่ ไข้ไทฟอยด์และพาราไทฟอยด์สาเหตุมาจากเชื้อ *Salmonella* Typhimurium *and* *Salmonella* Paratyphimurium A, B และ C
2. โรคลำไส้อักเสบ (Enterocolitis, gastroenteritis) เชื้อสำคัญที่ทำให้เกิดโรคคือ *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium
3. โรคโลหิตเป็นพิษ (Septicemia) เกิดจากเชื้อ *Salmonella* Choleraesuis

2.2.2 การปนเปื้อนของเชื้อ Salmonella ในเนื้อสัตว์

ข้อกำหนดมาตรฐานอาหารกระทรวงสาธารณสุข ระบุว่า อาหารประเภทเนื้อดิบและผลิตภัณฑ์จากเนื้อ ต้องตรวจไม่พบเชื้อ *Salmonella* ในตัวอย่าง 25 กรัม แต่จากการศึกษาของ Sharman *et al.* (2002) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์จากสุกร พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากสุกรจำนวน 1968 ตัวอย่าง ระหว่างปี 1987-1999 พบ *Salmonella* 54 ตัวอย่างประกอบด้วย 19 สายพันธุ์ ได้แก่ *S.* Anatum, *S.* Iondon, *S.* Cerro, *S.* Indica, *S.* Agona, *S.* Schwarzengrund, *S.* Reading, *S.* Nchanga, *S.* Kentucky, *S.* Sinstorf, *S.* Saintpaul, *S.* Braenderup, *S.* Bovismorbificans, *S.* Indiana, *S.* Catanzaro, *S.* Newport

Senftenberg, *S.* Typhimurium และ *S.* Virchow พบว่าเนื้อแผ่น Shammi Kawab ตรวจพบการปนเปื้อนสูงสุด คือ 8.33% รองลงมาคือ ไส้กรอก 4.57%, แฮมสุก 3.94%, Salami 3.79%, Kofta 3.23%, Bacon 2.54%, ไส้กรอกคอก เทล 2.05%, Frankfurters 1.62% ,Hotdog 1.01%, Kawab 0.85% และพบว่าฤดูกาลไม่มีผลต่อการตรวจพบ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์เนื้อสุกร นอกจากนี้การปนเปื้อนของ *Salmonella* สูงสุด 7.91% มีการปนเปื้อนในเดือนพฤศจิกายน พบต่ำสุด 1% ในเดือนมีนาคม และจากการศึกษาของ Bangtrakulnoth *et al.* (1994) พบเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อสุกรที่ขายตามตลาดสดจังหวัดชลบุรี 45% โดยประกอบด้วย 13 สายพันธุ์ ได้แก่ *S.* Derby, *S.* krefeld, *S.* Agona, *S.* Rissen, *S.* Cerro, *S.* Lexington, *S.* Stanley, *S.* Anatum, *S.* London, *S.* Enteritidis, *S.* Panama, *S.* Albany และ *S.* Bovismorbificans ส่วนสุมาลี บุญมาและคณะ (2538, 2539) พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อวัวและผลิตภัณฑ์ถึง 82 และ 67.5% ตามลำดับ นอกจากนี้ สุมาลี บุญมาและคณะ (2540) ทำการตรวจหาเชื้อ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ และเนื้อสุกร ที่จำหน่ายตามห้างสรรพสินค้าและตลาดสดในเขตกรุงเทพฯและนนทบุรี พบว่าในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่มีการปนเปื้อนของเชื้อ 8% และ ในผลิตภัณฑ์เนื้อสุกร 24% จากรายงานการระบาดของอาหารเป็นพิษจาก *Salmonella* (Nabbut and Barbour. 1981) พบการระบาดในเนื้อวัวย่าง จากการปรุงอาหารก่อนงานดินเนอร์และเก็บในตู้เย็น 24 ชั่วโมง แล้วนำมาอุ่นในวันต่อมาโดยทิ้งไว้ในห้องครัว 3 ชั่วโมง ก่อนเสริฟ ตรวจพบเชื้อ *Salmonella* 10^6-10^7 /g และตรวจเชื้อจากอุจจาระของคน 11 คนที่อายุระหว่าง 25-57 ปี พบ *Salmonella* 8 คน และหลังจากเกิดการระบาดอีก 20 วัน ตรวจพบ *Salmonella* อีกเช่นกัน และอีก 2 ราย ตรวจพบ *Salmonella* 1 เดือนหลังการระบาด นอกจากนี้ Bello *et al.* (1990) ศึกษาเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อดิบ ในเมือง Guerrero ประเทศ Mexico จากจำนวน 336 ตัวอย่างเนื้อจาก 9 เมืองพบว่า 109 ตัวอย่างมีการปนเปื้อน *Salmonella* โดยเนื้อที่พบการปนเปื้อนได้แก่ ไส้กรอก เนื้อหมู เนื้อที่ผ่านการรมควัน และพบว่าถ้ามีการควบคุมคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาและสุขลักษณะที่ดีในการผลิต คนเชือด การขนส่งจะทำให้ลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนได้ จากรายงานของ Linton (1981) ศึกษาโรค *Salmonella* ในสุกรในประเทศอังกฤษระหว่างปี 1967 และ 1978 พบโรค *Salmonella* ในคลีนิคสุกร สาเหตุมาจาก *Salmonella* Choleraesuis และพบว่าสุกรเป็นแหล่งสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษจาก *Salmonella* ในคนและสัตว์ปีก และสามารถควบคุม *Salmonella* ได้ด้วยความร้อน การให้วัคซีนและให้ยา Ampicillin

Sheridan *et al.* (1996) พบว่าในขั้นตอนการชำแหละซากสุกรหากมีการระมัดระวังเป็นพิเศษจะมี จำนวนเชื้อ *Salmonella* บนเนื้อหมูเพียง 7% และ Castillo *et al.* (1998) พบว่าการใช้สารเคมีในขั้นตอนการกำจัดขน สามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Typhimurium ได้ ในขณะที่ Swanenburg *et al.* (2001) รายงานว่าในประเทศเยอรมันบริเวณคอกพักสุกรพบเชื้อ

Salmonella 16-50% ภายหลังการทำความสะอาดพบเชื้อ *Salmonella* ประมาณ 0-33% บริเวณผนังและพื้น พบมากถึง 70-90% ในการศึกษาการลดการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ซึ่ง Wang *et al.* (1997) ได้ทำการทดลองฉีดพ่น สาร Trisodium phosphate (TPC) 10% และ 0.1% และน้ำ ลงบนซากไก่ก่อนการแช่เย็น ที่ผ่านการ ถ่ายเชื้อ *S.* Typhimurium 10^9 CFU/ml ที่ความดัน 206.8, 413.7, 620.5, 827.4 และ1034.2 กิโลปาส คาล ที่อุณหภูมิ 10, 35 และ 60 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 30 วินาที พบว่า การฉีดพ่นน้ำที่ความดัน 620.5 กิโลปาสคาล ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียล สามารถลดปริมาณเชื้อ *S.* Typhimurium ได้ 1.6 log cfu ซึ่งสามารถลดปริมาณเชื้อได้สูงกว่าการฉีดพ่นน้ำในสภาวะอื่นๆ และยังพบว่าการฉีดพ่นสาร TSP ที่อุณหภูมิสูงกว่าสามารถลดปริมาณเชื้อได้มากกว่า จากข้อมูลข้างต้นพบว่าเชื้อ *Salmonella* สามารถปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ในปริมาณสูงทั้งในกระบวนการผลิต การแปรรูป รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ระหว่างการแปรรูป เป็นต้น จากการศึกษาของ Davies *et al.* (1999) พบว่าภายหลังการชำแหละซากจำนวนเชื้อ *Salmonella* เพิ่มขึ้นเล็กน้อย หากมีการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างเข้มงวดโดยเฉพาะขั้นตอนการกำจัดขน การเผาซาก และการชำแหละ จะทำให้การปนเปื้อนของเชื้อลดลง จากการศึกษาของ Hess *et al.* (1976) พบว่าเนื้อวัวสดมีการปนเปื้อน *Salmonella* Typhimurium $7x10^4$ แต่หลังจากที่ผ่านขบวนการเก็บรักษา 14 วัน *Salmonella* ลดลง ทั้งบริเวณผิวหน้าและในเนื้อ หลังจากทำแห้งแล้ว 11 อาทิตย์ ไม่พบ *Salmonella* ในเนื้อ 300 กรัมของเนื้อแห้งและพบว่าเนื้อที่ผ่านการรมควันและทำให้แห้งเชื้อ *Salmonella* จะลดลงอย่างรวดเร็ว สำหรับเนื้อที่ทำให้แห้งโดยไม่ผ่านการรมควัน *Salmonella* จะลดลงอย่างช้า ๆ

2.3 ความสำคัญและการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli*

2.3.1 ความสำคัญของเชื้อ *Escherichia coli*

แหล่งที่พบ *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั้งในดิน น้ำ พืชผัก ผลไม้ และอาศัยอยู่ในลำไส้ของคน และสัตว์เลือดอุ่น โดยไม่ก่ออันตราย แต่มีบางสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหารในคนและสัตว์ได้ ได้แก่ สายพันธุ์ EHEC, EIEC, ETEC และ EPEC ทำให้เกิดอาการปวดท้อง ท้องร่วงอย่างรุนแรง ถ่ายเป็นน้ำหรือเลือด และเกิดการอักเสบของปอด เชื้อ *E. coli* พบได้ในอุจจาระ ปัสสาวะหรือแม้กระทั่งในสิ่งสกปรกต่าง ๆ ดังนั้นจึงใช้เป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ถึงการจัดการด้านการสุขาภิบาลของการผลิต เชื้อ *E. coli* เป็น จุลินทรีย์แกรมลบ รูปร่างเป็นแท่งเคลื่อนที่ได้ เจริญได้ดีทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน (Facultative anaerobe) ให้ผลลบต่อการทดสอบแคสทาเลส (catalase) โคโลนีมีสีเทาบน blood agar และมีสีชมพูบน MacConkey agar ส่วนใหญ่ไม่สลายเม็ดเลือดแดง(hemolysis) สายพันธุ์ที่สลายเม็ดเลือดแดงหรือ hemolytic *E. coli* เป็นสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรค (อุไม บิลหมัดและคณะ. 2544) เชื้อ *E. coli* จัดเป็น

จุลินทรีย์จำพวก Mesophilic สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 7-50 องศาเซลเซียล อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 37 องศาเซลเซียล ค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญอยู่ระหว่าง 7-7.5 และค่า pH ต่ำสุดที่สามารถเจริญได้ คือ 4.4 ค่าA_w ต่ำสุดที่สามารถเจริญได้คือ 0.93 ทนการทำลายที่ อุณหภูมิ 62.8 องศาเซลเซียล สายพันธุ์ของเชื้อ *E. coli* ที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารหรือ diarrhia *E. coli* สามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะความรุนแรงของเชื้อ ลักษณะอาการของโรคและการจับกันของเชื้อในเยื่อเมือกของลำไส้ ดังนี้ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2544)

1. Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC) เป็นเชื้อที่สามารถสร้างเอนเทอโรทอกซิน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ heat labile toxin (LT) และ Heat stabile toxin (ST) โดย LT จะทำให้เกิดอาการของโรคอย่างช้าๆและมีอาการนาน ลักษณะอาการของ LTจะคล้ายกับพิษจากเชื้อโรคอหิวาตกโรค และถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียล นาน 10 นาที ส่วน ST ทนความร้อนได้ดีที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียล นาน 15 นาที และทนกรด ทำให้เกิดอาการของโรคตั้งแต่ท้องร่วงเพียงเล็กน้อย จนกระทั่งท้องร่วงอย่างรุนแรง ถ่ายเป็นน้ำ แต่ไม่มีเลือดหรือมูก ปวดท้องและอาเจียน หากพบเชื้อชนิดนี้ในเด็กแรกเกิดอาจทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ อย่างรุนแรงได้

2. Enteropathogen *E. coli* (EPEC) เป็นสายพันธุ์ที่ไม่สร้างเอนเทอโรทอกซิน เจริญเติบโตในลำไส้ส่วนต้น ทำให้เกิดอาการอุจจาระร่วงเป็นน้ำ มีไข้ และหนาวแต่ไม่ค่อยพบอาการอาเจียน หรือมีไข้ ซึ่งมีอาการภายใน 12-30 ชั่วโมงภายหลังได้รับเชื้อ ซึ่งในเด็กแรกเกิดมีอาการไข้รุนแรงกว่าปกติ ซึ่งอาจมีอาการของโรคนานถึง 2 สัปดาห์

3. Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) ทำให้เกิดโรคท้องร่วงมีลักษณะคล้ายเชื้อจากโรคบิดมีอาการถ่ายเป็นมูกเหลว อาจมีเลือดปน ปวดเบ่ง มีไข้ และอาจพบอาการอาเจียนได้

4. Enterohaemorrhagic *E. coli* (EHEC) หรืออาจเรียกว่า Verotoxin producing *E. coli* (VTEC) ทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วง ถ่ายเป็นน้ำเลือด ท้องร่วงอย่างรุนแรง ความรุนแรงของเชื้อสายพันธุ์นี้ คือสามารถผลิต Shigella-like toxin I และ Shigella- like toxin II ทำให้เกิดการอักเสบของลำไส้ (heamorrhagic colitis) ทำให้จำนวนเซลล์เม็ดเลือดแดง และเกร็ดเลือดลดลง (heamolytic anemia and thrombocytopaenia) อาจทำให้กระเพาะปัสสาวะอักเสบ หรือไตวาย (heamolytic uraemic syndrom) และอาจรุนแรงถึงตายได้ ซึ่งซีโรไทด์ที่สำคัญในกลุ่มนี้คือ *E. coli* 0157:H7 ซึ่งพบได้ในสัตว์จำพวกวัว ควาย แต่ไม่มีผลทำให้เกิดโรคในสัตว์ สามารถตรวจพบเชื้อนี้ในเนื้อสัตว์ที่ผ่านความร้อนไม่เพียงพอเช่น นมดิบ ในผักต่าง ๆ (จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี และคณะ. 2540) เชื้อ *E. coli* 0157:H7 เป็นเชื้อที่สามารถทนกรดได้สูงกว่าเชื้อ *E. coli* สายพันธุ์อื่น ๆ (Arnold and kaspar. 1995) ซึ่งสามารถเจริญได้ที่ pH 2.5 อย่างน้อย 5 ชั่วโมง ทนการทำลายที่อุณหภูมิ 62.8 องศาเซลเซียลและสามารถเจริญในสภาพที่ขาดน้ำได้ ปริมาณเชื้อ 1,000 เซลล์สามารถทำให้เกิดโรคได้

2.3.2 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสัตว์

การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* เกิดจากการจัดการสุขาภิบาลและการจัดการฟาร์มที่ไม่ดี ในสัตว์บริเวณที่มีการปนเปื้อนของเชื้อสูงได้แก่ ลำไส้ คอ ท้อง ขา ซึ่งปริมาณของเชื้อ *E. coli* ในลำไส้อาจเป็นปัจจัยสำคัญต่อระดับการปนเปื้อนของเชื้อในซากสัตว์ได้ Chapman *et al.* (2001) ได้ศึกษา *E. coli* o157 ใน เนื้อวัวและเนื้อแกะ ภายหลังการฆ่า เนื้อวัวบดและเนื้อแกะบด ในเนื้อวัวสดและผลิตภัณฑ์จากเนื้อแกะ พบว่าตรวจพบเชื้อ *E.coli* O157:H7 ในเนื้อวัว 620 ตัวอย่างจาก 4800 ตัวอย่าง พบในเนื้อแกะ 100 ตัวอย่างจาก 7200 ตัวอย่าง ในเนื้อวัวบดพบ 21 จาก 1500 ตัวอย่าง เนื้อแกะบด พบ 10 จาก 1500 ตัวอย่าง ในเนื้อวัวสดพบ 22 ตัวอย่างจาก 4983 ตัวอย่าง อุไม บิลหมัด และศุภลักษณ์ จันทร์อุดม (2544) ได้ตรวจลำไส้และอุจจาระของสุกรในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช พบเชื้อ *E. coli* 40.5 % นอกจากนี้ Gill and Jones (2000) ตรวจสอบปริมาณของจุลินทรีย์บนผิวหน้าซากสุกร พบเชื้อ *E. coli* และ Colifrm ประมาณ 3.07 และ 2.29 log cfu/ 1,000 cm^2 และนอกจากนี้ Hansson (2001) รายงานว่าในเนื้อสุกรมีการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* สูงกว่าในเนื้อวัว โดยจะพบเชื้อในสุกรประมาณ 74 % พบเชื้อ *E. coli* ในเนื้อวัวเพียง 34 % Suthienkul *et al.* (1990) รายงานการตรวจพบเชื้อ *E. coli* ในเนื้อวัว จากโรงฆ่าสัตว์ในประเทศไทย 8 – 28 % และจากเนื้อวัวตามท้องตลาดพบ 9% จิราวรรณ และคณะ (2540) ตรวจหาเชื้อ *E. coli* 0157:H7 ในเนื้อสุกรดิบ โดยวิธี ELISA พบเชื้อ 14.29%

2.4 การลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

การลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์มีจุดประสงค์เพื่อขยายช่วงเวลาในการเก็บรักษา และยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น วิธีการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น การใช้ความร้อน การใช้อุณหภูมิต่ำ การฉายรังสี การฉีดพ่นด้วยน้ำ เป็นต้น จากการศึกษาของ Castillo *et al.* (2001) พบว่าการสเปย์ด้วยกรดแลคติกและ น้ำ ในเนื้อวัว และเก็บโดยการแช่แข็งสามารถลดจำนวน เชื้อ *E. coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium ได้ 5.2 log cfu การใช้น้ำอย่างเดียวสามารถลดเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* ลงได้ 3.3-3.4 log cfu ส่วน Hardin *et al.* (1995) ศึกษาการควบคุมสุขลักษณะที่ดีของเนื้อสัตว์ด้วยกรด Lactic และ กรด Acetic เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อวัว พบว่า การทำความสะอาดบริเวณผิวหน้าของเนื้อวัวด้วยน้ำ หรือน้ำร้อน 35 องศาเซลเซียล แล้วสเปย์ด้วย 2% Lactic acid หรือ Acetic acid สามารถลดจำนวนของแบคทีเรียก่อโรคได้ และพบว่ากรด Lactic สามารถลดเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้ดีกว่าการใช้กรด Acetic

2.5 ความสำคัญและการใช้วัตถุเจือปนในอุตสาหกรรมอาหาร

อุตสาหกรรมอาหารในปัจจุบันได้ก้าวหน้าขึ้นมาก ส่งผลให้มีการคิดค้นพัฒนาและดัดแปลงผลิตภัณฑ์อาหารให้มีคุณภาพดีขึ้นและเหมาะกับความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น โดยมีการนำสารเคมีมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา (อารยา เชาวน์ชลากร. 2536) สารเคมีเหล่านี้สามารถทำลายและยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ โดย

1. สารประกอบนั้นเข้าไปรบกวนกลไกการทำงานด้านพันธุกรรมของเซลล์จุลินทรีย์ ทำให้ไม่สามารถสร้างเซลล์ขึ้นใหม่ได้ตามปกติ

2. สารประกอบนั้น ๆ เข้าไปรบกวนระบบการทำงานของผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ จนไม่สามารถทำงานได้

3. สารประกอบนั้นเข้าไปรบกวนระบบ และกลไกการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์จุลิทรีย์ให้ผิดปกติไป

2.6 การใช้กรดอินทรีย์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

กรดอินทรีย์ที่ใช้เพื่อเป็นสารถนอมรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ส่วนใหญ่ ใช้ในรูปของกรดอ่อน ในปัจจุบันการใช้กรดอินทรีย์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ได้รับความสนใจอย่างสูง โดยอาศัยคุณสมบัติในการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพของกรดอินทรีย์ในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ของเชื้อ ชนิดความเข้มข้นของกรด เวลาในการสัมผัสสาร ค่าความเป็นบัฟเฟอร์ของอาหารและสภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษา (พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล. 2536) กรดอินทรีย์ที่นิยมใช้เป็นสารต่อต้านจุลินท รีย์ในเนื้อสัตว์ ได้แก่ กรดอะซิติก กรดซอร์บิก กรดแลคติก กรดฟอร์มิก กรดแอสคอร์บิก เป็นต้น

2.6.1 การใช้กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) ในเนื้อสัตว์

สูตรทางเคมีของกรดแอสคอร์บิก คือ $C_6H_{12}O_6$

กรดแอสคอร์บิก (L- ascorbic acid) หรือวิตามินซี พบได้ในธรรมชาติทั้งในพืชและสัตว์ ยกเว้นในมนุษย์ ลิง และหนูตะเภา ไม่สามารถสังเคราะห์ได้ต้องรับประทานเข้าไป กรดแอสคอร์บิกในผลไม้รสเปรี้ยว เช่น ส้ม สตอร์เบอรี่ และพบมากในผลเชอรี่ นอกจากนี้ยังสามารถสังเคราะห์ได้จากกลูโคสโดยปฏิกิริยาเคมี หรือขบวนการหมัก กรดแอสคอร์บิกเป็นสารที่ได้รับการยอมรับจากองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา ว่าเป็นสารที่มีความปลอดภัยในการใช้

กรดแอสคอร์บิกมีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ละลายใน น้ำ และแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายในไขมัน กรดแอสคอร์บิกสูญเสียกิจกรรมได้ง่ายเมื่อละลายน้ำ กรดแอสคอร์บิก เป็นสารรีดิวซ์อย่างแรงจึงถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายในอากาศ โดยเฉพาะเมื่อมีไอออนของโลหะ เช่น Fe^{3+} หรือ Cu^{2+} แต่ในสภาวะของแข็งกรดแอสคอร์บิกมีความคงตัวได้ดีในอากาศ เมื่อกรดแอสคอร์บิกถูกออกซิ

ไดซ์โดยอากาศและแสงจะเกิดกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก ซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับกรดแอสคอร์บิก กรดแอสคอร์บิกทำหน้าที่เป็นโคแฟคเตอร์ ในการสังเคราะห์คอลลาเจน ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นในการสร้างกระดูก เอ็น ผิวหนัง และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทำให้ผนังเลือดแข็งแรง ช่วยกระตุ้นการสร้างฮีโมโกลบิน และสะสมเหล็กในตับ ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจ ทั้งนี้เนื่องจากกรดแแอสคอร์บิกมีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิเดนซ์ มีผลช่วยลดการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกายซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง เช่น มะเร็งบนผิวหนัง มะเร็งในโพรงจมูก มะเร็งในช่องปาก มะเร็งในหลอดอาหาร และหลอดลมเป็นต้น กรดแอสคอร์บิก มีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนซ์ ซึ่งมีผลต่อการรักษาคุณภาพของฮีโมโกลบินในเนื้อสัตว์ โดยรีดิวซ์เมทไมโอโกลบิน (เนื้อสีน้ำตาลแดง) ซึ่งเป็นสีของเนื้อที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับให้กลับเป็น ไมโอโกลบิน (สีม่วงแดง) ซึ่งเป็นสีที่ผู้บริโภคยอมรับ การเกิดเมทไมโอโกลบินจะเกิดได้เร็วมาก ถ้าหากมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่และมีอุณหภูมิสูง การใช้กรดแอสคอร์บิกร่วมกับกรดอินทรีย์จะมีผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์และมีผลต่อสีของเนื้อสัตว์ ไม่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่เติมสารไนไตรท์ เพราะจะทำให้เกิดเป็นไนตรัสอ๊อกไซด์ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคกรดแอสคอร์บิกนิยมใช้ร่วมกับโซเดียมอีริโธรเบทในอัตราส่วน 6:1 เพื่อเร่งปฏิกิริยาของการที่ไนไตรท์จะเกิดเป็นไนตริกอ๊อกไซด์ให้เร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงทำหน้าที่เร่งให้เกิดสีในผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาของ จุฑารัตน์ เลี่ยนกัตวา (2545) พบว่าสารละลายผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิก เข้มข้น 1% และกลูโคนิค เข้มข้น 1.5% มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* และเชื้อ *S.* Derby ได้ดีที่สุด ในขณะที่ Ogdon *et al.* (1997) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้กรดโพพิโอนิกและกรดแอสคอร์บิกในการถนอมรักษาเนื้อหมูบด โดยเติมกรดโพพิโอนิก ที่ระดับความเข้มข้น 0.136 และ 0.410 mol/l กรดแอสคอร์บิก ที่ระดับความเข้มข้น 0.057 mol/l และใช้กรดโพพิโอนิกร่วมกับกรดแอสคอร์บิกในอัตราส่วนความเข้มข้นต่าง ๆ กันลงในเนื้อสุกรบด พบว่าผลของการใช้กรดโพพิโอนิก ที่ระดับความเข้มข้น 0.306 mol/l ร่วมกับกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้น 0.043 mol/l จะสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ นานถึง 8 วัน โดยที่สีและกลิ่นไม่เปลี่ยนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ กรดแอสคอร์บิกและเกลือของกรดเมื่อใช้ร่วมกันกับสารไนไตรท์จะมีผลทำให้เนื้อมีสีแดง ลดระดับการเติมไนไตรท์และลดการเกิดเหม็นหืนในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Clostridium botulinum* ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก และการใช้โซเดียมไอโซแอสคอร์เบท ที่ระดับความเข้มข้น 0.02% ร่วมกับโซเดียมไนไตรท์ 50 ug/g มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Clostridium botulinum* ได้ดีกว่าการใช้โซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้น 156 ug/g เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ Greene *et al.* (1971) พบว่าการใช้ กรดแอสคอร์บิกร่วมกับโพรลิกาเลต หรือบิวทิเลตไฮดรอกซีอะนิโซล สามารถยับยั้งการเปลี่ยนสีของเนื้อและการเกิดลิปิดออกซิเดชันในเนื้อวัวบด และจากรายงานของ Saha *et al.* (1999) พบว่าเนื้อกวางที่จุ่มลงในสารละลายผสมของกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 1% ร่วมกับสาร EDTA เข้มข้น 1% สามารถยืด

อายุการเก็บของเนื้อกวางได้นาน 5 วัน ที่อุณหภูมิการเก็บ 4 องศาเซลเซียล และมีผลในการลดจำนวนเชื้อ Coliform, Enterobacteriaceae และ *Staphylococcus* ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ กรดแอสคอร์บิกและเกลือของกรดเมื่อใช้ร่วมกันกับสารไนไตรท์จะมีผลทำให้เนื้อมีสีแดง ลดระดับการเติมไนไตรท์และลดการเกิดเหม็นหืนในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Clostridium botulinum* ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก และการใช้โซเดียมไอโซแอสคอร์เบท ที่ระดับความเข้มข้น 0.02% ร่วมกับโซเดียมไนไตรท์ 50 ug/g มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Cl. botolinum* ได้ดีกว่าการใช้โซเดียมไนไตรท์ที่ความเข้มข้น 156 ug/g เพียงอย่างเดียว

2.6.2 การใช้สารโปแทสเซียมซอร์เบท (Potassium sorbate)ในเนื้อสัตว์

สารโปแทสเซียม ซอร์เบท มีสูตรโครงสร้างทางเคมี คือ $C_6H_7KO_2$

สารโปแตสเซียมซอร์เบท ได้รับการรับรองจาก United Stated Food and Drug Administration ว่าเป็นสารที่มีความปลอดภัยในการใช้ (Generally recognized as safe, GRAS) สารโปแตสเซียมซอร์เบทเป็นสารกันเสียที่เป็นเกลือ Potassium ของ Sorbic acid มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว เบา และละลายน้ำได้ดีประมาณ 139.2 กรัมในน้ำ 100 ml ที่ 20 องศาเซลเซียล แต่ละลายในแอลกอฮอร์ได้ต่ำ ในการใช้นิยมเตรียมไว้ในรูปสารละลายเข้มข้น วิธีใช้อาจทำโดยการจุ่มหรือพ่นเป็นฝอยไปบนชิ้นอาหารก็ได้ มีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่ออาหารมี pH 6.5 มีประสิทธิภาพต่อต้านยีสต์และรา ใช้ในเนยแข็ง ขนมปัง เครื่องดื่ม เนยเทียม และไส้กรอกแห้ง ปลารมควัน ผลไม้แห้ง ระดับการใช้ทั่วไปคือ 100 - 1000 ppm ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (กล้าณรงค์และจันทนีย์. 2539) สารโปแตสเซียมซอร์เบทสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ปีก (Ellion *et al.* 1985) นอกจากนี้ Zamora and Zaritzky. (1987) พบว่าสารโปแตสเซียมซอร์เบท สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อแดงได้ โดยไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อเมื่อผ่านการทำให้สุก และยังช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการทำให้สุกของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ และ Negbenebor *et al.* (1995) ยังพบว่าสารโปแตสเซียมซอร์เบทมีผลทำให้น้ำหนักภายหลังการทำให้สุกของเนื้อวัวเพิ่มขึ้น

บทบาทสำคัญของสารโปแตสเซียมซอร์เบท ในกระบวนการแปรรูปอาหาร คือ

1. ควบคุมการเปลี่ยนสีทั้งที่เกิดได้เนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์และไม่เกี่ยวกับเอนไซม์
2. ทำหน้าที่เป็นสารฟอกสีพวกแป้ง ผลิตภัณฑ์ผลไม้ รวมถึงเพคติน
3. ทำหน้าที่ช่วยปรับสมบัติของโดในการผลิตขนมปัง ช่วยทำหน้าที่ป้องกันการหืนและรีดิวซ์ พันธะไดซัลไฟด์ในโปรตีน
4. ทำหน้าที่ป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหาร

2.6.3 กลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารโปแทสเซียมซอร์เบท

สารโปแตสเซียมซอร์เบท มีผลทำให้ระยะ Lag phase ของแบคทีเรียยาวนานขึ้น (Greer. 1982) และยังสามารถลดอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ในระยะ Exponential phase (Zamora and Zaritzky. 1987) สารโปแตสเซียมซอร์เบท สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ได้ดีเมื่ออยู่ในรูปกรดไม่แตกตัว pH ที่เหมาะสมในการยับยั้งการเจริญเติบโตคือ 6.0 - 7.0 จากการศึกษาของ ทิพรดี คงสุวรรณ (2546) พบว่าการใช้สารละลายผสมระหว่างโปแทสเซียมซอร์เบท 5% และไตรโซเดียมฟอสเฟต 8% มีประสิทธิภาพในการลดเชื้อ *Salmonella* Derby ได้ดีที่สุด และจากรายงานของ Mendonca *et al.* (1989) พบว่าการใช้สารโปแทสเซียมซอร์เบทและสารผสมฟอสเฟต สเปย์ผิวหน้าของเนื้อสุกร และเก็บภายใต้ภาชนะสูญญากาศ ที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 สัปดาห์ สามารถลดเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Mesophile , Psychotrops, Enterobacteriaceae, Facultative anaerobe และ Lactobacilli ได้ และพบว่าการใช้สารโปแทสเซียมซอร์เบทอย่างเดียวสามารถลดจำนวนแบคทีเรียได้มากกว่าใช้สารประกอบฟอสเฟต Myers. (1983) ได้ทำการทดลองโดยนำเนื้อสันผ่านการถ่ายเชื้อ *Yersinia enterocoltica* ที่ความเข้มข้น 10^2 CFU/ml แล้วนำมาจุ่มหรือฉีดพ่นด้วยสารละลาย โปแตสเซียมซอร์เบท 5% และ 10% เป็นเวลา 30 วินาที เก็บรักษาโดยบรรจุสุญญากาศเป็นเวลา 21 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียล พบว่าปริมาณเชื้อ *Yersinia enterocoltica* ลดลง 97% และ 99% ตามลำดับ และ Unda *et. al.* (1990) พบว่าการใช้ Potassium sorbate 10% ร่วมกับฟอสเฟต 5% และ Sodium acetate 10% โดยผสมทางการค้า สามารถยับยั้งแบคทีเรียกลุ่ม Mesophilic, Psychrotrophic, Anaerobe, Facultative anaerobe และ Lactobacilli โดยทำให้ระยะ Lag phase ของจุลินทรีย์ยาวนานขึ้นถึง 5 สัปดาห์ มีผลทำให้สามารถเก็บรักษาเนื้อวัวสันนอกที่บรรจุ ที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียล ได้นานถึง 12 สัปดาห์ และนอกจากนี้ Lin and Chen. (1989) ได้ศึกษาผลของกรดซอร์บิกที่มีต่อเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อไก่ โดยตัดไก่เนื้อออกเป็นชิ้นแล้วแช่ใน ice-packed ที่ทำด้วย อีเทอร์กับน้ำ และ น้ำที่บรรจุ 0.075% Sorbic acid หรือน้ำผสม 0.10% Potasium sorbate ตรวจหาปริมาณเชื้อทั้งหมด ที่ 4 วัน และ 28 วัน พบว่าชิ้นไก่เนื้อเก็บใน ice-packes ที่ผสมด้วย 0.075% Sorbic acid และ 0.10% Potasium sorbate สามารถเก็บได้ 11.5 วันและ 3.6 วันตามลำดับ ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียลสามารถลดจำนวนเชื้อแกรมลบได้ แต่ไม่สามารถลดจำนวนเชื้อแกรมบวกได้ และหลังจากวันที่ 28 ของการเก็บรักษา พบว่าทุก Treatment ไม่สามารถลดเชื้อแกรมลบได้

2.6.4 การใช้สารไตรโซเดียมฟอสเฟต (Trisodium phosphate)ในเนื้อสัตว์

สูตรโครงสร้างทางเคมีคือ $Na_3Po_4 12H_2O$

Trisodium phosphate (TSP) จัดเป็นสารประกอบจำพวก Orthophosphates มีชื่อทางการค้าว่า AvGard ™ TSP จัดเป็นสารที่มีความปลอดภัยในการใช้ (Generally recognized as safe, GRAS) โดยสามารถใช้ได้ในขนาดที่เพียงพอจนบรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ในความเข้มข้นที่มี pH อยู่ในช่วง 11.6 - 13.0 สารนี้ไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในเนื้อสัตว์ ในทางการค้าผลิตสารประกอบฟอสเฟตในรูปของผสมและให้ชื่อทางการค้าต่างกันเช่น Accord, Fitcord, Kena, Fos accord, Tari complet K_3 และ Tari K_7 (ศิวาพร. 2535) TSP จัดเป็นสารที่มีความเป็นกรด-ด่างสูง จากรายงานของ Mendonca *et al.* (1994) พบว่า TSP ทำให้ส่วนประกอบของเซลเมมเบรนของแบคทีเรียเกิดรอยแตก นอกจากนี้ Lee *et al.* (1994) พบว่า TSP ทำให้โครงสร้างของเซ ลแบคทีเรียถูกทำลาย โดยฟอสเฟตจะไปทำลายและรบกวนส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในเซล และ TSP ยังมีคุณสมบัติในการเป็นสารลดแรงตึงผิว เพิ่มความสามารถในการแยกแบคทีเรียออกจากพื้นผิวของอาหาร Kim and Slavik. (1994) รายงานว่าการเติมสารประกอบฟอสเฟตต่าง ๆ ลงไปในอาหารช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับผลิตภัณฑ์ ช่วยยืดอายุการเก็บของอาหาร โดยฟอสเฟตทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียหยุดชะงักไป ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐาน เช่น ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำดีขึ้น ทำให้เนื้อไม่สูญเสียน้ำหนักมากเกินไปขณะร้อน เนื้อมีความนุ่มและชุ่มน้ำเพิ่มขึ้นและมีรสชาติดี เป็นสารเสริมฤทธิ์สารปฏิชีวนะ ในการยืดอายุการเก็บของปลา ช่วยป้องกัน drip loss ในผลิตภัณฑ์ปลาหรือเนื้อ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขึ้นฟูและความคงตัวของฟองของผลิตภัณฑ์ไข่ให้ดีขึ้น Trisodium phosphate ช่วยลดการเกิด Sulfonate triglyceride ลง ช่วยปรับปรุงกลิ่นและรสของน้ำมันรวมทั้งทำให้น้ำมันมีความคงตัวดีขึ้น บทบาทของสารฟอสเฟตที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อคือ

1. การเพิ่มความนุ่ม : โดยเป็นตัวทำให้ pH ของเนื้อเพิ่มขึ้นและช่วยให้โปรตีนของกล้ามเนื้อคลายตัวเนื่องจากสารเอคไมโอซินแยกออกจากกันเป็น ไมโอซินและเอคติน สารฟอสเฟตที่ใช้ในด้านนี้คือ พวกไพโรฟอสเฟต

2. การเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ : โดยทำให้เส้นใยโปรตีนยืดตัวล้อมรอบโมเลกุลน้ำ สารฟอสเฟตที่ใช้คือ โซเดียมฟอสเฟต

3. เพิ่มรสชาติ : โดยการทำให้โมเลกุลของเนื้อสารกันเป็นตาข่าย สามารถกั้นไม่ให้เลือดของเหลวในเนื้อไหลออกมา เนื้อจึงมีรสชาติดีขึ้น

4. ช่วยให้โมเลกุลเนื้อยึดเกาะกันดี : โดยการดึงโมเลกุลโปรตีนที่ละลายน้ำได้มารวมตัวกันทำให้เนื้อเหนียวและยืดหยุ่นดีขึ้น นิยมใช้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

5. ช่วยให้สีคงทน : โดยการทำหน้าที่ควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง 6.0-6.6 จึงทำให้เนื้อมีสีแดงคงทนดีขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้การใช้ไนไตรท์และกรดแอสคอร์บิกคงตัวเพิ่มมากขึ้น แต่คุณสมบัติในด้านการให้สีที่คงตัวมีผลด้อยกว่าการใช้กรดแอสคอร์บิก และความสามารถนี้จะลดลงถ้ากระทบแสงสว่างหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

โดยทั่วไปกฎหมายกำหนดให้มีการเติมฟอสเฟตได้ โดยให้มีเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายไม่เกินร้อยละ 5.0 ในขณะที่เนื้อจะมีฟอสเฟตในธรรมชาติอยู่ประมาณร้อยละ 0.01 ดังนั้นการใช้สารเหล่านี้ในระหว่างการหมักต้องต้องคำนึงถึงจำนวนดังกล่าวด้วย ซึ่งในสหรัฐอเมริกามีการใช้ สารไตรโซเดียมฟอสเฟต ที่ความเข้มข้นสูง สามารถลดเชื้อ *Salmonella, E. coli* และ *Campylobacter* ได้ (Food manufacturing colition and rivera -betancount. 1996) จากรายงานของ Cuter *et al.* (2000) พบว่าการสเปย์ เนื้อสัตว์หลังการฆ่าด้วย Trisodium phosphate สามารถจำนวนเชื้อแบคทีเรียก่อโรคได้มากกว่า 10^3 cfu/ cm^2 และลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* Typhimurium, *E. coli* O111:H8 , *E. coli* O26:H11 และ *E.coli* O157:H7 บนผิวหน้าเนื้อวัวภายหลังการเก็บภายใต้สูญญากาศ ในตู้เย็น

นอกจากนี้ Jimenez-Villarreal *et al.* (2003) ศึกษาคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสและสีของเนื้อวัวบดที่เติมสาร Trisodium phosphate, Cetylpypiridinium Cholide, Chlorine dioxide หรือ Lactic acid ในการลดเชื้อแบคทีเรีย โดยตัดแต่งเนื้อวัวออกเป็นชิ้นแล้วแบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 5 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 จุ่มสาร Cetylpypiridinium Cholide 0.5% และ Trisodium phosphate 10% (CT) กลุ่มที่ 2 Chlorine dioxide 200 ppm และ Cetylpypiridinium Cholide 0.5% (CLC) กลุ่มที่ 3 Chlorine dioxide 200 ppm และ Trisodium phosphate 10% (CLT) กลุ่มที่ 4 Lactic acid 2% และ Cetylpypiridinium Cholide 0.5% (LC) กลุ่มที่ 5 กลุ่มควบคุม หลังจากนั้นบรรจุถุงพลาสติก (PE) เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, และ 7 วันพบว่าในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาตัวอย่างที่จุ่มสาร LC และCT มีสีซีดกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มตัวอย่างที่จุ่มสาร CLT มีสีเข้มกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และ Yang *et al.* (1998) ได้ศึกษาผลของการใช้ TSP 10%, lactic acid 2%, CPC 0.5% และSodium bisulfate 5% ต่อการลดเชื้อ *Salmonella* Typhimurium และ Total aerobic bacteria count โดยการฉีดพ่นสารลงบนซากไก่ก่อนการแช่เย็น โดยใส่เชื้อ *S.* Typhimurium 10^5 cfu/g ที่ความดัน 413 กิโลปาสคาล อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 17 วินาที พบว่าซากไก่ที่ผ่านการฉีดพ่นด้วย TSP 10%, lactic acid 2%, CPC 0.5% และ Sodium bisulfate 5% มี เชื้อ *S.* Typhimurium ลดลง 1.78, 2.01, 1.77 และ 1.7 log cfu/g ตามลำดับ และมีปริมาณ Total aerobic bacteria count ลดลง 0.74, 2.16,1.03 และ 1.66 log cfu/g ตามลำดับ ซากไก่ที่ผ่านการฉีดพ่นด้วย Sodium bisulfate และ lactic acid ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีบนผิวหนังไก่เล็กน้อย และ

Stivarius *et al.* (2000) ได้ศึกษาการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในเนื้อวัวบด โดยใช้ โอโซน ใช้เนื้อวัวบดแช่แข็งนำมา thawed ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียล แล้วเติมเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* Typhimurium ตามด้วยการจุ่มน้ำที่ผ่าน โอโซน 1% 15 วินาที่ และ 5% Aacetic acid (OA) , น้ำที่ผ่าน โอโซน 1% 15 วินาทีและ Cetylpyridinium chloride (OC) ,200 ppm chlorine dioxide และ 10% Trisodium phosphate (CT) , กลุ่มควบคุมไม่เติมสาร (C) พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่ม (OA) และ (OC) พบเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และ เนื้อวัวบดมีสีเข้มกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่ม CT แต่พบว่ากลุ่ม CT สามารถลดเชื้อ *E. coli* ได้ แต่ ไม่สามารถลดเชื้อ *Salmonell*a Typhimurium ได้ ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่สามารถวัด ได้ Hua *et al.* (1998) ศึกษาการใช้สารเคมีสเปย์ บนผิวเนื้อไก่เพื่อลดเชื้อแบคทีเรีย โดยใช้เนื้อ ไก่ เติมเชื้อ *Salmonella* Typhimurium และสเปย์ด้วย 0.1%Cetylridinium chloride (CPC),10%Trisodium (TSP) หรือ 2% Lactic acid (LA) ใช้อุณหภูมิต่างกัน 25, 40,55 และ 70 องศาเซลเซียล ความดัน 5 ระดับ คือ 207, 414, 621, 827 และ 1034 Kpa เวลา 30, 60, 90 และ 180 วินาที พบว่าที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียล สาร CPC สามารถลดเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่ สุด และพบว่าที่อุณหภูมิ 40 และ 55 องศาเซลเซียล ภายใต้ความดัน 207 และ 1034 Kpa เป็น เวลา 90 วินาที สามารถลดปริมาณเชื้อ *Salmonella* Typhimurium ได้ดีที่สุด Kim *et al.* (1994)ศึกษาการใช้สาร TSP ในการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7และ *Salmonella* Typhimurium บนผิวหน้าเนื้อวัวโดยใช้เนื้อวัวจุ่มเชื้อ *E. coli* O157:H7และ *Salmonella* Typhimurium 10^9 cfu/ml เป็นเวลา 15 นาที แล้วตามด้วยการจุ่มสารละลาย TSP 10% ที่ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียล เวลา 15 วินาที พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 0.86 log แต่ไม่สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* Typhimurium ได้

2.6.5 การใช้น้ำและน้ำร้อนในเนื้อสัตว์

การใช้น้ำและน้ำร้อนสเปย์โดยใช้ความดันสูงล้างผิวหน้าของเนื้อสัตว์ภายหลังการฆ่า สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในเนื้อสัตว์ได้ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมานาน เนื่องจากสะดวก และประหยัด และปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่ไม่สามารถยืดอายุการเก็บเนื้อสัตว์ได้นานเท่าการใช้ สารเคมี ในเชิงการค้าจึงนิยมใช้สารเคมีกันอย่างแพร่หลาย Goksoy *et al.* (2001) ศึกษาผล ของการใช้น้ำร้อนในควบคุมจุลินทรีย์บนผิวไก่ทอดและลักษณะภายนอกที่ปรากฏ พบว่าการใช้ น้ำร้อนสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคและไม่ทำให้ลักษณะภายนอกของเนื้อเปลี่ยนแปลง และ Castillo *et al.* (1998) พบว่าการใช้น้ำร้อนสเปย์ผิวหน้าของเนื้อวัวภายหลังการฆ่าทันที สามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium ได้ และนอกจากนี้ยังพบว่า การใช้น้ำเปล่าตามด้วยน้ำร้อน 95 องศาเซลเซียล สามารถลดจำนวนแบคทีเรียก่อโรคได้ 10^5 cfu/ cm^2 นอกจากนี้ Murphy and Berrang (2000) ได้ทำการศึกษาการใช้น้ำร้อน เพื่อลด

จำนวนเชื้อ *Salmonella* Senftenberg และ *Listeria innocua* ในชิ้นไก่ โดยการถ่ายเชื้อดังกล่าว บนผิวหน้าของชิ้นไก่ที่มีน้ำหนัก 227 และ 454 กรัม ขนาด 114x114 และ 241x114 มิลลิเมตร แล้วจุ่มในน้ำร้อน 88 องศาเซลเซียล โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่มีน้ำหนัก 227 กรัม จุ่มน้ำร้อน 20 วินาที และกลุ่มตัวอย่างที่มีน้ำหนัก 454 กรัม จุ่มน้ำร้อน 34 วินาที พบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีจำนวนเชื้อ *Salmonella* Senftenberg และ *Listeria innocua* ลดลง 10^{7} cfu/g Smith and Graham (1978) ได้ศึกษาการใช้น้ำร้อน 80 องศาเซลเซียล 10 วินาที ล้างผิวหน้าเนื้อวัวและเนื้อแกะภายหลังการฆ่า จะสามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* ได้มากกว่า 99 %และ Davey and Smith. (1989) ศึกษาการใช้น้ำร้อนในเนื้อวัวแผ่น โดยถ่ายเชื้อ *E. coli* บนเนื้อวัวแผ่น และใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิของที่ต่างๆ ได้แก่ 83.5, 74.2, 66.0 และ 44.5 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 -20 วินาที พบว่าน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 83.5 องศาเซลเซียล ลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุด นอกจากนี้ Woolthuis and Smulders (1985) ได้ศึกษาการลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในตับหมู โดยการใช้กรดแลคติก และ น้ำร้อน พบว่าการใช้น้ำร้อนร่วมกับกรดแลคติก ลดจำนวนแบคทีเรียได้ และ Smith and Kavey(1990) ศึกษาการทำลายเชื้อ *E.coli* บนเนื้อวัวโดยใช้น้ำร้อนในขบวนการลดการปนเปื้อน พบว่าการใช้น้ำอุณหภูมิ 83.5 องศาเซลเซียล นาน 20 วินาที สามารถลดเชื้อ *E. coli* ได้มากกว่า 10^{3} log (99.9%) และ Castillo *et al.* (1999) ศึกษาการลดการปนเปื้อนของผิวหน้าเนื้อวัวสดโดยใช้ไอน้ำและการสเปย์ด้วยน้ำร้อนร่วมกับสาร Lactic acid พบว่าบริเวณผิวหน้าเนื้อวัวสดที่มีการปนเปื้อนด้วยอุจจาระและทำความสะอาดด้วยการใช้ไอน้ำภายใต้ความดันและใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียลหรือน้ำอุ่น 55 องศาเซลเซียล, 2 % Lactic acid สามารถลดจำนวนเชื้อ Aerobic plate counts และ Enterobacteriaceae, Total Coliforms, Thermotolerant และ *E. coli* และพบว่าการใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียลหรือน้ำอุ่น 55 องศาเซลเซียล ร่วมกับการใช้ 2% Lactic acid สามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่า การใช้ไอน้ำภายใต้แรงดันอย่างเดียว Dubal *et al.* (2004) ได้ศึกษาผลของการใช้กรดอินทรีย์ร่วมกับการใช้น้ำร้อนต่อการลดเชื้อ *S. aureus, L. monocytogenes, E. coli* และ S. Typhimurium ในเนื้อแกะหรือเนื้อแพะ ภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิเย็น โดยใช้เนื้อแกะหรือแพะ จุ่มเชื้อ *S. aureus, L. monocytogenes, E. coli* และ S. Typhimurium แล้วฉีด สเปย์ล้างด้วยสารละลายผสม 2 % Lactic acid และ 1.5% acetic acid +1.5% propionic acid พบเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างเนื้อลดลง 0.52 และ 1.16 log และพบว่าเนื้อสีและกลิ่นเปลี่ยนไป และอายุของการเก็บรักษาพบว่าเนื้อที่มีการเติมกรดอินทรีย์สามารถเก็บได้ 8 - 11 วัน ส่วนตัวอย่างเนื้อที่ไม่มีการเติมสารสามารถเก็บได้นาน 3 วัน

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ชิ้นเนื้อสุกร

ใช้เนื้อสุกรสดส่วนสะโพกนำมาบรรจุกล่องพลาสติกเก็บในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ ประมาณ –18 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.1.2 เชื้อจุลินทรีย์

Escherichia coli

Salmonella Derby SH3407

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 Ascorbic acid

3.2.2 Trisodium phosphate

3.2.3 Potassium sorbate

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.3.1 ตู้ควบคุมอุณหภูมิ

3.3.2 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator)

3.3.3 เครื่องวัดความเป็น กรด-ด่าง

3.3.4 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

3.3.5 เครื่องปิดผนึกแบบสูญญากาศ

3.3.6 เครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher)

3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง

3.4.1 Plate count agar (PCA)

3.4.2 Lauryl sulphate tryptose broth (LSTB)

3.4.3 EC broth

3.4.4 Trypticase soy broth (TSB)

3.4.5 Trypticase soy agar (TSA)

3.4.6 Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar

3.5 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ

3.6 วิธีการทดลอง

3.6.1 การเตรียมสารละลายเชื้อ *S.* Derby

นำเชื้อ *S.* Derby จาก slant agar เพาะเลี้ยงบน TSA บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บเชื้อที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียล โดยทำการถ่ายเชื้อเดือนละครั้ง นำเชื้อ *S.* Derby ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA มาเตรียมสารละลายเชื้อเข้มข้น (Stock culture) ตามวิธีของ Dorsa *et al.* (1998)

3.6.2 การเตรียมสารละลายเชื้อ *Escherichia coli*

วิธีการเตรียมเช่นเดียวกันกับการเตรียมสารละลายเชื้อ *S.* Derby ตามข้อ 3.6.1 โดยเปลี่ยนจากเชื้อ *S.* Derby เป็นเชื้อ *E. coli*

3.6.3 การเตรียมตัวอย่างเนื้อสุกร

นำเนื้อสุกรส่วนสะโพกมาตัดแต่งให้ได้ชิ้นเนื้อที่มีขนาด 5x5x1 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 35 กรัมต่อชิ้น ด้วยอุปกรณ์ที่ปลอดเชื้อ (Podolak *et al.*,1996) นำตัวอย่างชิ้นเนื้อมาผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสง UV ในตู้ปลอดเชื้อ เป็นเวลา 60 นาที โดยกลับชิ้นเนื้อทุก 30 นาที

3.6.4 ศึกษาผลของการใช้ น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมของ Trisodium phosphate **และกรด** Ascorbic **สารละลายผสมของ** Potassium sorbate **และกรด** Ascorbic **ต่อการลดจำนวนเชื้อ** *S.* Derby **ในเนื้อสุกร**

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยศึกษาผลของสารต่าง ๆ ต่อระยะเวลาการเก็บเนื้อสุกรที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม (ไม่สัมผัสสารใด ๆ)

กลุ่มที่ 2 สัมผัสน้ำที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที

กลุ่มที่ 3 สัมผัสน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่มที่ 4 สัมผัสสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และ กรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

กลุ่มที่ 5 สัมผัสสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และ กรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

โดยทำการทดลอง ดังนี้

3.6.4.1 นำตัวอย่างชิ้นเนื้อจากข้อ 3.6.3 มาจุ่มในสารละลายเชื้อ *S.* Derby ซึ่งมีระดับความเข้มข้นประมาณ 10^5 cfu/ml เป็นเวลา 3 นาที ผึ่งให้แห้งในตู้ปลอดเชื้อ เป็นเวลา 15 นาที

3.6.4.2 นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการถ่ายเชื้อแล้วจากข้อ 3.6.4.1 มาแบ่ง เป็น 5 กลุ่มการทดลอง ดังกล่าวแล้ว โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม ไม่สัมผัสสารเคมี ส่วนกลุ่มที่ 2-5 นำมาสัมผัสกับสารเคมีที่ระบุไว้ เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งให้แห้งในตู้ปลอดเชื้อเป็นเวลา 15 นาที นำตัวอย่างทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง มาบรรจุแบบสุญญากาศในถุงพลาสติก PE

3.6.4.3 นำตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่บรรจุถุงแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ±1 องศา เซลเซียล สุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรมาตรวจวิเคราะห์ ตามข้อ 3.6.4.4 ในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 ของการเก็บ รักษา

3.6.4.4 นำตัวอย่างชิ้นเนื้อจากข้อ (3.6.4.3) มาตรวจวิเคราะห์ดังนี้

- ตรวจหาจำนวนเชื้อ *S.* Derby โดยวิธี MPN (FDA-BAM. 1992)
- ตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ตามวิธี (FDA-BAM. 1992) โดยวิธี Spread plate
- วัดค่าความเป็นกรด - ด่าง บนตัวอย่างชิ้นเนื้อด้วยเครื่องวัด pH

3.6.5 ศึกษาผลของการใช้ น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมของ Trisodium phosphate และกรด Ascorbic สารละลายผสมของ Potassium sorbate และกรด Ascorbic ต่อการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกรสด

ทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.6.4 แต่จุ่มตัวอย่างในสารละลายเชื้อ *E. coli* ความเข้มข้นประมาณ 10^5 cfu/ml และตรวจหาจำนวนเชื้อ *E. coli* โดยวิธี MPN (FDA-BAM.1992) ตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ตามวิธี (FDA-BAM.1992) โดยวิธี Spread plate และวัดค่าความเป็น กรด - ด่าง บนตัวอย่างชิ้นเนื้อด้วยเครื่องวัด pH

3.6.6 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมของ Trisodium phosphate และกรด Ascorbic สารละลายผสมของ Potassium sorbate และกรด Ascorbic ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกร

เตรียมตัวอย่างชิ้นเนื้อ ขนาด 5x5x1 ตารางเซนติเมตร ที่ไม่ผ่านการถ่ายเชื้อใด ๆ แบ่งชิ้นเนื้อออกเป็น 5 กลุ่มการทดลอง ดังแสดงในหัวข้อ 3.6.4 นำชิ้นเนื้อสัมผัสสารละลายดังกล่าวเป็นเวลานาน 5 นาที และผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 15 นาที นำชิ้นเนื้อบรรจุแบบสูญญากาศในถุงพลาสติก PE เก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อที่อุณหภูมิ 4 ±1 องศาเซลเซียล สุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อตรวจหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกร ตามวิธีการแสดงดังภาคผนวก ข ในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 ของการเก็บรักษา

3.6.7 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate และ กรด Ascorbic สารละลาย Potassium sorbate และ กรด Ascorbic ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกร

เตรียมตัวอย่างชิ้นเนื้อ ขนาด 5x5x1 ตารางเซนติเมตร แบ่งชิ้นเนื้อออกเป็น 5 กลุ่มการทดลอง ดังแสดงในหัวข้อ 3.6.4 นำชิ้นเนื้อสัมผัสสารละลายดังกล่าวเป็นเวลานาน 5 นาที และผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 30 นาที นำมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่น และรสชาติที่แปลกปลอมของเนื้อสุกรนึ่งสุก โดยใช้การทดสอบแบบ Different from control ใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาตรีและปริญญาโท คณะสัตวแพทยศาตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ จำนวน 30 คน ในการทดสอบรสชาติที่แปลกปลอมทดสอบโดยนำตัวอย่างชิ้นเนื้อจาก 5 กลุ่มการทดลอง บรรจุในภาชนะและปิดผนึกด้วยพลาสติกทนร้อนเพื่อป้องกันการสูญเสียกลิ่นและรสของเนื้อ หลังจากนั้นนำมาผ่านความร้อนในเครื่องไมโครเวฟโดยใช้ความร้อนระดับกลาง เป็นเวลาประมาณ 6 นาที นำมาทดสอบโดยการชิม

3.6.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทุกการทดลอง มาวิเคราะห์หาความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแต่ละวิธี ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate และ กรด Ascorbic สารละลายผสมระหว่างสาร Potassium sorbate และ กรด Ascorbic ต่อการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในเนื้อสุกร

ทำการตรวจหาจำนวนเชื้อ *S.* Derby และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ในตัวอย่างเนื้อสุกรทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *S.* Derby เป็นเวลา 3 นาทีและผ่านการจุ่มสารละลายกลุ่มต่าง ๆ คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำ กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของสาร Trisodium phosphate 8% และ กรด Ascorbic 1% (TSP+ASC) เป็นเวลา 5 นาที และกลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของสาร Potassium sorbate 5% และ กรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) เป็นเวลา 5 นาที ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน

4.1.1 ผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate และ กรด Ascorbic สารละลาย Potassium sorbate และ กรด Ascorbic ต่อการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในเนื้อสุกร

จากการศึกษาจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในตัวอย่างเนื้อสุกรทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 พบว่าในกลุ่มตัวอย่างที่จุ่มสาร PTS+ASC และกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มสาร TSP+ASC มีจำนวนเชื้อ *S.* Derby น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยในวันที่ 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 ของการเก็บ กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มสารละลาย PTS+ASC มีจำนวนเชื้อ *S.* Derby คือ 1.60, 0.79, 0.89, 1.60, 2.13และ 1.66 log MPN/g ตามลำดับโดยมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.75, 1.70, 1.80, 1.62, 0.98 และ 0.84 log reduction ตามลำดับ ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา จำนวนเชื้อ *S.* Derby ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ จุฑารัตน์ เลี่ยนกัตวา (2545) ที่พบว่าการใช้สารละลายผสมของกรดกลูโคนิค 1.5% และกรดแอสคอร์บิก 1% สามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby ได้ดีที่สุด โดยในวันที่ 0, 1, 3 และ 5 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อ *S.* Derby น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือ 3.13, 3.18, 3.29 และ 3.15 log MPN/ g ตามลำดับ

และเนื่องจากสารโปแทสเซียมซอร์เบท (PTS) มีค่าความเป็นกรดและมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ โดยค่า pH ของกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มสารละลาย PTS+ASC ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีค่า pH เท่ากับ 5.56 ซึ่งเป็นค่า pH ที่ต่ำกว่าวันอื่นๆ และพบว่าในวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อ *S.* Derby น้อยที่สุดคือ 0.79 log MPN/g โดยสาร PTS สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี เมื่ออยู่ในรูปกรดไม่แตกตัว (Sofos. 1989) สาร PTS มีผลทำให้ระยะ lag phase ของเชื้อแบคทีเรียยาวนานขึ้น (Greer. 1982) และลดอัตราการเจริญเติบโตในระยะ Exponential phase ของแบคทีเรีย (Zamora and Zaritzky. 1987)

ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มสารละลาย TSP+ASC ในวันที่ 0 , 1, 5, 7, 9 และ 11 ของการเก็บรักษา มีจำนวนเชื้อ *S.* Derby น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือ 1.51, 1.57, 2.01, 1.97, 2.51, 2.21 และ 1.63 log MPN/ g ตามลำดับ โดยมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 0.96, 0.78, 0.48, 0.72, 0.71, 0.90 และ 0.87 log reduction ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากสาร TSP จัดเป็นสารที่มีค่า pH สูง ทำให้มีผลต่อส่วนประกอบของเซลล์เมมเบรน (Mendonca *et al.*,1994) และทำให้ Cytoplasmic membrane ของแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *Salmonella* spp., *E. coli* เกิดรอยแตกออก เนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบ มีความไวต่อค่า pH สูง เพราะมี Peptidoglycan layer บางเพียง 2 - 3 นาโนเมตร จึงมีความสามารถในการปกป้อง Cytoplasmic membrane ต่ำ ดังนั้นเมื่อได้รับสารละลายที่มีค่า pH สูงจึงทำให้เซลล์แตก นิวคลีโอไทด์ (Nucleotides) จะเกิดการแพร่ออกมายัง Cytoplasm เกิดการละลายน้ำของ DNA และเนื่องจาก DNA มีประจุลบสูงจึงละลายน้ำที่ pH สูงได้ดี จึงทำให้เกิดการอ่อนตัวของ Cytoplasmic membrane เนื่องจากการละลายของ membrane protein และเกิด Saponification ของชั้นไขมัน ตำแหน่งที่ไม่ชอบน้ำของฟอสโฟลิปิด (Phospholipid) เปิดออกต่อสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดการแตกออกของเซลล์และเนื่องจาก TSP มีคุณสมบัติในการเป็นสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) จึงเพิ่มความสามารถในการแยกแบคทีเรียออกจากพื้นผิวของอาหาร (Kim and Slavik. 1994)

ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล พบว่าในวันที่ 0 , 1, 9 และ 11 ของการเก็บรักษา มีจำนวนเชื้อ *S.* Dorby น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือ 1.79, 2.08, 2.16 และ 1.76 log MPN/ g ตามลำดับโดยมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 0.68, 0.27, 0.95 และ 0.74 log reduction ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Murphy and Berrang (2002) ได้ทำการศึกษาการใช้น้ำร้อน เพื่อลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* Senftenberg และ *Listeria innocua* ในชิ้นไก่ โดยการถ่ายเชื้อดังกล่าวบนผิวหน้าของชิ้นไก่ที่มีน้ำหนัก 227 และ 454 กรัม ขนาด 114x114 และ 241x114 มิลลิเมตร แล้วจุ่มในน้ำร้อน 88 องศาเซลเซียล โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่มีน้ำหนัก 227 กรัม จุ่มน้ำร้อน 20 วินาที และกลุ่มตัวอย่างที่มีน้ำหนัก 454 กรัม จุ่มน้ำร้อน 34 วินาที พบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีจำนวน

เชื้อ *Salmonella* Senftenberg และ *Listeria innocua* ลดลง 10^7 cfu/g ส่วนในวันที่ 3, 5 และ 7 ของการเก็บรักษาจำนวนเชื้อ *S.* Derby ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) และในกลุ่มตัวอย่างที่จุ่มน้ำ พบว่าในวันที่ 0 ถึงวันที่ 5 ของการเก็บรักษาจำนวนเชื้อ *S.* Derby ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ส่วนในวันที่ 7, 9 และ 11 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อ *S.* Derby น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) คือ 2.51, 1.98 และ 1.65 log MPN/ g ตามลำดับโดยมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 0.71, 1.13 และ 0.85 log reduction ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากผลของน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล สามารถทำลายเชื้อบางส่วนที่เกาะอยู่บนบริเวณผิวหน้าของชิ้นเนื้อ แต่เนื่องจากการจุ่มในน้ำร้อนใช้เวลาสั้น จึงทำให้เชื้อบางส่วนที่เคลื่อนเข้าสู่ภายในชิ้นเนื้อสามารถเหลือรอดและเจริญเติบโตได้ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา

ผลของระยะเวลาการเก็บต่อจำนวนเชื้อ *S.* Derby พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 11 วัน ที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล จำนวนเชื้อ *S.* Derby มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บ ซึ่งการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล จะช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อให้มีช่วง lag phase ยาวขึ้น (Goddard *et al.*,1996) และหลังจากนั้นเซลล์แบคทีเรียจะเริ่มเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งตัวแบบ binary fission แบ่งตัวออกไปเป็น 2 และจาก 2 เป็น 4 ไปเรื่อยๆขั้นตอนนี้เรียกว่า Logarithmic growth phase และพบว่า ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษาทุกกลุ่มการทดลองมีจำนวนเชื้อ *S.* Derby สูงสุด หลังจากขั้นตอน logarithm เชื้อแบคทีเรียจะค่อย ๆ ลดจำนวนลงและมีจำนวนคงตัวไปชั่วระยะหนึ่ง โดยไม่มีการเพิ่มจำนวน ขั้นตอนนี้เรียกว่า Stationary growth phase ในวันที่ 9 ถึงวันที่ 11 ของการเก็บรักษาจำนวนเชื้อ *S.* Derby จะเริ่มลดจำนวนลง เนื่องจากแบคทีเรียมีการตายลง หรืออยู่ในระยะ Death phase เป็นช่วงเวลาที่โภชนาการจำเป็นเริ่มหมดไป หรือมีปริมาณกรดอันเป็นผลิตผลของขบวนการเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์สะสมในปริมาณสูงขึ้นจึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (ชัยณรงค์. 2529) และการที่จำนวนเชื้อ *S.* Derby ลดลงตามระยะเวลาการเก็บให้ผลที่แตกต่างจากการทดลองของจุฑารัตน์ (2545) และ ทิพรดี (2546) ที่พบว่าจำนวนเชื้อ *S.* Derby เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการใช้สารละลายผสมของกรด Ascorbic กับ สาร Trisodium phosphate และสาร Potassium sorbate ซึ่งกรด Ascorbic มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby ได้ดี ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 11 วัน

ในขณะที่การทดลองของ จุฑารัตน์ (2545) พบว่าการใช้สารละลายผสมของกรดแอสคอร์บิก 1% และกรดกลูโคนิค 1.5% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S.* Derby ได้ดีในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศา เซลเซียล และยังพบว่าการใช้สารละลายผสมมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการใช้สารละลายชนิดเดียว

ส่วนผลการทดลองของทิพรดี (2546) พบว่าการใช้สารละลายผสมของสาร PTS (5%)+TSP (8%) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Derby ได้ ตลอดระยะเวลาการเก็บ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล และเชื้อมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียลเป็นเวลา 11 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	จำนวนเชื้อ *S.* Derby (log MPN/ g)				
	กลุ่มควบคุม***	น้ำ	น้ำร้อน	TSP+ASC	PTS+ASC
0	$2.47\pm0.16^{v*}{}_{d**}$	$2.03\pm0.06^{w}{}_{b}$	$1.79\pm0.13^{x}{}_{d}$	$1.51\pm0.13^{y}{}_{d}$	$2.51\pm0.13^{v}{}_{a}$
1	$2.35\pm0.09^{v}{}_{d}$	$2.31\pm0.13^{v}{}_{a}$	$2.08\pm0.10^{w}{}_{c}$	$1.57\pm0.17^{x}{}_{d}$	$1.60\pm0.20^{x}{}_{c}$
3	$2.49\pm0.05^{v}{}_{ed}$	$2.43\pm0.11^{v}{}_{a}$	$2.50\pm0.20^{v}{}_{b}$	$2.01\pm0.10^{w}{}_{c}$	$0.79\pm0.27^{x}{}_{d}$
5	$2.69\pm0.45^{v}{}_{c}$	$2.46\pm0.05^{v}{}_{a}$	$2.54\pm0.11^{v}{}_{b}$	$1.97\pm0.16^{w}{}_{b}$	$0.89\pm0.10^{x}{}_{d}$
7	$3.22\pm0.08^{v}{}_{a}$	$2.51\pm0.13^{w}{}_{a}$	$3.27\pm0.16^{v}{}_{a}$	$2.51\pm0.13^{w}{}_{a}$	$1.60\pm0.09^{x}{}_{c}$
9	$3.11\pm0.07^{v}{}_{a}$	$1.98\pm0.10^{x}{}_{b}$	$2.16\pm0.07^{w}{}_{c}$	$2.21\pm0.07^{w}{}_{ac}$	$2.13\pm0.05^{w}{}_{b}$
11	$2.50\pm0.03^{v}{}_{b}$	$1.65\pm0.17^{w}{}_{c}$	$1.76\pm0.09^{w}{}_{d}$	$1.63\pm0.27^{w}{}_{d}$	$1.66\pm0.09^{w}{}_{c}$

* ตัวอักษร v, w, x และ y ที่แตกต่างในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในตัวอย่างที่อายุการเก็บเดียวกัน

** ตัวอักษร a, b, c, d และ e ที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในกลุ่มการทดลองเดียวกันแต่ระยะเวลาการต่างกัน

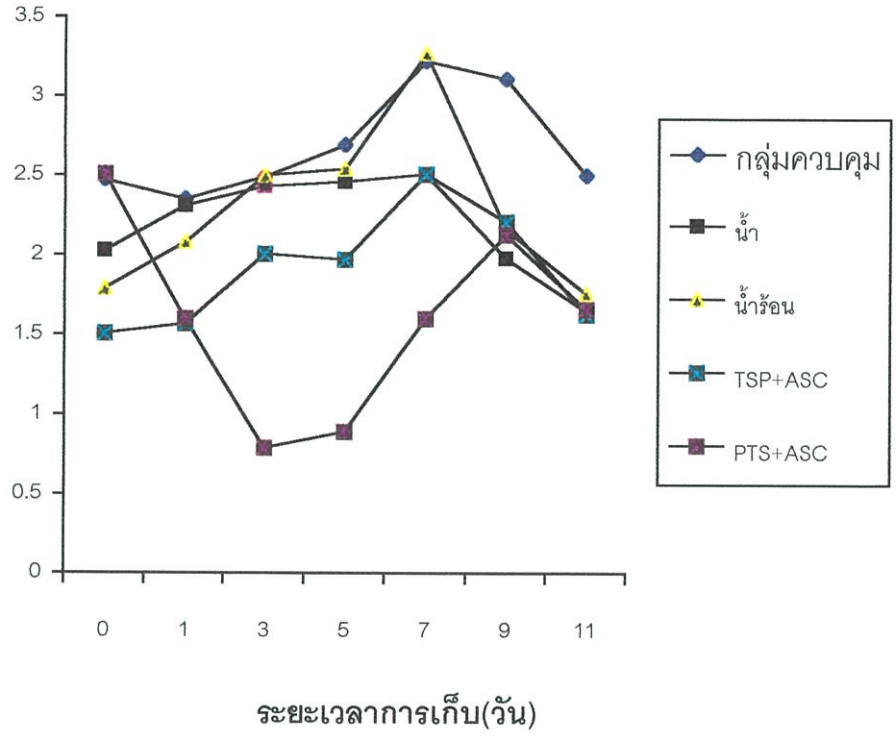
*** กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ไม่สัมผัสสารใด ๆ

กลุ่มน้ำ หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที

กลุ่มน้ำร้อน หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่ม TSP+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

กลุ่ม PTS+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที



ภาพที่ 4. 1 แสดงจำนวนเชื้อ *S.* Derby ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่ม สารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน

4.1.2 ผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate **และกรด** Ascorbic **สารละลาย** Potassium sorbate **และกรด** Ascorbic **ต่อจำนวนเชื้อ** Aerobic plate count **ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ** *S.* Derby

จากการศึกษาจำนวนเชื้อ Aerobic plate count ในตัวอย่างเนื้อสุกรทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *S.* Derby เป็นเวลา 3 นาที และผ่านการจุ่มสารละลายกลุ่มต่าง ๆ คือ กลุ่มควบคุม(Control) กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำ กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที กลุ่มที่จุ่มสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และ กรด Ascorbic 1% (TSP+ASC) เป็นเวลา 5 นาที และกลุ่มที่จุ่มสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และ กรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) เป็นเวลา 5 นาที ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน ผลแสดงดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มสารละลาย PTS+ASC ในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7 และ 9 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อ Aerobic plate count น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือ 5.25, 5.19, 5.22, 5.62 และ 5.66 log cfu/g โดยมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 0.53, 0.60, 1.25, 1.10, 1.80 และ 2.50 log reduction ตามลำดับ ส่วนในวันที่ 11 ของการเก็บรักษา พบว่าจำนวนเชื้อ Aerobic plate count ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ จุฑารัตน์ เลี่ยนกัตวา (2545) พบว่าการใช้สารละลายผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิก 1% และกรดกลูโคนิค 1.5% ในวันที่ 0, 1 และ 3 ของการเก็บรักษา มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 0.73, 1.32 และ 1.16 log reduction ตามลำดับ ส่วนในวันที่ 5 ถึง 11 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ Morrison and Fleet (1985) ได้ทดลองนำซากไก่ผ่านการใส่เชื้อ *S.* Typhimurium และ *S.* Sofia 10^4 cell/ml จุ่มในสารละลาย PTS 25% ที่อุณหภูมิ 18 หรือ 60 องศาเซลเซียลเป็นเวลา 10 นาที พบว่าซากไก่มีปริมาณเชื้อ bacteria count และ *Salmonella spp.* ลดลง 99.6 และ 83.7 % ตามลำดับและการจุ่มซากไก่ลงใน PTS ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียล สามารถลดปริมาณเชื้อได้ดีกว่า ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียลและเนื่องจาก PTS มีผลทำให้ระยะ Lag phase ของแบคทีเรียยาวนานขึ้น (Greer. 1982) และยังสามารถลดอัตราการเจริญเติบโตในระยะ Exponetial phase ของแบคทีเรีย (Zamora and Zaritzky. 1987) สาร PTS ยังสามารถยับยั้งขบวนการเมตาโบลิซึมของแบคทีเรีย มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและลักษณะปรากฏของจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการรั่วไหลของเซลเมมเบรน ยับยั้งขบวนการขนส่งและดูดซึมสารอาหาร ยับยั้งขบวนการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับขบวนการเมตาโบลิซึม นอกจากนี้ยังยับยั้งขบวนการขนส่งอิเลคตรอน ยับยั้งการขับเคลื่อนโปรตรอนผ่านเซลเมนเบรน (Sofos. 1989) ส่วนกลุ่มน้ำ กลุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียลและกลุ่มสารละลายผสม TSP+ASC พบว่าในวันที่ 1 ถึงวันที่ 11 ของการเก็บรักษา

จำนวนเชื้อ Aerobic plate count ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (P>0.05) แต่ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาพบจำนวนเชื้อ Aerobic plate count น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤ 0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Dorsa *et al.* (1998) ได้ทำการทดลองใช้สารละลาย TSP 12%, Lactic acid 2%, Acetic acid 2%, น้ำอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียล และ 72 องศาเซลเซียล ล้างเนื้อวัวที่มีการใส่เชื้อ *S.* Typhimurium หรือ *Listeria innocua* หรือ *Clostridium sporogenes* และ *E. coli* O157:H7 สองระดับคือ 10^4 cfu/ml และ 10^6 cfu/ml เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียล ศึกษาผลการลดลงของจุลินทรีย์บนเนื้อวัวภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปแปรรูปเป็นเนื้อวัวบด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียล และ 12 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 21 วัน และ 3 วัน ตามลำดับ พบว่าในตัวอย่างเนื้อวัวบดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียล มีปริมาณเชื้อ Aerobic plate count ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

การตรวจหาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศา เซลเซียล ในกลุ่มการทดลองที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *S.* Derby และจุ่มน้ำ น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล และ สารละลายผสมของสาร TSP+ASC มีจำนวนเชื้อไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งนี้แสดงว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 4 ±1 องศาเซลเซียลในกลุ่มการทดลองที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *S.* Derby และจุ่มน้ำ น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียลและสารละลายผสมของสาร TSP+ASC ไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียลเป็นเวลา 11 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	จำนวนเชื้อ Aerobic plate count (log cfu/g)				
	กลุ่มควบคุม***	น้ำ	น้ำร้อน	TSP+ASC	PTS+ASC
0	$5.78\pm0.33^{v*}{}_{d**}$	$6.11\pm0.04^{v}{}_{d}$	$4.71\pm0.04^{w}{}_{d}$	$5.23\pm0.08^{x}{}_{d}$	$5.25\pm0.01^{x}{}_{c}$
1	$5.79\pm0.03^{w}{}_{d}$	$6.12\pm0.07^{vw}{}_{d}$	$6.38\pm0.04^{v}{}_{e}$	$5.71\pm0.30^{x}{}_{d}$	$5.19\pm0.02^{y}{}_{c}$
3	$6.47\pm0.45^{vw}{}_{e}$	$6.13\pm0.13^{vw}{}_{d}$	$6.17\pm0.13^{vw}{}_{e}$	$5.95\pm0.37^{w}{}_{d}$	$5.22\pm0.17^{x}{}_{c}$
5	$6.72\pm0.38^{v}{}_{e}$	$6.93\pm0.11^{v}{}_{c}$	$7.03\pm0.01^{v}{}_{c}$	$6.96\pm1.08^{v}{}_{c}$	$5.62\pm0.02^{x}{}_{bc}$
7	$7.42\pm0.03^{v}{}_{b}$	$7.53\pm0.42^{v}{}_{b}$	$7.42\pm0.67^{v}{}_{b}$	$7.67\pm0.45^{v}{}_{c}$	$5.62\pm0.06^{w}{}_{bc}$
9	$8.16\pm0.04^{v}{}_{a}$	$8.15\pm0.13^{v}{}_{a}$	$7.62\pm0.47^{w}{}_{b}$	$7.90\pm0.29^{w}{}_{a}$	$5.66\pm0.04^{x}{}_{bc}$
11	$8.42\pm0.03^{v}{}_{a}$	$8.33\pm0.05^{v}{}_{a}$	$8.36\pm0.11^{v}{}_{a}$	$8.46\pm0.00^{v}{}_{a}$	$8.05\pm0.69^{v}{}_{a}$

* ตัวอักษร v, w, x และ y ที่แตกต่างในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างที่อายุการเก็บเดียวกัน

** ตัวอักษร a, b, c, d, และ e ที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการ เก็บต่างกัน

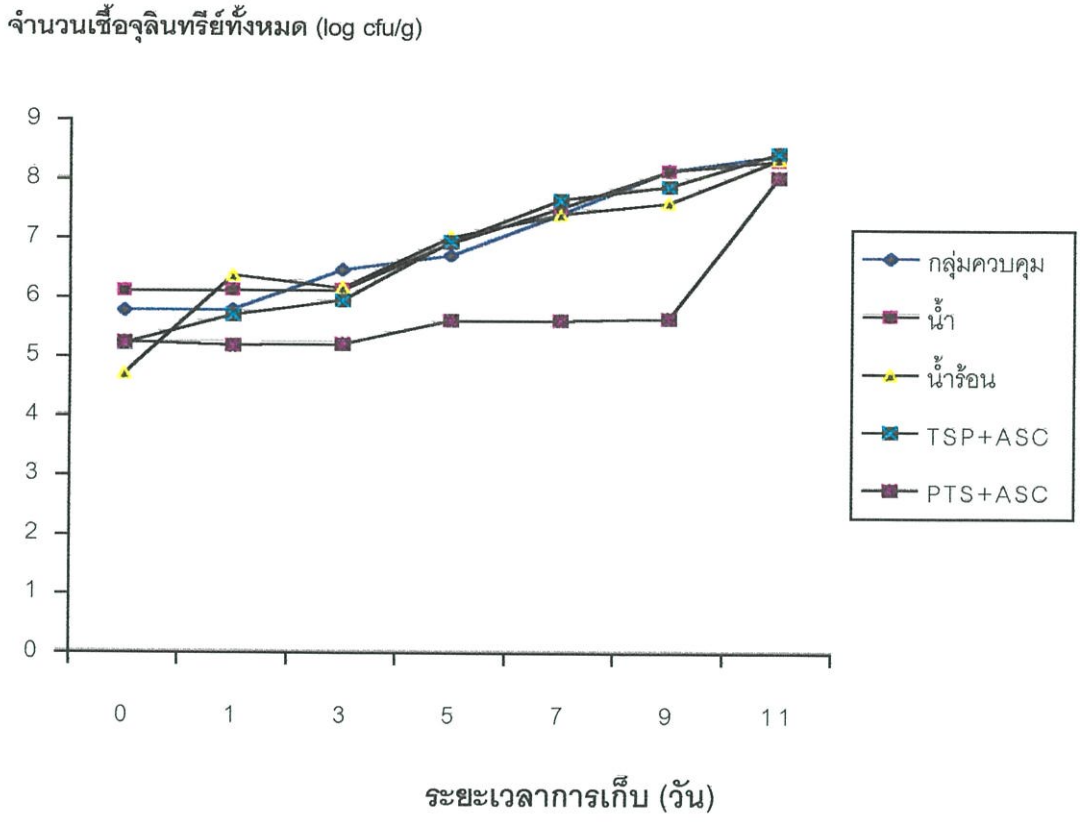
*** กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ไม่สัมผัสสารใด ๆ

กลุ่มน้ำ หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที

กลุ่มน้ำร้อน หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่ม TSP+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

กลุ่ม PTS+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที



ภาพที่ 4.2 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic phate count) ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน

4.1.3 ผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate **และกรด** Ascorbic **สารละลาย**Potassium sorbate **และ กรด** Ascorbic **ต่อค่า pH ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ** *S.* Derby

ค่า pH ของสารละลายชนิดต่าง ๆ ภายหลังการเตรียมสารมีดังนี้ น้ำ มีค่า pH เท่ากับ 6.85 น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล มีค่า pH เท่ากับ 6.85 สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate 8%และกรดAscorbic 1% (TSP+ASC) มีค่า pH เท่ากับ 11.50 สารละลายผสมระหว่างสาร Potassium sorbate 5% และกรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) มีค่า pH เท่ากับ 5.85 ตัวอย่างเนื้อสุกรภายหลังการจุ่มใน น้ำ น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate 8% และกรด Ascorbic 1% (TSP+ASC) สารละลาย Potassium sorbate 5% และกรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน มีค่า pH ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 พบว่า กลุ่มการทดลองที่ผ่านการจุ่มสารละลายผสม TSP+ASC มีค่า pH สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีค่า pH สูงสุด คือ 6.84 ทั้งนี้เนื่องจากสาร TSP จัดเป็นสารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง การที่ TSP มีค่า pH สูงทำให้มีผลต่อส่วนประกอบของเซลล์เมมเบรน (Mendonca *et al.*,1994) และทำให้ Cytoplasmic membrane ของแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *Salmonella spp., E. coli* เกิดรอยแตกออก ดังที่กล่าวมาแล้ว และเนื่องจาก TSP มีคุณสมบัติในการเป็นสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) จึงเพิ่มความสามารถในการแยกแบคทีเรียออกจากพื้นผิวของอาหาร (Kim and Slavik . 1994) ส่วนค่า pH ของตัวอย่างในกลุ่มสารละลายอื่นๆวันที่ 0 ถึงวันที่ 11 ของการเก็บรักษา มีค่า pH ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน และพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นค่า pH ในทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะจำนวนเชื้อ *S.* Derby และเชื้อ Aerobic plate count ในชิ้นเนื้อเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตสารที่เกิดการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ ซึ่งมีผลต่อค่า pH ของเนื้อสุกร และเนื่องจากเชื้อ *S.* Derby สามารถผลิตเอนไซม์ Lysine decarboxylase ทำให้สามารถดึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากกรดอะมิโนได้ผลผลิตเป็นสาร Cadaverine ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่าง (นันทนา. 2537) และเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ในตัวอย่างเนื้อสุกรมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นซึ่งทำให้เชื้อจุลินทรีย์ สามารถเมตาบอไลซ์โปรตีนในเนื้อ และผลิตสารเปปไทด์โมเลกุลต่ำ เช่น สาร Decarboxylate amino acid หรือ ผลิตแอมโมเนียออกมา ประกอบกับอิออนอิสระของกรดที่ติดอยู่บนเนื้อเกิดการแตกตัวได้น้อยลง และซึมผ่านเข้าสู่ผิวหน้าเนื้อได้น้อยลงจึงทำให้ค่า pH ของเนื้อเพิ่มขึ้น (Adam and Hall. 1988)

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า pH ของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *S. Derby* และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียลเป็นเวลา 11 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่า pH ของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *S.* Derby				
	กลุ่มควบคุม***	น้ำ	น้ำร้อน	TSP+ASC	PTS+ASC
0	$5.59\pm0.06^{x*}{}_{c**}$	$5.71\pm0.03^{x}{}_{c}$	$5.95\pm0.19^{w}{}_{d}$	$6.78\pm0.03^{v}{}_{b}$	$5.79\pm0.13^{wx}{}_{b}$
1	$5.83\pm0.09^{w}{}_{cb}$	$5.98\pm0.09^{w}{}_{b}$	$5.88\pm0.12^{w}{}_{d}$	$6.61\pm0.03^{v}{}_{c}$	$5.84\pm0.11^{w}{}_{b}$
3	$5.67\pm0.01^{w}{}_{cb}$	$5.74\pm0.13^{w}{}_{bc}$	$5.81\pm0.04^{w}{}_{cd}$	$6.70\pm0.17^{v}{}_{ca}$	$5.65\pm0.08^{w}{}_{b}$
5	$5.90\pm0.05^{x}{}_{b}$	$5.99\pm0.12^{x}{}_{b}$	$6.22\pm0.21^{w}{}_{a}$	$6.52\pm0.03^{v}{}_{ca}$	$5.82\pm0.10^{x}{}_{b}$
7	$5.84\pm0.25^{w}{}_{b}$	$5.59\pm0.18^{w}{}_{c}$	$5.83\pm0.23^{w}{}_{bc}$	$6.48\pm0.08^{v}{}_{d}$	$5.66\pm0.03^{w}{}_{b}$
9	$5.79\pm0.20^{w}{}_{b}$	$5.99\pm0.13^{vw}{}_{b}$	$5.97\pm0.08^{v}{}_{bcd}$	$6.51\pm0.19^{v}{}_{d}$	$5.83\pm0.02^{w}{}_{b}$
11	$5.98\pm0.19^{v}{}_{a}$	$6.23\pm0.07^{v}{}_{a}$	$6.34\pm0.44^{v}{}_{a}$	$6.84\pm0.16^{v}{}_{a}$	$6.20\pm0.44^{v}{}_{a}$

* ตัวอักษร v, w, x และ y ที่แตกต่างในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อค่า pH ในตัวอย่างที่อายุการเก็บเดียวกัน

** ตัวอักษร a, b, c, d และ e ที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อ ค่า pH ในตัวอย่างกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

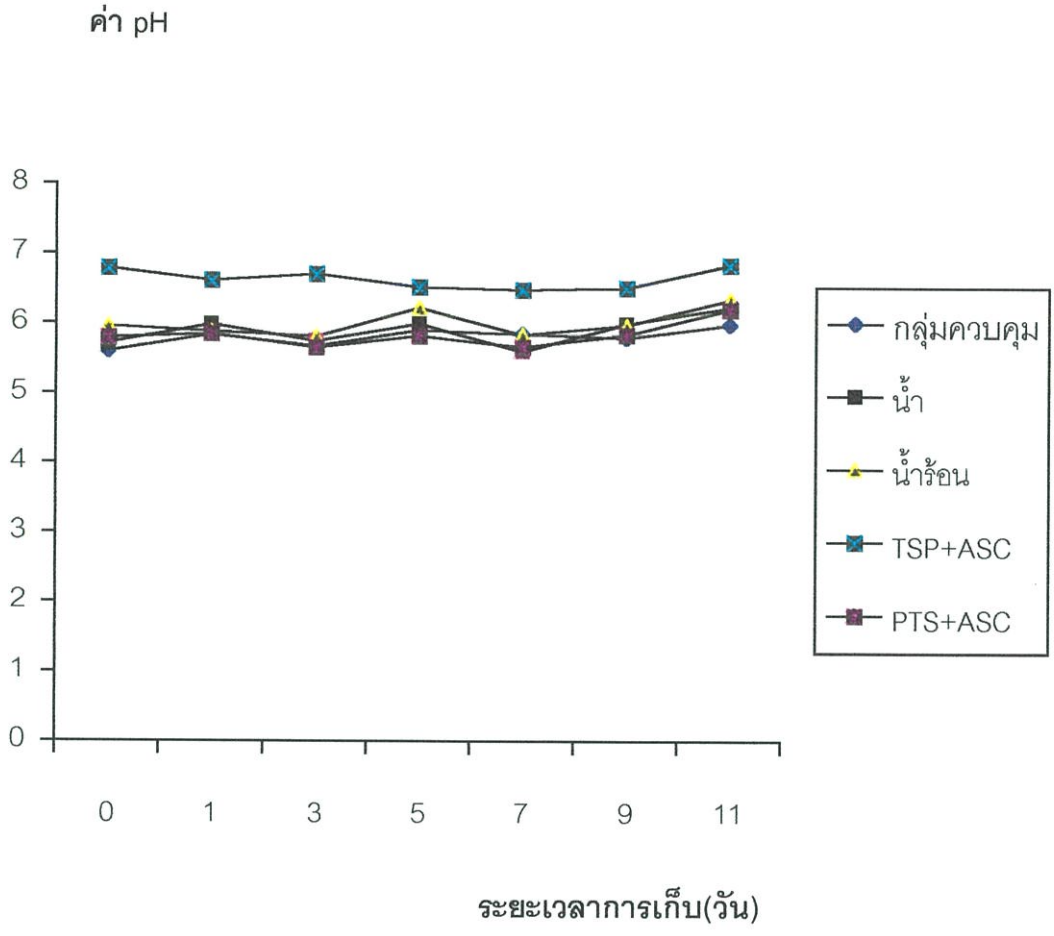
*** กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ไม่สัมผัสสารใด ๆ

กลุ่มน้ำ หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที

กลุ่มน้ำร้อน หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่ม TSP+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

กลุ่ม PTS+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที



ภาพที่ 4.3 แสดงค่า pH ของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *S. Derby* และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน

4.2 ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphateและ กรด Ascorbic สารละลาย Potassium sorbate และ กรด Ascorbic ต่อการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกร

ทำการตรวจหาจำนวนเชื้อ *E. coli* และปริมาณจุลินท รีย์ทั้งหมด (Total plate count) ในตัวอย่างเนื้อสุกรทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *E. coli* เป็นเวลา 3 นาที และผ่านการจุ่มสารละลายกลุ่มต่าง ๆ คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำ กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และ กรด Ascorbic 1% (TSP+ASC) เป็นเวลา 5 นาที และกลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และ กรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) เป็นเวลา 5 นาที ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน

4.2.1 ผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphateและกรด Ascorbic สารละลาย Potassium sorbateและกรด Ascorbic ต่อการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกร

จากการศึกษาจำนวนเชื้อ *E. coli* ในตัวอย่างเนื้อสุกรทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4 พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มสาร PTS+ASC มีจำนวนเชื้อ *E. coli* น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยในวันที่ 0 ,1 และ 3 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุมคือ 2.41, 2.16 และ 1.73 Log MPN/g ตามลำดับ ส่วนในวันที่ 5 ถึงวันที่ 11 ของการเก็บรักษาไม่พบการเจริญของเชื้อ ทั้งนี้เนื่องจาก สารโปแทสเซียมซอร์เบท (PTS) มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ (Doores. 1993) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Kondaiah *et al.* (1985) ได้ทำการทดลองจุ่มเนื้อวัวที่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ลงในสารผสมที่มี PTS เป็นส่วนประกอบ (เข้มข้น 10%) เป็นเวลา 1 นาที สามารถลดเชื้อ *E. coli, Staph. aureus, Strep. fecalis, Clostridium perfringens* ได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P \leq 0.05$) ส่วนกลุ่มการทดลองที่ผ่านการจุ่มสารละลาย TSP+ASC พบว่าในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 ของการเก็บรักษา มีจำนวนเชื้อ *E. coli* น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีจำนวนเชื้อคือ 2.58, 2.33, 2.15, 2.12, 1.67, 0.47 และ 0.47 Log MPN/g ตามลำดับซึ่งสาร TSP มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.1.3 ส่วนกลุ่มการทดลองที่ผ่านการจุ่มน้ำ น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 11 วัน มีจำนวนเชื้อ *E. coli* ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนเชื้อ *E. coli* จากตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4 พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บ 11 วัน ในแต่ละกลุ่มสารละลายมีจำนวนเชื้อ *E. coli* ลดลง โดยตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มสารละลาย PTS+ASC สามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ได้มากกว่ากลุ่มอื่นๆ เนื่องจากสารละลายผสมดังกล่าวมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อเริ่มต้น และมีผลทำให้ระยะ Lag phase ของแบคทีเรียยาวนานขึ้น

จากการทดลองนี้พบว่าสารละลายผสมของสาร Potassium sorbate 5% และ กรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) สามารถยับยั้งและทำลายเชื้อ *E. coli* ได้ดีกว่า *S.* Derby ทั้งนี้เนื่องจากกรดแอสคอร์บิกมีคุณสมบัติในการทำลายเชื้อ *E. coli* ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ จุฑารัตน์ เลี่ยนกัตวา (2545) ที่พบว่าการใช้สารละลายผสมระหว่างกรด แอสคอร์บิก 1% และกรดกลูโคนิค 1.5% สามารถลดเชื้อ *E. coli* ได้ 1.24 log reduction

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนเชื้อ *E.coli* ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	จำนวนเชื้อ *E. coli* (log MPN/ g)				
	กลุ่มควบคุม***	น้ำ	น้ำร้อน	TSP+ASC	PTS+ASC
0	$3.52\pm0.11^{v*}{}_{a**}$	$3.41\pm0.08^{v}{}_{a}$	$3.40\pm0.04^{v}{}_{a}$	$2.58\pm0.22^{w}{}_{a}$	$2.41\pm0.08^{w}{}_{a}$
1	$3.43\pm0.04^{v}{}_{a}$	$3.19\pm0.01^{w}{}_{a}$	$3.15\pm0.07^{w}{}_{b}$	$2.33\pm0.06^{x}{}_{b}$	$2.16\pm0.11^{y}{}_{b}$
3	$3.15\pm0.07^{v}{}_{b}$	$3.14\pm0.06^{v}{}_{b}$	$3.15\pm0.07^{v}{}_{b}$	$2.15\pm0.07^{w}{}_{b}$	$1.73\pm0.24^{x}{}_{c}$
5	$3.07\pm0.00^{vw}{}_{bc}$	$3.03\pm0.06^{w}{}_{b}$	$3.18\pm0.01^{v}{}_{b}$	$2.12\pm0.13^{x}{}_{b}$	$0.00\pm0.00^{y}{}_{d}$
7	$2.93\pm0.05^{v}{}_{c}$	$2.85\pm0.09^{v}{}_{c}$	$2.96\pm0.01^{v}{}_{c}$	$1.67\pm0.17^{w}{}_{c}$	$0.00\pm0.00^{x}{}_{d}$
9	$2.79\pm0.13^{vw}{}_{d}$	$2.71\pm0.13^{w}{}_{cd}$	$2.87\pm0.00^{v}{}_{c}$	$0.47\pm0.00^{x}{}_{d}$	$0.00\pm0.00^{y}{}_{d}$
11	$2.55\pm0.03^{v}{}_{e}$	$2.66\pm0.12^{v}{}_{d}$	$2.66\pm0.12^{v}{}_{d}$	$0.47\pm0.00^{w}{}_{d}$	$0.00\pm0.00^{x}{}_{d}$

* ตัวอักษร v, w, x และ y ที่แตกต่างในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ในตัวอย่างที่อายุการเก็บเดียวกัน

** ตัวอักษร a, b, c, d และ e ที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ในตัวอย่างกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บต่างกัน

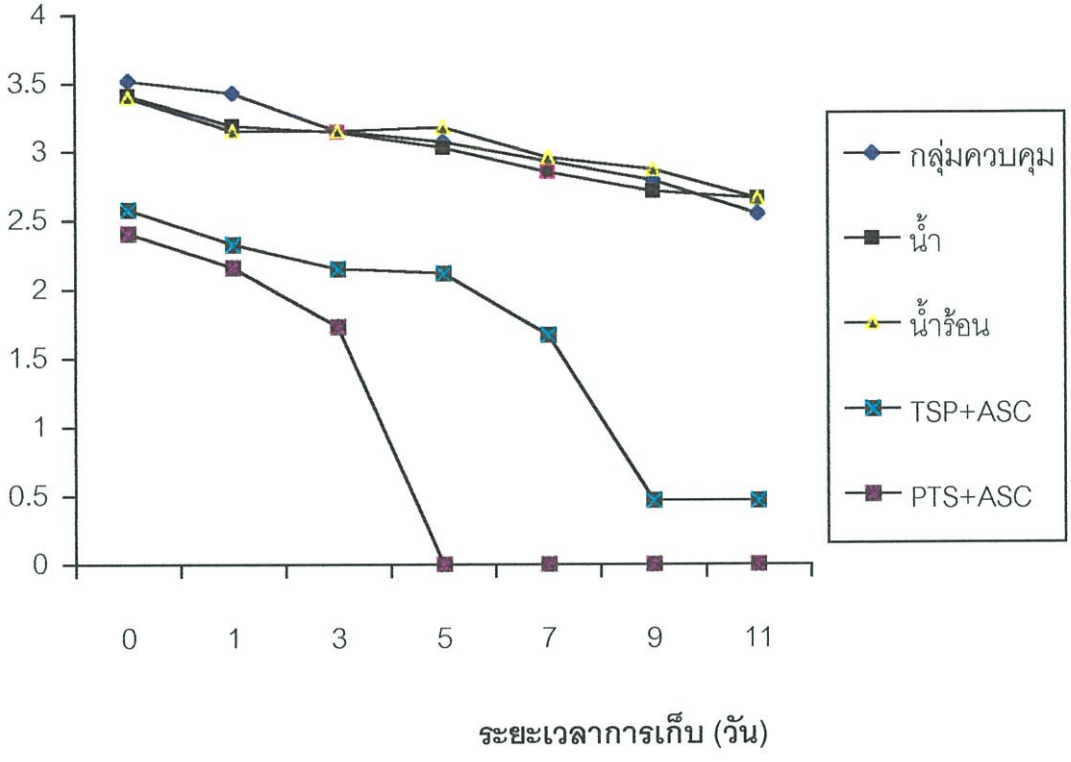
*** กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ไม่สัมผัสสารใด ๆ

กลุ่มน้ำ หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที

กลุ่มน้ำร้อน หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่ม TSP+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

กลุ่ม PTS+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที



ภาพที่ 4.4 แสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียลเป็นเวลา 11 วัน

4.2.2 ผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate และ กรด Ascorbic สารละลาย Potassium sorbate และ กรด Ascorbic ต่อจำนวนเชื้อ Aerobic plate count ในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli*

จากการศึกษาจำนวนเชื้อ Aerobic plate count ในตัวอย่างเนื้อสุกรทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *E. coli* เป็นเวลา 3 นาที และผ่านการจุ่มสารละลายกลุ่มต่าง ๆ คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำ กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที กลุ่มที่จุ่มสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และ กรด Ascorbic1% (TSP+ASC) เป็นเวลา 5 นาที และกลุ่มที่จุ่มสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และ กรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) เป็นเวลา 5 นาที ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน ผลแสดงดังตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5 พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *E. coli* และสาร Potassium sorbate 5% และ กรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) ในวันที่ 1-11 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อ Aerobic plate count น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) คือ 5.30, 5.21, 5.71, 5.52, 5.35 และ 6.01 log cfu/g ตามลำดับโดยมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 1.76, 2.03, 0.88, 0.64, 1.19 และ 1.89 log reduction ตามลำดับ ส่วนในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อ Aerobic plate count ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Effat *et al.* (2001) ได้ศึกษาผลกระทบต่อการเจริญของเชื้อ *E. coli* O157:H7 ภายใต้เงื่อนไขของอุณหภูมิสาร Nacl และ pH และผลของการใช้สาร Potassium sorbate และ H_2O_2 ต่อการเหลือรอดของเชื้อ EHEC (Enterohaemorrhagic *Escherichai coli* O157:H7) ใน TSB หรือ Skim milk หรือศึกษาเชื้อก่อโรคในการผลิต Kareish cheese ซึ่งเก็บใน Skim milk ที่เติม H_2O_2 ระหว่างการเก็บในตู้เย็น พบว่า เชื้อที่เจริญใน TSB ที่มี Nacl น้อยกว่า 6% ที่ อุณหภูมิ 37 หรือ 7 องศาเซลเซียลเจริญเติบโตลดลงเมื่อ pH ลดลง ขณะที่ pH 3.8 และ 4.2 จะทำลายการเจริญเติบโตของเชื้อ และความเข้มข้นของ Potassium sorbate 0.05 % และ 0.1%ที่ 37 องศาเซลเซียล สามารถลดอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อ ส่วนที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียล มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตเล็กน้อย ผลของการใช้สาร PTS ที่มีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ดังได้กล่าวมาแล้วในข้อ 4.1.2 ส่วนกลุ่มน้ำ กลุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล และกลุ่ม TSP+ASC ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 11 วัน พบจำนวนเชื้อ Aerobic plate count ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) การตรวจหาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล ในกลุ่มการทดลองทั้ง 5 กลุ่ม มีจำนวนเชื้อไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียลเป็นเวลา 11 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	จำนวนเชื้อ Aerobic plate count (log cfu/g)				
	กลุ่มควบคุม***	น้ำ	น้ำร้อน	TSP+ASC	PTS+ASC
0	$6.260.01^{vx*}{}_{c**}$	$5.90\pm 0.00^{x}{}_{d}$	$5.86\pm 0.00^{wx}{}_{e}$	$6.16\pm 0.02^{wx}{}_{e}$	$6.39\pm 0.01^{vwx}{}_{a}$
1	$7.06\pm0.01^{x}{}_{b}$	$6.51\pm 0.01^{y}{}_{c}$	$7.28\pm 0.01^{v}{}_{b}$	$7.19\pm 0.01^{w}{}_{ab}$	$5.30\pm 0.02^{z}{}_{e}$
3	$7.24\pm0.00^{x}{}_{a}$	$6.96\pm 0.01^{y}{}_{b}$	$7.35\pm 0.01^{v}{}_{b}$	$7.27\pm 0.01^{wx}{}_{a}$	$5.21\pm 0.02^{z}{}_{e}$
5	$6.59\pm0.01^{x}{}_{c}$	$6.91\pm 0.01^{w}{}_{b}$	$7.05\pm 0.02^{v}{}_{c}$	$7.05\pm 0.03^{v}{}_{b}$	$5.71\pm 0.01^{y}{}_{c}$
7	$6.16\pm0.01^{v}{}_{c}$	$6.16\pm 0.01^{v}{}_{e}$	$6.13\pm 0.03^{v}{}_{d}$	$5.79\pm 0.01^{w}{}_{c}$	$5.52\pm 0.01^{x}{}_{cd}$
9	$6.54\pm0.03^{v}{}_{c}$	$5.90\pm 0.01^{x}{}_{d}$	$5.96\pm 0.01^{wx}{}_{e}$	$5.67\pm 0.01^{y}{}_{c}$	$5.35\pm 0.01^{z}{}_{de}$
11	$7.70\pm0.01^{vw}{}_{a}$	$7.76\pm 0.01^{vw}{}_{a}$	$7.65\pm 0.02^{w}{}_{a}$	$6.94\pm 0.00^{x}{}_{d}$	$6.01\pm 0.00^{y}{}_{b}$

* ตัวอักษร v, w, x และ y ที่แตกต่างในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ในตัวอย่างที่อายุการเก็บเดียวกัน

** ตัวอักษร a, b, c, d และ e ที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ในกลุ่มตัวอย่างการทดลองเดียวกันที่ระยะ เวลาการเก็บต่างกัน

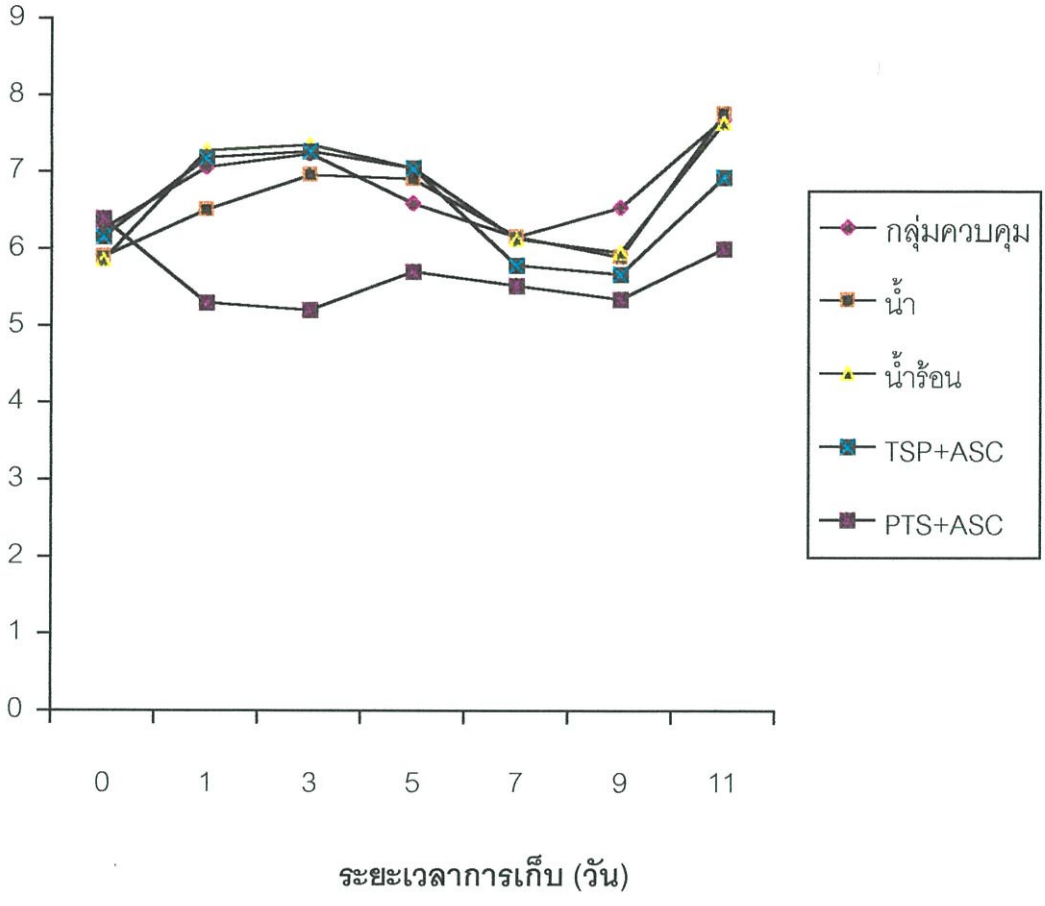
*** กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ไม่สัมผัสสารใด ๆ

กลุ่มน้ำ หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที

กลุ่มน้ำร้อน หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่ม TSP+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

กลุ่ม PTS+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที



ภาพที่ 4.5 แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียลเป็นเวลา 11 วัน

4.2.3 ค่า pH ของเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และผ่านการจุ่มน้ำ น้ำร้อน 80 องศาเซลเซียล สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate 8% และกรด Ascorbic 1% (TSP+ASC) สารละลาย Potassium sorbate 5% และกรดAscorbic 1% (PTS+ASC) และกลุ่มควบคุมที่ไม่ผ่านการจุ่มสารใด ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน

จากการศึกษาค่า pH ในตัวอย่างเนื้อสุกรทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *E. coli* เป็นเวลา 3 นาที และผ่านการจุ่มสารละลายกลุ่มต่าง ๆ คือกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำ กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที กลุ่มที่จุ่มสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และ กรด Ascorbic 1% (TSP+ASC) เป็นเวลา 5 นาที และกลุ่มที่จุ่มสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และ กรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) เป็นเวลา 5 นาที ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน ผลแสดงดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.6 พบว่ากลุ่ม TSP+ ASC มีค่า pH สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ โดยมีค่า pH สูงสุดคือ 6.65 ทั้งนี้เนื่องจากสาร TSP จัดเป็นสารที่มีค่า pH สูง ส่วนกลุ่มการทดลองที่ผ่านการจุ่มน้ำ กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล กลุ่ม PTS+ASC พบว่ามีค่า pH ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P \geq 0.05$) และพบว่าค่า pH ของแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าต่ำกว่ากลุ่มการทดลองที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *S.* Derby ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อ *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่สามารถหมักย่อยน้ำตาลและสามารถผลิตกรดได้ดีจึงทำให้ค่า pH ต่ำกว่าเชื้อ *S.* Derby

ตารางที่ 4.6 แสดงค่า pH ของเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่า pH ของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มเชื้อ *E. coli*				
	กลุ่มควบคุม***	น้ำ	น้ำร้อน	TSP+ASC	PTS+ASC
0	$5.77\pm0.07^{w^{*}}{}_{e^{**}}$	$5.81\pm0.11^{w}{}_{f}$	$5.86\pm0.11^{w}{}_{d}$	$6.04\pm0.14^{v}{}_{e}$	$5.84\pm0.10^{w}{}_{d}$
1	$5.95\pm0.24^{wxy}{}_{ce}$	$5.93\pm0.04^{wxy}{}_{bd}$	$5.84\pm0.09^{x}{}_{d}$	$6.10\pm0.01^{v}{}_{e}$	$5.86\pm0.15^{y}{}_{d}$
3	$6.02\pm0.22^{yz}{}_{aec}$	$5.95\pm0.12^{z}{}_{adb}$	$6.09\pm0.13^{w}{}_{adcb}$	$6.22\pm0.21^{v}{}_{e}$	$6.05\pm0.07^{x}{}_{c}$
5	$5.91\pm0.20^{wxy}{}_{dea}$	$5.93\pm0.11^{wxy}{}_{bd}$	$5.79\pm0.14^{x}{}_{cdb}$	$6.50\pm0.32^{v}{}_{be}$	$5.84\pm0.06^{y}{}_{b}$
7	$5.81\pm0.25^{w}{}_{ead}$	$5.85\pm0.45^{w}{}_{d}$	$5.90\pm0.26^{w}{}_{cd}$	$6.45\pm0.24^{v}{}_{be}$	$5.80\pm0.06^{w}{}_{b}$
9	$5.89\pm0.01^{x}{}_{e}$	$5.92\pm0.02^{x}{}_{cd}$	$5.93\pm0.02^{x}{}_{cd}$	$6.60\pm0.06^{v}{}_{aeb}$	$6.27\pm0.59^{v}{}_{a}$
11	$5.96\pm0.06^{w}{}_{bcde}$	$6.05\pm0.01^{w}{}_{adbc}$	$5.98\pm0.03^{w}{}_{bd}$	$6.65\pm0.31^{v}{}_{aeb}$	$6.51\pm0.25^{v}{}_{a}$

* ตัวอักษร v, w, x และ y ที่แตกต่างในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อค่า pH ในตัวอย่างที่อายุการเก็บเดียวกัน

** ตัวอักษร a, b, c, d และ e ที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของค่า pH ในกลุ่มตัวอย่างการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บต่างกัน

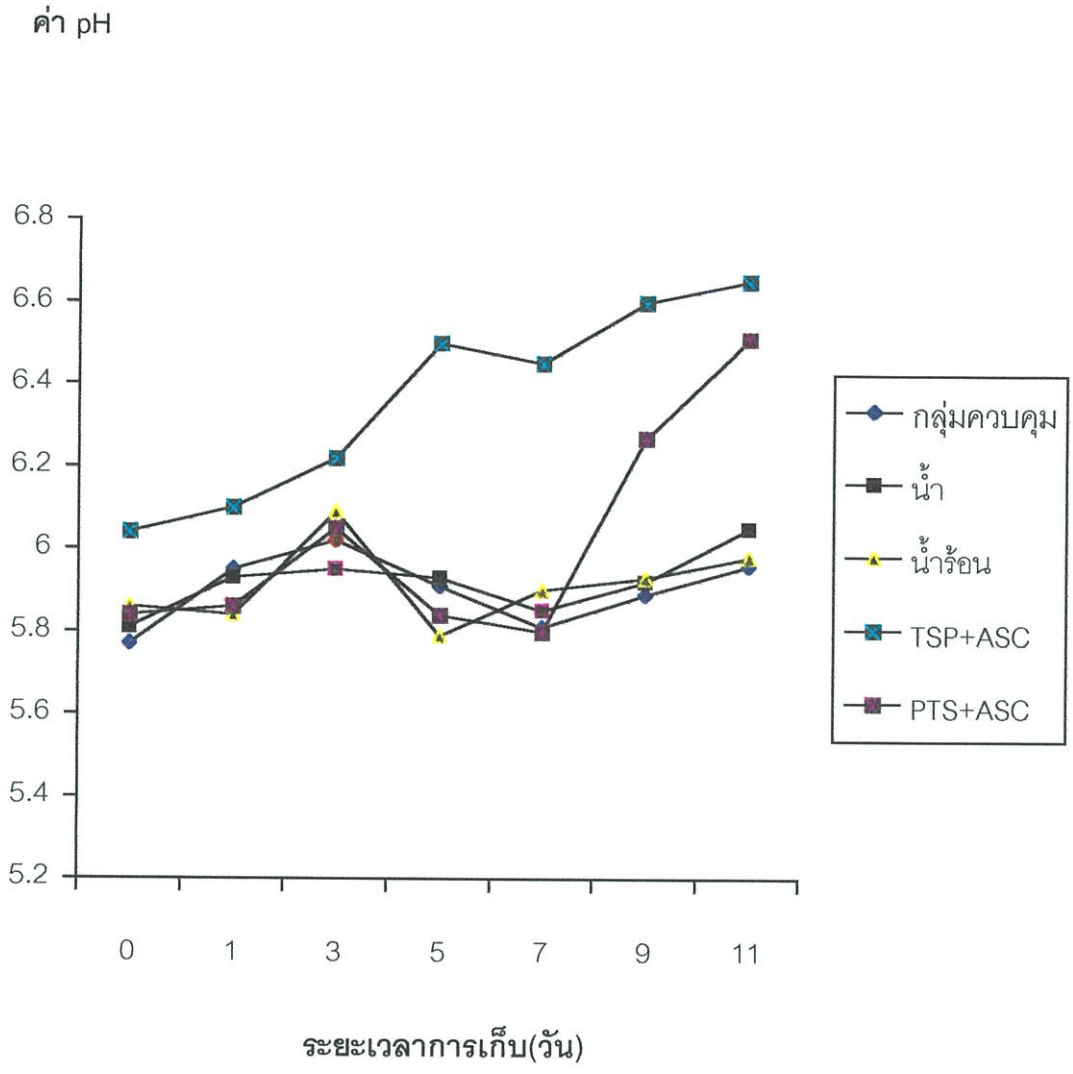
*** กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ไม่สัมผัสสารใด ๆ

กลุ่มน้ำ หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที

กลุ่มน้ำร้อน หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่ม TSP+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

กลุ่ม PTS+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที



ภาพที่ 4.6 แสดงค่า pH ของเนื้อสุกรที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน

4.3 ผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphateและกรด Ascobic สารละลาย Potassium sorbate และกรด Ascorbic ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในเนื้อสุกร

จากการศึกษาหาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในตัวอย่างเนื้อสุกรทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ที่ผ่านการจุ่มสารละลายกลุ่มต่าง ๆ คือกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำ กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที กลุ่มที่จุ่มสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และ กรด Ascorbic 1% (TSP+ASC) เป็นเวลา 5 นาที และกลุ่มที่จุ่มสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และ กรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) เป็นเวลา 5 นาที ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน

ผลดังแสดงในตารางที่ 4.7และภาพที่ 4.7 กลุ่มสาร PTS+ASC ในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 ของการเก็บรักษา มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ คือ 1.05, 2.30, 2.26, 2.95, 3.18, 3.54และ 3.70 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากค่า pH ของสารละลาย TSP+ASC มีค่าสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Offer and Trinick (1983) ที่พบว่าการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อขึ้นอยู่กับค่า pH ของสารละลายโดยสารละลายจะทำให้ค่า pH ภายในเซลล์กล้ามเนื้อลดต่ำลงใกล้กับค่าไอโซอิเลคทริก (Isoelectric point) ทำให้โปรตีนในกล้ามเนื้อเสียสภาพและเป็นผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อในส่วนไมโอไฟบริล (myofibrill) เกิดการหนาตัว เป็นเหตุให้เนื้อสัตว์สามารถอุ้มน้ำได้น้อยลงเกิดการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น และเนื่องจากสารละลาย TSP+ASC มีค่า pH สูงกว่าตัวอย่างกลุ่มอื่น ๆ จึงสามารถอุ้มน้ำได้ดีกว่าและเกิดการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ๆ ส่วนกลุ่มการทดลองที่ผ่านการจุ่มน้ำ น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล และสารละลาย PTS+ASC มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) และพบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และกลุ่มการทดลองที่ใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที พบว่าใน วันที่ 0 ถึงวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่ากลุ่มอื่น ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนของเนื้อสัตว์เมื่อถูกความร้อนจะเกิดการสูญเสียสภาวะเดิมเรียกว่า เกิดการเปลี่ยนสภาพคือเกิด Denature มีการหดตัวเข้าของโมเลกุลของโปรตีน หรือเรียกว่าการโคเอคกลูเลชั่น (Coagulation) อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการโคเอคกลูเลชั่น อยู่ระหว่าง 64 องศาเซลเซียล หรือต่ำกว่านี้ การสูญเสียความสามารถในการละลายน้ำของโปรตีนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและเวลา อุณหภูมิยิ่งสูงยิ่งลดความสามารถในการจับน้ำของโปรตีนในกล้ามเนื้อลดลงจึงเป็นเหตุให้เนื้อสัตว์สามารถอุ้มน้ำได้น้อยลงเกิดการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียลเป็นเวลา 11 วัน

ระยะเวลาการเก็บ (วัน)	ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกร				
	กลุ่มควบคุม***	น้ำ	น้ำร้อน	TSP+ASC	PTS+ASC
0	$0.00\pm0.00^{y*}_{g**}$	$1.67\pm1.18^{v}_{g}$	$1.91\pm0.28^{v}_{f}$	$1.05\pm1.73^{x}_{f}$	$1.24\pm1.31^{w}_{d}$
1	$1.03\pm0.63^{y}_{f}$	$2.40\pm1.19^{x}_{f}$	$3.04\pm1.40^{w}_{e}$	$2.30\pm0.26^{y}_{e}$	$3.54\pm2.18^{v}_{c}$
3	$2.83\pm0.71^{y}_{e}$	$3.25\pm1.85^{x}_{e}$	$5.13\pm0.86^{v}_{d}$	$2.26\pm0.84^{y}_{e}$	$3.62\pm0.95^{w}_{c}$
5	$6.10\pm1.68^{v}_{d}$	$3.96\pm3.11^{x}_{d}$	$5.52\pm1.35^{w}_{d}$	$2.95\pm1.61^{y}_{d}$	$5.12\pm1.11^{w}_{b}$
7	$6.84\pm0.43^{v}_{c}$	$6.27\pm0.57^{w}_{c}$	$6.10\pm2.28^{w}_{c}$	$3.18\pm0.96^{y}_{c}$	$5.38\pm1.36^{x}_{b}$
9	$7.10\pm0.98^{v}_{b}$	$7.43\pm0.14^{v}_{b}$	$6.89\pm0.67^{w}_{b}$	$3.54\pm0.47^{y}_{b}$	$5.89\pm2.45^{x}_{b}$
11	$8.58\pm2.00^{v}_{a}$	$8.73\pm0.68^{v}_{a}$	$8.06\pm0.47^{w}_{a}$	$3.70\pm1.13^{y}_{a}$	$6.86\pm0.99^{x}_{a}$

* ตัวอักษร v, w, x และ y ที่แตกต่างในแนวนอนเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ในตัวอย่างที่อายุการเก็บเดียวกัน

** ตัวอักษร a, b, c, d, e และ f ที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบผลของสารต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ในตัวอย่างกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาการเก็บต่างกัน

*** กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ไม่สัมผัสสารใด ๆ

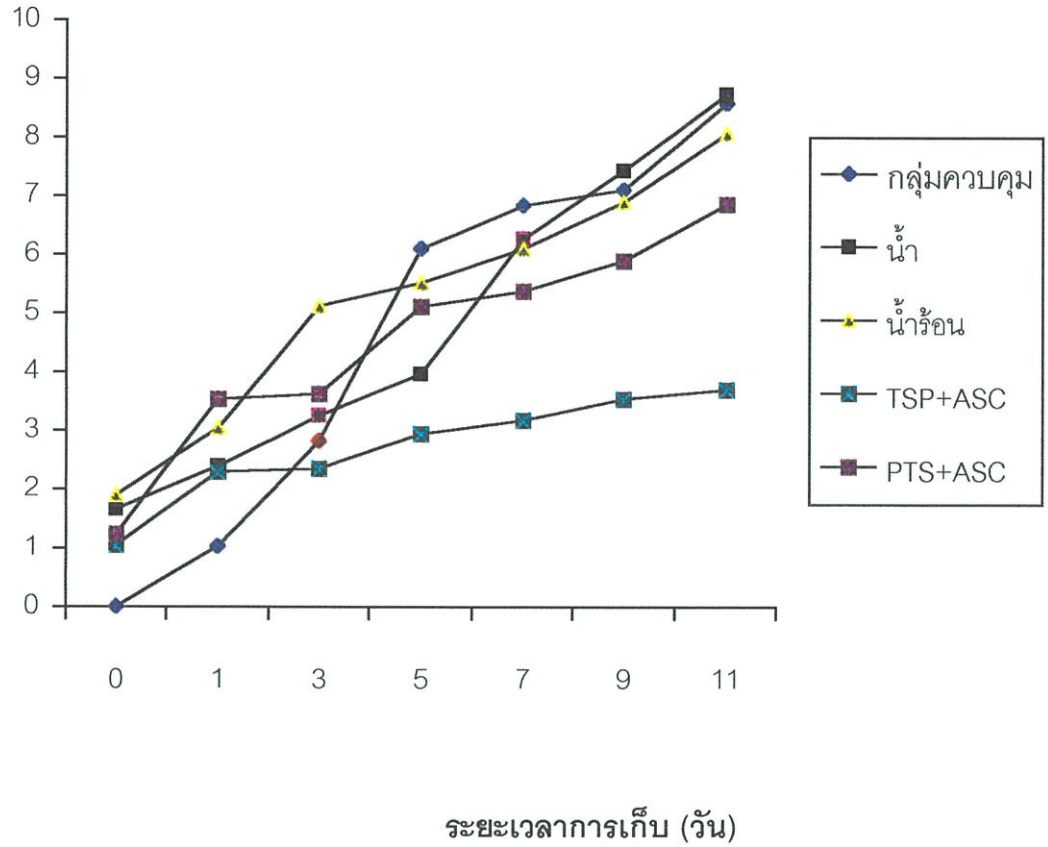
กลุ่มน้ำ หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที

กลุ่มน้ำร้อน หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่ม TSP+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

กลุ่ม PTS+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก



ภาพที่ 4.7 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกรที่ผ่านการจุ่มสารต่าง ๆ ภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน

4.4 ผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate และ กรด Ascorbic สารละลาย Potassium sorbate และ กรด Ascorbic ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกร

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรภายหลังการจุ่มน้ำ น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศา เซลเซียลเป็นเวลา 10 วินาที กลุ่มสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และ กรด Ascorbic 1% (TSP+ASC) เป็นเวลา 5 นาที และกลุ่มที่จุ่มสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และ กรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) เป็นเวลา 5 นาที โดยการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 30 คน โดยการสังเกตสี และกลิ่นของเนื้อสุกรสและโดยการชิมตัวอย่างเนื้อสุกรนึ่งสุก โดยใช้แบบทดสอบชนิด Different from control (แสดงในตารางภาคผนวก ค) โดยทดสอบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการจุ่มในสารละลายใด ๆ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4. 8 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อสุกรสด และเนื้อสุกรนึ่งสุกในแต่ละกลุ่มการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	เนื้อสุกรสด		เนื้อสุกรนึ่งสุก			
	สีของเนื้อ	กลิ่นกรด	รสเปรี้ยว	ความนุ่ม	รสแปลกปลอม	รสฝาด
กลุ่มควบคุม**	0.000 ^{c*}	0.000 ^{c}	0.000 ^{c}	0.000 ^{b}	0.000 ^{e}	0.000 ^{c}
น้ำ	-2.300 ^{d}	-0.533 ^{c}	-0.966 ^{c}	-0.133 ^{b}	-1.333 ^{c}	-0.933 ^{c}
น้ำร้อน	-0.600 ^{c}	-0.733 ^{c}	-1.166 ^{d}	2.866 ^{a}	-1.366 ^{d}	-1.166 ^{d}
TSP+ASC	2.500 ^{a}	1.600 ^{b}	1.200 ^{b}	-3.200 ^{d}	1.633 ^{b}	1.533 ^{b}
PTS+ASC	1.333 ^{b}	2.633 ^{a}	2.133 ^{a}	-1.833 ^{c}	3.133 ^{a}	2.333 ^{a}

* ตัวอักษร a, b, c และ d ที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

** กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ไม่สัมผัสสารใด ๆ

กลุ่มน้ำ หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที

กลุ่มน้ำร้อน หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 10 วินาที

กลุ่ม TSP+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Trisodium phosphate 8% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

กลุ่ม PTS+ASC หมายถึง กลุ่มที่สัมผัสสารละลายผสมของ Potassium sorbate 5% และกรด Ascorbic 1% เป็นเวลา 5 นาที

ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8 พบว่าสีของชิ้นเนื้อที่ผ่านการจุ่มน้ำและน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียล จะมีสีซีดลงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมเพียงเล็กน้อยทั้งนี้เนื่องจากขนาดของชิ้นเนื้อในการทดลองนี้มีขนาดเล็กจึงมีผลไปทำลายโปรตีนในกล้ามเนื้อทำให้สีของเนื้อซีดลง ซึ่งต่างจากกลุ่มสารละลาย TSP+ASC เนื้อจะมีสีแดงเข้มมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เนื่องจากกรดแอสคอร์บิกมีคุณสมบัติเป็นสารรีดิวซ์มีผลช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีและให้สีของเนื้อมีความคงตัวนานขึ้น โดยจะมีผลในการลดการเกิดเมทไมโอโกลบิลในเนื้อ (Lawrie. 1979) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Costilow *et al.* (1955) พบว่าการใช้กรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ฉีดพ่นลงบนเนื้อวัวจะช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อได้ประมาณ 1 วัน ส่วนสาร TSP ช่วยให้สีคงทน โดยการทำหน้าที่ควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง 6.0 - 6.6 จึงทำให้เนื้อมีสีแดงคงทนดีขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้การใช้ไนไตรท์และกรดแอสคอร์บิกคงตัวเพิ่มมากขึ้น และเมื่อพิจารณาผลของกรดต่อกลิ่นบนชิ้นเนื้อ พบว่าในตัวอย่างผ่านการจุ่มน้ำและน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มที่ผ่านการจุ่มสารละลาย PTS+ASC และ TSP+ASC มีกลิ่นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) และเมื่อนำเนื้อสุกรผ่านการนึ่งสุก พิจารณาผลของตัวอย่างต่อรสเปรี้ยวในเนื้อสุกรพบว่า กลุ่มที่ผ่านการจุ่มน้ำและน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มที่ผ่านการจุ่มสารละลาย PTS+ASC และ TSP+ASC มีรสเปรี้ยวมากกว่ากลุ่มควบคุมเนื่องจากผลของกรดแอสคอร์บิก และเมื่อพิจารณาความนุ่มของตัวอย่างในเนื้อสุกร พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มน้ำ ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มที่ผ่านการจุ่มสารละลาย PTS+ASC และ TSP+ASC มีความนุ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมโดยพบว่ากลุ่ม TSP+ASC มีความนุ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เนื่องจาก สาร TSP ช่วยเพิ่มความนุ่มโดยเป็นตัวทำให้ pH ของเนื้อเพิ่มขึ้นและช่วยให้โปรตีนของกล้ามเนื้อคลายตัวเนื่องจากสารเอคไมโอซินแยกออกจากกันเป็น ไมโอซินและเอคติน ส่วนรสชาติแปลกปลอมและรสฝาด พบว่ากลุ่มที่ผ่านการจุ่มสาร PTS+ASC มีรสชาติแปลกปลอมแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนกลุ่มอื่น ๆ มีรสไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาผลของการใช้สารละลายทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย น้ำ น้ำร้อน 80 องศาเซลเซียล สารละลายผสมระหว่างสาร Trisodium phosphate 8% และ กรด Ascorbic 1% (TSP+ASC) สารละลาย Potassium sorbate 5%, กรด Ascorbic 1% (PTS+ASC) และกลุ่มควบคุม ต่อการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby และเชื้อ *E. coli* ในตัวอย่างเนื้อสุกรภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศา เซลเซียล เป็นเวลา 11 วัน พบว่าสารละลายผสม Potassium sorbate (5%) และกรด Ascorbic (1%) มีประสิทธิภาพในการลดเชื้อ *S.* Derby และเชื้อ *E. coli* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือสารละลายผสมระหว่างสาร TSP+ASC ส่วนการใช้น้ำและน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล ไม่สามารถลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby และเชื้อ *E. coli* บนเนื้อสุกรได้ และจำนวนเชื้อ Aerobic plate count พบว่ากลุ่มตัวอย่างสาร Potassium sorbate (5%) และกรด Ascorbic (1%) ในวันที่ 0 และวันที่ 1 ของการเก็บรักษาจำนวนเชื้อ Aerobic plate count ลดลง จนถึงวันที่ 3 ของการเก็บรักษาเชื้อจะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนกลุ่มตัวอย่างสาร Trisodium phosphate 8% และ กรด Ascorbic 1% น้ำ น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล ไม่มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ Aerobic plate count

2. การศึกษาผลของการใช้สารละลายทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ต่อค่า pH ของตัวอย่างเนื้อสุกรพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มสาร TSP+ASC มีค่า pH สูงกว่าทุกกลุ่มการทดลอง โดยมีค่า pH สูงสุดคือ 6.84 ส่วนกลุ่มการทดลองอื่นๆมีค่า pH ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

3. การศึกษาผลของการใช้สารละลายทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ต่อค่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อสุกร พบว่ากลุ่มที่ผ่านการจุ่มสาร TSP+ASC มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ส่วนกลุ่มการทดลองอื่นๆมีค่ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

4. การศึกษาผลของการใช้สารละลายทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเนื้อสุกร พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มสาร TSP+ASC ทำให้สีของเนื้อเข้มขึ้น ส่วน PTS+ASC มีกลิ่นกรดแรงที่สุด และเมื่อนำมานึ่งสุก พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการจุ่มสาร TSP+ASC เนื้อตัวอย่างมีความนุ่มกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่จุ่มน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียล เนื้อตัวอย่างมีความแข็งที่สุด และสาร PTS+ASC พบว่าเนื้อตัวอย่างมีรสชาติแปลกปลอมและมีรสฝาดมากที่สุด

5. ในการทดลองครั้งนี้ การใช้สารละลายผสมของสาร PTS+ASC มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ควบคุมจำนวนเชื้อ *S.* Derby และ เชื้อ *E. coli* ได้ดีกว่าสารละลายกลุ่มอื่นๆแต่คุณภาพทางด้านกลิ่น รส และสี ไม่ดี ส่วนสารละลายผสมของสาร TSP+ASC ถึงแม้จะมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derbyและ เชื้อ *E. coli* รองลงมาจากสาร PTS+ASC แต่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจะน้อยกว่า และผลของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่น รส สี ดีกว่าสาร PTS+ASC

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองพบว่าการใช้สารละลายผสมของ สาร PTS+ASC มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ควบคุมจำนวนเชื้อ *S.* Derbyและ เชื้อ *E. coli* ได้ดี แต่คุณภาพทางด้านกลิ่น รส ของเนื้อไม่ดี ส่วนสารละลายผสมของสาร TSP+ASC ถึงแม้จะมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *S.* Derby และ เชื้อ *E. coli* ได้รองลงมาจากสาร PTS+ASC แต่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจะน้อยกว่า และผลของคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน กลิ่น รส สี ดีกว่าสาร PTS+ASC ในการทดลองครั้งต่อไป ควรลดปริมาณความเข้มข้นของสารละลาย PTS ลง เพื่อลดกลิ่นฉุน และรสฝาดของเนื้อ

บรรณานุกรม

กล้าณรงค์ ศรีรอต และจันทนีย์ จิตต์รำพึง. 2539. Food Additives **สำหรับนักอุตสาหกรรมอาหารและเกษตร**. กรุงเทพฯ.

จุฑารัตน์ เลี่ยนกัตวา. 2545. "ผลของกรดกลูโคนิก กรดแอสคอร์บิก และสารไนซิน ต่อการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* Derby และเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกร" **วิทยานิพนธ์สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารคณะเทคโนโลยีการเกษตร** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุไรรัตน์ รุ่งโรจนารักษ์ และศรีสิทธิ์ การุณยะวานิช. 2535. "ข้อกำหนดสุขลักษณะของอาหารทั่วไป" **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. 34:47-52.

จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี, ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์, ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์, อรุณี สาระยา และมาลิน จุลศิริ. 2540. "การปนเปื้อนของ *E. coli* O157:H7 ในผลิตภัณฑ์อาหาร" หน้า 381-386.**การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษรศาสตร์ครั้งที่35.กรุงเทพฯ** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพาณิช.

ทิพรดี คงสุวรรณ. 2546 "ผลของไตรโซเดียมฟอสเฟต เซททิลไพริดิเนียมคลอไรด์ โปแตสเซียมซอร์เบทและการใช้สารร่วมกันต่อการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella* Derby บนเนื้อสุกร." **วิทยานิพนธ์สาขาวิทยาศาสตรการอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

นันทนา อรุณฤกษ์. 2537. **การจำแนกแบคทีเรียกลุ่มแอโรปส์**. กรุงเทพฯ โอ.เอส.พริ้นส์ติ้งเฮาส์.

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล. 2536. "การใช้วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ" **การประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่องการใช้วัตถุเจือปนในอุตสาหกรรมอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น และมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีสุรนารี.จังหวัดขอนแก่น**.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. **วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศรีสิทธิ์ การุณยะวาณิช, ปรีชา จึงสมานุกูล และจุไรรัตน์ รุ่งโรจนารักษ์. 2541."สุขลักษณะความปลอดภัยของอาหารพร้อมปรุงในซุปเปอร์มาร์เกต" **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**. 3:327-339.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2544. **คู่มือความปลอดภัยของอาหาร**. กรุงเทพฯ หน้า 57-58.

สุมาลี บุญมา, อรุณ บ่างตระกูลนนท์, นพรัตน์ หมานริน, มยุรา กุสุมภ์ และอดิศักดิ์ ศักดิ์สิทธิวัฒนะ. 2538. "การตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาโดยวิธี Standard conventional และวิธี MSRV" **ประมวลเรื่องการประชุมวิชาการสัตวแพทย์**. กรุงเทพฯ ครั้งที่ 22 : 20-22 พฤศจิกายน 2538.

สุมาลี บุญมา, อรุณ บ่างตระกูลนนท์, นพรัตน์ หมานริน และชุทพจน์ อมาตยกุล. 2539. "การตรวจหาเชื้อซัลโมเนลล่าในเนื้อสัตว์โดยวิธี SCM และ วิธี MSRV" อาหาร. 26 : 88-97.

สุมาลี บุญมา, นพรัตน์ หมานริน, ศรีรัตน์ พรเรืองวงศ์ และอรุณ บ่างตระกูลนนท์. 2540 "ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่และเนื้อหมู" **วารสารเกษตรศาสตร์**. 31 : 413-418.

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

อารยา เชาวน์ชลากร. 2536. "การใช้วัตถุเจือปนในอุตสาหกรรมอาหาร" **การประชุมสัมมนาทางวิชาการภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น และสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (มทส.)** จังหวัดขอนแก่น.

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 : 287-292.

Arnold, K.W. and Kaspar, C.W. 1995. "Starvartion and stationary phase induced acid tolerance in *Escherichai coli* O157:H7. "**Appl. Environ. Microbriol.** 61:2037-203

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

Bello, L.A., Ortiz, D.M., Perez, E. and Castro, V. 1990. "*Salmonella* in raw meats : a study in towns of Guerrero state." **Salud publica de Mexico.** 32 : 74-79.

Castillo, A., Lucia, L.M., Goodson, K.L., Savell,J .W and Acuft, G.R. 1998. "Comparison of water wash, trimming and combined hot water and lactic

acid treatments for reducting bacteria of fecal origin on beef carcasses." **J. of Food prot.** 61 : 823 - 828.

Castillo, A. Lucia, L.M., Goodson, K.J., Savell, J.W., Acuff, G.R. 1998. " Use of hot water for beef carcass decontamination." **J. of Food prot** . Vol:61 (1);19 - 25.

Castillo, A., Lucia, L.M., Goodson, K.J., Savell, J.W. annd Acuff, G.R. 1999. "Decontamination of beef carcass surface tissue by steam vacuuming alone and combined with hot water and lactic acid sprays. " **J. of food prot** . Vol : 62 (2); 146-151.

Castillo, A., Lucia, L.M., Roberson, D.B., Stevenson, T.H., Mercado, I. And Acuft, G.R. 2001. " Lactic acid sprays reduce bacterial pathogens on cold beef carcass surfaces and in subsequently produced ground beef " **J. of Food.** Vol :58-62.

Chapman, P.A., CerdaMalo, A.T., Ellin, M. , Ashton, R. and Harkin, M.A. 2001. "*Escherichaia Coli* O157 in cattle and sheep at slaughter, on beef and lamb carcasses and in raw beef and lamb products in South Yorkshire,UK." **J. of Food Microbiol.** 64 (1/2) : 139 -150.

Costilow, R.N., Batshon, B.A., Bratzler, L.J. and Robach, D.A. 1955. "Interaction between ascrobic acid and psychrophilic bacteria associate with the discoloration of prepackage beef." **Food Technol.** 9 : 560.

Cuter, C.N. and Rivera –Betancourt, M. 2000. "Interventions for the reduction of *Salmonella* Typhimurium DT 104 and non- O157 :H7 enterohaemorrhagic *Escherichia coli* on beef surfaces." **J. of Food Sci.** 63 : 1326-1332.

Davey, K.R. and Smith, M.G. 1989. "A Laboratory evaluation of a novel hot water cabinet for the decontamination of sides of beef." **J. of Food Sci.** 24 : 305-316.

Davies, R.H., Malaren, M. and Bedford, S. 1999. "Observation on the distribution of *Salmonella* in pig abattoir." **Veterinary Record.** 145 : 656 - 661.

Doores, S. 1993. "Organic acids" pp.75-103. InBranen, A.L. and Davidson, P.M. (ed).**Antimicrobial in foods. Marcel Dekker, Inc, New york.**

Dorsa, W.J., Cutter, C.N. and Siragusa, G.R. 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. of Food Prot.**. 61 (3) : 300-306.

Dubal, Z.B., Paturkar, A.M., Waskar, V.S., Zende, R.J., Latha, C., Rawool, D.B. and Kadam, M.M. 2004. "Effect of grade organic on inoculated *S. aureus, L. monocytogenes, E. coli* and *S.* Typhimurium in sheep / goat stored at refrigeration temperature." **J. Meat Sci.** 66 (4) : 817 - 821.

Effat, B.A., Ibrahim, G.M. and Dabiza, N.M.A. 2001. "Influence of temperature, sodium chloride, pH and some food preservatives on the growth of *Escherichai coli* O157:H7." **J. of Food Sci.** 29 (2) : 197–213.

Elliot ,P.H.,Tomling, R.J. and Gray, R.J.H. 1985. "Control of microbial spoilage on fresh poultry using combination Potassium sorbate / Carbon dioxide packing System." **J. of Food Sci.** 50 : 1360.

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

Food Manufacturing Colition (FMC) Need statement project code : ET - 2 - A - (18) Date : July 1, 1996 .

Gaman, P.M. and Sherrington, K.B. 1981. "The Science of Food." 201-202.

Gill, C.O. and Jones, T. 2000. " Microbiological sampling of carcass by excision or swabbing." **J. of Food prot.** 63 : 167-173.

Goddard, B.L., Milkel, W.B., Conner, D.E. and Jones, W.R. 1996. "Use of organic acid to improve the chemical, physical and microbrial attributes of beef strip oin stored at –1 °C for 112 days." **J. Food Prof.** 59 : 849-853.

Goksoy, E.O., James, C., Corry, J.E.L. and James, S.J. 2001. "The effect of hot water Immersion on the appearance and microbiological quality of skin – on chicken breast pieces ." **J. Food sci.** 36 : 61-69.

Greenberg, R.A, Tomkin, R.B., Kittaka, R.S. and melis, A.A. 1966. "Incidence of Mesophilicclostridium spore in raw pork, beef and chicken in processing plant in the U.S.A and Canada." **Appl. Microbial.** 14.

Greene, B.E., Hsin, I. and Zipser, M.W. 1971. " Regradation of oxidation color changes in raw ground beef." **J. Food Sci.** 36 : 940.

Greer, G. 1982. " Mechanism of beef shelf life extension by sorbate." **J. of Food Prot.** 45 (1) : 82-84.

Hansson, I.B. 2001. " Microbiological meat quality in high and low capacity slaughterhouses in Sweden." **J. Food prot.** 58 : 368 - 379.

Hardin, M.D., Acuft, G.R., Lucia, L.M., Oman, J.S. and Savell, J.W. 1995. " Comparison of medthods for decontamination from beef surfaces. " **J. Food prot.** 58 : 368 - 379. Helander, I.M., Mattila - Sandholm, T. 2000. "Permeability barrier of the gram - negative bacterial outer membrane with special reference to nisin. " **J. of Food micro.** .Vol : 60 : 53 - 161 .

Hess, E., Lott, G. and Breer, C. 1976. "The behaviour of *Salmonella* during the curing and drying of air-dried beef." **Fleischwirtschaft** . 56 (5) : 703-704.

Hua Xing, L.Y., Slavik, M. and Walker, J. 1998. "Chemical spray conditions for Educing bacteria on chicken skins." **J. of Food sci.** 63 (4) : 699-701.

Jimenez, J.R., Pohlman, F.W., Johnson, Z.B. and Brown, A.H. 2003. "Lipid, instrumental color and sensory characteristics of ground beef produced using trisodium phosphate, cetylpiridinium chloride, chlorine dioxide or lactic acid as multiple antimicrobial intervention." **Meat Sci.** 65 (2) : 885–891.

Kang , S.N., Jang, A., Lee., S.O., Min, J.S. and Lee, M. 2002. "Effect of organic acid on value of VBN, TBARS, color and sensory property of pork meat." **J. of Food.** 44 : 443-452.

Kim, J.W. and Slavik, M.F. 1994. "Trisodium phosphate (TSP) treatment of beef surfaces to reduce *E. coli* O157:H7 and *Salmonella* Typhimurium." **J. of Food Sci.** 59 (1) : 20-22.

Kondaiah, N., Zeuthen, P. and Jul, M. 1985. "Effect of chemical dips on unchilled fresh beef inoculated with *E.coli, S. aureus, S. faecalis*, and *C. perfringens* and Stored 30 ° C and 20 ° C." **Meat Sci.** 12 : 17-30.

Kroft, D.H. and Breidentein, B.C. 1975. Beef operation in the meat industry . **America meat institute, Washington.**

Lawrie, R.A. 1979. **The eating quality of meat p. 310. In Meat Science, 3rd ed. Pergamon press,Oxford.**

Lee, R.M., Hartman, P.A., Olson, D.C. and Williano, F.D. 1994. "Metal ions Reverse the inhibitory effects of Selected Food-Grade Phosphates in

Staphylococcus Aureus." **J. of Food Prot.** 57 : 284 - 288.

Linton, A.H. 1981. "*Salmonella* in pig (in the UK)." **Pig News and information.** 2 (1) : 25-28.

Lin, Y.L. and Chen, T.C. 1989. "Effect of sorbic acid ice on microorganisms of broiler meat." **Research Report, Mississippi Agricultural and Forestry Experiment station.** 14 (3) : 3.

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

Mendonca, A.F.,Amoroso, T.I. and Knabel, S.J. 1994. "Destruction of gram-negative Food – borne pathogens by high pH involves disruption of the cytoplasmic membrane." **Applied Environmental Microbiology.** 60 : 4009 - 4014.

Morrison, G.J. and Fleet, G.H. 1985. "Reduction of *Salmonella* on chicken carcasses by immersion treatments." **J. of Food Prot.** 48 (11) : 939-343.

Murphy, R.Y. and Berrang ,M.E. 2002. "Thermal lethality of *salmonella* Senftenberg and *Listeria innocua* on fully cooked and vacuum pakaged chicken breast strips during hot water pasteurization." **J. of food prot.** 65 (10): 1561-1564.

Myers, B.R. 1983. "Potassium sorbate and recovery of pectinolytic psychrotrophs form vaccum-packaged pork." **J. of Food Prot.** 46 (6) : 499-452.

Negbenebor, C., Edmondson, J.E., Anderson, M.E. and Marshall, R.T. 1995. "Yield and storage stability of patties from pre - rigor beef previously dipped in Potassium sorbate and Ginger Solution." **Inter. J. of Food Sci and Tech.** 30 : 65 - 70.

Nabbut, N.H., Barbour, E.K., Nakhli, H.M., Zamel, S.L. 1981. "A report of a *Salmonella* food poisoning outbreak." **Proceedings of the Fifth Symposium on the biological aspects of Saudi Arabia** : 53-54.

Offer, G. and Trinick, J. 1983. "On the machanism of water holding in meat:the swelling and shinking of myofibrils." **Meat Sci.** 18-245.

Ogdon, S.K., Taylor , A.J., Dodd, C.E.R., Guerrero, I., Buendia, H. and Gallardo, F. 1997. "Preservative effect of combined propionic and ascorbic acids on

pork meat stored at 25 °C." **J. of Food prot.** 60 : 935-942.

Podolak, R.K., Zayas, J.F., Kastner, C.L. and Fung, D.YC. 1996. "Inhibition of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 on Beef by application of organic acids." **J. of Food Sci.** 59 (4) : 370-373.

Reynold, A.E. and Carpenter,J.A. 1974. "Bactericidal properties of acitic and propionic acid on pork carcass." **Anim. Sci.** 38 : 515 - 519.

Saha , U., Murthy, T.R.K. and Kowale, R.N. 1999. "Effect of EDTA and ascorbic acid dip traiment on storage stability of goat meat at refrigeration temperature." **J. Food Sci. and Tech. India.** 36 : 180-183.

Sharman, V.D. ,Barman, T.K., Subodh, K. 2002. "Contamination of pork products with *Salmonella* serovars." **J. of Animal Sci.** 72 (8) : 718-720.

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

Smith, M.G., Graham, A. 1978. "Destruction of *Escherichia coli* and on mutton carcases by treatment with hot water." **J. of Food Sci.** 2 : 119 -128.

Smith, M.G. and Kavey, K.R. 1990. "Destruction of *Escherichia coli* on side of beef by a hot water decontamination process." **J. food Australia.** 42 (4) : 195-198.

Sofos, J.N. 1989. "Sobate Food Preservatives." USA : CRC press, Inc.

Sofos , J.N . 1994. "Microbial growth and its control in meat, poultry and fish." P.359-403. In Person, A.M. and Dutson, T.R. (ed). Advances in meat resach series Volume 9. Quality attributes and their measurement in meat poultry and fish products. Blackie academic and professional.

Sofos, J.N., Kochever, S.L., Bellinger, G.R., Buege, D.R., Hancock, D.D., Ingham, S.C., Morgan, J.R., Reagan, J.O. and Smith, G.C. 1999. "Sources and extent of microbiological contamination of beef carcasses in seven united states slaughtering plans." **J. of Food prot.** 62 : 140-145.

Stevarius, M.R., Pohlman, F.W., McElyea, K.S., Johnson, Z.B., Apple, J.K., Johnson, M.G. and Waldroup, A.L. 2000. "Reduction of microbial pathogens in ground beef utilizing hurdle technology and a novel ozone generator. " Research series - arkansas agricultural experiment station.

(no.478) : 37-39.

Sutheinkul, O., Brown, J.E. and Seriwatana, J. 1990. "Shiga – like toxin producing *E. coli* in Thailand." Appl.Environ. Microbiol. 56 (1) : 135 –139.

Swanenburg, M., Urling, H.A.P., Keuzenkanmp, D.A. and snijders, J.M.A. 2001. "*Salmonella* in the lairge of pig alaughterhouse." **J. Food prot.** 64 :12-16.

Tauxe, R.U. 1991. "Salmonella : A postmortem pathogen." **J. of Food prot.**. 54 : 563-568.

Unda, J.R., Molins, R.A. and Walker, H.W. 1990. "Microbiology and some physical and chemical changes in vacuum - pakaged Beef Streaks treated combination of potassium sorbate phosphate sodium chloride and sodium acetate." **J. of Food Sci** . 55 (2) : 323-326.

USFDA. 1996. Nation wide fsderal plant raw ground beef microbiological survey washigton D.C.

Wang, W.C., Li, Y., Slavik, M.F and Xiong, H. 1997. "Trisodium phosphate and cetylpyridinium chloride spraying on chicken skin to reduce attached *S.* Typhimurium." **J. of Food Prot.** 60 (8) : 992-994.

Woolthuis, C.H.J. and Smulders, F.J.M. 1985. "Microbisl decontamination of calf carcasses by lactic acid sprays." **J. Food Prot.** 48 : 832-837.

Yang, Z., Li, Y., and Slavik, M.F. 1998. "Use of antimicrobrial spray applied with an inside - outside birdwasher to reduce bacterial contamination on prechilled chicken chicken carcasses." **J. of Food Prot.** 61 (7) : 829-832.

Zamora, M.C. and Zaritzky, N.E. 1987. "Potassium sorbate Inhibition of microorganisms growing on refrigerated packaged beef." **J. of Food Sci.** 52 (2) : 257 - 262.

Zepeda, C.M.G., Kastner, C.L., Willard, B.L., Phcbus, R.K., Schwenke, J.R., Fijal, B.A. And Prasai, R.K. 1994. " Gluconic acid as fresh beef decontaminant." J. Food Prot. 57 : 956 – 962.

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารละลายเชื้อบริสุทธ์ และสารละลายเคมี เพื่อใช้ในการทดลอง

1. การเตรียมตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ (Cutter and Siragusa. 1996)

1.1 การเตรียมตัวอย่างเชื้อ *Escherichai coli*

นำเชื้อ *E. coli* มาเลี้ยงบนอาหารวุ้นเอียง Trypticase soy agar (TSA) ในหลอดทดลองขนาดเล็กและบ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำ loop เขี่ยเชื้อจำนวน 1 loop มาเลี้ยงในอาหาร Trypticase soy broth (TSB) บ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนเชื้อ *E. coli* แล้วนำสารละลายเชื้อที่เตรียมได้มาเจือจางในสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเข้มข้นของเชื้อที่ต้องการคือ 10^5 cfu/ml

1.2 การเตรียมตัวอย่างเชื้อ *Salmonella* Derby

นำเชื้อ *S.* Derby มาเลี้ยงบนอาหารวุ้นเอียง Trypticase soy agar (TSA) ในหลอดทดลองขนาดเล็กและบ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำ loop เขี่ยเชื้อจำนวน 1 loop มาเลี้ยงในอาหาร Trypticase soy broth (TSB) บ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนเชื้อ *S.* Derby แล้วนำสารละลายเชื้อที่เตรียมได้มาเจือจางในสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเข้มข้นของเชื้อที่ต้องการคือ 10^5 cfu/ml

2. การเตรียมสารเคมีเพื่อใช้ในการทดลอง

2.1 การเตรียมสารละลายกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 1% (Ogdon *et al.*,1997)

ชั่งกรดแอสคอร์บิก 1 กรัม ในน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียล นาน 15 นาที โดยปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร นำไปทำให้ปลอดเชื้อโดยผ่าน 0.45 µm membrane filters

2.2 การเตรียมสารละลายผสมของกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และสารไตรโซเดียมฟอสเฟตเข้มข้น 8% (ดัดแปลงมาจาก Zepeda *et al.*,1994)

ชั่งกรดแอสคอร์บิก 1 กรัม และชั่งสารไตรโซเดียมฟอสเฟต 8 กรัม เติมน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียล นาน 15 นาที ปรับปริมาตรให้ได้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร นำไปทำให้ปลอดเชื้อโดยผ่าน 0.45 µm membrane filters

2.3 การเตรียมสารละลายผสมของกรดแอสคอร์บิกเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์และสารโปแตสเซียมซอร์เบทเข้มข้น 5% (ดัดแปลงมาจาก Zepeda *et al.*,1994)

ชั่งกรดแอสคอร์บิก 1 กรัม และชั่งสารโปแตสเซียมซอร์เบท 5 กรัม เติมน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียล นาน 15 นาที ปรับปริมาตรให้ได้เท่ากับ 100 มิลลิลิตร นำไปทำให้ปลอดเชื้อโดยผ่าน 0.45 µm membrane filters

2.4 เตรียมน้ำกลั่นปลอดเชื้อ

นำน้ำกลั่นไปทำให้ปลอดเชื้อโดยการนำน้ำกลั่นไปเข้าเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียล นาน 15 นาที

2.5 เตรียมน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียล

นำน้ำกลั่นไปทำให้ปลอดเชื้อโดยการนำน้ำกลั่นไปเข้าเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียล นาน 15 นาที นำน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วไปปรับอุณหภูมิให้ได้ 80 องศาเซลเซียล ในเครื่องให้ความร้อน (hot plate)

ภาคผนวก ข

การตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อ

1. การตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์

1.1 การตรวจหาจำนวนเชื้อ *E. coli* โดยวิธี MPN (FDA-BAM. 1992)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ต้องการทดสอบบรรจุในถุงพลาสติก (PE) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเติมสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียล นาน 15 นาที นำเข้าเครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher) ปั่นผสมชิ้นเนื้อเป็นเวลานาน 2 นาที หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อที่ตีป่นมาเจือจางด้วย สารละลายเปปโตน เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเจือจางที่เหมาะสม ตรวจหาจำนวนเชื้อ *E. coli* โดยวิธีวิเคราะห์แบบ MPN และทำการยืนยันจำนวนเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB agar และตรวจนับจำนวนเชื้อโดยเทียบจากตาราง MPN

1.2 การตรวจหาจำนวนเชื้อ *S.* Derby โดยวิธี MPN (FDA-BAM. 1992)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ต้องการทดสอบบรรจุในถุงพลาสติก (PE) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเติมสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียล นาน 15 นาที นำเข้าเครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher) ปั่นผสมชิ้นเนื้อเป็นเวลานาน 2 นาที หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อที่ตีป่นมาเจือจางด้วย สารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเจือจางที่เหมาะสม ตรวจหาจำนวนเชื้อ *S.* Derby โดยวิธีวิเคราะห์แบบ MPN โดยนำไปใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryticase soy broth บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้ว ปิเปตหลอดอาหารที่มีความขุ่น ถ่ายลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Selenite broth บ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ่ายเชื้อมา Streak บน Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนเชื้อโดยเทียบจากตาราง MPN

1.3 การตรวจนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (FDA-BAM. 1992)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ต้องการทดสอบบรรจุใส่ในถุงพลาสติก (PE) ที่ปลอดเชื้อ แล้วเติมสารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียล นาน 15 นาที นำเข้าเครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher) ปั่นผสมชิ้นเนื้อเป็นเวลานาน 2 นาที หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อที่ตีป่นมาเจือจางด้วย สารละลายเปปโตนเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเจือจางที่เหมาะสม ตรวจหาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี Spread phate ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar บ่มในตู้บ่มที่ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจนับจำนวนโคโลนี ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

2. การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ (Ogden *et al.*,1997)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ต้องการทดสอบบรรจุใส่ในถุงพลาสติก (PE) ที่ปลอดเชื้อ แล้วเติมน้ำกลั่นที่ปลอดเชื้อ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องตีป่นอาหาร (Stomacher) ปั่นผสมชิ้นเนื้อเป็นเวลานาน 2 นาที แล้วนำไปวัดค่าความเป็น กรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter

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

ชั่งน้ำหนักชิ้นเนื้อก่อนจุ่มสารละลายและจดบันทึกผลน้ำหนักเริ่มต้นเป็นค่า X_1 และ ชั่งน้ำหนักภาชนะถุงพลาสติก (p) ก่อนบรรจุชิ้นเนื้อจดบันทึกเป็น X_2 หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อจุ่มลงในสารละลายกลุ่มต่างๆ แล้วจึงนำชิ้นเนื้อไปบรรจุถุงพลาสติก ชั่งน้ำหนักของชิ้นเนื้อและถุงพลาสติก (p+e+m) จดบันทึกค่าเป็น X_3 จากนั้นนำชิ้นเนื้อออกจากถุงพลาสติกและชั่งน้ำหนักที่ได้ (m) จดบันทึกค่าเป็น X_4 และนำค่าไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากสูตรดังนี้

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

$$= \frac{(p+e+m)-(m)-(p) \times 100}{X_1}$$

คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อในแต่ละกลุ่มทดลองในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 1 องศาเซลเซียล

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส

แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส
เนื้อสุกรสด

วันที่.....เดือน.....พ.ศ 2547 ชื่อผู้ชิม.....

โปรดพิจารณาคุณลักษณะเนื้อหมูดังต่อไปนี้ โดยสังเกตลักษณะ สี และกลิ่น ของตัวอย่างควบคุม " C" ก่อน แล้วทดสอบตัวอย่างที่มีเลขรหัส 3 ตัว แล้วบอกขนาดของความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่าง " C" ตามสเกลข้างล่าง

ลักษณะสีของเนื้อ

-5	-4	-3	-2	- 1	0	1	2	3	4	5
สีขาวซีด					ไม่แตกต่าง					สีแดงเข้มมาก

กลิ่นกรดของเนื้อ

-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
ไม่มีกลิ่น					ไม่แตกต่าง					กลิ่นแรง

ข้อเสนอแนะ:

.....

.....

.....

แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส
เนื้อสุกรนึ่งสุก

วันที่.....เดือน.....พ.ศ 2547 ชื่อผู้ชิม.....

โปรดพิจารณาคุณลักษณะและชิมเนื้อหมูดังต่อไปนี้ โดยชิมตัวอย่างควบคุม " C " ก่อนแล้วทดสอบตัวอย่างที่มีเลขรหัส 3 ตัว แล้วบอกขนาดของความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่าง " C " ตามสเกลข้างล่าง

กลิ่นแปลกปลอม (off - flavor)

-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
ไม่มีกลิ่น					ไม่แตกต่าง					กลิ่นรุนแรง

รสเปรี้ยวของเนื้อ

-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
ไม่เปรี้ยว					ไม่แตกต่าง					เปรี้ยวมาก

ความอ่อนนุ่มของเนื้อ (Tenderness)

-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
นุ่ม					ไม่แตกต่าง					แข็ง

ลักษณะรสฝาดของเนื้อหมู (Tartness)

-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
ฝาดน้อย					ไม่แตกต่าง					ฝาดมาก

ข้อเสนอแนะ:

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

นางอภิษฎาข์ ศรีเครือดง เกิดวันที่ 5 พฤศจิกายน 2511 จบการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง ปี พ.ศ. 2539 เข้ารับราชการในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 3 สังกัดภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และปัจจุบันดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ระดับ 6 สังกัดภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย