

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านขบวนการฆ่ามาตรฐานและ
ไม่มาตรฐานโดยการใช้สารละลายกรดแลคติกและคลอรีน

REDUCING BACTERIAL CONTAMINATION ON SURFACE OF PORK CARCASSES
FROM HYGIENIC AND UNHYGIENIC SLAUGHTERING PROCESSES
BY USING LACTIC ACID AND CHLORINE SOLUTION



นางสาว คมแข พิลาสมบัติ
MISS KOMKHAE PILASOMBUT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2540

ISBN 974-621-919-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....28927
วัน, เดือน, ปี 11 พ.ย. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสำนักหอสมุดกลาง หากมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**REDUCING BACTERIAL CONTAMINATION ON SURFACE OF PORK CARCASSES
FROM HYGIENIC AND UNHYGIENIC SLAUGHTERING PROCESSES
BY USING LACTIC ACID AND CHLORINE SOLUTION**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE
MASTER OF SCIENCE ANIMAL SCIENCE
SCHOOL OF GRADUATE
KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1997
ISBN 974-621-919-7**

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร
ที่ผ่านขบวนการฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐานโดยการ
ใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีน

นักศึกษา

นางสาว กมแข พิลาสมบัติ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ. ดร. จุฑารัตน์ เสรษฐกุล

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ. ดร. ประภาพร ขอไพบูลย์

ระดับการศึกษา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

ภาควิชา

เทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. ๒๕๖๕

2540

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงการใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีน เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับผิวเนื้อบนซากสุกร แบ่งการทดลองเป็น 4 การทดลอง โดยใช้สารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 1, 2 และ 3% (v/v) ในการทดลองที่ 1 และสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 20, 40 และ 60 ppm ในการทดลองที่ 2 ทั้งสองการทดลองทำการฉีดพ่นสารละลายดังกล่าวลงบนซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน โดยทดสอบกับซากสุกรจำนวน 24 ตัวต่อโรงฆ่าสัตว์ ใช้ซากซีกซ้ายทดสอบสารละลายกรดแลกติก และซากซีกขวาใช้ ทดสอบกับสารละลายคลอรีน แล้วทำการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรโดยวิธี total plate count ซึ่งจะทำการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ก่อนการฉีดพ่นสารละลาย หลังการฉีดพ่นสารละลาย 5 ชั่วโมงและหลังการฉีดพ่นสารละลาย 48 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ 2x3x3 แฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ในการทดลองที่ 1 ผลการทดลองพบว่า จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรหลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก และเมื่อความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้นก็พบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยลดลงมากที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 3% (v/v) ส่วนในการทดลองที่ 2 พบว่า สารละลายคลอรีน สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 5 ชั่วโมงเท่านั้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายคลอรีนทั้งสามระดับความเข้มข้น พบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรไม่

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันในทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน มีค่าต่ำกว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ทั้งสองการทดลอง

ในการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบการสารถะลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 3 % (v/v) และการทดลองที่ 4 เป็นการทดสอบการสารถะลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 0, 20, 40 และ 60 ppm ในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหารที่มีสารถะลายกรดแลกติกและคลอรีน (*in vitro test*) วางแผนการทดลองแบบ 4x8 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด วัดผลโดยการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อดังกล่าว ที่ระยะเวลาที่สารถะลายสัมผัสกับเชื้อ ชั่วโมงที่ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 24 และ 48 โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 °C ผลการทดลองพบว่า สารถะลายกรดแลกติกมีผลในการลดจำนวนเชื้อทั้งสองชนิด และเมื่อความเข้มข้นของกรดแลกติกเพิ่มขึ้น สามารถทำลายเชื้อ *Salmonella derby* ในหลอดอาหารได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้กรดแลกติกยังสามารถลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหารได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้สารถะลายกรดแลกติก แต่พบว่าในกลุ่มที่ใช้สารถะลายกรดแลกติกทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น จำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหาร ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ส่วนอิทธิพลของเวลาที่กรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อต่อจำนวนเชื้อพบว่า เมื่อเวลาที่กรดสัมผัสกับเชื้อนานขึ้น พบการลดลงของเชื้อทั้งสองชนิดมากขึ้น และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) เมื่อกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง ในการทดลองที่ 4 พบว่าสารถะลายคลอรีนสามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ในหลอดอาหารได้เท่านั้น แต่พบว่าที่ความเข้มข้น 20, 40 และ 60 ppm ปริมาณเชื้อ *Salmonella derby* ในหลอดอาหาร ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ และสารถะลายคลอรีนทุกระดับความเข้มข้นไม่สามารถลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหาร และเมื่อระยะเวลาที่สารถะลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อเป็นเวลานานขึ้นเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง พบการลดลงของเชื้อ *Salmonella derby* ในหลอดอาหาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ในขณะที่ระยะเวลาที่สารถะลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อนานขึ้น กลับพบว่าไม่มีผลในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหาร

Thesis Title	Reducing Bacterial Contamination on Surface of Pork Carcasses from Hygienic and Unhygienic Slaughtering Processes by Using Lactic Acid and Chlorine Solution
Student	Miss Komkhae Pilasombut
Thesis Advisor	Dr. Jutarat Sethakul
Thesis co-advisor	Dr. Prapaporn Khaopaiboon
Level of study	Master of Science in Animal Science
Department	Animal Production Technology, Faculty of Agricultural Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1997

abstract

Use of lactic acid and chlorine solution as an antimicrobial for pork carcasses was studied. This study was divided to four experiments. In the first experiment, pork carcasses slaughtering under hygienic and unhygienic conditions were sprayed with lactic acid solution at concentration of 1, 2 or 3% (v/v). In the second experiment, chlorine solution with concentration of 20, 40 or 60 ppm were practiced in the same manner. Twenty four pork carcasses were obtained from each slaughtering condition. The carcasses were then separated into halves, left and right sides. The left side of each carcass was sprayed with lactic acid solution and the other was sprayed with chlorine solution. Results of total bacterial count from pork carcasses were examined before spraying, at 5 and 48 hours after spraying with lactic acid and chlorine solution. The first and second experiment were conducted in 2x3x3 factorial in completely randomized design. The result from the first experiment was shown that total bacterial count at 5 and 48 hours after spraying of lactic acid solution was significantly decreased ($p < 0.05$) comparing with total bacterial count before spraying. Total bacterial count was decreased as the concentration of lactic acid was higher ($p < 0.05$).

However, when using of lactic acid solution at 3% (v/v) concentration was applied, total

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

bacterial count was the lowest. The result from the second experiment was shown that there were trends towards decreases on the numbers of bacterial count only after spraying chlorine solution 5 hours. But there were no significant differences between concentrations (20, 40 or 60 ppm). was also found that the numbers of bacterial count on pork carcasses from unhygienic slaughtering were significantly higher than those from hygienic slaughtering ($p < 0.01$).

The third and fourth experiments were performed to study effects of lactic acid and chlorine solution for decreasing of *Staphylococcus aureus* and *Salmonella derby*. Lactic acid solution at the concentration of 0, 1, 2 or 3% (v/v) and chlorine solution at concentration of 0, 20, 40 or 60 ppm were applied directly to inoculated microbes, *Salmonella derby* and *Staphylococcus aureus*. After incubated at $0-4^{\circ}\text{C}$ for 0, 1, 2, 3, 4, 5, 24 and 48 hours of lactic applying acid and chlorine solution on the inoculations, colonies of the inoculated microbes were counted. Each experiment was conducted in 4×8 factorial in completely randomized design. The result from the third experiment showed that lactic acid has an effect on reduction of both *Salmonella derby* and *Staphylococcus aureus*. As concentration of lactic acid increased, the numbers of *Salmonella derby* decreased absolutely. Although, *Staphylococcus aureus* was also significantly inhibited by lactic acid solution, there were no significant differences among lactic acid concentrations. As contact time of lactic acid application was longer, the numbers of inoculated microbes decreased, however *Salmonella derby* and *Staphylococcus aureus* were significant decreased at hour 24 and 48 ($p < 0.05$). In the fourth experiment, There was a significant effect of the application of chlorine solution only on the numbers of *Salmonella derby*., However *Salmonella derby* was significantly decreased after application 24 and 48 hours ($p < 0.01$). Neither concentration nor contact time of chlorine solution application had no effect on the numbers of *Staphylococcus aureus*.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ผศ. ดร. ประภาพร ขอไพบูลย์ และอาจารย์ อศิธร เสวตวิวัฒน์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ทำให้งานวิทยานิพนธ์สำเร็จลงได้ และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ณภาพันท์ ไชยวงศ์ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำในด้านการวางแผน การทดลอง เจ้าหน้าที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ให้ความรู้ คำแนะนำและการอบรมในด้านการวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ บริษัทเฟรชมาร์ท โปรเซสซิงจำกัด และโรงฆ่าสุกรหนองจอก ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณความมีน้ำใจของคุณภัทราภรณ์ เชื้อนนตา เพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโท และ น้อง ๆ นิสิตปริญญาตรีที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุน ในด้านการเงินและให้กำลังใจในการศึกษาตลอดมา

คมแข พิลาสมบัติ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	XIII

บทที่

1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	13
ความสำคัญของเชื้อจุลินทรีย์.....	13
แหล่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์.....	17
เชื้อจุลินทรีย์ที่สำคัญที่มักพบการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์.....	30
กรดแลกติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร.....	43
การใช้คลอรีนในอุตสาหกรรมอาหาร.....	50
3. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	57
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	94
5. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	101
6. บรรณานุกรม.....	105
7. ภาคผนวก ก.....	116
8. ภาคผนวก ข.....	119
9. ภาคผนวก ค.....	124
10. ประวัติผู้เขียน.....	150

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แสดงมาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์สำหรับเนื้อไก่ส่งออกจากประเทศไทย.....16
2	แสดงมาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์ บนเนื้อสัตว์ของประเทศเยอรมัน.....17
3	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ที่พบเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคจากผิวหนังสุกรในระหว่างขบวนการฆ่า.....24
4	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างเนื้อไก่ที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อ <i>Listeria spp.</i> 28
5	แสดงการตรวจพบ Verotoxigenic <i>E. coli</i> (O157:H7) จากสัตว์และเนื้อสัตว์เมืองเบอร์ลิน.....29
6	แสดงค่าอุณหภูมิต่ำสุดสำหรับการเจริญ <i>Salmonella spp.</i> ในอาหาร.....32
7	แสดงค่า pH ต่ำสุดที่เชื้อ <i>Salmonella spp.</i> สามารถเจริญได้ภายในสภาพที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการ.....33
8	ปริมาณของกรดแลกติกที่มีอยู่ในอาหารชนิดต่าง ๆ โดยธรรมชาติ.....44
9	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวหนังสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ.....58
10	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวหนังสุกรก่อนการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกและหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเป็นเวลา 5 และ 48 ชั่วโมง.....59
11	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวหนังสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน.....59
12	อิทธิพลร่วมของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวหนังสุกรระหว่างระยะเวลาในการเก็บรักษาซากภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกในแต่ละโรงฆ่า.....60
13	อิทธิพลร่วมของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวหนังสุกรระหว่างโรงฆ่าและระยะเวลาในการเก็บรักษาซากภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก.....61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
14	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลาย คลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ 65
15	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลาย คลอรีนและช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษาภายหลังการฉีดพ่นสาร ละลายคลอรีน 66
16	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลาย คลอรีนที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน 67
17	อิทธิพลร่วมของระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการเก็บรักษา ซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในแต่ละโรงฆ่า 68
18	อิทธิพลร่วมของระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการเก็บรักษา ซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่มีต่อจำนวน จุลินทรีย์บนผิวซากสุกร 69
19	แสดงค่า pH และอุณหภูมิในกล้ามเนื้อสุกร จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และไม่ได้มาตรฐานภายหลังสัตว์ตาย 45 นาที หลังฉีดพ่นสารละลาย กรดแลกติก 20 นาที และหลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 24 ชั่วโมง..... 71
20	แสดงการลดลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลก ติก 20 นาที และหลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 24 ชั่วโมง..... 72
21	แสดงค่า pH และอุณหภูมิในเนื้อสันนอกสุกรจากโรงฆ่าที่ได้ มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานภายหลังสัตว์ตาย 45 นาที หลังฉีด พ่นสารละลาย 20 นาทีและหลังฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 24 ชม..... 74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

22	แสดงการลดลงของค่า pH ในก้ามเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 20 นาที และหลังฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 24 ชั่วโมง	75
23	แสดงค่าความเข้มข้นของสีเนื้อที่จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่ผ่านการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก	77
24	แสดงค่าความเข้มข้นของสีเนื้อที่จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่ผ่านการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน	79
25	ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อจำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	81
26	แสดงอิทธิพลของระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อต่อจำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	82
27	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i>	83
28	ประสิทธิภาพของสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อจำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i> และ <i>Staphylococcus aureus</i>	88
29	แสดงอิทธิพลของระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อต่อจำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i> และ <i>Staphylococcus aureus</i>	89
30	แสดงความสัมพันธ์ร่วมของระดับความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกในโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน.....	120
31	แสดงความสัมพันธ์ร่วมของระดับความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	121

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

32	แสดงความสัมพันธ์ร่วมของระดับความเข้มข้นสารละลายคลอรีน และระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i>	122
33	แสดงความสัมพันธ์ร่วมของระดับความเข้มข้นสารละลายคลอรีน และระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	123
34	การวิเคราะห์ความแปรปรวนการใช้สารละลายกรดแลกติกในการลด จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและ โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน	135
35	เปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกต่อ จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร โดยวิธี Least Squares Means	136
36	เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกร ภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ บนผิวซากสุกร โดยวิธี Least Squares Means	136
37	เปรียบเทียบความแตกต่างมาตรฐานโรงฆ่าต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บน ผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก โดยวิธี Least Squares Means	136
38	การวิเคราะห์ความแปรปรวนการใช้สารละลายคลอรีนในการในการ ลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและ โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน	137
39	แสดงค่า Least Squares Means ของความสัมพันธ์ระหว่างโรงฆ่า ความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน และระยะเวลาในการเก็บรักษา เนื้อภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน	138
40	เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกร ภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บน ผิวซากสุกร โดยวิธี Least Squares Means	141

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

41	เปรียบเทียบความแตกต่างมาตรฐานโรงฆ่าต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บน ผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีน โดยวิธี Least Squares Means	141
42	การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของสารละลายกรดแลกติกในการลด จำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	142
43	เปรียบเทียบความแตกต่างความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกที่มี ผลต่อจำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	142
44	เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติก สัมผัสกับเชื้อต่อจำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> โดยวิธี Least Squares Means	143
45	การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของสารละลายคลอรีนในการลด จำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i>	143
46	เปรียบเทียบความแตกต่างความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนต่อ จำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i> โดยวิธี Least Squares Means.....	144
47	เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัส กับเชื้อต่อจำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i> โดยวิธี Least Squares Means	144
48	การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของสารละลายคลอรีนในการลด จำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	145
49	การวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อสุกร <i>M. semimembranosus</i> จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้ มาตรฐานภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 20 นาทีและภาย หลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 24 ชั่วโมง.....	146

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

50	การวิเคราะห์ความแปรปรวนการลดลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อสุกร <i>M. semimembranosus</i> จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 20 นาทีและภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 24 ชั่วโมง.....	147
51	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ในกล้ามเนื้อสุกร <i>M. longissimus dorsi</i> จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 20 นาทีและภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 24 ชั่วโมง.....	148
52	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ในกล้ามเนื้อสุกร <i>M. longissimus dorsi</i> จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 20 นาทีและภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 24 ชั่วโมง.....	149

สารบัญภาพ

หน้า

1	แสดงขั้นตอนการทดลองที่ 1	7
2	แสดงแหล่งการปนเปื้อนและจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนของเชื้อ แบคทีเรีย	18
3	แสดงขบวนการผลิตไก่สด	19
4	แสดงการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย	45
5	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกและ ระยะเวลาการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกในโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน	63
6	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกและ ระยะเวลาการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน	64
7	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกและ ระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ <i>Salmonella</i> <i>derby</i>	84
8	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกและ ระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	86
9	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนและระยะ เวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ <i>Salmonella</i> <i>derby</i>	91
10	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนและระยะ เวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i>	93
11	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลาย กรดแลกติก.....	125

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

12	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรด แลกติก และหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเป็นเวลา 5 และ 48 ชั่วโมง.....	126
13	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรด แลกติกที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน	127
14	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลาย คลอรีน.....	128
15	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรด แลกติก และช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษาภายหลังการฉีดพ่นสาร ละลายคลอรีน	129
16	ความสัมพันธ์ของระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการเก็บรักษา ซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน	130
17	ความสัมพันธ์ของระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการเก็บรักษา ซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน.....	131
18	ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อจำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i> และ <i>Staphylococcus aureus</i>	132
19	ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อจำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i> และ <i>Staphylococcus aureus</i>	133
20	แสดงอิทธิพลของสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อ จำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i> และ <i>Staphylococcus aureus</i>	134

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โดยทั่วไปแล้ว ผู้บริโภคจะเป็นผู้กำหนดคุณภาพและความเหมาะสมในการนำเนื้อสัตว์ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งข้อกำหนดจากผู้บริโภคในแต่ละประเทศจะแตกต่างกันไป แต่สิ่งหนึ่งที่ผู้บริโภคทุกแห่งให้ความสนใจเหมือนกัน คือ ความปลอดภัยจากการบริโภคเนื้อสัตว์ ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อเรื่องนี้ คือ ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งจะมีผลทำให้เนื้อสัตว์เกิดการเน่าเสีย และทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค สถิติการระบาดของโรคที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์พบว่าส่วนหนึ่งเกิดจากการบริโภคอาหารจากเนื้อสุกร เนื้อโค เนื้อไก่ซึ่งเป็นพาหะสำคัญในการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์ไปสู่ผู้บริโภค Smulders และ Van Laack (1992) ได้รายงานการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษในประเทศสหรัฐอเมริกาว่า เกิดจากการบริโภคเนื้อโค มากที่สุด รองลงมาคือ เนื้อไก่และเนื้อสุกร ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐานเพื่อควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ไว้ว่า ในเนื้อสัตว์จะต้องตรวจไม่พบเชื้อ *Salmonella spp.*, *Campyrobacter spp.*, *Yersinia spp.* และ *Listeria spp.* เป็นต้น

ในประเทศไทยมักประสบปัญหาเรื่องการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อสุกรและโคกระบือเนื่องจากปัญหาจากขบวนการฆ่าจากโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐานแม้แต่ในอุตสาหกรรมไก่สดแช่แข็ง ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มการขยายตัวเพิ่มขึ้นทุกปีซึ่งนับว่ามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก ประเทศลูกค้าก็ได้มีการเข้มงวดในเรื่องมาตรฐาน และคุณภาพไว้สูงและส่งคืนสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานเป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งด้านชื่อเสียงและทางด้านเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก สำหรับเนื้อสุกรและเนื้อโค นั้น เนื่องจากประเทศไทยยังไม่สามารถส่งเนื้อดังกล่าวไปจำหน่ายต่างประเทศได้ จึงยังไม่พบปัญหาระหว่างประเทศ แต่เนื่องจากเนื้อสุกรและเนื้อโค เป็นเนื้อที่ได้รับความนิยมในการบริโภคในประเทศไทย ซึ่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรและเนื้อโค ถึงแม้จะไม่มีผลต่อทางด้านเศรษฐกิจการส่งออกแต่กลับมีผลโดยตรงต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคภายในประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากโรงฆ่าสัตว์ใหญ่เกือบทั้งหมดที่มีอยู่ในประเทศไทยไม่ได้มาตรฐาน یشانด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการฆ่าสัตว์ที่ถูกต้องจากโรงฆ่าสัตว์ที่ทันสมัยและถูกสุขลักษณะสามารถลดปริมาณการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ได้ แต่เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีโรงฆ่าที่ทันสมัยและถูกสุขลักษณะ ทำให้เนื้อสุกรมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่สูง ในขณะที่วากันลักษณะการขายเนื้อตามท้องตลาดในประเทศไทย จะเป็นลักษณะวางเนื้อไว้บนโต๊ะ และแขวนไว้ตั้งแต่เช้ามีจนกระทั่งตกเย็นโดยไม่มีการแช่ตู้เย็น ทำให้เนื้อสุกรได้รับการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อม และเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในสภาพอากาศในประเทศไทย ส่งผลให้ผู้บริโภคได้รับการบริโภคเนื้อสุกรที่ไม่สะอาดและคุณภาพต่ำโดยไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้

ดังนั้นการลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรกระทำ การลดจำนวนจุลินทรีย์อีกวิธีหนึ่ง สามารถทำได้โดยการใช้สารที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้งที่ได้จากธรรมชาติ และได้จากการสังเคราะห์ โดยสารดังกล่าวไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และไม่มีผลในการตกค้างในเนื้อสัตว์ ในการทดลองครั้งนี้ได้มีการนำกรดแลกติกและคลอรีนมาใช้เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับเนื้อสัตว์ โดยกรดแลกติกเป็นกรดอินทรีย์ที่เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีและมีกลิ่นรสที่นุ่มนวลกว่ากรดอินทรีย์ชนิดอื่น ทำให้ไม่บดบังกลิ่นและรสชาติตามธรรมชาติของเนื้อสัตว์ คณะกรรมการอาหารและยา (FDA) ของสหรัฐอเมริกาได้จัดให้กรดแลกติก เป็นสารปรุงแต่งอาหาร ที่ยอมรับกันทั่วไปว่ามีความปลอดภัยในการใช้ (Dziezak, 1990) ในขณะเดียวกันคลอรีนได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ เพราะมีการจัดให้คลอรีนเป็นสารประกอบที่เรียกว่า GRAS เช่นเดียวกับสารละลายกรดแลกติก ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยที่จะใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เมื่อใช้ในระดับความเข้มข้นที่กำหนด (Wei และคณะ, 1985) ทำให้คลอรีนจึงถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ (Ghanbari และคณะ, 1981) ซึ่งการนำกรดแลกติก และคลอรีนมาใช้ภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่า จะมีผลในด้านช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ ที่ปนเปื้อนมากับเนื้อสัตว์ในระหว่างขบวนการฆ่า และมีผลในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ให้นานยิ่งขึ้น

จากคุณสมบัติเฉพาะตัวของกรดแลกติกและคลอรีน ดังที่กล่าวข้างต้น จึงได้กำหนดโครงการวิจัยนี้ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม ในการใช้สารละลายกรดแลกติก และคลอรีน ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน
2. ศึกษาประสิทธิภาพและความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายกรดแลกติกและคลอรีน ในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus*
3. ศึกษาระยะเวลาที่ใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีนสัมผัสกับเชื้อ ต่อการลดจำนวนของ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus*
4. ศึกษาเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบริเวณผิวซากสุกรระหว่างโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน
5. ศึกษาผลของกรดแลกติกและคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อค่าความเป็นกรด ค่างของเนื้อ
6. ศึกษาผลของกรดแลกติกและคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อสีของเนื้อ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาแบ่งออกเป็น 4 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลายกรดแลกติก ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลายคลอรีน ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายคลอรีนในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* *derby* และ *Staphylococcus aureus*

อุปกรณ์

1. ซากสุกรทดลอง

การทดลองที่ 1 ใช้ซากสุกรขุนซีกซ้าย จำนวน 24 ซีก จากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานและจากโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐานจำนวน 24 ซีก

การทดลองที่ 2 ใช้ซากสุกรขุนซีกขวา จำนวน 24 ซีก จากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน และจากโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐานจำนวน 24 ซีก

2. โรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าสุกรที่ไม่ได้มาตรฐาน

2.1 โรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐาน มีลักษณะคือ โรงฆ่าที่ถูกหลักสุขาภิบาลมีการดำเนินการฆ่าสัตว์ที่ถูกสุขลักษณะตามหลักวิชาการ มีคอกพักสัตว์ก่อนฆ่า การฆ่าต้องกระทำให้สัตว์สลบก่อนการแทงคอเพื่อเอาเลือดออก ซึ่งเป็นการไม่ทารุณสัตว์ น้ำที่ไหลจากซากได้รับการควบคุมอุณหภูมิ และมีการเปลี่ยนน้ำ เพื่อถ่ายเทสิ่งสกปรกออกไป ขบวนการขูดขนใช้เครื่องจักรเพื่อลดการปนเปื้อนจากผู้ปฏิบัติงาน ซากภายหลังการขูดขนจะถูกแขวนบนรางแขวน และมีน้ำฉีดพ่นเพื่อทำความสะอาดตลอดเวลา ภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่า ซากสุกรจะถูกลำเลียงเข้าห้องเย็นทันที

2.2 โรงฆ่าสุกรที่ไม่ได้มาตรฐาน มีลักษณะคือ โรงฆ่าที่มีการฆ่าสัตว์ที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ไม่มีการพักสัตว์ก่อนฆ่า ขบวนการฆ่าที่กระทำอย่างทารุณ ไม่มีการทำให้สัตว์สลบก่อน ขบวนการฆ่าทุกขั้นตอนกระทำบนพื้น น้ำสกปรกไม่มีการเปลี่ยนหรือถ่ายเท ทำให้เกิดการสะสมสิ่งสกปรกมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป การเอาเครื่องในออก การแบ่งซาก การล้างเครื่องในกระทำบริเวณเดียวกัน ทำให้มูลสัตว์มีโอกาสนปนเปื้อนกับซากได้สูง ภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่า ซากสุกรจะถูกนำไปจำหน่ายทันทีโดยไม่ผ่านขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากในห้องเย็น

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่

3.1 Plate Count Agar (PCA)

3.2 Buffer Peptone Water (BPW)

3.3 Trypticase Soy Broth (TSB)

4. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

- 4.1 สารละลายคลอรีนในรูปโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite)
- 4.2 กรดแลกติก (Lactic acid) ที่มีชื่อทางการค้าว่า Purac 80
- 4.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodiumhydroxide) ความเข้มข้น 0.1 N
- 4.4 แอลกอฮอล์ (Alcohol) ความเข้มข้น 95 % และ 70 %

5. เครื่องมือ ได้แก่

- 5.1 ตู้บเพาะเชื้อ (Incubator)
- 5.2 ตู้อบฆ่าเชื้อ (Hot Air Oven)
- 5.3 ตู้เป่าเชื้อ (Larmina Flow)
- 5.4 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)
- 5.5 เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Balancing)
- 5.6 เครื่องวัดค่า pH (Knick model 651-2)
- 5.7 เครื่องวัดความเข้มข้นคลอรีน (Test Kit)
- 5.8 เครื่องวัดสีในเนื้อ (Goefo meter ของ SCHUTT Instrument, Germany)
- 5.9 เครื่องฉีดพ่นยาแบบสเปรย์หลัง
- 5.10 ถังเก็บความเย็น
- 5.11 คีมคีบและมีดผ่าตัด
- 5.12 ถุงฆ่าเชื้อสำหรับเก็บตัวอย่างเนื้อ

6. เครื่องแก้วพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น

วิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลายกรดแลกติก ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ $2 \times 3 \times 3$ แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ($2 \times 3 \times 3$ Factorial in CRD) ทำการศึกษาด้วย 3 ปัจจัย คือ

- ปัจจัย A คือ โรงฆ่ามี 2 ระดับ คือ โรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

- ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายมี 3 ระดับคือ 1, 2 และ 3% (v/v)

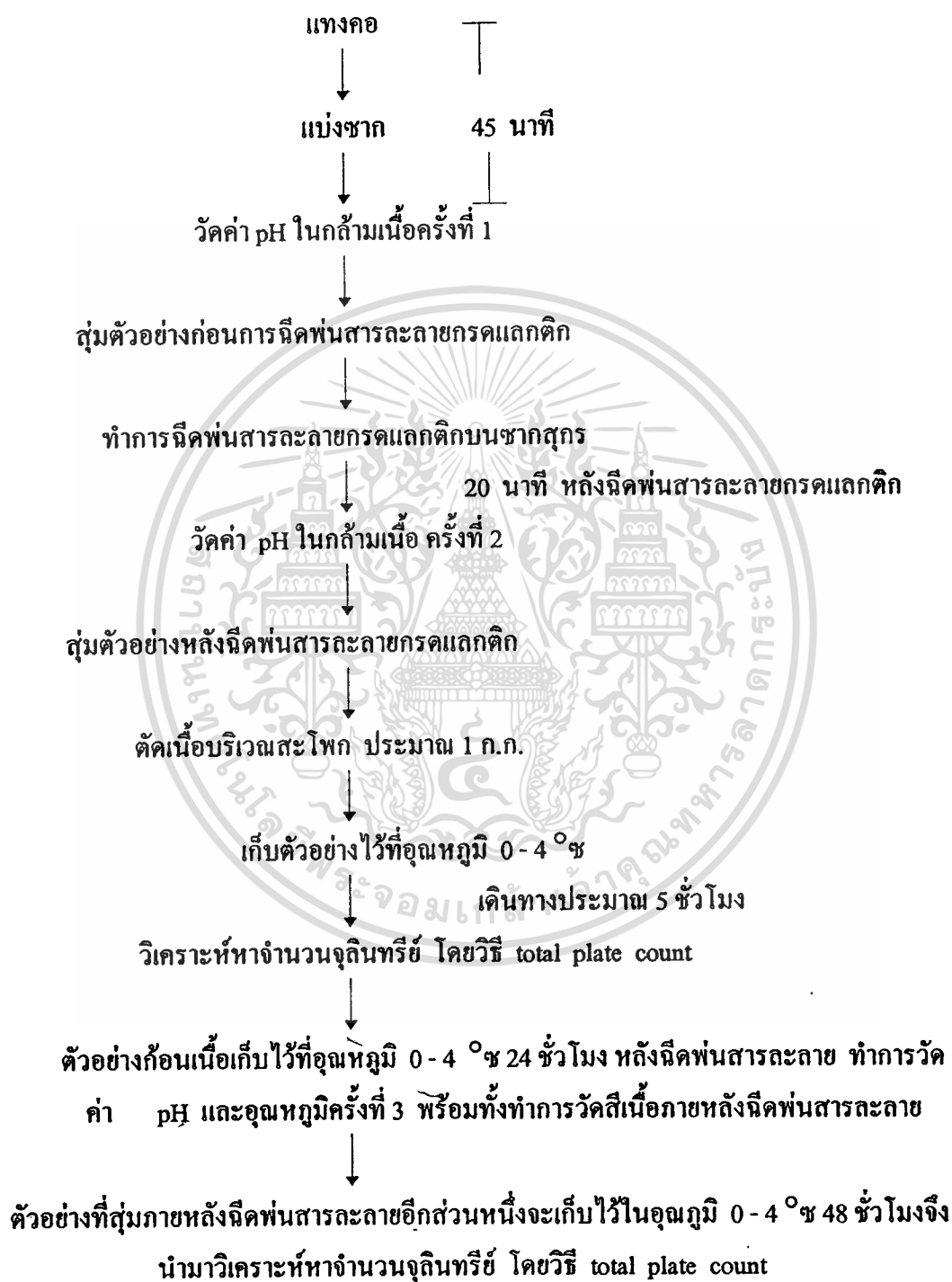
- ปัจจัย C คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนจุลินทรีย์มี 3 ระดับ คือ ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก หลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง และหลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง

ทำการเก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง ในแต่ละครั้งใช้หน่วยการทดลอง 2 หน่วย

2. วิธีการทดลอง

ศึกษาระดับความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติก 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 % (v/v) ทำการวัดค่า pH และอุณหภูมิทั้ง 3 ระดับ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

ภาพที่ 1



แสดงขั้นตอนการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ทำการวัดค่า pH ครั้งที่หนึ่งภายหลังจากแช่ 45 นาที บริเวณที่วัดมี 2 จุดคือ บริเวณกล้ามเนื้อ *M. semimembranosus* ซึ่งอยู่บริเวณกล้ามเนื้อสะโพก และ *M. longissimus dorsi* บริเวณซี่โครงที่ 12

2.2 สุ่มตัวอย่างก่อนฉีดพ่นสารละลาย เพื่อนำไปวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ก่อนฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกโดยวิธี Total plate count จำนวน 25 กรัม บริเวณที่ทำการสุ่มคือ กล้ามเนื้อสะโพก (ham) 10 กรัม ช่วงกึ่งกลางสันนอก (middle loin) 10 กรัมและบริเวณไหล่ (boston shoulder) อีก 5 กรัม รวมเป็น 25 กรัม

2.3 จากนั้นฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกทั้ง 3 ความเข้มข้น ให้ทั่วทั้งซากโดยใช้เครื่องพ่นยาชนิดแรงดันต่ำฉีดพ่นสารละลาย 500 มิลลิกรัม/ซีก

2.4 วัดค่า pH ครั้งที่สองบริเวณเดิม ภายหลังจากฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกประมาณ 20 นาที

2.5 สุ่มตัวอย่างอีกครั้งภายหลังจากฉีดพ่นสารละลายเพื่อตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์หลังการฉีดพ่นสารละลาย และตัวอย่างอีกส่วนจะทำการตรวจนับเชื้อหลังฉีดพ่นสารละลาย 48 ชั่วโมง

2.6 ทำการตัดเอาก่อนเนื้อบริเวณสะโพกประมาณ 1 กิโลกรัม เพื่อทำการวัดสีในเวลาต่อมา

2.7 ตัวอย่างที่ได้ทำการสุ่มถูกบรรจุอยู่ในถุงพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นจะนำไปเก็บไว้ในถังเก็บความเย็นทันทีหลังการสุ่มโดยใช้น้ำแข็งเป็นตัวลดอุณหภูมิให้มีอุณหภูมิ 0 - 4 °C เก็บไว้ประมาณ 5 ชั่วโมง จึงนำมาตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์โดยวิธี total plate count เหตุผลของการเก็บไว้นาน 5 ชั่วโมง เนื่องจากต้องใช้เวลาในการเดินทางจากโรงฆ่าถึงห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาประมาณ 5 ชั่วโมง ตัวอย่างหลังฉีดพ่นสารละลายอีกส่วนหนึ่งจะนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 0 - 4 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงนำมาตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์โดยวิธี total plate count ส่วนก่อนเนื้อที่ตัดมาเพื่อทำการวัดสีจะนำมาเก็บไว้ในที่อุณหภูมิ 0 - 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังฉีดพ่นสารละลายวัดค่า pH และอุณหภูมิพร้อมทั้งทำการวัดสี

2.8 ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์โดยวิธี total plate count เชื้อ หลังฉีดพ่นสารละลายที่เวลา 48 ชั่วโมง

3. การบันทึกผล

3.1 บันทึกค่า pH และอุณหภูมิในกล้ามเนื้อ (core temperature) บริเวณ *M. semimembranosus* และ *M. longissimus dorsi* บนซากสุกรทุกซีกที่ทำการทดลองภายหลังจากแช่ 45 นาที และภายหลังจากฉีดพ่นสารละลาย 20 นาที

3.2 บันทึกค่า pH ของสารละลายกรดแลกติกทุกระดับความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 บันทึกค่า pH และอุณหภูมิในเนื้อ (*M. semimembranosus*) ภายหลังจากนึ่งปนสารละลาย 24 ชั่วโมง

3.4 บันทึกค่าความเข้มข้น (*M. semimembranosus*) ภายหลังจากนึ่งปนสารละลาย 24 ชั่วโมง

3.5 บันทึกจำนวนจุลินทรีย์ก่อนการนึ่งปนสารละลายกรดแลกติก หลังการนึ่งปนสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง และหลังจากนึ่งปนสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลายคลอรีนเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ $2 \times 3 \times 3$ แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ($2 \times 3 \times 3$ Factorial in CRD) ประกอบไปด้วย 3 ปัจจัย คือ

- ปัจจัย A คือ โรงฆ่ามี 2 ระดับ ได้แก่ โรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน
- ปัจจัย B คือ ความเข้มข้นสารละลายคลอรีนมี 3 ระดับ ได้แก่ 20, 40 และ 60 ppm
- ปัจจัย C คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกรภายหลังจากนึ่งปนด้วยสารละลาย

คลอรีนต่อจำนวนจุลินทรีย์ ได้แก่ ก่อนการนึ่งปนสารละลายคลอรีน หลังนึ่งปนสารละลายคลอรีน 5 ชั่วโมง และ หลังนึ่งปนสารละลายคลอรีน 48 ชั่วโมง

ทำการเก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง แต่แต่ละครั้งใช้หน่วยการทดลอง 2 หน่วย

2. วิธีการทดลอง

ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับการใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร (การทดลองที่ 1) และทำการบันทึกข้อมูลเช่นเดียวกัน

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อ

Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus*

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 4×8 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (4×8 Factorial in CRD) ทำการศึกษา 2 ปัจจัย คือ

- ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของสารละลายมี 4 ระดับ คือ 0, 1, 2 และ 3% (v/v)

- ปัจจัย B คือ เวลาที่สารละลายแลกดิกสั่มผสมกันเชื่อมี 8 ระดับ คือ ชั่วโมงที่ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 24 และ 48

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2. วิธีการทดลอง

ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกดิกที่ความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 0, 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* ในรูปของสารละลายเชื้อบริสุทธิ์ มีวิธีการดังนี้คือ

2.1 เตรียมสารละลายกรดแลกดิกที่ระดับความเข้มข้น 1, 2, และ 3 (%v/v)

2.2 นำสารละลายกรดแลกดิกทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น เป็นตัวทำละลายในอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase Soy Broth นำใส่หลอดปริมาตร 9 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 8 หลอด เพื่อทำการตรวจนับจำนวนเชื้อดังกล่าวที่ระยะเวลาต่าง ๆ ที่สารละลายกรดแลกดิกผสมกับเชื้อ คือ ชั่วโมงที่ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 24 และ 48 ชั่วโมง

2.3 จากนั้นทำการฆ่าเชื้ออาหารในหลอด

2.4 วัดค่า pH ในอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.5 นำเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* มาเลี้ยงบน Trypticase Soy Agar บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 35-37°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.6 จากนั้นนำลูป (loop) เขี่ยเชื้อทั้งสองมาเลี้ยงใน Trypticase Soy Broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.7 ตรวจนับเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* โดยนำสารละลายเชื้อบริสุทธิ์ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ตามเวลาที่กำหนดเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0-4°C และนำออกมาตรวจนับเชื้อทั้งสองชนิดดังกล่าวตามเวลาที่กำหนด ทำการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์โดยวิธี total plate count ในแต่ละชั่วโมงที่กำหนด บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 35-37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานเพาะเชื้อ ที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 30-300 โคโลนี คำนวณจำนวนเชื้อดังกล่าวทั้งหมดในสารละลาย 1 มิลลิลิตร

3. การบันทึกข้อมูล

3.1 บันทึกค่า pH ของสารละลายกรดแลกดิกทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น

3.2 บันทึกจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* ที่นับได้ในเวลาต่าง ๆ

การทดลองที่ 4 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายคลอรีนในการลดจำนวนเชื้อ

Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus*

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 4 x 8 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบกลุ่มทดลอง (4x8 Factorial in CRD) ประกอบด้วย 2 ปัจจัยคือ

- ปัจจัย A ความเข้มข้นของสารละลายมี 4 ระดับ คือ 0 , 20 , 40 และ 60 ppm
- ปัจจัย B คือ เวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อดังกล่าวมี 8 ระดับ คือ

ชั่วโมงที่ 0 , 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 24 และ 48

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2. วิธีการทดลอง

ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 0 , 20 , 40 และ 60 ppm สำหรับการทดลองในส่วนของการลดจำนวนคลอรีนนั่นทำการทดลองเช่นเดียวกันกับสารละลายกรดแลคติก (การทดลองที่ 3)

3. การบันทึกข้อมูล

3.1 บันทึกค่า pH ของสารละลายคลอรีนทั้งสามความเข้มข้น

3.2 บันทึกจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus*

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทุกการทดลองทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาทั้งหมด โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธี Least Squares Means และวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้โปรแกรม SAS สำเร็จรูป (SAS,1985)

สถานที่ทำงานวิจัย

1 ห้องปฏิบัติการคัดแต่งเนื้อสัตว์ และห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑

2 โรงฆ่าสัตว์เทศบาล เขตหนองจอก

3 บริษัท เฟรชมีทโปรเซสซิง จำกัด อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 5 เดือน เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2539 เสร็จสิ้นการทดลองเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2539



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของเชื้อจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์มีความสำคัญ คือ ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคที่บริโภคเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เนื้อสัตว์เกิดการเน่าเสีย ทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบเศรษฐกิจ นอกจากนี้ยังเป็นตัวบ่งชี้สภาวะต่าง ๆ ของเนื้อสัตว์ (indicator organism) ได้

1. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogenic microorganism) โรคระบาดที่สำคัญและมักพบเสมอกับผู้บริโภคที่บริโภคเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ คือ โรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) อาการที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์มี 2 ลักษณะ คือ เกิดจากผู้บริโภครับประทานอาหารที่มีเชื้อเข้าไป เชื้อดังกล่าวจะไปเจริญในทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วง นอกจากนี้ยังมีอาการอื่นตามมาอีก เช่น คลื่นไส้ อาเจียน และปวดท้อง เชื้อที่สำคัญที่ทำให้เกิดอาการที่กล่าวมาได้แก่ *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium perfringens*, และ *Campyrobacter jejuni/coli* ซึ่งเชื้อแบคทีเรียเหล่านี้จะต้องมีปริมาณที่มากพอ จึงจะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ยกเว้น *Campyrobacter jejuni/coli* ซึ่งปริมาณการปนเปื้อนเพียง 200 - 300 เซลล์ก็足以ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ อาการแบบที่สองของโรคอาหารเป็นพิษ เกิดจากการที่เชื้อแบคทีเรียเจริญเติบโตในอาหารและสร้างสารพิษขึ้นมา เมื่อผู้บริโภครับประทานอาหารที่มีสารพิษเข้าไปจะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งอาการแบบหลังจะมีอาการรุนแรงกว่าแบบแรกที่กล่าวมา เชื้อแบคทีเรียที่สำคัญที่ทำให้เกิดอาการดังกล่าวได้แก่ *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus*

2. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (spoilage microorganism) บางครั้งจะพบการเน่าเสียของเนื้อในตู้แช่เย็น (อุณหภูมิ 0-10°C) สาเหตุสำคัญของการเน่าเสียเนื่องจากแบคทีเรียบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิที่ต่ำ เช่น *Pseudomonas* spp., *Moraxellas* spp. และ *Alteromonas* spp. เมื่อนำเนื้อสดไปบรรจุในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ พบว่าจุลินทรีย์บางชนิดสามารถไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญได้ เช่น แบคทีเรียในกลุ่มที่สามารถผลิตกรดแลกติกได้ (lactic acid bacteria) ซึ่งสามารถเจริญร่วมกับ *Brocothrix thermosphacta*, *Aeromonas spp.*, *Alteromonas spp.* และ *Psychrotrophic enterobacteriaceae* ได้โดยที่ความสามารถในการเพิ่มจำนวน ของแบคทีเรียกลุ่มนี้บนเนื้อสัตว์ที่บรรจุในระบบสุญญากาศกลุ่มนี้ จะขึ้นอยู่กับค่า pH ของเนื้อ สำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อคองเกลือ (cooked cured meats) สามารถเกิดการเน่าเสียได้เช่นกัน โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้แก่ แบคทีเรียที่สามารถผลิตกรดแลกติกได้ *Brocothrix thermosphacta*, *Micrococci* ยีสต์ และรา เป็นต้น (Pearson และ Dutson, 1986)

3. จุลินทรีย์ที่เป็นตัวบ่งชี้สภาวะของเนื้อ (indicator microorganism) ความสำคัญของจุลินทรีย์อีกประการหนึ่งก็คือ จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของเนื้อสัตว์ได้ โดย ศศิธรและกาญจน์ (2534) ได้กล่าวถึงการพิจารณาถึงสภาพทางจุลชีววิทยาของจุลินทรีย์ที่ตรวจพบและอันตรายที่จะเกิดกับผู้บริโภค ซึ่งอธิบายดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 การตรวจพบ aerobic mesophilic plate counts จะใช้เป็นตัวพิจารณาดังนี้ถึงสภาพทางจุลชีววิทยา ของเนื้อสัตว์และอาหารอื่น ๆ เช่น

3.1.1 เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

3.1.2 เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าขบวนการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะและ ขาดการสุขาภิบาลที่ดี

3.1.3 เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงการเริ่มเน่าเสียของเนื้อสัตว์ ซึ่งพบว่าในเนื้อสัตว์มีจำนวนแบคทีเรีย 10-100 ล้านตัวต่อตารางเซนติเมตรหรือต่อกรัม จะเป็นเนื้อที่มีกลิ่นเหม็น

3.1.4 เป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าการขนส่งที่ไม่ถูกต้อง

3.2 Coliform bacteria ถ้าพบเชื้อนี้ปริมาณที่สูงในเนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ยังไม่ได้ผ่านความร้อนแสดงให้เห็นถึงสุขลักษณะที่ไม่ดี แต่ถ้ายังตรวจพบในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ผ่านความร้อนแล้ว แสดงว่าความร้อนที่ใช้สูงไม่เพียงพอ หรือเกิดการปนเปื้อนภายหลังจากขบวนการที่ผ่านความร้อนแล้ว เพราะว่าแบคทีเรียในกลุ่มนี้ถูกทำลายง่ายด้วยความร้อนและความเย็น

3.2.1 *E. coli* ถ้าตรวจพบ *E. coli* ในเนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์จากสัตว์ แสดงว่ามี การปนเปื้อนจากมูลสัตว์ ซึ่ง *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่เปราะบางถูกทำลายง่ายด้วยความร้อน ความเย็น และความแห้ง

3.2.2 Faecal *Streptococci* เป็นแบคทีเรียที่มีความทนต่อความร้อน ความเย็น และความแห้งได้ดี จึงมักใช้เป็นตัวบ่งชี้แบคทีเรียสำหรับเนื้อสัตว์ที่แช่แข็ง ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ผ่านความร้อน และความแห้ง

3.2.3 *Staphylococcus spp.* ถ้าพบเชื้อ *Staphylococcus spp.* อาจเป็นตัวบ่งชี้ว่าเกิดปนเปื้อนจากผิวหนัง ปากหรือจมูกของผู้ปฏิบัติงาน หรืออาจมาจากสัตว์ก็ได้ ถ้าพบเป็นจำนวนมาก อาจใช้เป็นข้อบ่งชี้ว่าอาจมี *Staphylococcus aureus* ชนิดที่สร้างสารพิษ enterotoxin อยู่ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

Pearson และ Dutson (1986) ได้กล่าวสนับสนุนว่าการตรวจพบจุลินทรีย์ mesophiles บนซากสัตว์จะเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงสุขศาสตร์ของโรงฆ่าและขบวนการ การตัดแต่ง การเจริญของจุลินทรีย์พวก mesophiles บนเนื้อสัตว์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เนื่องจากความแตกต่างของขบวนการฆ่าและตัดแต่ง เช่น ในขบวนการฆ่าสุกร และไก่ จะไม่มีการเอาหนังออก ดังนั้นจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบริเวณผิวหนังจะถูกทำลายโดยขบวนการลอกซาก และขบวนการเผาไหม้ และกลับพบการปนเปื้อนบริเวณผิวหนังอีกภายหลังขบวนการดังกล่าว ส่วนในซากแกะและซากโค จุลินทรีย์พวก mesophiles จะปนเปื้อนบนผิวหนังภายหลังการเอาหนังและเครื่องในออก จำนวน mesophiles จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอุณหภูมิระหว่างขบวนการผลิต นอกจากนี้ยังได้กล่าว การปนเปื้อนของ Psychrotrophic bacteria บนซากโคและแกะจะเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงสภาพของโรงฆ่า และขบวนการ การตัดแต่ง อีกด้วย จำนวน Enterobacteriaceae , coliforms , faecal coliforms และ *E. coli* จะเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงการปนเปื้อนของซากที่เกิดจากระบบทางเดินอาหารของสัตว์

เนื่องจากการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียบนเนื้อสัตว์มีอันตรายต่อผู้บริโภค ประเทศผู้นำเข้าเนื้อสัตว์ จึงได้วางมาตรการในการกำหนดมาตรฐานการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในเนื้อสัตว์ เพื่อคุ้มครองผู้บริโภคในแต่ละประเทศ โดยระบุไว้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1
แสดงมาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์สำหรับเนื้อไก่ส่งออกจากประเทศไทย

ชนิดของจุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์/เนื้อไก่ 1 กรัม
1. total bacterial count	$< 5 \times 10^5$
2. Faecal streptococci	$< 10^3$
3. <i>Staphylococcus aureus</i>	< 100
4. <i>Salmonella</i> spp. (ไก่ 25 กรัม)	0

ที่มา : ศศิธร และกาญจณี (2536)

อรุณและคณะ (2536) ได้รายงานการตรวจพบเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อไก่สดแช่แข็ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 - 2535 โดยมักจะพบเชื้อ *Salmonella derby* โดยพบเชื้อดังกล่าว 92 ตัวอย่างจากจำนวน ตัวอย่างทั้งหมด 4,542 ตัวอย่าง และ สุมาลี และคณะ (2539) รายงานการตรวจพบเชื้อ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์จากเนื้อ ได้แก่ลูกชิ้นเนื้อวัว ซึ่งเป็นอาหารประเภทหนึ่งที่นิยมบริโภคภายในประเทศ พบว่า ร้อยละ 67.5 ของตัวอย่างทั้งหมดมีการตรวจพบเชื้อ *Salmonella* โดยพบเชื้อ *Salmonella derby* ในผลิตภัณฑ์มากที่สุด

นอกจากนี้เพ็ญศรี และ อุรารัตน์ (2536) ได้รายงานมาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ การนำเข้าไก่สดแช่แข็งจากประเทศไทย โดยประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และญี่ปุ่น ได้กำหนดว่าจะต้องไม่พบเชื้อ *Campyrobacter jejuni/coli* ในไก่สดแช่แข็ง และในประเทศเยอรมันยังได้กำหนดมาตรฐานของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนบนเนื้อสุกรไว้ดังนี้

ตารางที่ 2
แสดงมาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรของประเทศเยอรมัน

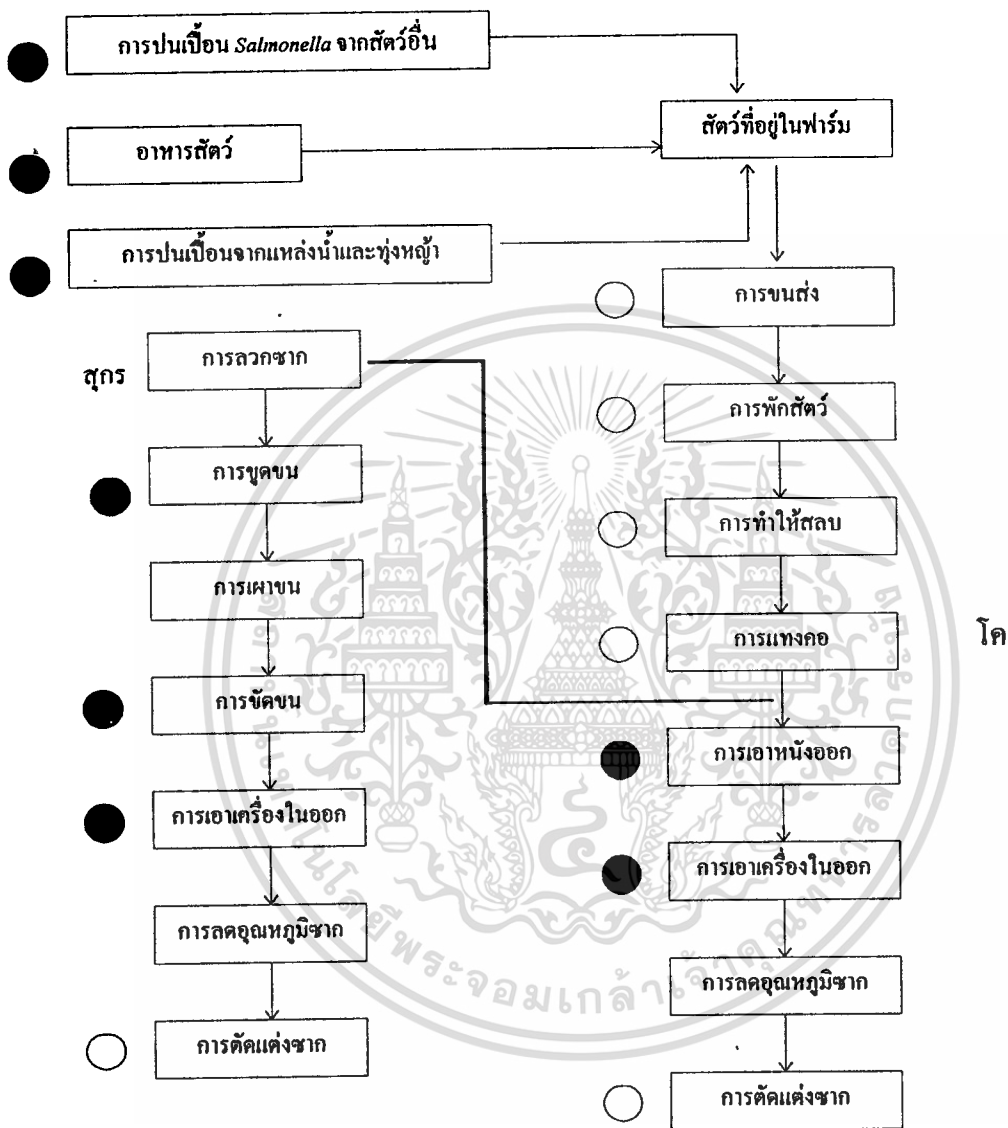
ชนิดของจุลินทรีย์	จำนวนจุลินทรีย์/ตารางเซนติเมตร
1. total aerobic count	< 10 ⁴
2. <i>Salmonella</i> spp.	0
3. <i>Campylobacter</i> spp.	0
4. <i>Yersinia</i> spp.	0
5. <i>Listeria</i> spp.	0

ที่มา : Thoeger (1993)

แหล่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ สามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนในขบวนการผลิต ซึ่งการปนเปื้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ การควบคุมสุขลักษณะและการจัดการที่ดี การควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สามารถทำได้โดยการกำหนดจุด หรือขั้นตอนที่อาจเกิดการปนเปื้อน และทำการควบคุมหาวิธีป้องกันขั้นตอนนั้น ๆ โดยแหล่งของการปนเปื้อนที่สำคัญ และขั้นตอนที่อาจพบการปนเปื้อนแสดงไว้ในแผนภาพที่ 2 และภาพที่ 3

ภาพที่ 2



● แหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญ

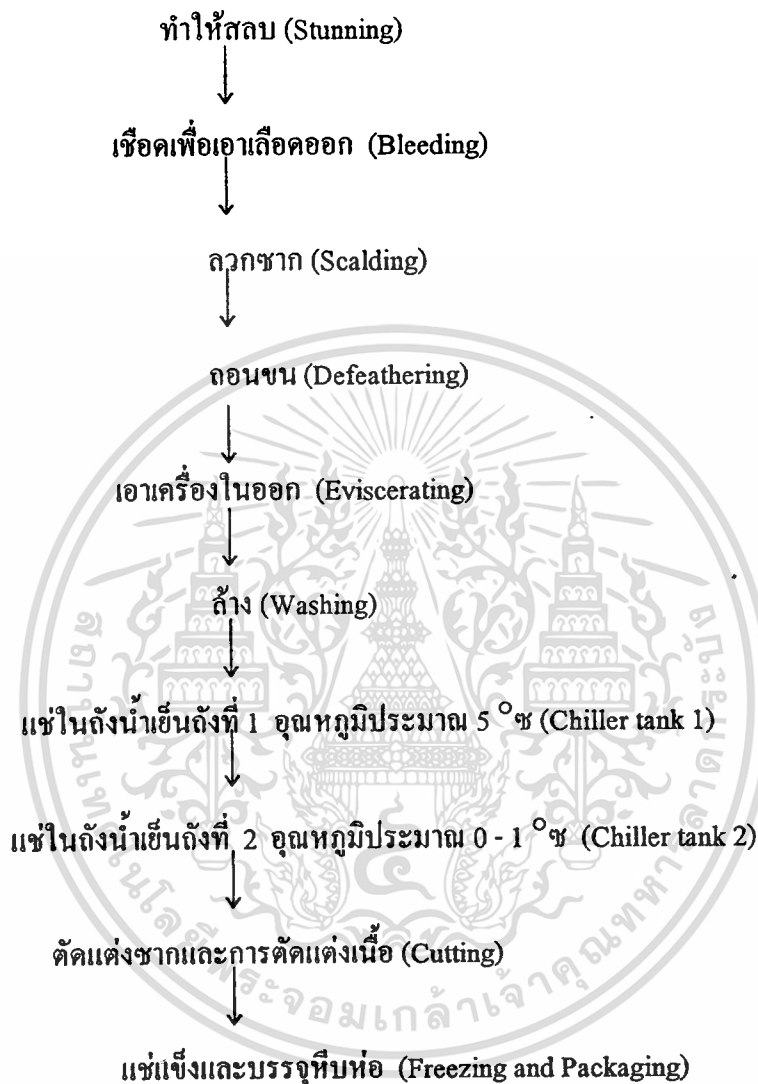
○ แหล่งการปนเปื้อนที่อาจพบ

แสดงแหล่งการปนเปื้อน และจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนของเนื้อแบคทีเรีย

ที่มา : Smulders และ Van Laack (1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3



แสดงขบวนการผลิตไก่สด

ที่มา : จีระ (2534)

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ขบวนการผลิตจากโรงฆ่าสัตว์

จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สามารถพบได้ตั้งแต่อยู่ในฟาร์ม โดยสภาพแวดล้อมจากฟาร์ม เช่น น้ำดื่ม อาหารและมูลที่สัตว์ขับถ่ายออกมาเป็นสิ่งที่ให้วัฏจักรของเชื้อโรคเกิดขึ้นได้ และสัตว์จะได้รับการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อมเหล่านั้น ทั้งนี้ อรุณและคณะ (2536) ได้ทำการตรวจพบเชื้อ *Salmonella* ในอาหารไก่ พบว่าเป็นชนิดเดียวกับที่ตรวจพบในไก่สดแช่แข็ง อาหารสัตว์ แสดงให้เห็นว่าเป็นแหล่งสำคัญของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ Pearson และ Dutson (1986) ได้รายงานว่ามีพบเชื้อ *Salmonella* ปนเปื้อนมากับอาหารสัตว์ และถ้าสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในอาหารสัตว์ลงได้ จะพบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* ในฟาร์มลดลงด้วย นอกจากนี้ยังรายงานอีกว่า มักพบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* จากปลาป่น (fish meal) และสามารถตรวจพบเชื้อ *Salmonella* จากอุจจาระสุกรที่ได้กินปลาป่นดังกล่าว 58 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 256 ตัวอย่าง แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถแยกเชื้อ *Salmonella* ได้เพียง 1 ตัวอย่างจาก 60 ตัวอย่าง ในสุกรที่ไม่ได้กินปลาป่นดังกล่าว วิธีการลดการปนเปื้อนของ Enterobacteriaceae ในอาหารสัตว์ทำได้โดยการอัดเม็ดที่ผ่านขบวนการให้ความร้อนและทำการทดลองให้สุกรกินอาหารอัดเม็ดเป็นเวลา 6 เดือน สามารถตรวจพบเชื้อ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างมูลสัตว์เพียง 1 ตัวอย่างจาก 6,047 ตัวอย่าง ส่วนสุกรที่ไม่ได้กิน อาหารอัดเม็ดสามารถตรวจพบเชื้อ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างมูลสัตว์ 114 จาก 117 ตัวอย่าง ลักษณะของอาหาร ก็มีผลต่อการเจริญของเชื้อโดยอาหารแห้งมักพบเชื้อในปริมาณที่ต่ำกว่าอาหารเปียก

Smulders และ Van Laack (1992) กล่าวว่าในการขนย้ายสัตว์จากฟาร์มสู่โรงฆ่า จัดว่าเป็นการนำเชื้อจุลินทรีย์มาแพร่กระจายสู่คน การนำสัตว์จำนวนมากจากแหล่งต่าง ๆ กัน มาอยู่รวมกัน จะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากสัตว์ตัวหนึ่งไปยังสัตว์อีกตัวหนึ่ง และทำให้ความเข้มข้นของ CO_2 และ NH_3 เพิ่มขึ้นและมีผลต่อการเพิ่มการเคลื่อนตัวของสารในลำไส้ทำให้มีการขับถ่ายเพิ่มขึ้น ซึ่งในมูลสัตว์ก็สามารถแยกเชื้อ *Salmonella* และ *E. coli* ได้ และในรายงานของ Gunter และคณะ (1992) พบเชื้อ *Yersinia enterocolitica* ในมูลของสัตว์ด้วย Brown (1982) แนะนำว่าในระหว่างการขนส่งไก่อาจมีการปนเปื้อนมูลสัตว์ทำให้พบเชื้อแบคทีเรียที่บริเวณหน้าอกและขนไก่ ดังนั้นการทำความสะอาดกรงไก่และการฆ่าเชื้อทุกครั้งภายหลังการขนส่ง จะช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อลงได้ นอกจากนี้ Newton และคณะ (1978) ยังพบแบคทีเรียพวก Psychrotrope ที่บริเวณขนไก่ เช่น *Pseudomonas*, *Achromobacter* และ *Micrococcus* เป็นต้น ที่บริเวณขนไก่ โดยเชื้อเหล่านี้มาจากดิน น้ำ และสภาพแวดล้อม

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในขบวนการต่าง ๆ ในการผลิต

Pearson และ Dutson (1986) รายงานว่าในขั้นตอนการทำให้โคสลับอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้จุลินทรีย์เข้าสู่ร่างกายได้โดยติดไปกับแท่งเหล็กที่ใช้ยิง (captive bolt) ซึ่งสามารถตรวจพบเชื้อแบคทีเรียได้ 10^8 - 10^{10} เซลล์ ซึ่งก็เป็นทางหนึ่งที่น่าเชื่อเข้าสู่ร่างกายของสัตว์ Concon (1988) พบว่าในขั้นตอนการแทงคอเพื่อเอาเลือดออกมักตรวจพบเชื้อ *Salmonella spp.* บริเวณแผลที่ถูกแทงโดยมีการปนเปื้อนของเชื้อจากมิดและมือของผู้ปฏิบัติงาน จากแผนภาพที่ 2 Smulders และ Van Laak (1992) แสดงให้เห็นถึงการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในขั้นตอนการเอาหนังโคออกเป็นขั้นตอนหนึ่งที่เกิดการปนเปื้อนได้ Longdell (1994) ได้กล่าวถึงการพัฒนาเครื่องดึงหนังโคแทนการเอามิดและออก โดยลักษณะการดึงจะดึงจากด้านขาหลังมาบริเวณหัว เพื่อลดการกระจายของเชื้อแบคทีเรียบริเวณแผลที่ถูกแทงคอและยังได้มีการพัฒนาเครื่องมือสำหรับตัดหัวโคแบบอัตโนมัติด้วย

Kotula และ Pandya (1995) ได้ทำการทดลองโดยมีจุดประสงค์ของการทดลองก็เพื่อแสดงให้เห็นว่าขบวนการต่างๆในขั้นตอนการผ่าและชำแหละไก่ ในโรงฆ่าที่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่สูง ทำการวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับขนและผิวหนังภายหลังการเชือดคอเพื่อเอาเลือดออก แต่ยังไม่ผ่านขบวนการลอกซาก ทำการสุ่มบริเวณหน้าอก (breast) สะโพก (thigh) น่อง (drum) และเท้า (foot) พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ total log CFU ที่พบบนผิวหนังบริเวณหน้าอก (breast) และขา (drum) มีปริมาณสูงกว่าจุลินทรีย์ที่ติดมากับขนอย่างมีนัยสำคัญ บริเวณบนขาไก่ที่พบปริมาณเชื้อต่ำสุด คือ เท้า เนื่องจากผิวหนังบริเวณอกและขน มีโอกาสได้รับการปนเปื้อนจากอุจจาระที่ติดมากับกรงได้ง่าย นอกจากนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์หาเชื้อ *Salmonella spp.*, *Campyrobacter jejuni/coli* และ *E. coli* ด้วย โดยพบเชื้อ *Salmonella spp.* ที่ขนบริเวณหน้าอกมากที่สุด และที่ ผิวหนังบริเวณหน้าอกพบมากเช่นกัน ส่วน *Campyrobacter jejuni/coli* พบที่ขนและผิวหนังบริเวณหน้าอก (breast) มากกว่าบริเวณอื่น ๆ และเท้าเป็นบริเวณที่พบปริมาณเชื้อต่ำสุด ส่วน *E. coli* บนขนบริเวณหน้าอกก็พบมากที่สุด ส่วนที่ผิวหนังพบบริเวณหน้าอกมากที่สุดเช่นกัน

ในขั้นตอนการลอกซากเป็นขั้นตอนที่สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียลงได้ เนื่องจากจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกทำลายในน้ำลอกซาก แต่เมื่อเวลาผ่านไป ภายในถึงลอกซากจะมีการสะสมดิน อุจจาระ และเลือดมากขึ้น อาจพบแบคทีเรียที่สามารถทนความร้อนได้ดี เช่น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Clostridium spp. และ สปอร์ของพวก *Bacilli* ที่สามารถมีชีวิตรอดได้ จำนวนแบคทีเรียในถึง ลวกซากจะอยู่ระหว่าง 10^2 และ 10^4 โคโลนี/มิลลิลิตร. และจำนวนจุลินทรีย์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิ สูงขึ้น โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 54°C เป็น 60°C จำนวนแบคทีเรียพวก mesophiles บริเวณผิวซากจะลดลงจาก 10^6 โคโลนี/ตารางเซนติเมตร เหลือ 2×10^3 โคโลนี/ตารางเซนติเมตร และ Enterobacriaceae ลดลงจาก 4×10^3 โคโลนี/ตารางเซนติเมตร เหลือน้อยกว่า 70 โคโลนี /ตารางเซนติเมตร (Pearson และ Dutson, 1986) Thomas และ Mc Meekin (1981) ยังพบว่า อุณหภูมิที่ใช้ลวกซากจะทำให้ผิวหนังของซากถูกทำลาย หรือหลุดออกไปทำให้เชื้อแบคทีเรีย สามารถแทรกตัวเข้าไปเกาะกับซากได้ง่าย Kim และคณะ (1993a) ได้ทำการศึกษาถึงอุณหภูมิต่าง ๆ ในการลวกซากโดยใช้อุณหภูมิ 52°C , 56°C และ 60°C พบว่าที่อุณหภูมิสูงสามารถทำลายเชื้อ จุลินทรีย์ได้ดีกว่าอุณหภูมิต่ำ แต่เมื่อตรวจสอบสภาพทางผิวหนังพบว่า น้ำลวกซากที่อุณหภูมิสูง จะทำลายผิวหนังชั้น stratum corneum และ epidermis มากกว่าอุณหภูมิต่ำ ภายหลังขั้นตอนนี้ จะพบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียสูงกว่าเดิม

Slavik และคณะ (1995) ก็ได้กล่าวสนับสนุนงานทดลองของ Kim และคณะ (1993a) ทั้งนี้ได้ทำการทดลองลดปริมาณเชื้อ *Salmonella spp.* และ *Campyrobacter spp.* โดยการใช้ อุณหภูมิ น้ำลวกซาก อุณหภูมิที่ใช้ 3 ระดับ คือ 52°C , 56°C และ 60°C จากผลการทดลองพบว่าที่ อุณหภูมิ 52°C และ 56°C พบปริมาณเชื้อ *Salmonella spp.* และ *Campyrotobacter spp.* น้อยกว่าที่ อุณหภูมิ 60°C อย่างมีนัยสำคัญส่วนที่อุณหภูมิ 52°C และ 56°C ไม่พบความแตกต่างของปริมาณ เชื้อทั้งสอง ซึ่ง Slavik และคณะ (1995) อธิบายว่าที่อุณหภูมิ 60°C กลับพบปริมาณเชื้อ *Salmonella spp.* และ *Campyrotobacter spp.* สูงกว่านั้น เนื่องจากอุณหภูมิดังกล่าวทำให้ผิว หนังชั้น Epidermis ถูกทำลาย จึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเข้าไปในเนื้อได้ง่ายขึ้นทำให้เกิด การปนเปื้อนมากขึ้น

Thoeger (1993) รายงานว่า การใช้ น้ำร้อนอุณหภูมิ 90°C ฉีดพ่นบนซากสุกรเป็นเวลา 10 นาที แทนการจุ่มซากลงในถังลวกซาก สามารถลดการปนเปื้อนของ *Bacillus subtilis* จาก Log 4.8 เซลล์ / ตารางเซนติเมตร เหลือ Log 2.1 เซลล์ / ตารางเซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบการลด ลงของ *Clostridium spp.* และ *Staphylococcus aureus* ด้วย

Huis in't veld และคณะ (1994) กล่าวอีกว่ามักพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อีกครั้ง หนึ่ง ในขั้นตอนการถอนขน ขูดขน และขัดขน ถ้าหากอุปกรณ์เหล่านั้นได้รับการทำความสะอาด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไม่มีประสิทธิภาพจะพบการสะสมของขนและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ซึ่งแบคทีเรียสามารถเจริญได้อย่างรวดเร็วในเวลาข้ามคืน เป็นสาเหตุของการแพร่กระจายเชื้อไปส่วนต่าง ๆ ของโรงฆ่า

Kim และคณะ (1993b) ได้กล่าวถึงวิธีการถอนขนสัตว์ปีก โดยใช้เครื่องถอนขน 3 ระบบ คือ ระบบดั้งเดิม (conventional defeathering system) ซึ่งส่วนใหญ่มักใช้ในโรงฆ่าทั่ว ๆ ไป เป็นวิธีการจุ่มซากไก่ลงในถังน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 58 °ซ แล้วนำไปถอนขน ระบบที่สองเรียกว่า Kosher defeathering system เป็นการจุ่มซากไก่ลงในถังน้ำเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 7 - 10 °ซ และทำการถอนขน ระบบที่สามคือ stream - spray system เป็นการลวกซากและถอนขนในเวลาเดียวกัน โดยการฉีดพ่นน้ำร้อนอุณหภูมิ 62 °ซ บนซากไก่แทนการจุ่มซากลงในถังลวก Kim และคณะ (1993 b) พบว่าในวิธีการสเปรย์ซากด้วยน้ำร้อน มีการปนเปื้อนของ *Salmonella typhimurium* มากที่สุด เนื่องจากอุณหภูมิ 62 °ซ โปรตีน collagen ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันไพล์ออกมาจากชั้นผิวหนังชั้น dermal ส่วนวิธี conventional และ Kosher พบปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามวิธีการฉีดพ่นน้ำร้อนใช้ได้ดีในกรณีที่ทุกจุดในขั้นตอนการผลิตที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนได้รับการควบคุมการทำความสะดวกอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการปนเปื้อนภายหลังขบวนการลวกซากน้อยที่สุด นอกจากนี้ในขั้นตอนการเผาขน (singeing) เป็นขั้นตอนที่กำจัดขนที่เหลือติดอยู่ที่ซาก โดยการใช้ไฟที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 - 1400 °ซ เป็นเวลา 15 - 30 วินาที ในขั้นตอนนี้จะช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่เกิดการปนเปื้อนจากขบวนการที่ผ่านมาและพบการลดลงของเชื้อแบคทีเรียพวก mesophiles เป็น 2 เท่าในขั้นตอนนี้ (Pearson และ Dutson, 1986)

Saide-Albornoz และคณะ (1995) ได้ทำการตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus* , *Salmonella spp.* , *Listeria monocytogenes* , *Yersinia enterocolitica* และ *Clostridium perfringens* บนเนื้อสุกรโดยสุ่มตัวอย่างจากบริเวณสันนอก สะโพกที่ติดกับซากสุกร สันนอกที่ตัดแต่งเอากระดูกออก ทำการสุ่มจากขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้คือ ภายหลังเผาขนและขัดขน (polishing) ภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการ ภายหลังการเก็บไว้ห้องเย็น 24 ชั่วโมง ก่อนการบรรจุ และการบรรจุด้วยระบบสุญญากาศ แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2 °ซ เป็นเวลา 36 วัน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3

แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ที่พบเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคจากผิวหนังในระหว่างขบวนการฆ่า

	บริเวณที่สัมผัสตัวอย่างเนื้อสุกรในโรงฆ่า				
	ผิวหนังและสันนอกที่ติดกับซาก			สันนอกที่ตัดแต่งเอากระดูกออก	
	A ^a	B ^a	C ^a	D ^b	E ^c
<i>Staphylococcus aureus</i> ^d	4.4 %	7.4 %	2.6 %	2.6 %	4.4 %
<i>Salmonella spp.</i>	4.4 %	1.1 %	0.4 %	0.7 %	NF ^e
<i>Listeria monocytogenes</i>	1.5 %	1.9 %	1.9 %	NF	4.4 %
<i>Yersinia enterocolitica</i>	NF	0.4 %	NF	NF	4.4 %
<i>Clostridium perfringens</i>	NF	NF	NF	0.7 %	NF

ที่มา : Saide-Albornoz และคณะ (1995)

A = ตัวอย่างซากสุกรภายหลังการผ่าซากและชำแหละ

B = ตัวอย่างซากสุกรภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่าทุกขั้นตอน

C = ตัวอย่างซากสุกรเก็บที่ห้องเย็น 24 ชั่วโมง

D = สันนอกที่ผ่านการตัดแต่งเอากระดูกออก

E = สันนอกที่ผ่านการตัดแต่งเอากระดูกออก บรรจุโดยระบบสุญญากาศ (vacuum) เก็บไว้ 36 วัน ที่อุณหภูมิ 2°C

a = ค่าเปอร์เซ็นต์ที่สามารถแยกเชื้อได้จากสันนอกและสะโพก 270 ตัวอย่าง

b = ค่าเปอร์เซ็นต์ที่สามารถแยกเชื้อได้จากสันนอก 135 ตัวอย่าง

c = ค่าเปอร์เซ็นต์ที่สามารถแยกเชื้อได้จากสันนอก 45 ตัวอย่าง

d = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.0399$) จากตัวอย่างตำแหน่ง A และ C

^eNF = ตรวจไม่พบ

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า เชื้อ *Staphylococcus aureus* พบมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งพบมากที่สุดบริเวณสันนอกและสะโพก ภายหลังจากการเก็บไว้ในห้องเย็น 24 ชั่วโมง เชื้อ *Salmonella* spp. พบมากเป็นอันดับสอง โดยพบมากที่สุดบริเวณสันนอกและสะโพกภายหลังขบวนการเผาขน แต่ไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อสุกรที่บรรจุโดยระบบสูญญากาศแล้วเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 2 °C เป็นเวลา 36 วัน ส่วนเชื้อ *Listeria monocytogenes* ตรวจไม่พบก่อนการบรรจุ แต่ภายหลังการบรรจุเชื้อดังกล่าวกลับเพิ่มขึ้นถึง 4.4 % และเชื้อ *Yersinia enterocolitica* พบภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่าทุกขั้นตอน และภายหลังการบรรจุ นอกจากนี้ *Clostridium perfringens* จะพบในช่วงก่อนการบรรจุเท่านั้น

Longdell (1994) กล่าวว่า การเปิดซากแบบวิธีดั้งเดิม (conventional eviscerating) คือการใช้คนเปิดซาก จะพบปัญหาเครื่องในได้รับความเสียหายและเกิดการฉีกขาดได้ง่าย ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารสามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่าง ๆ ของซากและขบวนการต่าง ๆ ในโรงฆ่า การพัฒนาเครื่องมืออัตโนมัติในการเปิดซากจะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ Pearson และ Dutson (1986) รายงานว่า เชื้อ *Salmonella* spp. ไม่เพียงแต่พบในลำไส้ (mesenteric) แต่ยังพบบริเวณ ต่อมน้ำเหลืองที่ขั้วตับ (Portal lymph nodes) อีกด้วย ฉะนั้นในขั้นตอนการเอาเครื่องในออกถ้าเครื่องในได้รับความเสียหาย จึงมีโอกาสดังที่ซากจะได้รับการปนเปื้อนจากเชื้อ *Salmonella* spp. อีกครั้ง นอกจากนี้ยังสามารถแยกเชื้อ *Campylobacter* spp. ได้จากถุงน้ำดี (gall bladders) ท่อน้ำดี (bile ducts) และยังพบบริเวณผิวของตับในขั้นตอนนี้อีกด้วย

Kriengsak และคณะ (1993) ได้สรุปไว้ว่าขบวนการลดอุณหภูมิในการแช่ซากในถังน้ำเย็น (chilling water) ในโรงฆ่าไก่ไม่มีประสิทธิภาพในการขจัดเชื้อ *Salmonella* spp. และ Lillard (1990) ได้ยืนยันว่าขั้นตอนการแช่ซากในถังน้ำเย็นไม่สามารถขจัดเชื้อ *Salmonella* spp. ได้ แต่กลับพบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. เพิ่มขึ้นในขั้นตอนนี้ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในขั้นตอนการตรวจซากและการล้างซากด้วยน้ำ ทำให้จำนวนเชื้อดังกล่าวลดลง แต่ภายหลังจากขบวนการเหล่านี้ จะมีการปนเปื้อนของเชื้อเกิดขึ้นอีก และเชื้อสามารถเพิ่มจำนวนในถังแช่ซาก เพราะภายในถังแช่ซากอาจมีการถ่ายเทเชื้อจากซากไกลงไปในน้ำเย็นอีกครั้งหนึ่ง ทำให้มีโอกาสดังกล่าวปนเปื้อนได้ นอกจากนี้ Newton และคณะ (1978) ยังตรวจพบเชื้อแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ในที่อุณหภูมิต่ำ (Psychrotrophic bacteria) เช่น *Pseudomonas*, *Achromobacter* และ *Micrococcus* บนพื้นและบนผนังของห้องเย็น การแช่ซากไก่ในถังน้ำเย็นจะช่วยลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียพวก mesophile แต่สำหรับแบคทีเรีย Psychrophilic เช่น *Pseudomonas* spp. ยังสามารถเจริญได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Pearson และ Dutson, 1986) การคัดเลือกฝูงที่มีลักษณะที่ดีมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่น้อยที่สุดเข้าสู่ขบวนการฆ่าก่อน สามารถลดการแพร่กระจายของเชื้อไปยังซากที่ดีได้ Kriengsak และคณะ (1993)

ในขั้นตอนการตัดแต่งก็เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีพบการปนเปื้อนของเชื้อจากอุปกรณ์ที่ใช้ และจากผู้ปฏิบัติงาน Longdell (1994) ได้รายงานการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ถอดกระดูกสันหลังออกจากกล้ามเนื้อสันนอก โดยประสิทธิภาพของเครื่องสามารถถอดกระดูกได้ 9 ขั้นตอนาที อุปกรณ์ดังกล่าว มีข้อดีในแง่การลดการปนเปื้อนจากมือและมิดที่ใช้ในการปฏิบัติงาน แต่มีข้อเสีย คือ เปอร์เซ็นต์สูญเสียจากการตัดแต่งจะเพิ่มขึ้นจากวิธีที่ใช้คนอีก 30 กรัมต่อเนื้อสันนอก 1 ชิ้น

Mathieu (1992) ได้กล่าวถึงในกรณีที่โรงฆ่ามีห้องเย็นไม่เพียงพอ การนิคมสารละลาย กรดอินทรีย์ เช่น กรดแลกติก กรดอะซิติก กรดซอบิก และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ลงบนซากอุ้งจะช่วยยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่บนผิวซากลงได้ โดยเฉพาะเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella spp.* ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของโรคอาหารเป็นพิษ

ตามรายงานที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าเป็นการยากที่จะหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ แต่การปฏิบัติการที่ถูกสุขลักษณะจะช่วยลดการปนเปื้อนลงได้ให้อยู่ในปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค แต่ทั้งนี้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกก็ยังประสบปัญหาโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากการบริโภคเนื้อสัตว์ซึ่งในปีหนึ่ง ๆ มีประชากรป่วย และเสียชีวิตด้วยสาเหตุดังกล่าวเป็นจำนวนมาก และมักพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งในเนื้อไก่ เนื้อสุกร เนื้อโค

แบคทีเรียที่พบปนเปื้อนในเนื้อไก่

เพ็ญศรีและอรุรัตน์ (2536) รายงานว่าเชื้อสำคัญที่ตรวจพบในไก่สดแช่แข็งที่ส่งจากเมืองไทยไปประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ *Vibrio parahaemolyticus* พบ 48 % , *Staphylococcus aureus* 14.7 % *Salmonella spp.* 8.4 % และ *Campylobacter jejuni/coli* 4.8 % จากรายงานของ Vorster และคณะ (1994) สามารถตรวจพบเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในไก่สดที่ได้จากตลาดในประเทศแอฟริกาใต้ในระหว่างปี ค.ศ. 1991 โดยพบการปนเปื้อนถึง 39.5 % และส่วนใหญ่พบการปนเปื้อนบริเวณผิวหนัง Brown (1982) กล่าวว่าไก่เป็นพาหะสำคัญในการแพร่ระบาดของเชื้อ โดยสามารถแยกเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้จากผิวหนังและโพรงจมูกของไก่จาก 162 ฟาร์ม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถแยกได้ 49% นอกจากนี้ Duitschaever และ Buteau (1979) ได้สำรวจพบเชื้อ *Salmonella* spp. พบถึง 71 % ในเนื้อไก่ที่วางจำหน่าย โดยสายพันธุ์ที่พบมากที่สุดคือ *Salmonella typhimurium* และอีกเชื้อหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจจากทั่วโลกคือ *Campylobacter jejuni/coli* และ *E. coli* 0157 : H7 ทั้งนี้ Dogra และ Kakkar (1993) ได้ตรวจพบเชื้อ *Campylobacter jejuni/coli* จากตัวอย่างซากไก่ในประเทศอินเดีย 208 ตัวอย่าง พบมากถึง 95 ตัวอย่าง Reuter (1993) ตรวจพบ *E. coli* 0157 : H7 ในเนื้อสุกร โค และเนื้อไก่ซึ่งเป็นเชื้อที่มีอันตรายถึงชีวิต

Irving และคณะ (1993) กล่าวว่าโดยทั่วไปแล้วเชื้อ *Campylobacter jejuni/coli* จะพบในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ปีก และในการสำรวจซากไก่พบการปนเปื้อนของเชื้อนี้ในซากไก่ 45-85% Orla และคณะ (1994) ได้สำรวจการปนเปื้อนของเชื้อ *Campylobacter jejuni/coli* จากเนื้อไก่ในประเทศไอร์แลนด์เหนือ พบการปนเปื้อนถึง 23.1-98 %

Huis in't veal และคณะ (1994) สามารถตรวจพบ *Campylobacter jejuni/coli* , *Salmonella* spp. และ *E. coli* 0157 : H7 ในไก่ที่ยังมีชีวิตอยู่ โดยเชื้อเหล่านี้สามารถอาศัยและเจริญได้ในระบบทางเดินอาหารของไก่ ที่มีสุขภาพดี โดยพบเชื้อ *Salmonella* spp. ในลำไส้มีค่าประมาณ 100-1000 โคโลนี / กรัม ในขณะที่ *Campylobacter* spp. พบจำนวนระหว่าง 10^5 - 10^7 โคโลนี / กรัม นอกจากนี้เชื้อที่กล่าวมา Greenberg และคณะ (1966) ยังตรวจพบสปอร์ของ Clostridia ในซากไก่จากโรงฆ่าในประเทศแคนาดา นอกจากนี้ Pearson และ Dutson (1986) ยังได้รายงานการปนเปื้อนของ *Listeria monocytogen* และ *Streptococci* ในเนื้อไก่อีกด้วย

Kriengsak และคณะ (1993) ตรวจพบเชื้อ *Salmonella* spp. ในส่วนต่าง ๆ ของไก่ที่ได้จากโรงฆ่าไก่ในเมืองไทย โดยสุ่มไก่จาก 4 โรงงาน พบการปนเปื้อนของเชื้อที่ขนไก่ 63.6 , 100 , 90 และ 100 % ไม่พบเชื้อดังกล่าวบริเวณไส้ติ่งของไก่ที่มีชีวิต แต่พบที่บริเวณลำไส้ถึง 30 , 30 , 70 และ 90 % นอกจากนี้ยังสามารถแยกเชื้อได้จากบริเวณปีกถึง 100 , 60 , 80 และ 100 % ตามลำดับ

Plummer และคณะ (1995) ได้ทำการเก็บตัวอย่างเนื้อไก่ ในตลาดประเทศอังกฤษจากปี ค.ศ. 1991 ถึง ปี ค.ศ. 1992 เพื่อทำการวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. โดยไก่ที่สุ่มมาทั้งหมด 325 ตัวอย่าง และเครื่องในอีก 35 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในไก่สดจากซูเปอร์มาร์เกต 18.6% ไก่แช่แข็งจากซูเปอร์มาร์เกต 25.5 % เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากร้านค้าขอยพบการปนเปื้อน 24.5 % ส่วนในเครื่องในพบการปนเปื้อน 37.1 % โดยเชื้อ *Salmonella* ที่พบในเนื้อไก่ส่วนใหญ่ คือ *Salmonella enteritidis* พบ 6.5 % และ *Salmonella typhimurium* 50.9 % ส่วนในเครื่องในพบ *Salmonella enteritidis* 17.2 % และ *Salmonella typhimurium* 80.8 % นอกนั้นเป็น Serotype อื่นๆ

Franco (1995) ได้ทำการสุ่มตัวอย่างไก่บริเวณขา (drumsticks) ปีก (wing) และหน้าอก (breast) จากโรงฆ่าไก่ เพื่อทำการวิเคราะห์หาเชื้อ *Listeria spp.* ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างทั้งบริเวณผิวหนังและบริเวณกล้ามเนื้อ แสดงผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4
แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างเนื้อไก่ที่ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Listeria spp.*

ชนิดของตัวอย่าง	<i>Listeria spp</i> (%)	จำนวนตัว
ผิวหนังบริเวณขา (drumstick skin)	96	25
กล้ามเนื้อบริเวณขา (drumstick muscle)	64	25
ผิวหนังบริเวณปีก (wing skin)	84	25
กล้ามเนื้อบริเวณปีก (wing muscle)	68	25
หน้าอก (breast)	60	25

ที่มา : Franco และคณะ (1995)

จากตารางแสดงให้เห็นว่า บริเวณที่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Listesia spp.* มากที่สุดคือ ผิวหนังบริเวณขา และรองลงมาคือ ผิวหนังบริเวณปีก คือ 96 และ 84 % ตามลำดับ ส่วนบริเวณหน้าอกพบการปนเปื้อน 80 %

เชื้อแบคทีเรียที่พบปนเปื้อนในเนื้อสุกรและโค

Huis in't veal และคณะ (1994) กล่าวว่าเชื้อ *Listesia spp.* มักตรวจพบในโรงฆ่าสุกร โดยเชื้อสามารถเจริญได้ดีในน้ำ ผิวซากที่เปียกน้ำ และในน้ำทิ้ง Pearson และ Dutson (1986) รายงานว่าสามารถแยกเชื้อ *Listesia monocytogens* ได้จากเนื้อโค และพบในซากสุกรภายหลังจากการเอาเครื่องในออก Thoege (1993) ตรวจพบเชื้อ *Bacillus subtilis* และ *Staphylococcus aureus* ภายหลังเสร็จจากการขบวนการลอกซาก Concon (1998) รายงานการปนเปื้อนของเชื้อ *Clostridium perfringen* โดยตรวจพบในเนื้อโค 70 % เนื้อสุกร 82 % และผลิตภัณฑ์จากตับ 20 - 50 % นอกจากนี้ยังได้รายงานการตรวจพบ *Campylobacter jejuni* ในเนื้อสุกรและโคอีกด้วย

Gunter และคณะ (1992) พบว่าเชื้อแบคทีเรียที่กำลังได้รับความสนใจอีกชนิดหนึ่งคือ *E. coli* 0157 : H7 สามารถตรวจพบในเนื้อโค 6 ตัวอย่าง จาก 164 ตัวอย่าง คิดเป็น 3.7 % และพบในเนื้อสุกร 4 ตัวอย่างจาก 264 ตัวอย่าง คิดเป็น 1.5 % และ Reuter (1993) ได้แสดงการตรวจพบเชื้อ Verotoxigenic *E. coli* 0157 : H7 ในเนื้อสุกร ไก่ และโค ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5

แสดงการตรวจพบ Verotoxigenic *E. coli* 0157 : H7 จากสัตว์และเนื้อสัตว์เมืองเบอร์ลิน

ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	VTEC <i>E. coli</i> (0157 : H7)	
		จำนวนการตรวจพบ	%
โค	131	29	22.1
สุกร	120	9	7.5
ไก่	132	0	0
เนื้อโคบด	120	1	0.8

ที่มา : Reuter (1993)

Gunter และคณะ (1992) ยังได้ตรวจพบเชื้อที่มีความสำคัญในปัจจุบันอีกเชื้อหนึ่งคือ *Yersinia enterocolitica* โดยตรวจพบบริเวณลิ้นสุกร 10.5 % และที่ต่อมทอมซิล 12.4% ในประเทศแถบยุโรปและพบในประเทศแถบสแกนดิเนเวีย 20% และที่ต่อมทอมซิล 57.7% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแยกเชื้อได้ในเนื้อสุกรที่ใช้เตรียมทำอาหารในประเทศแถบยุโรป 2.9% ในประเทศแถบสแกนดิเนเวีย พบ 4.7%

Paturkar และคณะ (1992) ได้ทำการวิเคราะห์หาเชื้อ *Salmonella* spp. จากตัวอย่างเนื้อโคที่ได้จากโรงฆ่าและตลาดในเมืองบอมเบย์ประเทศอินเดีย พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. 16 ตัวอย่างจาก 166 ตัวอย่าง เชื้อ *Salmonella* spp. ที่พบได้แก่ *Salmonella saintpaul* ซึ่งพบมากในตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าสัตว์ ส่วนตัวอย่างที่ได้จากตลาดมักพบ *Salmonella anatum*, *Salmonella derby*, *Salmonella liverpool*, *Salmonella adelaide* และ *Salmonella mbandaka*

นอกจากนี้ Sierra และคณะ (1995) ได้ทำการวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์จากซากแกะภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่าในประเทศสเปน จากจำนวนซากทั้งหมด 30 ซาก พบเชื้อ *Salmonella* 10%, motile *Aeromonas* 33%, *Yersinia enterocolitica* 20% และ cold tolerant *E. coli* 0157:H7 แต่ไม่พบเชื้อดังกล่าวในตัวอย่างซากแกะ

เชื้อจุลินทรีย์ที่สำคัญที่มักพบการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์

เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค มักพบการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ และสามารถเจริญได้บนเนื้อสัตว์ ได้แก่

1. *Salmonella* spp.

โดยทั่วไปแล้วมักจะพบการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ในเนื้อสัตว์ ซึ่งการปนเปื้อนจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับการจัดการก่อนเข้าโรงฆ่า และการจัดการในขบวนการผลิต (Pearson และ Dutson, 1990) การผลิตที่สะอาดถูกสุขลักษณะจะป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อสัตว์ได้มาก (Thomas และ Mc Meekin, 1981)

1.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ *Salmonella* spp.

เป็นแบคทีเรียช้อมติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ มีรูปร่างเป็นแท่ง เคลื่อนที่ได้โดย แฟลกเจลลา แต่มีบางสายพันธุ์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น *S. gallinatum* และ *S. pullorum* สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (Jay, 1970) ไม่สร้างยูเรียเอส (urease) ไม่ใช้โซเดียมมาโลเนต (sodium malonate) ไม่หมักน้ำตาลซูโครส ซาลิซิน เอกสารินเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราฟิโนส และ แลคโตส (Pearson และ Dutson, 1986) สามารถแบ่งได้ 3 species คือ *S. typhi* , *S. choleraesuis* และ *S. enteritidis* แต่ละสปีชีส์ (species) สามารถแบ่งเป็นซีโรไทป์ (serotype) ได้ อีก (Concon , 1988) โดยมีลักษณะอาการของโรคแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

1.1.1 ไข้เอนเทอริก (Enteric fever) ได้แก่ โรคไทฟอยด์ เกิดจาก *S. typhi* , *S. paratyphi* A , B และ C โรคนี้เกิดเฉพาะในคนเท่านั้น ติดต่อกันโดยการปนเปื้อนในอาหารและ น้ำดื่ม (บุญทา, 2524)

1.1.2 โลหิตเป็นพิษ (Septicemia) เกิดจาก *S. choleraesuis* เชื้อจะเข้าสู่กระแส โลหิตและทำให้เกิดภาวะโรคแทรกซ้อนในผู้ป่วยที่มีอาการอ่อนเพลีย (Shanson, 1982)

1.1.3 โรคอุจจาระร่วง (Gastroenteritis) เชื้อ *Salmonella spp.* ที่ทำให้เกิดโรคนี มากที่สุด คือ *S. typhimurium* อาการที่สำคัญได้แก่ ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง มีไข้เล็กน้อย และมีอาการอยู่ 1-3 วัน (Jay ,1970) นอกจากนี้ยังพบว่า *S. enteritidis* ทำให้เกิดอาการดังกล่าวเช่นกัน (William และ Dennis , 1988)

1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ

1.2.1 อุณหภูมิ เชื้อ *Salmonella spp.* สามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 5 - 47 °ซ และสามารถเพิ่มจำนวนได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 7 - 46 °ซ (Concon , 1988) แต่ William และ Dennis (1988) รายงานว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตคือ 37 °ซ Pearson และ Dutson (1986) รายงานว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 35 - 37 °ซ อุณหภูมิต่ำสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร แสดงดัง ตารางที่ 6

ตารางที่ 6

แสดงค่าอุณหภูมิต่ำสุดสำหรับการเจริญของ *Salmonella spp.* ในอาหาร

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

ที่มา : Pearson และ Dutson (1986)

- หมายถึง ไม่มีรายงาน

จากตารางสามารถอธิบายได้ว่า อุณหภูมิต่ำที่สุดที่เชื้อ *Salmonella spp.* สามารถเจริญได้มีค่าประมาณ 6.7 °ซ ในเนื้อไก่ แต่มีรายงานพบว่าเชื้อ *S. heidelberg* สามารถเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 5.2 °ซ ภายใต้สภาวะอุณหภูมิในตู้เย็น เชื้อยังสามารถเจริญได้แต่เจริญค่อนข้างช้า Concon (1988) กล่าวว่า การเจริญของเชื้อที่อุณหภูมิต่ำจะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ค่า pH ในอาหาร และความชื้นในอาหาร และที่อุณหภูมิ 56 °ซ สามารถทำลายเชื้อได้ภายในเวลา 40 นาที แต่ที่อุณหภูมิ 60 - 61 °ซ สามารถทำลายเชื้อได้ภายในเวลาเพียง 4 นาทีเท่านั้น

1.2.2 ค่าความต้องการน้ำ วัดโดยค่า water activity (Aw) ซึ่ง Pearson และ Dutson (1990) รายงานว่า ค่า Aw ที่เหมาะสมแก่การเจริญของเชื้อมากที่สุดมีค่าประมาณ 0.995 เมื่อค่า Aw ลดลง จะทำให้ช่วง lag phase มีระยะที่นานขึ้น ส่งผลให้เชื้อมีอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง

1.2.3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง วัดโดยค่า pH Chung และ Goepfert (1970) รายงานว่า ค่า pH ที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของเชื้อมากที่สุดคือ 6.5 - 7.5 ส่วน Concon (1988) รายงานว่า เชื้อจะไม่เจริญที่ค่า pH 9 - 10 นอกจากนี้ Chung และ Goepfert (1970) ยังได้รายงานค่าความเป็นกรดที่เชื้อ *Salmonella spp.* สามารถเจริญได้ ดังตารางที่ 7 ซึ่งอัตราการเจริญของเชื้อ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ อุณหภูมิ และองค์ประกอบของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ทางเว็บไซต์ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยผู้ดูแลเนื้อหาเป็นแบบฉบับวิชาการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7

แสดงค่า pH ต่ำสุดที่เชื้อ *Salmonella* spp. สามารถเจริญได้ภายในสภาพที่เหมาะสมใน
ห้องปฏิบัติการ

ชนิดของกรด	ค่า pH
กรดซิตริก (Citric acid)	4.05
กรดทาทาริก (Tartaric acid)	4.10
กรดกลูตามิก (Glutamic acid)	4.20
กรดฟูมาริก (Fumaric acid)	4.30
กรดมาลิก (Malic acid)	4.40
กรดซัคซินิก (Succinic acid)	4.70
กรดอะซิติก (Acetic acid)	5.40
กรดโพรนิโอนิก (Propionic acid)	5.50
กรดแลกติก (Lactic acid)	4.60

ที่มา : Chung และ Goepfert (1970)

1.3 แหล่งการปนเปื้อน

Pearson และ Dutson (1986) รายงานว่า *S. typhimurium* เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษในผู้บริโภครวม และมักพบเชื้อนี้ในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของสุกร ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญในแพร่ระบาดเร็วไปสู่มนุษย์ โดยการปนเปื้อนสามารถเกิดได้ในระหว่างการขนส่ง และที่โรงฆ่า นอกจากนี้ยังพบ *S. typhimurium* ในส่วนประกอบของลำไส้ (intestinal content) และยังพบที่อุจจาระ ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ตับ และถุงน้ำดี (gall bladder)

Concon (1988) รายงานว่า เนื้อไก่เป็นแหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญของเชื้อ *Salmonella* โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *S. typhimurium* โดย Silliker (1980) พบว่าผู้ป่วยที่เกิดอาการโรคอาหารเป็นพิษ เป็นผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อ *S. typhimurium* จากการบริโภคเนื้อไก่มากที่สุด และเช่นเดียวกับ Hawa และคณะ (1984) ที่รายงานว่ามักมีการตรวจพบเชื้อ *Salmonella* จากเนื้อไก่ Duischaever และ Buteau (1979) ได้ทำการสำรวจพบเชื้อ *Salmonella* ถึง 71 % ในเนื้อไก่ที่วางจำหน่ายตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารผลงานวิจัยสำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท้องตลาด โดยชนิดที่พบมากที่สุดคือ *S. typhimurium* นอกจากนี้ Pearson และ Dutson (1986) ได้รายงานการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษในประเทศพบว่า เชื้อ *Salmonella* เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคระบาดใน แคนาดา ถึง 29.2% ในสหรัฐอเมริกา 33.5% ในอังกฤษ 80.6% ในญี่ปุ่น 12.8% และในประเทศออสเตรเลีย 27.3% และสาเหตุเกิดจากการบริโภคเนื้อและเนื้อไก่คิดเป็น 56%

1.4 ลักษณะอาการของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella*

ผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อแล้วเกิดโรคอาหารเป็นพิษ มักมีอาการปวดหัว ปวดท้อง อาเจียน ท้องร่วง และมีไข้ (37.8 °C หรือสูงกว่านั้น) พบอัตราการตายน้อย แต่ในกรณีที่มีอาการรุนแรงอาจถึงตายได้ โดยเฉพาะในเด็กและผู้สูงอายุ การเกิดอาการของโรคก็เนื่องมาจากเชื้อสามารถสร้างสารพิษ enterotoxin Pearson และ Dutson (1986) รายงานว่าปริมาณการปนเปื้อน (infection dose) จำนวน 1.2×10^5 - 1.6×10^7 เซลล์ จะทำให้เกิดโรค

2. *Staphylococcus* spp.

มักพบทั่วไปในสภาพแวดล้อม เช่น อากาศ ผืน น้ำ อาหาร และอุจจาระ อย่างไรก็ตาม เชื้อนี้มักจะอยู่ที่บริเวณเยื่อของจมูก โพรงจมูก และบริเวณผิวหนังของมนุษย์ จะเห็นได้ว่ามนุษย์เป็นแหล่งสำคัญในการแพร่กระจายเชื้อไปยังอาหารและเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะการปนเปื้อนมักเกิดขึ้นในขั้นตอนการประกอบอาหารโดยใช้มือ หรือขั้นตอนการผลิตอาหารในโรงงานที่ใช้คนทำงาน

2.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ *Staphylococcus* spp.

เป็นแบคทีเรียที่ดีสีแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ มีรูปร่างกลม (cocci) สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobic) แต่สามารถเจริญได้ในสภาพไม่มีอากาศ (anaerobic) ได้ดีกว่า จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้ *Staphylococcus aureus* เจริญได้ในเนื้อสัตว์และบริเวณผิวของซาก (Pearson และ Dutson, 1990) มักพบการปนเปื้อนของ *S. aureus* และเชื้อจะผลิตสารพิษในเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อไก่ เนื้อโค เนื้อสุกร ซึ่งถ้าหากบริโภคเข้าไปจะมีผลทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (Concon, 1988) William และ Dennis (1988) กล่าวว่า *S. aureus* สามารถสร้างสารพิษ enterotoxin ได้ถึง 6 ชนิด คือ A, B, C₁, C₂, D และ E ส่วน Helena และคณะ (1993) พบว่า *S. aureus* สายพันธุ์ S-6 สามารถผลิต enterotoxin A และ B สายพันธุ์ FRI - 913 ผลิต enterotoxin A และ B แต่ enterotoxin A และ B เท่านั้นที่มักตรวจพบว่าเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ โดย enterotoxin

A เป็นสารพิษที่มีความสำคัญในการทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ในขณะที่ enterotoxin B มีส่วนน้อยที่ตรวจพบว่าเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ Concon (1988) กล่าวว่าที่อุณหภูมิ 60 °ซ ค่า pH 6.3 enterotoxin A สามารถก่อให้เกิดอันตรายได้ 50 % และเมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที ที่อุณหภูมิจุดนี้ enterotoxin A จะถูกทำลาย ในขณะที่ enterotoxin B สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ที่อุณหภูมิ 60 °ซ ค่า pH 7.3 นาน 26 ชั่วโมง และถูกทำลายที่อุณหภูมิ 99 °ซ เป็นเวลา 87 นาที นอกจากนี้สารพิษ enterotoxin B ยังสามารถทนต่อน้ำย่อยโปรตีนได้ เช่น trypsin, chymotrypsin และ pepsin สารพิษจึงสามารถคงประสิทธิภาพไว้ได้ในลำไส้ แต่น้ำย่อย pepsin สามารถทำลาย enterotoxin B ได้อย่างรวดเร็วที่ pH 2 และทำลายได้ช้าลงที่ pH 2.5 William และ Dennis (1988) ยังได้กล่าวอีกว่า สารพิษ enterotoxin จะถูกผลิตภายหลังจากที่เชื้อได้มีการเจริญเติบโตแล้วปริมาณเชื้อที่เจริญและสามารถสร้างสารพิษ ทำให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภคเข้าไป อยู่ในระดับ 10^6 โคโลนี / กรัม อุณหภูมิที่สามารถผลิตสารพิษอยู่ในช่วง 15.6 - 46.1 °ซ แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ 40 °ซ ในสภาวะที่เหมาะสม enterotoxin สามารถผลิตได้ภายใน 4 - 6 ชั่วโมง การผลิต enterotoxin จะเกิดได้ดีเมื่อไม่มีการแข่งขันเพื่อการเติบโตจากเชื้อแบคทีเรียตัวอื่นที่ปนเปื้อนในอาหาร ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า อาหารที่มีการปนเปื้อนของเชื่อนี้มักพบภายหลังขบวนการผ่านความร้อนแล้ว

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการผลิตสารพิษ enterotoxin

2.2.1 อุณหภูมิ อุณหภูมิต่ำสุดที่เชื้อ *Staphylococcus spp.* สามารถเจริญได้คือ 10 °ซ และอุณหภูมิสูงสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้คือ 45 °ซ แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญที่สุดอยู่ระหว่าง 35 - 37 °ซ พบว่าบางชนิด สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 5 °ซ แต่ไม่พบการผลิตสารพิษ enterotoxin ที่อุณหภูมิ 5- 56 °ซ (Concon, 1988) ส่วน *S. aureus* เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 20 - 45 °ซ (William และ Dennis, 1988) เนื่องจากเชื้อ *Staphylococcus spp.* เป็นพวกที่ไม่สร้างสปอร์ ดังนั้นจึงมักถูกทำลายในขบวนการผลิตที่ใช้ความร้อน หรือถูกทำลายที่อุณหภูมิระหว่างประกอบอาหาร (Pearson และ Dutson, 1990)

2.2.2 ค่าความเป็นกรด ค่าง วัดโดยค่า pH เชื้อนี้พบว่า สามารถเจริญได้ในช่วงของค่า pH ที่กว้าง ส่วนใหญ่จะเจริญในสภาพที่เป็นค่าง ซึ่งที่ค่า pH 5 *Staphylococcus spp* บางชนิดยังสามารถเจริญได้ ในสภาวะที่เป็นกรดจะสามารถยับยั้งเชื้อนี้ได้ดี (Pearson และ Dutson , 1988) สารพิษสามารถผลิตได้ที่ pH 5 และ pH 9 และค่า pH ต่ำกว่า 5 จะไม่สามารถผลิตสารพิษได้ ในขณะที่ *S. aureus* ยังสามารถเจริญได้ที่ pH 4.5 - 5 (Concon , 1988) นอกจากนี้ *S. aureus* ยังสามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบถึง 12-15 % (Pearson และ Dutson , 1990)

2.3 ความต้องการน้ำวัดค่าโดยค่า water activity (A_w) *S. aureus* สามารถเจริญได้ดีที่ค่า water activity (A_w) อยู่ระหว่าง 0.86 - 0.99 แต่เจริญได้ลดลงเมื่อค่า A_w ต่ำกว่า 0.94 นอกจากนี้ยังพบว่า *S. aureus* เป็นเชื้อที่ทนต่อความแห้ง เชื้อสามารถมีชีวิตรอดได้ 50 % บนไข่ผง (Concon, 1988)

Concon (1988) รายงานว่า ได้มีการสำรวจการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี ค.ศ. 1969 - 1977 พบเกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus spp.* ในเนื้อ ถึง 68% Pearson และ Dutson (1990) โดยรายงานเชื้อ *Staphylococcus spp.* เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย โดยเฉพาะอาหารพวกผลิตภัณฑ์จากเนื้อที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบ ถ้าหากเก็บไว้ที่อุณหภูมิไม่ต่ำพอ มักจะพบเมือกที่เกิดขึ้นที่บริเวณผิวผลิตภัณฑ์ Hernandez และคณะ (1993) ได้รายงานว่ามี การระบาดของโรคอาหารเป็นพิษในประเทศสเปน เนื่องจากเชื้อ *Staphylococcus spp.* ซึ่งปัจจุบันมีความสำคัญรองลงมาจากเชื้อ *Salmonella spp.* Vorster และคณะ (1994) ได้ตรวจพบเชื้อ *S. aureus* ในไก่สดที่ได้จากตลาด 17 แห่งในประเทศแอฟริกาใต้ ในระหว่างปี ค.ศ. 1991 พบการปนเปื้อนถึง 39.5 % และมักพบการปนเปื้อนบริเวณผิวหนังของซากไก่ Brown (1982) ได้สนับสนุนว่าไก่เป็นพาหะสำคัญในการแพร่ระบาดของเชื้อ โดยเขาสามารถแยกเชื้อ *S. aureus* ได้จากผิวหนังและโพรงจมูกของไก่จาก 162 ฟาร์ม สามารถแยกเชื้อได้ถึง 49 % และ Bremner (1977) กล่าวว่า การปนเปื้อนของเชื้อบนซากไก่มักมาจากผู้ชำแหละและตัดแต่งซาก ที่สำคัญได้แก่บริเวณจมูกและมือ

2.4 ลักษณะอาการของโรคที่เกิดจากเชื้อ *Staphylococcus spp.*

อาการโรคอาหารเป็นพิษเนื่องจากเชื้อ *S. aureus* พบว่ามีอาการอาเจียน ท้องเสีย อาการของโรคจะเกิดภายหลังการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของเชื้อเข้าไป 0.5 - 0.6 ชั่วโมง แต่โดยส่วนใหญ่แล้วอาการของโรคจะเกิดภายหลังบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ 2 - 3 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังพบว่ามีอาการคลื่นไส้ ปวดท้อง ปวดหัว กล้ามเนื้อเป็นตะคริว มีไข้ ในรายที่มีอาการรุนแรงจะพบว่าอุจจาระมีมูกเลือดปนออกมา ระดับของ enterotoxin ในอาหารที่ทำให้เกิดอาการของโรคขึ้นอยู่กับระดับการปนเปื้อนของเชื้อ ชนิดของอาหาร เวลา และอุณหภูมิในการฟักตัวของเชื้อ (Concon, 1988) กล่าวว่าปริมาณ *S. aureus* ที่มีผลทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคประมาณ $> 10^6$ เซลล์ / กรัม (Pearson และ Dutson, 1986)

3. *Yersinia enterocolitica*

3.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ *Yersinia enterocolitica*

เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นแท่ง ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ แต่เมื่อเจริญในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 30°C เชื้อสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลาที่ยื่นออกมารอบ ๆ เซลล์ (Peritrichous flagella) เชื้อไม่สามารถสร้างแคปซูลได้ สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobic) สามารถหมักน้ำตาลกลูโคสและคาร์โบไฮเดรต ได้ผลิตเป็นกรดไม่สร้างแก๊ส หรือ อาจสร้างได้บ้างเล็กน้อย

3.2 แหล่งของเชื้อ

แหล่งของเชื้อที่สำคัญ คือสัตว์ โดยเฉพาะสุกร มักพบการปนเปื้อนจากมูลสัตว์ บริเวณถิ่น ค่อมน้ำเหลือง เป็นต้น และยังสามารถแยกเชื้อได้จาก วัว ควาย แกะ ไก่ และหนู

3.3 ลักษณะอาการของโรคที่เกิดจากเชื้อ *Yersinia enterocolitica*

โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อ *Yersinia enterocolitica* มีอาการปวดท้อง ท้องร่วง คลื่นไส้ อาเจียน ลักษณะอาการคล้ายโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella spp.*, *Shigella spp.* และ *E. coli* (Pearson และ Dutson, 1990)

3.4 การระบาดของโรค

พาหะสำคัญในการแพร่ระบาดของเชื่นี้ ได้แก่ นมดิบ ช็อกโกแลต นมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ และน้ำ (Bryan, 1983)

3.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ *Yersinia enterocolitica*

3.5.1 อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เชื้อสามารถเจริญได้อยู่ในช่วง $1 - 44^{\circ}\text{C}$ แต่ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญบนเนื้อโคได้เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 43°C อย่างไรก็ตามพบการเจริญของเชื้อที่อุณหภูมิ 0°C และยังพบการเจริญของเชื้อบนเนื้อโคที่เก็บไว้ในบรรจุภัณฑ์พลาสติกภายใต้ระบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ $1 - 5^{\circ}\text{C}$ แต่อย่างไรก็ตามมักพบการเจริญในการเก็บเนื้อในถุงพลาสติกที่มีออกซิเจนสามารถผ่านเข้าออกได้ มากกว่าการเก็บแบบสุญญากาศ มีรายงานพบการเจริญของเชื้อ *Yersinia enterocolitica* ในเนื้อโคดิบ เนื้อโคสุก และเนื้อสุกเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 7°C เป็นเวลา 10 วัน เชื้อมักไม่เจริญบนเนื้อแช่แข็ง พบการลดลงของเชื้อ เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -23°C เป็นเวลา 29 วัน ในเนื้อพบการลดลงของเชื้อ 83 % เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20°C เป็นเวลา 30 วัน และบางส่วนของเนื้อที่รอดก็จะเป็นเซลล์ที่ไม่แข็งแรง มีรายงานว่า ในเนื้อโคดิบ พบการปนเปื้อนของ *Yersinia enterocolitica* 10^6 เซลล์ เมื่อนำเชื้อไปทำให้มีอุณหภูมิ $60 - 62^{\circ}\text{C}$ พบ

การลดลงของเชื้อจนถึงตรวจไม่พบเลย ไม่พบเชื้อในนมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบสเตอไรซ์ เป็นเวลา 0.7 - 17 วินาที

3.5.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่า pH ที่เชื้อสามารถเจริญได้ มีค่าระหว่าง 4.4 - 9.0 และค่า pH สูงสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้อยู่ในช่วง 7 - 8 (Pearson และ Dutson, 1990)

3.6 การควบคุมและป้องกัน

แหล่งของการปนเปื้อนของเชื้อ *Yersinia enterocolitica* มาจากลำไส้ และช่องปาก หัน ขน และอุปกรณ์ในขบวนการผลิตเนื้อและไก่สด การประกอบอาหารประเภทเนื้อ โดยทำให้อุณหภูมิในเนื้อสูงถึง 60 °ซ หรือสูงกว่า สามารถทำลายเชื้อได้ เว้นเสียแต่ว่าในเนื้อนั้นมีการปนเปื้อนของเชื้อในปริมาณที่สูงมาก อุณหภูมิระดับนี้อาจไม่สามารถทำลายเชื้อได้หมด การเก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิ 7 °ซ สามารถควบคุมเชื้อชนิดอื่นได้ แต่ไม่สามารถควบคุมเชื้อ *Yersinia enterocolitica* ได้ ถึงแม้ว่าการเจริญในช่วง lag phase จะยืดระยะเวลาออกไป แต่เชื้อยังสามารถเจริญได้

4. *Campylobacter jejuni / coli*

4.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ *Campylobacter jejuni / coli*

เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นเกลียวและโค้งงอ (spiral shape and curve shape) สามารถเคลื่อนที่โดยใช้แฟลกเจลลา (flagella) ต้องการความเข้มข้นของออกซิเจน 3.15 % และความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ 3 - 5 % เป็นจุลินทรีย์ที่พบทั่วไปในดิน ของเสีย และอาหาร (Pearson และ Dutson, 1990) *Campylobacter spp.* ไม่สามารถแข่งขันเพื่อการเจริญกับเชื้อตัวอื่นได้ เนื่องจากไม่สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตได้ ดังนั้นจึงไม่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิห้อง (Pearson และ Dutson, 1986) *Campylobacter jejuni / coli* สามารถผลิตสารพิษ enterotoxin และ cytotoxin ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ เมื่อผู้ป่วยบริโภคสารพิษเข้าไป (Michale และคณะ, 1993)

4.2 แหล่งของเชื้อ

มักพบในระบบสืบพันธุ์ ระบบทางเดินอาหาร และช่องปากของมนุษย์และสัตว์สามารถแยกเชื้อได้จาก สุกร วัว ควาย แกะ กระต่าย และห่าน ส่วนประกอบที่อยู่ในลำไส้ใหญ่ของไก่ เป็ด ไก่วง และตับของสัตว์ปีก นอกจากนี้ *Campylobacter jejuni / coli* สามารถแยกได้จากซากไก่และยังสามารถแยกเชื้อได้จากไก่แช่แข็งอีกด้วย (Pearson และ Dutson, 1990) Irving

และคณะ (1993) รายงานว่ามักพบการปนเปื้อนของ *Campylobacter jejuni/coli* บนซากไก่สด ในระหว่างขบวนการผลิต

4.3 ลักษณะอาการของโรคที่เกิดจากเชื้อ *Campylobacter jejuni / coli*

ปริมาณของเชื้อที่ปนเปื้อนมากับอาหารเพียง 500 เซลล์ ก็สามารถทำให้เกิดการเจ็บป่วยได้ ระยะฟักตัวของโรคประมาณ 7 - 11 วัน อาการของโรคที่พบ คือ มีอาการสูญเสีย น้ำท้องร่วง ปวดท้องอย่างรุนแรง ปวดหัว อาจมีไข้ ซึ่งลักษณะของการปวดท้องคล้ายกับการปวดไส้ติ่งอักเสบ

4.4 ปัจจัยที่มีผลในการเจริญของเชื้อ *Campylobacter jejuni / coli*

เชื้อสามารถเพิ่มจำนวนได้ไม่คืบหน้าในผลิตภัณฑ์อาหารโดยจะมีช่วง lag phase ถึง 2 วันในเนื้อสุก และใช้เวลา 2 วันในการเพิ่มจำนวนประชากรจาก 10^5 เป็น 10^8 เซลล์

4.4.1 อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เชื้อสามารถเจริญได้อยู่ในช่วง $32 - 45^{\circ}\text{C}$ จำนวนเชื้อจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 47°C และ 25, 27, 30°C generation time ที่เร็วที่สุดอยู่ในช่วง 1.24 - 1.34 ชั่วโมง ณ. ที่อุณหภูมิ $42 - 45^{\circ}\text{C}$ generation time ที่ช้า จะใช้เวลา 5.88 - 11.1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 32°C อุณหภูมิสูงสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้อยู่ในช่วง $43 - 45^{\circ}\text{C}$ และอุณหภูมิต่ำสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้อยู่ในช่วง $34 - 36^{\circ}\text{C}$ (Pearson และ Dutson, 1990) ในสภาวะแห้งแข็งพบว่า เชื้อนี้มีความสามารถในการเจริญที่ต่ำมาก (William และ Dennis, 1988) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า เชื้อสามารถมีชีวิตรอดในเนื้อไก่ที่มีอุณหภูมิ 40°C ได้นาน 2 วัน และในเนื้อมดที่อุณหภูมิ 4°C นาน 1 สัปดาห์ แต่พบว่าจำนวนเชื้อลดลงเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20°C เป็นเวลา 10 สัปดาห์ (Pearson และ Dutson, 1990)

4.4.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง วัดค่าโดย pH พบว่า *Campylobacter jejuni/coli* ไม่สามารถเจริญได้ที่ค่า pH 5.0 - 5.5 แต่สามารถเจริญในค่า pH ที่สูง โดยเฉพาะเนื้อที่มีค่า pH สูง เช่น เนื้อที่เป็น Dark Firm Dry (DFD) ที่อุณหภูมิในช่วง 40°C พบว่าเชื้อสามารถเจริญได้ ช่วงของค่า pH ที่เชื้อเจริญได้เร็วคือ 6 - 8 (Pearson และ Dutson, 1990)

4.5 การควบคุมและป้องกัน

เป็นการยากในการป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์มากับสัตว์ แต่อย่างไรก็ตามไม่ควรให้มูลของสัตว์เกิดการปนเปื้อนบนซาก การฉีดพ่นน้ำจะเป็นการช่วยชำระและขจัดสิ่งสกปรกเหล่านี้ออกไป การปนเปื้อนอีกทางหนึ่งเกิดจากอุปกรณ์และมือผู้ปฏิบัติงาน การทำความสะอาดฆ่าเชื้ออุปกรณ์ภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการก็เป็นอีกทางหนึ่งในการขจัดเชื้อเหล่านี้ออกไป แต่อย่างไรก็ดีก็ยังพบการปนเปื้อนของเชื้อบนซากสัตว์ภายหลังขบวนการเสมอ การปรุงอาหารโดยใช้อุณหภูมิ $60 - 70^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 2 - 3 นาที สามารถช่วยขจัดเชื้อ *Campylobacter*

spp. ได้ แต่อุณหภูมิของเนื้อควรอยู่ที่ระดับนี้ด้วย ถ้าใช้อุณหภูมิ 50 - 60 °ซ จะใช้เวลาในการทำลายเชื้อเพิ่มขึ้น

5. *Listeria monocytogenes*

5.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อ *Listeria monocytogenes* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างท่อนสั้น ไม่สร้างแคปซูลและสปอร์ สามารถเคลื่อนที่ได้ เมื่ออยู่ในที่มีอุณหภูมิ 20 - 25 °ซ โดยใช้แฟลกเจลลาที่รอบ ๆ ตัว (Peritrichous flagella) ซึ่งมี 2 - 3 เส้น เป็นแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ทั้งที่มีออกซิเจนที่ที่ไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobic) เชื้อสามารถหมักน้ำตาลได้กรดแลกติก (L (+) Lactic acid) เป็นผลผลิต เชื้อสามารถผลิตกรดแต่ไม่ผลิตแก๊ส

5.2 แหล่งของเชื้อ *Listeria monocytogenes*

มักพบเชื้อนี้ทั่ว ๆ ไปในธรรมชาติ และสภาพแวดล้อม สามารถแยกเชื้อได้จากดิน ผัก อุจจาระของมนุษย์ และสัตว์ มักพบการปนเปื้อนของเชื้อในมูลไก่ นอกจากนี้ยังสามารถแยกเชื้อได้จากไก่สด ไก่แช่แข็ง และยังพบเชื้อในเครื่องในสุกร และในคนงานโรงฆ่าสัตว์ ซึ่งพบว่ามนุษย์เป็นพาหะในการแพร่กระจายเชื้อโดยไม่แสดงอาการเจ็บป่วย และยังพบเชื้อนี้ในนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์อีกด้วย

5.3 ปัจจัยที่มีผลในการเจริญของเชื้อ *Listeria monocytogenes*

5.3.1 อุณหภูมิ *Listeria monocytogenes* scott A สามารถเจริญได้ดีในตู้เย็น อุณหภูมิ 4 - 6 °ซ (Pearson และ Dutson , 1990) และยังมีรายงานอุณหภูมิต่ำสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้ คือ 4.0° ซ อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญ คือ 37 °ซ และอุณหภูมิสูงสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้ คือ 45°ซ (Petran และ Zottola , 1989) *Listeria monocytogenes* ยังสามารถเพิ่มจำนวนได้ในเนือบด โดยเฉพาะอย่างยิ่งถึงเนื้อมีการปนเปื้อนของ *Pseudomonas spp.* ซึ่งสามารถเจริญร่วมกันได้ แต่ *Lactobacilli* จะยับยั้งการเจริญของ *Listeria monocytogenes*

5.3.2 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง วัดโดยค่า pH เชื้อเจริญได้ดีในสภาพที่เป็นด่าง ค่า pH อยู่ในช่วง 5.5 - 9.6 (Pearson และ Dutson , 1990) แต่ Petran และ Zottola (1989) รายงานว่า ค่า pH ต่ำสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้คือ 4.7 ค่า pH ที่เหมาะสมแก่การเจริญมีค่า 7.0 และค่า pH สูงสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้คือ 9.2

5.3.3 ค่าความต้องการน้ำ วัดโดยค่า Aw ซึ่งค่าต่ำสุดที่เชื้อสามารถเจริญได้คือ

0.92

5.4 การควบคุมและป้องกัน

เชื้อ *Listeria monocytogenes* เป็นเชื้อที่ทนความร้อนได้ดี และทนความร้อนได้ดีกว่า *Salmonella spp.* ดังนั้นการควบคุมขบวนการผลิตให้ถูกสุขลักษณะเป็นสิ่งที่จะต้องกระทำ

6. Hemorrhagic *Escherichia coli* 0157:H7

6.1 ลักษณะทั่วไป

E. coli เป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไป ในทางเดินอาหารของสัตว์เลื้อยคลาน และ คน ถึงแม้ว่า *E. coli* เกือบพันกว่าชนิดจะไม่มีอันตรายกับมนุษย์ แต่ก็มีย่อย (Subgroup) ซึ่งเรียกว่า enteropathogenic *E. coli* ซึ่งทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ถ้าหากบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของเชื้อในกลุ่มดังกล่าวเข้าไป *E. coli* 0157:H7 ก็จัดอยู่ในกลุ่มนี้เช่นกัน (Pearson และ Dutson, 1990) โดย *E. coli* ในกลุ่มนี้จะสร้างสารพิษจาก Verocell และ Hela cell สารพิษดังกล่าว คือ verotoxin และ shiga-like toxin ซึ่ง *E. coli* 0157:H7 ต่างจาก *E. coli* คือ *E. coli* 0157:H7 ไม่เกิดขบวนการหมักน้ำตาล ซอบิโทล ภายหลัง 24 ชั่วโมง (แต่อาจเกิดขบวนการหมัก ภายหลัง 48 ชั่วโมงหรือนานกว่านั้น) (Lior, 1994) และสิริพร (2536) กล่าวว่า *E. coli* 0157:H7 ตรวจพบยากกว่า *E. coli* ทั่วๆ ไป ในการสร้างสารพิษที่พบมากใน Vero cell มากกว่าใน Hela cell เนื่องจาก verotoxin บางชนิดมีปฏิกริยากับ Hela cell น้อยมาก (Lior, 1994)

6.2 แหล่งของเชื้อ

โดยทั่วๆ ไปมักพบ *E. coli* 0157:H7 ในสัตว์ประเภทให้นม เช่น วัว ควาย และผลิตภัณฑ์ของสัตว์เช่น นม เนื่อ แต่บางครั้งพบว่า การระบาดเกิดจากน้ำ น้ำแอปเปิล และ ลูกวัว (calves) จะเป็นแหล่งของเชื้อมากกว่าวัวโคเต็มวัย (Pearson และ Dutson, 1990) นอกจากนี้ Doyle และ Schoeni (1987) รายงานว่า แหล่งที่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* 0157:H7 พบในเนื้อวัวสด 3.7 % ในไก่สด 1.5 % ซากสุกร 1.5 % และซากแกะ 2.0% ซึ่งแสดงให้เห็นว่า *E. coli* 0157:H7 มักพบในเนื้อสัตว์ทั่วๆ ไป โดยเฉพาะเนื้อวัวเท่านั้น

6.3 การระบาด

เมื่อเร็วๆ นี้ มีรายงานผู้ป่วย 475 คน ป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษหลังจากการรับประทานแฮมเบอร์เกอร์ (hamburgers) จากภัตตาคารชื่อ "Jack-in-the-Box" ในมลรัฐวอชิงตัน โอไฮโอ แคลิฟอร์เนีย และเนวาดา ประเทศสหรัฐอเมริกา การระบาดครั้งนี้ทำให้เด็ก 3 คน ถึงแก่ความตาย จากการตรวจสอบพบว่า แฮมเบอร์เกอร์นั้นปรุงไม่สุก (undercooked) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* 0157:H7 การระบาดครั้งนี้เป็นการระบาดครั้งที่ 16 ที่มีสาเหตุมาจาก *E. coli* 0157:H7 หลังจากค้นพบเชืónี้นี้ในปี 1982 และในจำนวนนี้แหล่งที่มาของเชื้อในการระบาด 6 ครั้ง มาจากเนื้อโคบด (Neill, 1994)

6.4 ลักษณะอาการของโรคที่เกิดจาก *E. coli* 0157:H7

โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจาก *E. coli* 0157:H7 ทำให้เกิดอาการในเด็กที่ เรียกว่า “hemorrhagic colitis” ผู้ป่วยมีอาการท้องเดิน ถ่ายเป็นเลือดและปวดท้อง ทำให้ถึงตายได้ และยังทำให้เกิดโรค “hemolytic uremic syndrome” เป็นผลให้ไตวายฉับพลันในเด็ก และยังทำให้เกิดอันตรายกับสมองส่วนกลาง (central nervous system) ด้วย (Neill, 1994) ซึ่งอาการเหล่านี้พบในผู้ป่วย หลังจากรับประทานแฮมเบอร์เกอร์ที่ปรุงไม่สุก โดยอุณหภูมิภายใน 140 ° ฟ แต่ที่อุณหภูมิดังกล่าวไม่สามารถฆ่า *E. coli* 0157:H7 ได้ ดังนั้นหน่วยงานสาธารณสุขของชิงตัน (Washington State Health Department) ได้กำหนดให้การปรุงแฮมเบอร์เกอร์ต้องใช้อุณหภูมิภายในถึง 155 ° ฟ (Pearson และ Dutson, 1990) verotoxigenic *E. coli* (VTEC) หรือ *E. coli* ที่สร้างสารพิษ verotoxin จะมีระยะการฟักตัวของโรคประมาณ 1- 4 วันและระยะเวลาของการเป็นโรค 5 - 10 วัน ปริมาณเชื้อที่ทำให้เกิดโรค (the infection dose) ต่ำมาก ประมาณ 1000 เซลล์ / กรัม ซึ่งการถ่ายทอดเชื้อโรคสามารถถ่ายทอดจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งได้ (Lior, 1994)

6.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ

เชื้อสามารถเจริญในอาหารเหลว Trypticase Soy Broth ได้อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 30 - 42 °ซ และการเจริญต่ำเมื่ออยู่ในอุณหภูมิ 44 - 45 °ซ ในเนื้อโคบดที่อุณหภูมิ - 20 °ซ พบว่าเชื้อสามารถมีชีวิตรอด แต่ไม่เพิ่มจำนวน (Doyle และ Schoeni, 1987) และ สิริพร (2536) กล่าวสนับสนุนว่า เชื้อนี้สามารถทนต่อการเก็บรักษาในตู้เย็น และ ตู้แช่แข็ง

6.6 การควบคุมและป้องกัน

เนื่องจาก *E. coli* 0157:H7 ไม่ได้ทำให้สัตว์เจ็บป่วย และยังไม่มียาวิโหนที่จะวินิจฉัยเนื้อที่ปนเปื้อนในระหว่างการผลิต ดังนั้นการที่จะพบ *E. coli* 0157:H7 ในเนื้อดิบจึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงได้มีการแนะนำให้ใช้ HACCP System (Hazard Analysis Critical Control Point) เพื่อที่จะลดการพบและลดปริมาณเชื้อบนเนื้อสัตว์

นมและเนื้ออาจมีการปนเปื้อนด้วย *E. coli* 0157:H7 ระหว่างการรีดนมและการฆ่าเชื้อในโรงงานฆ่าสัตว์ แต่เชืónี้นี้ก็ถูกทำลายได้ง่ายโดยการใช้อุณหภูมิปรุงอาหารให้สุกธรรมดา สำหรับการประกอบอาหารประเภทสเต็กจะไม่มีปัญหา เนื่องจากการปนเปื้อนจะเกิดเฉพาะผิวนอก และถูกทำลายในระหว่างการทำอาหาร แตกต่างจากเนื้อบด ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์จะปะปนและกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ข้อมูลด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปทั่วบริเวณผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ความร้อนมากพอควร คืออุณหภูมิภายในของผลิตภัณฑ์ควรถึง 155°F ดังนั้น สิ่งที่สำคัญในการป้องกันโรคอาหารเป็นพิษ (foodborn illness) คือการให้การศึกษากับทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค (สิริพร , 2536)

ความพยายามหลักเกี่ยวกับการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ ก่อนข้างเป็นไปได้อย่างถึงแม้จะพยายามควบคุมจุดวิกฤตในแต่ละจุดของขบวนการผลิตแล้วก็ตามยังพบว่ายังมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นนอกจากการป้องกันแล้วจึงได้มีการพยายามที่จะลดการปนเปื้อนที่มากภายหลังการผลิต ปัจจุบันได้มีการนำสารที่ไม่มีผลต่อร่างกายผู้บริโภค แต่มีผลในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์มาใช้ เพื่อลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ลง โดยได้มีการนำกรดมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดย Smulders และ คณะ (1986) กล่าวว่ากรดเริ่มเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมอาหารเป็นเวลานานนับพันปี สารที่ให้รสเปรี้ยวที่เป็นกรดอินทรีย์ตามธรรมชาติ และใช้มากในอุตสาหกรรมอาหารนั้นได้แก่ acetic , citric , fumaric , malic , tartaric และ lactic acid นอกจากนี้จะทำหน้าที่ในการทำลายจุลินทรีย์ ทำให้มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารแล้ว Vreeman (1985) ยังกล่าวว่า กรดทำหน้าที่เป็นตัวปรับปรุงรสชาติของอาหาร และผลิตภัณฑ์ของอาหาร (Flavouring) ใช้กรดในการควบคุมสภาพความเป็นกรด - ด่าง ของอาหาร (pH regulation) อีกด้วย และช่วยในการรักษาควบคุมสีของผลิตภัณฑ์ (colour retention / control) นอกจากนี้ ยังใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติในการย่อย เช่น ในกระบวนการย่อยไขมัน จะมีการใช้กรดกำมะถันเข้มข้นช่วยในการย่อยได้อีกด้วย (digestibility improvement) นอกจากกรดแล้ว ในอุตสาหกรรม อาหารยังนิยมนำคลอรีนมาใช้ในการฆ่าเชื้ออีกด้วย ซึ่งระดับการใช้ของคลอรีนจะต้องอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และไม่มีผลในการตกค้างในอาหารด้วย

กรดแลกติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

กรดแลกติกเป็นกรดอินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติจากขบวนการหมักน้ำตาลโดยเชื้อในตระกูล Streptococcaceae และตระกูล Lactobacillaceae กรดแลกติกสามารถเตรียมได้จากการหมักน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (highly refined sucrose) แล้วทำให้บริสุทธิ์โดยการเปลี่ยนให้เป็นผลึกของ calcium lactate จากนั้นนำมาทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถัน (Sulfuric acid) เพื่อให้ได้สารละลายกรดแลกติกบริสุทธิ์ สำหรับวิธีอื่น ๆ นั้น อาจทำได้โดยการหมักแป้งมันฝรั่งหรือกากน้ำตาลโดยใช้เชื้อ *Lactobacillus delbruckii* หรือ *Lactobacillus bulgaricus* จากนั้นใช้วิธีทำให้

บริสุทธิ์แบบเดียวกับที่กล่าวมา (สิวาพร , 2529) กรดแลกติกเป็นส่วนประกอบของอาหารบางชนิดซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมีปริมาณเล็กน้อยแตกต่างกันไป ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8
ปริมาณของกรดแลกติกที่มีอยู่ในอาหารชนิดต่าง ๆ โดยธรรมชาติ

อาหาร	ปริมาณที่มีอยู่ในอาหาร (กรัม/กก.)	ค่าเฉลี่ยอาหารที่ ผู้บริโภคกินเข้าไป (ต่อปี)	ค่าเฉลี่ยที่ผู้บริโภคได้รับ กรดแลกติกในอาหาร (ต่อปี)
เนื้อหมู	9	41.7	375.3
เนื้อวัว	9	18.6	167.4
เนยแข็ง	13	12.5	162.5
เนยเหลว	10	9.3	93.0
เนื้อไก่	10	9.0	90.0
เนื้อแกะ	9	0.5	4.5
นมเปรี้ยว	10	6.5	69.0
เครื่องใน	9	3.9	35.1
ไส้กรอกหมักแห้ง	17	1.3	22.1
กระทล่ำปลีดอง	11	2.0	22.0
เนื้อม้า	9	1.8	16.2
เนื้อลูกวัว	9	1.4	12.6

ที่มา : Smulders และคณะ (1986)

คุณสมบัติของกรดแลกติก

โครงสร้างของกรดแลกติก แบ่งตามคุณสมบัติ การบิเคราะห์แสงโพลาไรซ์ได้ 2 แบบ คือ D (-) และ L (+) กรดแลกติกในรูป L (+) จะพบได้ในสัตว์และมนุษย์ ในร่างกายมนุษย์เกิดจาก เมตาโบลิซึมของกลูโคส หรือ ไกลโคเจน รวมทั้งยังพบในจุลินทรีย์พวกที่สร้างกรดแลกติก (Lactic acid bacteria) ดังนั้น L (+) จึงเรียกได้ว่าเป็น natural or physiological

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

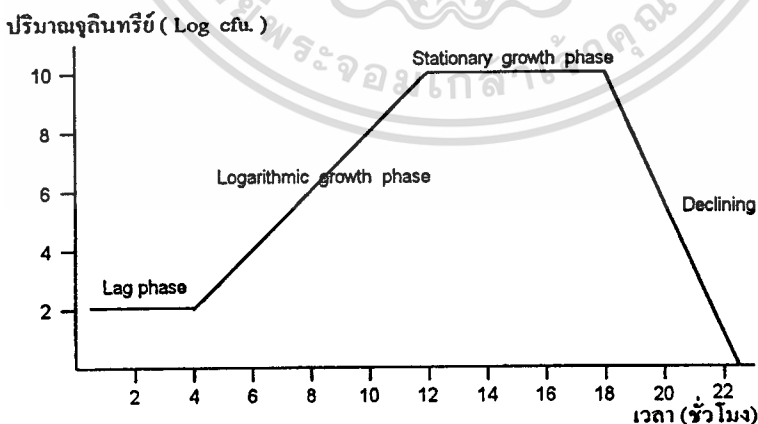
lactic ซึ่งร่างกายมนุษย์สามารถสังเคราะห์ได้ในปริมาณ 117 - 114 g lactate / 24 ชั่วโมง / 70 กิโลกรัม (Smuders และคณะ, 1986) ส่วนกรดแลกติกในรูป D (-) จะได้มาจากการสังเคราะห์ (Krusch, 1978)

จากทฤษฎีได้กล่าวว่า กรดเมื่อค่า pH ลดลง 1.0 จะมีผลให้ประสิทธิภาพของการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียเพิ่มมากขึ้น 10 เท่าตัว (ชัยณรงค์, 2529) มีผลให้ยืดยาวเวลาการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ออกไป การใช้กรดแลกติกในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ได้รับการยอมรับมากขึ้น เนื่องจากเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ (Snijders และคณะ, 1985) นอกจากนี้ กรดแลกติกยังได้การรับรองความปลอดภัย ในการใช้เป็นสารปรุงแต่งรสอาหารในประเทศสหรัฐอเมริกา (FAO / WHO, 1974) ร่างกายของคนเราและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่สามารถรับได้มากกว่า 1500 มิลลิกรัม / กิโลกรัม ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่สูงมาก (Snijders และคณะ, 1985)

กลไกในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยใช้กรดแลกติก

การเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยใช้กรดแบ่งได้ 4 ขั้นตอน (phase) ดังภาพ

ภาพที่ 3



แสดงการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

ที่มา : ชัยณรงค์ (2529)

ขั้นตอนแรกเรียกว่า lag phase หมายถึง ระยะเวลาซึ่งเซลล์จะขยายขนาดเพิ่มปริมาณสารภายในเซลล์และสารย่อยบางชนิด ในขั้นตอนที่จำนวนแบคทีเรียจะไม่เพิ่ม หรือหากจะเพิ่มก็น้อยมากจนแทบไม่มีความสำคัญใด ๆ แต่หลังจากขั้นตอนนี้แล้วเซลล์ก็เริ่มเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งตัวแบบ binary fission โดยมีอัตราการเพิ่มจำนวนที่สม่ำเสมอไปโดยตลอด และระยะเวลาของเซลล์ที่แบ่งตัวออกมาใหม่จะใช้ในการเจริญเติบโต และแบ่งตัวออกไปอีกเป็น 2 และจาก 2 เป็น 4 ไปเรื่อย ๆ นั้น เรียกว่า generation หรือ doubling time ขั้นตอนนี้ เนื่องจากจำนวนของเซลล์เพิ่มเป็นเท่า ๆ สูงขึ้นไปเรื่อย ๆ ดังนั้นเมื่อเขียนกราฟจึงเป็นจำนวน logarithm และเรียกขั้นตอนนี้ว่า logarithmic growth phase ในขั้นตอน logarithm นี้จะค่อย ๆ ช้าลง จนจำนวนแบคทีเรียคงตัวไม่มีการเพิ่มจำนวนจากการแบ่งเซลล์อีก หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ เกิดสมดุลระหว่างอัตราการเพิ่มจำนวน (doubling rate) ถ้าอัตราการตาย ขั้นตอนนี้เรียกว่า stationary growth phase ในขั้นตอนสุดท้ายเรียกว่า declining หรือ death phase หมายถึงช่วงระยะเวลาที่แบคทีเรียลดจำนวนลงไปเรื่อย ๆ ในอัตราความเร็วที่ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมหลาย ๆ อย่าง ตลอดจนลักษณะตามธรรมชาติของชนิดจุลินทรีย์ แต่อาจกล่าวได้ว่าเป็นช่วงเวลาที่โภชนาการจำเป็นเริ่มหมดไป หรือมีปริมาณกรดอันเป็นผลิตภัณฑ์ของขบวนการเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์สะสมในปริมาณสูงจนเกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เอง จะเห็นได้ว่าการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อ สามารถทำได้โดยการควบคุมจุลินทรีย์ให้อยู่ในช่วงเวลา lag phase นานที่สุด โดยพยายามทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น การเปลี่ยนแปลงความชื้น อุณหภูมิ ความเป็นกรด ด่าง ภายในอาหารหรือการเติมสารเคมียับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร (ชัยณรงค์, 2529) กรดมีการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยกรดทำให้ค่า pH ลดต่ำลง มีผลทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งค่า pH ที่ลดต่ำลงนั้นเป็นการช่วยขยายระยะเวลาในช่วง lag phase ให้นานออกไป (Woolthuis และ Smulders, 1985)

ผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยกรดนั้น เกิดจากส่วนที่เป็น lipophilic ของกรดที่ใช้ ซึ่งจะอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวและซึมผ่านเข้าไปใน plasma membrane ของแบคทีเรียที่มีค่า pH ค่อนข้างเป็นกลาง (pH 7) ซึ่งสูงกว่า pH ของ cytoplasm ดังนั้น เมื่อกรดอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัวเข้าไปก็จะเกิดภาวะแตกตัวออกในรูปของ protons และ conjugated base และจะมีผลในการทำลาย oxidative phosphorylation form ของ electron transport system รวมไปถึงการยับยั้งระบบขับถ่าย substrate molecule เข้าสู่เซลล์ และผลในการทำลายหรือยับยั้งการ

เจริญเติบโต โดยกรดอินทรีย์นี้จะขึ้นกับค่าคงที่ของการแตกตัวของกรด และ pH ของ medium (Adam และ Hall , 1988)

ประสิทธิภาพของการใช้กรดแลกติก

ประสิทธิภาพของการใช้กรดแลกติกขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อดั้งเดิม

การใช้กรดแลกติกที่มีระดับความเข้มข้นเดียวกันกับซากสัตว์พบว่า ถ้าหากมีเชื้อดั้งเดิมปนเปื้อนในปริมาณสูง ประสิทธิภาพของกรดแลกติก ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์จะลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับซากที่มีจำนวนจุลินทรีย์ปนเปื้อนในปริมาณที่ต่ำ (Smulders และคณะ , 1988)

2. ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติก

สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นสูง จะมีผลทำให้ค่า pH ต่ำ สามารถยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์ได้มากกว่าสารละลายกรดแลกติกที่มีค่า pH สูง (Smulders และคณะ, 1986) แต่ทั้งนี้การใช้ระดับความเข้มข้นของกรดแลกติกไม่มีข้อกำหนดตายตัวแน่นอน เนื่องจากต้องได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น รสชาติ ด้วย (Snijders และคณะ , 1985)

3. อุณหภูมิในการเก็บรักษา Smulders และคณะ (1986) รายงานว่า เนื่องจากอาจพบเชื้อจุลินทรีย์บนผิวที่เปียกชื้นบริเวณผิวซาก ซึ่งจะเจริญไปสู่เนื้อเยื่อ หรือบริเวณผิวของไขมันระหว่างขบวนการแช่เย็น ดังนั้นบริเวณผิวซากควรมีการใช้กรดแลกติกให้เร็วที่สุดภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่า เพื่อให้การเจริญของจุลินทรีย์ในเนื้อช้าลง และ Cudjoe (1988) ได้ทำการศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1 % (v/v) ฉีดพ่นลงบนซากโค แล้ววิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total viable count) ที่อุณหภูมิการเก็บ 4, 15 และ 20 °C พบว่าสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้อย่างมีนัยสำคัญทุกอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง และอายุการเก็บรักษาของตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 3 วันเมื่อเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C และ 1 วันเมื่อเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 15 และ 20 °C Anderson (1990) ทดลองโดยใช้วิธีการแช่ชิ้นเนื้อวัวขนาด 2.54 x 2.54 ซม. ลงบนสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 0, 1,2 และ 3 % (v/v) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25, 40 และ 55 °C เป็นเวลา 15 วินาที พบว่าผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์แปรผันโดยตรงกับระดับความเข้มข้นของกรดแลกติกที่ใช้ และทำการวัดการเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่วัดปริมาณกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

แลกติกที่ตกค้าง พบว่า ค่า pH ลดลงในช่วง 5 วินาทีแรก แล้วเพิ่มขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการแช่กรดแลกติกหลังการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. วิธีการใช้กรดแลกติก ในการปฏิบัติมีการใช้กรดแลกติกอยู่ 2 วิธี ซึ่งการใช้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของซากและความเหมาะสม ได้แก่ การฉีดพ่น (spray) และการแช่ (dip) ซึ่งการฉีดพ่นมักจะใช้กับซากที่มีขนาดใหญ่ จะมีผลดี คือ ประหยัด และ เครื่องฉีดพ่นกรดแลกติกที่แรงดันต่ำพบว่าจุดเลือด (blood spots) ที่บริเวณซากจะหายไป แต่วิธีการฉีดพ่นก็มีเงื่อนไขในการใช้คือ เมื่อทำการฉีดพ่นกรดแลกติกที่แรงดันสูง จะพบการสะสมของเหลวบริเวณใต้ผิวหนัง เมื่อนำซากไปแช่เย็นอาจจะพบลักษณะไม่พึงประสงค์ก็ได้ สำหรับการจุ่มจะนิยมใช้กับชิ้นส่วนชิ้นเล็ก ๆ เช่น เครื่องในสัตว์ จะทำให้กรดแลกติกสามารถสัมผัสทุกจุดบนผิวซากได้ (Woolthuis และ Smulders, 1985)

การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

Ockerman และคณะ (1974) ใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 12 % (pH 1.6) ฉีดพ่นบนซากแกะ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 - 4 °C เป็นเวลา 12 วัน ทำการวิเคราะห์หาจุลินทรีย์บนผิวซาก พบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากแคะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) Smulders และ Woolthuis (1985) ใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1.25 % (v/v) ฉีดพ่นลงบนซากโค สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จากเชื้อตั้งต้น $0.8 \log_{10}$ /ตารางเซนติเมตร Woolthuis และ Smulders (1985) ใช้สารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 0.75, 1.00, 1.25, 1.50, 2.00 และ 2.50 % (v/v) ฉีดพ่นซากลูกโค ทำการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี Total bacterial count ทางด้านกายภาพทำการวัดสี และทดสอบรสชาติ (flavor) สรุปว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 1.25 % (v/v) ซึ่งพบการลดลงของจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญ สีและรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังพบว่า กรดแลกติกที่ความเข้มข้นระดับสูงจะทำให้จุดเลือดที่เกิดขึ้นหายไป Woolthuis และคณะ (1984) รายงานว่าใช้ดับจุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 0.20 % (v/v) เป็นเวลา 5 นาที บรรจุโดยวิธีสูญญากาศ (vacuum) เก็บที่อุณหภูมิ 3 ± 1 °C ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อเมื่อเก็บไว้ได้นาน 1 และ 5 วัน พบการลดลงของ Enterobacteriaceae และ Lactobacillaceae อย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่ากรดแลกติกทำให้ดัมมีสีซีดลงเล็กน้อย แต่หลังจากการเก็บโดยวิธีสูญญากาศที่อุณหภูมิ 3 ± 1 °C กลับไม่พบความผิดปกติของสีดับ

Prasai และ คณะ (1991) ใช้กรดแลกติก 1 % (v/v) นีดพื้นบนซากโคภายหลังการคังหนั่ง ภายหลังเอาเครื่องในออก และนิตพื้นทั้ง 2 ตำแหน่ง ทำการวิเคราะห์หาเชื้อโดยวิธี aerobic plate count ภายหลังนิตพื้นสารละลาย 0 และ 72 ชั่วโมง พบการลดลงของ aerobic plate count อย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่า ตำแหน่งที่สามารถลดปริมาณเชื้อได้มากที่สุด คือ การนิตพื้นสารละลายภายหลังเอาเครื่องในออก และการนิตพื้นทั้ง 2 ตำแหน่ง แต่ในทางปฏิบัติการนิตพื้นภายหลังการเอาเครื่องในออกเพียงอย่างเดียว จะเป็นการทำที่เหมาะสมกว่า เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานและความประหยัด

นอกจากนี้ Prasai และคณะ (1992) ได้ทำการทดลองเพิ่มโดยใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1% (v/v) นีดพื้นบนผิวซากสุกร ภายหลังการขูดขน ภายหลังเอาเครื่องในออกและนิตพื้นทั้งสองตำแหน่ง วิเคราะห์หา aerobic plate count ภายหลังนิตพื้นสารละลาย 0 และ 48 ชั่วโมง พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งผลภายหลังการนิตพื้นสารละลาย 48 ชั่วโมง อาจเนื่องมาจากผิวซากที่แห้ง เนื่องจากการแช่เย็นหรืออุณหภูมิในห้องแช่เย็นและอาจเนื่องมาจากช่วง lag phase ของจุลินทรีย์ที่ถูกทำลายเนื่องจากกรดแลกติก ทำให้การเพิ่มจำนวนช้าลง

ในซากสุกรพบว่ามีการตรวจพบเชื้อ *Salmonella* spp. และ *Campyrobacter* spp. อยู่ทั่วไป Epling และคณะ (1992) ได้ทำการตรวจหาเชื้อทั้งสองจากซากสุกร พบ *Salmonella* spp. 29% และ *Campyrobacter* spp. 10% นอกจากนี้ Epling และคณะ (1992) ได้ทำการทดลองใช้สารละลายกรดแลกติกระดับความเข้มข้น 2% (v/v) นีดพื้นบนซากสุกร พบการลดลงของเชื้อ *Salmonella* spp. และ *Campyrobacter* spp. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Ingram (1988) รายงานว่าการใช้เนื้อมีปนาลำไส้ในกรดอินทรีย์ สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ดี โดยการนำเนื้อมีปนาลำไส้ในสารละลายกรดแลกติก 1.77% และ 2.55% พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเทียบกับเนื้อมีปนาลำไส้ที่ไม่ใช้กรดแลกติก

Ziauddin และคณะ (1993) พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 1.5% (pH 4.5) และ 2.0% (v/v)(pH 4.0) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Salmonella newport*, *Streptococcus faecalis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fragai* และ *E. coli* ได้อย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบูรณ์ เมื่อสารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ Ziauddin และคณะ (1993) ยังพบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.5%(v/v) จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี

Kim และคณะ(1995) รายงานว่า การนำเนื้อปลาจุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 และ 3% (v/v) ร่วมกับเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกเข้มข้น 2.5% เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C พบการลดลงของเชื้อแบคทีเรียพวกแกรมลบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสามารถเก็บเนื้อปลาได้ถึงวันที่ 9 นอกจากนี้ Kim และคณะ (1995) ยังสรุปว่าเนื้อปลาที่จุ่มด้วยสารละลายกรดแลกติกร่วมกับเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก จะให้ผลในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่า การใช้กรดแลกติกอย่างเดียว และเขายังกล่าวอีกว่า เชื้อแบคทีเรียแกรมลบ มีความทนต่อค่า pH ที่ต่ำ ได้น้อยกว่าแบคทีเรียแกรมบวก แต่ถึงแม้ว่า กรดแลกติกจะควบคุมเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ดี กับพบว่า กลิ่นของเนื้อปลาที่จุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 และ 3% (v/v) ไม่เป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค และถ้าหากใช้สารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้นมากกว่า 3%(v/v) กับเนื้อปลา พบว่ากรดจะย่อยกล้ามเนื้อของปลา EL-knateib และคณะ (1993) รายงานว่า กรดแลกติกความเข้มข้น 2%(v/v) สามารถลดปริมาณเชื้อ *Listeria monocytogenes* บนเนื้อปลา อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

การใช้คลอรีนในอุตสาหกรรมอาหาร

คลอรีน (Cl_2) เป็นธาตุตัวหนึ่งในกลุ่มฮาโลเจน (Foegeding , 1983) โดย Odlaug (1981) ได้แบ่งคลอรีนเป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ คลอรีนเหลว สารประกอบไฮโปคลอไรท์ (Hypochlorite) สารอนินทรีย์คลอรามิน (inorganic chloramines) สารอินทรีย์คลอรามิน (organic chloramines) และคลอรีนไดออกไซด์ (Chlorine dioxide) ซึ่งมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน โดย Foegeding (1983) กล่าวว่าสารประกอบไฮโปคลอไรท์ (Hypochlorite) เกิดจากเกลือของคลอรีน ได้แก่ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ($NaOCl$) และแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ($Ca(OCl)_2$) เป็นสารประกอบคลอรีนที่สามารถนำมาใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้เช่นกัน โดย แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ($Ca(OCl)_2$) จะเป็นของแข็งสีขาวที่เรียกว่า bleaching powder หรือ chlorinated lime ซึ่งจะมีคลอรีนอิสระ (free available chlorine : FAC) อยู่ประมาณ 39 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ($NaOCl$) เป็นของเหลวที่มีคลอรีนอิสระ (FAC) ประมาณ 7 - 20 % และ Wei และคณะ (1985) กล่าวว่าสารประกอบคลอรีนมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมีวัตถุประสงค์แตกต่าง

กัน เช่นใช้เป็นสารสำหรับทำความสะอาดและฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งมักจะมีการเติมในน้ำที่ใช้ในกระบวนการต่างๆ ซึ่งสารประกอบไฮโปคลอไรท์เป็นตัวที่นิยมนำมาใช้กันมาก ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ของสารประกอบคลอรีนชนิดต่าง ๆ นั้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือ ความเข้มข้นของสารละลาย เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ อุณหภูมิ ค่า pH ปริมาณสารอินทรีย์ รวมทั้งชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่ต้องการทำลาย ซึ่งการใช้สารประกอบคลอรีนเป็นสารสำหรับฆ่าเชือนั้น จะต้องนำมาละลายน้ำใช้ในรูปสารละลาย ซึ่งเมื่อละลายน้ำแล้วสารประกอบคลอรีนไม่ว่าจะเป็น ก๊าซคลอรีน สารประกอบไฮโปคลอไรท์ และสารประกอบคลอรามิน จะแตกตัวให้กรดไฮโปคลอรัส (HOCl) ดังสมการ

ก๊าซคลอรีน



แคลเซียมไฮโปคลอไรท์



โซเดียมไฮโปคลอไรท์



Wei และคณะ (1985) กล่าวว่า กรดไฮโปคลอรัส (HOCl) จะมีผลในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่ง HOCl สามารถแตกตัวได้อีกดังสมการ



ซึ่งการแตกตัวของสารประกอบคลอรีนจะให้อนุมูลของกรดไฮโปคลอรัส (HOCl) และอนุมูลของไฮโปคลอไรท์อออน (OCl⁻) ซึ่งประสิทธิภาพของอนุมูลไฮโปคลอไรท์อออน (OCl⁻) มีประสิทธิภาพน้อยกว่า กรดไฮโปคลอรัส ในการทำลาย *E. coli* นอกจากนี้บุญเพ็งและสัมพันธ์ (ไม่ระบุปีที่พิมพ์) ได้กล่าวว่า กรดไฮโปคลอรัส (HOCl) มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่า OCl⁻ ถึง 25 เท่า ซึ่งกลไกในการฆ่าเชื้อของสารประกอบคลอรีน ได้มีการตั้งทฤษฎีไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คลอรีนจะทำปฏิกิริยาที่บริเวณส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์จุลินทรีย์ เช่น ผนังเซลล์ (cell wall) เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) โดย Kirk และ Mitchell (1980) รายงานว่า คลอรีนจะทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับโปรตีนของเซลล์ที่ผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลาย จะไม่สามารถรับอาหารเข้าไปในเซลล์ได้ ทำให้การเจริญหยุดชะงักและตายในที่สุด และคลอรีนยังมีผลต่อการทำลายผนังเซลล์ให้แตกก่อน

2. คลอรีนจะทำปฏิกิริยาที่บริเวณส่วนโปรโตพลาสซึม (protoplasm) หรือส่วนที่เป็นของเหลวภายในเซลล์ ทำให้โปรตีนของเซลล์แตกก่อนทำให้โปรโตพลาสซึมไม่สามารถทำงานได้ดี นอกจากนี้ยังทำให้เกิดสารประกอบขึ้นใหม่ คือ คลอรามีน ซึ่งเป็นสารที่เป็นพิษต่อเซลล์จุลินทรีย์

3. คลอรีนจะจัดวางการทำงานของเอนไซม์ที่สำคัญภายในเซลล์ โดยผลจากการทำให้โปรตีนแตกก่อน (Kirk และ Mitchell, 1980) และคลอรีนจะรบกวนระบบการทำงานของเอนไซม์ และยังสามารถทำลายตัวเอนไซม์ได้อีกด้วย (Cheremisinoff และคณะ, 1981) กล่าวว่ามีเอนไซม์หลายชนิดที่ได้รับผลกระทบ เช่น glucose oxidase Kirk และ Mitchell (1980) ยังกล่าวอีกว่า คลอรีนจะยับยั้งการใช้กลูโคสของเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์ triosephosphate dehydrogenase, d - amino acid oxidase, succinic oxidase, transaminase ที่ได้รับผลกระทบจากคลอรีน จุดประสงค์หลักในการใช้คลอรีนในอุตสาหกรรมอาหารนั้น ก็เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนกับอาหาร หรือที่ปนเปื้อนมากับอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบอาหาร และเนื่องจากคลอรีนและสารประกอบคลอรีนมีคุณสมบัติที่ดีในการทำลาย และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ จึงได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารประเภทต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมแปรรูปนม (Wei และคณะ, 1985) และยังได้มีการนำสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite) มาใช้เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์บนซากโคและซากสุกร (Toora, 1995) และ Cunningham (1980) ใช้คลอรีนเป็นสารฆ่าเชื้อในน้ำที่ใช้ล้างเนื้อสัตว์ต่าง ๆ Wei และคณะ (1985) ใช้สารละลายคลอรีนเจือจางฉีดพ่นฝอยในระหว่างการถาล้างซากสัตว์และใช้เป็นสารฆ่าเชื้อโรคอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงฆ่าสัตว์

Stevenson และคณะ (1978) รายงานว่าใช้สารประกอบคลอรีนในรูปโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่มีความเข้มข้น 200 ppm ฉีดพ่นบนซากโคพบว่าเชื้อจุลินทรีย์บนซากโคลดลงเพียงเล็กน้อย แตก

ต่างอย่างไม่มียุทธศาสตร์ทางสถิติ ซึ่งเขาอธิบายว่าการสุ่มตัวอย่างภายหลังการนึ่งจะส่งผลต่อปริมาณจุลินทรีย์มาก

Thomson และคณะ (1979) ใช้สารประกอบคลอรีนในรูปโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 50 ppm พบว่ามีแนวโน้มในการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella spp.* บนซากไก่ และ Kotula และคณะ (1974) นำสารประกอบคลอรีนในรูปโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm นึ่งบนซากโค และทำการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ 45 นาที และ 24 ชั่วโมงหลังการนึ่งสารละลาย โดยเก็บซากไว้ที่อุณหภูมิ 1°C พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทั้ง 2 ช่วงเวลา แต่ภายหลัง 24 ชั่วโมง พบการลดลงของเชื้อมากกว่าภายหลังการนึ่งสารละลาย 45 นาที

Bailey และคณะ (1986) รายงานว่า พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนซากไก่ที่ล้างซากโดยการนึ่งน้ำ 40,000 โคโลนี / ตารางเซนติเมตร เมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง โดยไม่มีการนึ่งสารละลายคลอรีนพบปริมาณเชื้อ 4,000 โคโลนี / ตารางเซนติเมตร เมื่อใช้สารละลายคลอรีนในรูปโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 20 ppm พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มีค่า 400 โคโลนี / ตารางเซนติเมตร เมื่อนึ่งสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 40 ppm พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ 20 โคโลนี / ตารางเซนติเมตร และเมื่อใช้สารละลายคลอรีนเข้มข้น 70 ppm พบค่าเฉลี่ยปริมาณของเชื้อ 3 โคโลนี / ตารางเซนติเมตร

Brackett (1987) ทดลองใช้คลอรีนในการนึ่งและจุ่มในผักผลไม้ในปริมาณที่มีคลอรีนอิสระ 5 ppm / ลิตร ก็เพียงพอในการควบคุมจุลินทรีย์ และ Brackett (1987) ได้ใช้สารประกอบคลอรีนในรูปโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 50, 100 และ 200 ppm ในการลดปริมาณ *Listeria monocytogenes* เวลาที่ใช้ในการสัมผัสคือ 0, 20, 60, 120 และ 300 วินาที พบว่า 0 วินาที สารละลายคลอรีนไม่มีผลในการยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* แต่เมื่อเวลาผ่านไป 20 วินาที พบว่าสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 50, 100, 200 ppm สามารถยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* ได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังพบว่า ความเข้มข้น 0, 5 และ 10 ppm ไม่มีผลในการยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes*

Tuncan (1993) ทดลองใช้คลอรีนในรูปโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite) ที่มีความเข้มข้น 200, 100, 50 และ 25 ppm ทำปฏิกิริยากับเชื้อที่มีปริมาณ 8.3 - 8.5 log

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อใช้ในการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(CFU/มิลลิลิตร) ที่อุณหภูมิ 25, 15.5, 7 และ 2 °C เป็นเวลา 30 วินาที พบว่าทุกความเข้มข้นและทุกอุณหภูมิสามารถลดปริมาณเชื้อ *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes* scotta และ *Listeria ivanovii* ได้มากกว่า 7.0 log CFU/มิลลิลิตร ซึ่งสรุปได้ว่าควรใช้สารละลายคลอรีนระดับความเข้มข้นต่ำสุดเพื่อความปลอดภัย

Toora (1995) รายงานว่า สารละลายคลอรีนในรูปโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite) ที่มีความเข้มข้นอิสระ (free available chlorine, FAC) 1 ppm และ 2 ppm สามารถลดปริมาณเชื้อ *Yersinia enterocolitica* Serogroup 0:3, 0:5, 27 และ 0:9 เมื่อทำปฏิกิริยากับคลอรีน 20 และ 10 วินาที ตามลำดับ ส่วน *Yersinia enterocolitica* Serogroup 0:8 จะถูกทำลายที่ระดับความเข้มข้นอิสระ (FAC) 2 และ 5 ppm และถูกทำลายอย่างสมบูรณ์ที่ระดับความเข้มข้นอิสระ (FAC) 10 ppm เมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายคลอรีน 10 วินาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เชื้อแต่ละชนิดหรือชนิดเดียวกันแต่ต่าง Serogroup จะมีความทนทานต่อการทำลายของคลอรีนต่างกัน

Wei และคณะ (1995) กล่าวว่า น้ำแช่ซากไก่ (Poultry chiller water) มักจะใช้คลอรีนผสมลงไปเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งสารละลายคลอรีนมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดขึ้นอยู่กับสารแขวนลอย และสิ่งสกปรกในน้ำ เช่นไขมัน ของแข็งต่าง ๆ เป็นต้น ความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน ระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อ ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังพบว่าสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นสูง และสัมผัสกับเชื้อเป็นเวลานานขึ้น จะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อมากขึ้น โดยมีปริมาณเชื้อดั้งเดิม 3.06 และ 4.16 log₁₀ CFU/มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยากับสารละลายคลอรีน 50 ppm ซึ่งมีค่า pH 7.89 สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 30 วินาที สามารถทำลายเชื้อดังกล่าวได้ทั้งหมด แต่เมื่อได้เพิ่มปริมาณเชื้อดั้งเดิมเป็น 5.04 log₁₀ CFU/มิลลิลิตร พบว่าต้องใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm (pH 8.54) สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 10 นาที หรือ 150 ppm สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 5 นาที จึงสามารถทำลายเชื้อได้ทั้งหมด แต่เมื่อปริมาณเชื้อดั้งเดิมเป็น 7.07 และ 9.03 log₁₀ CFU/มิลลิลิตร ต้องใช้สารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 200 ppm สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 5 นาที จึงสามารถทำลายเชื้อได้โดยสมบูรณ์ หรือใช้สารละลายความเข้มข้น 250 ppm สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 2 นาที จึงสามารถทำลายเชื้อได้โดยสมบูรณ์

ในการใช้คลอรีนและสารประกอบไฮโปคลอไรท์นั้น อาจประสบปัญหาได้ เช่น ในน้ำที่มีสารแขวนลอย คลอรีนจะไปทำจับกับสารแขวนลอยก่อนจะไปจับกับเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นถ้าในน้ำนั้นมีสารแขวนลอยมาก โอกาสที่คลอรีนจะไปจับกับสารแขวนลอยก็มาก และไปจับกับเชื้อจุลินทรีย์ก็น้อย ประสิทธิภาพในการทำลายก็จะน้อยลงด้วย นอกจากนี้ สารแขวนลอยซึ่งบางครั้งจะห่อหุ้ม เซลล์ของจุลินทรีย์ไว้ไม่ให้ถูกทำลายโดยคลอรีน (Condie, 1986)

จากการที่กรดไฮโปคลอรัส (HOCl) สามารถทำปฏิกิริยากับสารต่าง ๆ ได้มาก ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารคลอรีนจะต้องสัมผัสอาหารทั้งทางตรงและทางอ้อม อาจทำให้เกิดความเป็นพิษ ซึ่ง Wei และคณะ (1985) พบว่า กรดไฮโปคลอรัส (HOCl) จะทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในอาหาร เกิดเป็นสารประกอบพวกฮาโลเจน (halogenated compound) ได้แก่ คลอโรฟีนอล (chlorophenol) คลอโรฟอร์ม (chloroform) และ ในปี ค.ศ. 1976 The National Cancer Institute ได้รายงานไว้ว่า คลอโรฟอร์ม เป็นสารที่ทำให้เกิดมะเร็ง ซึ่ง Kirk และ Mitchell (1980) ได้สรุปว่าสารไตรฮาโลมีเทนสามารถสะสมในร่างกาย ทำให้การเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักของตัวในหนู แต่ Wei และคณะ (1985) ยังได้กล่าวว่า สารประกอบฮาโลเจนเป็นสารก่อมะเร็งในหนู แต่ต้องใช้เวลาสะสมานานมาก Cunningham และ Lawrence (1977) รายงานว่า เมื่อนำเนื้อโค เนื้อสุกร และ เนื้อไก่มาแช่ในน้ำที่มีคลอรีน 200 ppm จะมีปริมาณคลอรีนสะสมในเนื้อสัตว์ 2 - 3 % เมื่อแช่ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง และเพิ่มเป็น 6 - 8 % เมื่อแช่ไว้ 24 ชั่วโมง ดังนั้นในการใช้คลอรีนในอุตสาหกรรมอาหาร จึงจะทำให้ผู้บริโภคอาหารได้รับคลอรีนที่ติดมาด้วย ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายได้ในระยะยาว

นอกจากนี้ Wei และคณะ (1985) รายงานว่า ไม่พบอันตรายเมื่อให้หนูกินนมหรือน้ำที่ประกอบด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่มีความเข้มข้น 400 ppm แต่เมื่อให้หนูกินอาหารที่มีสารละลายไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 2000 ppm พบว่าน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น

การหลีกเลี่ยงการตกค้างของสารละลายคลอรีน จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องกระทำ ซึ่งประเทศแคนาดา ได้กำหนดค่าให้มีการใช้คลอรีนในน้ำที่ใช้ล้างซากไก่ได้ไม่เกิน 20 ppm ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่ไม่มีการตกค้างในเนื้อสัตว์ และสารละลายคลอรีนอีกรูปหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร คือ คลอรีนไดออกไซด์ (ClO₂) Wei และคณะ (1985) กล่าวว่า คลอรีนไดออกไซด์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสารประกอบไฮโปคลอไรท์ และยังทำให้เกิดสารประกอบพวกคลอโรฟอร์มน้อยลง ทำให้เกิดความเป็นพิษน้อยลง แต่ White เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1972) กล่าวว่า คลอรีนไดออกไซด์ไม่มีความคงตัวในที่ใช้ ต้องเตรียมในที่ใช้ และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น หรือถูกแสงก็ทำให้อนุมูลสูงขึ้น จะทำให้เกิดความดันขึ้น และเกิดการระเบิด จึงไม่สามารถทำการขนส่งได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายกรดแลกติก ในการลดจำนวนจุลินทรีย์ บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่มาตรฐาน

สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3% (v/v) ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 2.59, 2.51 และ 2.45 ตามลำดับ ถูกฉีดพ่นลงบนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่มาตรฐาน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 °C นำตัวอย่างซากสุกร ก่อนฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก และหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง มาตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) เพื่อทำการศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ อิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ อิทธิพลของโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์ค่า pH และค่าความชื้นของเนื้อ

อิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกร

การฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 1, 2 และ 3%(v/v)บนซากสุกรนั้นพบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรมีแนวโน้มลดลงที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้น คือ ที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 3% (v/v) มีจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร 3.92, 3.72 และ 3.47 log CFU/กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 3 %(v/v) จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9

แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นกรดแลกติก (%v/v)	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)
1	3.92 ^ก
2	3.72 ^ข
3	3.47 ^ข

ก และ ข อักษรที่ต่างกันนี้ในแนวดังแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์

วิเคราะห์หาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนซากสุกรก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก และภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0-4°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการเก็บซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมากขึ้น จำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยจำนวนจุลินทรีย์หลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.52 และ 3.47 log CFU/กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเชื้อก่อนฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกซึ่งมีจำนวนเชื้อ 4.10 log CFU /กรัม ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10

แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นและหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก
เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

ช่วงระยะเวลา	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)
ก่อนฉีดพ่นสารละลาย	4.10 ^a
หลังฉีดพ่นสารละลาย 5 ชม.	3.52 ^b
หลังฉีดพ่นสารละลาย 48 ชม.	3.47 ^b

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

อิทธิพลของมาตรฐานโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร

จากผลการเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร ระหว่างโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและ
ไม่มาตรฐานที่ได้ทำการทดลองประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติก พบว่าจุลินทรีย์บนผิวซาก
สุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานมีจำนวน 3.37 log CFU/กรัม มีแนวโน้มต่ำกว่าที่พบจากโรงฆ่าไม่
มาตรฐานซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ 4.03 log CFU /กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ผลการ
ทดลองแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11

แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

โรงฆ่า	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)
มาตรฐาน	3.37 ^a
ไม่มาตรฐาน	4.03 ^b

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

อิทธิพลร่วมของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรระหว่างโรงฆ่าและเวลาเก็บซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่มาตรฐาน ที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก ดังแสดงในตารางที่ 12 พบว่าทั้งสองโรงฆ่ามีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน คือ ซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกและทำการเก็บไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง พบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งมีจำนวน 3.04 และ 3.38 log CFU/กรัม ตามลำดับ จากตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และ 4.01 และ 3.56 log CFU/กรัม ตามลำดับ จากตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก ซึ่งมีจำนวน 3.67 log CFU/กรัม จากตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และ 4.53 log CFU/กรัม จากตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก หลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง และหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง ใน ตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานมีจำนวนต่ำกว่า จำนวนจุลินทรีย์ใน ตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 12

อิทธิพลร่วมของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรระหว่างระยะเวลาในการเก็บรักษาซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกในแต่ละโรงฆ่า

โรงฆ่า	จำนวนจุลินทรีย์ log CFU/กรัม ของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก		
	ก่อนฉีดพ่นสารละลาย	หลังฉีดพ่น 5 ชม.	หลังฉีดพ่น 48 ชม.
มาตรฐาน	3.67 ^ก	3.04 ^ข	3.38 ^ข
ไม่มาตรฐาน	4.53 ^ก	4.01 ^ข	3.56 ^ข

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 13

อิทธิพลร่วมของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรระหว่างโรงฆ่าและระยะเวลาในการเก็บรักษาซาก
ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

โรงฆ่า	จำนวนจุลินทรีย์ log CFU/กรัม ของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก		
	ก่อนฉีดพ่นสารละลาย	หลังฉีดพ่น 5 ช.ม.	หลังฉีดพ่น 48 ช.ม.
มาตรฐาน	3.67 ^ก	3.04 ^ก	3.38 ^ก
ไม่มาตรฐาน	4.53 ^ข	4.01 ^ข	3.56 ^ข

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกต่อระยะเวลาภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกและมาตรฐานโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร

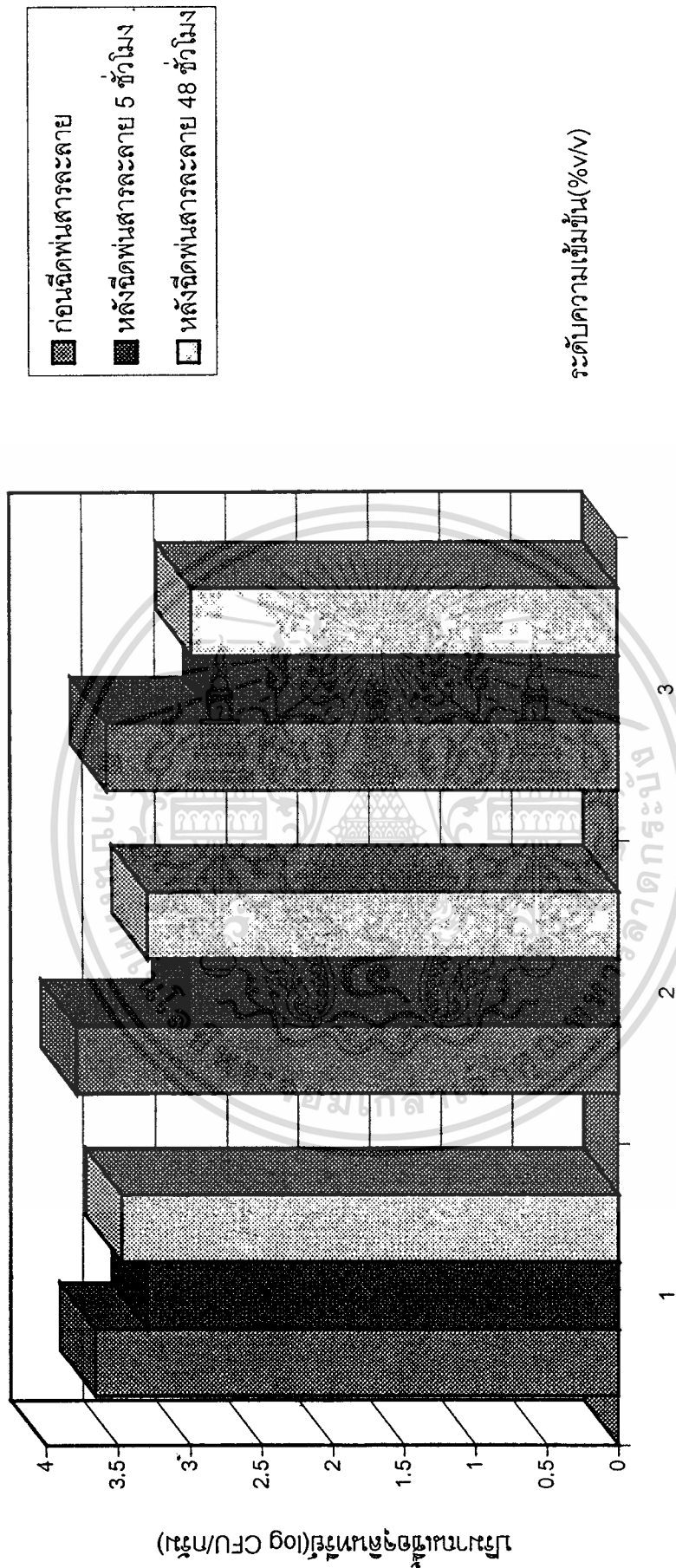
จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 3 %(v/v) ดังแสดงในภาพที่ 5 พบว่า ซากสุกรที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้น และเก็บไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง จำนวนจุลินทรีย์มีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก แต่จำนวนจุลินทรีย์ภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกเก็บไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น คือ 1, 2 และ 3 %(v/v) พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์เล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง

ส่วนซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานดังแสดงในภาพที่ 6 พบว่า จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1 %(v/v) และเก็บไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ไม่ได้ผ่านการฉีดพ่นสารละลายดังกล่าว แต่เมื่อเก็บซากไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 3 %(v/v) จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากหลังฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง นั้น พบว่าที่ระดับความเข้มข้นสูง

ขึ้นและเก็บซากไว้เป็นเวลานานขึ้นจำนวนจุลินทรีย์มีแนวโน้มลดลงมากขึ้น และที่ระดับความเข้มข้น 3 % (v/v) พบแนวโน้มการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์มากที่สุด

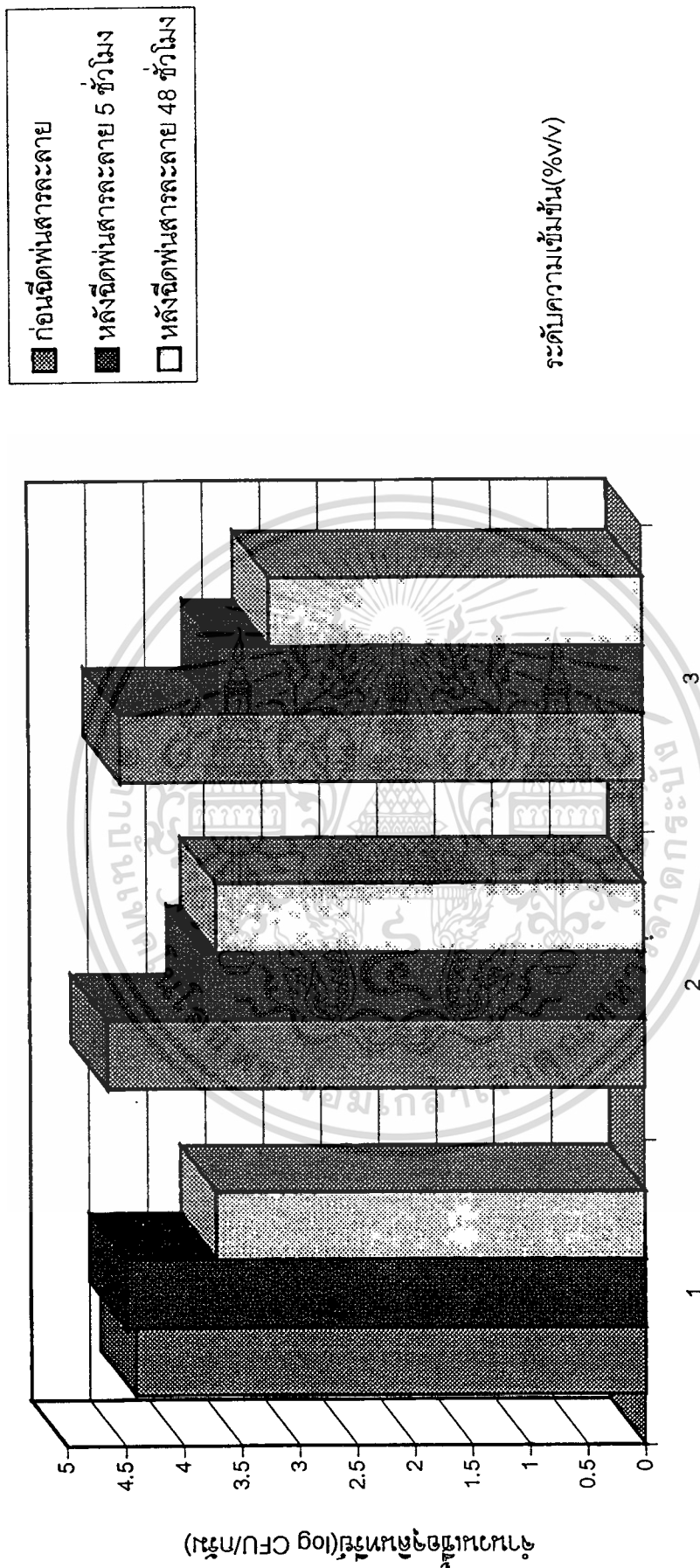


ภาพที่ 5



ความสัมพันธระหว่างระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลคติก ระยะเวลาการฉีดพ่น
กรดแลคติกและในโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน

ภาพที่ 6



ระดับความเข้มข้น(%v/v)

1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลคติก ระยะเวลาภายหลังการฉีดพ่นสารละลาย
กรดแลคติกในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายคลอรีนในการลดจำนวนจุลินทรีย์ บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

สารละลายคลอรีนความเข้มข้น 20, 40 และ 60 ppm ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 8.53, 8.96 และ 9.23 ตามลำดับ ถูกฉีดพ่นลงบนซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน เก็บรักษาซากสุกรที่อุณหภูมิ 0-4 ° ซ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง นำตัวอย่างซากก่อนและหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนมาตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายคลอรีนต่อจำนวนจุลินทรีย์ และอิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกรต่อจำนวนจุลินทรีย์ อิทธิพลของโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกร ค่า pH และค่าความเข้มข้นของเกลือ

อิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายคลอรีนต่อจำนวนจุลินทรีย์

ผลการทดลองพบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ความเข้มข้น 20, 40 และ 60 ppm มีจำนวนเชื้อ 3.91, 3.89 และ 3.93 log CFU/กรัม ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14

แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นคลอรีน (ppm)	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)
20	3.91
40	3.89
60	3.93

อิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนต่อจำนวนจุลินทรีย์

จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร ภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่าภายหลังการเก็บซากไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรมีจำนวน 3.68 log CFU/กรัม ซึ่งลดลงจากจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ 4.12 log CFU/กรัม แต่ภายหลังการเก็บซากสุกรไว้นาน 48 ชั่วโมง กลับพบว่าจำนวนจุลินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่เก็บไว้นาน 5 ชั่วโมงซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ 3.92 log CFU/กรัม แต่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนพบว่า ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15

แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนและช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษาภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน

ช่วงระยะเวลา	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)
ก่อนฉีดพ่นสารละลาย	4.12 ^ก
หลังฉีดพ่นสารละลาย 5 ชม.	3.68 ^ข
หลังฉีดพ่นสารละลาย 48 ชม.	3.92 ^ก

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวดังแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

อิทธิพลของโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร

จากการเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่พ่นด้วยสารละลายคลอรีน จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานซึ่งมีค่า 3.42 log CFU/กรัม ต่ำกว่าโรงฆ่าที่โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานซึ่งมีค่า 4.40 log CFU /กรัม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่16

แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

โรงฆ่า	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)
มาตรฐาน	3.42 ^ข
ไม่มาตรฐาน	4.40 ^ก

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวดังแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

อิทธิพลร่วมของสารละลายคลอรีนต่อระยะเวลาในการเก็บซากภายหลังฉีดพ่นสารละลายคลอรีน และมาตรฐานโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร

จากตารางที่ 17 แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน โดยผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้น 20, 40 และ 60 ppm พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จำนวนจุลินทรีย์ก่อนฉีดพ่นสารละลาย และหลังฉีดพ่นสารละลายเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่ที่ระดับความเข้มข้น 40 ppm พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนนานขึ้นจำนวนจุลินทรีย์มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) คือที่ 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง มีจำนวนจุลินทรีย์ลดลงจากก่อนการฉีดพ่นสารละลาย 1.13 และ 0.88 log CFU /กรัม ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 40 และ 60 ppm พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่ความเข้มข้น 60 ppm จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากหลังฉีดพ่นสารละลายเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารผลงานวิจัยหรือการเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 48 ชั่วโมง มีแนวโน้มลดลงจากก่อนการฉีดพ่นสารละลายเล็กน้อย โดยไม่แตกต่างในทางสถิติ ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์ที่ลดลงคือ 0.46 และ 0.29 log CFU /กรัม ตามลำดับ

จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน ที่ผ่านขบวนการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้น 20, 40 และ 60 ppm พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากหลังฉีดพ่นสารละลาย 5 ชั่วโมง แตกต่างจากก่อนการฉีดพ่นสารละลายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) จำนวนที่ลดลงคือ 1.09 log CFU /กรัม แต่เมื่อเก็บซากหลังฉีดพ่นสารละลายเป็นเวลา 48 ชั่วโมง จำนวนจุลินทรีย์กลับไม่แตกต่างไปจากก่อนการฉีดพ่นสารละลายแต่อย่างใดและการฉีดพ่นซากด้วยสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้น 40 ppm พบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์ก่อนการฉีดพ่นสารละลาย แต่ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนที่ 60 ppm พบว่าไม่สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้

ตารางที่ 17

อิทธิพลร่วมของระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการเก็บซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆในแต่ละโรงฆ่า

โรงฆ่า	ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)		
		ก่อนฉีดพ่นสาร	หลังฉีดพ่นสาร	หลังฉีดพ่นสาร
		ละลาย	ละลาย 5 ชม.	ละลาย 48 ชม.
มาตรฐาน	20	3.50	3.48	3.47
	40	4.04 ^ก	2.91 ^ข	3.16 ^ข
	60	3.67	3.21	3.38
ไม่มาตรฐาน	20	4.82 ^ก	3.73 ^ข	4.44 ^ก
	40	4.92	4.27	4.52
	60	4.30	4.48	4.57

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในตารางที่ 18 พบว่า จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น คือ 20, 40 และ 60 ppm มีจำนวนต่ำกว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน และยังพบว่าจำนวนจุลินทรีย์หลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง จากโรงฆ่ามาตรฐานที่ทุกระดับความเข้มข้น มีแนวโน้มต่ำกว่าจำนวนจุลินทรีย์หลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมงจากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

ตารางที่ 18

อิทธิพลร่วมของระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการเก็บซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆในโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน ที่มีต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร

โรงฆ่า	ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)		
		ก่อนฉีดพ่นสาร	หลังฉีดพ่นสาร	หลังฉีดพ่นสาร
		ละลาย	ละลาย 5 ชม.	ละลาย 48 ชม.
มาตรฐาน	20	3.50 ^ก	3.48 ^{กข}	3.47 ^ก
	40	4.04 ^ข	2.91 ^ก	3.16 ^ก
	60	3.67 ^{กข}	3.21 ^{กข}	3.38 ^ก
ไม่มาตรฐาน	20	4.82 ^ง	3.73 ^ข	4.44 ^ข
	40	4.92 ^{กข}	4.27 ^ก	4.52 ^ข
	60	4.30 ^{ขง}	4.48 ^{กข}	4.57 ^ข

ก, ข, ค และ ง อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01)

อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและคลอรีนต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างในเนื้อ

อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างในเนื้อ

จากการตรวจวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH value) ในกล้ามเนื้อ *M. semimembranosus* และ *M. longissimus dorsi* ก่อนการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก (ภายหลังสุกรตายแล้ว 45 นาที) ภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกในโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 3 % (v/v) โดยทันที และภายหลังการเก็บกล้ามเนื้อ *M. semimembranosus* ไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 0-4 °C นาน 24 ชั่วโมง ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 19

ผลการตรวจสอบค่า pH ในตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่า การลดลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อ *M. semimembranosus* และ *M. longissimus dorsi* ที่ระดับการใช้กรดแลกติกที่แตกต่างกัน ทั้งโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน ไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จะทำให้ค่า pH ลดลงแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดเจน เพียงแต่มีแนวโน้มแสดงให้เห็นว่าอัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างของกล้ามเนื้อ *M. semimembranosus* ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 20 นาที และภายหลังการฉีดพ่นสารละลาย 24 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเป็นกรดเป็นด่างก่อนการฉีดพ่นสารละลาย ที่โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานมีแนวโน้มที่จะลดลงช้ากว่าอัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในกล้ามเนื้อดังกล่าวจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และจากตารางที่ 19 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่างในกล้ามเนื้อทั้งสองที่วัดได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน ที่ระดับการใช้สารละลายกรดแลกติกทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างในเนื้อแสดงถึงค่า pH ของเนื้อปกติ และไม่มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดเนื้อซีดและ (PSE) ได้

แสดงค่า pH และอุณหภูมิในกลุ่มเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานภายหลังการฆ่า 45 นาที
ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติก 20 นาที และ 24 ชั่วโมง

โรงฆ่า	pH ก่อนฉีดพ่นสารละลาย				pH หลังฉีดพ่นสารละลาย				pH 24 ชั่วโมง	
	SM	T	LM	T	SM	T	LM	T	SM	T
มาตรฐาน										
1	6.64	40.71	6.56	40.36	6.30	39.70	6.16	36.44	5.92	0.71
2	6.75	40.66	6.69	39.85	6.28	39.68	6.06	36.65	5.89	0.61
3	6.24	40.30	6.43	39.88	5.98	40.23	5.91	36.39	5.71	0.16
ไม่มาตรฐาน										
1	6.40	41.65	6.56	40.82	6.21	40.78	6.18	37.33	5.94	2.33
2	6.45	42.30	6.59	40.93	6.20	40.68	6.35	37.42	5.83	2.05
3	6.53	41.73	6.61	40.45	6.36	40.50	6.53	37.10	6.03	2.38

SM หมายถึง กลุ่มเนื้อสะโพก *M. semimembranosus*

LM หมายถึง กลุ่มเนื้อสันนอก *M. longissimus dorsi*

T หมายถึง อุณหภูมิภายในกล้ามเนื้อที่ทำการวัดหาค่าความเป็นกรดต่าง

pH ก่อนฉีดพ่นสารละลาย หมายถึง ค่าความเป็นกรดต่างภายหลังการฆ่า 45 นาที

pH หลังฉีดพ่นสารละลาย หมายถึง ค่าความเป็นกรดต่างภายหลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลคติก 20 นาที

pH 24 ชั่วโมง หมายถึง ค่าความเป็นกรดต่างภายหลังการฆ่า 24 ชั่วโมง โดยเก็บเนื้อไว้ที่อุณหภูมิ 0-4° ซ

ตารางที่ 20

แสดงการลดลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน
ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 20 นาที และ 24 ชั่วโมง

โรงฆ่า	ความเข้มข้น (%v/v)	ΔpH_1		ΔpH_2
		SM	LM	SM
มาตรฐาน	1	0.34 ^{กข}	0.39	0.72 ^{กข}
	2	0.51 ^ข	0.59	0.86 ^น
	3	0.26 ^{กข}	0.52	0.54 ^ข
ไม่ได้มาตรฐาน	1	0.19 ^น	0.38	0.46 ^ข
	2	0.26 ^{กข}	0.24	0.62 ^{กข}
	3	0.10 ^น	0.10	0.50 ^ข

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ΔpH_1 หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่า pH ก่อนฉีดพ่นสารละลาย และค่า pH หลังฉีดพ่นสารละลาย 20 นาที

ΔpH_2 หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่า pH ก่อนฉีดพ่นสารละลาย และค่า pH หลังฉีดพ่นสารละลาย 24 ชั่วโมง

SM หมายถึงกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก *M. semimembranosus*

LM หมายถึงกล้ามเนื้อบริเวณสันนอก *M. longissimus dorsi*

อิทธิพลของสารละลายคลอรีนต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างในเนื้อ

จากการตรวจวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH value) ในกล้ามเนื้อ *M. semimembranosus* และ *M. longissimus dorsi* ก่อนการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีน (ภายหลังสุกรตายแล้ว 45 นาที) ภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 3 %(v/v) โดยทันที และ ภายหลังการเก็บกล้ามเนื้อ *M. semimembranosus* ไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 0-4 °ซ นาน 24 ชั่วโมง ในโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 21

ผลการตรวจสอบค่า pH ในตารางที่ 22 แสดงให้เห็นว่า การลดลงของค่า pH ใน กล้ามเนื้อ *M. semimembranosus* และ *M. longissimus dorsi* ที่ระดับการใช้คลอรีนที่แตกต่างกันทั้งโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน ไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่จะทำให้ค่า pH ลดลง แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยพบว่าแนวโน้มอัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดค่าของกล้ามเนื้อ *M. semimembranosus* ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 20 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเป็นกรดค่าก่อนการฉีดพ่นสารละลาย (ภายหลังขบวนการฆ่าเสร็จสิ้น 45 นาที) ที่โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานมีแนวโน้มที่จะลดลงช้ากว่าอัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดค่าในกล้ามเนื้อดังกล่าวจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน แต่ค่าความเป็นกรดค่าของกล้ามเนื้อ *M. semimembranosus* ภายหลังฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 24 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดค่าก่อนการฉีดพ่นสารละลาย (ภายหลังขบวนการฆ่าเสร็จสิ้น 45 นาที) ที่โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน กลับพบว่าอัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดค่าในกล้ามเนื้อดังกล่าวเร็วกว่าโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน แต่อย่างไรก็ดีจากตารางที่ 22 แสดงให้เห็นถึงค่าความเป็นกรดค่าในกล้ามเนื้อทั้งสองที่วัดได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน ที่ระดับการใช้สารละลายคลอรีนทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น มีค่าความเป็นกรดค่าในเนื้อที่ค่อนข้างปกติ และไม่มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดเนื้อซีดและ (PSE) ได้

แสดงค่า pH และอุณหภูมิในเนื้อสุกรจากโรงฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐานภายหลังการฆ่า 45 นาที ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 20 นาที และ 24 ชั่วโมง

โรงฆ่า	ความเข้มข้น			pH ก่อนฉีดพ่นสารละลาย			pH หลังฉีดพ่นสารละลาย			pH 24 ชั่วโมง	
	(ppm)	SM	T	LM	T	SM	T	LM	T	SM	T
มาตรฐาน	20	6.15	39.61	6.39	38.68	5.93	38.40	6.11	36.63	5.83	3.59
	40	6.25	39.65	6.25	38.18	6.00	38.50	5.93	32.78	5.98	4.74
	60	6.35	39.91	6.19	38.80	6.10	37.85	5.80	33.86	6.06	2.81
ไม่มาตรฐาน	20	6.51	41.58	6.63	40.75	6.33	40.23	6.29	37.28	5.99	2.03
	40	6.45	42.43	6.61	41.05	6.36	41.08	6.43	37.73	5.88	2.18
	60	6.68	41.55	6.63	40.23	6.39	40.70	6.48	37.15	5.97	2.05

SM หมายถึง กล้ามเนื้อสะโพก *M. semimembranosus*

LM หมายถึง กล้ามเนื้อสันนอก *M. longissimus dorsi*

T หมายถึง อุณหภูมิภายในกล้ามเนื้อที่ทำการวัดหาค่าความเป็นกรดต่าง

pH ก่อนฉีดพ่นสารละลาย หมายถึง ค่าความเป็นกรดต่างภายหลังการฆ่า 45 นาที

pH หลังฉีดพ่นสารละลาย หมายถึง ค่าความเป็นกรดต่างภายหลังฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 20 นาที

pH 24 ชั่วโมง หมายถึง ค่าความเป็นกรดต่างภายหลังการฆ่า 24 ชั่วโมง โดยเก็บเนื้อไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 °ซ

ตารางที่ 22

แสดงการลดลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน
ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 20 นาที และ 24 ชั่วโมง

โรงฆ่า	ความเข้มข้น (ppm)	ΔpH_1		ΔpH_2
		SM	LM	SM
มาตรฐาน	20	0.22	0.27	0.32
	40	0.25	0.33	0.27
	60	0.25	0.39	0.28
ไม่ได้มาตรฐาน	20	0.19	0.34	0.53
	40	0.10	0.19	0.57
	60	0.29	0.15	0.72

ΔpH_1 หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่า pH ก่อนฉีดพ่นสารละลาย และค่า pH หลังฉีดพ่นสารละลาย 20 นาที

ΔpH_2 หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่า pH ก่อนฉีดพ่นสารละลาย และค่า pH หลังฉีดพ่นสารละลาย 24 ชั่วโมง

SM หมายถึงกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก *M. semimembranosus*

LM หมายถึงกล้ามเนื้อบริเวณสันนอก *M. longissimus dorsi*

อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและกลูโคสต่อค่าความเข้มข้นของสีในกล้ามเนื้อ

อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่าความเข้มข้นของสีในกล้ามเนื้อ

การตรวจวัดค่าความเข้มข้นของสีของเนื้อในกล้ามเนื้อสะโพก *M. semimembranosus* ที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน และถูกนำมาเก็บไว้ในที่ห้องเย็นที่อุณหภูมิ 0-4 °C จนครบ 24 ชั่วโมง นับตั้งแต่เวลาสัตว์ถูกฆ่า โดยการวัดค่า Goefo โดยใช้เครื่อง Goefo meter ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่

23

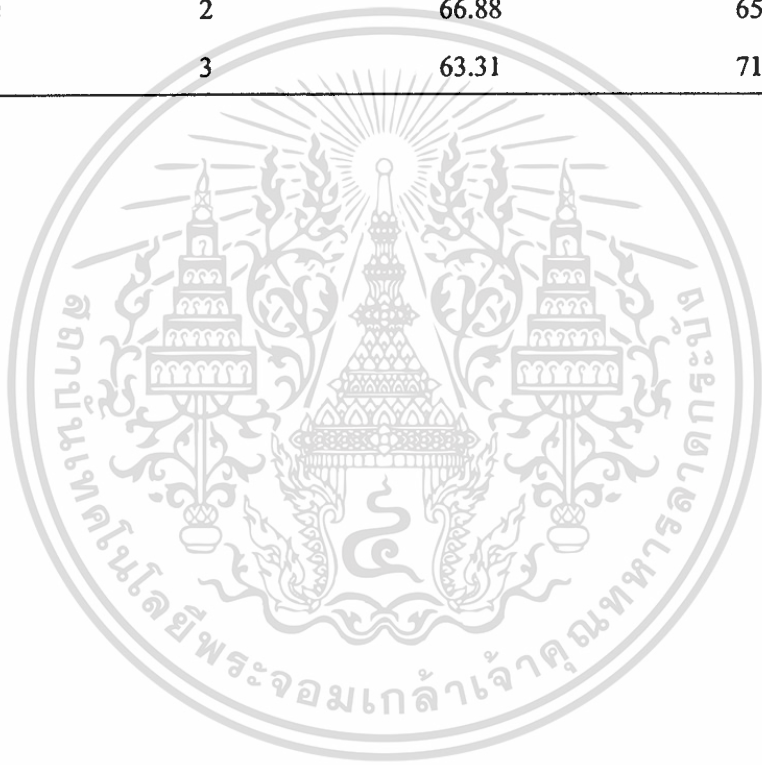
ผลการตรวจวัดสี แสดงให้เห็นว่า การใช้สารละลายกรดแลกติกทั้งสามระดับความเข้มข้น ให้ค่าความเข้มข้นของสีเนื้ออยู่ในเกณฑ์ของเนื้อปรกติ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 55 - < 70 โดยพบว่าความเข้มข้นของสีเนื้อจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 3 % (v/v) เท่ากับ 67.10, 66.88, 63.31 ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของสีเนื้อจากโรงฆ่าไม่มาตรฐาน เท่ากับ 66.75, 65.38, 71.25 ตามลำดับ

ผลจากการตรวจวัดสีโดยใช้เครื่องมือ เป็นการตรวจวัดความเข้มข้นของสีเนื้อที่อยู่ภายในก้อนเนื้อ แต่จากการใช้สารละลายกรดแลกติกในการฉีดพ่นลงบนซาก พบว่าสีของกล้ามเนื้อสะโพก *M. semimembranosus* ที่บริเวณพื้นผิวที่สัมผัสกับบรรยากาศภายนอกมีสีซีดลงเล็กน้อยเมื่อพิจารณาด้วยสายตาโดยเฉพาะเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของการใช้สารละลายกรดแลกติก แต่พบว่าสีจะกลับคืนสู่สภาพปรกติ เมื่อซากถูกผ่านเข้าสู่กระบวนการลดอุณหภูมิซากในเวลาต่อมา

ตารางที่ 23

แสดงค่าความเข้มของสีเนื้อจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่ผ่านการฉีดพ่น
ด้วยสารละลายกรดแลกติก

สารละลาย	ความเข้มข้น % (v/v)	Goefo value	
		โรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน	โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน
กรดแลกติก	1	67.10	66.75
	2	66.88	65.38
	3	63.31	71.25



อิทธิพลของสารละลายคลอรีนต่อค่าความเข้มของสีในกล้ามเนื้อ

การตรวจวัดค่าความเข้มสีของเนื้อในกล้ามเนื้อสะโพก *M. semimembranosus* ที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีน ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่มาตรฐาน และถูกนำมาเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 0-4 °C จนครบ 24 ชั่วโมง นับตั้งแต่เวลาสัตว์ถูกฆ่า โดยการวัดค่า Goefo โดยใช้เครื่อง Goefo meter ซึ่งผลการทดลองแสดงในตารางที่ 24

ผลการตรวจวัดสี แสดงให้เห็นว่า การใช้สารละลายคลอรีนฉีดพ่นบนเนื้อที่ผ่านขบวนการฆ่าจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานทั้งสามระดับความเข้มข้น ให้ค่าความเข้มของสีเนื้ออยู่ในเกณฑ์ของเนื้อปกติ ซึ่งมีค่าไม่เกิน 74.9 และไม่ต่ำกว่า 52.0 โดยพบว่าความเข้มของสีเนื้อจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ที่ระดับความเข้มข้น 20, 40 และ 60 ppm เท่ากับ 62.58, 62.06, 63.63 ตามลำดับ ส่วนความเข้มของสีเนื้อจากโรงฆ่าไม่มาตรฐาน เท่ากับ 69.75, 68.63, 71.13 ตามลำดับ ซึ่งแสดงค่าความเข้มของสีเนื้อที่มีแนวโน้มที่จะเกิด DFD

ผลจากการตรวจวัดสีโดยใช้เครื่องมือ เป็นการตรวจวัดความเข้มของสีเนื้อที่อยู่ภายใน ซึ่งผลจากการใช้สารละลายคลอรีนทุกระดับความเข้มข้นในการฉีดพ่นลงบนซากเมื่อพิจารณาด้วยสายตา พบว่าสีของกล้ามเนื้อสะโพก *M. semimembranosus* ที่บริเวณพื้นผิวเนื้อที่สัมผัสกับบรรยากาศภายนอกไม่มีผลทำให้สีของผิวเนื้อเปลี่ยนแปลงไป เมื่อพิจารณาด้วยสายตา

ตารางที่ 24
แสดงค่าความเข้มข้นของสีเนื่องจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและ โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานที่ผ่านการฉีดยา
ด้วยสารละลายคลอรีน

สารละลาย	ความเข้มข้น % (v/v)	Goefo value	
		โรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน	โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน
คลอรีน	1	62.58	69.75
	2	62.06	68.63
	3	63.63	71.13



การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus*

ตัวอย่างเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหารที่มีสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 0,1,2 และ 3 %(v/v) ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 7.31, 3.72, 3.30 และ 3.10 ตามลำดับเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 °C เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5, 24 และ 48 ชั่วโมง นำมาตรวจนับจำนวนเชื้อดังกล่าว โดยวิธี total plate count ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อดังกล่าว และอิทธิพลของระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อ (contact time) ต่อจำนวนเชื้อดังกล่าว

อิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวน *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus*

จากผลการทดลองในตารางที่ 25 พบว่าสารละลายกรดแลกติกมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* แต่เมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้นพบว่า ไม่สามารถลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหารได้โดยจำนวนเชื้อดังกล่าวในหลอดอาหารที่เติมสารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 1, 2 และ 3%(v/v) มีค่า 8.16, 8.10 และ 8.01 log CFU /มล. ตามลำดับ ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหารที่ไม่เติมสารละลายกรดแลกติกซึ่งมีค่า 8.45 log CFU/กรัม พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 25

ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อจำนวนเชื้อ

Staphylococcus aureus

สารละลาย	ความเข้มข้น (% v/v)	จำนวนเชื้อ (log CFU /กรัม)
		<i>Staphylococcus aureus</i>
กรดแลกติก	0	8.45 ^ก
	1	8.16 ^ข
	2	8.10 ^ข
	3	8.01 ^ข

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ND หมายถึง ตรวจไม่พบ

อิทธิพลของระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อ (contact time) ต่อจำนวนเชื้อ*Staphylococcus aureus*

จากผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อมีอิทธิพลต่อจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยเมื่อกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อเป็นเวลานานขึ้น โดยพบว่าจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* มีแนวโน้มลดลงโดยในช่วงเวลาที่ 24 และ 48 ที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อ ซึ่งการลดลงของจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* เนื่องจากระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อ *Staphylococcus aureus* นั่นคือในช่วงเวลาที่ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มีจำนวนเชื้อ 8.42, 8.27, 8.23, 8.30, 8.17 และ 8.26 log CFU/มล. ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ช่วงเวลาที่ 24 และ 48 มีจำนวนเชื้อ 7.94 และ 7.85 log CFU /มล. พบว่าจำนวนเชื้อลดลงจากช่วงเวลาดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26

แสดงอิทธิพลของระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อต่อจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อ (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> log CFU/กรัม
0	8.42 ⁿ
1	8.27 ⁿ
2	8.23 ⁿ
3	8.30 ⁿ
4	8.17 ⁿ
5	8.26 ⁿ
24	7.94 ^ข
48	7.85 ^ข

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวดังแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01)

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby*

จากตารางที่ 27 พบว่า เมื่อความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้น จะมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ได้มากขึ้น โดยที่ระดับความเข้มข้น 3%(v/v) จะตรวจไม่พบเชื้อดังกล่าวตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2% (v/v) พบว่าระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อ *Salmonella derby* เป็นเวลานานขึ้น พบแนวโน้มการลดลงของเชื้อมากขึ้น และ ที่ชั่วโมงที่ 48 ของความเข้มข้น 1 %(v/v)จะไม่สามารถตรวจพบเชื้อดังกล่าวได้ ในขณะที่ระดับความเข้มข้น 2 %(v/v) ตรวจไม่พบเชื้อดังกล่าวตั้งแต่ชั่วโมงที่ 24 และ 48

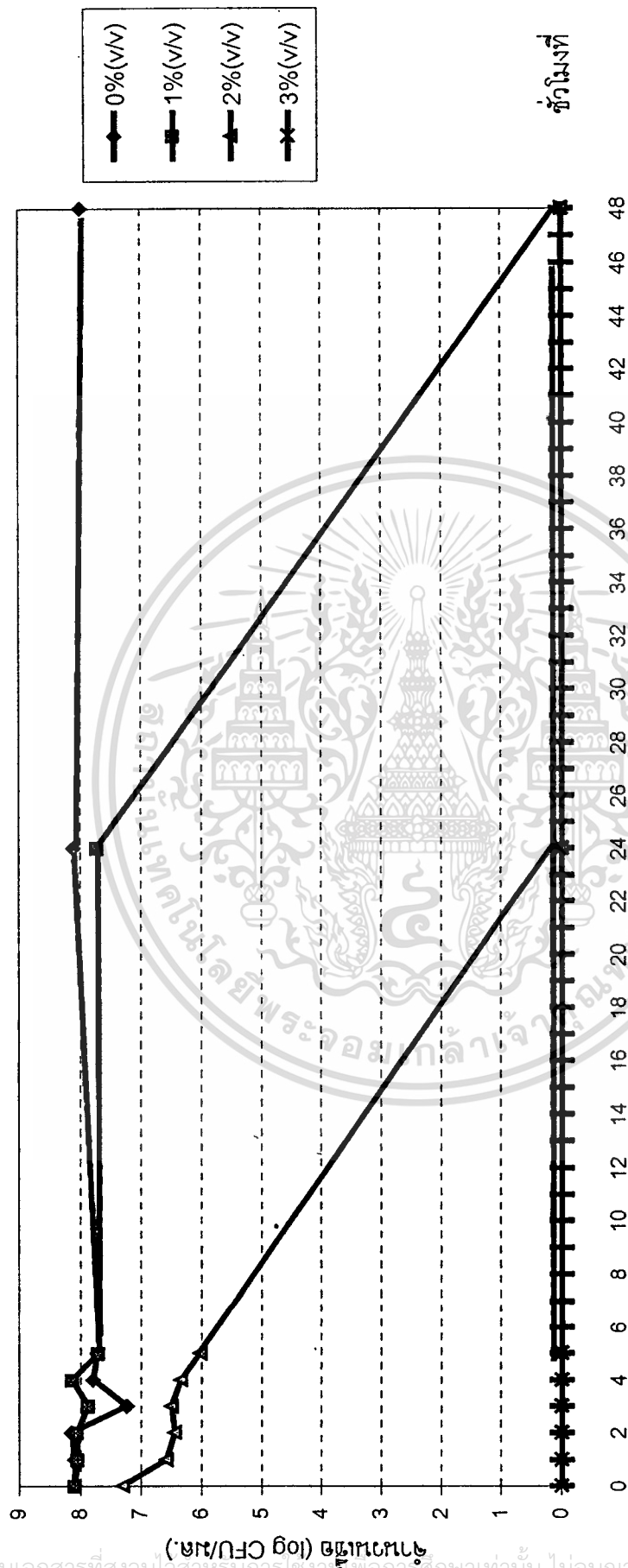
ตารางที่ 27

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby*

ระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อ(ชม.)	จำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i> (log CFU/มล.)ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติก (%v/v)			
	0	1	2	3
0	8.11	8.10	7.30	ND
1	8.10	8.05	6.58	ND
2	8.15	8.06	6.45	ND
3	7.24	7.88	6.50	ND
4	7.80	8.14	6.35	ND
5	7.73	7.71	6.03	ND
24	8.12	7.73	ND	ND
48	7.99	ND	ND	ND

ND หมายถึง ตรวจไม่พบ

ภาพที่ 7



ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดแลคติกและระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อ ในการลดจำนวนเชื้อ

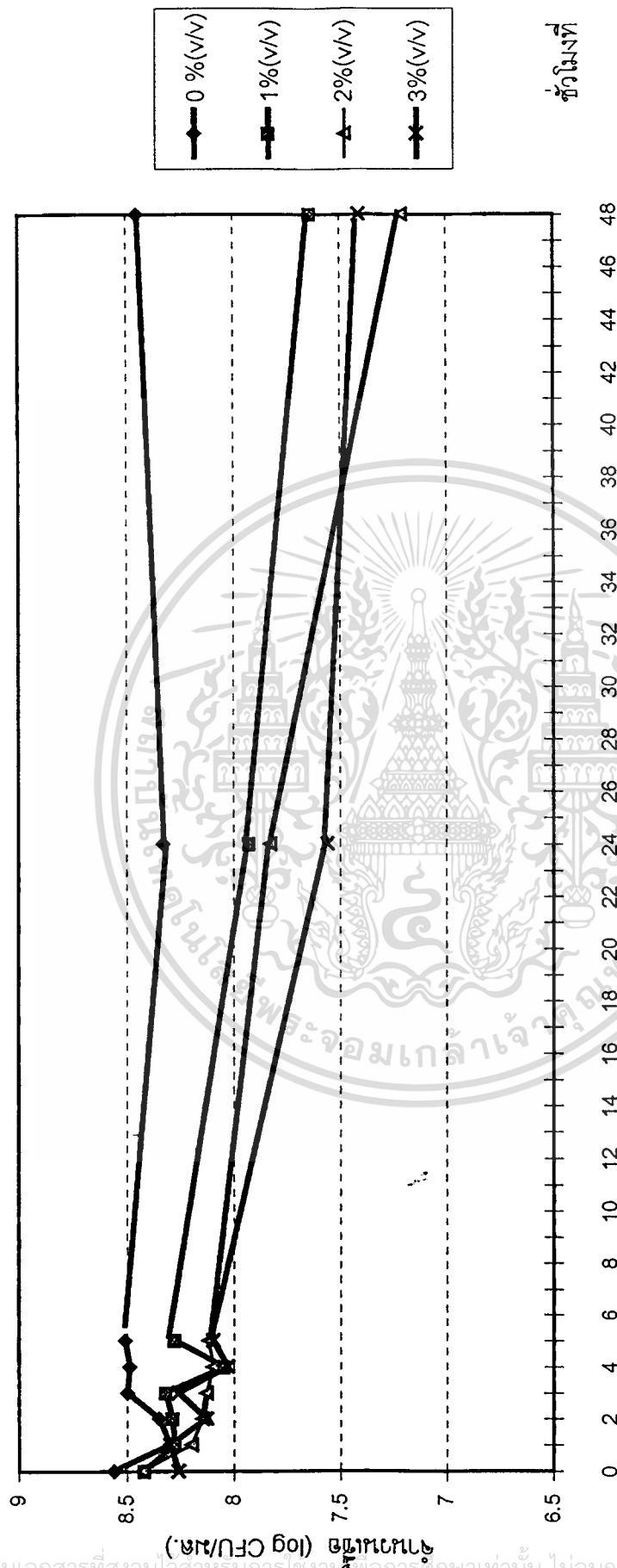
Salmonella derby

ความสัมพันธ์ระหว่างสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในแต่ละช่วงเวลา

จากภาพที่ 8 พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกทั้ง 3 ความเข้มข้น ไม่มีผลในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหาร แต่ระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อนานขึ้น จำนวนเชื้อดังกล่าวในหลอดอาหารมีแนวโน้มลดลงมากขึ้นในช่วงโมเมนต์ที่ 24 และ 48 ซึ่งพบว่าเชื้อ *Staphylococcus aureus* ลดลงมากกว่าจำนวนเชื้อในช่วงโมเมนต์ 0 ถึง 5



ภาพที่ 8



ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารละลายยากรดแลคติกและระยะเวลาที่สารละลายยากรดแลคติกสัมผัส กับเชื้อ ต่อการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus*

การทดลองที่ 4 ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายคลอรีนต่อจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus*

ตัวอย่างเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหารที่มีสารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 0, 20, 40 และ 60 ppm ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 7.33, 7.24, 7.27 และ 7.30 ตามลำดับ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 °C ที่เวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5, 24 และ 48 ชั่วโมง นำมาตรวจนับจำนวนเชื้อดังกล่าว ตามเวลาดังกล่าวโดยวิธี total plate count ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการความเข้มข้นสารละลายคลอรีนในการลดจำนวนเชื้อดังกล่าว และอิทธิพลของระยะเวลาที่คลอรีนสัมผัสกับเชื้อ (contact time) ต่อจำนวนเชื้อดังกล่าวข้างต้น

อิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายคลอรีนต่อจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus*

ผลจากการทดลองในตารางที่ 28 พบว่าสารละลายคลอรีนมีสามารถในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ซึ่งเมื่อความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนเพิ่มขึ้น จะพบการลดลงของเชื้อดังกล่าวในหลอดอาหารมากขึ้น โดยจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ในหลอดอาหารที่ไม่ได้เติมสารละลายคลอรีนมีจำนวน 8.12 log CFU/มล. ในขณะที่จำนวนเชื้อดังกล่าวในหลอดอาหารที่เติมสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 20, 40 และ 60 ppm มีจำนวนเชื้อ 8.03, 7.88 และ 7.89 log CFU/มล ตามลำดับ และพบการลดลงของเชื้อดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ที่ระดับความเข้มข้น 40 และ 60 ppm เท่านั้น ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm พบว่าจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ในหลอดอาหาร ไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่ไม่ได้เติมสารละลายคลอรีนในหลอดอาหาร ในการทดสอบประสิทธิภาพของสารละลายคลอรีนต่อการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* พบว่าสารละลายคลอรีนไม่มีผลในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยจำนวนเชื้อดังกล่าวในหลอดอาหารที่ไม่ได้เติมสารละลายคลอรีน ซึ่งมีความเข้มข้น 0 ppm มีจำนวนเชื้อ 8.50 log CFU/มล. ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหารที่เติมสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้น 20, 40 และ 60 ppm. โดยมีจำนวนเชื้อ 8.56, 8.57, 8.57 log CFU /มล. ตามลำดับ

ตารางที่ 28

ประสิทธิภาพของสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อจำนวนเชื้อ

Salmonella derby และ *Staphylococcus aureus*

สารละลาย	ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนเชื้อ (log CFU/กรัม)	
		<i>Salmonella derby</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
คลอรีน	0	8.12 ⁿ	8.50
	20	8.03 ⁿ	8.56
	40	7.88 ^u	8.57
	60	7.89 ^u	8.57

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวดังแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)อิทธิพลของระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อ (contact time) ต่อจำนวนเชื้อ

จากตารางที่ 29 ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อ *Salmonella derby* นานขึ้นสามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ในหลอดอาหารได้มากขึ้นและพบการลดลงของจำนวนเชื้อดังกล่าวมากที่สุดเมื่อสารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อนาน 48 ชั่วโมง โดยจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ในหลอดอาหารเมื่อสารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อดังกล่าวเป็นเวลา 0-5 ชั่วโมง ไม่พบการลดลงของเชื้อ *Salmonella derby* ซึ่งมีจำนวนเชื้อ 8.14, 8.12, 8.03, 8.08, 8.05 และ 7.96 log CFU/มล. ตามลำดับ แต่เมื่อสารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อนาน 24 ชั่วโมงขึ้นไป กลับพบว่าเชื้อ *Salmonella derby* ในหลอดอาหารลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยมีจำนวน 7.80 log CFU/มล. และเมื่อสารละลายดังกล่าวสัมผัสกับกับเชื้อ *Salmonella derby* เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง พบว่าเชื้อ *Salmonella derby* ในหลอดอาหารลดลงมากที่สุด โดยมีจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* จำนวน 7.46 log CFU/มล. และพบการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) เช่นกัน ในทางตรงกันข้ามเมื่อระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อ *Staphylococcus aureus* นานขึ้นกลับพบว่าเชื้อดังกล่าว ไม่มีผลในการลดของจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* แต่อย่างใด โดยจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหารเมื่อ

สารละลายสัมผัสเชื้อดังกล่าว เป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4,5, 24 และ 48 ชั่วโมง มีจำนวน8.51, 8.53, 8.61, 8.55, 8.46, 8.60, 8.49 และ 8.61 log CFU/มล. ตามลำดับ

ตารางที่ 29
แสดงอิทธิพลของระยะเวลาที่คลอรีนสัมผัสกับเชื้อต่อจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus*

ระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อ (ชั่วโมง)	จำนวนเชื้อ log CFU/มล.	
	<i>Salmonella derby</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
0	8.14 ⁿ	8.51
1	8.12 ⁿ	8.53
2	8.03 ⁿ	8.61
3	8.08 ⁿ	8.55
4	8.05 ⁿ	8.46
5	7.96 ⁿ	8.60
24	7.80 ^ข	8.49
48	7.46 ⁿ	8.61

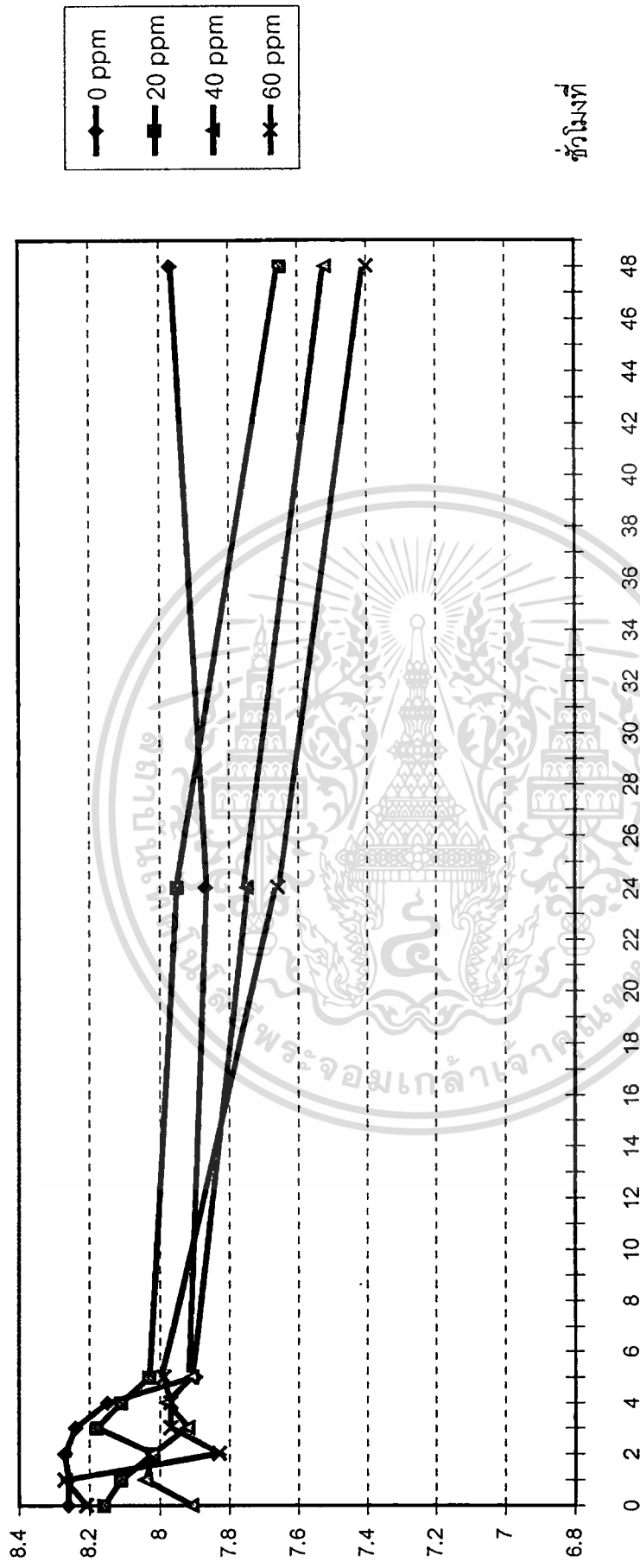
ก , ข และ ค อักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01)

ความสัมพันธ์ของสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby*

จากภาพที่ 9 แสดงให้เห็นว่า เมื่อสารละลายคลอรีนทุกระดับความเข้มข้นสัมผัสกับเชื่อนานขึ้น สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ในหลอดอาหารได้มากขึ้น และมีแนวโน้มในการลดจำนวนเชื้อดังกล่าวลงมากที่สุดในช่วงโม่งที่ 48



ภาพที่ 9



ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารละลายคลอรีนและระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella*

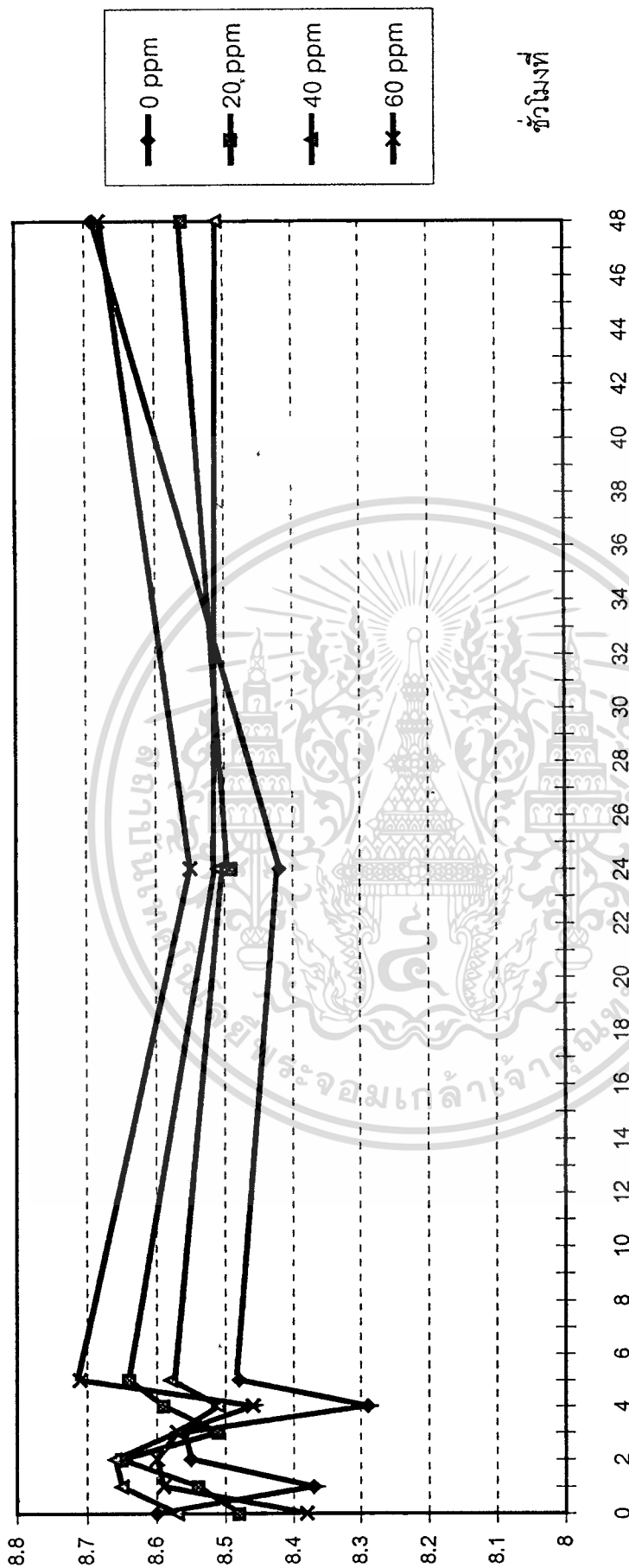
derby

ความสัมพันธ์ของสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในแต่ละช่วงเวลา

จากภาพที่ 10 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความเข้มข้นสารละลายคลอรีน ไม่มีผลในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* และเมื่อระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อดังกล่าวในหลอดอาหารนานขึ้น พบว่าไม่มีผลในการลดจำนวนเชื้อดังกล่าวเช่นกัน ผลการทดลองแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10



อิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นสารละลายคลอรีนและระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ
Staphylococcus aureus

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

การใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีนในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

ผลการศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร พบว่า สารละลายกรดแลกติกเมื่อระดับความเข้มข้นสูงขึ้น มีแนวโน้มในการลดจำนวนจุลินทรีย์มากขึ้น โดยพบการลดลงมากที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 3 % (v/v) ซึ่งผลการทดลองมีแนวโน้มไปในแนวเดียวกับ Smulders และคณะ (1986) ซึ่งรายงานว่า เมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่า pH ลดต่ำลง สามารถยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้มากกว่าการใช้กรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่ำ ภายหลังจากฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกและทำการเก็บเนื้อไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง พบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก ทั้งนี้การลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ดังกล่าว อาจเนื่องมาจากผิวซากที่แห้งเนื่องจากการลดอุณหภูมิซากในห้องเย็น และอาจเนื่องมาจากช่วง lag phase ของจุลินทรีย์ที่ถูกทำลายเนื่องจากกรดแลกติก ทำให้การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ช้าลง โดยผลการทดลองมีแนวโน้มไปในทางเดียวกับ Prasai และคณะ (1992) ซึ่งใช้สารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 1% (v/v) ทำการฉีดพ่นบนซากสุกรภายหลังจากเอาเครื่องในออก ทำการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ หลังฉีดพ่นสารละลาย 0 ชั่วโมงและหลังฉีดพ่นสารละลาย 48 ชั่วโมง พบมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ (aerobic plate count) ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกที่ 0 ชั่วโมง มีค่า 2.9 log CFU/ ตารางเซนติเมตร ในชั่วโมงที่ 0 พบจำนวนของจุลินทรีย์ หลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 2.1 log CFU/ตารางเซนติเมตร ในขณะที่พบจำนวนจุลินทรีย์ก่อนฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 2.3 log CFU/ตารางเซนติเมตร และหลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง พบจำนวนจุลินทรีย์ 2.1 log CFU/ตารางเซนติเมตร ซึ่งการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

นอกจากนี้ผลการทดลองยังสอดคล้องกับรายงานของ Cudjoe (1988) ได้ศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1 % (v/v) ฉีดพ่นลงบนซากโค แล้วทำการวิเคราะห์หา

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่อุณหภูมิการเก็บ 4, 15 และ 20 °C พบว่าภายหลังการฉีดพ่นสารละลาย กรดแลกติกสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้ทุกอุณหภูมิ และยังพบว่าอายุการเก็บรักษาตัวอย่าง เพิ่มขึ้นอย่างน้อย 3 วันเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C และ 1 วัน เมื่อเก็บเนื้อไว้ที่อุณหภูมิ 15 และ 20 °C

ส่วนการใช้สารละลายคลอรีนในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรพบว่าสารละลาย คลอรีนทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น ไม่พบความแตกต่างของจำนวนจุลินทรีย์ โดยความเข้มข้นที่เพิ่ม ขึ้น ไม่สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร ผลการทดลองเป็นไปในแนวเดียวกับการทดลอง ของ Stevenson และคณะ (1978) ซึ่งรายงานว่าการใช้สารประกอบคลอรีนในรูปโซเดียมไฮโป คลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm ทำการฉีดพ่นลงบนซากโค ทำการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ใน วันที่ 0, 1, 2 และ 8 พบว่าภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน จำนวนจุลินทรีย์บนซากโคลดลง เพียงเล็กน้อย ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยซากที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารละลายคลอรีนมีจำนวน จุลินทรีย์ 2.5, 1.93, 1.54, และ 1.77 log CFU/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ภายหลังการฉีดพ่น คลอรีนตามเวลาที่กำหนดพบจำนวนเชื้อ 2.86, 1.75, 0.87 และ 0.90 log CFU/ตารางเซนติเมตร

จากผลการทดลองนี้อาจอธิบายได้ว่า บนผิวซากสุกรนั้นมีจุลินทรีย์ปะปนอยู่หลายชนิด ซึ่ง เชื้อแต่ละชนิดมีความทนต่อสารละลายคลอรีนได้แตกต่างกัน นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญที่ทำให้สาร ละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ไม่สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรได้เนื่อง จากความสามารถในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ขึ้นอยู่กับจำนวนคลอรีนอิสระ (free residue chlorine) ซึ่งก็คือคลอรีนที่มีอยู่ในน้ำในรูปของไฮโปคลอไรต์ (HOCl) และฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ของ คลอรีน อยู่ที่กรดไฮโปคลอไรต์ (HOCl) โดยกรดดังกล่าวมีความสามารถซึมผ่านผนังเซลล์ของ จุลินทรีย์ได้ง่าย และเข้าทำปฏิกิริยากับสารประกอบไนโตรเจน ในไซโตพลาสซึมของเซลล์กลายเป็น N-Cl bonds โดยจับกับโปรตีนภายในเซลล์ และทำปฏิกิริยากับ Sulhydryl group ซึ่งเป็น Coenzyme ที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ Adenosine Triphosphate (ATP) ซึ่งจำเป็นในการ หายใจของเซลล์ ทำให้จุลินทรีย์ตายได้ (บุญเพ็งและสมพันธุ์, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์)

เมื่อเติมคลอรีนลงในน้ำ คลอรีนจะทำปฏิกิริยากับพวกสารอินทรีย์ และสารแขวนลอย ต่างๆที่ปะปนในน้ำอย่างสมบูรณ์ก่อน จึงจะเหลือส่วนของคลอรีนอิสระ ซึ่งจะเป็นส่วนที่ทำ ปฏิกิริยากับเชื้อจุลินทรีย์ ถ้าไม่มีคลอรีนอิสระเหลือ การฆ่าเชื้อจะไม่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยัง พบได้อีกว่า สารแขวนลอย(suspension) จะห่อหุ้มเชื้อไว้ ทำให้คลอรีนไม่สามารถเข้าไปทำ ปฏิกิริยาได้

ในการทดลองครั้งนี้ไม่ได้ทำการวัดคลอรีนอิสระ เนื่องจากต้องการกำหนดว่าความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลอง มีผลในการลดจำนวนเชื้อดังกล่าวหรือไม่ โดยไม่คำนึงถึงว่าจะมีคลอรีนอิสระเหลืออยู่เท่าไร ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การที่สารละลายคลอรีนไม่มีผลในการทำลายจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร เนื่องมาจากสารละลายคลอรีนที่ทุกระดับความเข้มข้นในการทดลอง มีจำนวนคลอรีนอิสระไม่มากพอในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว เพราะคลอรีนบางส่วนจะไปทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์บนผิวซากสุกร

ภายหลังจากการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนบนซากสุกรและทำการเก็บเนื้อไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง พบแนวโน้มการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ภายหลังจากการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 48 ชั่วโมง กลับพบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ แม้ว่าความแตกต่างจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรภายหลังจากการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 5 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากสารละลายคลอรีนจะเกิดการสลายตัวเมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้น Kotula และคณะ (1974) ซึ่งได้ใช้สารละลายคลอรีนในรูป โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm ทำการฉีดพ่นลงบนซากโค ทำการวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ก่อนฉีดพ่นสารละลายคลอรีน และหลังฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 45 นาที และ 24 ชั่วโมง โดยเก็บซากไว้ที่อุณหภูมิ 1° ซ พบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 2 ช่วงเวลา โดยจำนวนจุลินทรีย์ก่อนฉีดพ่นสารละลายคลอรีน เท่ากับ 3,000 โคโลนี /ตารางเซนติเมตร และจำนวนเชื้อหลังฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 45 นาที เท่ากับ 100 โคโลนี /ตารางเซนติเมตร และจำนวนเชื้อหลังฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 24 ชั่วโมง เท่ากับ 27 โคโลนี /ตารางเซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าสารละลายคลอรีนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ในช่วงเวลาภายหลังจากการฉีดพ่นสารละลายไม่นาน เมื่อเวลาผ่านไปพบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ลดน้อยลง และจากผลการทดลองที่ 2 พบว่า การลดลงของจำนวนเชื้อหลังฉีดพ่นสารละลายคลอรีนบนซากสุกร ไม่ชัดเจนเหมือนการทดลองของ Kotula และคณะ (1974) เนื่องจากการทดลองของ Kotula และคณะ (1974) ใช้ความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนสูงถึง 200 ppm ดังนั้นจึงมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อได้ดีกว่า ในการใช้สารละลายคลอรีนในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร ไม่ควรเก็บซากไว้เกิน 48 ชั่วโมง ซึ่งที่เวลาดังกล่าวพบว่าจำนวนจุลินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

อิทธิพลของมาตรฐานโรงฆ่าสัตว์ต่อจำนวนจุลินทรีย์

จากการทดลองที่ 1 พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างโรงฆ่าและระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกร ภายหลังจากการฉีดพ่นสารละลาย กล่าวคือ ภายหลังจากการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง พบแนวโน้มการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกร โดยจากตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่ามาตรฐาน พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ภายหลังจากการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ จำนวนจุลินทรีย์ภายหลังจากการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ในขณะที่โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน พบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรค่อนข้างชัดเจนกว่าโรงฆ่ามาตรฐาน โดยพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ภายหลังจากการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง ลดลงมากที่สุด ผลดังกล่าวอาจอธิบายได้ว่า ในขบวนการฆ่าสัตว์ในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน ในขั้นตอนการฆ่าหรือแทงคอ อุปกรณ์ที่ใช้ไม่ได้รับการทำความสะอาด และกระทำบริเวณพื้นคอกพักสัตว์ ซึ่งมีมูลสัตว์ปะปนอยู่ทั่วไป ในบริเวณดังกล่าว และยังพบว่าในขบวนการผ่าซากเพื่อเอาเครื่องในออก ขั้นตอนการแบ่งซากกระทำบนพื้นบริเวณเดียวกับขบวนการล้างเครื่องใน เป็นแหล่งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่สำคัญ โดยเฉพาะเชื้อ *Salmonella spp.* และ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นเชื้อทั่วไปที่พบในอาหาร น้ำ และอุจจาระ Pearson และ Dutson (1990) รายงานว่า มักพบการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus spp.* ในอุปกรณ์และมือของผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย แต่เนื่องจากเชื้อทั้ง 2 ชนิดถูกทำลายได้ง่ายด้วยกรด ดังนั้นที่ภายหลังจากการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกบนซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน จึงพบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ค่อนข้างชัดเจน สามารถอธิบายได้ว่า ซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน น่าจะมีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella spp.* และ *Staphylococcus aureus* ในปริมาณที่สูงกว่าโรงฆ่ามาตรฐาน และเชื่อดังกล่าวถูกทำลายโดยสารละลายกรดแลกติก ดังนั้นประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าไม่มาตรฐานจึงดีกว่าจากโรงฆ่ามาตรฐาน

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ระหว่างโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรในตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน มีสูงกว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเนื่องมาจากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานมีขบวนการฆ่าที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ขบวนการฆ่าทุกขั้นตอนกระทำบนพื้น ในขบวนการเอาเลือดออกมีการเปิดแผลที่กว้างทำให้จุลินทรีย์เข้าไปในบาดแผลบริเวณดังกล่าวได้มาก นอกจากนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการลอกซาก พบว่าถึงน้ำร้อน ไม่มีการล้างทำความสะอาด ทำให้มีโอกาสเกิดการสะสมสิ่งสกปรกไว้ จุลินทรีย์พวกที่ทนต่อความร้อนมีโอกาสปนเปื้อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากขึ้น การเอาเครื่องในออก การแบ่งซากกระทำงานพื้นบริเวณเดียวกันกับที่ล้างเครื่องใน ทำให้อุจจาระและสิ่งสกปรกมีโอกาสปนเปื้อนมายังซากได้มาก การล้างซากใช้จำนวนน้ำเพียงเล็กน้อย สิ่งสกปรกไม่สามารถหลุดออกได้หมด ในขณะที่โรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน มีขบวนการฆ่าและทำความสะอาดที่ถูกสุขลักษณะตามมาตรฐานสากลทำให้เกิดการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกมายังซากได้น้อย เมื่อพิจารณาจากสภาพความเป็นจริง ที่โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานมีความแตกต่างทางด้านสุขาภิบาลอย่างมากกับโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

จะเห็นว่าสุกรที่ได้ทำการฆ่าภายในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน ภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่า จะถูกนำไปจำหน่ายทันที โดยไม่ผ่านการแช่เย็น อุณหภูมิทั่วไปของอากาศภายในบ้านเรานั้นเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม แก่การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ จึงมีโอกาที่เชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวน และเจริญเติบโตได้มากกว่าโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ในขณะที่ซากสุกรหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่าจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานจะถูกลำเลียงเข้าห้องเย็นทันที ทำให้จุลินทรีย์ชะลอการเจริญเติบโต โอกาที่เชื้อจะเพิ่มจำนวนก็น้อยลง แต่ทั้งนี้ทั้งสองโรงฆ่าพบว่า จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นบนผิวซากสุกรมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กรมปศุสัตว์ตั้งไว้ คือ $5.70 \log \text{ CFU/กรัม}$ และเหตุผลที่จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นสารละลาย กระทำทันทีภายหลังขบวนการฆ่าซาก โดยไม่ปล่อยให้ซากถูกแขวนในโรงฆ่าเป็นเวลานาน ดังเช่นปฏิบัติกันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและคลอรีนต่อค่าความเป็นกรดค้างของเนื้อ

จากการตรวจสอบค่า pH และการตรวจสอบการลดลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกและคลอรีนทุกระดับความเข้มข้น ไม่พบการลดลงของค่า pH อย่างรวดเร็วผิดปกติ ที่จะทำให้นเนื้อเกิดความผิดปกติ แสดงให้เห็นว่า สารละลายกรดแลกติก ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรด และสารละลายคลอรีน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่างที่ฉีดพ่นลงบนผิวซากสุกร ไม่ถูกดูดซึมเข้าไปในเนื้อ ทั้งนี้เพราะการตรวจวัดค่า pH ในกล้ามเนื้อได้กระทำการวัดที่บริเวณภายนอกเนื้อ ซึ่งสารละลายทั้งสองไม่สามารถซึมลงไป การกระจายของสารละลายคงอยู่ที่บริเวณพื้นผิวเนื้อบนซากนั่นเอง

อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและคลอรีนต่อค่าความเข้มของสีเนื้อ

ค่าความเข้มของสีเนื้อที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกและคลอรีน ทั้ง 2 โรงฆ่า คือ โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานสากล โดย Bendall และ Swatland (1988) รายงานว่า เนื้อปกติจะมีค่าความเข้มของสีเนื้อที่วัดโดยเครื่องมือ Goefo-meter ภายหลังสัปดาห์ 45 นาที - 1 ชั่วโมง มีค่า 66.1 และลักษณะของเนื้อที่เป็น DFD อย่างรุนแรงจะมีค่าความเข้มของสีเนื้อ 74.9 ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ลักษณะของสีเนื้อ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 62.06-71.13 จะมีค่าค่อนข้างปกติ แต่มีข้อสังเกตว่า ภายหลังการฉีดพ่นซากสุกรด้วยสารละลายกรดแลกติก สามารถพิจารณาด้วยสายตาว่าเนื้อมีสีซีดลง แต่พบว่าสีกลับคืนสู่สภาพปกติเมื่อซากถูกผ่านเข้าสู่ขบวนการลดอุณหภูมิในเวลาต่อมา ดังนั้นจะเห็นว่าสามารถใช้สารละลายกรดแลกติกได้ถึงระดับความเข้มข้น 3%(v/v) ซึ่งจะไม่พบความผิดปกติของสีเนื้อ

การใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีนในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus*

เมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้น จะพบว่าระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อในการทำลายเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* จะสั้นลง โดยเฉพาะเชื้อ *Salmonella derby* พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 1 % (v/v) สามารถทำลายเชื้อ *Salmonella derby* ได้อย่างสมบูรณ์เมื่อสารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อเป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง และ ที่ระดับความเข้มข้น 2 % (v/v) สามารถทำลายเชื้อ *Salmonella derby* ได้อย่างสมบูรณ์เมื่อสารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 3 % (v/v) พบว่าสามารถทำลายเชื้ออย่างสมบูรณ์ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 ในขณะที่เชื้อ *Staphylococcus aureus* ก็พบแนวโน้มการลดลงเช่นเดียวกัน แต่พบการลดลงน้อยกว่าเชื้อ *Salmonella derby* ซึ่ง Woolthuis และ Smulders (1985) อธิบายไว้ว่า ผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์จะแปรผันตรงกับระดับความเข้มข้นของกรด และยังพบว่าผลการทดลองมีแนวโน้มไปในทางเดียวกับ Epling และคณะ (1992) ซึ่งได้ใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (v/v) ทำการฉีดพ่นลงบนซากสุกรพบการลดลงของเชื้อ *Salmonella spp.* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการทดลองยังสอดคล้องกับรายงานของ Ziauddin และคณะ (1993) เมื่อใช้สารละลายกรดแลกติก 2%(v/v) สัมผัสกับ *Salmonella newport* และ *Staphylococcus aureus* นานกว่า 12 ชั่วโมง โดยมีเชื้อเริ่มต้น 6 log CFU/ml พบว่าสามารถ

ทำลายเชื้อทั้ง 2 ชนิด อย่างสมบูรณ์ จากผลการทดลองดังกล่าวอธิบายได้ว่า ระยะเวลาที่กรดล้มผัสกับเชื้อนานขึ้น จะสามารถทำลายเชื้อ *Salmonella derby* ได้มากขึ้น เนื่องจากเชื้อนี้ไวต่อสภาพความเป็นกรดมาก โดยปกติเชื้อนี้จะเจริญเติบโตได้ดีที่ pH ประมาณ 6.5-7.5 ซึ่ง Woolthuis และ Smulders (1985) อธิบายไว้ว่า กรดจะไปทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยทำให้ค่า pH ลดต่ำลง ซึ่งเป็นการขยายช่วง lag phase ออกไป นอกจากนี้ Adam และ Hall (1988) ก็ได้เสนอกลไกเสริมเกี่ยวกับการที่กรดแตกตึกในสภาพที่ไม่แตกตัวเข้าสู่ plasma membrane ของแบคทีเรียแล้ว จะเข้าไปแตกตัวและทำลายระบบขนถ่าย substrate molecule เข้าสู่เซลล์ ทำให้ metabolism ต่าง ๆ ของเซลล์ผิดปกติไป การแบ่งตัวจึงไม่เพิ่มขึ้น

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การใช้สารละลายกรดแตกตึก ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้น ระยะเวลาในการทำลายเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* จะสั้นลง

ส่วนการใช้สารละลายคลอรีนในการสัมผัสกับเชื้อในหลอดอาหารพบว่า จำนวนเชื้อ *Salmonella derby* มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนเพิ่มขึ้น และเมื่อระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อนานขึ้นก็พบว่า จำนวนเชื้อ *Salmonella derby* มีแนวโน้มลดลง ซึ่ง Concon (1988) รายงานว่า เชื้อ *Salmonella spp.* จะไม่เจริญในสภาพ pH ที่มีค่าค่อนข้างสูงหรือต่ำ สารละลายคลอรีนมีค่า pH ค่อนข้างเป็นด่าง ดังนั้นเชื้อ *Salmonella derby* จึงถูกทำลายโดยสารละลายคลอรีน ในทางตรงกันข้าม พบว่า สารละลายคลอรีนไม่มีผลในการทำลายเชื้อ *Staphylococcus aureus* ซึ่ง Concon (1988) รายงานว่า เชื้อดังกล่าวสามารถทนต่อสภาพความเป็นด่างได้ จึงไม่ถูกทำลายโดยสารละลายคลอรีน

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรนั้นพบว่า สารละลายกรดแลกติกมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ (total bacterial count) บนผิวซากสุกร โดยเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้น สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรได้มากขึ้น โดยพบการลดลงมากที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 3 % (v/v) และเมื่อทำการเก็บเนื้อที่ผ่านการฉีกพันด้วยสารละลายกรดแลกติกไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 °C เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรได้มากขึ้น โดยจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรลดลงมากที่สุด เมื่อเก็บเนื้อไว้นาน 48 ชั่วโมง นอกจากนี้การทดลองยังได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหาร (in vitro test) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร โดยพบว่าสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* และเมื่อระดับความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้น จำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ลดลงมากขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อ *Salmonella derby* นานขึ้น พบว่าจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ลดลงมากขึ้นโดยพบการลดลงของเชื้อดังกล่าวมากที่สุด เมื่อระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อ 48 ชั่วโมง ซึ่งระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อ *Salmonella derby* มีความสัมพันธ์กันกล่าวคือ เมื่อระดับความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้นระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อ *Salmonella derby* จะสั้นลง โดยที่ระดับความเข้มข้น 1% (v/v) พบการลดลงของเชื้อ *Salmonella derby* อย่างสมบูรณ์ เมื่อระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อนาน 48 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 2% (v/v) พบการลดลงของเชื้อ *Salmonella derby* อย่างสมบูรณ์ เมื่อระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อนาน 24 ชั่วโมง และที่ระดับความเข้มข้น 3% (v/v) พบการลดลงของเชื้อดังกล่าวอย่างสมบูรณ์ เมื่อระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0

ส่วนการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยใช้สารละลายกรดแลกติก พบว่าระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกทั้ง 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3% (v/v) จำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อดังกล่าวนานขึ้น พบแนวโน้มการลดลงของเชื้อ *Staphylococcus aureus* มากขึ้น โดยพบแนวโน้มการลดลงมากที่สุดเมื่อระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อดังกล่าวนาน 48 ชั่วโมง ดังนั้นกรดแลกติกจึงค่อนข้างมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกร ซึ่งระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้ควรจะเป็นระดับความเข้มข้นที่สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้มากที่สุด แต่ไม่มีผลทำให้คุณภาพของเนื้อเปลี่ยนแปลง จากผลการทดลองครั้งนี้ สรุปได้ว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการนำไปใช้ คือ 3% (v/v) ซึ่งควรได้มีการวิจัย เพื่อที่จะนำเอาผลการทดลองครั้งนี้ไปใช้ในการลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อไก่ เพื่อการส่งออกในโอกาสต่อไป

ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายคลอรีนในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร พบว่าภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน และทำการเก็บเนื้อไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง พบแนวโน้มการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์บนซากสุกรอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกร ก่อนฉีดพ่นสารละลายคลอรีน แต่เมื่อเก็บเนื้อที่ผ่านการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรอย่างเห็นได้ชัดเจน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรหลังฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 5 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนทั้ง 3 ระดับ คือ 20, 40 และ 60 ppm พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ดังนั้นผลจากการทดลองใช้สารละลายคลอรีนฉีดพ่นลงบนผิวซากสุกรในครั้งนี้ จึงไม่สามารถกล่าวได้ว่าความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนที่เพิ่มขึ้นมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์รวมได้มากขึ้น แต่จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารละลายคลอรีนในการลดจำนวน *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus* ในหลอดอาหารพบว่า สารละลายคลอรีนมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* เท่านั้น แต่ไม่มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยเมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนเพิ่มขึ้น พบแนวโน้มการลดลงของเชื้อ *Salmonella derby* มากขึ้น ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 40 และ 60 ppm พบการลดลงของจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อ *Salmonella derby* นานขึ้น มีแนวโน้มการลดลงของเชื้อ *Salmonella derby* มากขึ้น โดยพบการลดลงมากที่สุด และมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อดังกล่าวนาน 48 ชั่วโมง แต่การที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อ *Staphylococcus aureus* เป็นเวลานานขึ้นถึง 48 ชั่วโมง จะไม่พบแนวโน้มการลดลงของเชื้อดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง อาจกล่าวได้ว่าการนำสารละลายคลอรีนมาใช้เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกร ไม่ควรทำการเก็บเนื้อที่ผ่านการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนไว้นานเกิน 5 ชั่วโมง เนื่องจากพบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ภายหลังการเก็บไว้ที่ระยะเวลาดังกล่าว และในการทดสอบประสิทธิภาพของสารละลายคลอรีนที่กระทำกับซากสุกร พบว่าทั้ง 3 ระดับ ความเข้มข้น คือ 20, 40 และ 60 ppm จำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ในขณะที่การทดลองในหลอดอาหารพบว่า สารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นสามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ได้มากขึ้น ดังนั้นจึงสามารถระบุได้ว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการลดจำนวนจุลินทรีย์ควรจะเป็นเท่าใด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ปริมาณค่าคลอรีนอิสระ และข้อกำหนดของแต่ละประเทศ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นสารละลายคลอรีน น่าจะมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์มากยิ่งขึ้น

ในด้านมาตรฐานโรงฆ่า พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ที่พบบนเนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่ามาตรฐาน มีจำนวนน้อยกว่าโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานอย่างเห็นได้ชัดเจน ส่วนในด้านคุณภาพของเนื้อ ซึ่งในการทดลองนี้ทำการทดลองการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดต่าง และค่าความเข้มของสีเนื้อ พบว่า สารละลายกรดแลกติก และคลอรีนไม่มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อ และค่าความเข้มของสีเนื้อผิดปกติแต่อย่างใด

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการทดลองในครั้งนี้กล่าวได้ว่า สารละลายกรดแลกติกค่อนข้างมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร ทั้งนี้สามารถที่จะนำไปใช้ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้สารละลายคลอรีน นอกจากนี้ยังเป็นสารละลายที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพดังเช่นสารละลายคลอรีน ซึ่งมีรายงานว่าเป็สารที่ก่อให้เกิดมะเร็งได้ ทั้งนี้จากการทดลองใช้กับซากสุกร พบว่าสารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ค่อนข้างชัดเจน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* ซึ่งเป็นเชื้อที่มีความสำคัญอย่างมากที่จำเป็นต้องไม่ให้พบการปนเปื้อนอยู่บนเนื้อสัตว์ที่จะส่งออก และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ให้นานขึ้นถึง 48 ชั่วโมงหรืออาจจะมากกว่า 48 ชั่วโมง ที่การทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาที่เป็นได้ ดังนั้นจึงควรได้มีการทดลองครั้งต่อไปที่จะเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก การนำสารละลายคลอรีนมาใช้ในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร พบว่าภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนควรนำเนื้อมาใช้ทันที ไม่ควรเก็บไว้นาน เนื่องจากเมื่อเก็บเนื้อดังกล่าวไว้นานกว่า 5 ชั่วโมง จะพบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร แต่เนื่องจากการใช้สารละลายกรดแลกติกมีราคาค่อนข้างสูง ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น จึงเป็นข้อจำกัดและอาจเป็นปัญหาในการนำไปใช้ ดังนั้นควรหาวิธีการที่จะใช้สารละลายกรดแลกติกอย่างมีประสิทธิภาพที่สุดและไม่เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ซึ่งเรื่องนี้ควรมีการศึกษาต่ออย่างจริงจัง ทั้งนี้ถึงแม้ว่าสารละลายคลอรีนจะมีราคาค่อนข้างถูกแต่มีหลายประเทศที่ไม่ยอมรับการใช้สารละลายคลอรีนในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ มีบางประเทศเท่านั้นที่อนุญาตให้มีการใช้สารละลายคลอรีนในเนื้อสัตว์แต่สามารถใช้ได้ในระดับความเข้มข้นที่จำกัด ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของแต่ละประเทศ ในการที่จะกำหนดค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายคลอรีน หากจะมีการนำสารละลายคลอรีนมาใช้ ควรทำการวัดค่าคลอรีนอิสระ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่ามีคลอรีนอิสระเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่ามีจำนวนคลอรีนอิสระมากพอในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งนี้เพื่อให้สารละลายคลอรีนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

จิระ สรณวัตร. มาตรฐานโรงงานฆ่าสัตว์ปีก. เอกสารประกอบการฝึกอบรมพนักงานตรวจเนื้อ.
กรุงเทพฯ : กรมปศุสัตว์. 2534.

ชัยณรงค์ คันทพนิต. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2529.

บุญทา วรินทร์รักษ์. แบคทีเรียที่ก่อโรค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2524.

บุญเพ็ง สันติวัฒนธรรม และ สัมพันธ์ ช่างชัย. การใช้คลอรีนในโรงฆ่าสัตว์. กรุงเทพฯ : เอกสาร
ประกอบการฝึกอบรมงานสัตว์แพทย์สาธารณสุข กองควบคุมโรคระบาด กรมปศุสัตว์.
ม.ท.ป.

เพ็ญศรี รอดมา และ อุรารัตน์ วุฒิกุลพันธ์. “การศึกษาสภาวะ Microaerobic ในการวิเคราะห์
Campyrobacter สำหรับผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่แข็ง.” วารสารกระทรวงสาธารณสุข. ปีที่ 12
ฉบับที่ 3 (2536) : 60-68.

ศิวาพร ศิวเวช. วัตถุดิบอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหารและเทคโนโลยี
อาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

ศศิธร คณะรัตน์ และ กาญจน์ ธรรมาพิพัฒนกุล. การตรวจวิเคราะห์เนื้อสัตว์ในห้องปฏิบัติการ.
กรุงเทพฯ : เอกสารประกอบการฝึกอบรมพนักงานตรวจเนื้อฝ่ายสัตว์แพทย์สาธารณสุข.
กรมปศุสัตว์. 2534.

สิริพร สธนเสาวภาคย์. “ระวังอันตรายจาก *E. coli* 0157:H 7.” วารสารอาหาร. ปีที่ 23, ฉบับที่ 4
(2536) : 239-241.

สุมาลี บุญมา อรุณ บำรุงตระกูลนนท์ นพรัตน์ หมานริม และชุมพงค์ อมาตยกุล . “ การตรวจเชื้อ
ซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์เนื้อโดยวิธี Standard Conventional และวิธี Modified Semisolid
Rappaport Vassiliadis. วารสารอาหาร. ปีที่ 36 ฉบับที่ 2 (2539) : 88-97.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรุณ บำงตระกูลนนท์, แพรวพกา ทองระอาด และมยุรา กุสุมภ์. “ การปนเปื้อนของเชื้อ *salmonella* ในเนื้อไก่สดแช่แข็งเพื่อการส่งออก.” วารสารอาหาร. ปีที่ 23, ฉบับที่ 4 (2536): 481-483.

Adam,M.R. and C.A. Hall “ Growth Inhibition of Food-Born Pathogens by Lactic Acid and Acetic Acid and Their Mixture.” J. Food Sci. Technol. 23 (3, 1988) : 287-292.

Anderson ,M.E. “Reducing Microbial Population on Beef Tissue : Concentration and Temperature of Lactic Acid.” J. Food Saf. 10 (1990) : 131-190.

A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 13th ed. Washington D.C. : The Association of official Analytical Chemists, 1975.

Bailey, J.S: , J.E. Thomson, N.A. Cox and A.D. Shackelfond. “ Chlorine Spray Washing to Reduce Bacterial Contamination of Poultry Processing Equipment.” Poultry Sci. 65 (6, 1986) :1120-1123.

Bendall , J.R. and H.J. Swatland. “ A Review of Relationships of pH with Physical Aspects of Pork Quality. Meat Sci. 24 (1988) : 85-126.

Brackett, R.E. “Antimicrobial Effect of Chlorine on *Listeria monocytogen*.” J. FoodProt. 50 (11,1987): 999-1003.

Bremner, A.S. Poultry Meat Hygiene and Inspection. New York : Macmillan, 1977.

Brown, M.H. Meat Microbiology. England : Galliard, 1982.

Bryan, F.L. “ Epidimiology of Milk Diseases.” J. Food Prot. 46 (1983) : 637.

- Cheremisinoff, N.P. , P.N. Cheremisinoff and R.B. Tratter. Chemical and Nonchemical Disinfection. Michigan : Ann Arbor Science, 1981.
- Chung, K.C. and J. M. Goepfert. " Growth of *Salmonella* at Low pH." J. food Sci. 35 (6, 1970) : 326-328.
- Concon, J.M. Food Toxicology Part 2. New York : Marecel Dekker, 1988.
- Condie, J.M. " Toxicological Problems Associated with Choline Dioxide." J.Amer. Water Works Assoc. 78 (6, 1986) : 73-78.
- Cudjoe, K.S. " The Effect of Lactic Acid Spray on Keeping Qualities of Meat During Storage." J. Food Microbiol. (7, 1988) :1-7.
- Cunningham, H.M. Toxicology of Compound Resulting from the Use of Chlorine in Food Processing. 1980. In R.L. Jolley and others. Water Chlorination Environmental Impact and Health Effects vol. 3. Michigan: Ann Arbor Science, 1980.
- Cunningham, H.M. and G.A. Lawrence. " Effect of Exposure of Meat and Poultry to Chlorinated Water on the Retention of Chlorinated Compounds and Water." J. Food Sci. 42 (6, 1977) 1504-1505, 1509.
- Dogra, S.C. and M. Kakkar. " Poultry Birds. A Reservoir of Thermophilic *Campylobacters*." The 11th International Symposium of the World Association of Veterinary Food Hygiene, Bangkok : Tiranasar press, 1993 : 147.
- Doyle, M.P. and J.L. Schoeni. " Isolation of *Escherichia coli*. 0157:H7 from Retail Fresh and Poultry." J. Appl. Environ. Microbial. 53 (1987) : 2394.
- Duitschaeffer, C.L. and C. Buetau. " Incidence of *Salmonella* in Pork and Poultry Products." J. Food Prot. 42 (8, 1979) :76-83.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dziedzic, J.D. " Acidulants : Ingredients that do more than Meet the Acid Test." Food Technol. 44 (1, 1990) : 76-83.

EL-knateib, T. A.E.Yousef and H.W. Ockerman. " Inactivation and Attachment of *Listeria monocytogens* on Beef Muscle Treated with Lactic Acid and Selected Bacteriocins". J. Food Prot. 56 (6, 1993) : 29-30.

Epling , L.K. J.A. Carpenter and L.C. Biankenschap. " Prevalence of *Campyrobacter spp.* and *Salmonella spp.* on Pork Carcasses and The Reduction Effected by Spraying with Lactic Acid." J. Food Prot. 56 (6, 1992) : 536-537.

FAO/WHO Toxicology Evaluation of Some Food Additive. The 17th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive . FAO Nutrition Meeting Report Series No. 53 Rome. WHO Technical Report Series Geneva (539, 1974) : 461-465.

Franco,C.M. and the others. " Determination of the Principle Source of *Listeria spp.* Contamination in Poultry Meat and a Poultly Processing Plant." J. Food Prot. 58 (12,1995) : 1320-1325

Foegeding, P.M., V. Hemstapat and F.G. Giesbrecht. " Chlorine Dioxide Inactivation of *Bacillus* and *Clostriduim* spores." J. Food Sci. 51 (1, 1983) : 197-201.

Ghanbari,H.A. ,W.B.Wheller and J.R. Kirk. " The Fate of Hypochlorus Acid During Shirmp Processing : A Model System." J. Food Sci. 47 (1,1981) : 185-187,197.

Greenberg, R.A. and the others. " Incidence of Mesophilic *Clostridium* Spores in Raw Pork, Beef and Chicken in Process Plant in the United States and Canada." J. Appl. Microtriol. 14 (5,1966) : 789-793.

- Gunter, B.M.K. and G. Reuter. "Pig Slaughter is the Meat Contamination by *Yersinia enterocolitica* Stains Pathogenic to Man?" Fleischwirtsch. 72 (9,1992) : 1267-1270.
- Hawa, S.G., G.J. Morrisons and G.H. Flect. "Rapid Enumeration of *Salmonella* on Chicken Meat." J. Food Prot. 47 (12, 1984) : 932-936.
- Helena, R.L. and the others. "Selective Enterotoxin Production in Food *Staphylococcus aureus* Strains that Produce more than One Enterotoxin." J. Food Prot. 56 (6,1993) : 538-540.
- Hernandez, J. and the others. "Repair and Enterotoxin Synthesis by *Staphylococcus aureus* after Thermal Shock." J. Appl. and Environ. Microbiol. 59 (5,1993) : 1515-1519.
- Huis in't veld, J.H.J. Mulder and J.M.A. Snijders. "Impact of Animal Husbandry and Slaughter Technologies on Microbial Contamination of Meat : Monitoring and Control." Meat Sci. 36 (1 and 2, 1994) : 123-153.
- Ingram, M., F.S.H. Ottoway and J.B.M. Coppock. "The Preservative Action of Acid Substances in Food." Chem&Ind. 75 (1988) : 1154-1163.
- Irving, N., Xiao-He Yang and N.J. Stern. "Role of *Campyrobacter jejuni* Flagella of Colonization Factors for Three-Day-Chicks: Analysis with Flagella Mutants." J. Appl. and Environ. Microbiol. 59 (5, 1993) : 1269-1273.
- Jay, J.M. Modern Food Microbiology. New York: Rienhold Book Corporation, 1970.
- Kriengsak, D. and the others. "Distribution of *Salmonella* in the Poultry Pro Plant." The 11th International symposium of the World Association of Veterinary Food hygiene. Bangkok: Triranasar press, 1993 : 277-291.

Kim, J.W., S.J. Knabel and S. Doores. "Penetration of *Salmonella typhimurium* into Turkey skin". J. Food Prot. 56 (4, 1993 a) : 292-296.

Kim, J.W., S.J. Knabel and S. Doores. "Attachment of *Salmonella typhimurium* to Skin of Turkey that had been Defeathering through Three Difference System : Scanding Electron Microscopic Examination" J. Food Prot. 56 (5, 1993b) : 395-400.

Kim, C.R., J.O. Heransberger and J.B.Eun. "Gram-Negative Bacteria in Refrigerated Catfish Fillets Treated with Lactic Culture and Lactic Acid." J. Food Prot. 58 (6, 1995) : 639-643.

Kirk, J.R. and S.K. Mitchell. Risks and Benefits Associated with Chlorine in the Food Industry, 1980. In R.L. Jolley and the others. Water Chlorination Environmental Impact and Health Effects, vol.3. Michigan: Ann Arbor Science, 1980.

Kotula, A.W. and the others. "Beef Carcass Washing to Reduce Bacterial Contamination." Anim. Sci. 39 (4, 1974) : 674-679.

Kotula, K.L. and Y. Pandya. "Bacterial Contamination of Broiler Chickens before Scalding." J. Food Prot. 58(12, 1995) : 1326-1329.

Krusch, U. "Ernährungsphysiologische Gesichtspunkte der L(+) und D(-) Milchsäure in Sauermilchprodukten." Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte. 30 (1978) : 341-346.

Lillard, H.S. "The Impact of Commercial Processing Procedures on the Bacterial Contamination of Broiler Carcass." J. Food Prot. 53(3, 1990) : 202-204.

Lior, H.S. "*Escherichia coli* 0157:H7 and Verotoxigenic *Escherichiacoli* (VTEC)." Dairy Food and Environ. Sanitation. 14 (7, 1994) : 378-382.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Longdell, G.R. “ Advance Technologies in the Meat Industry.” Meat Sci. 36 (1 and 2, 1994) :277-291.

Mathieu, A.M.,B.K. Isigidi and J.V. Hoff. “ Hot -Boning and Acid Decontamination a Technology for Developing Country ?.” Fleischwirtsch. 72 (9, 1992) : 1273-1275.

Michale, J. and the others. Microbiology Concepts and Application. U.S.A.: McGraw.Hill,1993.

Newton, K.G., J.C.L. Harrison and A.M. Wauters. “ Sources of Phycotropic Bacteria on Meat at the Abattoir.” J. Appl. Bacteriol. 45 (1978) : 75-82.

Neill, M.A. “*E. coli* 0157:H7 Tim Capsule : What Do We Know and When Did We Know It?.” Dairy Food and Environ. Sanitation. 14 (7, 1994) : 374-377.

Ockerman, H.W. and the others. “ Use of Acetic Acid and Lactic Acid to Control Quaty of Microorganisms on Lamb Carcasses.” J. Milk. Food.Technol. 37 (4, 1974) : 203-204.

Odlaug, T.E. “ Antimicrobial Activity of Halogens.” J. Food Prot. 44 (8, 1981) : 608-613.

Orla, M.J.F., L.S. Blair and D.A. Mcdowell. “ Prevalence of *Campyrobacter* Species on Fresh Retail Chicken Wing on Northern Iseland.” J. Food Prot. 57 (4, 1994) : 334-336.

Parturkar, A.M., A.A. Sherikar and B.M. Jayarao. “ Prevalence of *Salmonella* in Meats and Sea Foods of Bombay City.” J. Food Sci. Technol. 29 (4, 1992) : 242-243.

Pearson, A.M. and T.R. Dutson. Advance in Meat Research vol. 2 Meat and Poultry Microbiology. Connecticut: Avi, 1986.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Petran, R.L. and E.A. Zottola. "A Study of Factors Affecting Growth and Recovery of *Listeria monocytogens* Scott A." J. Food Sci. 54 (1989) : 458.
- Plummer, R.A.S. and the others. "Salmonella Contamination on Retail Chicken Product Sold in the UK." J. Food Prot. 58 (8, 1995) : 843-846.
- Prasai, R.K., and the others. "Microbiological Effect of Acid Decontamination of Beef Carcasses at Various Locations in Processing." J. Food Sci. 54 (1991) : 458.
- Prasai, R.K. and the others. "Microbiological Effects of Acid Decontamination of Pork Carcasses at Various Location in Processing." Meat Sci. 32 (1992) : 413-423.
- Reuter, G., "Surface Count on Fresh Meat-Hazardous on Technologically Controlled?" The 11th International Symposium of the World Assosiation of Veternary Food Hygiene. Bangkok : Tiranasar press, (1993) : 273-277.
- Saide- Alborno, J.J. and the others. "Contamination of Pork Carcasses During Slaughter, Fabrication, and Chilled storage". J. Food Prot. 58 (9, 1995) : 993-997.
- SAS. SAS User's Guide: Statistics. North Carolina: SAS Institute, 1985.
- Shanson, D.C. Microbiology in Clinical Practice. Bristol: Write PSG. 1982.
- Sierra, M.E. and the others. "Prevalence of *Salmonella*, *Yesinia*, *Aeromonas*, *Campyrobacter* and Cold-Growing *Escherichia coli*. on Freshy Dress Lamb Carcasses." J. Food Prot. 58 (11, 1995) : 1183-1185.
- Siliker, J.H. "Status of *Salmonella* Ten Years Later." J. Food Prot. 43 (4, 1980) : 307-313.

- Slavik, F.M., J.W. Kim and J.T. Walker. "Reduction of *Salmonella* and *Campyrobacter* on Chicken Carcass by Changing Scalding Temperature." J. Food Prot. 58 (6, 1995) : 689-691.
- Smulders, F.J.M., and the others. "Lactic Acid : Consideration in Favour of Its Acceptance as a Meat Decontamination." J. Food Technol. 21 (4, 1986) : 419-436.
- Smulders, F.J.M. and C.H.J. Woolthuis. "Immediate and Delayed Microbiological Effect of Lactic Acid Decontamination of Calf Carcasses Influence on Conventionally Boned Versus Hot-Boned and Vacuum-Packaged Cut." J. Food Prot. 48 (10, 1985) : 838-847.
- Smulders, F.J.M. and R.L.J.M. Van Laack. "On the Quality of Pork 1. Microbiological Concerns." Fleischwirtsch. 72 (6, 1992) : 888-890.
- Snijders, S.M.A. and the others. "Lactic Acid as a Decontaminant in Slaughter and Processing Procedures." Vet. Quart. 7 (1985) : 277-282.
- Stevenson, K.E., R.A. Merkel and H.C. Lee. "Effect of Chilling Rate, Carcass Fatness and Chlorine Spray on Microbiological Quality and Shelf-Life of Beef." J. Food Sci. 43 (1978) : 349-353.
- Thoege, K. "Scalding and Dehairing Technology Influence on the Bacteria Count of Pig Carcass." Fleischwirtsch. 73 (10, 1993) : 1157-1760.
- Thomas C.J. and T.A. Mc Meekin. "Attachment of *Salmonella* spp. to Chicken Muscle Surface." J. Appl. and Environ. microbiol. 42 (1, 1981) : 130-134.
- Thomson, J.E. and the others. "*Salmonella* on Broiler Carcass as Affected by Fresh Water Input Rate and Chlorination of Chiller Water." J. Food Prot. 42 (12, 1979) : 954-955.

Toora, S. "Inactivation of Pathogenic Serogroups of *Yersinia enterocolitica* by Chlorine." J. Food Prot. 58 (12, 1995) : 1383-1385.

Tuncan, E.U. "Effect of Cold Temperature on Germicidal Efficacy of Quaternary Ammonium Compound, Iodophor, and Chlorine on *Listeria*." J. Food prot. 56 (12, 1993) : 1029-1033.

Vorster, S.M. , R.P. Greebe and G.L. Nortie. "Incidence of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in Ground Beef, Broilers and Process Meats in Pretoria, South Africa." J. Food Prot. 57 (4, 1994) : 305-370.

Vreeman, G. "Lactic Acid: A Vesatile Ingredient." Food Flav. Incred. Proc. Pkg. 7 (11, 1985) : 44-45,62.

Wei, C.I., D.L. Cook. and L.R. Kirk. "Use of Chlorine Compounds In the Food Industry." J. Food Technol. 39(1, 1985) : 107-115.

Wei, C.I. and the others. "Growth and Survival of *Salmonella montevideo* on Tomatoes and Disinfection with Chlorinated Water." J. Food Prot. 58 (8, 1995) : 829-836.

White, G.C. Handbook of Chlorination. New York : Van Nostran Reinhold, 1972.

William, C-F. and W.C. Dennis. Food Microbiology. Singapore: Kim Keong, 1988.

Woolthuis, C.H.J. and the others. "Microbial Decontamination of Procine Liver with Lactic Acid and Hot Water." J. Food Prot. 47 (3, 1984) : 220-226.

Woolthuis, C.H.J. and F.J.M. Smulders. "Microbial Decontamination of Calf Carcasses by Lactic Acid Sprays." J. Food Prot. 48 (10, 1985) : 832-837.

Ziauddin, K.S., D.N. RAO and B.L. AmLA. “*In Vitro* Study on the Effect of Lactic Acid and Sodium Chloride on Spoilage and Pathogenic Bacteria of Meat.” J. Food Sci.Technol. 30 (3, 1993) : 204-207.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ (AOAC,1975)

1. การหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total bacterial count)

1.1 ชั่งตัวอย่างมา 25 กรัม

1.2 ใส่ตัวอย่าง 25 กรัม ลงใน Peptone water 225 มล. เขย่าให้เข้ากันได้ dilution 10^{-1}

1.3 ใช้ปิเปตดูดมา 1 มล. ใส่ใน Peptone water ที่อยู่ในหลอด 9 มล. ได้ dilution 10^{-2}

1.4 ทำเช่นเดิมจนได้ dilution 10^{-5}

1.5 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่าง ในหลอด 1 มล. ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว (ทำ 2 ซ้ำ)

1.6 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar ที่หลอมเหลวและยังอุ่นอยู่ลงในจานเลี้ยงเชื้อให้ทั่ว เขย่าจานให้สารละลายตัวอย่างกระจายไปทั่ว ๆ

1.7 ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว นำไปบ่มในตู้เพาะเชื้ออุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยเลือกจานที่มีจำนวนโคโลนี 30 - 300 โคโลนี

2. การเตรียมสารละลายกรดแลกติก

กรดแลกติกที่ใช้มีชื่อทางการค้า คือ Purac 80 ในการทดลองใช้ความเข้มข้น 1,2 และ 3% ปริมาตรโดยปริมาตร (v/v)

การเตรียมความเข้มข้นที่ 1% (v/v) สามารถทำได้โดย ละลายกรดแลกติก 1 มล. ในน้ำกลั่น 99 มล. ความเข้มข้น 2 และ 3%(v/v) ก็ทำเช่นเดียวกัน คือ ละลายกรดแลกติก 2 และ 3 มล. ในน้ำกลั่น 98 และ 97 มล. ตามลำดับ จะได้สารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 2 และ 3%(v/v)

3. การเตรียมสารละลายคลอรีน

คลอรีนที่ใช้อยู่ในรูป sodium hypochlorite ที่ความเข้มข้น 10%

คลอรีน 10% ใน 1 มล. จะมีความเข้มข้น 100,000 ส่วนในล้านส่วน (ppm.)

สูตรคำนวณ $M_1V_1 = M_2V_2$

M_1 = ความเข้มข้นตั้งต้น

M_2 = ความเข้มข้นที่ต้องการ

V_1 = ปริมาตรที่ต้องการ

V_2 = ปริมาตรที่ต้องใช้

4. ราคาสารละลายกรดแลกติก

กรดแลกติกมีชื่อทางการค้าว่า Purac 80 ราคาลิตรละ 100 บาท

สารละลายกรดแลกติก 1%(v/v) คิดเป็นเงิน 1.10 บาท/ 1,000 มล.

สารละลายกรดแลกติก 2%(v/v) คิดเป็นเงิน 2.41 บาท/ 1,000 มล.

สารละลายกรดแลกติก 3%(v/v) คิดเป็นเงิน 3.93 บาท/ 1,000 มล.

5. ราคาสารละลายคลอรีน

สารละลายคลอรีนในรูป sodium hypochlorite 10% (คลอรีนเหลว) ราคาลิตรละ 27 บาท

สารละลายคลอรีน 20 ppm. คิดเป็นเงิน 0.0054 บาท/ 1,000 มล.

สารละลายคลอรีน 40ppm. คิดเป็นเงิน 0.011 บาท/ 1,000 มล.

สารละลายคลอรีน 60 ppm. คิดเป็นเงิน 0.0162 บาท/ 1,000 มล.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30

แสดงความสัมพันธ์ของระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาภายหลังการ
ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก ในโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน
ที่มีต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร

โรงฆ่า	ความเข้มข้น (%v/v)	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)		
		ก่อนฉีดพ่นสาร	หลังฉีดพ่นสาร	หลังฉีดพ่นสาร
		ละลาย	ละลาย 5 ชม.	ละลาย 48 ชม.
มาตรฐาน	1	3.66	3.30	3.48
	2	3.79	3.02	3.30
	3	3.58	2.80	2.99
ไม่มาตรฐาน	1	4.41	4.50	3.72
	2	4.65	3.83	3.71
	3	4.53	3.68	3.24

ตารางที่ 31

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อ(ชม.)	จำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> (log CFU/มล.) ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติก (%v/v)			
	0	1	2	3
0	8.56	8.42	8.43	8.26
1	8.30	8.28	8.20	8.30
2	8.35	8.29	8.15	8.13
3	8.50	8.32	8.13	8.26
4	8.49	8.05	8.10	8.03
5	8.51	8.28	8.12	8.10
24	8.33	7.93	7.83	7.56
48	8.45	7.64	7.21	7.41

ตารางที่ 32

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนและระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby*

ระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อ(ชม.)	จำนวนเชื้อ <i>Salmonella derby</i> (log CFU/มล.) ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน (ppm)			
	0	1	2	3
0	8.26	8.16	7.91	8.21
1	8.26	8.11	8.04	8.27
2	8.27	8.02	8.02	7.83
3	8.24	8.18	7.92	7.97
4	8.15	8.11	7.98	7.97
5	7.90	8.03	7.91	7.99
24	7.87	7.95	7.75	7.66
48	7.97	7.65	7.52	7.40

ตารางที่ 33

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนและระยะเวลาที่สารละลายคลอรีน
สัมผัสกับเชื้อในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ระยะเวลาที่สารละลาย สัมผัสกับเชื้อ(ชม.)	จำนวนเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> (log CFU/มล.)ที่ระดับความเข้มข้น ของสารละลายคลอรีน (ppm)			
	0	1	2	3
0	8.60	8.48	8.57	8.38
1	8.37	8.54	8.65	8.59
2	8.55	8.65	8.66	8.60
3	8.56	8.51	8.57	8.57
4	8.29	8.59	8.51	8.46
5	8.48	8.64	8.58	8.71
24	8.42	8.49	8.51	8.55
48	8.69	8.56	8.51	8.68



ภาคผนวก ก

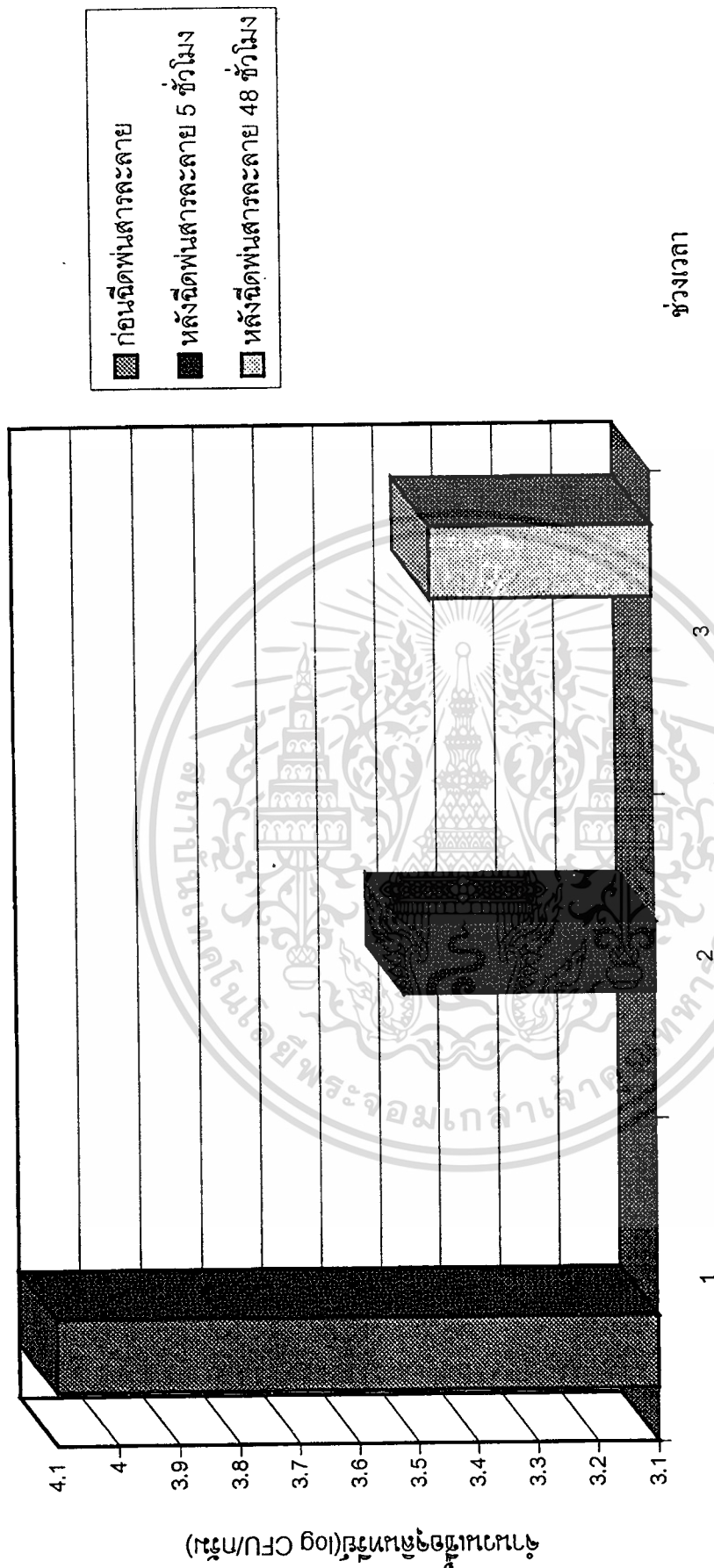
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 11



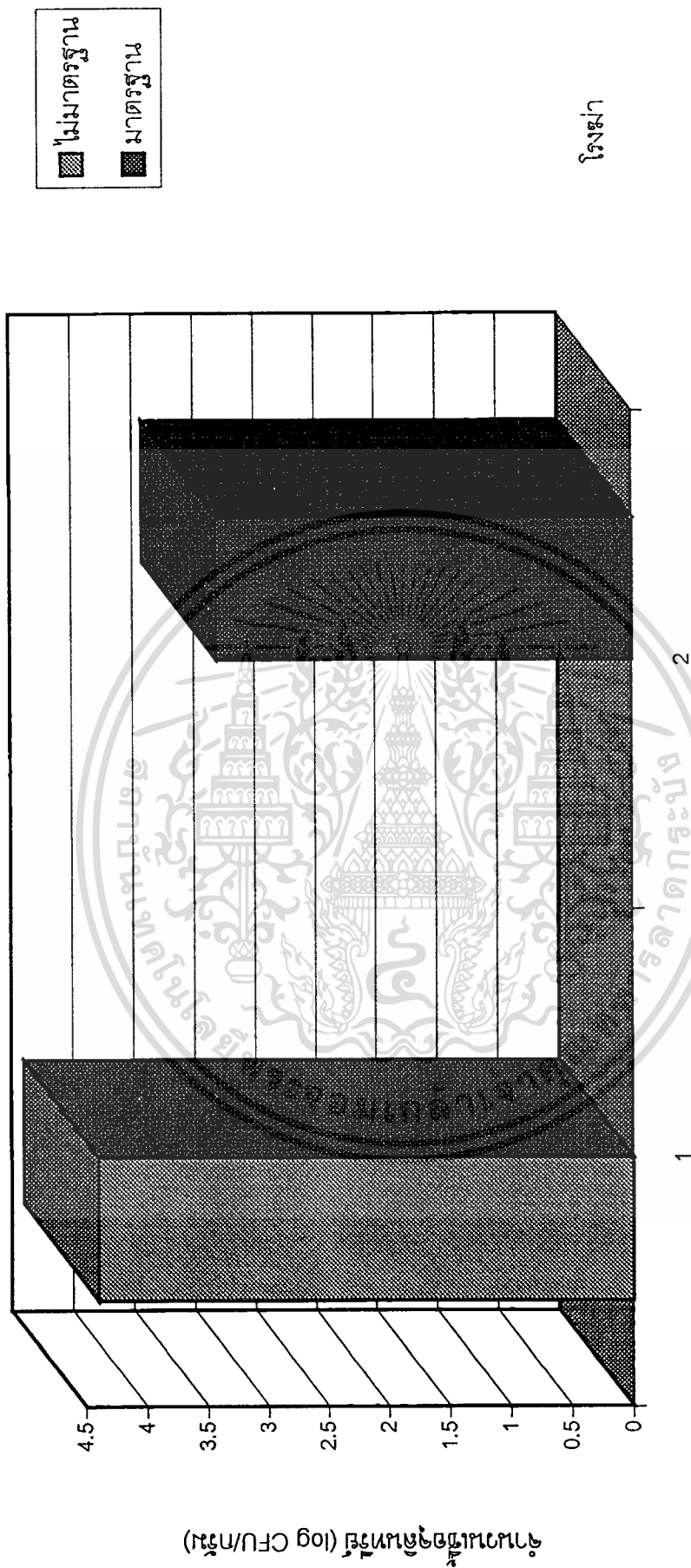
แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายไฮยอกซิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ภาพที่ 12



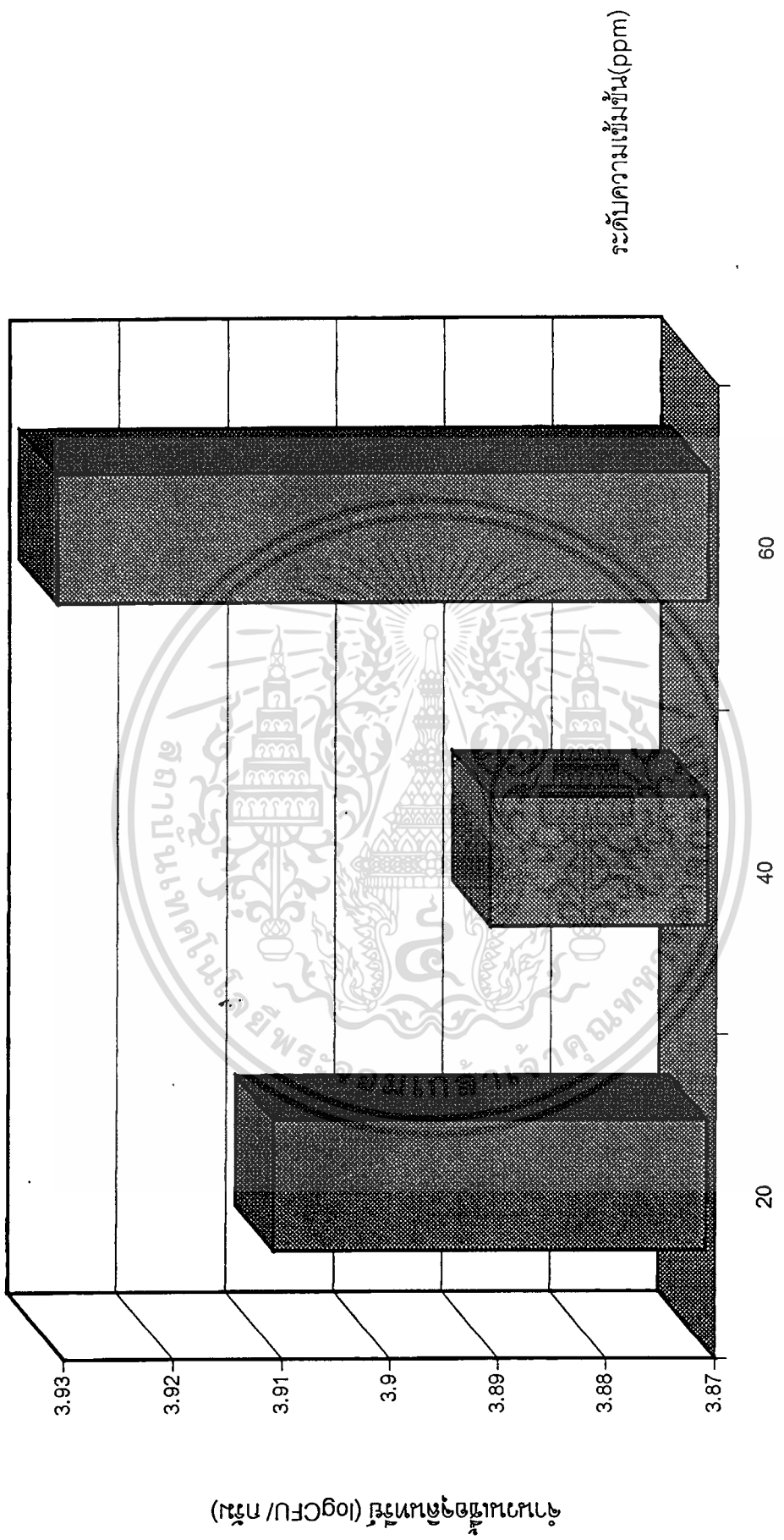
แสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นและหลังการฉีดพ่นสารละลาย
กรดแลคติกเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

ภาพที่ 13



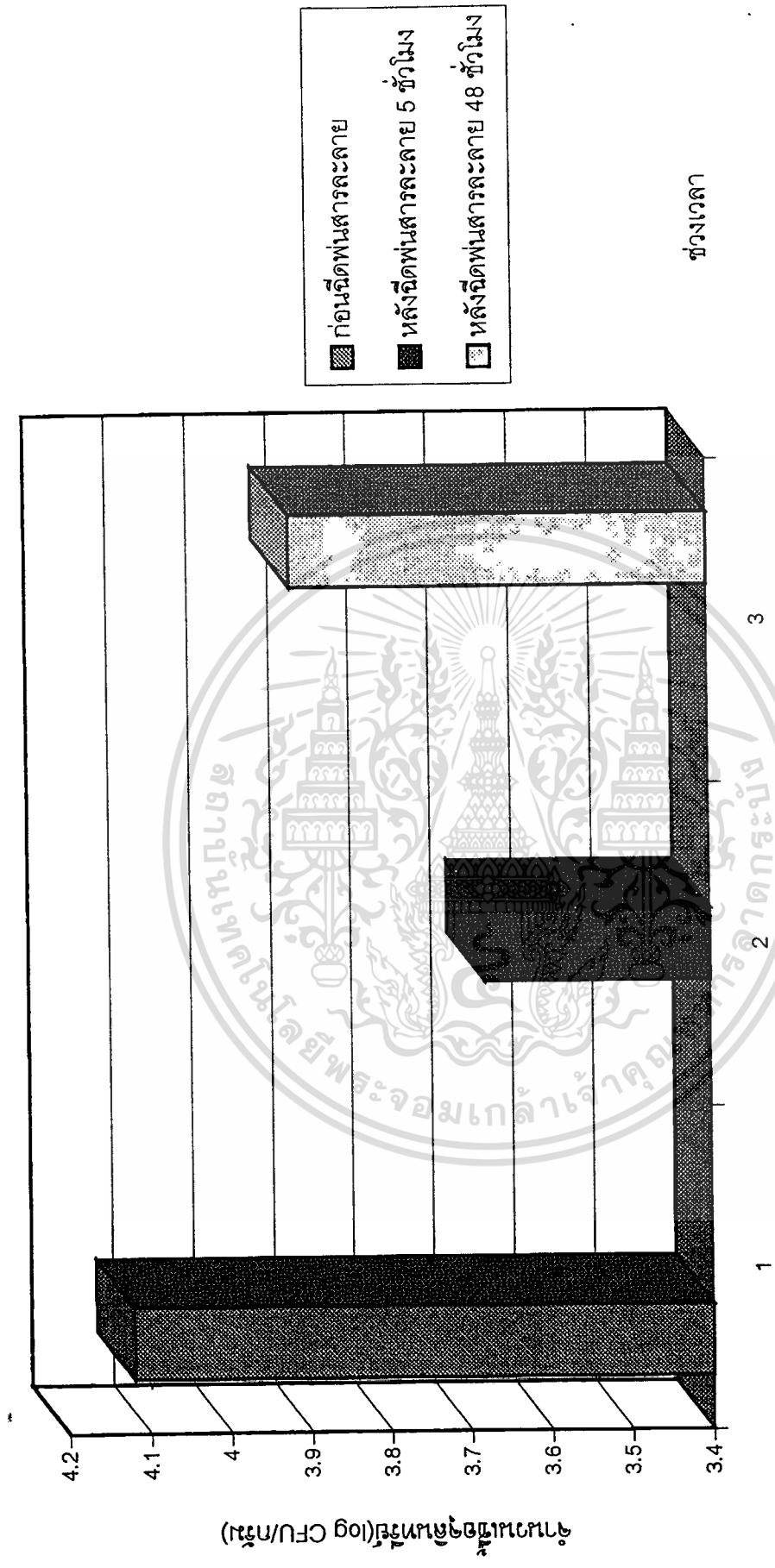
แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลคติกที่ได้จากโรงฆ่ามาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน

ภาพที่14



แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

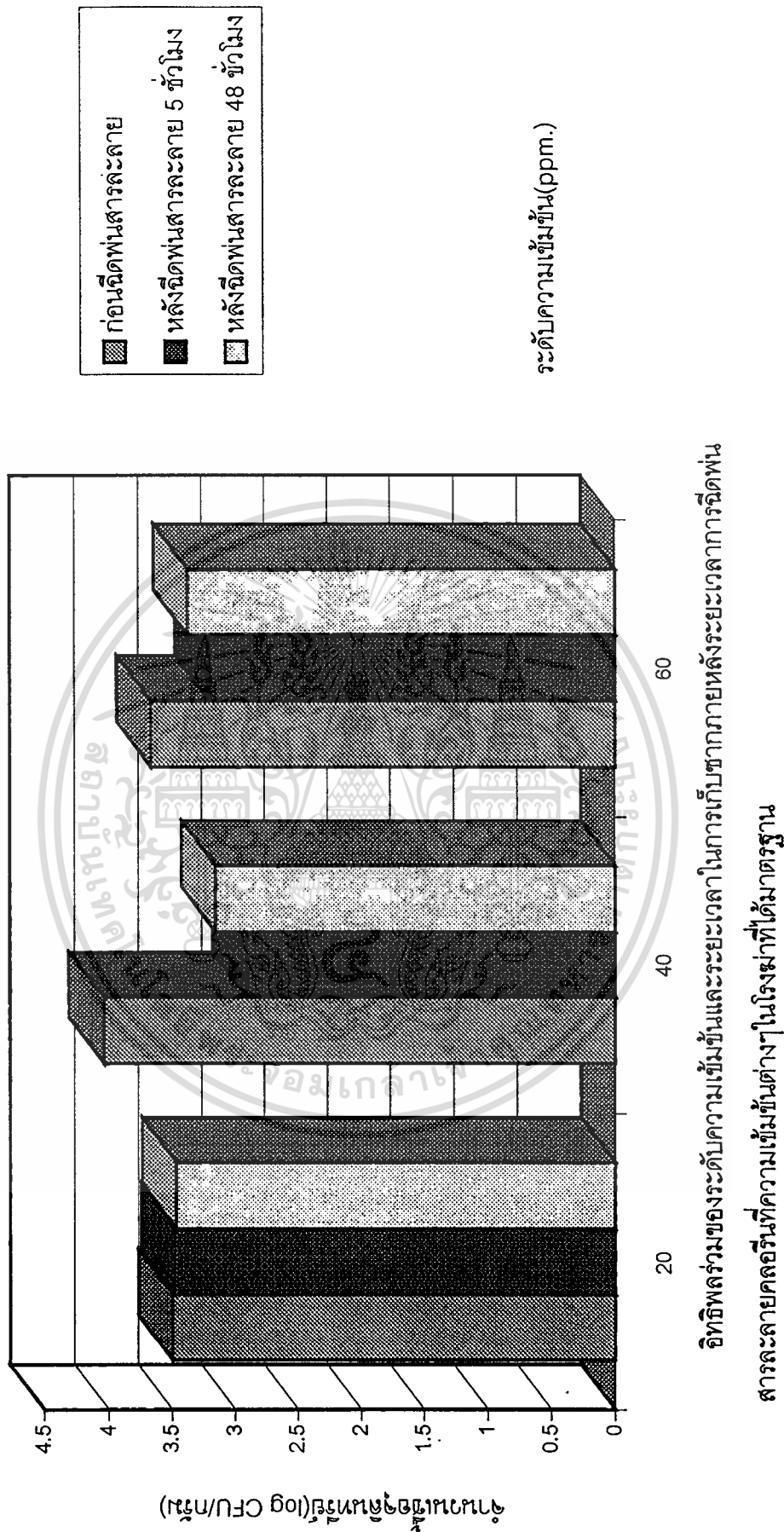
ภาพที่ 15



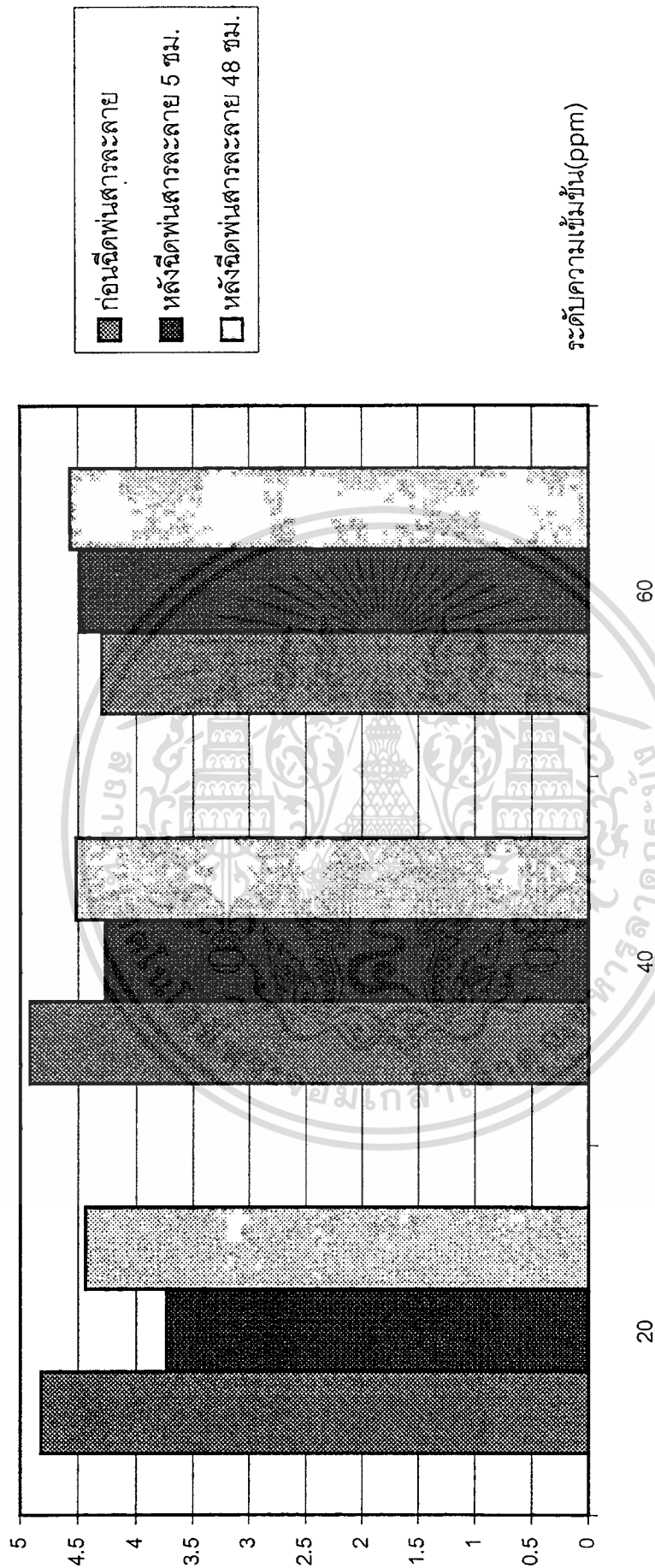
แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนฉีดพ่นสารละลายคลอรีนและช่วงระยะในการเก็บรักษาภายหลังการฉีดพ่นสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 16

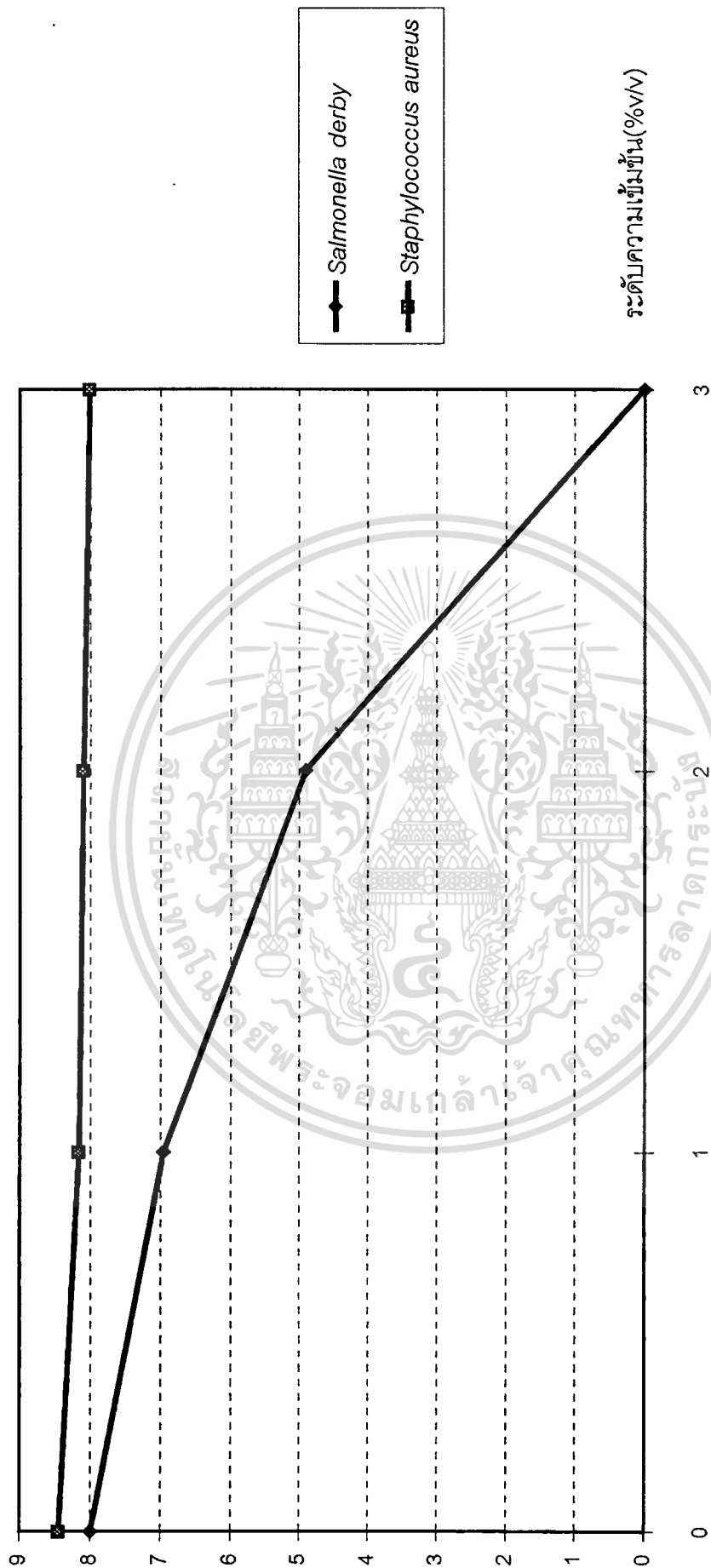


ภาพที่ 17



อิทธิพลร่วมของระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการเก็บซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ใน
โรงฆ่าที่มีต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร

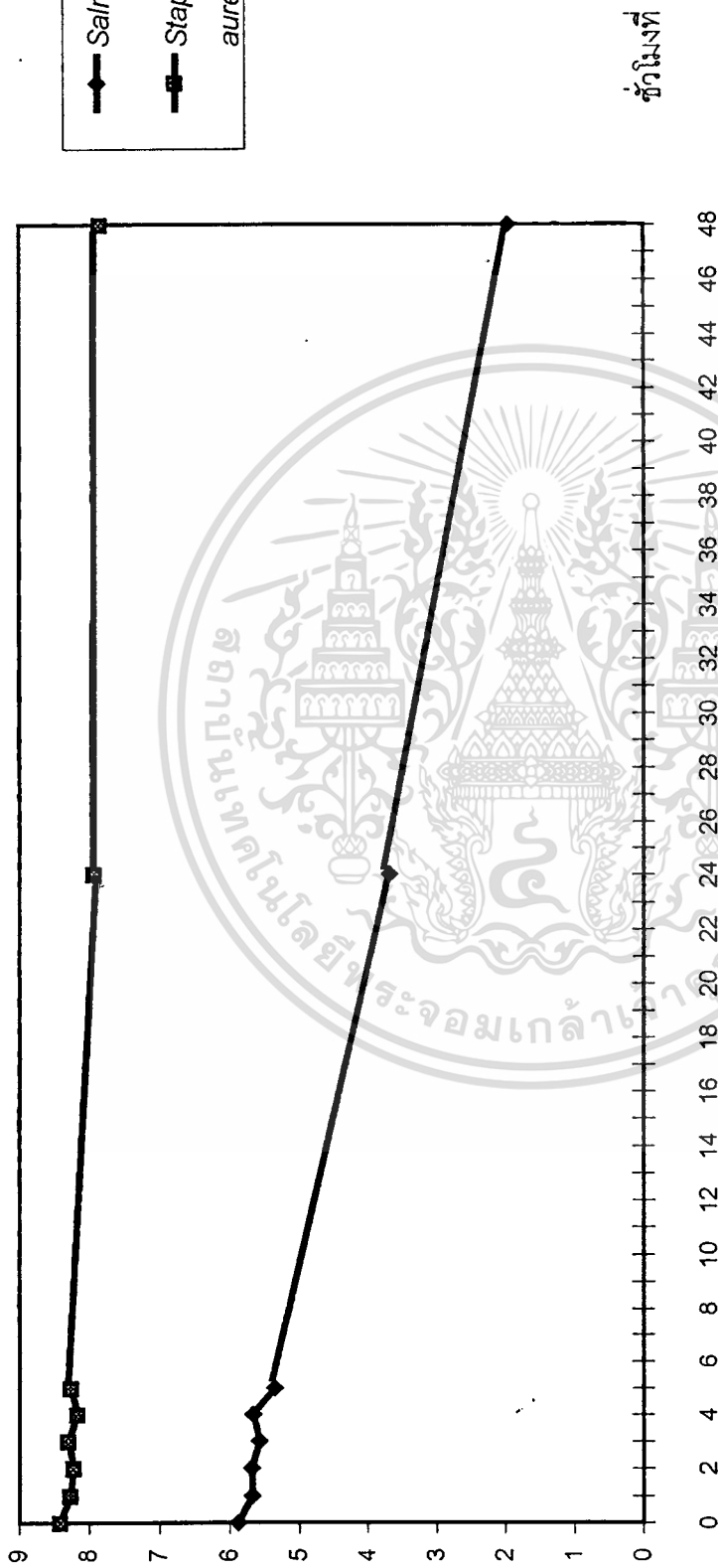
ภาพที่ 18



ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อจำนวนเชื้อ Salmonella derby และ Staphylococcus

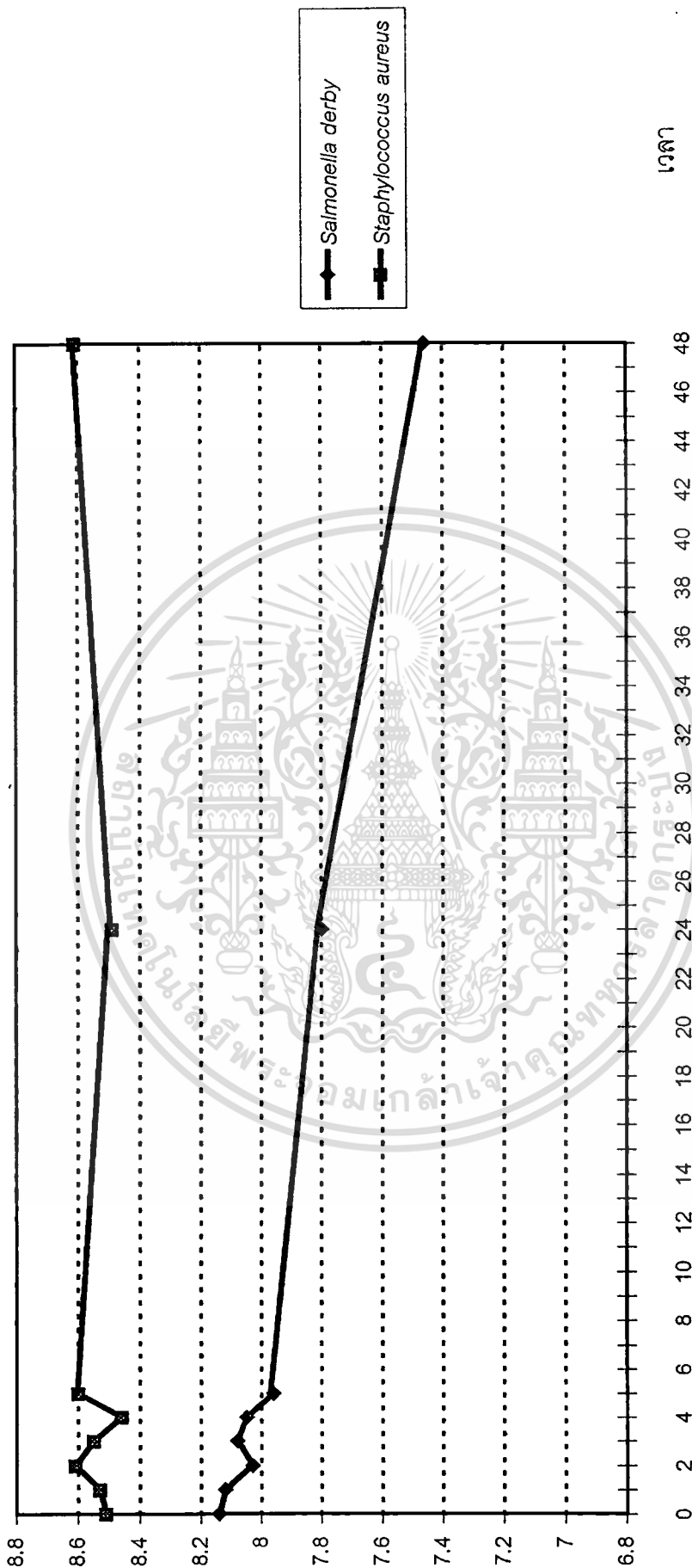
aureus

ภาพที่ 19



แสดงอิทธิพลของระยะเวลาที่สารละลายกรดแลคติกสัมผัสจำนวนเชื้อ Salmonella derby และ Staphylococcus aureus

ภาพที่ 20



อิทธิพลของระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อ *Salmonella derby* และ *Staphylococcus aureus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ (log CFU/ml) นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34

การวิเคราะห์ความแปรปรวนการใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซาก
สุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน

source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	17	20.48	1.20	3.41	0.0003
A	1	8.03	8.03	22.71	0.0001
B	2	2.32	1.16	3.28	0.045
C	2	5.96	2.98	8.43	0.0007
AxB	2	0.03	2.02	0.04	0.95
AxC	2	2.16	1.07	3.05	0.055
BxC	4	1.53	0.38	1.08	0.37
AxBxC	4	0.47	0.12	0.33	0.854
Error	54	19.09	0.35		
Total	71	39.57			

C.V. =16.07%, R- square = 0.52, Root MSE = 0.59

หมายเหตุ A หมายถึง โรงฆ่า มี 2 ระดับคือ โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน

B หมายถึง ความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกมี 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 %(v/v)

C หมายถึง ระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกร ภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรด
แลกติก มี 3 ระดับ คือ ก่อนการฉีดพ่นสารละลาย ภายหลังการฉีดพ่นสารละลาย 5 ชั่วโมง
และ ภายหลังการฉีดพ่นสารละลาย 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 35

เปรียบเทียบความแตกต่างความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซาก
สุกร โดยวิธี Least Squares Means

ความเข้มข้น(%v/v)	1	2	3
1	.	0.262	0.013
2		.	0.161
3			.

ตารางที่ 36

เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นด้วยสาร
ละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร โดยวิธี Least Squares Means

เวลา	AF	BE	LA
AF	.	0.001	0.759
BE		.	0.005
LA			.

AF หมายถึง จำนวนเชื้อหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง
BE หมายถึง จำนวนเชื้อก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก
LA หมายถึง จำนวนเชื้อหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 37

เปรียบเทียบความแตกต่างมาตรฐานของโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่น
ด้วยสารละลายกรดแลกติก โดยวิธี Least Squares Means

โรงฆ่า	มาตรฐาน	ไม่มาตรฐาน
มาตรฐาน	.	0.0001
ไม่มาตรฐาน		.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38

การวิเคราะห์ความแปรปรวนการใช้สารละลายคลอรีนในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน

source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	17	23.56	1.38	6.20	0.0001
A	1	17.33	17.33	77.49	0.0001
B	2	0.02	0.01	0.04	0.96
C	2	2.51	1.25	5062	0.006
AxB	2	0.17	0.80	0.38	0.69
AxC	2	0.45	0.22	1.01	0.37
BxC	4	0.71	0.17	0.80	0.53
AxBxC	4	0.36	0.59	2064	0.04
Error	54	12.08	0.22		
Total	71	35.65			

C.V. =12.09%, R- square = 0.66, Root MSE = 0.473

หมายเหตุ A หมายถึง โรงฆ่า มี 2 ระดับคือ โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน

B หมายถึง ความเข้มข้นสารละลายคลอรีนมี 3 ระดับคือ 20, 40 และ 60 ppm

C หมายถึง ระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกร ภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก มี 3 ระดับ คือ ก่อนการฉีดพ่นสารละลาย ภายหลังการฉีดพ่นสารละลาย 5 ชั่วโมง และ ภายหลังการฉีดพ่นสารละลาย 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 39

แสดงค่า Least Squares Means ของความสัมพันธ์ระหว่างโรงฆ่า ความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน และระยะเวลาในการเก็บเนื้อภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายคลอรีน

General Linear Models Procedure

Least Squares Means

TRT	CONC	TIME	COUT	LSMEAN
LSMEAN				Number
NST	C1	AF	3.72750000	1
NST	C1	BE	4.82000000	2
NST	C1	LA	4.44000000	3
NST	C2	AF	4.27250000	4
NST	C2	BE	4.48750000	5
NST	C2	LA	4.52250000	6
NST	C3	AF	4.48250000	7
NST	C3	BE	4.30750000	8
NST	C3	LA	4.57000000	9
STD	C1	AF	3.47750000	10
STD	C1	BE	3.50250000	11
STD	C1	LA	3.47250000	12
STD	C2	AF	2.91750000	13
STD	C2	BE	4.04250000	14
STD	C2	LA	3.13500000	15
STD	C3	AF	3.21000000	16
STD	C3	BE	3.67250000	17
STD	C3	LA	3.36750000	18

General Linear Models Procedure

Least Squares Means

Least Squares Means for effect TRT*CONC*TIME

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

Dependent Variable: COUT

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	.	0.0019	0.0377	0.1090	0.0271	0.0210	0.0281	0.0886	0.0148
2	0.0019	.	0.2609	0.1075	0.3246	0.3777	0.3174	0.1313	0.4580
3	0.0377	0.2609	.	0.6185	0.8876	0.8061	0.8994	0.6935	0.6990
4	0.1090	0.1075	0.6185	.	0.5231	0.4580	0.5327	0.9170	0.3777
5	0.0271	0.3246	0.8876	0.5231	.	0.9170	0.9881	0.5927	0.8061
6	0.0210	0.3777	0.8061	0.4580	0.9170	.	0.9052	0.5231	0.8876
7	0.0281	0.3174	0.8994	0.5327	0.9881	0.9052	.	0.6030	0.7946
8	0.0886	0.1313	0.6935	0.9170	0.5927	0.5231	0.6030	.	0.4360
i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	0.0148	0.4580	0.6990	0.3777	0.8061	0.8876	0.7946	0.4360	.
10	0.4580	0.0002	0.0057	0.0210	0.0039	0.0029	0.0040	0.0162	0.0019
11	0.5040	0.0002	0.0070	0.0252	0.0048	0.0035	0.0050	0.0195	0.0024
12	0.4491	0.0002	0.0055	0.0203	0.0037	0.0027	0.0039	0.0156	0.0018
13	0.0188	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
14	0.3505	0.0239	0.2398	0.4946	0.1889	0.1570	0.1939	0.4316	0.1206
15	0.0821	0.0001	0.0003	0.0013	0.0002	0.0001	0.0002	0.0009	0.0001
16	0.1276	0.0001	0.0005	0.0025	0.0003	0.0002	0.0004	0.0018	0.0002
i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	0.8700	0.0012	0.0257	0.0784	0.0181	0.0139	0.0188	0.0630	0.0097
18	0.2866	0.0001	0.0023	0.0091	0.0015	0.0011	0.0016	0.0069	0.0007
i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0.4580	0.5040	0.4491	0.0188	0.3505	0.0821	0.1276	0.8700	0.2866
2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0239	0.0001	0.0001	0.0012	0.0001
3	0.0057	0.0070	0.0055	0.0001	0.2398	0.0003	0.0005	0.0257	0.0023
4	0.0210	0.0252	0.0203	0.0002	0.4946	0.0013	0.0025	0.0784	0.0091
5	0.0039	0.0048	0.0037	0.0001	0.1889	0.0002	0.0003	0.0181	0.0015
6	0.0029	0.0035	0.0027	0.0001	0.1570	0.0001	0.0002	0.0139	0.0011
7	0.0040	0.0050	0.0039	0.0001	0.1939	0.0002	0.0004	0.0188	0.0016

8	0.0162	0.0195	0.0156	0.0001	0.4316	0.0009	0.0018	0.0630	0.0069	
i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
9	0.0019	0.0024	0.0018	0.0001	0.1206	0.0001	0.0002	0.0097	0.0007	
10	0.9407	0.9881	0.0998	0.0969	0.3104	0.4273	0.5623	0.7435		
11	0.9407	0.9289	0.0860	0.1122	0.2767	0.3857	0.6133	0.6881		
12	0.9881	0.9289	0.1028	0.0941	0.3174	0.4360	0.5524	0.7548		
13	0.0998	0.0860	0.1028	0.0014	0.5183	0.3857	0.0281	0.1841		
14	0.0969	0.1122	0.0941	0.0014	0.0089	0.0159	0.2735	0.0486		
15	0.3104	0.2767	0.3174	0.5183	0.0089	0.8234	0.1139	0.4899		
16	0.4273	0.3857	0.4360	0.3857	0.0159	0.8234	0.1724	0.6396		
i/j	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
17	0.5623	0.6133	0.5524	0.0281	0.2735	0.1139	0.1724	0.3659		
18	0.7435	0.6881	0.7548	0.1841	0.0486	0.4899	0.6396	0.3659		

หมายเหตุ NST หมายถึง โรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

STD หมายถึง โรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน

C1 หมายถึง สารละลายคลอรีนระดับความเข้มข้น 20 ppm

C2 หมายถึง สารละลายคลอรีนระดับความเข้มข้น 40 ppm

C3 หมายถึง สารละลายคลอรีนระดับความเข้มข้น 60 ppm

BE หมายถึง จำนวนจุลินทรีย์ก่อนการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน

LA หมายถึง จำนวนจุลินทรีย์หลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 48 ชั่วโมง

AF หมายถึง จำนวนจุลินทรีย์หลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 5 ชั่วโมง

ตารางที่ 40

เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นด้วยสาร
ละลายคลอรีนต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร โดยวิธี Least Squares Means

เวลา	AF	BE	LA
AF		0.002	0.08
BE			0.11
LA			

AF หมายถึง จำนวนเชื้อหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 5 ชั่วโมง

BE หมายถึง จำนวนเชื้อก่อนการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน

LA หมายถึง จำนวนเชื้อหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 41

เปรียบเทียบความแตกต่างมาตรฐานของโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่น
ด้วยสารละลายคลอรีน โดยวิธี Least Squares Means

โรงฆ่า	มาตรฐาน	ไม่มาตรฐาน
มาตรฐาน		0.0001
ไม่มาตรฐาน		

ตารางที่ 42

การวิเคราะห์ความแปรปรวนการผลของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus*

source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	31	7.50	0.24	2.30	0.003
A	3	2.71	0.90	8.59	0.0001
B	7	3.06	0.44	4.16	0.0008
AxB	21	1.73	0.08	0.78	0.73
Error	64	6.73	0.21		
Total	95	14.23			

C.V. =3.96%, R- square = 0.53, Root MSE = 0.32

หมายเหตุ A หมายถึง ความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกมี 3 ระดับคือ 1, 2 และ 3 %(v/v)

B หมายถึง ระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ตารางที่ 43

เปรียบเทียบความแตกต่างความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกที่มีต่อจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* โดยวิธี Least Squares Means

ความเข้มข้น%(v/v)	0	1	2	3
0		0.02	0.0003	0.0001
1			0.52	0.11
2				0.33
3				

ตารางที่ 44

เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาที่สารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อต่อจำนวนเชื้อ
Staphylococcus aureus โดยวิธี Least Squares Means

ชั่วโมงที่	0	1	2	3	4	5	24	48
0	.	0.26	0.16	0.39	0.06	0.21	0.002	0.0001
1		.	0.78	0.78	0.45	0.90	0.01	0.003
2			.	0.58	0.63	0.88	0.03	0.006
3				.	0.30	0.69	0.007	0.001
4					.	0.53	0.09	0.02
5						.	0.02	0.003
24							.	0.53
48								.

ตารางที่ 45

การวิเคราะห์ความแปรปรวนการผลของสารละลายคลอรีนในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby*

source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	31	4.09	0.13	2.17	0.005
A	3	0.92	0.31	5.06	0.003
B	7	2.49	0.36	5.85	0.0001
AxB	21	0.68	0.03	0.53	0.945
Error	64	3.89	0.06		
Total	95	7.98			

C.V. = 3.09%, R- square = 0.51, Root MSE = 0.24

หมายเหตุ A หมายถึง ความเข้มข้นสารละลายคลอรีนมี 3 ระดับคือ 20, 40 และ 60 ppm

B หมายถึง ระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อ *Salmonella derby*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46

เปรียบเทียบความแตกต่างความเข้มข้นสารละลายคลอรีนที่มีต่อจำนวนเชื้อ *Salmonella derby*
โดยวิธี Least Squares Means

ความเข้มข้น(ppm)	0	20	40	60
0	.	0.22	0.001	0.002
20		.	0.05	0.06
40			.	0.94
60				.

ตารางที่ 47

เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อต่อจำนวนเชื้อ
Salmonella derby โดยวิธี Least Squares Means

ชั่วโมงที่	0	1	2	3	4	5	24	48
0	.	0.88	0.31	0.55	0.40	0.08	0.001	0.0001
1		.	0.39	0.66	0.49	0.11	0.02	0.0001
2			.	0.67	0.87	0.45	0.03	0.0002
3				.	0.80	0.24	0.009	0.0001
4					.	0.36	0.02	0.0001
5						.	0.14	0.06
24							.	0.10
48								.

ตารางที่ 48

การวิเคราะห์ความแปรปรวนการผลของสารละลายคลอรีนในการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus*

source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	31	31	0.03	0.21	1.00
A	3	3	0.03	0.23	0.87
B	7	7	0.04	0.30	0.95
AxB	21	21	0.02	0.17	1.00
Error	64	64	0.13		
Total	95	9.24			

C.V. = 4.29%, R- square = 0.09, Root MSE = 0.36

หมายเหตุ A หมายถึง ความเข้มข้นสารละลายคลอรีนมี 3 ระดับคือ 20, 40 และ 60 ppm

B หมายถึง ระยะเวลาที่สารละลายคลอรีนสัมผัสกับเชื้อ *Staphylococcus aureus*

ตารางที่ 49

วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ในกล้ามเนื้อสุกร *M. semimembranosus* จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 20 นาทีและภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 24 ชั่วโมง

source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	11	2.27	2.20	4.38	0.0004
A	1	0.42	0.42	8.94	0.005
B	2	0.37	0.19	4.01	0.02
C	1	1.40	1.40	29.67	0.0001
AxB	2	0.04	0.02	0.13	0.65
AxC	2	0.002	0.001	0.02	0.97
BxC	1	0.0005	0.0005	0.01	0.91
AxBxC	2	0.03	0.01	0.29	0.74
Error	36	1.70	0.047		
Total	47	3.97			

C.V. =48.69%, R- square = 0.57, Root MSE = 0.22

หมายเหตุ A หมายถึง โรงฆ่า มี 2 ระดับคือ โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน

B หมายถึง ความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกมี 3 ระดับคือ 1, 2 และ 3 %(v/v)

C หมายถึง ความแตกต่างของค่า pH มี 2 ระดับคือ ΔpH_1 และ ΔpH_2

ตารางที่ 50

วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า pH ในกล้ามเนื้อสุกร *M. semimembranosus* จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 20 นาที และภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 24 ชั่วโมง

source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	11	1.44	0.13	1.91	0.07
A	1	0.19	0.19	2.48	0.09
B	2	0.08	0.04	0.61	0.55
C	1	0.68	0.68	9.91	0.003
AxB	2	0.06	0.03	0.48	0.62
AxC	2	0.002	0.0009	0.01	0.99
BxC	1	0.39	0.39	5.69	0.02
AxBxC	2	0.02	0.01	0.18	0.83
Error	36	2.46	0.07		
Total	47	3.89			

C.V. =79.09%, R- square = 0.37, Root MSE = 0.26

หมายเหตุ A หมายถึง โรงฆ่า มี 2 ระดับคือ โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน

B หมายถึง ความเข้มข้นสารละลายคลอรีนมี 3 ระดับคือ 20, 40 และ 60 ppm

C หมายถึง ความแตกต่างของค่า pH มี 2 ระดับคือ ΔpH_1 และ ΔpH_2

ตารางที่ 51

วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการลดลงของค่า pH ในก้ามเนื้อสุกร *M. longissimus dorsi* จาก
โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 20 นาที
และภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 24 ชั่วโมง

source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	5	0.69	0.14	1.17	0.36
A	1	0.43	0.43	3.66	0.07
B	2	0.05	0.03	0.23	0.79
AxB	2	0.20	0.10	0.86	0.44
Error	18	2.11	0.12		
Total	23	2.80			

C.V. = 92.92%, R- square = 0.25, Root MSE = 0.34

หมายเหตุ A หมายถึง โรงฆ่า มี 2 ระดับคือ โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน

B หมายถึง ความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกมี 3 ระดับคือ 1, 2 และ 3 %(v/v)

ตารางที่ 52

วิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการลดลงของค่า pH ในกล้ามเนื้อสุกร *M. longissimus dorsi* จาก
โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 20 นาที
และภายหลังการฉีดพ่นสารละลายคลอรีน 24 ชั่วโมง

source	df	SS	MS	F	Pr<F
Treatment	5	0.18	0.04	0.91	0.49
A	1	0.06	0.06	1.64	0.22
B	2	0.009	0.004	0.12	0.89
AxB	2	0.10	0.05	1.33	2.29
Error	18	0.71	0.04		
Total	23	0.89			

C.V. = 92.92%, R- square = 0.25, Root MSE = 0.34

หมายเหตุ A หมายถึง โรงฆ่า มี 2 ระดับคือ โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน
B หมายถึง ความเข้มข้นสารละลายคลอรีนมี 3 ระดับคือ 20, 40 และ 60 ppm

ประวัติผู้เขียน

นางสาว คมแข พิลาสมบัติ เกิดวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2513 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จ
การศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง ปีการศึกษา 2534

