

การปนเปื้อนของ *Escherichia coli* และ *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุก  
พร้อมบริโภคแช่เยือกแข็งและการพัฒนาแบบจำลองการล้างและกำจัดเชื้อในสายการผลิต



นางสาวสุรีย์ มีทอง

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต


สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONTAMINATION OF *Escherichia coli* AND Faecal *Streptococci* IN FROZEN COOKED  
READY TO EAT CHICKEN MEAT AND DEVELOPMENT OF MODEL  
FOR CLEANING AND SANITIZING IN PRODUCTION LINE



Miss Suree Meethong

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Food Technology

Department of Food Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University


หัวข้อวิทยานิพนธ์      การปนเปื้อนของ *Escherichia coli* และ *Faecal Streptococci* ใน  
ผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็งและการพัฒนา  
แบบจำลองการล้างและกำจัดเชื้อในสายการผลิต

โดย                              นางสาวสุรีย์ มีทอง

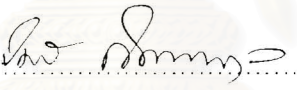
สาขาวิชา                      เทคโนโลยีทางอาหาร

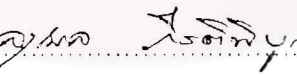
อาจารย์ที่ปรึกษา              รองศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กীরติพิบูล

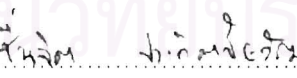
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท


  
..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมณะเศวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กীরติพิบูล)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. ชินจิต ประกิจชัยวัฒนา)

  
..... กรรมการ  
(นายอรรถกร ใจโหนด)

นางสาวสุรีย์ มีทอง : การปนเปื้อนของ *Escherichia coli* และ *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็งและการพัฒนาแบบจำลองการล้างและกำจัดเชื้อในสายการผลิต. (CONTAMINATION OF *Escherichia coli* AND *Faecal Streptococci* IN FROZEN COOKED READY TO EAT CHICKEN MEAT AND DEVELOPMENT OF MODEL FOR CLEANING AND SANITIZING IN PRODUCTION LINE) อ. ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กิริติพิบูล 83 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแหล่งของการปนเปื้อน *Escherichia coli* และ *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็งและการพัฒนาแบบจำลองการล้างและกำจัดเชื้อในสายการผลิต โดยเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์สุดท้าย 57 ตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างจากพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต 2,394 ตัวอย่าง โดยนำตัวอย่างพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิตซึ่งได้แบ่งบริเวณการจัดเก็บตัวอย่างเป็น 3 โซน คือโซน 1 เป็นบริเวณที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง โซน 2 เป็นบริเวณที่ไม่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรงและอยู่ถัดจากโซน 1 และ โซน 3 เป็นบริเวณที่ไม่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรงและอยู่ถัดจากโซน 2 เวลาในการเก็บตัวอย่างคือเวลา 8.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าในเวลา 8.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. มีการปนเปื้อน *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 10.53, 15.79 และ 21.05 ตามลำดับ แต่ไม่พบการปนเปื้อน *E. coli* ในผลิตภัณฑ์ สำหรับตัวอย่างจากพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิตพบว่าในเวลา 8.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. มีการปนเปื้อน *E. coli* ในโซน 1 ร้อยละ 0.46, 0.93, 2.31 ในโซน 2 มีการปนเปื้อนร้อยละ 1.48, 3.42, 3.85 และในโซน 3 ร้อยละ 5.19, 5.56 และ 5.88 ตามลำดับ สำหรับการตรวจ *Faecal Streptococci* ในพื้นผิวสัมผัสของกระบวนการผลิตในเวลา 8.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อในโซน 1 ร้อยละ 2.19, 6.58, 2.19 ในโซน 2 ร้อยละ 3.62, 9.31, 2.83 และในโซน 3 ร้อยละ 4.23, 11.46 และ 9.26 ตามลำดับ เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพบ *Faecal Streptococci* บนพื้นผิวสัมผัสกับร้อยละการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์โดยวิธี Multiple Regression พบว่าร้อยละการพบ *Faecal Streptococci* ในโซน 1 เวลา 8.00 น. มีความสัมพันธ์กับร้อยละการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) และพบว่าพื้นผิวของโซน 1 ที่ส่งผลต่อการพบ *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์คือครีบลายพานลำเลียง ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) จากผลการศึกษาข้างต้นพบว่ามีการปนเปื้อน *Faecal Streptococci* หลังการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในเวลา 8.00 น. มีผลต่อการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์ จึงประเมินความเสี่ยงของการเหลือรอดของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* หลังการล้างสายพานลำเลียง ซึ่งวิธีการล้างของโรงงานมีลำดับขั้นตอนคือ บัดเศษเนื้อไก่, ฉีดน้ำ, ฉีดน้ำยาทำความสะอาดด้วย Quorum Pink II HF 1%, ขัดสายพานด้วยแปรง 30 นาที, ฉีดน้ำล้าง, ฉีดด้วยกรดอะซิติกเข้มข้น 2.5%, แช่วสายพานด้วยคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm นาน 15 นาที, ฉีดน้ำล้างและฉีดแอลกอฮอล์เข้มข้น 70% ทั้งไว้จนแห้ง จากขั้นตอนการล้างข้างต้น จึงแปรปัจจัยการล้าง ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการขัดด้วยสารทำความสะอาด Quorum pink II HF เป็นเวลา 15, 30, 60 วินาที แปรความเข้มข้นของกรดอะซิติกร้อยละ 1, 2.5, 5 แปรเวลาแช่วสายพานด้วยคลอรีนเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 5, 15, 30 นาที และวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการล้างสายพานด้วยวิธี Tornado analysis พบว่าการแช่วสายพานในคลอรีนเข้มข้น 100 ppm มีอิทธิพลมากที่สุดต่อการลดความเสี่ยงของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* หลังการล้างสายพานลำเลียงในโรงงานผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็ง

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่อนิติ.....  
สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ปีการศึกษา.....2549.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## 4772539623 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: *Escherichia coli* / Faecal *Streptococci* / ZONE

SUREE MEETHONG : CONTAMINATION OF *Escherichia coli* AND Faecal *Streptococci* IN FROZEN COOKED READY TO EAT CHICKEN MEAT AND DEVELOPMENT OF MODEL FOR CLEANING AND SANITIZING IN PRODUCTION LINE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF SUWIMON KEERATIPIBUL, Ph.D., 83 pp.

This research aimed to study the sources of *Escherichia coli* and Faecal *Streptococci* contamination in frozen cooked ready to eat chicken meat. A total of 57 and 2,394 samples were collected from the finished products and the environmental surfaces. Environmental surfaces were divided into 3 zones. The surfaces in zone 1 were direct food-contact surfaces. The surfaces in zone 2 and zone 3 were non direct food-contact surfaces located next to surfaces in zone 1 and zone 2, respectively. Samples of products and environmental surfaces were taken at the production time of 8.00 am., 10.00 am. and 4.00 pm. The results showed that Faecal *Streptococci* were detected in the finished products at 8.00 am., 10.00 am. and 4.00 pm. for 10.53%, 15.79% and 21.05%, respectively, while *E. coli* was not detected. On environmental surfaces, the results revealed that *E. coli* contaminated in zone 1 at 8.00 am., 10.00 am. and 4.00 pm. for 0.46%, 0.93%, 2.31%, respectively, zone 2 were 1.48%, 3.42% and 3.85%, respectively and zone 3 were 5.19%, 5.56% and 5.88% respectively. Faecal *Streptococci* were identified in zone 1 at time 8.00 am., 10.00 am. and 4.00 pm. for 2.19%, 6.58% and 2.19%, respectively, zone 2 for 3.62%, 9.31% and 2.83%, respectively and zone 3 for 4.23%, 11.46% and 9.26%, respectively. In addition, the study of correlation using multiple linear regression method showed that the prevalence of Faecal *Streptococci* in zone 1 at 8.00 am. significantly affected the prevalence of Faecal *Streptococci* in products ( $p \leq 0.05$ ). Moreover, the prevalence of Faecal *Streptococci* at the swing conveyor belts of zone 1 significantly affected the prevalence of Faecal *Streptococci* in products ( $p \leq 0.05$ ). Risk assessment of *E. coli* and Faecal *Streptococci* survival after cleaning and sanitizing conveyor belt which cleaning method of factory were sweeping, rinse, scrubbing by Quorum pink II HF 1% 30 min, rinse, spraying by acetic acid 2.5% for 5 min, soaking conveyor belt in chlorine 100 ppm for 15 min, rinse and spray by alcohol 70%. This research was conducted the risk factors included scrubbing time by Quorum pink II HF (15, 30 and 60 sec), concentration of acetic acid (1%, 2.5% and 5%) and contact time of chlorine at 100 ppm (5, 15 and 30 min). Following the sensitivity analysis it was showed that contact time of chlorine 100 ppm was the most influencing factor on reducing the risk of *E. coli* and Faecal *Streptococci* survival after cleaning and sanitizing conveyor belt in frozen cooked ready-to-eat chicken meat plant.

Department.....FOOD TECHNOLOGY.....Student's signature..... *Suree Meethong*  
 Field of study...FOOD TECHNOLOGY.....Advisor's signature..... *S. Keeratipibul*  
 Academic year.....2006.....Co-advisor's signature.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาให้คำแนะนำ และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กীরติพิบูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร. ชื่นจิต ประกิจชัยวัฒนา ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า มาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณอรรรถร ใจโทน ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า ในการให้คำแนะนำและข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย รวมทั้งกรุณารับเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณพี่ ๆ พนักงาน และเจ้าหน้าที่ ทุกฝ่าย ที่มีส่วนร่วมในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วง ทั้งเป็นกำลัง และให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยด้วยดีเสมอ

ท้ายสุดผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวซึ่งสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ความสำคัญของเชื้อจุลินทรีย์ต่ออุตสาหกรรมอาหาร.....	3
2.2 การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ.....	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	16
3.1 ศึกษาแหล่งปนเปื้อนของ <i>E. coli</i> และ <i>Faecal Streptococci</i> ในผลิตภัณฑ์และพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต.....	16
3.2 ศึกษาการประเมินความเสี่ยงของ <i>E. coli</i> และ <i>Faecal Streptococci</i> ที่เหลื่อรอดหลังการล้างสายพาน.....	25
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	27
4.1 ผลการศึกษาแหล่งปนเปื้อนของ <i>E. coli</i> และ <i>Faecal Streptococci</i> ในผลิตภัณฑ์และบนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต.....	27
4.2 ผลศึกษาการประเมินความเสี่ยงของ <i>E. coli</i> และ <i>Faecal Streptococci</i> ที่เหลื่อรอดหลังการล้างสายพาน.....	47

	หน้า
บทที่ 5	
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	59
สรุปผลการวิจัย.....	59
ข้อเสนอแนะ.....	60
รายการอ้างอิง.....	61
ภาคผนวก.....	67
ภาคผนวก ก มาตรฐานด้านจุลชีววิทยา.....	68
ภาคผนวก ข การตรวจวิเคราะห์ <i>E.coli</i> และ <i>Faecal Streptococci</i> ใน ผลิตภัณฑ์.....	69
ภาคผนวก ค แผนภาพบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างจากพื้นผิวสัมผัสใน กระบวนการผลิต.....	71
ภาคผนวก ง การตรวจวิเคราะห์เชื้อจากพื้นผิวสัมผัสโดยวิธี Swab.....	72
ภาคผนวก จ สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาด.....	74
ภาคผนวก ฉ การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์.....	75
ภาคผนวก ช เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองการล้าง.....	76
ภาคผนวก ซ การประเมินค่าทางสถิติด้วยวิธี Multiple Linear Regression.....	78
ภาคผนวก ฌ การตรวจจุลินทรีย์ในอากาศ.....	82
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	83



## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 3.1	พื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต.....	19
ตารางที่ 4.1	ร้อยละของการพบ <i>E. coli</i> และ <i>Faecal Streptococci</i> ในผลิตภัณฑ์.....	27
ตารางที่ 4.2	ร้อยละของการพบ <i>E. coli</i> บนพื้นผิวสัมผัสของ โซน 1.....	28
ตารางที่ 4.3	ร้อยละของการพบ <i>E. coli</i> บนพื้นผิวสัมผัสของ โซน 2.....	30
ตารางที่ 4.4	ร้อยละของการพบ <i>E. coli</i> บนพื้นผิวสัมผัสของ โซน 3.....	32
ตารางที่ 4.5	ร้อยละของการพบ <i>E. coli</i> บนพื้นผิวสัมผัสทั้ง 3 โซน.....	34
ตารางที่ 4.6	ร้อยละของการพบ <i>Faecal Streptococci</i> บนพื้นผิวสัมผัสของ โซน 1.....	37
ตารางที่ 4.7	ร้อยละของการพบ <i>Faecal Streptococci</i> บนพื้นผิวสัมผัสของ โซน 2.....	39
ตารางที่ 4.8	ร้อยละของการพบ <i>Faecal Streptococci</i> บนพื้นผิวสัมผัสของ โซน 3.....	41
ตารางที่ 4.9	ร้อยละของการพบ <i>Faecal Streptococci</i> บนพื้นผิวสัมผัสทั้ง 3 โซน.....	43
ตารางที่ 4.10	ร้อยละการลดของเชื้อเมื่อแปรเวลาชุดด้วย Quorum pink HF II.....	47
ตารางที่ 4.11	ร้อยละการลดของเชื้อเมื่อแปรความเข้มข้นของกรดอะซิติก.....	48
ตารางที่ 4.12	ร้อยละการลดของเชื้อเมื่อแปรเวลาแช่สายพานด้วยคลอรีน 100 ppm.....	49

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพบ <i>E. coli</i> ในไซนและผลิตภัณฑ์เทียบกับเวลา.....	34
ภาพที่ 4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพบ <i>E. coli</i> ในไซน 1 กับไซน 2 และไซน 3.....	36
ภาพที่ 4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพบ Faecal Streptococci ในไซนและผลิตภัณฑ์เทียบกับเวลา.....	43
ภาพที่ 4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพบ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์กับการพบเชื้อในไซนต่าง ๆ.....	44
ภาพที่ 4.5	การแจกแจงร้อยละการลดของ <i>E. coli</i> เมื่อฆ่าด้วย Quorum pink HF II.....	50
ภาพที่ 4.6	การแจกแจงร้อยละการลดของ <i>E. coli</i> เมื่อใช้กรดอะซิติก.....	50
ภาพที่ 4.7	การแจกแจงร้อยละการลดของ <i>E. coli</i> เมื่อแช่คลอรีน.....	51
ภาพที่ 4.8	การแจกแจงร้อยละการลดของ Faecal Streptococci เมื่อฆ่าด้วย Quorum pink HF II.....	52
ภาพที่ 4.9	การแจกแจงร้อยละการลดของ Faecal Streptococci เมื่อใช้กรดอะซิติก.....	52
ภาพที่ 4.10	การแจกแจงร้อยละการลดของ Faecal Streptococci เมื่อแช่คลอรีน.....	53
ภาพที่ 4.11	การแจกแจงของ <i>E. coli</i> เริ่มต้นก่อนการล้าง.....	55
ภาพที่ 4.12	การแจกแจงของ Faecal Streptococci เริ่มต้นก่อนการล้าง.....	55
ภาพที่ 4.13	อิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงของ <i>E. coli</i> ที่เหลือรอดหลังการล้างสายพาน.....	56
ภาพที่ 4.14	อิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงของ Faecal Streptococci ที่เหลือรอดหลังการล้างสายพาน.....	57

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไก่จัดเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่ประชากรทั่วโลกบริโภคกัน เนื่องจากเนื้อไก่ไม่มีข้อจำกัดทางด้านศาสนาและให้ผลผลิตเร็ว อุตสาหกรรมการผลิตเนื้อไก่ของไทยนับเป็นอุตสาหกรรม การเกษตรสาขาปศุสัตว์ที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 2 รองจากสุกร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทย ประสบปัญหาเรื่องไข้หวัดนก ทำให้การส่งออกเนื้อไก่สดหยุดชะงัก ผู้ผลิตจึงมีการปรับตัวโดยหัน มาผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกเพิ่มมากขึ้น การผลิตไก่แปรรูปในประเทศไทยส่วนใหญ่ผู้ผลิตจะเป็นราย เดียวกันกับผู้ผลิตไก่สดแช่แข็งโดยเน้นหนักด้านการผลิตเพื่อส่งออก (กรมเศรษฐกิจระหว่าง ประเทศ, 2545) ในปี พ.ศ. 2549 มีการส่งออกเนื้อไก่ปรุงสุกปริมาณ 68,630 ตัน คิดเป็นมูลค่า 8,309 ล้านบาท ประเทศคู่ค้าในการส่งออกเนื้อไก่ปรุงสุกของไทยอันดับแรกคือ ประเทศญี่ปุ่นโดย มีปริมาณการส่งออกไปยังตลาดญี่ปุ่น 34,152 ตัน คิดเป็นร้อยละ 50 ของปริมาณการส่งออกเนื้อ ไก่ปรุงสุกทั้งหมด และประเทศคู่ค้าที่สำคัญเป็นอันดับต่อมาคือ กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป ซึ่งมี ปริมาณการส่งออก 31,158 ตัน คิดเป็นร้อยละ 45 ของปริมาณการส่งออกเนื้อไก่ปรุงสุกทั้งหมด (กรมปศุสัตว์, 2549)

ในการผลิตเพื่อการส่งออกเนื้อไก่ปรุงสุก แม้ว่ากรมปศุสัตว์กำหนดให้ผู้ส่งออกต้องมีการ จัดทำระบบ Good Manufacturing Practice (GMP) และ Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพและความปลอดภัยของสินค้า แต่ก็ยังเกิด ปัญหาเรื่องการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์อยู่บ่อยครั้ง ซึ่งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ในโรงงานอุตสาหกรรมเนื้อไก่ปรุงสุกเกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ การให้ความร้อนไม่เหมาะสม เช่น การปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนได้ที่อุณหภูมิพาสเจอร์ไรซ์ (60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที) (Eley, 1996) และการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ *Listeria* spp. เป็นต้น ซึ่งปนเปื้อนหลังการให้ความร้อนในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ ปรุงสุกพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็ง (Roberts และ คณะ, 1996)

อย่างไรก็ตามการปนเปื้อนของจุลินทรีย์หลังการให้ความร้อนนี้ เกิดขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอ และแหล่งที่มาของการปนเปื้อนก็มีมากมาย นอกจากนี้จุลินทรีย์ที่เกิดการปนเปื้อน หลังการให้ความร้อนก็มีหลากหลาย เช่น *E. coli*, *Salmonella* spp., *Listeria* spp. และ Faecal Streptococci เป็นต้น จึงเป็นการยากในการควบคุมการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคเหล่านี้

เนื่องจากไม่สามารถทราบแหล่งที่มาที่แน่นอน ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแหล่งปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคที่มักปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค โดยเน้นจุลินทรีย์ก่อโรคที่เป็นปัญหาหลักของโรงงานผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็ง คือ เชื้อ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* พร้อมทั้งหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อสายการผลิตซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของการปนเปื้อนแหล่งหนึ่ง จากนั้นสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินความเสี่ยงของเชื้อที่เหลืรอดหลังการล้างในโรงงานอุตสาหกรรมเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็ง

### ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายและบนพื้นผิวสัมผัสของสิ่งแวดล้อมการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็ง
2. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเหลืรอดของเชื้อ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* หลังการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อสายการผลิตในโรงงานผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็ง
3. สร้างแบบจำลองเพื่อประเมินความเสี่ยงของการเหลืรอดของเชื้อ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* หลังการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รู้แหล่งปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* ในโรงงานผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็ง
2. รู้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อสายการผลิต ทำให้สามารถกำหนดมาตรฐานการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
3. สามารถทำนายความเสี่ยงของการเหลืรอดของเชื้อ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* หลังการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อสายพานลำเลียงเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็ง
4. สามารถใช้เป็นแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองเพื่อทำนายความเสี่ยงของจุลินทรีย์ก่อโรคชนิดอื่นๆ ในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็งได้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ความสำคัญของจุลินทรีย์ก่อโรคต่ออุตสาหกรรมอาหาร

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์อาหาร มีหลายสาเหตุได้แก่ การปนเปื้อนจากวัตถุดิบ และการปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อมของกระบวนการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะซึ่งจุลินทรีย์ก่อโรคมีทั้งจุลินทรีย์ก่อโรคที่สร้างสปอร์ เช่น *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* เป็นต้น และจุลินทรีย์ก่อโรคที่ไม่สร้างสปอร์ เช่น *E. coli*, *Faecal Streptococci*, *Salmonella* spp. และ *Listeria monocytogenes* เป็นต้น แต่จุลินทรีย์ก่อโรคที่เป็นปัญหาในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็งมักจะเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคที่ไม่สร้างสปอร์ ความรู้และความเข้าใจในเรื่องจุลินทรีย์ก่อโรคเหล่านี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างมาตรการควบคุมที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและความปลอดภัย

##### 2.1.1 *Escherichia coli* (*E. coli*)

###### 2.1.1.1 ลักษณะของ *E. coli*

*E. coli* เป็นแบคทีเรียในสกุล Enterobacteriaceae ติดสีแกรมลบ รูปท่อน (Evans, Evans และ Dupont, 1979) มีขนาดกว้าง 1.1-1.5 ไมโครเมตร และยาว 2-6 ไมโครเมตร เคลื่อนได้ด้วยแฟลกเจลลา ไม่สร้างสปอร์ (Blackburn และ McClure, 2003)

###### 2.1.1.2 แหล่งที่พบเชื้อ

*E. coli* เป็น normal flora อยู่ในลำไส้ใหญ่ของคน และลำไส้ใหญ่ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ เช่น แมว สามารถตรวจพบได้ในอุจจาระ มักปนเปื้อนสู่อาหารโดยมากับน้ำและวัตถุดิบประเภท เนื้อสัตว์ และผักสด (Roberts, Baird-Parker และ Tompkin, 1996)

###### 2.1.1.3 ภาวะการเจริญเติบโต

*E. coli* เป็นพวก Facultative anaerobe เจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 7-46 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 37 องศาเซลเซียส (Abdul-Raouf, Beuchat และ Ammar, 1993) สามารถเจริญเติบโตในช่วงความเป็นกรดต่าง 4.4-9.0 และ  $a_w$  0.95 สามารถเจริญได้เร็วในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และไม่เจริญเติบโตในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 8.5 (Blackburn และ McClure, 2003)

#### 2.1.1.4 โรคที่เกิดจาก *E. coli*

โดยปกติ *E. coli* เป็นจุลินทรีย์ก่อโรคที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วง สามารถแบ่งตามลักษณะการทำให้เกิดโรคได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

##### 1) Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC)

*E. coli* ในกลุ่มนี้ทำให้เกิดโรคท้องร่วงในเด็ก และในผู้เดินทางท่องเที่ยวหรือที่เรียกว่า traveler's diarrhea ซึ่งเชื้อกลุ่มนี้สามารถสร้างสารพิษ 2 ชนิดคือ ชนิดที่ไม่ทนความร้อน heat-labile toxin (LT) และชนิดที่ทนความร้อน heat-stable toxin (ST) สำหรับสารพิษชนิดที่ทนความร้อนนี้จะถูกทำลายได้ด้วยความร้อน 100 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (Gross และ Row, 1985) อาการของโรคที่เกิดจากเชื้อกลุ่มนี้ได้แก่ มีไข้ เป็นตะคริวในช่องท้อง ในรายที่รุนแรงจะมีอาการคล้ายกับโรคอหิวาต์ (Eley, 1996)

##### 2) Enteropathogenic *E. coli* (EPEC)

*E. coli* ในกลุ่มนี้จะทำลาย microvilli ของลำไส้เล็ก (Polotsky และคณะ, 1977) และทำให้เกิดโรคท้องร่วงในเด็กแรกเกิด อาการของโรคที่เกิดจากเชื้อกลุ่มนี้ได้แก่ เป็นไข้ อาเจียน ปวดท้อง สำหรับเด็กโตจะมีอาการกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ คลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริวในช่องท้อง ปวดศีรษะ มีไข้ และหนาวสั่น (Gyles, 1994)

##### 3) Enteroinvasive *E. coli* (EIEC)

*E. coli* ในกลุ่มนี้ไม่สร้างสารพิษ แต่ทำให้เกิดโรคซึ่งผู้ป่วยจะมีอาการคล้ายกับผู้ที่ได้รับเชือบิด (*Shigella*) อาการของโรคที่เกิดจากเชื้อกลุ่มนี้ได้แก่ ท้องร่วงมีเลือดและเมือกปน และมีอาการเป็นตะคริวในช่องท้อง (Gyles, 1994)

##### 4) Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC)

สายพันธุ์ที่มีความสำคัญมากที่สุดคือสายพันธุ์ O157:H7 ทำให้เกิดโรคท้องร่วง ที่เรียกว่า Hemorrhagic colitis (Riley และคณะ, 1982) อาการของโรคที่เกิดจากเชื้อกลุ่มนี้ได้แก่ อาการท้องร่วง มีมูกเลือดปนอุจจาระ และมีอาการต่อไตทำให้ไตวายได้ แม้รับเชื้อนี้เพียง 10-100 เซลล์ (Eley, 1996)

#### 2.1.1.5 การทนความร้อน

โดยปกติ *E. coli* เป็นจุลินทรีย์ไม่ทนต่อความร้อน สามารถฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ พาสเจอร์ไรซ์ 63 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที (Forsythe, 2002) หรืออุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 15 นาที (Gross และ Row, 1985) ในการฆ่าเชื้อ *E. coli* O157:H7 ในเนื้อวัว พบว่าค่า D-value ที่อุณหภูมิ 54.4 องศาเซลเซียส เท่ากับ 39.8 นาที หรือ ค่า D-value ที่อุณหภูมิ 58.9 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.5 นาที (Doyle และ Schoeni, 1984)

### 2.1.1.6 สาเหตุการปนเปื้อน

*E. coli* มักปนเปื้อนมากับน้ำ วัตถุดิบเช่น เนื้อสัตว์ และผักสด และอาหารที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน นอกจากนี้การปนเปื้อนข้ามระหว่างวัตถุดิบกับผลิตภัณฑ์ที่ปรุงสุก และการปนเปื้อนมาจากผู้ประกอบอาหารที่มีสุขอนามัยส่วนบุคคลไม่เหมาะสม (Forsythe, 2002) ก็เป็นสาเหตุสำคัญของ การปนเปื้อน *E. coli* ในอาหาร Temelli และคณะ (2006) ได้ศึกษาแหล่งปนเปื้อนในระหว่างการผลิตเนื้อหอยแช่เยือกแข็ง โดยเก็บตัวอย่างในระหว่างการผลิต 17 ตัวอย่าง ได้แก่ วัตถุดิบหอยสด หอยหลังการให้ความร้อนด้วยไอน้ำ เนื้อหอยหลังเอาเปลือกออก เนื้อหอยหลังการลวกครั้งที่ 1 เนื้อหอยหลังการเอาไส้ออก เนื้อหอยหลังการลวกครั้งที่ 2 เนื้อหอยหลังการบรรจุ เนื้อหอยแช่เยือกแข็ง (ผลิตภัณฑ์สุดท้าย) ตัวอย่างอากาศจากห้องควักไส้ ห้องลวก และห้องบรรจุ ตัวอย่างบนพื้นผิวสัมผัสอาหาร ได้แก่ ด้านบนของโต๊ะควักไส้ พื้นผิวบริเวณบรรจุ กรรไกร ส้อม มือพนักงาน และเก็บตัวอย่างน้ำ ตรวจวิเคราะห์ Total aerobic mesophilic bacteria, coliforms, *E. coli*, Enterobacteriaceae, *Salmonella* spp., *Listeria* spp. ยีสต์และรา พบว่า ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีการปนเปื้อน *E. coli* และ Enterobacteriaceae เท่ากับ 0.47 log MPN ต่อกรัม และน้อยกว่า 1 log CFU ต่อกรัม ตามลำดับ ในงานวิจัยนี้ยังพบว่าขั้นตอนการเอาไส้ออก มีการปนเปื้อนของเชื้อในหอยเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ขั้นตอนการลวกครั้งที่ 2 ปริมาณเชื้อลดลง แต่มีการปนเปื้อนกลับในขั้นตอนบรรจุ เนื่องจากการปนเปื้อนจากมือพนักงาน และยังตรวจพบว่าแหล่งที่มีการปนเปื้อนมากเป็นอันดับหนึ่งคือ วัตถุดิบ และอากาศ การปนเปื้อนอันดับต่อมาคือ มือพนักงาน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

### 2.1.1.7 การควบคุมและป้องกัน

การควบคุมและป้องกัน *E. coli* สามารถทำได้โดยการควบคุมกระบวนการผลิต เช่น การให้ความร้อนที่เหมาะสมต่อการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ควรมีการจัดการเรื่องสุขลักษณะการผลิตที่เหมาะสม เช่น การเก็บรักษาวัตถุดิบแยกจากผลิตภัณฑ์ที่ปรุงสุกและควรมีมาตรการควบคุมเรื่องสุขอนามัยส่วนบุคคลสำหรับผู้ประกอบอาหาร รวมทั้งควบคุมการล้างทำความสะอาดเครื่องจักรอุปกรณ์ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพ (Roberts และคณะ, 1996)

## 2.1.2 Faecal *Streptococci*

### 2.1.2.1 ลักษณะของ Faecal *Streptococci*

แบคทีเรียในกลุ่ม Faecal *Streptococci* แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ Enterococci และ Viridans แต่กลุ่มที่มักพบในอุตสาหกรรมอาหารคือกลุ่ม Enterococci แบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้แก่ *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus durans* และ *Streptococcus avium* แบคทีเรียเหล่านี้มีลักษณะที่คล้ายกันคือ เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-1.0 ไมโครเมตร เรียงตัวต่อกันเป็นสายยาวหรือสั้น ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างสปอร์ สำหรับ *S. faecalis*, *S. faecium* และ *S. durans* จัดอยู่ใน Lanifiled Group D แต่ *S. avium* จัดอยู่ใน Lanifiled Group Q (Sinton, Donnison และ Hastie, 1993)

### 2.1.2.2 แหล่งที่พบเชื้อ

แหล่งที่พบ Faecal *Streptococci* ส่วนใหญ่จะพบตามลำไส้ของคนและสัตว์เลื้อยคืบ อาจพบในอุจจาระ ซอกขนหรือกีบเท้าของสัตว์ ผลิตภัณฑ์นม ไข่ เนื้อสัตว์ ผักสลัด (Eley, 1996) นอกจากนี้ยังสามารถพบ Faecal *Streptococci* ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะ *S. faecalis* ซึ่งมักพบในอุตสาหกรรมนม และสามารถแพร่กระจายได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมของโรงงาน (Skinner และ Quesnel, 1978)

### 2.1.2.3 ภาวะการเจริญเติบโต

แบคทีเรียในกลุ่ม Faecal *Streptococci* ทั้ง *S. faecalis*, *S. faecium*, *S. durans* และ *S. avium* เป็น Facultative anaerobe และสามารถเจริญได้ในสภาพบรรยากาศที่มี CO<sub>2</sub> และ N<sub>2</sub> นอกจากนี้เจริญได้ในภาวะความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 6.5 หรือมากกว่า สามารถเจริญได้ในความเป็นกรดต่าง 4-9.6 เจริญได้ที่ค่า a<sub>w</sub> 0.98 สำหรับ *S. faecalis* เจริญได้ที่ 10 – 47 องศาเซลเซียส *S. faecium* เจริญได้เร็วที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และ *S. avium* เจริญได้ที่ 10 – 45 องศาเซลเซียส (Buchanan และ Gibbons, 1974)

### 2.1.2.4 โรคที่เกิดจาก Faecal *Streptococci*

การเกิดโรคของ Faecal *Streptococci* ยังไม่มีรายงานที่แน่ชัด แต่อาการเมื่อได้รับเชื้อชนิดนี้ คืออาการท้องร่วง คลื่นไส้ อาเจียน (Eley, 1996)

### 2.1.2.5 การทนความร้อน

แบคทีเรียในกลุ่ม Faecal *Streptococci* สามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที (Sinton และคณะ, 1993)



### 2.1.2.6 สาเหตุการปนเปื้อน

เนื่องจาก Faecal *Streptococci* จะพบตามลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น และพบในอุจจาระ และแบคทีเรียนี้สามารถอยู่รอดเมื่อให้ความร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ดังนั้นการปนเปื้อนของเชื้อจึงเกิดจากการให้ความร้อนไม่เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อรวมทั้งสุขอนามัยส่วนบุคคลไม่เหมาะสม (Sinton และคณะ, 1993)

### 2.1.2.7 การควบคุมและป้องกัน

การควบคุมและป้องกัน Faecal *Streptococci* ได้แก่ ให้ความสำคัญในเรื่องสุขอนามัยส่วนบุคคล และควบคุมการให้ความร้อน คือความร้อนต้องสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส เนื่องจากแบคทีเรียในกลุ่มนี้สามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 30 นาที (Eley, 1996)

## 2.1.3 *Listeria monocytogenes*

### 2.1.3.1 ลักษณะของ *L. monocytogenes*

*L. monocytogenes* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ รูปร่างเป็นท่อนหรือค้อนข้างกลม มีขนาดยาว 10 ไมโครเมตร (Henry, 1933)

### 2.1.3.2 แหล่งที่พบเชื้อ

*L. monocytogenes* สามารถพบได้ในดิน ผักสด มูลสัตว์ เนื้อสัตว์ แหล่งน้ำ หญ้าหมัก น้านมดิบ และสิ่งปฏิกูล (Welshimer, 1960)

### 2.1.3.3 ภาวะการเจริญเติบโต

*L. monocytogenes* เป็น facultative anaerobe เจริญได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -0.4-45 องศาเซลเซียส แต่ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 37 องศาเซลเซียส เจริญได้ในช่วงกรดต่าง 4.0-9.2 และค่า  $a_w$  ที่เจริญได้ในช่วง 0.9-0.93 (Farber, Coates และ Daley, 1992)

### 2.1.3.4 โรคที่เกิดจาก *L. monocytogenes*

โรคที่เกิดจาก *L. monocytogenes* เรียกว่า Listeriosis ซึ่งมีความรุนแรงต่างกัน ขึ้นกับผู้ได้รับเชื้อ ผู้ที่ไวต่อเชื้อหรือกลุ่มเสี่ยงมักมีอัตราการตายสูง ได้แก่หญิงมีครรภ์ ผู้เป็นโรคมุมคุ้มกันบกพร่อง ผู้เป็นโรคหัวใจ โรคไต เป็นต้น บุคคลในกลุ่มเหล่านี้หากได้รับเชื้อมักมีอาการของเยื่อหุ้มสมองอักเสบและติดเชื้อ ในผู้ใหญ่มักมีอาการต่อมลูกหมากอักเสบ ต่อม้ำเหลืองอักเสบ และมีการทำลายของเม็ดเลือดขาว ส่วนหญิงมีครรภ์มักแท้งบุตร ในกรณีของเด็กเกิดใหม่ ถ้าได้รับเชื้อลิสทีริโอซิสในขณะที่คลอด มักเกิดอาการเยื่อหุ้มสมองอักเสบ (Lovett, 1989)

### 2.1.3.5 การทนความร้อน

*L. monocytogenes* เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ทนต่อความร้อนสามารถฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 71 องศาเซลเซียส 15 วินาที (Fain และคณะ, 1991) การฆ่าเชื้อ *L. monocytogenes* ในเนื้อไก่ที่มีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ  $10^5$  CFU พบว่า ค่า D-value ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เท่ากับ 0.88-3.13 นาที (Huang และคณะ, 1992) และค่า D-value ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ของเนื้อไก่อยู่ในช่วง 0.11 ถึง 0.20 นาที (Roberts และคณะ, 1996)

### 2.1.3.6 สาเหตุการปนเปื้อน

การปนเปื้อนของ *L. monocytogenes* มักปนเปื้อนหลังการให้ความร้อน โดยเฉพาะสุxonามัยส่วนบุคคลที่ไม่เหมาะสม และการปนเปื้อนข้ามระหว่างวัตถุดิบกับผลิตภัณฑ์ปรุงสุก (Forsythe, 2002) Lekroengsin และคณะ (2007) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของ *Listeria* spp. ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค ได้มีการตรวจสอบประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อน พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที เพียงพอต่อการทำลาย *Listeria* spp. นอกจากนี้ยังพบว่าการปนเปื้อนเชื้อในผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นหลังจากกระบวนการให้ความร้อนซึ่งสาเหตุมาจากการปนเปื้อนของพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ Tompkin และคณะ (1999) ศึกษาการปนเปื้อน *Listeria* spp. ในผลิตภัณฑ์ และสรุปว่าการปนเปื้อน *Listeria* spp. ในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เกิดจากสิ่งแวดล้อมการผลิต โดยเกิดจากการที่ผลิตภัณฑ์สัมผัสพื้นผิวที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ

### 2.1.3.7 การควบคุมและป้องกัน

การควบคุมและป้องกัน *L. monocytogenes* ได้แก่ มีมาตรการควบคุมเรื่อง สุxonามัยส่วนบุคคล ป้องกันการปนเปื้อนข้ามระหว่างวัตถุดิบกับผลิตภัณฑ์ปรุงสุก และควรมีการควบคุมตั้งแต่การเก็บวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ตลอดจนถึงมือผู้บริโภค (Forsythe, 2002)

## 2.1.4 *Salmonella* spp.

### 2.1.4.1 ลักษณะของ *Salmonella* spp.

*Salmonella* spp. เป็นแบคทีเรียในสกุล Enterobacteriaceae (Brenner, 1984) ติดสีแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อน ไม่สร้างสปอร์ มีขนาด  $0.7-1.5 \times 2.0-5.0$  ไมโครเมตร เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลา (Hoft และคณะ, 1994)

#### 2.1.4.2 แหล่งที่พบเชื้อ

แหล่งที่พบ *Salmonella* spp. จะพบในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ (Brenner, 1984) สามารถพบได้ตามธรรมชาติทั่วไป ในดิน น้ำ และสิ่งปฏิกูล (Feachem และคณะ, 1983) นอกจากนี้ยังพบในสัตว์ปีก หมู แมว และสุนัข (Forsythe, 2002)

#### 2.1.4.3 ภาวะการเจริญเติบโต

*Salmonella* spp. เป็น Facultative anaerobe สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิในช่วง 5.2-46.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 35-43 องศาเซลเซียส เจริญได้ในช่วง  $a_w$  0.94-0.99 และเจริญในช่วงความเป็นกรดต่าง 3.8-9.5 (Chung และ Goepfert, 1970)

#### 2.1.2.4 โรคที่เกิดจาก *Salmonella* spp.

เนื่องจาก *Salmonella* spp. เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทุกหนทุกแห่งทั่วโลก พบได้ทั้งในคนและสัตว์ เป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารเป็นอันดับหนึ่ง นอกจากนี้การเกิดโรคขึ้นกับสายพันธุ์ของเชื้อที่บริโภคเข้าไป เช่น *Salmonella* Typhi ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไทฟอยด์ อาการของโรคนี้ได้แก่ เป็นไข้ เบื่ออาหาร ตับและม้ามโต (McCullough และ Eisele, 1951) *Salmonella* Typhimurium ทำให้เกิดโรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ อาการของโรคนี้ได้แก่ เป็นไข้ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง เป็นต้น (Archer และ Young, 1988; Smith, และคณะ, 1993)

#### 2.1.2.5 การทนความร้อน

*Salmonella* spp. เป็นแบคทีเรียไม่สร้างสปอร์จึงไม่ทนต่อความร้อน ถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 15-20 นาที (Slauch และคณะ, 1997) ในการฆ่าเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อวัว ค่า D-value ที่อุณหภูมิ 57.2 องศาเซลเซียส เท่ากับ 4.2 นาที และค่า D-value ที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียส เท่ากับ 2.13 นาที (Baird-Parker และคณะ 1970)

#### 2.1.2.6 สาเหตุการปนเปื้อน

เนื่องจาก *Salmonella* spp. เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ทนความร้อน ดังนั้นสาเหตุส่วนใหญ่ของการปนเปื้อนจึงมาจากการปนเปื้อนภายหลังกระบวนการให้ความร้อน คือการปนเปื้อนข้ามระหว่างวัตถุดิบกับผลิตภัณฑ์ปรุงสุก หรือการปนเปื้อนกับสิ่งปฏิกูล และสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ไม่เหมาะสม Carraminana และคณะ (1997) ศึกษาการพบ *Salmonella* spp. ในโรงงานแปรรูปเนื้อไก่ พบว่าเนื้อไก่ดิบมีการปนเปื้อน *Salmonella* spp. ร้อยละ 55 และหลังกระบวนการให้ความร้อนมีการปนเปื้อนร้อยละ 80 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนเพิ่มขึ้นหลังกระบวนการให้ความร้อน นอกจากนี้ยังพบว่า การปนเปื้อนมาจากมือพนักงาน และสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต

### 2.1.2.7 การควบคุมและป้องกัน

- 1) ควบคุมการให้ความร้อนให้เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อ เช่น การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
- 2) การใช้กรด การใช้รังสี หรือปัจจัยอื่นร่วมในการทำลายเชื้อ *Samonella spp.*
- 3) ป้องกันการปนเปื้อนข้ามระหว่างวัตถุดิบกับผลิตภัณฑ์ปรุงสุก
- 4) ควบคุมสุขอนามัยส่วนบุคคลของพนักงาน

จุลินทรีย์ก่อโรคที่กล่าวมาข้างต้นหากมีการปนเปื้อนในอาหาร นอกจากจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคและทำให้อาหารไม่มีคุณภาพแล้ว ยังทำให้เกิดความเสียหายต่อโรงงานอุตสาหกรรมอาหารด้วย คือทำให้ผู้บริโภคขาดความเชื่อมั่นในความปลอดภัยในผลิตภัณฑ์ และส่งผลต่อชื่อเสียงของบริษัท ดังนั้นผู้ผลิตควรตระหนักถึงความสำคัญในการทำให้อาหารปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรคเหล่านี้

แม้ว่าในปัจจุบันจะมีระบบ GMP และ HACCP ที่เป็นระบบประกันคุณภาพของอาหารที่ยอมรับกันทั่วโลก แต่โรงงานอุตสาหกรรมอาหารก็ยังประสบปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์อยู่เสมอ โดยเฉพาะการปนเปื้อนหลังกระบวนการให้ความร้อน ที่มีสาเหตุจากสุขอนามัยของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารไม่เหมาะสม

การควบคุมสุขอนามัยของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารให้ประสบผลสำเร็จได้นั้น สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต้องถูกสุขลักษณะ โรงงานอุตสาหกรรมต้องให้ความสำคัญในเรื่องการล้างทำความสะอาด โดยเฉพาะบริเวณที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง แต่ไม่ควรละเลยบริเวณที่ไม่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ เพราะอาจเกิดการปนเปื้อนข้ามสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ดังนั้นการควบคุมให้โรงงานอุตสาหกรรมอาหารมีความสะอาดปราศจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ จะต้องมั่นใจได้ว่าวิธีการทำความสะอาด สารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด นั้นมีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อ สำหรับรายละเอียดการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2.2 การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ

### 2.2.1 การทำความสะอาด

การทำความสะอาดเป็นการกำจัดสิ่งสกปรกออกจากพื้นผิว ขั้นตอนการทำความสะอาดแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การขจัดสิ่งสกปรก โดยการขัด การกวาดสิ่งสกปรกออกจากพื้นผิว
- 2) การกำจัดสิ่งสกปรกที่เหลืออยู่ด้วยการใช้สารทำความสะอาด (Detergent)
- 3) การล้างด้วยน้ำ (Rinsing) เพื่อล้างสารชะล้างและสิ่งสกปรกออก

### 2.2.2 สารชะล้างหรือสารทำความสะอาด (Detergents)

สารชะล้างหรือสารทำความสะอาด เมื่อเติมลงในน้ำจะช่วยในการทำความสะอาด โดยลดแรงตึงผิวของสิ่งสกปรก หรือทำให้เกิดเป็นสบู่อ (Sponify) หรือทำให้สิ่งสกปรกกระจายตัว สารชะล้างนี้ไม่จำเป็นต้องมีสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ แต่โดยทั่วไปสารชะล้างมักมีคุณสมบัติการฆ่าเชื้อด้วย ซึ่งเป็นผลดีต่อกระบวนการทำความสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร สารชะล้างที่มีสมบัติในการลดแรงตึงผิวมักมีสมบัติการเป็นอิมัลชันที่ดี ไม่มีสมบัติในการกัดกร่อน ไม่ระคายเคืองผิวหนัง และล้างออกด้วยน้ำได้ง่าย สารประเภทนี้ได้แก่ Sodium Alkyl Benzene Sulfonate, Sodium Lauryl Sulphate, Nonyl Phenol Ethoxylate และ Dodecyl Diaminoethyl Glycine เป็นต้น (สุวิมล, 2545)

### 2.2.3 การฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี

การฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี (Chemical Disinfectants) โรงงานควรพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมสำหรับแต่ละส่วนงาน เนื่องจากสารฆ่าเชื้อแต่ละชนิดมีจุดเด่นจุดด้อยต่าง ๆ กันไป สารฆ่าเชื้อที่ดีต้องมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษ ไม่ทำให้เกิดการสีกกร่อนของพื้นผิวที่ใช้ ไม่มีผลต่อกลิ่น รส และสีของอาหาร มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้หลายชนิด ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของสารฆ่าเชื้อ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อ ระยะเวลาในการสัมผัส ความสะอาดของพื้นผิว ความเป็นกรดต่าง (pH) ความกระด้างของน้ำ และการสร้างฟิล์มชีวภาพ (Biofilms) ของเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวที่จะทำความสะอาด

### 2.2.3.1 สารประกอบประเภทคลอรีน (Chlorine Base Disinfectant)

การใช้สารประกอบคลอรีนในการฆ่าเชื้อมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้แก่ ความเข้มข้น ปริมาณที่ใช้ ระยะเวลาสัมผัส อุณหภูมิและความเป็นกรดต่างของสารละลายที่ใช้ ปัจจุบันได้มีการนำสารประกอบคลอรีนในรูปต่างๆ เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

โซเดียมไฮโปคลอไรท์เป็นสารประกอบคลอรีนชนิดหนึ่ง มีสูตรทางเคมีคือ NaOCl มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงคลอรีนคือ 74.44 โซเดียมไฮโปคลอไรท์อยู่ในรูปของสารละลาย มีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ (Cords และ Dychdala, 1993) เมื่อโซเดียมไฮโปคลอไรท์แตกตัวจะให้กรดไฮโปคลอรัส ซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ (Ray, 2001) นอกจากนี้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ซึ่งเป็นสารประกอบคลอรีนมีสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ใน 3 ตำแหน่งดังต่อไปนี้

ก. ส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเซลล์ ได้แก่ ผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ หรือเยื่อหุ้มสปอร์ ซึ่งส่วนของผนังเซลล์นั้น Baker (1926) รายงานว่า สารประกอบคลอรีนสามารถทำลายแบคทีเรียได้โดยการเกิดปฏิกิริยาของคลอรีนกับโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เกิดการสร้างสารประกอบ N-chloro ซึ่งจะไปรบกวนกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ ทำให้คุณสมบัติการควบคุมการผ่านเข้าออกของเซลล์สูญเสียไป นอกจากนี้ Campers และ MacFeters (1979) เพิ่มเติมว่าสารประกอบคลอรีนมีคุณสมบัติทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียสภาพ ทำให้ไม่สามารถควบคุมการเข้าออกของสารอาหารได้ การที่เยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลายนี้ จะทำให้ไม่สามารถรับสารอาหารเช่น คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน หรือสารอาหารที่จำเป็นในการดำรงชีพเข้าสู่เซลล์ได้ เมื่อเซลล์ขาดสารอาหาร จะทำให้การเจริญของจุลินทรีย์หยุดลงและตายได้ นอกจากนี้ Wyatt และ Waites (1975) พบว่าสารประกอบคลอรีนมีผลต่อกลไกการงอกสปอร์ของแบคทีเรีย ทำให้สปอร์มีอัตราการงอกลดลง โดยจะทำให้เยื่อหุ้มสปอร์เกิดการฉีกขาด

ข. ส่วนที่เป็นของเหลวภายในเซลล์ หรือโปรโตพลาสซึม (protoplasm) พบว่าสารประกอบคลอรีนจะไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับส่วนโปรโตพลาสซึมของเซลล์โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่เป็นโปรตีน โดยจะไปตกตะกอนส่วนที่เป็นโปรตีนของเซลล์ สารประกอบคลอรีนจะทำปฏิกิริยากับส่วนที่เป็นซัลไฟดริล (sulfhydryl) ของโปรตีน เกิดการรบกวนการทำงานของเซลล์ ซึ่ง Rodolph และ Levine (1941) กล่าวสนับสนุนว่าสารประกอบ N-chloro ที่เกิดจากสารประกอบคลอรีนทำปฏิกิริยากับโปรตีนภายในเซลล์เป็นพิษต่อแบคทีเรีย และทำให้โปรโตพลาสซึมไม่สามารถทำงานได้

ค. ส่วนที่เป็นเอนไซม์ สารประกอบคลอรีนรบกวนการทำงานของเอนไซม์ และยังสามารถทำลายเอนไซม์ได้อีกด้วย เอนไซม์โดยส่วนใหญ่เป็นโปรตีน สารประกอบคลอรีนที่เข้าไปในเซลล์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือเกิดการรวมตัวกันของเอนไซม์ ทำให้ระบบการทำงานของเอนไซม์เสียไป เอนไซม์หลายชนิดที่ได้รับผลกระทบจากคลอรีนได้แก่ Triosephosphate dehydrogenase, Glucose oxidase, D-amino acid oxidase, Transaminase, Succinic oxidase เป็นต้น Knox และคณะ (1948) สนับสนุนว่าการยับยั้งเอนไซม์เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบคลอรีน และกลุ่ม sulfhydryl ของเอนไซม์ ต่อมา Green และ Stumpf (1946) ได้ยืนยันว่า สารประกอบคลอรีนมีบทบาทในการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์บางชนิดภายในเซลล์ โดยคลอรีนจะไปมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกลูโคส ซึ่งทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำกลูโคสไปใช้ได้เซลล์จุลินทรีย์จึงขาดอาหารและตายในที่สุด (Wei, Cook และ Krik, 1985) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของสารประกอบคลอรีน ดังต่อไปนี้

#### 1) ความเข้มข้น

ความเข้มข้นของสารประกอบคลอรีนจะแตกต่างกันไปตามสภาพของการใช้งาน ความเข้มข้นของสารประกอบคลอรีนควรเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ตลอดจนสภาพแวดล้อมที่จะนำไปใช้ การเตรียมสารประกอบคลอรีนดังกล่าวควรทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตสารเคมีอย่างเคร่งครัด (Guthrie, 1983) Lopes (1986) พบว่าการใช้โซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่มีปริมาณคลอรีนอิสระ 100 ppm สามารถลดจำนวน *Listeria monocytogenes* ลงได้ 5 Log CFU/g และ Brackett (1987) พบว่าสารละลายคลอรีนความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับ 50 ppm จะมีประสิทธิภาพในการทำลาย *L. monocytogenes* และความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนต่ำกว่า 50 ppm จะไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *L. monocytogenes* สายพันธุ์ Scott A ได้ ทำนองเดียวกันกับ El-Kest และ Marth (1988) พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนมากขึ้น ประสิทธิภาพในการยับยั้ง *L. monocytogenes* จะเพิ่มมากขึ้น จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าคลอรีนที่มีความเข้มข้นมากกว่า 50 ppm มีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรีย

#### 2) อุณหภูมิ

ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ของสารประกอบคลอรีนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดการสลายตัวหรือไม่คงตัวของสารประกอบคลอรีนขึ้นได้เช่น ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์จะสลายตัว (Gelinas และคณะ, 1984)

### 3) ความเป็นกรดต่าง

ความเป็นกรดต่างเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ และจะมีค่าความเป็นกรดต่างที่เหมาะสมสำหรับประสิทธิภาพในการฆ่าเชื่อนั้น ๆ เช่น สารละลายไฮโปคลอไรท์ จะสูญเสียประสิทธิภาพอย่างรวดเร็วที่ความเป็นกรดต่างมากกว่า 10 (Guthrie, 1983) Cords และ Dychdala (1993) กล่าวว่าความสามารถในการแตกตัวของสารประกอบคลอรีนอยู่ในรูปของ HOCl และ OCl<sup>-</sup> จะขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดต่าง โดยที่ค่าความเป็นกรดต่างที่ 4-5 สารประกอบคลอรีนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ HOCl และมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์จะมากกว่าในรูปของ OCl<sup>-</sup>

### 4) ชนิดและรูปแบบของจุลินทรีย์

ประสิทธิภาพของสารประกอบคลอรีนในการทำลายจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จะแตกต่างกัน (Cords และ Dychdala, 1993) แบคทีเรียชนิดที่สร้างสปอร์ได้จะทนต่อสารประกอบคลอรีนได้มากกว่าแบคทีเรียชนิดที่ไม่สร้างสปอร์ และเวลาที่ใช้ในการลดปริมาณเชื้อลงร้อยละ 90 จะนานกว่า 10 ถึง 1000 เท่าด้วย อีกทั้งความเข้มข้นของปริมาณคลอรีนอิสระที่ใช้ในการยับยั้งเชื้อที่สร้างสปอร์จะสูงกว่า (Odlaug, 1981)

### 5) ปริมาณสารอินทรีย์

สารอินทรีย์ที่กระจายตัวอยู่ในน้ำ จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ของสารประกอบคลอรีนลดลง สารเจือปนเหล่านี้จะหน้าที่เสมือนเป็นเกราะช่วยป้องกันจุลินทรีย์จากปฏิกิริยาของสารประกอบคลอรีน Ito และ Seeger (1980) พบว่าต้องเพิ่มความเข้มข้นของคลอรีนที่เติมลงในน้ำที่มีสารอินทรีย์ปนอยู่ เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของคลอรีนที่มีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ตามต้องการ El-Kest และ Marth (1988) รายงานว่าเมื่อปริมาณเมื่อปริมาณเปปโตเนในสารละลายเพิ่มขึ้น ปริมาณคลอรีนอิสระที่พบในสารละลายจะลดลง

### 6) ความกระด้างของน้ำ

แม้ว่าความกระด้างของน้ำจะไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียของไฮโปคลอไรท์ แต่เมื่อน้ำกระด้างมากจะเกิดการตกตะกอนได้ ที่สำคัญคือความกระด้างของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดต่าง ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของสารประกอบคลอรีนเปลี่ยนแปลง (Guthrie, 1983)

### 7) ปริมาณเริ่มต้นของจุลินทรีย์

ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ของสารประกอบคลอรีนขึ้นอยู่กับปริมาณของจุลินทรีย์ เมื่อปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นเพิ่มขึ้น จะต้องเพิ่มความเข้มข้นของสารประกอบคลอรีนและเวลาในการทำลายจุลินทรีย์มากขึ้น (Park และคณะ, 1991; Wei และคณะ, 1995)



## 8) เวลา

สารเคมีสำหรับฆ่าเชื้อทุกชนิดจะมีประสิทธิภาพแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการฆ่าเชื้อ Gelinas และคณะ (1984) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ พบว่าเมื่อระยะเวลาและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่สารฆ่าเชื้อบางชนิดเกิดการสลายตัวหรือไม่คงตัวเกิดขึ้นได้เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

## 9) ความคงตัว

สารประกอบคลอรีนนั้นควรเตรียมในภาชนะที่สะอาด และเตรียมใหม่ ๆ ก่อนใช้งาน สารละลายที่เหลือจากการใช้หรือการเตรียมล่วงหน้าเป็นเวลานานอาจเสื่อมประสิทธิภาพ หากผสมกับสารซักฟอกหรือสารฆ่าเชื้ออื่น จึงควรทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้ออย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำให้เจือจาง

นอกจากสารประกอบคลอรีนแล้ว สารประกอบประเภทกรดก็ยังเป็นสารเคมีที่นิยมใช้ในการล้างทำความสะอาด เช่น กรดอะซิติก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 2.2.3.2 กรดอะซิติก (Acetic acid)

กรดอะซิติก ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) มีน้ำหนักโมเลกุล 60.05 ในรูปบริสุทธิ์จะไม่มีสีของเหลวจะมีลักษณะใส ละลายได้ในน้ำ กรดอะซิติกจะมีผลโดยตรงกับแบคทีเรีย ทั้งนี้เพราะว่าเซลล์แบคทีเรียส่วนใหญ่สามารถเจริญได้เฉพาะในกรดอ่อน ยกเว้นแบคทีเรียที่ทนต่อกรดสูง เช่น *Lactobacilli* ซึ่งมีความไวต่อกรดอะซิติกน้อย สำหรับความสามารถในการทำลายเชื้อ Hayashi และคณะ (1979) รายงานว่ากรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.4-0.8 สามารถลดปริมาณเชื้อ *Micrococcus* spp. และ *Bacillus* spp. และบางสายพันธุ์ของ *S. aureus* นอกจากนี้ Anderson และ Marshall (1989) พบว่าสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total aerobic count) แบคทีเรียกลุ่ม Enterobacteriaceae, *E. coli* และ *S. Typhimurium* ที่ปนเปื้อนเนื้อวัว โดยการใช้กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 3 ร่วมกับอุณหภูมิสูงที่ 70 องศาเซลเซียส

นอกจากนี้มียางานการทำลายจุลินทรีย์ของกรดอะซิติกซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ดังนี้ Freese และคณะ (1973) รายงานว่ากรดอินทรีย์ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ reduced nicotinamide adenine dinucleotide (NADH) ซึ่งเป็นการขจัดแหล่งของรีดิวซ์ซึ่งเอเจนท์ (reducing agents) เพื่อไปสู่การรบกวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน Beuchat และ Golden (1989) กล่าวว่ากลไกในการทำงานของกรดอินทรีย์นั้นคือการลดค่าความเป็นกรดต่างภายในเซลล์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับโมเลกุลที่ไม่แตกตัวของกรด และขัดขวางกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเยื่อหุ้มเซลล์

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกประเภทหนึ่งและบนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิตหลังขั้นตอนการให้ความร้อนในโรงงานผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็งแห่งหนึ่งในประเทศไทย และสร้างแบบจำลองเชื้อที่เหลือรอดหลังการล้างในโรงงานผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็ง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

#### 3.1 ศึกษาการปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์และบนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต

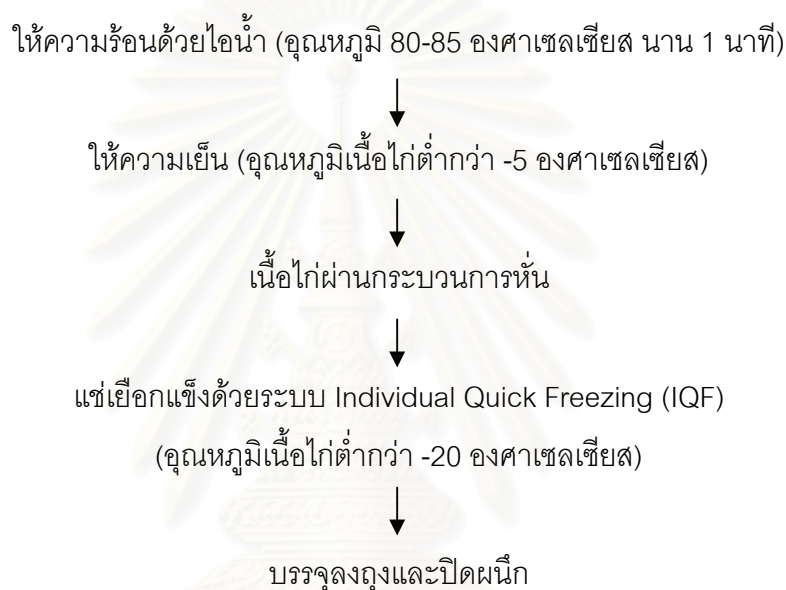
##### 3.1.1 ศึกษาการปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์

เก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาการปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะพิจารณาผลการปนเปื้อนตามข้อกำหนดของกรมปศุสัตว์ (มาตรฐานด้านจุลชีววิทยาในอาหาร แสดงในภาคผนวก ก) มีการเก็บตัวอย่างเก็บตั้งแต่เดือนเมษายน-พฤศจิกายน 2549 เก็บตัวอย่าง 1 วันจะคิดเป็น 1 ซ้ำ และมีการเก็บตัวอย่าง 3 เวลา คือ เวลา 8.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. การเก็บตัวอย่างจะสุ่มเก็บครั้งละ 5 กิโลกรัม จากนั้นนำมา 25 กรัม เพื่อนำไปตรวจเชื้อ (วิธีการตรวจ *E. coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์ แสดงในภาคผนวก ข) สำหรับการเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาการปนเปื้อนของ *E. coli* เก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 18 วัน (18 ซ้ำ) รวมจำนวนทั้งหมด 54 ตัวอย่าง และตัวอย่างสำหรับตรวจการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci เก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 19 วัน (19 ซ้ำ) รวมจำนวนทั้งหมด 57 ตัวอย่าง จากนั้นคำนวณร้อยละการพบ *E. coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์ตามเวลาเก็บตัวอย่าง ดังนี้

$$\text{ร้อยละการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์ (prevalence)} = \frac{\text{จำนวนตัวอย่างที่พบเชื้อในผลิตภัณฑ์} \times 100}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมดในเวลาที่เก็บตัวอย่าง}}$$

### 3.1.2 ศึกษาแหล่งปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal Streptococci บนพื้นผิวสัมผัสของกระบวนการผลิต

การศึกษาแหล่งปนเปื้อนของเชื้อบนพื้นผิวของกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็ง (แสดงแผนภาพบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างจากพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิตในภาคผนวก ค) ทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่พื้นผิวที่ลำเลียงเนื้อไก่ปรุงสุกออกจากกระบวนการให้ความร้อน จนกระทั่งพื้นผิวบริเวณบรรจุเนื้อไก่ลงถุง ซึ่งมีกระบวนการผลิตตั้งแต่การให้ความร้อนดังต่อไปนี้



จากกระบวนการผลิตที่แสดงข้างต้น มีสิ่งแวดล้อมมากมายที่เป็นปัจจัยต่อการปนเปื้อนของเชื้อในผลิตภัณฑ์ จึงได้นำตัวอย่างทั้งหมดในสิ่งแวดล้อมการผลิตจัดเป็นโซน 3 โซน ได้แก่ โซน 1 คือบริเวณที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง ได้แก่ เส้นลวดสายพานลำเลียงที่รองรับเนื้อไก่, เส้นลวดสายพานลำเลียงในตู้แช่เย็น, ด้านหน้าของสายพานลำเลียงที่ออกจากตู้แช่เย็น, ครัวของสายพานลำเลียงที่ออกจากตู้แช่เย็น, ขอบข้างสายพานลำเลียงที่ออกจากตู้แช่เย็น, เหยียง, ด้านหน้าของสายพานลำเลียงที่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง, ครัวของสายพานลำเลียงที่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง, ตะแกรงที่รองรับเนื้อไก่ และกรวยสำหรับบรรจุเนื้อไก่ลงถุง สำหรับโซน 2 คือบริเวณที่ไม่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรงอยู่ถัดจากโซน 1 และเป็นบริเวณที่มีการล้างทำความสะอาดยาก ได้แก่ คอแกนหมุนใต้สายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเตาอบ, โครงสร้างด้านข้างของสายพาน, คอแกนหมุนใต้สายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าตู้แช่เยือกแข็ง, คานรองรับสายพาน, รูของแกนหมุน, รอยต่อระหว่างพลาสติกกับสแตนเลส, คานรองรับสายพาน ในตู้แช่เย็น, หยดน้ำบริเวณเฟรมเซ็นเซอร์ของตู้แช่เยือกแข็ง, หยดน้ำบริเวณรอยต่อด้านในกับด้านนอกของตู้แช่

เย็น, ข้อต่อด้านในสายพานลำเลียงบริเวณตู้แช่เย็น และตู้แช่เยือกแข็ง, คอเฟืองขับได้สายพานลำเลียงบริเวณตู้แช่เย็นและตู้แช่เยือกแข็ง, หยดน้ำจากรางรองรับเศษไก่ได้สายพานลำเลียงบริเวณตู้แช่เย็นและตู้แช่เยือกแข็ง, หยดน้ำที่คานของสายพานลำเลียงบริเวณตู้แช่เย็นและตู้แช่เยือกแข็ง, ด้านหน้าและขอบข้างของสายพานหั่นไก่, คอแกนหมุน ได้สายพานหั่นไก่, ฐานเขียงและหยดน้ำบริเวณแกนเซนเซอร์ของตู้แช่เยือกแข็ง สำหรับโซน 3 คือบริเวณที่อยู่ไกลจากผลิตภัณฑ์และอยู่ถัดจากโซน 2 ได้แก่ บันไดหน้าตู้แช่เย็น, ส่วนขาของสายพานลำเลียงบริเวณตู้แช่เย็นและตู้แช่เยือกแข็ง, หยดน้ำตามผนังด้านข้างของสายพานลำเลียงบริเวณตู้แช่เย็นและตู้แช่เยือกแข็ง, สายไฟของมอเตอร์, ชั้นวางอุปกรณ์บริเวณรอบปลั๊กไฟ, ตู้ควบคุมไฟฟ้า, พื้นที่บริเวณที่หั่นไก่, ขาโต๊ะ, ขอบโต๊ะด้านล่าง, ด้านในสายยางหรือด้านในของก๊อกน้ำ, เสื้อกาวน์, เข็มพนักงานและพื้นที่บรรจุ ดังนั้นพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิตเมื่อแบ่งตามโซนแล้วสามารถได้ดังตารางที่ 3.1



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 พื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	โซน	รูปภาพ
บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากกระบวนการให้ความร้อน				
1		สายพานเส้นลวด	1	
2		คอแกนหมุน	2	
3		เฟรมด้านข้างสายพาน	2	
บริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าสู่ตู้แช่เย็น				
4		สายพานเส้นลวด	1	
5		คานสุฟี่ลีนรองรับสายพานร่อง ตัวยู	2	
6		รูแกนหมุน	2	
7		รอยต่อสุฟี่ลีนและสเตนเลส คานรองรับสายพานตู้แช่เย็น	2	
8		คอแกนหมุนส่วนที่เป็นสุฟี่ลีน	2	
9		หยดน้ำที่เฟรมเซ็นเซอร์ที่ตู้แช่เย็น	2	
10		หยดน้ำที่รอยต่อด้านในบริเวณตู้ แช่เย็น (pass box)	2	
11		บันไดหน้าตู้แช่เย็น	3	

## ต่อตารางที่ 3.1 พื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	โซน	รูปภาพ
	บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น			
12		ด้านหน้าสายพาน	1	
13		ส่วนครีปของสายพาน	1	
14		ข้อต่อด้านในสายพาน	2	
15		ขอบข้างสายพานบริเวณหัวน็อค	1	
16		คอเฟืองขับ	2	
17		น้ำจากรางสแตนเลสด้านหลังสายพาน	2	-
18		หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน	2	
19		หยดน้ำที่ผนังด้านนอก	3	-
20		ขารองรับสายพาน	3	
21		สายไฟมอเตอร์	3	
22		ชั้นวางอุปกรณ์ที่ล้างสะอาดแล้ว	3	
23		บริเวณรอบปลั๊กตัวเมีย	3	
24		ฝุ่นบนกล่องปลั๊กหรือตู้ควบคุมไฟ	3	
25		พื้นห้องหันไก่	3	

ต่อตารางที่ 3.1 พื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	โซน	รูปภาพ
บริเวณสายพานลำเลียงไก่หัน				
26		เขียง	1	
27		ด้านหน้าสายพานลำเลียงและขอบข้าง	2	
28		คอแกนมุนใต้สายพาน	2	
29		ฐานเขียง	2	
บริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าสู่แช่เยือกแข็ง				
30		สายพานเส้นลวด	1	
31		คานสุฟี่รีดรีดรองรับสายพานร่องรูปตัวยู	2	
32		ฐานแกนมุน	2	
33		คอแกนมุนส่วนที่เป็นสุฟี่รีดรีด	2	
34		หยดน้ำจากเฟรมเซ็นเซอร์ที่ตู้แช่เยือกแข็ง	2	-

ต่อตารางที่ 3.1 พื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	โซน	รูปภาพ
	บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง			
35		ด้านหน้าสายพาน	1	
36		ส่วนครีบของสายพาน	1	
37		ข้อต่อด้านในสายพาน	2	
38		ขอบข้างสายพานบริเวณหัวน็อค	1	
39		คอเฟืองขับ	2	
40		หยดน้ำจากรางสแตนเลสด้านหลังสายพาน	2	-
41		หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน	2	
42		หยดน้ำที่ผนังด้านนอกบริเวณตู้แช่เยือกแข็ง	3	-
43		เขารองรับสายพาน	3	
44		สายไฟมอเตอร์	3	



ต่อตารางที่ 3.1 พื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	ไซน	รูปภาพ
บริเวณบรรจุผลิตภัณฑ์ลงถุง				
45		ตะแกรง	1	
46		กรวย	1	
47		ขาโต๊ะ	3	
48		ขอบโต๊ะด้านล่าง	3	
จุดอื่น ๆ				
49	ด้านในสายยาง หรือด้านในก๊อกน้ำ	3		
50	เสื่อการัน	3		
51	เอเยม	3		
52	พื้นห้องบริเวณบรรจุ	3		

จากตารางที่ 3.1 เก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาการปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* จากสิ่งแวดล้อมการผลิตโดยวิธี swab (วิธี swab แสดงในภาคผนวก) โดยเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนเมษายน-พฤศจิกายน 2549 การ swab การเก็บตัวอย่าง 1 วัน จะคิดเป็น 1 ซ้ำ สำหรับการเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* เก็บตัวอย่าง 18 วัน (18 ซ้ำ) แบ่งสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตเป็นโซน 3 โซน โซน 1 เก็บตัวอย่าง 12 จุด จำนวน 216 ตัวอย่าง โซน 2 เก็บตัวอย่าง 23 จุด จำนวน 414 ตัวอย่าง และโซน 3 เก็บตัวอย่าง 17 จุด จำนวน 306 ตัวอย่าง มีการเก็บตัวอย่าง 3 เวลา คือ เวลา 8.00 น .10.00 น. และ 16.00 น. เก็บตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 2,268 ตัวอย่าง และตัวอย่างสำหรับตรวจการปนเปื้อนของ Faecal *Streptococci* เก็บตัวอย่าง 19 วัน (19 ซ้ำ) แบ่งสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตเป็นโซน 3 โซน โซน 1 เก็บตัวอย่าง 12 จุด จำนวน 228 ตัวอย่าง โซน 2 เก็บตัวอย่าง 23 จุด จำนวน 437 ตัวอย่าง และโซน 3 เก็บตัวอย่าง 17 จุด จำนวน 323 ตัวอย่าง มีการเก็บตัวอย่าง 3 เวลา คือ เวลา 8.00 น .10.00 น. และ 16.00 น. เก็บตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 2,394 ตัวอย่าง สำหรับการรายงานผลการทดลองคิดเป็นร้อยละการพบเชื้อ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* ในแต่ละจุด และรายงานร้อยละการพบเชื้อ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* ในแต่ละโซน ซึ่งรายงานผลตามเวลาที่เก็บตัวอย่าง โดยคำนวณดังนี้

$$\text{ร้อยละการพบเชื้อในแต่ละโซน} = \frac{\text{จำนวนที่พบเชื้อในโซนนั้น} \times 100}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมดในโซนนั้น}}$$

วิเคราะห์ข้อมูลของการปนเปื้อนโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* ในผลิตภัณฑ์กับการพบเชื้อบนพื้นผิวสัมผัสจากข้อ 3.1.1 และ 3.1.2 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS วิธี Multiple Linear Regression

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3.2 ศึกษาปัจจัยของการล้างและสร้างแบบจำลองของเชื้อที่เหลือรอดหลังการล้าง

#### 3.2.1 ศึกษาปัจจัยของการล้างสายพานลำเลียงเนื้อไก่ปรุงสุก

สายพานที่นำใช้ในการทดลองเป็นสายพานพลาสติกชนิด PE ขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร ยาว 1800 เซนติเมตร ซึ่งใช้ลำเลียงเนื้อไก่ปรุงสุกออกจากตู้แช่เย็น และลำเลียงเนื้อไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง เพื่อลำเลียงเนื้อไก่ปรุงสุกไปบรรจุลงถาด ทางโรงงานจะล้างเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ตามมาตรฐานการล้างของโรงงานมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ปิดเศษเนื้อไก่
- 2) ฉีดน้ำ 15 นาที
- 3) ฉีด Quorum Pink II HF1 % ทิ้งไว้ 5 นาที
- 4) ชัดสายพานด้วยแปรง 30 นาที (แปรงเวลาชัดในขั้นตอนนี้)
- 5) ฉีดน้ำล้างน้ำยาทำความสะอาด 15 นาที
- 6) ฉีดด้วยกรดอะซิติกเข้มข้น 2.5 % ทิ้งไว้ 5 นาที (แปรงความเข้มข้นของกรดในขั้นตอนนี้)
- 7) แช่สายพานด้วยคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm 15 นาที (แปรงเวลาแช่สายพานด้วยคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm ในขั้นตอนนี้)
- 8) ฉีดน้ำเพื่อล้างคลอรีน
- 9) ฉีดแอลกอฮอล์ 70 % ทิ้งไว้จนแห้ง

จากขั้นตอนการล้างของโรงงานข้างต้น จึงศึกษาปัจจัยที่ส่งผลการล้างสายพานลำเลียงเนื้อไก่ปรุงสุก โดยแปรงเวลาที่ชัดด้วย Quorum Pink II HF ความเข้มข้น 1% ในเวลา 15, 30 และ 60 วินาที แปรงความเข้มข้นกรดอะซิติก 1%, 2.5% และ 5% โดยการฉีดกรดอะซิติกทิ้งไว้ 5 นาที และแปรงเวลาแช่สายพานในคลอรีนเข้มข้น 100 ppm ในเวลา 5, 15 และ 30 นาที (สารเคมีที่ใช้ในการทดลองการล้างแสดงในภาคผนวก จ) การศึกษาปัจจัยของการล้างสายพานลำเลียงเนื้อไก่ปรุงสุกได้จำลองสายพานขนาด 20x25 เซนติเมตร ซึ่งมีการละเลงเนื้อไก่ปรุงสุก 100 กรัม บนสายพานที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เพื่อให้สภาพของสายพานคล้ายกับในไลน์ผลิต จากนั้นจึงทาเชื้อลงบนสายพานโดยใช้เชื้อ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ที่แยกได้จากเนื้อไก่หลังปรุงสุกของโรงงาน (วิธีการเตรียมเชื้อแสดงในภาคผนวก ฉ) ใช้ความเข้มข้นของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ประมาณ  $10^6$  CFU/ml ทาลงบนสายพานด้วยแปรงให้ทั่ว แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 นาที และทำการทดลองการล้าง (แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองการล้างในภาคผนวก ช) ตามปัจจัยที่กำหนดดังนี้

ปัจจัยที่ 1) เวลาที่ใช้ชัดด้วย Quorum Pink II HF: ฉีดด้วยสารทำความสะอาด Quorum Pink II HF ความเข้มข้น 1% ทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นชัดด้วยแปรงเป็นเวลา 15, 30 และ 60 วินาที

จากนั้น swab (วิธี swab แสดงในภาคผนวก ง) ที่ครีบบของสายพานพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร และนำไปตรวจการพบของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ที่เหลือรอดหลังการล้างโดยใช้ 3M Petrifilm™ และอาหารเลี้ยงเชื้อ Slanetz Barthley medium ตามลำดับ ทำการทดลองจำนวน 6 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ CRD

ปัจจัยที่ 2) ความเข้มข้นกรดอะซิติก: ฉีดด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้น 1%, 2.5% และ 5% ทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้น swab (วิธี swab แสดงในภาคผนวก ข) ที่ครีบบของสายพานพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร และนำไปตรวจการพบของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ที่เหลือรอดหลังการล้างโดยใช้ 3M Petrifilm™ และอาหารเลี้ยงเชื้อ Slanetz Barthley medium ตามลำดับ ทำการทดลองจำนวน 6 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ CRD

ปัจจัยที่ 3) เวลาแช่สายพานในคลอรีนเข้มข้น 100 ppm: นำสายพานแช่ในคลอรีนเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 5, 15 และ 30 นาที จากนั้น swab (วิธี swab แสดงในภาคผนวก ง) ที่ครีบบของสายพานพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร และนำไปตรวจการพบของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ที่เหลือรอดหลังการล้างโดยใช้ 3M Petrifilm™ และอาหารเลี้ยงเชื้อ Slanetz Barthley medium ตามลำดับ ทำการทดลองจำนวน 6 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ CRD

บันทึกผลการทดลองเป็นการพบเชื้อหลังการล้าง (prevalence) โดยกำหนดให้ก่อนการล้างพบเชื้อเป็น 100% และคำนวณเป็นร้อยละการลดลงของเชื้อหลังการล้าง ดังนี้

$$\text{ร้อยละการลดลงของเชื้อหลังการล้าง} = \frac{(\text{จน.จุดที่พบเชื่อก่อนล้าง} - \text{จน.จุดที่พบเชื้อหลังล้าง}) \times 100}{\text{จำนวนจุดที่พบเชื่อก่อนล้าง}}$$

นำผลที่ได้มาหาการแจกแจงโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป @ Risk version 4.5 และเลือกการแจกแจงของข้อมูลโดยพิจารณาจากค่า K-S Rank ที่มีค่าเป็นอันดับที่ 1

### 3.2.2 สร้างแบบจำลองของเชื้อ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* หลังการล้าง

จากผลการทดลองข้อ 3.2.1 จะนำมาสร้างแบบจำลองสำหรับทำนายการพบเชื้อหลังการล้างสายพาน และทำการเรียงลำดับปัจจัยที่มีผลต่อการพบของเชื้อ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ที่เหลือรอดหลังการล้าง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป @ Risk version 4.5 ด้วยวิธี Tornado analysis ดังสมการ

$$\text{ร้อยละการพบเชื้อหลังการล้าง} = \text{เชื้อเริ่มต้น} \times (1 - \text{อัตราการลดเมื่อขัดด้วย Quorum pink}) \times (1 - \text{อัตราการลดเมื่อใช้กรดอะซิติก}) \times (1 - \text{อัตราการลดเมื่อแช่คลอรีน})$$

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

#### 4.1 ผลการศึกษาการปนเปื้อนของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์และบนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต

##### 4.1.1 ผลการปนเปื้อนของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์

จากการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์สุดท้ายตั้งแต่ เดือนเมษายน-พฤศจิกายน 2549 ซึ่งมีการเก็บตัวอย่าง 3 เวลา คือ เวลา 8.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. ผลการปนเปื้อนของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ร้อยละการพบ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์

เชื้อที่พบในผลิตภัณฑ์	ร้อยละการพบ (prevalence)		
	เวลา 8.00 น.	เวลา 10.00 น.	เวลา 16.00 น.
<i>E. coli</i>	0 (0/18)	0 (0/18)	0 (0/18)
<i>Faecal Streptococci</i>	10.53 (2/19)	15.79 (3/19)	21.05 (4/19)

จากตารางที่ 4.1 พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์ แต่มีการปนเปื้อนของ *Faecal Streptococci* ที่เวลาผลิต 8.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. คิดเป็นร้อยละ 10.53, 15.79 และ 21.05 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lekroengsin และคณะ (2007) พบว่าการปนเปื้อนของ *Listeria spp.* ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค มีแนวโน้มการปนเปื้อนของเชื้อสูงขึ้นเมื่อเวลาการผลิตนานขึ้น

จากผลการปนเปื้อนของ *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์จึงหาสาเหตุการปนเปื้อนของเชื้อโดยการตรวจสอบกระบวนการให้ความร้อน พบว่ากระบวนการผลิตมีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที ซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคได้ ดังนั้นการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์ มาจากการปนเปื้อนหลังกระบวนการให้ความร้อน จึงได้ศึกษาแหล่งปนเปื้อนบนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต

4.1.2 ผลการปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* บนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต

การหาแหล่งปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* บนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิตในส่วนหลังการปรุงสุก ได้แบ่งพื้นผิวสัมผัสตามระดับความเสี่ยงในการปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์ออกเป็น 3 โซน ตามที่ระบุในบทที่ 3

ผลของการทำ swab test ในพื้นผิวทั้ง 3 โซน และมีการเก็บตัวอย่างเก็บตั้งแต่เดือนเมษายน-พฤศจิกายน 2549 พบว่ามีการปนเปื้อนของ *E. coli* บนพื้นผิวสัมผัสของโซน 1 ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ร้อยละของการพบ *E. coli* บนพื้นผิวสัมผัสของโซน 1

ลำดับที่	จุด swab	ร้อยละการพบเชื้อ (%prevalence)		
		เวลา		
		8.00 น.	10.00 น.	16.00 น.
1.	สายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเตาอบ	0	0	0
4.	สายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าสู่แช่เย็น	0	0	5.56
12.	ด้านหน้าสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	0	0	11.11
13.	ครีบของสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	0	5.56	0
15.	บริเวณหัวน้อตบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	5.56	0	0
26.	เขียง	0	0	5.56
30.	สายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าสู่แช่เยือกแข็ง	0	0	5.56
35.	ด้านหน้าสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	0	0	0
36.	ครีบของสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	0	5.56	0
38.	บริเวณหัวน้อตบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	0	0	0
45.	ตะแกรง	0	0	0
46.	กรวย	0	0	0

จากตารางที่ 4.2 พบว่ามีการปนเปื้อนของ *E. coli* ในเวลา 8.00 น. ซึ่งเป็นเวลาหลังการล้าง โดยพบที่สายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็นบริเวณหัวน็อคตำแหน่งเดียวคิดเป็นร้อยละ 5.56 ในขณะที่เวลา 10.00 น. มีการปนเปื้อนของ *E. coli* ที่ครีบบนสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น และตู้แช่เยือกแข็งคิดเป็นร้อยละ 5.56 และ 5.56 ตามลำดับ และเวลา 16.00 น. มีการปนเปื้อนของ *E. coli* ที่สายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าสู่ตู้แช่เย็น, ด้านหน้าสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, เขียง และสายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าสู่ตู้แช่เยือกแข็งคิดเป็นร้อยละ 5.56, 11.11, 5.56 และ 5.56 ตามลำดับ จากผลการปนเปื้อนข้างต้นจะเห็นได้ว่ามักมีการปนเปื้อนของเชื้อที่สายพานลำเลียงทั้งบริเวณครีบบด้านหน้า บริเวณหัวน็อค และสายพานเส้นลวดที่ลำเลียงเนื้อไก่ปรั่งสุกออกจากตู้แช่เย็น จากการสังเกตพบว่าบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีการล้างทำความสะอาดยาก ลักษณะของสายพานเป็นรอยต่อและมีร่องจึงเป็นแหล่งสะสมของเชื้อ

ผลของการทำ swab test สำหรับตรวจการปนเปื้อน *E. coli* บนพื้นผิวสัมผัสของโซน 2 มีการเก็บตัวอย่างเก็บตั้งแต่เดือนเมษายน-พฤศจิกายน 2549 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ร้อยละของการพบ *E. coli* บนพื้นผิวสัมผัสของโซน 2

ลำดับที่	จุด swab	ร้อยละการพบเชื้อ (%prevalence)		
		เวลา	เวลา	เวลา
		8.00 น.	10.00 น.	16.00 น.
2.	คอ แกนหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเตาอบ	0	0	11.11
3.	เฟรมด้านข้างสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเตาอบ	0	0	0
5.	คานสุฟรี้ลีนรองรับสายพานร่องรูปตัวยูบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เย็น	5.56	-	-
6.	รูแกนหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เย็น	11.11	0	0
7.	รอยต่อสุฟรี้ลีนและสเตนเลสคานรองรับสายพานในตัวแช่เย็น	0	-	-
8.	คอแกนหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เย็น	0	-	-
9.	หยดน้ำที่เฟรมเซ็นเซอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เย็น	0	-	-
10.	หยดน้ำที่รอยต่อด้านใน pass box บริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เย็น	0	-	-
14.	ข้อต่อด้านในสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เย็น	-	0	11.11
16.	คอเพื่อจับบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เย็น	5.56	5.56	0
17.	น้ำจากรางสเตนเลสด้านหลังสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เย็น	0	-	-
18.	หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เย็น	0	-	-
27.	ด้านหน้าสายพานลำเลียงและขอบข้างบริเวณสายพานลำเลียงไก่หัน	0	5.56	0
28.	คอแกนหมุนใต้สายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่หัน	0	-	-
29.	ฐานเขียงบริเวณสายพานลำเลียงไก่หัน	0	-	-
31.	คานสุฟรี้ลีนรองรับสายพานร่องรูปตัวยูบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เยือกแข็ง	0	-	-
32.	รูแกนหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เยือกแข็ง	-	0	0
33.	คอแกนหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เยือกแข็ง	-	16.67	11.11
34.	หยดน้ำจากเฟรมเซ็นเซอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เยือกแข็ง	-	11.11	11.11
37.	ข้อต่อด้านในสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เยือกแข็ง	-	0	0
39.	คอเพื่อจับบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เยือกแข็ง	-	0	0
40.	น้ำจากรางสเตนเลสหลังสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เยือกแข็ง	-	0	5.56
41.	หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เยือกแข็ง	-	5.56	0



จากตารางที่ 4.3 พบว่ามีการปนเปื้อนของ *E. coli* เวลาหลังล้าง (8.00 น.) ที่คานสุพรีลิน รองรับสายพานร่องรูปตัวยูบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เย็น, ฐานหมุนสุพรีลินบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เย็น, คอเฟืองขับบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เย็นคิดเป็นร้อยละ 5.56, 11.11 และ 5.56 ตามลำดับ ในขณะที่เวลา 10.00 น. พบว่ามีการปนเปื้อนที่คอเฟืองขับบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เย็น, ด้านหน้าสายพานลำเลียงและขอบข้างบริเวณสายพานลำเลียงไก่หั่น, คอแกนหมุนสุพรีลินบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เยือกแข็ง, หยดน้ำจากเฟรมเซ็นเซอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เยือกแข็ง, หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เยือกแข็งคิดเป็นร้อยละ 5.56, 5.56, 16.67, 11.11 และ 5.56 ตามลำดับ และเวลา 16.00 น. พบการปนเปื้อนที่คอแกนหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเตาอบ, ข้อต่อด้านในสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เย็น, คอแกนหมุนสุพรีลินบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เยือกแข็ง, หยดน้ำจากเฟรมเซ็นเซอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เยือกแข็ง และน้ำจากรางสแตนเลสด้านหลังสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เยือกแข็งคิดเป็นร้อยละ 11.11, 11.11, 11.11, 11.11 และ 5.56 ตามลำดับ

จากผลการปนเปื้อนของเชื้อพบว่าบริเวณที่มักพบเชื้อคือ คอแกนหมุน, ฐานหมุนบริเวณสายพานลำเลียง, ข้อต่อด้านในสายพานและหยดน้ำจากเฟรมเซ็นเซอร์บริเวณสายพานลำเลียง ซึ่งบริเวณเหล่านี้เป็นซอกมุมยากต่อการทำความสะอาดและเป็นแหล่งสะสมของเชื้อได้เป็นอย่างดี ดังนั้นพนักงานควรให้ความสนใจในการล้างทำความสะอาดในโซนนี้ไม่น้อยไปกว่าโซน 1 เนื่องจากเชื้อที่สะสมในโซนนี้อาจปนเปื้อนกลับสู่โซน 1 และผลิตภัณฑ์ได้

ผลของการทำ swab test สำหรับตรวจการปนเปื้อน *E. coli* บนพื้นผิวสัมผัสของโซน 3 มีการเก็บตัวอย่างเก็บตั้งแต่เดือนเมษายน-พฤศจิกายน 2549 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 ร้อยละของการพบ *E. coli* บนพื้นผิวสัมผัสของโซน 3

ลำดับที่	จุด swab	ร้อยละการพบเชื้อ (%prevalence)		
		เวลา	8.00 น.	10.00 น.
11.	บันไดหน้าตู้แช่เย็น	0.00	0.00	11.11
19.	หยดน้ำที่ผนังด้านนอก บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	-	16.67	16.67
20.	ซากรองรับสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	5.56	0.00	0.00
21.	สายไฟมอเตอร์ บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	5.56	0.00	0.00
22.	ชั้นวางอุปกรณ์	0.00	0.00	0.00
23.	บริเวณรอบปลั๊กตัวเมียบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	38.89	11.11	16.67
24.	ฝุ่นบนกล่องปลั๊กหรือตู้ควบคุมไฟบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	5.56	5.56	0.00
25.	พื้นห้องหันไก่	11.11	11.11	11.11
42.	หยดน้ำที่ผนังด้านนอก บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	-	44.44	33.33
43.	ซากรองรับสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	0.00	0.00	0.00
44.	สายไฟมอเตอร์ บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	0.00	0.00	0.00
47.	ขาโต๊ะบรรจุ	0.00	0.00	5.56
48.	ขอบโต๊ะบริเวณบรรจุผลิตภัณฑ์	5.56	5.56	0.00
49.	ด้านในสายยางหรือก๊อกน้ำ	0.00	0.00	0.00
50.	เสื่อถาด	5.56	0.00	5.56
51.	เคี่ยม	0.00	0.00	0.00
52.	พื้นห้องบรรจุ	0.00	0.00	0.00

จากตารางที่ 4.4 พบว่ามีการปนเปื้อนของ *E. coli* ในเวลา 8.00 น. ที่ซารองรับสายพาน บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, สายไฟมอเตอร์ บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, บริเวณรอบปลั๊กตัวเมียหรือผู้บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, ฝุ่นบนกล่อง ปลั๊กบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, พื้นห้องหันไก่, ขอบโต๊ะบริเวณบรรจุผลิตภัณฑ์ และเสื่อถาดนึ่งคิดเป็นร้อยละ 5.56, 5.56, 38.89, 5.56, 11.11, 5.56 และ 5.56 ตามลำดับ ในขณะที่เวลา 10.00 น. มีการปนเปื้อนของเชื้อในหยดน้ำที่ผนังด้านนอกบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, บริเวณรอบปลั๊กตัวเมียบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, ฝุ่นบนกล่อง ปลั๊กบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, พื้นห้องหันไก่, หยดน้ำที่ผนังด้านนอก บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง และขอบโต๊ะบริเวณบรรจุผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 16.67, 11.11, 5.56, 11.11, 44.44 และ 5.56 ตามลำดับ และเวลา 16.00 น. มีการปนเปื้อนที่บันไดหน้าตู้แช่เย็น, หยดน้ำที่ผนังด้านนอก บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, บริเวณรอบปลั๊กตัวเมียบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, พื้นห้องหันไก่หยดน้ำที่ผนังด้านนอก บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง และขาโต๊ะบรรจุคิดเป็นร้อยละ 11.11, 16.67, 16.67, 11.11, 33.33 และ 5.56 ตามลำดับ

จากผลการปนเปื้อนจะเห็นได้ว่าการพบเชื้อในโซน 3 ที่บริเวณรอบปลั๊กตัวเมียบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น และกล่องปลั๊กหรือตู้ควบคุมไฟมีการพบเชื้อที่ค่อนข้างมากจากการสังเกตพบว่าบริเวณนั้นเป็นบริเวณที่ถูกละเอียดต่อการทำความสะอาด ซึ่งพนักงานมักคิดว่าบริเวณนั้นอยู่ไกลและไม่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังพบว่าการพบเชื้อในหยดน้ำที่ผนังด้านนอกบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง มีการพบเชื้อสูงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณอื่นๆ เนื่องจากหยดน้ำที่ไหลออกอาจจะพาเชื้อที่อยู่ตามซอกมุมออกมาด้วย และจากการสังเกตพื้นผิวบริเวณนี้ไม่มีการล้างทำความสะอาดทำให้เป็นที่สะสมของจุลินทรีย์ได้

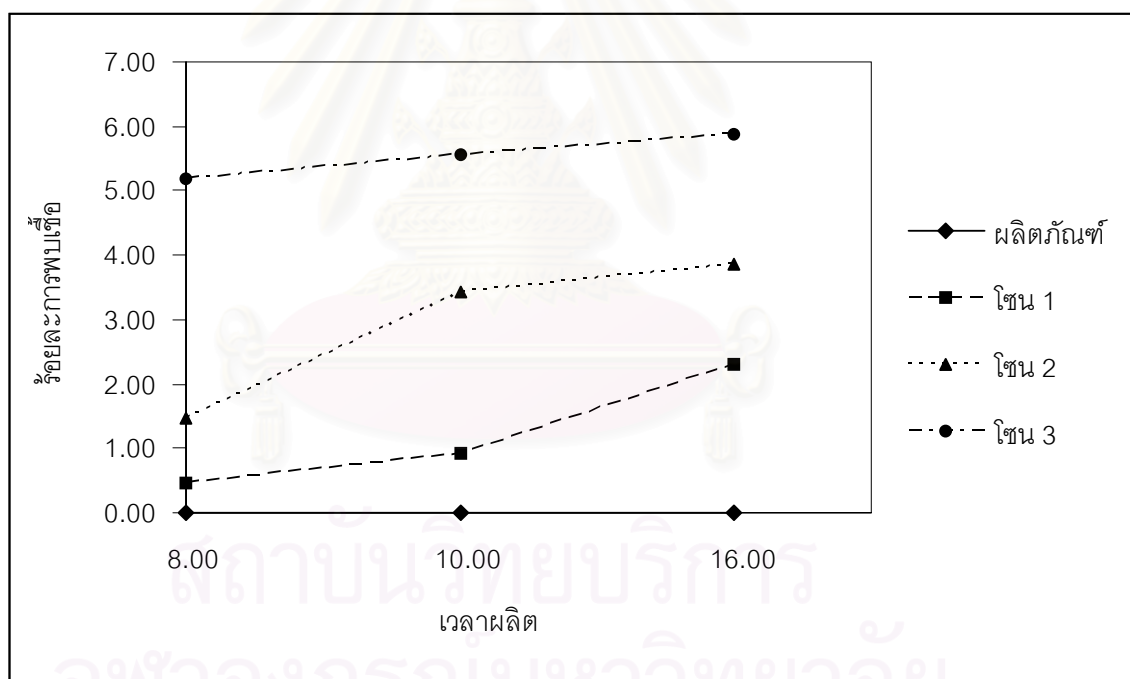
เมื่อนำผลการปนเปื้อนของ *E. coli* บนพื้นผิวทั้ง 3 โซน ตั้งแต่ตารางที่ 4.2 ถึงตารางที่ 4.4 มาคำนวณเป็นร้อยละการพบเชื้อในแต่ละโซนจะได้ผลดังตารางที่ 4.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ร้อยละของการพบ *E. coli* บนพื้นผิวสัมผัสทั้ง 3 โซน

โซน	ร้อยละการพบเชื้อ (%prevalence)		
	เวลา		
	8.00 น.	10.00 น.	16.00 น.
โซน 1	0.46 (1/216)	0.93 (2/216)	2.31 (5/216)
โซน 2	1.48 (4/270)	3.42 (8/234)	3.85 (9/234)
โซน 3	5.19 (14/270)	5.56 (17/306)	5.88 (18/306)

จากตารางที่ 4.5 เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อในโซน 1 โซน 2 และโซน 3 เทียบกับเวลาโดยการสร้างกราฟ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพบ *E. coli* ในโซนและผลิตรภัณฑ์เทียบกับเวลา

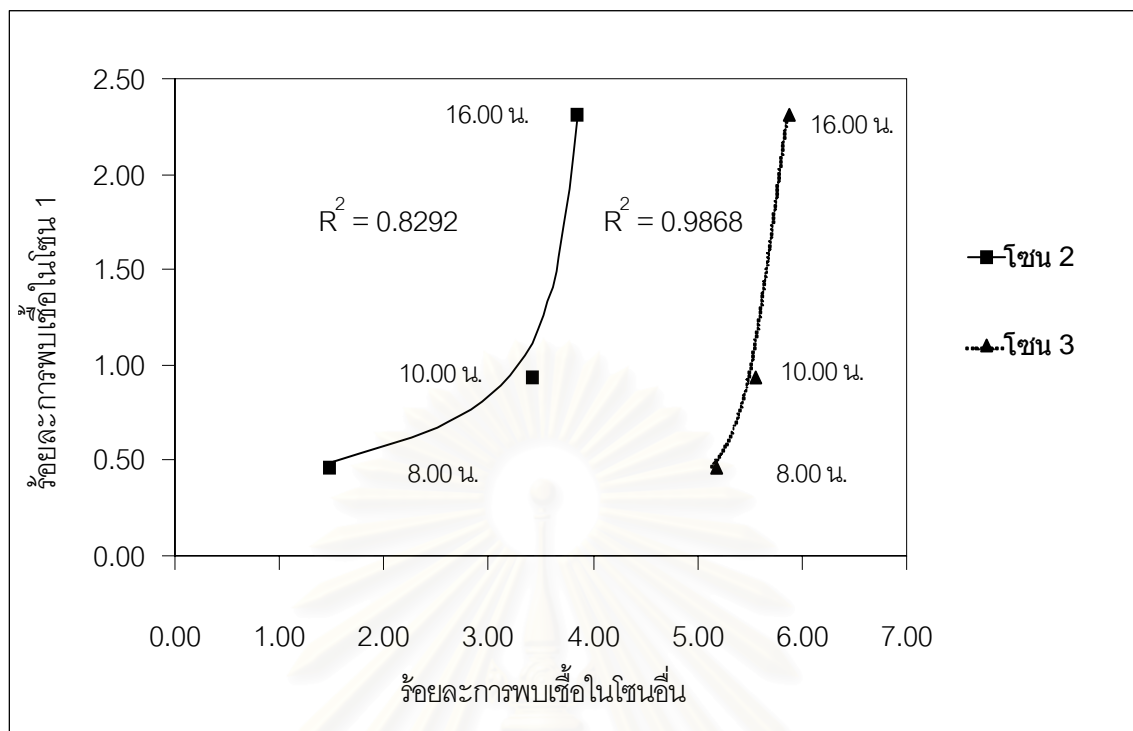
จากภาพที่ 4.1 เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพบเชื้อ *E. coli* ในโซน และผลิตภัณฑ์เทียบกับเวลา พบว่าเมื่อระยะเวลาในการผลิตสูงขึ้นการพบเชื้อทั้งในโซน 1 โซน 2 และโซน 3 มีแนวโน้มการพบเชื้อที่สูงขึ้น เห็นได้เวลาที่เวลาเริ่มการผลิต มีการปนเปื้อนของ *E. coli* บนพื้นผิวสัมผัสทั้ง 3 โซน แสดงว่าการล้างและฆ่าเชื้อไม่สามารถกำจัด *E. coli* บนพื้นผิวได้หมด นอกจากนี้ยังพบว่าร้อยละการพบของ *E. coli* บนพื้นผิวสัมผัสของกระบวนการผลิตที่เพิ่มขึ้น เมื่อเวลาการผลิตเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ามีการเจริญเติบโตของ *E. coli* หรือมีการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น ระหว่างโซน ในระหว่างการผลิตอีกด้วย

การปนเปื้อนของ *E. coli* ในพื้นผิวสัมผัสทั้ง 3 โซน ที่เวลาใดเวลาหนึ่ง พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อในโซน 3 มากกว่าโซน 2 และโซน 2 มากกว่าโซน 1 จากการสังเกตพบว่าพนักงาน ละเลยความสำคัญของการทำความสะอาดในโซน 2 และโซน 3 เพราะคิดว่าจุดที่ควรล้างมากที่สุด คือจุดที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ จึงละเลยในจุดที่ไม่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะในโซน 3 ซึ่งเป็น พื้นทางเดิน ปลั๊กไฟ สายมอเตอร์ เป็นต้น ทั้งนี้ถ้ามีการดูแลทำความสะอาดโซน 3 ไม่ดี อาจเกิดการปนเปื้อนข้ามจากโซน 3 สู่อโซน 2 และจากโซน 2 ปนเปื้อนสู่อโซน 1 ได้

อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ยังไม่พบการปนเปื้อนของ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์ แต่ในอนาคต อาจเกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้นพนักงานจึงควรให้ความสำคัญในเรื่องการทำความสะอาดทั้ง 3 โซน โดยเฉพาะการล้างที่เวลาก่อนเริ่มผลิต จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าเวลาก่อนผลิตมีการพบเชื้อทั้ง 3 โซน ซึ่งทางโรงงานควรวิธีการล้างทำความสะอาดหรืออบรมพนักงานให้ เข้าใจการล้างที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

เมื่อค่าในตารางที่ 4.5 มาหาความสัมพันธ์ระหว่างการพบ *E. coli* ในโซน 1 กับโซน 2 และโซน 3 โดยการสร้างกราฟ ดังภาพที่ 4.2

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพบ *E. coli* ใน โซน 1 กับ โซน 2 และ โซน 3

จากค่าในตารางที่ 4.5 เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อในโซน 1 กับโซน 2 และโซน 3 ดังภาพที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าการพบ *E. coli* ในโซน 2 ส่งผลต่อการพบ *E. coli* ในโซน 1 มากกว่าโซน 3 โดยพิจารณาดังนี้คือ เวลา 8.00 น. การพบ *E. coli* ในโซน 2 ร้อยละ 1.48 ส่งผลต่อการพบ *E. coli* ในโซน 1 ร้อยละ 0.46 ในขณะที่การพบ *E. coli* ในโซน 3 ร้อยละ 5.19 จึงจะส่งผลต่อการพบ *E. coli* ในโซน 1 ร้อยละ 0.46 เมื่อพิจารณาที่เวลา 10.00 น. การพบ *E. coli* ในโซน 2 ร้อยละ 3.42 ส่งผลต่อการพบ *E. coli* ในโซน 1 ร้อยละ 0.93 ในขณะที่การพบ *E. coli* ในโซน 3 ถึงร้อยละ 5.56 จึงจะส่งผลต่อการพบ *E. coli* ในโซน 1 ร้อยละ 2.31 และที่เวลา 16.00 น. การพบ *E. coli* ในโซน 2 ร้อยละ 3.88 ส่งผลต่อการพบ *E. coli* ในโซน 1 ร้อยละ 2.31 ในขณะที่พบ *E. coli* ในโซน 3 ถึงร้อยละ 5.88 จึงจะส่งผลต่อการพบ *E. coli* ในโซน 1 ร้อยละ 2.31

จากผลความสัมพันธ์นี้ การปนเปื้อนของเชื้ออาจมีสาเหตุมาจากการสะสมของเชื้อในบริเวณนั้นเอง เนื่องจากการล้างไม่สะอาด หรือเกิดจากการปนเปื้อนจากโซนอื่น ๆ โดยมีตัวพาเช่นมือพนักงานในไลน์ผลิต หรือน้ำที่ใช้ล้างในกระบวนการผลิตเนื่องจากการกระเด็นของน้ำ หรือน้ำที่ไหลพาเชื้อออกมาจากซอกมุมที่มีการล้างไม่ถึง ทำให้พาเชื้อจากโซนอื่น ๆ มาสู่โซน 1

สำหรับผลการปนเปื้อนของ Faecal *Streptococci* บนพื้นผิวสัมผัสในโซน 1 ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ร้อยละของการพบ Faecal *Streptococci* บนพื้นผิวสัมผัสของโซน 1

ลำดับที่	จุด swab	ร้อยละการพบเชื้อ (%prevalence)		
		8.00 น.	10.00 น.	16.00 น.
1.	สายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเตาอบ	5.26	5.26	0
4.	สายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าสู่ตู้แช่เย็น	0	5.26	0
12.	ด้านหน้าสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	5.26	5.26	5.26
13.	ครีบของสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	5.26	0	0
15.	บริเวณหัวนอตบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	0	5.26	5.26
26.	เขียง	0	10.53	5.26
30.	สายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าสู่ตู้แช่เยือกแข็ง	0	10.53	0
35.	ด้านหน้าสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	0	10.53	5.26
36.	ครีบสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	10.53	5.26	5.26
38.	หัวนอตบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	0	0	0
45.	ตะแกรง	0	5.26	0
46.	กรวย	0	15.79	0

จากตารางที่ 4.6 พบว่ามีการปนเปื้อนของ Faecal *Streptococci* ที่เวลา 8.00 น. ซึ่งเป็นเวลาหลังการล้าง มีการปนเปื้อนของเชื้อที่สายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากกระบวนการให้ความร้อน ด้านหน้าและครีบสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น ครีบของสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็งคิดเป็นร้อยละ 5.26, 5.26, 5.26 และ 10.53 ตามลำดับ ในขณะที่เวลา 10.00 น. มีการปนเปื้อนที่สายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากกระบวนการให้ความร้อน, สายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าสู่ตู้แช่เย็น, ด้านหน้าสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, บริเวณหัวนอตสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, เขียง, สายพานเส้นลวดบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าสู่ตู้แช่เยือกแข็ง, ด้านหน้าสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง, ครีบของสายพาน

บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง, ตะแกรงและกรวยคิดเป็นร้อยละ 5.26, 5.26, 5.26, 5.26, 10.53, 10.53, 10.53, 5.26, 5.26 และ 15.79 ตามลำดับ และเวลา 16.00 น. มีการปนเปื้อนที่ด้านหน้าสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, หัวน็อคบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, เที่ยง, ด้านหน้าสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง และครีบของสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง ทุกจุดพบการปนเปื้อนเท่ากับร้อยละ 5.26

สำหรับผลการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci บนพื้นผิวสัมผัสในโซน 2 ดังแสดงในตารางที่ 4.7



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 4.7 ร้อยละของการพบ Faecal Streptococci บนพื้นผิวสัมผัสของโซน 2

ลำดับที่	จุด swab	ร้อยละการพบเชื้อ (%prevalence)		
		8.00 น.	10.00 น.	16.00 น.
2.	คอ แขนหมุน หัว belt บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากการให้ความร้อน	0	15.79	0
3.	เฟรมด้านข้างสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากการให้ความร้อน	0	5.26	0
5.	คานสุฟรึลินรองรับสายพานร่องรูปตัวยูบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตู้แช่เย็น	5.26	-	-
6.	รูแกนหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าตู้ แช่เย็น	0	5.26	0
7.	รอยต่อสุฟรึลินและสเตนเลสคานรองรับสายพานในตู้แช่เย็น	15.79	-	-
8.	คอแกนหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตู้แช่เย็น	0	-	-
9.	หยดน้ำที่เฟรมเซ็นเซอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าตู้แช่เย็น	-	5.26	0
10.	หยดน้ำที่รอยต่อด้านใน pass box บริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าตู้แช่เย็น	-	10.53	0
14.	ข้อต่อด้านในสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	0	-	-
16.	คอเพื่อขั้วบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	0	-	-
17.	น้ำจากรางสเตนเลสด้านหลังสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	-	5.26	0
18.	หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	-	15.79	0
27.	ด้านหน้าสายพานลำเลียงและขอบข้างบริเวณสายพานลำเลียงไก่หัน	5.26	5.26	0
28.	คอแกนหมุน ใต้สายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่หัน	5.26	0	0
29.	ฐานเขียงบริเวณสายพานลำเลียงไก่หัน	10.53	-	-
31.	คานสุฟรึลินรองรับสายพานร่องรูปตัวยูบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าตู้แช่เยือกแข็ง	10.53	-	-
32.	รูแกนหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าตู้แช่เยือกแข็ง	5.26	5.26	5.26
33.	คอแกนหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าตู้แช่เยือกแข็ง	0	-	-
34.	หยดน้ำจากเฟรมเซ็นเซอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าตู้แช่เยือกแข็ง	-	10.53	0
37.	ข้อต่อด้านในสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	0	-	-
39.	คอเพื่อขั้วบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	0	-	-
40.	น้ำจากรางสเตนเลสหลังสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	-	15.79	10.53
41.	หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	-	21.05	21.05

จากตารางที่ 4.7 พบว่าการปนเปื้อนของ *Faecal Streptococci* ที่เวลา 8.00 น. มีการปนเปื้อนที่คานสุพรีลินรองรับสายพานร่องรูปตัวยูบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เย็น, รอยต่อสุพรีลินและสแตนเลสคานรองรับสายพานในตัวแช่เย็น, ด้านหน้าสายพานลำเลียงและขอบข้างบริเวณสายพานลำเลียงไก่หั่น, คอกแวนหมุนใต้สายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่หั่น, ฐานเขียง บริเวณสายพานลำเลียงไก่หั่น, คานสุพรีลินรองรับสายพานร่องรูปตัวยูบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เยือกแข็งและคานสุพรีลินรองรับสายพานร่องรูปตัวยูคิดเป็นร้อยละ 5.26, 15.79, 5.26, 5.26, 10.53, 10.53 และ 5.26 ตามลำดับ ขณะที่เวลา 10.00 น. มีการปนเปื้อนที่คอกแวนหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากการให้ความร้อน, เฟรมด้านข้างสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเตาอบ, ฐานหมุนบริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เย็น, หยอดน้ำที่เฟรมเซ็นเซอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เย็น, หยอดน้ำที่รอยต่อด้านใน pass box บริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เย็น, น้ำจากรางสแตนเลสด้านหลังสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เย็น, หยอดน้ำที่ปลายคานข้างสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เย็น, ด้านหน้าสายพานลำเลียงและขอบข้างบริเวณสายพานลำเลียงไก่หั่น, คานสุพรีลินรองรับสายพานร่องรูปตัวยู, หยอดน้ำจากเฟรมเซ็นเซอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่ในตัวแช่เยือกแข็ง, น้ำจากราง สแตนเลสด้านหลังสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เยือกแข็ง และหยอดน้ำที่ปลายคานข้างสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เยือกแข็งคิดเป็นร้อยละ 15.79, 5.26, 5.26, 5.26, 10.53, 5.26, 15.79, 5.26, 5.26, 10.53, 15.79 และ 21.05 ตามลำดับ และเวลา 16.00 น. มีการปนเปื้อนที่คานสุพรีลินรองรับสายพานร่องรูปตัวยู, น้ำจากรางสแตนเลสด้านหลังสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เยือกแข็ง และหยอดน้ำที่ปลายคานข้างสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เยือกแข็งคิดเป็นร้อยละ 5.26, 10.53 และ 21.05 ตามลำดับ

จากผลการปนเปื้อนจะเห็นได้ว่าพบการปนเปื้อนในหยอดน้ำที่ปลายคานข้างสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตัวแช่เยือกแข็งมากที่สุด อาจเนื่องมาจากหยอดน้ำพาเชื้อที่สะสมอยู่ตามซอกมุมต่าง ๆ ออกมาด้วย

สำหรับผลการปนเปื้อนของ *Faecal Streptococci* บนพื้นผิวสัมผัสในโซน 3 ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ร้อยละของการพบ Faecal Streptococci บนพื้นผิวสัมผัสของโซน 3

ลำดับที่	จุด swab	ร้อยละการพบเชื้อ (%prevalence)		
		8.00 น.	10.00 น.	16.00 น.
11.	บันไดหน้าตู้แช่เย็น	10.53	0.00	15.79
19.	หยดน้ำที่ผนังด้านนอก บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	-	15.79	21.05
20.	ขาของรับสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	0.00	10.53	5.26
21.	สายไฟมอเตอร์ บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	10.53	10.53	5.26
22.	ชั้นวางอุปกรณ์	0.00	5.26	0.00
23.	บริเวณรอบปลั๊กตัวเมียบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	10.53	0.00	5.26 (1)
24.	ฝุ่นบนกล่องปลั๊กหรือตู้ควบคุมไฟบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น	0.00	10.53	0.00
25.	พื้นห้องหันไก่	10.53	5.26	10.53
42.	หยดน้ำที่ผนังด้านนอก บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	-	78.95	84.21
43.	ขาของรับสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	0.00	10.53	5.26
44.	สายไฟมอเตอร์ บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง	0.00	5.26	0.00
47.	ขาโต๊ะบรรจุ	0.00	10.53	0.00
48.	ขอบโต๊ะบริเวณบรรจุผลิตภัณฑ์	10.53	0.00	0.00
49.	ด้านในสายยางหรือก๊อกน้ำ	5.26	5.26	5.26
50.	เสื่อถาด	0.00	10.53	0.00
51.	เขี่ย	0.00	15.79	0.00
52.	พื้นห้องบรรจุ	0.00	0.00	0.00

จากตารางที่ 4.8 พบว่าการปนเปื้อนของ *Faecal Streptococci* ที่เวลา 8.00 น. มีการปนเปื้อนที่บันไดหน้าตู้แช่เย็น, สายไฟมอเตอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, บริเวณรอบปลั๊กตัวเมียหรือผู้บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, พื้นห้องหันไก่, ขอบโต๊ะบริเวณบรรจุผลิตภัณฑ์และด้านในสายยางคิดเป็นร้อยละ 10.53, 10.53, 10.53, 10.53, 10.53 และ 5.26 ตามลำดับ ในขณะที่เวลา 10.00 น. พบว่ามีการปนเปื้อนที่หยดน้ำที่ผนังด้านนอกบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, ขารองรับสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, สายไฟมอเตอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, ชั้นวางอุปกรณ์, ฝุ่นบนกล่องปลั๊กบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, พื้นห้องหันไก่, หยดน้ำที่ผนังด้านนอกบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง, ขารองรับสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง, สายไฟมอเตอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง, ขาโต๊ะบรรจุ, ด้านในสายยางและเสื่อคาร์บอน คิดเป็นร้อยละ 15.79, 10.53, 10.53, 5.26, 10.53, 5.26, 78.95, 10.53, 5.26, 10.53, 5.26, 10.53 และ 15.79 ตามลำดับ และเวลา 16.00 น. พบว่ามีการปนเปื้อนที่บันไดหน้าตู้แช่เย็น, หยดน้ำที่ผนังด้านนอกบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, ขารองรับสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, สายไฟมอเตอร์บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, บริเวณรอบปลั๊กตัวเมียบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็น, พื้นห้องหันไก่, หยดน้ำที่ผนังด้านนอกบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็งและขารองรับสายพานบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็งคิดเป็นร้อยละ 15.79, 21.05, 5.26, 5.26, 5.26, 10.53, 84.21, 5.26 และ 5.26 ตามลำดับ

จากผลการปนเปื้อนจะเห็นได้ว่าการพบเชื้อมากที่สุดที่หยดน้ำที่ผนังด้านนอกบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เยือกแข็ง จากการสังเกตบริเวณนี้ไม่มีการล้างทำความสะอาดทำให้เป็นแหล่งสะสมของเชื้อและเมื่อเกิดหยดน้ำจึงทำให้หยดน้ำพาเชื้อออกมาด้วย

เมื่อนำผลการปนเปื้อนของ *Faecal Streptococci* บนพื้นผิวทั้ง 3 โซน ตั้งแต่ตารางที่ 4.6 ถึงตารางที่ 4.8 มาคำนวณเป็นร้อยละการพบเชื้อในแต่ละโซนจะได้ผลดังตารางที่ 4.9

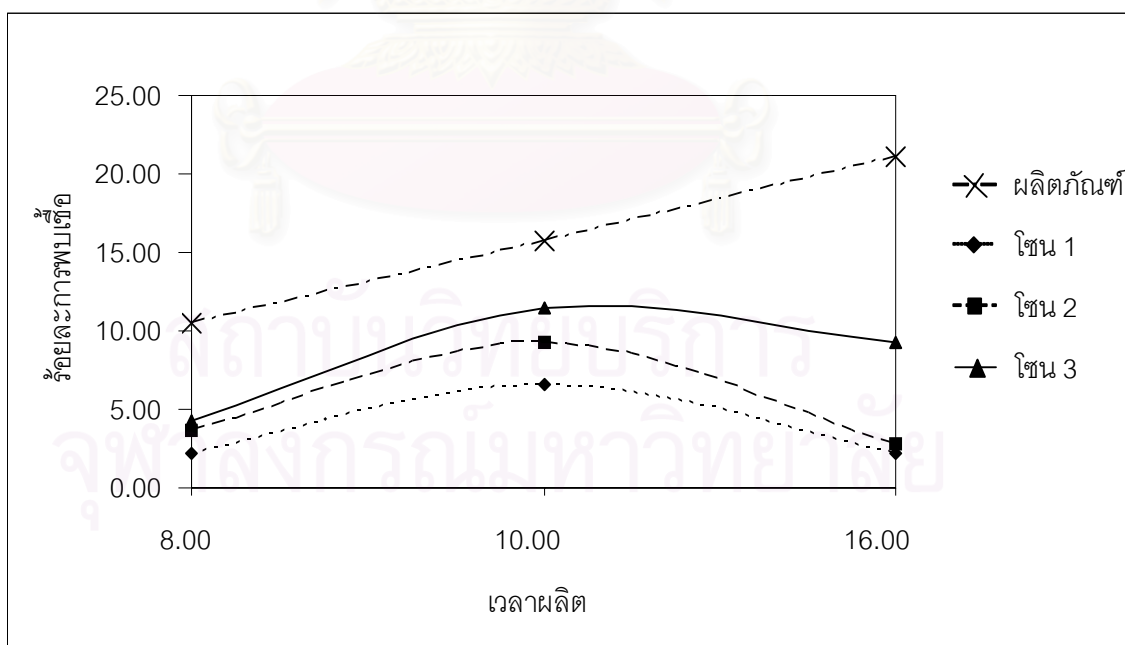
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 ร้อยละของการพบเชื้อ Faecal Streptococci ในพื้นผิวสัมผัสทั้ง 3 โซน

โซน	ร้อยละการพบเชื้อ (%prevalence)		
	8.00 น.	10.00 น.	16.00 น.
โซน 1	2.19 (5/228)	6.58 (15/228)	2.19 (5/228)
โซน 2	3.62 (11/304)	9.31 (23/247)	2.83 (7/247)
โซน 3	4.23 (11/285)	11.46 (37/323)	9.29 (30/323)

จากตารางที่ 4.9 พบว่าการปนเปื้อนเชื้อในโซน 1 เวลา 8.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. มีการปนเปื้อนของเชื้อร้อยละ 2.19, 6.58 และ 2.19 ตามลำดับ ขณะที่ โซน 2 มีการปนเปื้อนของเชื้อร้อยละ 3.62, 9.31 และ 2.83 ตามลำดับ สำหรับโซน 3 มีการปนเปื้อนของเชื้อเท่ากับร้อยละ 4.23, 11.46 และ 9.29 ตามลำดับ

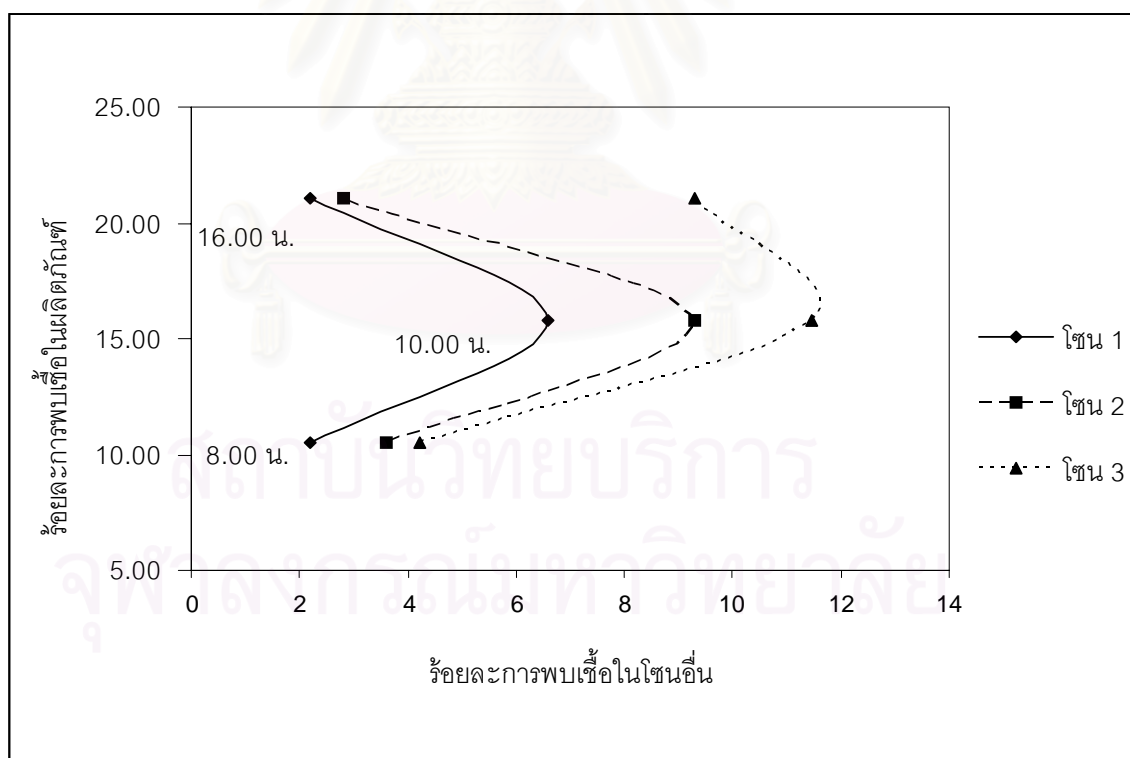
เมื่อนำค่าในตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.9 หาความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพบ Faecal Streptococci ในโซนและผลิตภัณฑ์เทียบกับเวลา โดยการสร้างกราฟแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพบ Faecal Streptococci ในโซนและผลิตภัณฑ์เทียบกับเวลา

จากภาพที่ 4.3 เห็นได้ว่าเมื่อเวลาการผลิตนานขึ้นการพบ Faecal Streptococci ในโซน 1 โซน 2 และโซน 3 มีแนวโน้มที่สูงขึ้นเมื่อเวลา 10.00 น. และการพบการพบ Faecal Streptococci มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเวลา 16.00 น. ทั้งนี้อาจมาจากเวลา 10.00 น. ในกระบวนการผลิตมีความชื้นค่อนข้างมากเนื่องจากการล้างใหญ่ในช่วงเวลา 6.00-7.00 น. ทำให้น้ำที่ซังอยู่ตามพื้นหรือตามพื้นผิวเครื่องมือและอุปกรณ์ยังคงอยู่ และเมื่อเจอความร้อนจากกระบวนการให้ความร้อน จึงทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ ทำให้เกิดหยดน้ำที่บริเวณการผลิตโดยเฉพาะหยดน้ำที่เกาะบนเพดานหรือฝาผนัง ทำให้พบ Faecal Streptococci ตามซอกมุมที่มีการทำความสะอาดไม่ถึงถึงออกมาด้วย จึงทำให้การพบเชื้อที่เวลา 10.00 น. สูงกว่าเวลาอื่น สำหรับเวลา 16.00 น. อากาศและภาวะแวดล้อมในกระบวนการผลิตค่อนข้างแห้งและมีหยดน้ำน้อยมากเนื่องจากเป็นชั่วโมงสุดท้ายของการผลิตและผ่านการล้างใหญ่หลายชั่วโมง จึงทำให้ไม่มีตัวพาเชื้อ Faecal Streptococci ทำให้เวลา 16.00 น. พบเชื่อน้อยลง

เมื่อนำค่าในตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.9 มาหาความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์กับการพบเชื้อทั้ง 3 โซน โดยการสร้างกราฟ ดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพบ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์กับการพบเชื้อใน โซน ต่าง ๆ

จากภาพที่ 4-3 จะเห็นว่าการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่สูงขึ้นตามระยะเวลาการผลิต ในขณะที่การพบเชื้อในโซน ทั้ง 3 เมื่อเวลาผลิต 10.00 น. มีการพบเชื้อในแนวโน้มที่สูงขึ้นแต่เมื่อถึงเวลาก่อนเลิกงาน 16.00 น. ซึ่งขัดแย้งกับผลการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์

เมื่อนำผลการปนเปื้อนของ *Faecal Streptococci* หาความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์กับการพบเชื้อในโซนทั้ง 3 โซน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ด้วยวิธี Multiple Linear Regression เพื่อพิจารณาว่าโซนใดส่งผลต่อการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์ พบว่าการพบ *Faecal Streptococci* ในโซน 1 เวลา 8.00 น. ซึ่งเป็นเวลาหลังการล้างส่งผลต่อการพบ *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในช่วงแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) มีค่า Unstandardized Coefficients เท่ากับ 0.667 มีค่า Standardized Coefficients เท่ากับ 0.886 (ค่าทางสถิติแสดงในภาคผนวก ข) ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lekroengsin และคณะ (2007) พบว่าการปนเปื้อนในโซน 1 ส่งผลต่อการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคนประเภทอย่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยรายงานว่าการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์ประเภทอย่าง เท่ากับ 1.224 เท่าของร้อยละการพบ *Listeria* spp. ในโซน 1 ที่เวลาผลิต 0 ชั่วโมง จึงยืนยันงานวิจัยนี้ได้ว่าการพบเชื้อใน โซน 1 ซึ่งเป็นเวลาหลังการล้างส่งผลต่อการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในช่วงแรก เมื่อนำผลการปนเปื้อนของ *Faecal Streptococci* ในโซน 1 ซึ่งมีทั้งหมด 12 จุด หาความสัมพันธ์ร่วมกับการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ด้วยวิธี Multiple Linear Regression เพื่อพิจารณาว่าจุดใดในโซน 1 ส่งผลต่อการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์ พบว่าที่ครีบบของสายพานลำเลียงไก่ออกจากตู้แช่เย็นและตู้แช่เยือกแข็งส่งผลต่อการพบ *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ค่าทางสถิติแสดงในภาคผนวก ข) ในขณะที่เวลา 10.00 น. มีการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์สูงขึ้นเล็กน้อยแต่การพบเชื้อทั้ง 3 โซน มีการพบเชื้อในสัดส่วนที่มากขึ้น และเวลา 16.00 น. มีการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์สูงขึ้นเล็กน้อยแต่การพบเชื้อทั้ง 3 โซนลดลงจึงไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

จากผลการประเมินการปนเปื้อนพบว่าการพบ *Faecal Streptococci* ที่ครีบบสายพานลำเลียงเวลาหลังการล้างส่งผลโดยตรงต่อการพบเชื้อ *Faecal Streptococci* ในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในช่วงแรก ดังนั้นจึงนำผลการประเมินนี้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการประเมินการล้างต่อไป

นอกจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิตแล้วยังมีปัจจัยอื่นที่เป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สู่ผลิตภัณฑ์ได้อีก คือการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอากาศ ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมผลการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอากาศ (แสดงผลการตรวจจุลินทรีย์ในอากาศในภาคผนวก ฉ) มีการเก็บตัวอย่างอากาศได้แก่ อากาศบริเวณสายพานลำเลียงเนื้อไก่ปรุงสุกที่ออกจากเครื่องให้ความร้อน อากาศภายในห้องหันเนื้อไก่ปรุงสุก และอากาศบริเวณที่บรรจุพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ในอากาศบริเวณที่มีการเก็บ

ตัวอย่าง ดังนั้นสาเหตุสำคัญของการปนเปื้อนจุลินทรีย์จึงน่าจะมาจากพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต

จากผลการรายงานข้างต้นพบว่ามี การปนเปื้อนของ Faecal *Streptococci* ในผลิตภัณฑ์ และสาเหตุมาจากการปนเปื้อนหลังกระบวนการให้ความร้อน โดยเฉพาะการปนเปื้อนจากพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต สำหรับการตรวจการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่นคือ *Salmonella* spp. และ *Listeria* spp. พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อดังกล่าวในผลิตภัณฑ์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการให้ความร้อนเพียงพอต่อการฆ่าเชื้อ และได้มีการตรวจสอบพบว่ามี การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวสามารถทำลาย *Salmonella* spp. และ *Listeria* spp. ได้ งานวิจัยของ Slauch และคณะ (1997) พบว่า *Salmonella* spp. ไม่ทนต่อความร้อน ถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 20-15 นาที และ Lekroengsin และคณะ (2007) ศึกษาการปนเปื้อนของ *Listeria* spp. ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที เพียงพอต่อการทำลาย *Listeria* spp. นอกจากกระบวนการให้ความร้อนที่สามารถทำลายเชื้อแล้ว ยังพบว่ามี การปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. และ *Listeria* spp. บนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิตแห่งนี้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารเคมีหรือน้ำยาทำความสะอาดมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการทำลาย *Salmonella* spp. และ *Listeria* spp.



## 4.2 ผลการประเมินการล้างและศึกษาความเสี่ยงของ *E. coli* และ Faecal Streptococci ที่เหลือรอดหลังการล้างสายพาน

### 4.2.1 ศึกษาปัจจัยของการล้างสายพานลำเลียงเนื้อไก่ปรุงสุก

จากผลการปนเปื้อนพบว่าการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์มาจากการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci บนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิตของโซน 1 และพื้นผิวที่ส่งผลต่อการปนเปื้อนเชื้อคือครีบบนสายพานลำเลียง และยังพบว่าสาเหตุของการปนเปื้อนเชื้อคือการเหลือรอดของเชื้อหลังการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อของสายการผลิต อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะไม่พบการปนเปื้อนของ *E. coli* แต่ในอนาคตอาจมีการปนเปื้อนของ *E. coli* ผู้ผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้นจึงศึกษาปัจจัยของการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ *E. coli* และ Faecal Streptococci โดยศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

#### ก. ผลการศึกษาเวลาที่ใช้ในการขัดด้วย Quorum pink II HF

ผลของการขัดด้วย Quorum pink II HF เมื่อแปรเวลาขัด 15, 30, 60 วินาที ความเข้มข้นของ *E. coli* และ Faecal Streptococci เริ่มต้นประมาณ  $10^5$  CFU/ 100 ตารางเซนติเมตร ได้ผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ร้อยละการลดของเชื้อเมื่อแปรเวลาขัดด้วย Quorum pink II HF

เวลา	ร้อยละการลดของเชื้อ(%)	
	<i>E. coli</i>	Faecal Streptococci
15 วินาที	25.00 <sup>a</sup> ± 9.13	5.56 <sup>a</sup> ± 8.61
30 วินาที	42.67 <sup>b</sup> ± 9.13	19.44 <sup>b</sup> ± 6.80
60 วินาที	61.11 <sup>c</sup> ± 8.61	44.44 <sup>c</sup> ± 8.61

ตัวเลขที่มีอักษรกำกับ a, b, c ในสดมภ์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.10 พบว่าเมื่อเพิ่มเวลาในการขัด ทำให้ร้อยละการลดลงของ *E. coli* และ Faecal Streptococci เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ในการทดลองนี้ใช้ Quorum pink HF II เป็นสารทำความสะอาดพื้นผิว ซึ่ง Quorum pink HF II เป็นสารทำความสะอาดที่ประกอบด้วย Linear alkylbenzene sulfonate sodium salt, Propylene glycol n-propylether, Sodium alpha olefin sulfonate และ Dipropylene glycol mono-methylether จากส่วนผสม

เหล่านี้จะเห็นได้ว่า Quorum pink HF II เพียงสารเคมีสำหรับทำความสะอาดไม่มีความสามารถในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทำให้ไม่สามารถกำจัดเชื้อได้หมด แม้ว่าแปรเวลาขัดมากขึ้น แต่ทั้งนี้เวลาขัดที่มากขึ้นทำให้ร้อยละการลดของเชื้อเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีแรงทางกายภาพทำให้เชื้อหลุดออกจากพื้นผิว แม้ว่า Quorum pink II HF จะไม่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อ แต่มีสมบัติในการลดแรงตึงผิว มีสมบัติการเป็นอิมัลชัน ไม่มีสมบัติในการกัดกร่อน สามารถล้างออกด้วยน้ำได้ง่าย และเป็นสารเคมีที่อนุญาตให้ใช้ในโรงฆ่าสัตว์และโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์ที่กรมปศุสัตว์รับรองเพื่อการส่งออก จึงเป็นสารเคมีที่นิยมใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรมอาหาร

#### ข. ผลการศึกษาการใช้ความเข้มข้นของกรดอะซิติก

ผลของความเข้มข้นของกรดอะซิติกร้อยละ 1, 2.5 และ 5 (pH 3) เมื่อฉีดบนสายพานทิ้งไว้ 5 นาที ซึ่งความเข้มข้นของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* เริ่มต้นประมาณ  $10^5$  CFU/ 100 ตารางเซนติเมตร ได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ร้อยละการลดของเชื้อเมื่อแปรความเข้มข้นของกรดอะซิติก

ความเข้มข้นกรดอะซิติก	ร้อยละการลดของเชื้อ(%)	
	<i>E. coli</i>	<i>Faecal Streptococci</i>
1%	30.56 <sup>a</sup> ± 16.39	11.11 <sup>a</sup> ± 8.61
2.5%	63.89 <sup>b</sup> ± 12.55	47.22 <sup>b</sup> ± 12.55
5%	100.00 <sup>c</sup> ± 0.00	94.44 <sup>c</sup> ± 8.61

ตัวเลขที่มีอักษรกำกับ a, b, c ในสดมภ์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากตารางที่ 4.11 พบว่าร้อยละการลดลงของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้น มีรายงานว่ากรดอะซิติกซึ่งเป็นกรดอินทรีย์สามารถลดค่า pH ภายในเซลล์ และขัดขวางกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ (Beuchat และ Golden, 1989) งานวิจัยของ Davidson (1997) กล่าวว่าประสิทธิภาพกรดอินทรีย์ ในการยับยั้งจุลินทรีย์ ขึ้นกับกรดในรูปที่ไม่แตกตัว สำหรับค่าคงที่ไม่แตกตัวของกรดอะซิติก pH 3 มีค่าเท่ากับร้อยละ 98.5 ดังนั้นจึงมีความสามารถในการละลายไขมันและซึมผ่านผนังเซลล์ของแบคทีเรียได้ดี ทำให้กรดอะซิติกผ่านทะลุผนังเซลล์เข้าไปจะทำให้โปรตีนของเซลล์เสียโครงสร้างไป

ค. ผลการศึกษาเวลาแช่สายพานด้วยคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm

ผลของเวลาแช่สายพานด้วยคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm เมื่อแปรรเวลา 5, 15, 30 นาที ความเข้มข้นของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* เริ่มต้นประมาณ  $10^5$  CFU/ 100 ตารางเซนติเมตร ได้ผลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ร้อยละการลดของเชื้อเมื่อแปรรเวลาแช่สายพานด้วยคลอรีน 100 ppm

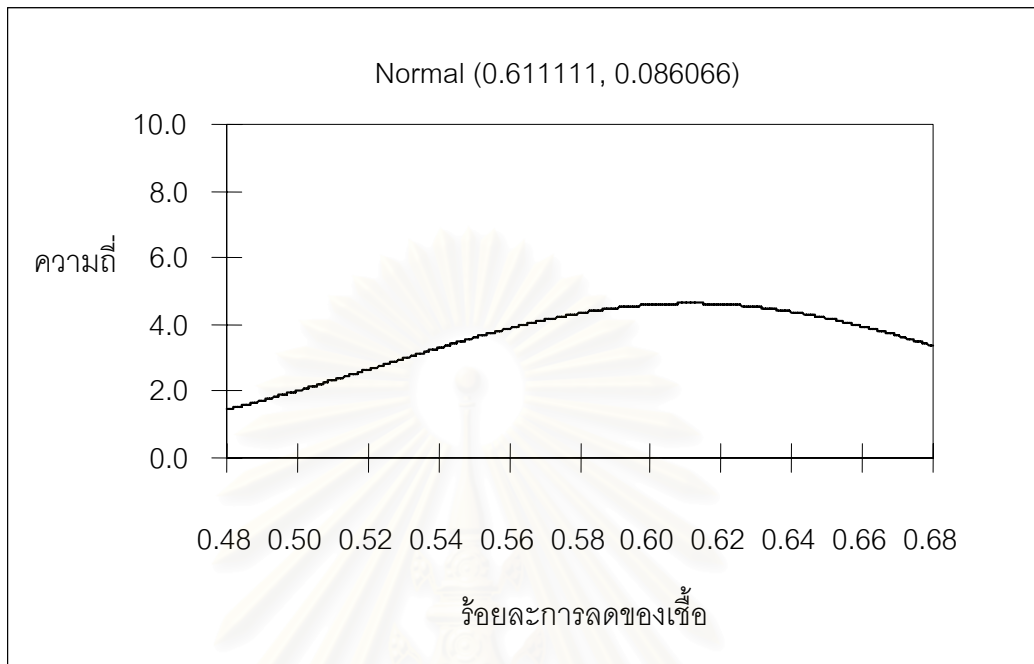
เวลา	ร้อยละการลดของเชื้อ(%)	
	<i>E. coli</i>	<i>Faecal Streptococci</i>
5 นาที	22.22 <sup>a</sup> ± 13.61	22.22 <sup>a</sup> ± 8.61
15 นาที	61.11 <sup>b</sup> ± 8.61	58.33 <sup>b</sup> ± 9.13
30 นาที	100.00 <sup>c</sup> ± 0.00	100.00 <sup>c</sup> ± 0.00

ตัวเลขที่มีอักษรกำกับ a, b, c ในสดมภ์เดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

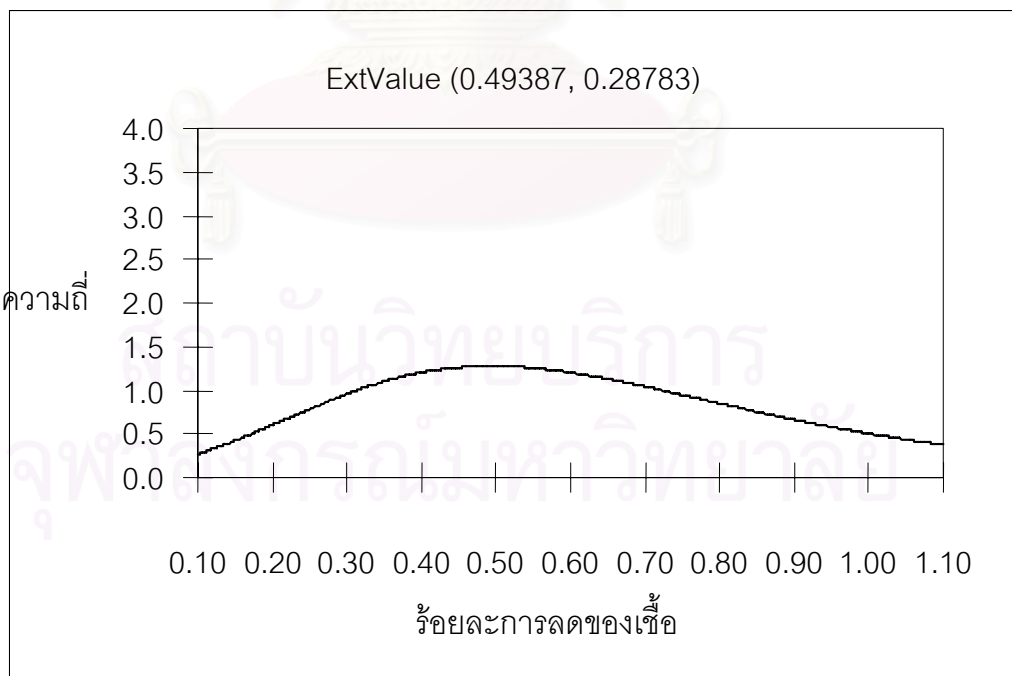
จากตารางที่ 4.12 พบว่าร้อยละการลดลงของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เมื่อเวลาแช่สายพานด้วยคลอรีนนานขึ้น และพบว่าการแช่สายพานในคลอรีนเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 30 นาที สามารถลดการปนเปื้อนของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ได้ 100% สำหรับคลอรีนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือสารละลายไฮโปคลอไรท์ ซึ่งมีความสามารถในการทำลายแบคทีเรียคือ สารละลายไฮโปคลอไรท์จะแตกตัวให้ไฮโปคลอไรต์ มีความสามารถในการทำลายจุลินทรีย์ และสารประกอบคลอรีนนี้มีสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ใน 3 ตำแหน่งคือ ส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเซลล์ ส่วนที่เป็นของเหลวภายในเซลล์ และส่วนที่เป็นเอนไซม์ (Wyatt และ Waites, 1975; Rodolph และ Levine, 1941; Knox และคณะ, 1948)

จากผลการศึกษาปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยได้แก่ Quorum pink II HF เมื่อแปรรเวลา 15, 30, 60 วินาที ความเข้มข้นของกรดอะซิติกร้อยละ 1, 2.5 และ 5 และเวลาแช่สายพานในคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm เมื่อแปรรเวลา 5, 15, 30 นาที ได้นำผลของร้อยละการลดลงของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* หากการแจกแจงโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป @ Risk โดยเลือกการแจกแจงจากค่า K-S Rank ที่มีค่าอันดับที่ ได้ผลตามภาพที่ 4.7 ถึงภาพที่ 4.12

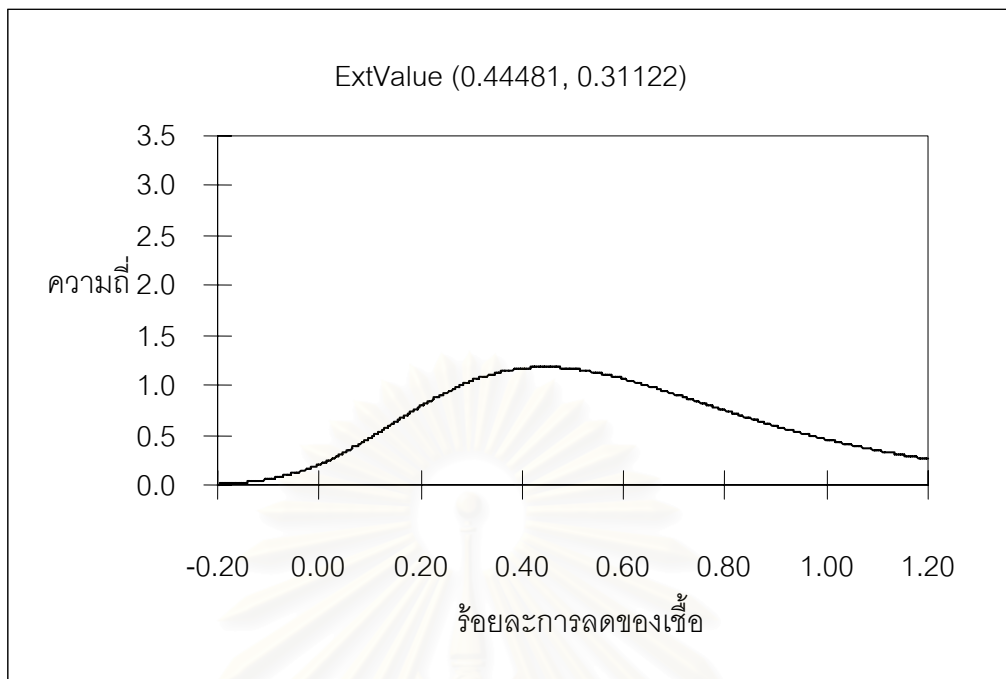
การแจกแจงร้อยละการลดของ *E. coli* เมื่อใช้ Quorum pink II HF ร้อยละการลดเมื่อใช้กรดอะซิติก และร้อยละการลดเมื่อแช่คลอรีนมีการแจกแจงดังภาพที่ 4.5 ถึงภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.5 การแจกแจงอัตราการลดของ *E. coli* เมื่อใช้ Quorum pink HF II



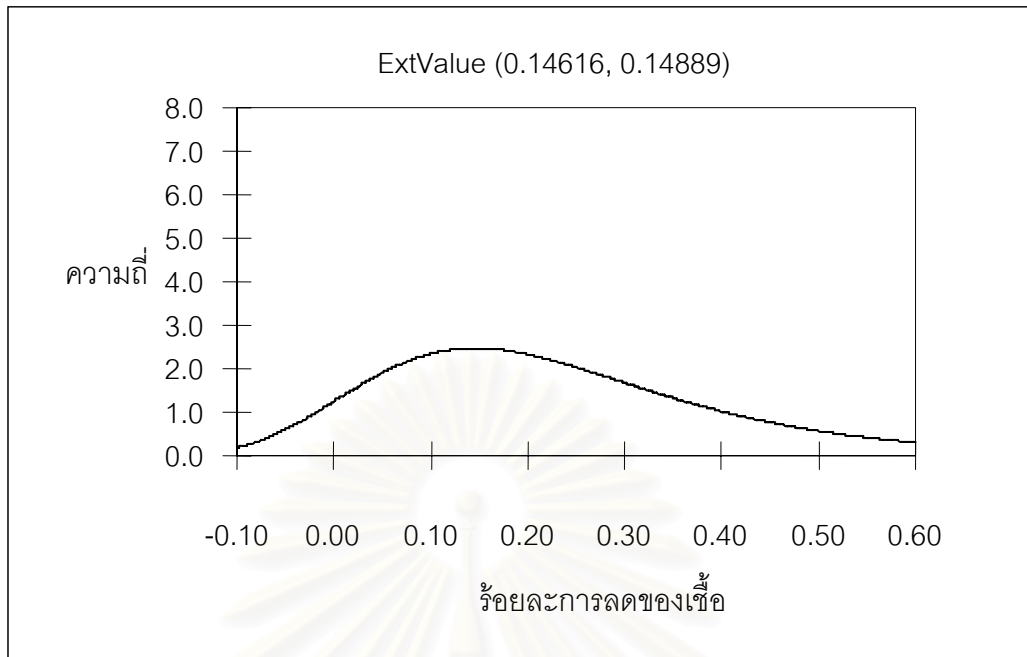
ภาพที่ 4.6 การแจกแจงอัตราการลดของ *E. coli* เมื่อใช้กรดอะซิติก



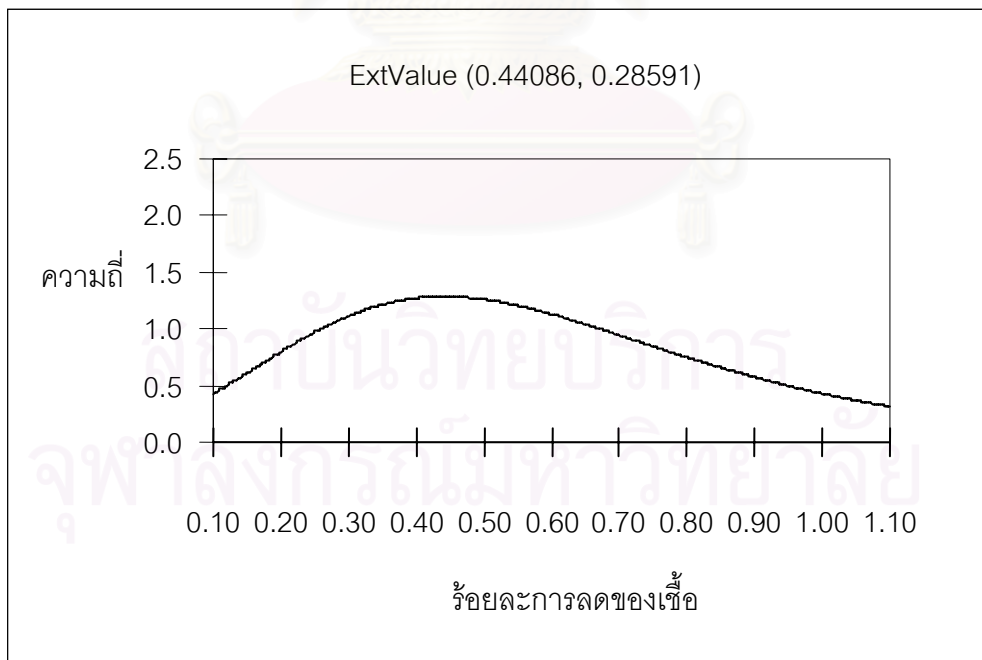
ภาพที่ 4.7 การแจกแจงอัตราการลดของ *E. coli* เมื่อแช่โคลอรีน

จากภาพที่ 4.5 แสดงการแจกแจงร้อยละการลดของ *E. coli* เมื่อขัดด้วย Quorum pink II HF มีการแจกแจงแบบ Weibull (2.3707, 0.41816) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.3707 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41816 จากภาพที่ 4.6 แสดงการแจกแจงร้อยละการลดของ *E. coli* เมื่อใช้กรดอะซิติกมีการแจกแจงแบบ ExtValue (0.49387, 0.28783) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.49387 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28783 จากภาพที่ 4.7 แสดงการแจกแจงร้อยละการลดเมื่อแช่โคลอรีน มีการแจกแจงแบบ ExtValue (0.44481, 0.31122) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.44481 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31122

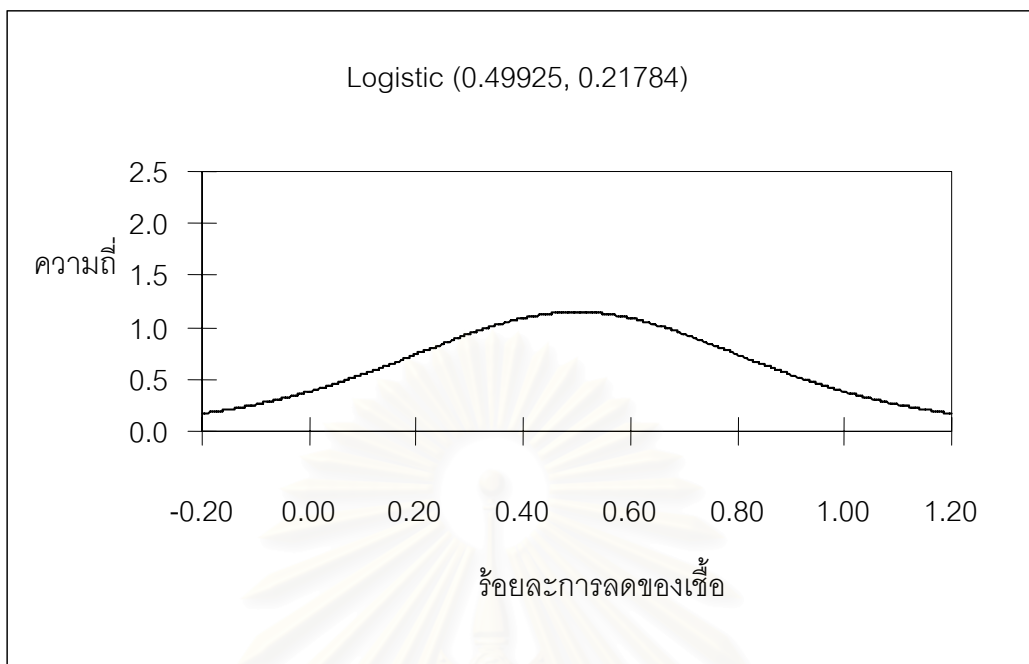
สำหรับร้อยละการลดของ Faecal Streptococci เมื่อขัดด้วย Quorum pink II HF ร้อยละการลดเมื่อใช้กรดอะซิติก และร้อยละการลดเมื่อแช่โคลอรีน มีการแจกแจงดังภาพที่ 4.8 ถึงภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.8 การแจกแจงร้อยละการลดของ Faecal Streptococci ขัดด้วย Quorum pink HF II



ภาพที่ 4.9 การแจกแจงร้อยละการลดของ Faecal Streptococci เมื่อใช้กรดอะซิติก



ภาพที่ 4.10 การแจกแจงร้อยละการลดของ *Faecal Streptococci* เมื่อแช่ด้วยคลอรีน

จากภาพที่ 4.8 แสดงการแจกแจงร้อยละการลดของ *Faecal Streptococci* เมื่อแช่ด้วย Quorum pink II HF มีการแจกแจงแบบ ExtValue (0.14616, 0.14889) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.14616 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14889 จากภาพที่ 4.9 แสดงการแจกแจงร้อยละการลดของ *Faecal Streptococci* เมื่อใช้กรดอะซิติกมีการแจกแจงแบบ Logistic (0.49925, 0.21784) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.49925 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21784 จากภาพที่ 4.10 แสดงการแจกแจงร้อยละการลดเมื่อแช่คลอรีน มีการแจกแจงแบบ ExtValue (0.44086, 0.28591) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.44086 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28591

### 3.2.2 สร้างแบบจำลองการเหลือรอดของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* หลังการล้างสายพาน

จากผลการศึกษาปัจจัยของการล้างในข้อ 4.2.1 นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาการเหลือรอดของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* หลังการล้างสายพาน โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงในบทที่ 3 และจากการทดลองพบว่าได้แบบจำลองดังนี้

$$\text{ร้อยละเชื้อที่เหลือ} = \text{Int} \times [-0.0086X_1 + 1.0694] \times [-0.2063X_2 + 1.0754] \times [-0.0308X_3 - 1.0877] \dots (1)$$

$$\text{ร้อยละเชื้อที่เหลือ} = \text{Int} \times [-0.0078X_1 + 1.1528] \times [-0.1706X_2 + 1.6470] \times [-0.0307X_3 - 1.0994] \dots (2)$$

Int = เชื้อเริ่มต้น

$X_1$  = ตัวแปรของเวลาเมื่อขัดด้วย Quorum pink II HF

$X_2$  = ตัวแปรของความเข้มข้นของกรดอะซิติก

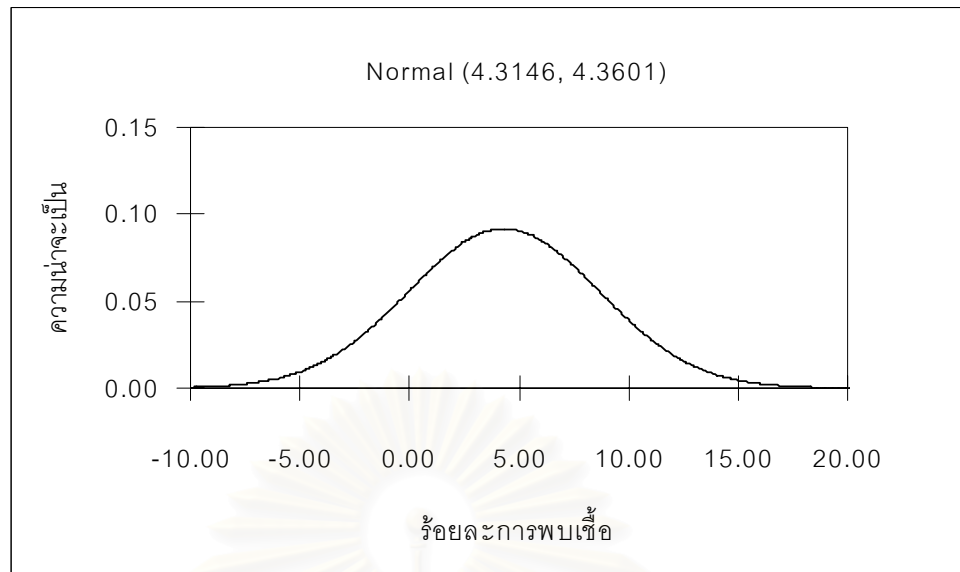
$X_3$  = ตัวแปรของเวลาที่แช่ด้วยคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm

สมการที่ 1 คือ สมการร้อยละของ *E. coli* ที่เหลือหลังการล้าง

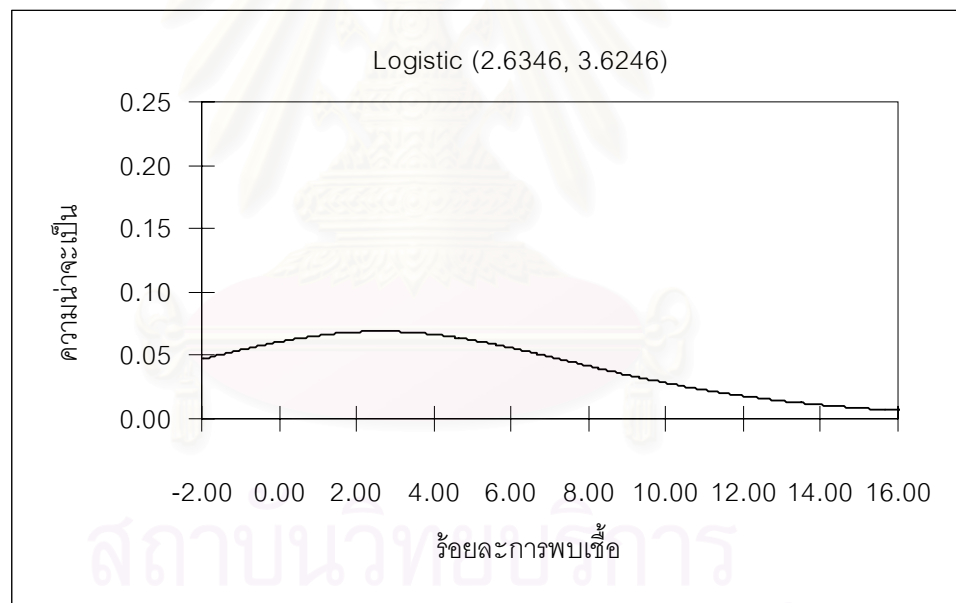
สมการที่ 2 คือ สมการร้อยละของ *Faecal Streptococci* ที่เหลือหลังการล้าง

จากสมการข้างต้นจะนำตัวแปรแทนลงในสมการ สำหรับเชื้อเริ่มต้นก่อนการล้าง จะต้องทำการเก็บข้อมูลและหาการแจกแจงของเชื้อ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* ที่พบในโรงงานก่อนการผลิต ซึ่งได้ผลการแจกแจงดังภาพที่ 4.11 และ ภาพที่ 4.12





ภาพที่ 4.11 การแจกแจงของ *E.coli* เริ่มต้นก่อนการล้าง

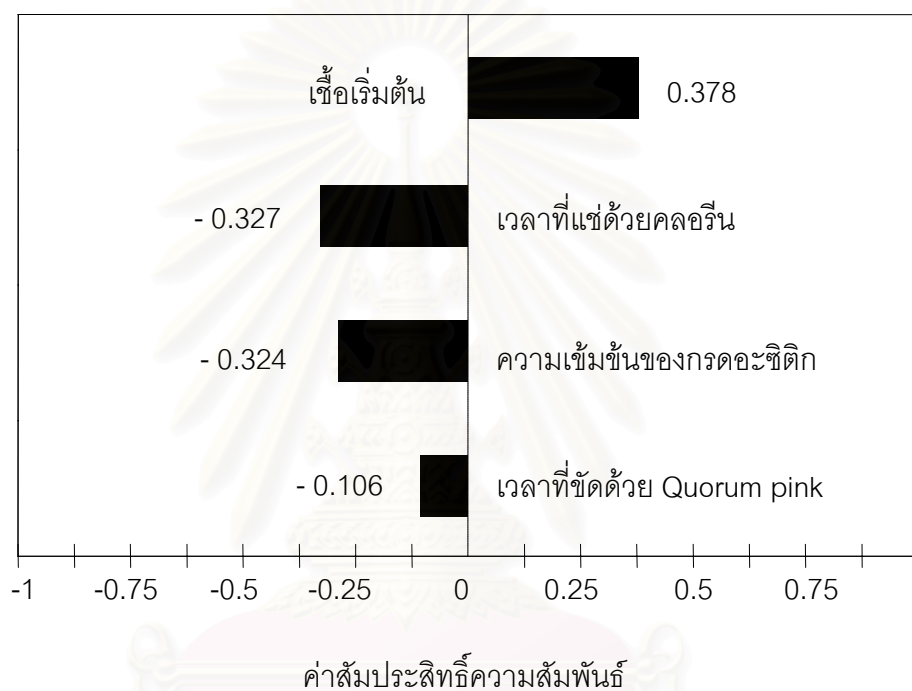


ภาพที่ 4.12 การแจกแจงของ *Faecal Streptococci* เริ่มต้นก่อนการล้าง

จากผลการพบของเชื้อเริ่มต้นพบว่า *E. coli* และ *Faecal Streptococci* มีการพบร้อยละ 4.54 และ 3.41 ตามลำดับ เมื่อนำผลการพบ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* แจกแจงในโปรแกรม @Risk และเลือกการแจกแจงที่มีค่า K-S Rank ที่ดีที่สุด พบว่า *E. coli* มีการแจกแจงแบบ Normal (4.3146, 4.3601) คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3146 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ

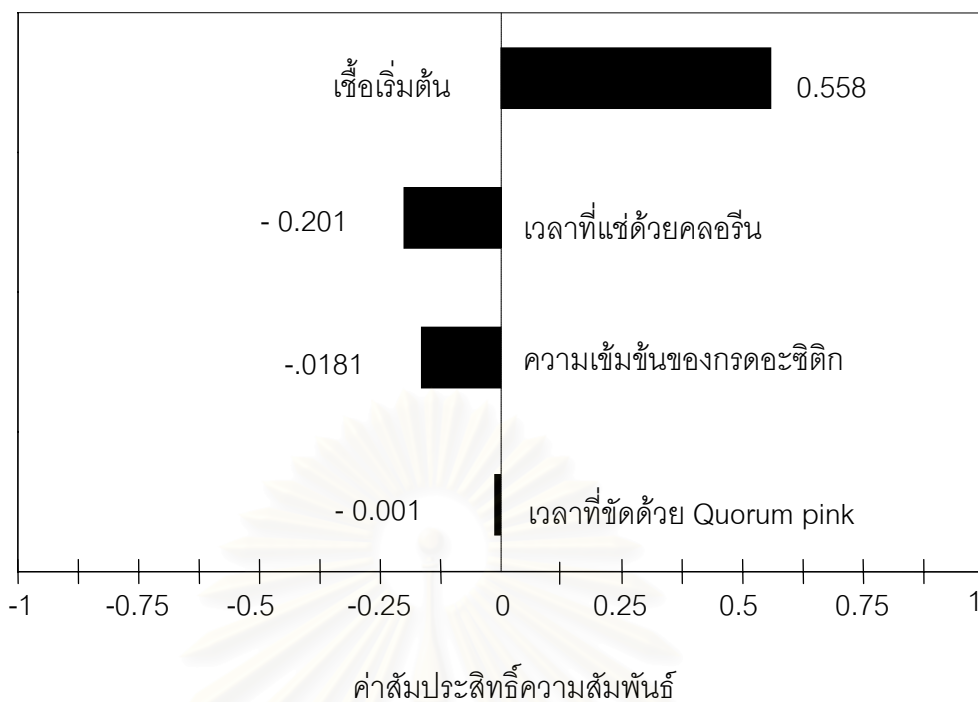
4.3601 (ภาพที่ 4.11) สำหรับ Faecal *Streptococci* มีการแจกแจงแบบ Logistic (2.6346, 3.6246) คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.6346 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.6246 (ภาพที่ 4.12)

เมื่อได้การแจกแจงการพบเชื้อเริ่มต้นจะนำไปแทนในสมการ และวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อ *E.coli* และ Faecal *Streptococci* ที่เหลือรอดหลังการล้างสายพาน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป @ Risk วิธี Tornado analysis หรือ Sensitivity analysis โดยจำลองการประเมินผล 1000 ซ้ำ ได้ผลดังภาพที่ 4.13 และ ภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.13 ลำดับของปัจจัยที่มีผลต่อการเหลือรอดของ *E. coli* หลังการล้างสายพาน

จากภาพที่ 4.13 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพัทธ์ของเชื้อเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ + 0.378 แสดงว่าส่งผลด้านบวกกับการพบเชื้อหลังการล้าง สำหรับเวลาที่แช่ด้วยคลอรีน, ความเข้มข้นของกรดอะซิติก และเวลาที่ขัดด้วย Quorum pink II HF มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพัทธ์เท่ากับ -0.327, -0.324 และ -0.106 ตามลำดับ แสดงว่าส่งผลด้านลบกับการพบเชื้อหลังการล้าง ดังนั้นเมื่อเรียงลำดับของปัจจัยที่มีผลต่อการล้างพบว่าเชื้อเริ่มต้นมีผลต่อ *E.coli* ที่เหลือรอดหลังการล้างมากที่สุด อันดับต่อมาคือเวลาที่แช่ด้วยคลอรีน ซึ่งมีอิทธิพลมากกว่าความเข้มข้นของกรดอะซิติก และสุดท้ายคือเวลาที่ใช้ในการขัดด้วย Quorum pink II HF



**ภาพที่ 4.14** ลำดับของปัจจัยที่มีผลต่อการเหลือรอดของ *Faecal Streptococci* หลังการล้างสายพาน

จากภาพที่ 4.14 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของเชื้อเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ + 0.558 แสดงว่าส่งผลด้านบวกกับการพบเชื้อหลังการล้าง สำหรับเวลาที่แช่ด้วยคลอรีน, ความเข้มข้นของกรดอะซิติก และเวลาที่ใช้ขัดด้วย Quorum pink II HF มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ -0.201, -0.181 และ -0.001 ตามลำดับ แสดงว่าส่งผลด้านลบกับการพบเชื้อหลังการล้าง ดังนั้นเมื่อเรียงลำดับของปัจจัยที่มีผลต่อการล้างพบว่าเชื้อเริ่มต้นมีผลต่อ *Faecal Streptococci* ที่เหลือรอดหลังการล้างมากที่สุด อันดับต่อมาคือเวลาที่แช่ด้วยคลอรีน ซึ่งมีอิทธิพลมากกว่าความเข้มข้นของกรดอะซิติก และสุดท้ายคือเวลาที่ใช้ในการขัดด้วย Quorum pink II HF

จากการเรียงลำดับของปัจจัยที่มีผลต่อการเหลือรอดหลังการล้างของ *E. coli* และ *Faecal Streptococci* จะเห็นได้ว่าได้ผลเช่นเดียวกันคือ เชื้อเริ่มต้นก่อนการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ มีผลต่อการเหลือรอดของเชื้อหลังการล้างมากที่สุด ดังนั้นการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชือนั้นต้องทำอย่างสมบูรณ์ และไม่ควรปล่อยให้มีการผลิตในระยะเวลาที่นานเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการสะสมของเชื้อในกระบวนการผลิต และการล้างย่อยระหว่างวันก็ควรทำอย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน เพราะการล้างย่อยระหว่างวันจะช่วยลดการพบเชื้อเริ่มต้นก่อนการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในครั้งต่อไป

สำหรับผลของเวลาที่ใช้แช่สายพานด้วยคลอรีนเข้มข้น 100 ppm พบว่ามีความสำคัญต่อการฆ่าเชื้อมากกว่าการใช้กรดและขัดด้วย Quorum pink II HF ดังนั้นทางโรงงานควรจะให้

ความสำคัญของการแช่สายพานในคลอรีนให้มีระยะเวลาการสัมผัสคลอรีนที่เพียงพอคือ 30 นาที เพื่อลดความเสี่ยงของการเหลือรอดของเชื้อหลังการล้างสายพาน

งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลดปริมาณเชื้อหลังการล้าง ซึ่งวิเคราะห์ปัจจัย ด้วยวิธี Sensitivity analysis คล้ายกับงานวิจัยของ Delignette-Muller และ Rosso (2000) ศึกษา การประเมินความเสี่ยงของ *Bacillus cereus* ในนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ ได้วิเคราะห์ปัจจัยที่ ส่งผลต่อการเหลือรอดของเชื้อได้แก่ อุณหภูมิในการเก็บ ระยะเวลาเก็บ และ ปริมาณเชื้อเริ่มต้น การกระจายของข้อมูลแบบแกมมา และวิเคราะห์ด้วยวิธี Sensitivity analysis (Matlab software) ผลการวิเคราะห์พบว่าอุณหภูมิในการเก็บมีอิทธิพลต่อการเหลือรอดของเชื้อมากที่สุด มีค่า สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.9 อันดับต่อมาคือ ปริมาณเชื้อเริ่มต้น มีค่าสัมประสิทธิ์ ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.4 และอันดับสุดท้าย คือระยะเวลาเก็บมีผลต่อการเหลือรอดของเชื้อน้อย ที่สุด มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.3 นอกจากนี้ งานวิจัยของ Montville และคณะ (2002) ได้ประเมินความเสี่ยงของ Enterobacteriaceae หลังการล้างมือ โดยศึกษาปัจจัยที่มีผล ต่อความเสี่ยงของการเหลือรอดของจุลินทรีย์หลังการล้างมือ ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ปริมาณเชื้อ เริ่มต้น ชนิดของสบู่ (สบู่ธรรมดา สบู่ฆ่าเชื้อ และสบู่ที่มีส่วนผสมของ Chlorhexidine Gluconate) การใช้สารฆ่าเชื้อ (alcohol sanitizer ,alcohol free sanitizer) ประเภทของก๊อกน้ำ (แบบมือสัมผัส ก๊อกน้ำ และมือไม่สัมผัสก๊อกน้ำ) การปนเปื้อนของก๊อกน้ำไม่มีการปนเปื้อน (มีการปนเปื้อนจาก มือไปที่ก๊อกน้ำ และมีการปนเปื้อนจากก๊อกน้ำไปที่มือ) วิธีการทำให้มือแห้ง (การใช้เครื่องเป่าลม ร้อนและการใช้กระดาษเช็ดมือ) การสวมแวนและไม่สวมแวน วิเคราะห์ผลโดย Tomado analysis ผลพบว่าสารฆ่าเชื้อมีอิทธิพลต่อปริมาณเชื้อที่เหลือบนมือหลังการล้างมากที่สุด อันดับ ต่อมาคือ อิทธิพลของสบู่ การทำให้มือแห้ง ก๊อกน้ำ และอิทธิพลของการสวมแวน ตามลำดับ เมื่อ เปรียบเทียบการเลือกชนิดของแต่ละปัจจัยพบว่าการเลือกชนิดของสารฆ่าเชื้อมีอิทธิพลต่อปริมาณ เชื้อที่เหลือบนมือหลังการล้างมากที่สุด อันดับต่อมาคือ การเลือกชนิดของวิธีการทำให้มือแห้ง ผล ของการสวมแวนหรือไม่สวมแวน และการเลือกชนิดของก๊อกน้ำ มีอิทธิพลต่อปริมาณเชื้อที่ เหลือบนมือหลังการล้างน้อยที่สุด จากข้อมูลที่ได้ทำให้สามารถสร้างมาตรการควบคุมเพื่อจัดการ กับความเสี่ยงของการพบเชื้อหลังการล้างมือ โดยพิจารณาถึงการใช้สารฆ่าเชื้อหลังการล้างมือ การใช้สบู่ล้างมือที่ผสมสารฆ่าเชื้อ และการใช้กระดาษเช็ดมือแทนการใช้ลมร้อนเป่ามือ

จะเห็นได้ว่าการศึกษานี้จะช่วยทำให้โรงงานสามารถสร้างมาตรฐาน การล้างได้อย่างเหมาะสมและยังช่วยลดค่าใช้จ่ายของสารเคมีหรือลดขั้นตอนการล้างที่เกินความ จำเป็นอีกด้วย

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

1. การศึกษาการปนเปื้อนของ Faecal *Streptococci* ในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในเวลา 8.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. พบว่ามีการปนเปื้อนร้อยละ 10.53, 15.79 และ 21.05 ตามลำดับ สำหรับการตรวจการปนเปื้อนของ *E. coli* พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อในผลิตภัณฑ์

2. การศึกษาการปนเปื้อนของ *E. coli* บนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็ง โดยแบ่งพื้นผิวบริเวณการผลิตเป็น 3 โซน ทำการเก็บตัวอย่างจากพื้นผิวสัมผัส เวลา 8.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. ผลการศึกษาพบว่าการปนเปื้อนของเชื้อในโซน 1 ร้อยละ 0.46, 0.93, 2.31 ในโซน 2 มีการปนเปื้อนร้อยละ 1.48, 3.42, 3.85 และในโซน 3 ร้อยละ 5.19, 5.56 และ 5.88 ตามลำดับ สำหรับการตรวจ Faecal *Streptococci* ในพื้นผิวสัมผัสของกระบวนการผลิตในเวลา 8.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อในโซน 1 ร้อยละ 2.19, 6.58, 2.19 ในโซน 2 ร้อยละ 3.62, 9.31, 2.83 และในโซน 3 ร้อยละ 4.23, 11.46 และ 9.26 ตามลำดับ

3. การหาความสัมพันธ์ระหว่างการพบ Faecal *Streptococci* ในผลิตภัณฑ์กับการพบเชื้อบนพื้นผิวสัมผัสทั้ง 3 โซน พบว่าการพบเชื้อในโซน 1 เวลา 8.00 น. มีความสัมพันธ์กับการพบเชื้อในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในช่วงเวลาที่ 1 (เวลา 8.00 น.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) และพื้นที่ที่พบเชื้อของ โซน 1 ที่ส่งผลกระทบต่อพบเชื้อในผลิตภัณฑ์คือครีบบนสายพานลำเลียง ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

4. การประเมินความเสี่ยงของ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* ที่เหลือรอดหลังการล้างสายพานลำเลียง โดยศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการขัดด้วย Quorum pink HF II เป็นเวลา 15, 30 และ 60 วินาที ความเข้มข้นของกรดอะซิติก ร้อยละ 1, 2.5 และ 5 เวลาที่ใช้แช่คลอรีนความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 5, 15 และ 30 นาที โดยวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการล้างสายพานด้วยวิธี Tornado analysis พบว่า การแช่สายพานในคลอรีนเข้มข้น 100 ppm มีอิทธิพลมากที่สุดต่อการลดความเสี่ยงของ *E. coli* และ Faecal *Streptococci* หลังการล้างสายพานลำเลียงในโรงงานผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็ง

## ข้อเสนอแนะ

1. การแบ่งโซนของพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต ไม่มีเกณฑ์กำหนดการจัดโซนที่ชัดเจน จึงสามารถเลือกจัดโซนได้ตามความเหมาะสมของแต่ละโรงงาน และอาจเพิ่มตัวอย่างพื้นผิวสัมผัสอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากงานวิจัยนี้
2. งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเหลือรอดของเชื้อหลังการล้างสายพานลำเลียง ซึ่งสามารถนำแนวคิดใช้กับการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเหลือรอดของเชื้อหลังการล้างมือได้
3. การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการล้างสายพานลำเลียงได้แก่ เวลาที่ใช้ในการขัดด้วย Quorum pink 15, 30 และ 60 วินาที ความเข้มข้นของกรดอะซิติก ร้อยละ 1, 2.5 และ 5 เวลาที่ใช้แช่คลอรีนความเข้มข้น 100 ppm 5, 15 และ 30 นาที การศึกษาอิทธิพลด้วยโปรแกรม @ Risk วิธี Tornado analysis ไม่สามารถหาปัจจัยร่วมกันได้ สามารถศึกษาได้แต่ละปัจจัย ว่าปัจจัยใดมีผลมากที่สุด ถ้าต้องการศึกษาปัจจัยร่วมเช่น ผลของความเข้มข้นกรดอะซิติกร่วมกับการแช่คลอรีน ต้องมีการออกแบบการทดลองใหม่ หรือใช้โปรแกรมอื่นเช่น โปรแกรม Analytica

## รายการอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2544. กำหนดมาตรฐานสำหรับสินค้าปศุสัตว์ [Online]. แหล่งที่มา: <http://www.dld.go.th/qccontrol/law/law-meat-1.pdf>. [16 มกราคม 2550]
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2549. คณะกรรมการบริหารสินค้าไก่เนื้อและผลิตภัณฑ์ ปี 2549 [Online]. แหล่งที่มา: <http://www.dld.go.th/wwwdld/NEC31-49.doc>. [16 มกราคม 2550]
- กรมเศรษฐกิจระหว่างประเทศ กระทรวงการต่างประเทศ. 2545. ไก่แช่แข็งและไก่แปรรูป [Online]. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/statistic/yearbook/2002-03/>. [2 กันยายน 2548]
- สุวิมล กীরติพิบูล. 2545. ระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 87-94.
- Abdul-Raouf, U.M., Beuchat, L.R. and Ammar, M.S. 1993. Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7 on salad vegetables. Applied and Environmental Microbiology. 59: 1999-2006.
- A.O.A.C. 1995. Office methods of analysis. The Association of Official Analytical Chemists. Washington DC : Association of official Analytical.
- Anderson, M.E. and Marshall, R.T. 1989. Interaction of concentration and emperature of acetic acid solution on reduction of various species of microorganisms on beef surfaces. Journal of Food Protection. 52 (5): 312-315.
- Archer, D.L. and Young, F. 1988. Contemporary issue. Diseases with a food vector. Clinical Microbiology Reviews. 1: 337-398.
- Baker, J.C. 1926. Chlorine in sewage and waste disposal, p. 107. Cited by Wei, C.I., Cook, D.L. and Kirk, J.K. Use of chlorine compounds in the food industry. Journal of Food Technology. 39 (1): 107-115.
- Baird-Parker, A.C., Boothroyd, M. and Jones, E. 1970. The effect of water activity on the heat resistance of heat sensitive and heat resistant strains of salmonellae. Journal of Appiled Bacteriology. 33: 515-522.
- Beuchat, L.R. and Golden, D.A. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. Food Technology. 43 (1): 134-142.

- Blackburn, C. W. and McClure, P. J. 2003. Foodborne pathogens Hazards, risk analysis and control. New York: CRC Press.
- Brackett, R.E. 1987. Antimicrobial effect of chlorine on *Listeria monocytogenes*. Journal of Food Protection. 50 (12): 999-1003.
- Brenner, D.J. 1984. Facultatively anaerobic gram-negative rods. In Krieg, N.R. and Holt, J.C. (eds.) Bergey's manual of Systematic Bacteriology. (Vol.1) Baltimore: William and Wilkins.
- Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E. 1974. Bergey's manual of Determinative Bacteriology. 8<sup>th</sup> ed. Baltimore: The William & Wilkins Company.
- Burrows, W. 1973. Text book of Microbiology. 20<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders W.B. Company.
- Campers, A.K. and MacFeters, G.A. 1979. Chlorine injury and the enumeration of waterborn coliform bacteria. Applied Environmental Microbiol. 37 (3): 633-641.
- Carraminana, J.J., Yanguela, L., Blanco, D., Rota, C., Agustin, A.I., Arino, A. and Herrera, A. 1997. Samonella Incidence and Distribution of Serotypes throughout Processing in a Spanish Poultry Slaughterhouse. Journal of Food Protection. 60 (11): 1312-1317.
- Chung, K.C. and Goepfert, J.M. 1970 Growth of Salmonella at low pH. Journal of Food Science. 35: 326-328.
- Cords, B.R. and Dychdala, G.R. 1993. Sanitizer: halogens, surface-active agent and peroxides. In Davison, P.M. and Branen, A.L. Antimicrobials in foods. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Marcel Dekker.
- Doyle, M.P. and Schoen, J.L. 1984. Survival and growth characteristics of *Escherichia coli* associated with hemorrhagic colitis. Applied and Environmental Microbiology. 48: 855-856.
- Eley, A.R. 1996. Microbial Food Poisoning. 2<sup>nd</sup> ed. London: Chapman and Hall.
- El-Kest, S.E. and Marth, E.H. 1988. Inactivation of *Listeria monocytogenes* by chlorine. Journal of food Protection. 51 (7): 520-524.



- Evans, D.J., Evans, D.G. and Dupont, H.L. 1979. Hemagglutination patterns of enterotoxigenic and enteropathogenic *Escherichia coli* determined in human, bovine, chicken and guinea pig erythrocytes in the presence and absence of mannose. Infection and Immunity 23: 336-346.
- Fain, A.R., Line, J.E., Moran, A.B., Martin, L.M. Lechowich, R.V., Carosella, J.M. and Brown, W.L. 1991. Lethality of heat to *Listeria monocytogenes* Scott A: D-value and z-value determinations in ground beef and turkey. Journal of Food Protection. 54: 756-761.
- Farber, J.M., Coates, F. and Daley, E. 1992. Minimum water activity requirements for the growth of *Listeria monocytogenes*. Letters in Applied Microbiology. 15(3): 103-105.
- Feachem, R.G., Bradley, D.J. Garelick, H. and Mara, D.D. 1983. Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wastewater Management. Chichester: John Wiley and Sons.
- Forsythe, S.J. 2002. The Microbiological Risk Assessment of Food. Iowa: Blackwell Science.
- Freese, E., Sheu, C.W. and Galliers, E. 1973. Function of lipophilic acid as antimicrobial food additives, p. 135. Cited by Beuchat, L.R. and Golden, D.A. Antimicrobials occurring naturally in foods. Food Technology. 43 (1): 134-142.
- Gelinas, P., Goulet, J., Tastayre G.M. and Picard G.A. 1984. Effect of temperature and contact time on the activity of eight disinfectants-a classification. Journal of Food Protection. 47 (11): 841-847.
- Green, D.E. and Stumpf, P.K. 1946. The mode of action of chlorine, p.107. Cited by Wei, C.I., Cook, D.L. and Krik, J.R. Use of chlorine compounds in the food industry. Food Technology. 39 (1): 107-115.
- Gross, R.J. and Row, B. 1985. *Escherichia coli* diarrhea. Journal of Hygiene. 95: 531-550.
- Guthrie, R.K. 1983. Food Sanitation. 2<sup>nd</sup> ed. Connecticut: The AVI Publishing Company.
- Gyles, C.L. 1994. Escherichia coli in domestic animals and humans. Guildford: Biddles.

- Hartman, P.A., Reinbold, G.W. and Saraswat, D.A. 1966. Indicator organisms a review. I. Taxonomy of the fecal streptococci. International Journal of Systematic Bacteriology. 16: 197-221.
- Hayashi, K., Terada, M., Mizunuma, T. and Yokotsuka T. 1979. Retarding effect of acetic acid on growth of contaminated bacteria during *shoyo-koji* making process. Journal of Food Science. 44(3): 339-342.
- Henry, B.S. 1933. Dissociation in the genus *Brucella*. Journal of Infections Diseases. 52: 374-402.
- Hoft, J.G., Krieg, N.K., Sneath, P.S.A. and Williams, J.T.S. 1994. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 9<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincott William and Wilkins Company.
- Huang, I.P.D., Yousef, A.E. Marth, E.H. and Matthews, M.E. 1992. Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* in chicken gravy. Journal of Food Protection. 55: 492-496.
- Ito, K.A. and Seeger, M.L. 1980. Effect of germicides on microorganisms in can cooling waters. Journal of Food Protection. 43 (6): 484-487.
- Kelser, R.A. and Schoening, S.W. 1948. Manual of Veterinary Bacteriology. 5<sup>th</sup> ed. Balimore: The William and Wilkins Company.
- Knox, W.E., Stumpf, P.K. Green, D.E. and Auerbach, U.H. 1948. The inhibition of sulfhydryl enzymes as the basis of the bactericidal action of chlorine, p.107. Cited by Wei, C.I., Cook, D.L. and Krik, J.R. Use of chlorine compounds in the food industry. Food Technology. 39 (1): 107-115.
- Lekroengsin, S., Keeratipibul, S. and Trakoonlerswilai, K. 2007. Contamination Profile of *Listeria* spp. in Three Types of RTE Chicken Meat Products. Journal of Food Protection. 70 (1): 119-123.
- Lopes, L.A. 1986. Evaluation of dairy and food plant sanitizers against *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes*. Journal of Dairy Science. 69: 2791-2796.
- Lovett, J. 1989. *Listeria monocytogenes*. In Dolye, M.P. (ed.) Foodborne Bacterial Pathogens. New York: Marcel Dekker.

- McCullough, N.B. and Eisele, C.W. 1951. Experimental human salmonellosis; pathogenicity of strains of *Salmonella* Newport, *Salmonella* derby and *Salmonella* bareilly obtained from spray-dried whole egg. Journal of Infections Diseases. 89: 209-213.
- Odling, T.E. 1981. Antimicrobial activity of halogens. Journal of Food Protection. 44 (8): 608-613.
- Park, D.L., Rua, S.M. and Acker, R.F. 1991. Direct application of new hypochlorite sanitizer for reducing bacteria contamination on food. Journal of Food Protection. 54 (12): 960-965.
- Polotsky, Y.V.E., Dragunskaya, E.M., Seliverstova, V., Ardeeva, T.A., Chakahutinskya, M.G., Ketyi, I. Vertenyi, A., Ralovich, B., Emody, L., Malovics, I., Safonova, N.V. Snigirevskanaya, E.S. and Karyagina, E.I. 1977. Pathogenic effect of enterotoxigenic *Escherichia coli* and *Escherichia coli* causing infantile diarrhea. Acta Microbiologica Hungarica. 24: 221-236.
- Ray, B. 2001. Fundamental Food Microbiology. 2<sup>nd</sup> ed. New York: CRC Press.
- Riley, L.W., Remis, R.S., Heigerson, S.D., McGee, H.B., Wells, J.G., Davis, B.R., Hebert, R.J., Olcott, E.S., Johnson, L.M., Harrett, N.T. Blake, P.A. and Cohen, M.L. 1982. Hemorrhagic colitis associated with a rare *Escherichia coli* serotype. New England Journal of Medicine. 308: 681-685.
- Roberts, T.A., Baird-Parker, A.C. and Tompkin, R.B. 1996. Microorganisms in foods. London: Blackie Academic and Professional.
- Rodolph, A.S. and Levine, M. 1941. Factors affecting the germicidal efficiency of hypochlorite solutions, p. 107. Cited by Wei, C.I., Cook, D.L. and Krik, J.R. Use of chlorine compounds in the food industry. Food Technology. 39 (1): 107-115.
- Sammarco, M.L., Ripabelli, G., Ruberto, A., Lannitto, G. and Grasso, G.M. 1997. Prevalence of *Salmonellae*, *Listeriae*, and *Yersinia* in the Slaughterhouse Environment and on Work Surfaces, Equipment and Workers. Journal of Food Protection. 60 (4): 367-371.
- Sinton, L.W., Donnison, A.M. and Hastie, C.M. 1993. Faecal streptococci as faecal pollution indicators: a review. Part I: Taxonomy and enumeration. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. 27: 101-115.

- Skinner, F.A. and Quesnel, L.B. 1978. The society for applied bacteriology symposium series no. 7: Streptococci. London: Academic Press.
- Slauch, J., Taylor, R. and Maloy, S. 1997. Survival in a cruel world: how *Vibrio cholerae* and *Salmonella* respond to an unwilling host. Genes Development. 11: 1761-1774.
- Smith, J.L., Palumbo, S.A. and Walls, I. 1993. Relationships between foodborne bacterial pathogen and reactive arthritides. Journal of Food Safety. 13: 209-236.
- Temelli, S., Dokuzlu, C., and Cem Sen, M.K. 2006. Determination of microbiological contamination sources during frozen snail mea processing stages. Journal of Food Control. 17: 22-29.
- Wei, C.I., Cook, D.L. and Krik, J.R. 1985. Use of chlorine compounds in the food industry. Food Technology. 39 (1): 107-115.
- Welshimer, H.J. 1960. Survival of *Listeria monocytogenes* in soil. Journal of Bacteriol. 80: 316-320.
- Wyatt, L.R. and Waites, W.M. 1975. The effect of chlorine on spores of *Clostridium bifermentans*, *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus*, p. 108. Cited by Wei, C.I., Cook, D.L. and Krik, J.R. Use of chlorine compounds in the food industry. Food Technology. 39 (1): 107-115.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ก

## มาตรฐานด้านจุลชีววิทยา

## 1. มาตรฐานด้านจุลชีววิทยาในอาหาร (มาตรฐานกรมปศุสัตว์)

อาหารสุก	Total count (CFU/กรัม)	<i>E.coli</i> (ใน 0.3 กรัม)	Faecal <i>Streptococci</i> (ใน 0.01 กรัม)
มาตรฐาน	$\leq 1.0 \times 10^5$	ไม่พบ	ไม่พบ

## 2. มาตรฐานด้านจุลชีววิทยานบนพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต (มาตรฐานโรงงาน)

พื้นผิวสัมผัส	Total count (ใน 100/cm <sup>2</sup> )	<i>E.coli</i> (ใน 100/cm <sup>2</sup> )	Faecal <i>Streptococci</i> (ใน 100/cm <sup>2</sup> )
มาตรฐาน	<100	ไม่พบ	ไม่พบ

## ภาคผนวก ข

### การตรวจวิเคราะห์ *E. coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์

#### 1. เครื่องมือที่ใช้

##### 1.1 วัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย

- 1.1.1 หลอดทดลองขนาดกลาง
- 1.1.2 ปีกเกอร์
- 1.1.3 กระจกวัดปริมาตร
- 1.1.4 แท่งแก้ว
- 1.1.5 ถูสำหรับเช็ดเชื้อ
- 1.1.6 ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 1.1.7 ปิเปต ขนาด 1 ml
- 1.1.8 ถูยางสำหรับดูด
- 1.1.9 จานเพาะเชื้อ
- 1.1.10 สำลีพันปลายไม้

##### 1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ

- 1.2.1 Phosphate Buffer Solution (PBS) (Oxoid, Basingstoke ,England)
- 1.2.2 Slanetz Barthley (Oxoid, Basingstoke ,England)
- 1.2.3 *E.coli* Cloiforms Count plate (3 M Petrifilm™)

##### 1.3 เครื่องมือ

- 3.1 ตู้ป้อนเชื้อ Incubator รุ่น BINDER
- 3.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ
- 3.3 เครื่องชั่งชนิดหยาบ (2 ตำแหน่ง)
- 3.4 เครื่องหมุนเหวี่ยง Vortex
- 3.5 ตู้อบไมโครเวฟ

## 2. การตรวจเชื้อ

มีการสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็งหลังจากผ่านกระบวนการบรรจุ โดยสุ่มเก็บปริมาณ 5 กิโลกรัม จากนั้นชั่ง 25 กรัมเพื่อตรวจเชื้อ

### 2.1 ตรวจวิเคราะห์ *E. coli*

2.1.1 ชั่งอาหาร 25 กรัม ลงในถุงสำหรับตบอาหาร เต็ม NSS 225 มิลลิลิตร

2.1.2 ทำการเจือจางด้วย NSS ให้ได้ความเข้มข้น 1 ต่อ 10 ถึง 1 ต่อ 100

2.1.3 วางแผ่น 3M Petrifilm บนโต๊ะที่มีพื้นราบ เปิดแผ่นฟิล์มแผ่นบนขึ้น

2.1.4 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ 1 ml ใส่ใน 3M Petrifilm โดยหยดลงตรงกลางแผ่นแล้วค่อย ๆ ปล่อยแผ่นฟิล์มด้านบนลงทับตัวอย่าง เพื่อป้องกันการเกิดฟองก๊าซ (การเปิดแผ่นฟิล์มต้องค่อย ๆ เปิดระวังอย่าให้นิ้วมือสัมผัสเนื้อเจล)

2.1.5 ใช้ Plastic spreader โดยให้ด้านเรียบสัมผัสแผ่นฟิล์มแผ่นบนให้ส่วนวงกลมครอบคลุมบริเวณที่หยดตัวอย่าง ใช้นิ้วชี้ค่อย ๆ กดตรงกลางแผ่น ใช้ Plastic spreader เกลี่ยจนตัวอย่างกระจายเป็นวงกลม

2.1.6 ยกแผ่น Plastic spreader ขึ้น รอ 2-3 นาที เพื่อให้เนื้อเจลแข็งตัว

2.1.7 สำหรับ Coliforms นำไปบ่มที่อุณหภูมิ  $35\pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา  $24\pm 2$  ชั่วโมง สำหรับ *E. coli* นำไปบ่มที่อุณหภูมิ  $35\pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา  $48\pm 2$  ชั่วโมง โดยวางแผ่นให้ด้านใสหงายขึ้น

### 2.2 การตรวจวิเคราะห์ Faecal Streptococci

2.2.1 ชั่งอาหาร 25 กรัม ลงในถุงสำหรับตบอาหาร เต็ม NSS 225 มิลลิลิตร

2.2.2 ทำการเจือจางด้วย NSS ให้ได้ความเข้มข้น 1 ต่อ 10 ถึง 1 ต่อ 100

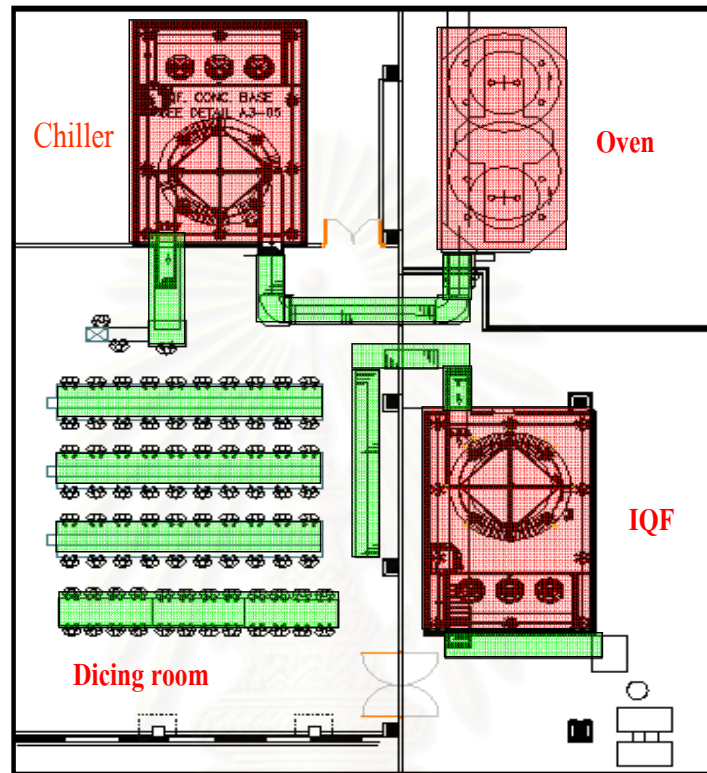
2.2.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่างลงใน Slanetz Barthley medium โดยทำ Duplicate plate จากนั้น Spread plate โดยใช้แท่งแก้วอเกลี่ยให้ทั่ว

2.2.4 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ  $37\pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา  $48\pm 2$  ชั่วโมง ตรวจนับโคโนสีแดงเข้ม (dark red) และสีชมพู (light pink)



## ภาคผนวก ค

แผนภาพบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างจากพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิต



หมายถึงเครื่องจักร



หมายถึงสายพานลำเลียง

Oven คือเครื่องให้ความร้อนด้วยระบบไอน้ำ อุณหภูมิภายในเครื่อง 110-120 องศาเซลเซียส

Chiller คือเครื่องแช่เย็น อุณหภูมิภายในเครื่อง -20 องศาเซลเซียส

Dicing room คือห้องหั่นเนื้อไก่ เนื้อไก่ที่ออกจาก chiller จะถูกลำเลียงมาหั่น จากนั้นจะถูก  
ลำเลียงเข้าเครื่องแช่เยือกแข็ง

IQF คือระบบการแช่เยือกแข็งแบบ Individual Quick Freezing ในโรงงานแห่งนี้จะใช้เรียกเครื่อง  
แช่เยือกแข็งว่า IQF

## ภาคผนวก ง

### การตรวจวิเคราะห์เชื้อจากพื้นผิวสัมผัสโดยวิธี Swab (AOAC, 1995)

#### 1. เครื่องมือสำหรับการตรวจเชื้อในกระบวนการผลิต

##### 1.1 วัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย

1.1.1 หลอดทดลองขนาดกลาง

1.1.2 ปีกเกอร์

1.1.3 กระบอกวัดปริมาตร

1.1.4 แท่งแก้วอ

1.1.5 ลูบสำหรับเชยเชื้อ

1.1.6 ตะเกียงแอลกอฮอล์

1.1.7 ปีเปต ขนาด 1 ml

1.1.8 ลูกยางสำหรับดูด

1.1.9 จานเพาะเชื้อ

1.1.10 สำลีพันปลายไม้

1.1.11 template สำหรับ swab

##### 1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1.2.1 Phosphate Buffer Solution (PBS) (Oxoid, Basingstoke ,England)

1.2.2 Slanetz Barthley (Oxoid, Basingstoke ,England)

1.2.3 *E.coli* Cloiforms Count plate (3 M Petrifilm™)

##### 1.3 เครื่องมือ

1.3.1 ตู้บ่มเชื้อ Incubator รุ่น BINDER

1.3.2 ตู้เชยเชื้อ

1.3.3 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

1.3.4 เครื่องซังชนิดหยาบ (2 ตำแหน่ง)

1.3.5 เครื่องหมุนเหวี่ยง Vortex

1.3.6 ตู้อบไมโครเวฟ

## 2. การตรวจเชื้อ

### 2.1 ตรวจวิเคราะห์ *E. coli*

2.1.1 เก็บตัวอย่างจากพื้นผิวสัมผัสโดยวิธี swab พื้นที่ประมาณ 100 cm<sup>2</sup> โดยใช้สำลีพันปลายไม้ จากนั้นจุ่มลงในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (PBS pH 7.2) ในหลอดที่เตรียมไว้ นำไปวิเคราะห์เชื้อที่ห้องปฏิบัติการทันที

2.2.2 นำ PBS ที่เก็บตัวอย่างพื้นผิวสัมผัสมาเขย่า โดยใช้ vortex mixer แล้วเจือจางด้วยสารละลายน้ำเกลือ (NSS) ให้ได้ความเข้มข้น 1 ต่อ 10

2.2.3 วางแผ่น 3M Petrifilm บนโต๊ะที่มีพื้นราบ เปิดแผ่นฟิล์มแผ่นบนขึ้น

2.2.4 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างจากวิธี swab ที่เตรียมไว้ 1 ml ใส่ใน 3M Petrifilm โดยหยดลงตรงกลางแผ่นแล้วค่อย ๆ ปล่อยแผ่นฟิล์มด้านบนลงทับตัวอย่าง เพื่อป้องกันการเกิดฟองก๊าซ (การเปิดแผ่นฟิล์มต้องค่อย ๆ เปิดระวังอย่าให้นิ้วมือสัมผัสเนื้อเจล)

2.2.5 ใช้ Plastic spreader โดยให้ด้านเรียบสัมผัสแผ่นฟิล์มแผ่นบนให้ส่วนวงกลมครอบคลุมบริเวณที่หยดตัวอย่าง ใช้นิ้วชี้ค่อย ๆ กดตรงกลางแผ่น ใช้ Plastic spreader เกลี่ยจนตัวอย่างกระจายเป็นวงกลม

2.2.6 ยกแผ่น Plastic spreader ขึ้น รอ 2-3 นาที เพื่อให้เนื้อเจลแข็งตัว

2.2.7 สำหรับ Coliforms นำไปป่มที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง สำหรับ *E. coli* นำไปป่มที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง โดยวางแผ่นให้ด้านใสหงายขึ้น

### 2.2 การตรวจวิเคราะห์ Faecal Streptococci

2.2.1 เก็บตัวอย่างจากพื้นผิวสัมผัสโดยวิธี swab พื้นที่ประมาณ 100 cm<sup>2</sup> โดยใช้สำลีพันปลายไม้ จากนั้นจุ่มลงในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (PBS pH 7.2) ในหลอดที่เตรียมไว้ นำไปวิเคราะห์เชื้อที่ห้องปฏิบัติการทันที

2.2.2 นำ PBS ที่เก็บตัวอย่างพื้นผิวสัมผัสมาเขย่า โดยใช้ vortex mixer แล้วเจือจางด้วยสารละลายน้ำเกลือ (NSS) ให้ได้ความเข้มข้น 1 ต่อ 10

2.2.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง PBS 0.1 ml ลงใน Slanetz Barthley medium โดยทำ Duplicate plate จากนั้น Spread plate โดยใช้แท่งแก้วอเกลี่ยให้ทั่ว

2.2.4 นำไปป่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง ตรวจนับโคโนสีแดงเข้ม (dark red) และสีชมพู (light pink)

## ภาคผนวก จ

### สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาด

#### 1. Quorum Pink II HF ความเข้มข้น 1.0% (v/v)

##### องค์ประกอบ

Linear alkylbenzene sulfonate sodium salt 10.0% w/w

Propylene glycol n- propyether 4.0% w/w

Sodium alpha olefin sulfonate 2.24% w/w

Dipropylene glycol mono-methylether 4% w/w

##### การเตรียม

1. เตรียม Quorum Pink II HF ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
2. ผสมน้ำให้ได้ปริมาตร 10 ลิตร

#### 2. กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 1,2.5,5

##### การเตรียม

1. เตรียมกรดอะซิติกความเข้มข้น 100% ปริมาตร 2, 5, 10 มิลลิลิตร
2. นำกรดอะซิติกที่เตรียมมาเจือจางกับน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มให้ได้ปริมาตร 200 มิลลิลิตร

จะได้ความเข้มข้นของกรดอะซิติก 1%, 2.5%, 5%

#### 3. คลอรีนความเข้มข้น 100 ppm

##### การเตรียม

1. เตรียมคลอรีน 10% (Sodium Hypochlorite 10%) 6 กรัม
2. เจือจางน้ำให้ได้ปริมาตร 5 ลิตร

## ภาคผนวก จ

### การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อที่ใช้ในการทดลองเป็นเชื้อที่แยกได้จากเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็งของโรงงาน

#### 1. การเตรียม *E.coli*

ทำการ cấyเชื้อ *E.coli* ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ จำนวน 1 ลูบ จากเชื้อที่โรงงานแยกไว้ ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ NB เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA และเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาเก็บที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็น stock culture ทำการถ่ายเชื้อเดือนละครั้ง ระหว่างการทดลอง

การเตรียม *E.coli* สำหรับการทดลอง ในการทดลองแต่ละครั้งจะถ่ายเชื้อจาก TSA ลงใน TSB และเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นเปิด TSB ที่มีเซลล์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดซึ่งมีสารละลายฟอสเฟตบัพเฟอร์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำการเจือจางเชื้อ เพื่อตรวจความเข้มข้นของเชื้อ โดยใช้ 3 M Petrifilm™ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ  $35 \pm 1$  °C เป็นเวลา  $48 \pm 2$  ชั่วโมง โดยวางแผ่นให้ด้านใสหงายขึ้น

#### 2. การเตรียม Faecal *Streptococci*

ทำการ cấyเชื้อ *Faecal Streptococcus* ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ จำนวน 1 ลูบ จากเชื้อของโรงงาน ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSB บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA และเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะใช้ในการทดลอง

การเตรียมเชื้อ ทำการถ่ายเชื้อ 1 ลูบ ลงใน 10 ml BHI broth เพาะเลี้ยงเชื้อในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดซึ่งมีสารละลายฟอสเฟตบัพเฟอร์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำการเจือจางเชื้อ เพื่อตรวจความเข้มข้นของเชื้อ โดยใช้ Slanetz Barthley medium และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ  $37 \pm 1$  °C เป็นเวลา  $48 \pm 2$  ชั่วโมง

## ภาคผนวก ช

### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองการล้าง

#### 1. วัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย

- 1.1 หลอดทดลองขนาดกลาง
- 1.2 ปีกเกอร์
- 1.3 กระบอกวัดปริมาตรขนาด 100 ml
- 1.4 แ่งแก้วอ
- 1.5 ถูสำหรับเช็ดเชื้อ
- 1.6 ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 1.7 ปิเปต ขนาด 1 ml
- 1.8 ถูยกยงสำหรับดูด
- 1.9 จานเพาะเชื้อ
- 1.10 สำลีพันปลายไม้
- 1.11 สายพานลำเลียงจำลอง ขนาด 25x20 เซนติเมตร
- 1.12 กระบอกฉีดน้ำ
- 1.13 แปรงขัด
- 1.14 ถุงมือแพทย์

#### 2. อาหารเลี้ยงเชื้อ

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 2.1 Phosphate Buffer Solution (PBS)     | (Oxoid, Basingstoke, England) |
| 2.2 Slanetz Barthley                    | (Oxoid, Basingstoke, England) |
| 2.3 <i>E.coli</i> Cloiforms Count plate | (3 M Petrifilm™)              |
| 2.4 Nutrient Broth (NB)                 | (Oxoid, Basingstoke, England) |
| 2.5 Nutreint Agar (NA)                  | (Oxoid, Basingstoke, England) |

## 3. สารเคมี

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| 3.1 กรดอะซิติก 100%                    | (Merck, Darmstadt, Germany) |
| 3.2 โซเดียมคลอไรด์                     | (CARLO ERBA Reagent)        |
| 3.3 แอลกอฮอล์ 70%                      | (Merck, Darmstadt, Germany) |
| 3.4 แอลกอฮอล์ 95%                      | (Merck, Darmstadt, Germany) |
| 3.5 น้ำยาทำความสะอาด Quorum Pink II HF | (Ecolab,Thailand)           |
| 3.6 คลอรีน (Sodium Hypochlorite)       | (Interpretive,Thailand)     |
| 3.7 น้ำกลั่น                           |                             |

## 4. เครื่องมือ

- |                                    |
|------------------------------------|
| 4.1 ตู้ป่นเชื้อ                    |
| 4.2 ตู้เขี่ยเชื้อ                  |
| 4.3 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ               |
| 4.4 เครื่องซังชนิดหยาบ (2 ตำแหน่ง) |
| 4.5 เครื่องวัดกรด-ด่าง             |
| 4.6 เครื่องหมุนเหวี่ยง             |
| 4.7 ตู้อบไมโครเวฟ                  |



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ซ

## การประเมินค่าทางสถิติด้วยวิธี Multiple Linear Regression

1. ความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อ *Faecal Streptococcus* ในผลิตภัณฑ์กับ โซน 1 โซน 2 โซน 3 เวลา 8.00 น.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.725(a)	.526	.431	23.78354

a. Predictors: (Constant), ZONE 3, ZONE 2, ZONE 1

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9409.888	3	3136.629	5.545	.009(a)
	Residual	8484.848	15	565.657		
	Total	17894.737	18			

a. Predictors: (Constant), ZONE 3, ZONE 2, ZONE 1

b. Dependent Variable: PRODUCT

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6.061	7.171		.845	.411
	ZONE 1	.667	.168	.886	3.964	.001
	ZONE 2	-.152	.134	-.229	-1.129	.276
	ZONE 3	-.152	.134	-.229	-1.129	.276

a. Dependent Variable: PRODUCT



2. ความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อ *Faecal Streptococcus* ในผลิตภัณฑ์กับ โซน 1 โซน 2 โซน 3  
เวลา 10.00 น.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.252(a)	.064	-.124	39.71019

a. Predictors: (Constant), ZONE 3, ZONE 1, ZONE 2

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1609.674	3	536.558	.340	.797(a)
	Residual	23653.484	15	1576.899		
	Total	25263.158	18			

a. Predictors: (Constant), ZONE 3, ZONE 1, ZONE 2

b. Dependent Variable: PRODUCT

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-4.331	21.900		-.198	.846
	ZONE 1	.079	.197	.108	.402	.694
	ZONE 2	.015	.205	.021	.073	.942
	ZONE 3	.192	.234	.215	.821	.425

a. Dependent Variable: PRODUCT

3. ความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อ *Faecal Streptococcus* ในผลิตภัณฑ์กับ โซน 1 โซน 2 โซน 3  
เวลา 16.00 น.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.484(a)	.234	.081	40.15474

a. Predictors: (Constant), ZONE 3, ZONE 1, ZONE 2

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7392.901	3	2464.300	1.528	.248(a)
	Residual	24186.047	15	1612.403		
	Total	31578.947	18			

a. Predictors: (Constant), ZONE 3, ZONE 1, ZONE 2

b. Dependent Variable: PRODUCT

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.000	28.394		.000	1.000
	ZONE 1	-.395	.237	-.395	-1.667	.116
	ZONE 2	.326	.221	.352	1.475	.161
	ZONE 3	.233	.309	.175	.752	.464

a. Dependent Variable: PRODUCT

4. ความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อ *Faecal Streptococcus* ในผลิตภัณฑ์กับพื้นผิวสัมผัสในโซน 1 เวลา 8.00 น.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1.000(a)	1.000	1.000	.00000

a. Predictors: (Constant), Fin belt IQF, Fin Declining belt chiller, Front of belt chiller, wire mesh belt transfer (oven-chiller)

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1.789	4	.447	13356290281470790.0	.000(a)
	Residual	.000	14	.000		
	Total	1.789	18			

a. Predictors: (Constant), Fin belt IQF, Fin Declining belt chiller, Front of belt chiller , wire mesh belt transfer (oven-chiller) b. Dependent Variable: product

Coefficients(a)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.000	.000		.000	1.0
	wire mesh belt transfer (oven-chiller)	-1.000	.000	-.728	-122178633.8	.0
	Front of belt chiller	.000	.000	.000	.000	1.0
	Fin Declining belt chiller	1.000	.000	.728	167299984.4	.0
	Fin belt IQF	1.000	.000	1.000	167299984.4	.0

a. Dependent Variable: product

## ภาคผนวก ฅ

## การตรวจจุลินทรีย์ในอากาศ

1. เกณฑ์มาตรฐานการตรวจจุลินทรีย์ในอากาศ (มาตรฐานของโรงงาน)

การตรวจวิเคราะห์	มาตรฐาน
<i>E.coli</i> (CFU/ลิตร)	ห้ามพบ
Faecal <i>Streptococci</i> (CFU/ลิตร)	ห้ามพบ

2. ผลการตรวจจุลินทรีย์ในอากาศ

ตัวอย่าง	การตรวจวิเคราะห์	
	<i>E.coli</i> (CFU/ลิตร)	Faecal <i>Streptococci</i> (CFU/ลิตร)
อากาศบริเวณสายพานลำเลียงเนื้อไก่ปรุงสุกที่ออกจากเครื่องให้ความร้อน	ไม่พบ	ไม่พบ
อากาศภายในห้องหันเนื้อไก่ปรุงสุก	ไม่พบ	ไม่พบ
อากาศบริเวณที่บรรจุ	ไม่พบ	ไม่พบ

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุรีย์ มีทอง เกิดวันที่ 6 กันยายน 2524 จังหวัดนครศรีธรรมราช จบการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ศึกษาต่อในระดับปริญญาโทที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร ปีการศึกษา 2547



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย