การประเมินการปนเปื้อนของ *Escherichia coli* และ Faecal Streptococci ในกระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค

นางสาวธัญญาพร อู่ไพจิตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ASSESSMENT OF *Escherichia coli* AND Faecal Streptococci CONTAMINATION IN READY-TO-EAT CHICKEN MEAT PROCESSING

Miss Thanyaporn Oupaichit

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 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินการปนเปื้อนของ *Escherichia coli* และ Faecal Streptococci ในกระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค
โดย	นางสาวธัญญาพร อู่ไพจิตร
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กีรติพิบูล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นายอรรถกร ใจโทน

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กีรติพิบูล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นายอรรถกร ใจโทน)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชื่นจิต ประกิตชัยวัฒนา)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวธัญญาพร อู่ไพจิตร : การประเมินการปนเปื้อนของ *Escherichia coli* และ Faecal Streptococci ในกระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค (ASSESSMENT OF *Escherichia coli* AND Faecal Streptococci CONTAMINATION IN READY-TO-EAT CHICKEN MEAT PROCESSING) อ. ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กีรติพิบูล
อ. ที่ปรึกษาร่วม : นายอรรถกร ใจโทน 97 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแหล่งของการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคที่เกิดปัญหาการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคจากโรงงานแห่งหนึ่ง เพื่อควบคุมการปนเปื้อนได้อย่างเหมาะสม โดยในขั้นแรกได้ประเมินประสิทธิภาพการให้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ดังกล่าวในผลิตภัณฑ์ กำหนดให้อุณหภูมิใจกลางเนื้อไก่ที่ออกจากเครื่องให้ความร้อนด้วยวิธีการนึ่งสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 1 นาที ซึ่งความร้อนที่ใช้เพียงพอต่อการทำลายจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด โดยไม่พบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดในผลิตภัณฑ์หลังกระบวนการให้ความร้อน จากนั้นศึกษาการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านขั้นตอนการผลิตต่างๆหลังให้ความร้อน ได้แก่ การแช่เย็น การหั่น และการบรรจุเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย โดยเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน พ.ศ. 2550 เป็นเวลา 25 วัน วันละ 3 เวลา คือ 7.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. พบความชุกของการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 2.66 และ 2.66 ตามลำดับ เมื่อผ่านขั้นตอนการแช่เย็น และร้อยละ 1.33 และ 9.33 ตามลำดับ เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านขั้นตอนการหั่น ส่วนผลิตภัณฑ์สุดท้ายหลังบรรจุไม่พบการปนเปื้อนของ *E.coli* แต่พบการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ร้อยละ 1.33 ในขณะเดียวกันในช่วงเวลาดังกล่าวได้เก็บตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต ได้แก่ พื้นผิวของเครื่องจักรอุปกรณ์ ผู้ปฏิบัติงาน และหยดน้ำที่เกิดจากการควบแน่น เพื่อหาความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ พบว่ามีการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในพื้นผิวของทุกขั้นตอนตั้งแต่การผลิตในชั่วโมงแรกและในระหว่างการผลิต โดยพบการปนเปื้อนของ *E.coli* ในผลิตภัณฑ์ มีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนที่สิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการแช่เย็น ที่บริเวณสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์จากเครื่องให้ความร้อนไปยังเครื่องแช่เย็น พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ที่แผ่นสุพรีลีนของสายพานที่เวลา 7.00 น. และมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ($p < 0.01$) ที่เวลา10.00 น. โดยมีค่า Pearson's coefficient เท่ากับ 0.935 และ 1.00 ตามลำดับ สำหรับการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์พบว่ามีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการหั่น โดยพบความชุกของการปนเปื้อนสูงที่สุดที่บริเวณสายพานของเครื่องหั่นเท่ากับร้อยละ 29.33 ซึ่งสัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง นอกจากนี้ในช่วงเวลาเดียวกันได้ประเมินการปนเปื้อนจากน้ำใช้จำนวน 10 จุด และอากาศภายในสายการผลิตจำนวน 4 จุด พบว่าน้ำใช้ไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด สำหรับอากาศพบการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ที่บริเวณท้ายเครื่องให้ความร้อน หน้าเครื่องแช่เย็น กลางห้องหั่น และห้องบรรจุ คิดเป็นความชุกร้อยละเท่ากับ 14.66 6.66 2.66 และ 12.00 ตามลำดับ

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่อนิสิต.....ธัญญาพร อู่ไพจิตร.....
สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2550.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4872312523: MAJOR FOOD TECHNOLOGY

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

THANYAPORN OUPAICHIT: ASSESSMENT OF *Escherichia coli* AND Faecal Streptococci CONTAMINATION IN READY-TO-EAT CHICKEN MEAT PROCESSING. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SUWIMON KEERATIPIBUL, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: MR. ATTAKORN JAITON, 97 pp.

The objective of this study is to determine the sources of *E.coli* and Faecal Streptococci contamination in RTE chicken meat for the proper control. The efficiency of cooking process was determined. The core temperature of the chicken meat from the cooker must be above 80 degree Celsius for over 1 minute which is enough to destroy both microorganisms. The contamination of both microorganisms was not observed. The post-cooked products were determined for the contamination at each production step, including chilling, dicing and packing to finish product. The sampling was done 3 times a day (7 a.m., 10 a.m. and 4 p.m.) for 25 days during February to April, 2007. The prevalence were 2.66% of both *E.coli* and Faecal Streptococci after chilling step and after dicing step were 1.33 and 9.33%, respectively. *E.coli* was non-detectable at finish product while Faecal Streptococci was presented at 1.33%. The production environment at each production step such as the surface of the machines, workers and the condensate were sampling to determine the correlation with the contamination in products. The contamination of *E.coli* and Faecal Streptococci were found at the surface of the machines in all of studied production steps. The *E.coli* contamination had the correlation between product and environment at in-feed transfer belt at chilling step. There was the significant relation ($p < 0.05$) at superene plate at 7 a.m. and highly significant ($p < 0.01$) at 10 a.m. which had Pearson's coefficient of 0.935 and 1.00, respectively. The Faecal Streptococci contamination had the correlation at dicing step with the highest prevalence at belt of the dicing machine (29.33%) which directly contact to the product. Moreover, 10 sources of tap water and 4 spots of ambient air in production line have been determined for the contamination. It was found that tap water had non contamination while the Faecal Streptococci was detected from ambient air in front of cooker and chiller, center of dicing room and packing area with the prevalence of 14.66, 6.66, 2.66 and 12.00%, respectively.

Department.....FOOD TECHNOLOGY.....Student's signature.....Thanyaporn O.....

Field of study...FOOD TECHNOLOGY.....Advisor's signature.....

Academic year.....2007.....Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาให้คำแนะนำ และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กีรติพิบูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณอรรถกร ใจโทน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า ในการให้คำแนะนำ และข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

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

ขอขอบพระคุณพี่ ๆ พนักงาน และเจ้าหน้าที่ทุกฝ่าย ในโรงงานผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค ที่มีส่วนร่วมในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วง และให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยด้วยดีเสมอ

ขอขอบคุณ ดร. สุมาลิน เล็กเริงสินธุ์ และ อาจารย์ณัฐ เทพหัตถี ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวกับงานวิจัย

ท้ายสุดผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวซึ่งสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญ		ช
สารบัญตาราง		ฌ
สารบัญภาพ		ฎ
บทที่ 1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
	ขอบเขตของงานวิจัย	3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	2.1 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตอาหาร	4
	2.2 จุลินทรีย์ก่อโรคที่เกิดปัญหาการปนเปื้อน	4
	2.3 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากผู้ปฏิบัติงาน	11
	2.4 หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร	12
	2.5 การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ	18
บทที่ 3	วิธีดำเนินงานวิจัย	24
	3.1 ตรวจสอบประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อนในการทำลาย *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมผลิตโภค	24
	3.2 หาความชุกของการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนหลังกระบวนการให้ความร้อน	26
	3.3 หาความชุกของการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในสิ่งแวดล้อม	26

หน้า

3.4 หาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์และและพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต..... 36
3.5 การแก้ปัญหาการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค..... 37
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัยและการอภิปรายผล..... 38
4.1 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อนในการทำลาย *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค..... 38
4.2 ผลการหาความชุกของการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนหลังกระบวนการให้ความร้อน..... 39
4.3 ผลการหาความชุกของการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในสิ่งแวดล้อม..... 41
4.4 ผลการหาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์และและพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต.. 60
4.5 การแก้ปัญหาการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค..... 74
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 77
สรุปผลการวิจัย..... 77
ข้อเสนอแนะ..... 78
รายการอ้างอิง..... 79
ภาคผนวก..... 85
ภาคผนวก ก มาตรฐานด้านจุลชีวิทยา..... 86
ภาคผนวก ข การตรวจวิเคราะห์ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์..... 89
ภาคผนวก ค การตรวจวิเคราะห์เชื้อจากพื้นผิวสัมผัสโดยวิธี Swab..... 91
ภาคผนวก ง ตัวอย่างการประเมินค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS..... 93
ภาคผนวก จ สารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด และฆ่าเชื้อ..... 96
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 97

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 3.1	รายละเอียดการเก็บตัวอย่างของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตในขั้นตอนหลังการให้ความร้อน และขั้นตอนการแช่เย็น.....	27
ตารางที่ 3.2	รายละเอียดการเก็บตัวอย่างของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตในขั้นตอนการหั่น.....	30
ตารางที่ 3.3	รายละเอียดการเก็บตัวอย่างของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตในขั้นตอนการแช่เยือกแข็ง และการบรรจุ.....	32
ตารางที่ 3.4	รายละเอียดของจุดเก็บตัวอย่างน้ำใช้.....	35
ตารางที่ 4.1	ความชุกของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคหลังผ่านกระบวนการให้ความร้อนทันที.....	39
ตารางที่ 4.2	ความชุกของ *E.coli* ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคเมื่อผ่านขั้นตอนต่างๆหลังกระบวนการให้ความร้อน.....	40
ตารางที่ 4.3	ความชุกของ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคเมื่อผ่านขั้นตอนต่างๆหลังกระบวนการให้ความร้อน.....	41
ตารางที่ 4.4	ความชุกของ *E.coli* บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนหลังการให้ความร้อน และขั้นตอนการแช่เย็น.....	42
ตารางที่ 4.5	ความชุกของ *E.coli* บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการหั่น.....	45
ตารางที่ 4.6	ความชุกของ *E.coli* บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการแช่เยือกแข็งและการบรรจุ.....	47
ตารางที่ 4.7	ความชุกของ Faecal Streptococci บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนหลังการให้ความร้อนและขั้นตอนแช่เย็น.....	50
ตารางที่ 4.8	ความชุกของ Faecal Streptococci บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการหั่น.....	52

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 4.9 ความชุกของ Faecal Streptococci บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการแช่เยือกแข็งและการบรรจุ..... 54
ตารางที่ 4.10 ความชุกของ *E. coli* ในน้ำใช้..... 56
ตารางที่ 4.11 ความชุกของ Faecal Streptococci ในน้ำใช้..... 57
ตารางที่ 4.12 ความชุกของ *E.coli* ในอากาศบริเวณสายการผลิต..... 58
ตารางที่ 4.13 ความชุกของ Faecal Streptococci ในอากาศบริเวณสายการผลิต..... 59
ตารางที่ 4.14 ปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค..... 74

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
รูปที่ 2.1	การจัดกลุ่มของ Faecal Streptococci.....	9
รูปที่ 2.2	การแต่งกายของผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตอาหาร.....	17
รูปที่ 3.1	กระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค.....	25
รูปที่ 3.2	บริเวณการเก็บตัวอย่างอากาศในสายการผลิต.....	36
รูปที่ 4.1	ร้อยละความชุกของ *E.coli* ในผลิตภัณฑ์หลังผ่านขั้นตอนการผลิตต่างๆ.....	61
รูปที่ 4.2	ร้อยละความชุกของ *E.coli* ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมหลังผ่านขั้นตอนการผลิตต่างๆ.....	62
รูปที่ 4.3	สายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์จากเครื่องให้ความร้อนไปยังเครื่องแช่เย็น.....	62
รูปที่ 4.4	รสายพานลำเลียงขณะล้างทำความสะอาดโดยการถอดสายพานเส้นลวดออก.....	63
รูปที่ 4.5	แกนหมุนของสายพานลำเลียงเมื่อถอดล้างทำความสะอาด.....	63
รูปที่ 4.6	ผนังด้านนอกเครื่องแช่เย็น.....	65
รูปที่ 4.7	สายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องแช่เย็น.....	66
รูปที่ 4.8	การถอดล้างสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องแช่เย็น.....	67
รูปที่ 4.9	การแช่น้ำยาฆ่าเชื้อสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องแช่เย็น.....	67
รูปที่ 4.10	การล้างโครงของสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องแช่เย็น.....	67
รูปที่ 4.11	ร้อยละความชุกของ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์หลังผ่านขั้นตอนการผลิตต่างๆ.....	69
รูปที่ 4.12	ร้อยละความชุกของ Faecal Streptococci ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมหลังผ่านขั้นตอนการผลิตต่างๆ.....	69
รูปที่ 4.13	เครื่องหั่นไก่.....	71
รูปที่ 4.14	การล้างทำความสะอาดส่วนของตัวเครื่องหั่นไก่.....	71
รูปที่ 4.15	การแช่น้ำยาฆ่าเชื้อสายพานของเครื่องหั่นไก่.....	71

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไก่จัดเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่ประชากรทั่วโลกนิยมบริโภคสูงเป็นอันดับสองรองจากเนื้อสุกร และมีประมาณการณ์ว่า ในอีกไม่กี่สิบปีข้างหน้าการบริโภคเนื้อไก่จะขยับขึ้นมาเป็นอันดับหนึ่ง ด้วยสาเหตุ 2 ประการ คือ เนื้อไก่ไม่มีข้อจำกัดทางด้านศาสนามาเกี่ยวข้องเหมือนกับเนื้อสุกร และให้ผลผลิตเร็วว่าสุกร ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกไก่อันดับที่ 4 ของโลกรองจากสหรัฐอเมริกา บราซิล และสหภาพยุโรป โดยตลาดส่งออกเนื้อไก่ของไทยที่สำคัญคือ ประเทศญี่ปุ่นและสหภาพยุโรป ซึ่งประเทศไทยมีปริมาณการผลิต 450,000 ตันต่อปี และนำเงินตราเข้าสู่ประเทศประมาณ 40,000 ล้านบาทต่อปี แต่จากวิกฤตการณ์การระบาดของไข้หวัดนกในปี พ.ศ. 2546 ทำให้ส่งผลกระทบต่อระบบการส่งออกเนื้อไก่ของไทยโดยลดลงเหลือ 25,000 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2547 ดังนั้น ผู้ผลิตจึงปรับตัวโดยการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็งแทนการส่งออกเนื้อไก่สดแช่เยือกแข็งเพื่อให้สามารถส่งออกเนื้อไก่ไปยังประเทศคู่ค้าได้ ซึ่งนอกจากจะเป็นการแก้ปัญหาไข้หวัดนกแล้วยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์อีกด้วย นอกจากนี้ประเทศไทยได้มีการประกาศใช้หลักเกณฑ์วิธีการผลิตที่ดี (Good Manufacturing Practice) เป็นมาตรการบังคับเมื่อวันที่ 24 ก. ค. 2544 และส่งเสริมให้มีการนำระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point) ใช้ในการควบคุมการผลิตอาหาร เพื่อยกระดับมาตรฐานด้านความปลอดภัยของอาหารให้เป็นที่ยอมรับมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามถึงแม้ผู้ผลิตจะดำเนินการตามหลักเกณฑ์และระบบดังกล่าว พบว่ายังเกิดปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารโดยเฉพาะภายหลังกระบวนการให้ความร้อน

จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคส่วนใหญ่ ได้แก่ *E.coli* และ Faecal Streptococci โดยมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนจากมือ อุปกรณ์ เสื้อผ้าหรือพื้นผิวต่างๆในบริเวณที่ผลิตอาหาร (Scott, 1990) มายังผลิตภัณฑ์อาหารได้ นอกจากนี้จุลินทร์ทั้ง 2 ชนิดนี้ยังเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงสุขลักษณะในโรงงานผลิตอาหาร ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์โดยการสุ่มตัวอย่างจากผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยงานวิจัยของ Temelli และคณะ (2006) ศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากวัตถุดิบ สภาพแวดล้อม อุปกรณ์ รวมไปถึงผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตชีส และหอยทากแช่เยือกแข็ง นอกจากนี้ Tompkin และคณะ (1999) ได้ศึกษาการปนเปื้อน *Listeria* spp. ในผลิตภัณฑ์ และสรุปว่าการปนเปื้อน *Listeria* spp. ในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เกิดจากสิ่งแวดล้อมการผลิต โดยเกิดจากการที่ผลิตภัณฑ์สัมผัสพื้นผิวที่มีการปนเปื้อน แต่ไม่มีการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์

และสิ่งแวดล้อม ในปี 2002 ICMSF ได้แนะนำให้แบ่งพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมการผลิตตามความเสี่ยงของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สู่ผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ควบคุมและกำจัดการปนเปื้อนได้อย่างเหมาะสม โดยให้ใช้การแบ่งพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมการผลิตออกเป็นโซนหรือเรียกว่า zone concept ในการวางแผนการสุ่มตัวอย่างจุลินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมการผลิต โดยงานวิจัยของ Lekroengsin และคณะ (2007) ได้หาความสัมผัสระหว่างการปนเปื้อนของ *Listeria* spp. ในผลิตภัณฑ์ไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคกับสิ่งแวดล้อมโดยแบ่งสิ่งแวดล้อมเป็น 3 โซน ได้แก่ โซน 1 คือ พื้นผิวที่สัมผัสผลิตภัณฑ์ โซน 2 คือ พื้นผิวที่ไม่สัมผัสผลิตภัณฑ์แต่อยู่ใกล้ผลิตภัณฑ์ และ โซน 3 คือ พื้นผิวที่ไม่สัมผัสผลิตภัณฑ์และอยู่ไกลจากตัวผลิตภัณฑ์ พบว่า สิ่งแวดล้อมโซน 1 มีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองลงมาคือโซน 2 และโซน 3 ตามลำดับ สำหรับในงานวิจัยนี้ได้มีการหาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อน *E.coli* และ Faecal Streptococci จากผลิตภัณฑ์ และสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค โดยแบ่งผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการปรุงสุก การแช่เย็น การหั่น และการบรรจุ จากโอกาสที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนมาสู่ผลิตภัณฑ์หลังการให้ความร้อน นอกจากนี้ยังได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมกับผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคในแต่ละขั้นตอนการผลิต รวมไปถึงการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ได้แก่ น้ำใช้ และอากาศในกระบวนการผลิต เพื่อให้สามารถทราบแหล่งของการปนเปื้อนอย่างแท้จริง และสามารถควบคุมการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาแหล่งของการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci จากสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตได้แก่ พื้นผิวของเครื่องจักร อุปกรณ์ และพนักงาน น้ำใช้ และอากาศในกระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค
2. หาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหาการปนเปื้อนที่ต้นเหตุ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค หลังกระบวนการให้ความร้อนด้วยวิธีนึ่ง และผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านกระบวนการต่างๆหลังการให้ความร้อน

2. ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E.coli* และ Faecal Streptococci ที่สิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค ได้แก่ พื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักร อุปกรณ์ และพนักงานทั้งที่มีโอกาสสัมผัสและไม่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงน้ำใช้ และอากาศในสายการผลิต

3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่ส่งผลต่อการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคในแต่ละขั้นตอนหลังผ่านกระบวนการปรุงสุก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถแก้ปัญหาการปนเปื้อน *E.coli* และ Faecal Streptococci ในโรงงานผลิตไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เป็นแนวทางในการควบคุมการปนเปื้อน ของจุลินทรีย์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตผลิตภัณฑ์พร้อมบริโภคแช่เย็นและแช่เยือกแข็งประเภทต่างๆ ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตอาหาร

สามารถเกิดได้จาก 2 สาเหตุ คือ

2.1.1 การะบวนการให้ความร้อนไม่เพียงพอ ซึ่งเกิดได้จากการกระจายของความร้อนในเครื่องให้ความร้อนไม่สม่ำเสมอ หรืออาจเกิดการซ้อนทับกันของผลิตภัณฑ์อาหารขณะให้ความร้อน

2.1.2 การปนเปื้อนหลังกระบวนการให้ความร้อน ซึ่งเกิดจากสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตต่างๆ ได้แก่ พื้นผิวสัมผัสของเครื่องจักรอุปกรณ์ พนักงาน อากาศภายในสายการผลิต น้ำใช้ และหยดน้ำที่เกิดจากการควบแน่นภายในสายการผลิต

2.2. จุลินทรีย์ก่อโรคที่เกิดปัญหาการปนเปื้อน

2.2.1 Enterobacteriaceae

แบคทีเรียในวงศ์ Enterobacteriaceae จัดว่าเป็นแบคทีเรียที่สำคัญมากที่สุดกลุ่มหนึ่งของแบคทีเรียก่อโรคทั้งหมด มีลักษณะเป็นแท่ง ติดสีแกรมลบ เจริญได้ดีบน blood agar และ chocolate agar ลักษณะโคโลนีที่เจริญบน selective media แต่ละชนิด มีลักษณะที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการเมตาโบไลต์ แบคทีเรียชนิดนี้ไม่สร้างสปอร์ มีขนาด 0.3-1.0 x 1.0-6.1 ไมโครเมตร ส่วนใหญ่มีแฟลกเจลล่าแบบ peritrichous แต่บางชนิด เช่น *Shigella* และ *Klebsiella* ไม่มีแฟลกเจลล่า แต่แม้กระนั้นเชื้อปกติที่มีแฟลกเจลล่าก็พบอยู่บ่อยว่า บางสายพันธุ์ที่แฟลกเจลล่าหายไป เช่น *E.coli* หรือ *Sallmonella* เป็นต้น ส่วนเคปซูลพบในแบคทีเรียสกุล *Klebsiella* และ *Enterobacter spp.* สำหรับ fimbriae (pili) พบได้ในสมาชิกส่วนใหญ่ โครงสร้างผนังเซลล์ต่างจากแกรมบวกที่สำคัญคือ แกรมลบ ลักษณะท่อน จะมี outer membrane อีก 1 ชั้น และมีเป็ปติโดกลัยแคนเพียงประมาณ 20 % ค่า G+C ของ DNA 38-60 โมล% (Eley, 1996)

คุณสมบัติสำคัญที่นำมาแยก Enterobacteriaceae ออกจากแบคทีเรียวงศ์อื่น คือ

- สามารถหมักย่อยน้ำตาลกลูโคส
- ไม่สามารถผลิตเอนไซม์ออกซิเดส
- สามารถรีดิวส์ไนเตรตได้เป็นไนไตรต์

แบคทีเรียตระกูลนี้พบในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ (Brenner, 1984) สามารถพบได้ตามธรรมชาติทั่วไปในน้ำ ดิน พืชผัก และสิ่งปฏิกูล (Feachem และคณะ, 1983) นอกจากนี้ยังพบในสัตว์ ได้แก่ สัตว์ปีก หมู แมว และสุนัข เป็นต้น (Forsythe, 2002) สามารถตรวจพบได้ในอุจจาระ มักปนเปื้อนสู่อาหารโดยมากับน้ำและวัตถุดิบประเภทเนื้อสัตว์ หรืออาจปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่าย เช่น ในบริเวณส้วม ภาชนะ หรือสิ่งของเครื่องใช้ที่ผ่านการหยิบจับด้วยมือ เป็นต้น โดยจัดเป็นจุลินทรีย์ที่บ่งชี้ถึงสุขอนามัย และสุขลักษณะส่วนบุคคล เช่น Colifroms, Fecal coliforms, *E.coli* และ *Salmanalla* spp. เป็นต้น

2.2.1.1 ***Escherichia coli (E. coli)***

2.2.1.1.1 ลักษณะของ *E. coli*

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

2.2.1.1.2 แหล่งที่พบเชื้อ

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

2.2.1.1.3 ภาวะการเจริญเติบโต

E. coli เป็นพวก Facultative anaerobe เจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 7-46 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 37 องศาเซลเซียส สามารถเจริญเติบโตในช่วงความเป็นกรดด่างที่ pH 4.4-9.0 และ a_w 0.95 สามารถเจริญได้เร็วในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และไม่เจริญเติบโตในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 8.5 (Blackburn และ McClure, 2003)

2.2.1.1.4 โรคที่เกิดจาก *E. coli*

โดยปกติ *E. coli* เป็นจุลินทรีย์ก่อโรคที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วง สามารถแบ่งตามลักษณะการก่อโรคได้เป็น 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 แต่ทำให้เกิดโรคซึ่งผู้ป่วยจะมีอาการคล้ายกับผู้ที่ได้รับเชื้อบิด (*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)

2.2.1.1.5 การทนความร้อน

โดยปกติ *E. coli* เป็นจุลินทรีย์ไม่ทนต่อความร้อน สามารถฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ พาสเจอไรซ์ 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)

2.2.1.1.6 สาเหตุการปนเปื้อน

E. coli มักปนเปื้อนมากับน้ำ วัตถุดิบเช่น เนื้อสัตว์ และผักสด และอาหารที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน นอกจากนี้การปนเปื้อนข้ามระหว่างวัตถุดิบกับผลิตภัณฑ์ที่ปรุงสุก และการปนเปื้อนมาจากผู้ประกอบอาหารที่มีสุขอนามัยส่วนบุคคลไม่เหมาะสม (Forsythe, 2002) ก็เป็นสาเหตุสำคัญของการปนเปื้อน *E. coli* ในอาหาร

2.2.1.1.7 การควบคุมและป้องกัน

การควบคุมและป้องกัน *E. coli* สามารถทำได้โดยการควบคุมกระบวนการผลิต เช่น การให้ความร้อนที่เหมาะสมต่อการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ควรมีการจัดการเรื่อง

สุขลักษณะการผลิตที่เหมาะสมเช่น การเก็บรักษาวัตถุดิบแยกจากผลิตภัณฑ์ที่ปรุงสุกและควรมีมาตรการควบคุมเรื่องสุขอนามัยส่วนบุคคลสำหรับผู้ประกอบอาหาร รวมทั้งควบคุมการล้างทำความสะอาดเครื่องจักรอุปกรณ์ ที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพ (Roberts และคณะ, 1996)

2.2.1.2 *Salmonella* spp.

2.2.1.2.1 ลักษณะของ *Salmonella* spp.

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

2.2.1.2.2 แหล่งที่พบเชื้อ

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

2.2.1.2.3 ภาวะการเจริญเติบโต

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

2.2.1.2.4 โรคที่เกิดจาก *Salmonella* spp.

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

2.2.1.2.5 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)

2.2.1.2.6 สาเหตุการปนเปื้อน

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

2.2.1.2.7 การควบคุมและป้องกัน

1) ควบคุมการให้ความร้อนให้เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อ เช่น การฆ่าเชื้อที่อุหณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

2) การใช้กรด การใช้รังสี หรือปัจจัยอื่นร่วมในการทำลายเชื้อ *Samonella* spp.

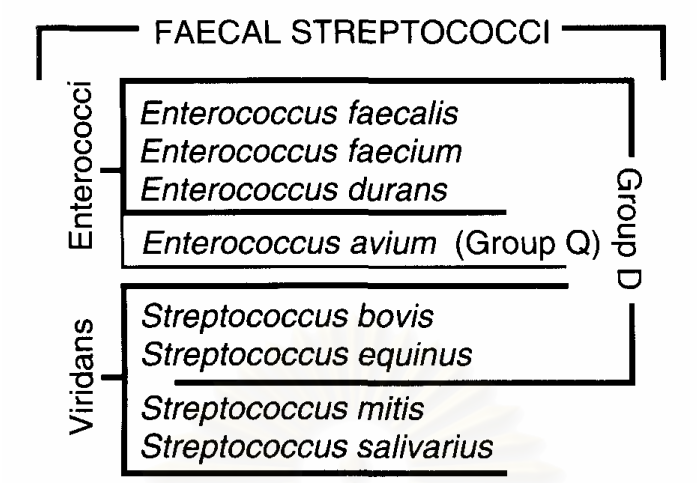
3) ป้องกันการปนเปื้อนระหว่างวัตถุดิบกับผลิตภัณฑ์ปรุงสุก

4) ควบคุมสุขอนามัยส่วนบุคคลของพนักงาน

2.2.2 Faecal Streptococci

2.2.2.1 ลักษณะของ Faecal Streptococci

แบคทีเรียในกลุ่ม Faecal Streptococci แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ Enterococci และ Viridans แต่กลุ่มที่มักพบในอุตสาหกรรมอาหารคือกลุ่ม Enterococci แบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้แก่ *Streptococcus faecalis*, *S. faecium*, *S. durans* และ *S. 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)



รูปที่ 2.1 การจัดกลุ่มของ Faecal Streptococci

2.2.2.2 แหล่งที่พบเชื้อ

แหล่งที่พบ Faecal Streptococci ส่วนใหญ่จะพบตามลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น อาจพบในอุจาระ ซอกขนหรือกีบเท้าของสัตว์ ผลิตภัณฑ์นม ไข่ เนื้อสัตว์ ผักสลัด (Eley, 1996) นอกจากนี้ยังพบ Faecal Streptococci ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารโดยเฉพาะ *S. faecalis* ซึ่งมักพบในอุตสาหกรรมนม และสามารถแพร่กระจายได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมของโรงงาน (Skinner และ Quesnel, 1978)

2.2.2.3 ภาวะการเจริญเติบโต

แบคทีเรียในกลุ่ม Faecal Streptococci ทั้ง S. *faecalis*, *S. faecium*, *S. durans* และ *S. avium* เป็น Facultative anaerobe และสามารถเจริญได้ในสภาพบรรยากาศที่มี CO_2 และ N_2 นอกจากนี้เจริญได้ในภาวะความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 6.5 หรือมากกว่า สามารถเจริญได้ในความเป็นกรดด่าง 4-9.6 เจริญได้ที่ค่า a_w 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)

2.2.2.4 โรคที่เกิดจาก Faecal Streptococci

การเกิดโรคของ Faecal Streptococci ยังไม่มีรายงานที่แน่ชัด แต่อาการเมื่อได้รับเชื้อชนิดนี้ คืออาการท้องร่วง คลื่นไส้อาเจียน (Eley, 1996)

2.2.2.5 การทนความร้อน

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

2.2.2.6 สาเหตุการปนเปื้อน

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

2.2.2.7 การควบคุมและป้องกัน

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

2.2.3 *Listeria monocytogenes*

2.2.3.1 ลักษณะของ *L. monocytogenes*

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

2.2.3.2 แหล่งที่พบเชื้อ

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

2.2.3.3 ภาวะการเจริญเติบโต

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

2.2.3.4 โรคที่เกิดจาก *L. monocytogenes*

โรคที่เกิดจาก *L. monocytogenes* เรียกว่า Listeriosis ซึ่งมีความรุนแรงต่างกันขึ้นกับผู้ได้รับเชื้อ ผู้ที่ไวต่อเชื้อหรือกลุ่มเสี่ยงมักมีอัตราการตายสูง ได้แก่หญิงมีครรภ์ ผู้เป็นโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง ผู้เป็นโรคหัวใจ โรคไต เป็นต้น บุคคลในกลุ่มเหล่านี้หากได้รับเชื้อมักมี

อาการของเยื่อหุ้มสมองอักเสบและติดเชื้อ ในผู้ใหญ่มักมีอาการต่อมลูกหมากอักเสบ ต่อมน้ำเหลืองอักเสบ และมีการทำลายของเม็ดเลือดขาว ส่วนหญิงมีครรภ์มักแท้งบุตร ในกรณีของเด็กเกิดใหม่ ถ้าได้รับเชื้อลิสทีรีโอซีสในขณะคลอด มักเกิดอาการเยื่อหุ้มสมองอักเสบ (Lovett, 1989)

2.2.3.5 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 องศาเซลเซียสของเนื้อไก่อยู่ในช่วง 0.11 ถึง 0.20 นาที (Roberts และคณะ, 1996)

2.2.3.6 สาเหตุการปนเปื้อน

การปนเปื้อนของ *L. monocytogenes* มักปนเปื้อนหลังการให้ความร้อนโดยเฉพาะสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ไม่เหมาะสม 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

2.2.3.7 การควบคุมและป้องกัน

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

2.3 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากผู้ปฏิบัติงาน

2.3.1 ผู้ปฏิบัติงานเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ 2 ทาง คือ

2.3.1.1 การปนเปื้อนทางตรง หมายถึง การปนเปื้อนจากผู้ปฏิบัติงานไปสู่ผลิตภัณฑ์อาหารได้โดยตรง ได้แก่ จากทางเดินอาหาร, ผิวหนัง, เส้นผม เป็นต้น

2.3.1.2การปนเปื้อนทางอ้อม หมายถึง ผู้ปฏิบัติงานเป็นตัวกลางทำให้เกิดการปนเปื้อนจากพื้นผิวสัมผัสไปยังผลิตภัณฑ์อาหาร (Lelieveld และคณะ,2003)

2.3.2 จุลินทรีย์บนมือและผิวหนังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

2.3.2.1 Transient microorganisms คือ จุลินทรีย์ชนิดชั่วคราวได้รับจากกิจกรรมที่ทำในแต่ละวัน เช่น จากการสัมผัสกับวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การปนเปื้อนจากอุปกรณ์ เสื้อผ้าสัมผัสกับส่วนต่างๆของร่างกาย หรือสุขลักษณะในการเข้าห้องน้ำที่ไม่ดี โดยทั่วไปจุลินทรีย์ประเภทนี้ไม่มีเวลาเพียงพอที่จะเพิ่มจำนวนได้ และสามารถกำจัดออกได้ง่ายนอกจากว่าที่บริเวณผิวหนังมีบาดแผล จุลินทรีย์ประเภทนี้ เช่น *Salmonella* spp., *E.coli*, *Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella* spp. เป็นต้น

2.3.2.2 Resident microorganisms คือ จุลินทรีย์ชนิดถาวรที่สามารถเจริญบนผิวหนัง กลายเป็นจุลินทรีย์ที่พบอยู่ตามธรรมชาติบนผิวหนัง ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ก่อให้เกิดโรค ยกเว้น *Staphylococcus aureus* (Lelieveld และคณะ, 2003)

จุลินทรีย์ก่อโรคที่กล่าวมาข้างต้นหากมีการปนเปื้อนในอาหาร นอกจากจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคและทำให้อาหารไม่มีคุณภาพแล้ว ยังทำให้เกิดความเสียหายต่อโรงงานอุตสาหกรรมอาหารด้วย คือทำให้ผู้บริโภคขาดความเชื่อมั่นในความปลอดภัยในผลิตภัณฑ์ และส่งผลต่อชื่อเสียงของบริษัท นอกจากนี้ยังมีผลต่อการส่งออกเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กรมปศุสัตว์กำหนด ดังนั้นผู้ผลิตควรตระหนักถึงความสำคัญในการทำให้อาหารปลอดจากจุลินทรีย์ก่อโรคเหล่านี้

2.4 หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP) เป็นระบบการจัดการ และควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัยต่อการบริโภคซึ่งเป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับโรงงาน และบุคคลที่เกี่ยวข้องในการจัดการอาหาร การจัดการสุขลักษณะอาหารของโรงงาน หรือสถานประกอบการอาหารที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตอาหารที่ปลอดภัยและเหมาะสม ซึ่งเป็นเรื่องที่ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายต้องรับผิดชอบร่วมกัน (สุวิมล, 2545) ประกอบด้วย

2.4.1. ทำเลที่ตั้งโรงงาน

ทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตอาหาร ตัวอาคารสถานที่ผลิต เครื่องมือ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ มีการจัดวาง ออกแบบ และสร้างโดยมีหลักการที่ต้องคำนงถึง ดังนี้

- มีการปนเปื้อนน้อยที่สุด
- ง่ายต่อการทำความสะอาด ฆ่าเชื้อ บำรุงรักษา
- พื้นผิววัสดุไม่เป็นพิษ โดยเฉพาะส่วนที่สัมผัสกับอาหาร และมีความทนทานต่อการบำรุงรักษาและการทำความสะอาด
- สามารถป้องกันไม่ให้สัตว์พาหะนำเชื้อเข้ามาอยู่อาศัยได้

2.4.1.1 สภาพที่ตั้งโรงงาน

ทำเลที่ตั้งโรงงานไม่เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน

2.4.1.2 เครื่องมือเครื่องใช้และเครื่องจักร

อุปกรณ์ เครื่องมือ และภาชนะที่ใช้สัมผัสกับอาหารเลือกใช้วัสดุที่ทำจากสแตนเลส และเป็นวัสดุที่ไม่ก่อให้เกิดสารพิษ สามารถทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้ พื้นผิวและร่อยต่อเรียบมีความคงทนต่อการกัดกร่อนและไม่เป็นสนิม

การออกแบบภาชนะและอุปกรณ์ มีการออกแบบที่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล โดยสามารถทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้อย่างถูกต้อง

เครื่องจักรในกระบวนการผลิต การจัดวางเครื่องจักรในการผลิตมีการจัดวางที่ถูกต้องตามหลักการปฏิบัติมรการแบ่งแยกเครื่องจักรระหว่างส่วนงานอาหารสุกและอาหารดิบ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้าม

2.4.2. อาคาร สถานที่ และห้องต่าง ๆ

2.4. 2.1 การออกแบบ และการวางผัง (Design and Layout)

ภายในพื้นที่การผลิตมีการออกแบบอย่างถูกสุขลักษณะ ซึ่งมีการแบ่งแยกพื้นที่การผลิตระหว่างส่วนงานอาหารสุกและอาหารดิบ มีการป้องกันการปนเปื้อนข้างอย่างชัดเจน

2.4. 2.2 โครงสร้างภายในและส่วนประกอบ (Internal structure and fitting)

การออกแบบและก่อสร้างภาในพื้นทีการผลิต มีการคัดเลือกวัสดุที่แข็งแรง คงทนและบำรุงรักษารวมทั้งกรทำความสะอาดได้ง่าย มีการแบ่งพื้นที่ตามส่วนต่างๆดังนี้

1) Clean Area - พื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ

พื้นที่รับวัตถุดิบ แบ่งเป็นประเภทเครื่องปรุง บรรจุภัณฑ์และวัตถุดิบประเภทเนื้อ

พื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ แบ่งเป็นประเภทเครื่องปรุง บรรจุภัณฑ์และวัตถุดิบประเภทเนื้อ

พื้นที่ห้องจัดเก็บวัสดุบรรจุภัณฑ์ประเภทถุง

พื้นที่ห้องจัดเก็บวัสดุบรรจุภัณฑ์ประเภทกล่อง

2) Clean Area – ส่วนอาหารดิบ

พื้นที่ห้องเก็บน้ำแข็ง

พื้นที่ส่วนงานเตรียมการผลิต(Preparation area)แบ่งออกเป็นห้องชั่งส่วนผสม ห้องผสม บริเวณคัดเนื้อ ห้องหมัก ห้องเย็นเก็บเนื้อก่อนหมักและหลังหมัก ห้องล้างอุปกรณ์ ห้องเก็บอุปกรณ์สะอาดและสารเคมี

พื้นที่ส่วนงานเตรียมปรุงสุก(Pre-cook area)

พื้นที่ส่วนงานทำสินค้าให้สุก(Cooking area) แบ่งเป็นพื้นที่ของเครื่องทอด (Fryer) เครื่องนึ่ง และย่าง (Tunnel Spiral Oven)

3) High Care Clean Area – ส่วนอาหารสุก

พื้นที่ส่วนงานแช่แข็งและบรรจุ (IQF and Plastic Bag Packing Area) แบ่งเป็น ห้องรับสินค้าที่ปรุงสุกแล้ว ห้องแช่แข็ง ห้องบรรจุสินค้าลงถุง ห้องล้างอุปกรณ์

พื้นที่ห้องหั่นสินค้า (Dicing Area)

4) Clean Area – ส่วนอาหารสุก

พื้นที่ส่วนงานบรรจุกล่อง(Cartoning Area)

พื้นที่จักเก็บผลิตภัณฑ์สุดท้าย (Cold Storage)

พื้นที่ขนส่ง (Loading)

2.4.3. **เครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมอาหาร**

การเลือกเครื่องมือที่ให้ความร้อน ความเย็นกับอาหาร ควรเป็นดังนี้

- ตรวจวัดและควบคุมอุณหภูมิได้ตามต้องการ
- เพิ่มและลดอุณหภูมิได้ต้องต้องการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.4. **สิ่งอำนวยความสะดวก**

2.4.4.1 น้ำใช้

น้ำที่ใช้ภายในโรงงาน มีการควบคุมน้ำใช้ น้ำแข็ง โดยต้อง

- มีปริมาณความดันเพียงพอกับความต้องการใช้งาน
- มีคุณภาพได้ตามมาตรฐานน้ำบริโภค
- สะอาดและมีการฆ่าเชื้อ

2.4.4.2 คุณภาพอากาศ และการระบายอากาศ

ภายในโรงงานจัดให้มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ เพื่อให้แน่ใจว่าสภาวะการทำงานรวมทั้งอุปกรณ์ ความชื้นมีความเหมาะสม เนื่องจาปัจจัยเหล่านี้หากไม่ควบคุมให้เหมาะสมจะสงเสริมให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนเกิดความไม่ปลอดภัยต่ออาหร

- มีระบบการเติมอากาศ โดยใช้ระบบ Fresh Air
- มีระบบระบายอากาศ (Ventilation) โดยการควบคุมอากาศให้ระบบจากส่วนอาหารสุกไปยังส่วนอาหารดิบเพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนข้าม และอื่นๆ เช่น แสงสว่าง, การระบายน้ำการขจัดของเสีย

2.4.5. **การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ**

การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับการผลิต ซึ่งการทำความสะอาดเป็น

- ลดความสูญเสียอันเกิดจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์
- เพิ่มความปลอดภัยป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ
- สร้างสุขลักษณะที่ในการผลิต
- ช่วยยืดอายุการใช้เครื่องมือ และเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการทำความสะอาดพื้นที่การผลิต อุปกรณ์การผลิต เครื่องจักร มีการเฝ้าระวังติดตามให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยการกำหนดวิธีการตรวจสอบความสะอาด ซึ่งทั้งหมดจะปฏิบัติตามเอกสารขั้นตอนการดำเนินเรื่องการตรวจสอบจุลินทรีย์ และมีการ swab test ตามขั้นตอนกรปฏิบัติงานเรื่องการ swab test

2.4.6 **สุขลักษณะส่วนบุคคล**

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้พนักงานทุกคนที่ปฏิบัติงานในพื้นที่การผลิต รวมถึงผู้เข้าเยี่ยมชม จะต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับที่บริษัทกำหนดเนื่องจากหารสุขลักษณะส่วนบุคคลไม่ดี และวิธีการปฏิบัติไม่เป็นไปตามข้อกำหนดจะส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของสินค้า และทำให้บริษัทเกิดความเสียหาย จึงมาตรการควบคุมสุขลักษณะสวนบุคคลในเรื่องต่างๆดังนี้

- สุขภาพพนักงาน
- การเจ็บป่วยและการบาดเจ็บ
- การควบคุมดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคล
    - ชุดแต่งกาย ประกอบด้วย เสื้อ กางเกง เน็ตคลุมผม หมวกคลุมผม ผ้าปิดปาก พลาสติกกันเปื้อน ถุงมือ ปลอกแขน และรองเท้าบู๊ต
    - การดูแลการแต่งกาย
    - การล้างมืออย่างถูกวิธี
    - การเตรียมความพร้อมก่อนเข้าปฏิบัติงาน
    - การปฏิบัติตนในขณะปฏิบัติงาน
    - ข้อควรปฏิบัติและข้อห้ามต่างๆ
- การตรวจติดตาม
- ผู้เข้าเยี่ยมชม

2.4.7 **การฝึกอบรม** (Training)

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องกับการผลิตอาหาร ที่มีการสัมผัสทั้งทางตรงและทางอ้อม ต้องได้รับการฝึกอบรม และการแนะนำสุขลักษณะอาหารที่เหมาะสมต่องานที่ปฏิบัติ เนื่องจากการฝึกอบรมเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อระบบสุขลักษณะอาหาร การให้การอบรมที่ไม่เพียงพอจะก่อให้เกิดผลเสียต่อความปลอดภัยของอาหาร

ความสำคัญของการฝึกอบรม

- เพิ่มศักยภาพในการทำงานของพนักงานผู้ปฏิบัติ
- สร้างความมั่นใจ และความพึงพอใจในการทำงาน

ประโยชน์ของการฝึกอบรม

- ผลิตอาหารที่มีความปลอกภัย
- ป้องกันผลเสียที่มีผลต่อคุณภาพของอาหารและลดการสูญเสียอาหาร
- ลดข้อร้องเรียนจากลูกค้า
- ลดการลาออกและเข้าใหม่ของพนักงาน
- มีการปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆอย่างถูกต้อง
- ส่งเสริมปรับปรุงความรู้ ความชำนาญในการปฏิบัติงาน

มีจัดการฝึกอบรมเกี่ยวกับการปฏิบัติงานที่ถูกสุขลักษณะ และกฎระเบียบให้แก่พนักงานเข้าใหม่ โดยมีระยะเวลาการจัดการตามแผนงานที่กำหนด

การฝึกอบรมเพื่อฟื้นฟูความรู้ มีจัดให้มีโปรแกรมอบรม เพื่อทบทวนให้ผู้ปฏิบัติต่อกระบวนการผลิตอาหารตะหนักถึงวิธีการปฏิบัติที่จำเป็นเพื่อคงไว้ซึ่งความปลอดภัยของอาหาร และมีการปรับแก้ทันสมัยอยู่เสมอ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงานเรื่องการฝึกอบรมและพัฒนาพนักงานรายวัน

รูปที่ 2.2 การแต่งกายของผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตอาหาร

แม้ว่าในปัจจุบันจะมีระบบ GMP และ HACCP ที่เป็นระบบประกันคุณภาพของอาหารที่ยอมรับกันทั่วโลก แต่โรงงานอุตสาหกรรมอาหารก็ยังประสบปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์อยู่เสมอ โดยเฉพาะการปนเปื้อนหลังกระบวนการให้ความร้อน ที่มีสาเหตุจากสุขอนามัยของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารไม่เหมาะสม

การควบคุมสุขอนามัยของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารให้ประสบผลสำเร็จได้นั้น สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต้องถูกสุขลักษณะ โรงงานอุตสาหกรรมต้องให้สำคัญในเรื่องการล้างทำความสะอาด โดยเฉพาะบริเวณที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง แต่ไม่ควรละเลยบริเวณที่ไม่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ เพราะอาจเกิดการปนเปื้อนข้ามสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ดังนั้นการควบคุมให้โรงงานอุตสาหกรรมอาหารมีความสะอาดปราศจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ จะต้องมั่นใจได้ว่าวิธีการทำความสะอาด สารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาด นั้นมีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อ สำหรับรายละเอียดการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2.5 การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ

2.5.1 การทำความสะอาด

การทำความสะอาดเป็นการกำจัดสิ่งสกปรกออกจากพื้นผิว ขั้นตอนการทำความสะอาดแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การขจัดสิ่งสกปรก โดยการปัด การกวาดสิ่งสกปรกออกจากพื้นผิว

2) การกำจัดสิ่งสกปรกที่เหลืออยู่ด้วยการใช้สารทำความสะอาด (Detergent)

3) การล้างด้วยน้ำ (Rinsing) เพื่อล้างสารชะล้างและสิ่งสกปรกออก

2.5.2 สารชะล้างหรือสารทำความสะอาด (Detergents)

สารชะล้างหรือสารทำความสะอาด เมื่อเติมลงในน้ำจะช่วยในการทำความสะอาด โดยลดแรงตึงผิวของสิ่งสกปรก หรือทำให้เกิดเป็นสบู่ (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) สารชะล้างสามารถยับยั้งและทำลายจุลินทรีย์บางชนิดได้ เช่น นิวโมค็อกคัส สเตรปโตค็อกคัสบางชนิด ส่วนพวกสแตฟฟิโลค็อกคัส แบคทีเรียรูปท่อนแกรมลบ และพวกทนกรดจะทนทานต่อสบู่ได้ดี สบู่ช่วยลดแรงตึงผิวของของเหลว ทำให้ฝุ่นละอองและจุลินทรีย์ออกจากน้ำและถูกกำจัดได้ง่าย และสบู่ยังทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้การนำสารเข้าออกจากเซลล์ผิดปกติ เซลล์จึงตายในที่สุด

สารชะล้างมี 3 ชนิดคือ

ก. สารชะล้างที่มีประจุลบ (anionic detergent) เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนที่มีประจุลบ ได้แก่ สบู่ โซเดียมลอริลซัลเฟต (sodium lauryl sulfate)

ข. สารชะล้างที่มีประจุบวก (cationic detergent) เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออนที่มีประจุบวก ได้แก่ เซตีลพิริดิเนียมคลอไรด์ (Cetyl pyridinium chloride, Ceepryn) สารชะล้างที่มีประจุบวกจะฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสารซักฟอกที่มีประจุลบ โดยฆ่าได้ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ

ค. สารชะล้างที่เป็นกลาง (nonionic detergent) เมื่อละลายน้ำจะไม่แตกตัวเป็นไอออนซึ่งไม่มีผลในการทำลายจุลินทรีย์

สารชะล้างจะทำให้โปรตีนในเซลล์เสียสภาพ และทำอันตรายต่อเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เซลล์ฉีกขาด สารประกอบในเซลล์จึงรั่วไหลออกมานอกเซลล์ และเซลล์ตายในที่สุด ตัวอย่างของสารชะล้างที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่

2.5.2.1 สารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (Quaternary ammonium compounds)

สารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียมเป็นสารประกอบที่มีประจุบวกชนิดหนึ่ง ตัวอย่างได้แก่ Cetrimide, Ceepryn, Zephirol, Diaparene สารซักฟอกกลุ่มนี้มีความสามารถในการทำลายแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ดี ความเข้มข้นที่สามารถทำลายแบคทีเรียได้จะอยู่ระหว่าง 1 ส่วนต่อหลายพันส่วน จนถึง 1 ส่วนต่อหลายแสนส่วน โดยความเข้มข้น 1:30,000 สามารถทำลายแบคทีเรียได้ แต่ที่ความเข้มข้น 1:200,000 เพียงยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ สารซักฟอกชนิดนี้ยังมีฤทธิ์ทำลายเชื้อราและโพรโทซัวที่ทำให้เกิดโรคด้วย

เนื่องจากสารนี้สามารถทำลายเชื้อได้ มีความเป็นพิษน้อย ละลายน้ำได้ดี และมีความคงตัวในสิ่งแวดล้อม ไม่กัดกร่อนโลหะ กลไกการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ คือ ทำให้โปรตีนเสียสภาพจากปกติ เกิดการขัดขวางกระบวนการไกลโคลิซิส และทำลายเยื่อหุ้มเซลล์

2.5.3 การฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี

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

2.5.3.1 กลุ่มแอลกอฮอล์

ส่วนประกอบที่ออกฤทธิ์คือ ethanol คุณสมบัติในการต้านการเจริญของ vegetative cell ของ gram-positive bacteria และ gram-negative bacteria แต่ไม่มีผลกับ spore ของจุลินทรีย์ มีผลต่อไวรัสหลายชนิด กลไกการฆ่าเชื้อ คือ ทำให้โปรตีนเสื่อมสภาพ (denatured) เซลล์แตก สารละลายภายในเซลล์จุลินทรีย์ละลายออกมาขัดขวางกลไกของ metabolism ในเซลล์อย่างรวดเร็ว (ไม่กี่วินาที) ประโยชน์ใช้ในการฆ่าเชื้อที่มือ และเครื่องจักรอุปกรณ์ มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อได้มากกว่า 40% ความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดคือ 75-85%

2.5.3.2 สารประกอบประเภทคลอรีน (Chlorine Base Disinfectant)

การใช้สารประกอบคลอรีนในการฆ่าเชื้อมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้แก่ ความเข้มข้น ปริมาณที่ใช้ ระยะเวลาสัมผัส อุณหภูมิและความเป็นกรดด่างของสารละลายที่ใช้ ปัจจุบันได้มีการนำสารประกอบคลอรีนในรูปต่างๆ เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

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

ก. ส่วนที่เป็นเยื่อหุ้มเซลล์ ได้แก่ ผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ หรือเยื่อหุ้มสปอร์ ซึ่งส่วนของผนังเซลล์นั้น Baker (1926) รายงานว่า สารประกอบคลอรีนสามารถทำลายแบคทีเรียได้โดยการเกิดปฏิกิริยาของคลอรีนกับโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เกิดการสร้างสารประกอบ N-chloro ซึ่งจะไปรบกวนกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ ทำให้คุณสมบัติการควบคุมการผ่าน

เข้าออกของเซลล์สูญเสียไป นอกจากนี้ Campers และ MacFeters (1979) เพิ่มเติมว่า สารประกอบคลอรีนมีคุณสมบัติทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียสภาพ ทำให้ไม่สามารถควบคุมการเข้าออกของสารอาหารได้ การที่เยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลายนี้ จะทำให้ไม่สามารถรับสารอาหารเช่น คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน หรือสารอาหารที่จำเป็นในการดำรงชีพเข้าสู่เซลล์ได้ เมื่อเซลล์ขาดสารอาหาร จะทำให้การเจริญของจุลินทรีย์หยุดลงและตายได้ นอกจากนี้ Wyatt และ Waites (1975) พบว่าสารประกอบคลอรีนมีผลต่อกลไกการงอกสปอร์ของแบคทีเรีย ทำให้สปอร์มีอัตราการงอกลดลง โดยจะทำให้เยื่อหุ้มสปอร์เกิดการฉีกขาด

ข. ส่วนที่เป็นของเหลวภายในเซลล์ หรือโปรโตพลาสม (protoplasm) พบว่าสารประกอบคลอรีนจะไปทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับส่วนโปรโตพลาสมของเซลล์โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่เป็นโปรตีน โดยจะไปตกตะกอนส่วนที่เป็นโปรตีนของเซลล์ สารประกอบคลอรีนจะทำปฏิกิริยากับส่วนที่เป็นซัลโฟดริล (sulfhydryl) ของโปรตีน เกิดการรบกวนการทำงานของเซลล์ ซึ่ง Rodolph และ Levine (1941) กล่าวสนับสนุนว่าสารประกอบ N-chloro ที่เกิดจากสารประกอบคลอรีนทำปฏิกิริยากับโปรตีนภายในเซลล์เป็นพิษต่อแบคทีเรีย และทำให้โปรโตพลาสไม่สามารถทำงานได้

ค. ส่วนที่เป็นเอนไซม์ สารประกอบคลอรีนรบกวนการทำงานของเอนไซม์และยังสามารถทำลายเอนไซม์ได้อีกด้วย เอนไซม์โดยส่วนใหญ่นั้นเป็นโปรตีน สารประกอบคลอรีนที่เข้าไปในเซลล์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือเกิดการรวมตัวกันของเอนไซม์ ทำให้ระบบการทำงานของเอนไซม์เสียไป เอนไซม์หลายชนิดที่ได้รับผลกระทบจากคลอรีนได้แก่ Triosephosphate dehydrogenase, Glucose oxidase, D-amino acid oxidase, Transaminase, Succinic oxidase เป็นต้น Knox และคณะ (1948) สนับสนุนว่าการยับยั้งเอนไซม์เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารประกอบคลอรีน และกลุ่ม sulfhydryl ของเอนไซม์ นอกจากนี้ Green และ Stumpf (1946) ได้ยืนยันว่า สารประกอบคลอรีนมีบทบาทในการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์บางชนิดภายในเซลล์ โดยคลอรีนจะไปมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของกลูโคส ซึ่งทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำกลูโคสไปใช้ได้เซลล์จุลินทรีย์จึงขาดอาหารและตายในที่สุด (Wei, Cook และ Krik, 1985) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของสารประกอบคลอรีน ดังต่อไปนี้

1) ความเข้มข้น

ความเข้มข้นของสารประกอบคลอรีนจะแตกต่างกันไปตามสภาพของการใช้งาน ความเข้มข้นของสารประกอบคลอรีนควรเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ตลอดจนสภาพแวดล้อมที่จะนำไปใช้ การเตรียมสารประกอบคลอรีนดังกล่าวควรทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตสารเคมีอย่างเคร่งครัด Guthrie (1983) และ Lopes (1986) พบว่าการใช้โซเดียม

ไฮโปคลอไรท์ที่มีปริมาณคลอรีนอิสระ 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* สายพันธ์ Scott A ได้ทำนองเดียวกันกับ 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) ความเป็นกรดด่าง

ความเป็นกรดด่างเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อและจะมีค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมสำหรับประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อนั้น ๆ เช่น สารละลายไฮโปคลอไรท์ จะสูญเสียประสิทธิภาพอย่างรวดเร็วที่ความเป็นกรดด่างมากกว่า 10 (Guthrie, 1983) Cords และ Dychdala (1993) กล่าวว่าความสามารถในการแตกตัวของสารประกอบคลอรีนอยู่ในรูปของ HOCl และ OCl^- จะขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดด่าง โดยที่ค่าความเป็นกรดด่างที่ 4-5 สารประกอบคลอรีนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ HOCl และมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์จะมากกว่าในรูปของ OCl^-

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) พบว่าต้องเพิ่มความ

เข้มข้นของคลอรีนที่เติมลงในน้ำที่มีสารอินทรีย์ปนอยู่ เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของคลอรีนที่มีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ตามต้องการ El-Kest และ Marth (1988) รายงานว่าเมื่อปริมาณเมื่อปริมาณเปปโตนในสารละลายเพิ่มขึ้น ปริมาณคลอรีนอิสระที่พบในสารละลายจะลดลง

6) ความกระด้างของน้ำ

แม้ว่าความกระด้างของน้ำจะไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียของ ไฮโปคลอไรท์ แต่เมื่อน้ำกระด้างมากจะเกิดการตกตะกอนได้ ที่สำคัญคือความกระด้างของน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่าง 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 และเตรียมใหม่ก่อนใช้งาน สารละลายที่เหลือจากการใช้หรือการเตรียมล่วงหน้าเป็นเวลานานอาจเสื่อมประสิทธิภาพหากผสมกับสารซักฟอกหรือสารฆ่าเชื้ออื่น จึงควรทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้ออย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำให้เจือจาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

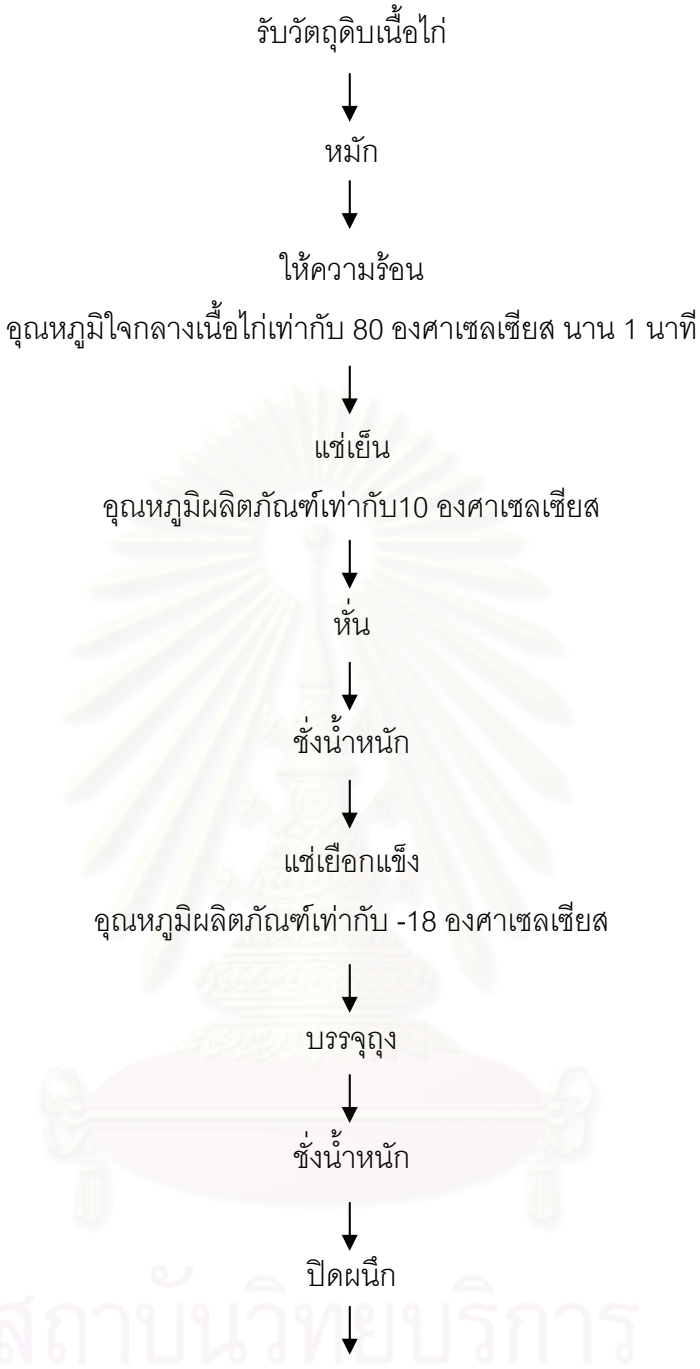
งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแหล่งปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนจุลินทรีย์ดังกล่าวในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็งจากโรงงานแห่งหนึ่งซึ่งได้รับการรับรองสุขลักษณะที่ดีในการผลิตและการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม จากกรมปศุสัตว์

3.1 ตรวจสอบประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อนในการทำลาย *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค

เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เมื่อออกจากเครื่องให้ความร้อนทันที โดยเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 3 เวลา ได้แก่ 7.00 น.(ชั่วโมงแรกของการผลิต), 10.00 น. (ระหว่างผลิต) และ 16.00 น. (ระหว่างผลิต) จำนวน 25 วัน (5 สัปดาห์) โดย 1 สัปดาห์ คิดเป็น 1 ซ้ำ เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ครั้งละประมาณ 1 กิโลกรัม นำมาวิเคราะห์การปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal streptococci ในผลิตภัณฑ์ (ภาคผนวก ข) เมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนทันที จากนั้นคำนวณร้อยละของความชุก *E.coli* และ Faecal streptococci ในผลิตภัณฑ์ในแต่ละเวลาการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

$$\text{ร้อยละของความชุกในผลิตภัณฑ์ (\% Prevalence)} = \frac{\text{จำนวนตัวอย่างที่พบเชื้อในผลิตภัณฑ์ x 100}}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมดในเวลาที่เก็บตัวอย่าง}}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 หาความชุกของการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนหลังกระบวนการให้ความร้อน

เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็งในวันและเวลาเดียวกับการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์หลังกระบวนการให้ความร้อนทันที โดยเก็บผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านกระบวนการต่างๆ ทั้งหมด 3 ขั้นตอน ได้แก่ เมื่อผ่านขั้นตอนการลดอุณหภูมิ ขั้นตอนการหั่น และในผลิตภัณฑ์สุดท้ายหลังผ่านการบรรจุ ดังแสดงรายละเอียดของขั้นตอนการผลิตในรูปที่ 3.1 จากนั้นนำมาวิเคราะห์การปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับตัวอย่างหลังการปรุงสุก

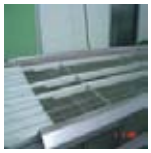
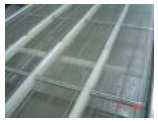
3.3 หาความชุกของการปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal Streptococci ในสิ่งแวดล้อม

3.3.1 หาความชุกของการปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal Streptococci จากพื้นผิวของสิ่งแวดล้อม

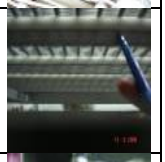
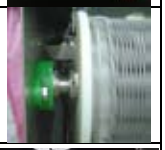
เก็บตัวอย่างพื้นผิวของสิ่งแวดล้อม ได้แก่ พื้นผิวของเครื่องจักรและอุปกรณ์ พนังงาน และหยดน้ำที่เกิดการควบแน่นอยู่ที่บริเวณพื้นผิวของเครื่องจักรอุปกรณ์ ซึ่งเป็นบริเวณหลังกระบวนการให้ความร้อนทั้งหมด 69 จุด โดยเก็บตัวอย่างในเวลาเดียวกันกับที่เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ รวมทั้งสิ้น 5175 ตัวอย่าง และแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็น 4 ขั้นตอนเช่นเดียวกัน คือ ขั้นตอนที่ 1 บริเวณหลังเครื่องให้ความร้อนจำนวน 2 จุด ขั้นตอนที่ 2 บริเวณเครื่องแช่เย็นจำนวน 25 จุด ได้แก่ บริเวณสายพานลำเลียงก่อนเข้าเครื่องแช่เย็น สายพายทางเข้าเครื่องแช่เย็น และ สายพานรับผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องแช่เย็น ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ขั้นตอนที่ 3 บริเวณห้องหั่นจำนวน 18 จุด ได้แก่ อุปกรณ์ต่างๆ สายพานลำเลียงไก่เพื่อหั่น สายพานของเครื่องหั่น ผู้ปฏิบัติงาน และพื้นห้อง เป็นต้น ดังแสดงในตาราที่ 3.2 และขั้นตอนสุดท้ายบริเวณเครื่องแช่เยือกแข็ง และห้องบรรจุ จำนวน 24 จุด ได้แก่ บริเวณสายพานก่อนเข้าแช่เยือกแข็ง สายพานรับผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องแช่เยือกแข็ง รวมไปถึงอุปกรณ์ต่างๆในห้องบรรจุ ดังแสดงในตารางที่ 3.3 เก็บตัวอย่างโดยใช้วิธี swab test ประมาณ 100 ตารางเซนติเมตร นำมาวิเคราะห์การปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม จากนั้นคำนวณร้อยละของความชุก (%Prevalence) ของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมแต่ละจุด ในแต่ละเวลาที่เก็บตัวอย่าง ดังนี้

$$\text{ร้อยละของความชุกที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม} = \frac{\text{จำนวนตัวอย่างที่พบเชื้อที่พื้นผิวแต่ละจุด} \times 100}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมดในเวลาที่เก็บตัวอย่าง}}$$

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดการเก็บตัวอย่างของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตในขั้นตอนหลังการให้ความร้อน และขั้นตอนการแช่เย็น

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	รูปภาพ
	บริเวณทางออกของเครื่องให้ความร้อน		
1		แผ่นสเตนเลสท้ายเครื่อง	
2		หยดน้ำบริเวณ Exhaust box	
	บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากกระบวนการให้ความร้อน		
3		สายพานเส้นลวด	
4		เฟรมด้านข้างสายพาน	
5		คอแกนหมุน	
6		แผ่นสุพรีลีน	
7		คอแกนหมุนด้านล่างสายพาน	

ตารางที่ 3.1**(ต่อ)** รายละเอียดการเก็บตัวอย่างของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตในขั้นตอนหลังกระบวนการให้ความร้อน และขั้นตอนการแช่เย็น

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	รูปภาพ
8	บริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าเครื่องแช่เย็น		
8		สายพานเส้นลวด	
9		คานสุพรีลีนรองรับสายพานร่องตัวยู	
10		รูแกนหมุน	
11		รอยต่อสุพรีลีนและสเตนเลสคานรองสายพานเครื่องแช่เย็น	
12		คอแกนหมุนส่วนที่เป็นสุพรีลีน	
13		เฟรมด้านขางแกนสุพรีลีน	
14		หยดน้ำที่รอยต่อด้านในบริเวณเครื่องแช่เย็น	
15		หยดน้ำบริเวณเซ็นเซอร์	
16		หยดน้ำด้านล่างสายพานเข้าเครื่องแช่เย็น	
17		บันไดหน้าเครื่องแช่เย็น	
18		ผนังด้านนอก	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1**(ต่อ)** รายละเอียดการเก็บตัวอย่างของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตในขั้นตอนหลังกระบวนการให้ความร้อน และขั้นตอนการแช่เย็น

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	รูปภาพ
	บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเครื่องแช่เย็น		
19		ด้านหน้าและครีบสายพาน	
20		ข้อต่อด้านในสายพาน	
21		ขอบข้างสายพานบริเวณหัวน๊อต	
22		คอเฟืองขับสายพาน	
23		หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน	
24		ขารองรับสายพาน	
25		มอเตอร์	
26		สายไฟมอเตอร์	
27		บริเวณรอบปลั๊กตัวเมีย	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดการเก็บตัวอย่างของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตในขั้นตอนการหั่น

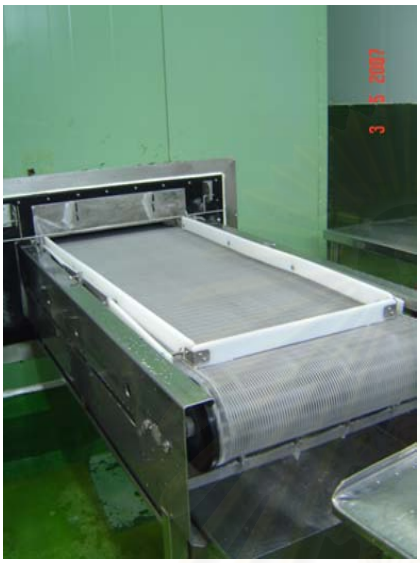
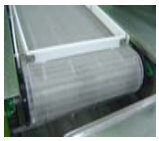
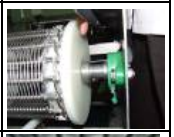
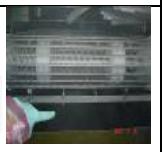
ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	รูปภาพ
	บริเวณห้องหั่น		
28		เขียง	
29		ฐานเขียง	
30		ชั้นวางอุปกรณ์ที่ล้างสะอาดแล้ว	
31		รถเข็นลำเลียงเขียงสะอาด	
32		ด้านหน้าสายพานลำเลียงและขอบข้าง	
33		คอแกนหมุนใต้สายพาน	
34		คอแกนหมุนใต้สายพาน(กลวง)	
35		ขอบเฟรมสเตนเลส	
36		คอลูกปืนเฟืองขับสายพาน	
37		สายพานเครื่องหั่น	
38		พื้นห้องหั่นไก่	

ตารางที่ 3.2**(ต่อ)** รายละเอียดการเก็บตัวอย่างของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตในขั้นตอนการหั่น

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	รูปภาพ
39		มือพนักงานหั่นไก่	
40		มือพนักงานบริการขนส่งอุปกรณ์ (เขียง ถาด มีด)	
41		มือพนักงานส่งไก่ก่อนหั่น	
42		มือพนักงานคัดไก่หลังเครื่องหั่น	
43		ขอบปลอกแขนบริเวณรูยางยืด	
44		ผ้ากันเปื้อน	
45		สายผูกผ้ากันเปื้อน	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดการเก็บตัวอย่างของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตในขั้นตอนการแช่เยือกแข็ง และการบรรจุ

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	รูปภาพ
	บริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าเครื่องแช่เยือกแข็ง		
46		สายพานเส้นลวด	
47		คานสุพรีลีนรองรับสายพานร่องรูปตัวยู	
48		รูแกนหมุน	
49		คอแกนหมุนส่วนที่เป็นสุพรีลีน	
50		รอยต่อสุพรีลีนและสเตนเลสคานรองสายพานเครื่องแช่แข็ง	
51		เฟรมด้านข้างแกนสุพรีลีน	
52		หยดน้ำจากเฟรมเซ็นเซอร์ที่เครื่องแช่เยือกแข็ง	
53		หยดน้ำที่รอยต่อด้านในบริเวณเครื่องแช่เยือกแข็ง	
54		หยดน้ำด้านล่างสายพานทางเข้าเครื่องช่เยือกแข็ง	
55		หยดน้ำที่ผนังด้านนอก	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3**(ต่อ)** รายละเอียดการเก็บตัวอย่างของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตในขั้นตอนการแช่เยือกแข็ง และการบรรจุ

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	รูปภาพ
	บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเครื่องแช่เยือกแข็ง		
56		ด้านหน้าและครีบสายพาน	
57		ข้อต่อด้านในสายพาน	
58		ขอบข้างสายพานบริเวณหัวน๊อต	
59		คอเฟืองขับสายพาน	
60		หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน	
61		ขารองรับสายพาน	
62		มอเตอร์	
63		สายไฟมอเตอร์	
64		แขนเสื้อพนักงานดูแลเครื่องจักร	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3**(ต่อ)** รายละเอียดการเก็บตัวอย่างของพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตในขั้นตอนการแช่เยือกแข็ง และการบรรจุ

ลำดับที่	อุปกรณ์/เครื่องมือ	จุด swab	รูปภาพ
	บริเวณบรรจุผลิตภัณฑ์		
65		ตะแกรงรองรับผลิตภัณฑ์	
66		กรวย	
67		ขอบและขาโต๊ะ	
68		พื้นห้องบริเวณบรรจุ	
69		มือพนักงานบรรจุ	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2 การหาความชุกของการปนเปื้อน *E. coli* และ Faecal Streptococci ในน้ำใช้

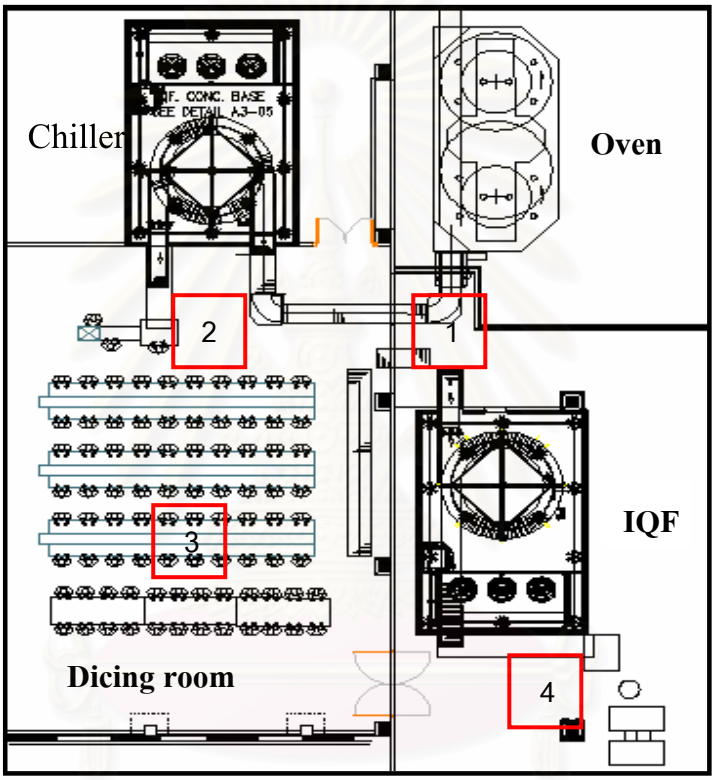
เก็บตัวอย่างน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในสายการผลิตจำนวน 10 จุด ดังแสดงในตารางที่ 3.4 นำมาวิเคราะห์การปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในน้ำใช้

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของจุดเก็บตัวอย่างน้ำใช้

ลำดับ	รายละเอียด	รูปภาพ
1	น้ำจากสายยางน้ำโอโซน	
2	น้ำจากท่อน้ำโดยตรงจุดที่ 1 (ท้าย line)	
3	น้ำจากก๊อกน้ำอ่างล้างมือ ห้องหั่น	
4	น้ำจากสายยางก๊อกน้ำ จุดที่ 1	
5	น้ำจากสายยางก๊อกน้ำ จุดที่ 2 (รถเข็น)	
6	น้ำจากสายยางก๊อกน้ำจุดที่ 3 ข้างตู้ IQF	
7	น้ำจากท่อน้ำโดยตรงจุดที่ 3 ข้างตู้ IQF	
8	น้ำค้างถาดสเตนเลสก่อนนำมาใส่สินค้า หลังตัดแต่ง 7.00 น.	
9	น้ำค้างถาดสเตนเลสก่อนนำมาใส่สินค้า หลังตัดแต่ง 10.00 น.	-
10	น้ำค้างถาดสเตนเลสก่อนนำมาใส่สินค้า หลังตัดแต่ง 16.00 น.	-

3.3.3 การหาความชุกของการปนเปื้อน *E. coli* และ Faecal Streptococci ในอากาศ

เก็บตัวอย่างอากาศในสายการผลิตทั้งหมด 4 บริเวณ ได้แก่ จุดที่ 1 บริเวณทางออกของเครื่องให้ความร้อน จุดที่ 2 บริเวณทางออกของผลิตภัณฑ์หน้าเครื่องแช่เย็น จุดที่ 3 บริเวณกลางห้องหั่น จุดที่ 4 บริเวณทางออกของผลิตภัณฑ์หน้าเครื่องแช่เยือกแข็ง โดยวางจานอาหารเลี้ยงจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดไว้บริเวณดังกล่าวเป็นเวลา 30 นาที ในช่วงเวลาเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 เวลา



รูปที่ 3.2 บริเวณการเก็บตัวอย่างอากาศในสายการผลิต

3.4 หาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์และและพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต

นำผลการวิเคราะห์ การปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมในการผลิตในข้อ 3.2 และ 3.3 หาความสัมพันธ์โดยใช้วิธี Pearson's Coefficient โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS

3.5 การแก้ปัญหาการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค

นำผลการวิเคราะห์หารความสัมพันธ์ของ การปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมในการผลิตในข้อ 3.4 มาวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขปัญหา และควบคุมการปนเปื้อนดังกล่าวจากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ถึงแหล่งของการปนเปื้อน และสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดในผลิตภัณฑ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อนในการทำลาย *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค

การศึกษาแหล่งปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคจำเป็นต้องตรวจสอบประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อน ซึ่งโรงงานแห่งนี้กำหนดมาตรฐานการให้ความร้อนสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกประเภทอบด้วยไอน้ำ โดยมีอุณหภูมิภายในเครื่องประมาณ 150 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 25 นาที ขึ้นอยู่กับขนาดของเนื้อไก่ และกำหนดให้อุณหภูมิใจกลางเนื้อไก่ไว้ที่ 80 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 1 นาที จากการตรวจสอบอุณหภูมิใจกลางผลิตภัณฑ์ดังกล่าวทันทีหลังผ่านกระบวนการให้ความร้อน โดยการสุ่มตรวจตัวอย่างอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาการผลิต จำนวน 5 ตัวอย่าง ทุก 5 นาที พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อไก่มีอุณหภูมิใจกลางสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที ซึ่งเพียงพอต่อการทำลาย *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ทนความร้อนสามารถทำลายจุลินทรีย์ชนิดนี้ได้ที่อุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์ (Eley, 1996) จากผลการวิเคราะห์ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์หลังให้ความร้อนทันที โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน รวมทั้งสิ้น 25 วัน โดย 1 สัปดาห์คิดเป็น 1 ซ้ำของการทดลอง ไม่พบ *E.coli* และ Faecal Streptococci เหลือรอดหลังผ่านกระบวนการให้ความร้อนด้วยวิธีการอบด้วยไอน้ำทั้ง 3 เวลา คือ 7.00 น.เป็นชั่วโมงแรกของการผลิต 10.00 น. เป็นชั่วโมงที่ 3 ของการผลิตก่อนหยุดพักกลางวัน และ 16.00 น.เป็นชั่วโมงสุดท้ายของการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 4.1 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากระบวนการให้ความร้อนของโรงงานแห่งนี้ มีประสิทธิภาพเพียงพอในการทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคทั้ง 2 ชนิด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ความชุกของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคหลังผ่านกระบวนการให้ความร้อนทันที

เวลา	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ		ความชุก(%)	
		E.coli	F.Streptococci	*E.coli*	F.Streptococci
7.00 น	25	0	0	0.00	0.00
10.00 น	25	0	0	0.00	0.00
16.00 น	25	0	0	0.00	0.00
%รวม	75	0	0	0.00	0.00

4.2 ผลการหาความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอนหลังกระบวนการให้ความร้อน

การศึกษาการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคเมื่อผ่านขั้นตอนการแช่เย็นโดยกำหนดให้อุณหภูมิเนื้อไก่ที่ 10 องศาเซลเซียส ขั้นตอนการหั่นโดยใช้พนักงานหั่นและเครื่องหั่น และขั้นตอนการบรรจุใส่ถุงซึ่งจัดเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย แล้วนำมาคำนวณร้อยละของความชุกของการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ตามวิธีการทดลองในหัวข้อที่ 3.1 พบว่าความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* ในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นในขั้นตอนการแช่เย็นโดยรวมร้อยละของความชุกของการปนเปื้อนทั้ง 3 เวลาที่เก็บตัวอย่าง เท่ากับร้อยละ 2.66 และมีร้อยละของความชุกลดลงเป็น 1.33 เมื่อผ่านขั้นตอนการหั่น ดังแสดงในตารางที่ 4.2 แต่อย่างไรก็ตามความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* ในผลิตภัณฑ์ ที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อผ่านขั้นตอนการแช่เย็น และลดลงเมื่อผ่านขั้นตอนการหั่นดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) สำหรับความชุกของการปนเปื้อน Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์ พบว่ามีการปนเปื้อนเพิ่มสูงขึ้นในขั้นตอนการแช่เย็น เช่นเดียวกับการปนเปื้อน *E.coli* โดยมีร้อยละของความชุกเท่ากับ 2.66 และเมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านขั้นตอนการหั่นพบว่ามีการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งพบการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 เวลา โดยมีร้อยละของความชุกรวมเท่ากับ 9.33 ดังแสดงในตารางที่ 4.3

สำหรับการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายเมื่อผ่านการบรรจุ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการแช่เยือกแข็งด้วยเครื่อง IQF (Individual Quick Freeze) โดยกำหนดให้อุณหภูมิในกลางเนื้อไก่เท่ากับ -18 องศาเซลเซียส ไม่พบความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 เวลา จากงานวิจัยของ James และคณะ (2007) ได้ศึกษาผลของการแช่เยือกแข็งต่อการลดจำนวนของแบคทีเรีย พบว่าการแช่เยือกแข็งมีผลต่อการยับยั้งกิจกรรม และทำลายแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *E.coli* และ *Campylobater jejuni* เช่นเดียวกับการให้ความร้อน และการทำแห้ง นอกจากนี้ผลของการแช่เยือกแข็งยังส่งผลต่อการลดลงของการพบ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์จากร้อยละของความชุก 9.33 ในขั้นตอนการหั่น เหลือร้อยละ 1.33 ในผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านขั้นตอนการบรรจุ

ตารางที่ 4.2 ความชุกของ *E.coli* ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคเมื่อผ่านขั้นตอนต่างๆหลังกระบวนการให้ความร้อน

เวลา	ผลิตภัณฑ์หลังการแช่เย็น			ผลิตภัณฑ์หลังการหั่น			ผลิตภัณฑ์หลังการบรรจุ		
	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)
7.00 น	25	0	0.00	25	1	4.00	25	0	0.00
10.00 น	25	1	4.00	25	0	0.00	25	0	0.00
16.00 น	25	1	4.00	25	0	0.00	25	0	0.00
%รวม	75	2	2.66	75	1	1.33	75	0	0.00

ตารางที่ 4.3 ความชุกของ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคเมื่อผ่านขั้นตอนต่างๆหลังกระบวนการให้ความร้อน

เวลา	ผลิตภัณฑ์หลังการแช่เย็น			ผลิตภัณฑ์หลังการหั่น			ผลิตภัณฑ์หลังการบรรจุ		
	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)
7.00 น	25	0	0.00	25	4	16.00	25	1	4.00
10.00 น	25	2	8.00	25	1	4.00	25	0	0.00
16.00 น	25	0	0.00	25	2	8.00	25	0	0.00
%รวม	75	2	2.66	75	7	9.33	75	1	1.33

4.3 ผลการหาความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* และ Faecal Streptococci ในสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค

4.3.1 ผลการหาความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* และ Faecal Streptococci ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม

4.3.1.1 ผลการหาความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม

การพบความชุกของปนเปื้อน *E.coli* และ Faecal Streptococci ที่เพิ่มในผลิตภัณฑ์หลังกระบวนการให้ความร้อนแสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์เกิดปัญหาการปนเปื้อนหลังจากกระบวนการให้ความร้อน โดยมีสาเหตุเนื่องมาจากการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci จากพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในการกระบวนผลิตภายหลังจากกระบวนการให้ความร้อน โดยแบ่งพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ สิ่งแวดล้อมในขั้นตอนหลังกระบวนการให้ความร้อน สิ่งแวดล้อมระหว่างขั้นตอนการแช่เย็น สิ่งแวดล้อมระหว่างขั้นตอนการหั่น และสิ่งแวดล้อมระหว่างขั้นตอนการแช่เยือกแข็งและการบรรจุถุง โดยมีการเก็บตัวอย่างพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เวลาเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ แล้วนำมาคำนวณร้อยละของความชุกของการปนเปื้อนที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมตามวิธีการทดลองในหัวข้อที่ 3.3 พบว่ามีความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* ที่

พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตทั้ง 3 เวลา โดยมีร้อยละของความชุกของ *E.coli* แตกต่างกันออกไปในแต่ละขั้นตอน และแต่ละอุปกรณ์ ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ความชุกของ *E.coli* บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนหลังการให้ความร้อน และขั้นตอนการแช่เย็น

พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม	ร้อยละของความชุก (ตัวอย่างที่พบ/ตัวอย่างทั้งหมด)			
	เวลา			เฉลี่ย
	7.00 น.	10.00 น.	16.00 น.	
บริเวณทางออกของเครื่องให้ความร้อน				
1. แผ่นสเตนเลสท้ายเครื่องให้ความร้อน	0(0/25)	0(0/25)	4(1/25)	1.33
2. หยดน้ำบริเวณ Exhaust box	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวมทั้งหมด	0(0/50)	0(0/50)	2(1/50)	0.66
บริเวณสายพานลำเลียงไก่จากเครื่องให้ความร้อนไปยังเครื่องแช่เย็น				
3. สายพานเส้นลวด	4(1/25)	8(2/25)	24(6/25)	12.00
4. เฟรมด้านข้างสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
5. คอแกนหมุน	12(3/25)	20(5/25)	20(5/25)	17.33
6. แผ่นสุพรีลีน	36(9/25)	44(11/25)	36(9/25)	38.66
7. คอแกนหมุนด้านล่างสายพาน	4(1/25)	0(0/25)	0(0/25)	1.33
รวม	11.2(14/125)	14.4(18/125)	16(20/125)	13.86
บริเวณสายพานทางเข้าเครื่องแช่เย็น				
8. สายพานเส้นลวด	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
9. คานสุพรีลีนรองรับสายพานร่องรูปตัวยู	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
10. รูแกนหมุน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
11. รอยต่อสุพรีลีนและสเตนเลสคานรองสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
12. คอแกนหมุนส่วนที่เป็นสุพรีลีน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
13. เฟรมด้านข้างแกนสุพรีลีน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
14. หยดน้ำด้านล่างสายพานเข้าเครื่องแช่เย็น	0(0/25)	20(5/25)	12(3/25)	10.66
15. หยดน้ำที่รอยต่อด้านในบริเวณทางเข้าเครื่อง	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
16. หยดน้ำบริเวณเซ็นเซอร์	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวม	0(0/225)	2.22(5/225)	1.33(3/225)	1.18

ตารางที่ 4.4(ต่อ) ความชุกของ *E.coli* บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนหลังกระบวนการให้ความร้อน และขั้นตอนการแช่เย็น

พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม	ร้อยละความชุก (ตัวอย่างที่พบ/ตัวอย่างทั้งหมด)			
	เวลา			เฉลี่ย
	7.00 น.	10.00 น.	16.00 น.	
17.บันไดหน้าเครื่องแช่เย็น	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
18. ผนังด้านนอกของเครื่องแช่เย็น	20(5/25)	44(11/25)	48(12/25)	37.33
บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเครื่องแช่เย็น				
19. ด้านหน้าและครีบสายพาน	0(0/25)	4(1/25)	4(1/25)	2.66
20. ข้อต่อด้านในสายพาน	8(2/25)	8(2/25)	4(1/25)	6.66
21. ขอบข้างสายพานบริเวณหัวน๊อต	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
22. คอเฟืองขับ	0(0/25)	8(2/25)	12(3/25)	6.66
23. หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน	0(0/25)	4(0/25)	4(0/25)	2.66
24. ขาโครงรองรับสายพาน	0(0/25)	4(1/25)	4(1/25)	2.66
25. มอเตอร์	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
26. สายไฟมอเตอร์	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
27. บริเวณรอบปลั๊กตัวเมีย	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวม	0.88(2/225)	2.66(6/225)	2.66(6/225)	2.06
รวมทั้งหมด	3.36(21/625)	6.40(40/625)	6.56(41/625)	5.44

ในกระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็ง เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้ว ผลิตภัณฑ์จะผ่านขั้นตอนต่างๆ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนจากอุปกรณ์ต่างๆ ในขั้นตอนนั้นๆ ดังนี้ เมื่อผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องให้ความร้อนจะผ่านแผ่นสเตนเลสที่รองรับผลิตภัณฑ์ไปยังสายพานลำเลียงเพื่อลำเลียงผลิตภัณฑ์จากเครื่องให้ความร้อนไปยังเครื่องแช่เย็น จากผลการทดลองพบร้อยละของความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* ที่อุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิด เท่ากับร้อยละ 1.33 และ 13.86 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4. 4 โดยสายพานลำเลียงมีพื้นผิวที่วิเคราะห์และพบการปนเปื้อน *E.coli* ได้แก่ สายพานเส้นลวด คอแกนหมุนสายพาน แผ่นสุพรีลีนรองรับสายพาน และคอแกนหมุนด้านล้างสายพาน ซึ่งมีร้อยละของความชุกเฉลี่ยทั้ง 3 เวลา เท่ากับ 12.00 17.33 38.66 และ 1.33 ตามลำดับ จากนั้นผลิตภัณฑ์ถูกลำเลียงมายังสายพานทางเข้าของเครื่องแช่

เย็นโดยผลิตภัณฑ์จะมีโอกาสปนเปื้อนจากพื้นผิวต่างๆ บริเวณสายพานของเครื่องแช่เย็นดังนี้ สายพานเส้นลวดของเครื่องแช่เย็น คานสุพรีลีนรองรับสายพานร่องรูปตัวยู รูของแกนหมุนสายพานรอยต่อสุพรีลีนและสเตนเลสของคานรองรับสายพาน คอแกนหมุนส่วนที่เป็นสุพรีลีน เฟรมด้านข้างแกนสุพรีลีน รวมไปถึงหยดน้ำที่เกิดจากการควบแน่นบริเวณทางเข้าเครื่องแช่เย็นอีก 3 จุด ได้แก่ หยดน้ำด้านล้างสายพาน หยดน้ำบริเวณรอยต่อด้านในเครื่อง และหยดน้ำบริเวณเซ็นเซอร์ จากผลการทดลองพบร้อยละของความชุกโดยรวมทุกพื้นผิวของสายพานลำเลียงเฉลี่ยทั้ง 3 เวลา เท่ากับร้อยละ 1.18 ซึ่งพบการปนเปื้อนของ *E.coli* เฉพาะหยดน้ำด้านล่างของสายพานโดยมีความชุกเฉลี่ยทั้ง 3 เวลาเท่ากับร้อยละ 10.66 นอกจากนี้ บริเวณของเครื่องแช่เย็นด้านนอกยังมีโอกาสพบการปนเปื้อนของ *E.coli* อีก 2 บริเวณ ได้แก่ บริเวณผนังด้านนอกของเครื่องแช่เย็นซึ่งพบความชุกของ *E.coli* เฉลี่ยทั้ง 3 เวลา เท่ากับร้อยละ 37.33 และบริเวณบันไดด้านนอกเครื่องแช่เย็นแต่ไม่พบการปนเปื้อน *E.coli* ทั้ง 3 เวลา และหลังจากที่ผลิตภัณฑ์ลดอุณหภูมิลงเหลือประมาณ 10 องศาเซลเซียส ภายในเครื่องให้เครื่องแช่เย็นแล้ว ผลิตภัณฑ์จะถูกนำออกจากเครื่องด้วยสายพานลำเลียงไก่ซึ่งเป็นสายพานสุพรีลีนที่มีความสูงของสายพานประมาณ 5 เมตร ประกอบด้วยพื้นผิวของสายพานที่มีโอกาสปนเปื้อน *E.coli* ดังนี้ บริเวณด้านหน้าและครีบของสายพาน ข้อต่อของสายพาน ขอบข้างสายพานบริเวณหัวน๊อต คอเฟืองขับสายพาน หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน ขาของโครงรองรับสายพาน มอเตอร์ สายมอเตอร์ และบริเวณรอบปลั๊กตัวเมีย โดยพบร้อยละของความชุกการปนเปื้อน *E.coli* รวมทุกพื้นผิวบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเครื่องแช่เย็นเท่ากับร้อยละ 2.06 โดยมีอุปกรณ์ที่พบการปนเปื้อนร้อยละ 6.66 คือ บริเวณข้อต่อของสายพาน และคอเฟืองขับ และพบการปนเปื้อนร้อยละ 2.66 ที่บริเวณด้านหน้าและครีบของสายพาน หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน และขาของโครงรองรับสายพาน และจากผลการทดลองในตารางที่ 4.4 พบว่ามีการปนเปื้อนของอุปกรณ์ในขั้นตอนหลังกระบวนการให้ความร้อน และขั้นตอนแช่เย็นรวมทั้งหมดทุกอุปกรณ์ ทั้ง 3 เวลา เท่ากับร้อยละ 5.44 โดยพบการปนเปื้อนร้อยละ 3.36 ที่เวลา 7.00 น. ซึ่งเป็นเวลาเริ่มการผลิต และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 6.40 และ 6.50 เมื่อเวลาการผลิตนานขึ้นที่ 10.00 น. และ 16.00 น. ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ความชุกของ *E.coli* บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการหั่น

พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม	ร้อยละความชุก (ตัวอย่างที่พบ/ตัวอย่างทั้งหมด)			
	เวลา			เฉลี่ย
	7.00 น.	10.00 น.	16.00 น.	
อุปกรณ์ต่างๆ				
28. เขียง	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
29. ฐานเขียง	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
30. ชั้นวางอุปกรณ์ที่ล้างสะอาดแล้ว	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
31. รถเข็นลำเลียงอุปกรณ์ที่ล้างสะอาดแล้ว	4(1/25)	4(1/25)	4(1/25)	4.00
รวม	1.00(1/100)	1.00(1/100)	1.00(1/100)	1.00
บริเวณสายพานลำเลียงไก่หั่น				
32. ด้านหน้าและขอบข้างสายพานลำเลียง	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
33. คอแกนหมุนใต้สายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
34. คอแกนหมุนใต้สายพาน(กลวง)	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
35. ขอบเฟรมสเตนเลส	4(1/25)	0(0/25)	0(0/25)	1.33
36. คอลูกปืนเฟืองขับสายพาน	4(1/25)	0(0/25)	8(2/25)	4.00
รวม	1.60(2/125)	0(0/125)	1.60(2/125)	1.06
37. สายพานเครื่องหั่นไก่	0(0/25)	4(1/25)	0(0/25)	1.33
38. พื้นห้องหั่นไก่	4(1/25)	8(2/25)	8(2/25)	6.66
พนักงาน				
39. มือพนักงานหั่นไก่	0(0/25)	4(1/25)	0(0/25)	1.33
40. มือพนักงานบริการขนส่งอุปกรณ์	4(1/25)	0(0/25)	4(1/25)	2.66
41. มือพนักงานบริการขนส่งอุปกรณ์	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
42. มือพนักงานคัดไก่หลังเครื่องหั่น	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
43. ขอบปลอกแขนบริเวณรูยางยืด	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
44. ผ้ากันเปื้อน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
45. สายผูกผ้ากันเปื้อน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวม	0.57(1/175)	0.57(1/175)	0.57(1/175)	0.57
รวมทั้งหมด	1.11(5/450)	1.11(5/450)	1.33(6/450)	1.18

เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านขั้นตอนการแช่เย็นแล้ว ผลิตภัณฑ์จะถูกนำมาหั่นเป็นชิ้นบางๆขนาด 7-14 มิลลิเมตร หรือหั่นเป็นลูกเต๋าขนาด10-14 มิลลิเมตร หรือหั่นแท่งขนาด 10-14 มิลลิเมตร โดยใช้พนักงานหั่น และเครื่องหั่น ซึ่งมีโอกาสที่ผลิตภัณฑ์จะเกิดการปนเปื้อนที่พื้นผิวต่างๆในขั้นตอนการหั่นดังนี้ เกิดการปนเปื้อนจากอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ เขียง ฐานเขียง ชั้นวางอุปกรณ์ที่ล้างทำความสะอาดแล้ว และรถเข็นลำเลียงอุปกรณ์ที่ล้างสะอาดแล้ว โดยพบความชุกการปนเปื้อน *E.coli* บริเวณรถเข็นลำเลียงอุปกรณ์ที่ล้างสะอาดแล้วร้อยละ 4.00 แต่ไม่พบการปนเปื้อนจากอุปกรณ์อื่นๆ การปนเปื้อนรวมของอุปกณ์ในขั้นตอนการหั่นเท่ากับร้อยละ 1.00 นอกจากอุปกรณ์เหล่านี้ในขั้นตอนการหั่นแล้ว ขั้นตอนนี้ยังมีโอกาสเกิดจากปนเปื้อนจากบริเวณสายพานลำเลียงไก่เพื่อให้พนักงานหั่น โดยประกอบไปด้วยพื้นผิวต่างๆ ได้แก่ ด้านหน้าและขอบข้างของสายพาน คอแกนหมุนใต้สายพานซึ่งมีทั้งที่เป็นแกนหมุนสเตนเลสตัน และแกนหมุนสเตนเลสกลวง ขอบเฟรมสเตนเลส และคอลูกปืนเฟืองขับสายพาน ซึ่งพบการปนเปื้อนรวมของสายพานลำเลียงไก่เพื่อนำไปหั่นเท่ากับร้อยละ 1.06 โดยพบการปนเปื้อนเฉพาะบริเวณขอบเฟรมสเตนเลสร้อยละ 1.33 และคอลูกปืนเฟืองขับสายพานร้อยละ 4.00 นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนบริเวณสายพานของเครื่องหั่นร้อยละ1.33 และพื้นห้องร้อยละ 6.66 สำหรับพนักงานในขั้นตอนการหั่นมีพื้นผิวที่นำมาวิเคราะห์การปนเปื้อน ได้แก่ มือของพนักงานที่ทำหน้าที่หั่นไก่ มือพนักงานบริการขนส่งอุปกรณ์ มือพนักงานบริการขนส่งอุปกรณ์ มือพนักงานคัดไก่หลังเครื่องหั่น และบริเวณพื้นผิวของเครื่องแต่งกาย ได้แก่ ขอบของปลอกแขน เอี๊ยม และสายผูกเอี๊ยม โดยพบการปนเปื้อนที่พนักงานรวมร้อยละ 0.57 โดยเป็นมือของพนักงานงานหั่นไก่ร้อยละ 1.33 และมือพนักงานบริการขนส่งอุปกรณ์ร้อยละ 2.66 จากการพบความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* ในแต่ละพื้นผิวในขั้นตอนการหั่นพบว่ามีร้อยละความชุกรวมทั้ง 3 เวลา เท่ากับร้อยละ 1.18 ซึ่งเป็นร้อยละของความชุกที่เวลา 7.00 น. และ 10.00 น. เท่ากับร้อยละ 1.11 และมีความชุกร้อยละ 1.33 ที่เวลา 16.00 น. ดังแสดงในตารางที่ 4.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 ความชุกของ *E.coli* บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการแช่เยือกแข็งและการบรรจุ

พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม	ร้อยละความชุก (ตัวอย่างที่พบ/ตัวอย่างทั้งหมด)			
	เวลา			เฉลี่ย
	7.00 น.	10.00 น.	16.00 น.	
บริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าเครื่องแช่เยือกแข็ง				
46. สายพานเส้นลวด	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
47. คานสุพรีลีนรองรับสายพานร่องรูปตัวยู	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
48. รูแกนหมุน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
49. คอแกนหมุนส่วนที่เป็นสุพรีลีน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
50. รอยต่อสุพรีลีนและสเตนเลสคานรองสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
51. เฟรมด้านขางแกนสุพรีลีน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
52. หยดน้ำจากเฟรมเซ็นเซอร์ที่เครื่องแช่เยือกแข็ง	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
53. หยดน้ำที่รอยต่อด้านใน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
54. หยดน้ำด้านล่างสายพานเข้าเครื่องแช่แข็ง	0(0/25)	4(1/25)	4(1/25)	2.66
รวม	0(0/225)	0.44(1/225)	0.44(1/225)	0.29
55. ผนังด้านนอกของเครื่องแช่เยือกแข็ง	12(3/25)	12(3/25)	12(3/25)	12.00
บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเครื่องแช่เยือกแข็ง				
56. ด้านหน้าและครีบสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
57. ข้อต่อด้านในสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
58. ขอบข้างสายพานบริเวณหัวน๊อต	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
59. คอเฟืองขับ	0(0/25)	4(1/25)	0(0/25)	1.33
60. หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน	0(0/25)	4(1/25)	4(1/25)	2.66
61. ขารองรับสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
62. มอเตอร์	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
63. สายไฟมอเตอร์	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวม	0(0/200)	1(2/200)	0.50(1/200)	0.50

ตารางที่ 4.6(ต่อ) ความชุกของ *E.coli* บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการแช่เยือกแข็งและการบรรจุ

พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม	ร้อยละความชุก (ตัวอย่างที่พบ/ตัวอย่างทั้งหมด)			
	เวลา			เฉลี่ย
	7.00 น.	10.00 น.	16.00 น.	
64. แขนเสื้อพนักงานดูแลเครื่องจักร	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
บริเวณบรรจุผลิตภัณฑ์ลงถุง				
65. ตะแกรง	0(0/25)	4(1/25)	0(0/25)	1.33
66. กรวย	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
67. ขอบและขาโต๊ะ	0(0/25)	4(1/25)	4(1/25)	2.66
68. พื้นห้องบริเวณบรรจุ	8(2/25)	4(1/25)	0(0/25)	4.00
69. มือพนักงานบรรจุ	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวม	1.60(2/125)	2.40(3/125)	0.80(1/125)	1.60
รวมทั้งหมด	0.83(5/600)	1.50(9/600)	1.00(6/600)	1.11

เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านขั้นตอนการหั่นแล้ว ผลิตภัณฑ์จะถูกนำเข้าเครื่องแช่เยือกแข็ง (IQF) ทางสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์เข้าเครื่องแช่เยือกแข็ง ซึ่งประกอบด้วยพื้นผิวที่มีโอกาสปนเปื้อน *E.coli* เช่นเดียวกับสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์เข้าเครื่องแช่เย็น ได้แก่ สายพานเส้นลวดของเครื่องแช่เย็น คานสุพรีลีนรองรับสายพานร่องรูปตัวยู รูของแกนหมุนสายพาน รอยต่อสุพรีลีนและสเตนเลสของคานรองรับสายพาน คอแกนหมุนส่วนที่เป็นสุพรีลีน เฟรมด้านข้างแกนสุพรีลีน รวมไปถึงหยดน้ำที่เกิดจากการควบแน่นบริเวณทางเข้าเครื่องแช่เย็นอีก 3 จุด ได้แก่ หยดน้ำด้านล่างสายพาน หยดน้ำบริเวณรอยต่อด้านในบริเวณ pass box และหยดน้ำบริเวณเซ็นเซอร์ โดยพบการปนเปื้อนของ *E.coli* 1 จุด คือ หยดน้ำด้านล้างสายพานร้อยละ 2.66 ทำให้การปนเปื้อนรวมที่บริเวณทางเข้าเครื่องแช่เยือกแข็งเท่ากับร้อยละ 0.29 และพบการปนเปื้อนที่ผนังด้านนอกของเครื่องแช่เยือกแข็ง เท่ากับร้อยละ 12.00 หลังจากที่ผลิตภัณฑ์ถูกแช่เยือกแข็งจนมีอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์จะถูกนำออกจากเครื่องด้วยสายพานสุพรีลีน เช่นเดียวกับขั้นตอนการแช่เย็น โดยมีพื้นผิวที่มีโอกาสเกิดการปนเปื้อน ได้แก่ บริเวณด้านหน้าและครีบของสายพาน ข้อต่อของสายพาน ขอบข้างสายพานบริเวณหัวน๊อต คอเฟืองขับสายพาน หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน ขาของโครงรองรับสายพาน มอเตอร์ และสายมอเตอร์ ซึ่งพบการปนเปื้อนเฉพาะบริเวณ คอเฟืองขับสายพาน หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน มี

ร้อยละของความชุกเท่ากับ 1.33 และ 2.66 ตามลำดับ เมื่อผลิตภัณฑ์เคลื่อนที่มาตามสายพานจะตกลงบนตะแกรงซึ่งทำหน้าที่รองรับผลิตภัณฑ์ จากนั้นจะนำผลิตภัณฑ์ไปใส่ถุงโดยใช้กรวยช่วยในการบรรจุ โดยพบความชุกของการปนเปื้อนที่พื้นผิวของตะแกรงร้อยละ 1.33 แต่ไม่พบการปนเปื้อนที่กรวย นอกจากนี้ในขั้นตอนการบรรจุยังมีพื้นผิวที่มีโอกาสพบการปนเปื้อนของ *E.coli* ได้แก่ ขอบและขาของโต๊ะ พื้นห้อง และมือพนักงานที่ทำหน้าที่บรรจุผลิตภัณฑ์ พบว่าพบการปนเปื้อน *E.coli* ที่ขอบและขาของโต๊ะ เท่ากับร้อยละ 2.66 และที่พื้นห้อง เท่ากับร้อยละ 4.00 และจากตารางที่ 4.6 พบว่าการปนเปื้อนรวมทั้งหมดของขั้นตอนการแช่เยือกแข็ง และการบรรจุ เท่ากับร้อยละ 1.11 โดยมีการปนเปื้อนที่เวลา 7.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. ร้อยละ 0.83 1.50 และ 1.00 ตามลำดับ

4.3.1.2 ผลการหาความชุกของการปนเปื้อน Faecal Streptococci ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม

การศึกษาการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci โดยการเก็บตัวอย่างที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมต่างๆในแต่ละขั้นตอนการผลิตหลังกระบวนการให้ความร้อน เช่นเดียวกับการหาความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในหัวข้อที่ 4.3.1.1 พบว่าพบการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในทุกขั้นตอนการผลิตแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 4.7 4.8 และ 4.9 ซึ่งแสดงความชุกของ Faecal Streptococci บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนหลังกระบวนการให้ความร้อนและขั้นตอนแช่เย็น ในขั้นตอนการหั่น และในขั้นตอนการแช่เยือกแข็งและการบรรจุ ตามลำดับ จากตารางที่ 4.7 พบความชุกของการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ที่พื้นผิวของอุปกรณ์ต่างๆดังนี้ บริเวณแผ่นสเตนเลสด้านหน้าเครื่องให้ความร้อน ร้อยละ 2.66 บริเวณสายพานลำเลียง ร้อยละ 6.40 โดยพบการปนเปื้อนที่บริเวณ สายพานเส้นลวด คอแกนหมุนสายพาน และแผ่นสุพรีลีนของสายพานลำเลียง เท่ากับร้อยละ 6.66 13.33 และ 12.00 ตามลำดับ สำหรับบริเวณสายพานทางเข้าของเครื่องแช่เย็นพบการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ทั้งหมดร้อยละ 1.33 ซึ่งเป็นคานสุพรีลีนรองรับสายพานร่องตัวยู และรูแกนหมุนสายพาน ร้อยละ 1.33 และหยดน้ำด้านล้างสายพานเข้าเครื่องแช่เย็น ร้อยละ 9.33 ส่วนบริเวณผนังด้านนอกของเครื่องแช่เย็นพบความชุกของการปนเปื้อนร้อยละ 2.66 สำหรับสายพานลำเลียงไก่ออกจากเครื่องแช่เย็นพบความชุกการปนเปื้อนดังนี้ ข้อต่อของสายพาน และขอบข้างสายพานบริเวณหัวน็อตร้อยละ 4.00 คอเฟืองขับสายพานร้อยละ 8.00 หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพานร้อยละ 9.33 ซึ่งพบความชุกของการปนเปื้อนรวมทั้งหมดที่บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเครื่องแช่เย็นเท่ากับร้อยละ 2.96 และพบปนเปื้อน Faecal Streptococci รวมทุกพื้นผิวบริเวณแช่เย็น เท่ากับร้อยละ 2.93 โดยพบการปนเปื้อนในทุกเวลาที่ทำการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ความชุกของ Faecal Streptococci บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนหลังการให้ความร้อนและขั้นตอนแช่เย็น

พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม	ร้อยละความชุก (ตัวอย่างที่พบ/ตัวอย่างทั้งหมด)			
	เวลา			เฉลี่ย
	7.00 น.	10.00 น.	16.00 น.	
บริเวณทางออกของเครื่องให้ความร้อน				
1. แผ่นสแตนเลสท้ายเครื่องให้ความร้อน	4(1/25)	0(1/25)	4(1/25)	2.66
2. หยดน้ำบริเวณ Exhaust box	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวมทั้งหมด	2.00(1/50)	0(0/50)	2.00(1/50)	1.33
บริเวณสายพานลำเลียง				
3. สายพานเส้นลวด	16(4/25)	4(1/25)	0(0/25)	6.66
4. เฟรมด้านข้างสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
5. คอแกนหมุน	12(3/25)	16(4/25)	12(3/25)	13.33
6. แผ่นสุพรีลีน	8(2/25)	16(4/25)	12(3/25)	12.00
7. คอแกนหมุนด้านล่างสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวม	7.20(9/125)	7.20(9/125)	4.80(6/125)	6.40
บริเวณสายพานทางเข้าเครื่องแช่เย็น				
8. สายพานเส้นลวด	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
9. คานสุพรีลีนรองรับสายพานร่องตัวยู	4(1/25)	0(0/25)	0(0/25)	1.33
10. รูแกนหมุน	4(1/25)	0(0/25)	0(0/25)	1.33
11. รอยต่อสุพรีลีนและสเตนเลสคานรองสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
12. คอแกนหมุนส่วนที่เป็นสุพรีลีน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
13. เฟรมด้านขางแกนสุพรีลีน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
14. หยดน้ำด้านล่างสายพานเข้าเครื่องแช่เย็น	0(0/25)	16(4/25)	12(3/25)	9.33
15. หยดน้ำที่รอยต่อด้านในบริเวณ pass box	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
16. หยดน้ำบริเวณเซ็นเซอร์	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวม	0.88(2/225)	1.77(4/225)	1.33(3/225)	1.32

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ความชุกของ Faecal Streptococci ที่บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนหลังกระบวนการให้ความร้อน และขั้นตอนการแช่เย็น

พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม	ร้อยละความชุก (ตัวอย่างที่พบ/ตัวอย่างทั้งหมด)			
	เวลา			เฉลี่ย
	7.00 น.	10.00 น.	16.00 น.	
17.บันไดหน้าเครื่องแช่เย็น	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
18. ผนังด้านนอกของเครื่องแช่เย็น	4(1/25)	4(1/25)	0(0/25)	2.66
บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเครื่องแช่เย็น				
19. ด้านหน้าและครีบสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
20. ข้อต่อด้านในสายพาน	8(2/25)	4(1/25)	0(0/25)	4.00
21. ขอบข้างสายพานบริเวณหัวน๊อต	4(2/25)	8(2/25)	0(0/25)	4.00
22. คอเฟืองขับ	4(1/25)	8(2/25)	12(3/25)	8.00
23. หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน	0(0/25)	16(4/25)	12(3/25)	9.33
24. ขารองรับสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
25. มอเตอร์	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
26. สายมอเตอร์	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
27. บริเวณรอบปลั๊กตัวเมีย	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวม	2.22(5/225)	4.00(9/225)	2.66(6/225)	2.96
รวมทั้งหมด	2.72(17/625)	3.68(23/625)	2.40(15/625)	2.93

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 ความชุกของ Faecal Streptococci บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการหั่น

พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม	ร้อยละความชุก (ตัวอย่างที่พบ/ตัวอย่างทั้งหมด)			
	เวลา			เฉลี่ย
	7.00 น.	10.00 น.	16.00 น.	
อุปกรณ์ต่างๆ				
28. เขียง	8(2/25)	4(1/25)	0(0/25)	4.00
29. ฐานเขียง	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
30. ชั้นวางอุปกรณ์ที่ล้างสะอาดแล้ว	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
31. รถเข็นลำเลียงเขียงสะอาด	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวม	2.00(2/100)	1.00(1/100)	0(0/100)	1.00
บริเวณสายพานลำเลียงไก่หั่น				
32. ด้านหน้าสายพานลำเลียงและขอบข้าง	8(2/25)	4(1/25)	4(1/25)	5.33
33. คอแกนหมุนใต้สายพาน	8(2/25)	4(1/25)	4(1/25)	5.33
34. คอแกนหมุนใต้สายพาน(กลวง)	8(2/25)	4(1/25)	8(2/25)	6.66
35. ขอบเฟรมสเตนเลส	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
36. คอลูกปืนเฟืองขับสายพาน	4(1/25)	0(0/25)	4(1/25)	2.66
รวม	5.60(7/125)	2.40(3/125)	4.00(5/125)	4.00
37. สายพานเครื่องหั่นไก่	12(3/25)	40(10/25)	36(9/25)	29.33
38. พื้นห้องหั่นไก่	8(2/25)	4(1/25)	4(1/25)	5.33
พนักงาน				
39. มือพนักงานหั่นไก่	8(2/25)	0(0/25)	4(1/25)	4.00
40. มือพนักงานบริการขนส่งอุปกรณ์	4(1/25)	4(1/25)	8(2/25)	5.33
41. มือพนักงานส่งไก่ก่อนหั่น	0(0/25)	4(1/25)	0(0/25)	1.33
42. มือพนักงานคัดไก่หลังเครื่องหั่น	4(2/25)	0(0/25)	4(1/25)	2.66
43. ขอบปลอกแขนบริเวณรูยางยืด	4(1/25)	0(0/25)	0(0/25)	1.33
44. ผ้ากันเปื้อน	4(1/25)	0(0/25)	4(1/25)	2.66
45. สายผูกผ้ากันเปื้อน	4(1/25)	0(0/25)	0(0/25)	1.33
รวม	4.57(8/175)	1.14(2/175)	2.85(5/175)	2.85
รวมทั้งหมด	4.88(22/450)	3.77(17/450)	4.44(20/450)	4.36

การปนเปื้อนของ Faecal Streptococci บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการหั่นในตารางที่ 4.8 พบความชุกของ Faecal Streptococci ร้อยละ 4.00 ที่บริเวณพื้นผิวของเขียง และพบความชุกรวมทุกพื้นผิวของสายพานลำเลียงไก่เพื่อให้พนักงานหั่นร้อยละ 4.00 ซึ่งเป็นการปนเปื้อนที่ ด้านหน้าและขอบข้างของสายพาน และคอแกนหมุนสายพานแบบตันร้อยละ 5.33 คอแกนหมุนสายพานแบบกลวงร้อยละ 6.66 และคอลูกปืนเฟืองขับสายพานร้อยละ 2.66 สำหรับบริเวณสายพานของเครื่องหั่นพบความชุกของการปนเปื้อน Faecal Streptococci ร้อยละ 29.33 พื้นห้องหั่นไก่พบการปนเปื้อนร้อยละ 5.33 นอกจากนี้พบการปนเปื้อนที่พนักงานรวมทุกพื้นผิวเท่ากับร้อยละ 2.85 ซึ่งพบการปนเปื้อนทุกจุดที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ มือพนักงานหั่นไก่ ร้อยละ 4.00 มือพนักงานบริการขนส่งอุปกรณ์ ร้อยละ 5.33 มือพนักงานส่งไก่ก่อนหั่น ขอบปลอกแขนบริเวณรูยางยืด และสายผูกเอี๊ยม ร้อยละ 1.33 มือพนักงานคัดไก่หลังเครื่องหั่น และเอี๊ยมของพนักงานหั่นไก่ ร้อยละ 2.66 ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และจากตารางนี้แสดงความชุกของการปนเปื้อน Faecal Streptococci ที่สิ่งแวดล้อมรวมทั้งหมดในขั้นตอนการหั่น เท่ากับร้อยละ 4.36 เป็นการปนเปื้อนที่ 7.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. เท่ากับร้อยละ 4.88 3.77 และ 4.44 ตามลำดับ

สำหรับการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการแช่เยือกแข็งและการบรรจุ ดังแสดงในตารางที่ 4.9 พบการปนเปื้อนที่พื้นผิวต่างๆดังนี้ บริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าเครื่องแช่เยือกแข็งพบการปนเปื้อนที่ สายพานเส้นลวด และคานสุพรีลีนรองรับสายพานร่องรูปตัวยู โดยมีร้อยละของความชุกเท่ากับ 5.33 และ 1.33 ตามลำดับ คิดเป็นการปนเปื้อนรวมของสายพานลำเลียงไก่เข้าเครื่องแช่เยือกแข็ง เท่ากับร้อยละ 0.73 ส่วนผนังด้านนอกของเครื่องแช่เยือกแข็งพบการปนเปื้อนร้อยละ 32.00 และสำหรับบริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเครื่องแช่เยือกแข็งพบการปนเปื้อนที่ ข้อต่อของสายพาน คอเฟืองขับ และหยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน มีความชุกร้อยละ 6.66 8.00 และ 9.33 ตามลำดับ โดยมีความชุกของการปนเปื้อนรวมเท่ากับร้อยละ 3.00 นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci แขนเสื้อของพนักงานที่ทำหน้าที่ดูแลเครื่องจักร ร้อยละ 10.66

การปนเปื้อน Faecal Streptococci ทีพื้นผิวต่างๆบริเวณบรรจุผลิตภัณฑ์พบความชุกของการปนเปื้อนดังนี้ ที่พื้นผิวของตะแกรง และกรวยพบความชุกร้อยละ 4.00 พื้นห้องบรรจุพบความชุกร้อยละ 1.33 และมือของพนักงานที่ทำหน้าที่บรรจุผลิตภัณฑ์พบการปนเปื้อนร้อยละ 5.33 รวมความชุกของการปนเปื้อน Faecal Streptococci ในขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์ เท่ากับร้อยละ 2.93 และรวมความชุกของ การปนเปื้อน Faecal Streptococci ในสิ่งแวดล้อมของขั้นตอนการแช่เยือกแข็งและบรรจุเท่ากับร้อยละ 3.55 ซึ่งเป็นการปนเปื้อนที่เวลา 7.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. เท่ากับร้อยละ 3.16 3.50 และ 4.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 ความชุกของ Faecal Streptococci บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการแช่เยือกแข็งและการบรรจุ

พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม	ร้อยละความชุก (ตัวอย่างที่พบ/ตัวอย่างทั้งหมด)			
	เวลา			เฉลี่ย
	7.00 น.	10.00 น.	16.00 น.	
บริเวณสายพานลำเลียงไก่เข้าเครื่องแช่เยือกแข็ง				
46. สายพานเส้นลวด	4(1/25)	0(0/25)	12(3/25)	5.33
47. คานสุพรีลีนรองรับสายพานร่องรูปตัวยู	4(1/25)	0(0/25)	0(0/25)	1.33
48. รูแกนหมุน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
49. คอแกนหมุนส่วนที่เป็นสุพรีลีน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
50. รอยต่อสุพรีลีนและสเตนเลสคานรองสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
51. เฟรมด้านขางแกนสุพรีลีน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
52. หยดน้ำจากเฟรมเซ็นเซอร์ที่ตู้แช่เยือกแข็ง	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
53. หยดน้ำที่รอยต่อด้านในบริเวณ pass box	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
54. หยดน้ำด้านล่างสายพานเข้าเครื่องแช่แข็ง	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวม	0.88(2/225)	0(0/225)	1.33(3/225)	0.73
55. ผนังด้านนอกเครื่องแช่เยือกแข็ง	24(6/25)	40(10/25)	32(8/25)	32.00
บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเครื่องแช่เยือกแข็ง				
56. ด้านหน้าและครีบสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
57. ข้อต่อด้านในสายพาน	12(3/25)	4(1/25)	4(1/25)	6.66
58. ขอบข้างสายพานบริเวณหัวน็อต	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
59. คอเฟืองขับ	4(1/25)	8(2/25)	12(3/25)	8.00
60. หยดน้ำที่ปลายคานข้างสายพาน	0(0/25)	16(4/25)	12(3/25)	9.33
61. ขารองรับสายพาน	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
62. มอเตอร์	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
63. สายไฟมอเตอร์	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
รวม	2.00(4/200)	3.5(7/200)	3.5(7/200)	3.00

ตารางที่ 4.9(ต่อ) ความชุกของ Faecal streptococci บนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการแช่เยือกแข็ง และการบรรจุ

พื้นผิวของสิ่งแวดล้อม	ร้อยละความชุก (ตัวอย่างที่พบ/ตัวอย่างทั้งหมด)			
	เวลา			เฉลี่ย
	7.00 น.	10.00 น.	16.00 น.	
64. แขนเสื้อพนักงานดูแลเครื่องจักร	4(1/25)	8(2/25)	20(5/25)	10.66
บริเวณบรรจุผลิตภัณฑ์ลงถุง				
65. ตะแกรง	8(2/25)	0(0/25)	4(1/25)	4.00
66. กรวย	0(0/25)	12(3/25)	0(0/25)	4.00
67. ขอบและขาโต๊ะ	0(0/25)	0(0/25)	0(0/25)	0.00
68. พื้นห้องบริเวณบรรจุ	4(1/25)	0(0/25)	0(0/25)	1.33
69. มือพนักงานบรรจุ	12(3/25)	4(1/25)	0(0/25)	5.33
รวม	4.80(6/125)	3.20(4/125)	0.80(1/125)	2.93
รวมทั้งหมด	3.16(19/600)	3.50(21/600)	4.00(24/600)	3.55

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.2 ผลการหาความชุกของการปนเปื้อน *E. coli* และ Faecal Streptococci ในน้ำใช้

การวิเคราะห์การปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal Streptococci ในน้ำใช้โดยการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 10 จุด ดังแสดงในตารางที่ 3.4 พบว่าไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดในน้ำใช้ แสดงให้เห็นว่าน้ำที่นำมาใช้ในสายการผลิต ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในการล้างทำความสะอาดพื้นผิวของอุปกรณ์ต่างๆในกระบวนการผลิตมีความสะอาดเพียงพอ โดยโรงงานได้กำหนดให้มาตรฐานน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีมาตรฐานเช่นเดียวกับน้ำบริโภค

ตารางที่ 4.10 ความชุกของ *E. coli* ในน้ำใช้

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)
1	น้ำจากสายยางน้ำโอโซน	25	0	0.00
2	น้ำจากท่อน้ำโดยตรงจุดที่ 1	25	0	0.00
3	น้ำจากก๊อกน้ำอ่างล้างมือ ห้องหั่น	25	0	0.00
4	น้ำจากสายยางก๊อกน้ำ จุดที่ 1	25	0	0.00
5	น้ำจากสายยางก๊อกน้ำ จุดที่ 2	25	0	0.00
6	น้ำจากสายยางก๊อกน้ำจุดที่ 3	25	0	0.00
7	น้ำจากท่อน้ำโดยตรงจุดที่ 3	25	0	0.00
8	น้ำค้างถาดสเตนเลสก่อนนำมาใส่ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการหั่น 7.00 น.	25	0	0.00
9	น้ำค้างถาดสเตนเลสก่อนนำมาใส่ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการหั่น 10.00 น.	25	0	0.00
10	น้ำค้างถาดสเตนเลสก่อนนำมาใส่ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการหั่น 16.00 น.	25	0	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำค้างถาดสเตนเลสทั้ง 3 เวลา ไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งสองชนิด แสดงให้เห็นว่าการล้างทำความสะอาดถาดสเตนเลสก่อนนำไปใส่ผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปหั่นมีประสิทธิภาพ และน้ำที่ใช้ในการล้างมีความสะอาดเพียงพอต่อการนำมาใช้ในการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ

ตารางที่ 4.11 ความชุกของ Faecal Streptococci ในน้ำใช้

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)
1	น้ำจากสายยางน้ำโอโซน	25	0	0.00
2	น้ำจากท่อน้ำโดยตรงจุดที่ 1	25	0	0.00
3	น้ำจากก๊อกน้ำอ่างล้างมือ ห้องหั่น	25	0	0.00
4	น้ำจากสายยางก๊อกน้ำ จุดที่ 1	25	0	0.00
5	น้ำจากสายยางก๊อกน้ำ จุดที่ 2	25	0	0.00
6	น้ำจากสายยางก๊อกน้ำจุดที่ 3	25	0	0.00
7	น้ำจากท่อน้ำโดยตรงจุดที่ 3	25	0	0.00
8	น้ำค้างถาดสเตนเลสก่อนนำมาใส่ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการหั่น 7.00 น.	25	0	0.00
9	น้ำค้างถาดสเตนเลสก่อนนำมาใส่ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการหั่น 10.00 น.	25	0	0.00
10	น้ำค้างถาดสเตนเลสก่อนนำมาใส่ผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการหั่น 16.00 น.	25	0	0.00

ตารางที่ 4.12 ความชุกของ *E.coli* ในอากาศบริเวณสายการผลิต

เวลา	บริเวณหน้าเครื่องให้ความร้อน			บริเวณหน้าเครื่องแช่เย็น			บริเวณกลางห้องหั่น			บริเวณห้องบรรจุ		
	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)
7.00 น	25	0	0.00	25	0	0.00	25	0	0.00	25	0	0.00
10.00 น	25	0	0.00	25	0	0.00	25	0	0.00	25	0	0.00
16.00 น	25	0	0.00	25	0	0.00	25	0	0.00	25	0	0.00
%รวม	75	0	0.00	75	0	0.00	75	0	0.00	75	0	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 ความชุกของ Faecal Streptococci ในอากาศบริเวณสายการผลิต

เวลา	บริเวณหน้าเครื่องให้ความร้อน			บริเวณหน้าเครื่องแช่เย็น			บริเวณกลางห้องหั่น			บริเวณห้องบรรจุ		
	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ความชุก (%)
7.00 น	25	3	12.00	25	2	8.00	25	1	4.00	25	5	20.00
10.00 น	25	4	16.00	25	3	12.00	25	1	4.00	25	2	8.00
16.00 น	25	4	16.00	25	0	0.00	25	0	0.00	25	2	8.00
%รวม	75	11	14.66	75	5	6.66	75	2	2.66	75	9	12.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.3 ผลการหาความชุกของการปนเปื้อน *E. coli* และ Faecal Streptococci ในอากาศ

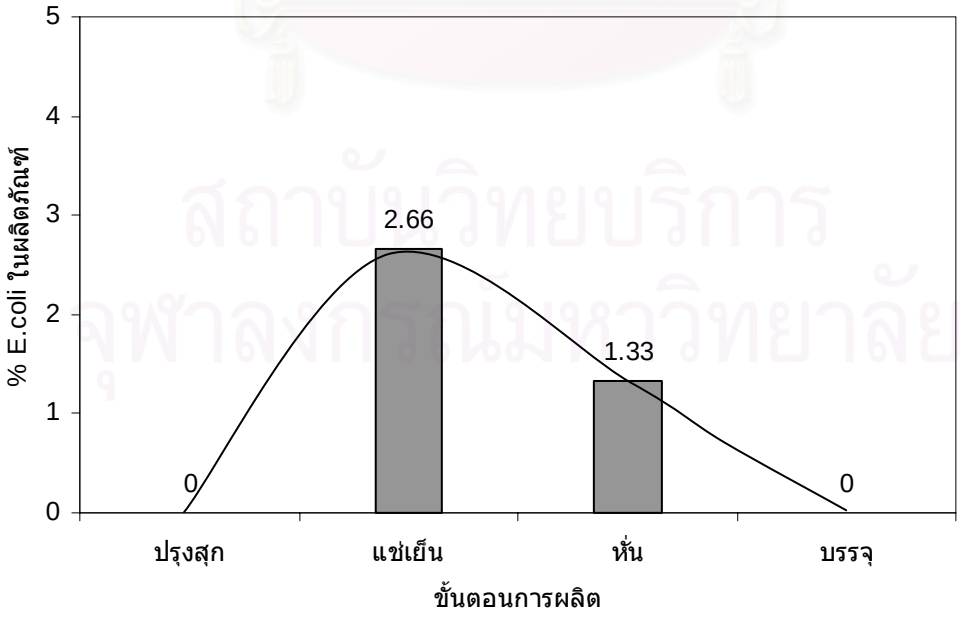
การปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในอากาศในสายการผลิตไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค โดยการเก็บตัวอย่างอากาศทั้ง 3 เวลา เช่นเดียวกันกับเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์และพื้นผิวของสิ่งแวดล้อม โดยแบ่งบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็น 4 บริเวณดังแสดงในรูปที่ 3.2 พบว่าไม่พบการปนเปื้อนของ *E.coli* ทุกบริเวณที่วิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.12 แต่พบว่ามีการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ในทุกเวลาของการเก็บตัวอย่าง โดยคิดเป็นความชุกร้อยละ 14.66 6.66 2.66 และ 12.00 ที่บริเวณหน้าเครื่องให้ความร้อน หน้าเครื่องแช่เย็น กลางห้องหั่นและห้องบรรจุ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.13 ซึ่งบริเวณที่พบการปนเปื้อนมากที่สุดคือบริเวณหน้าเครื่องให้ความร้อน ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ติดกับบริเวณของฝังดิบ (วัตถุดิบยังไม่ผ่านการให้ความร้อน) ซึ่งจัดบริเวณดังกล่าวเป็น Clean Area โดยอากาศอาจเกิดการไล่สวนทางจากฝังดิบมาสู่ฝังสุก (ผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการให้ความร้อนแล้ว) โดยจัดเป็น High Care Clean Area ซึ่งโดยปกติแล้วโรงงานได้มีการกำหนดให้แรงดันลมไล่จากฝังสุกไปสู่ฝังดิบเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากวัตถุดิบสู่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการปรุงสุกแล้ว แสดงให้เห็นว่าแรงดันลมที่กำหนดอาจเกิดการไล่สวนทางจากฝังดิบมายังฝังสุกได้บางส่วน สำหรับบริเวณของห้องบรรจุถุงพบการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ในอากาศมากรองลงมา โดยอาจเนื่องมาจากสาเหตุเดียวกันคือบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่ติดกับห้องที่บรรจุผลิตภัณฑ์ลงกล่อง (Cartoning Area) ซึ่งจัดบริเวณดังกล่าวเป็น Clean Area โดยมีช่องเปิดอยู่ซึ่งอาจทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากห้องบรรจุกล่องมายังห้องบรรจุถุงได้

4.4 ผลการหาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนของ *E. coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์ และพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต

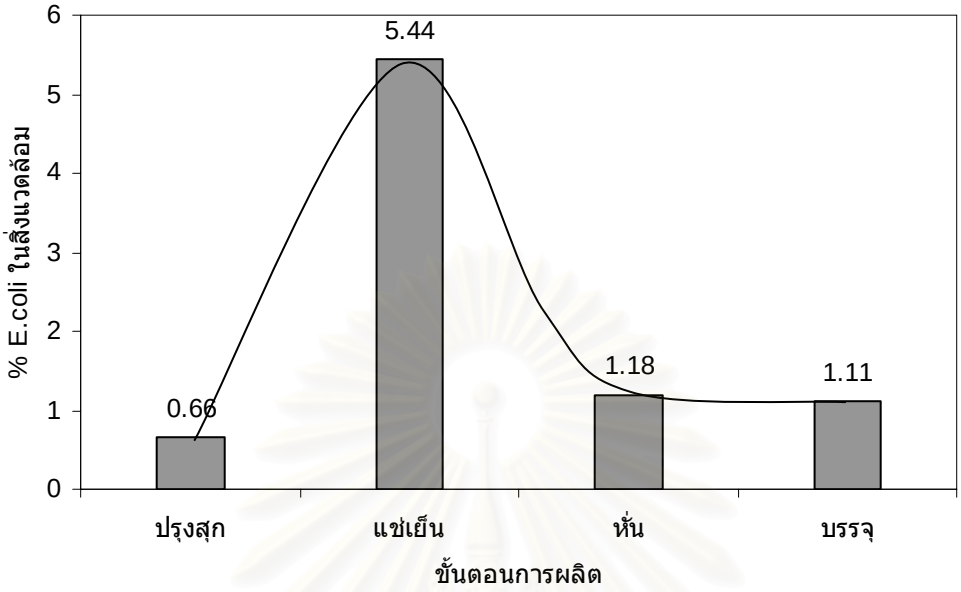
4.4.1 ผลการหาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนของ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์ และพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต

การปนเปื้อนของ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์หลังกระบวนการให้ความร้อนในหัวข้อที่ 4.2 และการปนเปื้อนของ *E. coli* ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในหัวข้อที่ 4.3 สามารถนำมาหาความสัมพันธ์ โดยการรวมการปนเปื้อนทั้งหมดของ *E.coli* ในผลิตภัณฑ์และพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมแต่ละขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ พบว่าการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมมีการปนเปื้อนของ *E.coli* สูงที่สุดในขั้นตอนการแช่เย็นเช่นเดียวกัน โดยพบความชุกของการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เท่ากับร้อยละ 2.66 และในพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมเท่ากับร้อยละ 5.44 แสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนของ *E.coli* ทั้งในผลิตภัณฑ์และสิ่งแวดล้อม ส่วนใหญ่เกิดขึ้นใน

ขั้นตอนการแช่เย็น และจากตารางที่ 4.4 แสดงการปนเปื้อนของ *E.coli* ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมบริเวณขั้นตอนการแช่เย็น พบความชุกของปนเปื้อน *E.coli* ในขั้นตอนการแช่เย็นส่วนใหญ่ที่บริเวณสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์จากทางออกของเครื่องให้ความร้อนไปยังเครื่องแช่เย็น โดยพบการปนเปื้อนของ *E.coli* ที่เวลาเริ่มผลิต 7.00 น. เท่ากับร้อยละ 11.2 และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 14.4 และ 16 ในชั่วโมงการผลิตที่ 3 (10.00 น.) และ 9 (16.00 น.) ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเฉลี่ยทั้ง 3 เวลาจะพบการปนเปื้อนเท่ากับร้อยละ 13.86 แต่อุปกรณ์อื่นๆในขั้นตอนการแช่เย็นไม่ค่อยพบการปนเปื้อนในเวลาเริ่มต้นของการผลิต จากการพบ *E.coli* ที่บริเวณดังกล่าวที่เวลาเริ่มต้นของการผลิตแสดงให้เห็นว่า การล้างทำความสะอาดสายพานลำเลียงไม่เพียงพอ และไม่มีประสิทธิภาพในการทำลาย *E.coli* บริเวณนั้นได้ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีซอกมุมเป็นจำนวนมาก อยากต่อการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ ทำให้พบ *E.coli* ยังปนเปื้อนอยู่หลังจากการล้าง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Lekroengsin และคณะ (2007) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของ *Listeria* spp. ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค พบว่ามีการปนเปื้อนของ *Listeria* spp. ในผลิตภัณฑ์ และสิ่งแวดล้อมตั้งแต่เวลาเริ่มต้นของการผลิตเช่นเดียวกัน และการปนเปื้อน *Listeria* spp. ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง (โซน 1) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ที่เวลาเริ่มต้นของการผลิต แสดงให้เห็นว่าการล้างทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อก่อนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพส่งผลโดยตรงต่อการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ของขั้นตอนนั้น



รูปที่ 4.1 ร้อยละความชุกของ *E.coli* ในผลิตภัณฑ์หลังผ่านขั้นตอนการผลิตต่างๆ



รูปที่ 4.2 ร้อยละความชุกของ *E.coli* ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมหลังผ่านขั้นตอนการผลิตต่างๆ

รูปที่ 4.3 สายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์จากเครื่องให้ความร้อนไปยังเครื่องแช่เย็น

รูปที่ 4.4 สายพานลำเลียงขณะล้างทำความสะอาดโดยการถอดสายพานเส้นลวดออก

รูปที่ 4.5 แกนหมุนของสายพานลำเลียงเมื่อถอดล้างทำความสะอาด

สายพานลำเลียงไก่เป็นอุปกรณ์ที่เป็นสายพานเส้นลวดเชื่อมติดกันดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งยากต่อการถอดสายพานออกมาล้างทำความสะอาด โดยปกติจะมีความถี่ในการถอดสายพานล้างอาทิตย์ละ 1 ครั้ง คือหลังการผลิตกะที่ 2 วันที่ 6 ของสัปดาห์ ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งความถี่ของการถอดล้างดังกล่าวไม่เพียงพอต่อการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อของสายพานลำเลียง โดยพบการปนเปื้อนของ *E.coli* ที่สายพานเส้นลวดของสายพานลำเลียงที่เวลาเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 4.00 และเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการผลิตนานขึ้นเป็นร้อยละ 8.00 ในชั่วโมงการผลิตที่ 3 (10.00 น.) และร้อยละ 24.00 ในชั่วโมงการผลิตที่ 9 (16.00 น.) ซึ่งด้านล่างของสายพานเส้นลวดจะติดกับแผ่นสุพรีลีน และแกนหมุนสายพาน โดยแผ่นสุพรีลีนพบการปนเปื้อนร้อยละ 36 44 และ 36 ที่เวลา 7.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. ตามลำดับ การพบการปนเปื้อนสูงที่แผ่นสุพรีลีนอาจเนื่องมาจาก *E.coli* ที่ปนเปื้อนอยู่บนสายพานมาสะสมอยู่ที่แผ่นสุพรีลีนซึ่งสัมผัสกับสายพานโดยตรง และ

สายพานซึ่งมีความถี่ในการถอดล้างเพียง 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำให้การล้างทำความสะอาดแผ่นสุพรีลีนในแต่ละวัน วันละ 2 ครั้ง คือ หลังจากการผลิตของกะที่แล้ว และชั่วโมงที่ 4-5 ของการผลิต ทำได้เพียงขัดล้างที่พื้นผิวด้านนอกของสายพานและแผ่นสุพรีลีนด้วยสารทำความสะอาด (QUORUM PINK ความเข้มข้นร้อยละ 2) และสเปรย์ด้วยสารฆ่าเชื้อ (TEGO 51 ความเข้มข้นร้อยละ 1) ทิ้งไว้ 10 นาที ซึ่งไม่สามารถขัดล้างบริเวณซอกมุมของแผ่นสุพรีลีนที่ติดอยู่กับสายพานได้ นอกจากนี้สารฆ่าเชื้อก็ไม่สามารถเข้าถึงบริเวณซอกมุมดังกล่าวได้ สำหรับแกนหมุนของสายพานซึ่งสามารถถอดออกมาล้างทำความสะอาดด้านในได้ถ้ามีการถอดล้างสายพาน ดังแสดงในรูปที่ 4.5 พบการปนเปื้อนของ *E.coli* เท่ากับร้อยละ 12 20 และ 20 ที่เวลา 7.00 น. 10.00 น. และ 16.00 น. ตามลำดับ โดยแกนหมุนสายพานเป็นอุปกรณ์ที่อยู่ติดกับสายพานเส้นลวดเช่นเดียวกับแผ่นสุพรีลีน จึงทำให้มีซอกมุมที่ไม่สามารถขัดล้างทำความสะอาด และฆ่าเชื้อได้ ทำให้เกิดการสะสมของเชื้อที่บริเวณดังกล่าวเช่นเดียวกัน สำหรับแกนหมุนด้านล่างของสายพานพบการปนเปื้อนน้อยโดยพบร้อยละ 4 ที่เวลาเริ่มผลิตเท่านั้น เนื่องจากเป็นพื้นผิวที่มีซอกมุมน้อยการล้างทำความสะอาด และฆ่าเชื้อสามารถเข้าถึงได้มากกว่า เช่นเดียวกันกันเฟรมด้านข้างของสายพานซึ่งอยู่บริเวณขอบด้านนอกสามารถล้างทำความสะอาด และฆ่าเชื้อได้ง่ายจึงไม่พบการปนเปื้อนของ *E.coli* เลย

จากการหาความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า แผ่นสุพรีลีนมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนของ *E.coli* ในผลิตภัณฑ์ของขั้นตอนการแช่เย็นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ที่เวลา 7.00 น. และ ($p < 0.01$) ที่เวลา 10.00 น. โดยมีค่า Pearson's Coefficient (R) เท่ากับ 0.935 และ 1.000 ตามลำดับ นอกจากนี้จากการหาความสัมพันธ์ดังกล่าวยังพบว่าการปนเปื้อนของ *E.coli* ที่แผ่นสุพรีลีนในเวลา 7.00 น. และ 10.00 น. ยังมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยมีค่า Pearson's Coefficient (R) เท่ากับ 0.935

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.6 ผนังด้านนอกเครื่องแช่เย็น

นอกจากนี้ยังพบว่าผนังด้านนอกของเครื่องแช่เย็นในรูปที่ 4.6 เป็นแหล่งของการปนเปื้อน *E.coli* ในขั้นตอนการแช่เย็น โดยพบความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* เท่ากับร้อยละ 37.33 สาเหตุของการปนเปื้อนที่บริเวณดังกล่าวเนื่องจากเป็นบริเวณที่มีความสูงยากต่อการล้างทำความสะอาด สำหรับการล้างทำความสะอาดจะล้างด้วยสบู่ (Clean up 101) โดยมีความถี่ในการล้างวันละ 1 ครั้งหลังจากการผลิตกระที่ผ่านมา แต่ไม่มีการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้บริเวณดังกล่าวยังมีหยดน้ำเกิดขึ้นบริเวณทางของผลิตภัณฑ์จากเครื่องแช่เย็น หยดน้ำจะไหลมาตามผนังด้านนอกของเครื่อง ซึ่งทำให้จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์ และสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์ไหลมาตามหยดน้ำ ทำให้บริเวณดังกล่าวพบการปนเปื้อนของ *E.coli* สูง นอกจากนี้ ผนังเป็นพื้นผิวที่ไม่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ทำให้พนักงานละเลยในการทำความสะอาด และพบการปนเปื้อนของ *E.coli* ที่บริเวณหยดน้ำด้านล่างของสายพานเครื่องแช่เย็นร้อยละ 10.66% เนื่องจากหยดน้ำบริเวณดังกล่าว ไหลมาจากด้านล่างของสายพานซึ่งเป็นการรวมการปนเปื้อนของทั้งสายพานเช่นเดียวกับหยดน้ำที่เกิดที่บริเวณผนังเครื่องแช่เย็น

รูปที่ 4.7 สายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องแช่เย็น

สำหรับการปนเปื้อนของ *E.coli* บริเวณสายพานลำเลียงไก่ออกจากเครื่องแช่เย็นในรูปที่ 4.7 พบการปนเปื้อนค่อนข้างน้อย เนื่องจากสานพานดังกล่าวมีการการถอดล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ สายพานทุกวันหลังการผลิตกะที่แล้ว โดยมีการถอดสายพานออกมาขัดล้างด้วยสารทำความสะอาด (QUORUM PINK ความเข็มข้นร้อยละ 2) และแช่ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ (TOPAX 91-66 ความเข้มข้นร้อยละ 0.13) เป็นเวลา 10 นาที สำหรับโครงของสายพานจะล้างทำความสะอาดด้วย QUORUM PINK ความเข็มข้นร้อยละ 2 และสเปรย์ด้วยสารฆ่าเชื้อ (TEGO 51 ความเข็มข้นร้อยละ1) ทิ้งไว้ 10 นาที จากการล้างทำความสะอาดดังกล่าวทำให้ไม่พบการปนเปื้อนของ *E.coli* ที่บริเวณด้านหน้าและขอบข้างของสายพานในเวลาเริ่มต้นของการผลิต แต่ยังพบการปนเปื้อนที่บริเวณข้อต่อของสายพานร้อยละ 6.66 แสดงว่าการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อสายพานยังไม่ทั่วถึงบริเวณข้อต่อของสายพาน ซึ่งมีความเป็นซอกมุม สำหรับโครงของสายพานประกอบด้วย ขอบข้างสายพานบริเวณหัวน๊อต คอเฟืองขับ และขาของโครงรองรับสายพาน พบการปนเปื้อนสูงที่คอเฟืองขับของสายพานเท่ากับร้อยละ 6.66 ซึ่งอยู่ติดกับสายพาน ทำให้มีการสะสมของเชื้อในระหว่างการผลิต แต่เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีการถอดล้างทุกวัน ทำให้สะสมของเชื้อไม่สูงเท่าบริเวณสายพานลำเลียงไก่จากเครื่องให้ความร้อยไปเครื่องแช่เย็น

รูปที่ 4.8 การถอดล้างสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องแช่เย็น

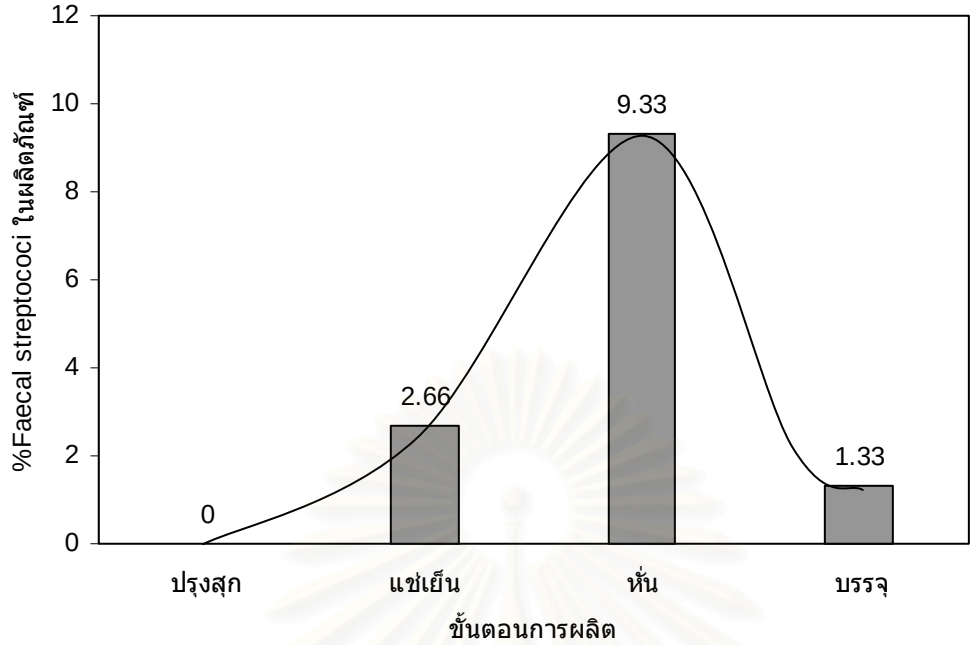
รูปที่ 4.9 การแช่น้ำยาฆ่าเชื้อสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องแช่เย็น

รูปที่ 4.10 การล้างโครงของสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องแช่เย็น

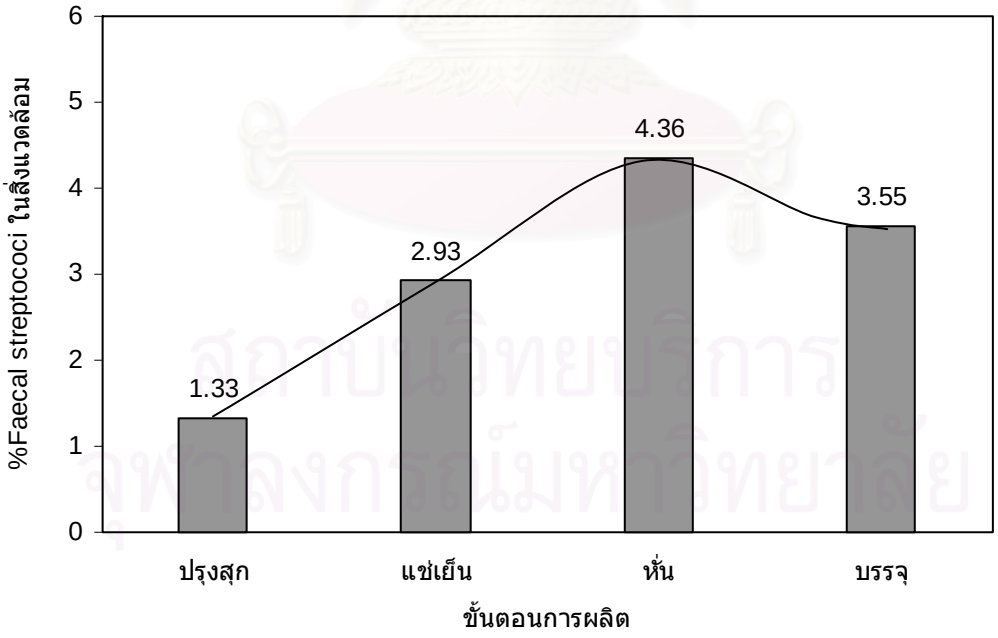
4.4.2 ผลการหาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์ และพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต

การพบการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์ และพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค สามารถนำมาหาความสัมพันธ์ได้โดยการรวมความชุกของการพบการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ในแต่ละขั้นตอน จากรูปที่ 4.11 แสดงการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนแช่เย็น หั่น และบรรจุ โดยมีการปนเปื้อนเท่ากับร้อยละ 2.66 9.33 และ 1.33 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีการปนเปื้อนสูงในขั้นตอนการหั่น ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และให้ผลสอดคล้องกับผลการปนเปื้อนที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในรูปที่ 4.12 ซึ่งแสดงการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ในสิ่งแวดล้อมแต่ละขั้นตอนของการผลิตโดยรวมการปนเปื้อนของพื้นผิวในขั้นตอนนั้นๆ พบการปนเปื้อนสูงสุดที่สิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการหั่นซึ่งพบความชุกของการปนเปื้อนร้อยละ 4.36

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.11 ร้อยละความชุกของ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์หลังผ่านขั้นตอนการผลิตต่างๆ



รูปที่ 4.12 ร้อยละความชุกของ Faecal Streptococci ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมหลังผ่านขั้นตอนการผลิตต่างๆ

จากตารางที่ 4.8 แสดงการปนเปื้อน Faecal Streptococci ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมแต่ละชนิดในขั้นตอนการหั่น พบการปนเปื้อนสูงสุดที่บริเวณสายพานของเครื่องหั่น (รูปที่ 4.13) โดยมีความชุกของการปนเปื้อนร้อยละ 29.33 แสดงให้เห็นว่าสายพานของเครื่องหั่นเป็นอุปกรณ์ที่แหล่งของการปนเปื้อน Faecal Streptococci ที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านขั้นตอนการหั่น โดยมีสาเหตุของการปนเปื้อนเนื่องจากพื้นผิวของสายพานมีลักษณะเป็นรอยแตกอยู่หลายจุด ซึ่งมีโอกาสทำให้เกิดการสะสมของ Faecal Streptococci ตรงบริเวณรอยแตกของสายพานซึ่งเป็นซอกมุมยากต่อการล้างทำความสะอาด และฆ่าเชื้อ โดยปกติการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อของสายพานเครื่องหั่น จะทำวัน 2 ครั้ง คือหลังจากการผลิตในกะที่แล้ว และในชั่วโมงที่ 4-5 ของการผลิตปัจจุบัน โดยการถอดสายพานออกจากเครื่อง ล้างทำความสะอาดสายพาน และตัวเครื่องด้วยสารทำความสะอาด (QUORUM PINK ความเข็มข้นร้อยละ 2) ดังแสดงในรูปที่ 4.14 จากนั้นส่วนของตัวเครื่องจะพ่นด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ TEGO 51 ความเข้มข้นร้อยละ 1 และส่วนสายพานจะนำไปแช่ในน้ำยาฆ่าเชื้อ (TOPAX 91-66 ความเข็มข้นร้อยละ 0.13) 10 นาที ดังแสดงในรูปที่ 4.15 แต่จากผลการตรวจสอบ ยังพบการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ที่บริเวณสายพานตั้งแต่เวลาเริ่มต้นของการผลิต เท่ากับ ร้อยละ12 แสดงให้เห็นว่าบริเวณรอยแตกของสายพานมีการสะสมของ Faecal Streptococci ซึ่งยากต่อการทำลายให้หมดไปได้ และพบว่าการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการผลิตนานขึ้นเป็นร้อยละ 40 และ 36 ในชั่วโมงการผลิตที่ 3 และ 9 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาพบการปนเปื้อนคงที่ในชั่วโมงที่ 3 และ 9 เกิดจากในการผลิตของชั่วโมงที่ 4 - 5 มีการล้างทำความสะอาด และฆ่าเชื้อที่บริเวณสายพานเครื่องหั่น ซึ่งอาจทำให้เชื้อลดลงบางส่วน แต่เนื่องจากในการทดลองนี้ไม่ได้มีการวิเคราะห์การปนเปื้อนของจุลินทรีย์หลังการทำความสะอาดในระหว่างผลิตในชั่วโมงที่ 5 ซึ่งการล้างทำความสะอาดดังกล่าวอาจทำให้เชื้อลดลง แต่อย่างไรก็ตามยังพบการปนเปื้อนกลับเข้ามาอีกทำให้ผลการทดลองพบการปนเปื้อนค่อนข้างคงที ในชั่วโมงที่ 9 หรืออาจเป็นไปได้ว่าอัตราของการปนเปื้อน Faecal Streptococci มีความใกล้เคียงกับอัตราการลดลงของการปนเปื้อนโดยการล้างย่อยในช่วงการผลิต แต่อย่างไรก็ตามการล้างทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ให้หมดไปได้

รูปที่ 4.13 เครื่องหั่นไก่

รูปที่ 4.14 การล้างทำความสะอาดส่วนของตัวเครื่องหั่นไก่

รูปที่ 4.15 การแช่น้ำยาฆ่าเชื้อสายพานของเครื่องหั่นไก่

นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อน Faecal Streptococci ในขั้นตอนการหั่นที่บริเวณสายพานลำเลียงไก่เพื่อให้พนักงานหั่น โดยมีขั้นตอนการล้างทำความสะอาดหลังผลิตในกะที่แล้วดังนี้ ล้างสายพานด้วย QUORUM PINK ความเข็มข้นร้อยละ 2 ดังแสดงในรูปที่ 4.16 จากกนั้นจะถอดแกนหมุนด้านล่างสายพานออกมาขัดด้วยสบู่และแช่ด้วยคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm. เป็นเวลา 10 นาที ดังแสดงในรูปที่ 4.17 และ 4.18 ส่วนของสายพานจะฆ่าเชื้อโดยการสเปรย์ด้วย TEGO 51 ความเข็มข้นร้อยละ 1 ทิ้งไว้ 10 นาที นอกจากนี้ยังมีการล้างทำความสะอาดระหว่างวันในช่วงชั่วโมงที่ 4-5 แต่ไม่มีการถอดแกนหมุนออกมาแช่สารฆ่าเชื้อ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบการปนเปื้อนที่ด้านหน้าและขอบข้างของสายพานร้อยละ 4.00 คอแกนหมุนด้านล่างสายพานที่มีลักษณะกลวงร้อยละ 5.33 คอแกนหมุนตันร้อยละ 4.00 และ คอลูกปืนของเฟืองขับสายพานร้อยละ 2.66 โดยพบการปนเปื้อนตั้งแต่เวลาเริ่มต้นในทุกพื้นผิวเช่นเดียวกับอุปกรณ์อื่นพบมีปัญหาการปนเปื้อน คือที่บริเวณขอบของสายพานพบว่าเป็นพื้นผิวที่ไม่เรียบเสมอเป็นซิ้นเดียวกันทำให้จุลินทรีย์สามารถไปสะสมที่บริเวณดังกล่าวได้ สำหรับแกนหมุนถึงแม้จะมีการถอดออกมาล้างทำความสะอาดและแช่น้ำยาฆ่าเชื้อแล้วก็ยังพบปัญหาการปนเปื้อนเนื่องจากพนักงานมักละเลยการทำความสะอาดที่บริเวณคอของแกนหมุนซึ่งติดกับโครงสเตนเลสของสายพานทำให้การปนเปื้อนยังเกิดที่บริเวณดังกล่าวเช่นเดียวกับการพบการปนเปื้อนที่คอลูกปืนของเฟืองขับสายพาน

รูปที่ 4.16 การล้างทำความสะอาดสายพานลำเลียงไก่เพื่อให้พนักงานหั่น

รูปที่ 4.17 การถอดแกนหมุนสายพานลำเลียงไก่เพื่อให้พนักงานหั่น

รูปที่ 4.18 การแช่น้ำยาฆ่าเชื้อแกนหมุนของสายพาน

นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci จากพนักงานที่ปฏิบัติงานในขั้นตอนการหั่นทั้งหมดร้อยละ 2.66 ซึ่งมีโอกาสสัมผัสกับผลิตภัณฑ์โดยตรง และเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามจากพื้นผิวของอุปกรณ์ต่างๆไปยังผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งโดยปกติพนักงานจะมีการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่ถุงมือ ปลอกแขน และเอี๊ยมทุกครึ่งชั่วโมง ดังนั้นการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci จากพนักงานที่เกิดขึ้น อาจเกิดจากการปนเปื้อนมาจากพื้นผิวของอุปกรณ์ในขั้นตอนการหั่นซึ่งพบการปนเปื้อน Faecal Streptococci สูงโดยพนักงานไปสัมผัสบริเวณพื้นผิวที่เกิดการปนเปื้อนดังกล่าว

อย่างไรก็ตามการพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดในสิ่งแวดล้อมมีตำแหน่งที่แตกต่างกันออกไปซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณที่มีซอกมุมเยอะการล้างทำความสะอาดทำได้ยาก แต่ถ้าบริเวณใดพบเชื้อชนิดใดมาก อาจจะพบเชื้ออีกชนิดน้อยเนื่องจากจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีการแข่งขันกันเพื่อเจริญเติบโต เช่น บริเวณสายพานลำเลียงไก่จากเครื่องให้ความร้อนไปยังเครื่องแช่เย็นจะพบความชุกของ *E.coli* สูงกว่า Faecal Streptococci ส่วนบริเวณสายพานของเครื่องหั่นที่พบความชุกของ Faecal Streptococci สูง

4.5 การแก้ปัญหาการปนเปื้อนของ *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค

ตารางที่ 4.14 ปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ปัญหาการปนเปื้อน
1. การปนเปื้อนของ *E.coli* ในผลิตภัณฑ์หลังกระบวนการให้ความร้อน	- ผลิตภัณฑ์เกิดการปนเปื้อนจากขั้นตอนการแช่เย็นที่สายพานลำเลียงออกจากเครื่องให้ความร้อนไปยังเครื่องแช่เย็น โดยเริ่มต้น *E.coli* อาจมาจากพนักงานและสะสมอยู่ที่บริเวณดังกล่าว	- ปรับปรุงการล้างทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อสายพานโดยต้องมีการถอดล้างสายพานทุกวันหลังจากการผลิต - เน้นการทำความสะอาดพื้นผิวที่เป็นซอกมุม ได้แก่ แผ่นสุพรีลีนและคอแกนหมุนของสายพาน
2. การปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์หลังกระบวนการให้ความร้อน	- ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เกิดการปนเปื้อนจากขั้นตอนการหั่น บริเวณสายพานของเครื่องหั่น โดยเริ่มต้นอาจปนเปื้อนจากพนักงานเช่นเดียวกัน	- ปรับปรุงสายพานของเครื่องหั่นไม่ให้มีรอยแตกที่ผิวของสายพาน - ปรับปรุงให้การล้างทำความสะอาดสายพานบ่อยขึ้น เพื่อลดการสะสมของจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.14(ต่อ) ปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค

ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ปัญหาการปนเปื้อน
3. เกิดหยดน้ำจากการควบแน่นขึ้นที่บริเวณต่างๆ ซึ่งมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดสูง เช่น ผนังด้านนอกของเครื่องแช่เย็น และแช่เยือกแข็ง หยดน้ำด้านล่างของสายพานต่างๆ	- การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่หยดน้ำเนื่องจาก หยดน้ำจะรวมความสกปรกของพื้นผิวบริเวณนั้นๆ ที่หยดน้ำไหลผ่าน	- ควรมีการป้องกันการควบแน่นโดยเฉพาะบริเวณที่อาจจะหยดลงสู่ผลิตภัณฑ์โดยตรง เช่น มีอุปกรณ์กั้นหยดน้ำจากบริเวณที่อาจหยดลงสู่ผลิตภัณฑ์ - เพิ่มความถี่ในการทำความสะอาดบริเวณจุดที่มีการควบแน่น
4. การปนเปื้อนจุลินทรีย์จากพนักงาน	- การล้างมือที่ไม่ถูกวิธี - ขาดความรู้ ความเข้าในเรื่องสุขลักษณะส่วนบุคคล - ปนเปื้อนจากพื้นผิวของอุปกรณ์ต่างๆ	- มีการฝึกอบรมด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลอย่างสม่ำเสมอ - สร้างจิตสำนึก และตระหนักถึงความสำคัญของสุขลักษณะส่วนบุคคล และการล้างมืออย่างถูกวิธี ไม่ว่าจะเป็นพนักงานที่มีโอกาสสัมผัสกับผลิตภัณฑ์หรือไม่ก็ตาม - กำหนดทางเดินของพนักงานในส่วนต่างๆเพื่อลดปัญหาการปนเปื้อนจากพื้นผิวอื่นๆ โดยเฉพาะหลังจากการล้างมือ

นอกจากนี้บริเวณที่มักมีการละเลยในการทำความสะอาด ได้แก่ บริเวณของพื้นห้อง และผนังก็ส่งผลโดยตรงต่อการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ได้เนื่องจากสามารถเกิดการปนเปื้อนข้ามไปสู่ผลิตภัณฑ์ได้ เช่น จากพนักงาน หรือจากขั้นตอนการล้างที่ไม่ถูกวิธี ดังนั้นการป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตควรให้ความสำคัญกับการทำความสะอาดทุกบริเวณไม่ว่าจะเป็นบริเวณที่มีการสัมผัสกับอาหารหรือไม่ก็ตาม และควรมีลำดับขั้นตอนการล้างทำความสะอาดที่ถูกต้อง

โดยปกติโรงงานผลิตอาหารต่างๆในประเทศไทยมักจะมีผลของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายและสิ่งแวดล้อม ซึ่งหากพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายก็ต้อง ปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตในเวลานั้นๆ (Reject) และถ้าพบการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ก็ทำได้เพียงล้างทำความสะอาดบริเวณนั้นๆอย่างจริงจัง แล้วปัญหาการปนเปื้อนจากจุดดังกล่าวก็จะหมดไประยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นก็จะกลับมาปนเปื้อนใหม่ งานวิจัยนี้ได้หาความสัมพันธ์ของจุดปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์โดยดูความถี่ของการปนเปื้อน และความสัมพันธ์ต่อการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เพื่อแสดงให้พนักงานในโรงงานเห็นว่าบริเวณสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนคือบริเวณใด และมีสาเหตุเนื่องมาจากอะไร เพื่อให้พนักงานให้ความสำคัญกับบริเวณนั้นๆอย่างสม่ำเสมอ และเพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนกลับมาใหม่ ซึ่งจะเป็นระบบการควบคุมการปนเปื้อนอย่างมีประสิทธิภาพ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อนของโรงงาน (80 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที) เพียงพอต่อการทำลาย *E.coli* และ Faecal Streptococci โดยไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดในผลิตภัณฑ์หลังกระบวนการให้ความร้อนทันที แต่พบการปนเปื้อน *E.coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภคในขั้นตอนต่างๆหลังการให้ความร้อน ได้แก่ การแช่เย็น การหั่น และการบรรจุ โดยมีร้อยละของความชุก *E.coli* เท่ากับ 2.66 1.33 และ 0.00 ตามลำดับ และพบร้อยละของความชุกของ Faecal Streptococci เท่ากับร้อยละ 2.66 9.33 และ 1.33 ตามลำดับ

2. พบการปนเปื้อน *E.coli* และ Faecal Streptococci จากสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิตที่พื้นผิวสัมผัสต่างๆในแต่ละขั้นตอน โดยพบว่ามีร้อยละของความชุกของการปนเปื้อน *E.coli* ที่สิ่งแวดล้อมในขั้นตอนหลังการให้ความร้อนทันที ขั้นตอนแช่เย็น ขั้นตอนการหั่น และขั้นตอนบรรจุหลังผ่านการแช่เยือกแข็ง เท่ากับร้อยละ 0.66 5.44 1.18 และ 1.11 ตามลำดับ สำหรับร้อยละของความชุกรวมของการปนเปื้อน Faecal Streptococci ที่พื้นผิวของสิ่งแวดล้อมแต่ละขั้นตอนเท่ากับร้อยละ 1.13 2.93 4.36 และ 3.55 ตามลำดับ และพบการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ที่อากาศในสายการผลิตที่บริเวณหน้าเครื่องให้ความร้อน หน้าเครื่องแช่เย็น กลางห้องหั่น และห้องบรรจุ คิดเป็นความชุกร้อยละเท่ากับ 14.66 6.66 2.66 และ 12.00 ตามลำดับ

3. การปนเปื้อนของ *E.coli* ในผลิตภัณฑ์ มีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนที่สิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการแช่เย็น โดยพบการปนเปื้อนสูงที่บริเวณสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์จากเครื่องให้ความร้อนไปยังเครื่องแช่เย็น และพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ที่แผ่นสุพรีลีนของสายพานดังกล่าวที่เวลา 7.00 น. และมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ($p \leq 0.01$) ที่แผ่นสุพรีลีนเวลา10.00 น. โดยมีค่า Pearson's coefficient เท่ากับ 0.935 และ 1.00 ตามลำดับ สำหรับการปนเปื้อนของ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์พบว่ามีความสัมพันธ์กับพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการหั่น โดยพบความชุกของการปนเปื้อนสูงที่บริเวณสายพานของเครื่องหั่น เท่ากับร้อยละ 29.33

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การกำหนดพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมในการประเมินการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตอาหารแต่ละชนิด จำเป็นต้องอาศัยผู้ปฏิบัติงาน ณ ตำแหน่งหน้างานนั้นๆ ซึ่งได้แก่ พนักงานที่มีหน้าที่ล้างทำความสะอาดในสายการผลิต วิศวกรและพนักงานควบคุมเครื่องจักรต่างๆ เป็นต้น ซึ่งมีความใกล้ใกล้ชิดกับอุปกรณ์และเครื่องจักรนั้นๆเป็นอย่างดี เพื่อช่วยในการกำหนดพื้นผิวของสิ่งแวดล้อมที่มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์อย่างแท้จริงในกระบวนการผลิตอาหารนั้นๆ

2. กระบวนการผลิตอาหารแต่ละชนิดมีปัญหาของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์แตกต่างกัน งานวิจัยนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ นอกเหนือจาก *E.coli* และ Faecal Streptococci ในกระบวนการผลิตเนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค แต่ไม่สามารถนำมาระบุแหล่งของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และกระบวนการผลิตอาหารประเภทอื่นๆได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกษตรและสหกรณ์, กระทรวง. กรมปศุสัตว์. 2544. กำหนดมาตรฐานสำหรับสินค้าปศุสัตว์ [Online]. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/qccontrol/law/law-meat-1.pdf. [20 สิงหาคม 2550]

สุวิมล กีรติพิบูล. 2545. ระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 87-94

.

ภาษาอังกฤษ

A.O.A.C. 1995. Office methods of analysis. The Association of Official Analytical Chemists. Washington DC : Association of official Analytical.

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.

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. 8th ed. Baltimore: The William & Wilkins 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. 2nd ed. New York: Marcel Dekker.

Doyle, M.P. and Schoen, J.L. 1984. Survival and growth characteristics of *Escherichia coli* associated with hemorrhagic colitis. Appiled and Environmental Microbiology. 48: 855-856.

Eley, A.R. 1996. Microbial Food Poisoning. 2nd 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.

Gelinas, P., Goulet, J., Tastayre G.M. and Picard G.A. 1984. Effect of temperature and contect 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. 2nd ed. Connecticut: The AVI Publishing Company.

Gyles, C.L. 1994. *Escherichia coli* in domestic animals and humans. Guildford: Biddles.

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. 9th 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.

ICMSF. 2002. Microorganisms in Foods 7: Microbiological Testing in Food Safety management. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

James, C., James, S. J., Hannay, N., Purnell, G., Barbedo-Pinto, C., Yaman, H., Araujo, M., Gonzalez, M. L., Calvo, J., Howell, M. and Corry, J. E. L. 2007. Decontamination of poultry carcasses using steam or hot water in combination with rapid cooling, chilling or freezing of carcass surfaces. Journal of Food Microbiology. 114: 195-203.

Knox, W.E., Stumpf, P.K. Green, D.E. and Auerbach, U.H. 1948. The inhibition of sulfhydral 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.

Lelieveld, H. L. M., Mostert, M. A., Holah, J. and White, B. 2003. Hygiene in Food Processing. Cambridge. Woodhead Publishing Limited. pp. 288-293.

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.

Odlaug, 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 Microbiological Hungarica. 24: 221-236.

Ray, B. 2001. Fundamental Food Microbiology. 2nd ed. New York: CRC Press.

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.

Scott, E. and Bloomfield, S. 1990. The survival and transfer of microbial contamination via cloths, hand and utensils. Journal Application Bacterial. Vol. 68, 271-277.

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 arthritidies. Journal of Food Safety. 13: 209-236.

Temelli, S., Anar, S., Sen, C. and Akyuva, P. 2006. Determination of microbiological contamination sources during Turkish white cheese production. Journal of Food Control. 17:856-861.

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.

Tompkin, R. B., Scott, V. N., Bernard, D. T., Sveum, W. H. and Gombas, K. S. 1999. Guidelines to prevent post-processing contamination from *Listeria monocytogenes*. Dairy Food Environ. Sanit. 19:551-562.

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.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

มาตรฐานด้านจุลชีวิทยา

1. มาตรฐานด้านจุลชีวิทยาของวัตถุดิบเนื้อไก่ (กรมปศุสัตว์)

No.	Item	Standard	Frequency
1	Total viable count (TVC)	≤ 500,000 (cfu/g)	Product 1 Item per Production Date
2	Coliform	≤ 5,000 (cfu/g)	-
3	*E.coli*	ไม่กำหนด	
4	*Staphylococcus aureus.*	≤ 100 (cfu/g)	
5	*Faecal Streptococcus.*	≤ 1,000 (cfu/g)	-
6	*Salmonella* spp.	Not Detect (in 25 g.)	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มาตรฐานด้านจุลชีวิทยาของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ปรุงสุกพร้อมบริโภค (กรมปศุสัตว์)

No.	Item	Standard	Frequency
1	Total viable count (TVC)	≤ 100,000 (cfu/g)	Product 1 Item per Production Date
2	Coliform	≤ 500 (cfu/g)	
3	*E.coli*	Not Detect (in 0.1 g.)	
4	*Staphylococcus aureus*	Not Detect (in 0.1 g.)	
5	Faecal Streptococcus	Not Detect (in 0.1 g.)	
6	*Salmonella* spp.	Not Detect (in 25 g.)	
7	Yeasts & Molds	≤ 100 (cfu/g)	
8	*Clostridium perfringens*	Not Detect (in 0.2 g.)	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. มาตรฐานด้านจุลชีวิทยาของน้ำและน้ำแข็ง (กรมปศุสัตว์)

No.	Item	Standard	Frequency
1	Total viable count	$\leq$ 10 cfu/ml	Weekly
2	MPN Coliform	$\leq$ 1 org / 100 ml.	
3	MPN Feacal Coliform	$\leq$ 1 org / 100 ml.	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การตรวจวิเคราะห์ *E. coli* และ Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์

1. เครื่องมือที่ใช้

1.1 วัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย

1.1.1 หลอดทดลองขนาดกลาง

1.1.2 บีกเกอร์

1.1.3 กระบอกวัดปริมาตร

1.1.4 แท่งแก้วงอ

1.1.5 ห่วงสำหรับเขี่ยเชื้อ

1.1.6 ตะเกียงแอลกอฮอล์

1.1.7 ปิเปต ขนาด 1 ml

1.1.8 ลูกยางสำหรับดูด

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* Coliforms Count plate (3 M Petrifilm™)

1.3 เครื่องมือ

3.1 ตู้บ่มเชื้อ Incubator รุ่น BINDER

3.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

3.3 เครื่องชั่ง (2 ตำแหน่ง)

3.4 เครื่องหมุนเหวี่ยง Vortex

3.5 ตู้อบไมโครเวฟ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การตรวจเชื้อ

มีการสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อไก่ปรุงสุกแช่เยือกแข็งหลังจากผ่านกระบวนการบรรจุ โดยสุ่มเก็บปริมาณ 5 กิโลกรัม จากนั้นชั่ง 25 กรัมเพื่อตรวจเชื้อ

2.1 ตรวจวิเคราะห์ *E. coli*

2.1.1 ชั่งอาหาร 25 กรัม ลงในถุงสำหรับตบอาหาร เติม 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 โดยให้ด้านเรียบสัมผัสแผ่นฟิล์มแผ่นบนให้ส่วนวงกลมครอบบริเวณที่หยดตัวอย่าง 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±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง สำหรับ *E.coli* นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง โดยวางแผ่นให้ด้านใสหงายขึ้น

2.2 การตรวจวิเคราะห์ Faecal Streptococci

2.2.1 ชั่งอาหาร 25 กรัม ลงในถุงสำหรับตบอาหาร เติม NSS 225 มิลลิลิตร

2.2.2 ทำการเจือจางด้วย NSS ให้ได้ความเข้มข้น 1 ต่อ 10 ถึง 1 ต่อ 100

2.2.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่างลงใน Slanetz Barthley media โดยทำ Duplicate plate จากนั้น Spread plate โดยใช้แท่งแก้วงอเกลี่ยให้ทั่ว

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

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การตรวจวิเคราะห์เชื้อจากพื้นผิวสัมผัสโดยวิธี Swab (AOAC, 1995)

1. เครื่องมือสำหรับการตรวจเชื้อในกระบวนการผลิต

1.1 วัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย

- 1.1.1 หลอดทดลองขนาดกลาง
- 1.1.2 บีกเกอร์
- 1.1.3 กระบอกวัดปริมาตร
- 1.1.4 แท่งแก้วงอ
- 1.1.5 ลูปสำหรับเขี่ยเชื้อ
- 1.1.6 ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 1.1.7 ปิเปต 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 Petrifilfilm^{TM})

1.3 เครื่องมือ

- 1.3.1 ตู้บ่มเชื้อ Incubator รุ่น BINDER
- 1.3.2 ตู้เขี่ยเชื้อ
- 1.3.3 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ
- 1.3.4 เครื่องชั่ง (2 ตำแหน่ง)
- 1.3.5 เครื่องหมุนเหวี่ยง Vortex
- 1.3.6 ตู้อบไมโครเวฟ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การตรวจเชื้อ

2.1 ตรวจวิเคราะห์ *E. coli*

2.1.1 เก็บตัวอย่างจากพื้นผิวสัมผัสโดยวิธี swab พื้นที่ประมาณ 100 cm^2 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 โดยให้ด้านเรียบสัมผัสแผ่นฟิล์มแผ่นบนให้ส่วนวงกลมครอบบริเวณที่หยดตัวอย่าง ใช้นิ้วชี้ค่อย ๆ กดตรงกลางแผ่น ใช้ Plastic spreader เกลี่ยจนตัวอย่างกระจายเป็นวงกลม

2.2.6 ยกแผ่น Plastic spreader ขึ้น รอ 2-3 นาที เพื่อให้เนื้อเจลแข็งตัว

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

2.2 การตรวจวิเคราะห์ Faecal Streptococci

2.2.1 เก็บตัวอย่างจากพื้นผิวสัมผัสโดยวิธี swab พื้นที่ประมาณ 100 cm^2 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 โดยใช้แท่งแก้วงอเกลี่ยให้ทั่ว

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

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการประเมินค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS

1. ความแตกต่างของการปนเปื้อน *E.coli* ในผลิตภัณฑ์แต่ละขั้นตอน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: E.COLI

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	24.396[a]	3	8.132	1.467	.261
Intercept	19.960	1	19.960	3.600	.076
STEP	24.396	3	8.132	1.467	.261
Error	88.711	16	5.544		
Total	133.067	20			
Corrected Total	113.107	19			

a. R Squared = .216 (Adjusted R Squared = .069)

E.COLI

Duncan[a,b]

STEP	N	Subset 1
1.00	5	.0000
4.00	5	.0000
3.00	5	1.3320
2.00	5	2.6640
Sig.		.118

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 5.544.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

b. Alpha = .05.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ความแตกต่างของการปนเปื้อน Faecal Streptococci ในผลิตภัณฑ์แต่ละขั้นตอน

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FAECAL

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	257.622[a]	3	85.874	4.295	.021
Intercept	221.978	1	221.978	11.104	.004
STEP	257.622	3	85.874	4.295	.021
Error	319.867	16	19.992		
Total	799.467	20			
Corrected Total	577.489	19			

a. R Squared = .446 (Adjusted R Squared = .342)

FAECAL

Duncan[a,b]

STEP	N	Subset 1	Subset 2
1.00	5	.0000	
4.00	5	1.3320	
2.00	5	2.6640	
3.00	5		9.3300
Sig.		.386	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type III Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 19.992.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

b. Alpha = .05.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ความสัมพันธ์ของการปนเปื้อน *E.coli* ในผลิตภัณฑ์ และแผ่นสุพรีลีนที่เวลา 7.00 น. 10 .00 น. และ 16.00 น.

Correlations

		ผลิตภัณฑ	หนึ่ง	สาม	เก้า
ผลิตภัณฑ	Pearson Correlation	1	.935*	1.000**	.612
	Sig. (2-tailed)	.	.020	.	.272
	N	5	5	5	5
หนึ่ง	Pearson Correlation	.935*	1	.935*	.732
	Sig. (2-tailed)	.020	.	.020	.160
	N	5	5	5	5
สาม	Pearson Correlation	1.000**	.935*	1	.612
	Sig. (2-tailed)	.	.020	.	.272
	N	5	5	5	5
เก้า	Pearson Correlation	.612	.732	.612	1
	Sig. (2-tailed)	.272	.160	.272	.
	N	5	5	5	5

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

สารเคมีที่ใช้ทำความสะอาด และฆ่าเชื้อ

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

องค์ประกอบ

Linear alkylbenzene sulfonate sodium salt 10.0% w/w

Propylene glycol n- proplyether 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. คลอรีนความเข้มข้น 100 ppm

การเตรียม

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

3. TOPAX 56

เป็นสารทำความสะอาดที่มีฤทธิ์เป็นกรด ประกอบไปด้วยกรด phosphoric และ สารยับยั้งจุลินทรีย์ ใช้ในการทำความสะอาดคราบสกปรกที่เป็นสารประกอบอนินทรีย์, คราบตะกรัน และ grease

4. Tego 51

เป็นสารทำความสะอาดที่ประกอบไปด้วย Dodecyl-diaminoethylglycines และ Tetradecyl-diaminoethylglycines

5. QUAT (TOPAX 91-66)

เป็นสารฆ่าเชื้อที่ประกอบไปด้วย ALKYL DIMETHYL BENZYL AMMONIUM CHLORIDE 16.2% w/w

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวธัญญาพร อู่ไพจิตร เกิดวันที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2525 จังหวัดลำปาง จบการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาจุลชีววิทยา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิตที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ปีการศึกษา 2548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย