

ประสิทธิภาพการล้างมือขณะใส่ถุงมือในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง Effectiveness of Hand Washing While Wearing Gloves in Frozen Food Plant

มงคล เพ็ญสายใจ^{1*} อีรธร วสุรัตน์¹ และ รณกร ทองเฉลิม¹

Mongkol Phensajai¹ Teeratom Vasuratand¹ and Ronakorn Thongchalorn¹

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

¹Department of Biology, School of Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

วันที่ส่งบทความ : 28 พฤษภาคม 2565 วันที่แก้ไขบทความ : 11 สิงหาคม 2565 วันที่ตอบรับบทความ : 6 มิถุนายน 2566

Received: 28 May 2022, Revised: 11 August 2022, Accepted: 6 June 2023

บทคัดย่อ

ศึกษาประสิทธิภาพของการล้างมือขณะใส่ถุงมือของพนักงานในโรงงานอาหารแช่แข็งแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร โดยเก็บตัวอย่างด้วยวิธี swab และประเมินความเสี่ยงของการปนเปื้อนในระหว่างกระบวนการผลิตให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จากการตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างของพนักงาน 39 คน ก่อนการล้างถุงมือ พบ *Escherichia coli* ใน 1 ตัวอย่าง พบ *Salmonella* spp. ใน 2 ตัวอย่าง และ พบ *Staphylococcus aureus* ใน 3 ตัวอย่าง แต่ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างหลังการล้างถุงมือ จากการตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างก่อนและหลังการล้างถุงมือโดยวิธี Total plate count พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างก่อนและหลังการล้างถุงมือเท่ากับ 4.23 และ 2.17 log CFU/25 cm² ตามลำดับ การลดลงของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ภายหลังการล้างถุงมือคิดเป็นร้อยละ 94.11 จากผลการศึกษานี้ พบว่าภายหลังการล้างถุงมือนักวิจัยที่ทดสอบมีความเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ในระหว่างกระบวนการผลิตต่ำและผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

คำสำคัญ : การล้างมือ *Escherichia coli* *Salmonella* spp. *Staphylococcus aureus*

Abstract

The effectiveness of hand washing while wearing gloves of workers in a frozen food processing plant in Samut Sakhon province was investigated by collecting samples using a swab method and assessing a risk of contamination during a production process in order to meet the standards of the Department of Medical Sciences. By examination of microbial

*ที่อยู่ติดต่อ E-mail address: mongkol@kmitl.ac.th

contamination in samples from 39 workers before glove washing, the results showed that *Escherichia coli* was found in one sample, *Salmonella* spp. was found in two samples and *Staphylococcus aureus* was found in three samples, but no microbial contamination was found in all samples after glove washing. The total number of microbial colonies in samples before and after glove washing was determined by total plate count method. The results showed that the average number of colonies in samples before and after glove washing were 4.23 and 2.17 log CFU/25cm², respectively. The mean percentage reduction of colony number after glove washing was 94.11. From these results, all test samples showed a low risk of microbial contamination after glove washing and passed the standards of the Department of Medical Sciences.

Keywords: Hand washing, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*

1. บทนำ

สุขอนามัยที่ดีของพนักงานมีความสำคัญในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร และเป็นส่วนหนึ่งของระบบวิเคราะห์อันตรายและการควบคุมจุดวิกฤต (Hazard Analysis and Critical Control Point: HACCP) ที่ควบคุมให้พนักงานสวมถุงมือล้างมือก่อนปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและพนักงาน โดยแบคทีเรียก่อโรคอาจพบอยู่บนถุงมือของผู้ปฏิบัติงานในไลน์การผลิตอาหาร ตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์เรื่องเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร จำนวนจุลินทรีย์ของมือผู้สัมผัสอาหารต้องน้อยกว่า 500 CFU/25 cm² และต้องไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ *Escherichia coli* (*E.coli*) หรือ Fecal coliform ซึ่งเป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ รวมทั้งต้องไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*) อีกด้วย [1]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการประเมินประสิทธิภาพการล้างมือขณะสวมถุงมือของพนักงานโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็งก่อนปฏิบัติงาน และควบคุมถุงมือผู้สัมผัสอาหารให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยที่โรงงานจะอาศัยความประณีตของแรงงานในการตัดแต่งสัตว์น้ำ ก่อนนำไปผ่านกระบวนการแช่แข็ง เพื่อคงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาสัตว์น้ำต่อไป

แหล่งของแบคทีเรียก่อโรคอาจมาจากการสัมผัสอาหารได้ในทุกขั้นตอนของการเตรียมอาหาร เช่น การเก็บเกี่ยว การฆ่า การแปรรูป การจัดการ และการเก็บรักษา [2] ในเกณฑ์เบื้องต้น ผู้ผลิตอาหารจำเป็นต้องสวมถุงมือในการสัมผัสอาหารและผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อให้ถูกหลักสุขาภิบาลอาหาร โดยถุงมือที่ใช้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความเป็นไปได้ของการปนเปื้อนข้ามจากอาหารสู่อาหาร และเพื่อขจัดความเป็นไปได้ของการแพร่กระจายของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจากมือมนุษย์สู่อาหาร ปัญหาของการใช้ถุงมือตัวอย่างเช่น เมื่อถุงมือสัมผัสกับแบคทีเรียก่อโรค แบคทีเรียจะเกาะกับถุงมือและแบคทีเรียยังสามารถก่อตัวกันเป็นแผ่นฟิล์มของเชื้อจุลินทรีย์ (Biofilm) บนพื้นผิว [3] เชื้อที่พบบนถุงมือสะสมอยู่ในรูปฟิล์มมีลักษณะเป็นเมือกเหนียว พบบริเวณพื้นผิวของภาชนะ เครื่องจักรและอุปกรณ์แปรรูปอาหาร มีความต้านทานต่อสารฆ่าเชื้อได้ดี (Sanitizer) และล้างทำความสะอาดได้ยาก มักทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ใน

อุตสาหกรรมอาหาร การล้างมือให้ถูกสุขอนามัยและเหมาะสมประกอบด้วย การล้างมือทางกายภาพ เช่น การแปรง การขัดถู และการใช้สารเคมี เช่น น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีแอลกอฮอล์ น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีคลอรีน และสารละลายที่มีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นพื้นฐาน แต่แบคทีเรียบางชนิดจะมีสารโพลีเมอร์นอกเซลล์ ซึ่งป้องกันแบคทีเรียจากแรงทางกายภาพภายนอกและการทำลายโดยสารเคมี [4] องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้มีการรณรงค์โครงการความปลอดภัยของผู้ป่วย ให้มีการปฏิบัติตามสุขอนามัยการล้างมืออย่างเคร่งครัดจะช่วยลดการแพร่กระจายของการติดเชื้อ การดูแลความสะอาดคือการดูแลที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น เพื่อป้องกันการติดเชื้อด้วยสุขอนามัยของถุงมือ [5]

E. coli จัดเป็นจุลินทรีย์ประจำถิ่นของมนุษย์ เป็นแบคทีเรียที่อาศัยในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่นและพบปนเปื้อนมากับอุจจาระ (Fecal Coliform Bacteria) จึงนิยมใช้เป็นจุลินทรีย์ดัชนี หรือ บ่งชี้สุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ประกอบการและการปนเปื้อนอุจจาระ มีบางชนิดที่ก่อโรค เช่น *E. coli* O157:H7 เป็นเชื้อก่อโรคในอาหารที่ทำให้เกิดโรคร้ายแรงในมนุษย์ ส่วนใหญ่พบในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์และเนื้อสัตว์ และในอาหารอื่น ๆ เช่น ซีส ผักกาดหอม และผลิตภัณฑ์ผลไม้ [6] *Salmonella* ที่ปนเปื้อนในอาหารจะทำให้เกิดโรค Salmonellosis ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากการติดเชื้อ (Infection) ในระบบทางเดินอาหาร สามารถพบ *Salmonella* ในไข่ และอาหารแช่แข็ง [7] *S. aureus* ที่ปนเปื้อนในอาหารจะทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ ก่อให้เกิดโรคร้ายไข้เจ็บต่อคนและสัตว์ จะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน และปวดท้อง สามารถพบ *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์จากไข่ ผลิตภัณฑ์นม สลัด และผลิตภัณฑ์จากข้าว [8]

2. วิธีการทดลอง

ทำการสุ่มพนักงานจากแผนกต่าง ๆ ดังนี้ คือ แผนกชำแหละ แผนกคัตไสส์ (Contact) แผนก Packing และแผนกกึ่งต้ม จำนวน 39 คน จากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่มีพนักงานปฏิบัติงาน 300 คน ต่อวัน เพื่อประเมินประสิทธิภาพก่อนและหลังการล้างมือขณะสวมถุงมือ ระหว่างวันที่ 13 ตุลาคม - 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564

2.1 การเก็บตัวอย่างก่อนล้างมือ

ทำการเก็บตัวอย่างโดยวิธี Swab พื้นที่ 25 ตารางเซนติเมตร (กว้างxยาว) (5x5 ซม.) บริเวณฝ่าถุงมือก่อนล้างมือ ดังรูปที่ 1 โดยทำการเก็บตัวอย่างถุงมือซ้ายลงหลอด Butterfield's Phosphate Buffer (BPB) และเก็บตัวอย่างบริเวณฝ่าถุงมือขวาลงหลอด Lactose Broth (LB)

2.2 การเก็บตัวอย่างหลังล้างมือ

หลังจากพนักงานล้างมือตามมาตรฐาน 7 ขั้นตอน ตามหลักปฏิบัติของกระทรวงสาธารณสุข [1] และนำถุงมือจุ่มลงในอ่างคลอรีน 50 ppm ความลึก 30 เซนติเมตร เป็นเวลา 10 วินาที ทำการเก็บตัวอย่างโดยวิธี Swab ถุงมือซ้ายลงหลอด BPB และถุงมือขวาลงหลอด LB ตามวิธีการหัวข้อ 2.1



รูปที่ 1. การสวอบ (swab) บริเวณบนฝ่ามือ ขนาด 25 ตารางเซนติเมตร (กว้างxยาว; 5x5 ซม.)

2.3 การตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์บริเวณอุ้งมือ

2.3.1 การตรวจหาเชื้อ *Escherichia coli*

นำตัวอย่าง BPB จากตัวอย่าง 2.1 และ 2.2 แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที ทำการผสมให้เข้ากัน ปิเปตลงหลอด Lauryl Tryptose Broth (LST) ที่ระดับการเจือจางต่าง ๆ ในการทดสอบเบื้องต้น (Presumptive Test) เขย่าให้เข้ากัน ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เลือกหลอดที่เกิดแก๊ส ถ่ายเชื้อจาก LST ลงหลอดอาหาร *Escherichia coli* (EC) แล้วไปบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกผล Fecal Coliform จากตรวจยืนยันเพื่อตรวจหาฟีคัลโคลิฟอร์ม (Confirmed Test) ในหน่วย Most Probable Number/mL (MPN/mL) จากนั้นทำการทดสอบเพื่อตรวจหา *E. coli* (Completed Test) โดยคัดเลือกหลอดที่เกิดแก๊สจากหลอดอาหาร EC ถ่ายเชื้อลงบนผิวหน้าอาหาร Levine's Eosin-Methylene Blue Agar (L-EMB) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เลือกโคโลนีสีม่วงหรือดำนำมาขีด (Streak) บน Nutrient Agar (NA) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ *E. coli* โดยถ่ายเชื้อจาก L-EMB ลง Tryptone Broth บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการหยด Kovac's Reagent จำนวน 1-2 หยด ผลทดสอบเป็นบวก จะเกิดวงแหวนสีชมพูหรือม่วง เชื้อ *E. coli* ให้ผลทั้งบวกและลบ

ทำ Voges Proskauer (VP) Test โดยถ่ายเชื้อจาก L-EMB ลง Methyl Red - Voges-Proskauer Medium (MR-VP) ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ถ่ายเชื้อมา 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดเปล่าที่ฆ่าเชื้อแล้วเติม Alpha-naphthol 0.6 มิลลิลิตร สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้นร้อยละ 40 ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เขย่าแล้วเติมผงครีเอทีน (Creatine) เล็กน้อย แล้วเขย่าอ่านผลภายใน 2 ชั่วโมง หากผลเป็นลบ อาหารจะไม่มีเปลี่ยนแปลง หากผลเป็นบวก อาหารจะมีสีชมพูแดง เชื้อ *E. coli* จะให้ผลทดสอบเป็นผลลบ จากนั้นนำเชื้อจาก MR-VP ไปบ่มต่อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หยด Methyl red 5 หยด อ่านผล ผลลบจะให้สีเหลือง ผลบวกจะให้สีแดง เชื้อ *E. coli* จะให้ผลทดสอบเป็นผลบวก

ถ่ายเชื้อจาก L-EMB ลงอาหาร Koser's Citrate Broth บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ผลบวจะมีหลอดอาหารใส ผลลบจะมีหลอดอาหารขุ่น เชื้อ *E. coli* จะให้ผลทดสอบเป็นผลลบ [9]

2.3.2 การตรวจหาเชื้อ *Salmonella* spp.

นำหลอด LB จากตัวอย่าง 2.1 และ 2.2 มาบ่มในตู้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการคัดเลือกหลอดที่มีความขุ่น โดยถ่ายเชื้อ 1 มิลลิลิตร ลงใน Tetrathionate Broth (TT) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทำการคัดเลือกหลอด LB ที่มีความขุ่นแล้วถ่ายเชื้อ 0.1 มิลลิลิตร ลงใน Rappaport Vassiliadis Broth (RV) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ทำการแยกเชื้อโดยวิธี Cross Streak เชื้อจากหลอด TT และ RV ลงบนผิวหน้าอาหาร Bismuth sulfite agar (BS) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แยกเชื้อโดยวิธีขีดเชื้อแบบตัดกัน (cross streak) เชื้อจากหลอด TT และ RV ลงบนผิวหน้าอาหาร Hektoen Enteric Agar (HE) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้ว streak เชื้อจากหลอด TT และ RV ลงบนผิวหน้าอาหาร Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLD) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์โคโลนี *Salmonella* spp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด

HE: โคโลนีสีเขียวแกมน้ำเงินถึงน้ำเงิน หรือสีดำขนาดใหญ่ตรงกลางหรือเกือบทั้งโคโลนี

BS: โคโลนีสีน้ำตาล เทาหรือดำ อาจมี เงามโลหะรอบโคโลนีสีดำ

XLD: โคโลนีสีชมพู อาจมีหรือไม่มีจุดดำตรงกลาง

เลือก 2 โคโลนีจาก HE, BS และ XLD มาทดสอบทางชีวเคมี โดยทำการถ่ายเชื้อลงอาหาร Triple Sugar Iron Agar Slant (TSI), Lysine Iron Agar Slant (LIA), Urea Broth, Tryptone Broth, MacConkey Agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ผลทางชีวเคมี

TSI: *Salmonella* spp. จะให้ผล (A/A)

LIA: *Salmonella* spp. จะให้ผล (K/K)

Urea Broth: หากอาหารไม่เปลี่ยนเป็นสีชมพู ให้ผลเป็นลบ เชื้อ *Salmonella* ให้ผลเป็นลบ

Tryptone Broth: หยด Koser's reagent 2 หยด แล้วไม่เกิดการเปลี่ยนสี เชื้อ *Salmonella* จะให้ผลทดสอบเป็นผลลบ

MacConkey: โคโลนี *Salmonella* กลมใส ไม่มีสี อาหารเลี้ยงเชื้อคงมีสีแดง [10]

2.3.3 การตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus*

นำตัวอย่าง BPB จากตัวอย่าง 2.1 และ 2.2 แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที ทำการผสมให้เข้ากันปิเปตลงหลอด Trypticase Soy Broth (TSB) ที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำเชื้อจากหลอดที่ขุ่น Spread ลงบนผิวหน้าอาหาร Baird Parker Agar (BPA) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เลือกโคโลนีที่มีลักษณะกลมมน ขอบเรียบ ขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร มีสีเทาถึงดำ มีวงซุนและ Clear Zone รอบโคโลนี ถ่ายเชื้อลงในอาหาร Brain Heart Infusion Broth (BHI) 1 ลูกปและ Trypticase Soy Agar Slant (TSA slant) โดยใช้ BHI 1 หลอดต่อ 1 โคโลนี บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้น ปิเปิดเชื้อที่เจริญใน BHI 0.3 มิลลิตร ใส่หลอดเปล่าที่ฆ่าเชื้อแล้ว เติมโคแอกกูเลสพลาสมา (Coagulase Plasma) จำนวน 0.5 มิลลิตร ผสมกันโดยหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดฟอง บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง อ่านผลโดยพิจารณาการจับตัวกันเป็นก้อน โดยส่วนใหญ่ *S. aureus* ผลิตเอนไซม์โคแอกกูเลส (Coagulase) จะให้ผลทดสอบเป็นบวกหรือเกิดการแข็งตัวของพลาสมา (Plasma) [11]

2.3.4 การตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด

นำตัวอย่าง BPB จาก 2.1 และ 2.2 ที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ เขย่าให้เข้ากัน นำเพลทที่ฆ่าเชื้อแล้ว 2 เพลท ปิเปิดตัวอย่างจาก BPB ลงเพลท 1 มิลลิตร แล้วทำการ Pour plate ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ทำการบ่มตัวอย่างที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการนับโคโลนีบนอาหาร PCA โดยใช้หน่วยเป็น CFU/25 cm² เนื่องจากทำการเก็บตัวอย่างบริเวณฝ่าถุงมือที่มีขนาด 25 ตารางเซนติเมตร (กว้างxยาว; 5x5 ซม.) [12]

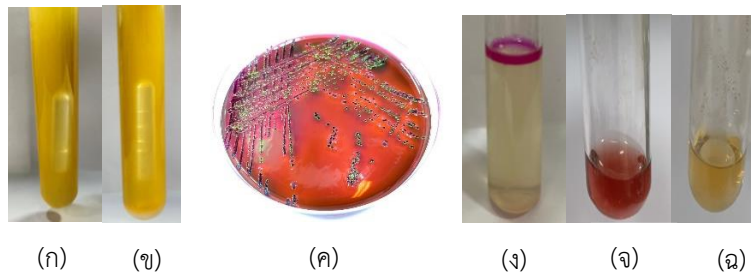
3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 การตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* จากถุงมือของพนักงานก่อนและหลังการล้างมือ

ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* จากถุงมือพนักงานก่อนและหลังการล้างมือโดยทำ Confirmed Test ซึ่งเป็นการหา Fecal Coliform ในอาหาร EC และทำ Completed Test ซึ่งเป็นการหา *E. coli* ในอาหาร L-EMB และอาหารอื่นเพื่อทดสอบทางชีวเคมี แสดงดังรูปที่ 2 จากการเก็บตัวอย่างการล้างมือพนักงาน การตรวจหา Confirmed Coliform Test ก่อนล้างมือ ได้ผล MPN ดังนี้ <3.0 MPN/mL จำนวน 38 ตัวอย่าง แต่มี 1 ตัวอย่างที่ >3.0 MPN/mL คือลำดับที่ 27 รหัส GZ25030 ที่มีค่า 9.2 MPN/mL ต่อมาทำการทดสอบ Completed Test ก่อนล้างมือ พบเชื้อ *E. coli* 1 ตัวอย่าง หลังล้างมือ พบว่า Confirmed Test ทั้ง 39 ตัวอย่าง ได้ค่า MPN <3.0 MPN/mL และผลการทดสอบ Completed Test ไม่พบเชื้อ *E. coli* โดยงานวิจัยของ Gill และคณะ [13] ได้ทำการทดลองการล้างมือพนักงานในโรงงานเนื้อ เพื่อตรวจหาจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนทั้งหมด (Total Aerobes), Coliforms และ *E. coli* โดยทำการล้างด้วยเจลต้านแบคทีเรีย และล้างในน้ำยาฆ่าเชื้อเป็นเวลา 20 วินาที ทำการเก็บตัวอย่างก่อนเข้าทำงานและหลังเข้าทำงาน ผลการทดลองพบว่าการล้างมือจะช่วยลดปริมาณแบคทีเรียแต่ไม่สามารถลดได้หมด อีกทั้งงานวิจัยของ De Aceituno และคณะ [14] พบว่ามือของคนงานในฟาร์มมะเขือเทศมีเชื้อโคลิฟอร์ม จำนวน 3.4 log CFU/มือ และมีเชื้อ *Enterococcus* spp. 5.3 log CFU/มือ เมื่อล้างด้วยสบู่ เชื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าสบู่มีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อโคลิฟอร์ม และเชื้อ *Enterococcus* spp.

Karibasappa และ คณะ [15] รายงานว่า ห้องน้ำเป็นแหล่งพบเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด โดยสามารถแยกเชื้อ *Streptococcus mutans*, *S. aureus*, *Pseudomonas*, *Lactobacillus*, *Klebsiella*, *Candida* spp. และ *E. coli* จากแปรงสีฟันในห้องน้ำ อีกทั้งห้องน้ำอาจมีเชื้อโรคต่าง ๆ รวมทั้ง *E. coli* พนักงานทุก

คนไม่ควรเก็บอุปกรณ์การทำงานไว้ในเสื้อผ้าหรือนำอุปกรณ์การทำงานเข้าห้องน้ำรวมทั้งสวมรองเท้าบูท เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย



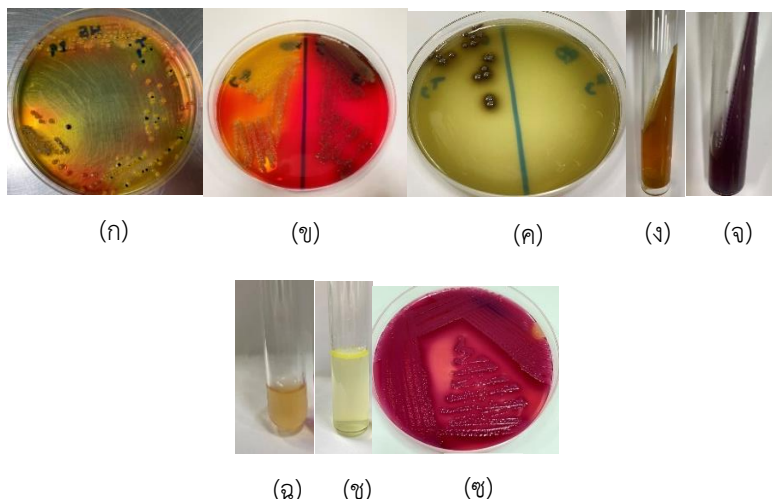
รูปที่ 2. การเจริญของ *E. coli* ในอาหารชนิดต่าง ๆ และผลการทดสอบทางชีวเคมี

จากรูปที่ 2 (ก) LST ให้ผลทดสอบเป็นบวกสังเกตจากการสร้างแก๊ส (ข) EC ให้ผลทดสอบเป็นบวกสังเกตจากการสร้างแก๊ส (ค) L-EMB สังเกตจากโคโลนีสีดำและมีลักษณะ Metallic Sheen (ง) Tryptone Water เกิดวงสีม่วงแดงหลังหยด Kovac's reagent (จ) MR ผลทดสอบเป็นบวกจะเกิดสีแดงเมื่อหยดสารละลาย Methyl Red และ (ฉ) VP ให้ผลการทดสอบเป็นลบ ไม่เปลี่ยนสีเมื่อหยดสารละลาย Alpha-naphthol solution และสารละลาย KOH ร้อยละ 40

3.2 การตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. จากถุงมือของพนักงานก่อนและหลังการล้างมือ

การเจริญของ *Salmonella* spp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ และผลการทดสอบทางชีวเคมี แสดงดังรูปที่ 3 ผลการตรวจสอบเชื้อ *Salmonella* spp. จากถุงมือของพนักงานก่อนและหลังการล้างมือ โดยทำการทดสอบจากพนักงานจำนวน 39 คน พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ก่อนล้างมือ 2 ตัวอย่าง จากตัวอย่างลำดับที่ 26 รหัส PZ38562 และ ตัวอย่างลำดับที่ 33 รหัส HPH40290 ซึ่งอาจมีสาเหตุจากการรองเท้าบูทที่สวมใส่ขณะทำงานและผ้ากันเปื้อน ซึ่งมีรายงานการปนเปื้อน *Listeria monocytogenes* และ *Salmonella* spp. [16] หรือพนักงานอาจได้รับเชื้อระหว่างการรับประทานอาหารและได้รับการปนเปื้อนขณะทำงาน มีรายงานพบการปนเปื้อน *Salmonella* spp. ในอาหารทะเลดิบต่าง ๆ [17] อีกทั้งงานวิจัย Giovannacci และคณะ [18] ได้กล่าวว่า เชื้อ *Salmonella* spp. สามารถพบได้ใน ไข่ ผักสด และผลไม้สด

จากผลการทดลองหลังการล้างมือ ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างทั้ง 39 ตัวอย่าง ซึ่งการทดลองนี้ได้ทำการล้างมือด้วยสบู่เหลวและน้ำยาคลอรีน พบว่าสามารถกำจัดเชื้อ *Salmonella* spp. ได้ สอดคล้องงานวิจัยของ Tambekar และ Shirsat [19] ได้ทำการล้างมือด้วยสบู่ พบว่าสามารถกำจัดเชื้อ *Salmonella* spp. ได้ถึงร้อยละ 100



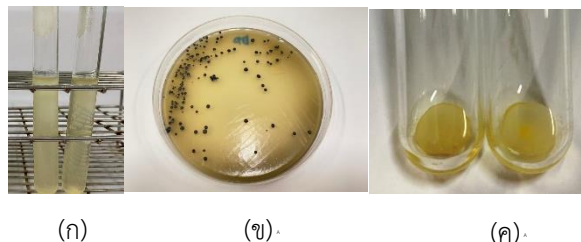
รูปที่ 3. การเจริญของ *Salmonella* spp. ในอาหารชนิดต่าง ๆ และผลการทดสอบทางชีวเคมี

จากรูปที่ 3 (ก) HE สังเกตจากโคโลนีสีดำ (ข) XLD สังเกตจากโคโลนีสีดำ (ค) BS สังเกตจากโคโลนีสีน้ำตาล เทาและมีลักษณะ Metallic Sheen (ง) TSI ผลทดสอบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของ Butt และ Slant เนื่องจากเกิดกรด (จ) LIA ผลทดสอบไม่มีการเปลี่ยนสีของ Butt และ Slant เนื่องจากไม่เกิดกรด (ฉ) Urea Broth ให้ผลทดสอบเป็นลบเนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนสี (ช) Tryptone Water เกิดวงสีเหลืองหลังหยด Kovac's reagent ให้ผลเป็นลบ และ (ซ) อาหาร Mac Conkey สังเกตโคโลนีกลมใส อาหารเลี้ยงเชื้อคงสีเดิม

3.3 การตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* จากถุงมือของพนักงานก่อนและหลังการล้างถุงมือ

การเจริญของ *S. aureus* ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ และผลการทดสอบทางชีวเคมีแสดงดังรูปที่ 4 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* จากถุงมือพนักงานก่อนล้างถุงมือและหลังล้างถุงมือ โดยทำการทดสอบจากพนักงานจำนวน 39 คน พบการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* ก่อนล้างถุงมือ 3 ตัวอย่าง จากตัวอย่างลำดับที่ 16 รหัส RZ21006 ตัวอย่างลำดับที่ 20 รหัส HPH40062 และตัวอย่างลำดับที่ 35 รหัส PZ38380 อย่างไรก็ตาม หลังการล้างถุงมือ ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* ทั้ง 39 ตัวอย่าง สาเหตุที่ถุงมือเกิดการปนเปื้อนอาจมาจากผิวหนัง น้ำมูก บาดแผล และ ฝี รวมถึง ในดิน ฝุ่น ละออง จากงานวิจัยของ Miller และคณะ [20] ได้ทำการทดลอง โดยใช้น้ำเปล่าล้างมืออย่างเดียว เป็นเวลา 20 วินาที พบเชื้ออยู่ในช่วงร้อยละ 3.02-7.23 แสดงให้เห็นว่า การล้างมือด้วยน้ำเปล่าเป็นเวลา 20 วินาที ไม่สามารถช่วยให้เชือบนมือลดลงได้ ต่อมาทำการทดลองโดยใช้น้ำเปล่าแล้วทำการถูมือควบคู่ไปด้วย ผลลัพธ์ที่ได้คือ เชื้อลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 0.25-0.33 แสดงถึงประสิทธิภาพการล้างมือที่ดีขึ้น ทดลองล้างถุงมือด้วยน้ำเปล่าและสบู่พร้อมถูมือควบคู่ไปด้วยเป็นเวลา 20 วินาที พบเชื้ออยู่ในช่วงร้อยละ 0.02-0.18 แสดงถึงประสิทธิภาพที่ดีมากเมื่อใช้สบู่ควบคู่กับการถูมือ อย่างไรก็ตาม จากผลงานวิจัยของ Ojajärvi [21] ได้รายงานว่า หากมือมีการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* การล้างมือด้วยสบู่อย่างเดียวจะสามารถลดลงได้

บางส่วนแต่เชื้อจะยังคงปนเปื้อนอยู่ โดยงานวิจัยของ Kennedy และคณะ [22] พบว่า หากพบเชื้อ *S. aureus* ร้อยละ 4.2–27.5 ทำการล้างด้วย alcohol ร้อยละ 70 หรือ Benzalkonium Chloride จะสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อได้ร้อยละ 94–100



รูปที่ 4. การเจริญของ *S. aureus* ในอาหารชนิดต่าง ๆ และผลการทดสอบทางชีวเคมี

จากรูปที่ 4 (ก) TSB อาหารเลี้ยงเชื้อขุ่นให้ผลทดสอบเป็นบวก (ข) BPA สังเกตจากโคโลนีมีลักษณะสีดำ (ค) BHI ให้ผลทดสอบเป็นบวกเมื่อใส่ Coagulase Plasma มีการจับตัวเป็นก้อน

3.4 การตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนและหลังการล้างถุงมือ

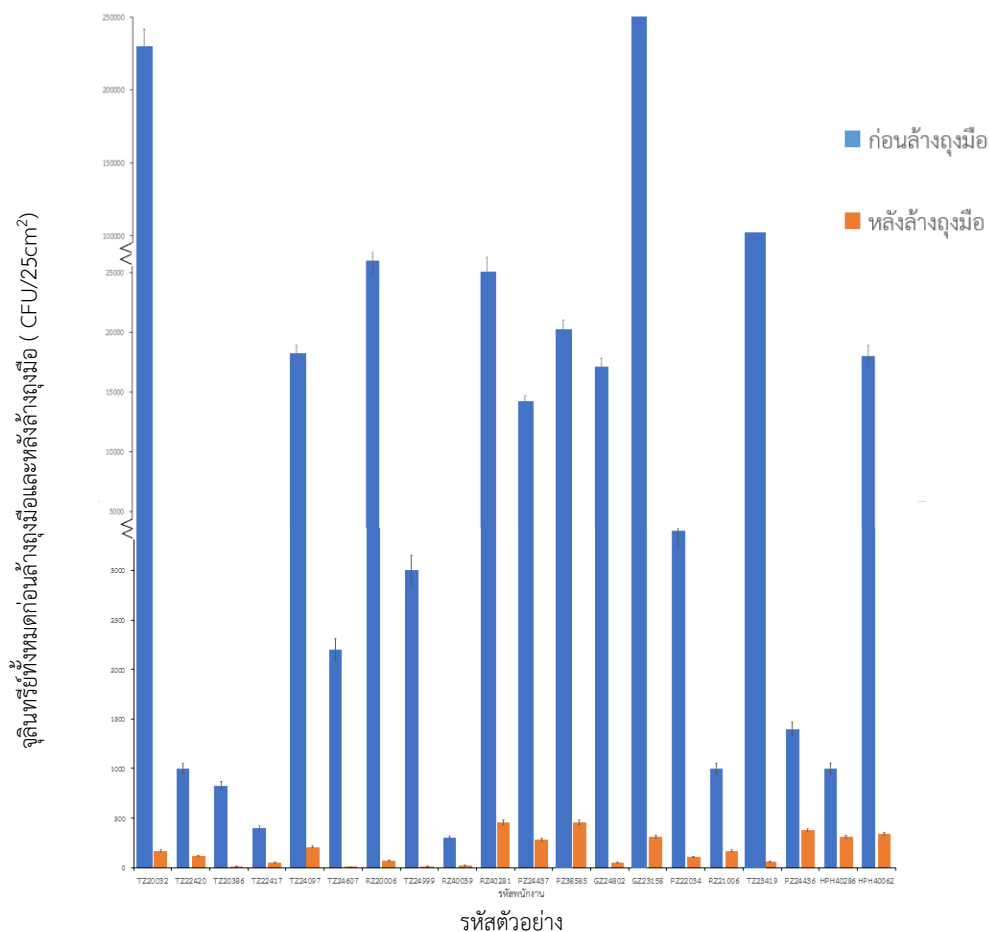
การตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนและหลังการล้างถุงมือจำนวน 39 ตัวอย่าง ก่อนการล้างถุงมือของพนักงาน ถุงมือมีจุลินทรีย์เกินเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์ของมือผู้สัมผัสอาหารต้องไม่น้อยกว่า 500 CFU/25 cm² และต้องไม่พบ *Escherichia coli* หรือ Fecal coliform ซึ่งเป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ รวมทั้งต้องไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* จากการทดลองไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ใน 34 ตัวอย่าง และพบว่ามี 5 ตัวอย่างที่มีเชื้ออยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือน้อยกว่า 500 CFU/25 cm² (หรือ < 2.7 log cfu/25 cm²) และหลังการล้างถุงมือจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด การที่ถุงมือของพนักงานมีเชื้อเกินเกณฑ์มาตรฐาน อาจเนื่องจากพนักงานอาจนำถุงมือใส่กระเป๋ากางเกงหรือกระเป๋าสี้อ ทำให้เกิดการปนเปื้อนติดบนถุงมือ การใช้ถุงมือจับกับวัตถุโดยตรงแล้วไม่ล้างให้สะอาด หรืออาจได้รับเชื้อปนเปื้อนมาพร้อมพนักงานที่เข้าห้องน้ำ [23]

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เกินเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์นั้นอาจมีสาเหตุจากหลายประการ เช่น การนำถุงมือออกนอกไลน์การผลิต หรือไม่ได้ล้างมือก่อนสวมถุงมือ อีกทั้งการล้างถุงมือไม่ถูกสุขลักษณะ ทำให้เกิดการสะสมของเชื้อแบคทีเรีย นอกจากนี้ การที่มีเชื้อปนเปื้อนบนถุงมือก่อนล้างนั้นอาจเกิดจากปนเปื้อนจากมือพนักงาน ซึ่งการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. สามารถอยู่บนพื้นผิวได้หลายชั่วโมง [24]

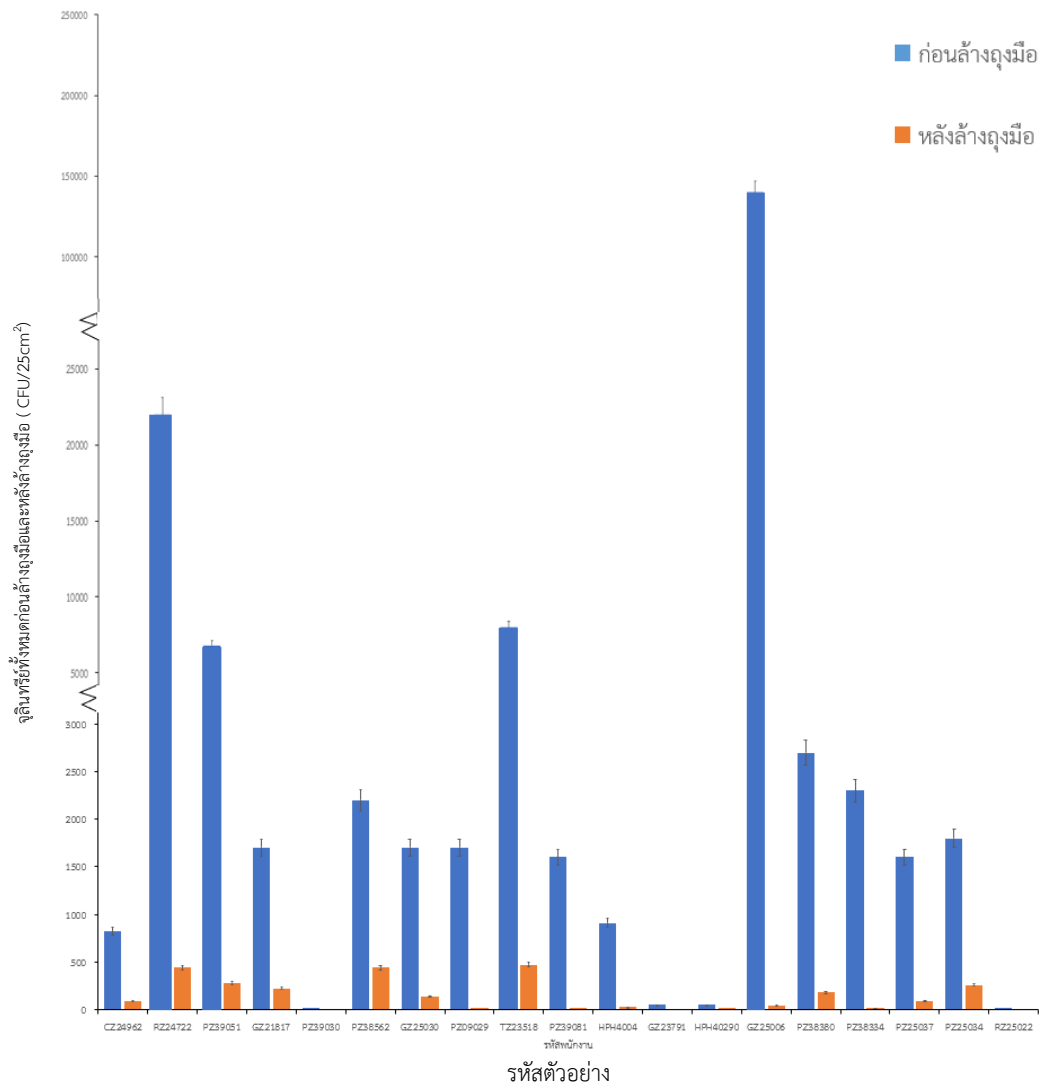
จากการทดลองสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ด้วยการล้างถุงมือด้วยสบู่และทำการจุ่มคลอรีน จะเห็นได้ว่ามีจุลินทรีย์ลดลงอย่างเห็นได้ชัดและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยงานวิจัยของ Fuls และคณะ [25] ได้รายงานว่า เวลาในการล้างมือจะแปรผกผันกับปริมาณจุลินทรีย์หลังล้าง โดยเวลาที่นานขึ้นในการล้างมือจะช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ นอกจากนี้ชนิดของสบู่ ปริมาณสบู่และเวลาที่มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์อีกด้วย

3.5 การเปรียบเทียบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนและหลังการล้างมือ

ก่อนการล้างมือ มือมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดจำนวนมากและลดลงอย่างชัดเจนเมื่อล้างมือด้วยสบู่และทำการจุ่มด้วยคลอรีน ดังแสดงในรูปที่ 5-6 พนักงานที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนล้างมือมากที่สุด คือ ตัวอย่างลำดับที่ 14 รหัส GZ23158 ที่มีจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนการล้างมือจำนวน 250,000 CFU/25cm² จากแผนกคัดไซส์ และหลังการล้างมือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงจำนวนลงเหลือเพียง 310 CFU/25cm² แสดงถึงประสิทธิภาพในการล้างมือที่ถูกสุขลักษณะ มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดหลังการล้างมืออยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยมีผู้สัมผัสอาหารต้องมีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่า 500 CFU/25 cm² และต้องไม่พบ *Escherichia coli* หรือ Fecal coliform ซึ่งเป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ รวมทั้งต้องไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรค *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* แสดงถึงสุขอนามัยที่ดีของพนักงานและวิธีการล้างมือของพนักงานถูกต้องตามหลักปฏิบัติของกระทรวงสาธารณสุข



รูปที่ 5. เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนล้างมือและหลังล้างมือ (ในหน่วย CFU/25cm²) ตัวอย่างลำดับที่ 1-20

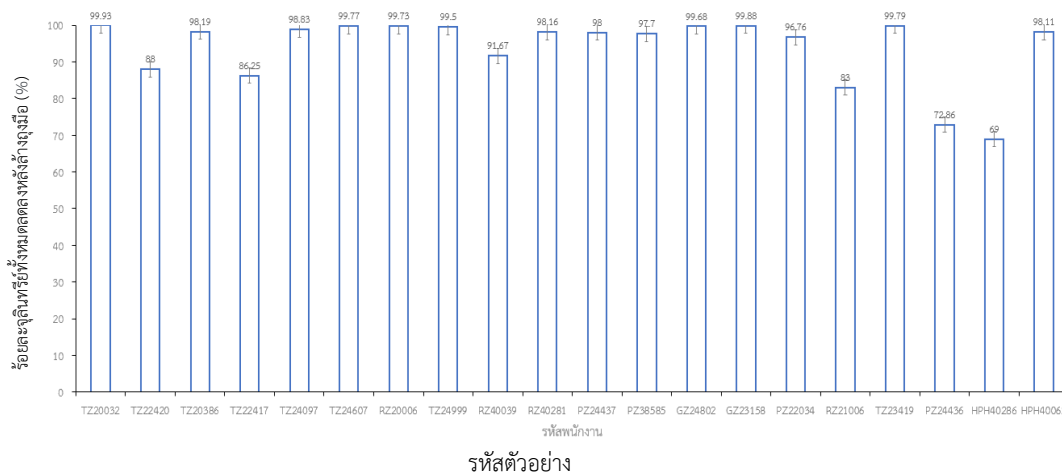


รูปที่ 6. เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนล้างมือและหลังล้างมือ (ในหน่วย CFU/25cm²) ตัวอย่างลำดับที่ 21-39

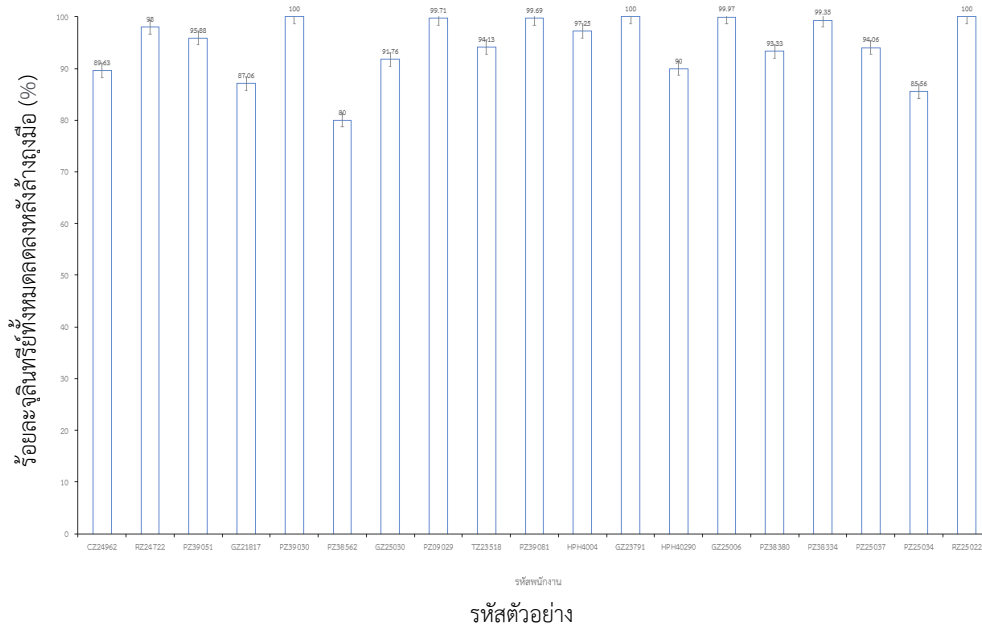
3.6 การประเมินประสิทธิภาพการล้างมือ

จากผลการวิเคราะห์ร้อยละของการลดลงของจุลินทรีย์ทั้งหมดหลังการล้างมือเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการล้างมือ แสดงให้เห็นร้อยละการลดลงของตัวอย่างที่ 1-39 มีร้อยละการลดลงของจุลินทรีย์หลังล้างมืออยู่ในช่วง 69 ถึง 100 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 94.11 ดังแสดงในรูปที่ 7-8 แสดงให้เห็นว่า โรงงานอุตสาหกรรมแช่แข็งแห่งนี้มีการล้างมือด้วยสบู่เหลวแล้วทำการจุ่มคลอรีนก่อนเข้าไลน์การผลิต โดยมีประสิทธิภาพในการลดลงของเชื้อจุลิน

ทฤษฎีสูงจากงานวิจัยของ Ataee และคณะ [26] ได้ศึกษาการล้างมือเพื่อกำจัดแบคทีเรียที่ปนเปื้อนบนมือ พบว่าการล้างมือเพื่อกำจัดแบคทีเรียบนมือใช้เวลา 3 นาที มีร้อยละการลดลงของเชื้อหลังล้างมืออยู่ในช่วง 90 ถึง 95 นอกจากนี้ งานวิจัยของ Todd และคณะ [27] ได้ศึกษาการระบาดและแพร่กระจายของเชื้อก่อโรคในผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอาหาร โดยถุงมือถืออาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนของพนักงานด้านการประกอบอาหาร พบว่าพนักงานด้านการประกอบอาหารมีส่วนสำคัญในการแพร่ระบาดของโรคที่เกิดจากอาหาร การใช้ถุงมืออย่างเหมาะสมจะช่วยลดโอกาสการปนเปื้อนของอาหาร ทั้งนี้การสวมเครื่องประดับ เช่น แหวน ต่างหู และสิ่งแปลกปลอมอื่นที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้ถุงมือรั่วและมีการสะสมของจุลินทรีย์ภายใต้สิ่งเหล่านี้ การที่ถุงมือถูกกันระหว่างผิวหนังหลังจากใช้ถุงมือเป็นเวลานานจะเกิดการสะสมความร้อนและความชื้นซึ่งเหมาะกับการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์และสามารถแพร่เชื้อโรคสู่อาหารผ่านการรั่วซึมหรือจากเซลล์ผิวหนังที่หลุดหรือระหว่างการถอดถุงมือ ปัญหาที่สำคัญที่สุดคือการใช้ถุงมือนั้นอาจสร้างความรู้สึกปลอดภัยที่ผิดได้ ส่งผลให้มีพฤติกรรมที่มีความเสี่ยงสูงที่นำไปสู่การปนเปื้อนข้ามได้เมื่อพนักงานไม่ได้รับการฝึกอบรมอย่างเพียงพอ



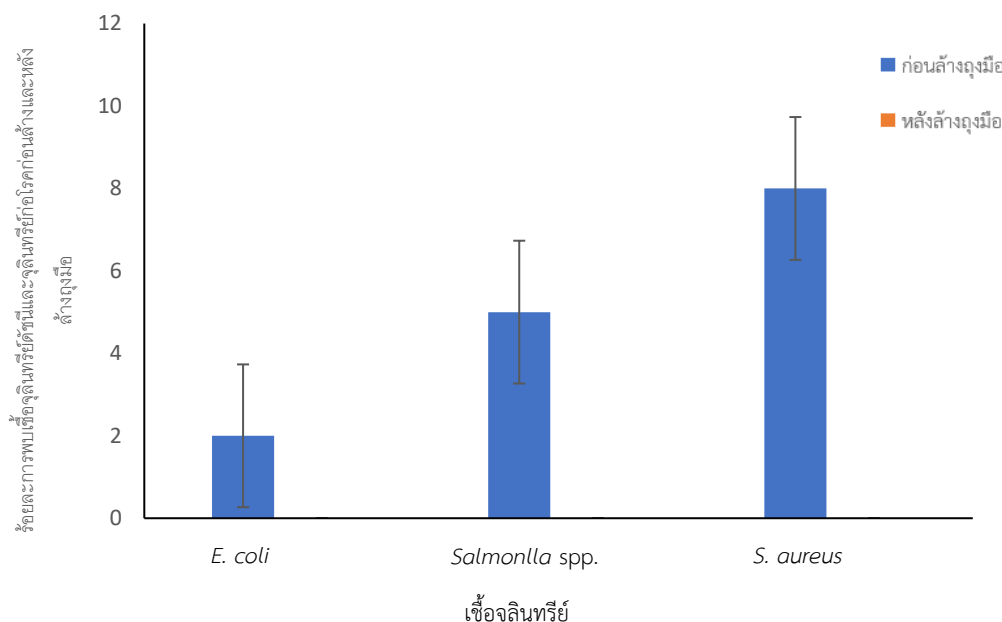
รูปที่ 7. ร้อยละเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงหลังล้างมือ ตัวอย่างลำดับที่ 1-20



รูปที่ 8. ร้อยละเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงหลังล้างมือ ตัวอย่างลำดับที่ 21-39

3.7 ร้อยละของการพบเชื้อจุลินทรีย์บ่งชี้สุขภาพส่วนบุคคลและจุลินทรีย์ก่อโรคร่อนล้างและหลังล้างมือ

จากการทดลองศึกษาตัวอย่างจาก 39 ตัวอย่าง ก่อนการล้างมือด้วยสบู่เหลวและคลอรีน พบเชื้อ *E. coli* 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 2.56 พบเชื้อ *Salmonella* spp. 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.12 และพบเชื้อ *S. aureus* 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 7.69 ภายหลังจากการล้างมือด้วยสบู่และจุ่มน้ำยาคลอรีน 50 ppm ไม่พบเชื้อ *E. coli*, *Salmonella* spp. และ *S. aureus* ดังแสดงในรูปที่ 9 โดยเชื้อที่กล่าวมาอาจถ่ายทอดจากมือลงบนถุงมือได้ไม่ดี โดยงานวิจัยของ Dorotiková และคณะ [28] ได้ทำการตรวจเชื้อมือของผู้ผลิตอาหาร 63 ตัวอย่าง พบ *B. cereus* ร้อยละ 73.0, *S. aureus* ร้อยละ 27.0, *E. coli* ร้อยละ 1.6 และพบเชื้อแบคทีเรียก่อโรคร้อยละ 41 ของตัวอย่าง ซึ่งงานวิจัยของ Moore และคณะ [29] พบว่าการปนเปื้อนของ Methicillin-Resistant *S. aureus* ผ่านทางถุงมือพบได้ในถุงหลายชนิดและเมื่อเปรียบเทียบกับว่าถุงมือยางไนไตรล์มีอัตราการปนเปื้อนผ่านถุงมือของ *S. aureus* ในอัตราต่ำที่สุด



รูปที่ 9. ร้อยละการพบเชื้อจุลินทรีย์บ่งชี้สุขลักษณะส่วนบุคคล จุลินทรีย์ก่อโรคล้างและหลังล้างมือ

3.8 การพบเชื้อก่อนและหลังการล้างมือของพนักงานในแต่ละแผนก

จากการตรวจหาจุลินทรีย์บนถุงมือของพนักงานจำนวน 39 คน จากแผนกชำแหละ แผนกคัตไส/Contact แผนก Packing และแผนกกึ่งต้ม พบจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.93, 4.77, 3.66 และ 4.51 log CFU/25 cm² ตามลำดับ โดยก่อนการล้างมือ พบเชื้อแบคทีเรีย Coliform (> 3MPN/mL) ที่แผนกคัตไส/Contact และไม่พบเชื้อ *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. ดังตารางที่ 1 และหลังการล้างมือ พบจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.26, 2.08, 2.09 และ 2.29 log CFU/25 cm² ตามลำดับ และไม่พบเชื้อแบคทีเรีย Coliform, *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. ดังตารางที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Güngör และ Gökoğlu [30] ที่ศึกษาประเมินการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในไลน์การผลิตไส้กรอกพบว่าค่าเฉลี่ยของจุลินทรีย์บนพื้นผิวอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหารหลังการล้างเท่ากับ 4.46 log CFU/mL โดยไม่พบเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus*

จากงานวิจัยของปทุมพงศ์ และคณะ [31] ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ในสภาวะแวดล้อมของกระบวนการผลิตไส้กรอกปรุงสุกบรรจุแบบสุญญากาศพบว่า จุลินทรีย์ของไส้กรอกในระหว่างขั้นตอนการผลิต ที่พื้นผิวอุปกรณ์และเครื่องมือ ในน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต และที่มือของผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสอาหาร ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน และไม่พบเชื้อก่อโรค ได้แก่ *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. ในตัวอย่างที่ศึกษาค่าเฉลี่ยของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และราของไส้กรอกในระหว่างขั้นตอนการผลิตที่ต่างกัน แสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนสภาพแวดล้อมต่างกันมายังอาหารในระหว่างกระบวนการผลิต

งานวิจัยของ Nel และคณะ [32] รายงานว่าสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งสำคัญมากในการแปรรูปอาหาร เพราะเป็นสาเหตุสำคัญของการปนเปื้อนสู่อาหาร เช่น การปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* ซึ่งก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ การมีสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ไม่ดี เช่น ไม่ล้างมือหลังจากเข้าห้องน้ำ หรือก่อนปฏิบัติงานอาจส่งผลให้มีเชื้อแบคทีเรียปนเปื้อนสูงถึง 10⁷ CFU/mL ส่วนมากจะสะสมอยู่ที่นิ้วมือและ

เล็บของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งการศึกษาในโรงงานแห่งนี้พบว่าผู้ปฏิบัติงานมีสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ดี มีการเปลี่ยนชุดที่สะอาด ล้างมือก่อนเข้าสู่พื้นที่การผลิต และสวมถุงมือในขณะที่ปฏิบัติงาน ตามข้อกำหนดมาตรฐาน Good Manufacturing Practice (GMP) ซึ่งผลการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในมือของผู้ปฏิบัติงานพบว่าผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของมือผู้สัมผัสอาหารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ [1]

ตารางที่ 1. การพบเชื้อจุลินทรีย์ก่อนล้างมือแต่ละแผนก

แผนก	TPC (Log CFU/25 cm ²)	Fecal Coliform MPN/mL	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i> spp.
1.ฆ่าเชื้อ	3.97	< 3 MPN/mL	nd	d	d
2.คัดไซส์/Contact	4.77	> 3MPN/mL	d	nd	nd
3.Packing	3.66	< 3 MPN/mL	nd	d	d
4.กึ่งต้ม	4.51	< 3 MPN/mL	nd	d	nd
Standard limit ¹	≤ 2.7	< 3 MPN/mL	nd	nd	nd

หมายเหตุ : d = detected, nd = not detected

¹เกณฑ์มาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2560)

ตารางที่ 2. การพบเชื้อจุลินทรีย์หลังล้างมือแต่ละแผนก

แผนก	TPC (Log CFU/25 cm ²)	Fecal Coliform MPN/mL	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i> spp.
1.ฆ่าเชื้อ	2.26	< 3 MPN/mL	nd	nd	nd
2.คัดไซส์/Contact	2.08	< 3 MPN/mL	nd	nd	nd
3.Packing	2.09	< 3 MPN/mL	nd	nd	nd
4.กึ่งต้ม	2.28	< 3 MPN/mL	nd	nd	nd
Standard limit ¹	≤ 2.7	< 3 MPN/mL	nd	nd	nd

หมายเหตุ : nd = not detected

¹เกณฑ์มาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2560)

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองได้ทำการสุ่มตัวอย่างถุงมือของพนักงานก่อนล้างและหลังการล้างถุงมือ จำนวน 39 คน ทำความสะอาดโดยใช้สบู่เหลวและคลอรีน 50 ppm พบว่า ก่อนการล้างถุงมือมีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* 1 ตัวอย่าง *Salmonella* spp. 2 ตัวอย่าง และ *S. aureus* 3 ตัวอย่าง และภายหลังการล้างถุงมือ ไม่พบเชื้อ *E. coli*, *Salmonella* spp. และ *S. aureus* โดยตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนล้างถุงมือเฉลี่ยที่ 4.23 log CFU/25cm² และพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดหลังการล้างถุงมือเฉลี่ยที่ 2.17 log CFU/25cm² หลังการล้างถุงมือ ไม่พบเชื้อเกินเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยการลดลงของจุลินทรีย์หลังการล้างถุงมืออยู่ในช่วงร้อยละ 69 ถึง 100 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 94.11 จาก

การทดลองพบว่าสุขอนามัยหลังล้างถุงมือโรงงานอุตสาหกรรมแช่แข็งอยู่ในเกณฑ์ที่ดี การควบคุมถุงมือของผู้สัมผัสอาหารทะเลแช่แข็งมีความเสี่ยงต่ำของการปนเปื้อนในกระบวนการผลิต และจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัทก้องภพ โพรเซสฟู้ดส์ จำกัด และพนักงานทุกท่านที่อนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมืออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2560. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารฉบับที่ 3. กรุงเทพฯ [Department of Medical Science. 2017. Guidelines for the Assessment of Microbiological Quality of food and food contact containers issue 3. Bangkok. (in Thai)]
- [2] De Vita, M. D., Wadhwa, R.K., Theis, M.L. and Ingham, S.C. 2007. Assessing the potential of *Streptococcus pyogenes* and *Staphylococcus aureus* transfer to foods and customers via a survey of hands, hand-contact surfaces and food-contact surfaces at foodservice facilities. *Journal of Foodservice*, 18(2), 76-79.
- [3] Chmielewski, R.A.N. and Frank, J.F. 2003. Biofilm formation and control in food processing facilities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(1), 22-32.
- [4] Corcoran, M., Morris, D., De Lappe, N., O'connor, J., Lalor, P., Dockery, P. and Cormican, M. 2014. Commonly used disinfectants fail to eradicate *Salmonella enterica* biofilms from food contact surface materials. *Applied and Environmental Microbiology*, 80(4), 1507-1514.
- [5] Mathur, P. 2011. Hand hygiene: back to the basics of infection control. *The Indian Journal of Medical Research*, 134(5), 611.
- [6] Betts, G.D. 2000. Controlling *E. coli* O157. *Nutrition and Food Science*.
- [7] Parry, S.M., Palmer, S.R., Slader, J., Humphrey, T. and South East Wales Infectious Disease Liaison Group. 2002. Risk factors for *Salmonella* food poisoning in the domestic kitchen—a case control study. *Epidemiology and Infection*, 129(2), 277-285.
- [8] Umeda, K., Ono, H.K., Wada, T., Motooka, D., Nakamura, S., Nakamura, H. and Hu, D.L. 2021. High production of *egc2*-related *staphylococcal* enterotoxins caused a food poisoning outbreak. *International Journal of Food Microbiology*, 357, 109366.
- [9] Feng, P., Weagant, S.D., Grant, M.A. and Burkhardt, W. 2020. BAM Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. Available at: <https://www>

- .fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichiacoli-and-coliform-bacteria Retrieved 16 May 2022.
- [10] Andrews, W.H., Wang, H., Jacobson, A., Ge, B., Zhang, G. and Hammack, T. 2018. BAM Chapter 5: *Salmonella*. Available at: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-5-salmonella> Retrieved 16 May 2022.
- [11] Tallent, S., Hait, J., Bennett, R.w. and Lancette, G.A. 2016. BAM Chapter 12: *Staphylococcus aureus*. Available at: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-12-staphylococcus-aureus> Retrieved 16 May 2022.
- [12] Maturin, L. and Peeler, J.T. 2021. BAM Chapter 3: Aerobic Plate Count. Available at: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count> Retrieved 16 May 2022.
- [13] Gill, C.O. and McGinnis, J.C. 2003. Microbiological Effects of Hand Washing at a Beef Carcass-Breaking Facility. *Journal of Food Protection*, 66(3), 493-496.
- [14] De Aceituno, A.F., Bartz, F.E., Hodge, D.W., Shumaker, D.J., Grubb, J. E., Arbogast, J. W. and Leon, J. S. 2015. Ability of hand hygiene interventions using alcohol-based hand sanitizers and soap to reduce microbial load on farmworker hands soiled during harvest. *Journal of Food Protection*, 78(11), 2024-2032.
- [15] Karibasappa, G.N., Nagesh, L. and Sujatha, B.K. 2011. Assessment of microbial contamination of toothbrush head: An *in vitro* study. *Indian Journal of Dental Research*, 22(1), 2.
- [16] Prabhakar, P., Lekshmi, M., Ammini, P., Nayak, B.B. and Kumar, S. 2020. *Salmonella* contamination of seafood in landing centers and retail markets of Mumbai, India. *Journal of AOAC International*, 103(5), 1361-1365.
- [17] Kahraman, T., Cetin, O., Dumen, E. and Buyukunal, S.K. 2010. Incidence of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* on equipment surfaces and personnel hands in meat plants. *Revue De Medecine Veterinaire*, 161(3), 108-113.
- [18] Giovannacci, I., Queguiner, S., Ragimbeau, C., Salvat, G., Vendeuvre, J.L., Carlier, V. and Ermel, G. 2001. Tracing of *Salmonella* spp. in two pork slaughter and cutting plants using serotyping and macrorestriction genotyping. *Journal of Applied Microbiology*, 90(1), 131-147.
- [19] Tambekar, D.H. and Shirsat, S.D. 2009. Hand washing: a cornerstone to prevent the transmission of diarrhoeal infection. *Asian J Med Sci*, 1(3), 100-3.
- [20] Miller, T., Patrick, D. and Ormrod, D. 2011. Hand decontamination: influence of common variables on hand-washing efficiency. *Healthcare Infection*, 16(1), 18-23.

- [21] Ojajärvi, J. 1980. Effectiveness of hand washing and disinfection methods in removing transient bacteria after patient nursing. *Epidemiology and Infection*, 85(2), 193-203.
- [22] Kennedy, K.J., Dreimanis, D.E., Beckingham, W.D. and Bowden, F.J., 2003. *Staphylococcus aureus* and stethoscopes. *The Medical Journal of Australia*, 178(9), p.468.
- [23] De Wit, J.C. and Kampelmacher, E.H. 1981. Some aspects of microbial contamination of hands of workers in food industries. *Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie and Hygiene. 1. Abt. Originale B, Hygiene*, 172(4-5), 390-400.
- [24] Perez-Rodriguez, F., Posada-Izquierdo, G.D., Valero, A., García-Gimeno, R.M. and Zurera, G. 2013. Modelling survival kinetics of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157: H7 on stainless steel surfaces soiled with different substrates under static conditions of temperature and relative humidity. *Food Microbiology*, 33(2), 197-204.
- [25] Fuls, J.L., Rodgers, N.D., Fischler, G.E., Howard, J.M., Patel, M., Weidner, P.L. and Duran, M.H. 2008. Alternative hand contamination technique to compare the activities of antimicrobial and nonantimicrobial soaps under different test conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(12), 3739-3744.
- [26] Ataee, R.A., Tavana, A.M., Khatami, S.M., Baghmaleki, F.A. and Miry, L.S. 2014. The study effects of the hand washing on hands bacterial flora in operating room. *Journal of Health Policy and Sustainable Health*, 1(2).
- [27] Todd, E.C., Michaels, B.S., Greig, J.D., Smith, D. and Bartleson, C.A. 2010. Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 8. Gloves as barriers to prevent contamination of food by workers. *Journal of Food Protection*, 73(9), 1762-1773.
- [28] Dorotiková, K., Kameník, J., Bogdanovičová, K., Křepelová, S., Strejček, J. and Haruštiaková, D. 2022. Microbial contamination and occurrence of *Bacillus cereus sensulato*, *Staphylococcus aureus*, and *Escherichia coli* on food handlers' hands in mass catering: Comparison of the glove juice and swab methods. *Food Control*, 133, 108567.
- [29] Moore, G., Dunnill, C.W. and Wilson, A.P.R. 2013. The effect of glove material upon the transfer of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to and from a gloved hand. *American Journal of Infection control*, 41(1), 19-23.
- [30] Güngör, E. and Gökoğlu, N. 2010. Determination of microbial contamination sources at a Frankfurter sausage processing line. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 34 (1), 53-59.
- [31] ปฐมพงศ์ สุขพูล ศศิธร นาคทอง และสุเจตน์ ชื่นชม. 2557. เชื้อจุลินทรีย์ในสภาวะแวดล้อมของกระบวนการผลิตไส้กรอกปรุงสุกบรรจุแบบสุญญากาศ. นครปฐม : การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 11 : 2265-2272. [Pathompong

Sukpool, Sasithorn Nakthong and Sujate Chaunchom. 2014. Microorganism in Environment of Vacuum-Packed Cooked Sausages Processing Line. Nakornpathom : The 11th National Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference : 2265-2272. (in Thai)]

- [32] Nel, S., Lues J.F.R., Buys E.M. and Venter P. 2004. The Personal and general Hygiene Practices in The Deboning Room of a High Throughput Red Meat Abattoir. *Food Control*, 15, 571-578.