เอกสารวิชาการฉบับที่ ๓/๒๕๖๒

Technical Paper No. 3/2019

การตรวจติดตามสแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส ในโรงงานผลิตทูน่ากระป๋อง
Monitoring Occurrences of *Staphylococcus aureus* in Canned Tuna Processing Plants

กิ่งเดือน สมจิตต์ Kingduean Somjit
ไกรศักดิ์ ไชยมีสุข Kraisak Chaimeesook

กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Fish Inspection and Quality Control Division
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๓/๒๕๖๒

Technical Paper No. 3/2019

การตรวจติดตามสแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส ในโรงงานผลิตทูน่ากระป๋อง
Monitoring Occurrences of *Staphylococcus aureus* in Canned Tuna Processing Plants

กิ่งเดือน สมจิตต์
ไกรศักดิ์ ไชยมีสุข

Kingduean Somjit
Kraisak Chaimeesook

กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
๒๕๖๒

Fish Inspection and Quality Control Division
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives
2019

รหัสทะเบียนวิจัย
57-0707-57039

สารบาญ

หน้า
บทคัดย่อ 1
Abstract 2
คำนำ 3
วัตถุประสงค์ 4
วิธีดำเนินการ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล 7
สรุปผล 36
ข้อเสนอแนะ 36
คำขอบคุณ 36
เอกสารอ้างอิง 37
ภาคผนวก 39

สารบาญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 ผลการจัดกลุ่มโรงงานตามระดับผลสุขลักษณะโรงงานในระหว่างปี 2553-2555 7
2 จำนวนพนักงานของแต่ละโรงงานที่ปฏิบัติงานในขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ และการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับสุขอนามัยบุคคล 10
3 ปริมาณความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำล้างมือหรือถุงมือของพนักงานในขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ และความถี่ที่พนักงานล้างมือหรือถุงมือและผ้ากันเปื้อนระหว่างการทำงาน 11
4 ปริมาณความเข้มข้นคลอรีนในน้ำล้างอุปกรณ์ และความถี่ในการล้างอุปกรณ์การผลิต 12
5 อุณหภูมิเนื้อปลาและระยะเวลาผลิต ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการผลิตปลาทูน่ากระป๋อง 13
6 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิตตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 1 15
7 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิตตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 2 17
8 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิตตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 3 20
9 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิตตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋อง ของโรงงานที่ 4 23
10 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิตตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋อง ของโรงงานที่ 5 25
11 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิตตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋อง ของโรงงานที่ 6 29
12 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิตตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋อง ของโรงงานที่ 7 31
13 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิตตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋อง ของโรงงานที่ 8 33
14 ผลการตรวจหาสารพันธุกรรม (Enterotoxin genes) ของ *Stahylococcus aureus* ด้วยเทคนิค Multiplex PCR 35

ตารางผนวกที่

1 หลักเกณฑ์การจัดระดับสุขลักษณะโรงงานของกรมประมง 39

สารบาญภาพ

ภาพที่ หน้า

1 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง 8

การตรวจติดตามสแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส ในโรงงานผลิตทูน่ากระป๋อง

กิ่งเดือน สมจิตต์ [1]* และไกรศักดิ์ ไชยมีสุข [2]
[1]กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง กรมประมง
[2]ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมงสมุทรสาคร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจติดตามสแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*S. aureus*) ในโรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋องจำนวน 8 แห่ง โดยการสุ่มตัวอย่างเนื้อปลาทูน่าท้องแถบ (*Katsuwonus pelamis*; Skipjack) นึ่งสุกจำนวน 600 ตัวอย่าง จากขั้นตอนหลังนึ่งสุกถึงขั้นตอนการบรรจุลงกระป๋องก่อนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน รวมทั้งตรวจความสะอาดพื้นผิวอุปกรณ์การผลิต ถุงมือ และผ้ากันเปื้อนของพนักงานที่สัมผัสกับเนื้อปลาทูน่าในขั้นตอนดังกล่าวจำนวน 1,425 ตัวอย่าง ระหว่างเดือนมกราคม 2557 - มกราคม 2558 ผลปรากฏว่าไม่พบ *S. aureus* ทุกตัวอย่างของปลาทูน่าหลังนึ่งสุก แต่หลังการหักหัวขูดหนัง พบ *S. aureus* 10-90 โคโลนี/กรัม จำนวน 9 ตัวอย่าง และ 4.9x10^{2} โคโลนี/กรัม จำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 7.5 และ 0.83 ของตัวอย่างเนื้อปลาทูน่าหลังการหักหัวขูดหนัง หลังการขูดสะอาดพบ *S. aureus* 33 ตัวอย่าง จาก 120 ตัวอย่าง มีปริมาณ 10-40 โคโลนี/กรัม จำนวน 22 ตัวอย่าง และ 1.0x10^{2}-4.0x10^{2} โคโลนี/กรัม จำนวน 11 ตัวอย่าง เนื้อปลาทูน่าก่อนบรรจุลงกระป๋องตรวจพบ *S. aureus* 10-80 1.5x10^{2}-6.9x10^{2} 1.3x10^{3}-7.4 x10^{3} และ 1.1x10^{4}-1.5x10^{4} โคโลนี/กรัม คิดเป็นร้อยละ 23.33 10.83 5.83 และ 1.67 ของตัวอย่างขั้นตอนนี้ ตามลำดับ และหลังการบรรจุลงกระป๋องพบปริมาณ *S. aureus* เพิ่มขึ้นเป็น 10-90 1.3x10^{2}-7.7x10^{2} 1.1x10^{3}-4.6x10^{3} และ 1.4x10^{4}-5.6x10^{4} โคโลนี/กรัม หรือร้อยละ 25.00 7.50 7.50 และ 5.00 ของตัวอย่างขั้นตอนนี้ ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างพื้นผิวที่สัมผัสเนื้อปลาตรวจพบ *S. aureus* สูงสุด 10^{3} และ 10^{4} โคโลนี /25ซม^{2} สำหรับโรงงานที่พนักงานสวมถุงมือและไม่สวมถุงมือ ตามลำดับ จากผลการตรวจติดตามนี้พบว่าโรงงานทั้ง 8 แห่ง ใช้ระยะเวลาในการผลิตปลาทูน่ากระป๋อง ตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงเริ่มการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนระหว่าง 5-12 ชั่วโมง อุณหภูมิเนื้อปลาวัดได้ 20-35℃ ตัวอย่างเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกทุกขั้นตอนตรวจพบ *S. aureus* น้อยกว่า 1x10^{5} โคโลนี/กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่เริ่มสร้างสารพิษ

คำสำคัญ: สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส การตรวจติดตาม ปลาทูน่าท้องแถบ กระบวนการผลิตทูน่ากระป๋อง

---

* ผู้รับผิดชอบ : 50 อาคารปรีดากรรณสูต พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ โทร. 0 2558 0143
e-mail:kingduean.s@dof.mail.go.th

Monitoring Occurrences of *Staphylococcus aureus* in Canned Tuna Processing Plants

Kingduean Somjit[1]* and Kraisak Chaimeesook[2]

[1]Fish Inspection and Quality Control Division, Department of Fisheries

[2]Samut Sakhon Fish Inspection and Research Center

Abstract

This research aimed to monitor *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) in 8 canned tuna processing plants. Six hundred samples of pre-cooked tuna meat (*katsuwonues pelamis*; skipjack) were taken after pre-cooking step through canning step before sterilization. The contacted surface such as equipment, gloves and aprons of employees (1,425 samples) were also investigated during January 2014 - January 2015. The results showed that *S. aureus* were not found in all tuna meat samples right after pre-cooking step but 10-90 cfu/g of *S. aureus* were found in 9 samples and $4.9 x 10^2$cfu/g was found in 1 sample or 7.5% and 0.83% of tuna meat samples after removed head and skin. After loin cleaning step, 10-40 cfu/g of *S. aureus* were found in 22 samples and $1.0 x 10^2$-4.0x10 cfu/g were found in 11 samples. Moreover, for tuna meat sampled prior to canning step, *S. aureus* ranging 10-80, $1.5 x 10^2$-$6.9 x 10^2$, $1.3 x 10^3$-$7.4 x 10^3$ and $1.1 x 10^4$-$1.5 x 10^4$ cfu/g were found at 23.33%, 10.83%, 5.83% and 1.67% of all tested samples, respectively. After canning step, *S. aureus* increased to 10-90, $1.3 x 10^2$-$7.7 x 10^2$, $1.1 x 10^3$-$4.6 x 10^3$ and $1.4 x 10^4$-$5.6 x 10^4$ cfu/g or 25.0%, 7.5%, 7.5% and 5.0%, respectively. For the samples obtained from the contacted surfaces, *S. aurues* were found at maximum amount of 10^3 and 10^4 cfu/25cm^2 in processing plants where employees wore and did not wear gloves during working, respectively. According to this monitoring between after removed head and skin to starting sterilization, the production time of 8 canned tuna plants were 5-12 hours, the tuna meat temperatures were 20-35°C and *S. aureus* in tuna meat was less than $1 x 10^5$ cfu/g which is the amount of toxin producing.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, Monitoring, Skipjack tuna, Canned tuna processing

---

*Corresponding author : 50 Preeda Kantannasuta, Paholyotin, Chatuchak, Bangkok, 10900
Tel. 2558 0143 e-mail: kingduean.s@dof.mail.go.th

คำนำ

ผลิตภัณฑ์ทูน่าเป็นสินค้าส่งออกอันดับต้นๆ ของไทย และปริมาณการส่งออกมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยปี 2554 มีปริมาณการส่งออกจำนวน 535,490 เมตริกตัน มูลค่า 63,205 ล้านบาท และปี 2555 มีปริมาณการส่งออกจำนวน 548,666 เมตริกตัน มูลค่า 80,804 ล้านบาท (กองประมงต่างประเทศ, 2557) ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าที่ส่งออกอันดับต้น ๆ ของไทย คือ ผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องในน้ำมันพืช หรือน้ำเกลือ และผลิตภัณฑ์เนื้อทูน่านึ่งสุกแช่แข็ง ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่นำเข้าผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องและผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าแปรรูปมากเป็นอันดับหนึ่ง ปี 2555 ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องและผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าแปรรูปไปสหรัฐอเมริการวมกันปริมาณ 109,479 เมตริกตัน คิดเป็นมูลค่า 17,747 ล้านบาท (กองประมงต่างประเทศ, 2557)

ปี 2554 ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยหน่วยงานองค์การอาหารและยาสหรัฐอเมริกาได้ปรับปรุงคู่มือควบคุมอันตรายในสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำฉบับที่ 4 (Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance Fourth Edition) ให้มีการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษของ *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) โดยการควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ (U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition, 2011) จากข้อกำหนดดังกล่าวของสหรัฐอเมริกาส่งผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่านึ่งสุกแช่เยือกแข็ง และผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องของไทยเป็นอย่างมาก ผู้ประกอบการของไทยระบุว่าหากในการผลิตต้องควบคุมการผลิตให้สอดคล้องกับคู่มือควบคุมอันตรายในสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ ฉบับที่ 4 ของหน่วยงานองค์การอาหารและยาสหรัฐอเมริกาจะส่งผลให้ผลผลิตลดลง ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ลดโอกาสการแข่งขันในตลาดโลก เกิดผลกระทบต่อการส่งออกผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าของประเทศไทย โดยที่ไม่เคยมีรายงานพบผู้เจ็บป่วยหรือเสียชีวิตจากสารพิษของ *S. aureus* จากการบริโภคผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าของประเทศไทย

กระบวนการผลิตปลาทูน่ากระป๋องของไทยเริ่มจากการละลายวัตถุดิบปลาทูน่าแช่แข็งทั้งตัวที่นำเข้าจากต่างประเทศ จากนั้นนำปลาหลังละลายไปผ่าท้องเอาเครื่องในออก โดยกรมประมงกำหนดให้ควบคุมอุณหภูมิใจกลางตัวปลาไม่เกิน 5 °C ก่อนนำไปนึ่งให้สุกด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 100 °C จนอุณหภูมิใจกลางตัวปลาประมาณ 60 °C ดังนั้น หากมีการปนเปื้อน *S. aureus* ที่ตัวปลาก่อนขั้นตอนการนึ่ง *S. aureus* ก็ยังไม่สามารถสร้างสารพิษ และ *S. aureus* จะถูกกำจัดในขั้นตอนการนึ่ง อย่างไรก็ตามเมื่อนำปลาทูน่าหลังนึ่งสุกซึ่งทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิประมาณ 40-45 °C มาขูดหนังและขูดเนื้อสีแดงออกด้วยมือพนักงานอาจจะมีโอกาสทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* อีกครั้งก่อนนำไปบรรจุกระป๋องและฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Sterilization) ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังจนถึงการฆ่าเชื้อของโรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋องในประเทศไทยใช้เวลาโดยเฉลี่ยประมาณ 4-5 ชั่วโมง และอุณหภูมิเนื้อปลาทูน่าในระหว่างนั้นสูงกว่า 21 °C ซึ่ง *S. aureus* สามารถเพิ่มปริมาณและสร้างสารพิษ Staphylococcal Enterotoxin ได้ ซึ่ง Le Loir *et al.* (2003) ระบุว่า *S. aureus* จะสร้างสารพิษ Staphylococcal Enterotoxin ก็ต่อเมื่อมีปริมาณเชื้อเริ่มต้นไม่น้อยกว่าหนึ่งแสนโคโลนี (1.0×10^5 cfu/g) ถึงแม้การฆ่าเชื้อหลังการบรรจุกระป๋องจะสามารถกำจัด *S. aureus* ได้ แต่ไม่สามารถกำจัดสารพิษที่ *S. aureus* สร้างขึ้นก่อนกระบวนการฆ่าเชื้อได้

ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าเพื่อการส่งออกที่กรมประมงให้การรับรองต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง การจัดระบบวิเคราะห์อันตรายและควบคุมจุดวิกฤตในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2547ก) ซึ่งกำหนดให้พนักงานของโรงงานล้างและฆ่าเชื้อมือหรือถุงมือ ผ้ากันเปื้อนก่อนเริ่มงานทุกครั้ง รวมถึงระหว่างการผลิตด้วยความถี่ที่เหมาะสม ข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมงบรรจุภาชนะปิดสนิท สุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2552) กำหนดให้มีการล้างและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ใส่เนื้อปลาที่ขูดสะอาดแล้วทุกครั้งหลังการใช้งาน ล้างโต๊ะผลิตและเครื่องบรรจุทุกครั้งก่อนใช้งาน และอย่างน้อยทุก 4 ชั่วโมงระหว่างการผลิต รวมทั้งกำหนดให้ควบคุมเวลาการผลิตตั้งแต่หลังนึ่งปลาถึงขูดสะอาดเสร็จไม่เกิน 8 ชั่วโมงสำหรับปลาขนาดเล็กกว่า 10 กิโลกรัม และกำหนดให้ตั้งเนื้อปลาหลังขูดสะอาดเสร็จรอบรรจุไม่เกิน 1 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังกำหนดให้ควบคุมเวลาตั้งแต่ปิดผนึกฝากระป๋องถึงเวลาเริ่มการฆ่าเชื้อไม่เกิน 2 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามไม่เคยมีรายงานผู้เจ็บป่วยด้วยพิษ Staphylococcal Enterotoxin จากการบริโภคผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องของไทยและยังไม่มีงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างสารพิษของ *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋อง ดังนั้นการทดลองเพื่อตรวจสอบโอกาสการปนเปื้อนและปริมาณ *S. aureus* ในระหว่างการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องจะเป็นข้อมูลสำคัญที่จะใช้เป็นหลักฐานยืนยันความเหมาะสมของการจัดทำแผนงานการควบคุมการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องของไทย ตามรูปแบบการจัดระบบวิเคราะห์อันตรายและการควบคุมจุดวิกฤต (Hazards Analysis and Critical Control Point) ของสหรัฐอเมริกา

วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจติดตาม *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและบริเวณพื้นผิวสัมผัสในกระบวนการผลิตปลาทูน่ากระป๋อง

วิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Autoclave ยี่ห้อ Tomy รุ่น ES -215 / 315
2. Hot air oven ยี่ห้อ binder รุ่น FD115
3. Stomacher ยี่ห้อ Seward รุ่น Stomacher ® 400
4. Pipette ยี่ห้อ Pyrex ขนาด 1 และ 10 ml
5. ถุง Stomacher
6. แผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อ *S. aureus* สำเร็จรูป 3M™ Petrifilm™ Staph Express Count Plate and Disk ยี่ห้อ 3M
7. สาร Butterfield's phosphate-buffered dilution water ยี่ห้อ Difco
8. ตะเกียงบุนเซน (Busen)
9. Laminar air flow รุ่น Class II Type B2 ยี่ห้อ Esco
10. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่งยี่ห้อ Sartorius รุ่น BSA3202S-CW
11. กรรไกรแพทย์
12. แอลกอฮอล์ 95%

2. วิธีดำเนินการ

2.1 การคัดเลือกโรงงาน

คัดเลือกโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋อง (Canned Tuna) ที่มีการผลิตสม่ำเสมอตลอดปี มีกระบวนการผลิตรูปแบบเดียวกัน และได้รับการประเมินสุขลักษณะจากกรมประมงเป็นระดับดีมาก ดี และปรับปรุง จำนวน 8 แห่ง

2.2 การเก็บตัวอย่าง

2.2.1 สุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อปลาทูน่าระหว่างการผลิต ขั้นตอนละ 500 กรัมต่อตัวอย่าง ขั้นตอนละ 3 ตัวอย่างต่อครั้ง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อปลาทูน่าจากขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- หลังนึ่งสุก
- หลังการหักหัวขูดหนัง
- หลังการขูดสะอาด
- รอบรรจุลงกระป๋อง
- หลังบรรจุลงกระป๋อง

2.2.2 สุ่มตรวจการปนเปื้อน *S. aureus* บนพื้นผิวที่สัมผัสเนื้อปลาทูน่า ได้แก่ โต๊ะผลิต ถาดใส่เนื้อปลา ผ้ากันเปื้อน มือหรือถุงมือของพนักงานโดยวิธี Swab test เก็บ 3 ตัวอย่างต่อชนิดพื้นผิวสัมผัสต่อครั้ง ขนาดพื้นที่ 25 cm^2 ต่อตัวอย่าง จากขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- การหักหัวขูดหนัง
- การขูดสะอาด
- การบรรจุลงกระป๋อง

สุ่มเก็บตัวอย่างในข้อ 2.2.1 และ 2.2.2 จำนวน 5 ครั้งต่อโรงงาน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2557 ถึงมกราคม 2558 นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ สมุทรสาคร โดยตัวอย่างเนื้อปลาทูน่าและ Swab test ถูกเก็บรักษาสภาพไว้ในถังน้ำแข็งหลังการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ภายใน 1 ชั่วโมง ยกเว้นตัวอย่างเนื้อปลาทูน่าหลังบรรจุกระป๋องซึ่งถูกตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 ชั่วโมง นับหลังจากปิดฝากระป๋องก่อนการวิเคราะห์ เพื่อจำลองสถานการณ์การผลิตให้เลวร้ายที่สุด (worst case) และส่งเชื้อ *S. aureus* ที่พบในแต่ละโรงงานไปวิเคราะห์หาสารพันธุกรรม (Enterotoxin genes) ของ *S. aureus* โดยเทคนิค multiplex PCR ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

2.3 การตรวจวิเคราะห์ *S. aureus*

นำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาปริมาณ *S. aureus* ตามวิธี AOAC 2003.11- 2007 (2007)

2.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

- ตัวอย่างเนื้อปลาทูน่า

ชั่งตัวอย่างเนื้อปลาทูน่าจำนวน 10 กรัม ใส่ใน Butterfield’s phosphate - buffered dilution water 90 มิลลิลิตร นำมาผสมด้วยเครื่อง Stomacher นาน 2 นาที ได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้นที่ 10^{-1} จากนั้นนำไปทำ dilution ที่ 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} และ 10^{-5} โดยปิเปต 1 มิลลิลิตรใส่ในสารละลาย Butterfield’s phosphate - buffered dilution water 9 มิลลิลิตร ตามลำดับ

- ตัวอย่าง Swab test

นำตัวอย่าง Swab test ของพื้นที่ 25 cm^2ที่ใส่ใน Buffered peptone water จำนวน 10 มิลลิลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นที่ 10^{-1} ไปทำให้เจือจางที่ 10^{-2} 10^{-3}และ 10^{-4} โดยปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรใส่ในสารละลาย Butterfield's phosphate - buffered dilution water 9 มิลลิลิตร ตามลำดับ

2.3.2 การตรวจวิเคราะห์

2.3.2.1 ปิเปตตัวอย่างความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อ 3M™ Petrifilm™ Staph Express Count Plate and Disk ความเข้มข้นละ 2 แผ่น นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 1 °C นาน 24 ± 2 ชั่วโมง ถ้ามีโคโลนีที่ต้องสงสัยให้นำแผ่น disk ใส่ลงไปในแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วนำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 1° C นาน 6 ชั่วโมง

2.3.2.2 นำแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อออกจากตู้บ่มเชื้อเมื่อครบกำหนดเวลา นับจำนวนโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อโดยนับเฉพาะโคโลนีที่มีสีชมพู-ชมพูเข้ม นำมาคำนวณและรายงานผล

สูตรการคำนวณ

ปริมาณ *S. aureus* = (ผลรวมของโคโลนี *S. aureus* ที่เจริญบนแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อ/2) x ระดับความเข้มข้น

2.3.3 การเลือกโคโลนีเพื่อวิเคราะห์หาสารพันธุกรรม (Enterotoxin genes) ของ *Staphylococcus aureus* จากแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อ 3M™ Petrifilm™ Staph Express Count Plate

2.3.3.1 เลือกโคโลนีสีชมพูจากแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อ 3M™ Petrifilm™ Staph Express Count Plate จำนวน 5 โคโลนี streak ลงอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar โคโลนีละ 1 plate

2.3.3.2 นำอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar ข้อ 1 ไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 1 ℃ นาน 18 - 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเชื้อ *S. aureus* ที่ผ่านการตรวจสอบความบริสุทธิ์มาใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar จำนวน 1 โคโลนี แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 ℃ นาน 18 – 24 ชั่วโมง

2.3.3.3 เมื่อได้เวลากำหนด นำเชื้อที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อมาถ่ายลงในขวดที่มีเม็ด beads โดยใส่เชื้อจนสารละลายในขวดเม็ด beads ขุ่น (ประมาณ 2 loop full) เขย่าให้เชื้อกระจายทั่วหลอด

2.3.3.4 ดูดน้ำออกจากขวดที่มีเม็ด beads บรรจุอยู่ออกให้หมด

2.3.3.5 เก็บเม็ด bead ที่มีเชื้อ *S. aureus* ในตู้แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -20 ℃ ก่อนส่งตรวจวิเคราะห์หาสารพันธุกรรมโดยเทคนิค multiplex PCR ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Excel

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

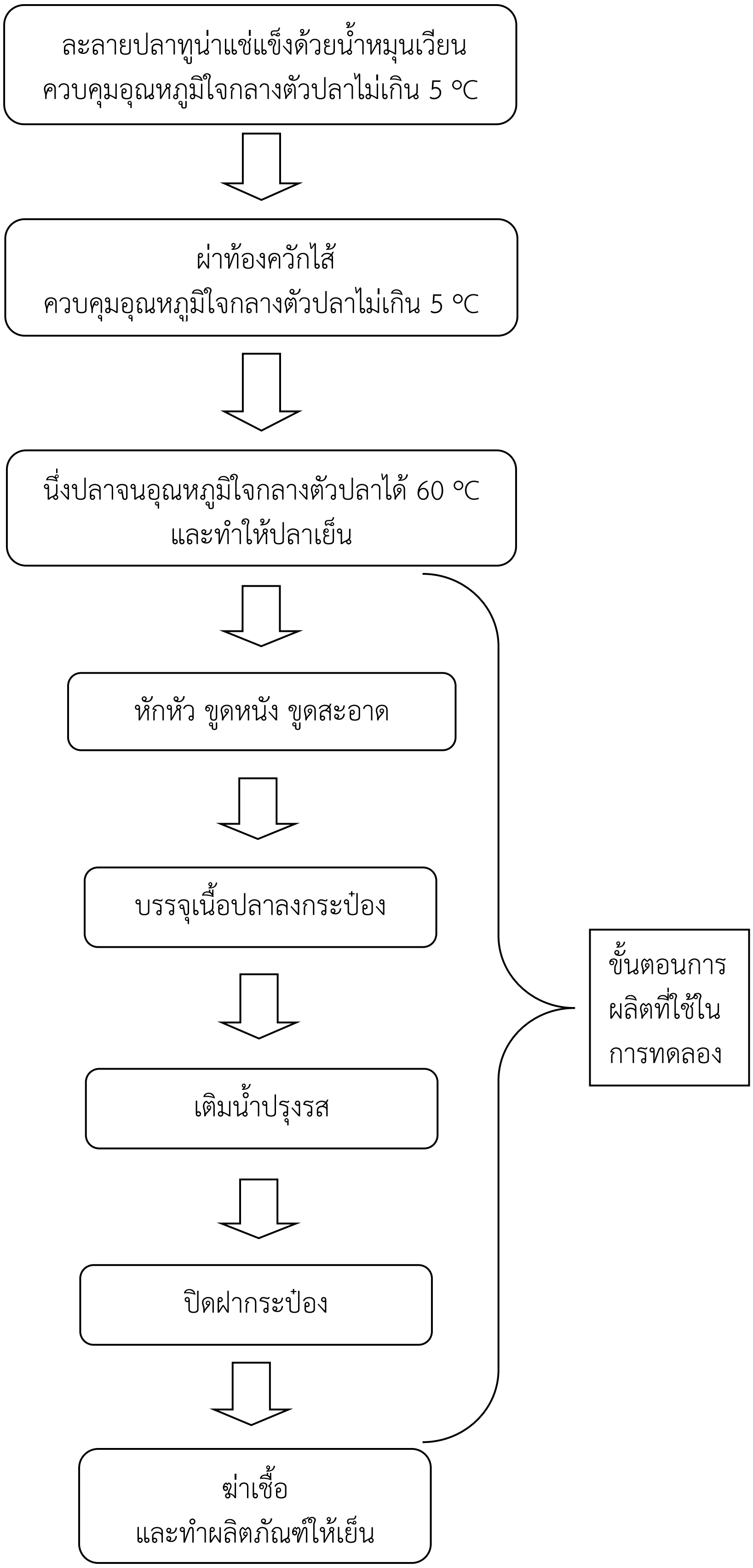
1. การคัดเลือกโรงงาน

เลือกโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าท้องแถบ (*Katsuwonus pelamis*; Skipjack) บรรจุกระป๋องในเขตพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ สมุทรสาคร กรมประมง ที่มีการผลิตอย่างสม่ำเสมอทั้งปี และมีขั้นตอนการผลิตเหมือนกันจำนวน 8 แห่ง เมื่อนำมาแบ่งกลุ่มตามประวัติการประเมินสุขลักษณะตามข้อกำหนดกรมประมงของศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ สมุทรสาคร ในระหว่างปี 2553-2555 แบ่งได้ 3 กลุ่ม 3 ระดับ (ตารางที่ 1) ตามการประเมินสุขลักษณะตามข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง การจัดระบบวิเคราะห์อันตรายและควบคุมจุดวิกฤตในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2547ก) ข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมงบรรจุภาชนะปิดสนิท สุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2552) ซึ่งประกอบด้วยการประเมินการควบคุมสุขลักษณะด้านโครงสร้าง อุปกรณ์การผลิต บุคลากร น้ำใช้ น้ำแข็ง สัตว์พาหะ และกระบวนการผลิต (รายละเอียดตามตารางผนวก 1)

ตารางที่ 1 ผลการจัดกลุ่มโรงงานตามระดับผลสุขลักษณะโรงงานในระหว่างปี 2553-2555

โรงงานที่	ระดับสุขลักษณะโรงงาน			กลุ่มสุขลักษณะโรงงาน
	2553	2554	2555	
1	1	1	1	ดีมาก
2	2	2	2	ดี
3	1	1	2	
4	1	2	2	
5	2	2	2	
6	1	3	1	ปรับปรุง
7	1	4	1	
8	3	1	4	

โรงงานระดับดีมาก หมายถึงโรงงานที่มีผลตรวจสุขลักษณะเป็นระดับ 1 ต่อเนื่องกันในระยะ 3 ปี เท่านั้น โรงงานระดับดี หมายถึงโรงงานที่มีผลตรวจสุขลักษณะในระยะเวลา 3 ปี ที่ระดับ 1 หรือ 2 เท่านั้น และโรงงานระดับปรับปรุง หมายถึงโรงงานที่มีผลตรวจสุขลักษณะในระยะเวลา 3 ปี เกินกว่าระดับ 2 โดยโรงงานที่เลือกอยู่ในระดับดีมาก 1 แห่ง คือ โรงงานหมายเลข 1 โรงงานระดับดีจำนวน 4 แห่ง คือ โรงงานหมายเลข 2 3 4 5 และโรงงานระดับปรับปรุง จำนวน 3 แห่ง คือ โรงงานหมายเลข 6 7 และ 8


ละลายปลาทูน่าแช่แข็งด้วยน้ำหมุนเวียน
ควบคุมอุณหภูมิใจกลางตัวปลาไม่เกิน 5 °C
ผ่าท้องควักไส้
ควบคุมอุณหภูมิใจกลางตัวปลาไม่เกิน 5 °C
นึ่งปลาจนอุณหภูมิใจกลางตัวปลาได้ 60 °C
และทำให้ปลาเย็น
หักหัว ขูดหนัง ขูดสะอาด
บรรจุเนื้อปลาลงกระป๋อง
เติมน้ำปรุงรส
ปิดฝากระป๋อง
ฆ่าเชื้อ
และทำผลิตภัณฑ์ให้เย็น
ขั้นตอนการ
ผลิตที่ใช้ใน
การทดลอง

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง

ขั้นตอนการผลิตปลาทูน่ากระป๋องเริ่มตั้งแต่นำปลาทูน่าแช่แข็งออกมาละลายด้วยน้ำหมุนเวียนจนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางลำตัวอยู่ในช่วง -5 ถึง 5 °C ผ่าท้องเอาเครื่องในออก นึ่งสุกด้วยไอน้ำร้อนประมาณ 100 °C จนอุณหภูมิใจกลางลำตัวปลาได้ประมาณ 60 °C แล้วนำมาผ่านการสเปรย์ด้วยน้ำสะอาดซึ่งควบคุมคุณภาพน้ำด้านจุลินทรีย์ตามมาตรฐานน้ำดื่มที่กรมประมงกำหนดในข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง การจัดระบบวิเคราะห์อันตรายและควบคุมจุดวิกฤตในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2547ก) และวางพักไว้ในห้องควบคุมความชื้นด้วยละอองน้ำสะอาดเพื่อป้องกันเนื้อปลาสูญเสียน้ำและแห้งจนถึงเวลานำมาหักหัวขูดหนัง โรงงานส่วนใหญ่กำหนดเริ่มการหักหัวขูดหนัง เมื่ออุณหภูมิภายในตัวปลาต่ำกว่า 45 °C ลงมา กระบวนการผลิตของทุกโรงงาน ให้พนักงานเอาชิ้นส่วนหัวออกด้วยมือทีละตัวแล้วใช้มีดขูดหนังออกซึ่งเรียกขั้นตอนดังกล่าวว่าหักหัวขูดหนัง ก่อนที่เอาก้างกลางลำตัวออกแล้วใช้มีดขูดเนื้อสีแดงออกด้วยมือทีละตัวเพื่อให้เหลือเฉพาะส่วนเนื้อที่ต้องการบรรจุกระป๋อง ซึ่งขั้นตอนนี้เรียกว่าขั้นตอนการขูดสะอาด จากนั้นพนักงานนำเนื้อไปเรียงในรางเพื่อลำเลียงเนื้อปลาเข้าเครื่องบรรจุกระป๋อง เติมน้ำเกลือหรือน้ำมันหรือซอสตามที่กำหนด ปิดฝา เรียงใส่ตะกร้าเพื่อนำเข้าหม้อฆ่าเชื้อ ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ทูน่าบรรจุกระป๋องแสดงในภาพที่ 1

จากการตรวจสอบสุขอนามัยและจำนวนพนักงานของโรงงานทั้ง 8 แห่ง ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการตรวจพบ *S. aureus* คือการสวมถุงมือและผ้าปิดปากขณะปฏิบัติงานจากการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง พบว่าจำนวนพนักงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตของแต่ละโรงงานในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันเนื่องจากมีการโยกย้ายพนักงานตามความเหมาะสมกับปริมาณงานในแต่ละขั้นตอนของแต่ละวันผลิต ตามรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 2 นอกจากนี้พบว่าพนักงานของโรงงานส่วนใหญ่ไม่สวมถุงมือขณะปฏิบัติงาน ยกเว้นโรงงานที่ 1 ซึ่งเป็นโรงงานที่ถูกจัดในกลุ่มสุขลักษณะดีมาก พนักงานทุกคนสวมทั้งถุงมือและผ้าปิดปากทุกขั้นตอนการผลิต ในขณะที่โรงงานในกลุ่มที่มีสุขลักษณะระดับดี และโรงงานในกลุ่มที่มีสุขลักษณะระดับปรับปรุงมีเพียงโรงงานที่ 3 ซึ่งเป็นโรงงานในกลุ่มที่มีระดับสุขลักษณะดี และโรงงานที่ 7 ซึ่งอยู่ในกลุ่มโรงงานที่มีสุขลักษณะระดับปรับปรุงเท่านั้นที่สวมทั้งถุงมือและผ้าปิดปากทุกขั้นตอนการผลิต โรงงานนอกจากนี้ พนักงานสวมถุงมือเฉพาะบางคนหรือไม่สวมเลย แต่สวมผ้าปิดปากทุกคนยกเว้นพนักงานของโรงงานที่ 5 โดยทุกโรงงานที่พนักงานไม่สวมถุงมือมีกฎเกณฑ์ควบคุมให้พนักงานสวมถุงมือเฉพาะพนักงานที่มีบาดแผลที่มือเท่านั้นที่ต้องสวมถุงมือขณะทำงาน ทั้งนี้ ข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง การจัดระบบวิเคราะห์อันตรายและควบคุมจุดวิกฤตในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2547ก) ไม่ได้กำหนดอย่างชัดเจนให้พนักงานต้องสวมถุงมือและผ้าปิดปากขณะปฏิบัติงาน ข้อกำหนดดังกล่าวระบุเฉพาะให้พนักงานที่มือเป็นแผลต้องมีการป้องกันที่เหมาะสมและสวมถุงมือเท่านั้น

ตารางที่ 2 จำนวนพนักงานของแต่ละโรงงานที่ปฏิบัติงานในขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ และการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับสุขอนามัยบุคคล

กลุ่มสุขลักษณะโรงงาน	โรงงานที่	จำนวนพนักงาน (คน)				การสวมถุงมือ	สวมผ้าปิดปาก
		ขูดหนัง	ขูดสะอาด	บรรจุ	ทั้งหมด		
ดีมาก	1	40-79	149-202	75-86	264-367	/	/
ดี	2	30-46	56-123	60-330	146-499	×	/
	3	10-22	60-120	30-55	100-197	/	/
ปรับปรุง	4	45-200	190-240	110-200	345-810	สวมบางส่วน	/
	5	40-51	276-308	57-146	373-505	สวมบางส่วน	×
	6	31-84	50-410	120-238	201-732	สวมบางส่วน	/
	7	60-100	200-400	100-420	360-920	/	/
	8	40-67	125-185	108-155	273-407	×	/

หมายเหตุ / หมายถึง ปฏิบัติ
× หมายถึง ไม่ปฏิบัติ

นอกจากนี้ โรงงานกำหนดความถี่ในการล้างทำความสะอาดมือหรือถุงมือ และผ้ากันเปื้อน รวมถึงกำหนดความเข้มข้นน้ำยาฆ่าเชื้อแตกต่างกัน (ตารางที่ 3) ทุกโรงงานใช้คลอรีนเหลวเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อ โดยผสมคลอรีนเหลวลงในน้ำล้างมือ ยกเว้นโรงงานที่ 6 ซึ่งใช้คลอรีนไดออกไซด์เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อ ขณะเก็บตัวอย่างพบว่าน้ำล้างมือของโรงงานที่ 6 ไม่มีปริมาณคลอรีนไดออกไซด์หลงเหลืออยู่ในน้ำล้างมือทุกขั้นตอนการผลิตเป็นบางครั้ง ในขณะที่โรงงานที่ 8 พบว่ามีความเข้มข้นของคลอรีนที่เหลือในน้ำล้างมือต่ำสุดที่ 10 ppm โรงงานที่ 1 4 และ 5 พบความเข้มข้นของคลอรีนที่เหลือในน้ำล้างมือต่ำสุดที่ 20-25 ppm โรงงานที่เหลือพบความเข้มข้นของคลอรีนที่เหลือในน้ำล้างมือต่ำสุดที่ 50 ppm โดยคู่มือสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2547ข) ระบุให้น้ำล้างมือหรือถุงมือมีความเข้มข้นคลอรีนหลงเหลือขณะใช้งานระหว่าง 20-50 ppm และมีการตรวจวัดอย่างสม่ำเสมอ ความถี่ที่โรงงานกำหนดให้พนักงานในขั้นตอนการขูดหนังและขูดสะอาดล้างมืออยู่ระหว่าง 20-60 นาทีต่อครั้ง โดยโรงงานที่ 1 กำหนดความถี่สูงสุดคือ 20 นาทีต่อครั้ง โรงงานที่ 3 4 และ 6 กำหนดความถี่ที่ 30 นาทีต่อครั้ง โรงงานที่ 2 5 7 และ 8 กำหนดความถี่ที่ 60 นาทีต่อครั้ง ในขณะที่ขั้นตอนการบรรจุของโรงงานที่ 1 กำหนดความถี่ในการล้างมือนานที่สุดคือ 120 นาทีต่อครั้ง โรงงานที่ 4 กำหนดความถี่เป็นทุก 60 นาทีต่อครั้ง สำหรับโรงงานที่เหลือยังคงกำหนดความถี่ในการล้างมือและผ้ากันเปื้อนด้วยความถี่เหมือนขั้นตอนการขูดหนังและขูดสะอาด ซึ่งตามข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง การจัดระบบวิเคราะห์อันตรายและควบคุมจุดวิกฤตในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2547ก) โรงงานสามารถกำหนดความถี่ในการล้างมือและผ้ากันเปื้อนของพนักงานได้ตามความเหมาะสม

ตารางที่ 3 ปริมาณความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำล้างมือหรือถุงมือของพนักงานในขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ และความถี่ที่พนักงานล้างมือหรือถุงมือและผ้ากันเปื้อนระหว่างการทำงานของโรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋อง

โรงงานที่	ปริมาณคลอรีน (ppm) ในขั้นตอนการผลิตและความถี่ในการล้างมือ (นาที/ครั้ง)					
	ขูดหนัง	ความถี่	ขูดสะอาด	ความถี่	บรรจุ	ความถี่
1	25.0-200.0	20	25.0-100.0	20	25.0-100.0	120
2	50.0	60	50.0	60	50.0	60
3	50.0-200.0	30	50.0-100.0	30	50.0	30
4	25.0-100.0	30	50.0-100.0	30	100.0	60
5	50.0	60	20.0-50.0	60	50.0	60
6*	0-0.4	30	0-0.4	30	0-0.6	30
7	50.0	60	50.0	60	50.0	60
8	10.0-50.0	60	10.0-50.0	60	50.0	60

* คลอรีนไดออกไซด์

การล้างและฆ่าเชื้ออุปกรณ์การผลิตด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อที่มีความเข้มข้นเพียงพอและความถี่ที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญที่จะลดการสะสมของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ที่พื้นผิวของอุปกรณ์ ป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์กลับไปที่ผลิตภัณฑ์ (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2547ข) โรงงานที่ 1 2 4 และ 5 ล้างถาดใส่เนื้อปลาทุกรอบการใช้งานซึ่งมีความถี่ประมาณ 10-30 นาทีต่อครั้ง ในขณะที่โรงงานที่ 3 6 และ 7 มีความถี่ในการล้างถาดใส่เนื้อปลาประมาณ 60-120 นาทีต่อครั้ง ซึ่งไม่เป็นไปตามข้อกำหนดกรมประมงที่กำหนดให้ล้างถาดใส่เนื้อปลาทุกครั้งหลังจากใช้ใส่เนื้อปลาและฆ่าเชื้อด้วยน้ำคลอรีนเข้มข้นอย่างน้อย 50 ppm (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2552) โรงงานที่ 4 5 6 และ 8 มีความเข้มข้นคลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อถาดใส่เนื้อปลาประมาณ 50-100 ppm สำหรับโรงงานที่ 1 2 3 และ 7 มีความเข้มข้นคลอรีนสำหรับฆ่าเชื้อถาดใส่เนื้อปลาประมาณ 100-200 ppm ซึ่งทุกโรงงานใช้ความเข้มข้นคลอรีนตามที่กรมประมงกำหนด ทุกโรงงานกำหนดล้างโต๊ะผลิตและสายพานบรรจุทุก 4 ชั่วโมงด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้นตั้งแต่ 50-200 ppm ตามที่กรมประมงกำหนด ยกเว้นโรงงานที่ 4 ที่ใช้น้ำยาฆ่าเชื้อประเภท Quaternary Ammonium Compounds ซึ่งผู้ผลิตกำหนดให้ใช้ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 -5.0 โดยราดทิ้งไว้บนพื้นผิวอุปกรณ์ 10-15 นาที อย่างไรก็ตามสารฆ่าเชื้อประเภทดังกล่าวถึงแม้กรมประมงอนุญาตให้ใช้ได้ตามรายละเอียดที่ระบุในคู่มือสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2547ข) แต่ไม่มีวิธีการตรวจสอบความเข้มข้นที่ทราบผลอย่างรวดเร็ว โรงงานจึงไม่สามารถตรวจติดตามความเข้มข้นได้ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณความเข้มข้นคลอรีนในน้ำล้างอุปกรณ์ และความถี่ในการล้างอุปกรณ์การผลิตของโรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋อง

โรงงาน	ปริมาณคลอรีน (ppm) และความถี่ที่ใช้ล้างอุปกรณ์การผลิต			
ที่	ถาดใส่เนื้อปลา	ความถี่ (นาที/ครั้ง)	โต๊ะผลิตและสายพานบรรจุ	ความถี่ (ชั่วโมง/ครั้ง)
1	100	10-15	200	4
2	100-200	10-15	100-200	4
3	100	60	100	4
4	50-100	20	น้ำยาฆ่าเชื้อ *	4
5	50-100	30	50-100	4
6	50-100	60	50-100	4
7	100-200	120	100-200	4
8	50-100	30	50-100	4

*น้ำยาฆ่าเชื้อประเภท Quaternary Ammonium Compounds

2. ผลการตรวจวิเคราะห์จำนวนและปริมาณ *S.aureus* ในกระบวนการผลิตปลาทูน่ากระป๋อง

โรงงานที่ 1

โรงงานที่ 1 เป็นโรงงานที่มีระดับสุขลักษณะระดับ 1 ต่อเนื่องกัน 3 ปี มีจำนวนพนักงานหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และบรรจุประมาณ 40-79 149-202 และ 75-86 คน ตามลำดับ ซึ่งจำนวนพนักงานแต่ละขั้นตอนและแต่ละวันผลิตโรงงานกำหนดเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมของการผลิต

โรงงานเริ่มเอาปลาทูน่าหลังนึ่งสุกที่มีอุณหภูมิประมาณ 28-33 °C ออกมาหักหัวขูดหนัง อุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างการขูดสะอาดถึงรอการบรรจุประมาณ 28 °C และอุณหภูมิหลังการบรรจุลงกระป๋องเพิ่มขึ้นเป็น 33-55 °C เนื่องจากมีการเติมน้ำปรุงรสที่มีอุณหภูมิประมาณ 55-60 °C อุณหภูมิในระหว่างการผลิตเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวน *S. aureus* ตลอดกระบวนการผลิต ทั้งนี้โรงงานมีระยะเวลาตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงขูดสะอาดเสร็จประมาณ 12-143 นาที ระยะเวลาหลังขูดสะอาดเสร็จถึงบรรจุลงกระป๋อง 2-44 นาที และหลังจากการปิดผนึกกระป๋องจะถูกตั้งรอกระบวนการฆ่าเชื้อตั้งแต่ 27-137 นาที ซึ่งพบว่าบางรุ่นการผลิตเนื้อปลาทูน่ากระป๋องถูกตั้งรอการฆ่าเชื้อนานกว่า 2 ชั่วโมงเกินกว่าระยะเวลาที่กรมประมงกำหนดไว้ในข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมงบรรจุภาชนะปิดสนิท สุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2552) ระยะเวลานานที่สุดของกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงเริ่มการฆ่าเชื้อประมาณ 5.24 ชั่วโมง รายละเอียดแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 อุณหภูมิเนื้อปลาและระยะเวลาผลิต ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการผลิตปลาทูน่ากระป๋อง

โรงงานที่	อุณหภูมิ (°C) และเวลา (นาที)												ระยะเวลาผลิต (นาที)
	หักหัวขูดหนัง			ขูดสะอาด			รอบบรรจุ			หลังบรรจุรอการฆ่าเชื้อ			
	Max (°C)	Min (°C)	Average	Max (°C)	Min (°C)	Average	Max (°C)	Min (°C)	Average	Max (°C)	Min (°C)	Average	
1	33.0	28.0	31.3±1.8 n=12	34.0	25.0	28.1±2.7 n=12	34.0	22.0	27.7±3.8 n=12	55	30	33.0±2.1 n=15	324 (5.24 ชั่วโมง)
เวลา	← 12-143 นาที →						← 2-44 นาที →			← 27-137 นาที →			
2	40.0	25.0	32.0±4.0 n=15	25.0	21.0	23.9±1.7 n=15	25.0	12.0	20.1±3.9 n=15	50	30.2	32.8±2.6 n=15	397 (6.37 ชั่วโมง)
เวลา	← 22-147 นาที →						← 9-160 นาที →			← 11-90 นาที →			
3	45.0	29.0	28.2±4.9 n=12	39.0	21.0	29.2±6.3 n=12	38.0	20.0	28.9±6.4 n=12	55	32	35.8±1.5 n=15	317 (5.17 ชั่วโมง)
เวลา	← 10-220 นาที →						← 13-97 นาที →						
4	28.2	20.0	24.3±2.9 n=12	27.5	20	24.4±2.7 n=15	28.5	23.0	25.0±1.5 n=15	50	30	32.5±2.1 n=15	389 (6.29 ชั่วโมง)
เวลา	← 10-70 นาที →						← 24-185 นาที →			← 21-134 นาที →			
5	38.0	28.1	32.6±4.1 n=15	30.6	26.8	28.6±1.6 n=12	32.3	22.7	27.7±2.6 n=12	50	30	32.5±2.2 n=15	386 (6.26 ชั่วโมง)
เวลา	← 13-100 นาที →						← 10-135 นาที →			← 11-151 นาที →			
6	32.9	21.9	30.3±3.7 n=9	32.7	25.0	27.3±2.7 n=9	27.3	23.0	25.0±1.6 n=9	55	26	31.4±2.5 n=15	633 (10.33 ชั่วโมง)
เวลา	← 50-295 นาที →						← 15-175 นาที →			← 26-163นาที →			
7	41.8	22.6	29.2±6.2 n=9	32.7	21.8	26.7±2.8 n=12	28.0	22.1	25.1±2.0 n=12	55	25	32.5±2.5 n=15	685 (11.25 ชั่วโมง)
เวลา	← 50-310 นาที →						← 30-255 นาที →			← 24-120 นาที →			
8	44.0	26.0	34.5±5.2 n=15	32.0	26.0	28.5±2.4 n=15	29.0	23.0	26.1±2.2 n=15	50	30	32.3±2.0 n=15	520 (8.40 ชั่วโมง)
เวลา	← 240-520 นาที →												

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกของโรงงานที่ 1 (ตารางที่ 6) พบว่าตัวอย่างเนื้อปลาทูน่าทั้งขั้นตอนหลังนึ่งสุกก่อนเริ่มการผลิต หลังหักหัวขูดหนัง หลังขูดสะอาด และระหว่างรอบรรจุลงกระป๋องทั้ง 5 ครั้ง จำนวนทั้งหมด 60 ตัวอย่าง ไม่พบการปนเปื้อน *S. aureus* ทุกตัวอย่าง แต่พบ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่าหลังบรรจุกระป๋องและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จำนวน 1 ตัวอย่างจากจำนวนทั้งหมด 15 ตัวอย่าง โดยพบเพียง 10 cfu/g

ในขณะที่ผลการตรวจปริมาณการปนเปื้อน *S. aureus* ที่ถุงมือและผ้ากันเปื้อนของพนักงานที่สัมผัสกับเนื้อปลาทูน่าพบว่ามีการปนเปื้อน *S. aureus* ที่ถุงมือพนักงานทุกขั้นตอนการผลิตจำนวน 6 ตัวอย่าง จากจำนวนทั้งหมด 45 ตัวอย่าง โดยพบปริมาณต่ำ ๆ ที่ 10-40 cfu/25cm^2 ผ้ากันเปื้อนของพนักงานที่สัมผัสกับเนื้อปลาทูน่าพบว่ามีการปนเปื้อน *S. aureus* ที่ผ้ากันเปื้อนของพนักงานเฉพาะพนักงานที่ปฏิบัติงานขั้นตอนหักหัวขูดหนังจำนวน 2 ตัวอย่างจากจำนวนทั้งหมด 45 ตัวอย่างเท่านั้น โดยพบที่ปริมาณ 10 และ 160 cfu/25cm^2 สำหรับถาดใส่เนื้อปลาพบการปนเปื้อน *S. aureus* ที่ถาดใส่เนื้อปลาในขั้นตอนหลังการขูดสะอาดเพียงจำนวน 1 ตัวอย่าง โดยพบปริมาณ 10 cfu/25cm^2 และพบการปนเปื้อน *S. aureus* ที่โต๊ะผลิตขั้นตอนการหักหัวขูดหนังจำนวน 1 ตัวอย่างเช่นเดียวกัน โดยพบปริมาณ 20 cfu/25cm^2 รายละเอียดแสดงในตารางที่ 6 ทั้งนี้ โรงงานที่ 1 กำหนดให้พนักงานขั้นตอนการหักหัวขูดหนัง และขั้นตอนขูดสะอาดล้างถุงมือและผ้ากันเปื้อนด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 200 ppm ทุก 20 นาที และกำหนดให้พนักงานขั้นตอนการบรรจุล้างถุงมือและผ้ากันเปื้อนด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 100 ppm ทุก 2 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามขณะเก็บตัวอย่างพบว่าปริมาณความเข้มข้นคลอรีนในน้ำล้างถุงมือและผ้ากันเปื้อนต่ำกว่าที่โรงงานกำหนดแต่ยังเป็นไปตามข้อกำหนดกรมประมงและถึงแม้ว่าในขั้นตอนการบรรจุโรงงานที่ 1 กำหนดให้พนักงานล้างมือทุก 2 ชั่วโมง แต่จากการตรวจปริมาณ *S. aureus* ในขั้นตอนดังกล่าว ก็ยังพบปริมาณ *S. aureus* ไม่เกินเกณฑ์กำหนด นอกจากนี้โรงงานกำหนดให้ล้างถาดใส่เนื้อปลาหลังหักหัวขูดหนัง และถาดใส่เนื้อปลาหลังขูดสะอาดด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 100 ppm ทุก 15 นาที และล้างโต๊ะผลิตทุกขั้นตอนรวมทั้งสายพานบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 200 ppm ทุก 4 ชั่วโมง (ตารางที่ 4) การพบการปนเปื้อน *S. aureus* ที่ถาดใส่เนื้อปลาขั้นตอนขูดสะอาดและโต๊ะขั้นตอนการหักหัวขูดหนังเพียงอย่างละ 1 ตัวอย่าง จาก 45 ตัวอย่างต่อชนิดอุปกรณ์แสดงให้เห็นว่าโรงงานยังสามารถควบคุมปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่าตั้งแต่หลังหักหัวขูดหนังถึงก่อนบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องพบว่าไม่มีแนวโน้มการเพิ่มจำนวนขึ้นตามขั้นตอนการผลิตถึงแม้ว่าจะพบ *S. aureus* ปนเปื้อนอยู่ที่เครื่องแต่งกายของพนักงาน และอุปกรณ์การผลิต แสดงให้เห็นว่าการควบคุมสุขลักษณะและกระบวนการผลิตของโรงงานที่ 1 สามารถควบคุมการปนเปื้อน *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์ทูน่าบรรจุกระป๋องและปริมาณ *S. aureus* ที่พบ 1 ตัวอย่างในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกระป๋องก่อนการฆ่าเชื้อมีปริมาณเพียง 10 cfu/g ซึ่งไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดสารพิษของ *S. aureus* ถึงแม้จะมีระยะเวลาการผลิตในแต่ละรุ่นตั้งแต่พนักงานเริ่มสัมผัสปลาหลังนึ่งสุกจนถึงขั้นตอนการ ฆ่าเชื้อกระป๋องแตกต่างกันตั้งแต่ 1- 5.30 ชั่วโมง

ตารางที่ 6 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิตตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 1

ตัวอย่าง	ขั้นตอน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus*	ร้อยละ	ปริมาณ *S. aureus* (cfu/g)** (cfu/25cm^2)***
เนื้อปลาทูน่า	หลังนึ่งสุก	15	0	0	<10*
	หลังหักหัวขูดหนัง	15	0	0	<10*
	หลังขูดสะอาด	15	0	0	<10*
	ก่อนบรรจุกระป๋อง	15	0	0	<10*
	ก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ	15	1	6.7	10*
ถุงมือพนักงาน	หักหัวขูดหนัง	15	3	20.0	10*, 10*, 40*
	ขูดสะอาด	15	1	6.7	10*
	บรรจุกระป๋อง	15	2	13.3	10*, 10*
ผ้ากันเปื้อน	หักหัวขูดหนัง	15	2	13.3	10*, 1.6×10^2
	ขูดสะอาด	15	0	0	<10*
	บรรจุกระป๋อง	15	0	0	<10*
ถาดใส่เนื้อปลา	หักหัวขูดหนัง	15	0	0	<10*
	ขูดสะอาด	15	1	6.7	10*
	บรรจุกระป๋อง	15	0	0	<10*
โต๊ะ	หักหัวขูดหนัง	15	1	6.7	20*
	ขูดสะอาด	15	0	0	<10*
	บรรจุกระป๋อง	15	0	0	<10*

* หมายถึง Estimate Aerobic Plate Count

** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่า

*** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* บนพื้นผิวสัมผัส

โรงงานที่ 2

โรงงานที่ 2 เป็นโรงงานที่มีระดับสุขลักษณะระดับ 2 ต่อเนื่องกันตลอดทั้ง 3 ปี มีจำนวนพนักงานหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และบรรจุประมาณ 30-46 56-123 และ 60-330 คน ตามลำดับ ขึ้นอยู่กับแต่ละครั้งของการผลิต โรงงานเริ่มเอาปลาทูน่าหลังนึ่งสุกที่มีอุณหภูมิประมาณ 25-40 ℃ ออกมาหักหัวขูดหนัง อุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างการขูดสะอาดประมาณ 24 ℃ และอุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างรอการบรรจุอยู่ที่ประมาณ 20 ℃ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยหลังการบรรจุลงกระป๋องเพิ่มขึ้นเป็น 33 ℃ เนื่องจากมีการเติมน้ำปรุงรสที่มีอุณหภูมิประมาณ 50-60 ℃ ทั้งนี้โรงงานมีระยะเวลาตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงขูดสะอาดเสร็จประมาณ 22-147 นาที ระยะเวลาหลังขูดสะอาดเสร็จถึงบรรจุลงกระป๋อง 9-160 นาที และหลังจากการปิดผนึกกระป๋องจะถูกตั้งรอกระบวนการฆ่าเชื้อตั้งแต่ 11-90 นาที ระยะเวลานานที่สุดของกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงเริ่มการฆ่าเชื้อประมาณ 6.30 ชั่วโมง โดยพบว่าระยะเวลาหลังขูดสะอาดเสร็จถึงบรรจุลงกระป๋อง และระยะเวลาหลังบรรจุถึงการเริ่มฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์บางรุ่นไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

สุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมงบรรจุภาชนะปิดสนิท สุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2552) ที่กำหนดให้รอบรรจุลงกระป๋องได้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง และรอฆ่าเชื้อได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมง ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 5

ผลการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* ในตัวอย่างเนื้อปลาทูน่าหลังนึ่งสุกของโรงงานที่ 2 แสดงรายละเอียดในตารางที่ 7 โดยพบว่าเนื้อปลาทูน่าหลังนึ่งสุกก่อนเริ่มขั้นตอนการหักหัวขูดหนังไม่พบการปนเปื้อน *S. aureus* ทุกตัวอย่าง และเริ่มพบการปนเปื้อน *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่าหลังขั้นตอนหักหัวขูดหนังจำนวน 1 ตัวอย่าง จาก 15 ตัวอย่าง โดยมีปริมาณ *S. aureus* 30 cfu/g คิดเป็นร้อยละ 6.7 ของจำนวนตัวอย่างของขั้นตอนนี้ และจำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus* มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 20.0 40.0 และ 73.3 ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บจากขั้นตอนหลังขูดสะอาด ก่อนบรรจุกระป๋อง และหลังบรรจุก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ ตามลำดับ โดยมีข้อสังเกตุว่าโรงงานใช้ระยะเวลาในการรอบรรจุนานกว่าที่กรมประมงกำหนดจึงมีผลทำให้ *S. aureus* เพิ่มจำนวนขึ้น ปริมาณ *S. aureus* ที่พบส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 10-60 cfu/g ยกเว้นตัวอย่างในขั้นตอนหลังขูดสะอาดที่พบ *S. aureus* 3.1×10^2 cfu/g และเนื้อปลาทูน่าหลังบรรจุกระป๋องก่อนการฆ่าเชื้อพบปริมาณ *S. aureus* 1.5×10^2 และ 1.3×10^2 cfu/g อย่างไรก็ตาม *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องของโรงงานที่ 2 ยังไม่สูงเกิน 1.0×10^5 cfu/g ซึ่งเป็นปริมาณที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดสารพิษ Staphylococcal Enterotoxin

โรงงานที่ 2 พนักงานส่วนใหญ่ไม่สวมถุงมือ ดังนั้นการเก็บตัวอย่างจึงเก็บตัวอย่างจากมือของพนักงานที่ไม่สวมถุงมือเท่านั้น พบว่ามีจำนวนตัวอย่างและปริมาณ *S. aureus* มากกว่าที่พบในเนื้อปลา โดยมือของพนักงานขั้นตอนการหักหัวขูดหนังมีการปนเปื้อน *S. aureus* ร้อยละ 46.7 และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 66.7 ในขั้นตอนการขูดสะอาด และลดลงเป็นร้อยละ 60.0 ในขั้นตอนการบรรจุ อย่างไรก็ตามปริมาณ *S. aureus* ที่พบที่มือของพนักงาน 16 ตัวอย่างจาก 26 ตัวอย่าง มีปริมาณน้อยกว่า 1.0×10^2 cfu/25cm^2 แต่มี 1 ตัวอย่างในขั้นตอนหักหัวขูดหนังที่พบการปนเปื้อนสูงถึง 8.0×10^3 cfu/25cm^2 และขั้นตอนขูดสะอาดพบ 3 ตัวอย่างที่มีการปนเปื้อน 1.4×10^3 1.4×10^4 และ 2.4×10^4 cfu/25cm^2 ตัวอย่างที่เก็บจากมือพนักงานขั้นตอนการบรรจุทุกตัวอย่างมีปริมาณการปนเปื้อน *S. aureus* น้อยกว่า 1.0×10^2 cfu/25cm^2 ในขณะที่ตัวอย่างที่เก็บจากผ้ากันเปื้อน 9 จาก 11 ตัวอย่างมีปริมาณน้อยกว่า 1.0×10^2cfu/25cm^2 และพบ 2 ตัวอย่างจากขั้นตอนการหักหัวขูดหนังที่มีปริมาณ *S. aureus* 1.3×10^2 และ 2.9×10^2cfu/25cm^2 ตามลำดับ ในขณะเก็บตัวอย่างพบว่าน้ำล้างมือและน้ำล้างผ้ากันเปื้อนมีความเข้มข้นของคลอรีน 50 ppm และโรงงานกำหนดให้พนักงานทุกขั้นตอนการผลิตล้างมือและผ้ากันเปื้อนทุก 60 นาที อย่างไรก็ตาม การพบ *S. aureus* ในปริมาณค่อนข้างสูง แสดงให้เห็นว่าความถี่ที่โรงงานกำหนดให้พนักงานล้างมือและผ้ากันเปื้อนไม่เหมาะสม โรงงานควรเปลี่ยนแปลงให้ถี่ขึ้นเพื่อลดการสะสมเชื้อ *S. aureus* ที่มือและผ้ากันเปื้อน ปริมาณ *S. aureus* บนพื้นผิวสัมผัสของถาดใส่เนื้อปลาและโต๊ะผลิตมี *S. aureus* น้อยกว่า 1.0×10^2 cfu/25cm^2 ทุกตัวอย่าง โดยโรงงานกำหนดให้ล้างถาดใส่เนื้อปลาด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 100-200 ppm ทุก 10-15 นาที และกำหนดให้ล้างโต๊ะทุกขั้นตอนการผลิตรวมทั้งสายพานเครื่องบรรจุทุก 4 ชั่วโมงด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 100-200 ppm (ตารางที่ 4) ทำให้ *S. aureus* ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้

ตารางที่ 7 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิตตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 2

ตัวอย่าง	ขั้นตอน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus*	ร้อยละ	ปริมาณ *S. aureus* (cfu/g)** ($\mathrm{cfu/25cm^2}$)***
เนื้อปลาทูน่า	หลังนึ่งสุก	15	0	0	< 10*
	หลังหักหัวขูดหนัง	15	1	6.7	30
	หลังขูดสะอาด	15	3	20.0	10*, 20*, 3.1×10^{2}
	ก่อนบรรจุกระป๋อง	15	6	40.0	10*, 10*, 10*, 40, 60, 60
	ก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ	15	11	73.3	10*, 10*, 10*, 20*, 20*, 30, 30*, 40, 60, 1.5×10^{2}, 1.3×10^{2}
มือพนักงาน	หักหัวขูดหนัง	15	7	46.7	10*, 30*, 50*, 90*, 5.6×10^{2}, 9.7×10^{2}, 8.0×10^{3}
	ขูดสะอาด	15	10	66.7	20*, 60*, 70*, 1.3×10^{2}, 1.9×10^{2}, 2.0×10^{2}, 5.2×10^{2}, 1.4×10^{3}, 1.4×10^{4}, 2.4×10^{4}
	บรรจุกระป๋อง	15	9	60.0	10*, 20*, 20*, 20*, 40*, 50*, 50*, 70*, 90*
ผ้ากันเปื้อน	หักหัวขูดหนัง	15	5	33.3	10*, 30*, 50*, 1.3×10^{2}, 2.9×10^{2}
	ขูดสะอาด	15	2	13.3	10*, 90*
	บรรจุกระป๋อง	15	4	26.7	10*, 10*, 10*, 20*
ถาดใส่เนื้อปลา	หักหัวขูดหนัง	15	2	13.3	30*, 40*
	ขูดสะอาด	15	6	40.0	10*, 10*, 10*, 10*, 30*, 40*
	บรรจุกระป๋อง	15	1	6.7	20*
โต๊ะ	หักหัวขูดหนัง	15	5	33.3	10*, 10*, 40*, 50*, 80*
	ขูดสะอาด	15	4	26.7	10*, 10*, 20*, 20*
	บรรจุกระป๋อง	15	4	26.7	10*, 10*, 20*, 20*

* หมายถึง Estimate Aerobic Plate Count

** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่า

*** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* บนพื้นผิวสัมผัส

โรงงานที่ 3

โรงงานที่ 3 เป็นโรงงานในกลุ่มที่มีการควบคุมสุขลักษณะดี และเป็นกลุ่มเดียวกันกับโรงงานที่ 2 ข้อแตกต่างจากโรงงานที่ 2 คือพนักงานทุกคนที่ปฏิบัติงานในขั้นตอนต่าง ๆ สวมถุงมือทุกขั้นตอนการผลิต โรงงานที่ 3 มีจำนวนพนักงานหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และบรรจุ 10-22 60-120 และ 30-35 คน ตามลำดับ โรงงานนี้เป็นโรงงานที่มีจำนวนพนักงานน้อยที่สุดในจำนวนโรงงานทั้งหมด จากผลการประเมินระดับสุขลักษณะของกรมประมงพบว่าโรงงานมีระดับ 1 ในปี 2553 และ 2554 และเป็นระดับ 2 ในปี 2555

จากผลการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังจนถึงบรรจุลงกระป๋องรอการฆ่าเชื้อพบ *S. aureus* 15 ตัวอย่างจาก 60 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 25 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด โดยพบจากทุกขั้นตอนการผลิต ยกเว้นขั้นตอนหลังนึ่งสุกก่อนเริ่มกระบวนการหักหัวขูดหนัง ปริมาณ *S. aureus* ที่พบในแต่ละตัวอย่างส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยกว่า 1.0×10^2 cfu/g แต่มี 2 ตัวอย่างในขั้นตอนขูดสะอาดที่พบปริมาณ *S. aureus* ที่ 1.0×10^2 และ 3.4×10^2 cfu/g และมี 1 ตัวอย่างที่ขั้นตอนก่อนบรรจุกระป๋องที่พบ *S. aureus* 1.5×10^2 cfu/g (ตารางที่ 8) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับโรงงานที่ 2 อย่างไรก็ตาม จำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus* น้อยกว่าโรงงานที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจสุขลักษณะของกรมประมงที่โรงงานที่ 3 มีประวัติระดับสุขลักษณะดีกว่าโรงงานที่ 2

โรงงานที่ 3 เริ่มเอาปลาทูน่าหลังนึ่งสุกออกมาหักหัวขูดหนังเมื่อปลามีอุณหภูมิระหว่าง 29-45 °C เนื้อปลาระหว่างการขูดสะอาดและรอบรรจุกระป๋องมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 29 °C และอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 36 °C ในระหว่างรอการฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนของ *S. aureus* ถึงแม้โรงงานใช้ระยะเวลาในการผลิตรวมตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงเริ่มการฆ่าเชื้อประมาณ 5 ชั่วโมงเศษ แต่ใช้เวลาผลิตช่วงระหว่างหักหัวขูดหนังถึงขูดสะอาดเสร็จตั้งแต่ 10-220 นาที (ตารางที่ 5) ทำให้ *S. aureus* ที่พบปริมาณต่ำ ๆ ในช่วงหักหัวขูดหนังเพิ่มจำนวนขึ้น นอกจากนี้โรงงานใช้เวลารอบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องหลังขูดสะอาดเสร็จแต่ละรุ่นระหว่าง 13-97 นาที ซึ่งพบว่าโรงงานใช้เวลาผลิตบางรุ่นไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมงบรรจุภาชนะปิดสนิท สุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2552) ที่กำหนดให้รอบรรจุได้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง ถึงแม้ *S. aureus* ที่พบในตัวอย่างหลังบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องจะไม่มีตัวอย่างใด ๆ ที่มีปริมาณ *S. aureus* มากกว่าขั้นตอนหลังขูดสะอาดและขั้นตอนการรอบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋อง แต่จำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus* เพิ่มจากร้อยละ 20 จากขั้นตอนก่อนบรรจุเป็นร้อยละ 46.7 ของจำนวนตัวอย่างระหว่างรอการฆ่าเชื้อ จากการตรวจติดตามครั้งนี้พบว่าปริมาณ *S. aureus* ที่พบในเนื้อปลาทูน่าทุกขั้นตอนการผลิตไม่เกิน 1.0×10^5 cfu/g และยังไม่มีความเสี่ยงที่จะพบผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องที่มีสารพิษของ *S. aureus* ดังนั้น หากโรงงานสามารถควบคุมระยะเวลาในการผลิตให้สั้นลงจะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดสารพิษของ *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์ของโรงงานได้

ผลการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* ที่ถุงมือและผ้ากันเปื้อนของพนักงานพบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่มีปริมาณ *S. aureus* น้อยกว่า 1.0×10^3 cfu/25cm^2 โดยพบตัวอย่างถุงมือของพนักงานขั้นตอนการหักหัวขูดหนังจำนวน 2 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่างเท่านั้นที่มีปริมาณ *S. aureus* 1.0×10^3 และ 3.5×10^3 cfu/25cm^2 จำนวนตัวอย่างถุงมือที่พบการปนเปื้อน *S. aureus* มากที่สุดคือขั้นตอนการขูดสะอาด รองลงมาคือขั้นตอนการหักหัวขูดหนัง และขั้นตอนการบรรจุ ตามลำดับ จำนวนตัวอย่างผ้ากันเปื้อนที่พบ *S. aureus* มากที่สุดคือขั้นตอนการหักหัวขูดหนังโดยพบร้อยละ 20 และขั้นตอนขูดสะอาดพบร้อยละ 13.3

ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บจากแต่ละขั้นตอน ทั้งนี้ ความเข้มข้นคลอรีนในน้ำล้างมือและผ้ากันเปื้อนขั้นตอนการหักหัวขูดหนังอยู่ระหว่าง 50-200 ppm ขั้นตอนขูดสะอาดอยู่ระหว่าง 50-100 ppm และขั้นตอนการบรรจุ 50 ppm โดยมีความถี่ในการล้างถุงมือและผ้ากันเปื้อนทุก 30 นาที (ตารางที่ 3) การกำหนดความเข้มข้นคลอรีนในน้ำล้างถุงมือและผ้ากันเปื้อนและความถี่ในการล้างมือของพนักงานที่มากกว่าโรงงานที่ 2 ทำให้จำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus* น้อยกว่าโรงงานที่ 2 เป็นข้อบ่งชี้ที่ชัดเจนว่าถึงแม้ปริมาณการปนเปื้อน *S. aureus* เริ่มต้นที่ขั้นตอนหักหัวขูดหนังของโรงงานที่ 3 จะสูงกว่าโรงงานที่ 2 แต่การกำหนดปริมาณความเข้มข้นของคลอรีนที่สูงกว่าโรงงานที่ 2 และความถี่ในการทำความสะอาดถุงมือและผ้ากันเปื้อนที่มีความถี่มากกว่าจะช่วยลดความเสี่ยงของการเพิ่มจำนวน *S. aureus* จนถึงระดับที่สร้างสารพิษ

ปริมาณ *S. aureus* บนพื้นผิวสัมผัสของอุปกรณ์ตั้งแต่ขั้นตอนหักหัวขูดหนังจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 3 พบว่าอุปกรณ์ที่สัมผัสเนื้อปลาในระหว่างการผลิตทุกขั้นตอนมีการปนเปื้อน *S. aureus* โดยมีตัวอย่างถาดใส่เนื้อปลาจำนวน 12 ตัวอย่างจาก 45 ตัวอย่าง ที่ตรวจพบการปนเปื้อน *S. aureus* คิดเป็นร้อยละ 26.7 แต่ปริมาณที่พบส่วนใหญ่น้อยกว่า 1.0×10^2 cfu/25cm^2 ยกเว้นถาดใส่เนื้อปลาขั้นตอนการขูดสะอาดจำนวน 3 ตัวอย่างที่พบปริมาณ *S. aureus* ที่ 1.0×10^2 2.1×10^2 และ 1.5×10^3 cfu/25cm^2 โรงงานกำหนดให้ล้างถาดใส่เนื้อปลาทุก 1 ชั่วโมง ด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 100 ppm ซึ่งความถี่การล้างถาดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของกรมประมงที่กำหนดให้ล้างทุกรอบที่ใช้งานส่งผลให้ *S. aureus* เพิ่มจำนวนขึ้นโดยเฉพาะขั้นตอนการขูดสะอาดที่ใช้เวลาในการผลิตนาน สำหรับการล้างโต๊ะผลิตรวมทั้งสายพานบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องโรงงานกำหนดให้ล้างด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 100 ppm ทุก 4 ชั่วโมง ซึ่งยังเป็นไปตามข้อกำหนดของกรมประมง พบตัวอย่างการปนเปื้อนที่โต๊ะผลิตร้อยละ 13.3 โดยส่วนใหญ่พบการปนเปื้อนน้อยกว่า 1.0×10^2 cfu/25cm^2 และมีเพียง 1 ตัวอย่างที่พบ *S. aureus* ปริมาณ 1.1×10^2 cfu/25cm^2

ตารางที่ 8 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิต ตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 3

ตัวอย่าง	ขั้นตอน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus*	ร้อยละ	ปริมาณ *S. aureus* (cfu/g)** (cfu/25cm^{2})***
เนื้อปลาทูน่า	หลังนึ่งสุก	15	0	0	<10*
	หลังหักหัวขูดหนัง	15	2	13.3	10*, 80
	หลังขูดสะอาด	15	3	20.0	20*, 1.0×10^{2}, 3.4×10^{2}
	ก่อนบรรจุกระป๋อง	15	3	20.0	20*, 80, 1.5×10^{2}
	ก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ	15	7	46.7	10*, 10*, 10*, 30, 40, 40, 50
ถุงมือพนักงาน	หักหัวขูดหนัง	15	5	33.3	20*, 40*, 1.1x10^{2}, 1.0×10^{3}, 3.5×10^{3}
	ขูดสะอาด	15	6	40.0	10*, 10*, 10*, 2.0x10^{2}, 5.2x10^{2}, 9.4x10^{2}
	บรรจุกระป๋อง	15	4	26.7	10*, 20*, 70*, 1.0x10^{2}
ผ้ากันเปื้อน	หักหัวขูดหนัง	15	3	20.0	60*, 70*, 3.5x10^{2}
	ขูดสะอาด	15	2	13.3	10*, 30*
	บรรจุกระป๋อง	15	0	0	<10
ถาดใส่เนื้อปลา	หักหัวขูดหนัง	15	3	20.0	10*, 10*, 50*
	ขูดสะอาด	15	5	33.3	10*,10*,1.0x10^{2}, 2.1x10^{2}, 1.5x10^{3}
	บรรจุกระป๋อง	15	4	26.7	10*,20*, 80*, 1.0x10^{2}
โต๊ะ	หักหัวขูดหนัง	15	3	20.0	10*, 40*, 60*
	ขูดสะอาด	15	2	13.3	10*, 90*
	บรรจุกระป๋อง	15	1	6.7	1.1x10^{2}

* หมายถึง Estimate Aerobic Plate Count

** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่า

*** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* บนพื้นผิวสัมผัส

โรงงานที่ 4

โรงงานที่ 4 เป็นโรงงานในกลุ่มที่มีการควบคุมสุขลักษณะดี มีผลการตรวจสุขลักษณะจากกรมประมงระดับ 1 ในปี 2553 โดยพบข้อบกพร่องที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ (M) จำนวน 5 ข้อ แต่ไม่มีข้อบกพร่องระดับร้ายแรง (Se) ที่มีผลต่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่ปี 2554 พบว่ามีผลการตรวจสุขลักษณะจากกรมประมงที่ระดับ 2 เพราะมีข้อบกพร่องที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 6 ข้อ และมีข้อบกพร่องระดับร้ายแรง (Se) ที่จะทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคจำนวน 1 ข้อ ปี 2555 พบว่าโรงงานมีข้อบกพร่องที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ลดลงเป็นจำนวน 4 ข้อ แต่ยังมีข้อบกพร่องระดับร้ายแรง (Se) ที่มีผลต่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภคจำนวน 1 ข้อ จึงยังถูกจัดระดับสุขลักษณะไว้ที่ระดับ 2 (ตารางที่ 1) โรงงานมีพนักงานขั้นตอนหักหัวขูดหนังประมาณ 45-200 คน ขูดสะอาดจำนวน 190-240 คน และขั้นตอนการบรรจุมีพนักงาน 110-200 คน โรงงานที่ 4 เป็นโรงงานที่มีจำนวนพนักงานมากที่สุดของโรงงานในกลุ่มที่มีสุขลักษณะดี และพนักงานที่ปฏิบัติงานในขั้นตอนต่าง ๆ ส่วนใหญ่ไม่สวมถุงมือยกเว้นกรณีมีบาดแผลที่มือ

โรงงานเริ่มนำเนื้อปลามาหักหัวขูดหนังเมื่อมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 20-28 °C ระหว่างกระบวนการผลิตเนื้อปลามีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25 °C และอุณหภูมิเนื้อปลาในกระป๋องหลังจากเติมน้ำปรุงรสอยู่ระหว่าง 30-50 °C (ตารางที่ 5) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการควบคุมอุณหภูมิเนื้อปลาในระหว่างการผลิตกับโรงงานอื่น ๆ พบว่าอุณหภูมิปลาเริ่มต้นที่นำมาหักหัวขูดหนังต่ำที่สุด ผลการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกของโรงงานที่ 4 พบว่ามีการปนเปื้อนทุกขั้นตอน เริ่มตั้งแต่หักหัวขูดหนัง (ตารางที่ 9) โดยขั้นตอนหลังหักหัวขูดหนังพบ 1 ตัวอย่างที่มี *S. aureus* ในปริมาณ 10 cfu/g ขั้นตอนหลังขูดสะอาดพบการปนเปื้อน *S. aureus* เพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 4 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 26.7 ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บในขั้นตอนนี้ โดยมี 1 ตัวอย่างที่มีปริมาณ *S. aureus* 1.8×10^2 cfu/g และพบว่าจำนวนตัวอย่างเนื้อปลาทูน่าที่เก็บในขั้นตอนก่อนบรรจุลงกระป๋องมีการปนเปื้อน *S. aureus* เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 73.3 และหลังบรรจุลงกระป๋องมีการปนเปื้อน *S. aureus* เป็นร้อยละ 60 โดยปริมาณการปนเปื้อนที่ขั้นตอนก่อนบรรจุพบ 4 ตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนที่ 2.2×10^2 4.0×10^2 6.1×10^3 และ 1.5×10^4 cfu/g และขั้นตอนหลังบรรจุซึ่งตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 3 ชั่วโมงหลังปิดฝากระป๋องพบมีการปนเปื้อน 9 ตัวอย่างโดยมีปริมาณ *S. aureus* มากกว่า 1.0×10^2 cfu/g จำนวน 8 ตัวอย่างคือ 2.0×10^2 2.0×10^2 5.6×10^2 7.7×10^2 1.5×10^3 2.9×10^4 3.3×10^4 และ 5.6×10^4 cfu/g ซึ่งจำนวนตัวอย่างและปริมาณการปนเปื้อน *S. aureus* ที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะโรงงานใช้เวลาในการรอบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องนานที่สุดประมาณ 185 นาที และรอการฆ่าเชื้อนานที่สุด 134 นาที ทำให้ *S. aureus* เพิ่มขึ้น ซึ่งระยะเวลาที่โรงงานใช้ผลิตในขั้นตอนดังกล่าวไม่เป็นไปตามข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมงบรรจุภาชนะปิดสนิท สุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2552) ที่กำหนดให้ตั้งเนื้อปลารอบรรจุไม่เกิน 1 ชั่วโมง และกำหนดให้ตั้งผลิตภัณฑ์หลังบรรจุผลิตภัณฑ์ลงกระป๋องแล้วรอกระบวนการฆ่าเชื้อไม่เกิน 2 ถึงแม้ปริมาณ *S. aureus* ที่ตรวจพบยังน้อยกว่าระดับที่ *S. aureus* จะสร้างสารพิษ หากโรงงานควบคุมระยะเวลาการผลิตให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกรมประมงก็จะลดความเสี่ยงที่ *S. aureus* จะมีโอกาสเพิ่มจำนวนจนถึงระดับที่จะสร้างสารพิษ

ผลการตรวจวิเคราะห์ความสะอาดพื้นผิวของมือและผ้ากันเปื้อนของพนักงานที่สัมผัสเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกตั้งแต่ขั้นตอนหักหัวขูดหนังจนถึงบรรจุลงกระป๋องของโรงงานที่ 4 พบว่ามือและผ้ากันเปื้อนของพนักงานโรงงานที่ 4 มีการปนเปื้อน *S. aureus* มากกว่าโรงงานที่ 2 และ 3 โดยมือของพนักงานที่สัมผัส

เนื้อปลาขั้นตอนการหักหัวขูดหนังมีการปนเปื้อน *S. aureus* จำนวน 11 ใน 15 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 73.3 ของตัวอย่างที่เก็บในขั้นตอนดังกล่าว และพบว่ามือของพนักงานมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนตัวอย่างที่พบการปนเปื้อน *S. aureus* มีปริมาณการปนเปื้อนมากกว่า 1.0×10^2 cfu/25cm^2 และพบว่ามี 4 ตัวอย่างที่พบ *S. aureus* ปริมาณสูงถึง 3.8×10^3 1.2×10^4 2.0×10^4 และ 3.0×10^4 cfu/25cm^2 ขั้นตอนการขูดสะอาดก็พบการปนเปื้อนสูงถึง 9 ใน 15 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 60 ของตัวอย่างที่เก็บในขั้นตอนดังกล่าว และมี 2 ตัวอย่างที่พบ *S. aureus* ที่ 5.6×10^3 และ 9.9×10^3 cfu/25cm^2 ขั้นตอนการบรรจุก็ยังคงพบจำนวนตัวอย่างที่มีการปนเปื้อน *S. aureus* จำนวน 11 ใน 15 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 73.3 ของตัวอย่างที่เก็บในขั้นตอนนี้ และมี 6 ตัวอย่างที่พบ *S. aureus* ที่ 1.4×10^3 2.6×10^3 4.4×10^3 6.0×10^3 7.9×10^3 และ 8.2×10^3 cfu/25cm^2

ผลการตรวจปริมาณ *S. aureus* ที่พื้นผิวผ้ากันเปื้อนของพนักงานพบจำนวนตัวอย่างที่มีการปนเปื้อน *S. aureus* ร้อยละ 26.7 46.7 และ 46.7 ของตัวอย่างที่เก็บจากผ้ากันเปื้อนของพนักงานขั้นตอนการหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และการบรรจุ ตามลำดับ โดยปริมาณ *S. aureus* ที่พบส่วนใหญ่น้อยกว่า 1.0×10^2 cfu/25cm^2 แต่มี 2 ตัวอย่างที่ขั้นตอนการหักหัวขูดหนังที่พบ *S. aureus* ปริมาณ 3.8×10^2 และ 1.5×10^3 cfu/25cm^2 และขั้นตอนบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องพบการปนเปื้อน *S. aureus* ปริมาณ 2.0×10^2 และ 2.9×10^2 cfu/25cm^2 ถึงแม้โรงงานนี้จะกำหนดความเข้มข้นคลอรีนในน้ำล้างมือและผ้ากันเปื้อนที่ 100 ppm และกำหนดให้พนักงานขั้นตอนการหักหัวขูดหนัง พนักงานขั้นตอนการขูดสะอาดล้างมือและผ้ากันเปื้อนทุก 30 นาที พนักงานขั้นตอนการบรรจุล้างมือและผ้ากันเปื้อนทุก 1 ชั่วโมง แต่ระหว่างเก็บตัวอย่างพบว่าความเข้มข้นของปริมาณคลอรีนในน้ำล้างมือและผ้ากันเปื้อนขั้นตอนการหักหัวขูดหนังต่ำกว่าที่โรงงานกำหนด โดยพบความเข้มข้นของคลอรีนเพียง 25 ppm เท่านั้น (ตารางที่ 3) ซึ่งจากผลการตรวจความสะอาดของมือและผ้ากันเปื้อนของพนักงานโรงงานที่ 3 แสดงให้เห็นว่าหากมีการปนเปื้อน *S. aureus* ที่มือของพนักงานปริมาณมากจะส่งผลให้เนื้อปลาทูน่านึ่งสุกในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีการปนเปื้อน *S. aureus* สูงเช่นเดียวกัน

ผลการตรวจพื้นผิวอุปกรณ์การผลิตที่สัมผัสกับเนื้อปลาระหว่างการผลิตจากขั้นตอนหักหัวขูดหนังจนถึงบรรจุกระป๋อง พบว่าจำนวนตัวอย่างถาดใส่เนื้อปลาที่ตรวจพบ *S. aureus* มีจำนวนมากกว่าตัวอย่างของโรงงานที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นโรงงานในกลุ่มเดียวกัน โดยพบการปนเปื้อนร้อยละ 46.7 46.7 และ 40.0 ของตัวอย่างถาดใส่เนื้อปลาที่เก็บในขั้นตอนหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และขั้นตอนการบรรจุ ตามลำดับ ถึงแม้ปริมาณ *S. aureus* ที่พบส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยและไม่เกิน 1.0×10^2 cfu/25cm^2 แต่มี 3 ตัวอย่างของถาดใส่เนื้อปลาในขั้นตอนการหักหัวขูดหนังมีปริมาณ *S. aureus* 4.4×10^2 8.0×10^3 และ 2.5×10^4 cfu/25cm^2 ถาดใส่เนื้อปลาขั้นตอนขูดสะอาดพบการปนเปื้อน *S. aureus* จำนวน 1 ตัวอย่างที่ 4.4×10^2 cfu/25cm^2 และ 2 ตัวอย่างซองถาดใส่เนื้อปลาขั้นตอนการบรรจุพบ *S. aureus* 1.0×10^2 และ 3.9×10^3 cfu/25cm^2 สำหรับโต๊ะผลิตขั้นตอนหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และขั้นตอนการบรรจุ พบจำนวนตัวอย่างและปริมาณ *S. aureus* มากกว่าโรงงานที่ 2 และ 3 โดยพบตัวอย่างที่มีการปนเปื้อน *S. aureus* ร้อยละ 33.3 53.3 และ 66.7 ของตัวอย่างที่เก็บในขั้นตอนหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และขั้นตอนการบรรจุ ตามลำดับ ตัวอย่างส่วนใหญ่มีปริมาณ *S. aureus* น้อยกว่า 3.0×10^2cfu/25cm^2 ทั้งนี้พบตัวอย่างที่มีปริมาณ *S. aureus* ที่ 6.5×10^2 และ 7.1×10^4 cfu/25cm^2 จำนวน 2 ตัวอย่างที่ขั้นตอนการบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋อง และปริมาณการปนเปื้อน *S. aureus* ของโรงงานนี้เป็นข้อบ่งชี้ที่ชัดเจนว่าหากมีการปนเปื้อน *S. aureus* ที่ผลิตภัณฑ์ มือหรืออุปกรณ์การผลิตที่ขั้นตอนใด ๆ จะส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนข้ามไปมาระหว่างพนักงาน อุปกรณ์การผลิต และผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการควบคุมสุขลักษณะที่ดีในการผลิต

ตารางที่ 9 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิต ตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 4

ตัวอย่าง	ขั้นตอน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus*	ร้อยละ	ปริมาณ *S. aureus* (cfu/g)** (cfu/25cm^{2})***
เนื้อปลาทูน่า	หลังนึ่งสุก	15	0	0	<10*
	หลังหักหัวขูดหนัง	15	1	6.7	10*
	หลังขูดสะอาด	15	4	26.7	10*, 30, 70, 1.8×10^{2}
	ก่อนบรรจุกระป๋อง	15	11	73.3	2*, 20*, 20*, 20*, 40, 70, 70, 2.2×10^{2}, 4.0×10^{2}, 6.1×10^{3}, 1.5×10^{4}
	ก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ	15	9	60.0	90, 2.0×10^{2}, 2.0×10^{2}, 5.6×10^{2}, 7.7×10^{2}, 1.5×10^{3}, 2.9×10^{4}, 3.3×10^{4}, 5.6×10^{4}
มือพนักงาน	หักหัวขูดหนัง	15	11	73.3	20*, 70*, 80*, 80*, 80*, $2.7\text{x}10^{2}$, $5.0\text{x}10^{2}$, $3.8\text{x}10^{3}$, $1.2\text{x}10^{4}$, $2.0\text{x}10^{4}$, $3.0\text{x}10^{4}$
	ขูดสะอาด	15	9	60.0	30*, 40*, 50*, 50*, 60*, $1.7\text{x}10^{2}$, $2.0\text{x}10^{2}$, $5.6\text{x}10^{3}$, $9.9\text{x}10^{3}$
	บรรจุกระป๋อง	15	11	73.3	10*, 10*, 50*, $1.6\text{x}10^{2}$, $4.6\text{x}10^{2}$, $1.4\text{x}10^{3}$, $2.6\text{x}10^{3}$, $4.4\text{x}10^{3}$, $6.0\text{x}10^{3}$, $7.9\text{x}10^{3}$, $8.2\text{x}10^{3}$
ผ้ากันเปื้อน	หักหัวขูดหนัง	15	4	26.7	30*, 30*, $3.8\text{x}10^{2}$, $1.5\text{x}10^{3}$
	ขูดสะอาด	15	7	46.7	10*, 10*, 10*, 10*, 10*, 20*, 60*
	บรรจุกระป๋อง	15	7	46.7	10*, 10*, 30*, 60*, 90*, $2.0\text{x}10^{2}$, $2.9\text{x}10^{2}$
ถาดใส่เนื้อปลา	หักหัวขูดหนัง	15	7	46.7	10*, 20*, 20*, 30*, $4.4\text{x}10^{2}$, $8\text{x}10^{3}$, $2.5\text{x}10^{4}$
	ขูดสะอาด	15	7	46.7	10*, 10*, 20*, 20*, 30*, 60*, $3.5\text{x}10^{2}$
	บรรจุกระป๋อง	15	6	40.0	10*, 20*, 80*, 90*, $1.0\text{x}10^{2}$, $3.9\text{x}10^{2}$
โต๊ะ	หักหัวขูดหนัง	15	5	33.3	10*, 10*, $1.3\text{x}10^{2}$, $2.3\text{x}10^{2}$, $8.3\text{x}10^{2}$
	ขูดสะอาด	15	8	53.3	10*, 10*, 50*, 60*, 80*, 90*, $1.0\text{x}10^{2}$, $1.8\text{x}10^{2}$
	บรรจุกระป๋อง	15	10	66.7	50*, $1.5\text{x}10^{2}$, $1.6\text{x}10^{2}$, $2.3\text{x}10^{2}$, $2.4\text{x}10^{2}$, $2.8\text{x}10^{2}$, $3.0\text{x}10^{2}$, $6.5\text{x}10^{2}$, $7.5\text{x}10^{2}$, $7.1\text{x}10^{4}$

* หมายถึง Estimate Aerobic Plate Count ** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่า

*** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* บนพื้นผิวสัมผัส

โรงงานที่ 5

โรงงานที่ 5 เป็นโรงงานที่มีระดับสุขลักษณะระดับ 2 ต่อเนื่องกัน 3 ปี เช่นเดียวกับโรงงานที่ 2 มีจำนวนพนักงานหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และบรรจุ 40-51 276-308 และ 57-146 คน ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าเป็นโรงงานที่มีจำนวนพนักงานมากเป็นลำดับสองรองจากโรงงานที่ 4 ของกลุ่มโรงงานที่มีสุขลักษณะดี โรงงานเริ่มเอาปลาทูน่านึ่งสุกที่มีอุณหภูมิประมาณ 28-38 °C ออกมาหักหัวขูดหนัง อุณหภูมิเฉลี่ยในเนื้อปลาระหว่างการขูดสะอาดอยู่ที่ประมาณ 29 °C และอุณหภูมิเฉลี่ยในเนื้อปลาระหว่างรอการบรรจุอยู่ที่ประมาณ 28 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิเฉลี่ยของโรงงานที่ 3 อุณหภูมิเฉลี่ยหลังการบรรจุลงกระป๋องเพิ่มขึ้นเป็น 33 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับโรงงานในกลุ่มเดียวกัน ทั้งนี้โรงงานมีระยะเวลาตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงขูดสะอาดเสร็จแต่ละรุ่นตั้งแต่ 13-100 นาที ระยะเวลาหลังขูดสะอาดเสร็จถึงบรรจุลงกระป๋องตั้งแต่ 10-135 นาที และหลังจากการปิดผนึก กระป๋องจะถูกตั้งรอกระบวนการฆ่าเชื้อตั้งแต่ 11-151 นาที ระยะเวลานานที่สุดของกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงเริ่มการฆ่าเชื้อประมาณ 6.30 ชั่วโมง (ตารางที่ 5) โดยพบว่าระยะเวลาหลังขูดสะอาดเสร็จถึงบรรจุลงกระป๋องและระยะเวลารอการฆ่าเชื้อไม่เป็นไปตามข้อกำหนดสุขลักษณะการผลิตผลิตภัณฑ์ทูน่า (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2552) ที่กำหนดให้รอบรรจุได้ไม่เกิน 1 ชั่วโมงและรอการฆ่าเชื้อไม่เกิน 2 ชั่วโมง เท่านั้น

ผลการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกของโรงงานที่ 5 แสดงในตารางที่ 10 เนื้อปลาทูน่านึ่งสุกของโรงงานที่ 5 ไม่พบการปนเปื้อน *S. aureus* ในขั้นตอนหลังหักหัวขูดหนังทุกตัวอย่าง และเริ่มพบการปนเปื้อน *S. aureus* ตั้งแต่ขั้นตอนหลังการขูดสะอาดเป็นต้นไป โดยตัวอย่างเนื้อปลาหลังการขูดสะอาดที่พบการปนเปื้อน *S. aureus* คิดเป็นร้อยละ 33.3 ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บในขั้นตอนนี้ และพบการปนเปื้อน *S. aureus* มากขึ้นในขั้นตอนก่อนและหลังบรรจุกระป๋องคิดเป็นร้อยละ 60.0 และ 80.0 ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บในแต่ละขั้นตอน ตามลำดับ ปริมาณการปนเปื้อน *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่าหลังการขูดสะอาดที่มีปริมาณ *S. aureus* มากกว่า 1.0×10^2 cfu/g มี 2 ตัวอย่าง คือ 1.7×10^2 และ 3.0×10^2 cfu/g ในขณะที่ตัวอย่างเนื้อปลาทูน่าก่อนและหลังบรรจุกระป๋องมีปริมาณ *S. aureus* มากกว่า 1.0×10^2 cfu/g เกือบทั้งหมด โดยขั้นตอนก่อนบรรจุกระป๋องพบตัวอย่างที่มีปริมาณ *S. aureus* มากกว่า 1.0×10^2 cfu/g ถึง 7 ใน 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 46.7 ของตัวอย่างที่เก็บในขั้นตอนนี้ ขั้นตอนหลังบรรจุกระป๋องพบตัวอย่างที่มีปริมาณ *S. aureus* มากกว่า 1.0×10^2 cfu/g จำนวน 11 ใน 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 73.3 ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บจากขั้นตอนนี้ และพบตัวอย่างที่มีปริมาณการปนเปื้อนมากกว่า 1.0×10^4 cfu/g ทั้งสองขั้นตอน โดยพบ 1 ตัวอย่างที่มีปริมาณการปนเปื้อนปริมาณมากจนไม่สามารถนับจำนวนได้ที่ระดับการเจือจาง 10^{-4} แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาที่รอบรรจุนานกว่า 2 ชั่วโมง ระยะเวลาที่รอการฆ่าเชื้อที่จำลองให้เป็นสภาวะเลวร้ายที่สุดที่นานถึง 3 ชั่วโมง และอุณหภูมิเนื้อปลาระหว่างกระบวนการผลิตซึ่งอยู่ระหว่าง 28 - 33 °C เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ *S. aureus* (ตารางที่ 5) ดังนั้นโรงงานที่ 5 ควรเข้มงวดการควบคุมเวลาในการผลิต โดยเฉพาะขั้นตอนหลังขูดสะอาดแล้ว เพื่อลดความเสี่ยงในการสร้างสารพิษ Staphylococcal Enterotoxin

ตารางที่ 10 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิต ตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 5

ตัวอย่าง	ขั้นตอน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus*	ร้อยละ	ปริมาณ *S. aureus* (cfu/g)** (cfu/25cm^{2})***
เนื้อปลาทูน่า	หลังนึ่งสุก	15	0	0	<10*
	หลังหักหัวขูดหนัง	15	0	0	<10*
	หลังขูดสะอาด	15	5	33.3	10*, 10*, 30, 1.7×10^{2}, 3.0×10^{2}
	ก่อนบรรจุกระป๋อง	15	9	60.0	10*, 10*, 5.0×10^{2}, 5.2×10^{2}, 1.7×10^{3},3.7×10^{3}, 5.4×10^{3}, 7.4×10^{3}, 1.1×10^{4}
	ก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ	15	12	80.0	90, 1.4×10^{2}, 5.2×10^{2}, 1.1×10^{3}, 1.3×10^{3}, 1.8×10^{3}, 3.6×10^{3}, 4.6×10^{3}, 1.4×10^{4}, 3.0×10^{4}, 3.1×10^{4}, TNTC
มือพนักงาน	หักหัวขูดหนัง	15	9	60.0	10*, 40*, 30*, 1.4×10^{2}, 2.0×10^{2}, 2.0×10^{2}, 2.8×10^{2}, 3.8×10^{2}, 1.3×10^{3}
	ขูดสะอาด	15	13	86.7	10*, 40*, 60*, 1.0×10^{2}, 2.1×10^{2}, 2.7×10^{2}, 2.7×10^{2}, 4.2×10^{2}, 6.6×10^{2}, 6.8×10^{2}, 7.2×10^{2}, 8.0×10^{2}, 6.0×10^{3}
	บรรจุกระป๋อง	15	10	66.7	10*, 20*, 90*, 1.0×10^{2}, 2.0×10^{2}, 2.3×10^{2}, 2.5×10^{2}, 7.0×10^{2}, 4.7×10^{3}, 4.8×10^{3}
ผ้ากันเปื้อน	หักหัวขูดหนัง	15	5	33.3	1*, 3*, 4*, 16*, 18*
	ขูดสะอาด	15	7	46.7	10*, 10*, 30*, 40*, 70*, 90*, 1.0×10^{2}
	บรรจุกระป๋อง	15	9	60.0	20*, 30*, 40*, 40*, 50*, 1.0×10^{2}, 2.2×10^{2}, 7.6×10^{3}, 1.6×10^{4}
ถาดใส่เนื้อปลา	หักหัวขูดหนัง	15	3	20.0	10*, 10*, 1.0×10^{2}
	ขูดสะอาด	15	5	33.3	10*, 30*, 30*, 50*, 1.1×10^{2}
	บรรจุกระป๋อง	15	7	46.7	10*, 10*, 30*, 30*, 40*, 1.3×10^{2}, 2.0×10^{2}
โต๊ะ	หักหัวขูดหนัง	15	3	20.0	10*, 10*, 20*
	ขูดสะอาด	15	7	46.7	10*, 10*, 10*, 40*, 60*, 80*,1.0×10^{2}
	บรรจุกระป๋อง	15	8	53.3	20*, 50*, 50*, 60*, 70*, 1.0×10^{2}, 9.0×10^{2}, 1.5×10^{3}

* หมายถึง Estimate Aerobic Plate Count ** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่า

*** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* บนพื้นผิวสัมผัส

พนักงานของโรงงานที่ 5 สวมถุงมือเฉพาะบางคนทุกขั้นตอนการผลิต ดังนั้นจึงเลือกตรวจความสะอาดของมือพนักงานที่ไม่สวมถุงมือเท่านั้น ผลการตรวจความสะอาดที่พื้นผิวมือและผ้ากันเปื้อนของพนักงานที่สัมผัสเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกของโรงงานที่ 5 พบว่าตัวอย่างมือของพนักงานขั้นตอนการหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และบรรจุกระป๋อง มีจำนวนตัวอย่างที่ปนเปื้อน *S. aureus* ร้อยละ 60.0 86.7 และ 66.7 ของจำนวนตัวอย่างแต่ละขั้นตอน ตามลำดับ โดยพบว่าทุกขั้นตอนการผลิตส่วนใหญ่ตัวอย่างมีปริมาณ *S. aureus* มากกว่า 1.0×10^2 cfu/25cm^2 และยังพบ *S. aureus* ที่ปริมาณที่สูงถึง 1.3×10^3 และ 6.0×10^3 cfu/25cm^2 ที่ขั้นตอนหักหัวขูดหนัง และขูดสะอาด ตามลำดับ และพบปริมาณ *S. aureus* 4.7×10^3 และ 4.8×10^3 cfu/25cm^2 ที่ขั้นตอนการบรรจุ สำหรับผ้ากันเปื้อนขั้นตอนการหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และบรรจุกระป๋อง ก็พบ *S. aureus* คิดเป็นร้อยละ 33.3 46.7 และ 60.0 ของจำนวนตัวอย่างแต่ละขั้นตอน ตามลำดับ โดยที่ผ้ากันเปื้อนขั้นตอนการบรรจุลงกระป๋องพบ *S. aureus* ปริมาณ 7.6×10^3 และ 1.6×10^4 cfu/25cm^2 การตรวจพบ *S. aureus* จากตัวอย่างมือและผ้ากันเปื้อนของพนักงานโรงงานที่ 5 ทั้งจำนวนและปริมาณมากเป็นข้อบ่งชี้ที่สอดคล้องกับผลการตรวจพบจำนวนและปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่าแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน โดยเฉพาะขั้นตอนก่อนและหลังการบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋อง ถึงแม้โรงงานนี้กำหนดให้พนักงานล้างมือและผ้ากันเปื้อนด้วย น้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 50 ppm ทุก 1 ชั่วโมง ซึ่งความถี่ในการล้างมือไม่แตกต่างจากโรงงานที่ 2 แต่ขณะเก็บตัวอย่างพบว่าบางครั้งปริมาณความเข้มข้นของคลอรีนในน้ำล้างมือของพนักงานขั้นตอนขูดสะอาดมีปริมาณต่ำเพียง 20 ppm และพบว่าพนักงานของโรงงานไม่สวมผ้าปิดปาก (ตารางที่ 3) ซึ่งโดยทั่วไปการใช้ผ้าปิดปากมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากปากและจมูกของพนักงาน โพรงจมูกเป็นแหล่งปนเปื้อน *S. aureus* ที่สำคัญแหล่งหนึ่ง (Kadariya *et al.*, 2014; Le Loir *et al.*,2003) นอกจากนี้ Johler *et al.* (2013) รายงานว่า *S. aureus* ที่พบจากผู้ป่วยและ *S. aureus* ที่พบจากโพรงจมูกของผู้ที่สัมผัสอาหารเป็นชนิดเดียวกัน และ Alhashimi *et al.* (2017) รายงานว่าร้อยละ 31.1 ของผู้ที่สัมผัสอาหารมีการปนเปื้อน *S. aureus* ในโพรงจมูก

ถาดใส่เนื้อปลาและโต๊ะผลิตของโรงงานที่ 5 มีการปนเปื้อน *S. aureus* ทุกขั้นตอนการผลิต โดยจำนวน *S. aureus* ที่พบในถาดใส่เนื้อปลาเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 20 ในขั้นตอนหักหัวขูดหนังเป็นร้อยละ 33.3 ในขั้นตอนขูดสะอาด และเพิ่มเป็นร้อยละ 46.7 ในขั้นตอนการบรรจุ ทั้งนี้โต๊ะผลิตพบ *S. aureus* ที่ขั้นตอนหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และขั้นตอนการบรรจุที่ร้อยละ 20 46.7 และ 53.3 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่เก็บจากแต่ละขั้นตอนตามลำดับ โดยโต๊ะผลิตขั้นตอนการขูดสะอาดและบรรจุกระป๋อง มีจำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus* มากกว่าถาดใส่เนื้อปลาในขั้นตอนดังกล่าว ทั้งนี้โรงงานกำหนดให้ใช้น้ำผสมคลอรีนเข้มข้นประมาณ 50-100 ppm. ในการล้างถาดใส่ปลาทุก 30 นาที ล้างโต๊ะผลิตและสายพานการบรรจุทุก 4 ชั่วโมง ตามรายละเอียดตารางที่ 4 ปริมาณการปนเปื้อน *S. aureus* ในถาดใส่เนื้อปลาและโต๊ะผลิตส่วนใหญ่น้อยกว่า 2.0×10^2 cfu/25cm^2 ยกเว้นตัวอย่างโต๊ะผลิตบริเวณบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องจำนวน 2 ตัวอย่าง ที่พบ *S. aureus* ปริมาณ 9×10^2 และ 1.5×10^3 cfu/25cm^2 ถึงแม้ปริมาณ *S. aureus* ยังเป็นปริมาณน้อยกว่าปริมาณที่จะสามารถสร้างสารพิษ แต่เป็นปริมาณที่แสดงถึงการควบคุมสุขลักษณะที่ควรปรับปรุง

โรงงานที่ 6

โรงงานที่ 6 เป็นโรงงานที่เคยได้รับการประเมินสุขลักษณะจากกรมประมงเป็นระดับ 1 เมื่อปี 2553 และ 2555 แต่เมื่อปี 2554 มีผลการประเมินสุขลักษณะเป็นระดับ 3 โดยพบข้อบกพร่องที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ (M) จำนวน 6 ข้อ แสดงให้เห็นว่าโรงงานนี้ มีการควบคุมสุขลักษณะการผลิตไม่สม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามไม่พบข้อบกพร่องที่มีผลทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคตลอดทั้ง 3 ปี ในการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* ครั้งนี้จึงจัดโรงงานนี้เป็นโรงงานที่ต้องปรับปรุงสุขลักษณะ ในการเก็บตัวอย่างของโรงงานที่ 6 แต่ละครั้งพบว่าโรงงานมีจำนวนพนักงานแตกต่างกัน ดังนี้ หักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และบรรจุ 31-84 50-410 และ 120-238 คน ตามลำดับ โรงงานนี้มีจำนวนพนักงานมากเป็นลำดับที่ 3 ของโรงงานทั้งหมด

โรงงานเริ่มเอาปลาทูน่าหลังนึ่งสุกที่มีอุณหภูมิประมาณ 22-33 °C ออกมาหักหัวขูดหนัง อุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างการขูดสะอาดประมาณ 27 °C และอุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างรอการบรรจุอยู่ที่ประมาณ 25 °C โดยอุณหภูมิเฉลี่ยหลังการบรรจุลงกระป๋องเพิ่มขึ้นเป็น 31 °C ทั้งนี้โรงงานใช้ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงขูดสะอาดเสร็จนานที่สุดประมาณ 295 นาที ระยะเวลาหลังขูดสะอาดเสร็จถึงบรรจุลงกระป๋องนานที่สุด 175 นาที และหลังจากการปิดผนึกกระป๋องจะถูกตั้งรอกระบวนการฆ่าเชื้อประมาณ 163 นาที ระยะเวลานานที่สุดของกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงเริ่มการฆ่าเชื้อประมาณ 10.30 ชั่วโมง รายละเอียดแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งพบว่าโรงงานควบคุมระยะเวลาผลิตตั้งแต่หลังขูดสะอาดเสร็จถึงเริ่มการฆ่าเชื้อไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดสุขลักษณะการผลิตผลิตภัณฑ์ทูน่า (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2552) ที่กำหนดให้รอบรรจุลงกระป๋องได้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง และรอการฆ่าเชื้อได้อีกไม่เกิน 2 ชั่วโมง

ผลการตรวจ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุก (ตารางที่ 11) เนื้อปลาทูน่าหลังขั้นตอนการหักหัวขูดหนังพบ *S. aureus* จำนวนร้อยละ 40 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่เก็บจากขั้นตอนนี้ ปริมาณ *S. aureus* ที่พบในขั้นตอนนี้ส่วนใหญ่น้อยกว่า 1.0×10^{2} cfu/g มีเพียง 1 ตัวอย่างที่พบปริมาณ *S. aureus* ที่ 4.9×10^{2} cfu/g ตัวอย่างที่เก็บหลังขั้นตอนการขูดสะอาดและก่อนบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องพบ *S. aureus* เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 86.7 และ 80.0 ตามลำดับ และพบ *S. aureus* หลังบรรจุกระป๋องก่อนการฆ่าเชื้อที่ร้อยละ 53.3 ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บจากแต่ละขั้นตอน ตัวอย่างเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกขั้นตอนการขูดสะอาดที่พบปริมาณ *S. aureus* ตั้งแต่ 1.0×10^{2} cfu/g ขึ้นไปมีจำนวน 5 ตัวอย่างโดยพบที่ปริมาณ 1.0×10^{2} 1.0×10^{2} 1.3×10^{2} 1.9×10^{2} และ 4.0×10^{2} cfu/g ขั้นตอนรอบรรจุกระป๋องมี 8 ตัวอย่าง คือ 1.2×10^{2} 1.6×10^{2} 3.9×10^{2} 4.2×10^{2} 6.6×10^{2} 6.9×10^{2} 1.3×10^{3} และ 3.9×10^{3} cfu/g และขั้นตอนหลังบรรจุกระป๋องก่อนฆ่าเชื้อมีจำนวน 4 ตัวอย่างคือ 1.5×10^{2} 1.3×10^{3} 1.4×10^{3} และ 1.5×10^{3} cfu/g อย่างไรก็ตามปริมาณ *S. aureus* ที่ตรวจพบยังไม่มีความเสี่ยงในการเกิดสารพิษ ถึงแม้โรงงานจะมีช่วงเวลาการผลิตตั้งแต่หักหัวขูดหนังถึงการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์นานถึง 10.30 ชั่วโมง และอุณหภูมิเนื้อปลาระหว่างผลิตอยู่ในช่วง 25-32 °C ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *S. aureus* รายละเอียดตามตารางที่ 5

ผลการตรวจความสะอาดของมือและผ้ากันเปื้อนของพนักงานที่สัมผัสเนื้อปลาทูน่าหลังนึ่งสุกของโรงงานที่ 6 พบว่าตัวอย่างพื้นผิวสัมผัสที่มือของพนักงานขั้นตอนการหักหัวขูดหนังตรวจพบ *S. aureus* ทุกตัวอย่าง โดยพบปริมาณ*S. aureus* สูงถึง 1.1×10^3 4.8×10^3 6.4×10^3 1.8×10^4 และ 7.8×10^4cfu/25cm^2 จำนวน 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 33.3 ของตัวอย่างที่พบ *S. aureus* ในขั้นตอนนี้ ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดที่ตรวจพบในขั้นตอนการหักหัวขูดหนังของทุกโรงงาน แสดงให้เห็นว่าน้ำล้างมือที่มีคลอรีนไดออกไซด์เข้มข้น 0.4 ppm เป็นความเข้มข้นที่ไม่เพียงพอต่อการฆ่าจุลินทรีย์ถึงแม้ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อของคลอรีนไดออกไซด์จะดีกว่าสารประกอบคลอรีนประเภทไฮโปคลอไรท์หรือสารประกอบคลอรีนเหลว (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2547ข) ตัวอย่างมือของพนักงานขั้นตอนขูดสะอาดและขั้นตอนการบรรจุยังคงพบจำนวนตัวอย่างที่มี *S. aureus* ร้อยละ 66.7 และ 53.3 ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บในแต่ละขั้นตอน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบตัวอย่างที่มีปริมาณ *S. aureus* มากกว่า 1.0×10^3 cfu/25cm^2 เพียง 1 ตัวอย่าง คือพบที่ปริมาณ 6.0×10^3 cfu/25cm^2 จากมือพนักงานขั้นตอนขูดสะอาด

ตัวอย่างที่เก็บจากผ้ากันเปื้อนทุกขั้นตอนการผลิตส่วนใหญ่พบปริมาณการปนเปื้อนน้อยกว่า 1.0×10^2 cfu/25cm^2 และตัวอย่างที่มีการปนเปื้อน *S. aureus* มากที่สุดคือที่ขั้นตอนการหักหัวขูดหนังโดยพบการปนเปื้อนร้อยละ 73.3 ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บจากขั้นตอนนี้ แสดงให้เห็นว่าแหล่งปนเปื้อน *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่าหลังนึ่งสุกน่าจะมาจากพนักงานขั้นตอนการหักหัวขูดหนัง และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในกระบวนการผลิตเพราะระยะเวลาที่โรงงานใช้ผลิตช่วงขูดสะอาดถึงเริ่มฆ่าเชื้อนานกว่า 10 ชั่วโมง โดยอุณหภูมิเฉลี่ยของเนื้อปลาในช่วงดังกล่าวอยู่ระหว่าง 25-32 °C ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของ *S. aureus* ถึงแม้โรงงานกำหนดให้พนักงานทุกขั้นตอนการผลิตล้างมือและผ้ากันเปื้อนทุก 30 นาที ด้วยน้ำผสมคลอรีนไดออกไซค์เข้มข้นที่ 0.4 ppm ขณะที่เก็บตัวอย่างพบว่าน้ำล้างมือบางอ่างไม่มีปริมาณคลอรีนไดออกไซด์หลงเหลือตามที่กำหนด (ตารางที่ 3)

พบการปนเปื้อน *S. aureus* ในถาดใส่เนื้อปลาของโรงงานที่ 6 ร้อยละ 40 60 และ 40 ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บจากขั้นตอนหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และรอบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋อง ตามลำดับ โดยพบปริมาณการปนเปื้อนระหว่าง 10-1.4×10^2 cfu/25cm^2 โรงงานกำหนดให้ล้างถาดใส่เนื้อปลาด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 50-100 ppm ทุก 1 ชั่วโมง ซึ่งไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดของกรมประมงที่กำหนดให้ล้างถาดใส่เนื้อปลาทุกครั้งหลังการใช้งาน จึงทำให้ *S. aureus* ที่เกิดจากการปนเปื้อนข้ามจากมือพนักงานมาที่อุปกรณ์มีโอกาสสะสมและเพิ่มจำนวนขึ้น ส่วนโต๊ะผลิตขั้นตอนการหักหัวขูดหนังมีการปนเปื้อน *S. aureus* ที่ 1.4×10^3 cfu/25cm^2 จำนวน 1 ตัวอย่าง ซึ่งโรงงานกำหนดให้ล้างโต๊ะผลิตด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 50-100 ppm ทุก 4 ชั่วโมง (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 11 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิต ตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 6

ตัวอย่าง	ขั้นตอน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus*	ร้อยละ	ปริมาณ *S. aureus* (cfu/g)** ($\text{cfu}/25\text{cm}^2$)***
เนื้อปลาทูน่า	หลังนึ่งสุก	15	0	0	<10*
	หลังหักหัวขูดหนัง	15	6	40.0	10*, 20*, 40, 60, 90, 4.9×10^2
	หลังขูดสะอาด	15	13	86.7	10*, 10*, 30, 40, 60, 60, 60, 70, 1.0×10^2, 1.0×10^2, 1.3×10^2, 1.9×10^2, 4.0×10^2
	ก่อนบรรจุกระป๋อง	15	12	80.0	10*, 10, 60, 70, 1.2×10^2, 1.6×10^2, 3.9×10^2, 4.2×10^2, 6.6×10^2, 6.9×10^2, 1.3×10^3, 3.9×10^3
	ก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ	15	8	53.3	10*, 10*, 10*, 20, 1.5×10^2, 1.3×10^3, 1.4×10^3, 1.5×10^3
มือพนักงาน	หักหัวขูดหนัง	15	15	100	10*, 30*, 30*, 40*,50*, 70*, 2.0×10^2, 2.1×10^2, 2.7×10^2, 9.9×10^2, 1.1×10^3, 4.8×10^3, 6.4×10^3, 1.8×10^4, 7.8×10^4
	ขูดสะอาด	15	10	66.7	20*, 30*, 30*, 60*, 1.0×10^2, 1.3×10^2, 2.0×10^2, 3.1×10^2, 4.4×10^2, 6.0×10^3
	บรรจุกระป๋อง	15	8	53.3	10*, 40*, 60*, 90*, 1.0×10^2, 2.0×10^2, 3.4×10^2, 3.7×10^2
ผ้ากันเปื้อน	หักหัวขูดหนัง	15	11	73.3	10*, 10*, 10*, 20*, 20*, 30*, 40*, 70*, 1.4×10^2, 2.9×10^2, 3.9×10^2
	ขูดสะอาด	15	5	33.3	10*, 20*, 30*, 30*, 40*
	บรรจุกระป๋อง	15	3	20.0	10*, 30*, 1.8×10^2
ถาดใส่เนื้อปลา	หักหัวขูดหนัง	15	6	40.0	10*, 20*, 30*, 30*, 60*, 90*
	ขูดสะอาด	15	9	60.0	10*, 10*, 20*, 20*, 20*, 20*, 20*, 30*, 90*
	บรรจุกระป๋อง	15	6	40.0	10*, 30*, 40*, 60*, 60*, 1.4×10^2
โต๊ะ	หักหัวขูดหนัง	15	10	66.7	10*, 20*, 20*, 30*, 40*, 50*, 60*, 1.6×10^2, 3.0×10^2, 1.4×10^3
	ขูดสะอาด	15	7	46.7	10*, 10*, 20*, 50*, 1.0×10^2, 1.0×10^2, 1.1×10^2
	บรรจุกระป๋อง	15	4	26.7	20*, 30*, 30*, 1.2×10^2

* หมายถึง Estimate Aerobic Plate Count ** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่า

*** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* บนพื้นผิวสัมผัส

โรงงานที่ 7

โรงงานที่ 7 อยู่ในกลุ่มโรงงานที่ต้องปรับปรุงสุขลักษณะเช่นเดียวกับโรงงานที่ 6 มีจำนวนพนักงานแตกต่างกันในแต่ละวันและแต่ละขั้นตอนการผลิตดังนี้ หักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และบรรจุ 60-100 200-400 และ 100-420 คน ตามลำดับ พนักงานของโรงงานทุกคนสวมถุงมือและผ้าปิดปากขณะปฏิบัติงานเช่นเดียวกับโรงงานที่ 1 และโรงงานที่ 3 และเป็นโรงงานที่มีจำนวนพนักงานมากเป็นลำดับที่ 1 ของโรงงานทั้งหมด

โรงงานเริ่มเอาปลาทูน่าหลังนึ่งสุกที่มีอุณหภูมิประมาณ 22-42 °C ออกมาหักหัวขูดหนัง อุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างการขูดสะอาดประมาณ 27 °C และอุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างรอการบรรจุอยู่ที่ประมาณ 25 °C โดยอุณหภูมิเฉลี่ยหลังการบรรจุลงกระป๋องเพิ่มขึ้นเป็น 33 °C เป็นโรงงานที่มีระยะเวลาในการผลิตนานที่สุดโดยมีระยะเวลาตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงขูดสะอาดเสร็จนานที่สุด 310 นาที ระยะเวลาหลังขูดสะอาดเสร็จถึงบรรจุลงกระป๋องนานที่สุด 255 นาที และหลังจากการปิดผนึกกระป๋องจะถูกตั้งรอกระบวนการฆ่าเชื้อตั้งแต่ 24-120 นาที ระยะเวลานานที่สุดของกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงเริ่มการฆ่าเชื้อประมาณ 11.30 ชั่วโมง ไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดกรมประมงเกือบทุกขั้นตอน ยกเว้นขั้นตอนรอการฆ่าเชื้อที่เวลานานที่สุดในการตั้งรอการฆ่าเชื้อยังสอดคล้องกับข้อกำหนดที่ 2 ชั่วโมง (ตารางที่ 5)

ผลการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่าหลังนึ่งสุกที่ขั้นตอนต่าง ๆ พบตัวอย่างที่มีการปนเปื้อน *S. aureus* ที่ขั้นตอนหลังขูดสะอาดจำนวน 1 ตัวอย่างที่ปริมาณ 60 cfu/g ขั้นตอนก่อนบรรจุลงกระป๋องจำนวน 1 ตัวอย่าง ที่ปริมาณเ 2.0×10^2 cfu/g และขั้นตอนหลังบรรจุกระป๋องรอฆ่าเชื้อจำนวน 2 ตัวอย่าง ที่ปริมาณ 10 และ 50 cfu/g รายละเอียดแสดงในตารางที่ 12

ผลการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* ที่ถุงมือของพนักงานพบว่ามีตัวอย่างที่ตรวจพบ *S. aureus* ในขั้นตอนหักหัวขูดหนังและขั้นตอนบรรจุกระป๋องขั้นตอนละ 2 ตัวอย่างโดยมีปริมาณระหว่าง 10-2.0x10^2 cfu/25cm^2 และพบตัวอย่างผ้ากันเปื้อนของพนักงานที่มีการปนเปื้อน *S. aureus* ที่ขั้นตอนขูดสะอาดเพียง 1 ตัวอย่างที่ปริมาณ 1.9x10^2 cfu/25cm^2 ถึงแม้ว่าจำนวนตัวอย่างถุงมือของพนักงานที่ตรวจพบ *S. aureus* จะสูงกว่าจำนวนตัวอย่างเนื้อปลาที่ตรวจพบ *S. aureus* แต่ปริมาณ *S. aureus* ที่พบไม่เกิน 2.0x10^2 cfu/25cm^2 แสดงให้เห็นว่าโรงงานสามารถควบคุมสุขลักษณะไม่ให้ *S. aureus* เพิ่มจำนวนในระหว่างขั้นตอนการผลิต นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ *S. aureus* ยังแสดงแนวโน้มการปนเปื้อนใกล้เคียงกับโรงงานที่ 1 พนักงานของโรงงานที่ 7 สวมถุงมือทุกคนเช่นเดียวกับโรงงานที่ 1 และโรงงานกำหนดให้พนักงานล้างถุงมือและผ้ากันเปื้อนทุก 1 ชั่วโมง ด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 50-100 ppm ตามรายละเอียดตารางที่ 3 โรงงานที่ 1 3 และ 7 เป็นโรงงานที่กำหนดให้พนักงานสวมถุงมือทุกคนทุกขั้นตอนการผลิต มีแนวโน้มการตรวจพบ *S. aureus* ที่พื้นผิวถุงมือ และผลิตภัณฑ์ในทิศทางเดียวกัน ถึงแม้จะกำหนดปริมาณคลอรีนในน้ำฆ่าเชื้อถุงมือ และความถี่ในการล้างถุงมือแตกต่างกัน และ พบปริมาณ *S. aureus* ที่น้อยกว่าโรงงานที่พนักงานไม่สวมถุงมือ

ตารางที่ 12 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิต ตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 7

ตัวอย่าง	ขั้นตอน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus*	ร้อยละ	ปริมาณ *S. aureus* (cfu/g)** (cfu/25cm^2)***
เนื้อปลาทูน่า	หลังนึ่งสุก	15	0	0	<10 *
	หลังหักหัวขูดหนัง	15	0	0	<10 *
	หลังขูดสะอาด	15	1	6.67	60
	ก่อนบรรจุกระป๋อง	15	1	6.67	<10 *, 2.0×10^2
	ก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ	15	2	13.3	10 *, 50
ถุงมือพนักงาน	หักหัวขูดหนัง	15	2	13.3	10*, 1.0×10^2
	ขูดสะอาด	15	0	0	<10*
	บรรจุกระป๋อง	15	2	13.3	30*, 2.0×10^2
ผ้ากันเปื้อน	หักหัวขูดหนัง	15	0	0	<10*
	ขูดสะอาด	15	1	6.7	1.9×10^2
	บรรจุกระป๋อง	15	0	0	<10*
ถาดใส่เนื้อปลา	หักหัวขูดหนัง	15	0	0	<10*
	ขูดสะอาด	15	0	0	<10*
	บรรจุกระป๋อง	15	0	0	<10*
โต๊ะ	หักหัวขูดหนัง	15	0	0	<10*
	ขูดสะอาด	15	1	6.7	1.0×10^2
	บรรจุกระป๋อง	15	0	0	<10*

* หมายถึง Estimate Aerobic Plate Count

** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่า

*** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* บนพื้นผิวสัมผัส

จำนวนตัวอย่างและปริมาณ *S. aureus* ที่ตรวจพบจากตัวอย่างอุปกรณ์การผลิต ก็พบว่ามีเพียง 1 ตัวอย่างที่พบ *S. aureus* คือโต๊ะผลิตขั้นตอนการขูดสะอาด โดยพบเพียง 1.0x10^2 cfu/25cm^2 ถึงแม้โรงงานจะกำหนดให้ล้างถาดใส่เนื้อปลาทุก 2 ชั่วโมง ด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 50-100 ppm ซึ่งความถี่ที่โรงงานกำหนดในการล้างถาดใส่เนื้อปลาไม่เป็นไปตามข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมงบรรจุภาชนะปิดสนิท สุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า (กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, 2552) ที่ให้โรงงานล้างถาดใส่เนื้อปลาทุกครั้งหลังการใช้งาน โรงงานล้างโต๊ะผลิตและสายพานบรรจุปลาทุก 4 ชั่วโมง ด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 100-200 ppm ตามรายละเอียดตารางที่ 4 จากผลการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* ถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิต แสดงให้เห็นชัดเจนว่าหากโรงงานสามารถควบคุมการปนเปื้อน *S. aureus* จากพนักงาน ก็สามารถลดการปนเปื้อน *S. aureus* ที่เนื้อปลาและอุปกรณ์การผลิตได้ แม้ว่าระยะเวลาในการผลิต และอุณหภูมิระหว่างการผลิตซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนการเพิ่มจำนวนของ *S. aureus* รวมทั้งการการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดกรมประมง ปริมาณ *S. aureus* ที่ตรวจพบในเนื้อปลาก็ยังมีปริมาณต่ำมาก

โรงงานที่ 8

โรงงานที่ 8 เป็นโรงงานในกลุ่มที่ต้องปรับปรุงสุขลักษณะ โรงงานที่ 8 มีจำนวนพนักงานหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และบรรจุ 40-67 125-185 และ 108-155 คน ตามลำดับ เป็นโรงงานที่มีจำนวนพนักงานใกล้เคียงกับโรงงานที่ 1 โรงงานเริ่มเอาปลาทูน่าหลังนึ่งสุกที่มีอุณหภูมิประมาณ 26-44 ℃ ออกมาหักหัวขูดหนัง อุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างการขูดสะอาดประมาณ 28.5 ℃ และอุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างรอการบรรจุอยู่ที่ประมาณ 26 ℃ โดยอุณหภูมิเฉลี่ยหลังการบรรจุลงกระป๋องเพิ่มขึ้นเป็น 32 ℃ ทั้งนี้ โรงงานมีระยะเวลาตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงเริ่มการฆ่าเชื้อระหว่าง 240-520 นาที หรือระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตนานที่สุดประมาณ 8.40 ชั่วโมง (ตารางที่ 5)

ผลการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* ในตัวอย่างเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกของโรงงานที่ 8 แสดงรายละเอียดในตารางที่ 13 ตัวอย่างเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกหลังหักหัวขูดหนังไม่พบการปนเปื้อน *S. aureus* ทุกตัวอย่าง แต่พบการปนเปื้อน *S. aureus* ตั้งแต่ขั้นตอนหลังขูดสะอาด โดยพบจำนวน 4 ตัวอย่างจากตัวอย่างทั้งหมด 15 ตัวอย่าง ที่ปริมาณ 10-20 cfu/g และพบตัวอย่างที่มีการปนเปื้อน *S. aureus* มากขึ้นเป็นร้อยละ 60 ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บในขั้นตอนก่อนบรรจุกระป๋อง โดยพบ 2 ตัวอย่างที่มีปริมาณ 1.4×10^{2} และ 1.8×10^{2}cfu/g ในขณะที่ตัวอย่างที่เก็บจากขั้นตอนหลังบรรจุลงกระป๋องมีจำนวนตัวอย่างและปริมาณที่มีการปนเปื้อน *S. aureus* ลดลงเป็นร้อยละ 33.3 โดยปริมาณการปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 10-70 cfu/g

ผลการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจความสะอาดที่พื้นผิวมือชองพนักงานพบว่ามือของพนักงานขั้นตอนการหักหัวขูดหนัง ขูดสะอาด และบรรจุกระป๋องมีจำนวนตัวอย่างที่พบการปนเปื้อน *S. aureus* ร้อยละ 60.0 46.7 และ 73.3 ของจำนวนตัวอย่างที่เก็บในแต่ละขั้นตอน ตามลำดับ ตัวอย่างมือของพนักงานส่วนใหญ่พบ *S. aureus* มากกว่า 1.0×10^{2} cfu/25cm^{2} โดยมือของพนักงานขั้นตอนการหักหัวขูดหนังจำนวน 4 ใน 9 ตัวอย่างมีปริมาณ *S. aureus* 2.2×10^{2} 3.9×10^{2} 2.4×10^{3} และ 1.1×10^{4} cfu/25cm^{2} และขั้นตอนขูดสะอาดจำนวน 4 ใน 7 ตัวอย่างมี *S. aureus* 2.0×10^{2} 2.0×10^{2} 5.0×10^{2} และ 4.6×10^{3} cfu/25cm^{2}

ในขณะที่มือพนักงานขั้นตอนบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องพบตัวอย่างที่มี *S. aureus* จำนวน 11 ตัวอย่างและมีจำนวน 2 ตัวอย่างที่มีปริมาณ 1.0×10^{2} และ 1.3×10^{2} cfu/25cm^{2} โรงงานที่ 8 พนักงานสวมผ้ากันเปื้อนเฉพาะขั้นตอนการหักหัวขูดหนังและขั้นตอนขูดสะอาดเท่านั้น พนักงานที่ปฏิบัติงานในขั้นตอนการบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องไม่สวมผ้ากันเปื้อน ตัวอย่างผ้ากันเปื้อนพบการปนเปื้อน *S. aureus* ปริมาณ 20-40 cfu/25cm^{2} จำนวนทั้งหมด 3 ตัวอย่างจาก 30 ตัวอย่าง ทั้งนี้โรงงานกำหนดให้พนักงานล้างมือและผ้ากันเปื้อนด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 50 ppm ทุก 1 ชั่วโมง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 13 ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกและที่พื้นผิวถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และอุปกรณ์การผลิตตั้งแต่ขั้นตอนหลังนึ่งสุกจนถึงบรรจุกระป๋องของโรงงานที่ 8

ตัวอย่าง	ขั้นตอน	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบ *S. aureus*	ร้อยละ	ปริมาณ *S. aureus* (cfu/g)** (cfu/25cm^2)***
เนื้อปลาทูน่า	หลังนึ่งสุก	15	0	0	<10*
	หลังหักหัวขูดหนัง	15	0	0	<10*
	หลังขูดสะอาด	15	4	26.7	10*,20*, 20*, 20*
	ก่อนบรรจุกระป๋อง	15	9	60.0	10*, 10*, 10*, 40, 50, 50, 80, 1.4×10^2, 1.8×10^2
	ก่อนเข้าหม้อฆ่าเชื้อ	15	5	33.3	10*, 10*, 40*, 50*, 70
มือพนักงาน	หักหัวขูดหนัง	15	9	60.0	20*, 20*, 30*, 50*, 60*, 2.2×10^2, 3.9×10^2, 2.4×10^3, 1.1×10^4
	ขูดสะอาด	15	7	46.7	10*, 10*, 30*, 2.0×10^2, 2.0×10^2, 5.0×10^2, 4.6×10^3
	บรรจุกระป๋อง	15	11	73.3	10*, 10*, 10*, 10*, 10*, 20*, 20*, 20*, 40*, 1.0×10^2*, 1.3×10^2
ผ้ากันเปื้อน	หักหัวขูดหนัง	15	2	13.3	20*, 40*
	ขูดสะอาด	15	1	6.7	30*
	บรรจุกระป๋อง		ไม่สวมผ้ากันเปื้อน		
ถาดใส่เนื้อปลา	หักหัวขูดหนัง	15	3	20.0	10*, 10*,10*
	ขูดสะอาด	15	5	33.3	10*,10*, 50*, 70*, 80*
	บรรจุกระป๋อง	15	2	13.3	10*, 1.0×10^2*
โต๊ะ	หักหัวขูดหนัง	15	5	33.3	10*, 10*, 50*,1.9×10^2, 5.1×10^2
	ขูดสะอาด	15	6	40.0	10*, 10*, 20*, 30*, 70*, 1.2×10^2
	บรรจุกระป๋อง	15	2	13.3	10*, 10*

* หมายถึง Estimate Aerobic Plate Count

** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่า

*** หมายถึง หน่วยของปริมาณ *S. aureus* บนพื้นผิวสัมผัส

ตัวอย่างอุปกรณ์การผลิตพบการปนเปื้อน *S. aureus* ทุกขั้นตอนการผลิตจำนวนร้อยละ 13.3-40.0 ปริมาณการปนเปื้อน *S. aureus* ส่วนใหญ่น้อยกว่า 1.0×10^2 cfu/25cm^2 โดยมีถาดใส่เนื้อปลา

ขั้นตอนบรรจุเนื้อปลาลงกระป๋องพบ *S. aureus* 1 ตัวอย่างที่ปริมาณ 1.0×10^2 cfu/25cm^2 โต๊ะหักหัวขูดหนังพบตัวอย่างที่ปนเปื้อน *S. aureus* ที่ 5.1x10^2 cfu/25cm^2 และโต๊ะขั้นตอนขูดสะอาดพบตัวอย่างที่ปนเปื้อน *S. aureus* ที่ 1.2×10^2 cfu/25cm^2 ตามรายละเอียดในตารางที่ 13 โดยโรงงานกำหนดให้ล้างถาดใส่เนื้อปลาทุก 30 นาที ล้างโต๊ะผลิตและสายพาน ทุก 4 ชั่วโมงด้วยน้ำผสมคลอรีนเข้มข้น 50-100 ppm (ตารางที่ 4)

จากการตรวจวิเคราะห์ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่าระหว่างกระบวนการผลิตปลาทูน่ากระป๋องของโรงงาน 8 แห่ง ในจังหวัดสมุทรสาครซึ่งเป็นแหล่งผลิตปลาทูน่ากระป๋องแหล่งที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไทย พบว่าเนื้อปลาหลังนึ่งสุกของทุกโรงงานไม่พบ *S. aureus* แสดงให้เห็นว่า กระบวนการนึ่งสุกเนื้อปลาทูน่าสามารถกำจัดเชื้อ *S. aureus* ได้ทั้งหมด และเริ่มพบ *S. aureus* ตั้งแต่ขั้นตอนหลังการขูดหนังโดยปริมาณที่พบเกือบทั้งหมดไม่เกิน 90 cfu/g มีเพียง 1 ตัวอย่างเท่านั้นที่พบ 4.9x10^2 cfu/g ตัวอย่างที่พบการปนเปื้อน *S. aureus* ในขั้นตอนนี้ทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 1.67 ของตัวอย่างทั้งหมด (600 ตัวอย่าง) เนื้อทูน่าหลังขั้นตอนการขูดสะอาดซึ่งเป็นขั้นตอนต่อเนื่องจากการหักหัวขูดหนังพบว่ามีการปนเปื้อน *S. aureus* เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 5.50 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด โดยจำนวนตัวอย่างร้อยละ 66.67 ของตัวอย่างที่เก็บในขั้นตอนการขูดสะอาดยังพบการปนเปื้อนไม่เกิน 70 cfu/g และจำนวนตัวอย่างร้อยละ 33.33 พบการปนเปื้อนไม่เกิน 4.0x10^2 cfu/g ซึ่งปริมาณ *S. aureus* ยังคงมีปนเปื้อนในระดับเดียวกับขั้นตอนการหักหัวขูดหนัง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะทั้ง 2 ขั้นตอนเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกัน และโรงงานไม่ตั้งปลาทิ้งไว้รอกระบวนการผลิต ทำให้ *S. aureus* ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ นอกจากนี้ เนื้อปลาที่ปนเปื้อน *S. aureus* ตั้งแต่ขั้นตอนการขูดหนังอาจถูกกำจัดออกไปพร้อมเนื้อปลาส่วนที่โรงงานขูดทิ้งไป ผลการตรวจวิเคราะห์เนื้อปลาทูน่าหลังขูดสะอาดเสร็จครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่า skipjack หลังการขูดสะอาดซึ่งผ่านการแช่แข็งและใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตปลาทูน่ากระป๋องของโรงงานประเทศอิตาลี ซึ่ง Casalinuovo *et al*. (2018) รายงานว่าตรวจพบการปนเปื้อน *S. aureus* ที่ปริมาณ 10-10^3 cfu/g

การปนเปื้อน *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุก เครื่องแต่งกาย และอุปกรณ์การผลิตที่สัมผัสกับเนื้อทูน่าของโรงงานที่ 1 3 และ 7 ซึ่งพนักงานสวมถุงมือและผ้าปิดปากทุกคนแสดงจำนวนและปริมาณตัวอย่างที่พบการปนเปื้อนน้อยกว่าโรงงานที่ 2 4 5 6 8 ซึ่งพนักงานไม่ได้สวมถุงมือทุกคน และสอดคล้องกับรายงานของ Todd *et al*. (2007) ที่ระบุว่าการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคมีความเกี่ยวข้องกับการที่พนักงานไม่สวมถุงมือ การล้างมือ และการล้างอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม

จากการศึกษานี้พบว่า *S. aureus* ในเนื้อปลาทูน่านึ่งสุกจากขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตปลาทูน่ากระป๋องบ่งชี้ชัดเจนว่าจำนวนและปริมาณ *S. aureus* เพิ่มขึ้นหากมีระยะเวลาในการผลิตนานขึ้น โดยเฉพาะขั้นตอนการรอบรรจุและขั้นตอนก่อนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ (Sterilization) โดยจำนวนตัวอย่างจากทั้ง 8 โรงงานที่พบการปนเปื้อน *S. aureus* เพิ่มจากร้อยละ 5.50 ในขั้นตอนการขูดสะอาดเป็นร้อยละ 8.33 ในขั้นตอนรอบรรจุ และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 9.00 ในขั้นตอนหลังการบรรจุ และปริมาณสูงสุดของ *S. aureus* เพิ่มจาก 4x10^2 cfu/g ในขั้นตอนหลังขูดสะอาด เป็น 1.5x10^4 cfu/g ในขั้นตอนรอการบรรจุ และเพิ่มเป็น 5.6x10^4 cfu/g ในขั้นตอนหลังการบรรจุก่อนให้ความร้อน (Sterilization) ปริมาณ *S. aureus* ที่ตรวจพบยังคงน้อยกว่า 1.0x10^5 cfu/g ซึ่งเป็นปริมาณที่ถูกรายงานว่าสามารถสร้างสารพิษ Staphylococcal Enterotoxin ถึงแม้ว่าโรงงานทั้ง 8 แห่งใช้ระยะเวลาในขั้นตอนตั้งแต่หักหัวขูดหนังจนถึงก่อนให้ความร้อน (Sterilization) นาน 5-12 ชั่วโมง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ปลาทูน่ากระป๋องที่ผลิตจากโรงงานทั้ง 8 แห่งของประเทศไทยยังมีความปลอดภัยต่อการบริโภค อย่างไรก็ตาม

โรงงานก็ควรควบคุมกระบวนการผลิตและสุขลักษณะการผลิตให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของกรมประมง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

3. ผลการวิเคราะห์หาสารพันธุกรรม (Enterotoxin genes)

เมื่อนำ *S. aureus* ที่ตรวจพบจากตัวอย่างของแต่ละโรงงานมาวิเคราะห์หาสารพันธุกรรมที่ควบคุมการสร้าง Staphylococcal Enterotoxin ทั้งชนิด A B C D และ E ด้วยเทคนิค multiplex PCR ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบว่าจากการส่งตัวอย่าง *S. aureus* ของทั้ง 8 โรงงานจำนวน 2 ครั้ง ผลการวิเคราะห์พบสารพันธุกรรมที่ควบคุมการสร้าง Staphylococcal Enterotoxin ชนิด B จากตัวอย่างของโรงงานที่ 2 และ 3 จากการส่งตรวจครั้งที่ 1 พบสารพันธุกรรมที่ควบคุมการสร้าง Staphylococcal Enterotoxin ชนิด C จากตัวอย่างโรงงานที่ 2 Staphylococcal Enterotoxin ชนิด B จากตัวอย่างของโรงงานที่ 5 6 และ 8 จากการส่งตรวจครั้งที่ 2 (ตารางที่ 14)

S. aureus สายพันธุ์ที่สร้างสารพิษที่ถูกรายงานว่าพบมากที่สุดในอาหารประเภทต่าง ๆ คือ สายพันธุ์ชนิด A (Adesiyun, 1984; Belay and Rasooly, 2002; Kerouanton *et al*., 2007; Oh *et al*.,2007; Pinchuk *et al*., 2010) อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่พบ *S. aureus* จากกระบวนการผลิตปลาทูน่ากระป๋องของทั้ง 8 โรงงาน ไม่พบ *S. aureus* สายพันธุ์ที่มีสารพันธุกรรมที่ควบคุมการสร้าง Staphylococcal Enterotoxin ชนิด A สำหรับ *S. aureus* สายพันธุ์ที่สร้าง Staphylococcal Enterotoxin ชนิด B และ C ซึ่งพบจากตัวอย่างกระบวนการผลิตปลาทูน่ากระป๋องครั้งนี้เป็นสายพันธุ์ที่ถูกรายงานว่าพบบ่อยในอาหารประเภทต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ โดยพบเป็นลำดับรองจาก *S. aureus* สายพันธุ์ชนิด A (Adesiyun. 1984; Belay and Rasooly, 2002; Kerouanton *et al*.,2007; Oh *et al*.,2007; Pinchuk *et al*., 2010)

ตารางที่ 14 ผลการตรวจหาสารพันธุกรรม (Enterotoxin genes) ของ *Stahylococcus aureus* ด้วยเทคนิคMultiplex PCR

โรงงานที่	ผลการตรวจวิเคราะห์	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	ND	ND
2	พบสารพันธุกรรมชนิด B	พบสารพันธุกรรมชนิด C
3	พบสารพันธุกรรมชนิด B	ND
4	ND	ND
5	ND	พบสารพันธุกรรมชนิด B
6	ND	พบสารพันธุกรรมชนิด B
7	ND	ND
8	ND	พบสารพันธุกรรมชนิด B

ND หมายถึง ไม่พบสารพันธุกรรมที่ควบคุมการสร้างStaphylococcal Enterotoxin ชนิด A, B, C, D และ E

สรุปผลการทดลอง

1. โรงงานผลิตปลาทูน่ากระป๋องทั้ง 8 แห่งในจังหวัดสมุทรสาครมีระยะเวลาในการผลิตตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังจนถึงเริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อแตกต่างกันในแต่ละรุ่นวัตถุดิบ และแต่ละขั้นตอนการผลิต โดยระยะเวลานานที่สุดของแต่ละโรงงานอยู่ระหว่าง 5-12 ชั่วโมง อุณหภูมิเนื้อปลาอยู่ระหว่าง 20-36 ℃ โดยส่วนใหญ่อุณหภูมิเนื้อปลาของทุกโรงงานสูงกว่า 21 ℃

2. เนื้อปลาทูน่านึ่งสุกตั้งแต่เริ่มหักหัวขูดหนังถึงเริ่มกระบวนการฆ่าเชื้อของทุกโรงงานมีการตรวจพบ *S. aureus* แต่มีปริมาณน้อยกว่า $1\text{x}10^5$ cfu/g ซึ่งเป็นปริมาณที่เริ่มสร้างสารพิษ โดยขั้นตอนหลังการหักหัวขูดหนังและขูดสะอาดพบ *S. aureus* ไม่เกิน $4\text{x}10^2$cfu/g และเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น $1.5\text{x}10^4$cfu/g ในขั้นตอนการรอบรรจุ และ $5.6\text{x}10^4$ cfu/g หลังบรรจุลงกระป๋อง

ข้อเสนอแนะ

1. การวิจัยในครั้งต่อไปควรนำเชื้อ *S. aureus* ที่ได้จากตัวอย่างครั้งนี้ ไปศึกษาปริมาณเชื้อสแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส เริ่มต้นต่ออัตราการเติบโตและการสร้างสารพิษในเนื้อทูน่านึ่งสุกเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณเชื้อกับอัตราการเจริญของเชื้อในการสร้างสารพิษ

2. ควรศึกษาความสัมพันธ์ของวิธีการ และความถี่ในการล้างมือ ความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อและความถี่ในการล้างอุปกรณ์ต่อปริมาณ *S. aureus*

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณนางสาวอรวรรณ คงพันธุ์ อดีตผู้เชี่ยวชาญด้านผลิตภัณฑ์ประมง ดร.พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล อดีตผู้เชี่ยวชาญด้านตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ นางสาววราทิพย์ สมบุญญฤทธิ์ อดีตผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ นางวรรณวิภา สุวรรณรักษ์ ผู้อำนวยการกองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง และคณะกรรมการวิชาการกองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง ที่ให้คำแนะนำในการเขียนงานวิจัย นางสาวสุรินทร์พร ยิ้มกัน และนางสาวลัดดา ชัยภูมิ ที่ช่วยปฏิบัติงานวิเคราะห์จนสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. 2547ก. ข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง การจัดระบบวิเคราะห์อันตรายและควบคุมจุดวิกฤตในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง. พิมพ์ครั้งที่ 2. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด สาขา 4, นนทบุรี. 43 หน้า.

กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. 2547ข. คู่มือสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง. พิมพ์ครั้งที่ 1. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 72 หน้า.

กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ. 2552. ข้อกำหนดสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมงบรรจุภาชนะปิดสนิท สุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาทูน่า. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 60 หน้า.

กองประมงต่างประเทศ. 2557. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกสินค้าประมงทั้งหมดของไทยไปประเทศต่างๆ ปี 2550-2555. กรมประมง. http://www.fisheries.go.th/foreign/index.php?option=com_content &view=category&id=16&Itemid=14 วันที่ 2 ธันวาคม 2558.

Adsiyun A. A. 1984. Enterotoxigenicity of *Staphylococcus aureus* strains isolated from Nigerian ready-to-eat foods. *Journal of food Protection*. 47(6): 438-440.

Alhashimi H. M. M., M. M. Ahmed and J. M. Mustafa 2017. Nasal carriage of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* among food handlers in Kerbala city. *Karbala International Journal of Modern Science* 3 (2017): 69-74.

Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2007. Official Method, 2003.11-2007. Enumeration of *Staphylococcus aureus* in Selected Meat, Seafood, and Poultry 3M^{TM} Petrifilm^{TM} Staph Express Count Plate Method First Action 2003.

Belay N. and Rasooly A., 2002. *Staphylococcus aureus* growth and enterotoxin A production in an anaerobic environment. *Journal of Food Protection*. 65(1): 199-204.

Casalinuovo F., D. Brindisi, P. Rippa, C. Ceniti, L. Ciambrone, R. Musarella and N. Costanzo. 2018. Microbiological quality and safety of skipjack tuna loins (*Katsuwonus pelamis*) intended for canning. *Mac. Vet. Rew*. 41(1): i-v.

Johler S., PS. Tichaczek - Dischinger, J. Rau, HM. Sihto, A. Lehner, M. Adam and R. Stephan. 2013. Outbreak of Staphylococcal food poisoning due to SEA - producing *Staphylococcus aureus*. *Foodborbe Pathog Dis*. 10(9): 777-781.

Kadariya J, T. C. Smith and D. Thapaliya. 2014. *Staphylococcus aureus* and Staphylococal Food–Borne Disease: An Ongoing Challenge in Public Health. *BioMed Research International* 2014: 1-9.

Kerouanton A., J. A. Hennekinne, C. Letertre, L. Petit, O. Chesneau, A. Brisabois and M. l. De Buyser. 2007. Characterization of *Staphylococcus aureus* strain associated with food poisoning outbreaks in France. *International Journal of Food Microbiology* 115 (2007): 369-375.

Le Loir Y., F. Baron and M. Gantier. 2003. *Staphylococcus aureus* and food poisoning. *Genet. Mol. Res.* 2(1): 63-76.

Oh S. K., Y. S. Cho, D. B. Shin, S. Y. Choi and M. Koo. 2007. Occurrence of toxigenic *Staphylococcus aureus* in ready-to-eat Food in Korea. *Journal of Food Protection*. 70(5): 1153-1158.

Pinchuk I. V., E. J. Beswick and V. E. Reyes. 2010. Staphylococcal enterotoxins. *Toxins* 2: 2177-2197.

Todd E. C. D., J. D. Greig, C. A. Barti and B. S. Michales. 2007. Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 3. Factors contributing to outbreaks and description of outbreak categories. *Journal of Food Protection*. 70(9): 2199-2217.

U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition. 2011. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance Fourth Edition. Florida Sea Grant IFAS-Extension Bookstore, Florida. 468 pp.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 เกณฑ์การจัดระดับสุขลักษณะโรงงานของกรมประมง

ระดับโรงงาน	จำนวนข้อบกพร่องที่ตรวจพบ			
	C	Se	M	N
ระดับ 1	0	0	≤5	≤6
ระดับ 2	0	1	≤6	≤7
ระดับ 3	0	≤2	≤8	≤7
ระดับ 4	0	≤2	≤10	NA

คำนิยามข้อบกพร่อง

Critical (C) หมายถึง การปฏิบัติที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของกรมประมงและมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นั้น ไม่ปลอดภัยต่อการบริโภคหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ
Serious (Se) หมายถึง การปฏิบัติที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของกรมประมงและมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นั้น ไม่ปลอดภัยต่อการบริโภคและข้อบกพร่องดังกล่าวไม่จัดอยู่ในระดับ Critical
Major (M) หมายถึง การปฏิบัติที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของกรมประมงและมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นั้น อาจไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค และข้อบกพร่องดังกล่าวไม่จัดอยู่ในระดับ Critical และ Serious
Minor (N) หมายถึง การปฏิบัติที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของกรมประมง แต่ไม่มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์นั้น ไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค และข้อบกพร่องดังกล่าวไม่จัดอยู่ในระดับ Critical, Serious, หรือ Major