การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ปลาช่อนแดดเดียวเพื่อการส่งออก

EFFICIENCY IMPROVEMENT OF SALTED STRIPED SNAKE-HEAD FILLET PROCESS FOR EXPORT

ประภาพร สีทา
พัชรีภรณ์ ริประพันธ์

สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต
ปลาช่อนแดดเดียวเพื่อการส่งออก

EFFICIENCY IMPROVEMENT OF SALTED STRIPED SNAKE-HEAD FILLET PROCESS FOR EXPORT

ประภาพร สีทา
พัชรีภรณ์ ริประพันธ์

สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

EFFICIENCY IMPROVEMENT OF SALTED STRIPED SNAKE-HEAD FILLET PROCESS FOR EXPORT

PRAPAPORN SITHA

PHATCHAREEPHON RIPRAPHAN

A COOPERATIVE EDUCATION SUBMITTED IN PARTIAL

FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF SCIENCE (INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)

DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULYT OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

หัวข้อสหกิจศึกษา การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวเพื่อการส่งออก

Efficiency Improvement of Salted Striped Snake-Head Fillet Process for Export

ชื่อนักศึกษา นางสาวประภาพร สีทา รหัสนักศึกษา 57050846

นางสาวพัชรีภรณ์ ริประพันธ์ รหัสนักศึกษา 57050864

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.วรกฤต วรนันทกิจ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.วรกฤต วรนันทกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา	
ผศ.ลินจง สุขลำภู อาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา	

หัวข้อสหกิจศึกษา	การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว เพื่อการส่งออก
ชื่อนักศึกษา	นางสาวประภาพร สีทา รหัสนักศึกษา 57050846 นางสาวพัชรีภรณ์ ริประพันธ์ รหัสนักศึกษา 57050864
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วรกฤต วรนันทกิจ

บทคัดย่อ

การทำสหกิจศึกษากับบริษัท ไอ.ที.ฟู้ดส์ อินดัสทรีส์ จำกัด ที่เล็งเห็นถึงความสำคัญในการนำปลาช่อนมาแปรรูปเป็นปลาช่อนแดดเดียวเพื่อการส่งออก ซึ่งทางบริษัทประสบปัญหาด้านการส่งออกไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศเกาหลีใต้ เนื่องจากบริษัทรับซื้อสินค้าจากผู้ผลิตภายนอกและไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตได้ ดังนั้นทางบริษัทจึงได้นำสินค้าเข้ามาผลิตขึ้นภายในโรงงานเพื่อการปรับปรุงกระบวนการผลิตสินค้าให้มีคุณภาพตามมาตรฐานและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทำการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวจัดทำเป็นแผนผังกระบวนการผลิต (Process Flow) เก็บข้อมูลความต้องการผลิตภัณฑ์ ร้อยละผลผลิตที่ได้ จำนวนพนักงาน และเวลามาตรฐาน นำข้อมูลไปจัดสมดุลสายการผลิต (Balancing line) และการวางผังทิศทางไหลของกระบวนการผลิต (Process Layout) โดยตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งทางด้านประสาทสัมผัสเบื้องต้น ทางด้านเคมี และทางด้านจุลินทรีย์ ผลการปรับปรุงกระบวนการผลิต เมื่อได้ค่าเวลามาตรฐานในแต่ละขั้นตอนการผลิตและนำข้อมูลที่เก็บมาคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตเพื่อจัดสมดุลสายการผลิต พบว่า จุดที่มีประสิทธิภาพการผลิตต่ำ ได้แก่ จุดควักไส้/ขูดเลือด หรือเรียกว่า จุดคอขวด เนื่องจากใช้จำนวนพนักงานมากที่สุดในขั้นตอนการผลิตนี้แต่มีประสิทธิภาพการผลิตต่ำ ดังนั้นหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตต้องเพิ่มจุดคอขวดให้มีประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อลดการสูญเสียในสายการผลิต นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวด้านประสาทสัมผัสเบื้องต้น ปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวเป็นที่ยอมรับ ทางด้านเคมี ไม่พบสารเคมีตกค้างในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว และทางด้านจุลินทรีย์ ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่

ผลิตขึ้นภายในโรงงาน เป็นไปตามข้อกำหนดของกรมประมงและเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์การส่งออกของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศเกาหลีใต้ จากผลการฝึกสหกิจศึกษาครั้งนี้สามารถนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับสายการผลิตที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันหรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอื่นได้ต่อไป

คำสำคัญ : การจัดสมดุลสายการผลิต การวางผังกระบวนการผลิต ปลาช่อนแดดเดียว

Title	Efficiency Improvement of Salted Striped Snake-Head Fillet Process for Export
Students	Miss Prapaporn Sitha Student ID 57050846 Miss Phatreephon Ripraphan Student ID 57050864
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)
Department	Biology
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2017
Advisor	Asst.Prof.Dr. Worakrit Worananthakij

Abstract

The cooperative education at I.T Foods Industries Co., Ltd. is focused on bringing salted striped snake-head fillet process exporting to the United States of America (USA) and South Korea. Uncertainly quality product is problematic in the company because of external suppliers and uncontrolled processing. Then, the company requires to produce by themselves for improve quality standard and customer safety. Considering of salted striped snake-head fillet process in order to arranged process flow and data collection (product demand, percent yield, number of employee and standard time). The data was conducted to balance line and process layout by monitoring the quality of products (primary sensory test, chemical and microbial test). The result of monitoring showed step of remove the gut and bleed is low point in production efficiency or bottleneck point that point used many employees but production efficiency is low. Therefore, the company need to increase efficiency in production for improve bottleneck point. In addition, efficient improvement showed that salted striped snake-head fillet products be accepted. Chemical test has not detected chemical residue and microbial test production in the factory according to requirement of the Department of Fisheries and exports products standard of USA and South Korea. As a result of cooperative education, this research can be applied to similar production lines or other factories.

Keywords: balancing line, process layout, salted striped snake-head fillet

กิตติกรรมประกาศ

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไอ.ที.ฟู้ดส์ อินดัสทรีส์ จำกัด ตั้งแต่ 8 มกราคม ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2561 ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ที่มีคุณค่าเป็นอย่างยิ่ง และความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรกฤต วรนันทกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ลินจง สุขลำภู อาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา ที่คอยให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำด้านวิชาการและคอยเอาใจใส่เสมอมา ตลอดจนช่วยตรวจทานสหกิจศึกษาฉบับนี้ให้ถูกต้องและมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาชีววิทยาทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ คุณเครือวัลย์ ไกรเพิ่ม ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายผลิต ที่รับหน้าที่เป็นที่ปรึกษาให้ข้าพเจ้าคอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำ รวมทั้งช่วยแก้ไขปัญญาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างทำการวิจัยตลอดจนช่วยตรวจทานข้อมูลสหกิจศึกษาฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณวันวิสา ตรีพืช ตำแหน่งผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายประกันคุณภาพที่มีความกรุณาให้พวกข้าพเจ้าได้รับโอกาสเข้าปฏิบัติสหกิจศึกษา และให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยครั้งนี้ตลอดจนมอบความรู้และคำแนะนำตลอดการวิจัย

ประภาพร สีทา
พัชรีภรณ์ ริประพันธ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญ (ต่อ)	ฉ
สารบัญ (ต่อ)	ช
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขต	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4.1 ด้านสถานประกอบการ	2
1.4.2 ด้านนักศึกษา	2
1.4.3 ด้านสถานศึกษา	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 นิยามของปลาแดดเดียว	3
2.2 กระบวนการผลิตปลาแดดเดียว	4
2.2.1 วัตถุดิบและส่วนประกอบ	5
2.2.1.1 ปลาช่อน	5
2.2.1.2 เกลือ	5
2.2.1.3 สารประกอบไนไตรท์และไนเตรท	5
2.2.1.4 ซอร์บิทัล	6
2.2.1.5 ผงชูรส	6
2.2.2 ขั้นตอนการผลิต	7
2.2.2.1 การรับวัตถุดิบ	7

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.2.2 คัดเกรดและขนาด 8
2.2.2.3 การรักษาความสดของปลา (ดองน้ำแข็ง) 8
2.2.2.4 ตัดหัวและกำจัดอวัยวะภายใน 8
2.2.2.5 แล่แบบผีเสื้อและล้างน้ำเย็น 9
2.2.2.6 การใช้ความเย็นในการถนอมอาหาร 9
2.2.2.7 การทำแห้ง 9
2.2.2.8 ชั่งน้ำหนักและบรรจุลงถุง 10
2.2.2.9 แช่แข็ง 11
2.2.2.10 บรรจุลงกล่องและจัดเก็บ 11
2.3 การศึกษาวิธีการทำงาน 11
2.3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 11
2.3.2 การศึกษาเวลา 13
2.4 หลักการจัดสมดุลสายการผลิต 13
2.4.1 แนวทางในการจัดสมดุลสายการผลิต 14
2.4.2 ปัญหาของสายการผลิตที่ไม่สมดุล 15
2.4.3 ประโยชน์ของการจัดสมดุลการผลิต 15
2.5 การจัดสมดุลสายการผลิต 16
2.5.1 กำลังการผลิต (Capacity) 16
2.5.1.1 ความหมายของกำลังการผลิต 16
2.5.1.2 ลักษณะของกำลังการผลิต 16
2.5.1.3 การคำนวณกำลังการผลิต 17
2.5.2 คอขวดในการผลิต 17
2.5.2.1 ความหมายคอขวดในกระบวนการผลิต 17
2.5.2.2 ลักษณะคอขวดในกระบวนการผลิต 18
2.5.2.3 การเกิดคอขวดในสายการผลิต 18
2.5.2.4 ผลกระทบของคอขวดในกระบวนการผลิต 19
2.5.2.5 การระบุคอขวดในกระบวนการผลิต 19

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.3 เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต 20
2.5.3.1 ความหมายการจัดสมดุลสายการผลิต 20
2.5.3.2 วิธีการจัดสมดุลสายการผลิต 21
2.6 การวางผังตามกระบวนการผลิต 22
2.6.1 ศึกษาสภาพการวางผังในปัจจุบัน 22
2.6.2 การวิเคราะห์ปัญหาหลัก 22
2.6.3 ดำเนินการแก้ไขปัญหาและปรับปรุง 23
2.6.4 ประเมินประสิทธิภาพการวางผัง 23
2.7 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการปนเปื้อนผลิตภัณฑ์ 23
2.7.1 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด 23
(Total plate count, TPC)
2.7.2 *Escherichia coli,* Coliform และ Fecal coliform 23
2.7.3 *Staphylococcus aureus* 24
2.7.4 *Salmonella* 25
2.7.5 *Vibrio* 26
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 30
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 36
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 54
เอกสารอ้างอิง 56
ภาคผนวก ก 60

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมปลาช่อนแดดเดียว 38
4.2 แสดงเวลาการทำงานในขั้นตอนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว 39
4.3 การจัดสมดุลการผลิตในกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว 41
4.4 แสดงรายละเอียดที่อยู่ภายในผังกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว 43
4.5 ผลการทดสอบทางด้านสารเคมีในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว 48
4.6 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว 49
4.7 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการผลิตตาม 51
มาตรฐานสหรัฐอเมริกา
4.8 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการผลิตตาม 52
มาตรฐานเกาหลีใต้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 กระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว 4
2.2 ปลาช่อน 5
2.3 โครงสร้างของซอร์บิทอล 6
2.4 โครงสร้างผงชูรส 7
2.5 เครื่องอบ tray dryer 10
2.6 ลักษณะการเกิดจุดคอขวดในสายการผลิต 18
2.7 เชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli* 24
2.8 เชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* 25
2.9 เชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* sp. 26
2.10 เชื้อแบคทีเรีย *Vibrio cholera* 27
2.11 เชื้อแบคทีเรีย *Vibrio parahaemolyticus* 28
3.1 แผนผังกระบวนการผลิต (Process Flow Diagram) ปลาช่อนแดดเดียว 32
4.1 ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวของ Supplier 37
4.2 ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตขึ้นภายในโรงงาน 37
4.3 แสดงผังกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว (Process Layout) 42
4.4 แสดงตำแหน่งของพนักงานภายในกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว 45
4.5 ปลาช่อนแดดเดียวหลังปรุงสุดของ Supplier 46
4.6 ปลาช่อนแดดเดียวหลังปรุงสุกที่ผลิตภายในโรงงาน 46

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปลาช่อน (Striped snake-head fish) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจของประเทศไทย จากข้อมูลในปี 2553 2554 และ 2555 ของกรมประมง มีปริมาณปลาช่อนที่จับได้ (รวมเพาะเลี้ยง) คือ 26,800 28,600 และ 28,800 ตัน ตามลำดับ แบ่งเป็นการบริโภคสด คิดเป็นร้อยละ 78.64 ทำเค็มตากแห้ง คิดเป็นร้อยละ 11.78 นึ่งย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.74 หมักดอง (ปลาร้าและปลาเจ่า) คิดเป็นร้อยละ 3.74 และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 0.10 เพื่อส่งออกและบริโภคภายในประเทศ (กรมประมง, 2555) จากข้อมูลปริมาณปลาช่อนที่จับได้ (รวมเพาะเลี้ยง) ที่เพิ่มขึ้นในทุกปี จึงมีการนำปลาช่อนมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น

บริษัท ไอ.ที.ฟู้ดส์ อินดัสทรีส์ จำกัด เป็นบริษัทผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็งไปยังประเทศต่างๆทั่วโลกไม่ว่าจะเป็นประเทศสหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป และเอเชีย โดยมีผลิตภัณฑ์ส่งออกดังนี้ ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้แช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำแปรรูปแช่เยือกแข็งและผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่า ดังนั้น การนำปลาช่อนมาแปรรูปเป็นปลาช่อนแดดเดียวจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของทางบริษัทเพื่อการส่งออก

ปัจจุบันทางบริษัท ไอ.ที.ฟู้ดส์ อินดัสทรีส์ จำกัด ให้ความสำคัญในเรื่องของสินค้ากลุ่มปลาแดดเดียว เนื่องจากทางโรงงานประสบปัญหาด้านการส่งออกปลาแดดเดียวไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศเกาหลีใต้ โดยทางโรงงานรับซื้อสินค้าจากผู้ผลิตภายนอก (Supplier) แล้วนำมาแช่เยือกแข็งและบรรจุใส่กล่องเพื่อส่งออก ทำให้โรงงานไม่สามารถที่จะควบคุมกระบวนการผลิตได้ ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาทางด้านคุณภาพในระยะยาว ทางโรงงานจึงเปลี่ยนการส่งออกสินค้ากลุ่มปลาแดดเดียวจากการรับซื้อจาก Supplier มาเป็นการผลิตสินค้าภายในโรงงานเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาแดดเดียวให้ตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของกรมประมง โดยมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทางด้านประสาทสัมผัสเบื้องต้น ทางด้านเคมีและทางด้านจุลินทรีย์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ดังนั้น การทำสหกิจศึกษานี้จึงมุ่งเน้นที่จะปรับปรุงกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวให้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานการส่งออก และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตกลุ่มปลาแดดเดียวให้มีคุณภาพตามมาตรฐานและมีความปลอดภัยให้ตรงตามคุณลักษณะเพื่อการส่งออก

1.2.2 การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิต (In process) กลุ่มปลาแดดเดียว เพื่อให้อาหารที่ผลิตมีคุณภาพและความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว และจัดทำแผนปรับปรุงกระบวนการผลิต ในแต่ละขั้นตอน จากนั้นนำมาออกแบบแผนผังการทำงาน (Layout) กระบวนการผลิต จัดสรรบุคลากรให้ทำงานตามความรับผิดชอบ ลดระยะการว่างงาน ดำเนินการตรวจสอบประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต และทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทางด้านประสาทสัมผัสเบื้องต้น ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตรวจการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์กลุ่มปลาแดดเดียว ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count), *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Salmonella* sp., *Vibrio parahaemolyticus* และ *Vibrio cholera*

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ด้านสถานประกอบการ

1.4.1.1 ทางโรงงานสามารถปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตปลาแดดเดียวให้มีคุณภาพตามมาตรฐานและมีความปลอดภัยให้ตรงตามคุณลักษณะเพื่อการส่งออก

1.4.1.2 ลดต้นทุนการผลิตสินค้าและเพิ่มช่องทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ปลาแดดเดียวให้กับกลุ่มประเทศอื่นแก่บริษัท

1.4.2 ด้านนักศึกษา

1.4.2.1 ได้รับประสบการณ์วิชาชีพตามสาขาที่เรียนเพิ่มเติมนอกเหนือไปจากการเรียนในสถาบัน

1.4.2.2 เกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเอง การทำงานร่วมกับผู้อื่นและความรับผิดชอบ

1.4.2.3 เพิ่มศักยภาพของนักศึกษาให้สามารถนำปัญหาที่เกิดขึ้นมาประยุกต์พัฒนากับการเรียน

1.4.3 ด้านสถานศึกษา

1.4.3.1 สถานศึกษาได้ข้อมูลย้อนกลับมาปรับปรุงหลักสูตรและการเรียนการสอน

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิยามของปลาแดดเดียว

ปลาแดดเดียว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาสดทั้งตัวหรือที่ได้ตัดแต่งแล้วมาล้างให้สะอาด เคล้ากับเกลือหรือแช่ในน้ำเกลือแล้วทำให้แห้ง โดยการใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือจากแหล่งพลังงานอื่น ก่อนบริโภคต้องนำไปปรุงสุก ซึ่งสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานเลขที่ มผช.298/2549 ได้มีการกำหนดคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

1) ลักษณะทั่วไป ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องเป็นปลาชนิดเดียวกัน มีขนาดใกล้เคียงกัน ลำตัวหรือผิวหนังต้องไม่แตกหรือฉีกขาด

2) สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของปลาแดดเดียว

3) กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของปลาแดดเดียว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นเน่า

4) ลักษณะเนื้อสัมผัส เนื้อแน่น ไม่แข็งกระด้าง

5) สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

6) วัตถุเจือปนอาหาร ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิดแต่หากมีการใช้วัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

7) มาตรฐานการส่งออกผลิตภัณฑ์ทางจุลชีววิทยา (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2009) โดยให้ความสำคัญตามการส่งออกของโรงงาน แบ่งเป็น 2 มาตรฐานการส่งออก ดังนี้

7.1) มาตรฐานการส่งออกประเทศสหรัฐอเมริกา (USA)

- *Staphylococcus aureus* ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- *Salmonella* sp. ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม (n = 5 c = 0 m= 0)

7.2) มาตรฐานการส่งออกประเทศเกาหลีใต้ (SOUTH KOREA)

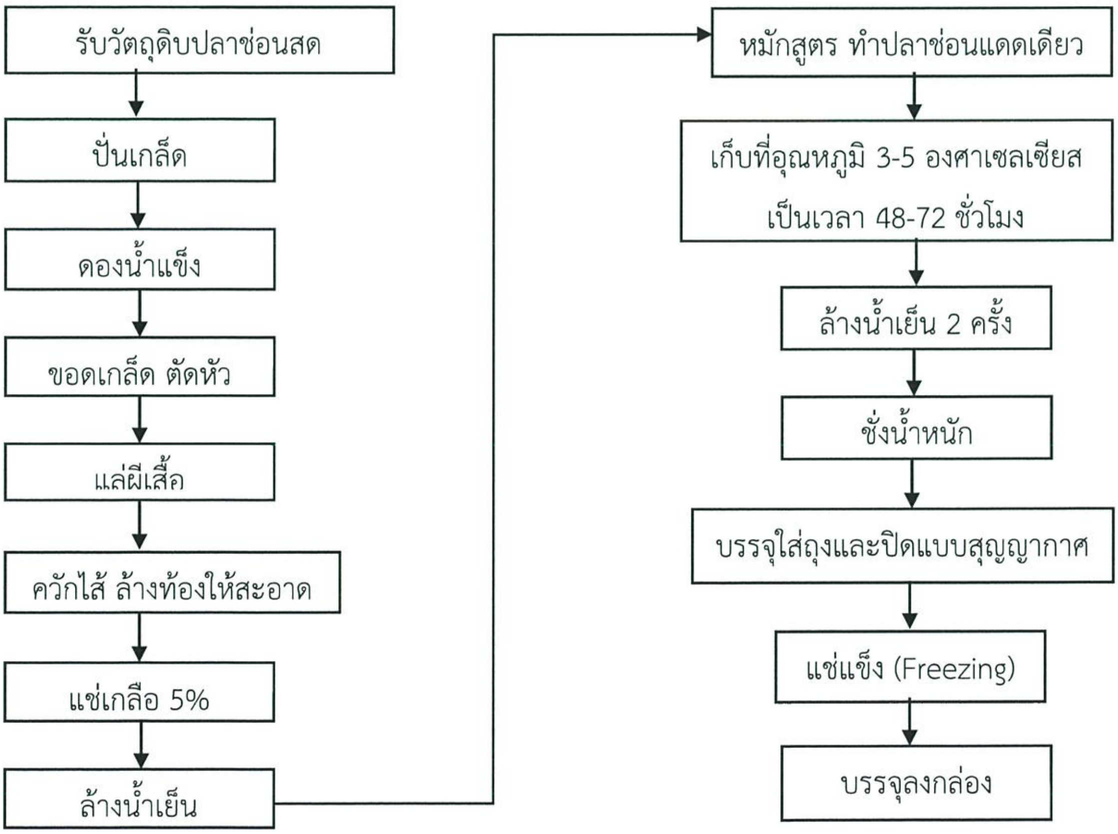
- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 3×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- *Salmonella* sp. ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม (n = 5 c = 0 m= 0)
- *Vibrio cholera* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม (n = 5 c = 0 m= 0)

2.2 กระบวนการผลิตปลาแดดเดียว

การผลิตปลาช่อนแดดเดียวถูกเตรียมให้พร้อมสำหรับการนำไปประกอบอาหารโดยกระบวนการผลิตปลาแดดเดียวเริ่มตั้งแต่การรับวัตถุดิบปลาช่อนสด การตัดแต่ง ทำความสะอาดและบรรจุ จนกระทั่งผลิตภัณฑ์ถูกนำไปเก็บโดยรักษาอุณหภูมิไว้ที่ระดับ -18 องศาเซลเซียส เพื่อคงความสด สะอาด และสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานาน (รูปที่ 2.1) ส่วนขั้นตอนการเก็บรักษาอาหารทะเลจะมีความยุ่งยาก เนื่องจากหลายปัจจัย ได้แก่

1) การทำงานของเอนไซม์ที่อยู่ภายในเนื้อสัตว์ จะเกิดขึ้นทันทีที่สัตว์น้ำได้ตายลง ปฏิกิริยาที่เกิดจากเอนไซม์เหล่านี้จะย่อยเนื้อเยื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเนื้อสัตว์ เช่น กลิ่นและสีเปลี่ยนไป

2) เกิดจากการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ที่มีอยู่แล้วในเนื้อสัตว์ ทำให้เกิดการเพิ่มอัตราการย่อยสลายของเนื้อเยื่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่บริเวณอวัยวะภายในของเนื้อสัตว์ ได้แก่ เหงือกและระบบย่อยอาหาร จากนั้นจึงขยายไปยังส่วนต่างๆ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการทำงานของจุลินทรีย์จะยิ่งเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 2.1 กระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว

ดังนั้น จึงแบ่งกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นวัตถุดิบและส่วนประกอบและขั้นตอนการผลิต โดยอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

2.2.1 วัตถุดิบและส่วนประกอบ

2.2.1.1 ปลาช่อน

ปลาช่อนเป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดทั่วไป เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึงและทะเลสาบ มีชื่อสามัญ Striped snake-head fish และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Channa striata* ปลาช่อนเป็นปลาที่มีรสชาติดีก้างน้อย สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด เพราะเป็นปลาที่ให้เนื้อสีขาวน่ารับประทาน มีเนื้อมาก เนื้อนุ่ม จึงทำให้มีการบริโภคปลาช่อนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย (กองโภชนาการ, 2544)

รูปที่ 2.2 ปลาช่อน

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2544

2.2.1.2 เกลือ

เกลือที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อสัตว์ อยู่ในรูปเกลือแกงหรือเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ทำหน้าที่ป้องกันการเสื่อมคุณภาพของสัตว์น้ำโดยดึงน้ำออกจากอาหารในปริมาณที่มากพอที่จะทำลายหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถใช้น้ำในการเจริญได้ และเกลือยังจะช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ เพิ่มแรงดันออสโมซิส (osmosis) และค่า water activity หรือ(A_w) ลดลง จึงมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และป้องกันการเน่าเสีย (นงนุช, 2538)

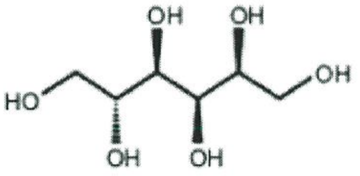
2.2.1.3 สารประกอบไนไตรท์และไนเตรท

การใช้สารประกอบไนไตรท์และไนเตรทในอาหารนั้น ส่วนใหญ่มักจะใช้เพื่อช่วยให้มีการเกิดสีในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แต่พบว่าการใช้สารประกอบดังกล่าวยังสามารถช่วยชะลอการเจริญเติบโตของ *Clostridium botulinum* และการสร้างสารพิษของเชื้อดังกล่าวในผลิตภัณฑ์เนื้อและปลาลงได้ แต่ไม่สามารถป้องกันการงอกของสปอร์ได้ ประสิทธิภาพของสารประกอบนี้ จะดีที่สภาวะความเป็นกรด-ด่างต่ำ เพราะประสิทธิภาพขึ้นกับปริมาณกรดไนตรัสที่มีอยู่ ไนไตรต์และไนเตรทที่ใช้ในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ มักอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมหรือโพแทสเซียม ใช้เป็นสารกันเสีย

และช่วยรักษาสีของผลิตภัณฑ์พร้อมกับช่วยเพิ่มรสชาติและกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์ ทำให้มีกลิ่นเฉพาะตัวเป็นที่ยอมรับสำหรับผู้บริโภคมากกว่าการใช้เกลือในการหมักเนื้อเพียงอย่างเดียว สำหรับปริมาณไนเตรทต้องไม่เกิน 500 ppm และไนไตรต์ต้องไม่เกิน 200 ppm. ในปลารมควัน และหากใช้ไนไตรต์เก็บรักษาปลาสด พบว่าได้ผลดีเมื่อผสมไนไตรท์กับน้ำแข็ง หรืออาจใช้ไนไตรต์ละลายน้ำแล้วนำไปทำน้ำแข็ง เพื่อแช่ปลาสดระดับที่ได้ผลดี คือ ร้อยละ 0.1 ถึง 0.5 (Furia, 1998 อ้างโดย นฤมล, 2541)

2.2.1.4 ซอร์บิทัล

ซอร์บิทัลพบได้ในผักและผลไม้ หรือผลิตได้จากกลูโคสไซรัป เป็นที่รู้จักกันในชื่อ Glucitol, Sorbogem และ Sorbo มีความหวานประมาณ 60% ของน้ำตาลซูโครส มีความหวานน้อยกว่าน้ำตาล ให้พลังงาน 2.6 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม ถูกดูดซึมในร่างกายช้า เนื่องจากถูกรีดิวซ์หมู่แอลดีไฮด์ (aldehyde group) เป็นหมู่ไฮดรอกซิล (รูปที่ 2.3) สามารถละลายน้ำได้ดี (Askar and Treptow, 1985) เป็นสารดูดความชื้น (humectants) ทำให้รักษาความชื้นได้ดี (Birkhed *et al.* 1984) นิยมนำมาใช้ในอาหาร เช่น อาหารประเภทเบเกอรี่ ลูกอม ไอศกรีมและอาหารแช่เยือกแข็ง ซอร์บิทอลยังสามารถช่วยเพิ่มการดูดซึมวิตามินบี 12 ของลำไส้ในคนและสัตว์ (Chow *et al.* 1958) และดูดซึมธาตุเหล็กในมนุษย์ (Loria *et al.* 1962) ปริมาณที่เหมาะสมในการบริโภคซอร์บิทัล คือ 0.24 กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว (BW) สำหรับเพศหญิงและ 0.66 0.24 กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว สำหรับเพศชาย (Oku and Okazaki, 1996) ข้อเสีย คือ การบริโภคในปริมาณสูงอาจส่งผลให้เกิดปัญหาท้องเดิน ดังนั้นไม่ควรบริโภคในครั้งเดียวกันเกิน 50 กรัม

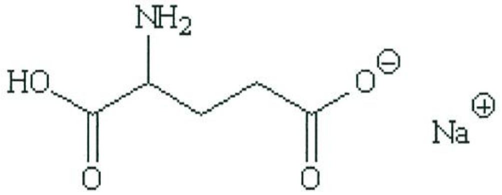


รูปที่ 2.3 โครงสร้างของซอร์บิทอล
ที่มา : Ghosh and Sudha (2011)

2.2.1.5 ผงชูรส

ผงชูรส หรือ โมโนโซเดียมกลูตาเมต มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Monosodium-L-Glutamate monohydrate สูตรเคมีคือ $C_5H_8O_4NNaH_2O$ (รูปที่ 2.4) จัดเป็นวัตถุปรุงรสอาหารให้มีรสชาติอร่อยขึ้น นิยมใช้เติมลงในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ปลาและซุปต่างๆ ในการใช้ต้องใช้ในปริมาณที่เหมาะสม เพราะอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2541) องค์การอนามัยโลกประกาศยกเลิกปริมาณที่จำกัดว่าไม่

ควรบริโภคผงชูรสเกิน 6 กรัมต่อคนที่มีน้ำหนักตัว 50 กิโลกรัมต่อวัน เนื่องจากคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญว่าด้วยวัตถุเจือปนอาหาร (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: JECFA) ได้ประเมินความปลอดภัยของเกลือกลูตาเมตโดยพิจารณาให้ผงชูรสอยู่ในกลุ่มที่มีความปลอดภัยสูงที่สุดคือกลุ่มที่ “ไม่จำเป็นต้องกำหนดปริมาณการบริโภคต่อวัน” ตรงกับข้อมูลขององค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration: FDA) ที่ให้ข้อมูลว่าการใช้ผงชูรสมีความปลอดภัย เมื่อบริโภคตามปริมาณปกติ (Raif *et al*. 2000)



รูปที่ 2.4 โครงสร้างผงชูรส

ที่มา : http://oldweb.pharm.su.ac.th/chemistry-in-life/d032.html

2.2.2 ขั้นตอนการผลิต

กระบวนการสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวมีขั้นตอนในกระบวนการผลิตและลำดับที่ต้องดำเนินการตั้งแต่การรับวัตถุดิบเข้ามาภายในโรงงานจนถึงการเก็บรักษาเพื่อการส่งออก (วันวิสา, 2561) ดังนี้

2.2.2.1 การรับวัตถุดิบ

การรับวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต วัตถุดิบปลาที่รับเข้ามาเป็นปลาที่ผ่านการน็อคให้ตายมาจากฟาร์ม โดยมีการควบคุมคุณภาพทำการสุ่มตรวจสอบอุณหภูมิของวัตถุดิบปลารับเข้า ซึ่งอุณหภูมิปลาที่รับเข้าจะต้องไม่สูงกว่า 8 องศาเซลเซียส วัตถุดิบจะต้องมีน้ำแข็งกลบมาด้วยเพื่อคงรักษาอุณหภูมิและบันทึกผลการตรวจสอบในรายงานการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบปลาสด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ควบคุมคุณภาพทำการเก็บตัวอย่างวัตถุดิบปลาที่รับเข้าโรงงาน Pesticides, Lead, Mercury, Cadmium, NF, CAP, Oxo, Oxy, Malachite Green, Fluoroquinolone & Quinolone group และ Crystal violet กับห้องปฏิบัติการภายนอก เพื่อเป็นการทวนสอบความปลอดภัยทางด้านสารเคมีตกค้าง รอจนกว่าผลการตรวจวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการภายนอกจะออก

- กรณีที่ผล ผ่าน สามารถดำเนินการส่งออกได้ตามปกติ

- กรณีที่ผล ไม่ผ่าน ให้ดำเนินการจัดการกรณีผลการตรวจสอบสารเคมีตกค้างในปลาเพาะเลี้ยงไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

2) ควบคุมคุณภาพทำการบันทึกข้อมูลวันที่และเวลาที่ขนส่งวัตถุดิบถึงโรงงาน รวมทั้ง เลขทะเบียนรถขนส่ง ของบันทึกควบคุมการจับปลา ที่ได้รับจากเจ้าหน้าที่จัดซื้อวัตถุดิบที่ทำหน้าที่ในการไปควบคุมการจับปลาจากฟาร์ม แล้วส่งต่อให้เจ้าหน้าที่จัดซื้อวัตถุดิบที่ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลของขนาดปลาและจำนวนปลาแต่ละขนาดที่คัดได้ เพื่อให้ลงบันทึกข้อมูลในส่วนนี้ต่อไป จากนั้นหัวหน้าแผนกรับวัตถุดิบสั่งการให้พนักงานรับวัตถุดิบขนถ่ายปลาสดจากรถของผู้ส่ง ซึ่งทำได้ 2 กรณี คือ

- ขนถ่ายใส่ในตะกร้ารับวัตถุดิบและเทลงในเครื่องล้างแบบสเปรย์น้ำไหล

- ขนถ่ายจากรถโดยใช้ท่อผ้าใบถ่ายปลาลงในเครื่องล้างแบบสเปรย์น้ำไหล

2.2.2.2 คัดเกรดและขนาด

ทำการคัดขนาดและเกรดปลาสด โดยการพินิจด้วยสายตาและดมกลิ่นตามเกณฑ์การรับวัตถุดิบ (Raw Material Specification) โดยพนักงานรับวัตถุดิบที่มีความชำนาญ ถ้าผลการตรวจสอบพบว่า ขนาด เกรด และสิ่งปนเปื้อน ดังกล่าวข้างต้นเกินมาตรฐานให้ทำการคัดขนาดและเกรดซ้ำจนวัตถุดิบมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน หรือส่งคืนผู้ส่งกรณีที่คุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่ผ่าน เช่น พบปลาที่เสื่อมสภาพ เน่า ท้องอืด ท้องบวม หรือเป็นแผลที่ผิวหนัง เป็นต้นรวมทั้งมีสิ่งปนเปื้อนที่ส่งผลต่ออันตรายถึงผู้บริโภคมากจนไม่สามารถยอมรับได้

2.2.2.3 การรักษาความสดของปลา (ดองน้ำแข็ง)

การรับวัตถุดิบทำการดองวัตถุดิบในถังพลาสติกขนาด 500 ลิตรโดยใช้อัตราส่วนในการดองปลาสดต่อน้ำแข็ง 2 : 1 โดยใส่ปลาสดสลับกับน้ำแข็ง และกำหนดให้ดองปลาสดต่อถัง 250 – 300 กิโลกรัม และกลบน้ำแข็งปิดหน้าถังดองให้กระจายทั่วปลาสด เพื่อควบคุมอุณหภูมิปลาสดไม่ให้เกิน 10 องศาเซลเซียส ระหว่างการดอง โดยพนักงานรับวัตถุดิบใส่ป้ายชี้บ่งผลิตภัณฑ์ที่จุดรับวัตถุดิบถังดองในแต่ละถัง และนำปลาสดเข้าสู่อาคารผลิต

2.2.2.4 ตัดหัวและกำจัดอวัยวะภายใน

ในส่วนตัดหัว จะนำปลามาตัดหัวโดยใช้มีดที่คม แล้วทำการควักไส้และอวัยวะภายในตัวปลาออกให้หมดโดยใช้ช้อนสแตนเลส รักษาอุณหภูมิของปลาสดระหว่างการตัดหัวและกำจัดอวัยวะภายใน ไม่ให้สูงกิน 10 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็งกลบและทำการผลิต
อย่างต่อเนื่องและรวดเร็วเพื่อควบคุมอุณหภูมิปลา

2.2.2.5 แล่แบบผีเสื้อและล้างน้ำเย็น

นำปลาที่ผ่านการตัดหัวและดองไว้แล้ว มาแล่แบบผ่าผีเสื้ออย่างรวดเร็ว โดยนำสินค้าออกมาแล่ทีละน้อย และควบคุมอุณหภูมิของปลาขณะแล่ไม่ให้สูงกว่า 10 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปล้างน้ำเย็น โดยการเตรียมน้ำล้าง กำหนดอุณหภูมิน้ำล้าง ≤10 องศาเซลเซียส ความเข้มข้นคลอรีน 10 ppm. พนักงานผลิตนำปลาที่แล่แบบผีเสื้อแล้วมาใส่ตะกร้า และทำการล้างปลาทีละตัวโดยเน้นล้างตรงบริเวณช่องท้อง จากนั้นนำปลาที่ล้างแล้วใส่ตะกร้า ก่อนนำขึ้นสายพานเพื่อชั่งน้ำหนัก

2.2.2.6 การใช้ความเย็นในการถนอมอาหาร

นำถุงปลาที่เติมน้ำหมักและมัดปากถุงแล้ว เรียงใส่กระบะพลาสติก แล้วนำไปเก็บในห้อง Chill โดยควบคุมระยะเวลาในการแช่ที่ 48-76 ชั่วโมง (อุณหภูมิปลาหลังแช่ < 10 องศาเซลเซียส, % เกลือในปลาหลังแช่ 2%)

ห้องเย็น (cold room หรือ Chilling room) หมายถึงการเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิต่ำ แต่สูงกว่าจุดเยือกแข็งของอาหาร อุณหภูมิที่ใช้ในการแช่เย็นอาหาร อยู่ระหว่าง –3 ถึง -7 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาในห้องเย็นเพื่อรักษาอาหารที่เสื่อมเสียง่าย (perishable food) ชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) เช่น *Salmonella*, *Vibrio*, *E.coli* เป็นต้น และชะลอการเสื่อมเสียของอาหารด้วยจุลินทรีย์ (microbial spoilage) (พิมพ์เพ็ญ และนิติยา, 2561)

2.2.2.7 การทำแห้ง

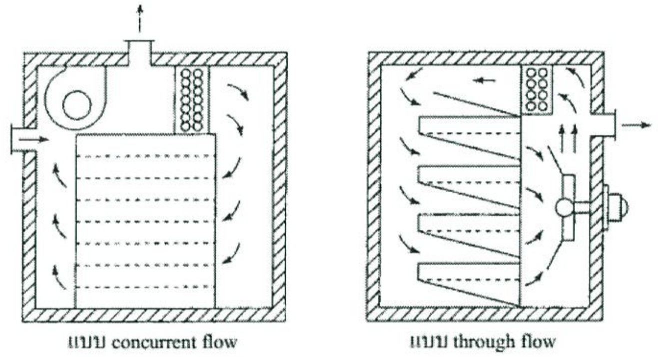
การทำแห้งเป็นวิธีการดึงเอาน้ำอิสระ (free water) ในอาหาร ซึ่งเป็นน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ออกไป ส่วนน้ำที่เหลือจากการทำแห้งเป็นน้ำที่ถูกยึดไว้กับองค์ประกอบของอาหาร (bound water) ซึ่งเป็นน้ำที่อยู่ในโครงสร้างหรือในเซลล์ที่ประกอบเป็นกล้ามเนื้อสัตว์ ซึ่งจุลินทรีย์ ไม่สามารถดึงออกมาใช้ประโยชน์หรือเพื่อการดำรงชีพได้ การทำแห้งสามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1) การทำแห้งด้วยแสงแดด (sun drying) เป็นวิธีที่ใช้มาตั้งแต่อดีต โดยนำเนื้อสัตว์มาล้างด้วยน้ำแล้วคลุกเคล้าเกลือ แล้วจึงนำไปตากให้แห้งโดยใช้แสงแดด วิธีการนี้ประหยัดพลังงานความร้อน แต่เนื้อตากแห้งที่ได้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สูง หากตากไม่แห้งพอ เมื่อเก็บไว้นานวันอาจเสียได้ง่าย

2) การทำแห้งด้วยความร้อน (hot air drying) ใช้อุปกรณ์เข้าช่วยเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์จำนวนมากแห้งตามที่ต้องการ และมีความชื้นสม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์ที่ตากแห้งโดยวิธีนี้สะอาด ลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการตากแดด การทำแห้งในผลิตภัณฑ์เนื้อที่ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ หรือผลิตภัณฑ์เนื้อที่สุกแล้วมักใช้วิธีการทำให้แห้งด้วยความร้อนโดยใช้ตู้อบขนาดใหญ่ที่มีลมร้อนเป่าผ่านทำให้น้ำระเหยไปกับลมร้อนโดยทางช่องระบายลมภายในตู้อบ ใช้อุณหภูมิประมาณ

50 - 70 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีนี้มีความชื้นประมาณร้อยละ 5.6 - 8.5 แต่จะมีปริมาณไขมันสูงขึ้นถึงร้อยละ 20.4 - 24.2 เช่น

ตู้อบลมร้อนแบบถาด (tray dryer) จะนำวัตถุดิบวางไว้ในถาด ตะแกรง หรือแผ่นที่มีรูพรุน แล้วเป่าลมร้อนขนานไปกับผิวหน้าวัตถุดิบ หรือเป่าตั้งฉากกับก้นถาดที่ยอมให้ลมผ่านได้ ลมร้อนจะผ่านเข้าไปในชั้นวัตถุดิบ เนื่องจากจะใช้ลมร้อนที่มีความเร็วไม่สูงนัก วัตถุดิบจึงยังอยู่นิ่ง ไม่ก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนหรือการกระแทกใดๆ ไม่เกิดความเสียหายจากการแตกหัก ตู้อบแบบนี้จะทำงานแบบกะ (batch) จึงเหมาะกับวัตถุดิบที่ต้องการอบด้วยการควบคุมภายใต้เงื่อนไขการอบเข้มงวด หรืออบวัตถุดิบหลายๆ ชนิดแต่จำนวนน้อยๆ หรือใช้กับการควบคุมแบบโปรแกรมซึ่งค่อยๆ ปรับอุณหภูมิไปตามความเหมาะสม (รูปที่ 2.5)



รูปที่ 2.5 เครื่องอบ tray dryer

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, (2004)

3) การทำแห้งด้วยความเย็น (Freeze drying) หรือการแช่แข็งแล้วทำให้แห้งในสุญญากาศ เป็นวิธีการทำให้เนื้อสัตว์แห้งโดยการระเหิด (Sublimation) น้ำออกจากชิ้นเนื้อในสภาวะที่เป็นน้ำแข็งในสภาพสุญญากาศ ผลิตภัณฑ์แห้งที่ได้จะมีลักษณะเป็นรูพรุน โปร่ง คงรูปร่างเดิมได้ดี มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 2.0 และสามารถดูดน้ำกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ง่าย ดังนั้น ควรเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในภาชนะที่บรรจุในสภาพสุญญากาศ (vacuum packaging) ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้วิธีทำแห้งในลักษณะดังกล่าวนี้มีราคาสูงมาก

2.2.2.8 ชั่งน้ำหนักและบรรจุลงถุง

นำปลาที่ผ่านการสะเด็ดน้ำแล้ว มาทำการชั่งน้ำหนัก ก่อนบรรจุปลาลงถุงตามสเปคที่ลูกค้ากำหนด จากนั้นทำการเบิกถุงที่มีการติดสติ๊กเกอร์หรือมีการ Label แล้ว ตามปริมาณสินค้าที่จะทำการบรรจุจากแผนกสโตร์ การบรรจุปลาที่ชั่งน้ำหนักแล้วลงถุง ขณะทำการบรรจุต้องควบคุมอุณหภูมิสินค้าไม่ให้สูงกว่า 10 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการเรียงถุงใส่ปลา ลงบนกระบะพลาสติกสำหรับเข้าแช่แข็งโดยมีแผ่น PE คั่น เป็นชั้น ๆ และใส่แผ่นป้ายชี้บ่งผลิตภัณฑ์ นำถาด

เรียงปลาที่เต็มแล้วขึ้นเรียงบนรถเข้าแช่แข็งเพื่อรอการนำไปแช่เยือกแข็ง และควบคุมระยะเวลาในการรอสินค้าเข้าแช่เยือกแข็งไม่ให้เกิน 30 นาที และควบคุมอุณหภูมิปลาก่อนเข้าแช่แข็งไม่ให้สูงเกิน 15 องศาเซลเซียส

2.2.2.9 แช่แข็ง

นำสินค้าเข้าแช่เยือกแข็งใน Air Blast Freezer โดยใช้ระยะเวลาในการแช่เยือกแข็งไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง โดยควบคุมอุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งไม่ให้สูงกว่า -30 องศาเซลเซียส ตรวจสอบอุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งทุก 1 ชั่วโมง โดยช่างควบคุมความเย็น พนักงานควบคุมคุณภาพตรวจสอบอุณหภูมิสินค้าก่อนเข้าแช่เยือกแข็ง โดยสินค้าต้องมีอุณหภูมิ ไม่สูงกว่า 15 องศาเซลเซียส ตรวจสอบอุณหภูมิปลาหลังการแช่เยือกแข็ง โดยอุณหภูมิปลาหลังการแช่เยือกแข็งไม่ให้สูงกว่า –18 องศาเซลเซียส

เครื่องแช่แข็งแบบมีลมเป่า (Air blast freezer) เป็นเครื่องแช่แข็งที่มีการเป่าลมเย็นด้วยความเร็ว 1.5 ถึง 6 เมตรต่อวินาที มีอุณหภูมิในช่วง -30 ถึง -40 องศาเซลเซียส การเป่าลมเย็นทำให้การถ่ายเทความเย็นทำได้อย่างทั่วถึงและเร็ว ส่งผลให้อาหารเยือกแข็งได้เร็ว อาหารที่ผ่านวิธีการ แช่แข็งแบบนี้อาจมีขนาดหรือรูปร่างที่ไม่สม่ำเสมอก็ได้ แต่ต้องมีบรรจุภัณฑ์ห่อหุ้มอาหารไว้เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ เครื่องแช่แข็งแบบนี้มักใช้ในการผลิตอาหารแช่แข็งทางการค้า อัตราการลดอุณหภูมิขึ้นกับอัตราเร็วลมที่เป่า โดยอัตราการลดอุณหภูมิจะมากเมื่ออัตราเร็วลมสูง

2.2.2.10 บรรจุลงกล่องและจัดเก็บ

พนักงานบรรจุภัณฑ์ทำการบรรจุสินค้าลงกล่อง และทำการปั๊มรหัสสินค้า (PD. CODE) ซึ่งกำหนดให้ใช้ตามวันที่ผลิต และมีการแช่แข็งสินค้าที่ข้างกล่องตามระบบการชี้บ่งและสอบกลับได้ แล้วปิดปากกล่องด้วย OPP เทป และนำสินค้าเข้าห้องเย็นจะถูกจัดวางอย่างเป็นระเบียบตามตำแหน่งที่กำหนดในใบกำกับพาเลต โดยมีช่องว่างห่างจากผนังไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ช่างควบคุมควบคุมอุณหภูมิในห้องเย็นไม่ให้สูงกว่า -18 องศาเซลเซียส (วันวิสา, 2561)

2.3 การศึกษาวิธีการทำงาน

การทำสหกิจศึกษาผู้จัดทำได้ใช้วิธีการศึกษาวิธีการทำงานมาช่วยในการศึกษา และเก็บบันทึกข้อมูลสายการผลิตกรณีศึกษาอย่างมีขั้นตอน การศึกษาวิธีการทำงานนี้จะนำไปสู่การประยุกต์ใช้เทคนิคอื่นๆในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตต่อไป

2.3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) การเลือกงาน เป็นขั้นตอนแรกจึงมีการศึกษาขั้นตอนการทำงานที่มีความหลากหลาย ดังนั้นการจะใช้ประโยชน์จากการศึกษาการทำงานได้อย่างเต็มที่ จะต้องตระหนักถึงวิธีการดำเนินงานที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นต่อการดำเนินงาน ในขณะเดียวกันจะต้องป้องกัน

การเสียเวลาในการศึกษาการทำงาน ที่อาจจะไม่ก่อให้เกิดผลดีต่อบริษัทในการทำงานที่เป็นกิจกรรมต่อเนื่องระยะยาว เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นในบริษัท ไม่ว่าจะเป็นปัญหาของหน่วยงานผลิตหรือหน่วยงานบริการ รวมไปถึงการแก้ไขปัญหาของงานหนึ่ง อาจมีผลทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาอีกหลายๆงาน ดั้งนั้นการกำหนดความสำคัญก่อนหลังของขั้นตอนการทำงาน ก่อนที่จะเลือกขั้นตอนการทำงานงานจึงเป็นขั้นตอนแรกของการศึกษาการทำงาน เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุเป้าหมาย

2) การบันทึกการทำงาน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุความบกพร่อง เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้ตรงประเด็นและง่ายต่อการเข้าใจของงาน ช่วยให้สามารถพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่ารวมทั้งกำหนดมาตรฐานของงาน เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป ดังนั้นการบันทึกการทำงานจึงเป็นขั้นตอนพื้นฐานที่ขาดไม่ได้ เพราะถ้าบันทึกข้อมูลไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน อาจจะทำให้การวิเคราะห์ผิดไปและการปรับปรุงพัฒนาวิธีการทำงานเกิดความผิดพลาดได้

3) การวิเคราะห์การทำงาน เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้เข้าใจปัญหาและเกิดแนวคิดในการแก้ไขปัญหา เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์งาน คือ การตั้งคำถาม การแบ่งแยกความสำคัญของปัญหาและการแบ่งแยกประเภทของงาน ถ้าตั้งคำถามกับกิจกรรมต่างๆที่บันทึกมาได้ จะสามารถตอบคำถามที่เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขระบบงาน และช่วยให้เกิดวิธีการทำงานที่ดีกว่า การแบ่งแยกความสำคัญของปัญหาทำให้สามารถแยกแยะกระบวนการวิธีการทำงานว่าขั้นตอนใดเป็นสาเหตุหลักของปัญหา และจะปรับปรุงแก้ไขปัญหาให้ดีขึ้น โดยกำหนดการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลกระทบมากก่อนส่วนการแบ่งแยกประเภทของงานทำให้รู้ว่างานใดเป็นงานประเภทที่ตัดได้หรือสมควรขจัดทิ้ง และงานใดควรจะปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

4) การปรับปรุงงาน จะอาศัยเทคนิคการลดและรวบงาน เพื่อปรับปรุงให้มีขั้นตอนที่มีความซับซ้อนยุ่งยากน้อยลง ลดงานที่ไม่จำเป็น และกำจัดความสูญเปล่าต่างๆ จากการกำหนดส่วนงานที่เรียกว่า เวลาไร้ประสิทธิภาพ และเวลาส่วนเกิน รวมทั้งกำหนดแหล่งที่มาของความสูญเปล่าการปรับปรุงงานจึงเป็นขั้นตอนที่นำมาซึ่งวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการทำงาน

5) การเปรียบเทียบผลการปรับปรุงการทำงาน ในขั้นตอนการเปรียบเทียบ จะต้องเป็นขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลงาน โดยทั่วไปจะต้องทำการวัดผลงานของวิธีการทำงานเดิมก่อน โดยมีเกณฑ์การวัดผลงาน คือ จำนวนขั้นตอนที่ผลิต เวลาทำงาน และระยะทางที่ต้องเดินทาง เป็นต้น และซึ่งในการวัดผลงานในระบบเดียวกันจะสามารถประเมินผลการปรับปรุงได้ว่า การใช้วิธีการทำงานใหม่ ส่งผลให้ผลงานดีกว่าการทำงานด้วยวิธีการแบบเดิม

2.3.2 การศึกษาเวลา

การศึกษาเวลา คือ เทคนิคการวัดผลงานเพื่อกำหนดหาเวลาในการทำงานโดยคนงานที่เหมาะสม ซึ่งทำงานในอัตราที่ปกติภายใต้เงื่อนไขมาตรฐานในการวัดผลงานทำให้มีผลลัพธ์ของการวัดผลงานเรียกว่า เวลามาตรฐาน จากคำนิยามของการศึกษาเวลาจะกำหนดหลักการพื้นฐานของการศึกษาเวลาได้ดังต่อไปนี้

1) การศึกษาเวลาจะต้องใช้ขั้นตอนการผลิตในการหาเวลาในการทำงาน

2) คนงานที่ใช้ศึกษาต้องทำงานในอัตราปกติ

3) คนงานที่ใช้ศึกษาต้องเป็นคนงานที่มีความเหมาะสม

4) ต้องมีเงื่อนไขมาตรฐานในการวัดผลงาน

5) ผลลัพธ์ของการศึกษาเวลาคือ เวลามาตรฐานของการทำงาน

กระบวนการศึกษาเวลาจะกล่าวละเอียดเป็นขั้นตอน ซึ่งจะมีอุปกรณ์การจับเวลาในกระบวนการแบ่งแยกย่อยงาน โดยเทคนิคการจับเวลาและขั้นตอนในการกำหนดเวลามาตรฐาน คนงานที่ใช้จะต้องเป็นคนงานที่มีความรู้ความสามารถในการทำงานเป็นอย่างดี ผ่านการฝึกฝนจนคล่องแคล่วในการทำงานหรือมีประสบการณ์ การทำงานระหว่างการศึกษาเวลาจะต้องไม่ติดขัดจนไม่สามารถจะเก็บบันทึกข้อมูลเวลาทำงานได้อย่างถูกต้องให้ความร่วมมือในการทำงานเป็นอย่างดี ไม่ช้าไม่เร็วเกินไป ไม่ปิดบังข้อมูลที่เก็บบันทึกเวลาผิดไปจากความเป็นจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลเวลาซึ่งใช้เป็นมาตรฐานในการศึกษาเวลาเงื่อนไขมาตรฐานที่ต้องคำนึง คือ เครื่องมือวัดเวลา มาตรฐานการวัดเวลามาตรฐาน และมาตรฐานการทำงานการวัดเวลาจะต้องมีความน่าเชื่อถือ เครื่องมือที่ใช้วัดก็เช่นกัน ถ้าเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยและมาตรฐานการวัดที่สอดคล้องกันก็ยิ่งดี และสุดท้ายคือมาตรฐานการทำงานจะต้องครอบคลุมตั้งแต่สถานที่ทำงาน วิธีการทำงาน ระยะเวลาการทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงาน องค์ประกอบของการทำงานเหล่านี้จะต้องได้มาตรฐานก่อน การกำหนดเวลามาตรฐานของการทำงานจะประกอบด้วย เวลาที่บันทึกได้จากการทำงานซึ่งจะต้องคำนวณหาเวลาที่ใช้ของเวลาการทำงานหรือค่าเวลาที่เลือก (Select Time) เมื่อประเมินตามอัตราความเร็วการทำงานของคนงานและมีการปรับค่าการประเมินแล้วจะได้เป็นค่าเวลาปกติ (Normal Time) และเมื่อมีการเพิ่มเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าจะได้ค่าเวลาเป็นเวลามาตรฐาน (Standard Time)

2.4 หลักการจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลการผลิต เป็นเครื่องมือสำคัญในการเพิ่มผลผลิต ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้กับงานที่มีลักษณะการผลิตแบบต่อเนื่อง (Flow Line) ซึ่งการดำเนินงานแบบต่อเนื่องนี้ ถ้าอัตราการผลิตแต่ละขั้นตอนการทำงานต่างกัน ผลผลิตที่ได้ก็ย่อมได้น้อยกว่าที่ควร ซึ่งอาจเกิดจากความชำนาญแต่ละ

บุคคลหรือการแบ่งภาระงานที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นการจัดสมดุลการผลิต (Line balancing) คือการจัดเวลาในแต่ละขั้นตอนการผลิตให้ใกล้เคียงกัน เพื่อลดเวลาสูญเปล่าอันเกิดจากการล่าช้าของงาน การจัดสมดุลสายการผลิตจะเริ่มต้นตั้งแต่การสังเกตการทำงานอย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนการผลิต จากนั้นนำมาจัดให้พนักงานแต่ละคนได้ทำโดยเหมาะสมภายใต้เวลาที่กำหนดโดยการจัดงานให้พนักงานแต่ละคนนั้นจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของงาน ลำดับขั้นตอนการทำงาน ความยากง่ายของงานและที่สำคัญที่สุด คือ เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดต้องใกล้เคียงกับเวลาที่กำหนดไว้

2.4.1 แนวทางในการจัดสมดุลสายการผลิตสามารถแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดงานและแบ่งงานย่อยของสายการผลิต โดยกำหนดว่างานอะไรบ้างที่ต้องทำเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ขึ้นมา และงานเหล่านี้สามารถแบ่งเป็นงานย่อยได้อย่างไรบ้าง

2) กำหนดลำดับก่อนหลังของงานในสายการผลิต งานที่แบ่งออกมานั้นควรมีลำดับการทำงานของงานอยู่ เพื่อให้ง่ายต่อการผลิตและบางครั้งอาจมีรายละเอียดทางด้านเทคนิคที่ทำให้ไม่สามารถทำงานข้ามขั้นตอนบางขั้นไปได้

3) คำนวณจำนวนสถานีที่ต่ำสุดที่ต้องการเพื่อที่จะได้ทราบว่าจำนวนสถานีทำงานต่ำสุดในบางทฤษฎีควรเป็นเท่าใดจำนวนสถานีต่ำสุดในทางทฤษฎีมีไว้เพื่อให้ทราบว่าเราจะต้องใช้อย่างน้อยที่สุด เท่ากับจำนวนสถานีต่ำสุดนี้ในทางปฏิบัติส่วนใหญ่จำนวนสถานีจะมากกว่าจำนวนสถานีต่ำสุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการทำงานของงานต่างๆ และลำดับการทำงานในบางสถานีงานที่มีเวลาเหลือแต่เวลาว่างนั้นไม่เพียงพอสำหรับการทำงานในขั้นตอนถัดไป จึงทำให้สถานีงานนั้นมีเวลาว่างที่ไม่สามารถทำงานได้

4) จัดสรรงานย่อยให้แต่ละสถานี เพื่อเป็นการจัดว่าสถานีต่างๆ ต้องทำงานอะไรบ้างโดยมีเกณฑ์ในการจัดสรรงานที่นิยมใช้กันคือ

4.1) งานที่ใช้เวลาทำงานนานที่สุด เข้าทำงานก่อนในการจัดสรรงานตามลำดับขั้นตอนการทำงานหรือการประกอบสินค้าถ้ามีงานบางอย่างที่สามารถทำงานไปพร้อมๆกันก็จะให้การทำงานชนิดใดก่อนในที่นี้ใช้เกณฑ์เวลาที่ทำงานนานที่สุด เข้าทำงานก่อน

4.2) งานที่มีงานตามมากที่สุดเราจะให้ความสำคัญของงานที่มีงานย่อยตามมามากที่สุดเข้าทำงานในสถานีก่อน เพื่อให้ในสถานีท้ายๆ สามารถจัดสรรงานที่เหมาะสมได้ง่ายขึ้น

4.3) น้ำหนักงานแล้วเลือกงานที่มีน้ำหนักมากที่สุดเข้าก่อนวิธีการนี้เกิดขึ้นจากการนำ 2 วิธีข้างต้นมารวมกัน โดยพิจารณางานแต่ละงานว่า ถ้าใช้เวลาทำงานนานจะให้น้ำหนักมากและงานใดมีงานตามมามากก็จะให้น้ำหนักมาก แล้วรวมน้ำหนักของงานแต่ละงาน งานใดที่มีน้ำหนักมากจะจัดสรรให้สถานีก่อน

5) คำนวณหาประสิทธิภาพของสายการผลิต โดยคำนวณจากประสิทธิภาพการใช้แรงงาน

6) หาแนวทางในการปรับปรุงเนื่องจากการวางผังไปแล้วเป็นการยากที่จะปรับปรุงแก้ไขหรืออาจจะต้องเสียเวลา และค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อให้การวางผังการผลิตโดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตมีประสิทธิภาพมากที่สุด ควรพิจารณาว่ามีแนวทางอื่นที่จะทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นอีกหรือไม่ เพื่อลดเวลาว่างในสายการผลิตให้ต่ำที่สุด จนกระทั่งได้แนวทางในการสมดุลสายการผลิตที่ดีที่สุด จึงนำสายการผลิตที่ได้ไปใช้ในโรงงานอย่างแท้จริง

2.4.2 ปัญหาของสายการผลิตที่ไม่สมดุล

ปัญหาของสายการผลิตที่ไม่สมดุลที่พบในระหว่างการดำเนินงาน มีดังนี้

1) มีงานกองตรงตำแหน่งที่ไม่สามารถทำงานได้ทันเวลา

2) พนักงานไม่มีสมาธิในการทำงานต้องพะวักพะวงเสียเวลามาคอยดันหรือหยิบชิ้นงานใหม่ที่เคลื่อนเข้ามาแทนที่จะเอาเวลามาทำงานชิ้นเก่าที่ยังทำไม่เสร็จ

3) พนักงานตรวจสอบต้องเสียเวลามาแก้ไขงานที่ทำมาผิดทำให้ต้องใช้เวลาในการทำงานมากขึ้น

4) หัวหน้างานหรือผู้ร่วมงานต้องเสียเวลามาคอยช่วยเหลือมาหยิบงานที่กองอยู่จากตำแหน่งพนักงานที่ทำงานไม่ทัน

5) พื้นที่ในการทำงานซึ่งจำกัดอยู่แล้ว เหลือน้อยลงกว่าเดิม

6) ไม่สามารถคาดหมายหรือควบคุมปริมาณของผลผลิต

7) เกิดงานระหว่างผลิต (Work in Process: WIP) มากขึ้นในสายการผลิต

8) ผลิตภาพลดลง

2.4.3 ประโยชน์ของการจัดสมดุลการผลิต

การจัดสมดุลการผลิตก่อให้เกิดประโยชน์ต่องานในสายการผลิต ดังนี้

1) สามารถควบคุมปริมาณผลผลิตได้อย่างมีระบบ

2) ความสม่ำเสมอในการไหลของชิ้นงาน ลดโอกาสในการทำงานผิดพลาด

3) สามารถหาจุดที่ก่อเกิดปัญหาได้ง่าย

4) พนักงานมีสมาธิในการทำงานในส่วนของตนเองไม่ค่อยพะวงช่วยพนักงานในจุดอื่น

2.5 การจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิตในโรงงานต้องคำนึงถึงความสมดุลของสายการผลิต ซึ่งจำเป็นในการผลิตสินค้าในปริมาณมากและมีการผลิตแบบต่อเนื่อง การจัดสมดุลสายการผลิตเป็นวิธีการที่จะจัดสรรงานให้เท่าๆกันตามลำดับขั้นตอนการทำงานในสายการผลิต โดยมีข้อมูลที่ต้องรู้ คือ

1) ข้อมูลแสดงขั้นตอนการทำงานต่างๆ บอกให้ทราบถึงลำดับงานก่อนหลังของขั้นตอนงานต่างๆ อาจเขียนเป็นแผนผังกระบวนการทำงาน

2) ข้อมูลแสดงเวลาที่ใช้ในการทำงานต่างๆ ควรเป็นเวลามาตรฐานของงานนั้นๆ

3) กำลังการผลิต จำนวนแรงงานที่ใช้ในขั้นตอนการผลิต

เพื่อขจัดปัญหาความไม่สมดุลกันของสายการผลิตในแต่ละกระบวนการที่มีสาเหตุจากการเกิดคอขวดในสายการผลิต ดังนั้นจำเป็นต้องเข้าใจถึงความสำคัญของกำลังการผลิต ลักษณะคอขวดในสายการผลิต และเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต ดังนี้

2.5.1 กำลังการผลิต (Capacity)

2.5.1.1 ความหมายของกำลังการผลิต

จากงานวิจัย เสรี (2553) และ Murray (2012) ได้อธิบายความหมายของกำลังการผลิตว่า ปริมาณของผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ที่สามารถสร้างหรือผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบันและมีอัตราสูงสุดที่ระบบการผลิตสามารถผลิตได้เต็มความสามารถในช่วงเวลาหนึ่งของการดำเนินงาน

นอกจากนี้ทวิจันทร์ (2551) ได้อธิบายความหมายของกำลังการผลิตว่า เป็นขีดความสามารถของคนงาน เครื่องจักร หน่วยผลิต ผลผลิตต่อหน่วยเวลาเป็นปริมาณของงานที่สามารถทำได้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่กำหนดไว้ กำลังการผลิตเป็นอัตราการทำงานไม่ใช่ปริมาณของงานที่ทำได้

2.5.1.2 ลักษณะของกำลังการผลิต

เป็นลักษณะของความสามารถในการผลิตในช่วงเวลาที่กำหนดภายใต้ข้อจำกัดและความพร้อมขอเครื่องจักร แรงงาน พื้นที่ วัสดุ หรือทุน เป็นต้น โดยแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1) กำลังการผลิตทางทฤษฎี (Theoretical Capacity) เป็นงานที่เกิดขึ้นในสายการผลิต ซึ่งสามารถดำเนินงานภายใต้ความพร้อมของทรัพยากรที่เหมาะสมที่สุด เครื่องมือเครื่องจักร และวิธีการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ทำให้สายการผลิตดำเนินอย่างราบรื่น และมีความต่อเนื่องนำไปสู่การเกิดปริมาณผลผลิตของงานมากที่สุด

2) กำลังการผลิตทางปฏิบัติ (Practical Capacity) เป็นระดับของงานสูงสุดที่โรงงานอุตสาหกรรมสามารถดำเนินงานภายใต้ระดับประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ โดยคำนึงถึงความสูญเสียที่ต้องหลีกเลี่ยง เช่น เวลาที่ให้ประสิทธิผล (Productive Time) ซึ่งเรียกอีกอย่างว่าเป็นกำลังการผลิตสูงสุดในทางปฏิบัติ (Maximum Practical Capacity)

3) กำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Actual Capacity) เป็นลักษณะของกำลังการผลิตที่เกิดขึ้นสอดคล้องเป็นไปตามการวางแผนการผลิตที่กำหนดไว้ในแต่ละช่วงเวลา และผลผลิตที่ได้เป็นไปตามปริมาณ และระยะเวลาที่กำหนดภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ในสายการผลิตนั้นๆ

4) กำลังการผลิตในการดำเนินงาน (Operating Capacity) เป็นลักษณะของกำลังการผลิตที่คล้ายกับกำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจริง แต่แตกต่างกันตรงที่ช่วงเวลาในการวางแผนกำลังการผลิตมีระยะเวลาที่สั้นลง เช่น ต่อวัน หรือต่อเดือน เป็นต้น (Averkamp, 2005 and Joumy *et al*., 2007)

2.5.1.3 การคำนวณกำลังการผลิต

การวัดประสิทธิภาพการผลิตหรือความสามารถในการผลิตในช่วงเวลาหนึ่งเพื่อนำไปสู่การวางแผนกำลังการผลิต (Capacity Planning) โดยการคำนวณกำลังการผลิตจะคำนวณจากขั้นตอนการผลิตที่เป็นจุดขอขวด (Bottleneck) (ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป) ของสายการผลิตนั้นๆ เป็นการบ่งบอกถึงความสามารถของกำลังการผลิตที่แท้จริง การคำนวณกำลังการผลิตที่นิยมใช้ ได้แก่ การคำนวณอัตราการผลิตซึ่งสามารถใช้ได้กับทุกๆสายการผลิต และยังสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการศึกษาการทำงานได้เป็นอย่างดีโดยคำนวณจากสูตร (เกียรติขจร, 2550)

$$\text{อัตราผลผลิต (Production Rate)} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{ทรัพยากรที่ใช้}}$$

2.5.2 คอขวดในการผลิต

2.5.2.1 ความหมายคอขวดในกระบวนการผลิต

ความหมายของคอขวดในกระบวนการผลิต คือ ขั้นตอนในกระบวนการผลิตที่มีอัตราการผลิตต่ำที่สุด ใช้เวลานานที่สุด ใช้จำนวนพนักงานมากที่สุดมีกำลังการผลิตต่ำที่สุด หรือการขนส่งไกลที่สุด เป็นต้น จะเป็นจุดที่กำหนดอัตราความเร็วของทั้งกระบวนการซึ่งเป็นสภาวะที่ส่งผลให้อัตราการผลิตไม่สม่ำเสมอ และเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์อย่างที่สุดในสายการผลิตจะเรียกขั้นตอนนั้นว่าเป็นข้อจำกัดของกระบวนการ (Constraints) หรือคอขวดโดยที่การเพิ่มอัตราเร็วในส่วนอื่นที่ไม่ใช่คอขวดของระบบจะไม่มีผลต่ออัตราเร็วของระบบ (Imaoka, 2008 and Goldratt, 2010)

2.5.2.2 ลักษณะคอขวดในกระบวนการผลิต

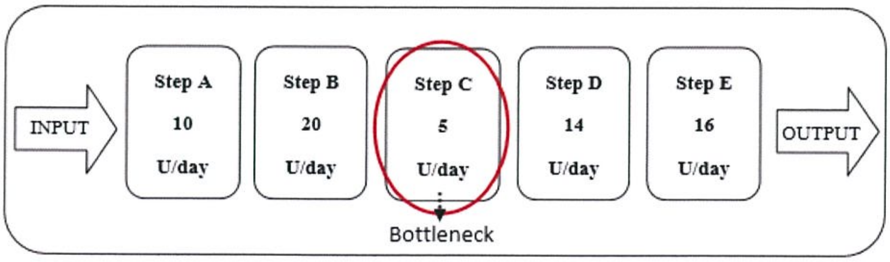
โดยปกติทรัพยากรคอขวดในการดำเนินงานของระบบผลิตใดๆไม่ว่าจะเป็นสายการผลิตทั้งกระบวนการและขั้นตอนการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ทรัพยากรที่เป็นคอขวด (Bottleneck resource) เป็นทรัพยากรใดๆที่มีอยู่อย่างจำกัดและเป็นปัจจัยที่มาขัดขวางการผลิตที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานในกระบวนการผลิต เช่น เวลามาตรฐาน (Standard time) อัตราการผลิต (Production rate) เป็นต้น ข้อจำกัดเหล่านี้สามารถพิจารณาได้จากกำลังการผลิตที่เกิดขึ้นจากทรัพยากรในแต่ละจุด โดยจุดที่มีทรัพยากรคอขวดก็จะมีกำลังการผลิตต่ำที่สุดในกระบวนการผลิต

2) ทรัพยากรที่ไม่เป็นคอขวด (Non-bottleneck resource) เป็นทรัพยากรใดๆที่ไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต เป็นปัจจัยที่รองรับการผลิตที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีกำลังการผลิตมากกว่าความต้องการ ณ กระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง ซึ่งเวลาที่สูญเสียไปกับทรัพยากรที่ไม่เป็นคอขวดไม่มีผลต่อผลิตผลของระบบการใช้ทรัพยากรที่ไม่เป็นคอขวดสนับสนุนกิจกรรมที่เป็นคอขวดสามารถทำให้ทั้งกระบวนการผลิตเกิดความสอดคล้องกันทั้งสายการผลิต เช่น การเพิ่มอัตราการผลิตในขั้นตอนการผลิตที่ไม่ใช่คอขวด จะไม่ส่งผลทำให้ทั้งสายการผลิตมีอัตราการผลิตเพิ่มขึ้น เป็นต้น (ทวิจันทร์, 2552 และ Goldratt, 2010)

2.5.2.3 การเกิดคอขวดในสายการผลิต

จากงานวิจัยของ Goldratt (2010) และ เสรี (2553) ได้อธิบายถึงการเกิดคอขวดในสายการผลิตว่า เป็นข้อจำกัดของกระบวนการผลิตอันเป็นผลมาจากความแตกต่างกำลังการผลิต ซึ่งเกิดจากสายการผลิตที่ไม่มีความสมดุล บางขั้นตอนการทำงานมีกำลังการผลิตที่สูงในขณะที่บางขั้นตอนมีกำลังการผลิตที่ต่ำ โดยเป็นผลมาจากการขาดประสิทธิภาพการทำงาน เช่น วิธีการทำงานไม่เหมาะสม อุปกรณ์หรือเครื่องจักรไม่มีประสิทธิภาพ กำลังคนไม่เพียงพอ การวางผังการทำงานไม่เหมาะสมและข้อจำกัดของเทคโนโลยี เป็นต้น ตัวอย่างของสายการผลิตที่เกิดคอขวด (รูปที่ 2.6)



รูปที่ 2.6 ลักษณะการเกิดจุดคอขวดในสายการผลิต

ที่มา: ดัดแปลงจาก เสรี (2553)

จากภาพจะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนการผลิต 5 ขั้นตอนโดยในแต่ละขั้นตอนมีกำลังการผลิตที่แตกต่างกัน ในขั้นตอน C จะมีกำลังการผลิตต่ำที่สุด ในขณะที่ขั้นตอน B มีกำลังการผลิตสูงที่สุด ส่งผลให้ขั้นตอน C เกิดงานระหว่างกระบวนการผลิตมาก จึงทำให้ขั้นตอน C เป็นจุดคอขวดของกระบวนการผลิต

2.5.2.4 ผลกระทบของคอขวดในกระบวนการผลิต

การเกิดคอขวดในกระบวนการผลิตส่งผลกระทบและสร้างความสูญเสียในกระบวนการผลิตเป็นอย่างมากซึ่ง Lixin *et al.* (2010) ได้กล่าวถึงผลกระทบหลักของคอขวดในกระบวนการผลิตไว้ดังนี้

1) มีปริมาณงานระหว่างกระบวนการมากเกินไป อันเนื่องมาจากการเป็นจุดคอขวดในสายการผลิต ซึ่งเป็นจุดที่มีกำลังการผลิตต่ำ ไม่สามารถผลิตได้ทันตามปริมาณงานที่เกิดขึ้นส่งผลให้มีงานระหว่างกระบวนการผลิตเกินอัตราการผลิต

2) รอบเวลาในการผลิตใช้ระยะเวลานาน โดยขั้นตอนการผลิตที่เป็นจุดคอขวดในสายการผลิตถือเป็นตัวกำหนดกำลังการผลิตของทั้งกระบวนการผลิต ยิ่งขั้นตอนการผลิตดังกล่าวใช้ระยะเวลาการผลิตนานเท่าใด ยิ่งทำให้รอบเวลาในการผลิตใช้ระยะเวลานานตามไปด้วย

3) สายการผลิตเกิดการว่างงานของทั้งคนและเครื่องจักรเนื่องจากขั้นตอนการผลิตที่อยู่เป็นจุดคอขวดในสายการผลิต ส่งผลกระทบให้ปริมาณงานที่เกิดขึ้นน้อยในขั้นตอนการผลิตถัดไป ซึ่งทำให้คนและเครื่องจักรสูญเสียเวลา ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามกำลังการผลิตที่ต้องการ

2.5.2.5 การระบุคอขวดในกระบวนการผลิต

จากงานวิจัย Li *et al.* (2007) ได้อธิบายถึงการระบุคอขวดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตว่ามีหลายรูปแบบ ดังนี้

1) ถ้าเครื่องจักรที่มีอัตราการผลิตต่ำที่สุด แสดงว่าเครื่องจักรนั้นเป็นคอขวด อัตราการผลิตจะระบุเป็นชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร

2) ถ้างานระหว่างกระบวนการมีปริมาณมากในขั้นตอนการทำงานใด แสดงว่าขั้นตอนนั้นถือเป็นคอขวด

3) ถ้าระบบการผลิตที่มีความไวมาก (Sensitivity value) ที่ส่งผลให้ระบบมีอัตราการผลิตที่สูงมากในขั้นตอนใด ขั้นตอนต่อไปที่รับงาน แสดงว่าเป็นคอขวด

การระบุจุดคอขวดในแต่ละประเภทนั้นมีทั้งข้อดี และ ข้อเสีย ข้อดีที่เห็นได้ชัดของการระบุจุดคอขวดด้วยสองวิธีแรก คือ มีข้อมูลที่มีทันสมัย (On-time) อยู่เสมอ ซึ่งสามารถวัดได้ระหว่างการทำงานในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นได้อยู่ ณ ขณะนั้น (Real time system) อย่างไรก็ตามการระบุจุดคอขวดทั้งสองวิธีนี้ไม่สามารถระบุจุดคอขวดที่มีความสำคัญของระบบการผลิต

โดยรวมได้ในทางตรงกันข้าม การระบุจุดคอขวดด้วยวิธีสุดท้าย จะพิจารณาทั้งระบบโดยรวมได้ เพราะด้วยวิธีนี้จะระบุประสิทธิภาพของระบบที่เป็นผลมาจากแต่ละเครื่องจักรของแต่ละพื้นที่ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ไม่ได้นำข้อมูลที่เกิดขึ้นในขณะนั้น และไม่สามารถที่จะวัดได้โดยตรงในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นอยู่ ณ ขณะนั้น

2.5.3 เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต

2.5.3.1 ความหมายการจัดสมดุลสายการผลิต

ความหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตมีด้วยกันหลากหลายความหมาย โดยมีผู้ที่อธิบายความหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตและเป็นที่นิยม ดังนี้

งานวิจัยของ Material (2008) ได้อธิบายความหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตว่าเป็นการปรับระดับปริมาณงาน (Workload) ที่ผ่านการกระบวนการสร้างคุณค่าของงานทั้งหมด นำไปสู่การกำจัดจุดคอขวด และการเกินของอัตราผลิต ซึ่งเป็นข้อจำกัดในขั้นตอนการผลิต เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของสายการผลิต

งานวิจัยของ Hapaz (2008) ได้อธิบายความหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตว่า เป็นเทคนิคที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต นำไปสู่การลดความไม่สมดุลระหว่างปริมาณงานและคนงานให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อให้บรรลุถึงอัตราการผลิตตามที่ต้องการ และปรับสมดุลปริมาณของงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต และจำนวนคนงานในขั้นตอนการผลิตให้น้อยที่สุดโดยจะแบ่งงานออกเป็นงานย่อยๆ เพื่อรักษาหรือคงไว้ซึ่งอัตราการผลิตที่เท่ากัน

นอกจากนี้ งานวิจัยของ เสรี (2553) ได้อธิบายความหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตว่า เป็นเครื่องมือหรือเทคนิคในการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของสายการผลิต โดยมุ่งเน้นในแต่ละขั้นตอนของการผลิตให้เกิดความสมดุลกัน สอดคล้องกับแผนการผลิตที่กำหนดและเงื่อนไขของการผลิตที่ต้องการ

จากคำจำกัดความของการจัดสมดุลสายการผลิตข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดสมดุลสายการผลิต หมายถึง เครื่องมือหรือเทคนิคที่ใช้ในการปรับอัตราการผลิตในแต่ละขั้นตอนของสายการผลิตให้มีความสม่ำเสมอ เพื่อลดความแตกต่างของกำลังการผลิตในแต่ละขั้นตอนให้เหลือน้อยที่สุดซึ่งโดยปกติแล้วเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตมักใช้กระบวนการผลิตที่เป็นสายผลิตแบบประกอบ (Assembly line balancing) โดยสายการผลิตนี้จะประกอบด้วยกลุ่มงานย่อยๆ ซึ่งในการผลิตแต่ละขั้นตอนจะใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่แตกต่างกัน และระยะเวลาการผลิตที่ต่างกัน อีกทั้งเทคโนโลยีทีใช้ก็ต่างกันด้วย ส่งผลให้ในแต่ละขั้นตอนไม่เกิดความสมดุลในสายการผลิต

2.5.3.2 วิธีการจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลของสายงานการผลิต โดยทั่วไปจะมีหลักการที่คล้ายคลึงกันโดยจะมีพื้นฐานของขั้นตอนการจัดสมดุลการผลิต ซึ่ง Lixin *et al.* (2010) ได้กล่าวถึงวิธีการจัดสมดุลสายการผลิต โดยสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาระบบการผลิตในปัจจุบัน

การศึกษาระบบการผลิตในปัจจุบันของสายการผลิต มีขั้นตอนย่อยตามลำดับ ดังนี้

1.1) เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ และเวลาที่ใช้ในการผลิตเพื่อคำนวณหาอัตราการผลิต หรือกำลังการผลิตที่สามารถผลิตได้ในปัจจุบัน

1.2) จัดทำรายการแสดงขั้นตอนการทำงานย่อยๆพร้อมด้วยลำดับการทำงานของแต่ละงานย่อย

1.3) ดำเนินการศึกษาเวลา (Time study) ที่ใช้ในการทำงานแต่ละขั้นตอนควรจะเป็นมาตรฐาน โดยวิธีการศึกษาเวลามาตรฐานต้องใช้วิธีการจับเวลาหน้างานที่เกิดขึ้นจริง

2) วิเคราะห์และปรับปรุงสภาพการทำงาน

การวิเคราะห์สภาวะการทำงานเป็นการนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้เก็บเป็นฐานข้อมูล และตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็น จำนวนสถานีการทำงาน เวลามาตรฐาน จำนวนแรงงาน กำลังการผลิต เป็นต้น มาวิเคราะห์จุดคอขวด เพื่อกำหนดขอบเขตการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิต และสาเหตุนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้แก่

2.1) การศึกษาการทำงาน (Work study)

2.2) การออกแบบสายการผลิตเพื่อการปรับปรุง (Plant layout design)

2.3) การลดความสูญเสีย (Waste) ในสายการผลิต

2.4) การวางแผนการผลิตใหม่

2.5) การลงทุนเพื่อการปรับปรุงระยะยาว เป็นต้น

2.6 การวางผังตามกระบวนการผลิต

การวางผังในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นการวางแผนเพื่อจัดวางเครื่องมือ เครื่องจักร วัตถุดิบ อุปกรณ์ คนงาน สิ่งอำนวยความสะดวก และสนับสนุนการผลิตของโรงงานในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด โดยการปรับปรุงการวางผังในอุตสาหกรรมไม่ว่าจะเป็นระดับแผนก หรือสายการผลิตจำเป็นต้องคำนึงถึงหลักความปลอดภัย

ระยะทางของการไหล ความชัดเจนของการไหล ความสะดวกสบายของพนักงาน ระยะเวลาการไหลของวัสดุ การทำงานประสานกันในการบริหาร การเข้าถึงได้ การใช้สอยของพื้นที่และการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ในระยะยาว

การปรับปรุงการวางผังในสายการผลิตขึ้นอยู่กับประเภทของกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการผลิตแบบตามงาน (job process) กระบวนการผลิตแบบโครงการ (Project process) กระบวนการผลิตแบบชุด (Batch process) กระบวนการผลิตปริมาณมาก (Mass process) และกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous process) เป็นต้น ซึ่งมีหลักในการปรับปรุงการวางผังที่คล้ายคลึงกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.6.1 ศึกษาสภาพการวางผังในปัจจุบัน

เป็นการสำรวจ เก็บรวบรวมสภาพของลักษณะการวางผังที่เป็นอยู่ การจัดวางเครื่องมือ เครื่องจักร วัตถุดิบ อุปกรณ์ คนงาน และสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้จำเป็นต้องศึกษาสภาพการไหลของวัสดุ และสิ่งของ โดยใช้การวิเคราะห์กระบวนการ ได้แก่ แผนภูมิกระบวนการไหล และแผนภาพการไหล มาวิเคราะห์ลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้นกับการวางผังในปัจจุบัน

2.6.2 การวิเคราะห์ปัญหาหลัก

หลังจากวิเคราะห์กระบวนการของการวางผังในปัจจุบัน สามารถพิจารณาจากลักษณะการวางผัง ดังนี้ 1) การไหลของสิ่งของต่อเนื่องหรือไม่ 2) มีการไหลกลับไปกลับมามากเกินไปหรือไม่ 3) มีการขนถ่ายลำเลียงมาก และบ่อยเกินความจำเป็นหรือไม่ 4) รูปแบบการไหลของสิ่งของง่ายหรือซับซ้อน 5) การผลิตในขั้นตอนไหนใช้เวลามากเกินจำเป็น 6) เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละขั้นตอน 7) เวลาสูญเปล่าเนื่องจากการรอที่เกิดขึ้นในสายการผลิต 8) ร้อยละการใช้ประโยชน์ของเนื้อที่การทำงาน

2.6.3 ดำเนินการแก้ไขปัญหาและปรับปรุง

เมื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ หลังจากนั้นนำหลักการปรับปรุงประสิทธิภาพการวางผัง เช่น การประยุกต์ใช้หลักการลดความสูญเปล่า ไม่ว่าจะเป็นการจัดเรียงลำดับงานใหม่ การกำจัดหรือลดขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็น การรวมการทำงานเข้าด้วยกันหรือทำให้ง่ายขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้ยังดำเนินการแก้ไขปัญหาด้วยการพิจารณาลักษณะการออกแบบการวางผังใหม่ในสายการผลิต เช่น การไหลของวัสดุต้องเป็นเส้นตรง (I-shape flow patten) มากที่สุด งานที่มีความสัมพันธ์กันต้องอยู่ใกล้กันและระยะทางการเคลื่อนที่สั้นที่สุด เป็นต้น

2.6.4 ประเมินประสิทธิภาพการวางผัง

เปรียบเทียบประสิทธิภาพการวางผังก่อนการดำเนินการและหลังการดำเนินการแก้ไขปัญหาและปรับปรุงการวางผังด้วยตัวชี้วัดประสิทธิภาพ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของวัสดุ ระยะทางการเคลื่อนที่และการใช้สอยพื้นที่ เป็นต้น

2.7 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการปนเปื้อนผลิตภัณฑ์

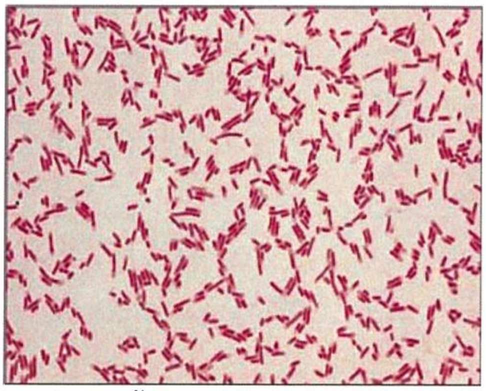
การผลิตหรือการประกอบอาหารเริ่มตั้งแต่การเตรียมส่วนผสมต่างๆ การประกอบอาหาร การบรรจุ การเก็บรักษาจนถึงผู้บริโภค ในขั้นตอนดังกล่าวอาจมีจุลินทรีย์ต่างๆปนเปื้อนในอาหาร ทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและไม่ก่อให้เกิดโรค ดังนั้น การตรวจสอบคุณภาพอาหารด้านจุลินทรีย์เป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยให้ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคมั่นใจได้ว่าอาหารที่ผลิตขึ้นหรืออาหารที่จะบริโภคมีความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค โดยจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในอาหาร มีดังนี้

2.7.1 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (Total plate count, TPC)

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด เป็นการตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในตัวอย่างอาหารโดยประมาณ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์อาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบหรือเกิดขึ้นในระหว่างการผลิต โดยที่เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ภายใต้อุณหภูมิต่ำ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดบ่งบอกถึงคุณภาพของอาหารและสุขลักษณะของโรงงานผู้ผลิต การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมดได้ถูกต้องหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ อุณหภูมิที่บ่ม เทคนิคการเทเพลท และทักษะของผู้ตรวจวิเคราะห์ (กรมประมง, 2553)

2.7.2 *Escherichia coli,* Coliform และFecal coliform

Escherichia coli เป็นจุลินทรีย์ในวงศ์ Enterobacteriaceae เจริญได้ทั้งในสภาพที่มีอากาศ และไม่มีอากาศ (Facultative anaerobe) (รูปที่ 2.7) พบในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นทั่วไป มีมากในอุจจาระของคนและสัตว์ เชื้อ *E.coli* เป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ถึงการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่าย (Fecal contamination) เนื่องจากมีมากในอุจจาระของคนและสัตว์จึงพบได้ไม่บ่อยนักในสิ่งอื่นๆ และ สามารถตรวจหาได้ง่ายเนื่องจากเชื้อชนิดนี้หมักแลคโตสได้ ดังนั้นการพบเชื้อ *E.coli* ในอาหารหรือน้ำ จึงบ่งบอกถึงการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่าย



รูปที่ 2.7 เชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli*

ที่มา : https://foodconsulting.co.za/an-introduction-to-escherichia-coli/

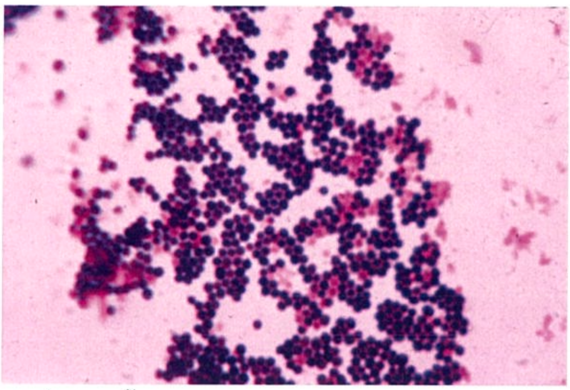
Coliforms เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ทั้งในสภาพ ที่มีอากาศและไม่มีอากาศ สามารถหมักแลคโตสให้กรดและแก๊สภายใน 48 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โคลิฟอร์มเหมือนกับแบคทีเรียแกรมลบทั่วไปที่ไม่ก่อโรคคือ เจริญได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อและอาหารหลายชนิด มีรายงานว่าโคลิฟอร์มเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำถึง -2 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิสูงถึง 50 องศาเซลเซียส เจริญในอาหารได้ช้าที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และเจริญได้ในช่วง pH 4.4-9.0 และ *E.coli* สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ประกอบด้วยกลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนเพียงอย่างเดียว มีไดแอมโมเนียมซัลเฟตเพียงอย่างเดียวเป็น แหล่งไนโตรเจนและมีแร่ธาตุอื่นๆ โคลิฟอร์มเจริญได้ดีบนอาหาร Nutrient Agar สร้างโคโลนีให้เห็นได้ภายใน 12-16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส คาดว่าในสภาพที่เหมาะสมจะพบโคลิฟอร์ม จำนวนมากในอาหารหลายชนิด นอกจากนี้โคลิฟอร์มยังสามารถเจริญได้ในสภาพที่มีเกลือน้ำดี (Bile salts) ซึ่งปกติยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก ดังนั้นจึงใช้ประโยชน์ข้อนี้ในการแยกโคลิฟอร์มจากหลายๆแห่ง การตรวจหาโคลิฟอร์มใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพด้านสุขลักษณะของน้ำ หรือใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ทั่วไปด้านสุขลักษณะในสิ่งแวดล้อมของการแปรรูปอาหาร

Fecal coliforms เป็นแบคทีเรียกลุ่มย่อยของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม สำหรับสัตว์น้ำประเภทที่มีเปลือกและน้ำจากบริเวณที่จับสัตว์น้ำประเภทนี้

2.7.3 *Staphylococcus aureus*

เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ในวงศ์ Micrococcaceae รูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเซลล์ประมาณ 0.5-1.5 ไมโครเมตร (รูปที่ 2.8) อยู่เป็นคู่ต่อกันเป็นสายสั้น หรือเกาะกัน คล้ายพวงองุ่น ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างสปอร์ ต้องการอากาศในการเจริญ (Aerobe) หรือเจริญได้ในทั้งสภาพที่มีและไม่มีอากาศ (Facultative anaerobe) สร้างเอนไซม์ Catalase เชื้อชนิดนี้ชอบ

เจริญที่ อุณหภูมิปานกลาง บางสายพันธุ์สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำถึง 6.7 องศาเซลเซียส โดยทั่วไป *S. aureus* เจริญได้ที่อุณหภูมิในช่วง 7.0-47.8 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญที่ 35 องศาเซลเซียส pH ที่เจริญได้ระหว่าง 4.5 ถึง 9.3 ช่วง pH ที่เหมาะสมเป็น 7.0-7.5 เชื้อ *S. aureus* ส่วนใหญ่ทนเกลือและน้ำตาลได้สูง โดยเจริญได้ในสภาพที่มีค่า a_w เท่ากับ 0.83 ถึงมากกว่า 0.99 สร้างสารพิษที่ทนความร้อนสูง ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่รุนแรง



รูปที่ 2.8 เชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*

ที่มา : https://mbbsstudystuff.wordpress.com/2013/10/07/staphylococcus-aureus/

2.7.4 *Salmonella*

เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ใน Family Enterobacteriaceae มีรูปร่างท่อน ไม่สร้างสปอร์ (รูปที่ 2.9) สร้างเอนไซม์ Catalase ไม่สร้างเอนไซม์ Oxidase เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลารอบเซลล์ (Peritrichous flagella) เจริญได้ทั้งสภาพที่มีและไม่มีอากาศ (Facultative anaerobe) หมักกลูโคสได้กรดและแก๊ส สามารถใช้ซิเตรทเป็นแหล่งพลังงาน ส่วนใหญ่สร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์และไม่ไฮโดรไลซ์ยูเรีย พบได้ในธรรมชาติ เป็นจุลินทรีย์ที่อยู่รอดได้ดีในสภาพที่ไม่เหมาะสมเช่น สภาพที่มีสารอาหารต่ำ สภาพที่มีอุณหภูมิและ pH ไม่เหมาะสม ไม่ทนความร้อน อาหารที่อาจพบ *Salmonella* ได้แก่ ไอศกรีม ไข่ เนื้อสด ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์นม แซนวิช ผักและผลไม้ เป็นต้น

Salmonella เป็นสาเหตุของการติดเชื้อในคน ที่เรียกว่า ซาลโมเนลโลซีส (Salmonellosis) โรคนี้แบ่งออกได้หลายรูปแบบ *Salmonella* บางซีโรไทป์เช่น *S. Typhimurium*, *S. Enteritidis*, *S. Newport* เป็นต้น เกี่ยวข้องกับการเกิดโรค Gastroenteritis ในคนและสัตว์ ซึ่งเป็นโรคซาลโมเนลโลซีสรูปแบบที่พบบ่อยที่สุด ผู้ป่วยมีอาการท้องเสีย ปวดท้อง ไข้ หนาว อาเจียนและปวดหัว ระยะฟักตัวประมาณ 12-36 ชั่วโมง และมีอาการของโรค 1-4 วัน ส่วนเชื้อ *S. Typhi* และ *S. paratyphi* ทำให้เกิด Enteric fever ในคน ผู้ป่วยจะมีอาการท้องเสีย ปวดท้อง ปวดหัวและ

มีไข้สูง ระยะฟักตัว 1-7 สัปดาห์ ผู้ป่วยมีอาการในช่วง 1-8 สัปดาห์ และ *S. Choleraesuis* ทำให้เกิด Bacteremia

รูปที่ 2.9 เชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* sp.

ที่มา : http://microbe-canvas.com/salmonella.html

2.7.5 *Vibrio*

เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อนโค้งหรือท่อนตรงไม่สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ได้ มีแฟลกเจลลาเส้นเดียวที่ขั้วเซลล์ข้างใดข้างหนึ่ง (Single polar flagellum) สร้างเอนไซม์ออกซิเดส (Oxidase) และคะตะเลส (Catalase) หมักกลูโคสไม่ให้แก๊ส *Vibrio* 3 สปีชีส์ที่ก่อให้เกิดโรคมักพบในแหล่งน้ำและอาหารทะเล ได้แก่ *V. parahaemolyticus, V. cholerae* และ *V. vulnificus*

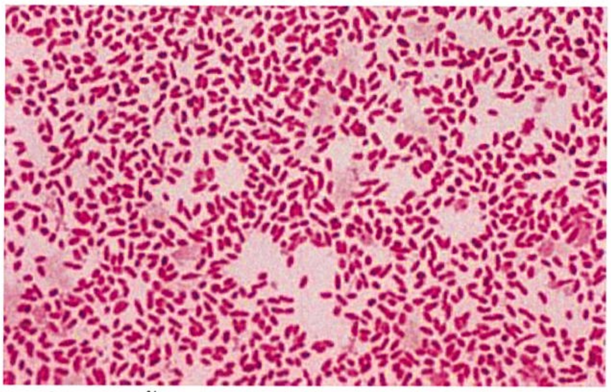
Vibrio cholerae (รูปที่ 2.10) เป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคอหิวาต์ในคนปนเปื้อนมากับน้ำที่มีมลภาวะ แบคทีเรียชนิดนี้ถ้าจำแนกโดยการทดสอบทางซีโรวิทยาจะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1). *V. cholerae* O1 (serovar O group 1) เป็นเชื้อที่เป็นสาเหตุของโรคระบาดที่เกิดขึ้นทั่วโรคก่อนปี ค.ศ. 1992 แบ่งออกได้เป็น 2 ไบโอไทป์ (Biotype) คือ ไบโอไทป์ classic และไบโอไทป์ E1 Tor และแบ่งได้อีก 3 ซีโรไทป์คือ Inaba, Ogawa และ Hikojima และ 2). *V. cholerae* non-O1 เป็นเชื้อที่ไม่เกิดปฏิกิริยาการเกาะกลุ่มกับโอแอนติซีรัมกลุ่ม 1 (O group 1 antiserum) โดยทั่วไปเชื้อกลุ่มนี้ไม่รุนแรง เพียงแต่ก่อโรคอาหารเป็นพิษ การติดเชื้อที่เนื้อเยื่ออ่อนและเกิด Septicemia ในคน

รูปที่ 2.10 เชื้อแบคทีเรีย *Vibrio cholerae*

ที่มา : http://biochemicaltest.com/biochemical-test-of-vibrio-cholerae/

Vibrio parahaemolyticus เป็นแบคทีเรียรูปท่อน (รูปที่ 2.11) ที่ชอบเจริญในสภาพที่มีเกลือ (Halophilic rod) เป็นพวกที่เจริญได้ในสภาพที่มีอากาศและไม่มีอากาศ ส่วนใหญ่พบในน้ำทะเล มหาสมุทร และแถบชายฝั่ง เชื้อชนิดนี้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญในช่วง 30-35 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดสำหรับการเจริญที่ 44 องศาเซลเซียส เจริญได้ในอาหารที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 9.5-10 องศาเซลเซียส ไม่เจริญที่ 4 องศาเซลเซียส และไม่เจริญในสภาพที่ไม่มีเกลือ สามารถเจริญได้ในสภาพที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1-8 เจริญได้ดีในสภาพที่มีเกลือความเข้มข้นร้อยละ 2-4 เจริญได้ที่ช่วง pH 4.8-11.0 และช่วง pH ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 7.6-8.6

การติดเชื้อ *V. parahaemolyticus* ส่วนใหญ่มักเกี่ยวข้องกับการรับประทานอาหารทะเล เช่น อาหารทะเลดิบ อาหารที่ปนเปื้อนอีกครั้งหลังจากผ่านความร้อนและอาหารทะเลที่ผ่านความร้อนไม่เพียงพอแบคทีเรียชนิดนี้เจริญได้เร็วมากซึ่งจะใช้เวลาในการเพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่าสั้นมากเพียง 8-9 นาทีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ผู้ที่ได้รับเชื้ออาจมีอาการป่วยได้ภายใน 4 ชั่วโมงถึงมากกว่า 30 ชั่วโมงหลังจากรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนเข้าไป อาการที่เกิดขึ้นได้แก่ ปวดท้องรุนแรง เป็นตะคริวที่ท้อง ท้องเสีย มักมีน้ำออกมามาก บางครั้งมีเลือดปน คลื่นไส้ อาเจียน และเป็นไข้ อัตราการตายต่ำ ผู้ป่วยฟื้นตัวได้ภายในระยะเวลา 2-3 วัน (สุรีย์, 2557)



รูปที่ 2.11 เชื้อแบคทีเรีย *Vibrio parahaemolyticus*

ที่มา : http://www.stopfoodborneillness.org/pathogen/vibrio/

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการผลิต และการปรับปรุงการวางผังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้เหมาะสมในกระบวนการหรือขั้นตอนการผลิตให้เกิดแนวความคิดในการปรับปรุงการดำเนินงานนำไปสู่การเพิ่มสมดุลสายการผลิต เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยดังนี้ ดังนี้

นันทิยา (2543) ศึกษาการลดปัญหาการส่งสินค้าล่าช้าในโรงงานผลิตเครื่องประดับ โดยทำการศึกษาขั้นตอนการไหลของงาน และปรับปรุงในหลายๆด้าน ได้แก่ การทำให้ขั้นตอนการไหลของงานสั้นลง โดยตัดงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าบางส่วนออกไป พัฒนาปรับเปลี่ยนขั้นตอนการไหลของงานและมีการจัดทำแผนการผลิตเบื้องต้น เพื่อให้การผลิตเป็นไปตามแผนที่จัดทำ ผลการทำวิจัยพบว่าประสิทธิภาพการไหลเชิงการผลิตเพิ่มขึ้น 14.4% อัตราการซ่อมงานลดลง 47.4% และการส่งมอบสินค้าล่าช้าลดลง 66.6%

จิตลดา (2550) ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพในสายการผลิตเครื่องสำอาง ซึ่งนำเทคนิคการวิเคราะห์กระบวนการเพื่อระบุปัญหาแล้วนำหลักการศึกษาวิธีการทำงานมาใช้ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในขั้นตอนที่ใช้พนักงานมากที่สุด โดยศึกษาการเคลื่อนไหวของพนักงานที่มีผลต่อการทำงานและศึกษาการปรับปรุงผังโรงงานเพื่อแก้ไขปัญหาการขนถ่ายวัสดุที่มีระยะทางมากเกินไป ภายหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพ ส่งผลให้ระยะทางในการเคลื่อนที่ของชิ้นงานลดลงจาก 48.04 เมตรเป็น 34.27 เมตรลดลงร้อยละ 28.66 จำนวนพนักงานลดลงจาด 17 คนเหลือ 9 คนคิดเป็นร้อยละ 47.06 รอบเวลาในการผลิตลดลงจาก 5.50 วินาทีเหลือ 3.34 วินาทีคิดเป็นร้อยละ 39.27 ประสิทธิภาพสมดุลของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 41.34 เป็นร้อยละ 75.50 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 34.36

ยอดนภา (2553) นำการวิเคราะห์กระบวนการมาใช้ในการปรับปรุงสายการผลิตผลิตภัณฑ์ซองพลาสติก โดยใช้การวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการผลิต และแผนภาพการไหล เพื่อออกแบบการ

วางผังของแผนกม้วนพลาสติก ผลจากการนำมาประยุกต์ใช้พบว่าสามารถลดระยะเวลาการขนถ่ายร้อยละ 29.09 และลดระยะทางการเคลื่อนทีร้อยละ 28.26

นริสสา (2559) ศึกษากระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิต ได้มีการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา การลดความสูญเปล่าด้วย ECRS และการดำเนินกิจกรรม 5ส สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในด้านเวลา มากกว่าเดิม 27.19% และสามารถขจัดการทำงานที่ไม่ก่อมูลค่าเพิ่มออกจากกระบวนการ สามารถลดต้นทุน คิดเป็นร้อยละ 12.18%

Kaebemick (2007) นำการลดระยะการขนถ่าย และระยะทางการเคลื่อนที่มาวิเคราะห์กระบวนการเพื่ออกแบบสถานีทำงาน และผังโรงงานของสายการผลิตไก่ทอดพบว่า สามารถลดระยะทางเคลื่อนที่รวมได้ 254 เมตร ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.74 ส่งผลให้สมดุลสายการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.6 และส่งผลให้คอขวดในกระบวนการผลิตลดลงอีกด้วย

Shumon (2010) นำการวิเคราะห์กระบวนการมาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตขนมปังยีสต์ในขั้นตอนตัดขนมเพื่อบรรจุลงกล่อง โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อลดการรอคอยงานของพนักงานลำเลียงขนมปัง ซึ่งได้ออกแบบอุปกรณ์ในการตัด และลำเลียงขนมปังในเวลาเดียวกัน ผลจากการนำมาประยุกต์ใช้พบว่า ลดพนักงานตัดขนมปังจาก 7 คนเหลือ 2 คน และผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นกว่าขั้นตอนเดิม 75 ชิ้นต่อชั่วโมง ส่งผลให้สมดุลสายการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 24.75

Lam *et al*. (2016) ศึกษาการจัดสมดุลสำหรับสายการประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โดยจุดคอขวดมักเกิดขึ้นในสายการผลิตเป็นส่วนใหญ่ ทำให้เกิดความสูญเปล่าจึงนำการจัดสมดุลแบบลีนมาใช้ในการปรับปรุงสายการประกอบอิเล็กทรอนิกส์พบว่าคุณภาพของสายการประกอบเครื่องอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มขึ้น ในแง่ของประสิทธิภาพการผลิตและการลดความสูญเปล่า แม้ว่าทรัพยากรมนุษย์จะลดลง 25% แต่ความต้องการของลูกค้าสามารถตอบสนองได้ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการเกิดความสูญเปล่าซึ่งสามารถลดได้โดยใช้การจัดสมดุลแบบลีน ไม่ซับซ้อน และนำมาใช้ประโยชน์

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุการทดลอง

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3.1.1.1 ปลาช่อนขนาด 200-300 กรัม/ตัว

3.1.1.2 น้ำสะอาด

3.1.1.3 น้ำแข็ง

3.1.1.4 คลอรีน

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3.1.2.1 สาร A

3.1.2.2 สาร B

3.1.2.3 สาร C

3.1.2.4 สาร D

3.1.2.5 สารละลาย X

3.1.2.6 สารละลาย Y

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3.1.3.1 มีด

3.1.3.2 เขียง

3.1.3.3 เครื่องขอดเกล็ดปลา

3.1.3.4 ถังขนาด 500 ลิตร

3.1.3.5 ถังน้ำแข็ง

3.1.3.6 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

3.1.3.7 ตะกร้าพลาสติก

3.1.3.8 หนังยาง

3.1.3.9 อ่างสำหรับล้างปลา

3.1.3.10 ถุงพลาสติกไนล่อน

3.1.3.11 ถุงพลาสติกโพลีเอธิลีน

3.1.3.12 ถาดพลาสติกสำหรับเรียงปลา

3.1.3.13 เครื่องกวนผสม

3.1.3.14 ไม้พาย

3.1.3.15 นาฬิกาจับเวลา

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ในกระบวนการผลิต

3.1.3.1 เครื่องวัดค่าความเค็ม (Salinity Refractometer)

3.2 วิธีดำเนินงานวิจัย

การทำสหกิจศึกษานี้ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวของโรงงาน โดยทางโรงงานได้ทำการผลิตปลาช่อนแดดเดียวขึ้นภายในโรงงานรวมถึงมีการปรับปรุงสูตรการผลิต เพื่อให้มีสี และรสชาติใกล้เคียงกับของ Supplier ที่ทางบริษัทได้นำมาแช่เยือกแข็ง และบรรจุใส่กล่องภายในโรงงาน มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

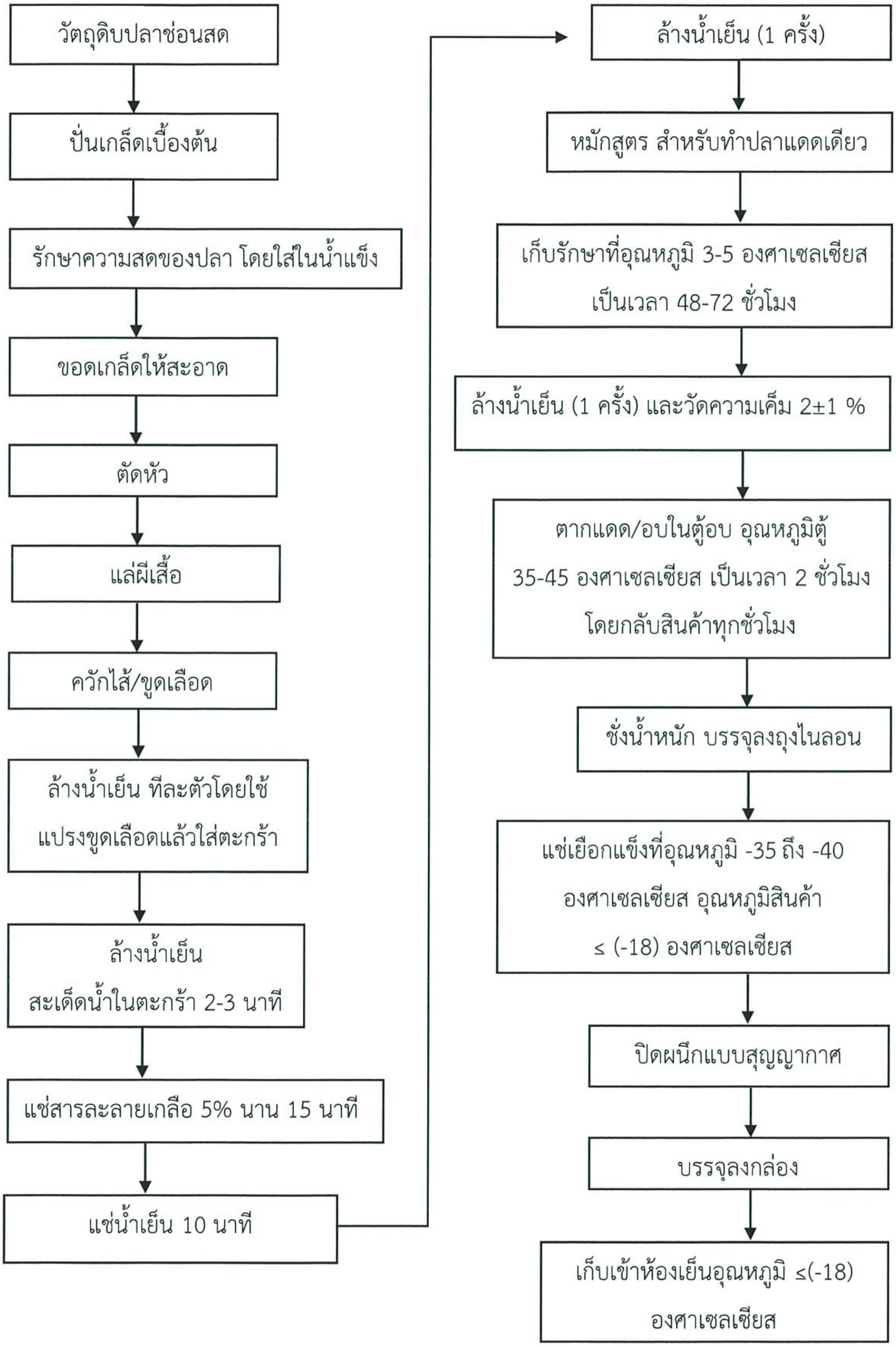
3.2.1 ศึกษาระบบการผลิตสภาพปัจจุบันของสายการผลิตของโรงงาน

เดิมที่ทางโรงงานเคยทำการผลิตปลาดุกแดดเดียวแช่แข็งจึงมีการนำข้อมูลเดิมที่เคยทำการผลิตไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการผลิตรวมไปถึงสูตรการผลิต พบปัญหาตัวปลามีเลือดออกตามผิวหนังและทางผู้ควบคุมงานวิจัยและนักศึกษาจึงมีการคิดวิธีการแก้ไขโดยเพิ่มการคลุกเกลือแบบแห้ง พบว่าปัญหาเลือดออกหมดไปเนื่องจากเกลือทำปฏิกิริยาเคมีโดยการดึงน้ำเลือดออกจากตัวปลา (นงนุช, 2538) แต่รสชาติของปลาเค็มเกินไป จึงมีปรับจากคลุกเกลือแบบแห้งมาแช่สารละลายเกลือ พบว่าตัวปลากลับมามีเลือดออกแต่รสชาติเป็นไปตามต้องการ จึงทำการเพิ่มเปอร์เซ็นต์เกลือจาก 3 เปอร์เซ็นต์เป็น 5 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มการใช้ใบพัดกวนเป็นเวลา 15 นาที ใบพัดเข้าไปช่วยในเรื่องการกวนผสมของสารละลายและตัวปลา พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นถูกแก้ไขทั้งหมดและนำวิธีมาสอดแทรกในกระบวนการผลิตในปัจจุบัน โดยจัดทำเป็นแผนผังกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว
แสดงดังรูปที่ 3.1

3.2.1.1 เก็บข้อมูลขั้นตอนการผลิต

1) เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ และเวลาที่ใช้ในการผลิต เพื่อคำนวณหาร้อยละผลผลิตที่ได้ ที่สามารถผลิตได้ในปัจจุบัน คำนวณได้จากสูตร

$$\%yield = \frac{\text{น้ำหนักของผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักวัตถุดิบรับเข้า (กิโลกรัม)}} \times 100$$



รูปที่ 3.1 แผนผังกระบวนการผลิต (Process Flow Diagram) ปลาช่อนแดดเดียว

หลังจากนั้นทำการจับเวลาหน้างานที่เกิดขึ้นของการทำงานในแต่ละขั้นตอนและจำนวนคนที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิต เพื่อนำไปวิเคราะห์และปรับปรุงสภาพการทำงานการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

2) นอกจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตแล้ว ยังมีการพัฒนาสูตรการผลิตปลาช่อนแดดเดียวไปด้วย ให้เหมือนหรือใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ทางบริษัทนำส่งออกไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของสี รสชาติ และเปอร์เซ็นต์เกลือในผลิตภัณฑ์ก่อนทอด

3.2.1.2 ศึกษาเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว

การศึกษาเวลาคือเทคนิคการกำหนดหาเวลาในการทำงานของพนักงานซึ่งทำงานในอัตราที่ปกติภายใต้เงื่อนไขมาตรฐานโดยผลลัพธ์ของการศึกษาเรียกว่าเวลามาตรฐาน จากคำนิยามของการศึกษาเวลาสามารถกำหนดพื้นฐานของการศึกษาเวลา คือ การศึกษาเวลาจะต้องใช้กระบวนการในการหาเวลาในการทำงาน พนักงานที่ใช้ในการศึกษาเวลาจะต้องเป็นพนักงานที่มีความเหมาะสม พนักงานที่ใช้ในการศึกษาต้องทำงานในอัตราปกติและการศึกษาเวลาต้องพิจารณาการทำงานแบบต่อเนื่อง

หลังจากการเก็บข้อมูลจับเวลาของการทำงานในแต่ละขั้นตอนเป็นที่เสร็จสิ้นแล้ว จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการจับเวลามาคำนวณหาค่ามาตรฐาน และวิเคราะห์จุดคอขวด โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1) คำนวณหาค่าเวลาปกติ (Normal Time, NT): โดยเวลาปกติสามารถคำนวณได้จากสมการนี้

Normal Time = (Selected Time* Rating Factor)

เมื่อ Selected Time = เวลาเฉลี่ยของแต่ละงานย่อย

Rating Factor = ประสิทธิภาพในการทำงาน (ให้มีมาตรฐานประสิทธิภาพเท่ากับ 100%)

2) คำนวณหาค่าเวลาลดหย่อน (Allowance Time, A): การกำหนดค่าเวลาลดหย่อนในการคำนวณหาค่าเวลามาตรฐานเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับข้อมูล จะแบ่งได้เป็น

2.1) Delay Allowance เป็นงานที่หลีกเลี่ยงได้ เช่น การเปลี่ยนอุปกรณ์ การทำความสะอาด และหลีกเลี่ยงไม่ได้ อาจเกิดได้ทุกขณะสามารถคาดเดาได้ เช่น อุปกรณ์ชำรุดเสื่อมคุณภาพ เป็นต้น (กำหนดให้ 5%)

2.2) Personal Allowance เป็นความลดหย่อนส่วนตัวของพนักงาน เช่น ต้องการหยุดพักดื่มน้ำหรือเข้าห้องน้ำ (กำหนดให้ 15 %)

2.3) Fatigue Allowance เป็นความลดหย่อนที่เกิดจากความเมื่อยล้าของคนงาน ซึ่งอาจเกิดจากความเมื่อยล้าจากการยืนปฏิบัติงานเป็นเวลานานหรือเกิดจากอากาศที่ร้อน เป็นต้น (กำหนดให้ 5 %) (ณัฐ, 2558)

3) การหาค่าเวลามาตรฐาน (Stand Time, STD): หลังจากทราบค่าเวลาปกติ (NT) จากขั้นตอนที่ 1 และเวลาลดหย่อน (A) จากขั้นตอนที่ 2 แล้วสามารถหาเวลามาตรฐานได้จากสมการ

$$STD = NT + A\ (NT)$$

เมื่อ STD = เวลามาตรฐาน (Standard Time)

NT = เวลาปกติ (Normal Time)

A = เวลาลดหย่อน (Allowance Time)

3.2.2 การจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing)

ข้อมูลต่างๆที่เก็บรวบรวมเป็นฐานข้อมูลและตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นเวลามาตรฐาน จำนวนแรงงาน และกำลังการผลิต นำมาจัดสมดุลการผลิตจะช่วยสนับสนุนระบบการผลิตให้สามารถไหลได้อย่างต่อเนื่อง ลดการสูญเสียเปล่าอันเกิดจากการรองานหรือการล่าช้า โดยเป็นการทำให้เวลาที่ใช้หรือกำลังการผลิตในแต่ละกระบวนในสายการผลิตมีความสมดุลกัน เพื่อให้สายงานผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด ไม่เกิดกระบวนการคอขวด (Bottleneck process) (สามารถ, 2554)

3.2.3 การวางผังกระบวนการผลิต

การวางผังกระบวนการผลิตเป็นสิ่งที่กำหนดทิศทางการไหลของกระบวนการผลิต ตำแหน่งของพนักงาน เครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์ และสิ่งสนับสนุนการผลิตให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ก่อให้เกิดกระบวนการผลิตที่เหมาะสม ลดเวลาว่างงาน การไหลของการทำงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตได้สะดวกเสียค่าใช้จ่ายน้อยส่งผลต่อต้นทุนการผลิตต่ำลง (วิทยา และปัทมาพร, 2561) ซึ่งทำได้ด้วยการนำข้อมูลจากข้อที่ 3.2.1 และ 3.2.2 นำมาออกแบบผังกระบวนการไหลของการผลิต ตั้งแต่กระบวนการนำเข้าวัตถุดิบจนกระทั่งถึงการเก็บรักษาเพื่อการส่งออกรวมถึงการเข้าสายการผลิตของพนักงาน

3.2.4 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว

3.2.4.1 ทางด้านประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการปรุงสุกแล้วนำมาประเมินคุณภาพประสาทสัมผัส คือ การตรวจวิเคราะห์ คุณภาพของอาหาร โดยใช้ประสาทสัมผัส ได้แก่ การมอง การดม การชิมและการสัมผัส ทำการทดสอบสอบทางด้านประสาทสัมผัสเบื้องต้นโดยมีฝ่ายวิจัยและ

พัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นผู้จัดทำการทดสอบ ซึ่งมีฝ่ายผู้จัดการโรงงาน ผู้จัดการฝ่ายผลิตและผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายประกันคุณภาพ เป็นผู้ทดสอบชิม

3.2.4.2 ทางด้านเคมี

ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวนำส่งตรวจกับห้องปฏิบัติการภายนอก ที่บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อเป็นการทวนสอบความปลอดภัยทางด้านสารเคมีตกค้าง

3.2.4.3 ทางด้านจุลินทรีย์

สุ่มตัวอย่างตามจุดที่กำหนด ได้แก่ จุดรับวัตถุดิบ, จุดหมักผลิตภัณฑ์, จุดตาก, ห้องแพค (ก่อนนำไปฆ่าเชื้อ), ห้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (หลังฆ่าเชื้อ) เพื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการผลิตว่ามีประสิทธิภาพในการลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่ โดยตรวจสอบด้านจุลินทรีย์ดังนี้ ปริมาณจุลินทรีย์ (Total Plate Count, *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Vibrio cholera, Vibrio parahaemolyticus, Salmonella* sp. โดยใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ด้านจุลินทรีย์ในการส่งออกของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศเกาหลีใต้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลจากการศึกษาสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว พบว่า มีการรับซื้อสินค้าจากภายนอกและนำมาแช่เยือกแข็งและบรรจุใส่กล่องภายในโรงงาน เมื่อทำการตรวจสอบสินค้าก่อนนำส่งออกพบว่าสินค้าไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดทั้งในเรื่องของคุณภาพ สารเคมีตกค้าง และปริมาณจุลินทรีย์ ทางโรงงานจึงมีแนวทางในการแก้ปัญหา โดยศึกษากระบวนการผลิต พัฒนาสูตรการผลิต จัดทำเป็นแผนผังกระบวนการผลิต ศึกษาเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนการผลิตพิจารณาจากขั้นตอนการทำงานแบบต่อเนื่องบนสายพานการผลิต ทำการบันทึกจำนวนพนักงานขณะปฏิบัติงานเพื่อเป็นข้อมูลในการจัดสมดุลสายการผลิตและเขียนแผนผังการไหลของกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวพร้อมทั้งนำสินค้ามาตรวจสอบคุณภาพ แสดงดังผลต่อไปนี้

4.1 ศึกษาระบบการผลิตสภาพปัจจุบันของสายการผลิตของโรงงาน

4.1.1 การเก็บข้อมูลขั้นตอนการผลิต

จากการเก็บข้อมูลของโรงงาน พบร้อยละผลผลิตที่ได้ (%Yield) เท่ากับ 62% จากการได้ %Yield ดังกล่าวเป็นผลเนื่องมาจากการนำส่วนที่ไม่ต้องการออกไป เช่น การตัดหัว ควักไส้ขูดเลือด สอดคล้องกับการรายงานของ สุทธวัฒน์, 2536 และ Suzki, 1985 รวมทั้งการล้างที่จะกำจัดโปรตีนที่ละลายน้ำ (Sarcoplasmic proteins) หรือเรียกว่า ไมโอเจน (myogen) (นุชนารถ, 2550) และโรงงานมีเป้าหมายการผลิตปลาช่อนแดดเดียวอยู่ที่ 1,500 กิโลกรัมสินค้าต่อวัน จาก %Yield เท่ากับ 62% ทำให้ต้องใช้วัตถุดิบ 2,419.4 กิโลกรัม สำหรับผลิตปลาช่อนแดดเดียว โดยมีชั่วโมงการทำงานเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาคำนวณจะได้ประสิทธิภาพการผลิตเท่ากับ 190 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แสดงวิธีการคำนวณดังนี้

กำลังการผลิต ต้องการ 1,500 กิโลกรัม

$$\text{ต้องใช้วัตถุดิบ} = \frac{1{,}500}{0.62}$$

$$= 2{,}419.4 \text{ กิโลกรัม}$$

ผลของการเก็บข้อมูลขั้นตอนการผลิตเพื่อนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิตและในการปรับปรุงกระบวนการผลิตยังมีการพัฒนาสูตรการผลิตปลาช่อนแดดเดียว นำผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวของ Supplier (รูปที่ 4.1) มาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตขึ้นเองภายในโรงงาน (รูปที่ 4.2) โดยดูลักษณะของสีและรสชาติ ซึ่งผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวของ Supplier มีสีแดงปนส้ม และเมื่อนำมาวัดเปอร์เซ็นต์เกลือก่อนนำไปปรุงสุก มีค่าเท่ากับ 5% ทางโรงงานจึงพัฒนาสูตรการผลิตปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตขึ้นเอง ให้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ของ Supplier และการพัฒนาสูตรการผลิตที่ผลิตขึ้นภายในโรงงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.1

รูปที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวของ Supplier

รูปที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตขึ้นภายในโรงงาน

ตารางที่ 4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมปลาช่อนแดดเดียว

ส่วนผสม	สูตรผลิต		สูตรที่ใช้ผลิตในปัจจุบัน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
1.สารละลายX	0.04%	0.04%	0.04%
2.สารละลายY	0.03%	0.03%	0.03%
3.สาร A	0.1%	0.05%	0.03%
4.สาร B	1%	3%	2.7%
5.สาร C	1%	1%	1%
6.สาร D	0.9%	0.9%	1%

จากตารางที่ 4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตขึ้นภายในโรงงาน ได้มีการเพิ่มส่วนผสม คือ สาร D เข้าไปในสูตรการผลิต เพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพของอาหาร เช่น เพิ่มความหนืด รักษาความชุ่มชื้น ป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลและป้องกันการเกิดผลึกของน้ำแข็ง ได้มีการปรับปรุงสูตรการผลิตอยู่หลายครั้ง โดยส่วนผสมสูตรการผลิตครั้งแรก มีปริมาณสาร A เท่ากับ 0.1% เมื่อนำมาวัดเปอร์เซ็นต์เกลือก่อนการปรุงสุก มีค่าเท่ากับ 1% และสูตรการผลิตครั้งที่ 2 มีปริมาณสาร A เท่ากับ 0.05% วัดเปอร์เซ็นต์เกลือ มีค่าเท่ากับ 4-5% แต่เมื่อนำตัวอย่างปลาช่อนแดดเดียวที่มีส่วนผสมของสาร A ส่งตรวจที่แลปนอกทั้งสูตรการผลิตครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าเกินมาตรฐานในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก ที่กำหนดปริมาณการใช้สาร A ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก โดยให้มีปริมาณตกค้างในผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ไม่เกิน 125 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักเนื้อ 1 กิโลกรัม (Fennema, 1996) ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค จึงได้ปรับปรุงโดยการลดสาร A ลงเป็น 0.03% พร้อมกับลดปริมาณสาร B เป็น 2.7% เมื่อนำมาวัดเปอร์เซ็นต์เกลือก่อนการปรุงสุก มีค่าเท่ากับ 3% ซึ่งเป็นสูตรการผลิตที่ใช้ในการผลิตปลาช่อนแดดเดียวในปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติที่ดีและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

4.1.2 ศึกษาเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว

การศึกษาการจับเวลาในขั้นตอนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวเป็นจำนวน 5 ซ้ำ จับเวลาการทำงานโดยพิจารณาเฉพาะการทำงานแบบต่อเนื่อง (Flow line) ซึ่งหมายถึงการทำงานที่มีการไหลของวัตถุดิบต่อเนื่องกัน (สุรศักดิ์, 2517 และยุทธ, 2543) แสดงดังตารางที่ 4.2 นำตัวเลขที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยเวลาของการทำงานจากนั้นนำไปคำนวณหาค่าเวลาปกติ และคำนวณหาค่าเวลามาตรฐาน โดยมีการกำหนดเวลาลดหย่อนเท่า กับ 25% (ณัฐ, 2558)

ตารางที่ 4.2 แสดงเวลาการทำงานในขั้นตอนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว

ขั้นตอน	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**เฉลี่ย**	**เวลาปกติ**	**เวลามาตรฐาน**
ขอดเกล็ด	15.5	17.0	16	16	15.5	16.0	16.0	20
ตัดหัว	5.5	6.4	6.4	4.8	7.0	6.4	6.4	8.0
แล่ผีเสื้อ	9.2	8.0	7.5	7.3	8.0	8.0	8.0	10.0
ควักไส้/ขูดเลือด	24.0	23.8	24.5	23.5	24.3	24.0	24.0	30.0
ล้างน้ำเย็นทีละตัว ใช้แปรงขูดเลือด	15.8	16.7	14.8	15.7	17.0	16.0	16.0	20.0

***หมายเหตุ:** หน่วยเวลา เท่ากับ วินาที

จากตารางที่ 4.2 แสดงเวลาการทำงานในขั้นตอนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว โดยแสดงตัวอย่างการคำนวณจากขั้นตอนการล้างน้ำเย็นทีละตัวโดยใช้แปรงขูดเลือด แสดงการคำนวณได้ดังนี้

1. คำนวณหาฉ่าเฉลี่ย (Average)

$$\text{Average} = \frac{\sum xi}{N}$$

$$= \frac{15.8 + 16.7 + 14.8 + 15.7 + 17.0}{5}$$

= 16.0 วินาที

2. คำนวณหา ค่าเวลาปกติ (Normal Time)

Normal Time (NT) = (Selected Time x% Rating Factor)

= [16.0X (100/100)]

= 16.0 วินาที

3. คำนวณหาค่าเวลามาตรฐาน (Stand Time)

Stand Time = NT + A (NT)

= 16.0 + 0.25 (16.0)

= 20.0 วินาที

ผลการศึกษาการจับเวลาที่ใช้โดยพิจารณาเฉพาะการทำงานแบบต่อเนื่องบนสายพานการผลิต ได้แก่ ขั้นตอนการ ขอดเกล็ด ตัดหัว แล่ผีเสื้อ ควักไส้ขูดเลือด และล้างน้ำเย็นทีละตัวโดยใช้แปรงขูดเลือด เมื่อนำเวลาที่จับได้นั้นมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปคำนวณหาเวลามาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 20 8 10 30 20 วินาที ตามลำดับ เพื่อใช้ในการจัดสมดุลสายการผลิต

4.2 การจัดสมดุลการผลิต

การจัดสมดุลการผลิตประกอบด้วยข้อมูลของเวลามาตรฐาน การตั้งเป้าหมายการผลิตวางไว้ที่ 1,500 กิโลกรัมสินค้าต่อวัน ร้อยละผลผลิตที่ได้เท่ากับ 62% วัตถุดิบ 2,419.4 กิโลกรัม และการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน นำมาเข้าสูตรของทางโรงงานเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตในการจัดสมดุลสายการผลิต แสดงได้ดังตารางที่ 4.3

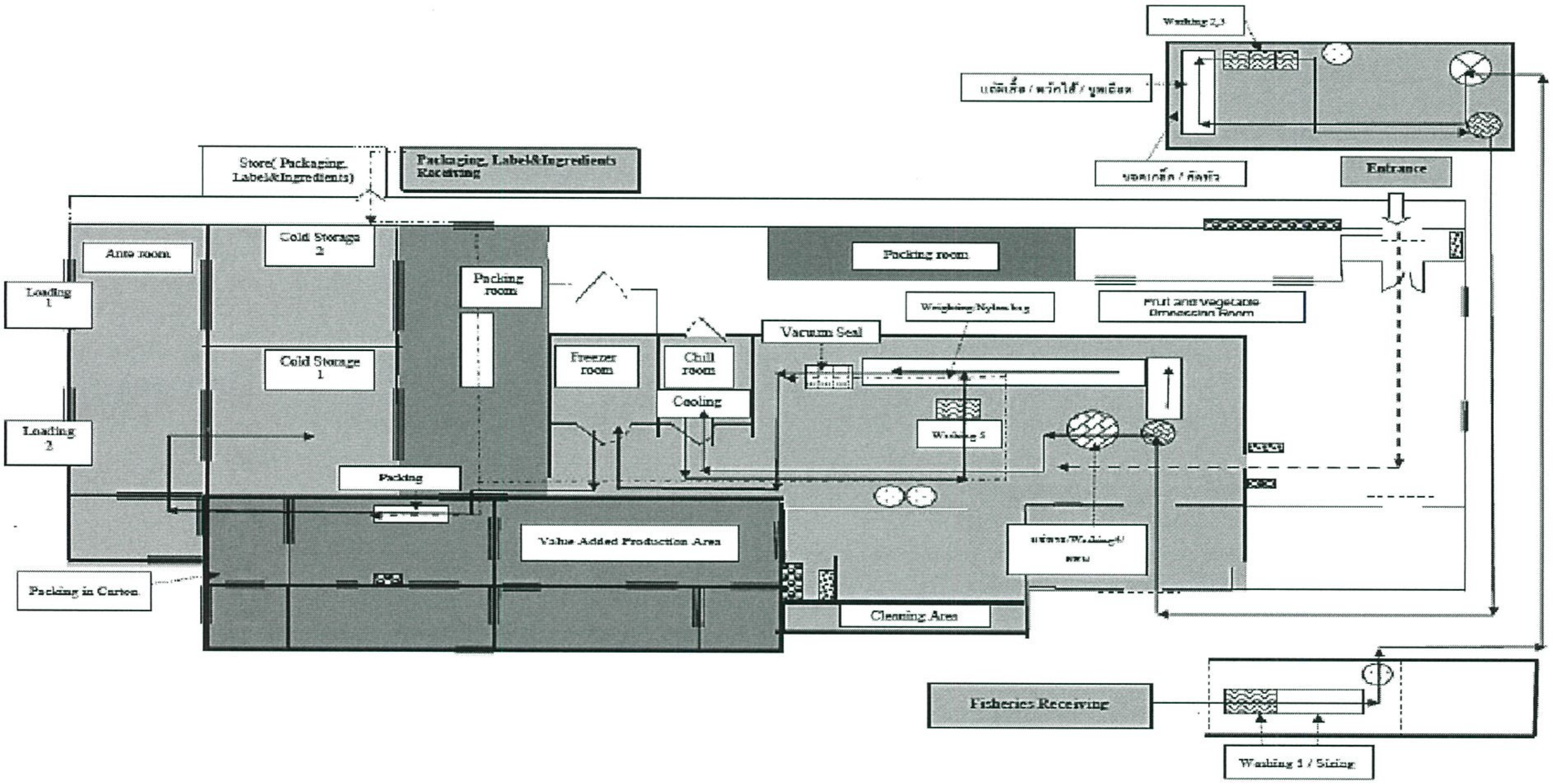
ผลจากการทดลองจับประสิทธิภาพในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต (ตารางที่ 4.3) จุดที่เป็นคอขวดหรือจุดที่มีประสิทธิภาพต่ำ คือ จุดควักไส้/ขูดเลือด ใช้พนักงานทำงาน 8 คน จะได้สินค้าออกมาใน 1 ชั่วโมง คือ 192 กิโลกรัม จึงใช้ขั้นตอนนี้ในการจัดสมดุลสายการผลิต โดยออกมาเป็นขั้นตอนตามนี้ ในช่วงกระบวนการขอดเกล็ด ณ วันที่ทำงาน พบว่า ใช้พนักงาน 5 คน ขั้นตอนตัดหัวใช้พนักงาน 2 คน ขั้นตอนแล่ผีเสื้อใช้พนักงาน 3 คน ขั้นตอนควักไส้/ขูดเลือดใช้พนักงาน 8 คน ขั้นตอนล้างน้ำเย็นใช้พนักงาน 4 คน เมื่อคิดรวมจำนวนคนทั้งสายการผลิต โดยรวมขั้นตอนการรับวัตถุดิบใช้พนักงานทั้งหมด 37 คน จะได้สินค้า 190 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งใน 1 วันจะผลิตปลาช่อนแดดเดียว ได้ 1,500 กิโลกรัม และจากการจัดสมดุลการผลิตนี้ พบว่าขั้นตอนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิต คือ ควักไส้/ขูดเลือด ดังนั้นหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตจะต้องเพิ่มประสิทธิภาพของการควักไส้/ขูดเลือด ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเมื่อคิดตามจำนวนพนักงาน พบว่าประสิทธิภาพรวมการผลิตเท่ากับ 5 กิโลกรัม/คน/ชั่วโมง

ตารางที่ 4.3 การจัดสมดุลการผลิตในกระบวนการปลาช่อนแดดเดียว

ขั้นตอนการทำงาน	ประสิทธิภาพการผลิต (กก.)/ชม	ประสิทธิภาพรวม (กก.)	แรงงาน	บริการไลน์ผลิต	หัวหน้างาน
รับวัตถุดิบ	200	1000	5		
ปั่นเกล็ด	200	400	2		
ดองน้ำแข็ง	400	400	1		
ขอดเกล็ด	60	300	5	1	
ตัดหัว	95	190	2		1
แล่ผีเสื้อ	65	195	3		
ควักไส้/ขูดเลือด	24	192	8		
ล้างน้ำเย็นทีละตัว ใช้แปรงขูดเลือด	50	200	4		
ล้างน้ำเย็นสะเด็ดน้ำในตะกร้า	200	200	1		
แช่เกลือ 15 นาที/แช่น้ำเย็น/ล้างน้ำเย็น/หมักสูตร	60	300	5		
เก็บห้อง Chill	300	300	1		
รวม				39 คน	

4.3 การวางผังกระบวนการผลิต

จากข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาการไหลกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวนำมาออกแบบผังกระบวนการไหลของกระบวนการผลิต ตำแหน่งของพนักงาน และสิ่งอำนวยความสะดวก ตั้งแต่ขั้นตอนการรับวัตถุดิบ ขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ จนกระทั่งถึงขั้นตอนการเก็บรักษาเพื่อการส่งออก ดังแสดงในรูปที่ 4.3 เพื่อก่อให้เกิดกระบวนการทำงานที่เหมาะสม ลดการว่างงาน รวมถึงการไหลของการทำงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และยังสามารถปรับปรุงกระบวนการได้สะดวก



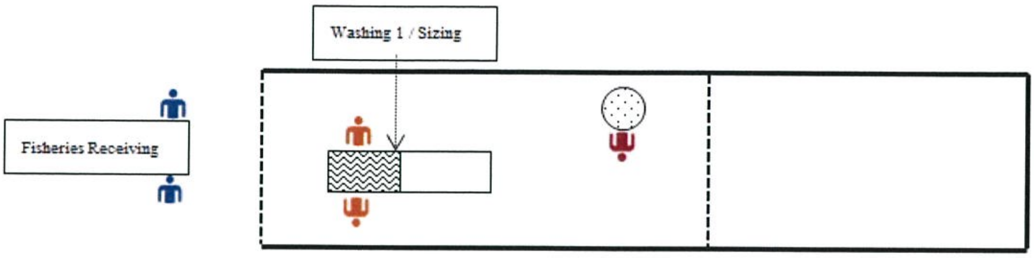
รูปที่ 4.3 แสดงผังกระบวนการไหลการผลิตปลาช่อนแดดเดียว (Process Layout)

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดที่อยู่ภายในผังกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว

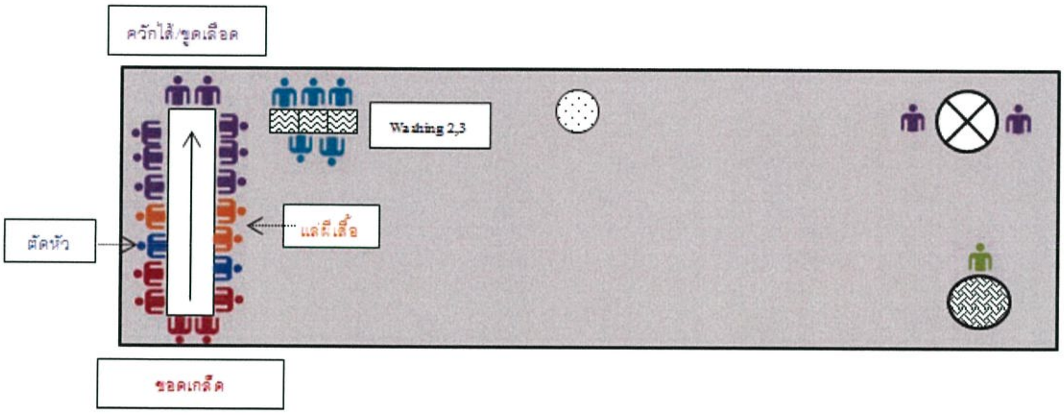
Symbol					
	Washbasin		Identification line of production process		LOW CARE AREA
	Vacuum Sealing Machine		Production process direction		HIGH CARE AREA
	Table / Conveyor		Entering direction to production line of workers		SPECIAL HIGH CARE AREA
	Hanger for apron		Sending direction for packaging& Ingredient		
	Washing tank				
	ถังดองปลา				
	Icing tank				
	Thawing tank				
	ถังผสม				
	เครื่องปั่นเกล็ด				

ผังแสดงกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว (รูปที่ 4.3) จึงเห็นได้จากเส้นตรงลูกศรสีดำแสดงถึงเส้นทางหลักของการการผลิต โดยขั้นตอนแรกในการผลิตเริ่มจากการรับวัตถุดิบปลาช่อนสดจากนั้นส่งต่อเข้าภายในห้องทำการล้างน้ำครั้งแรกเพื่อล้างสิ่งสกปรกที่ติดมากับตัวปลาแล้วทำการคัดขนาดของปลาช่อนสดทำการส่งต่อถังปลาช่อนสดไปยังห้องขอดเกล็ดและผ่าท้องภายในห้องนี้เริ่มปฏิบัติงานจากการเคลื่อนย้ายถังปลาช่อนสดไปยังเครื่องปั่นเกล็ดเป็นการกำจัดเกล็ดปลาเบื้องต้นเพื่อง่ายต่อขั้นตอนการขอดเกล็ดจากนั้นลำเรียงปลาช่อนสดขึ้นบนสายพานทำการ ขอดเกล็ด ตัดหัว แล่ผีเสื้อ ควักไส้และขูดเลือด และส่งต่อไปยังจุดล้างน้ำครั้งที่ 2 และ 3 จากนั้นส่งต่อไปยังจุดรักษาความเย็นและลำเรียงขึ้นบนห้องการผลิตแปรรูปสัตว์น้ำ ภายในห้องนี้มีเครื่องผสม ซึ่งมีไว้สำหรับการแช่สาร ล้างน้ำครั้งที่ 4 และทำการการหมัก เมื่อทำการผสมส่วนผสมและหมักปลาช่อนเรียบร้อยแล้วจะส่งไปยังห้องแช่เย็น (chill room) เมื่อครบระยะเวลาการหมักปลาช่อนนำออกมาทำการล้างน้ำครั้งที่ 5 ทิ้งให้สะเด็ดน้ำบนตะกร้าที่เรียงอยู่บนสายพาน จากนั้นทำการบรรจุลงถุงไนลอนปิดผนึกแบบสุญญากาศ ลำเรียงเข้าห้องแช่แข็ง (freezer room) จากนั้นส่งต่อไปยังห้องบรรจุลงกล่องจากนั้นส่งต่อไปยังห้องเก็บรักษาผลิตภัณฑ์และรอการส่งออก (บริษัท ไอ.ที.ฟู้ดส์ อินดัสทรีส์ จำกัด)

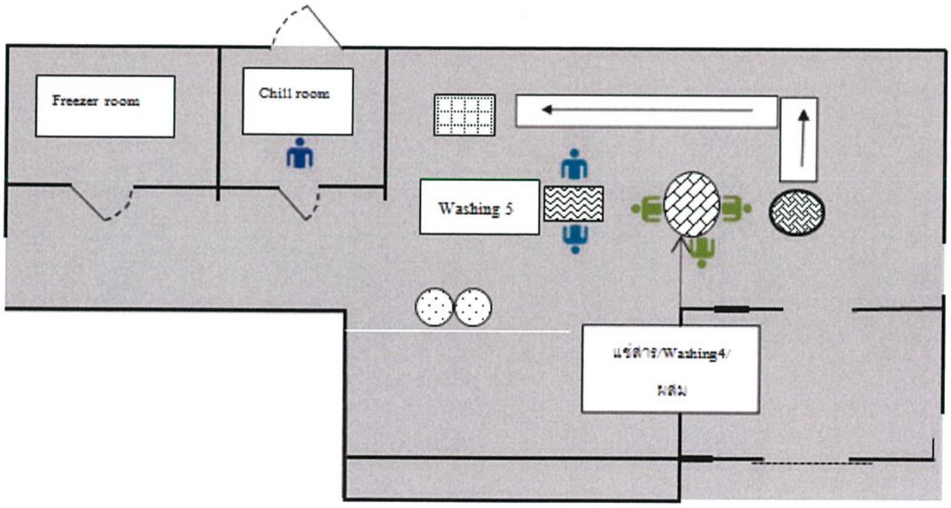
การแสดงตำแหน่งของจำนวนพนักงานแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต (รูปที่ 4.4) และข้อมูลที่ได้จากการจัดสมดุลสายการผลิต (Balance Line) พบว่า ในจุดรับวัตถุดิบมีจำนวนพนักงานทั้งหมด 5 คน โดยที่ 2 คนทำหน้าที่รับปลาช่อนสดและทำการน็อคน้ำแข็งจากนั้นส่งต่อให้กับพนักงานอีก 2 คนด้านในห้องขั้นตอนการล้างและชั่ง จากนั้นมีพนักงาน 1 คน ทำการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบไปยังห้องขอดเกล็ด และผ่าท้อง ภายในห้องมีจำนวนพลังงานทั้งหมด 26 คน โดยแบ่งเป็นขั้นตอนการ ปั่นเกล็ด 2 คน ดองน้ำแข็ง 1 คน ขอดเกล็ด 5 คน ตัดหัว 2 คน แล่ผีเสื้อ 3 คน ควักไส้ขูดเลือด 8 คน และล้างน้ำ 5 คน จากนั้นส่งต่อวัตถุดิบ ไปยังห้องผลิตแผนกสัตว์น้ำ ภายในห้องมีจำนวนพนักงาน 6 คน โดยพนักงาน 3 คน ทำหน้าที่แช่สาร ล้างน้ำเย็น และผสมสูตรหมัก จากนั้นใช้พนักงาน 1 คน ในการขนย้ายถังหมักผลิตภัณฑ์ไปยังห้องแช่เย็น (Chill room) หมัก 48-72 ชั่วโมงใช้พนักงานคนเดิมขนย้ายถังออกจากห้อง และใช้พนักงาน 2 คน ในการล้างและสะเด็ดน้ำ เพื่อเป็นการเตรียมผลิตภัณฑ์นำส่งต่อขั้นตอนการผลิตต่อไป



จุดรับวัตถุดิบ



ห้องขอดเกล็ดและผ่าท้อง



ห้องผลิต

รูปที่ 4.4 แสดงตำแหน่งของพนักงานภายในกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว

4.4 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว

4.4.1 ทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการเก็บข้อมูลทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้การทดสอบความชอบและการยอมรับ ดูลักษณะที่ปรากฏ กลิ่น สี เนื้อสัมผัสและรสชาติ ทำการจัดชิมโดยผู้จัดการโรงงาน ผู้จัดการฝ่ายผลิต และผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายประกันคุณภาพ ระหว่างผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวของ Supplier และผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตขึ้นภายในโรงงาน ดังแสดงในรูปที่ 4.5 และ 4.6

รูปที่ 4.5 ปลาช่อนแดดเดียวหลังปรุงสุกของ Supplier

รูปที่ 4.6 ปลาช่อนแดดเดียวหลังปรุงสุกที่ผลิตภายในโรงงาน

ผลจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว เปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวของ Supplier กับผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ใช้สูตรของทางโรงงาน ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวหลังปรุงสุกทั้งของ Supplier และผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตขึ้นภายในโรงงาน เป็นที่น่ารับประทาน มีกลิ่นที่ดี เนื้อนุ่ม สีน้ำตาล แต่ทางด้านรสชาติพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวของ Supplier มีรสชาติที่เค็มกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นเอง ซึ่งผู้ทดสอบชิม

ยอมรับในรสชาติของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตขึ้นภายในโรงงาน ทำให้ผลทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตจากสูตรของโรงงานเป็นที่ยอมรับทั้งในเรื่องลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และรสชาติ

4.4.2 ทางด้านเคมี

ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตจากสูตรของโรงงาน นำไปตรวจสอบสารเคมีตกค้างกับห้องปฏิบัติการภายนอก ที่บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อเป็นการทวนสอบความปลอดภัยทางด้านสารเคมีตกค้างในผลิตภัณฑ์ แสดงในตารางที่ 4.5

จากการส่งตรวจทางด้านเคมีกับห้องปฏิบัติการภายนอก ที่บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด มีการตรวจสารเคมีกลุ่มไนโตรฟูแรน กลุ่มมาลาไคท์กรีน กลุ่มคลอแรมเฟนิคอล ฟลูออโรควิโนโลน ควิโนโลนและกลุ่มเตตร้าซัยคลิน พบปริมาณสารเคมีในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว อย่างไรก็ตามค่าที่ตรวจพบไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด จึงสรุปได้ว่าไม่พบสารเคมีตกค้างในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว

4.4.3 ทางด้านจุลินทรีย์

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลผลเชื้อจุลินทรีย์ปลาช่อนแดดเดียว ปี 2560 ผลิตภัณฑ์ที่รับซื้อจาก Supplier ภายนอก มาทำการแช่เยือกแข็งและบรรจุใส่กล่องภายในโรงงาน แสดงผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบทางด้านสารเคมีในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว

Test Items	LOD	LOQ	Results	Units
Nitrofurans metabolites (Total residues)				
- AOZ	0.02	0.10	Not detected	ug/kg
- AMOZ	0.02	0.05	Not detected	ug/kg
- AHD	0.02	0.05	Not detected	ug/kg
- SEM	0.05	0.10	Not detected	ug/kg
Malachite green and Leucomalachite green				
- Malachite green	0.05	0.30	Not detected	ug/kg
- Leucomalachite green	0.05	0.30	Not detected	ug/kg
Chloramphenicol	0.02	0.05	Not detected	ug/kg
Fluoroquinolone group				
- Ciprofloxacin	0.10	0.25	Not detected	ug/kg
- Danofloxacin	0.25	0.50	Not detected	ug/kg
- Enrofloxacin (Endrofloxacin)	0.10	0.25	Not detected	ug/kg
- Norfloxacin	0.10	0.25	Not detected	ug/kg
- Ofloxacin	0.10	0.25	Not detected	ug/kg
- Lomefloxacin	0.30	0.50	Not detected	ug/kg
- Sarafloxacin	0.25	0.50	Not detected	ug/kg
- Difloxacin	0.10	0.25	Not detected	ug/kg
- Enoxacin	0.30	0.50	Not detected	ug/kg
- Sparafloxacin	0.30	0.50	Not detected	ug/kg
- Orbifloxacin	0.10	0.25	Not detected	ug/kg
- Levofloxacin	0.10	0.25	Not detected	ug/kg
- Pefloxacin	0.30	0.50	Not detected	ug/kg
- Pazufloxacin	0.30	1.00	Not detected	ug/kg
Quinolone group	-	-		
- Flumequine	0.25	0.50	Not detected	ug/kg
- Nalidixic acid	0.30	0.50	Not detected	ug/kg
- Oxolinic acid	0.30	0.50	Not detected	ug/kg
Tetracycline group				
- Oxytetracycline	0.02	0.05	Not detected	mg/kg

***หมายเหตุ:** 1. LOD = "Limit of Detection" หมายถึง ปริมาณต่ำสุดที่ตรวจพบ

2. LOQ = "Limit of Quantitation" หมายถึง ปริมาณต่ำสุดที่สามารถรายงานค่าเป็นตัวเลขได้

ตารางที่ 4.6 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว

จุดที่เก็บ \ เชื้อจุลินทรีย์		TVC/g	*Staphylococcus aureus* MPN/g	*Vibrio parahaemolyticus* MPN/g	*Salmonella* /25g	*Vibrio cholerae* /25g
Lot.1	**ก่อนฆ่าเชื้อ**	TNTC	<3	Not Detected	Detected	Not Detected
	หลังฆ่าเชื้อ	$1.5x10^{4}$	<3	Not Detected	Not Detected	Not Detected
Lot.2	**ก่อนฆ่าเชื้อ**	TNTC	<3	Not Detected	Not Detected	Not Detected
	หลังฆ่าเชื้อ	$2.5x10^{4}$	<3	Not Detected	Not Detected	Not Detected

***หมายเหตุ:** TNTC (Too Numerous To Count) จำนวนโคโลนีต่อจำนวนมากจนไม่สามารถนับจำนวนได้

ผลเชื้อจุลินทรีย์ปลาช่อนแดดเดียว ปี 2560 ของ Supplier โดยตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด, *Staphylococcus aureus, Vibrio parahaemolyticus, Salmonella* sp., *Vibrio cholera* สุ่มเก็บตัวอย่างจากสั่งซื้อครั้งที่ 1 และการสั่งซื้อครั้งที่ 2 ทั้งก่อนฆ่าเชื้อและหลังฆ่าเชื้อ พบว่า ตัวอย่างการสั่งซื้อครั้งที่ 1 ก่อนฆ่าเชื้อตรวจพบเชื้อ *Salmonella* sp. ทั้งนี้เป็นเพราะทางโรงงานไม่สามารถเข้าไปควบคุมกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นทางโรงงานจึงมีการผลิตปลาช่อนแดดเดียวขึ้นภายในโรงงานและทำการตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตขึ้นภายในโรงงาน เก็บตัวอย่างในกระบวนการผลิต (In process) โดยใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ประเทศสหรัฐอเมริกา และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ประเทศเกาหลีใต้ (กรมประมง, 2009) ในการกำหนดผลิตภัณฑ์เพื่อส่งออก แสดงผลดังตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ประเทศสหรัฐอเมริกา

เชื้อจุลินทรีย์ / จุดที่เก็บ	TVC/g	*Escherichia coli* MPN/g	*Staphylococcus aureus* MPN/g	*Vibrio parahaemolyticus* MPN/g	*Salmonella* /25g	*Vibrio cholerae* /25g
รับวัตถุดิบ	-	-	<3	-	Not Detected	-
หมักผลิตภัณฑ์	-	-	<3	-	Not Detected	-
ตาก	-	-	<3	-	Not Detected	-
ผลิตภัณฑ์ (ก่อนฆ่าเชื้อ)	-	-	<3	-	Not Detected	-
ผลิตภัณฑ์ (หลังฆ่าเชื้อ)	-	-	<3	-	Not Detected	-
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ (กรมประมง, 2009)	-	-	1×10^4	-	Not Detected	-

ตารางที่ 4.8 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ประเทศเกาหลีใต้

เชื้อจุลินทรีย์ / จุดที่เก็บ	TVC/g	*Escherichia coli* MPN/g	*Staphylococcus aureus* MPN/g	*Vibrio parahaemolyticus* MPN/g	*Salmonella* /25g	*Vibrio cholerae* /25g
รับวัตถุดิบ	$<2.5\times10^{4}$	-	-	Not Detected	Not Detected	-
หมักผลิตภัณฑ์	2.8×10^{5}	-	-	Not Detected	Not Detected	-
ตาก	2×10^{5}	-	-	Not Detected	Not Detected	-
ผลิตภัณฑ์ (ก่อนฆ่าเชื้อ)	TNTC	-	-	Not Detected	Not Detected	-
ผลิตภัณฑ์ (หลังฆ่าเชื้อ)	7.9×10^{4}	-	-	Not Detected	Not Detected	-
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ (กรมประมง, 2009)	$\leq3\times10^{6}$	-	-	Not Detected	Not Detected	-

***หมายเหตุ:** TNTC (Too Numerous To Count) จำนวนโคโลนีต่อจำนวนมากจนไม่สามารถนับจำนวนได้

ผลเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตขึ้นภายในโรงงาน โดยเก็บตัวอย่างในกระบวนการผลิต ได้แก่ จุดรับวัตถุดิบ, หมักผลิตภัณฑ์, ตาก, ผลิตภัณฑ์ (ก่อนฆ่าเชื้อ) และผลิตภัณฑ์ (หลังฆ่าเชื้อ) โดยใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศเกาหลีใต้ในการส่งออก ซึ่งผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่ผลิตขึ้นภายในโรงงานเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์การส่งออกของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศเกาหลีใต้ และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การทำสหกิจศึกษาเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวเพื่อการส่งออก พบว่ามีการรับซื้อสินค้าเข้ามาและนำมาแช่เยือกแข็งและบรรจุขึ้นใหม่ภายในโรงงาน ประสบปัญหาผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด อันเนื่องมาจากทางโรงงาน ไม่สามารถเข้าไปควบคุมกระบวนการผลิตได้ จึงมีการนำสินค้าเข้ามาผลิตขึ้นเองภายในโรงงาน การปรับปรุงกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวทำโดยการศึกษากระบวนการผลิต ปรับปรุงสูตรการผลิตให้ใกล้เคียงกับสินค้าที่รับซื้อเข้ามา จากนั้นเก็บข้อมูลความต้องการผลิตภัณฑ์ ร้อยละผลผลิตที่ได้ จำนวนพนักงาน และเวลามาตรฐาน การศึกษาเวลาในกระบวนการผลิต พบว่าเวลามาตรฐานของขั้นตอนการขอดเกล็ด ตัดหัว แล่ผีเสื้อ ควักไส้ขูดเลือด ล้างน้ำเย็นทีละตัวและใช้แปรง เท่ากับ 20, 8, 10, 30, 20 วินาที ตามลำดับ นำข้อมูลมาคำนวณหาประสิทธิภาพการผลิตเพื่อใช้ในการจัดทำสมดุลสายการผลิต โดยพบว่าจุดที่มีประสิทธิภาพการผลิตต่ำได้แก่ จุดควักไส้/ขูดเลือด หรือเรียกว่า จุดคอขวด เพราะใช้จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิตมากที่สุด แต่มีประสิทธิภาพการผลิตต่ำ ดังนั้นหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต จะต้องเพิ่มจุดคอขวดให้มีประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น และนำข้อมูลที่ได้จากการจัดสมดุลสายการผลิต ไปใช้ในการทำแผนผังการไหลของกระบวนการผลิต และกำหนดจำนวนพนักงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตพบว่ามีพนักงานในกระบวนการผลิต 39 คน และทำการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวทางด้านประสาทสัมผัสเบื้องต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวเป็นที่ยอมรับได้และมีความใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ทางโรงงานรับซื้อเข้ามา ส่วนทางด้านเคมีที่นำผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวไปตรวจสอบกับห้องปฏิบัติการภายนอก ที่บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด พบว่าไม่มีสารเคมีตกค้างในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวและทางด้านจุลินทรีย์ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างในกระบวนการผลิต ปรากฏว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว เป็นไปตามข้อกำหนดของกรมประมง และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์การส่งออกของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศเกาหลีใต้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การนำแนวทางการจัดสรรพนักงานไปปฏิบัติในการผลิต ควรมีการทบทวนค่ามาตรฐานต่างๆ ที่เป็นข้อกำหนดในการผลิต เนื่องจากในอนาคตอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการ รวมทั้งความสามรถของพนักงานอาจจะไม่เท่ากัน เนื่องจากมีการเข้าออกของพนักงาน

5.2.2 จากจุดที่มีประสิทธิภาพการทำงานต่ำ (จุดคอขวด) ที่พบในกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว ควรมีการแก้ไขโดยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของจุดนี้ ทำได้โดยการลดจำนวนพนักงานในบางกระบวนผลิตเพื่อนำมาเพิ่มจำนวนพนักงานในจุดคอขวด

5.2.3 ควรมีการควบคุมกระบวนการผลิตให้ได้มาตรฐานเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคแก่ผู้บริโภค

5.2.4 สามารถนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับสายการผลิตที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันในโรงงาน หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอื่นได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2551. **สถิติการประมงแห่งประเทศไทย.** 12/2553. กรุงเทพฯ: ศูนย์สารสนเทศ

กรมประมง. 2552. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางจุลชีววิทยา.** [Online]. Available: http://www.fisheries.go.th/quality/Std%20micro.php: (20 เมษายน 2561)

กรมประมง. 2553. **รายงานการประเมินการประมงและสัตว์น้ำ 2553**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สมุทรสาคร.

กรมประมง. 2555. **วิธีการตรวจวิเคราะห์.** [Online]. Available: https://www.fisheries.go.th/fiqc_surat/index.php: (20 มิถุนายน 2561)

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2544. **คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** นนทบุรี: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก

เกียรติขจร โฆมานะสิน. 2550. Lean: **“วิถีแห่งการสร้างคุณค่าสู่องค์กรที่เป็นเลิศ”.** พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

จิตลดา ซิ้มเจริญ, สุจิตตรา แก้วก่ำ, สุกัญญา เพชรแสน, นิศากร สมสุข และสมบัติ ทรัพย์. 2550. **“การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตของโรงงานเครื่องสำอางโดยการปรับปรุงผังโรงงานและการจัดสมดุลสายการผลิต”.** การประชุมวิชาการขายงานวิศวกรรมอุตสาหการ. 24 -26 ตุลาคม 2550. หน้า 110 – 114.

จิรวรรณ ตันติสุข. 2555. “การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตบันไดซีทรถยนต์ กรณีศึกษา บริษัทพีเอ็นเอส วิศวอุตสาหการ.” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณัฐ ประสีระเตสัง. 2558. “การปรับปรุงสายการผลิตด้วยวิธีสมดุลสายงานการผลิตกรณีศึกษา การผลิตชุดชั้นในสตรี style JB.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

ทวิจันทร สุนทราจารย์. 2551. **Theory of Constraints: ใครคือจุดอ่อน.** [Online]. Available: http://www2.ftpi.or.th/dwnld/pworld/pw51/51_productivity :(18 มีนาคม 2561)

นงนุช รักสกุลไทย. 2538. **กรรมวิธีแปรรูปสัตว์น้ำ.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นริสสา พัฒนปรีชาวงศ์. 2559 “การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา บริษัท บ่อแสนวิลล่า จำกัด.” วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.8(2) : 116-124

นุชนารถ เพริศพรพรรณ. 2550. "สมบัติทางเคมีกายภาพของโปรตีนจากปลานวลจันทร์น้ำจืด (Physicochemical Property of Protein from Small Scale Mud Carp (Cirrhian microlepis))" วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 9-18

นฤมล อัศวเกศมณ. 2541. เอกสารประกอบการสอน วิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ประมง. นครศรีธรรมราช: สถาบันราชภัฎนครศรี.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2561. **ห้องเย็น** [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0725/cold-storage: (5 พฤษภาคม 2561)

ยุทธ กัยวรรณ์. 2543. **การบริหารการผลิต.** กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพฯ

ยอดนภา เกษภาเมือง. 2553. **"การปรับปรุงสายการผลิต ผลิตภัณฑ์ซองพลาสติก".** การประชุมวิชาการ ธนบุรีวิจัย ครั้งที่ 3. 17 ตลาคม 2553. หน้า 107-115.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดขอนแก่น. 2542. **สารตกค้างในเนื้อสัตว์น้ำ.** [Online]. Available: https://www.fisheries.go.th/if-khonkaen/web2/index.php?

วันวิสา ตรีพืช. 2561. **ระบบคุณภาพ HACCP: ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนหลอดแดดเดียว.** บริษัท ไอ.ที. ฟู้ดส์ อินดัสทรีส์ จำกัด

วิทยา อินทร์สอน และ ปัทมาพร ท่อชู. **Industrial Management: การวางผังโรงงานอุตสาหกรรม (Plant Layout).** [Online]. Available: http://www.thailandindustry.com/onlinemag/view2.php? (10 มีนาคม 2561)

สมารถ ศิริสมพร. 2554. "การกำหนดจานวนมาตรฐานพนักงานกรณีศึกษากระบวนการผลิตประกอบ (Assembly Process) ของโรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่น." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสหการ, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2536. "ซูริมิและการผลิตภัณฑ์จากซูริมิ (Surimi and Surimi Products.)" ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หน้า 1-30

สุรศักดิ์ นานานุกูล. 2517. **การบริหารการผลิต.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

สุรี นามสมบัติ. 2557. **จุลชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับอาหาร.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เสรี สมนาแสง. 2553. "**การวางแผนและควบคุมการผลิต. ว.วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา.**" 19: 36-44.

Askar, A. and Treptow, H. 1985. "**Fructose as a sugar substitute-properties, metabolism and uses.**" *Ernahrungs-Umschau.* 32: 135.

Averkamp, H. 2005. "**What is theoretical capacity.**" [Online]. Available: http://blog.Accountingcoach.com/whatistheoreticalcapacity (5 February 2018).

Belitz, H. D. and Grosch, W.G. 1987. **Food Chemistry** (English translation from German) Springer-Verlag Berlin, Heidlberg. 774p.

Birkhed, D., Edwardsson, S., Kalfas, S. and Svensater G. 1984 "**Cariogenicity of sorbitol.**" Swedish Dental Journal. 8: 147-154.

Chow, B.F., Meier, P. and Free, S.M.J. 1958. "**Absorption of vitamin B12 enhanced by D-sorbitol.**" American Journal of Clinical Nutrition. 6: 30-35.

Fennema R. 1996. **Food Chemistry.** 3rded. University of Michigan.

Goldratt, M. E. 2010. "**Theory of Constraints Handbook.**" New York. : The Mc Graw-Hill Company. UK.

Hapaz, B. H. 2008. "**Productivity Improvement Through Line Balancing.**" B.Eng. Project. University of Malaysia.

Imaoka, Z. 2008. "**Understand Supply Chain Management through 100 words.**" [Online]. Available: http://www.businessdictionary/research/bottlenet/guru/482.php (5 March 2018).

Journy, D., Bany, J., and Deff, S. 2007. "**Capacity Planning and Managing. Barron's Educational.**" Series Inc. New York.

Kaebernick, H., Bazargan, M. and Arndt, G. 2007. "**An integrated approach to the design of cellular manufacturing.**" Journal of Engineering Science and Technology: Research and Applications. vol. 45, pp. 421-425.

Lam, N.T., Toi, L.M., Thi, V., Tuyen, T., Hien, D.N. 2016 "**Lean Line Balancing for an Electronics Assembly Line.**" Procedia CIRP. vol. 40, pp.437-442

Li, L. C., Ni, Q. J., Xiao, G. and Biller, S. 2007. "**Bottleneck detection of manufacturing system using data driven method.**" In Procecdings of the

2007 International Symposium on Assembly and Manufacturing. Ann Arbor. Michigan. USA. 22-25 July 2007. pp. 76-81.

Lixin, M., Yunqi, G., and Danting, L. 2010. "**Production line improvement based on machining process.**" Journal of Industrial Engineering: Research and Applications. Vol. 25, pp. 1173-1175.

Loria, A., Sanchez, M. L. and Elizondo, J. 1962. " **Effect of sorbitol on iron absorption in man.**" The American Journal of clinical Nutrition. 10: 124-127.

Murray, M. 2012. " **Measuring capacity in manufacturing.**" [Online]. Available: http://logistics.about.com/od/strategicsupplychain/a/MeasuringCapacity.html.: (21 February 2018)

Suzuki, T. 1985. "**Fish and krill protein -processing technology.**" Appl. Sci. Publ. London

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อและวิธีการเตรียม

1. Baird - Parker agar (BP)

ส่วนผสม	Pancreatic Digest of Casein	10 g
	Beef Extract	5 g
	Yeast Extract	1 g
	Glycine	12 g
	Sodium Pyruvate	10 g
	Lithium Chloride	5 g
	Agar	20 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 63 g ในน้ำกลั่น 950 ml ให้ความร้อนจนส่วนผสมละลาย จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที pH สุดท้าย 6.9 ± 0.1 จากนั้นทำให้อาหารเย็นลง 45-50°C เติม EY tellurite Enrichment 50 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันอย่าให้เกิดฟองอากาศ เทอาหารลงในจานเพาะเชื้อทิ้งไว้ให้ผิวหน้าแห้งก่อนนำไปใช้งาน

2. Bismuth Sulfite Agar (BSA)

ส่วนผสม	Beef Extract	5 g
	Peptone	10 g
	Dextrose	5 g
	Disodium Phosphate	4 g
	Ferrous Sulfate	0.3 g
	Bismuth Sulfite Indicator	8 g
	Agar	20 g
	Brilliant Green	25 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 52 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อน พร้อมคนและต้มประมาณ 1 นาที เพื่อละลายส่วนผสม ห้ามนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อทิ้งให้อาหารตกตะกอนแขวนลอยอย่างทั่วถึงโดยคนอย่างสม่ำเสมอ ก่อนเทลงจานเพาะเชื้อ pH สุดท้าย 7.7 ± 0.2 ควรเตรียมก่อนใช้งาน 1 วัน

3. Brain Heart Infusion (BHI)

ส่วนผสม	Calf Brains, Infusion from 200 กรัม	7.7 g
	Proteose Peptone	10 g
	Beef Heart, Infusion from 250 กรัม	9.8 g
	Dextrose	2 g
	Sodium Chloride	5 g
	Disodium Phosphate	2.5 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 52 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนพร้อมคน และต้มประมาณ 1 นาที เพื่อละลายส่วนผสมจากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที pH สุดท้าย 7.4 ± 0.2

4. Butterfield's phosphate-buffered dilution water

ส่วนผสม	KH_2PO_4	34 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 34 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้เข้ากัน ปรับ pH ให้ได้เท่ากับ 7.2 จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที

5. Hektoen Enteric (HE) Agar

ส่วนผสม	Proteose Peptone	12 g
	Yeast Extract	3 g
	Bile Salts No.	3.9 g
	Lactose	12 g
	Saccharose	12 g
	Salicin	2 g
	Sodium Chloride	5 g
	Sodium Thiosulfate	5 g
	Ferric Ammonium Citrate	1.5 g
	Agar	14 g
	Bromthymol Blue	65 mg
	Acid Fuchsin	0.1 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 76 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนพร้อมคน เพื่อละลายส่วนผสม <u>ห้ามนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ</u> จากนั้นทำให้เย็นถึง 45-50°C เทลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ทิ้งให้ผิวหน้าอาหารแห้งก่อนใช้งาน pH สุดท้าย pH 7.5 ± 0.2

6. Koser's Citrate Broth

ส่วนผสม	Sodium Ammonium Phosphate	1.5 g
	Monopotassium Phosphate	1 g
	Magnesium Sulfate	0.2 g
	Sodium Citrate	3 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 5.7 g ในน้ำกลั่น 1 Lผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที pH สุดท้าย 6.7 ± 0.2

7. Lactose Broth (LB)

ส่วนผสม	Beef Extract	3 g
	Peptone	5 g
	Lactose	5 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 13 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน ให้ความร้อนจนส่วนผสมละลาย จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที pH สุดท้าย 6.9 ± 0.2

8. Lysine Iron Agar (LIA)

ส่วนผสม	Peptone	5 g
	Yeast Extract	3 g
	Dextrose	1 g
	L-Lysine HCl	10 g
	Ferric Ammonium Citrate	0.5 g
	Sodium Thiosulfate	0.04 g
	Bromcresol Purple	0.02 g
	Agar	15 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 34.5 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน ให้ความร้อนพร้อมคนและต้มประมาณ 1 นาที เพื่อละลายส่วนผสม จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 12 นาที pH สุดท้าย 6.7 ± 0.2

9. MacConkey Agar

ส่วนผสม	Pancreatic Digest of Gelatin	17 g
	Peptones (meat and casein)	3.0 g
	Lactose	10 g

Bile Salts No. 3	1.5 g
Sodium Chloride	5.0 g
Agar	13.5 g
Neutral Red	0.03 g
Crystal Violet	1 mg

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 50 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน ให้ความร้อนพร้อมคนและต้มประมาณ 1 นาทีเพื่อละลายส่วนผสม จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที pH สุดท้าย 7.1 ± 0.2

10. Malonate Broth

ส่วนผสม	Yeast extract	1 g
	$(NH_4)_2(SO)_4$	2 g
	K_2HPO_4	0.6 g
	KH_2PO_4	0.4 g
	NaCl	2 g
	Sodium Malonate	3 g
	Glucose	0.25 g
	Bromthymol blue	0.025 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 9.275 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน ให้ความร้อนจนวุ้นละลาย จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที pH สุดท้าย 6.7 ± 0.2

11. Phosphate-Buffered Saline (PBS), pH 7.4

ส่วนผสม	NaCl	7.65 g
	Na_2HPO_4, anhydrous	0.724 g
	KH_2PO_4	0.210 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 8.584 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน ปรับ pH ให้ได้ 7.4 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1N จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที

12. Thiosufate Citrate Bile Sucrose Agar (TCBS)

ส่วนผสม	Yeast Extract	5 g
	Proteose Peptone No.3	10 g
	Sodium Citrate	10 g
	Sodium Thiosulfate	10 g
	Oxgall	8 g
	Saccharose	20 g
	Sodium Cholride	10 g
	Ferric Ammonium Citrate	1 g
	Bromthymol Blue	0.04 g
	Thymol Blue	0.04 g
	Agar	15 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 89 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนพร้อมคนและต้มประมาณ 1 นาทีเพื่อละลายส่วนผสม จากนั้นทำให้เย็นถึง 45-50°C เทลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อทิ้งให้ผิวหน้าอาหารแห้งก่อนใช้งาน <u>ห้ามนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ</u>

13. Plate Count Agar (PCA)

ส่วนผสม	Casein peptone	5 g
	Yeast extract	2.5 g
	Dextrose	1 g
	Agar	15 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 23.5 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้ส่วนผสมเข้ากัน ให้ความร้อนจนส่วนผสมละลาย จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที pH สุดท้าย 7.3 ± 0.2

14. Tetrathionate broth (TT)

ส่วนผสม	Polypeptone	5 g
	Bile salts	1 g
	Calcium carbonate	10 g
	Sodium thiosulfate.5H_2O	30 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 46 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนจนเดือด <u>อย่านำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ</u> เก็บที่อุณหภูมิ 5-8°C pH สุดท้าย 8.4 ± 0.2

15. Triple Sugar Iron Agar (TSI)

ส่วนผสม	Beef Extract	3 g
	Yeast Extract	3 g
	Pancreatic Digest of Casein	15 g
	Proteose Peptone No. 3	5 g
	Dextrose	1 g
	Lactose	10 g
	Sucrose	10 g
	Ferrous Sulfate	0.2 g
	Sodium Chloride	5 g
	Sodium Thiosulfate	0.3 g
	Agar	12 g
	Phenol Red	24 mg

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 65 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนพร้อมคนและต้มประมาณ 1 นาที เพื่อละลายส่วนผสม เติมลงในหลอดทดลองและนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที pH สุดท้าย 7.3 ± 0.2 ก่อนอาหารแข็งตัวนำหลอดมาเอียง

16. Tryticase Soy Agar (TSA)

ส่วนผสม	Pancreatic Digest of Casein	15 g
	Papaic Digest of Soybean	5 g
	Sodium Chloride	5 g
	Agar	15 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 40 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนพร้อมคนและต้มประมาณ 1 นาที เพื่อละลายส่วนผสม แบ่งใส่ขวดและนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที pH สุดท้าย 7.3 ± 0.2

17. Urea Broth

ส่วนผสม	Urea	20 g
	Yeast extract	0.1 g
	Na_2HPO_4	9.5 g
	K_2HPO_4	9.1 g
	Phenol red	0.01 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 38.71 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้เข้ากัน แบ่งใส่หลอดทดลองด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ อย่านำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ pH สุดท้าย 6.8 ± 0.2

18. Xylose Lysine Desoxycholate (XLD) agar

ส่วนผสม	Xylose	3.5 g
	L-Lysine	5 g
	Lactose	7.5 g
	Saccharose	7.5 g
	Sodium Chloride	5 g
	Yeast Extract	3 g
	Phenol Red	0.08 g
	Sodium Desoxycholate	2.5 g
	Ferric Ammonium Citrate	0.8 g
	Sodium Thiosulfate	6.8 g
	Agar	13.5 g

วิธีการเตรียม ละลายส่วนผสม 45 g ในน้ำกลั่น 1 L ผสมให้เข้ากัน ให้ความร้อนพร้อมคนนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118°C เป็นเวลา 10 นาที pH สุดท้าย 7.4 ± 0.2 จากนั้นทำให้เย็นถึง 50°C เทลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อทิ้งให้ผิวหน้าอาหารแห้งก่อนใช้งาน

วิธีการตรวจสอบวิเคราะห์เชื้อ

1. วิธีการตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด (Total Plate Count) (กรมประมง, 2555)

วิธีการวิเคราะห์

1.1) ตัดตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยใช้กรรไกรที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 50±0.1 g. หลังจากนั้นใส่ถุงพลาสติกอีกชั้น เติม Butterfield's phosphate-buffered water 450 ml. แล้วนำเข้าเครื่องตีปั่น (Stomacher) เพื่อผสมตัวอย่างเป็นเวลา 2 นาที

1.2) เตรียมสารละลายตัวอย่างให้มีความเจือจางเพิ่มขึ้น 10^2, 10^3, 10^4 เท่า เจือจางตามความเหมาะสม โดยปิเปตตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-1} จำนวน 1 ml. ใส่ในหลอดที่มี 9 ml. ของ Butterfield's phosphate-buffered water จะได้ความเข้มข้น 10^{-2} นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าให้เชื้อกระจายทั่วกันทั้งหลอด ส่วนที่ความเข้มข้น 10^{-3} และ 10^{-4} ก็เตรียมได้ในลักษณะเดียวกันจากนั้น

ปิเปตตัวอย่างตามความเข้มข้นละ 1 ml. (ผลิตภัณฑ์ดิบใช้ความเข้มข้น 10^{-2} 10^{-3}และ 10^{-4} สำหรับอาหารสุก ใช้ความเข้มข้น 10^{-1} 10^{-2} และ 10^{-3}) ใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อความเข้มข้นละ 2 เพลท

1.3) เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (ที่อุณหภูมิประมาณ 45±2°c) 12-13 มิลลิลิตรต่อเพลท ทับตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้จนแข็งตัว กลับฝาเพลทลงด้านล่าง

1.4) นำเข้าตู้บ่มที่35±1°c เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น รายงานผลเป็น CFU/g. (Colony Forming Unit) โดยใช้สูตรในการคำนวณ

การคำนวณ

โดยเลือกระดับความเจือจางติดกัน 2 ระดับ ซึ่งโคโลนีบนเพลทอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี

สูตร

$$TPC = SC/\{[(1\times n_1)+(0.1\times n_2)]\}\times d$$

SC คือ ผลรวมจำนวนโคโลนีทั้งหมดจากทุกเพลทที่สามารถนับจำนวนได้

n_1 คือ จำนวนเพลทที่สามรถนับโคโลนีได้เมื่อใช้สารละลายตัวอย่างที่มีการเจือจางน้อย

n_2 คือ จำนวนเพลทที่สามรถนับโคโลนีได้เมื่อใช้สารละลายตัวอย่างที่มีการเจือจางมาก

d คือ ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง n_1

1.5) บันทึกผล

2. วิธีการตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Staphylococcus aureus*

วิธีการวิเคราะห์

2.1) ตัดตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็กๆ โดยใช้กรรไกรที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 50 g. หลังจากนั้นใส่ถุงพลาสติกอีกชั้น เติม Butterfied’s phosphate-buffered water 450 ml. แล้วนำไปเข้าเครื่องตีป่น (Stomacher) เพื่อผสมตัวอย่างเป็นเวลา 2 นาที

2.2) เจือจางตัวอย่างเป็น 10^{-2}, 10^{-3} ดูดตัวอย่าง 1 ml. ใส่ลงในหลอด TSB +NaCl 10% + 1% Sodium pyruvate dilution ละ 3 หลอด

<u>วิธีการเจือจาง</u>

Sample 1 ml. (10^{-1}) 1 ml 1 ml

Butterfield’s phosphate-buffered 9 ml 9 ml

Water 9 ml 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3}

2.2.1) ดูดตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 10 ml. ใส่ลงในหลอดที่มี Butterfield's phosphate-buffered water 9 ml.

2.2.2) ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสม (Vortex Mixer) ได้สารละลายที่มีละดับความเข้มข้น 10^{-2}

2.2.3) ทำการเจือจางต่อไปตามข้อ 2.1 และ 2.2 จนตัวอย่างมีปริมาณเชื้ออยู่ในช่วงที่เหมาะสม

2.3) นำเข้าตู้บ่มที่ 35 °C เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง บันทึกหลอดที่ขุ่นเนื่องจากการเจริญของเชื้อ

2.4) นำหลอดที่ขุ่นจากข้อ 3 Streak บนอาหารเลี้ยงเชื้อ BP

2.5) นำเข้าตู้บ่มที่ 35° C เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง โดยพลิกเพลทด้านที่มีอาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ด้านบน ดูผล Positive โดยสังเกตโคโลนีมีลักษณะนูน ขอบเรียบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร มีสีเทาดำ อาจมีขอบสีขาวหรือไม่มีก็ได้อาจมีโซนทึบรอบๆ โคโลนีหรือไม่มีก็ได้และอาจมีการสร้างหรือไม่สร้างโซนใสรอบนอก

2.6) นำโคโลนีที่มีลักษณะตามข้อ 5 ในแต่ล่ะลักษณะ 2 โคโลนี มาถ่ายเชื้อลงใน BHI 0.3 ml. โดยใช้ BHI 1 หลอดต่อ 1 โคโลนี และ Streak เชื้อบน TSA Slant บ่มที่ 35° C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

2.7) ปิเปต Coagulase plasma with EDTA จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด BHI ข้อ 6 นำเข้าตู้บ่มที่ 35° C

2.8) สังเกตการณ์จับตัวกันเป็นก้อน ที่เวลา 6 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ถ้าเป็น 4+ รายงานผลเป็น MPN/g (Most Probable Number)
กรณีที่ผลการทดสอบ Coagulase plasma with EDTA ให้ผลเป็น 2+ และ 3+ ให้ทำการทดสอบยืนยันต่อ

2.9) ทำการทดสอบยืนยัน ดังนี้

2.9.1) Catalase test ใช้เชื้อที่เจริญจากTSA slant จากข้อ 6 เพื่อทดสอบ Catalase test บน glass slide หรือ spot plate โดยหยดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 3% 1 หยด บน glass slide แล้วแตะเชื้อจาก TSA slant มาเขี่ยผสมสังเกตการเกิดฟองก๊าซ คือ Catalase test ให้ผล positive

2.9.2) การเจริญในกลูโคสโดยไม่ใช่อากาศ โดยถ่ายเชื้อจาก TSA slant จากข้อ 6 และ TSA slant Control ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีกลูโคส 0.5% โดยถ่ายเชื้อให้ปิดผิวหน้าวุ้นด้วย

Paraffin oil ปราศจากเชื้อที่หนาอย่างน้อย 25 mm. บ่มที่ 37° C เป็นเวลา 5 วัน จะมีการสร้างกรดโดยไม่ใช้อากาศ ถ้า indicater เปลี่ยนเป็นสีทั้งหมด รายงานเป็น *Staphylococcus aureus*

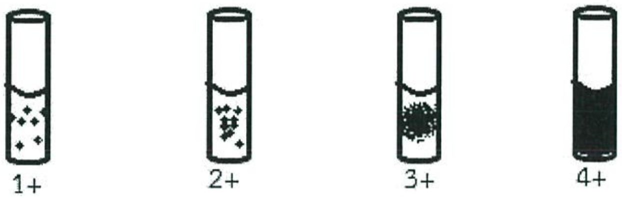
2.9.3) การเจริญใน mannital โดยไม่ใช้อากาศ โดยถ่ายเชื้อจาก TSA slant จากข้อ 6 และ TSA Control ใส่ลงใน mannital โดยถ่ายเชื้อให้ปิดผิวหน้าวุ้นด้วย Paraffin oil ปราศจากเชื้อที่หนาอย่างน้อย 25 ml. บ่มที่ 37° C เป็นเวลา 5 วันจะมีการสร้างกรด โดยไม่ใช้อากาศ ถ้า indicater เปลี่ยนเป็นสีทั้งหมด รายงานเป็น *Staphylococcus aureus*

2.9.4) การไวต่อ Lysostaphin โดยถ่ายเชื้อจากโคโลนีเดี่ยวใน plate โดย loop ปลอดเชื้อ ใส่ใน Phosphate-saline buffer 0.2 ml. ผสมให้เข้ากันแล้วถ่ายของเหลวลงในหลอดอื่นๆ (13x100 มิลลิเมตร) และผสมกับ Phosphate-saline buffer 0.1 ml. เติม lysostaphin 0.1 ml. ละลายใน 0.02 M Phosphate-saline buffer ที่มี 1% NaCl เพื่อให้เป็นหลอด standard ที่มี lysostaphin 15 ug./ml บ่มทั้ง 2 หลอดที่ 35° C เป็นเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง ถ้าหลอดทดสอบขุ่นถือว่าเป็น positive ถ้าใสเป็น negative ซึ่งปกติในเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง *Staphylococcus aureus* จะให้ผล positive

2.9.5) การผลิต thermostable nuclease การทดสอบนี้เป็นการอ้างอิงถึงความจำเพาะของการทดสอบการตกตะกอนรวมถึงการเปลี่ยนแปลงสีจากน้ำเงินเป็นสีชมพูสว่าง การทดสอบการตกตะกอนอาจเป็นวิธีที่ไม่ดีมากนัก แต่ต่อมาพบว่าสามารถให้เป็นตัวร่วมในการตัดสินที่ดีโดยเฉพาะการตกตะกอน 2+ การเตรียม Microslide โดย spread toluidine blue-deoxyribonucleic acid 3 ml. ในวุ้นให้ทั่ว เมื่อผิวหน้าวุ้นแห้งตัดวุ้นให้เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 mm. (10-12 อัน/สไลด์) และย้ายวุ้นออกมาเติม broth cultures ที่ร้อนเพื่อทดสอบการตกตะกอน (อุ่นใน water bath ที่อุณหภูมิน้ำเดือด 15 นาที) ใน slide ที่เตรียมไว้ บ่ม slide ใน moist chamber ที่อุณหภูมิ 35° C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง สังเกตถ้ามีการขยายรัศมีของสีชมพูสว่างจากเส้นรอบวง อย่างน้อย 1 มิลลิลิตร แสดงการเกิดปฏิกิริยาที่เป็น positive

ระดับของการจับตัวของเชื้อ และ Coagulase plasma

ระดับของการจับตัว	ลักษณะที่ปรากฏ
0	ไม่เกิดการจับตัว
1+	จับตัวเป็นก้อนน้อย ไม่รวมกลุ่ม
2+	จับตัวเป็นก้อนน้อย รวมกลุ่ม
3+	จับตัวเป็นก้อนใหญ่
4+	จับตัวเป็นก้อนหมดทั้งหลอด และ ไม่ขยับเมื่อคว่ำหลอด



Typical Characteristics of *Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis* and *Micrococci*

Characteristic	*S.aureus*	*S.epidermidis*	*Micrococci*
Catalase activity	+	+	+
Coagulase production	+	-	-
Thermonulease production	+	-	-
Lysostaphaphin sensitivity	+	+	-
Anaerobic utilization of			
Glucose	+	+	-
Mannitol	+	-	-

a+, Most (90% or more) strains are positive; - , (90% or more) strains are negative.

3. วิธีการตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Vibrio parahaemolyticus*

วิธีการวิเคราะห์

3.1) ชั่งตัวอย่าง 25±0.1 g. ใส่ในถุง stomacher เติม Alkaline Peptone Water 225 ml. ตีให้ตัวอย่างกระจายทั่วสารละลายด้วยเครื่องตีปั่นที่ระดับความเร็วเป็นเวลา 2 นาที นำเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35±2°c เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง

3.2) นำถุงตัวอย่างที่บ่มครบตามเวลาที่กำหนดมา streak เชื้อลงบน TCBS Agar ที่มีเกลือ (NaCl) ผสมอยู่ 3% โดยไม่ต้องเขย่าถุง นำเข้าตู้บ่มที่ 35±2°c นาน 24±2 ชั่วโมง

3.3) บันทึกผล positive ที่มีลักษณะดังนี้ โคโลนีจะมีลักษณะกลมใหญ่ (2-3 mm.) มีสีเขียวหรือสีเขียวอมน้ำเงิน อาหารเลี้ยงเชื้อยังคงมีสีเขียว

3.4) นำโคโลนีที่มีลักษณะดังข้อ 3 มาลง TSA+2%NaCl นำเข้าตู้บ่มที่ 35±2°c นาน 18-24 ชั่วโมง เพื่อให้เชื้อบริสุทธิ์

3.5) นำเชื้อจากข้อ 4 มาลงใน AGS โดย streak บน Slant และ Stad ลงในส่วนของ Butt ให้ถึงก้นหลอดทดสอบ การสร้างเอนไซม์ Cytochrome Oxydase และทดสอบการเจริญ ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Trytone Broth with 0, 3, 8 และ 10% NaCl บ่มที่อุณหภูมิ 35±2°c เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง อ่านผลดังตาราง

อาหารเลี้ยงเชื้อ	การเจริญของเชื้อ
Trytone Broth with 0 % NaCl	-
Trytone Broth with 3 % NaCl	+
Trytone Broth with 8 % NaCl	+
Trytone Broth with 10 % NaCl	-

ตาราง แสดงผลการอ่าน *Vibrio parahaemolyticus*

AGS				SIM	
Slant	Butt	Gas	H_2S	Indole	Motility
K	A	-	-	+	+

AGS

สีม่วง (K)
สีเหลือง (A)
ไม่มีก๊าซ (–)
ไม่มีสีดำ [H_2S] (–)

SIM

Indole – หยด Kovac's reagent เป็นสีเหลือง (-)
เป็นสีชมพู (+)
Motility- ขุ่นทั้งหมดหรือลักษณะคล้ายรากไม้ (+)
ขุ่นเป็นเส้นตรงตามรอย stap (-)

3.6) เขี่ยเชื้อที่ให้ผลทาง Biochem ตรงตามลักษณะข้างต้นไปทดสอบการสร้างเอ็นไซม์ Cytochrome Oxydase โดยเขี่ยเชื้อจากหลอดของ TSI ป้ายลงบนกระดาษกรองที่ชุบสารละลายของ N, N, N, N,-Tetramethyl-1, 4-Phenylenediamine dihidrochoride ความเข้มข้น 1% โดยเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* จะให้ผลบวกซึ่งจะทำให้กระดาษกรองเปลี่ยนเป็นสีม่วง

3.7) นำเชื้อจาก TSA+2% NaCl agar มาหยด 0.5% Sodium desoxycholate in sterile dH_2O บน slide ผสมให้เข้ากันภายใน 60 วินาที เซลล์ของ *Vibrio parahaemolyticus* จะสลายและDNA จะจับกันเป็นสายเมื่อยก loop ขึ้น 2-3 ซม. จะให้ผลบวกหรือลบ

3.8) อ่านผลรายงานผล *Vibrio parahaemolyticus* พบหรือไม่พบ/25g

4. วิธีการตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* sp.

วิธีการวิเคราะห์

4.1) ชั่งตัวอย่าง 25±0.1 g. ใส่ในถุง Stomacher เติม Lactose broth 225 ml. ตีตัวอย่างด้วยเครื่องตีป่นที่ระดับความเร็วสูงสุด เป็นเวลา 2 นาที มัดปากถุงหลวมๆ แล้วตั้งไว้ที่อุณหภูมิ 60±5 นาที เขย่าถุงตัวอย่างแล้ววัด pH ด้วยกระดาษทดสอบให้อยู่ในช่วง 6.8±0.2 หากค่า pH ไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดให้ปรับด้วยสารละลาย 0.1 HCl หรือ KOH ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อ 35° C เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง

4.2) นำถุงตัวอย่างที่บ่มครบตามเวลากำหนดเขย่าเบาๆ ก่อนดูดตัวอย่าง ใส่ในหลอด TT หลอดล่ะ 1 ml. โดยนำไปบ่มใน Circulating water bath อุณหภูมิ 42±0.2 ° C เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง

4.3) นำมา Streak บน HE agar, XLD agar นำไปบ่มที่ 35±2° C เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง และ BS agar นำไปบ่มที่ 35±2° C เป็นเวลา 48±2 ชั่วโมง โดยพลิกเพลทด้านที่มีอาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ด้านบน บันทึกผล positive โดยสังเกตจากโคโลนี ดังนี้

- BS agar: โคโลนีสีน้ำตาล หรือ เทา หรือ ดำ มีหรือไม่มีสีเงินวาวก็ได้ อาหารรอบๆ โคโลนี จะมีสีน้ำตาล
- HE agar: โคโลนีสีเขียมอมน้ำเงิน หรือนำเงิน มีหรือไม่มีสีดำตรงกลางโคโลนีก็ได้
- XLD agar: โคโลนีสีชมพูใส มีหรือไม่มีสีดำตรงกลางก็ได้ อาหารรอบๆ โคโลนีจะเป็นสีชมพู

4.4) เลือก 2 โคโลนีที่มีลักษณะตามข้อ 3 มาทดสอบ Biochemical ต่อไป โดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อจากจุดตรงกลางโคโลนีเพียงครั้งเดียวแล้วถ่ายลงอาหารให้ครบชุดดังนี้

- ขีดลงบนผัวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Mac conkey agar 1 เส้นก่อนที่จะใช้ Needle ถ่ายเชื้อเพื่อทดสอบคุณสมบัติทาง Biochemical จากนั้นใช้ Loop Streak เชื้อบนอาหาร Mac conkey agar ที่ใช้ Needle ขีดแล้วนำไปบ่มที่ 35±2°C นาน 24±2 ชั่วโมง อ่านผล ลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นต้องเป็นโคโลนีกลมใส ไม่มีสี อาหารเลี้ยงเชื้อยังคงมีสีเดิมไม่มีสีอื่นขึ้นปนจึงจะอ่านผลทาง Biochemical ที่ทำพร้อมกันได้ถ้าพบว่าโคโลนีลักษณะอื่นด้วยให้ทำซ้ำใหม่ตั้งแต่ข้อ 3 ถึง ข้อ 4

- TSI agar slant, LIA agar slant, Phynol red dulcitol broth, Malonate broth บ่มที่ 35°C นาน 24±2 ชั่วโมง อ่านผล

- Tryptone broth บ่มที่ 35°C นาน 24±2 ชั่วโมง หยด Kovac's reagent 0.2-0.3 ml. อ่านผล

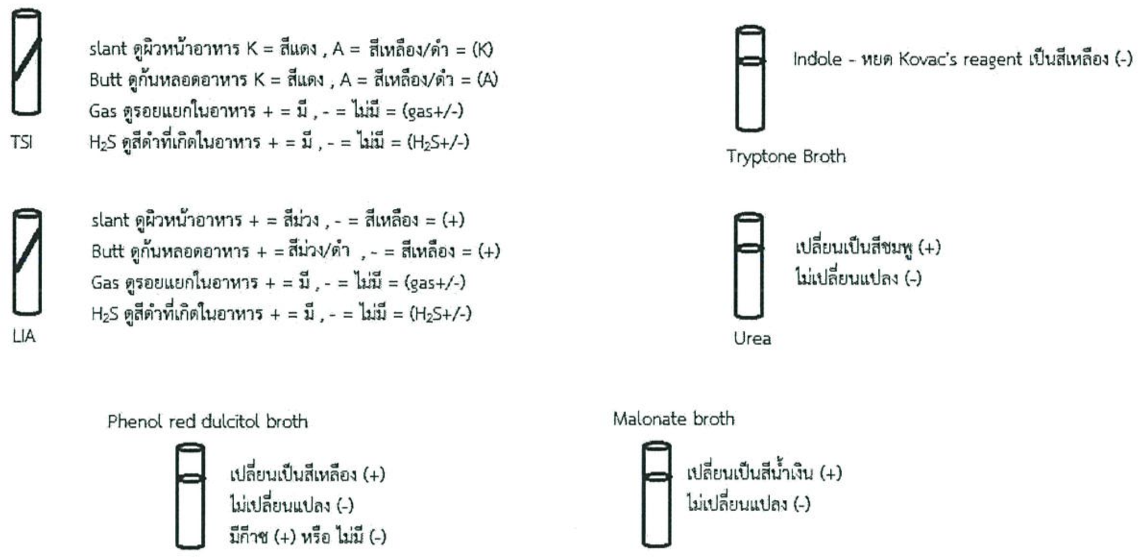
- Urea broth บ่มที่ 35° C นาน 24±2 ชั่วโมง พร้อมกับหลอดที่ไม่ได้ถ่ายเชื้อเพื่อเป็นหลอด Control อ่านผล

4.5) ถ้าอ่าผลข้อ 4 เป็น *Salmonella* ให้ทดสอบการตกตะกอน กับ antigen (Serological screening) ใช้แพลทินัมลูปหรือไม้เขี่ยเชื้อ จากหลอด TSI ที่ให้ผลทาง Biochem ทั้งหมดตามลักษณะ *Salmonella* มาทดสอบการตกตะกอนกับ *Salmonella* OMA, OMB, OMC, OMD, OME, OMF และ OMG antiserum และน้ำเกลือ 0.85% เป็นตัวเปรียบเทียบโดย *Salmonella* จะตกตะกอนเมื่อทดสอบกับ antiserum กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง และนำเกลือ 0.85% จะไม่ตกตะกอน ดังนี้

4.5.1) หยด *Salmonella* O Polyvalent Antisera ที่ต้องการทดสอบ อย่างละ 1 หยด ลงบน slide ที่สะอาด

4.5.2) ใช้ loop เขี่ยเชื้อจากหลอด TSI จำนวนเล็กน้อยนำมาผสมกับ Antiserum ที่หยดบน slide และเอียง slide กลับไปมาประมาณ 1 นาที

4.5.3) อ่านผลการเกิด Agglutination ถ้าให้ผล Positive *Salmonella* O Polyvalent Antisera ชนิดใดให้ออกผลเบื้องต้นว่าเป็น *Salmonella* O Polyvalent ในกลุ่มนั้น กรณีที่ต้องการทราบรายละเอียดว่าเป็น group ใด ให้ทำการทดสอบกับ *Salmonella* O Polyvalent Antisera อีกชุดหนึ่ง จนพบ *Salmonella* group



ตารางแสดงการอ่านผลเชื้อ *Salmonella*

TSI Agar		LIA Agar		Phenol red dulcitol broth	Malonate broth	Trytone Broth	Urease		Suspected Pathogens
Slant/ Butt	Gas/H_2S	Slant /Butt	Gas/ H_2S	color	Gas		Indole		
K/A	+/+	+/+	+ - /+ -	+	+	-	-	-	Other *Salmonella*
K/A	-/+W - *	+/+	+ - /+ -	+	+	-	-	-	*Salmonella typhi*
K/A	+/+	+/+	+ - /+ -	+	+	-	-	-	*Salmonella paratyphi A*
A/A	+/+-	+/+	+ - /+ -	+	+	-	-	-	*Salmonella arizonae*

*H2S + เฉพาะช่วงบนของส่วน butt, บ่อยครั้งเห็นเป็นวงแหวนอาจใช้เวลา 48 ชั่วโมง

การรายงานผล พบ = Detected = D in 25 g of sample

ไม่พบ = Not Detected = ND in 25 g of sample

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 9 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2561

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว ปกภพร สีทา รหัสประจำตัว 57050846

นาย/นาง/นางสาว พัชรีภรณ์ ริปกพันธ์ รหัสประจำตัว 57050864

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ภาควิชา ชีววิทยา

ขอรับรองว่าโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวเพื่อการส่งออก

ชื่อภาษาอังกฤษ Efficiency Improvement of Salted Striped Snake-Head Fillet Process for Export

ปีการศึกษา 2560

เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 0.94 % หรือโปรแกรม Turnitin .... %

ลงชื่อ ปกภพร สีทา	ลงชื่อ พัชรีภรณ์ ริปกพันธ์
(ปกภพร สีทา)	(น.ส. พัชรีภรณ์ ริปกพันธ์)
นักศึกษา	นักศึกษา

ข้าพเจ้า ศ. / รศ. / ผศ. / ดร. / อ. ผศ.ดร.วรากฤต วรนันทกล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ ....

อาจารย์ที่ปรึกษา