การลดข้อบกพร่องของกระบวนการบรรจุกุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็ง

นางสาวจุฑามาศ รัตนกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

DEFECT REDUCTION IN PACKING PROCESS OF SUSHI FROZEN SHRIMP

Miss Jutamass Rattanakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดข้อบกพร่องของกระบวนการบรรจุกุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็ง
โดย	นางสาวจุฑามาศ รัตนกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……. ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ)

……. กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ)

……. กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุณี รักษาเกียรติศักดิ์)

จุฑามาศ รัตนกุล : การลดข้อบกพร่องของกระบวนการบรรจุกุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็ง (DEFECT REDUCTION IN PACKING PROCESS OF SUSHI FROZEN SHRIMP) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ, 116 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับบรรจุภัณฑ์ถุงลามิเนตในกระบวนการบรรจุกุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็ง จากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์โดยใช้แผนภูมิพาเรโตพบว่ามีลักษณะข้อบกพร่องที่สำคัญ 6 ประเภท คือถุงที่ระบุรายละเอียดผิด ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ ถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และรอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ การใช้แผนภูมิแสดงเหตุและผลโดยการระดมสมองจากผู้มีประสบการณ์ฝ่ายต่างๆ ร่วมกันวิเคราะห์ข้อบกพร่องทั้งหมด ทำให้ทราบสาเหตุของข้อบกพร่อง แล้วจึงกรองปัจจัยที่คาดว่ามีอิทธิพลสำคัญต่อลักษณะข้อบกพร่องด้วยตารางวิเคราะห์เหตุและผล (Cause and Effect Matrix) ได้ 5 ปัจจัย ซึ่งสามารถแก้ไขข้อบกพร่องโดยการใช้ค่าพารามิเตอร์ในการปฏิบัติงานให้เหมาะสม จากนั้นจึงพิจารณาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของปัจจัยทั้ง 5 นั้น โดยการออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียล 2^5 แล้วปรับปรุงกระบวนงานของพนักงานหน้างานโดยกำหนดให้ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเป็นมาตรฐานการทำงาน และจัดการฝึกอบรมและควบคุมพนักงานหน้างานให้ปฏิบัติตามกระบวนงานมาตรฐานนั้น ในช่วงเวลา 4 เดือนแรกหลังการปรับปรุงพบว่าข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนตลดลงจาก 3.19%ของการบรรจุกุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็งทั้งหมดเหลือเพียง 0.01%

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา.....2554.....

5271411521 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: CAUSE AND EFFECT DIAGRAM / CAUSE AND EFFECT MATRIX / DESIGN OF EXPERIMENT

JUTAMASS RATTANAKUL: DEFECT REDUCTION IN PACKING PROCESS OF SUSHI FROZEN SHRIMP. ADVISOR: ASST.PROF.MANOP REODECHA, Ph.D., 116 pp.

The objective of this thesis is to reduce the defects in the packaging process of sushi frozen shrimps with laminated bags. A Pareto analysis on the nature of defects revealed that there were six types of defects on the bags that were significant, namely: wrong information, presence of unwanted shrimp crust, missing information, sagging, uneven seals, and misplaced seals. The causes of these defects were identified by brainstorming of experienced and concerned people with the use of cause and effect diagrams. Cause and effect matrices were then used to prioritize the potential causes and found that there were five major factors which may reduce defects if their appropriate operating parameters were used. The appropriate operating parameters of the five factors were then determined with a design of experiment with 2^5 factorials. They were then used as standards and included in the newly developed work procedure for operators. Operators were trained and controlled to follow the new work procedure. In the first four months of the introduction of process improvements, the defects of the laminated bags in the sushi frozen shrimp packages reduced from 3.19% to 0.01%.

Department : Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year : 2011 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มานพ เรี่ยวเดชะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการให้คำปรึกษา คำแนะนำเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยเป็นอย่างดี นอกจากนี้ ขอขอบพระคุณประธานและกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์ ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ ที่ได้ให้คำแนะนำต่างๆ ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณนวลจันทร์ สุภาคำ รองผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ที่สนับสนุนในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณพนักงานในส่วนต่างๆ ของโรงงานกรณีศึกษา ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณ เพื่อนนิสิต เพื่อนร่วมงาน ครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ผู้ทำวิจัยตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวที่ให้ความสำคัญในด้านการศึกษาและคอยช่วยเหลือสนับสนุนและเป็นแรงใจให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาในครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา..... 2

1.2.1 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา..... 2

1.2.2 บรรจุภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา..... 4

1.3 สภาพปัญหาและมูลเหตุจูงใจ..... 6

1.3.1 ข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา..... 6

1.3.2 วิเคราะห์ปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา..... 7

1.3.3 สรุปปัญหาและสาเหตุของปัญหา..... 12

1.4 วัตถุประสงค์..... 18

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย..... 19

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 19

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ..... 20

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 21

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 21

2.1.1 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)..... 21

2.1.2 แผนภูมิแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)..... 22

2.1.3 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments : DOE)..... 25

บทที่ หน้า

2.2 ผลงานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 31

3 การวิเคราะห์ข้อบกพร่อง..... 34

3.1 การวิเคราะห์กระบวนการบรรจุสินค้ากุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็ง (Process Map)..... 34

3.2 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องโดยแผนภาพสาเหตุและผล..... 37

3.2.1 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด..... 37

3.2.2 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด..... 38

3.2.3 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ..... 39

3.2.4 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง ถุงหลวม..... 41

3.2.5 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ..... 42

3.2.6 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ..... 43

3.3 กระบวนการกรองปัจจัยโดยใช้ Cause & Effect Matrix..... 45

3.4 สรุปสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง..... 48

4 การวิเคราะห์ปัจจัยและค่าตัวแปรของปัจจัยเพื่อลดข้อบกพร่อง..... 51

4.1 แนวทางการลดข้อบกพร่อง..... 51

4.2 การเลือกปัจจัยที่ใช้ในการทดลองเพื่อทำการออกแบบการทดลอง..... 56

4.3 การออกแบบการทดลอง..... 56

4.4 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง..... 61

4.5 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลของปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่อง..... 62

4.6 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ (Model Adequacy Checking)..... 84

4.7 สรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่อง..... 88

5 การทดลองเพื่อยืนยันผลหลังการปรับปรุง..... 89

5.1 ระดับของปัจจัยที่เหมาะสมของการทดลองเพื่อลดข้อบกพร่อง..... 89

5.2 ผลการทดลอง..... 90

5.3 การเปรียบเทียบจำนวนข้อบกพร่องก่อนและหลังการปรับปรุง..... 91

6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 92

6.1 สรุปผลการวิจัย..... 92

6.2 ข้อเสนอแนะ..... 94

รายการอ้างอิง..... 95

ภาคผนวก..... 97

ภาคผนวก ก มาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์..... 98

หน้า

ภาคผนวก ข มาตราฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนระหว่างกระบวนผลิต ณ จุดการบรรจุ..... 104
ภาคผนวก ค ขั้นตอนการดำเนินงาน การฝึกอบรม..... 110
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 116

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 จำนวนถุงลามิเนตที่เสีย ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ต.ค. ปี 2553..... 13

1.2 สัดส่วนของจำนวนถุงลามิเนตที่เสียตามลักษณะข้อบกพร่อง ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ต.ค. ปี 2553..... 15

3.1 ตารางวิเคราะห์เหตุและผล (Cause and Effect Matrix)..... 46

3.2 สรุปสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง..... 48

4.1 แนวทางการลดข้อบกพร่อง..... 51

4.2 การทดลองเบื้องต้นเพื่อกำหนดระดับปัจจัย..... 57

4.3 ทรีตเมนต์คอมบิเนชั่นและลำดับการทดลอง..... 59

4.4 การทดลองเพื่อหาสัดส่วนของถุงเสีย..... 60

4.5 ข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลอง สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1 63

4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง).. 66

4.7 เงื่อนไขของการทดลองที่ส่งผลต่อการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่น้อยที่สุด..... 69

4.8 ข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลอง สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 2..... 70

4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง).. 73

4.10 เงื่อนไขของการทดลองที่ส่งผลต่อการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่น้อยที่สุด..... 76

4.11 ข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลอง สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 3..... 77

4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง).. 81

4.13 เงื่อนไขของการทดลองที่ส่งผลต่อการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่น้อยที่สุด..... 84

4.14 สรุปปัจจัยหลักและอัตรกิริยาที่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนของเสียของถุงลามิเนต..... 88

5.1 ระดับของปัจจัยของการทดลองเพื่อยืนยันการลดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ซูชิทั้ง 3 ประเภท..... 89

5.2 ผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อยืนยันผลหลังการปรับปรุง..... 90

5.3 จำนวนถุงลามิเนตที่เสีย ตั้งแต่เดือน ก.ย.-ธ.ค. ปี 2554..... 90

6.1 ค่าที่เหมาะสมของแต่ละระดับปัจจัยเพื่อให้จำนวนข้อบกพร่องที่ถุงลามิเนตน้อยที่สุด..... 93

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ผลิตภัณฑ์กุ้งดิบ (Raw Shrimp Product).....	2
1.2	ผลิตภัณฑ์กุ้งต้มสุก (Cooked Shrimp Product).....	3
1.3	ผลิตภัณฑ์กุ้งดิบชุบแป้ง (Raw Breaded Shrimp Product).....	3
1.4	ผลิตภัณฑ์กุ้งชุบแป้งทอด (Fully Cooked Breaded Shrimp Product).....	3
1.5	ผลิตภัณฑ์ทำให้เพิ่มมูลค่าได้ (By Product).....	3
1.6	บรรจุภัณฑ์ประเภทถุงลามิเนต (Laminated Bag).....	4
1.7	บรรจุภัณฑ์ประเภทถาด (Tray).....	5
1.8	บรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องพับได้ (Folding Carton) และกล่องกระดาษลูกฟูก (Corrugated Box).....	6
1.9	สัดส่วนราคาต้นทุนการผลิต (%) ต่อกิโลกรัมของแต่ละกลุ่มสินค้า.....	6
1.10	ปริมาณการขายกลุ่มผลิตภัณฑ์ซูชิ(ตัน)ต่อเดือน ประจำปี 2553.....	7
1.11	แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของโรงงานกรณีศึกษา..	8
1.12	แผนผังกระบวนการแปรรูปกุ้งแช่แข็งของโรงงานกรณีศึกษาและเปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในแต่ละประเภท.....	8
1.13	เปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายจากความบกพร่องที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการบรรจุสินค้า และมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ซูชิ ประจำปี 2553.....	10
1.14	แผนภูมิกราฟแสดงเปอร์เซ็นต์เสียของบรรจุภัณฑ์ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ต.ค. ปี 2553 (คิดเป็น %) แยกตามประเภทบรรจุภัณฑ์.....	10
1.15	แผนภูมิกราฟแสดงมูลค่าการสูญเสียของบรรจุภัณฑ์ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ต.ค. ปี 2553 (บาท) แยกตามประเภทบรรจุภัณฑ์.....	11
1.16	แผนภูมิวงกลมแสดงเปอร์เซ็นต์ข้อบกพร่องที่ถุงลามิเนตประจำปี 2553 (คิดเป็น%) แยกตามประเภทของผลิตภัณฑ์.....	11
1.17	กระบวนการของขั้นตอนการบรรจุสินค้า.....	12
1.18	แผนภูมิแสดงสัดส่วนความบกพร่องที่ถุงลามิเนต ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ต.ค. ปี 2553.....	14
1.19	แผนภูมิแสดงจำนวนข้อบกพร่องที่ถุงลามิเนตจากขั้นตอนการบรรจุ.....	17
1.20	ลักษณะข้อบกพร่องทั้ง 6 ประเภท.....	18

ภาพที่ หน้า

2.1 แผนภูมิแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)..... 23
2.2 ปัจจัยและพารามิเตอร์ของกระบวนการ..... 26
3.1 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด..... 38
3.2 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด..... 39
3.3 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ..... 40
3.4 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ถุงหลวม..... 42
3.5 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ..... 43
3.6 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ..... 44
4.1 สรุปแนวทางการลดข้อบกพร่อง..... 54
4.2 Normal Probability Plot ของอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)..... 64
4.3 Pareto Chart ของอิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)..... 65
4.4 กราฟแสดงปัจจัยหลักกับค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง..... 67
4.5 กราฟระหว่างอิทธิพลของปัจจัยร่วมที่ประกอบด้วยปัจจัยหลักปับค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง..... 67
4.6 Cube Plot ของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับถุงลามิเนต สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1..... 68
4.7 Normal Probability Plot ของอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)..... 72
4.8 Pareto Chart ของอิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง).... 72
4.9 กราฟแสดงปัจจัยหลักกับค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง..... 74
4.10 กราฟระหว่างอิทธิพลของปัจจัยร่วมที่ประกอบด้วยปัจจัยหลักปับค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง..... 75
4.11 Cube Plot ของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับถุงลามิเนต สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 2..... 76
4.12 Normal Probability Plot ของอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)..... 79
4.13 Pareto Chart ของอิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง).... 80
4.14 กราฟแสดงปัจจัยหลักกับค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง..... 82

ภาพที่ หน้า

4.15 กราฟระหว่างอิทธิพลของปัจจัยร่วมที่ประกอบด้วยปัจจัยหลักปับค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง..... 82

4.16 Cube Plot ของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับถุงลามิเนต สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 3..... 83

4.17 Normal Probability Plot ของ Residuals สำหรับข้อบกพร่อง..... 85

4.18 ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง) เทียบกับลำดับการทดลอง..... 86

4.19 ค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าคาดหมายของตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)..... 87

5.1 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบจำนวนถุงลามิเนตที่เกิดข้อบกพร่องก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง..... 91

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมอาหารของไทยมีรากฐานการผลิตที่เข้มแข็งกว่าประเทศอื่นในภูมิภาคเดียวกัน บริษัทผู้แปรรูปอาหารรายใหญ่เกือบทั้งหมดเป็นผู้ส่งออก และพึ่งพิงตลาดต่างประเทศค่อนข้างมาก แนวโน้มที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อชนิดและคุณภาพของสินค้าและทำให้โครงสร้างอุตสาหกรรมเริ่มเปลี่ยนแปลงมีหลายปัจจัย ซึ่งปัจจัยที่สำคัญและเห็นได้ชัด นั่นก็คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภค ที่ทำให้ผู้แปรรูปอาหารหันมาลงทุนผลิตสินค้าอาหารพร้อมรับประทานและอาหารแช่แข็งเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นแล้วถ้าจะมองในอุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย กุ้งแช่แข็งนับว่าเป็นอุตสาหกรรมอาหารที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ ที่มียอดการส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของประเทศและของโลก สามารถนำเงินตราจากตลาดโลกเข้าประเทศได้ไม่ต่ำกว่าแสนล้านบาทต่อปี การแข่งขันในเรื่องของคุณภาพ และราคาก็นับว่ามีความสำคัญไม่แพ้กัน ดังนั้นการพัฒนาและปรับปรุงการลดต้นทุนการผลิต โดยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและลดข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตก็นับว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถแข่งขันกับคู่แข่งในตลาดได้

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานแปรรูปกุ้งแช่แข็ง ซึ่งร้อยละ 80 ส่งออกไปยังต่างประเทศ และอีกร้อยละ 20 ผลิตและจัดจำหน่ายภายในประเทศ โดยสามารถแบ่งผลิตภัณฑ์ออกได้เป็น 5 ประเภทหลักๆ คือ กุ้งดิบทั้งตัว (Raw Head on Shrimp) ผลิตภัณฑ์กุ้งสุก (Cooked Shrimp Product) ผลิตภัณฑ์กุ้งดิบชุบแป้ง (Raw Breaded Shrimp Product) ผลิตภัณฑ์กุ้งชุบแป้งทอด (Fully Cooked Breaded Shrimp Product) และ ผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เพิ่มมูลค่าได้ (By Product)

ด้วยความมุ่งมั่นในด้านการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการ สะอาดถูกสุขอนามัย และปลอดภัยสู่ผู้บริโภคในประเทศต่างๆ ทั่วโลก และด้วยวิสัยทัศน์ที่จะมุ่งสู่การเป็น “ครัวของโลก” ด้วยการให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการวิจัยและพัฒนาในทุกๆ ขั้นตอนการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพการทำงานรวมถึงการลดการสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารและสามารถแข่งขันในตลาดได้ ยังคำนึงถึง

คุณภาพของสินค้าเป็นสำคัญรวมไปถึงสังคมและสิ่งแวดล้อมเพื่อตอบสนองความพึงพอใจและพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา

1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

1.2.1 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา

โดยประเภทของผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา แบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1) ผลิตภัณฑ์กุ้งดิบ (Raw Shrimp Product)

ภาพที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์กุ้งดิบ (Raw Shrimp Product)

2) ผลิตภัณฑ์กุ้งสุก (Cooked Shrimp Product)

ภาพที่ 1.2 ผลิตภัณฑ์กุ้งต้มสุก (Cooked Shrimp Product)

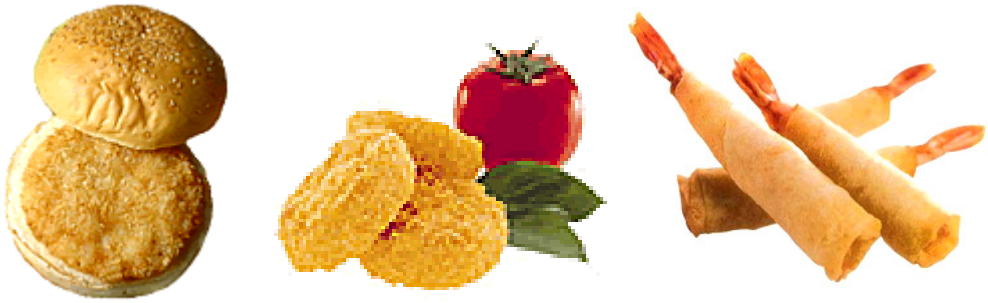
3) ผลิตภัณฑ์กุ้งดิบชุบแป้ง (Raw Breaded Shrimp Product)

ภาพที่ 1.3 ผลิตภัณฑ์กุ้งดิบชุบแป้ง (Raw Breaded Shrimp Product)

4) ผลิตภัณฑ์กุ้งชุบแป้งทอด (Fully Cooked Breaded Shrimp Product)

ภาพที่ 1.4 ผลิตภัณฑ์กุ้งชุบแป้งทอด (Fully Cooked Breaded Shrimp Product)

5) ผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เพิ่มมูลค่าได้ (By Product) ได้แก่ เบอร์เกอร์กุ้ง (Shrimp Burger) นักเก็ตกุ้ง (Shrimp Nugget) , กุ้งห่มสไบ (Wrap Prawn) เป็นต้น



ภาพที่ 1.5 ผลิตภัณฑ์ทำให้เพิ่มมูลค่าได้(By Product)

1.2.2 บรรจุภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา

บรรจุภัณฑ์ หมายถึง ภาชนะหรือโครงสร้างใดๆที่ใช้เพื่อบรรจุ ห่อหุ้มและรวบรวมผลิตภัณฑ์ ให้เป็นหน่วย เพื่อนำส่งให้ถึงผู้บริโภคในสภาพที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังรวมถึงฉลากและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการมัดหรือปิดผนึกด้วย

บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในโรงงานกรณีศึกษา ประกอบด้วย

1) ถุงลามิเนต (Laminated Bag) ประเภทของพลาสติกที่ใช้ ได้แก่

- Linear Low Density Polyethylene (LLDPE)คุณสมบัติ มีความโปร่งใส ยืดตัวได้มาก ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดีทนทานต่ออุณหภูมิต่ำได้ดีมาก สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดี
- Nylon คุณสมบัติ ทนต่ออุณหภูมิต่ำและสูงได้ดี ต้านทานแรงดึงและการฉีกขาดได้ดีป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดีมาก แต่เนื่องจากปิดผนึกด้วยความร้อนต้องใช้อุณหภูมิที่สูงและมีคุณสมบัติของการดูดซับความชื้นได้ง่าย จึงทำให้การใช้งานต้องนำมาลามิเนตกับชั้นของ LLDPE

ภาพที่ 1.6 บรรจุภัณฑ์ประเภทถุงลามิเนต (Laminated Bag)

2) ถาด (Tray) ประเภทของพลาสติกที่ใช้ ได้แก่

- Polypropylene (PP)คุณสมบัติ มีความเหนียว ยืดหยุ่น มีความต้านทานแรงกระแทกสูง แม้ใช้งานที่อุณหภูมิต่ำ
- Polystyrene (PS) ชนิด HIPSตามปกติ PS มีคุณสมบัติ กรอบเปราะ และแข็ง แต่มีการเติมโมเลกุลของยาง Butadiene ลงไปจนกลายเป็น HIPS ทำให้

ค่าต้านทานแรงกระแทกสูงขึ้น และยืดหยุ่นมากขึ้น มีความสวยงามและราคาถูก

- PS Foam (EPS) ใช้ทำถาดโฟม ซึ่งป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ดี แต่เนื่องจากปัญหาจากความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม หลายประเทศได้ออกกฎหมายห้ามใช้

ภาพที่ 1.7 บรรจุภัณฑ์ประเภทถาด (Tray)

3) ฟิล์มหด (Shrink film)

- เป็นพลาสติกชนิด Polyolefin ซึ่งเป็นการผสมระหว่าง PP กับ PE มีคุณสมบัติห่อหุ้มรวมหน่วยมีความใสและหดรัดเมื่อโดนความร้อน

4) กล่องพับได้ (Folding carton)

- นิยมเป็นบรรจุภัณฑ์ทุติยภูมิ ทำมาจากกระดาษแข็ง (paper board) อาจมีการเคลือบไขหรือพลาสติกเพื่อป้องกันความชื้น กล่องมีความยืดหยุ่นสูง สามารถทำได้หลายหลายแบบ และสามารถพิมพ์ได้สวยงามและยังสามารถเจาะช่องหน้าต่าง (window) ทำให้มองเห็นผลิตภัณฑ์ภายในได้

5) กล่องกระดาษลูกฟูก (Corrugated Box)

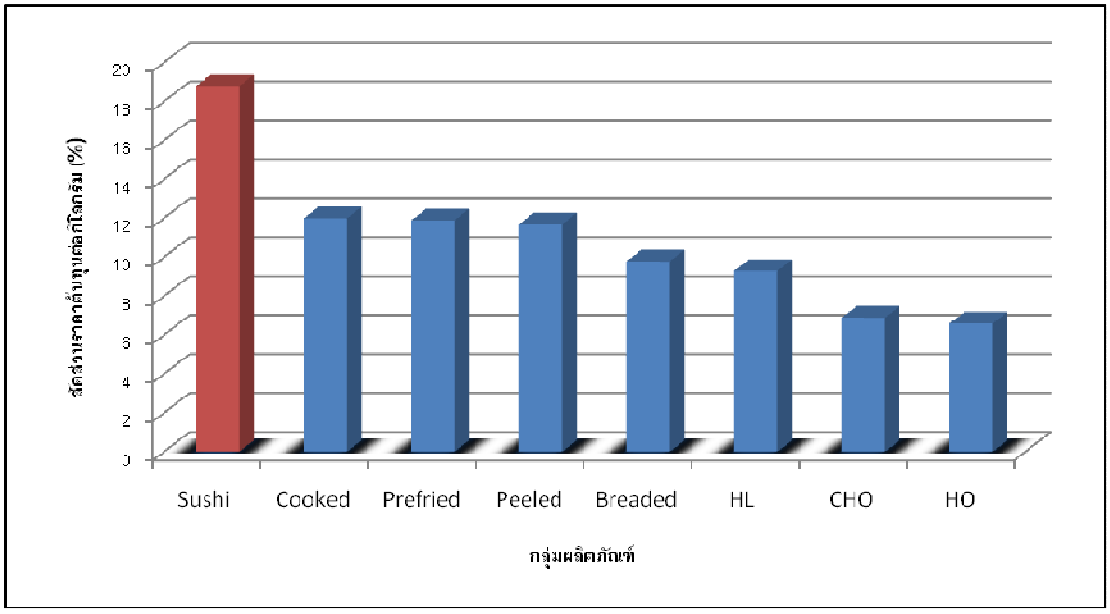
- นิยมใช้ทำกล่องเพื่อการขนส่ง จะใช้กล่องลูกฟูก 3 ชั้นหรือ 5 ชั้น ขึ้นกับความแข็งแรงที่ต้องการ

ภาพที่ 1.8 บรรจุภัณฑ์ประเภทกล่องพับได้ (Folding Carton) และ กล่องกระดาษลูกฟูก (Corrugated Box)

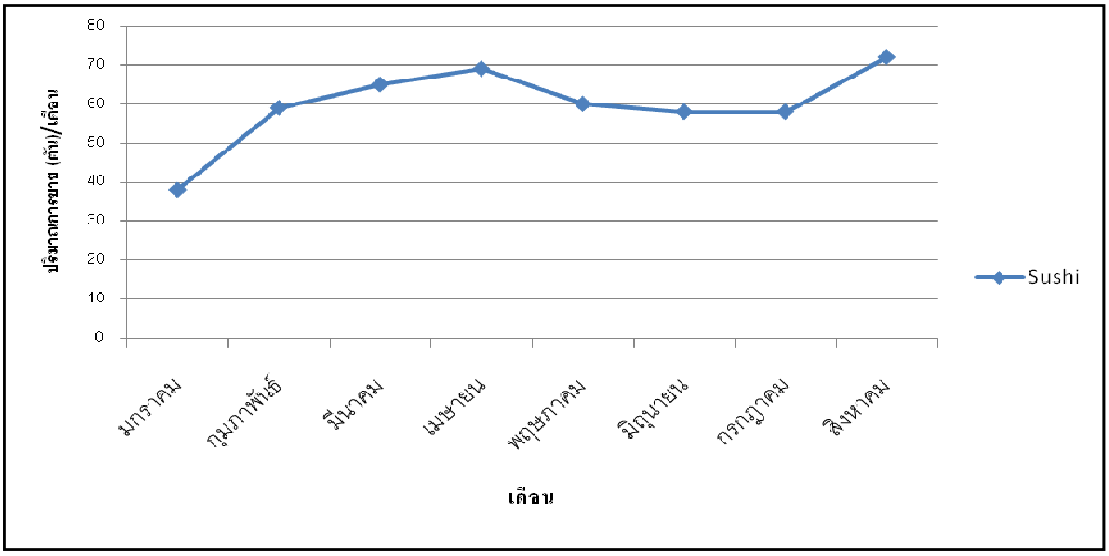
1.3 สภาพปัญหาและมูลเหตุจูงใจ

1.3.1 ข้อมูลต้นทุนผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา

จากข้อมูลราคาต้นทุนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา โดยแบ่งตามกลุ่มผลิตภัณฑ์พบว่ากลุ่มผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูป ซูชินั้นมีราคาต้นทุนการผลิตสูงที่สุด และเป็นสินค้าที่มีปริมาณการขายอยู่อย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานานและมีแนวโน้มจะสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา โดยมุ่งเน้นไปที่กิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่าความสูญเสียที่มากที่สุดของกระบวนการผลิต เพื่อทำการวิเคราะห์และลดข้อบกพร่องให้น้อยลง เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำที่สุด



ภาพที่ 1.9 สัดส่วนราคาต้นทุนการผลิต(%) ต่อกิโลกรัมของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 1.10 ปริมาณการขายกลุ่มผลิตภัณฑ์ซูชิ(ตัน)ต่อเดือน ประจำปี 2553

1.3.2 การวิเคราะห์ปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา

จากการวิเคราะห์โรงงานกรณีศึกษาพบว่า มีข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ข้อบกพร่องก่อนกระบวนผลิต แบ่งได้เป็น

- ข้อบกพร่องจากขั้นตอนการขนส่งวัตถุดิบกุ้งเข้าโรงงาน (Transportation)
- ข้อบกพร่องจากการคัดเลือกกุ้งก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต (Grading)

จำนวนข้อบกพร่องในประเภทที่ 1 คิดเป็นสัดส่วนของเสีย เท่ากับ 28 % ของกระบวนการผลิต

ประเภทที่ 2 ข้อบกพร่องในระหว่างกระบวนการผลิต แบ่งได้เป็น

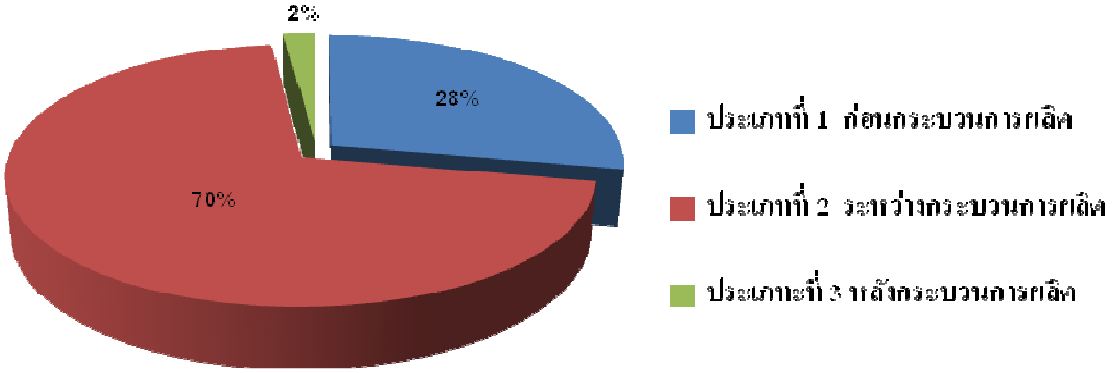
- ข้อบกพร่องจากขั้นตอนการแปรรูปตามลักษณะสินค้า (Process) และแช่เยือกแข็ง(Freezing)
- ข้อบกพร่องจากขั้นตอนการบรรจุสินค้า (Packing)

จำนวนข้อบกพร่องในประเภทที่ 2 คิดเป็นสัดส่วนของเสีย เท่ากับ 70 % ของกระบวนการผลิต

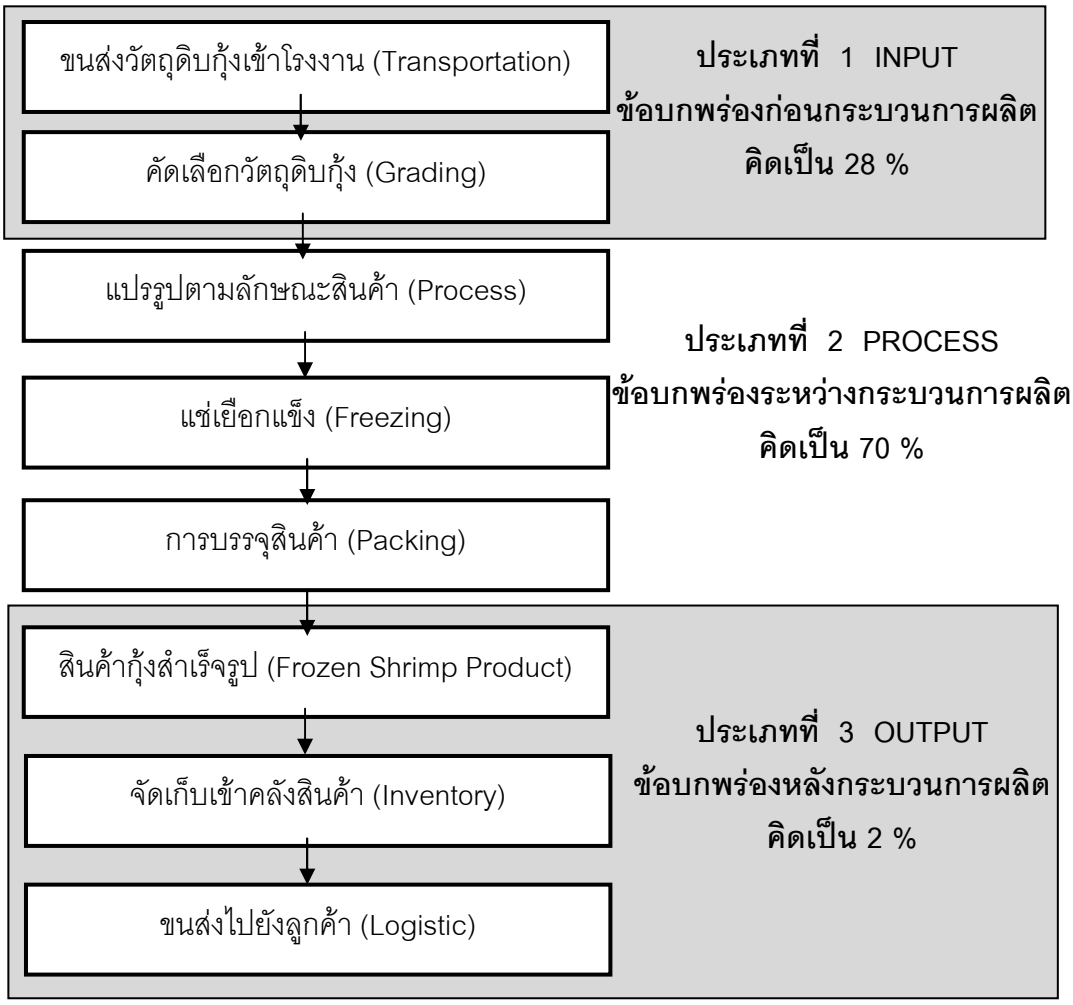
ประเภทที่ 3 ข้อบกพร่องหลังกระบวนการผลิต แบ่งได้เป็น

- ข้อบกพร่องจากขั้นตอนการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป (Inventory)
- ข้อบกพร่องจากขั้นตอนการขนส่งสินค้าสำเร็จรูป (Logistic)

จำนวนข้อบกพร่องในประเภทที่ 3 คิดเป็นสัดส่วนของเสีย เท่ากับ 2 % ของกระบวนการผลิต



ภาพที่ 1.11 แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของโรงงานกรณีศึกษา

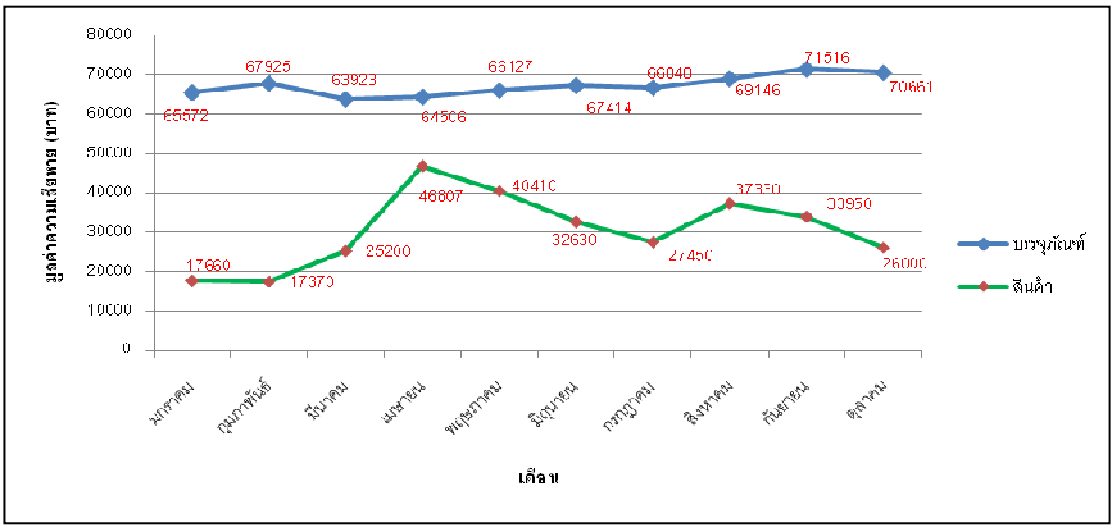


ภาพที่ 1.12 แผนผังกระบวนการแปรรูปกุ้งแช่แข็งของโรงงานกรณีศึกษาและเปอร์เซ็นต์ของจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในแต่ละประเภท

จากข้อบกพร่องของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งพบว่า เกิดจำนวนข้อบกพร่องในระหว่างกระบวนการผลิตมากที่สุดคิดเป็นสัดส่วน เท่ากับ 70 % ของข้อบกพร่องทั้งหมดของกระบวนการผลิต โดยข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเกิดจากขั้นตอน

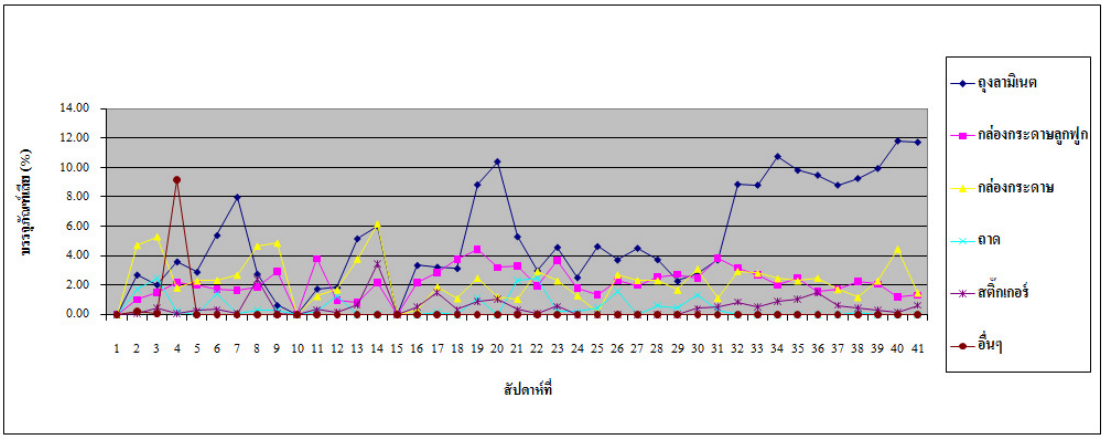
1) จำนวนข้อบกพร่องจากขั้นตอนการแปรรูปตามลักษณะสินค้าและแซ่เยือกแข็ง คิดเป็น 50 % ซึ่งประกอบด้วย
   - ข้อบกพร่องเกิดเนื่องจากการผลิตที่มากเกินความจำเป็น
   - ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในระหว่างการขนถ่ายระหว่างกระบวนการ
   - ข้อบกพร่องเนื่องจากการรอคอย
   - ข้อบกพร่องเนื่องจากกระบวนการผลิต
   - ข้อบกพร่องเนื่องจากพนักงาน
2) จำนวนข้อบกพร่องจากขั้นตอนการบรรจุสินค้า คิดเป็น 20 % ซึ่งประกอบด้วย
   - ข้อบกพร่องเกิดจากขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์
   - ข้อบกพร่องเกิดจากในระหว่างขั้นตอนการผลิต ณ จุดการบรรจุ

จากข้อมูลวิเคราะห์มูลค่ารวมข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในประเภทที่ 2 คือในระหว่างกระบวนการผลิต ของผลิตภัณฑ์ซูชิ พบว่า มูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการบรรจุสินค้าของผลิตภัณฑ์ ซูชิมีมูลค่าความสูญเสียที่สูงขึ้นอีกด้วย คิดเป็น 70% ของมูลค่าความเสียหายที่เกิดจากขั้นตอนการแปรรูปตามลักษณะสินค้า ทั้งที่มีเปอร์เซ็นต์จำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นน้อยกว่าก็ตาม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการผลิตในขั้นตอนการบรรจุสินค้า สำหรับผลิตภัณฑ์ ซูชิ เนื่องจากเกิดมูลค่าความเสียหายที่มากที่สุด ซึ่งมีผลต่อต้นทุนสินค้าดังกล่าว

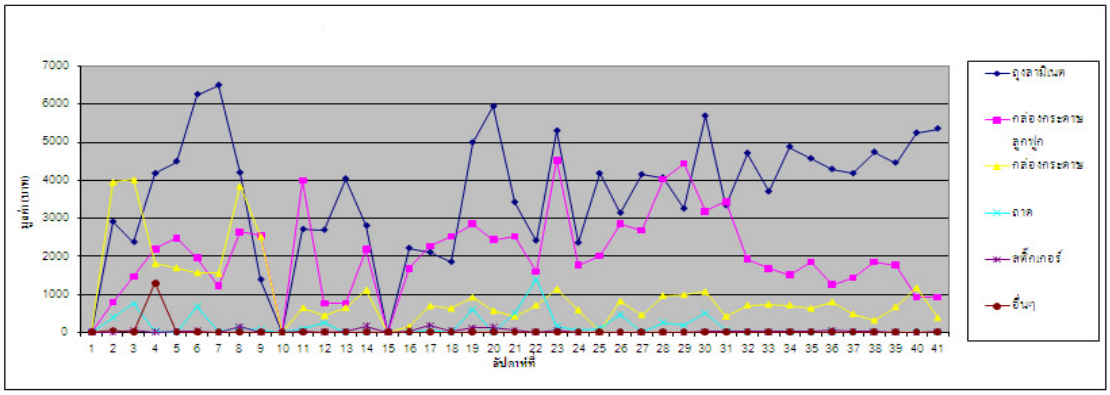


ภาพที่ 1.13 เปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายจากความบกพร่องที่เกิดขึ้นเกิดจากขั้นตอนการบรรจุสินค้า และมูลค่าความเสียหายที่เกิดจากขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ซูชิ ประจำปี 2553

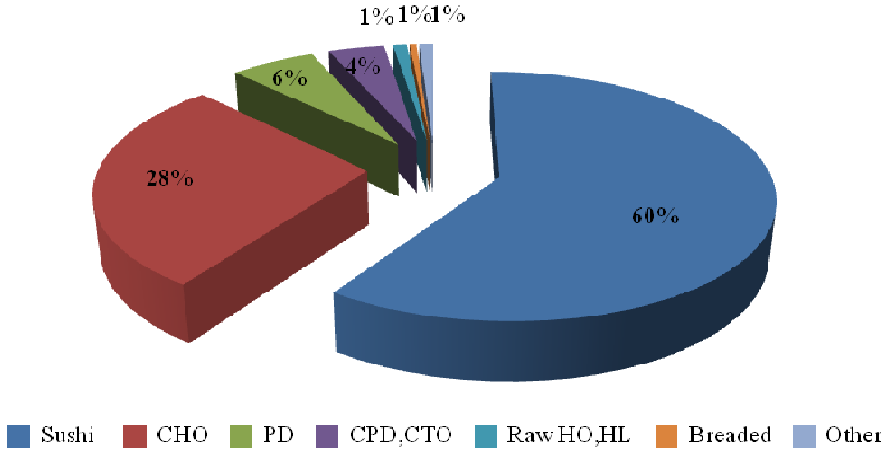
จากการวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นเกิดจากขั้นตอนการบรรจุสินค้า ของผลิตภัณฑ์ ซูชิ พบว่า บรรจุภัณฑ์ประเภทถุงลามิเนต ที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ ซูชิ เกิดความสูญเสียมากที่สุด คิดเป็น 60 % ของประเภทผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มุ่งเน้นในการลดข้อบกพร่องประเภทถุงลามิเนตในระหว่างกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ซูชิ ในขั้นตอนของการบรรจุสินค้า โดยทำการศึกษาในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์ และขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ เท่านั้น



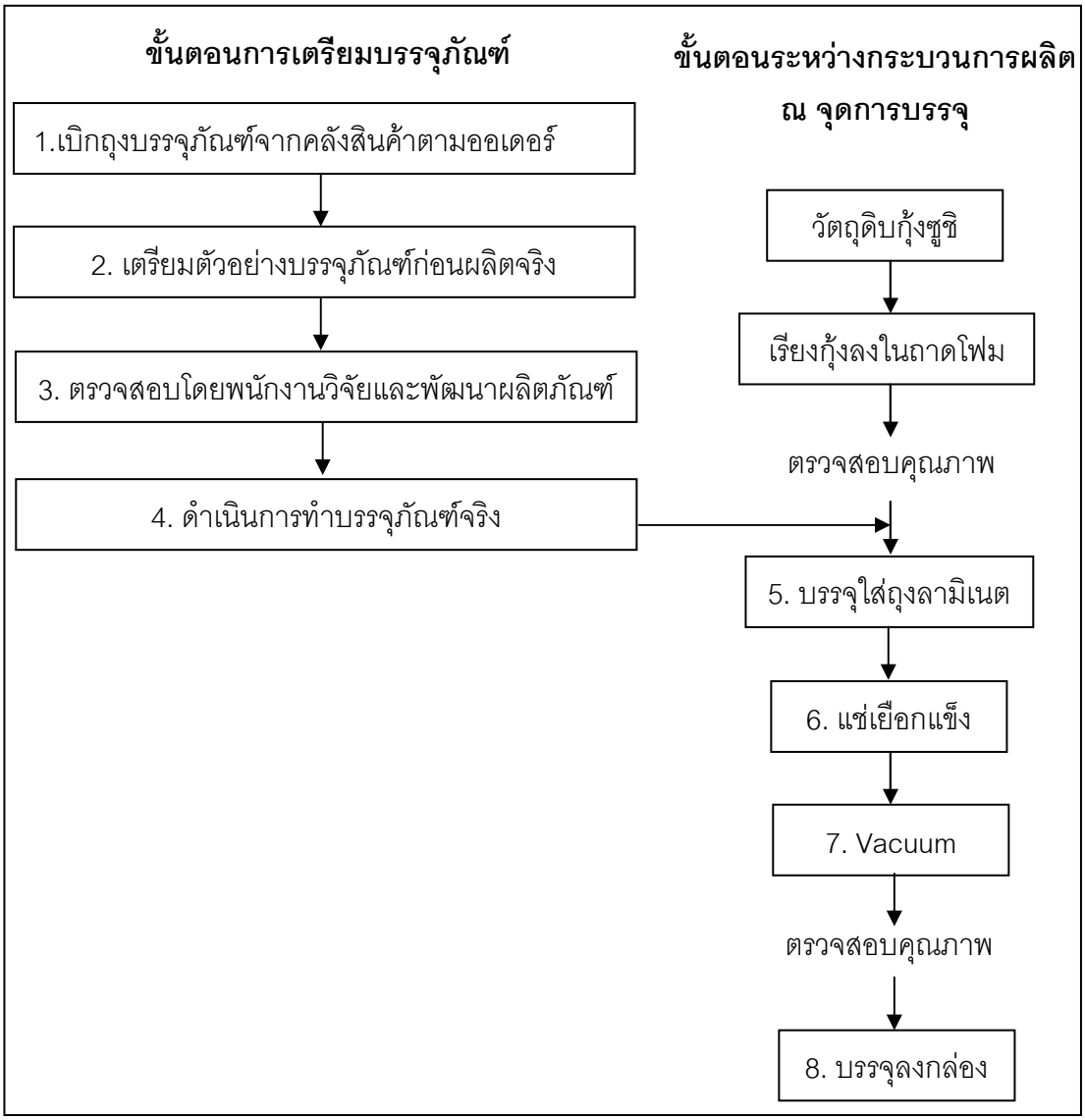
ภาพที่ 1.14 แผนภูมิกราฟแสดงเปอร์เซ็นต์เสียของบรรจุภัณฑ์ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ต.ค. ปี 2553 (คิดเป็น%) แยกตามประเภทบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 1.15 แผนภูมิกราฟแสดงมูลค่าการสูญเสียของบรรจุภัณฑ์ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ต.ค. ปี 2553 (บาท) แยกตามประเภทบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 1.16 แผนภูมิวงกลมแสดงเปอร์เซ็นต์ข้อบกพร่องที่ถุงลามิเนตประจำ ปี 2553 (คิดเป็น%) แยกตามประเภทของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 1.17 กระบวนการของขั้นตอนการบรรจุสินค้า

1.3.3 สรุปปัญหาและสาเหตุของปัญหา

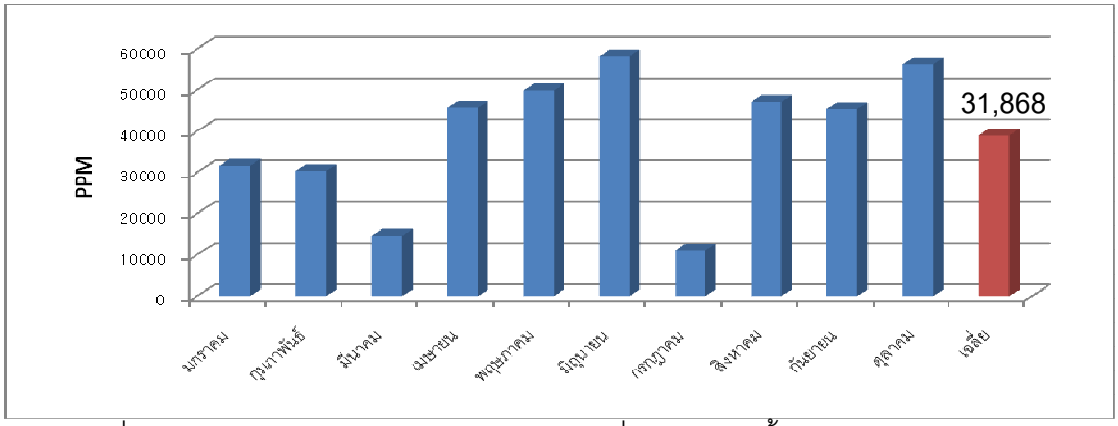
จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนถุงลามิเนตที่เสีย ตั้งแต่เดือน มกราคม-ตุลาคม 2553 จากปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์ ซูชิ ในแต่ละเดือนที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าแต่ละราย และในแต่ละรายการของผลิตภัณฑ์ ซูชิ นั้นมีจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่เกิดความเสียหายและสามารถบันทึกจำนวนถุงลามิเนตที่เสีย โดยมีรายละเอียดดังตาราง ที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 จำนวนถุงลามิเนตที่เสีย ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ต.ค. ปี 2553

ลำดับ	ประเภทผลิตภัณฑ์ซูชิ	เดือน / Packing	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	รวม (ใบ)
1	*Sushi Normal	20pcsx20x2	735	840	540	400	759	800	690	1,080	1,283	1,200	8,327
2	Sushi Normal	20pcsx50	82	100	60	46	68	85	32	80	107	85	745
3	Sushi Normal	30pcsx15x2	52	45	20	32	45	40	57	38	56	56	441
4	*Sushi HM	20pcsx20x2	580	380	273	250	390	562	398	454	645	480	4,412
5	Sushi HM	8pcsx10x6	55	60	48	54	67	42	65	43	63	72	569
6	*Sushi Broken	250gx40	111	872	196	524	447	620	743	956	1,184	1,197	6,850
จำนวนถุงลามิเนตที่เสีย (ใบ)			1,615	2,297	1,137	1,306	1,776	2,149	1,985	2,651	3,338	3,090	21,344
จำนวนถุงลามิเนตที่เบิกใช้ผลิตรวม (ใบ)			51,061	75,691	77,991	28,553	35,589	36,915	179,177	56,232	73,598	55,008	669,755
% ของเสีย			3.16	3.03	1.46	4.57	4.99	5.82	1.11	4.71	4.54	5.62	3.19
PPM			31,629	30,347	14,579	45,739	49,903	58,215	11,082	47,144	45,354	56,174	31,868

*หมายเหตุ : Sushi Normal คือ กุ้งสดถอดหัว นำมาผ่านกระบวนการต้มสุก จากนั้นนำมาปลอกเปลือกไว้หาง และผ่าหลังตัวตรง ตัดเนื้อคางกุ้งออก
Sushi HM คือ กุ้งสดถอดหัว นำมาผ่านกระบวนการต้มสุก จากนั้นนำมาปลอกเปลือกไว้หาง และผ่าหลังตัวตรง ไม่ตัดเนื้อคางกุ้ง
Sushi Broken คือ กุ้งซูชิที่เกิดจาก Sushi Normal หรือ Sushi HM ที่ไม่ตรงตามข้อกำหนด จากนั้นนำมาถอดหางออก

จากตารางที่ 1.1 แสดงให้เห็นว่าโรงงานกรณีศึกษามียอดการเบิกใช้ถุง และนำมาบรรจุผลิตภัณฑ์ ซูชิ ระหว่างเดือนมกราคม-ตุลาคม 2553 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 669,755 ใบ ซึ่งพบว่าถุงลามิเนตที่เกิดข้อบกพร่องหลังทำการบรรจุผลิตภัณฑ์ ซูชิ จำนวน 21,344 ใบ คิดเป็นสัดส่วนของเสียเฉลี่ย 3.19 % หรือ 31,868 PPM จากยอดเบิกใช้ถุงลามิเนตเพื่อทำการบรรจุทั้งหมด ซึ่งสามารถแสดงได้ ดังภาพที่ 1.18



ภาพที่ 1.18 แผนภูมิแสดงสัดส่วนความบกพร่องที่ถุงลามิเนต ตั้งแต่เดือนม.ค.-ต.ค. ปี 2553

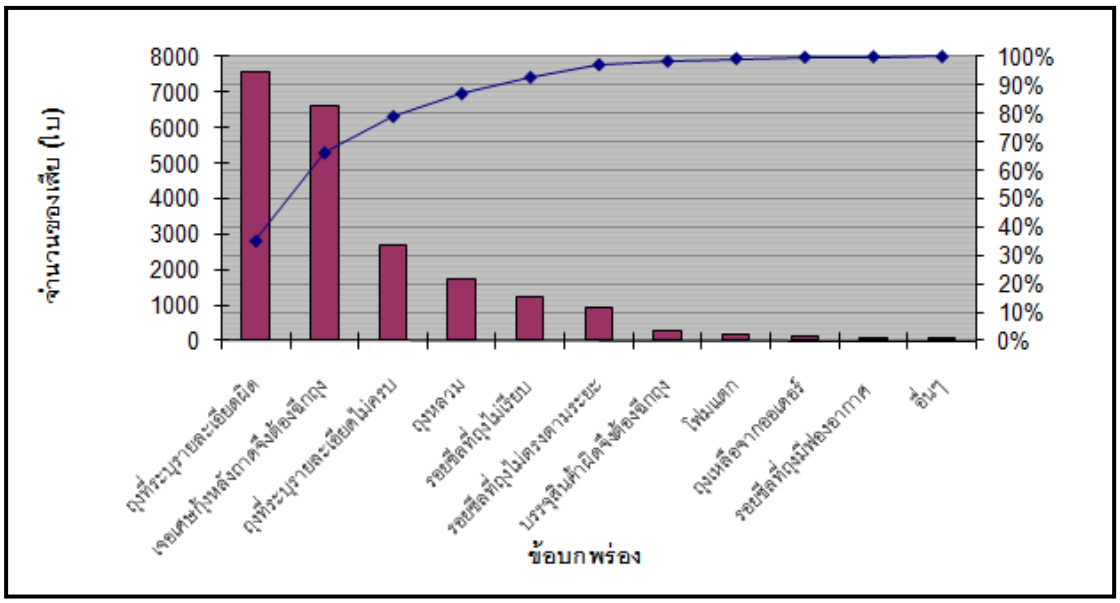
จากข้อมูลสัดส่วนถุงลามิเนตที่เสียในตารางที่ 1.1 จำนวนถุงลามิเนตที่เสีย เกิดจากประเภทของผลิตภัณฑ์ ซูชิ ทั้งหมด 6 รายการ ประกอบด้วย 3 กลุ่มผลิตภัณฑ์ซูชิ คือ Sushi Normal , Sushi HM และ Sushi Broken ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะข้อบกพร่องของถุงลามิเนตที่ใช้สำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ ดังกล่าว ได้ ดังตารางที่ 1.2 และนำมาทำการจัดเรียงลำดับเพื่อพิจารณาแก้ไขและปรับปรุง ด้วยแผนภาพพาเรโต

ตารางที่ 1.2 สัดส่วนของจำนวนถุงลามิเนตที่เสียตามลักษณะข้อบกพร่อง ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ต.ค. ปี 2553

ลำดับ	ข้อบกพร่อง	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	จำนวนถุงเสียรวม (ใบ)
ขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์												
1	ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด	530	735	423	480	786	845	670	987	1052	1045	7,553
2	ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ	280	320	106	182	280	251	350	295	400	250	2,714
3	ถุงเสียจากขั้นตอนการ Ink Jet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	ถุงเหลือจากออเดอร์	22	12	0	0	0	0	28	0	45	0	107
ขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ												
5	ถุงหลวม	192	310	81	120	141	150	228	173	215	105	1,715
6	ถุงฉีกขาด	4	0	0	0	8	0	0	0	0	0	12
7	ถุงแตก	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ	85	92	68	59	54	102	85	120	300	265	1,230
9	รอยซีลที่ถุงมีฟองอากาศ	0	0	0	5	0	4	6	2	2	8	27
10	รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ	62	76	54	50	23	87	66	87	175	272	952
11	เจอเศษกุ้งที่ถาดจึงต้องฉีกถุง	430	680	395	402	480	665	580	898	1014	1062	6,606
12	ทำการรวมเศษจึงต้องฉีกถุง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	บรรจุสินค้าผิดจำเป็นต้องฉีกถุง	0	52	0	0	0	45	0	50	51	64	262

ตารางที่ 1.2 สัดส่วนของจำนวนถุงลามิเนตที่เสียตามลักษณะข้อบกพร่อง ตั้งแต่เดือน ม.ค.-ต.ค. ปี 2553 (ต่อ)

ลำดับ	ข้อบกพร่อง	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	จำนวนถุงเสียรวม (ใบ)
15	ถาดโฟมแตกจำเป็นต้องฉีกถุง	14	20	10	8	4	0	0	39	84	19	198
จำนวนถุงลามิเนตที่เสีย (ใบ)		1,615	2,297	1,137	1,306	1,776	2,149	1,985	2,651	3,338	3,090	21,344
จำนวนถุงลามิเนตที่เบิกใช้รวม (ใบ)		51,061	75,691	77,991	28,553	35,589	36,915	179,117	56,232	73,598	55,008	669,755
% ของเสีย		3.16	3.03	1.46	4.57	4.99	5.82	1.11	4.71	4.54	5.62	3.19
PPM		31,629	30,347	14,579	45,739	49,903	58,215	11,082	47,144	45,354	56,174	31,868



ภาพที่ 1.19 แผนภูมิแสดงจำนวนข้อบกพร่องที่ถุงลามิเนตจากขั้นตอนการบรรจุ

จากตารางที่ 1.2 และภาพที่ 1.19 จะเห็นว่ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นจำนวน 15 ประเภท และจากแผนภาพพาเรโต นำไปวิเคราะห์หาสาเหตุและปัญหา โดยแผนภูมิจะเห็นว่า เปอร์เซ็นต์ของข้อบกพร่อง 95% เกิดจาก ข้อบกพร่องทั้งหมด 6 ประเภท ประกอบด้วย

1) ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด

2) ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาดจึงต้องฉีกถุง

3) ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ

4) ถุงหลวม

5) รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ

6) รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ

ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด

ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด

ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ

ถุงหลวม

รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ

รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ

ภาพที่ 1.20 ลักษณะข้อบกพร่องทั้ง 6 ประเภท

หลังจากที่ทำการคัดเลือกลักษณะบกพร่อง (Failure Mode) แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ นำแต่ละข้อบกพร่องไปวิเคราะห์หาสาเหตุและออกแบบการทดลองเพื่อหาแนวทางปรับปรุงเพื่อลดข้อบกพร่องดังกล่าว

1.4 วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและลดความบกพร่องที่เกิดขึ้นที่บรรจุภัณฑ์ถุงลามิเนตในกระบวนการบรรจุกุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็ง

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ศึกษาข้อบกพร่องของบรรจุภัณฑ์ประเภทถุงลามิเนตที่เกิดในระหว่างกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ ซูชิ ในกระบวนการบรรจุสินค้า จากขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์และขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุเท่านั้น

2) ข้อบกพร่องของบรรจุภัณฑ์ประเภทถุงลามิเนตที่ทำการศึกษาไม่รวมถึงข้อบกพร่องที่เกิดจากถุงลามิเนตที่มีตั้งแต่ต้นเมื่อได้รับจากผู้ขายถุง

3) จากการศึกษาและปรับปรุงที่ผู้วิจัยได้เสนอแนะไม่ได้ถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปรับปรุงทุกข้อเสนอแนะ ทั้งนี้ขึ้นกับความเห็นพ้องของโรงงานกรณีศึกษา เนื่องจากบางข้อเสนอแนะต้องใช้เงินลงทุนสูง ซึ่งหมายถึงทางผู้วิจัยจะแสดงเป็นเพียงข้อมูลเพื่อชี้ให้เห็นถึงทางเลือกในการตัดสินใจของโรงงานกรณีศึกษาเท่านั้น

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษาทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) รวบรวมข้อมูลสภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา กระบวนการผลิตและสภาพปัญหาในปัจจุบัน

3) คัดเลือกลักษณะข้อบกพร่องเพื่อนำมาแก้ไขโดยใช้แผนภูมิพาเรโต

4) วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องโดยใช้แผนภาพสาเหตุและผล

5) ทำการแก้ไขปัญหาลักษณะข้อบกพร่องโดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การปรับปรุงกระบวนงานของพนักงานหน้างาน และการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE) โดยขั้นตอนของการออกแบบการทดลองมีดังนี้

- กำหนดปัญหา (Problem Identification)
- เลือกตัวแปรที่ใช้ชี้วัด (Define Response Variables)
- กำหนดปัจจัย (Factors Identification)
- ออกแบบการทดลอง (Design Experiment)
- วิเคราะห์ข้อมูล (Analyze Data)
- สรุปผล (Conclusion)
- กำหนดปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัย (Identify Optimal Setting for Factor)
- ทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันผล (Run Confirmation Experiment)

6) ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งมีความเหมาะสมตามเศรษฐศาสตร์และการดำเนินการของบริษัท

7) วิเคราะห์ผลที่ได้หลังจากการแก้ไขปรับปรุงเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนการปรับปรุง

8) สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.7. ประโยชน์ที่ได้รับ

1) ลดข้อบกพร่องของบรรจุภัณฑ์ถุงลามิเนตที่เกิดจากความผิดพลาดในกระบวนการบรรจุกุ้งแปรรูป ซูชิแช่แข็ง

2) ลดต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ ซูชิ ของโรงงานกรณีศึกษา

3) เป็นแนวทางวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิต ในขั้นตอนของการบรรจุสินค้า โดยสามารถประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ในโรงงานกรณีศึกษาต่อไป

4) สร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพของสินค้าให้แก่ลูกค้าให้ได้รับความพึงพอใจสูงสุด

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเพื่อลดข้อบกพร่องของบรรจุภัณฑ์ถุงลามิเนตในกระบวนการผลิตกุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็ง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้นำเครื่องมือทางด้านคุณภาพมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องของบรรจุภัณฑ์ในกระบวนการผลิตกุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็งและหาแนวทางปรับปรุงเพื่อลดจำนวนข้อบกพร่องให้น้อยลง ซึ่งได้แก่ แผนภูมิพาเรโต(Pareto Diagrams),แผนผังแสดงเหตุและผล(Cause and Effect Diagram) และทำการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE)

2.1.1 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagrams)

1) ความหมายของแผนภูมิพาเรโต

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2539) ได้ให้ความหมายของแผนภูมิพาเรโตว่า เป็นเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในองค์กร โดยการนำเอาสาเหตุเหล่านั้นมาแบ่งแยกประเภท แล้วเรียงลำดับความสำคัญของข้อมูลจากมากไปน้อย โดยแผนภูมิพาเรโต เป็นการรวมกราฟพื้นฐาน 2 ชนิด คือ กราฟคอลัมน์หรือกราฟแท่งและกราฟเส้น โดยกราฟแท่งมีการจัดการลำดับความสูงของแต่ละแท่งให้เรียงลดหลั่นกันจากซ้ายไปขวา ส่วนกราฟเส้นมีไว้เพื่อแสดงค่าสะสมของความสูงของคอลัมน์ต่างๆจากซ้ายไปขวา

2) วิธีการสร้างแผนภูมิพาเรโต

2.1) กำหนดหัวข้อที่จะทำการสำรวจ แล้วรวบรวมข้อมูล

- เลือกช่วงเวลาที่จะทำการศึกษา เช่น แยกตามช่วงเวลาของของเสียนั้นตามวิธีการปฏิบัติงาน หรือตามประเภทของอุปกรณ์ เป็นต้น

- สร้างรายการตรวจสอบ (Check Sheet) สำหรับการรวบรวมข้อมูลในช่วงเวลานั้น

2.2) จำแนกและรวบรวมข้อมูลตามสาเหตุ

- จำแนกและรวบรวมข้อมูลตามสาเหตุ : ผู้ปฏิบัติงาน เครื่องจักร วีธีการปฏิบัติงาน วัตถุดิบ เป็นต้น

- จำแนกตามปรากฏการณ์ : เวลา สถานที่ กระบวนการผลิต เป็นต้น

- แจงข้อมูลให้เหมาะสม แล้วคำนวณปริมาณสะสม โดยเรียงจากมากไปน้อย ส่วนข้อมูลที่มียอดต่ำ ๆ ให้เขียนว่า อื่นๆ โดยนำเอาไว้ท้ายสุดเสมอ

2.3) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์สะสม โดยใช้สูตร = (ปริมาณสะสม / จำนวนทั้งหมด) x 100 %

2.4) เขียนแกนตั้งและแกนนอนลงบนกระดาษกราฟ

- แกนนอน เขียนชื่อหัวเรื่องโดยเรียงลำดับจากหัวเรื่องที่มีข้อมูลมากไปหาหัวเรื่องที่มีข้อมูลน้อย ตามลำดับจากซ้ายไปขวา

- แกนตั้ง ให้ค่าสูงสุดบนแกนนี้เท่ากับยอดรวมของค่าข้อมูลทุกประเภท

2.5) จัดทำกราฟแท่ง

- เขียนจำนวนข้อมูลออกเป็นกราฟแท่ง โดยให้ความกว้างของแต่ละแท่งเท่ากัน โดยเรียงลำดับจากข้อมูลมากไปหาข้อมูลน้อยและจากซ้ายไปขวาตามลำดับ

2.6) เขียนแกนตั้งขึ้นทางด้านขวาสุด และกำหนดสเกล

- กำหนดจุดเริ่มต้นของกราฟเป็น 0 % และจุดสูงสุดเป็น 100 %

- แบ่งส่วนระหว่าง 0-100% ออกเป็น 10 ส่วน แล้วเติมค่า 10,20,30,…,100

2.7) จัดทำเส้นกราฟสะสม

- เริ่มต้นด้วยการเขียนเส้นทแยงคอลัมน์แรกจากมุมล่างซ้ายไปสู่มุมบนขวา จากนั้นลากเส้นตรงทแยงไปทางขวาให้มีระยะแนวนอนเท่ากับความกว้างของคอลัมน์หนึ่งแท่งและมีระยะแนวดิ่งเท่ากับความสูงของคอลัมน์ที่สอง ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งกราฟเส้นนี้สัมผัสมุมบนขวาสุดของแผนภูมิพาเรโต ซึ่งจะเป็นตำแหน่ง 100% ของแกนแนวดิ่งอีกแกนหนึ่งที่กำกับด้านขวาของแผนภูมิ

2.8) เติมข้อความที่จำเป็นลงไป

- อาจแสดง ชื่อผู้รวบรวมข้อมูล ชื่อผู้จัดทำ ช่วงเวลา เป็นต้น

3) ประโยชน์ของแผนภูมิพาเรโต

3.1) เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจแก้ปัญหาเร่งด่วน ปัญหารอง ตามลำดับ โดยเข้าใจถึงลำดับความสำคัญของปัญหานั้นได้ทันที

3.2) ใช้ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ไขปรับปรุง

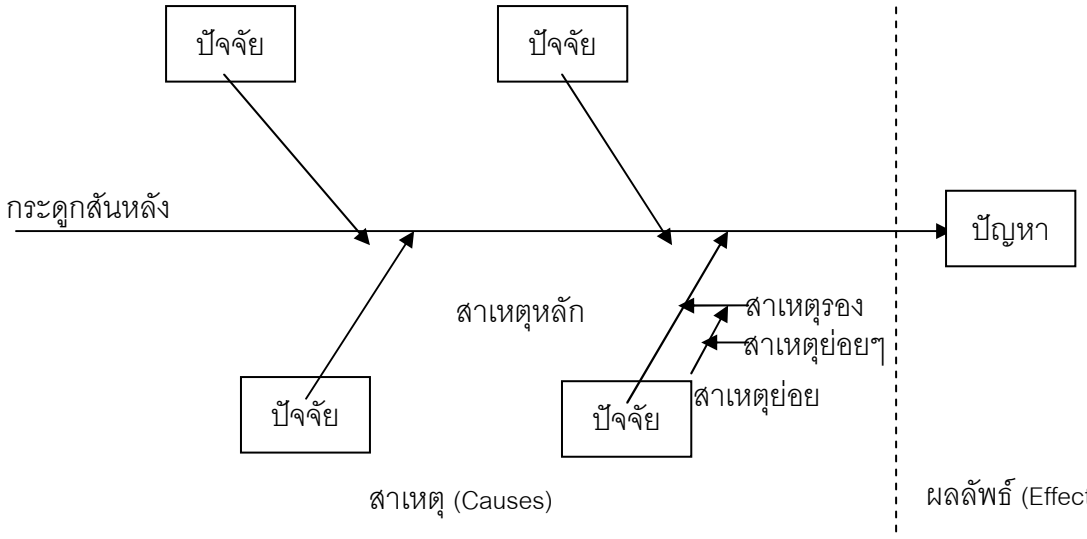
3.3) ไม่ต้องทำการคำนวณที่ยุ่งยากก็สามารถจัดทำได้

2.1.2 **แผนภูมิแสดงเหตุและผล** (Cause and Effect Diagram)

1) ความหมายของแผนภูมิแสดงเหตุและผล

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล (2541) ได้ให้ความหมายของแผนภูมิแสดงเหตุและผลว่า เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุ (Cause) ซึ่งทำให้คุณภาพเปลี่ยนแปลงกับผลที่เกิด (Effect) โดยรวมไว้ในลักษณะแผนภาพที่คล้ายกับก้างปลา จึงนิยมเรียก “ผังกางปลา” (Fishbone Diagram) หรือบางครั้งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “แผนภูมิอิชิกาวา” (Ishikawa Diagram) ทั้งนี้เพื่อเป็นการให้เกียรติแก่ผู้พัฒนาแผนภูมิชนิดนี้ขึ้นเป็นคนแรก ซึ่งก็คือ ศาสตราจารย์เคโอรุ อิชิกาวา โดยองค์ประกอบและสาเหตุหลักโดยทั่วไปมักจะเหมือนกัน คือ คนงานหรือพนักงาน (Man) , เครื่องมือและเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ (Machine) , วัตถุดิบ (Material) และ กระบวนการทำงาน (Method)

แผนภูมิแสดงเหตุและผล เป็นวิธีการที่ใช้หาสาเหตุที่แท้จริง (root cause) ของปัญหาในระดับรายละเอียด ซึ่งจะต้องทราบปัญหาที่เกิดขึ้นก่อน จากการรวบรวมข้อมูล จัดเรียงข้อมูล โดยเลือกปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุดมาแก้ไขก่อน แล้วมาระดมความคิดจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ค่อยๆระบุสาเหตุที่อาจทำให้เกิดปัญหา เมื่อทำเสร็จออกมาแล้วแผนผังจะมีลักษณะคล้ายก้างปลา ดังรูป



ภาพที่ 2.1 แผนภูมิแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ , 2539)

จากแผนภาพ ปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา ส่วนสาเหตุ (Causes) จะแยกย่อยออกเป็น ปัจจัย (Factors) ที่จะส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา) , สาเหตุหลัก , สาเหตุย่อย ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น

2) วิธีการสร้างแผนภูมิแสดงเหตุและผล

2.1) กำหนดลักษณะคุณภาพที่เป็นปัญหาอย่างชัดเจน

2.2) เขียนคุณสมบัติที่เป็นปัญหา ลงทางด้านขวามือพร้อมตีกรอบสี่เหลี่ยม จากนั้นลากเส้นพร้อมหัวลูกศรจากซ้ายมือมายังกรอบสี่เหลี่ยม(กระดูกสันหลัง)

2.3) เขียนสาเหตุหลัก ลงบนเส้นกระดูกสันหลังทั้งบนและล่าง โดยลากเส้นพร้อมหัวลูกศรจากซ้ายมือเอียงเข้าหาเส้นกระดูกสันหลัง พร้อมตีกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบสาเหตุหลัก

2.4) สำหรับก้างปลาใหญ่เป็นสาเหตุหลักของปัญหา จากนั้นให้ใส่ก้างรองลงไป ที่แต่ละปลายก้างรองให้ใส่ข้อความที่เป็นสาเหตุรองของแต่ละสาเหตุหลัก ในแต่ละก้างรองที่เป็นสาเหตุรอง ให้เขียนก้างย่อย ซึ่งก็คือสาเหตุย่อยๆ ของสาเหตุรองนั้นๆ

2.5) พิจารณาทบทวนการใส่สาเหตุต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันตามระดับว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้ามีให้ใส่ข้อมูลเพิ่มเติมให้ครบถ้วน

2.6) จัดลำดับความสำคัญของปัญหา โดยการใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูล แผนภูมิพาเรโต การแสดงความคิดเห็นและข้ออภิปรายกับผู้ที่มีส่วนร่วม เป็นต้น โดยอาจแสดงกรอบหรือวงกลมล้อมรอบสาเหตุที่สำคัญมากกว่าเพื่อให้เห็นชัดเจน

3) ข้อเสนอแนะในการสร้างแผนภูมิแสดงเหตุและผล

3.1) ลักษณะคุณภาพที่เป็นปัญหา(หัวปลา) จะต้องเป็นปัญหาที่ชัดเจนและจำเพาะเจาะจง

3.2) สาเหตุหลัก (ก้างปลา) แต่ละสาเหตุจะต้องไม่ขึ้นแก่กัน คือแยกจากกันอย่างชัดเจน เช่น สาเหตุมาจากคน เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ หรือจากวิธีการ

3.3) พยายามหาสาเหตุย่อย (ก้างปลาย่อย) ให้มาก เพราะจะทำให้ได้สาเหตุอย่างมาก ทั้งที่แก้ไขได้และไม่ได้ก็ตาม โดยเลือกสาเหตุที่สามารถแก้ไขได้เป็นรูปธรรมมาทำการปรับปรุง ส่วนข้อที่แก้ไขไม่ได้ให้นำเป็นข้อเสนอแนะ

3.4) ขณะใช้ผังกางปลา ควรทำการปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการเขียนครั้งแรกอาจจะไม่สมบูรณ์ แต่เมื่อนำไปใช้แก้ปัญหาแล้ว อาจพบว่าได้ข้อมูลและข้อเท็จจริงมากขึ้น การปรับปรุงไปเรื่อยๆ จึงเป็นการบันทึกผลการศึกษาค้นคว้าประกอบการแก้ไขปัญหาได้เป็นอย่างดี

4) ประโยชน์ของแผนภูมิแสดงเหตุและผล

4.1) เป็นเครื่องมือในการระดมความคิดจากสมองของสมาชิกทุกคนในกลุ่มอย่างเป็นหมวดหมู่

4.2) แผนผังนี้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ได้มากมาย ทั้งในหน้าที่การงาน สังคม หรือแม้แต่กระทั้งในชีวิตประจำวัน และแสดงให้เห็นสาเหตุต่างๆ ของปัญหา ผลที่เกิดขึ้นที่มีมาอย่างต่อเนื่องจนถึงแก่นของปัญหาอย่างแท้จริง

2.1.3 **การออกแบบการทดลอง** (Design of Experiments : DOE)

การออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบดูว่า ปัจจัย(Factor) ใดหรือตัวแปรใดที่มีผลต่อสิ่งที่สนใจ(Response) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

-ยืนยันข้อเท็จจริง (Confirmation) คือ พิสูจน์ข้อเท็จจริงหรือความเชื่อหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต

-เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง (Exploration) คือ การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการ

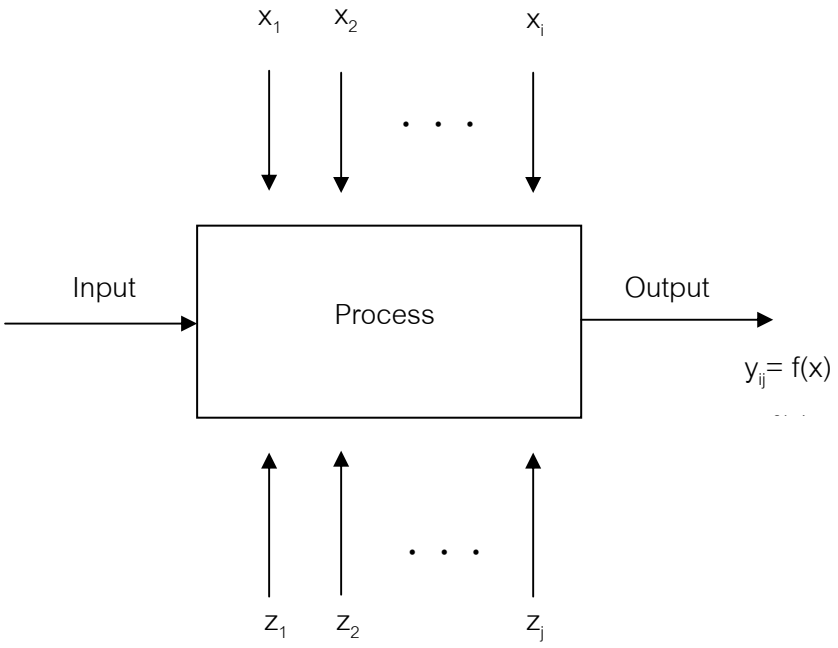
1) คำจำกัดความ

อิทธิพลของปัจจัย (Effect) หมายถึง ผลของตัวแปรต้น (ปัจจัยที่ทราบค่า สามารถกำหนดและเปลี่ยนแปลงได้) ที่มีต่อตัวแปรตาม (ผลที่ตามมาหลังจากการทดลองหรือค่าที่ต้องการวัด)

ปัจจัย (Factor) หมายถึง คุณสมบัติใดๆ ที่คาดว่ามีผลต่อการทดลอง โดยปัจจัยในการผลิต สามารถแบ่งได้เป็น ดังนี้

- ปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable Factors) หมายถึง ปัจจัยที่สามารถกำหนดปรับเปลี่ยนค่าได้ของปัจจัยนั้นได้ในการผลิต

- ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrollable Factors) หมายถึง ปัจจัยที่ไม่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ในการผลิต อาจเนื่องมาจากต้นทุนในการควบคุมที่สูง หรือไม่สามารถควบคุมได้เนื่องจากสภาพแวดล้อม เป็นต้น



ภาพที่ 2.2 ปัจจัยและพารามิเตอร์ของกระบวนการ (ปารเมศ ชุติมา, 2545)

โดยที่ y คือ ตัวแปรตามหรือผลิตภัณฑ์

z , x คือ ตัวแปรอิสระหรือปัจจัย

โดยที่ x คือ ปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ ในขณะที่ z คือ ปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้

และ $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

ซึ่ง μ คือ ค่าเฉลี่ย

τ คือ อิทธิพลที่เกิดจากปัจจัย

ε คือ ความคลาดเคลื่อน

ระดับของปัจจัย (Level of Factor) หมายถึง สภาวะต่างๆ ของปัจจัยหนึ่งๆที่ทำการกำหนดในการทดลอง

ปัจจัยรบกวน (Noise Factor) หมายถึง ปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบเล็กๆน้อยๆในการทดลอง ที่ไม่ทราบลักษณะและไม่สามารถควบคุมได้

2) หลักการในการออกแบบการทดลอง

- การสุ่ม (Randomization) คือ การดำเนินการใดๆกับปัจจัยจะต้องอิสระ เพื่อให้ข้อมูลแต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน นอกจากนั้นจะต้องคำนึงถึง หลักการกระจายอย่างทั่งถึงสมดุลย์สำหรับปัจจัยอื่นที่ไม่สามารถควบคุมได้

- การทำซ้ำ (Replication) คือ การทำการทดลองซ้ำในแต่ละข้อมูลเพื่อให้สามารถมองเห็นและประเมินค่าความคลาดเคลื่อนจากการทดลองได้ การดำเนินการวิเคราะห์จะนำเอาค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวไปประเมินว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อกระบวนการบ้าง และเพื่อกำจัดความคลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นอิทธิพลที่ไม่สามารถควบคุมได้ ที่มีต่อปัจจัย

- การบล็อค (Blocking) คือ เป็นเทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มความแม่นยำ (Precision) ของการทดลอง หรือเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการทดลอง

3) ขั้นตอนในการออกแบบการทดลอง

3.1) กำหนดหัวข้อปัญหา (Problem Statement)

จะต้องชัดเจน เข้าใจง่ายและเป็นรูปธรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 อย่าง คือ อะไรที่เป็นปัญหา (What) , ลักษณะของปัญหาเป็นเช่นไรขนาดไหน (How) , และพบปัญหาที่ไหนช่วงเวลาใด (Where)

3.2) การเลือกปัจจัย (Factor) และการกำหนดระดับของปัจจัย (Treatment)

เป็นการใช้หลักการทางทฤษฎี และผู้ที่มีความรู้หรือเชี่ยวชาญในกระบวนการนั้นๆ เพื่อระบุว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการทดลอง และในแต่ละปัจจัยนั้น ควรมีช่วงในการทดลองอย่างไร เพื่อระบุระดับของปัจจัยในการทดลอง และทำการระบุระดับที่ควรใช้ควรเป็นแบบใด แบบกำหนด (Fixed levels) , แบบสุ่ม (Random levels) , หรือ แบบผสม (Mixed levels)

-แบบกำหนด (Fixed levels) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่สามารถควบคุมหรือกำหนดค่าได้แน่นอน

-แบบสุ่ม (Random levels) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมหรือกำหนดค่าได้แน่นอน

-แบบผสม (Mixed levels) หมายถึง การผสมผสานระดับของปัจจัยที่เป็นทั้งแบบกำหนดและแบบสุ่ม

3.3) การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Response variable)

จะต้องเน้นตัวแปรที่สามารถวัดได้ ทั้งที่วัดด้วยเครื่องมือวัดและวัดด้วยกระบวนการวัดอื่นๆ เช่น การนับ และจะต้องเป็นตัวแปรที่สื่อถึงกระบวนการที่ต้องการศึกษานั้นได้ดีด้วย

3.4) การเลือกแบบทดลอง (Experiment design)

เช่น การกำหนดจำนวนสิ่งตัวอย่าง วิธีการเลือกสิ่งตัวอย่าง วางแผนการทดลอง วิธีการบันทึกผลการทดลอง เป็นต้น อีกทั้งต้องพิจารณาถึงจำนวนข้อมูลที่ทำซ้ำในการทดลองความเหมาะสม ข้อจำกัดในการสุ่ม (Randomization) และการบล็อก (Blocking)

3.5) ดำเนินการทดลอง (Perform the Experiment)

โดยให้เป็นไปตามแผนการ ทั้งวิธีการดำเนินการ ต้องมีการสุ่ม การทำซ้ำ ความถูกต้องในการวัด การควบคุมตัวแปรในการทดลอง และการเก็บผลการทดลอง

3.6) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

ในการวิเคราะห์ข้อมูล จะใช้ความรู้ทางด้านสถิติเข้ามาทำการวิเคราะห์และสรุปผล รวมทั้งตัดสินความถูกต้องของข้อมูลที่เกิดขึ้น โดยลักษณะและคุณภาพของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การพิสูจน์ทราบความถูกต้องของ Model ที่ได้ หาค่าระดับนัยสำคัญของอิทธิพลของแต่ละปัจจัย ซึ่งโดยปกติ DOE จะใช้ ANOVA ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นผู้วิเคราะห์ก็ต้องมีความรู้ความเข้าใจเงื่อนไขของ ANOVA ด้วย

3.7) สรุปผลและข้อเสนอแนะหลังจากที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว จะต้องทำการสรุปผลการวิเคราะห์ ซึ่งอาจแสดงในรูปของกราฟ ตาราง แผนภูมิ เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้น

4) หลักการทางสถิติที่จำเป็นในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1) การทดสอบสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R-Square)

เป็นการวิเคราะห์ว่าการออกแบบที่ได้ออกแบบขึ้นมาใช้ในการทดลอง มีความเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งการทดลองทุกครั้งจะต้องมีความผันแปรที่อธิบายไม่ได้หรือความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ การออกแบบการทดลองที่ดีจะต้องทำให้เกิดความผันแปรที่อธิบายไม่ได้น้อยที่สุด

$$\text{การทดสอบสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R-Square)} = \frac{\text{ความผันแปรที่อธิบายได้}}{\text{ความผันแปรทั้งหมด}} \times 100\%$$

ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R-Square) ต่ำ สามารถแก้ไขโดย

1) เพิ่มจำนวนการทดลองซ้ำ
2) ตรวจสอบหาปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องแล้วออกแบบการทดลองใหม่

3) ถ้าทำการเพิ่มปัจจัยอื่นแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R-Square) ยังต่ำอยู่ แสดงว่าผลจากปัจจัยรบกวน (Noise Factor) มีมาก จึงควรทำการบล็อค (Blocking) เพื่อลดผลจากปัจจัยรบกวนให้น้อยที่สุด

4.2) การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ (Model Adequacy Checking)

จากสมการ $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

ซึ่ง μ คือ ค่าเฉลี่ย

τ คือ อิทธิพลที่เกิดจากปัจจัย

ε คือ ความคลาดเคลื่อน

ในการออกแบบการทดลองส่วนใหญ่ มักจะตั้งสมมุติฐานในการวิเคราะห์จากการที่ y (ตัวแปรตอบสนอง) ให้มีการกระจายแบบแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และในการที่ y จะมีการกระจายแบบดังกล่าวจะต้องให้ ε (ค่าความคลาดเคลื่อน) มีการกระจายแบบปกติ และต้องมีการแจกแจงที่เป็นอิสระต่อกัน โดยสามารถเขียนสัญลักษณ์ได้เป็น $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$ ซึ่งในการออกแบบการทดลองนั้นจำเป็นต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบด้วย เพื่อความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน

การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแปรมี 3 ขั้นตอน คือ

1) การตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) หรือไม่ โดยนำค่าความคลาดเคลื่อน (Residual) ไปตรวจสอบ โดยหาได้จาก

$\ell_{ij} = y_{ij} - \hat{y}_{ij}$

โดยที่ ℓ_{ij} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Resudual)

y_{ij} คือ ค่าตัวแปรตอบสนอง

$\hat{y}_{ij}$ คือ ตัวประมาณค่าคาดหมายของตัวแปรตอบสนอง y_{ij}

$y_{ij} = \hat{\mu} + \hat{\tau}_i$

$= \overline{y}.. + (\overline{y}i - \overline{y}..)$

$= \overline{y}i .$ (คือ ค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์นั้น)

เมื่อคำนวณค่า ℓ_{ij} ได้แล้วจะนำไปทดสอบการแจกแจงปกติโดยใช้วิธี

- การทดสอบแบบไคร์สแควร์ (χ^2 – Goodness of Fit Test)
- การทดสอบแบบโคโกโมรอฟ-สเมอร์นอฟ (Koigomorow-Smimov Test)

- การทดสอบโดยใช้กระดาษตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normal Probability Plot : NOPP) ซึ่งจะเรียงตัวเป็นเส้นตรงของค่าความคลาดเคลื่อน (Residual) ที่นำมาพล็อต

2) การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) โดยใช้แผนภูมิการกระจาย (Scatter Plot) ระหว่างค่า ℓ_{ij} กับลำดับที่ทำการทดลอง จากนั้นดูลักษณะของข้อมูลว่ามีการกระจายเป็นอิสระหรือมีลักษณะเป็นรูปแบบใด

3) การตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน (Variance Stability) โดยใช้แผนภูมิการกระจาย ซึ่งเป็นแผนภูมิการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อน (Residual) ในแต่ละระดับของปัจจัย ถ้ารูปของแผนภูมิมีลักษณะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นลำดับ (Megaphone) แสดงว่าข้อมูลนั้นไม่มีความเสถียรของความแปรปรวน (Variance Stability)

4.3) การตั้งสมมติฐานในการตรวจสอบ (Hypothesis Testing)

ในการตรวจสอบผลการทดลองโดยใช้วิธีทางสถิตินั้น จะมีความเสี่ยงเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ด้วยเสมอ การตั้งสมมติฐานในการตรวจสอบ จะตั้งสมมติฐานใน 2 ทางเลือก

H_o : ระดับของปัจจัยไม่มีผลต่อกระบวนการผลิต

H_1 : ระดับของปัจจัยมีผลต่อกระบวนการผลิต

ทั้งนี้ภายใต้ความเสี่ยงทั้ง 2 ชนิด คือ α และ β

โดย α หมายถึง ความเสี่ยงในการไม่ยอมรับสมมติฐานหลัก ทั้งที่สมมติฐานหลักเป็นจริง

β หมายถึง ความเสี่ยงในการยอมรับสมมุติฐานหลัก ทั้งที่สมมติฐานหลักไม่เป็นจริง

และจากความเสี่ยงทั้ง 2 ชนิด จึงต้องกำหนดจำนวนซ้ำของการทดลอง เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นหรือความเสี่ยงในการยอมรับข้อมูล ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงกำหนดให้ค่าของ α มีค่าคงที่ และค่าของ β ให้มีค่าน้อยที่สุด

5) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

การวิเคราะห์ความแปรปรวน จะทำให้สามารถทราบว่าปัจจัยใดมีผลต่อตัวแปรตอบสนอง โดยพิจารณาอิทธิพลของปัจจัย วิเคราะห์ความแตกต่าง โดยวัดความแตกต่างรวมออกมาในรูปของความแปรปรวน (Variance) แล้วแยกออกมาให้เห็นความแตกต่างย่อย จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่าง หากค่าความแตกต่างใดมีค่ามากกว่า แสดงว่า ปัจจัยหรือระดับของ

ปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างนั้นมีผลต่อค่าที่ทำการวัด โดย ค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square ,MS) เป็นค่าที่ประมาณค่าความแปรปรวน (Variance) ซึ่ง

$$MS = \frac{SS}{df}$$

เมื่อ SS คือ ผลรวมกำลังสอง (sum of Square)

df คือ ขั้นตอนของความอิสระ (degree of freedom)

$$F = \frac{MS_E}{MS_{Tr}}$$

เมื่อ MS_{Tr} (Mean Square for Treatment) คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองระหว่างทรีทเมนต์

MS_E (Mean Square for Error) คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองภายใต้ทรีทเมนต์เดียวกัน

ดังนั้น จะปฏิเสธ H_o ก็ต่อเมื่อ $F > F_{\alpha,v1,v1}$ เมื่อ α คือ ระดับนัยสำคัญ (Significant Level)

v1 คือ ขั้นของความอิสระระหว่างทรีทเมนต์ของปัจจัยนั้น

v2 คือ ขั้นของความอิสระภายในทรีทเมนต์เดียวกัน

6) การประยุกต์เพื่อนำเอาการออกแบบการทดลองมาใช้งาน

การออกแบบการทดลอง เป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างมากในงานด้านวิศวกรรมสำหรับการเพิ่มความสามารถของกระบวนการผลิต และยังมีการนำไปประยุกต์เพื่อการใช้งานสำหรับการพัฒนากระบวนการใหม่ๆ โดยการประยุกต์ใช้งานเทคนิคการออกแบบการทดลองนั้นส่งผลให้

- การลดของเสียในกระบวนการผลิต
- ลดความผันแปรและทำให้ผลลัพธ์ของกระบวนการหรือตัวผลิตภัณฑ์เข้าใกล้ค่าเป้าหมายตามข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ
- ลดเวลาที่ต้องใช้ในการพัฒนา
- ช่วยลดต้นทุน

2.2 ผลงานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพและการออกแบบการทดลอง

ทศพล เกียรติเจริญผล (2538) กล่าวถึงการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเคลือบแลกเกอร์บนแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก และเงื่อนไขที่เหมาะสมจากการออกแบบการทดลอง โดยทดสอบ

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณลักษณะทางคุณภาพของผิวชิ้นงาน เคลือบแลกเกอร์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติจริงให้มากที่สุด พร้อมทั้งพัฒนาให้เกิดมาตรฐานอ้างอิงในการทำงาน

ทรงพล พิเชษฐ์วัฒนา (2541) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแรงดึงระหว่าง Slider และ Flexure ของหัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสไดร์ฟ ด้วยการออกแบบการทดลองแฟคทอเรียลจากผลการทดลองพบว่าปัจจัยเพียง 3 ชนิดเท่านั้นที่มีผลต่อแรงดึง คืออัตราส่วนผสมของสารยึดเหนี่ยว อุณหภูมิในการอบ และเวลาในการอบ

กฤษดา อัศวรุ่งแสงสกุล (2542) งานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาได้ โดยเริ่มจากการทำแผนภาพเหตุและผล จากนั้นขอความร่วมมือกันจากพนักงานในส่วนต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องอย่างครบถ้วน จากนั้นจึงทำการเลือกปัจจัยเพื่อทำการศึกษา และเพื่อเป็นการประหยัดทรัพยากร งานวิจัยนี้จึงได้ใช้แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลแบบครึ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นทางเลือกที่เหมาะสมเพราะสามารถช่วยลดจำนวนการทดลองลงไปได้ครึ่งหนึ่ง พร้อมทั้งมีการทดลองเพื่อยืนยันผลที่ได้จากการทดลองเพื่อทำการสรุปผลที่ได้ จากการศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดในการออกแบบการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน รวมถึงแนวความคิดการวิเคราะห์ผลการทดลองที่เกิดขึ้นได้

บุญเกียรติ ดีสุขสถิต (2545) งานวิจัยฉบับนี้วิเคราะห์ความสูญเสียของการพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์ โดยมีขอบเขตงานวิจัยจะมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการพิมพ์เท่านั้นและมุ่งเน้นเกี่ยวกับความสูญเสียด้านการผลิตสินค้าสำเร็จรูป จากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่า ที่งานตัวอย่างมีของเสียเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากโรงงานขาดการเก็บข้อมูลที่จำเป็น ขาดการจำแนกลักษณะของของเสียที่เกิดในแต่ละลักษณะ ขาดการวิเคราะห์สาเหตุของของเสียที่เกิดในแต่ละลักษณะ ขาดผู้รับผิดชอบด้านคุณภาพที่ชัดเจน ไม่มีการนำเทคนิคทางสถิติมาใช้ ขาดการปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้วิจัยต้องเก็บรวบรวมข้อมูลของของเสียเบื้องต้นของโรงงานที่ศึกษา พบว่าสามารถจำแนกได้ 8 ลักษณะหลักๆ โดยมีอยู่ 3 ลักษณะที่เกิดของเสียในสัดส่วนที่สูง ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้วิเคราะห์และเสนอวิธีการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์สิ่งพิมพ์ จากการทดลองพบว่าความสูญเสียของการพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์ลดลง

อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว (2545) ลดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตกระป๋อง ซึ่งนำหลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติมาใช้ โดยมีหลักการดำเนินงาน 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure) , การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis) , การปรับปรุง

แก้ไขกระบวนการ (Improve) และสุดท้ายคือ การควบคุมตัวแปรต่างๆ (Control) โดยได้ดำเนินการหาระดับความรุนแรงของปัญหาด้วยการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และทำการแก้ไขควบคุมด้วยการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ จากผลการวิจัยดังกล่าวพบว่า สัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิตกระป๋องลดลง

วัชรศักดิ์ ทวีสุข (2546) ใช้การออกแบบการทดลอง โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงปัจจัยในกระบวนการผลิตชุดประกอบสำเร็จหัวเขียนอ่านข้อมูลที่มีผลกระทบต่อค่าการโก่งตัวของตัวหัวเขียนอ่านข้อมูล รวมถึงพิจารณาหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมที่เป็นไปได้จริงในทางปฏิบัติ เพื่อลดค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการเปลี่ยนแปลงค่าการโก่งตัว โดยงานวิจัยเริ่มจากการอาศัยความรู้และความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้แผนภาพแสดงเหตุและผล จากนั้นทำการเลือกวิเคราะห์ปัจจัย และเนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง แผนการทดลองจึงเป็นแบบวิธีแฟคทอเรียลแบบครึ่งหนึ่ง จากนั้นนำผลที่มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งพบว่ามี 4 ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ

ปิยนันท์ กลิ่นน้อย (2550) เริ่มจากกระบวนการกรองตัวแปรเพื่อที่จะบ่งชี้ถึงตัวแปรที่มีผลกระทบสูง จากนั้นนำไปสร้างแบบจำลองตัวแทน ผลการทดลอง พบว่า แบบจำลองตัวแทนการผลิตที่ได้มีความแม่นยำสูง ซึ่งสามารถใช้แบบจำลองของงการผลิตในการทำนายผลผลิตในแหล่งอื่นซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกันได้

จากผลของงานวิจัยทั้งหมดที่ได้ทำการศึกษานี้ สามารถนำมาประยุกต์ในงานวิจัย ซึ่งก็ได้แก่ การศึกษาขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา ตั้งแต่การหาสาเหตุของปัญหาจากกระบวนการโดยใช้เครื่องมือควบคุมทางคุณภาพ เช่น แผนภูมิแสดงเหตุและผล แผนภูมิพาเรโต เป็นต้น จากนั้นนำสาเหตุที่วิเคราะห์ได้มาทำการออกแบบการทดลอง เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น จากนั้นทำการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด และทำการแก้ไขปรับปรุงเป็นลำดับต่อไป

บทที่ 3
การวิเคราะห์ข้อบกพร่อง

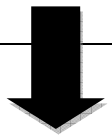
ในบทนี้ได้นำข้อมูลข้อบกพร่องจากการผลิตผลิตภัณฑ์ ซูชิ จากทั้งหมด 3 กลุ่ม 6 รายการ จากในบทที่ 1 ที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องจากการประยุกต์ใช้แผนภูมิพาเรโต มาร่วมกันระดมสมองเพื่อหาสาเหตุข้อบกพร่อง โดยได้เชิญผู้มีประสบการณ์จากฝ่ายต่างๆ ซึ่งได้แก่ ฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ฝ่ายผลิต ฝ่ายควบคุมและประกันคุณภาพ และฝ่ายวิศวกรรม เพื่อร่วมวิเคราะห์หาสาเหตุโดยประยุกต์ใช้แผนภาพสาเหตุและผล (ผังก้างปลา) เมื่อทราบถึงสาเหตุของข้อบกพร่องแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดปัจจัยที่คาดว่ามีอิทธิพลต่อตัวแปรตอบสนองดังกล่าว เพื่อใช้ในการออกแบบการทดลองและวิเคราะห์เพื่อพิจารณาหาแนวทางแก้ไขและปรับปรุงอย่างเหมาะสมต่อไป

3.1 การวิเคราะห์กระบวนการบรรจุสินค้ากุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็ง (Process Map)

การวิเคราะห์ในแต่ละกระบวนการบรรจุสินค้ากุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็งตามลำดับขั้นตอนการดำเนินงานได้ถูกนำมาวิเคราะห์ ทำให้ทราบถึงปัจจัยนำเข้า (Input) และปัจจัยออกของกระบวนการหรือสิ่งที่ต้องการ (Output) ของกระบวนการนั้นๆ รวมถึงวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในแต่ละลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน โดยแสดงได้ดังกระบวนการต่อไปนี้

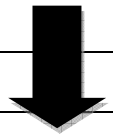
ผังกระบวนการบรรจุสินค้ากุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็ง (Process Map)

INPUT	PROCESS	OUTPUT
1.สเปคถุงจากร้านค้า	**1. เบิกถุงบรรจุภัณฑ์จากคลังบรรจุภัณฑ์ตามออเดอร์**	ถุงที่ถูกต้องตามออเดอร์
2.การตรวจสอบของฝ่ายวิจัย และ ฝ่ายตควบคุมคุณภาพตรวจรับ		
3.ความรู้ความเข้าใจของพนักงานหน้างานในการเบิกบรรจุภัณฑ์		

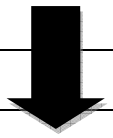


INPUT	PROCESS	OUTPUT
4.เอกสารที่ใช้เพื่อการปฏิบัติงาน 5.ความรู้ความเข้าใจของพนักงานหน้างาน 6.ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 7.การตรวจสอบจากหัวหน้างาน 8.ทักษะของพนักงานหน้างาน	**2. เตรียมตัวอย่างการระบุรายละเอียดบนถุงลามิเนตก่อนผลิตจริง**	ตัวอย่างการระบุรายละเอียดบนถุงลามิเนตจะต้องถูกต้องตรงตามสเปค
9.เครื่อง Ink Jet 10.ความรู้ความเข้าใจของพนักงาน ฝ่ายวิจัยและ ฝ่ายควบคุมคุณภาพ 11.ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน	**3.ตรวจสอบโดยพนักงานวิจัยและควบคุมคุณภาพ**	ตรวจสอบได้ถูกต้องตรงตามสเปค
12.ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 13.ความชัดเจนของผู้ออกสเปค 14.ทักษะของพนักงานหน้างาน 15.ผู้ตรวจสอบ	**4. ดำเนินการระบุรายละเอียดบนถุงลามิเนตจริง**	ถุงลามิเนตจริงถูกระบุรายละเอียดถูกต้องตรงตามสเปค
16.ทักษะของพนักงานหน้างาน 17.ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบ 18.ลักษณะการเรียงกุ้งในถาดโฟม	**5.นำถุงลามิเนตไปบรรจุสินค้าซูชิ**	บรรจุถูกต้องตรงตามสเปค ไม่พบเศษกุ้งติดในถุงหลังถาด

INPUT	PROCESS	OUTPUT
19.อุณหภูมิเครื่องฟรีส	**6.แช่เยือกแข็ง**	สภาพถุงที่บรรจุไม่เสียหายหลังการฟรีส และสินค้ามีอุณหภูมิ -18 องศา
20.เวลาเครื่องฟรีส		
21.ชนิดและความหนาของถุงลามิเนต		



22.ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน	7.Vacuum	ถุงไม่หลวม ถุงไม่ขาด รอยซีลที่ถุงเรียบ รอยซีลที่ถุงตรงตามระยะซีล ไม่มีฟองอากาศที่รอยซีล
23.ทักษะของพนักงานหน้างาน		
24.กระบวนการผลิต		
25.ค่า Vac		
26.ค่า Seal		
27.ค่า Cool		
28.อายุการใช้งานของเครื่อง Vac		
29.การบำรุงรักษาเครื่องVac		
30.ความยาวของถุงลามิเนต		
31.ความหนาของถุงลามิเนต		
32.ขนาดของถาดโฟม		
33.ความหนาของถาดโฟม		
34.ขนาดของกุ้ง		
35.ระยะเวลาหลังออกจากการฟรีส		



36.ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน	**8. บรรจุลงกล่อง**	สภาพถุงไม่เสียหาย และบรรจุลงกล่องถูกต้องตรงตามสเปค
37.ทักษะของพนักงานหน้างาน		
38.ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบ		

ก่อนนำปัจจัยที่ได้ทำการวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนของการบรรจุไปทำการกรองปัจจัยเพื่อคัดเลือกสาเหตุของข้อบกพร่องและกำหนดแนวทางแก้ไข ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องโดยใช้แผนภาพแสดงเหตุและผลเพื่อเชื่อมโยงความสอดคล้องและเป็นเหตุเป็นผลกันก่อนนำไปกรองปัจจัยต่อไป

3.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องโดยแผนภาพสาเหตุและผล

3.2.1 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด

ผู้วิจัยและทีมงานได้ร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยได้ดังนี้

พิจารณาที่พนักงาน ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- ผู้ออก Spec ออกผิดหรือไม่ชัดเจน
- ผู้ตรวจสอบก่อนการผลิต ขาดการตรวจสอบ
- พนักงานหน้างานขาดทักษะและไม่ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ

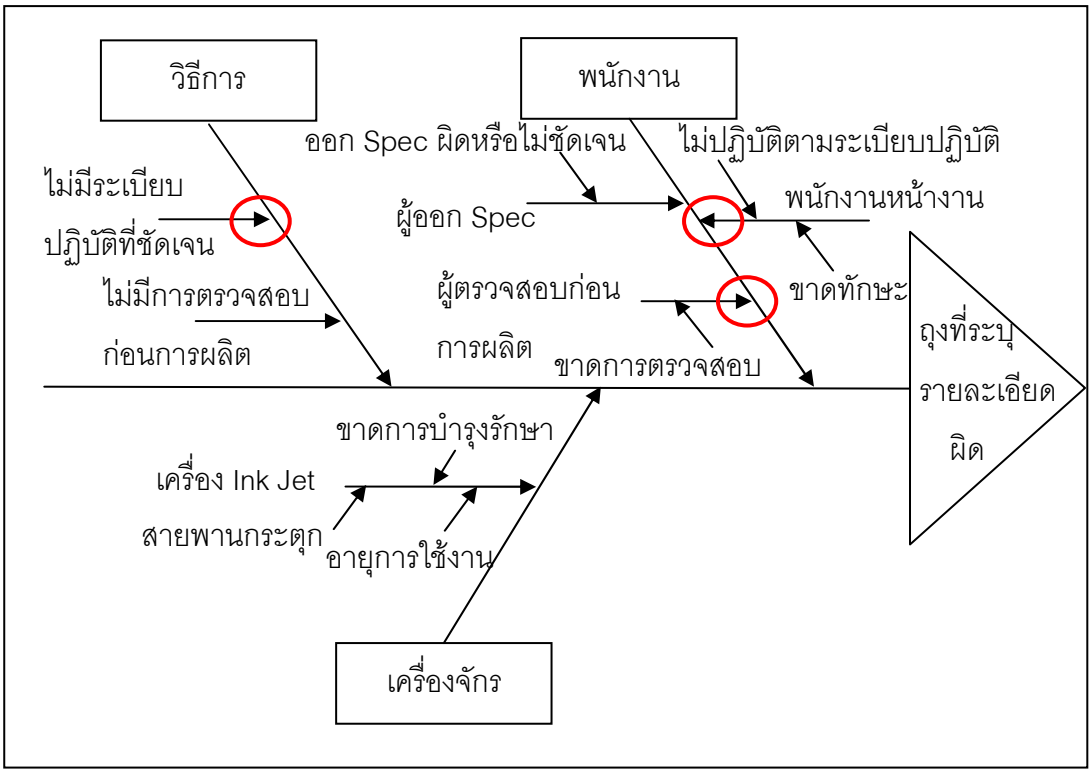
พิจารณาที่วิธีการ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- ไม่มีระเบียบปฏิบัติที่ชัดเจน
- ไม่มีการตรวจสอบก่อนการผลิต

พิจารณาที่เครื่องจักร ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- เครื่อง Ink Jet ขาดการบำรุงรักษา , สายพานกระตุก และอายุการใช้งานของเครื่อง

จากการพิจารณาหาสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด

สรุปสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด มาจากพนักงานซึ่งเป็นผู้ตรวจสอบก่อนการผลิตขาดการตรวจสอบ เนื่องมาจากวิธีการ ที่ไม่มีระเบียบปฏิบัติที่ชัดเจน จึงเป็นสาเหตุให้ถุงเกิดข้อบกพร่องที่ถุงเกิดขึ้น

3.2.2 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด

ผู้วิจัยและทีมงานได้ร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยได้ดังนี้

พิจารณาที่พนักงาน ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- เอาเศษออกไม่หมดขณะแกะกุ้ง
- พนักงานไม่ตรวจดูเศษกุ้งก่อนบรรจุลงถุง

พิจารณาที่วิธีการ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- Process การผลิตในเรื่องของวิธีการ Freeze สินค้า
- วิธีการ Vacuum ที่ค่า Vacuum ที่สูงเกินไป

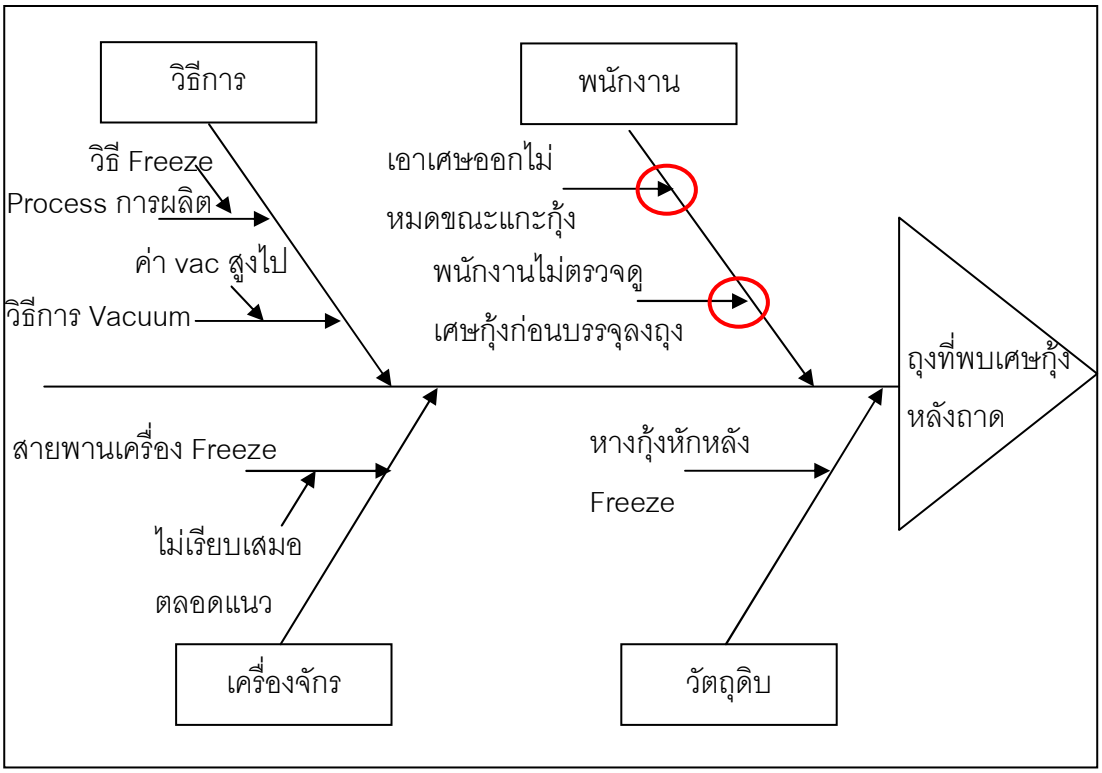
พิจารณาที่เครื่องจักร ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- สายพานเครื่อง Freeze ที่ไม่เรียบเสมอตลอดแนวการเคลื่อนที่

พิจารณาที่วัตถุดิบ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- หางกุ้งหักหลัง Freeze

จากการพิจารณาหาสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด

สรุปสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด มาจากพนักงานเอาเศษออกไม่หมดขณะแกะกุ้ง และไม่ตรวจดูเศษกุ้งก่อนบรรจุลงถุง จึงเป็นสาเหตุให้ถุงเกิดข้อบกพร่องดังกล่าวเกิดขึ้น

3.2.3 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ

ผู้วิจัยและทีมงานได้ร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบโดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยได้ดังนี้

พิจารณาที่พนักงาน ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- ผู้ออก Spec ออกผิดหรือไม่ชัดเจน

- ผู้ตรวจสอบก่อนการผลิต ขาดการตรวจสอบ
- พนักงานหน้างานขาดทักษะและไม่ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ

พิจารณาที่วิธีการ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- ไม่มีระเบียบปฏิบัติที่ชัดเจน
- ไม่มีการตรวจสอบก่อนการผลิต

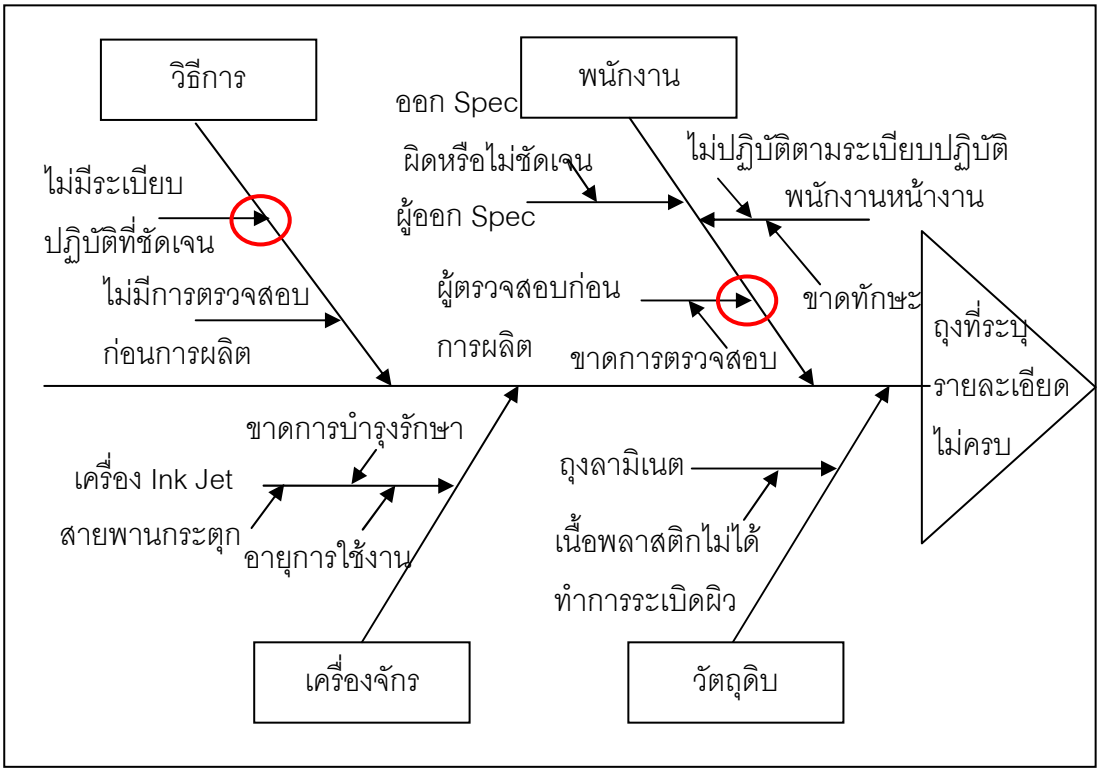
พิจารณาที่เครื่องจักร ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- เครื่อง Ink Jet ขาดการบำรุงรักษา , สายพานกระตุก และอายุการใช้งานของเครื่อง

พิจารณาที่วัตถุดิบ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- ถุงลามิเนต เนื้อพลาสติกไม่ได้ทำการระเบิดผิว

จากการพิจารณาหาสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ

สรุปสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ มาจากพนักงานซึ่งเป็นผู้ตรวจสอบก่อนการผลิตขาดการตรวจสอบ เนื่องมาจากวิธีการ ที่ไม่มีระเบียบปฏิบัติที่ชัดเจน จึงเป็นสาเหตุให้ถุงเกิดข้อบกพร่องที่ถุงเกิดขึ้น

3.2.4 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง ถุงหลวม

ผู้วิจัยและทีมงานได้ร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงหลวม โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยได้ดังนี้

พิจารณาที่พนักงาน ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- พนักงานหน้างานขาดทักษะในการใช้เครื่อง Vacuum และไม่ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ

พิจารณาที่วิธีการ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- การตั้งค่าเครื่อง Vacuum คือ ค่า Vacuum , ค่าอุณหภูมิ และค่าเวลา ไม่เหมาะสม
- กระบวนการผลิตสินค้า ที่เป็น Vacuum&Freeze หรือ Freeze&Vacuum

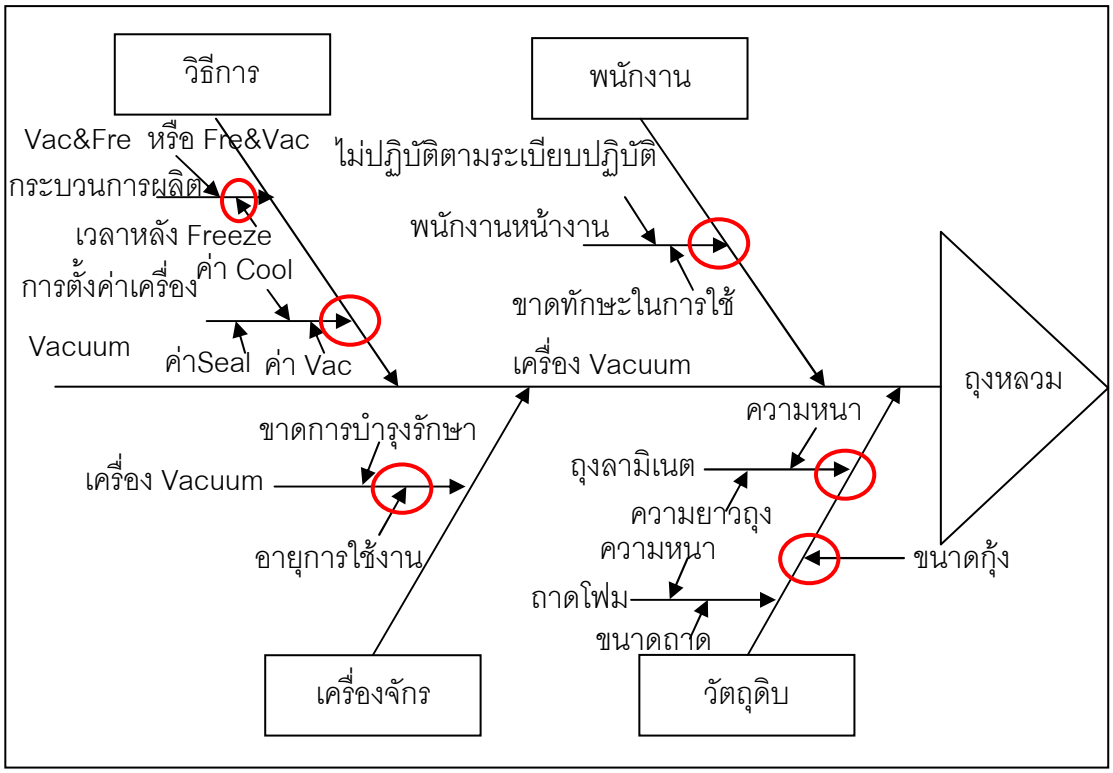
พิจารณาที่เครื่องจักร ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- เครื่อง Vacuum อายุการใช้งานของเครื่องและขาดการบำรุงรักษา

พิจารณาที่วัตถุดิบ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- ถุงลามิเนต ขนาดถุงและความหนาที่ไม่เหมาะสม
- ถาดโฟม ขนาดถาดและความหนาที่ไม่เหมาะสม
- ขนาดกุ้ง

จากการพิจารณาหาสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงหลวม สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ถุงหลวม

สรุปสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง ถุงหลวม มาจากพนักงานหน้างานขาดทักษะในการใช้เครื่อง Vacuum และไม่ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติ การตั้งค่าเครื่อง Vacuum คือ ค่า Vacuum , ค่า Seal และค่า Cool ไม่เหมาะสม เครื่อง Vacuum อายุการใช้งานของเครื่องและขาดการบำรุงรักษา ระยะเวลาหลังจากสินค้าออกจากเครื่อง Freeze ถุงลามิเนต ความยาวถุงและความหนาที่ไม่เหมาะสม และขนาดกุ้ง

3.2.5 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ

ผู้วิจัยและทีมงานได้ร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยได้ดังนี้

พิจารณาที่พนักงาน ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- พนักงานหน้างานขาดทักษะในการใช้เครื่อง Vacuum และไม่ได้ตรวจสอบตรงบริเวณรอย Seal

พิจารณาที่วิธีการ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- การตั้งค่าเครื่อง Vacuum คือ ค่า Vacuum , ค่าSeal และค่าCool ไม่เหมาะสม
- กระบวนการผลิตสินค้า มีเศษกุ้งที่รอยซีล

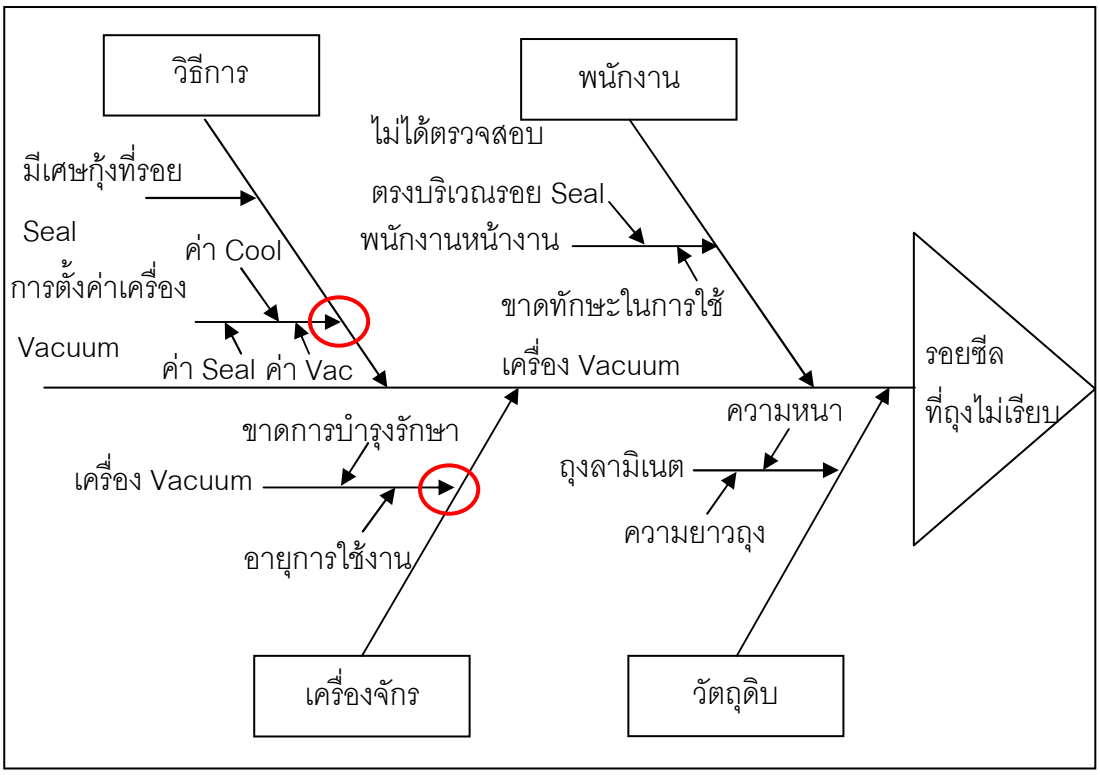
พิจารณาที่เครื่องจักร ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- เครื่อง Vacuum อายุการใช้งานของเครื่องและขาดการบำรุงรักษา

พิจารณาที่วัตถุดิบ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- ถุงลามิเนต ขนาดถุงและความหนาที่ไม่เหมาะสม

จากการพิจารณาหาสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ

สรุปสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ มาจากการตั้งค่าเครื่อง Vacuum คือ ค่า Vacuum , ค่าSeal และค่าCool ไม่เหมาะสม เครื่อง Vacuum อายุการใช้งานของเครื่องและขาดการบำรุงรักษา ส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องดังกล่าว

3.2.6 การหาสาเหตุของข้อบกพร่องเรื่อง รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ

ผู้วิจัยและทีมงานได้ร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง รอย Seal ที่ถุงไม่ตรงตามระยะ โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยได้ดังนี้

พิจารณาที่พนักงาน ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- พนักงานหน้างานขาดทักษะในการใช้เครื่อง Vacuum และวางถุงไม่ตรงระยะรอย Seal

พิจารณาที่วิธีการ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- การวางถุงบนแท่น Seal ไม่ตรงตามระยะ

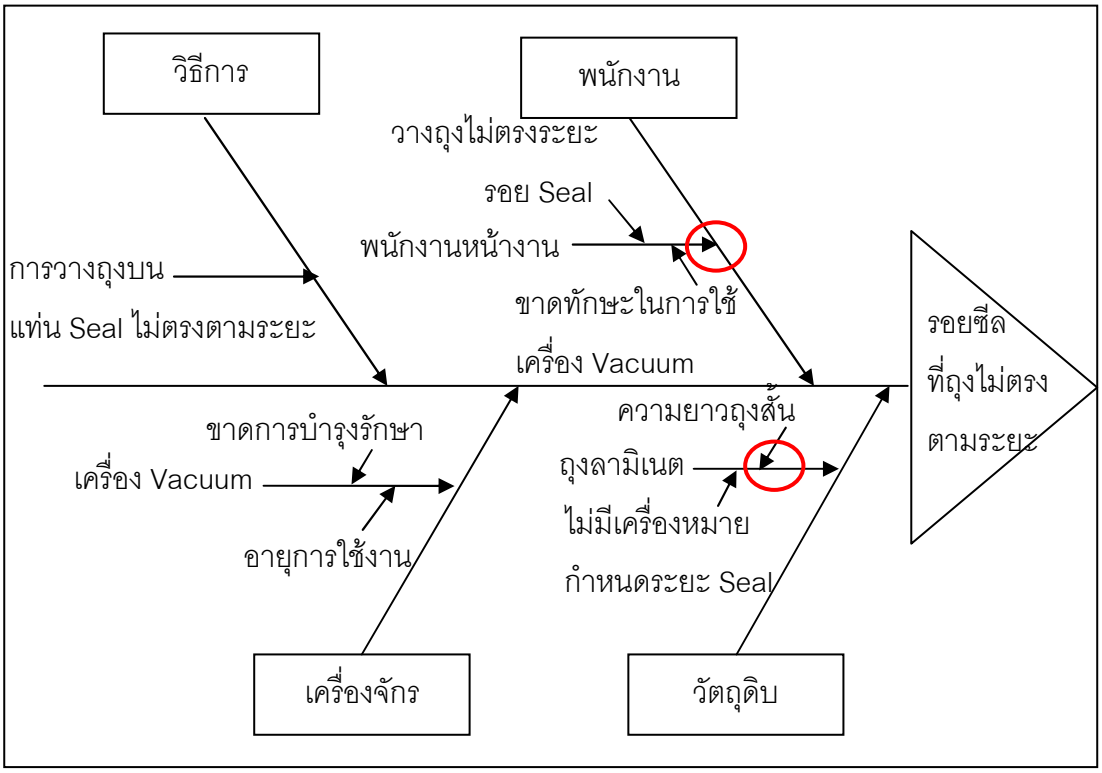
พิจารณาที่เครื่องจักร ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- เครื่อง Vacuum อายุการใช้งานของเครื่องและขาดการบำรุงรักษา

พิจารณาที่วัตถุดิบ ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- ถุงลามิเนต ความยาวถุงสั้นและไม่มีเครื่องหมายกำหนดระยะ Seal

จากการพิจารณาหาสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ

สรุปสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องเรื่อง รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ มาจากพนักงานหน้างานขาดทักษะในการใช้เครื่อง Vacuum และการวางถุงที่ไม่ตรงระยะรอยซีล ส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องดังกล่าว

3.3 **กระบวนการกรองปัจจัยโดยใช้** Cause and Effect Matrix

หลังจากที่ได้รวบรวมสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องที่สำคัญตามกระบวนการบรรจุสินค้าแล้ว จึงกรองปัจจัยด้วยตารางวิเคราะห์เหตุและผล (Cause and Effect Matrix) เพื่อให้ทราบลำดับความสำคัญของสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องก่อนหลังได้อย่างถูกต้องโดยเรียงลำดับความสำคัญจากมากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุดตามลำดับ และคัดเลือกลำดับความสำคัญที่จะใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาเป็นลำดับต่อไป โดยตารางวิเคราะห์เหตุและผลของลักษณะข้อบกพร่องจากงานวิจัยนี้ได้แสดงดังตารางที่ 3.1

หลังการระดมสมองของผู้เชี่ยวชาญและหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องได้ให้ลำดับความสำคัญของลักษณะข้อบกพร่องนั้นๆ จากค่าลำดับคะแนนตั้งแต่ 1 คะแนน (ความสำคัญน้อยที่สุด) จนถึง 10 คะแนน (ความสำคัญมากที่สุด)

ลักษณะข้อบกพร่องที่นำมาวิเคราะห์เหตุและผลนั้น จากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องพบลักษณะข้อบกพร่องทั้งหมด 6 ประเภทที่สำคัญ แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์เหตุและผลผู้ทดลองได้รวมลักษณะข้อบกพร่องของถุงที่ระบุรายละเอียดผิดและถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบเข้าไว้เป็นลักษณะข้อบกพร่องเดียวกัน จึงสรุปลักษณะข้อบกพร่องหลักในตารางวิเคราะห์เหลือเพียง 5 ประเภท จากนั้นระดมสมองจากผู้เชี่ยวชาญและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกันให้ลำดับความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยนำเข้า (INPUT) กับลักษณะข้อบกพร่องที่ได้จากการวิเคราะห์ดังนี้

0 = ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1 = มีความสัมพันธ์กันเล็กน้อยมาก

3 = มีความสัมพันธ์กันปานกลาง

9 = มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด

ตารางที่ 3.1 ตารางวิเคราะห์เหตุและผล (Cause and Effect Matrix)

	Rating of Importance	10	7	10	8	8	
		1	2	3	4	5	
Key Requirements		Y1 ถุงที่ผลิตออกมาไม่ตรงตามขนาดที่ต้องการ	Y2 ไม่พบเศษถุงหลังถาด	Y3 ถุงไม่ผนึก	Y4 รอยซีลที่ถุงเรียบ	Y5 รอยซีลที่ถุงตรงตามระยะ	Total
PROCESS	INPUT						
7.	***22.ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน***	***0***	***1***	***9***	***9***	***9***	***241***
7.	***23.ทักษะของพนักงานหน้างาน***	***0***	***1***	***9***	***9***	***9***	***241***
7.	***25.ค่า VAC***	***0***	***0***	***9***	***9***	***3***	***186***
7.	***26.ค่า SEAL***	***0***	***0***	***9***	***9***	***3***	***186***
7.	***27.ค่า COOL***	***0***	***0***	***9***	***9***	***3***	***186***
7.	***30.ความยาวของถุงลามิเนต***	***0***	***1***	***9***	***1***	***9***	***177***
7.	***31.ความหนาของถุงลามิเนต***	***0***	***0***	***3***	***9***	***3***	***126***
5.	***17.ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบ***	***9***	***3***	***1***	***0***	***0***	***121***
5.	*16.ทักษะของพนักงานหน้างาน*	*9*	*3*	*0*	*0*	*0*	*111*
8.	*36.ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน*	*9*	*3*	*0*	*0*	*0*	*111*
8.	*38.ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบ*	*9*	*3*	*0*	*0*	*0*	*111*
8.	37.ทักษะของพนักงานหน้างาน	9	1	0	0	0	97
1.	3.ความรู้ความเข้าใจของพนักงานหน้างานในการเบิกบรรจุภัณฑ์	9	0	0	0	0	90
2.	4.เอกสารที่ใช้เพื่อการปฏิบัติงาน	9	0	0	0	0	90
2.	5.ความรู้ความเข้าใจของพนักงานหน้างาน	9	0	0	0	0	90
2.	6.ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน	9	0	0	0	0	90

ตารางที่ 3.1 ตารางวิเคราะห์เหตุและผล (Cause and Effect Matrix) (ต่อ)

Rating of Importance		10	7	10	8	8	
		1	2	3	4	5	
Key Requirements		Y1 ถุงที่ระบุรายละเอียดครบและถูกต้อง	Y2 ไม่พบเศษถุงหลังกาด	Y3 ถุงไม่หลวม	Y4 รอยซีลที่ถุงเรียบ	Y5 รอยซีลที่ถุงตรงตามระยะ	Total
PROCESS	INPUT						
2.	7.การตรวจสอบจากหัวหน้างาน	9	0	0	0	0	90
2.	8.ทักษะของพนักงานหน้างาน	9	0	0	0	0	90
2.	9.เครื่อง INK JET	9	0	0	0	0	90
3.	10.ความรู้ความเข้าใจของพนักงานวิจัยและควบคุมคุณภาพ	9	0	0	0	0	90
3.	11.ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน	9	0	0	0	0	90
4.	12.ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน	9	0	0	0	0	90
7.	34.ขนาดของกุ้ง	0	0	9	0	0	90
7.	35.ระยะเวลาหลังสินค้าออกจากเครื่องฟรีส	0	0	9	0	0	90
7.	24.กระบวนการผลิต	0	0	3	1	1	46
7.	28.อายุการใช้งานของเครื่องVAC	0	0	3	1	1	46
7.	29.การบำรุงรักษาเครื่องVAC	0	0	3	1	1	46
5.	18.ลักษณะการเรียงกุ้งในถาดโฟม	1	3	1	0	0	41
6.	21.ชนิดและความหนาของถุงลามิเนต	0	0	3	1	0	38
1.	2.การตรวจสอบของพนักงานวิจัยและควบคุมคุณภาพตรวจรับ	3	0	0	0	0	30
4.	13.ความชัดเจนของผู้ออกสเปค	3	0	0	0	0	30
4.	14.ทักษะของพนักงานหน้างาน	3	0	0	0	0	30

ตารางที่ 3.1 ตารางวิเคราะห์เหตุและผล (Cause and Effect Matrix) (ต่อ)

Rating of Importance		10	7	10	8	8	
		1	2	3	4	5	
Key Requirements		Y1 ถุงที่ระบุรายละเอียดผิดและถูกต้อง	Y2 ไม่พบเศษกุ้งหลังถาด	Y3 ถุงไม่หลวม	Y4 รอยซีลที่ถุงเรียบ	Y5 รอยซีลที่ถุงตรงตามระยะ	Total
4.	15.ผู้ตรวจสอบ	3	0	0	0	0	30
1.	1. สเปคถุงจากร้านค้า	1	0	0	0	0	10
6.	19.อุณหภูมิเครื่องฟรีส	0	0	1	0	0	10
6.	20.เวลาเครื่องฟรีส	0	0	1	0	0	10
7.	32.ขนาดของถาดโฟม	0	0	1	0	0	10
7.	33.ความหนาของถาดโฟม	0	0	1	0	0	10

3.4 สรุปสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง

จากตารางที่ 3.1 ตารางวิเคราะห์เหตุและผลทำการคัดเลือกสาเหตุของการเกิดลักษณะข้อบกพร่องโดยเลือกจากร้อยละ 80 ขึ้นไปของสาเหตุลักษณะข้อบกพร่องทั้งหมดที่นำมาพิจารณาซึ่งพบว่า 8 ลำดับแรกจากตารางเป็นสาเหตุที่นำมาวิเคราะห์ โดยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สรุปสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง
1.ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด	1. ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 2. ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบของพนักงาน 3. ทักษะของพนักงานหน้างาน
2.ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด	1. ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบของพนักงาน

ตารางที่ 3.2 สรุปสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง (ต่อ)

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง
	2. ทักษะของพนักงานหน้างาน
3.ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ	1. ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 2. ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบของพนักงาน 3. ทักษะของพนักงานหน้างาน
4.ถุงหลวม	1. ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 2. ทักษะของพนักงานหน้างาน 3. ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging 4. ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging 5. ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging 6. ความยาวของถุงลามิเนต 7. ความหนาของถุงลามิเนต
5.รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ	1. ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 2. ทักษะของพนักงานหน้างาน 3. ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging 4. ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging 5. ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging 6. ความยาวของถุงลามิเนต 7. ความหนาของถุงลามิเนต
6.รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ	1. ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 2. ทักษะของพนักงานหน้างาน 3. ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging 4. ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging 5. ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging 6. ความยาวของถุงลามิเนต 7. ความหนาของถุงลามิเนต

จากแผนภาพแสดงสาเหตุและผล พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่องของถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และรอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ ซึ่งผู้วิจัยจึงได้ทำการกรองปัจจัยและนำปัจจัยดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบการทดลองต่อไป ประกอบด้วย 5 ปัจจัย อันได้แก่

1) ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging

2) ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging

3) ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging

4) ความยาวของถุงลามิเนต

5) ความหนาของถุงลามิเนต

ยังพบอีกว่า มีปัจจัยอีกบางส่วนที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่องของถุงที่ระบุรายละเอียดผิด ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด และถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ ซึ่งไม่ต้องอาศัยการออกแบบการทดลอง ซึ่งได้แก่

1) ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน

2) ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบของพนักงาน

3) ทักษะของพนักงานหน้างาน

บทที่ 4

การวิเคราะห์ปัจจัยและค่าตัวแปรของปัจจัยเพื่อลดข้อบกพร่อง

ในบทนี้ได้รวบรวมสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องจากบทที่ 3 เพื่อนำมาพิจารณากำหนดแนวทางการลดข้อบกพร่อง โดยการวิเคราะห์ปัจจัยและค่าตัวแปรที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่องดังกล่าว และเลือกปัจจัยที่ใช้ในการทดลองเพื่อทำการวางแผนและออกแบบการทดลอง รวมไปถึงการวิเคราะห์เครื่องจักร ส่วนประกอบ วิธีการทำงานของเครื่องจักรซึ่งมีอิทธิผลต่อปัจจัยทั้งสิ้น จากนั้นทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ผลของปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

4.1 แนวทางการลดข้อบกพร่อง

จากตารางที่ 3.1 ได้ทำการสรุปสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง พบว่าสาเหตุเกิดมาจากความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบของพนักงาน ทักษะของพนักงานหน้างาน ระเบียบปฏิบัติในการทำงานรวมถึงค่าของเครื่อง Vacuum Packaging ดังนั้นจึงได้หาแนวทางแก้ไขและปรับปรุง โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แนวทางการลดข้อบกพร่อง

ลำดับ	ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุ	แนวทางการลดข้อบกพร่อง
1	ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด	1. ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 2. ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบของพนักงาน 3. ทักษะของพนักงานหน้างาน	1. การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์และขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิด ณ จุดการบรรจุ 2. อบรมพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน
2	ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด	1. ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบของพนักงาน 2. ทักษะของพนักงานหน้างาน	1. อบรมพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 4.1 แนวทางการลดข้อบกพร่อง (ต่อ)

ลำดับ	ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุ	แนวทางการลดข้อบกพร่อง
3	ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ	1. ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 2. ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบของพนักงาน 3. ทักษะของพนักงานหน้างาน	1. การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์และขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ 2. อบรมพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน
4	ถุงหลวม	1. ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 2. ทักษะของพนักงานหน้างาน 3. ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging 4. ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging 5. ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging 6. ความยาวของถุงลามิเนต 7. ความหนาของถุงลามิเนต	1. การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์และขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ 2. อบรมพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน 3.ออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและลดข้อบกพร่องของเครื่อง Vacuum Packaging และถุงลามิเนต
5	รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ	1. ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 2. ทักษะของพนักงานหน้างาน 3. ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging 4. ค่า Seal ของเครื่อง	1. การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์และขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ 2. อบรมพนักงานให้ปฏิบัติ

ตารางที่ 4.1 แนวทางการลดข้อบกพร่อง (ต่อ)

ลำดับ	ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุ	แนวทางการลดข้อบกพร่อง
		Vacuum Packaging 5. ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging 6. ความยาวของถุงลามิเนต 7. ความหนาของถุงลามิเนต	ตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน 3.ออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและลดข้อบกพร่องของเครื่อง Vacuum Packaging และถุงลามิเนต
6	รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ	1. ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน 2. ทักษะของพนักงานหน้างาน 3. ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging 4. ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging 5. ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging 6. ความยาวของถุงลามิเนต 7. ความหนาของถุงลามิเนต	1. การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์และขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ 2. อบรมพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน 3.ออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและลดข้อบกพร่องของเครื่อง Vacuum Packaging และถุงลามิเนต

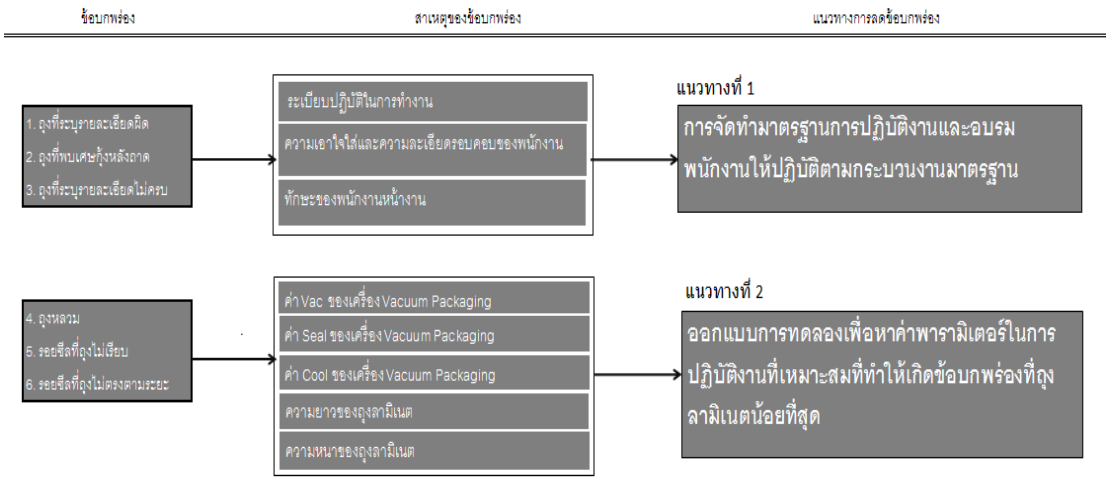
สรุปแนวทางการลดข้อบกพร่อง แบ่งเป็น 2 แนวทางหลัก ดังนี้คือ

1. ลักษณะข้อบกพร่องของถุงที่ระบุรายละเอียดผิด ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด และถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ มีแนวทางการลดข้อบกพร่องโดย

- การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์และขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ
- การอบรมพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน

2. ลักษณะข้อบกพร่องของถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และรอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ มีแนวทางการลดข้อบกพร่องโดย

- การออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและลดข้อบกพร่องของเครื่อง Vacuum Packaging และถุงลามิเนต



ภาพที่ 4.1 สรุปแนวทางการลดข้อบกพร่อง

4.1.1 การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์และขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ

การปรับปรุงนี้เกี่ยวข้องอยู่ในทุกกระบวนการในการลดข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานของพนักงานทั้งในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์และขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ ซึ่งจะช่วยให้พนักงานหน้างานทราบถึงหน้าที่และบทบาทในการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับมากขึ้น ซึ่งแบ่งมาตรฐานการปฏิบัติงานออกเป็น 2 ขั้นตอน

1) มาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์ (ภาคผนวก ก)
2) มาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนระหว่างกระบวนผลิต ณ จุดการบรรจุ (ภาคผนวก ข)

4.1.2 การอบรมพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน (ภาคผนวก ค)

นอกจากการปรับปรุงมาตรฐานการปฏิบัติงานที่จัดทำขึ้น เพื่อลดข้อบกพร่องต่างๆ แล้ว จำเป็นต้องมีการฝึกอบรมให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจรวมถึงเพิ่มทักษะที่ข้องเกี่ยวกับการปฏิบัติงานที่ถูกต้องเพื่อนำไปใช้ให้บรรลุเป้าหมายของการปรับปรุงดังกล่าว โดยจะเป็นการอบรมภายในบริษัทให้กับพนักงานใหม่ พนักงานที่เปลี่ยนแปลงหน้าที่การปฏิบัติงาน และเป็น

การทบทวนการปฏิบัติงานประจำปีให้แก่พนักงานที่มีหน้าที่ประจำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและผลิตสินค้าให้อยู่ภายใต้ข้อกำหนดของลูกค้า โดยการอบรมดังกล่าวนี้ใช้ชื่อว่า การฝึกอบรมงานในหน้าที่ หรือ On the Job Training (O.J.T.) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้คือ

1) ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกต้นสังกัด ทำการกำหนดหลักสูตรการสอนงานในหน้าที่ลงในแบบฟอร์มทะเบียนหลักสูตรอบรมงานในหน้าที่ สำหรับพนักงานตำแหน่งต่างๆ ในหน่วยงาน ซึ่งกำหนดหัวข้อการสอนงานตามเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานหรือเอกสารวิธีปฏิบัติงาน หรือหัวข้ออื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานของพนักงาน และดำเนินการจัดส่งให้กับผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกบุคคลเป็นผู้เก็บทะเบียนหลักสูตรอบรมงานในหน้าที่ พร้อมกับเก็บที่หน่วยงานต้นสังกัดด้วย
2) ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกต้นสังกัด จัดทำแผนการสอนงานในหน้าที่ประจำปีของหน่วยงานโดยพิจารณาให้สอดคล้องกับระเบียบปฏิบัติการฝึกอบรม และจากความต้องการของหน่วยงาน ได้แก่ กรณีพนักงานใหม่ มีการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ความรับผิดชอบ มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ การทบทวนการปฏิบัติงานต่างๆ
3) ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกต้นสังกัด ดำเนินการสอนงาน โดยเป็นวิทยากรหรือมอบหมายให้ผู้ชำนาญงานในเรื่องนั้นๆ เป็นวิทยากรทำการสอนงานในหน้าที่ตามแผนการสอนงาน และทำการบันทึกรายละเอียดการสอนงานในหน้าที่ลงในแบบฟอร์มบันทึกรายละเอียดการอบรม
4) ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกต้นสังกัด ทำการประเมินการสอนงานในหน้าที่ เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เข้าอบรมว่าสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องหรือมีประสิทธิภาพตามที่ได้สอนงานในหน้าที่ และรายชื่อผู้ลงทะเบียนรับการอบรมลงในแบบฟอร์มแบบลงทะเบียนและประเมินผลผู้เข้าอบรม
5) ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกต้นสังกัด จัดส่งแบบฟอร์มบันทึกรายละเอียดการอบรมและแบบลงทะเบียนและประเมินผลผู้เข้าอบรมในแต่ละหลักสูตร ให้ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกทรัพยากรบุคคล เพื่อตรวจสอบเอกสารการสอนงานและจัดเก็บบันทึกประวัติการฝึกอบรมของพนักงาน
6) ทำการอบรมใหม่ให้กับพนักงานในหลักสูตรที่ลงในแบบฟอร์มทะเบียบหลักสูตรอบรมในหน้าที่ที่ส่งมาให้ฝ่ายบุคคล อบรมอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

4.1.3 การออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและลดข้อบกพร่องของเครื่อง Vacuum Packaging และ ถุงลามิเนต

จากตารางที่ 4.1 พบว่า จากลักษณะข้อบกพร่องของถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ เกิดจากสาเหตุของเครื่อง Vacuum Packaging รวมถึงความยาวและความหนาของถุงลามิเนต ทำให้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบการทดลองและทำการกรองปัจจัยและนำปัจจัยดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบการทดลองต่อไป ประกอบด้วย 5 ปัจจัย อันได้แก่

1) ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging
2) ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging
3) ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging
4) ความยาวของถุงลามิเนต
5) ความหนาของถุงลามิเนต

4.2 การเลือกปัจจัยที่ใช้ในการทดลองเพื่อทำการออกแบบการทดลอง

จากแผนภาพแสดงสาเหตุและผล พบว่าปัจจัยที่ที่มีผลต่อถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และรอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ ซึ่งผู้วิจัยจึงได้ทำการกรองปัจจัยและนำปัจจัยดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบการทดลองต่อไป ประกอบด้วย 5 ปัจจัย อันได้แก่

1) ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging
2) ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging
3) ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging
4) ความยาวของถุงลามิเนต
5) ความหนาของถุงลามิเนต

ยังพบอีกว่า มีปัจจัยอีกบางส่วนที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่องของถุงที่ระบุรายละเอียดผิด ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด และถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ ซึ่งไม่ต้องอาศัยการออกแบบการทดลอง ในตารางที่ 4.1 ได้แก่

1) ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน
2) ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบของพนักงาน
3) ทักษะของพนักงานหน้างาน

4.3 การออกแบบการทดลอง

งานวิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้นเพื่อตัดปัจจัยที่ไม่มีผลต่อสัดส่วนของถุงเสีย เนื่องมาจากสาเหตุของถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และรอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ วิธีที่นำมาใช้ในการทดลอง ก็คือการออกแบบเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^5 จากปัจจัยที่ทำการศึกษาทั้งหมด 5 ปัจจัยแต่

ละปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับ โดยจะกำหนดระดับของปัจจัยเป็นค่าสูงและต่ำ ทำการทดลองกับประเภทของผลิตภัณฑ์ซูชิ 3 ประเภท

การทดลองเบื้องต้นเพื่อกำหนดระดับของปัจจัย แสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การทดลองเบื้องต้นเพื่อกำหนดระดับของปัจจัย

เวลา (วินาที)	จำนวนสัดส่วนถุงเสีย (ใบ)			
	ค่า Vac		ค่า Seal	ค่า Cool
	ซูชิ 1, 2	ซูชิ 3	ซูชิ 1, 2 และ 3	ซูชิ 1, 2 และ 3
1	100	100	6	100
2	100	100	4	100
3	100	100	4	100
4	4	100	100	100
5	2	80	100	1
6	2	70	100	2
7	70	60	100	4
8	100	30	100	100
9	100	5	100	100
10	100	3	100	100

จากปัจจัยที่ได้ทำการศึกษาทั้งหมด 5 ปัจจัย ซึ่งได้แก่

1) ปัจจัย A คือ ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging

ค่า Vac ที่น้อยเกินไปส่งผลให้ถุงหลวมเป็นเหตุให้เกิดถุงเสียได้ แต่ในกรณีค่า Vac มีค่ามากเกินไปส่งผลให้ถาดงอเป็นเหตุให้เกิดถุงเสียได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดค่าที่เหมาะสมในการทดลองโดยกำหนดไว้ที่ 2 ระดับ คือ

- ค่า Vac ที่ 4.5 วินาที (ผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1 , 2) และ 9.0 วินาที (ผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 3) กำหนดให้เป็น (-)
- ค่า Vac ที่ 5.5 วินาที (ผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1 , 2) และ 10.0 วินาที (ผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 3) กำหนดให้เป็น (+)

2) ปัจจัย B คือ ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging

ค่า Seal ที่น้อยเกินไปส่งผลให้ถุงซีลไม่ติดเป็นเหตุให้เกิดถุงเสียได้ และในกรณีค่า Seal

มีค่ามากเกินไปส่งผลให้รอยซีลไม่เรียบและขาดเป็นเหตุให้เกิดถุงเสียได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดค่าที่เหมาะสมในการทดลอง โดยกำหนดไว้ที่ 2 ระดับ คือ

- ค่า Seal ที่ 1.2 วินาที กำหนดให้เป็น (-)
- ค่า Seal ที่ 2.2 วินาที กำหนดให้เป็น (+)

3) ปัจจัย C คือ ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging

ค่า Cool เป็นการนำอากาศเย็นเข้าไปในกระบวนการหลังจากที่ทำการซีลถุงเรียบร้อยแล้ว ซึ่งมีผลต่อบริเวณรอยซีลที่ถุงเช่นกัน โดยกำหนดไว้ที่ 2 ระดับ คือ

- ค่า Cool ที่ 5.5 วินาที กำหนดให้เป็น (-)
- ค่า Cool ที่ 6.5 วินาที กำหนดให้เป็น (+)

4) ปัจจัย D คือ ความยาวของถุงลามิเนต

ความยาวของถุงลามิเนต มีผลต่อการซีลของเครื่อง Vacuum Packaging โดยจะถือความยาวของถุงในส่วนที่เหลือหลังจากใส่ถาดลงไปในถุงแล้ว โดยกำหนดไว้ที่ 2 ระดับ คือ

- ค่าความยาวของถุงลามิเนต ที่ 2 cm กำหนดให้เป็น (-)
- ค่าความยาวของถุงลามิเนต ที่ 3 cm กำหนดให้เป็น (+)

5) ปัจจัย E คือ ความหนาของถุงลามิเนต

ความหนาของถุงลามิเนต มีผลต่อการซีลของเครื่อง Vacuum Packaging ที่ความหนาของถุงที่มากเกินไปอาจส่งผลให้ต้องใช้ค่า Seal ที่สูงขึ้น เพื่อให้รอยซีลเรียบสนิท แต่ในทางกลับกันที่ความหนาของถุงที่น้อยเกินไปอาจจส่งผลต่อรอยซีลที่ถุงอาจเกิดการขาดและรอยซีลไม่เรียบ ดังนั้นจึงกำหนดค่าที่ 2 ระดับ คือ

- ค่าความหนาของถุงลามิเนต ที่ 85 micron กำหนดให้เป็น (-)
- ค่าความหนาของถุงลามิเนต ที่ 95 micron กำหนดให้เป็น (+)

นำมาออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลแบบ 2^5 พบว่าได้ทั้งหมด 32 การทดลอง ทำโดยทำการทดลองโดยใช้จำนวนตัวอย่างการทดลองละ 100 ถุง เป็นจำนวนถุงทั้งหมด 3,200 ถุงต่อการทดลอง ต้องทำการทดลองทั้งหมด 3 ประเภทผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1,2 และ 3 และเพื่อให้การทดลองเป็นไปภายใต้สมมติฐานการสุ่มเพื่อขจัดความลำเอียง จึงทำการสุ่มหาลำดับก่อนหลังของการทดลอง ดังแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ทรีตเมนต์คอมบิเนชั่นและลำดับการทดลอง

การทดลอง	ลำดับการทดลอง	การทดลอง	ลำดับการทดลอง
1	18	17	17
2	8	18	32
3	24	19	4
4	12	20	11
5	3	21	23
6	16	22	7
7	22	23	29
8	30	24	15
9	6	25	27
10	28	26	2
11	14	27	31
12	25	28	19
13	1	29	21
14	20	30	9
15	10	31	13
16	26	32	5

สามารถออกแบบการทดลองเพื่อหาจำนวนถุงเสีย เนื่องจากถุงหลวม รอยซีลไม่เรียบ และรอยซีลไม่ตรงตามระยะ ได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การทดลองเพื่อหาสัดส่วนของถุงเสีย

การทดลอง	**ปัจจัย**				
	A	B	C	D	E
1	-	-	-	-	-
2	+	-	-	-	-
3	-	+	-	-	-
4	+	+	-	-	-
5	-	-	+	-	-
6	+	-	+	-	-
7	-	+	+	-	-
8	+	+	+	-	-
9	-	-	-	+	-
10	+	-	-	+	-
11	-	+	-	+	-
12	+	+	-	+	-
13	-	-	+	+	-
14	+	-	+	+	-
15	-	+	+	+	-
16	+	+	+	+	-
17	-	-	-	-	+
18	+	-	-	-	+
19	-	+	-	-	+
20	+	+	-	-	+
21	-	-	+	-	+
22	+	-	+	-	+
23	-	+	+	-	+
24	+	+	+	-	+
25	-	-	-	+	+
26	+	-	-	+	+

ตารางที่ 4.4 การทดลองเพื่อหาจำนวนถุงเสีย (ต่อ)

การทดลอง	ปัจจัย				
	A	B	C	D	E
27	-	+	-	+	+
28	+	+	-	+	+
29	-	-	+	+	+
30	+	-	+	+	+
31	-	+	+	+	+
32	+	+	+	+	+

4.4 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

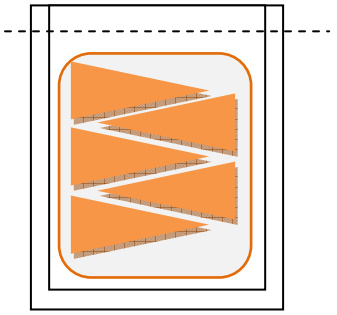
4.4.1 จัดเตรียมถุงที่ทำการระบุรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์พร้อมทำการบรรจุ

4.4.2 ทำการบรรจุสินค้าใส่ถุงเพื่อเตรียมการ Vacuum

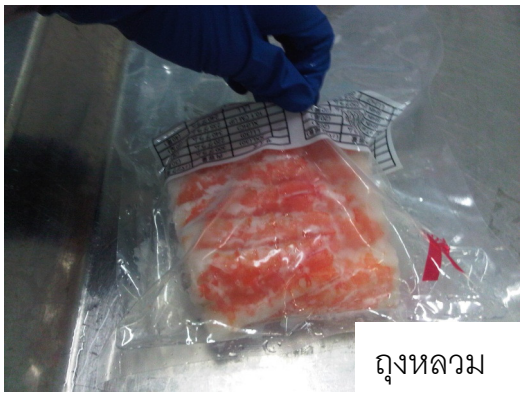
4.4.3 วางถุงที่บรรจุสินค้าแล้วลงบนเครื่อง Vacuum Packaging

4.4.4 ทำการตรวจสอบสินค้าหลังทำการ Vacuum โดยข้อบกพร่องที่ต้องทำการตรวจสอบมีดังนี้

1) รอยซีลที่ถุง ต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ รอยซีลแนบและเรียบสนิท รอยซีลถูกต้องตรงตามระยะการซีล



2) ถุงไม่หลวม ถุงลามิเนตต้องแนบสนิทกับสินค้า



ถุงหลวม

ถุงหลวม

3) ถาดไม่งอ

ถาดงอ

4) ไม่มีเศษกุ้งหลังถาด

เศษกุ้งหลังถาด

4.5 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลของปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่อง

4.5.1 ผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1 ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์

ปัจจัย A ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging ที่ 4.5 (-) และ 5.5 (+)

ปัจจัย B ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging ที่ 1.2 (-) และ 2.2 (+)

ปัจจัย C ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging ที่ 5.5 (-) และ 6.5 (+)

ปัจจัย D ความยาวของถุงลามิเนต ที่ 2.0 (-) และ 3.0 (+)

ปัจจัย E ความหนาของถุงลามิเนต ที่ 85 (-) และ 95 (+)

ปัจจัยที่ต้องการศึกษา คือ จำนวนสัดส่วนของเสียเนื่องจาก ถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และ รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ

1) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

จากแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลแบบ 2^5 พบว่า เท่ากับ 32 การทดลอง การทดลองละ 100 ใบ สามารถสรุปแผนการทดลองและผลการทดลอง แสดงได้ดังตารางที่ 4.5

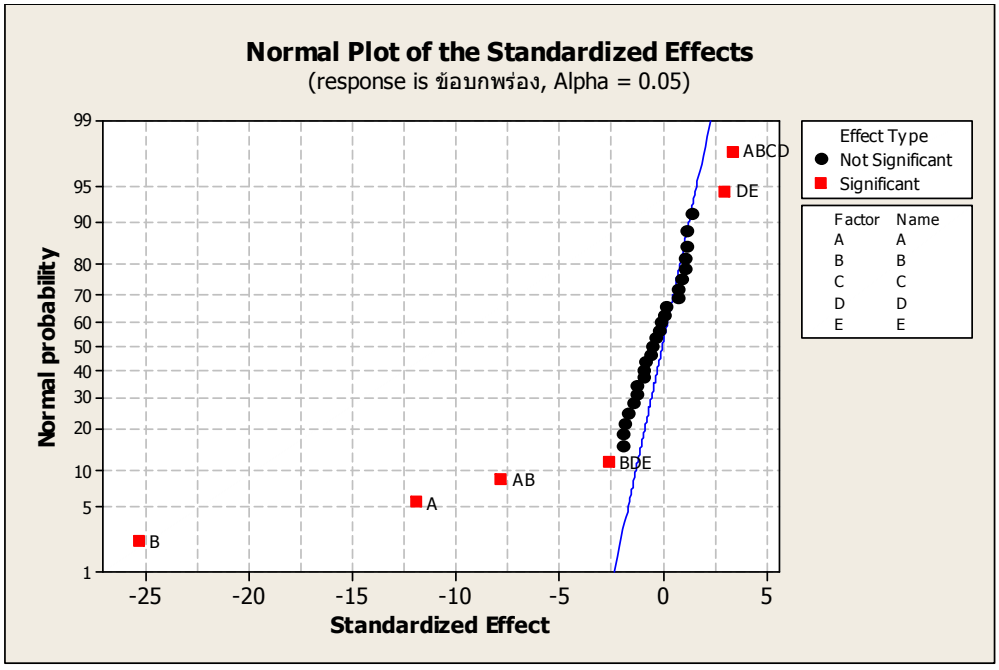
ตารางที่ 4.5 ข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลอง สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1

การทดลอง	ปัจจัย					จำนวนสัดส่วนของเสีย (ใบ)
	A	B	C	D	E	
1	-	-	-	-	-	57
2	+	-	-	-	-	39
3	-	+	-	-	-	31
4	+	+	-	-	-	7
5	-	-	+	-	-	52
6	+	-	+	-	-	55
7	-	+	+	-	-	34
8	+	+	+	-	-	3
9	-	-	-	+	-	48
10	+	-	-	+	-	35
11	-	+	-	+	-	32
12	+	+	-	+	-	2
13	-	-	+	+	-	48
14	+	-	+	+	-	44
15	-	+	+	+	-	22
16	+	+	+	+	-	1
17	-	-	-	-	+	51
18	+	-	-	-	+	38
19	-	+	-	-	+	27
20	+	+	-	-	+	5
21	-	-	+	-	+	48
22	+	-	+	-	+	47
23	-	+	+	-	+	31
24	+	+	+	-	+	0
25	-	-	-	+	+	50
26	+	-	-	+	+	60

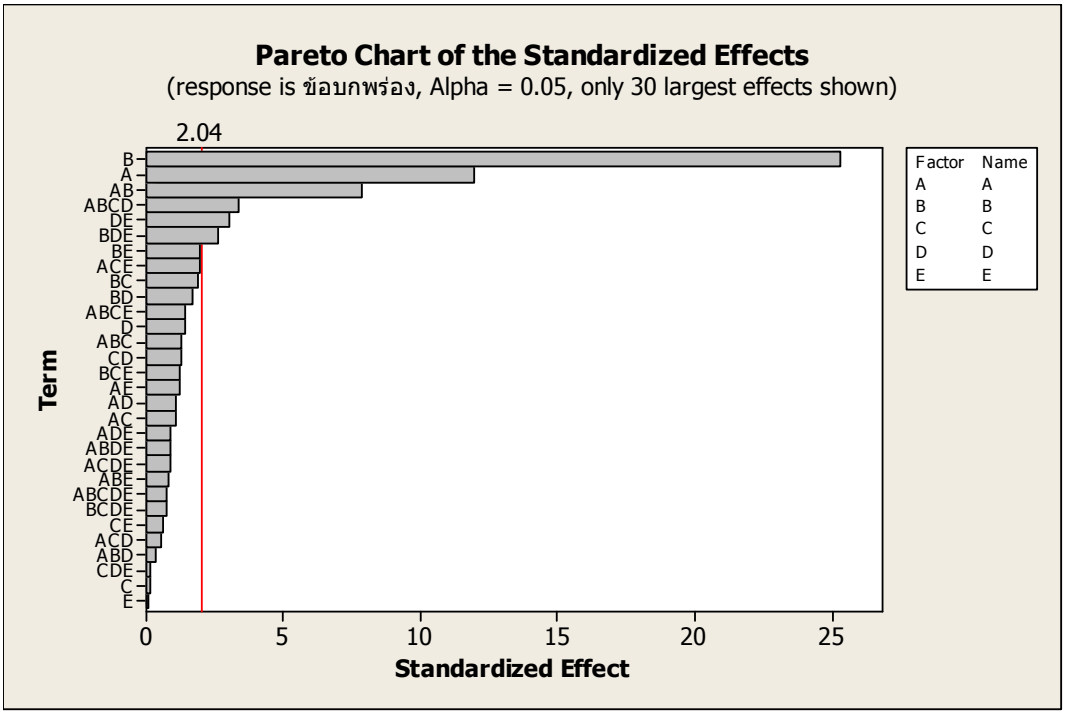
ตารางที่ 4.5 ข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลอง สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1 (ต่อ)

การทดลอง	ปัจจัย					จำนวนสัดส่วนของเสีย (ใบ)
	A	B	C	D	E	
27	-	+	-	+	+	27
28	+	+	-	+	+	0
29	-	-	+	+	+	56
30	+	-	+	+	+	49
31	-	+	+	+	+	22
32	+	+	+	+	+	0

ผลการวิเคราะห์ผลของปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ต่อลักษณะข้อบกพร่อง คือ จำนวนถุงเสีย เนื่องจาก ถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และ รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ต้องการศึกษา จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลลัพธ์ของการทดลองโดยใช้โปรแกรม Minitab เพื่อช่วยในการประมวลผล ซึ่งเริ่มจากการพล็อต Normal Probability Plot และ Pareto Chart ของอิทธิพลจากปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง) จากผลลัพธ์ของโปรแกรม แสดงไว้ดังภาพที่ 4.2 และ 4.3



ภาพที่ 4.2 Normal Probability Plot ของอิทธิผลของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)



ภาพที่ 4.3 Pareto Chart ของอิทธิผลของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)

จากภาพที่ 4.2 และ 4.3 สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัย A , B , AB , DE , BDE และ ABCD ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อตัวแปรตอบสนอง คือ ข้อบกพร่องของถุงลามิเนต จำนวนถุงเสียเนื่องจากถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และ รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ พิจารณาได้จากจุดที่ไม่เรียงอยู่บนเส้นตรงในภาพที่ 4.2 หรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบซึ่งอยู่ทางด้านขวามือของเส้นแนวตั้งในภาพที่ 4.11 และเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.6 พบว่า ปัจจัย A , B , AB , DE , BDE และ ABCD ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อตัวแปรตอบสนอง ข้อบกพร่อง พิจารณาจากค่า P-Value ของปัจจัย A , B , AB , DE , BDE และ ABCD มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ α = 0.05 ทุกตัว

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)

Factorial Fit: ข้อบกพร่อง versus A, B, C, D, E ผลิตภัณฑ์ชูชิประเภทที่ 1

Estimated Effects and Coefficients for ข้อบกพร่อง (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		15.953	0.3289	48.51	0.000
A	-7.844	-3.922	0.3289	-11.93	0.000
B	-16.656	-8.328	0.3289	-25.32	0.000
C	0.094	0.047	0.3289	0.14	0.888
D	-0.906	-0.453	0.3289	-1.38	0.178
E	0.031	0.016	0.3289	0.05	0.962
A*B	-5.156	-2.578	0.3289	-7.84	0.000
D*E	1.969	0.984	0.3289	2.99	0.005
B*D*E	-1.719	-0.859	0.3289	-2.61	0.014
A*B*C*D	2.219	1.109	0.3289	3.37	0.002

S = 2.63095 PRESS = 886
R-Sq = 96.58% R-Sq(pred) = 86.31% R-Sq(adj) = 93.26%

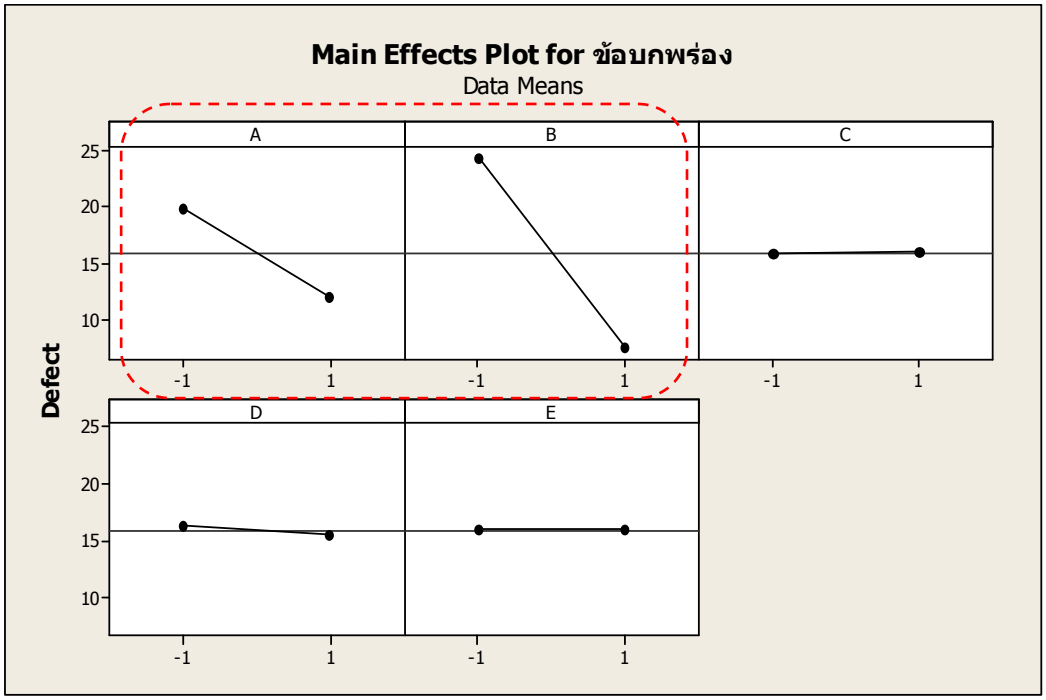
Analysis of Variance for ข้อบกพร่อง (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	5	5436.58	5436.58	1087.32	157.08	0.000
2-Way Interactions	10	596.91	596.91	59.69	8.62	0.000
3-Way Interactions	10	107.66	107.66	10.77	1.56	0.166
4-Way Interactions	5	106.70	106.70	21.34	3.08	0.022
5-Way Interactions	1	3.52	3.52	3.52	0.51	0.481
Residual Error	32	221.50	221.50	6.92		
Pure Error	32	221.50	221.50	6.92		
Total	63	6472.86				

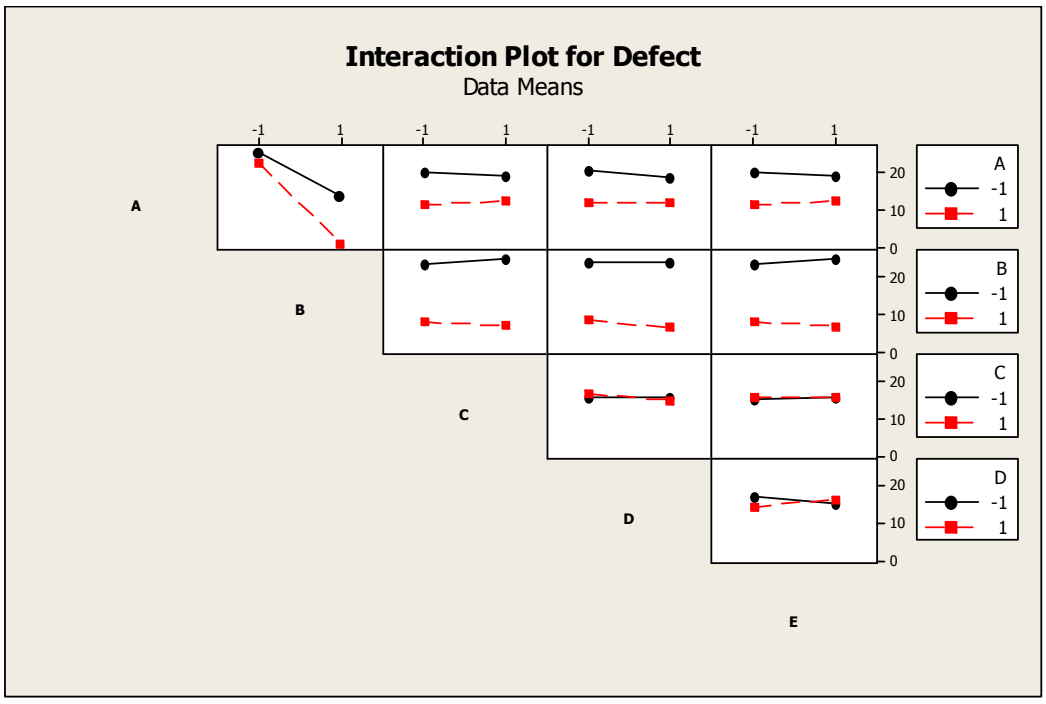
การวิเคราะห์ตัวแปรตอบสนองจากการทดลอง จากตารางที่ 4.6 พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ปัจจัยที่มีศักยภาพทั้ง 6 ตัว คือ ปัจจัย A , B , AB , DE , BDE และ ABCD มีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนตอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยร่วมที่ปัจจัยหนึ่งส่งผลต่ออีกปัจจัยหนึ่งและอีกหลายปัจจัย ซึ่งถูกพิจารณาด้วยว่ามีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนต

2) การวิเคราะห์ตัวแปรตอบสนองจากการทดลอง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในตารางที่ 4.6 พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ปัจจัยที่มีศักยภาพทั้ง 6 ตัว คือ ปัจจัย A , B , AB , DE , BDE และ ABCD มีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนตอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยร่วม AB , DE , BDE และ ABCD เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ จึงจำเป็นต้องทำการพิจารณาปัจจัยหลักทั้ง 5 ตัว คือ A , B , C , D และ E ร่วมกับปัจจัยร่วมว่ามีผลอย่างไรต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนต



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงปัจจัยหลักกับค่าของตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง

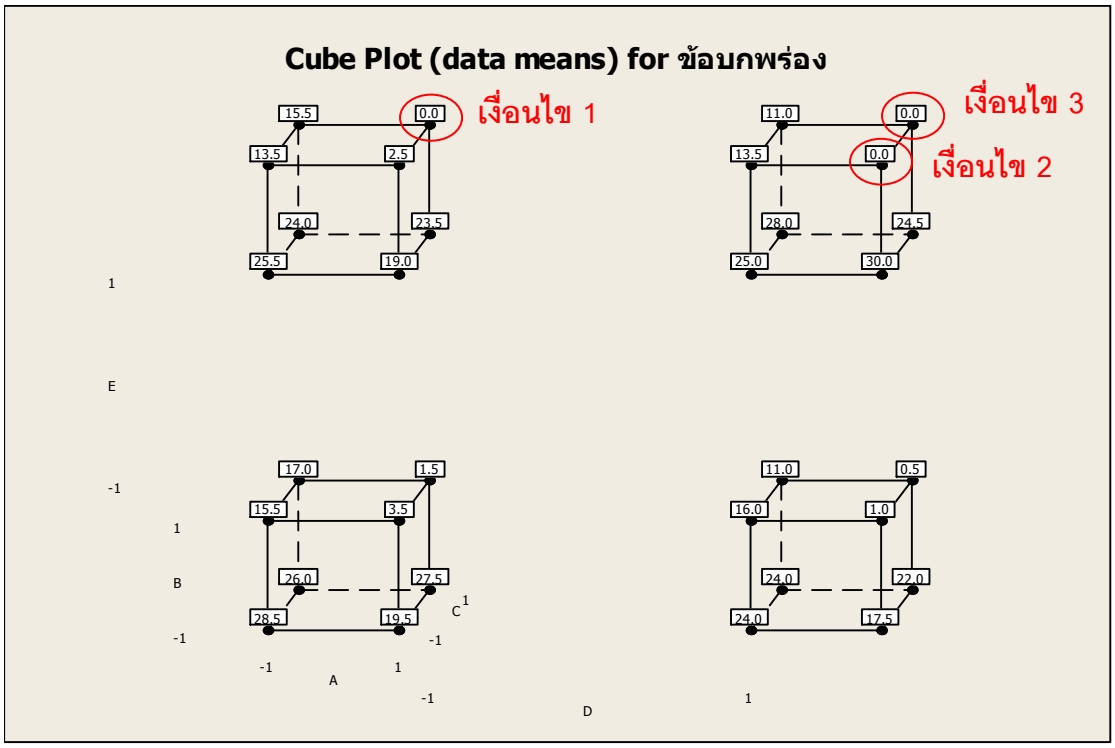


ภาพที่ 4.5 กราฟระหว่างอิทธิพลจากปัจจัยร่วมที่ประกอบด้วยปัจจัยหลักกับค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง

จากภาพที่ 4.4 พบว่า ปัจจัยหลัก A และ B ส่งผลต่อค่าของตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่องมากกว่า ปัจจัยหลัก C D และ E พิจารณาได้จากความชันของกราฟ จะเห็นว่า ที่ปัจจัยหลัก A และ B มีความชันของกราฟที่มากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยหลัก A และ B พบว่า ปัจจัย B ส่งผลกระทบต่อค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่องที่มากกว่าปัจจัย A และจากภาพที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าเมื่อปัจจัยมาหลัก A มาอยู่ร่วมกันกับปัจจัยหลัก B ทั้งสองปัจจัยมีผลกระทบซึ่งกันและกัน เช่นเดียวกับปัจจัย AD

3) การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมจากการทดลอง

เพื่อเป็นการยืนยันผลที่ได้จากการพิจารณาหาเงื่อนไขที่เหมาะสม ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่องของถุงลามิเนตที่น้อยที่สุด สามารถพิจารณาได้จากภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 Cube Plot ของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับถุงลามิเนต สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1

จากภาพที่ 4.6 พบว่า เกิดเงื่อนไขของการทดลองที่ส่งผลให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องที่น้อยที่สุด อยู่ 3 เงื่อนไข ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เงื่อนไขของการทดลองที่ส่งผลต่อการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่น้อยที่สุด

ปัจจัย	**เงื่อนไข 1**		**เงื่อนไข 2**		**เงื่อนไข 3**	
	Code	**ค่าจริง**	**Code**	**ค่าจริง**	**Code**	**ค่าจริง**
A	+	5.5	+	5.5	+	5.5
B	+	2.2	+	2.2	+	2.2
C	+	6.5	-	5.5	+	6.5
D	-	2.0	+	3.0	+	3.0
E	+	95	+	95	+	95

เมื่อพิจารณาถึงเงื่อนไขที่เกิดขึ้นทั้ง 3 เงื่อนไขแล้ว พบว่า เงื่อนไข 2 เป็นเงื่อนไขที่ใช้ระยะเวลาในการทำการ Vac Seal และ Cool น้อยที่สุด นั่นก็คือ ปัจจัย A B และ C ที่ 5.5 2.2 และ 5.5 วินาที ตามลำดับ

ดังนั้นเงื่อนไข 2 จึงถูกพิจารณาเป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการทดลองเพื่อยืนยันผลสำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่

4.5.2 ผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 2 ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์

ปัจจัย A ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging ที่ 4.5 (-) และ 5.5 (+)

ปัจจัย B ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging ที่ 1.2 (-) และ 2.2 (+)

ปัจจัย C ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging ที่ 5.5 (-) และ 6.5 (+)

ปัจจัย D ความยาวของถุงลามิเนต ที่ 2.0 (-) และ 3.0 (+)

ปัจจัย E ความหนาของถุงลามิเนต ที่ 85 (-) และ 95 (+)

ปัจจัยที่ต้องการศึกษา คือ จำนวนสัดส่วนของเสียเนื่องจาก ถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และรอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ

1) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

จากแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลแบบ 2^5 พบว่า เท่ากับ 32 การทดลอง การทดลองละ 100 ใบ สามารถสรุปแผนการทดลองและผลการทดลอง แสดงได้ดังตารางที่ 4.8

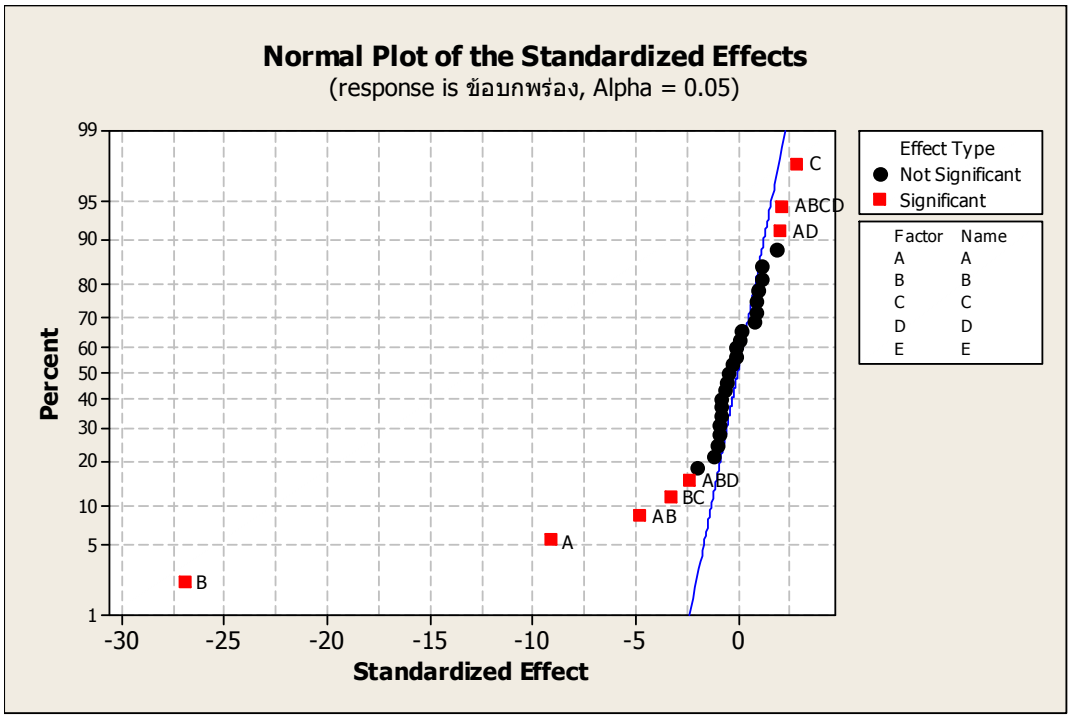
ตารางที่ 4.8 ข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลอง สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 2

การทดลอง	ปัจจัย					จำนวนสัดส่วนของเสีย (ใบ)
	A	B	C	D	E	
1	-	-	-	-	-	62
2	+	-	-	-	-	35
3	-	+	-	-	-	22
4	+	+	-	-	-	2
5	-	-	+	-	-	57
6	+	-	+	-	-	63
7	-	+	+	-	-	26
8	+	+	+	-	-	3
9	-	-	-	+	-	45
10	+	-	-	+	-	50
11	-	+	-	+	-	28
12	+	+	-	+	-	0
13	-	-	+	+	-	58
14	+	-	+	+	-	53
15	-	+	+	+	-	23
16	+	+	+	+	-	0
17	-	-	-	-	+	56
18	+	-	-	-	+	40
19	-	+	-	-	+	20
20	+	+	-	-	+	1

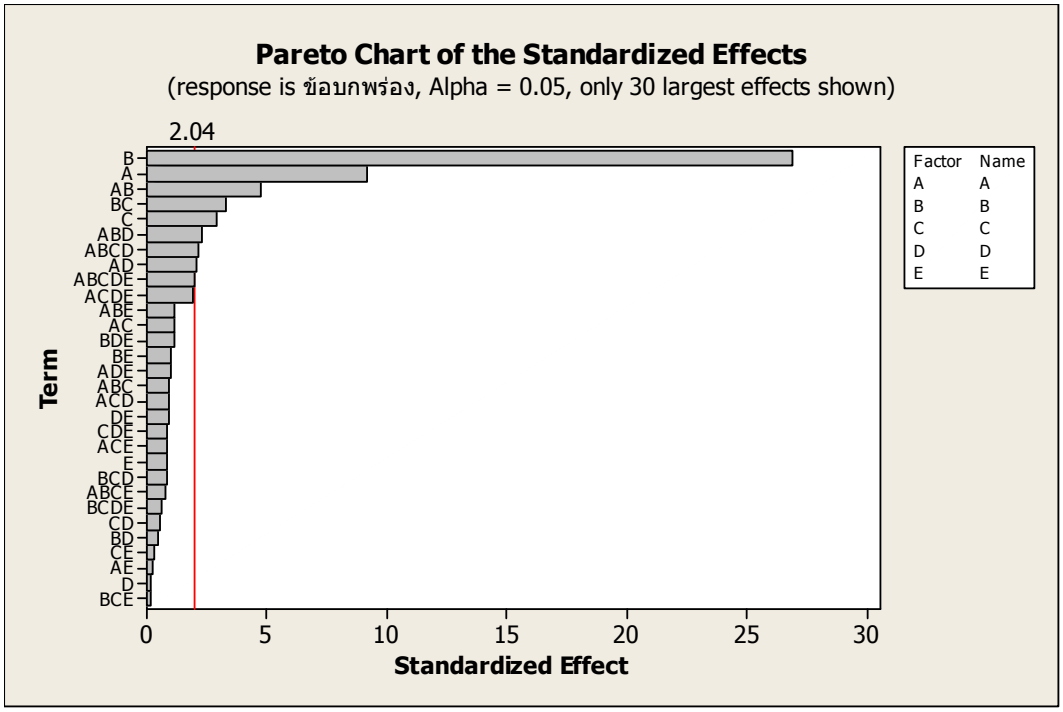
ตารางที่ 4.8 ข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลอง สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 2 (ต่อ)

การทดลอง	ปัจจัย					จำนวนสัดส่วนของเสีย (ใบ)
	A	B	C	D	E	
21	-	-	+	-	+	28
22	+	-	+	-	+	26
23	-	+	+	-	+	10
24	+	+	+	-	+	2
25	-	-	-	+	+	25
26	+	-	-	+	+	26
27	-	+	-	+	+	10
28	+	+	-	+	+	0
29	-	-	+	+	+	35
30	+	-	+	+	+	28
31	-	+	+	+	+	7
32	+	+	+	+	+	0

ผลการวิเคราะห์ผลของปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ต่อลักษณะข้อบกพร่อง คือ จำนวนถุงเสีย เนื่องจาก ถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และ รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ต้องการศึกษา จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลลัพธ์ของการทดลองโดยใช้โปรแกรม Minitab เพื่อช่วยในการประมวลผล ซึ่งเริ่มจากการพล็อต Normal Probability Plot และ Pareto Chart ของอิทธิพลจากปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง) จากผลลัพธ์ของโปรแกรม แสดงไว้ดังภาพที่ 4.7 และ 4.8



ภาพที่ 4.7 Normal Probability Plot ของอิทธิผลของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)



ภาพที่ 4.8 Pareto Chart ของอิทธิผลของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)

จากภาพที่ 4.7 และ 4.8 สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัย A , B , C , AB , AD , BC , ABD และ ABCD ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อตัวแปรตอบสนอง คือ ข้อบกพร่องของถุงลามิเนต จำนวนถุงเสีย เนื่องจากถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และ รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ พิจารณาได้จากจุดที่ไม่เรียงอยู่บนเส้นตรงในภาพที่ 4.7 หรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบซึ่งอยู่ทางด้านขวามือของเส้นแนวตั้งในภาพที่ 4.8 และเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.9 พบว่า ปัจจัย A , B , C , AB , AD , BC , ABD และ ABCD ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อตัวแปรตอบสนอง ข้อบกพร่อง พิจารณาจากค่า P-Value ของปัจจัย A , B , C , AB , AD , BC , ABD และ ABCD มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ α = 0.05 ทุกตัว

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)

Factorial Fit: ข้อบกพร่อง versus A, B, C, D, E ผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 2

Estimated Effects and Coefficients for ข้อบกพร่อง (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		16.14	0.3850	41.93	0.000
A	-7.03	-3.52	0.3850	-9.13	0.000
B	-20.72	-10.36	0.3850	-26.91	0.000
C	2.22	1.11	0.3850	2.88	0.007
D	-0.09	-0.05	0.3850	-0.12	0.904
E	-0.66	-0.33	0.3850	-0.85	0.400
A*B	-3.66	-1.83	0.3850	-4.75	0.000
A*D	1.59	0.80	0.3850	2.07	0.047
B*C	-2.53	-1.27	0.3850	-3.29	0.002
A*B*D	-1.78	-0.89	0.3850	-2.31	0.027
A*B*C*D	1.66	0.83	0.3850	2.15	0.039

S = 3.07967 PRESS = 1214
R-Sq = 96.51% R-Sq(pred) = 86.03% R-Sq(adj) = 93.13%

Analysis of Variance for ข้อบกพร่อง (coded units)

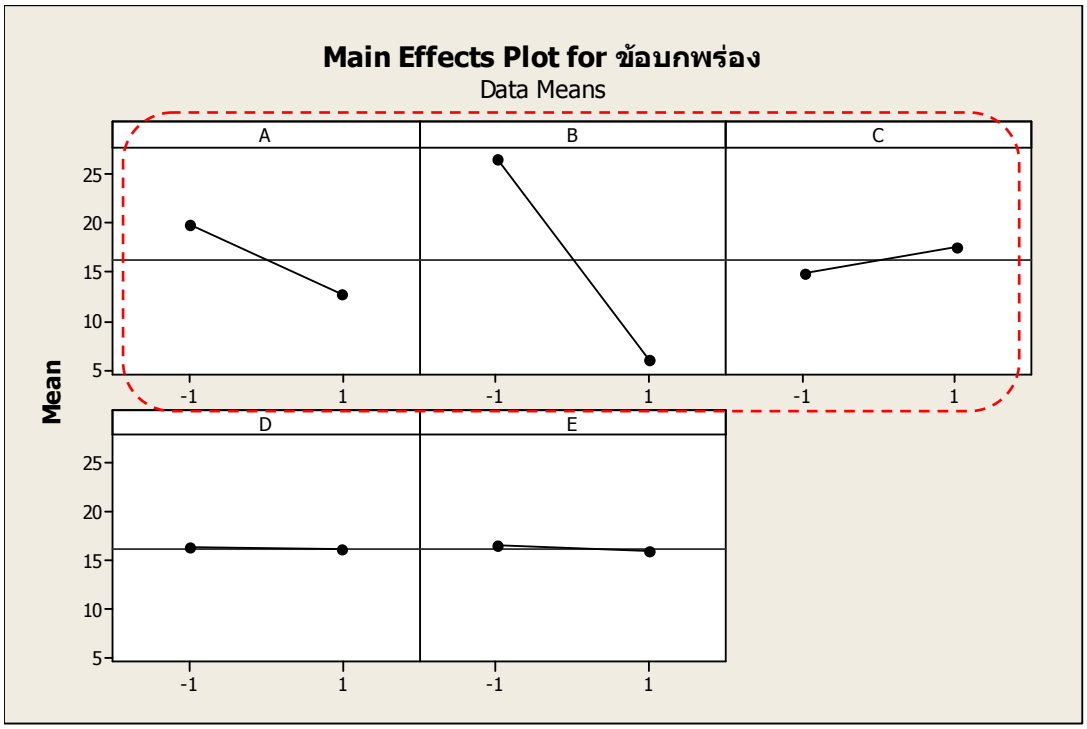
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	5	7745.08	7745.08	1549.02	163.32	0.000
2-Way Interactions	10	393.91	393.91	39.39	4.15	0.001
3-Way Interactions	10	124.16	124.16	12.42	1.31	0.267
4-Way Interactions	5	87.58	87.58	17.52	1.85	0.132
5-Way Interactions	1	37.52	37.52	37.52	3.96	0.055
Residual Error	32	303.50	303.50	9.48		
Pure Error	32	303.50	303.50	9.48		
Total	63	8691.73				

การวิเคราะห์ตัวแปรตอบสนองจากการทดลอง จากตารางที่ 4.9 พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ปัจจัยที่มีศักยภาพทั้ง 8 ตัว คือ ปัจจัย A , B , C , AB , AD , BC , ABD และ

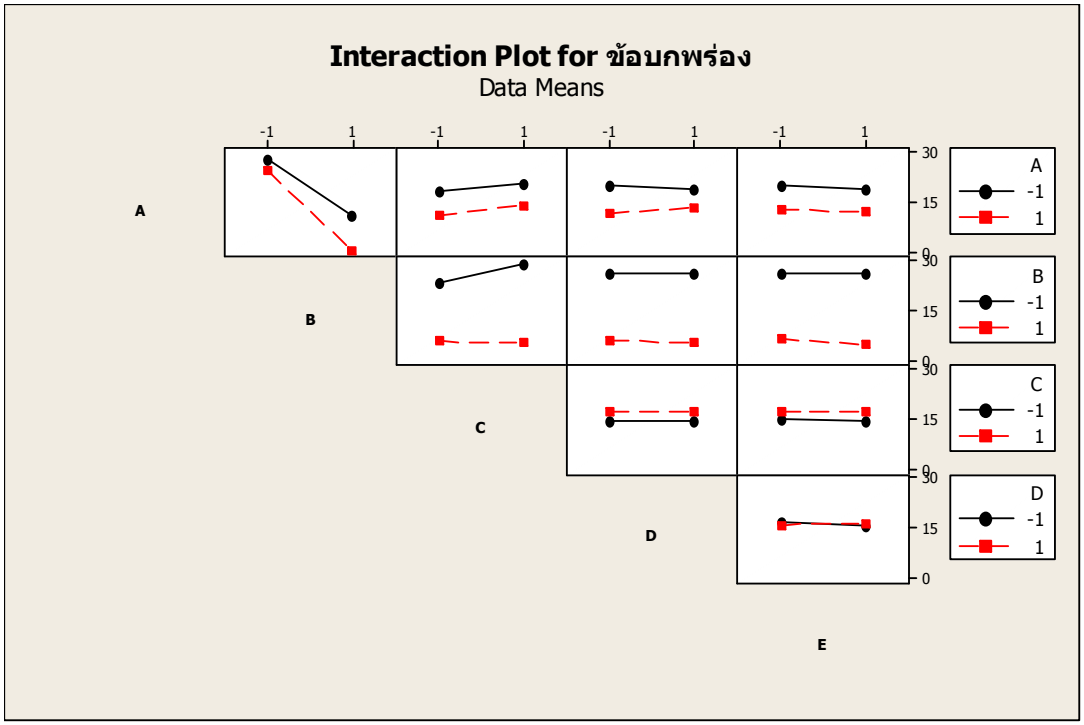
ABCD มีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนตอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยร่วมที่ปัจจัยหนึ่งส่งผลต่ออีกปัจจัยหนึ่งและอีกหลายปัจจัย ซึ่งถูกพิจารณาด้วยว่ามีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนต

2) การวิเคราะห์ตัวแปรตอบสนองจากการทดลอง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในตารางที่ 4.9 พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ปัจจัยที่มีศักยภาพทั้ง 8 ตัว คือ ปัจจัย A , B , C , AB , AD , BC , ABD และ ABCD มีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนตอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยร่วม AB , AD , BC , ABD และ ABCD เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ จึงจำเป็นต้องทำการพิจารณาปัจจัยหลักทั้ง 5 ตัว คือ A , B , C , D และ E ร่วมกับปัจจัยร่วมว่ามีผลอย่างไรต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนต



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงปัจจัยหลักกับค่าของตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง

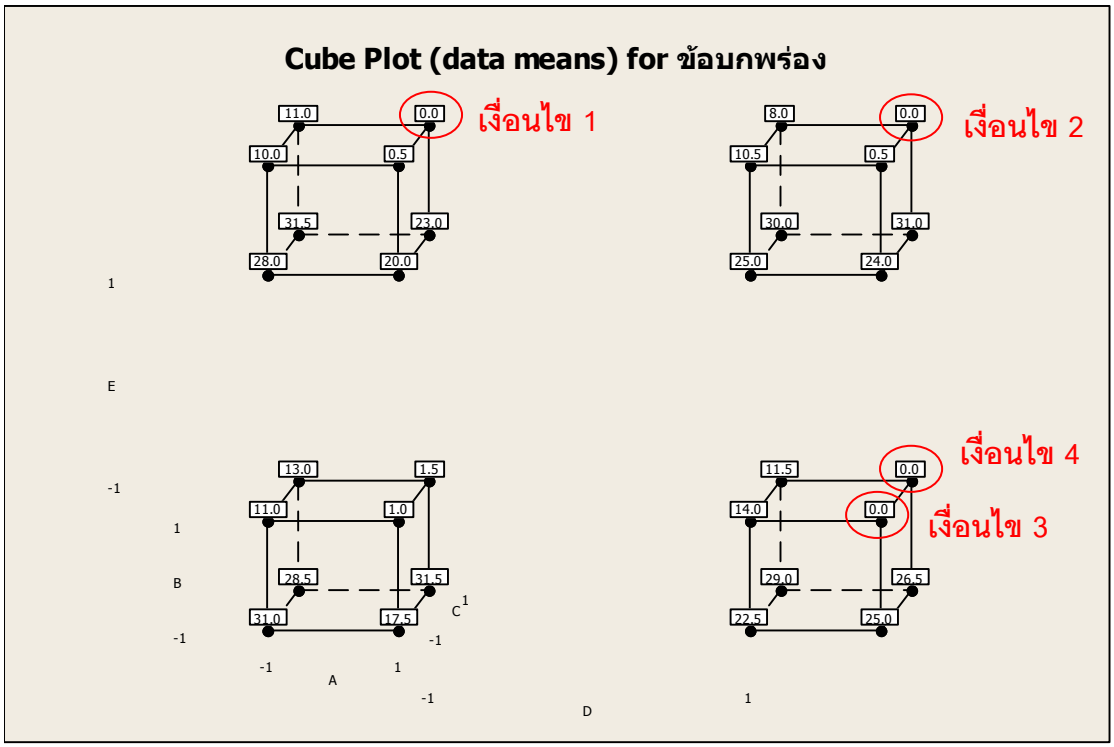


ภาพที่ 4.10 กราฟระหว่างอิทธิพลจากปัจจัยร่วมที่ประกอบด้วยปัจจัยหลักกับค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง

จากภาพที่ 4.9 พบว่า ปัจจัยหลัก A B และ C ส่งผลต่อค่าของตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่องมากกว่า ปัจจัยหลัก D และ E พิจารณาได้จากความชันของกราฟ จะเห็นว่า ที่ปัจจัยหลัก A B และ C มีความชันของกราฟที่มากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยหลัก A B และ C พบว่า ปัจจัย B ส่งผลกระทบต่อค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่องที่มากกว่า ปัจจัย A และ C ตามลำดับ และจากภาพที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าเมื่อปัจจัยมาหลัก A มาอยู่ร่วมกันกับปัจจัยหลัก B ทั้งสองปัจจัยมีผลกระทบซึ่งกันและกัน เช่นเดียวกับปัจจัย AD BC ABD และ ABCD

3) การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมจากการทดลอง

เพื่อเป็นการยืนยันผลที่ได้จากการพิจารณาหาเงื่อนไขที่เหมาะสม ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่องของถุงลามิเนตที่น้อยที่สุด สามารถพิจารณาได้จากภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 Cube Plot ของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับถุงลามิเนต สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 2

จากภาพที่ 4.11 พบว่า เกิดเงื่อนไขของการทดลองที่ส่งผลให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องที่น้อยที่สุด อยู่ 4 เงื่อนไข ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 เงื่อนไขของการทดลองที่ส่งผลต่อการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่น้อยที่สุด

ปัจจัย	เงื่อนไข 1		เงื่อนไข 2		เงื่อนไข 3		เงื่อนไข 4	
	Code	ค่าจริง	Code	ค่าจริง	Code	ค่าจริง	Code	ค่าจริง
A	+	5.5	+	5.5	+	5.5	+	5.5
B	+	2.2	+	2.2	+	2.2	+	2.2
C	+	6.5	+	6.5	-	5.5	+	6.5
D	-	2.0	+	3.0	+	3.0	+	3.0
E	+	95	+	95	-	85	-	85

เมื่อพิจารณาถึงเงื่อนไขที่เกิดขึ้นทั้ง 4 เงื่อนไขแล้ว พบว่า เงื่อนไข 3 เป็นเงื่อนไขที่ใช้ระยะเวลาในการทำการ VAC SEAL และ COOL น้อยที่สุด นั่นก็คือ ปัจจัย A B และ C ที่ 5.5 2.2 และ 5.5 วินาที ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเงื่อนไขอื่น

ดังนั้นเงื่อนไข 3 จึงถูกพิจารณาเป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการทดลองเพื่อยืนยันผลสำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 2

4.5.3 ผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 3 ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์

ปัจจัย A ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging ที่ 9.0 (-) และ 10.0 (+)

ปัจจัย B ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging ที่ 1.2 (-) และ 2.2 (+)

ปัจจัย C ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging ที่ 5.5 (-) และ 6.5 (+)

ปัจจัย D ความยาวของถุงลามิเนต ที่ 2.0 (-) และ 3.0 (+)

ปัจจัย E ความหนาของถุงลามิเนต ที่ 85 (-) และ 95 (+)

ปัจจัยที่ต้องการศึกษา คือ จำนวนสัดส่วนของเสียเนื่องจาก ถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และ รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ

2) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance)

จากแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลแบบ 2^5 พบว่า เท่ากับ 32 การทดลอง การทดลองละ 100 ใบ สามารถสรุปแผนการทดลองและผลการทดลอง แสดงได้ดังตารางที่ 4.11

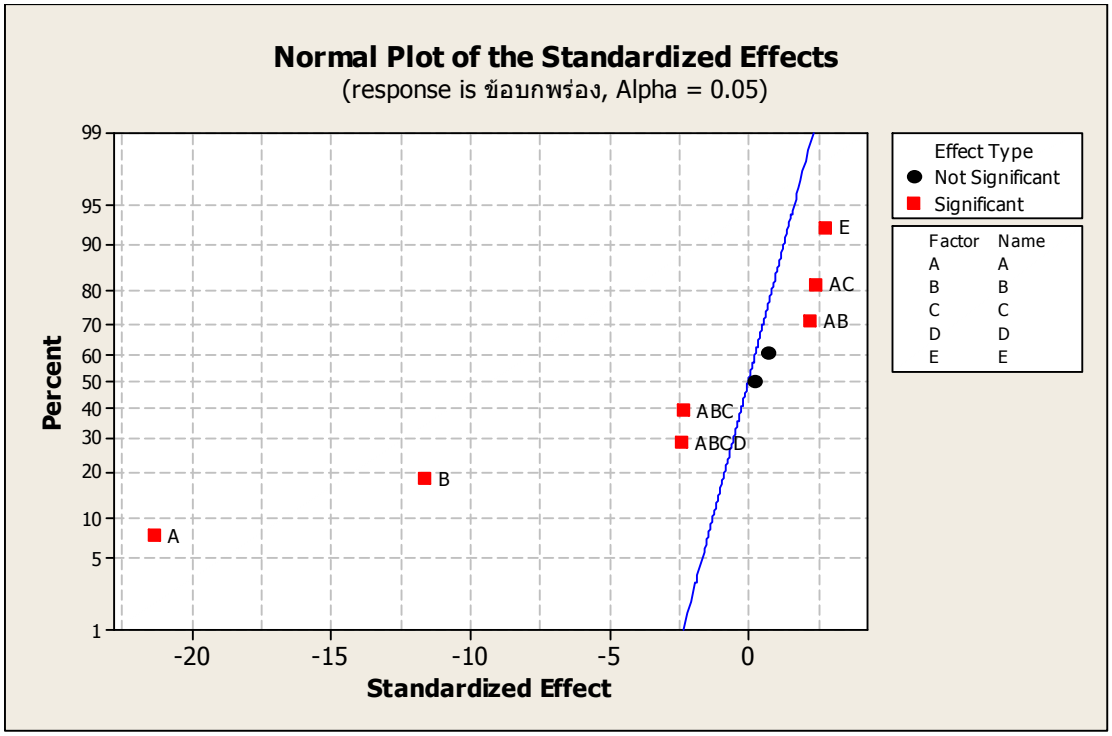
ตารางที่ 4.11 ข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลอง สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 3

การทดลอง	ปัจจัย					จำนวนสัดส่วนของเสีย (ใบ)
	A	B	C	D	E	
1	-	-	-	-	-	75
2	+	-	-	-	-	21
3	-	+	-	-	-	50
4	+	+	-	-	-	5
5	-	-	+	-	-	59
6	+	-	+	-	-	26
7	-	+	+	-	-	43
8	+	+	+	-	-	4

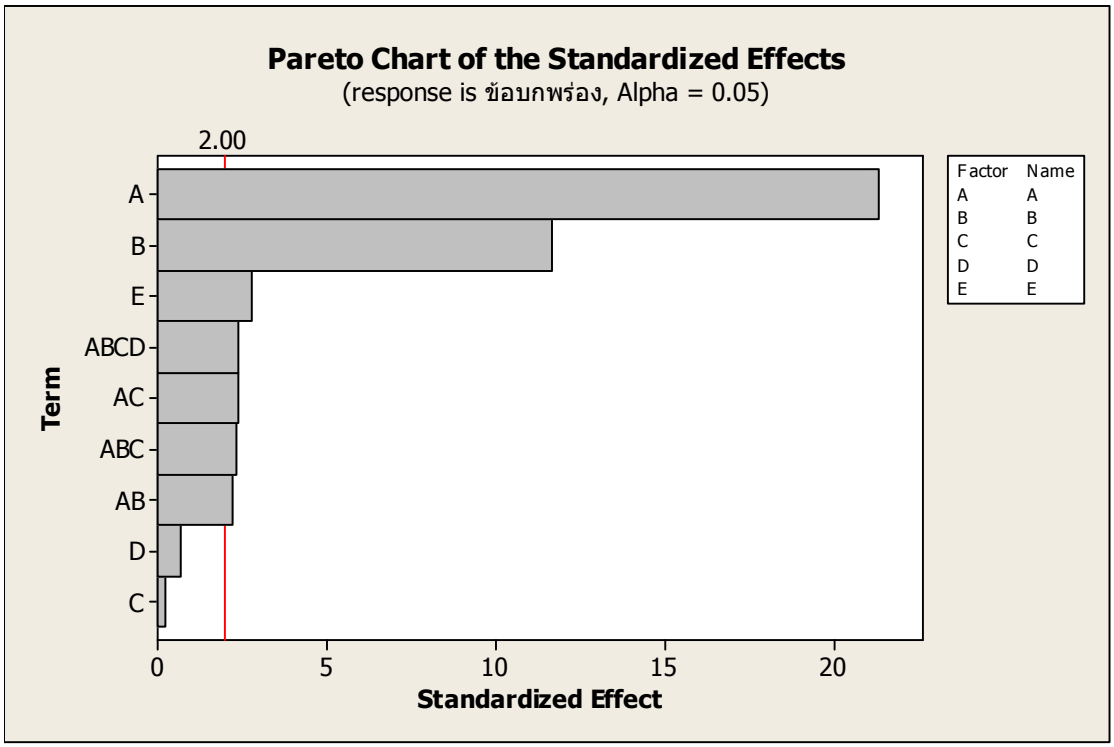
ตารางที่ 4.11 ข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลอง สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 3 (ต่อ)

การทดลอง	ปัจจัย					จำนวนสัดส่วนของเสีย (ใบ)
	A	B	C	D	E	
9	-	-	-	+	-	89
10	+	-	-	+	-	14
11	-	+	-	+	-	27
12	+	+	-	+	-	2
13	-	-	+	+	-	62
14	+	-	+	+	-	29
15	-	+	+	+	-	53
16	+	+	+	+	-	7
17	-	-	-	-	+	74
18	+	-	-	-	+	24
19	-	+	-	-	+	44
20	+	+	-	-	+	5
21	-	-	+	-	+	86
22	+	-	+	-	+	33
23	-	+	+	-	+	39
24	+	+	+	-	+	13
25	-	-	-	+	+	85
26	+	-	-	+	+	26
27	-	+	-	+	+	60
28	+	+	-	+	+	8
29	-	-	+	+	+	72
30	+	-	+	+	+	33
31	-	+	+	+	+	53
32	+	+	+	+	+	4

ผลการวิเคราะห์ผลของปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ต่อลักษณะข้อบกพร่อง คือ จำนวนถุงเสียเนื่องจาก ถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และ รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ต้องการศึกษา จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลลัพธ์ของการทดลองโดยใช้โปรแกรม Minitab เพื่อช่วยในการประมวลผล ซึ่งเริ่มจากการพล็อต Normal Probability Plot และ Pareto Chart ของอิทธิพลจากปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง) จากผลลัพธ์ของโปรแกรม แสดงไว้ดังภาพที่ 4.12 และ 4.13



ภาพที่ 4.12 Normal Probability Plot ของอิทธิผลของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)



ภาพที่ 4.13 Pareto Chart ของอิทธิผลของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)

จากภาพที่ 4.12 และ 4.13 สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัย A , B , E , AB , AC , ABC และ ABCD ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อตัวแปรตอบสนอง คือ ข้อบกพร่องของถุงลามิเนต จำนวนถุงเสีย เนื่องจากถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และ รอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ พิจารณาได้จากจุดที่ไม่เรียงอยู่บนเส้นตรงในภาพที่ 4.12 หรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบซึ่งอยู่ทางด้านขวามือของเส้นแนวตั้งในภาพที่ 4.13 และเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.12 พบว่า ปัจจัย ปัจจัย A , B , E , AB , AC , ABC และ ABCD ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อตัวแปรตอบสนอง ข้อบกพร่อง พิจารณาจากค่า P-Value ของปัจจัย A , B , E , AB , AC , ABC และ ABCD มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ α = 0.05 ทุกตัว

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)

Factorial Fit: ข้อบกพร่อง versus A, B, C, D, E ผลิตภัณฑ์ชูชิประเภทที่ 3

Estimated Effects and Coefficients for ข้อบกพร่อง (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		19.14	0.5248	36.47	0.000
A	-22.41	-11.20	0.5248	-21.35	0.000
B	-12.22	-6.11	0.5248	-11.64	0.000
C	0.22	0.11	0.5248	0.21	0.836
D	0.72	0.36	0.5248	0.68	0.496
E	2.91	1.45	0.5248	2.77	0.008
A*B	2.34	1.17	0.5248	2.23	0.030
A*C	2.53	1.27	0.5248	2.41	0.019
A*B*C	-2.47	-1.23	0.5248	-2.35	0.022
A*B*C*D	-2.53	-1.27	0.5248	-2.41	0.019

S = 4.19814 PRESS = 1336.84
R-Sq = 92.01% R-Sq(pred) = 88.77% R-Sq(adj) = 90.68%

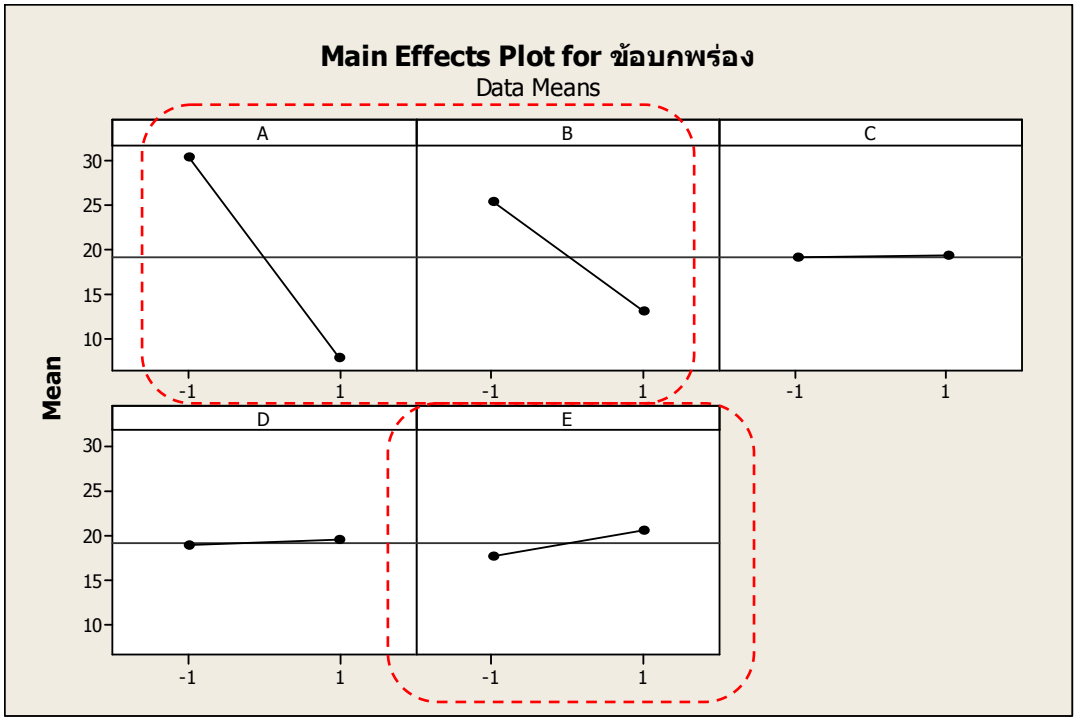
Analysis of Variance for ข้อบกพร่อง (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	5	10565.6	10565.6	2113.12	119.90	0.000
2-Way Interactions	2	190.4	190.4	95.20	5.40	0.007
3-Way Interactions	1	97.5	97.5	97.52	5.53	0.022
4-Way Interactions	1	102.5	102.5	102.52	5.82	0.019
Residual Error	54	951.7	951.7	17.62		
Lack of Fit	22	525.2	525.2	23.87	1.79	0.065
Pure Error	32	426.5	426.5	13.33		
Total	63	11907.7				

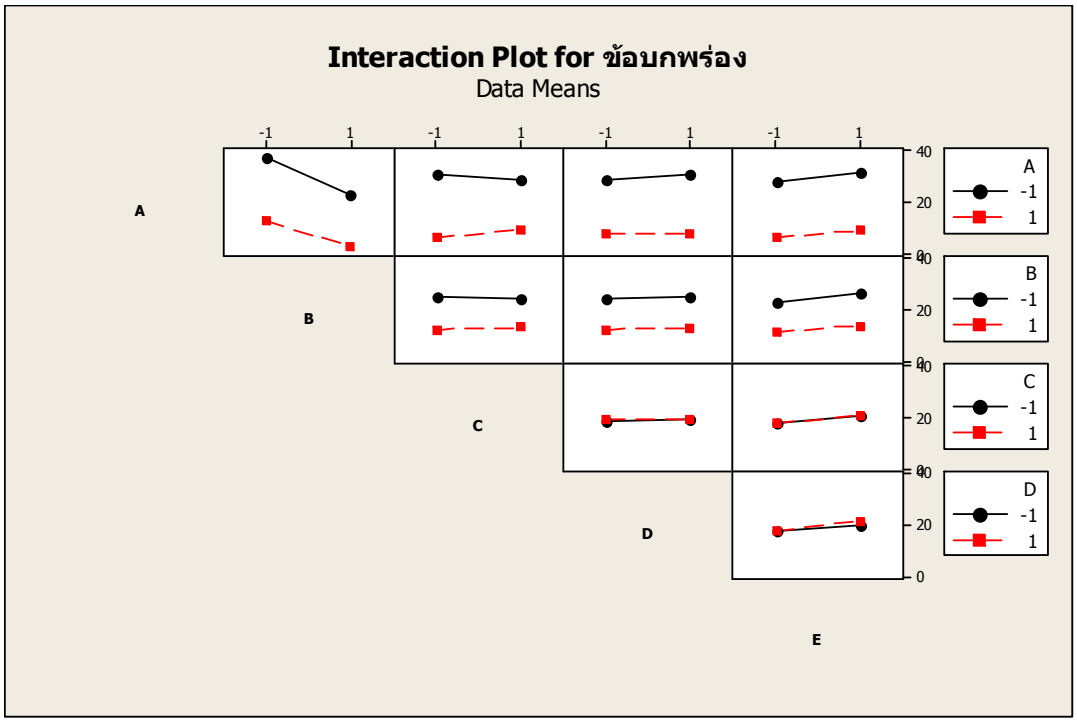
การวิเคราะห์ตัวแปรตอบจากการทดลอง จากตารางที่ 4.12 พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ปัจจัยที่มีศักยภาพทั้ง 7 ตัว คือ A , B , E , AB , AC , ABC และ ABCD มีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนตอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยร่วมที่ปัจจัยหนึ่งส่งผลต่ออีกปัจจัยหนึ่งและอีกหลายปัจจัย ซึ่งถูกพิจารณาด้วยว่ามีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนต

2) การวิเคราะห์ตัวแปรตอบสนองจากการทดลอง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในตารางที่ 4.12 พบว่า ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ปัจจัยที่มีศักยภาพทั้ง 7 ตัว คือ ปัจจัย A , B , E , AB , AC , ABC และ ABCD มีผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนตอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยร่วม AB , AC , ABC และ ABCD เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ จึงจำเป็นต้องทำการพิจารณาปัจจัยหลักทั้ง 5 ตัว คือ A , B , C , D และ E ร่วมกับปัจจัยร่วมว่ามีผลอย่างไรต่อลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดกับถุงลามิเนต



ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงปัจจัยหลักกับค่าของตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง

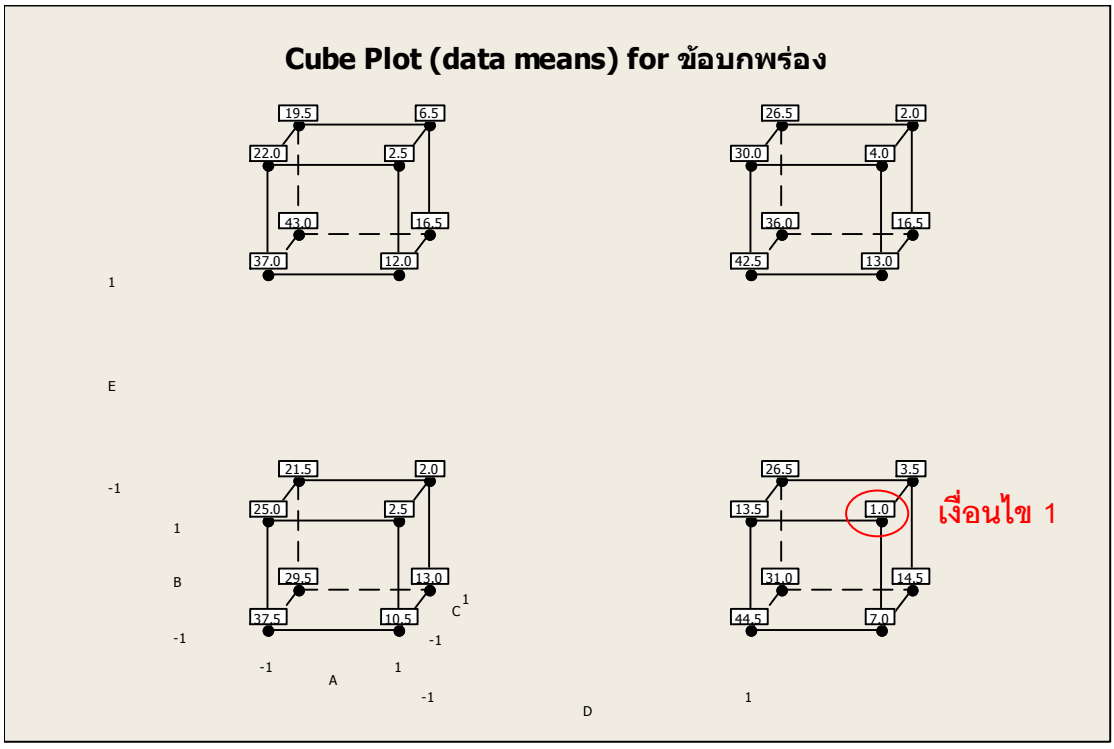


ภาพที่ 4.15 กราฟระหว่างอิทธิพลจากปัจจัยร่วมที่ประกอบด้วยปัจจัยหลักกับค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่อง

จากภาพที่ 4.14 พบว่า ปัจจัยหลัก A B และ E ส่งผลต่อค่าของตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่องมากกว่า ปัจจัยหลัก C และ D พิจารณาได้จากความชันของกราฟ จะเห็นว่า ที่ปัจจัยหลัก A B และ E มีความชันของกราฟที่มากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยหลัก A B และ E พบว่า ปัจจัย A ส่งผลกระทบต่อค่าตัวแปรตอบสนองลักษณะข้อบกพร่องที่มากกว่า ปัจจัย B และ E ตามลำดับ และจากภาพที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าเมื่อปัจจัยมาหลัก A มาอยู่ร่วมกันกับปัจจัยหลัก B ทั้งสองปัจจัยมีผลกระทบซึ่งกันและกัน เช่นเดียวกับปัจจัย AC ABC และ ABCD

3) การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมจากการทดลอง

เพื่อเป็นการยืนยันผลที่ได้จากการพิจารณาหาเงื่อนไขที่เหมาะสม ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่องของถุงลามิเนตที่น้อยที่สุด สามารถพิจารณาได้จากภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 Cube Plot ของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับถุงลามิเนต สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 3

จากภาพที่ 4.16 พบว่า เกิดเงื่อนไขของการทดลองที่ส่งผลให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องที่น้อยที่สุด อยู่เพียง 1 เงื่อนไข ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 เงื่อนไขของการทดลองที่ส่งผลต่อการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่น้อยที่สุด

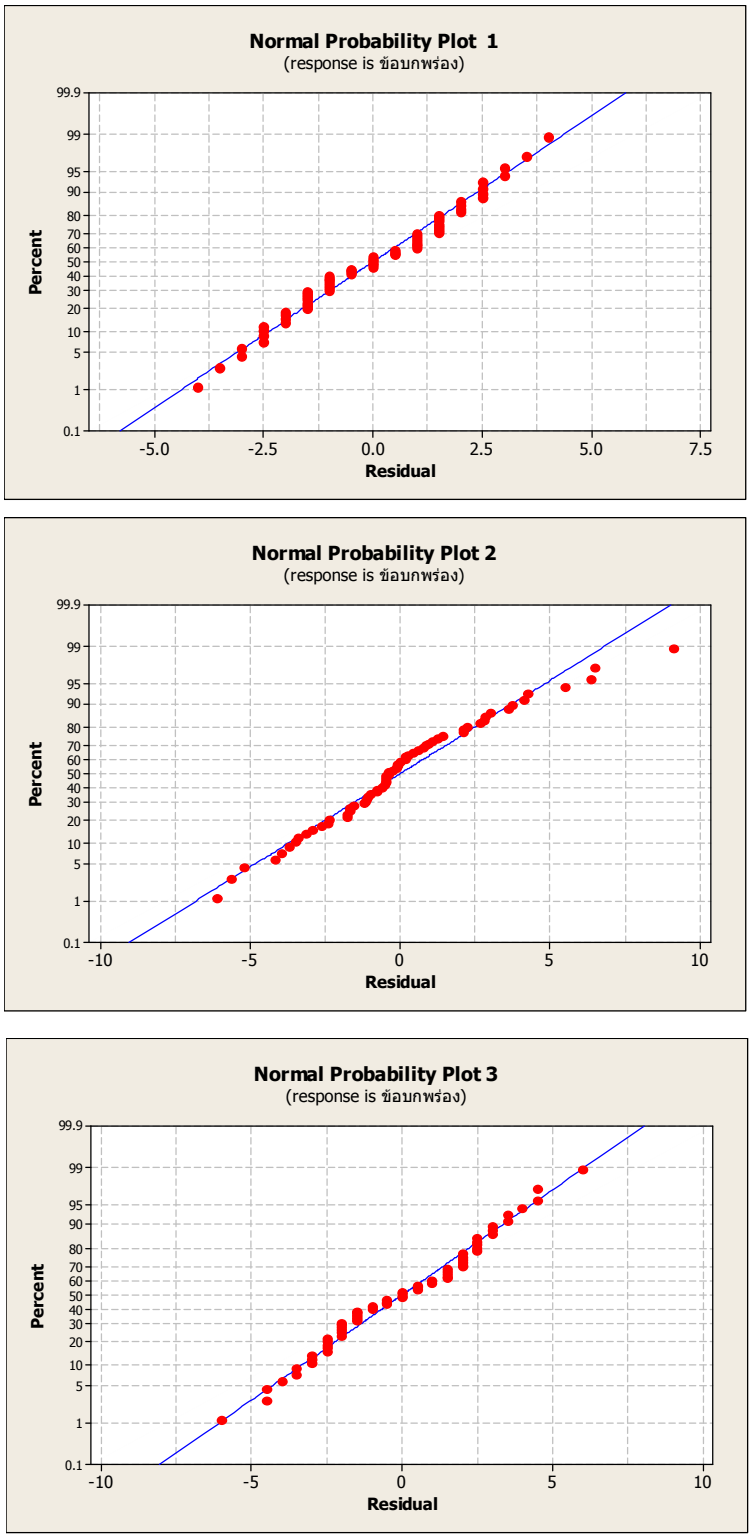
ปัจจัย	เงื่อนไข 1	
	Code	ค่าจริง
A	+	10.0
B	+	2.2
C	-	5.5
D	+	3.0
E	-	85

ดังนั้น เงื่อนไข 1 จึงถูกพิจารณาเป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการทดลองเพื่อยืนยันผลสำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 3

4.6 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ (Model Adequacy Checking)

ในการออกแบบการทดลองส่วนใหญ่ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจะมีความน่าเชื่อถือจำเป็นต้องมีการทดสอบสมมุติฐานในการวิเคราะห์ก่อนเสมอ เพื่อให้ทราบว่าค่าที่ได้จากการทดลอง มีความเหมาะสมและมีการกระจายแบบแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ซึ่ง ε ค่าความคลาดเคลื่อนต้องมีการกระจายแบบปกติด้วย และต้องเป็นอิสระต่อกัน โดยสามารถเขียนสัญลักษณ์ได้เป็น $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$ ซึ่งในการออกแบบการทดลองนั้นจำเป็นต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ เพื่อความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราห์ความแปรปรวน การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแปรมีด้วยกัน 3 ขั้นตอน คือ

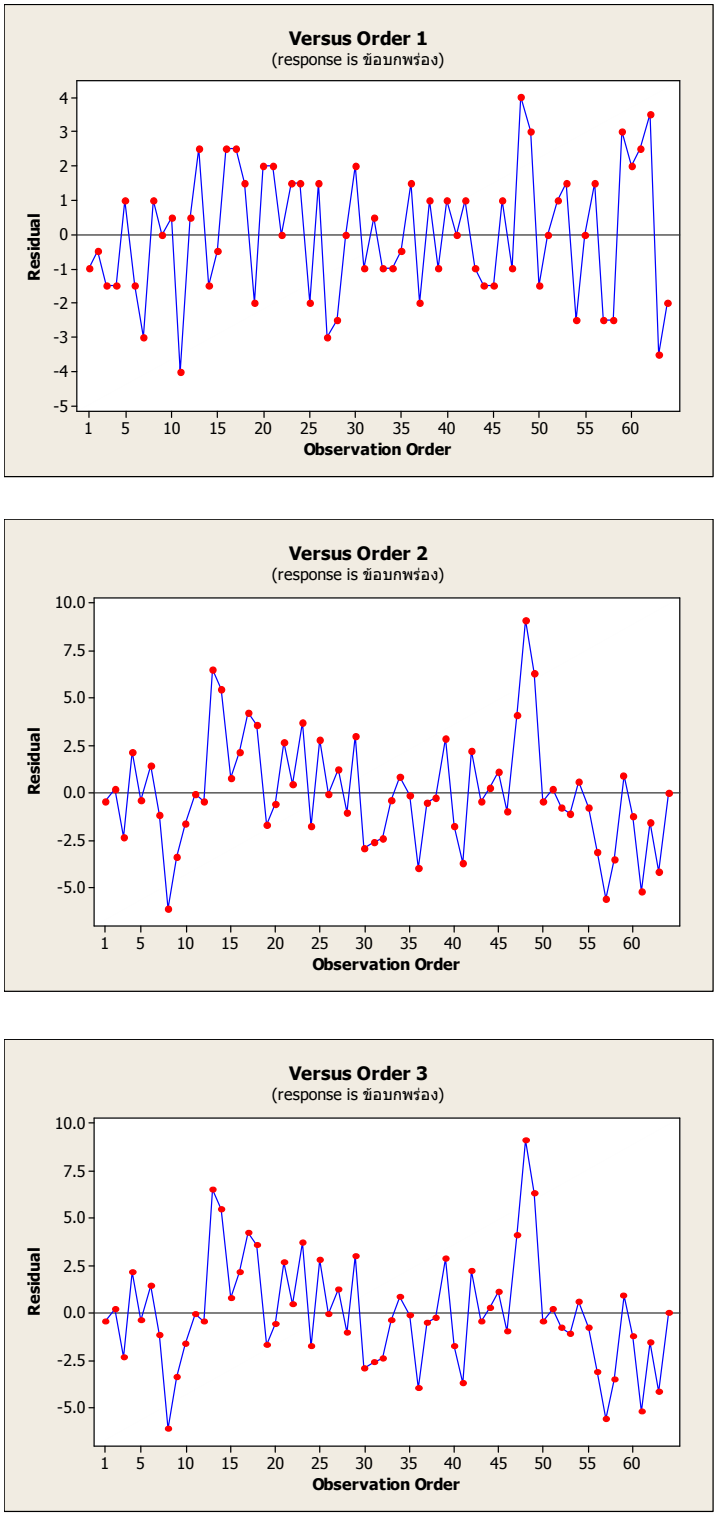
I. การตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ซึ่งเป็นการตรวจสอบ $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$ ว่าเป็นจริง พิจารณาจากการนำค่าความคลาดเคลื่อน (Residual) ไปตรวจสอบ ถ้ามีการกระจายตัวแบบปกติจริง กราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งแสดงว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ จากผลลัพธ์ที่ได้นำมาพล็อตด้วยโปรแกรม Minitab พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตอบสนอง มีการเรียงตัวเป็นเส้นตรง ดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 Normal Probability Plot ของ Residuals สำหรับข้อบกพร่อง

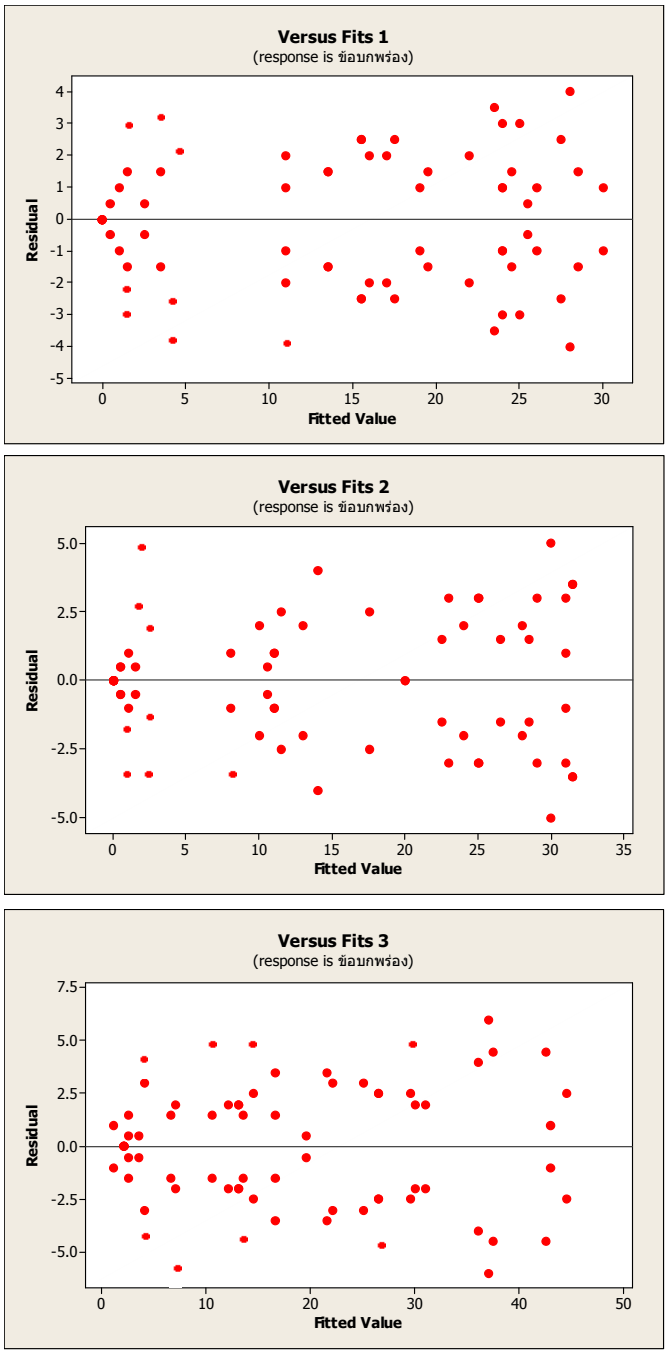
II. การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) พิจารณาจากรูปแบบการกระจายตัวของค่าความคลาดเคลื่อน ที่สัมพันธ์กับลำดับชุดการทดลองทั้งหมด ซึ่งจะต้องเป็นการกระจายตัวแบบไร้รูปแบบ จึงจะส่งผลให้ข้อมูลมีความเป็นอิสระต่อกัน จากภาพที่ 4.18

เป็นการพล็อตค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง) เทียบกับลำดับการทดลอง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีความเป็นอิสระต่อกัน



ภาพที่ 4.18 ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง) เทียบกับลำดับการทดลอง

III. การตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน (Variance Stability) โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนและค่าคาดหมายของตัวแปรตอบสนอง การกระจายตัวต้องเป็นแบบไร้รูปแบบ ซึ่งจะสามารถสรุปได้ว่าความแปรปรวนของข้อมูลมีความเสถียร จากภาพที่ 4.19 เป็นการพล็อตระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าคาดหมายของตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง) พบว่าการกระจายตัวเป็นลักษณะแบบไร้รูปแบบ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าความแปรปรวนของข้อมูลมีความเสถียร



ภาพที่ 4.19 ค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าคาดหมายของตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)

4.7 สรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่อง

จากผลการทดลองสามารถสรุปปัจจัยหลักและอัตรกิริยาที่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนของเสียของถุงลามิเนตได้ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สรุปปัจจัยหลักและอัตรกิริยาที่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนของเสียของถุงลามิเนต

ประเภทผลิตภัณฑ์ซูชิ	Main Effect	2-Way Interaction	3-Way Interaction	4-Way Interaction
1	1. ค่า Vac 2. ค่า Seal	1. ค่า Vac กับค่า Seal 2. ความยาวกับความหนาของถุง	ค่า Seal กับความยาวและ และความหนาของถุง	ค่า Vac กับค่า Seal กับค่า Cool และความยาวของถุง
2	1. ค่า Vac 2. ค่า Seal 3. ค่า Cool	1. ค่า Vac กับค่า Seal 2. ค่า Vac กับความยาวของถุง 3. ค่า Seal กับค่า Cool	ค่า Vac กับค่า Seal และ ความยาวของถุง	ค่า Vac กับค่า Seal กับค่า Cool และความยาวของถุง
3	1. ค่า Vac 2. ค่า Seal 3. ความหนาของถุง	1. ค่า Vac กับค่า Seal 2. ค่า Vac กับค่า Cool	ค่า Vac กับค่า Seal และ ค่า Cool	ค่า Vac กับค่า Seal กับค่า Cool และความยาวของถุง

บทที่ 5
การทดลองเพื่อยืนยันผลหลังการปรับปรุง

5.1 ระดับของปัจจัยที่เหมาะสมของการทดลองเพื่อลดข้อบกพร่อง

จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลของปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะข้อบกพร่องในบทที่ 4 ทำให้สามารถสรุปเงื่อนไขระดับของปัจจัยที่เหมาะสมของการทดลองเพื่อให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องที่ถุงลามิเนตน้อยที่สุด ที่ผลิตภัณฑ์ซูชิทั้ง 3 ประเภท ได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ระดับของปัจจัยการทดลองเพื่อยืนยันการลดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ซูชิทั้ง 3 ประเภท

ปัจจัย	ผลิตภัณฑ์ซูชิ			หน่วย
	ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	
A	5.5	5.5	10.0	sec
B	2.2	2.2	2.2	sec
C	5.5	5.5	5.5	sec
D	3.0	3.0	3.0	cm
E	95	85	85	micron

จากตารางเงื่อนไขการทดลองเพื่อยืนยันผลของผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1 , 2 และ 3 ผู้วิจัยจึงได้นำค่าปัจจัยต่างๆ ไปทำการทดลองต่อและเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อยืนยันผลการทดลองอีกครั้ง และเพื่อให้มั่นใจว่าค่าของปัจจัยต่างๆ ที่ได้ทำการวิเคราะห์เป็นค่าที่มีความเหมาะสมที่สุด นั่นก็คือ สามารถก่อให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องของถุงลามิเนตที่มีค่าน้อยที่สุด

5.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อยืนยันผลหลังการปรับปรุง ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อยืนยันผลหลังการปรับปรุง

ผลิตภัณฑ์ซูชิ ประเภท	ปัจจัย					จำนวนข้อบกพร่อง (ใบ)			รวม
	A	B	C	D	E	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	5.5	2.2	5.5	3.0	95	1	0	0	1
2	5.5	2.2	5.5	3.0	85	0	0	2	2
3	10.0	2.2	5.5	3.0	85	0	0	2	2

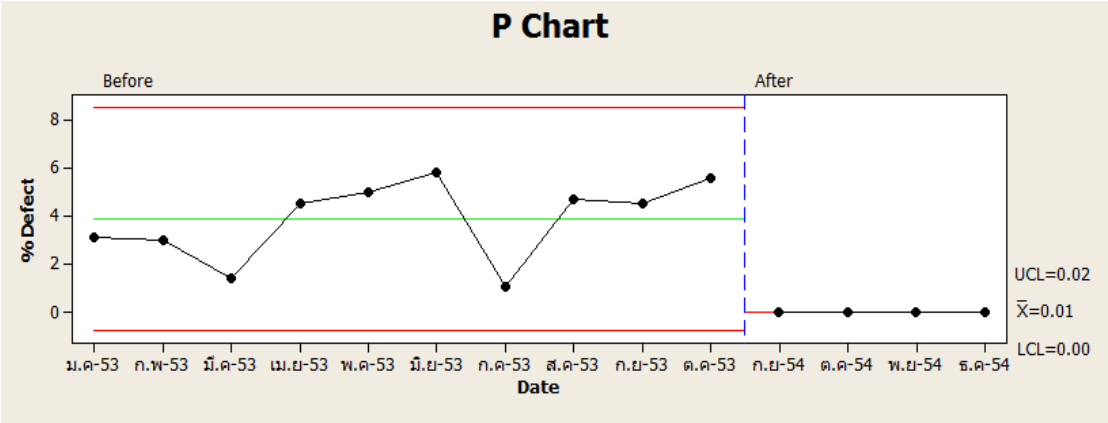
จากการทดลองเบื้องต้นเพื่อยืนยันผลตามเงื่อนไขการทดลอง พบลักษณะข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1 , 2 และ 3 คิดเป็น 0.67% , 1.33% และ 1.33% ซึ่งลดลง ตามลำดับ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนถุงลามิเนตที่เสียเพิ่มเติมหลังจากได้ทำการปรับปรุงกระบวนการทั้งใน 2 ขั้นตอน คือ ในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์ และในขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ ตั้งแต่เดือนเดือนก.ย.-ธ.ค. ปี 2554 ซึ่งสามารถบันทึกจำนวนถุงลามิเนตที่เสีย โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 จำนวนถุงลามิเนตที่เสีย ตั้งแต่เดือนก.ย.-ธ.ค. ปี 2554

ลำดับ	ประเภทผลิตภัณฑ์ซูชิ	เดือน / Packing	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม (ใบ)
1	*Sushi Normal	20pcsx20x2	28	27	10	15	80
2	Sushi Normal	20pcsx50	0	0	0	0	0
3	Sushi Normal	30pcsx15x2	0	0	0	0	0
4	*Sushi HM	20pcsx20x2	6	5	10	0	21
5	Sushi HM	8pcsx10x6	10	0	0	0	10
6	*Sushi Broken	250gx40	0	0	0	0	0
จำนวนถุงลามิเนตที่เสีย (ใบ)			44	32	20	15	111
จำนวนถุงลามิเนตที่เบิกใช้ผลิตรวม (ใบ)			255,880	354,500	339,810	265,690	1,215,880
% ของเสีย			0.02	0.01	0.01	0.01	0.01

5.3 การเปรียบเทียบจำนวนข้อบกพร่องก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการดำเนินการทดลองที่ผ่านมาของผู้วิจัย ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนถุงลามิเนตที่เสียตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม 2554 พบจำนวนถุงลามิเนตที่เสียทั้งหมด 111 ใบ จากจำนวนการเบิกใช้ผลิตรวม 1,215,880 ใบ ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนของเสียเฉลี่ย 0.01 % ดังตารางที่ 5.3 ซึ่งลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียก่อนปรับปรุง ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนของเสียเฉลี่ยที่ 3.19%



ภาพที่ 5.1 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบจำนวนถุงลามิเนตที่เกิดข้อบกพร่องก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

จากภาพที่ 5.1 พบว่าข้อบกพร่องของถุงลามิเนตหลังการปรับปรุงลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับข้อบกพร่องของถุงลามิเนตก่อนการปรับปรุง นั่นคือสามารถลดข้อบกพร่องของถุงลามิเนตลงได้ จากเดิม 3.19 % เหลือเพียง 0.01 %

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการลดข้อบกพร่องของกระบวนการบรรจุกุ้งแปรรูปซูชิแช่แข็ง ซึ่งประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ซูชิ 3 กลุ่มผลิตภัณฑ์ คือ ประเภทที่ 1 Sushi Normal , ประเภทที่ 2 Sushi HM และประเภทที่ 3 Sushi Broken โดยนำลักษณะข้อบกพร่องที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้ง 6 ประเภท ประกอบด้วย ถุงที่ระบุรายละเอียดผิด ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ ถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และรอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรม ประกอบด้วย แผนภูมิพาเรโต แผนภูมิแสดงเหตุและผล และได้ระดมความคิดจากผู้มีประสบการณ์ในแต่ละสาขาที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาและวิเคราะห์ถึงสาเหตุและลักษณะข้อบกพร่อง โดยได้ทำการกรองปัจจัย ทำให้ทราบถึงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องถุงที่ระบุรายละเอียดผิด ถุงที่พบเศษกุ้งหลังถาด ถุงที่ระบุรายละเอียดไม่ครบ ทางผู้วิจัยและทีมจึงได้พิจารณาหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง โดยการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงประกอบด้วย

1)ระเบียบปฏิบัติในการทำงาน
2) ความเอาใจใส่และความละเอียดรอบคอบของพนักงาน
3) ทักษะของพนักงานหน้างาน

รวมถึงสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องของถุงหลวม รอยซีลที่ถุงไม่เรียบ และรอยซีลที่ถุงไม่ตรงตามระยะ ทางผู้วิจัยและทีมจึงได้พิจารณาหาแนวทางแก้ไขปรับปรุง โดยทำการออกแบบการทดลองแฟกทอเรียลแบบ 2^5 ซึ่งพบว่ามีปัจจัย 5 ปัจจัยที่ได้ถูกกรองเพื่อใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1) ค่า Vac ของเครื่อง Vacuum Packaging
2) ค่า Seal ของเครื่อง Vacuum Packaging
3) ค่า Cool ของเครื่อง Vacuum Packaging
4) ความยาวของถุงลามิเนต
5) ความหนาของถุงลามิเนต

จากการทดลอง พบว่า ผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 1 ปัจจัยที่มีผลกระทบอย่างมากต่อลักษณะข้อบกพร่องของถุงลามิเนต คือ ค่า Vac และ ค่า Seal ส่วนผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 2 ก็คือ ค่า Vac ค่า Seal และค่า Cool สุดท้ายผลิตภัณฑ์ซูชิประเภทที่ 3 คือ ค่า Vac ค่า Seal และความหนาของถุงลามิเนต แต่อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากปัจจัยที่ไม่ได้กล่าวถึง ยังพบอีกว่าเมื่อปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัยมาอยู่ร่วมกันยังส่งกระทบซึ่งกันและกันอีกด้วย

จากการพิจารณาค่าที่เหมาะสมของระดับปัจจัยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ค่าที่เหมาะสมของแต่ละระดับปัจจัยเพื่อให้จำนวนข้อบกพร่องที่ถุงลามิเนตน้อยที่สุด

ปัจจัย	**ผลิตภัณฑ์ซูชิ**			**หน่วย**
	ประเภท 1	**ประเภท 2**	**ประเภท 3**	
A	5.5	5.5	10.0	sec
B	2.2	2.2	2.2	sec
C	5.5	5.5	5.5	sec
D	3.0	3.0	3.0	cm
E	95	85	85	micron

หลังจากการแก้ไขปรับปรุง ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม 2554 พบว่าสัดส่วนของข้อบกพร่องของถุงลามิเนตลดลงจากก่อนปรับปรุงอยู่ที่ 3.19% หลังปรับปรุงลดลงเหลือเพียง 0.01 % ซึ่งอยู่ในระดับที่น่าพอใจอย่างมาก จากงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบและให้นำเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาในรูปแบบดังกล่าวนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง

6.2 ข้อเสนอแนะ

1) งานวิจัยฉบับนี้สามารถลดข้อบกพร่องของถุงลามิเนตลงได้เหลือเพียง 0.01 % ซึ่งส่งผลให้สามารถลดยอดการสั่งซื้อของถุงลามิเนตจากเดิมที่ 3% เหลือเพียง 0.02% และลดค่าใช้จ่ายในการลดยอดการสั่งซื้อลงได้ประมาณ 2.8%

2) จากการทดลอง พบว่าผลการทดลองหลังการปรับปรุง จำนวนข้อบกพร่องลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนปรับปรุงอย่างมากซึ่งเป็นสิ่งที่ดีที่ควรดำเนินการให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง และควรกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนเพื่อให้พนักงานทราบและดำเนินการตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ เพื่อกระตุ้นให้พนักงานมีความเอาใจใส่และมีความละเอียดรอบคอบในการทำงานมากขึ้น

3) การจัดฝึกอบรมงานในหน้าที่ควรมีการจัดอบรมอย่างสม่ำเสมอเพื่อกระตุ้นให้พนักงานเดิมมีความรู้ความเข้าใจบทบาทของงานในหน้าที่มากขึ้น และสำหรับพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจและเกิดทักษะในการทำงานต่อไป

4) การวิจัยเป็นการประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมมาใช้กับผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียวของโรงงานกรณีศึกษา จึงควรที่จะ นำมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นที่มีการผลิต เพื่อลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤษดา อัศวรุ่งแสงสกุล. การปรับปรุงคุณภาพของหัวอ่านเขียนข้อมูลฮาร์ดดิสก์โดยประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. การควบคุมคุณภาพของกระบวนการโดยอาศัยสถิติ. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2539.

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. การควบคุมคุณภาพ Quality Control.กรุงเทพมหานคร : ประกอบเมไตร, 2541.

บุญเกียรติ ดีสุขสถิต. การวิเคราะห์ความสูญเสียของการพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ปารเมศ ชุติมา. การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ปิยนันท์ กลิ่นน้อย. การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองและผลตอบสนองแบบโครงร่างพื้นผิวเพื่อทำนายผลผลิตจากแหล่งผลิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมปิโตรเลียม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ทรงพล พิเชษฐ์วัฒนา. การประยุกต์การออกแบบการทดลองในการปรับปรุงคุณภาพของแรงดึงของหัวอ่านเขียนจ้อมูลในฮาร์ดดิสไดร์ฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

พรเลิศ ลักษณเชษฐ์. การพัฒนาระบบบริหารการผลิตเพื่อการลดความสูญเสีย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

พล เกียรติเจริญผล. การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเคลือบแลกเกอร์บนแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกโดยวิธีการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2549.

วัชรศักดิ์ ทวีสุข . การศึกษาปัจจัยในกระบวนการประกอบชุดประกอบสำเร็จหัวเขียนอ่านข้อมูล

ฮาร์ดดิสก์ ที่มีผลกระทบต่อการโก่งตัวของตัวหัวเขียนอ่านข้อมูลโดยการใช้การออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว. การลดของเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋องโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกม่า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ภาษาอังกฤษ

Anderson, V.L., and McLean, R.A. Design of Experiment : a Realistic Approach. Dekker, New York, 1974.

Juran, H.M. Quality Control Handbook. McGraw Hill Co., 3rd ed., 1975.

Montgomery, D.C. Design and analysis of experiments, 5 th ed. New York: John Wiley and Sons, 2001.

Montgomery, D.C. Introduction to Statistical Quality Control. New York: John Wiley and Sons, 2001.

Van Trier, P. Process Management & Analysis : Cause & Effect Matrix. [Online]. 2012 Available from : http;//www.processma.com, [2012]

Van Trier, P. Process Management & Analysis : Design of Experiment. [Online]. 2012 Available from : http;//www.processma.com, [2012]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
มาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์

ชื่อเอกสาร DOC	มาตรฐานการปฏิบัติงาน WORK INSTRUCTION	เลขที่เอกสาร DOC No.	WI-PR-001
ชื่อหัวเรื่อง SUBJECT	การปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์	หน้า PAGE No.	1 of 5

1. **วัตถุประสงค์**

เพื่อเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานของพนักงานหน้างานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์ให้มีความเข้าใจและปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง ลดความผิดพลาดจากการปฏิบัติงานลงได้

2. **ขอบเขต**

เอกสารขั้นตอนการดำเนินงานฉบับนี้ใช้เฉพาะการปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์เท่านั้น

3. **หน้าที่ความรับผิดชอบ**

2.1 พนักงานฝ่ายผลิต ทำการเตรียมและตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ก่อนส่งไปยังหน่วยการบรรจุ

2.2 หัวหน้าฝ่ายผลิต ทำการตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ที่ทางพนักงานฝ่ายผลิตเตรียมไว้ก่อนส่งให้ทางฝ่ายควบคุมคุณภาพและฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อนุมัติเพื่อดำเนินการผลิต

2.2 พนักงานฝ่ายควบคุมคุณภาพขึ้นไป ทำการสุ่มตรวจสอบบรรจุภัณฑ์และอนุมัติให้ดำเนินการส่งไปยังหน่วยการบรรจุ

2.3 พนักงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นไป ทำการอนุมัติสุดท้ายก่อนสั่งผลิต

4. **ขั้นตอนการดำเนินงาน**

4.1 หัวหน้าฝ่ายผลิตออกเอกสาร KPI การเตรียมบรรจุภัณฑ์ (แบบฟอร์ม FM-PR-001)

4.2 พนักงานฝ่ายควบคุมคุณภาพทำการตรวจสอบเอกสาร KPI การเตรียมบรรจุภัณฑ์จากทางฝ่ายผลิต เมื่อผ่านการอนุมัติจึงดำเนินการในขั้นตอนต่อไปได้ แต่ถ้าไม่ผ่านการอนุมัติให้นำกลับไปให้ทางฝ่ายผลิตทำการแก้ไข

4.3 พนักงานหน้างานฝ่ายผลิต ทำการเตรียมตัวอย่างบรรจุภัณฑ์โดยระบุราย

ชื่อเอกสาร DOC	มาตรฐานการปฏิบัติงาน WORK INSTRUCTION	เลขที่เอกสาร DOC No.	WI-PR-001
ชื่อหัวเรื่อง SUBJECT	การปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์	หน้า PAGE No.	2 of 5

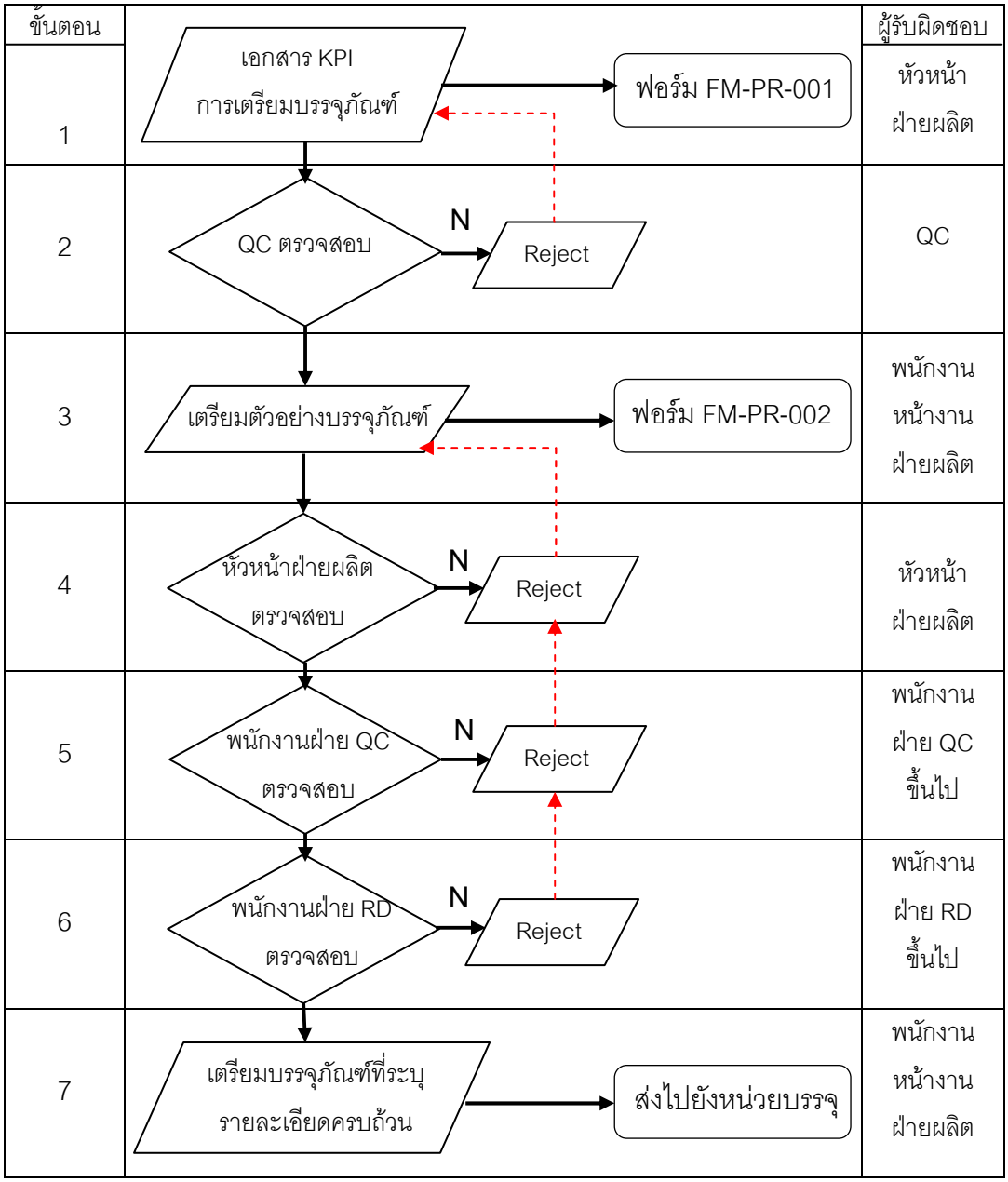
ละเอียดบนบรรจุภัณฑ์ให้ครบตามเอกสาร KPI การเตรียม PACKAGE (แบบฟอร์ม FM-PR-001) และออกเอกสารตัวอย่างการตรวจเช็ค PACKAGE (แบบฟอร์ม FM-PR-002) เพื่อให้ทางหัวหน้าฝ่ายผลิต พนักงานฝ่ายควบคุมคุณภาพขึ้นไป และพนักงานฝ่ายวิจัยแลพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นไปเป็นผู้ทำการอนุมัติ

4.4 หัวหน้าฝ่ายผลิต พนักงานฝ่ายควบคุมคุณภาพขึ้นไป และพนักงานฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นไปทำการอนุมัติตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ที่ทางพนักงานหน้างานฝ่ายผลิตได้จัดเตรียมขึ้นแล้ว ถ้าผ่านการอนุมัติจึงเริ่มดำเนินการเตรียมตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ต่อไปได้ แต่ถ้าไม่ผ่านการอนุมัติให้ทางพนักงานหน้างานฝ่ายผลิตนำกลับไปแก้ไขและดำเนินการขออนุมัติเช่นเดิม

4.5 หัวหน้าฝ่ายผลิตทำการสุ่มตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ที่ระบุรายละเอียดครบถ้วนอีกครั้งก่อนส่งไปยังหน่วยการบรรจุต่อไป

ชื่อเอกสาร DOC	มาตรฐานการปฏิบัติงาน WORK INSTRUCTION	เลขที่เอกสาร DOC No.	WI-PR-001
ชื่อหัวเรื่อง SUBJECT	การปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์	หน้า PAGE No.	3 of 5

การปฏิบัติงานในขั้นตอนการเตรียมบรรจุภัณฑ์



เอกสาร KPI การเตรียมบรรจุภัณฑ์ (แบบฟอร์ม FM-PR-001)

Doc No. : FM-PR-01	FORM	Title : KPI การเตรียม PACKAGE
Revision : 0	Effective Date : 21 May 2011	อายุการเก็บรักษาเอกสาร : 2 ปี

Date..... Product..... Packing..... **ปริมาณการผลิต**.....ตัน

อ้างอิง Spec	บรรจุภัณฑ์/จำนวน	Production Code	Production Date	Expiry Date	ผู้ตรวจสอบ		หมายเหตุ
					ฝ่ายผลิต	ฝ่าย QC	

Prepared..... Approved.....

เอกสารตัวอย่างการตรวจเช็ค PACKAGE (แบบฟอร์ม FM-PR-002)

Doc No. : FM-PR-002	FORM	Title : ตัวอย่างการตรวจเช็ค PACKAGE
Revision : 0	Effective Date : 21 May 2011	อายุการเก็บรักษาเอกสาร : 2 ปี

Product..... Packing.....

วันที่	ลูกค้า	Order No.	อ้างอิง Spec	ผู้ตรวจสอบ			หมายเหตุ
				ฝ่ายผลิต	ฝ่าย QC	ฝ่าย RD	

Prepared..... Approved.....

ภาคผนวก ข
มาตรฐานการปฏิบัติงานในขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิ

ชื่อเอกสาร DOC	มาตรฐานการปฏิบัติงาน WORK INSTRUCTION	เลขที่เอกสาร DOC No.	WI-PR-002
ชื่อหัวเรื่อง SUBJECT	การปฏิบัติงานในขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิ	หน้า PAGE No.	1 of 5

1. **วัตถุประสงค์**

เพื่อเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานของพนักงานหน้างานในขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุให้มีความเข้าใจและปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง รวมถึงลดความผิดพลาดจากการปฏิบัติงานลงได้

2. **ขอบเขต**

เอกสารขั้นตอนการดำเนินงานฉบับนี้ใช้เฉพาะการปฏิบัติงานในขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุเท่านั้น

3. **หน้าที่ความรับผิดชอบ**

2.1 พนักงานฝ่ายผลิต บรรจุผลิตภัณฑ์ใส่ลงในถุงบรรจุภัณฑ์ที่เตรียมไว้และตรวจสอบรอยซีลหลังจากการ Vacuum

2.2 หัวหน้าฝ่ายผลิต ทำการสุ่มตรวจสอบความถูกต้องของบรรจุภัณฑ์ที่ทางพนักงานฝ่ายผลิตได้ทำการบรรจุเรียบร้อยแล้ว

2.3 พนักงานฝ่ายควบคุมคุณภาพขึ้นไป ทำการสุ่มตรวจสอบบรรจุภัณฑ์ในระหว่างการบรรจุผลิตภัณฑ์ของพนักงานฝ่ายผลิตและสุ่มตรวจสอบรอยซีลหลัง Vacuum

2.4 พนักงานฝ่ายวิศวกรรมเข้าตรวจสอบความพร้อมของสภาพเครื่อง Vacuum Packaging ก่อนการใช้งาน รวมถึงเมื่อตรวจพบปัญหาในระหว่างการทำงาน

4. **ขั้นตอนการดำเนินงาน**

4.1 พนักงานฝ่ายผลิตหน้างานรับบรรจุภัณฑ์จากจุดเตรียม

4.2 หัวหน้าฝ่ายผลิตทำการตรวจสอบรายละเอียดที่ระบุลงบนบรรจุภัณฑ์ต้องมีความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์

4.3 พนักงานฝ่ายผลิตหน้างานบรรจุสินค้าใส่ลงในบรรจุภัณฑ์และปรับตั้งค่าเครื่อง Vacuum Packaging ตามมาตรฐานที่กำหนด โดยทำการ Vac สินค้าตาม

ชื่อเอกสาร DOC	มาตรฐานการปฏิบัติงาน WORK INSTRUCTION	เลขที่เอกสาร DOC No.	WI-PR-002
ชื่อหัวเรื่อง SUBJECT	การปฏิบัติงานในขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิ	หน้า PAGE No.	2 of 5

โปรแกรมสินค้าแต่ละประเภท

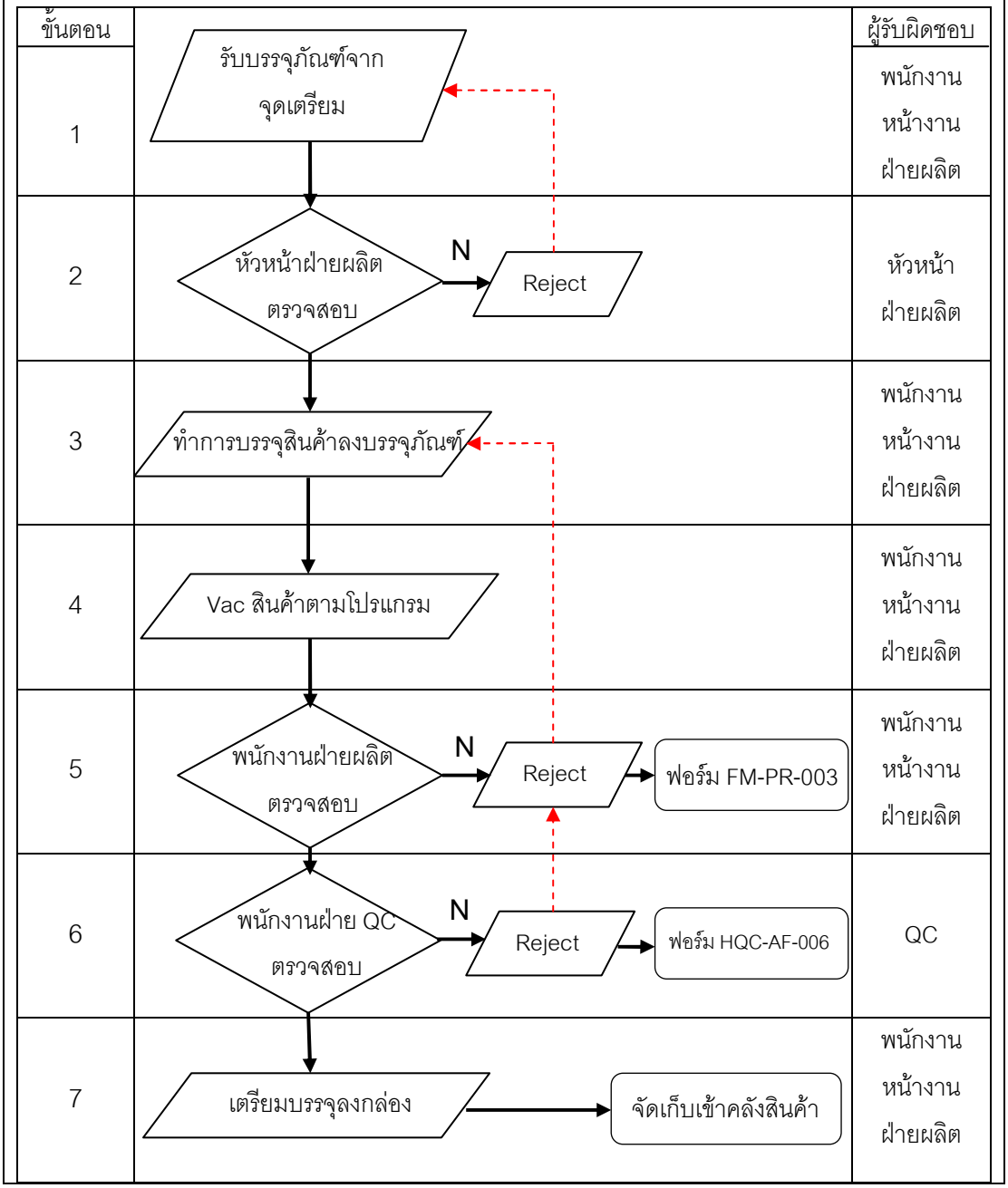
4.2 พนักงานฝ่ายผลิตที่ควบคุมเครื่อง Vacuum Packaging ทำการตรวจเช็คสภาพหลังการ Vac โดยบันทึกในแบบฟอร์ม FM-PR-003 โดยมีการตรวจสอบดังนี้

1. รอยซีลอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ ไม่มีรอยพับย่น ไม่มีฟองอากาศและถูกต้องตรงตามระยะ
2. ถุงไม่หลวม โดยถุงต้องแนบสนิทกับสินค้า
3. หลังการ Vac สินค้าแล้วถาดไม่งอ
4. ไม่มีเศษเปลือกกุ้งหรือหางกุ้งหลังถาด
5. ระบุรายละเอียดถูกต้องครบถ้วนตรงตามสเป็ค

4.3 พนักงานควบคุมคุณภาพสุ่มตรวจสอบอีกครั้งก่อนบรรจุลงกล่อง และบันทึกลงในแบบฟอร์ม HQC-AF-006

ชื่อเอกสาร DOC	มาตรฐานการปฏิบัติงาน WORK INSTRUCTION	เลขที่เอกสาร DOC No.	WI-PR-002
ชื่อหัวเรื่อง SUBJECT	การปฏิบัติงานในขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิ	หน้า PAGE No.	3 of 5

<u>การปฏิบัติงานในขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิ</u>



<u>เอกสารตรวจเช็ครอบซีลหลังการ Vacuum (แบบฟอร์ม FR-PR-003)</u>

ใบตรวจเช็ครอยซิลหลังการ VACUUM LINE SUSHI

วันที่...../...../.....

กะ.....

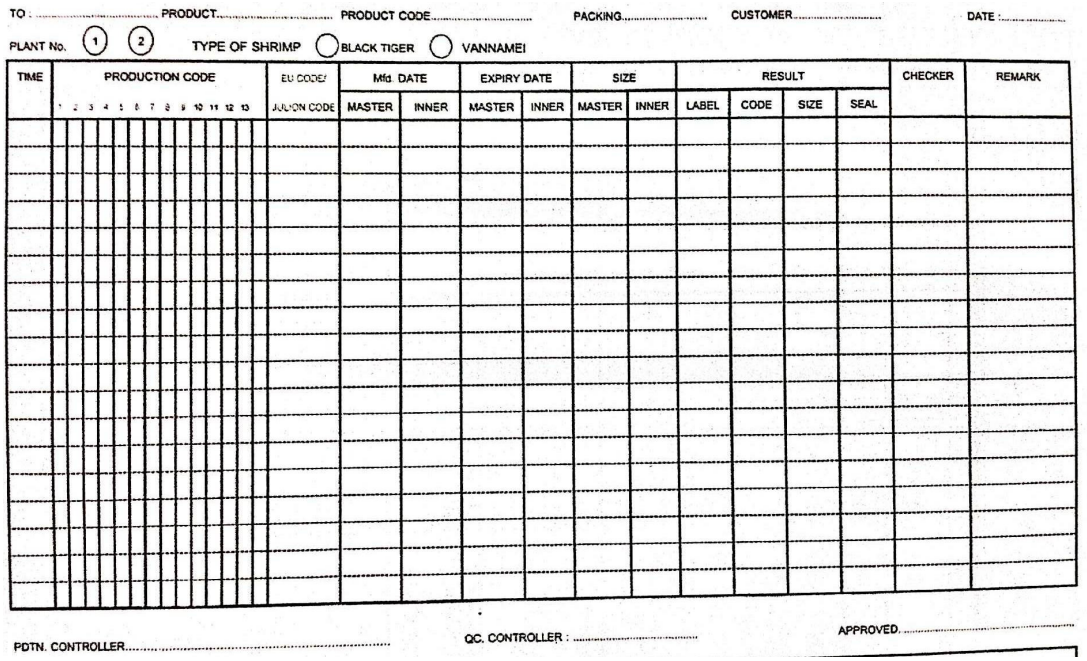
CUSTOMER	SIZE	CODE	TIME	รอยซิล (ถาด)		ACTION	หมายเหตุ
				ปกติ (/)	ผิดปกติ (/)		

ผู้รายงาน .....

ผู้ตรวจสอบ .....

ชื่อเอกสาร DOC	มาตรฐานการปฏิบัติงาน WORK INSTRUCTION	เลขที่เอกสาร DOC No.	WI-PR-001
ชื่อหัวเรื่อง SUBJECT	การปฏิบัติงานในขั้นตอนระหว่างกระบวนการผลิต ณ จุดการบรรจุ สำหรับผลิตภัณฑ์ซูชิ	หน้า PAGE No.	5 of 5

<u>เอกสารสุ่มตรวจเช็ครอบซีลหลังการ Vacuum ฝ่ายควบคุมคุณภาพ (แบบฟอร์ม HQC-AF-006)</u>



TO ..... PRODUCT..... PRODUCT CODE..... PACKING..... CUSTOMER..... DATE :.....

PLANT No. (1) (2) TYPE OF SHRIMP ◯ BLACK TIGER ◯ VANNAMEI

TIME	PRODUCTION CODE	EU CODE/ JULIAN CODE	Mfd. DATE		EXPIRY DATE		SIZE		RESULT				CHECKER	REMARK
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13		MASTER	INNER	MASTER	INNER	MASTER	INNER	LABEL	CODE	SIZE	SEAL		

PDTN. CONTROLLER..... QC. CONTROLLER : ..... APPROVED.....

ภาคผนวก ค
วีธีปฏิบัติ การฝึกอบรมงานในหน้าที่

ชื่อเอกสาร DOC	มาตรฐานการปฏิบัติงาน WORK INSTRUCTION	เลขที่เอกสาร DOC No.	WI-PE-001
ชื่อหัวเรื่อง SUBJECT	การฝึกอบรมงานในหน้าที่ (On The Job Training)	หน้า PAGE No.	1 of 5

1. **วัตถุประสงค์**

1.1 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานฝึกอบรม และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้รับทราบถึงขั้นตอนการดำเนินงานการฝึกอบรม หลักสูตรการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้อง

1.2 เพื่อให้บุคลากรทุกระดับมีความรู้ ทักษะ ความสามารถ และสร้างจิตสำนึกในการทำงานให้มีคุณภาพ

2. **ขอบเขต**

ใช้สำหรับการฝึกอบรมงานในหน้าที่ภายในบริษัทเท่านั้น

3. **คำจำกัดความ**

On The Job Training (O.J.T.) เป็นการฝึกอบรมสอนงานตามหน้าที่

4. **หน้าที่ความรับผิดชอบ**

2.1 ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการขึ้นไป อนุมัติแผนการฝึกอบรม งบประมาณการฝึกอบรม และอนุมัติแบบขอเข้ารับการอบรม

2.2 ผู้จัดการฝ่ายขึ้นไป กำหนดหลักสูตรงานในหน้าที่ และพิจารณาจัดส่งผู้ใต้บังคับบัญชาเข้าอบรม

2.3 ผู้จัดการฝ่ายบุคคลขึ้นไป ตรวจสอบความสอดคล้องการจัดส่งพนักงานเข้าอบรม

2.4 หัวหน้างานของหน่วยงานขึ้นไป จัดพนักงานเข้าอบรมตามแผนการฝึกอบรม

4. **ขั้นตอนการดำเนินงาน**

4.1 ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกต้นสังกัด ทำการกำหนดหลักสูตรการสอนงานในหน้าที่ ลงในแบบฟอร์มทะเบียนหลักสูตรอบรมงานในหน้าที่ (FR-PE-001) สำหรับพนักงานตำแหน่งต่างๆ ในหน่วยงาน ซึ่งกำหนดหัวข้อการสอนงานตามเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานหรือเอกสารวิธีปฏิบัติงาน หรือหัวข้ออื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน

ชื่อเอกสาร DOC	มาตรฐานการปฏิบัติงาน WORK INSTRUCTION	เลขที่เอกสาร DOC No.	WI-PE-001
ชื่อหัวเรื่อง SUBJECT	การฝึกอบรมงานในหน้าที่ (On The Job Training)	หน้า PAGE No.	2 of 5

ของพนักงานและดำเนินการจัดส่งให้กับผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกบุคคลเป็นผู้เก็บทะเบียนหลักสูตรอบรมงานในหน้าที่ พร้อมกับเก็บที่หน่วยงานต้นสังกัดด้วย

4.2 ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกต้นสังกัด จัดทำแผนการสอนงานในหน้าที่ประจำปีของหน่วยงานโดยพิจารณาให้สอดคล้องกับระเบียบปฏิบัติการฝึกอบรม และจากความต้องการของหน่วยงาน ได้แก่ กรณีพนักงานใหม่ มีการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ความรับผิดชอบ มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ การทบทวนการปฏิบัติงานต่างๆ

4.3 ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกต้นสังกัด ดำเนินการสอนงาน โดยเป็นวิทยากรหรือมอบหมายให้ผู้ชำนาญงานในเรื่องนั้นๆ เป็นวิทยากรทำการสอนงานในหน้าที่ตามแผนการสอนงาน และทำการบันทึกรายละเอียดการสอนงานในหน้าที่ลงในแบบฟอร์มบันทึกรายละเอียดการอบรม (FR-PE-002)

4.4 ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกต้นสังกัด ทำการประเมินการสอนงานในหน้าที่เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เข้าอบรมว่าสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องหรือมีประสิทธิภาพตามที่ได้สอนงานในหน้าที่ และรายชื่อผู้ลงทะเบียนรับการอบรมลงในแบบฟอร์มแบบลงทะเบียนและประเมินผลผู้เข้าอบรม (FR-PE-003)

4.5 ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกต้นสังกัด จัดส่งแบบฟอร์มบันทึกรายละเอียดการอบรมและแบบลงทะเบียนและประเมินผลผู้เข้าอบรมในแต่ละหลักสูตร ให้ผู้จัดการฝ่ายหรือแผนกทรัพยากรบุคคล เพื่อตรวจสอบเอกสารการสอนงานและจัดเก็บบันทึกประวัติการฝึกอบรมของพนักงาน

4.6ทำการอบรมใหม่ให้กับพนักงานในหลักสูตรที่ลงในแบบฟอร์มทะเบียบหลักสูตรอบรมในหน้าที่ที่ส่งมาให้ฝ่ายบุคคล อบรมอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

ทะเบียนหลักสูตรอบรมงานในหน้าที่ (On The Job Training) (แบบฟอร์ม FR-PE-001)

ทะเบียนหลักสูตรอบรมงานในหน้าที่ (ON THE JOB TRAINING)

หน่วยงาน : ..... ประจำปี ..... หน้าที่...../.....

ลำดับ	REF/ISSUE	หลักสูตร	ระดับผู้เข้าอบรม					เดือน / Month												หมายเหตุ
								Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
			ผจก.ฝ่าย	ผจก.แผนก	พนักงาน	หัวหน้างาน	คนงาน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	

หมายเหตุ แผนการอบรม ดำเนินการ เลื่อนการอบรม ยกเลิกการอบรม

ลงชื่อ.....ผู้จัดทำ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....

ลงชื่อ.....ผู้อนุมัติ

(.....)

ผู้จัดการฝ่าย / หน่วยงาน

วันที่.....

ชื่อเอกสาร DOC	มาตรฐานการปฏิบัติงาน WORK INSTRUCTION	เลขที่เอกสาร DOC No.	WI-PE- 001
ชื่อหัวเรื่อง SUBJECT	การฝึกอบรมงานในหน้าที่ (On The Job Training)	หน้า PAGE No.	4 of 5

<u>แบบฟอร์มบันทึกรายละเอียดการอบรม (FR-PE-002)</u>

แบบฟอร์มบันทึกรายละเอียดการอบรม

ประเภท [ ] ON THE JOB TRAINING
[ ] IN HOUSE TRAINING
[ ] SAFETY
[ ] อื่น ๆ _____

หน่วยงาน_____จุดทำงาน_____วันที่อบรม_____
ชื่อหัวหน้าผู้อบรม_____เวลาอบรม ตั้งแต่.....น. ถึง ..... น.
สถานที่อบรม..... จำนวนผู้อบรม ____ คน (รายชื่อตามเอกสารแนบ)

รายละเอียดการอบรม : (เนื้อที่ไม่พอให้แนบรายละเอียดเพิ่มเติมได้)

- งานที่ทำ

CODE :_____

เรื่องที่อบรม_____
เนื้อหา_____

ลงชื่อ.....
วิทยากร
(.....)

ลงชื่อ.....
ผจก.ฝ่าย-แผนก/ผู้จัดอบรม
(.....)

ชื่อเอกสาร DOC	มาตรฐานการปฏิบัติงาน WORK INSTRUCTION	เลขที่เอกสาร DOC No.	WI-PE-001
ชื่อหัวเรื่อง SUBJECT	การฝึกอบรมงานในหน้าที่ (On The Job Training)	หน้า PAGE No.	5 of 5

แบบฟอร์มลงทะเบียนและประเมินผลผู้เข้าอบรบ (FR-PE-003)

แบบลงทะเบียนและการประเมินผลผู้เข้ารับการอบรม

☐ In-house Training ☐ ON THE JOB TRAINING ☐ SAFETY

หลักสูตร/Course..... รหัสหลักสูตร..... รุ่น .....

วันที่/Date..... เวลา/Time..... สถานที่/Location.....

รหัสพนักงาน	รายละเอียดผู้เข้าอบรม			การประเมินผล										สรุปผลการอบรม	
	ชื่อ-นามสกุล	ลายเซ็น	หน่วยงาน	แบบทดสอบ			การทดสอบการปฏิบัติ / การสังเกตการปฏิบัติ (ใช้เฉพาะ ON THE JOB TRAINING)								
				คะแนนที่ได้	คะแนนเต็ม	คิดเป็น %	ความรู้ความเข้าใจ (5)	ความสามารถในการปฏิบัติงาน (5)	ความถูกต้องในการปฏิบัติงาน (5)	การพัฒนาปรับปรุงงาน (5)	รวมคะแนน (20)	คิดเป็น%	ผ่าน	ไม่ผ่าน

วิธีการประเมินผลการอบรม ☐ การทำแบบทดสอบ ☐ การทดสอบปฏิบัติงาน / การสังเกตการปฏิบัติ ☐ การสอบถาม

ลงชื่อ.....วิทยากร ลงชื่อ.....ผู้จัดอบรม

(.....) (.....)

ตำแหน่ง..... ตำแหน่ง.....

สรุปการประเมินผลการอบรม

จำนวนผู้เข้าอบรม.....คน ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน

กรณีไม่ผ่านการอบรมมีการติดตามผลโดยอบรม/ทบทวนซ้ำวันที่.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(.....)

ผู้ที่ได้คะแนนหลังการอบรมตั้งแต่ 80% ขึ้นไป จึงจะถือว่าผ่านการอบรมตามหลักสูตร

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจุฑามาศ รัตนกุล เกิดเมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม 2526 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปี พ.ศ. 2548 จากนั้นเข้าทำงานในตำแหน่งผู้จัดการแผนกวิจัยและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ ที่บริษัทผลิตอาหารแปรรูปสัตว์น้ำแช่แข็ง จ.ระยอง และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552