การลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง

Reduction of Defect Rate in a Shrimp Feed Process

สุกิต แซ่ว่อง

Sukit Saewong

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Engineering in Industrial Management

Prince of Songkla University

2554

ชื่อสารนิพนธ์ การลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง

ผู้เขียน นายสุกิต แซ่ว่อง

สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ **คณะกรรมการสอบ**

…….. ...……...…ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กลางเดือน โพชนา) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คำรณ พิทักษ์)

……...กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. องุ่น สังขพงศ์)

……..…กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กลางเดือน โพชนา)

……..……

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. องุ่น สังขพงศ์)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ การลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง

ผู้เขียน นายสุกิต แซ่ว่อง

สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษา การลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง เพื่อหาแนวทางที่จะลดของเสียในกระบวนการผสม กระบวนการอัดเม็ด และกระบวนการบรรจุ

ในการศึกษาการปรับปรุงเพื่อลดของเสียโดยใช้เทคนิค QC Story ซึ่งเทคนิคนี้จะเป็นการค้นหาปัญหาหรือคัดเลือกหัวข้อ การกำหนดเป้าหมายการวิจัย การวางแผนในการทำงาน ค้นหาสาเหตุของการเกิดของเสีย พิจารณาวิธีการแก้ไขปรับปรุง ตรวจสอบผลที่ได้รับ และกำหนดมาตรการควบคุม จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า เครื่องจักรมีการทำงานภายใต้สภาวะที่ไม่เหมาะสม จึงทำให้เกิดของเสียขึ้น ซึ่งจากการตรวจสอบทำให้ทราบว่าปัญหานี้เกิดจาก 3 สาเหตุหลัก ได้แก่ การขาดประสิทธิภาพในการผสมวัตถุดิบ อุณหภูมิลมร้อนไม่เหมาะสม และการสูญเสียไอน้ำระหว่างกระบวนการนึ่งอาหาร จากปัญหาดังกล่าวทำการแก้ไขโดยการพ่นน้ำให้มีขนาดอนุภาคเล็กลง ลดอุณหภูมิลมร้อนที่กระทบกับระบบบำบัดกลิ่น และเปลี่ยนวาล์วชนิดที่สามารถกันการรั่วไหลของไอน้ำ

หลังจากการปรับปรุง จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยอัตราการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตลดลงจาก 10.71% เป็น 7.88% ต่อเดือน

Minor Thesis Title	Reduction of Defect Rate in a Shrimp Feed Process
Author	Mr.Sukit Saewong
Major Program	Industrial Management
Academic Year	2010

ABSTRACT

The objective of this work was to reduce the defect rate in a shrimp feed process as well as to study the ways to reduce the defect in the mixing, pelleting, and packing processes.

The study was performed to determine how to reduce the defect by using QC Story technique. This technique included selection of a topic, target setting, activity planning, root cause analysis, implementation of counter measures, evaluation of results, and establishment of control. After analysis of the collected data, it was found that the machines had been operated under undesirable conditions. These resulted in significant defect volume. The results of investigation showed that three major causes of problems were inefficient mixing of raw material, insufficient temperature of hot air, and steam loss during cooking process. According to these causes, three counter measures which were size reduction of water spray particle, reduction of temperature in the odor treatment, and changing of air lock valve were implemented.

After the implementation, it showed that the average defect rate of the investigated processes was decreased from 10.71% to 7.88% per month.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กลางเดือน โพชนา ซึ่งได้ให้คำแนะนำชี้แนะแนวทาง ข้อคิดเห็นต่างๆ ในงานวิจัยมาด้วยดีตลอด ขอขอบคุณประธานกรรมการและคณะกรรมการในการสอบสารนิพนธ์ ประกอบด้วยผู้ช่วยศาสตราจารย์ คำรณ พิทักษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. องุ่น สังขพงศ์ รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม และอาจารย์หลักสูตรการจัดการอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ได้ให้ทักษะ วิชาความรู้ จนทำให้การศึกษาครั้งนี้ประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดและให้กำลังใจเสมอมา ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ MIM 5 ที่คอยช่วยเหลือกันมาด้วยดีตลอด

สุกิต แซ่ว่อง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(10)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
1.3 ขอบเขตการวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	5
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes)	6
2.2 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร	8
2.3 ขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วย QC Story	11
2.4 เทคนิคในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	12
2.5 เทคนิค 4M	14
2.6 การวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis	16
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	24
3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของการผลิตอาหารกุ้ง	24
3.2 การศึกษาและสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน	28
3.3 การรวบรวมปริมาณของเสียและลักษณะของการสูญเสีย	30
3.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียและแนวทางการแก้ปัญหา	32

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการอภิปรายผล	42
4.1 การปรับปรุงแก้ไขการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสม	42
4.1.1 การวิเคราะห์สาเหตุต้นตอของปัญหา	42
4.1.2 การแก้ไขปรับปรุง	46
4.1.3 ผลการปรับปรุง	46
4.1.4 การกำหนดมาตรการควบคุม	53
4.2 การปรับปรุงแก้ไขระบบท่อทางดึงความชื้น	54
4.2.1 การวิเคราะห์สาเหตุต้นตอของปัญหา	54
4.2.2 การแก้ไขปรับปรุง	58
4.2.3 ผลการปรับปรุง	58
4.2.4 การกำหนดมาตรการควบคุม	65
4.3 การปรับปรุงแก้ไขแรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหาร	66
4.3.1 การวิเคราะห์สาเหตุต้นตอของปัญหา	66
4.3.2 การแก้ไขปรับปรุง	70
4.3.3 ผลการปรับปรุง	70
4.3.4 การกำหนดมาตรการควบคุม	76
4.4 สรุปเปรียบเทียบผลการแก้ไขปัญหาและอภิปรายผล	77
4.5 การลงทุนและผลตอบแทน	80
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	83
5.1 สรุปผลการวิจัย	83
5.2 ข้อเสนอแนะ	84
บรรณานุกรม	87
ภาคผนวก	89
ภาคผนวก ก รูปแบบการปรับปรุง	90
ภาคผนวก ข การทดสอบสมมติฐาน	94
ภาคผนวก ค ขั้นตอนการปฏิบัติงานและตรวจสอบระบบ	104
ประวัติผู้วิจัย	118

รายการตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ข้อมูลปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต ปี 2552	3
ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วย QC Story	11
ตารางที่ 2.2 เทคนิค 4 M	15
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต ปี 2553	29
ตารางที่ 3.2 ปริมาณอาหารที่ไม่ผ่านมาตรฐานปี 2553 (หน่วย : ตัน)	30
ตารางที่ 3.3 ข้อมูลสาเหตุอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน	37
ตารางที่ 3.4 ประเมินการปรับปรุงโครงการ	39
ตารางที่ 3.5 แนวทางแก้ไขสาเหตุอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน	40
ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบ โดยเครื่องผสมด้วย Why-Why Analysis	43
ตารางที่ 4.2 ตรวจสอบความหยาบวัตถุดิบหลังการผสมก่อนปรับปรุง (หน่วย : %)	45
ตารางที่ 4.3 ตรวจสอบความหยาบวัตถุดิบหลังการผสมหลังปรับปรุง (หน่วย : %)	47
ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบวัตถุดิบที่เหลือค้างบนตะแกรงร่อนก่อนและหลังปรับปรุง	49
ตารางที่ 4.5 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุง	50
ตารางที่ 4.6 อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุง	52
ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาระบบท่อทางดึงความชื้นด้วย Why-Why Analysis	55
ตารางที่ 4.8 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุง	60
ตารางที่ 4.9 อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุง	62
ตารางที่ 4.10 อัตราของเสียค่าปนเปื้อนก่อนและหลังปรับปรุง	64
ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาแรงดันไอน้ำในตู้นึ่งอาหารด้วย Why-Why Analysis	67
ตารางที่ 4.12 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุง	71
ตารางที่ 4.13 อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุง	73
ตารางที่ 4.14 อัตราของเสียค่าปนเปื้อนก่อนและหลังปรับปรุง	75
ตารางที่ 4.15 อัตราของเสียปี 2553 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2554 (หน่วย : %)	78
ตารางที่ 4.16 ปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต ปี 2553 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2554	79

รายการภาพประกอบ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กระบวนการผลิตอาหารกุ้ง	2
ภาพที่ 1.2 ปริมาณอาหารกุ้งที่ผลิตได้ในปี 2552	4
ภาพที่ 3.1 เครื่องบดหยาบ	26
ภาพที่ 3.2 เครื่องบดละเอียด	26
ภาพที่ 3.3 เครื่องผสม	27
ภาพที่ 3.4 เครื่องอัดเม็ดอาหาร	27
ภาพที่ 3.5 เครื่องนึ่งอาหาร	27
ภาพที่ 3.6 เครื่องอบอาหาร	27
ภาพที่ 3.7 เครื่องลดอุณหภูมิอาหาร	27
ภาพที่ 3.8 เครื่องบรรจุอาหาร	27
ภาพที่ 3.9 ปริมาณอาหารที่ไม่ผ่านมาตรฐานปี 2553	31
ภาพที่ 3.10 สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในเรื่องความคงตัวในน้ำ	32
ภาพที่ 3.11 สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในเรื่องปนเปื้อน	33
ภาพที่ 3.12 สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหาร	34
ภาพที่ 4.1 เครื่องผสมวัตถุดิบ	44
ภาพที่ 4.2 ลักษณะหัวฉีดของเหลวแบบเดิม	45
ภาพที่ 4.3 ลักษณะของวัตถุดิบก่อนปรับปรุง	45
ภาพที่ 4.4 ลักษณะหัวฉีดของเหลวแบบใหม่	46
ภาพที่ 4.5 ลักษณะวัตถุดิบหลังปรับปรุง	47
ภาพที่ 4.6 ท่อทางดึงความชื้นจากระบบ	56
ภาพที่ 4.7 อาคารระบบบำบัดกลิ่น	57
ภาพที่ 4.8 อุณหภูมิลมร้อนก่อนเข้าระบบบำบัดกลิ่น	57
ภาพที่ 4.9 อุปกรณ์ลดอุณหภูมิลมร้อน	58
ภาพที่ 4.10 อุณหภูมิลมที่ผ่านเครื่องลดอุณหภูมิ	58
ภาพที่ 4.11 อุณหภูมิที่ลดลงหลังผ่านเครื่องลดอุณหภูมิ	59
ภาพที่ 4.12 ตู้นึ่งอาหาร	68

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่ 4.13 การสูญเสียความร้อนของตู้นึ่งอาหาร 69
ภาพที่ 4.14 ลิ้นปล่อยอาหารแบบเดิม 69
ภาพที่ 4.15 ลิ้นปล่อยอาหารแบบใหม่ 70
ภาพที่ 4.16 วัดอุณหภูมิทางออกของตู้นึ่งหลังปรับปรุง 70
ภาพที่ 4.17 ช่วงเวลาที่ทำการปรับปรุงเครื่องจักร 77

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

TPS	Toyota Production System
WIP	Work In Process
OEE	Overall Equipment Effectiveness
TPM	Total Productive Maintenance

บทที่ 1
บทนำ

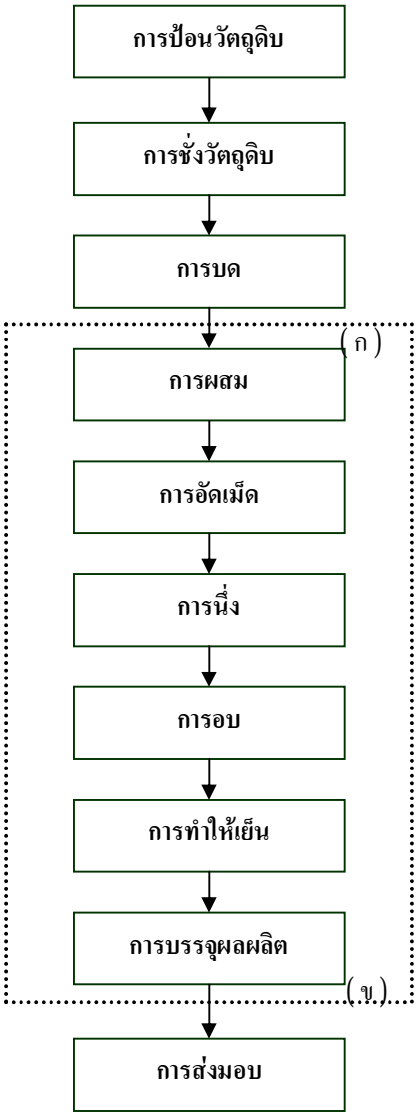
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันอุตสาหกรรมต่างๆ ให้ความสำคัญกับการเพิ่มผลผลิตและลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เพราะการเพิ่มผลผลิตเป็นหัวใจหลักของธุรกิจทุกแขนงนอกจากการเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้นแล้วผลผลิตที่ได้มาต้องมีคุณภาพและประสิทธิภาพด้วย ซึ่งในด้านของภาคอุตสาหกรรมมีการแข่งขันที่สูง โดยเฉพาะคุณภาพของสินค้าที่ได้มาตรฐานและต้นทุนที่ต่ำเพื่อลดค่าใช้จ่าย ดังนั้นการผลิตสินค้าต้องผลิตให้ได้ของดีร้อยเปอร์เซ็นต์ ซึ่งองค์ประกอบต่างๆที่ใช้ในการผลิตมีความสำคัญไม่น้อยไม่ว่าจะเป็นบุคลากรและขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตซึ่งอุตสาหกรรมในปัจจุบันต่างให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือในการที่จะผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพตามมาตรฐาน หากสามารถผลิตสินค้าได้มีคุณภาพขจัดปัญหาการแก้ไขของเสีย ส่งผลให้ลดการผลิตซ้ำและลดค่าใช้จ่าย

อุตสาหกรรมด้านการผลิตอาหารสัตว์ก็เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ขยายตัวไปอย่างรวดเร็วทั้งในระดับภายในและต่างประเทศ มีแนวโน้มการแข่งขันด้านคุณภาพ ราคา และการส่งมอบให้ลูกค้าสูง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากกุ้ง ในแต่ละปีสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงและผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการแปรรูปมีการส่งออกทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้าน ซึ่งโรงงานผลิตอาหารกุ้งถือเป็นส่วนหนึ่งในธุรกิจต่อเนื่องที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมกุ้ง สภาพปัจจุบันราคากุ้งอยู่ในสภาวะตกต่ำดังนั้นโรงงานจึงต้องมีการปรับตัวและจะต้องพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อตอบสนองต่อการแข่งขันลดต้นทุนใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และประกันความเชื่อถือให้กับลูกค้าของบริษัท ซึ่งสิ่งที่ต้องรักษามาตรฐาน ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ การบริการ ราคา คุณภาพ สถานการณ์ปัจจุบันราคากุ้งมีแนวโน้มลดลง ส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นจึงมีความจำเป็นต้องหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต ลดการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิต โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ใช้ให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูงสุด

การศึกษาเพื่อลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง โรงงาน แห่งหนึ่ง ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นโรงงานผลิตอาหารกุ้งสำเร็จรูปเพื่อการจำหน่าย โดยใช้เทคโนโลยีและวิชาการที่ทันสมัย มีการควบคุมสูตรอาหารและกระบวนการผลิตด้วยระบบคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้อาหารตามมาตรฐานที่กำหนด แต่จากการศึกษาข้อมูลของโรงงานพบว่าโรงงานมีอัตราของเสียในกระบวนการผลิตด้วยสาเหตุต่างๆทำให้ผลผลิตรวมลดน้อยลง

โรงงานที่ใช้ทำการศึกษาวิจัยปัจจุบันผลิตและจำหน่ายอาหารกุ้งกำลังการผลิตปกติ (Normal capacity) 18,000 ถึง 20,000 ตัน/เดือน ขายภายในประเทศ โดยกระบวนการผลิตที่ใช้ในการผลิตอาหารกุ้งได้แสดงไว้ใน ภาพที่1.1 ซึ่งทุกขั้นตอนมีการใช้เครื่องจักรในการผลิตทุกขั้นตอน



ภาพที่ 1.1 กระบวนการผลิตอาหารกุ้ง

หมายเหตุ (ก) วัตถุดิบเข้าสู่กระบวนผลิต

(ข) ผลผลิต

จากภาพที่ 1.1 เป็นการแสดงให้เห็นกระบวนการผลิตอาหารกุ้งซึ่งในการศึกษาการเกิดปริมาณของเสีย โดยที่กระบวนการผลิตที่มุ่งเน้นปรับปรุงนั้นจะเป็นกระบวนการที่ใช้เครื่องจักรในการผลิตซึ่งเป็นแบบอัตโนมัติ

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานพบว่าผลผลิตที่ได้ในแต่ละเดือนที่ได้เมื่อเทียบกับยอดผสมที่นำมาทำการผลิตอาหารกุ้งจะมีของเสียไปในระหว่างกระบวนการผลิตซึ่งทำให้ Productivity ในแต่ละเดือนไม่สามารถทำได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ ดังแสดงจากตารางที่ 1.1 โดยเริ่มคิดจากการที่วัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต (ก) ซึ่งจะเป็นขั้นตอนกระบวนการผสม เมื่อผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิตต่างๆจนได้ผลผลิต (ข) จะเกิดของเสียในแต่ละเดือนมากน้อยต่างกัน

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต ปี 2552

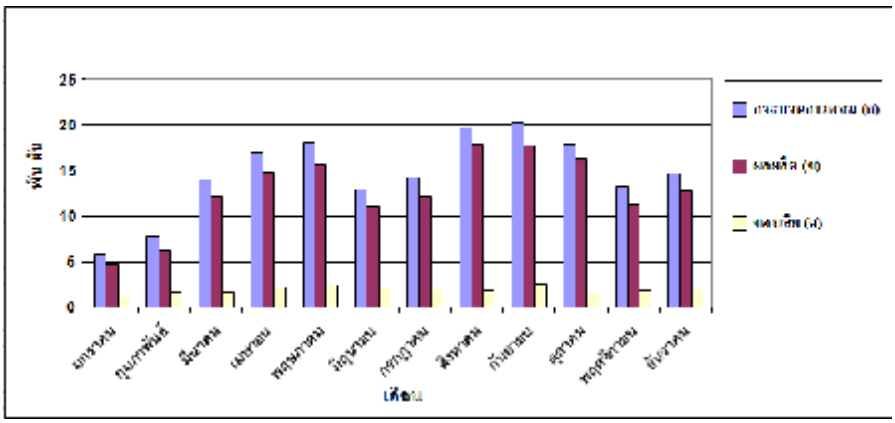
เดือน	**วัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต (ก) (ตัน)**	**ผลผลิต (ข) (ตัน)**	**ของเสีย (ตัน)**	**อัตราของเสีย (%)**
มกราคม	5,831	4,789	1,042	17.87
กุมภาพันธ์	7,798	6,149	1,649	21.15
มีนาคม	13,904	12,155	1,749	12.58
เมษายน	17,036	14,795	2,241	13.15
พฤษภาคม	18,052	15,636	2,416	13.38
มิถุนายน	12,881	10,995	1,886	14.64
กรกฎาคม	14,167	12,173	1,994	14.07
สิงหาคม	19,705	17,900	1,805	9.16
กันยายน	20,224	17,736	2,488	12.30
ตุลาคม	17,844	16,214	1,630	9.13
พฤศจิกายน	13,176	11,313	1,863	14.14
ธันวาคม	14,671	12,707	1,964	13.39
รวม	175,289	152,564	22,725	12.96
เฉลี่ย	14,607	12,714	1,894	12.96

หมายเหตุ ของเสีย = (ก) – (ข)

อัตราของเสีย = [ของเสีย / (ก)] x 100

ในขั้นตอนการผลิตในที่มีการผสมของวัตถุดิบให้ได้ตามสูตรเพื่อนำไปผ่านการขึ้นรูปหรือการอัดเม็ดจะมีการใช้เครื่องจักรที่มีการทำงานแบบอัตโนมัติในการผลิตทุกขั้นตอน จากตารางที่ 1.1 จะเห็นได้ว่ามีปริมาณวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนผลิต (ก) ในแต่ละเดือนต่างกันเนื่องจากขึ้นอยู่กับสภาพการเลี้ยงกุ้ง โดยในช่วงต้นปีเป็นช่วงที่มีการเริ่มเลี้ยงกุ้งซึ่งเป็นวัยอ่อน ความต้องการในการให้อาหารจึงมีไม่มาก แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงกลางปีความต้องการปริมาณอาหารมีมากเนื่องจากกุ้งอยู่ในช่วงกำลังเจริญเติบโต และในช่วงปลายปีความต้องการอาหารกุ้งมีน้อยลงเนื่องจากเริ่มมีการจับกุ้งจากบ่อเพื่อขาย จึงเป็นเหตุผลที่ปริมาณวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนผลิต (ก) ในแต่ละเดือนมีแนวโน้มไปในทิศทางที่ได้อธิบายไว้

เมื่อดูจากตารางที่ 1.1 ผลผลิต (ข) มีปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต (ก) เนื่องจากในกระบวนการผลิตไม่สามารถผลิตได้ของดีร้อยเปอร์เซ็นต์ซึ่งได้สรุปการเกิดของเสียในแต่ละเดือนดังแสดงในภาพที่ 1.2 โดยในแต่ละเดือนเฉลี่ยการเกิดของเสียประมาณ 1,894 ตัน



ภาพที่ 1.2 ปริมาณอาหารกุ้งที่ผลิตได้ในปี 2552

ซึ่งจากภาพที่ 1.2 เห็นได้ว่าในแต่ละเดือนที่ทำการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผสมไม่สามารถผลิตได้ทั้งหมดยังคงมีบางส่วนที่เกิดของเสียทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นในการผลิตสินค้าเพื่อให้ได้จำนวนตามต้องการรวมทั้งค่าใช้จ่ายในการนำกลับมาผลิตซ้ำ จึงมีการศึกษาและทำวิจัยเพื่อลดอัตราของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ โดยจากเดิมในแต่ละเดือนจะมีของเสียเฉลี่ยเดือนละประมาณ 13% ของปริมาณการผลิตที่เข้ามาในกระบวนการตามภาพที่ 1.1 ให้เหลือของเสียในแต่ละเดือนไม่เกิน 8% ทำให้สามารถเพิ่มโอกาสในการผลิตอาหารกุ้งได้มากขึ้นลดการ

นำผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมาผลิตซ้ำ ซึ่งจะทำให้ลดการสูญเสียเวลา และค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ

1.2 **วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

เพื่อลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตอาหารกุ้งให้เหลือไม่เกิน8 %

1.3 **ขอบเขตงานวิจัย**

การศึกษาเพื่อลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง โดยทำการศึกษาครอบคลุมกระบวนการ ผสม กระบวนการอัดเม็ด จนไปถึงกระบวนการบรรจุ โดยมุ่งที่จะแก้ไขปัญหาและศึกษาเครื่องจักรเพื่อทำการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพในการผลิตอาหารกุ้ง

1.4 **ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย**

1. ลดการผลิตซ้ำของกระบวนการผลิต
2. ลดการสูญเสียเวลาจากการผลิต
3. ลดการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายจากการผลิต

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การลดการเกิดของเสียหรือการที่จะต้องถ่ายอาหารจากกระบวนการผลิต นอกจากจะลดค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนการผลิตแล้วยังสามารถลดการนำไปผลิตซ้ำ และช่วยทำให้เกิดการปรับปรุงทางด้านคุณภาพ ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญต่อกระบวนการผลิตโดยรวม ดังนั้น การนำเอาทฤษฎีต่างๆมาใช้ในการแก้ปัญหาถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสำหรับการวิจัยเรื่องการปรับปรุงเครื่องจักรเพื่อลดการถ่ายอาหารในกระบวนการผลิตอาหารกุ้งได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับงานวิจัยที่กำลังดำเนินการอยู่เพื่อทำการต่อยอดให้เกิดประโยชน์สูงสุดและศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยและนำแนวความคิดหรือองค์ความรู้ในการวิจัยทั้งในรูปของงานวิจัย เอกสาร ตำรา และ อินเตอร์เน็ต ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

2.1 **ความสูญเสีย 7 ประการ** (7 Wastes)

นันทิวา (2552) ได้กล่าวถึงสาเหตุความสูญเสียต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตมักจะพบว่ามีความสูญเสียต่างๆแฝงอยู่ไม่มากก็น้อย ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เช่น ใช้เวลานานในการผลิต สินค้าคุณภาพต่ำ ต้นทุนสูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดเพื่อพยายามจะลดความสูญเสียเหล่านี้ที่เกิดขึ้นมากมาย แนวคิดหนึ่งที่คิดค้นโดย Mr.Shigeo Shingo และ Mr.Taiichi Ohno คือ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการ

ความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่

1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)
2. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)
3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transporation)
4. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)
5. ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)
6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)
7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

2.1.1 **ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป** (Overproduction)

การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินความต้องการการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้งโดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work In Process : WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

2.1.2 **ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง** (Inventory)

การซื้อวัสดุคราวละมากๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอ เป็นภาระในการดูแลและการจัดการ

2.1.3 **ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง** (Transporation)

การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

2.1.4 **ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว** (Motion)

ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

2.1.5 **ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต** (Processing)

เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำๆกันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็น เพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

2.1.6 **ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย** (Delay)

การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตเช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต รอคอยระบบที่อยู่ถัดออกไป เป็นต้น

2.1.7 **ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย** (Defect)

เมื่อของเสียถูกผลิตออกมาของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการหรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

ปัญหาจากการผลิตของเสีย

1. ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์
2. สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย
3. เกิดการทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขงาน
4. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส

การปรับปรุง

1. มีมาตรฐานของงานและมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง
2. พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่แรก
3. พยายามปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันการทำงานที่ผิดพลาด
4. ฝึกให้พนักงานมีจิตสำนึกทางด้านคุณภาพ
5. ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็วในทุกขั้นตอนการผลิต

2.2 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

นิศากร และคณะ (2551) ได้กล่าวถึงการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) เป็นวิธีการที่ดีวิธีหนึ่งที่นอกจากทำให้รู้ประสิทธิผลของเครื่องจักรแล้วยังรู้ถึงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งในภาพใหญ่ คือ สามารถแยกประเภทการสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุนั้น ทำให้สามารถที่จะปรับปรุง ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ ซึ่งในปัจจุบันวิธีในการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ นั้นมีเพียงวิธีนี้วิธีเดียวซึ่งเป็นที่นิยมมาก จนกระทั่งประเทศญี่ปุ่นได้นำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการให้รางวัล Productive Maintenance หรือเป็นรางวัลที่ให้แก่โรงงานที่เป็นที่ยอมรับในการบำรุงรักษาแบบทวีผล เนื่องจากหลักการและวิธีคิดพื้นฐานไม่ซับซ้อนและเห็นภาพได้อย่างชัดเจนในแง่ของความเป็นจริง ทั้งยังสามารถพิสูจน์ได้ และสะท้อนถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจน

<u>การคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร</u>

ก่อนที่จะคำนวณค่าตัวแปรดังกล่าวจะต้องทำความเข้าใจความหมายของคำนิยามที่เกี่ยวกับเวลาต่าง ๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตดังนี้

- **เวลาทั้งหมด** (Total Available Time) หมายถึงช่วงเวลาทำงานทั้งหมดในการทำงานเช่น 1 กะ 1 วัน หรือ 1 สัปดาห์ เป็นต้น
- **เวลารับภาระงาน** (Loading Time) หมายถึง เวลาที่ต้องการให้เครื่องจักรทำงานหักด้วยเวลาหยุดตามแผน
- **เวลาเดินเครื่อง** (Operating Time) หมายถึงเวลาที่เครื่องจักรทำงานได้ ซึ่งเป็นเวลารับภาระงานหักด้วยเวลาที่สูญเสียจากเครื่องจักรหยุด เช่น การขัดข้องของเครื่องจักร การสูญเสียเวลาในการปรับตั้งปรับแต่ง เป็นต้น
- **เวลาเดินเครื่องสุทธิ** (Net Operating Time) หมายถึงเวลาที่ต้องใช้เดินเครื่องตามทฤษฎีเมื่อต้องการผลิตชิ้นงานตามจำนวนที่กำหนด
- **จำนวนชิ้นงานทั้งหมด** (Output) หมายถึงจำนวนชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมดรวมทั้งของดีและของเสีย

อัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate : A) คือความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงานเป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่อง (Operating Time) กับเวลารับภาระงาน (Loading Time) การสูญเสียเวลาที่เครื่องจักรหยุด (Downtime Loss) มีสาเหตุมาจากความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง (Machine Breakdown) และความสูญเสียจาการปรับแต่ง (Setups and Adjustments)

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลารับภาระงาน - เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{เวลารับภาระงาน}}$$

$$= \frac{\text{เวลาการเดินเครื่อง (Operating Time)}}{\text{เวลารับภาระงาน (Loading Time)}} \qquad \text{สมการที่ 2.1}$$

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency : P) คือสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักร โดยการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time) กับเวลาเดินเครื่อง (Operating Time) การสูญเสียด้านประสิทธิภาพ (Performance Loss) มีสาเหตุจาก

ความสูญเสียเนื่องจากการหยุดเล็ก ๆน้อย ๆ การเดินเครื่องตัวเปล่า (Minor Stoppage and Idling Loss) และความสูญเสียความเร็วเครื่องจักร (Speed Loss)

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลามาตรฐาน} * \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}}$$

$$= \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \qquad \text{สมการที่ 2.2}$$

อัตราคุณภาพ (Quality Rate : Q) คือความสามารถในการผลิตของดีให้ตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักรและตามข้อกำหนดของลูกค้าต่อจำนวนของที่ผลิตได้ทั้งหมดการสูญเสียด้านคุณภาพ (Quality Loss) มีสาเหตุมาจากความสูญเสียเนื่องจากของเสีย (Defect) งานซ่อม (Rework) และความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต (Start up Loss)

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นทั้งหมด} - \text{จำนวนงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}}$$

$$= \frac{\text{จำนวนชิ้นดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}} \qquad \text{สมการที่ 2.3}$$

ค่าประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness :OEE) คือค่าที่ได้จากผลคูณระหว่างอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ ซึ่งแสดงถึงความพร้อมของเครื่องจักรในการใช้งานว่าเป็นอย่างไร การเดินเครื่องจักรเต็มความสามารถหรือไม่ มีการผลิตชิ้นงานเสียมากน้อยเท่าไร ดังนั้นค่าประสิทธิผลโดยรวมจะเท่ากับ

$$\text{OEE} = \underset{\text{(Availability Rate)}}{\text{อัตราการเดินเครื่อง}} \times \underset{\text{(Performance Efficiency Rate)}}{\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง}} \times \underset{\text{(Quality Rate)}}{\text{อัตราคุณภาพ}} \qquad \text{สมการที่ 2.4}$$

2.3 ขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วย QC Story

ธนเดช (2550) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาในการทำงานคือ การค้นพบปัญหาที่เห็นว่าจะต้องแก้ไขพร้อมกับการคัดเลือกหัวข้อประเด็นปัญหานั้นให้ชัดเจน การจะคัดเลือกหัวข้อปัญหาที่ดีจำเป็นต้องใช้เทคนิคในการช่วยคัดเลือก และการจะเลือกหัวข้อใดมาแก้ปัญหาสิ่งที่จำเป็นและสำคัญที่สุดคือ การจัดลำดับความสำคัญเร่งด่วนของปัญหาหรือหากไม่สามารถนำเรื่องเร่งด่วนมาพิจารณาได้ก่อนจะนำมาสู่การเสียทั้งทางด้านเวลาและทรัพยากรก็เป็นไปได้ เช่น ถ้าเราขาดการกลั่นกรองการเลือกปัญหาโดยนำปัญหาเล็กปัญหาน้อยมาแก้ไขก่อน เป็นต้น ในการเลือกหัวข้อปัญหามาทำการแก้ไขจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำเทคนิคต่างๆ เช่น เทคนิคการคัดเลือกหัวข้อ เทคนิคทางด้านการวางแผน เทคนิคทางด้านการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เทคนิคการประเมินผลการแก้ปัญหา เทคนิคทางด้านการจัดทำมาตรฐานและการควบคุม ซึ่งเทคนิคต่างๆ ได้แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วย QC Story

ขั้นตอน	วิธีการทำ	เทคนิค
1. การค้นหาปัญหาหรือคัดเลือกหัวข้อ (Select topic)	1. ตรวจสอบสภาพปัจจุบัน 2. เปรียบเทียบมาตรฐานในการทำงานกับวิธีการที่ทำอยู่จริง 3. จำแนกข้อมูลและค้นหาจุดที่เป็นปัญหา 4. รวบรวมข้อมูลของปัญหา	Check Sheet Pareto Diagram Histogram Stratification Cause & Effect Diagram
2. กำหนดเป้าหมาย (Set target)	1. พิจารณาปัญหามากที่สุด 2. พิจารณาเป้าหมายแผนกให้สอดคล้องกัน 3. พิจารณากำลังความสามารถในการแก้ปัญหา	Pareto Diagram Check Sheet
3. วางแผนกิจกรรม (Plan activity)	1. กำหนดว่าจะทำอะไรบ้าง 2. จัดทำตารางกำหนดการและจัดแบ่งความรับผิดชอบ	Gantt Chart

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วย QC Story (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการทำ	เทคนิค
4. ค้นหาสาเหตุ (Analyze causes)	1. เลือกสาเหตุที่สำคัญมาวิเคราะห์อย่างละเอียด 2. 4 M (Man, Machine, Material, Method) 3. Why –Why Analysis	Stratification Cause & Effect Diagram
5. พิจารณาวิธีการแก้ไขปรับปรุง (Consider and Implement counter measures)	1. จากข้อ 3 วางแผนปรับปรุงแก้ไขสาเหตุสำคัญที่ค้นพบ 2. พิจารณาแก้ปัญหาโดยอาศัยเทคนิคต่างๆ 3. การระดมสมอง 4. การกำหนดแผนการแก้ไขเป็นเรื่องๆไป	แผนการทดลองทำ
6. ตรวจสอบผลที่ได้รับ (Check and Results)	1.เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง	Graphs, Histogram Pareto Diagram
7. กำหนดมาตรการควบคุม (Standardize and Establish control)	1. กำหนดวิธีการควบคุมและมาตรฐาน 2. มาตรฐานในการทำงานอาจต้องเปลี่ยนแปลงกรณีจำเป็น	Control Chart Working Standard

2.4 เทคนิคในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

สมเกียรติ (2550) ได้กล่าวถึงเทคนิคการวิเคราะห์ไว้ 7 อย่างเพื่อให้ได้จุดมุ่งหมายเดียวกันคือ คุณภาพและได้รวบรวมการวิเคราะห์เพื่อใช้ในการตัดสินใจที่จะสามารถพบปัญหา และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เพื่อหาทางแก้ไขได้นั้นจำเป็นจะต้องมีเทคนิคต่างๆ มาช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้เห็นถึงสภาพความเป็นจริงของปัญหาและให้เข้าใจได้ง่ายไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิควิธีที่ยุ่งยากและปฏิบัติได้โดยง่ายโดยในความรู้เกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพมีเทคนิคในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 7 อย่าง คือ

2.4.1 ใบตรวจสอบ

ใบตรวจสอบเป็นกระดาษที่อยู่ในรูปตารางสำหรับใช้กรอกรายละเอียดของข้อมูลเพื่อให้ทราบถึงสภาพของข้อมูลทุกแง่ทุกมุมมีลักษณะง่ายต่อการจดบันทึก จำแนกและวิเคราะห์ผลข้อมูล สะดวกสำหรับพนักงานทั่วไป

2.4.2 **ฮิสโตแกรม**

ฮิสโตรแกรมเป็นแผนภูมิแสดงความถี่ของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยแสดงเป็นกราฟแท่งสี่เหลี่ยมมีความกว้างเท่ากันและด้านข้างติดกัน วิธีสร้างทำได้ดังนี้

ก) เก็บรวบรวมข้อมูลของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

ข) กำหนดช่วงหรือแท่งของกราฟที่ต้องการแสดง

ค) กำหนดค่าของแต่ละช่วง โดยที่ค่าที่กำหนดจะต้องให้ครอบคลุมค่าทุกค่าของข้อมูลที่ เก็บได้และจะต้องค่าใดตกอยู่ในช่วงข้อมูลมากกว่า 1 ช่วง

ง) นับจำนวนข้อมูลในแต่ละช่วงแล้วเขียนเป็นกราฟ

2.4.3 **แผนภูมิพาเรโต**

แผนภูมิพาเรโตเป็นแผนภูมิที่แสดงว่ามูลเหตุใดที่สำคัญที่สุดโดยเริ่มจากการใช้ในการตรวจสอบเก็บข้อมูลก่อนแล้วจำแนกแจกแจงข้อมูลเป็นหมวดหมู่ตามสาเหตุต่างๆหลังจากนั้นจัดอันดับโดยนำสาเหตุที่มีความถี่สูงสุดไปแสดงไว้ซ้ายสุดในแผนภูมิและสาเหตุรองลงมาก็แสดงไว้ชิดมาทางขวามือ หลักการเขียนแผนภูมิพาเรโตประกอบไปด้วย

ก) จำแนกลักษณะและประเภทสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

ข) เก็บรวบรวมข้อมูลนับจำนวนลักษณะ หรือประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วคำนวณเป็นค่าในรูปของร้อยละ

ค) เรียงข้อมูลที่นับจำนวนได้จากมากไปน้อยจัดทำเป็นร้อยละสะสม

ง) เขียนแผนภูมิจากร้อยละสะสม โดยให้แกนนอนเป็นลักษณะหรือประเภทของปัญหาและแกนตั้งเป็นร้อยละของลักษณะของประเภทของปัญหาแล้วเขียนกราฟแท่งเรียงปัญหาจากมากไปหาน้อย พร้อมทั้งกำหนดจุดและลากเส้นร้อยละสะสมของลักษณะหรือประเภทของปัญหา

2.4.4 **ผังก้างปลาหรือผังเหตุและผล**

ผังก้างปลาเป็นแผนภูมิที่ใช้ต่อจากแผนภูมิพาเรโตโดยหลังจากตัดสินใจที่จะเลือกแก้ปัญหาใดจากแผนภูมิพาเรโตแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เลือกจากแผนภูมิพาเรโตโดยแสดงผลของสาเหตุของปัญหาไว้ที่ปลายของแผนภูมิ จะแสดงถึงสาเหตุของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด จำแนกออกเป็นแขนงเหมือนก้างปลา ซึ่งมีหลักการเขียนผังก้างปลาดังนี้

ก) จากปัญหาที่กำหนดจะเป็นผลของสาเหตุ ที่อยู่ปลายสุดของผังก้างปลาแล้วลากเส้นตรงไปตามแนวนอนและสุดปลายเส้นจะเป็นผลของสาเหตุ

ข) เขียนต้นเหตุของปัญหาที่เป็นสาเหตุของปัญหาเล็กๆ แตกแยกแขนงออกจากเส้นตามแนวนอนชี้ไปยังผลของสาเหตุ

ค) จากข้อ ข) นำ มาแยกแตกแขนงปัญหาย่อยโดยละเอียด

2.4.5 **กราฟ**

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวใช้สำหรับแสดงแนวโน้มของปัญหาเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการแก้ไขในช่วงเวลามีหลักการเขียนดังนี้

ก) ตั้งแกน y และแกน x

ข) กำหนดจุดคู่ลำดับ (x, y)

ค) ลากเส้นต่อจุดคู่ลำดับทุกจุดบนแผ่นกราฟ

2.4.6 **แผนภูมิกระจาย**

แผนภูมิกระจายเป็นแผนภูมิที่แสดงถึง ลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ว่าผลของตัวแปรหนึ่งจะมีผลกับอีกตัวแปรหนึ่งอย่างไร โดยนำค่าของทั้งสองตัวแปรตัวหนึ่งเป็นตัวแปรแกน x และอีกตัวเป็นตัวแปรแกน y แล้วนำข้อมูลไปลงจุดบนกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ของตัวแปร

2.4.7 **แผนภูมิควบคุม**

แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิต เพื่อการแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้อย่างรวดเร็วและไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสินค้าที่ผลิต ใช้ศึกษาความเบี่ยงเบนหรือความแปรปรวนของกระบวนการผลิตที่มีสาเหตุมาจากปัจจัยต่างๆ ในกระบวนการทั้งที่เป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ และไม่สามารถควบคุมได้

2.5 **เทคนิค** 4M

นันทิวา (2552) ได้กล่าวถึงเนื้อหาของ 4M เป็นการทำความเข้าใจแผนงานที่กำหนดขึ้น และมอบหมายให้ผู้รับผิดชอบนำแผนนั้นไปปฏิบัติให้บรรลุผล ซึ่งการปฏิบัติตามแผนจะสำเร็จได้ย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ดังนั้นในการดำเนินงานตามแผนจึงควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆ เหล่านี้ คือ 4M

M = Man บุคคลที่เกี่ยวข้องหรือมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน

M = Machine เครื่องจักรและเครื่องมือ ที่ต้องใช้ในการดำเนินงาน

M = Material วัตถุดิบหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการดำเนินงาน

M = Method วิธีการที่กำหนดให้ใช้ในการดำเนินงาน

ด้วย 4M เป็นปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ และมีผลต่อความสำเร็จของแผนที่กำหนด ผู้รับผิดชอบจึงต้องทำความเข้าใจและสามารถบริหารทรัพยากรต่างๆหล่านี้ให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด เพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงปัจจัยทั้ง 4 ด้านและนำไปสู่การตัดสินใจแก้ปัญหาได้ตรงจุด

ตารางที่ 2.2 เทคนิค 4 M

4M	ประมวลคำถาม
1. Manpower คน	1. พนักงานได้ปฏิบัติงานตามมาตรฐานหรือไม่ 2. พวกเขามีทักษะที่มากพอหรือไม่ 3. พวกเขาได้รับการมอบหมายหน้าที่ให้เหมาะสมกับความสามารถหรือไม่ 4. พวกเขามีจิตสำนึกต่อการป้องกันปัญหาหรือไม่ 5. มนุษย์สัมพันธ์ในงานดีเพียงใด 6. พวกเขามีสุขภาพพลานามัยดีเพียงใด
2. Machine เครื่องจักร	1. เครื่องจักรมีขนาดและกำลังการผลิตเหมาะสมหรือไม่ 2. มีการซ่อมบำรุงอย่างถูกต้องแล้วหรือไม่ 3. เครื่องจักรกลมีการชำรุด หยุดเดินบ่อยเพียงใด 4. เครื่องจักรกลมีความคลาดเคลื่อนเกินจากสเป็กหรือไม่ 5. เครื่องจักรกลต่างๆ มีมากเพียงพอและเหมาะกับงานหรือไม่ 6. มีความผิดปกติอะไรบ้างกับเครื่องจักรกลแต่ละเครื่อง
3. Material วัตถุดิบ / วัสดุ	1. คุณภาพ สเป็กของวัสดุถูกต้องและตรงตามมาตรฐานกำหนดหรือไม่ 2. มีการจัดเก็บวัสดุอย่างถูกต้องและในสภาวะที่เหมาะสมหรือไม่ 3. มีการขนส่งและบรรจุภาชนะอย่างเหมาะสมหรือไม่ 4. มีการใช้งานอย่างผิดประเภทหรือสิ้นเปลืองมากเพียงใด 5. มีการควบคุมการใช้วัสดุเพื่อป้องกันการปะปนกันในขณะผลิตหรือไม่ 6. มีความผิดปกติใดๆ กับวัตถุดิบในล็อตนั้นๆ อะไรบ้าง
4. Method วิธีการ	1. มาตรฐานการปฏิบัติงานที่ใช้อยู่เพียงพอและเหมาะสมเพียงใด 2. มาตรฐานงานในปัจจุบันให้ความมั่นใจว่าจะผลิตงานคุณภาพได้ดีเพียงใด 3. ลำดับขั้นการทำงานดีเพียงใด 4. มีการประสานงานกันระหว่างหน่วยการผลิตที่เกี่ยวข้องกันอย่างไร 5. มีระบบการสื่อความและการปฏิบัติการตอบโต้ปัญหาอย่างไรบ้าง 6. วิธีการทำงานในปัจจุบันมีจุดอ่อนอย่างไรบ้าง

2.6 **การวิเคราะห์แบบ** Why-Why Analysis

มานิตย์ (2551) ได้กล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับ Why-Why Analysis เป็นเครื่องมือวิเคราะห์หาสาเหตุหรือปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปัญหาหรือปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบเพื่อแก้ปัญหาและป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นอีกโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อปัญหาหรือปรากฏการณ์ให้ชัดเจน หากกำหนดหัวข้อปัญหาไม่ชัดเจนจะทำให้การวิเคราะห์มีขอบเขตที่กว้างและมีปัจจัยเกี่ยวข้องมากเกินไปทำให้ยากที่จะหาสาเหตุที่แท้จริงรวมถึงวิธีการแก้ไขที่ตามมาจะมีมากเกินไปที่จะนำไปปฏิบัติ ในการกำหนดหัวข้อจะต้องมีการตรวจสอบสถานที่จริง ดูสภาพปัญหาที่แท้จริง เก็บข้อมูลและแยกแยะปัญหาให้ชัดเจนโดยใช้แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)

2. ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่มีปัญหากรณีที่เป็นปัญหาเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรให้ศึกษาและเขียนภาพสเกตช์ของโครงสร้าง กลไกการทำงานของเครื่องจักรแต่ถ้าเป็นปัญหาเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานขั้นตอนการทำงานทั่วๆไปให้เขียนขั้นตอนหรือแผนผังการไหลของงาน (Flow Process Chart) และทำความเข้าใจหน้าที่ของแต่ละขั้นตอน หลังจากนั้นนำภาพสเกตช์ของส่วนที่เกิดปัญหามาถ่ายทอดให้ทีมงานฟัง เพื่อที่ทุกคนจะได้ใช้ความรู้และแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

3. กำหนดหัวข้อสำรวจ เป็นการหาปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาหรือปรากฏการณ์โดยมีแนวทางพิจารณาปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น หรือพิจารณาจากหลักเกณฑ์ทางทฤษฎีที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์

4. สำรวจและยืนยันผลหัวข้อสำรวจ ทีมงานจะต้องลงไปตรวจสอบที่เครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตตามหัวข้อสำรวจที่กำหนดขึ้น เมื่อไปตรวจสอบแล้วไม่พบข้อบกพร่องให้ใส่คำว่า “OK” ส่วนหัวข้อใดที่พบข้อบกพร่องให้ใส่คำว่า “NG” (No Good)

5. หาสาเหตุของปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาหรือปรากฏการณ์ โดยถาม “ทำไม” เฉพาะหัวข้อที่ใส่คำว่า “NG” เท่านั้นให้ถาม “ทำไม” ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบสาเหตุที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การแก้ไขป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ

6. ตรวจสอบความถูกต้องตามตรรกวิทยา โดยอ่านย้อนหลังจาก “ทำไม” ช่องสุดท้ายมายังปรากฏการณ์เพื่อตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน

7. กำหนดมาตรฐานการแก้ไขที่ป้องกันการเกิดซ้ำ หลังจากได้สาเหตุที่แท้จริงในช่อง “ทำไม” ท้ายสุดของแต่ละสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาและปรากฏการณ์ลักษณะของแผนภาพการวิเคราะห์แบบ Why–Why Analysis

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ทำการศึกษาได้ทำการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการลดปริมาณหรืออัตราของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่เป็นลักษณะการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมต่างๆหลายรูปแบบเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยและศึกษาและทำให้การวิจัยในครั้งนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งกล่าวถึงโดยสรุป ดังนี้

ฐิติพร สังข์สัมฤทธิ์ (2544) ได้ศึกษาเรื่องการลดความสูญเสียในกระบวนการพิมพ์หนังสือ โดยนำเทคนิคการควบคุมคุณภาพและการศึกษาการทำงานมาวิเคราะห์หาวิธีลด และป้องกันการเกิดความสูญเสีย พบว่าการสูญเสียที่สำคัญในกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ การสูญเสียจากการปรู๊ฟ การสกัม และการสูญเสียระหว่างพิมพ์ อันมีสาเหตุมาจากวิธีการทำงานและความผิดพลาดของช่างพิมพ์ จากการดำเนินตามขั้นตอนวิจัย เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าความสูญเสียจากการปรู๊ฟเทียบกับผลผลิตลดลงจากร้อยละ 0.058 เหลือร้อยละ 0.012 หรือคิดเป็นร้อยละ 79 ความสูญเสียจากการสกัมเทียบกับจำนวนผลผลิตลดลงจากร้อยละ 0.056 เหลือร้อยละ 0.017 หรือคิดเป็นร้อยละ 69 ความสูญเสียจากการเสียระหว่างพิมพ์เทียบกับจำนวนผลผลิตลดลงจากร้อยละ 0.014 เหลือร้อยละ 0.006 หรือคิดเป็นร้อยละ 54 และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากความสูญเสียทั้งสามชนิดลดลงคิดเป็นร้อยละ 60

พรชัย ศศิวรรณ (2550) ได้ทำการศึกษาการลดปริมาณของเสียในชิ้นส่วนกันโคลนรถยนต์ โดยพบลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นมากคือ การเกิดฟองอากาศบนชิ้นงาน พบว่าปัญหาของเสียเกิดจากเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต พนักงานผู้ปฏิบัติทำการปรับปรุงโดยจัดทำตารางบำรุงรักษาและตรวจเช็คประจำสัปดาห์ เพื่อให้สามารถใช้งานเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถปรับปรุงการผลิตได้มาตรฐานดีขึ้น ปริมาณของเสียลดลง ก่อนปรับปรุงยอดการผลิต 3,930 ชิ้น พบชิ้นงานที่มีปัญหา 1,620 ชิ้น คิดเป็นอัตราส่วน 41.22 % หลังการปรับปรุงยอดการผลิต 2,920 ชิ้น พบชิ้นงานที่มีปัญหา 660 ชิ้น คิดเป็นอัตราส่วน 22.6% ปริมาณของเสียลดลง 18.62%

มานิตย์ รัตนพันธ์ (2551) ได้ดำเนินการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของกระบวนการผลิตอาหารกุ้งได้แก่ กระบวนการบด กระบวนการผสม และกระบวนการอัดเม็ด ในขั้นต้นสามารถนำผลจากการวัดค่า OEE ไปวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทาง

แก้ปัญหาเพื่อสามารถปรับปรุงค่า OEE โดยรวมของเครื่องจักรให้สูงขึ้น ผลที่ได้คือค่าประสิทธิผลโดยรวมของสายการผลิตตัวอย่าง เพิ่มขึ้นจาก 56.75 % เป็น 63.22 %

ธนเดช โชติกาญจนเรือง (2550) ได้ทำการศึกษาการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกโครงประตูเตาอบไมโครเวฟ โดยใช้เทคนิคการระดมสมองสรุปสาเหตุของปัญหาคือแรงดันในการฉีดอุณหภูมิและแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม ลักษณะของปัญหาประมาณ 49.8% เกิดจากเนื้อพลาสติกไม่เต็ม โดยก่อนการศึกษาใช้แรงดันในการฉีด 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อุณหภูมิ 220 °C และปรับปรุงผิวแม่พิมพ์ให้เรียบ หลังจากปรับปรุงเรียบร้อยแล้วมีผลทำให้การผลิตในระหว่างเดือน มีนาคม - มิถุนายน 2550 ทำให้โรงงานลดความสูญเสียลง 72.9% และชิ้นส่วนที่มีปัญหาลดลง 74.5%

รัฐพล วุฒิการณ์ และ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ (2551) ได้ศึกษางานวิจัยนี้เพื่อวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบจำลองใหม่เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดการทำงานของเครื่องจักร โดยมีจุดมุ่งหมายในการแก้ไขปัญหาต่างๆที่พบในดัชนีค่าประสิทธิผลโดยของเครื่องจักร หรือค่า OEE ไม่ว่าจะเป็นปัญหาในเรื่อง การกำหนดน้ำหนักหรือความสำคัญในแต่ละมุมมองของค่า OEE การเปรียบเทียบค่า OEE ระหว่างเครื่องจักรชนิดเดียวกันที่มีกำลังการผลิตแตกต่างกัน และการเปรียบเทียบค่า OEE ระหว่างเครื่องจักรต่าง ชนิดกัน จากปัญหาต่างๆที่กล่าวมานี้ทำให้การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่ได้จากค่าของตัวชี้วัดนี้คลาดเคลื่อนไป และ ส่งผลทำให้ลำดับการแก้ไขปัญหาเกิดความคลาดเคลื่อนไปด้วย ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบจำลองใหม่ขึ้น โดยทำการคำนวณมูลค่าความสูญเสียในกระบวนการผลิตโดยใช้แนวทางค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และจัดทำโปรแกรมขึ้นเพื่อใช้ ในการบันทึกและประมวลผลข้อมูลตามแบบจำลองที่ออกแบบไว้ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองใหม่นี้สามารถ ลำดับปัญหาของเครื่องจักรต่างๆได้โดยใช้มูลค่าความสูญเสียเป็นมูลค่าเงิน โดยสามารถแก้ไขปัญหาเดิมของค่า OEE

นิศากร สมสุข และคณะ(2551) ได้กล่าวไว้ว่าการศึกษาประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร OEE ที่ติดตั้งและดำเนินการผลิตอยู่ในโรงงานผลิตท่อ จากนั้นทำการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต่ำ จากการศึกษาพบว่าประสิทธิผลโดยรวมเฉลี่ยของเครื่องขึ้นรูปท่อ และเครื่องทำเกลียวเท่ากับ 42.31% และ 47.51% ตามลำดับซึ่งค่อนข้างต่ำ โดยปัจจัยที่ทำให้ประสิทธิผลโดยรวมเฉลี่ยของเครื่องจักรต่ำคือการที่เครื่องจักรมีประสิทธิภาพการเดินเครื่องต่ำ งานวิจัยนี้จึงได้นำ เทคนิคการบำรุงรักษาสภาพ

เครื่องจักรแบบทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งทำให้ประสิทธิผลโดยรวมเฉลี่ยของเครื่องขึ้นรูปท่อ และเครื่องทำเกลียวเพิ่มขึ้นเป็น 51.61% และ53.20% ตามลำดับ ทำให้ผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้น ลดการสูญเสีย และช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้สูงขึ้นอีกด้วย

นันทิวา โมกขธรรมศิริ (2552) ทำการศึกษาเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตหลักๆ ได้แก่ กระบวนการบด กระบวนการอัดเม็ด และกระบวนการบรรจุ เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสียโดยใช้เทคนิคการระดมสมอง การเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียโดยใช้แผนภูมิพาเรโต และการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขและหามาตรการในการป้องกันด้วยเทคนิค Why - Why Analysis ทำให้ทราบว่าปัญหาหลักมาจากการตรวจสอบการปฏิบัติงานของพนักงาน เครื่องจักรที่ขาดการตรวจเช็คและตรวจสอบที่ได้มาตรฐานในการทำงาน พนักงานขาดความชำนาญการปฏิบัติงาน วิธีการทำงานไม่ถูกต้อง สำหรับการแก้ปัญหาระยะยาวเพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพ จะต้องมีการสร้างมาตรฐานในการทำงานและสร้างจิตสำนึกในการทำงาน การให้ความรู้และฝึกฝนพนักงานให้มีความเชี่ยวชาญในส่วนงานที่ตนเองรับผิดชอบ เพื่อขจัดความผิดพลาดที่จะทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตและ เมื่อนำข้อมูลจำนวนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงแก้ไข มาเปรียบเทียบกัน พบว่าก่อนทำการปรับปรุงแก้ไขในช่วง เดือน มกราคม - มิถุนายน 2551 ปริมาณการผลิตเฉลี่ย 13,935 ตัน/เดือน ตรวจพบของเสีย 2,681 ตัน/เดือน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 20.5 % หลังการปรับปรุงเดือน ตุลาคม 2551 - มกราคม 2552 ปริมาณการผลิตเฉลี่ย 13,047 ตัน/เดือน ตรวจพบของเสีย 1,503 ตัน/เดือน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 11.5 % สามารถลดของเสียลงจากเดิมได้ 9 % สามารถลดต้นทุนค่าความสูญเสียการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 15.31 บาท/ตัน หรือค่าความสูญเสียจากการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยลดลง 23,014.75 บาท/เดือน และโรงานมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์จำนวน 200,000 บาท ซึ่งโรงงานสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 8.69 เดือน หรือประมาณ 260 วัน

ยอดนภา เกษเมือง และคณะ (2552) ทำการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร ในกระบวนการฉีดพลาสติก จากการศึกษาข้อมูลของ หจก.สุจรรยาพานิช ทำให้ทราบว่าเครื่องจักรผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานานทำให้เกิดปัญหาต่างๆ มีผลให้เครื่องจักรหยุดทำงานบ่อยๆ ทำให้เครื่องจักรขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ทั้งนี้ได้มีการนำหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) มาใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้ ค่าอัตราความพร้อม (Availability) เฉลี่ยก่อนปรับปรุง 97.3 % หลังการปรับปรุง 99.68 % เพิ่มขึ้น 2.38 % อัตราการผลิต (Process rate) เฉลี่ยก่อนปรับปรุง 90.3 % หลังการ

ปรับปรุง 92.73 % เพิ่มขึ้น 2.43 % อัตราคุณภาพ (Quality rate) เฉลี่ยก่อนปรับปรุง 92.9 % หลังปรับปรุง 93 % เพิ่มขึ้น 0.1 % ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เฉลี่ยก่อนปรับปรุง 81.6 หลังปรับปรุง 85.65 เพิ่มขึ้น 4.02 % การเกิด Break down ก่อนปรับปรุง 68 ครั้ง หลังปรับปรุง ลดเหลือ 32 ครั้ง คิดเป็น 52.94 % ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเฉลี่ยก่อนปรับปรุง 1,840.67บาท หลังปรับปรุง 453.33 บาท ลดลง 75.37%

สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร และ คณะ(2547) ได้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเป็นหัวใจสำคัญของอุตสาหกรรมเพราะสามารถทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้นและต้นทุนการผลิตลดต่ำลง แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตมีด้วยกันหลายวิธีเช่น การบำรุงรักษาในเชิงป้องกัน การควบคุมคุณภาพ การควบคุมและการวางแผนการผลิต สำหรับการจัดสายการผลิตก็เป็นวิธีหนึ่งที่มีความเหมาะสมในการปรับปรุงประสิทธิภาพของอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูปที่มีระบบการผลิตเป็นแบบรุ่น (Batch) ซึ่งมีปัญหาในส่วนของการจัดการด้านการผลิตอยู่มาก งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการจัดการสายการผลิตโดยการ มอบหมายงานเพื่อความสมดุลบนสายการผลิต โดยใช้อุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูปเป็นตัวอย่างกรณีศึกษา โดยจะทำการศึกษา 3 งาน โดยวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตที่ใช้ในปัจจุบันสำหรับโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา เวลาที่นำมาใช้ในการจัดสมดุลสายการผลิตได้มาจากผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงาน จากนั้นนำไปคิดคำนวณหาจำนวนพนักงานเพื่อเข้าทำงานใน ขั้นตอนต่างๆจากนั้นนำไปคำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิตวิธีการมอบหมายงานเพื่อความสมดุลบนสายการผลิตนั้น เป็นการประยุกต์ใช้ร่วมกันของแนวคิดในการจัดสมดุลสายการผลิตและการมอบหมายงาน โดยวิธีการคือเก็บข้อมูลด้านเวลาการทำงานของพนักงานแบบทันทีทันใดด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาคัดเลือกโดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ผลจากขั้นตอนนี้จะแสดงถึงความสามารถในการทำงานของพนักงานในขั้นตอนต่างๆ ของงานนั้นๆ จากนั้นข้อมูลจะถูกนำไปใช้คิดคำนวณมอบหมายงานให้กับพนักงานเพื่อทำงานในขั้นตอนต่างๆ โดยการจัดพนักงานเข้าทำงานแบ่งเป็น 2 ระดับคือ สำหรับพนักงานที่ทำงานขั้นตอนเดียวและสำหรับพนักงานที่ทำงานมากกว่า 1 ขั้นตอน ในกรณีที่ทำงานมากกว่า 1 ขั้นตอนนั้นจะใช้โปรแกรมโซลเวอร์(Solver) ในโปรแกรมสำเร็จรูปเอ็กเซล (Excel) มาเป็นเครื่องมือในการช่วยคิดคำนวณ จะได้ ประสิทธิภาพการผลิตเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการจัดสายการผลิตที่ใช้อยู่ในปัจจุบันผลที่ได้คือ ค่าประสิทธิภาพของสายการผลิตสูงขึ้น ซึ่งใช้ t–test ทดสอบค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และพบว่าประสิทธิภาพทั้ง 3 งาน เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 22.95%

Amine Drira และคณะ (2007) แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้หาสาเหตุของปัญหาเนื่องมาจากการปรับเปลี่ยนวัสดุประเภทกระดาษใหม่เข้าไป และความผิดปกติระหว่างการผลิต งานวิจัยนี้จึงทำการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้มากขึ้น โดยทำการวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร และลดความสูญเสียต่างๆ ที่เกิดจากการผลิต (7 waste) ผลจากการดำเนินงานพบว่า สามารถลดเวลาในการติดตั้งวัสดุภัณฑ์ประเภทกระดาษได้ 80.36% ลดเวลาในการติดตั้งวัสดุภัณฑ์ประเภทแผ่นพลาสติกได้ 24.39% สามารถลดอัตราการเกิดชิ้นงานเข้าไปติดในช่องลำเลียงได้ 98.94% และลดอัตราการเกิดจากความผิดปกติของเครื่องเก็บม้วนวัสดุภัณฑ์ได้ 100% จากผลการปรับปรุงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรให้สูงขึ้น 31.54% จาการปรับปรุงข้างต้นเป็นผลให้สามารถทำการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการบรรจุภัณฑ์ได้ 42.04% และสามารถใช้เครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Amine Drira *et al.*, 2007)

Dheeraj Bansala และคณะ (2005) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการบำรุงรักษาและการผลิตเป็นอย่างมาก ซึ่งนโยบายการซ่อมบำรุงเป็นวิธีช่วยในการเพิ่มผลผลิต หากขาดการซ่อมบำรุงรักษาอย่างเพียงพอย่อมส่งผลกับกำไรและการอยู่รอดของบริษัท วิธีการหนึ่งที่นำมาใช้กันคือ TPM Total Productive Maintenance ซึ่งในบทความวิจัยนี้จะทำการศึกษาถึงความล้มเหลวของการใช้ TPM ในองค์กร ทฤษฎี TPM เป็นการว่าด้วยความเป็นเลิศ เป็นผู้นำ ทางการตลาด โดยให้องค์กรตระหนักถึงการกำจัดของเสีย การใช้เครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการหยุดการทำงานของเครื่องจักร หรือ เครื่องมือที่ช่วยในการระบุสาเหตุ 6 ประการของการสูญเสีย

Jaydeep Balakrishnan และคณะ (2001) ได้กล่าวไว้ว่าปัญหาที่พบในโรงงานตัวอย่างนี้ ส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องจักร ซึ่งผ่านการใช้งานมาอย่างยาวนาน ทำให้เกิดปัญหาทางด้านความสูญเสียต่างในกระบวนการผลิต และการหยุดการทำงานของเครื่องจักรที่ไม่เป็นไปตามแผนการ โดยทำการวัดประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) และลดความสูญเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้น (7 wastes) ได้กล่าวไว้โดย

M. Carmen Carnero Moya (2004) ได้ทำการจัดตารางการผลิต และได้ศึกษาปัญหาในการจัดตารางการผลิตเดิม เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้การจัดตารางไม่มีประสิทธิภาพ และเก็บข้อมูลเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรและเวลาในการผลิต เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดตารางการผลิต ผลการ

ดำเนินงานพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโดยสามารถลดความล่าช้าในการส่งมอบได้ถึง 60.39% และลดจำนวนงานล่าช้าได้ถึง 63.1%

R. Kirchner และคณะ(1999) ได้กล่าวไว้ว่า แก้ไขปัญหาการผลิตไม่ทันตามกำหนดเวลา เนื่องจากการแทรกงานในระหว่างการผลิต ทำให้ต้องมีการทำงานล่วงเวลา ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นสูง ขาดแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ทำให้การจัดลำดับการผลิตหรือจัดตารางการผลิตเป็นไปอย่างไม่เหมาะสม วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาสภาพปัญหาและพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตคอยล์ โดยทำการศึกษาจากโรงงานตัวอย่างซึ่งเป็นโรงงานที่ผลิตสินค้าตามสั่ง (Make to Order) โดยมีรูปแบบการผลิตแบบเป็นงานๆ (Job Shop) และสินค้าที่ลูกค้าสั่งผลิตนั้นมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีจำนวนแตกต่างกัน ดังนั้นขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตคอยล์ตามใบสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละรายจึงแตกต่างกันในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตนั้น จะทำการศึกษากำลังการผลิต เวลาการทำงานเพื่อกำหนดเป็นเวลามาตรฐานสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการผลิตและจัดตารางการผลิต และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการวางแผนและจัดตารางการผลิต สำหรับวิธีการจัดตารางการผลิตนั้นจะใช้วิธีการจัดตารางแบบฮิวริสติกส์โดยใช้กฎ EDD, SPT, LPT, FCFS, และ LS เพื่อหาค่า เวลางานที่อยู่ในระบบโดยเฉลี่ย เวลางานล่าช้าเฉลี่ย และจำนวนงานล่าช้า(R. Kirchner *et al*., 1999)

Vorne Industries (2008) ได้ทำการศึกษาการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE – Overall Equipment Effectiveness) เป็นวิธีการที่ดีวิธีหนึ่งที่นอกจากทำให้รู้ประสิทธิผลของเครื่องจักรแล้วยังรู้ถึงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งในภาพใหญ่ คือ สามารถแยกประเภทการสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุนั้น ทำให้สามารถที่จะปรับปรุง ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบในอดีตที่ผ่านมาการวัดสมรรถนะของการผลิต (Manufacturing Performance) มีการหาวิธีการกันหลากหลาย ซึ่งส่วนใหญ่จะมีข้อมูลและดรรชนีจำนวนมาก ทั้งในทางกว้างและทางลึกหลายวิธีล้าสมัยและอีกหลายวิธีไม่มีความต่อเนื่องในการวิเคราะห์อีกหลายวิธีมีความพยายามเอารายงานทางบัญชีเข้ามาวิเคราะห์ ซึ่งไม่สามารถให้ความละเอียดในทางลึกหรือนำไปใช้ปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตได้จริง ๆ ปัญหาอื่นที่พบ คือ การมีดรรชนีในการชี้วัดมาก แต่ไม่สัมพันธ์กัน ทำให้ไม่สามารถมองภาพใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์และเป็นปัญหาการจัดการ ความไม่สอดคล้องกันของการเก็บข้อมูลแยกส่วนทำให้มีการถกเถียงในข้อมูลที่ไม่ตรงกัน ปกติการปรับปรุงสมรรถนะการผลิตโดยรวม จะต้องทำ 3 สิ่ง สิ่งแรก คือ ต้องวัดสิ่งที่

ต้องการปรับปรุงให้ได้อย่างเป็นระบบ (What to Measure) สอง คือ วัดอย่างไรให้ได้ครบถ้วน ถูกต้องแม่นยำ (How to Measure) และ สาม คือจะทำการปรับปรุงอย่างไร (How to Improve)

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้มีแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดอัตราการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตโดยใช้หลักการต่างๆเข้ามาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งไม่ได้มีข้อจำกัดในการเลือกใช้วิธีใดในการปรับปรุงแต่ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับกระบวนการผลิตของแต่ละอุตสาหกรรม หรือแต่ละโรงงานที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันไป ดังนั้นการประยุกต์เลือกใช้เครื่องมือต่างๆ ต้องทำการศึกษาและเข้าใจลักษณะกระบวนการผลิต จึงจะเลือกเครื่องมือได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงเครื่องจักรในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอาหารกุ้งได้เก็บรวบรวมข้อมูลของเสียต่างๆที่เกิดขึ้นจากฝ่ายผลิตของโรงงานผลิตอาหารกุ้งโดยศึกษากระบวนการผลิตหลักได้แก่ กระบวนการผสม กระบวนการอัดเม็ดและกระบวนการบรรจุโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียโดยใช้ QC Story ตาราง แผนภูมิพาเรโต ผังก้างปลา Why - Why Analysis และเครื่องมืออื่นๆเพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและเป็นแนวทางในการกำหนดวิธีแก้ไข

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของการผลิตอาหารกุ้ง

โรงงานที่ใช้ทำการศึกษาวิจัยเป็นโรงงานผลิตและจำหน่ายอาหารกุ้งกำลังการผลิตปกติ 18,000 ตัน/เดือน ผลผลิตส่วนใหญ่ขายภายในประเทศ

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

1. ประเภทโปรตีนได้แก่
   - โปรตีนจากพืช ได้แก่ กากถั่วเหลือง ถั่วเหลืองเม็ด
   - โปรตีนจากสัตว์ ได้แก่ ปลาป่น ไส้ปลาสด ปลาหมึก
2. ประเภทคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี รำข้าว ฯลฯ
3. วัตถุดิบอื่นๆ ได้แก่ เลซิติน วิตามิน เกลือแร่ ฯลฯ

3.1.2 กระบวนการผลิตอาหารกุ้ง

กระบวนการผลิตอาหารกุ้ง แบ่งเป็น 10 ขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 1.1 มีรายละเอียดในแต่ละกระบวนการ ดังนี้

1. กระบวนการป้อนวัตถุดิบ (Intake system) เป็นทางเทวัตถุดิบลงถังเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตทางเทวัตถุดิบมีหน้าที่ป้อนลำเลียงวัตถุดิบแต่ละชนิดลงเก็บในถังวัตถุดิบโดยมีเจ้าหน้าที่ควบคุมการลงวัตถุดิบเป็นผู้ควบคุมการป้อนวัตถุดิบลงเก็บในถังวัตถุดิบ

2. การชั่งวัตถุดิบ (Batching) เป็นการชั่งน้ำหนักของวัตถุดิบแต่ละชนิดให้ได้

น้ำหนักตามสูตรอาหาร วัตถุดิบจากถังวัตถุดิบสามารถควบคุมการชั่งได้ด้วยมือหรือใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการชั่งก็ได้

3. กระบวนการบด (Grinding) เริ่มต้นจากการนำวัตถุดิบที่เตรียมไว้ มาผ่านกระบวนการชั่งซึ่งเป็นระบบอัตโนมัติ โดยกำหนดเป็นชุดๆ ละ 3 ตัน ตามสูตรอาหารที่ต้องการ หลังจากชั่งเสร็จแล้วนำมาผ่านกระบวนการบดเพื่อต้องการให้ได้วัตถุดิบที่ละเอียดโดยกำหนด ความละเอียดตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

4. กระบวนการผสม (Mixing) เป็นการนำวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการบด นำมาคลุกเคล้าให้เข้ากันโดยการเติมของเหลวเพิ่มเติม เช่น เลซิติน น้ำมันถั่วเหลือง โดยใช้เวลาในการผสมประมาณ 6–8 นาที

5. กระบวนการอัดเม็ด (Pelleting) หลังจากผ่านขั้นตอนการผสมแล้ว นำวัตถุดิบที่ผสมแล้วเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปเม็ดอาหาร หรือ การอัดเม็ดอาหารตามขนาดเม็ดที่ต้องการ โดยใช้แม่พิมพ์หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Die

6. กระบวนการนึ่ง (Cooking) นำอาหารที่ผ่านการอัดเม็ดแล้วนำไปนึ่งเพื่อให้อาหารสุก โดยใช้ความร้อนจากไอน้ำที่อุณหภูมิ >100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 15นาที

7. กระบวนการอบ (Drying) เป็นขั้นตอนของการอบเพื่อลดความชื้นในอาหาร โดยใช้ระบบลมร้อนที่อุณหภูมิ ประมาณ 80 -110 องศาเซลเซียส

8. กระบวนการทำให้เย็น (Cooling) เป็นขั้นตอนการลดอุณหภูมิและความชื้นของอาหาร โดยใช้ลมเย็นโดยอุณหภูมิของอาหารอยู่ที่ที่ประมาณ 35 องศาเซลเซียส

9. กระบวนการบรรจุ (Packing) เป็นขั้นตอนบรรจุอาหารก่อนส่งมอบลูกค้า โดยการบรรจุที่น้ำหนักกระสอบละ25 กิโลกรัม ควบคุมการชั่งโดยใช้เครื่องอัตโนมัติ

10. การส่งมอบลูกค้า โดยลูกค้ามารับซื้อที่โรงงาน มีทั้งการจองคิวล่วงหน้าและมาซื้อโดยตรง ซึ่งลูกค้าหลักจะเป็นแถบภาคใต้ตอนล่างและตอนกลาง

จากกระบวนการผลิตที่กล่าวมาข้างต้นจะทำการศึกษาถึงสาเหตุของการสูญเสียผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตโดยจะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการผสม กระบวนการอัดเม็ด จนถึงกระบวนการบรรจุ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นขั้นตอนของการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์หรือการทำให้เกิดเป็นเม็ดอาหาร ส่วนกระบวนการก่อนหน้านี้เป็นเพียงการเตรียมวัตถุดิบเพื่อนำมาทำการผลิตก่อนเข้าสู่กระบวนการ ดังนั้นความสำคัญของกระบวนการผลิตจึงอยู่ที่ขั้นตอนการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต (ก) ซึ่งเป็นการเริ่มสู่การผลิตอาหารเม็ด การจะถ่ายอาหารที่ได้คุณภาพหรือไม่จะทำการตรวจสอบคุณภาพกันตั้งแต่กระบวนการดังกล่าวจนถึงการบรรจุอาหารจนได้ผลผลิต (ข) ดังภาพที่ 1.1

3.1.3 **เครื่องจักรในการผลิต**

1. เครื่องบด มีหน้าที่บดวัตถุดิบให้ละเอียดก่อนนำไปชั่ง โดยจะมีทั้งเครื่องบดหยาบและเครื่องบดละเอียดการบดหยาบเป็นขบวนการนำเอาวัตถุดิบที่เก็บไว้ในถังวัตถุดิบมาบดให้มีขนาดเล็กลงเพื่อประหยัดเวลาในการบดละเอียด เครื่องบดหยาบมีหน้าที่บดวัตถุดิบที่มีขนาดเม็ดใหญ่ให้มีขนาดเม็ดเล็กลง เช่น ข้าวสาลีเม็ด, ข้าวโพด, เกล็ดถั่วเหลือง ดังแสดงในภาพที่ 3.1 ถึง 3.2

2. เครื่องผสม มีหน้าที่คลุกเคล้าวัตถุดิบให้เข้ากัน เมื่อชั่งอาหารได้ตามสูตรแล้วอาหารจะถูกปล่อยลงสู่การผสมโดยทำหน้าที่ผสมวัตถุดิบต่างๆ ให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันเพื่อปรับให้เนื้อสูตรอาหารมีความสม่ำเสมอมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 3.3

3. เครื่องอัดเม็ด เป็นเครื่องขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ตัวเครื่องจักรด้านในประกอบด้วยแม่พิมพ์หรือเรียกอีกอย่างว่า Die เพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 3.4

4. เครื่องนึ่งอาหาร มีหน้าที่นึ่งอาหารให้สุกโดยใช้ความร้อนจากไอน้ำ หรือเรียกอีกอย่างว่า Holding bin ดังแสดงในภาพที่ 3.5

5. เครื่องอบหรือเครื่องทำแห้งเม็ดอาหาร มีหน้าที่ลดความชื้นอาหารให้ได้ตามมาตรฐานที่ต้องการโดยใช้ลมร้อนหรือเรียกอีกอย่างว่า Dryer ดังแสดงในภาพที่ 3.6

6. เครื่องลดอุณหภูมิอาหารมีหน้าที่ลดอุณหภูมิอาหารให้ได้ตามมาตรฐานที่ต้องการ หรือเรียกอีกอย่างว่า Cooler ดังแสดงในภาพที่ 3.7

7. เครื่องบรรจุอาหาร มีหน้าที่ในการชั่งน้ำหนักของอาหารและทำการปิดเย็บปากถุงโดยมีน้ำหนักอาหาร 25 กก./กระสอบ ดังแสดงในภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.1 เครื่องบดหยาบ

ภาพที่ 3.2 เครื่องบดละเอียด

ภาพที่ 3.3 เครื่องผสม

ภาพที่ 3.4 เครื่องอัดเม็ดอาหาร

ภาพที่ 3.5 เครื่องนึ่งอาหาร

ภาพที่ 3.6 เครื่องอบอาหาร

ภาพที่ 3.7 เครื่องลดอุณหภูมิอาหาร

ภาพที่ 3.8 เครื่องบรรจุอาหาร

ในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ได้นำ QC Story มาประยุกต์ใช้เพื่อการแก้ปัญหาในกระบวนการผลิต ลดการสูญเสีย โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2 การศึกษาและสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบัน

จากข้อมูลข้างต้นในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง ประกอบด้วย กระบวนการหลักตั้งแต่กระบวนการ ผสม อัดเม็ด ไปจนถึงบรรจุ ซึ่งจะเห็นได้จากภาพที่ 1.1 ที่ได้ทำการล้อมกรอบเอาไว้สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นการใช้เครื่องจักรในการผลิตแบบอัตโนมัติพนักงานมีหน้าที่คอยควบคุมและบำรุงรักษาเท่านั้นดังที่ได้จากการวิเคราะห์ 4M ที่จะแยกให้เห็นมุมมองทั้ง 4 ด้าน คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการ ดังนี้

คน (Man) บุคคลที่เกี่ยวข้องหรือมีส่วนร่วมในการดำเนินงานในกระบวนการผลิตที่ได้ทำการวิจัยนั้นได้ศึกษาเฉพาะในส่วนของเครื่องจักรที่มีการผลิตแบบอัตโนมัติ คนจะมีหน้าที่คอยควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและบำรุงรักษาให้มีสภาพสมบูรณ์ ซึ่งทางโรงงานมีการอบรมและให้ความรู้อย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้ในส่วนนี้ไม่มีผลกับคุณภาพของอาหารกุ้งที่ได้จากกระบวนการนี้

เครื่องจักร (Machine) เครื่องจักรและเครื่องมือ ที่ต้องใช้ในการดำเนินงานในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ถือเป็นหัวใจหลักเนื่องจากคุณภาพของอาหารกุ้งที่ผลิตออกมาขึ้นอยู่กับเครื่องจักรที่มีการทำงานแบบอัตโนมัติ และการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาถึงการรองรับความต้องการในการผลิตว่าเครื่องจักรในส่วนนี้มีประสิทธิภาพเพียงพอกับคุณภาพของอาหารกุ้งที่ต้องการหรือไม่

วัตถุดิบ (Material) วัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในการดำเนินงานในกระบวนการผลิตที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ถือว่าไม่มีผลกับกระบวนการผลิตในขั้นตอนที่ทำการวิจัยเนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาในกระบวนการผลิตได้มีการตรวจสอบคุณภาพตั้งแต่รับเข้ามาในโรงงาน ตลอดจนวัตถุดิบเหล่านี้จะต้องนำไปทำการปรับสภาพโดยการบดและร่อนเอาส่วนหยาบรวมถึงสิ่งแปลกปลอมออก ซึ่งขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบในแต่ละส่วนจะมีการตรวจสอบคุณภาพเป็นระยะ วัตถุดิบที่จะมาถึงกระบวนการที่ทำการวิจัยนั้นถือว่ามีคุณภาพสามารถนำมาผลิตด้วยเครื่องจักรที่ทำการวิจัยได้

วิธีการ (Method) วิธีการที่กำหนดให้ใช้ในการดำเนินงานในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาเฉพาะในส่วนของกระบวนการผลิตที่ใช้เครื่องจักรแบบอัตโนมัติในการผลิตโดยมีผู้ควบคุมคอยตรวจสอบเครื่องจักรรวมทั้งมีการอบรมให้ความรู้ผู้ปฏิบัติงานอยู่อย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้วิธีการทำงานในส่วนนี้ไม่ส่งผลกับกระบวนการผลิตในส่วนที่ทำการศึกษาวิจัย

ดังนั้นกระบวนการผลิตอาหารกุ้งที่ทำการศึกษางานวิจัยได้ใช้เครื่องจักรในการผลิตซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญที่จะทำให้อาหารกุ้งที่ผลิตออกมามีคุณภาพตามที่กำหนดไว้และหากเครื่องจักรไม่สามารถรองรับความต้องการในการผลิตหรือมีประสิทธิภาพเพียงพอย่อมส่งผลต่อคุณภาพของอาหารกุ้งโดยเฉพาะกระบวนการที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์และต้องใช้การตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐานเข้ามาตัดสินใจว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มานั้นผ่านเกณฑ์ที่ควบคุมหากผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตไม่ผ่านเกณฑ์ที่ควบคุมจะทำให้เกิดการถ่ายของเสียทำให้เกิดปริมาณของเสียโดยทางบริษัทมีนโยบายลดต้นทุนในการผลิตให้ลดลงเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันโดยลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลอัตราของเสียที่เกิดขึ้น เช่น ในเดือน มีนาคม 2552 ข้อมูลวัตถุดิบที่เข้าสู่กระบวนการผลิต อยู่ที่ 13,904 ตัน เกิดของเสีย 1,749 ตัน มีอัตราของเสีย 12.58 % ในเดือน สิงหาคม 2552 ข้อมูลวัตถุดิบที่เข้าสู่กระบวนการผลิต อยู่ที่ 19,705 ตัน เกิดของเสีย 1,805 ตัน มีอัตราของเสีย 9.16 % และในเดือนตุลาคม 2552 ข้อมูลวัตถุดิบที่เข้าสู่กระบวนการผลิต อยู่ที่ 17,844 ตัน เกิดของเสีย 16,214 ตัน มีอัตราของเสีย 9.13 % ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการเกิดของเสียในแต่ละเดือนมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไปทำให้เกิดค่าใช้จ่ายและต้นทุนในการผลิตที่มากขึ้นกว่าเดิมไปในส่วนของการที่ต้องนำของเสียเหล่านี้กลับมาผลิตซ้ำ

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต ปี 2553

เดือน	วัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต (ก) (ตัน)	ผลผลิต (ข) (ตัน)	ของเสีย (ตัน)	อัตราของเสีย (%)
มกราคม	7,205.09	6,301.59	903.50	12.54
กุมภาพันธ์	8,992.13	8,066.73	925.40	10.29
มีนาคม	11,679.53	10,220.51	1,459.03	12.49
เมษายน	14,160.48	12,582.17	1,578.31	11.15
พฤษภาคม	7,146.31	6,480.86	665.45	9.31
มิถุนายน	10,829.48	9,771.00	1,058.48	9.77
รวม	60,013.02	53,422.86	6,590.16	10.93
เฉลี่ย	10,002.17	8,903.81	1,098.36	10.93

หมายเหตุ ของเสีย = (ก) – (ข)

อัตราของเสีย = [ของเสีย / (ก)] x 100

จากตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต ปี 2553 โดยในช่วงเดือน มกราคม 2553 ถึงเดือน มิถุนายน 2553 มีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียอยู่ที่ 10.93% ทั้งนี้จะมีปริมาณของเสียที่เกิดมาในแต่ละด้านดังแสดงในตารางที่ 3.1 ส่งผลให้ผลผลิตโดยรวมไม่สามารถทำได้ร้อยเปอร์เซ็นต์

3.3 **การรวบรวมปริมาณของเสียและลักษณะของการสูญเสีย**

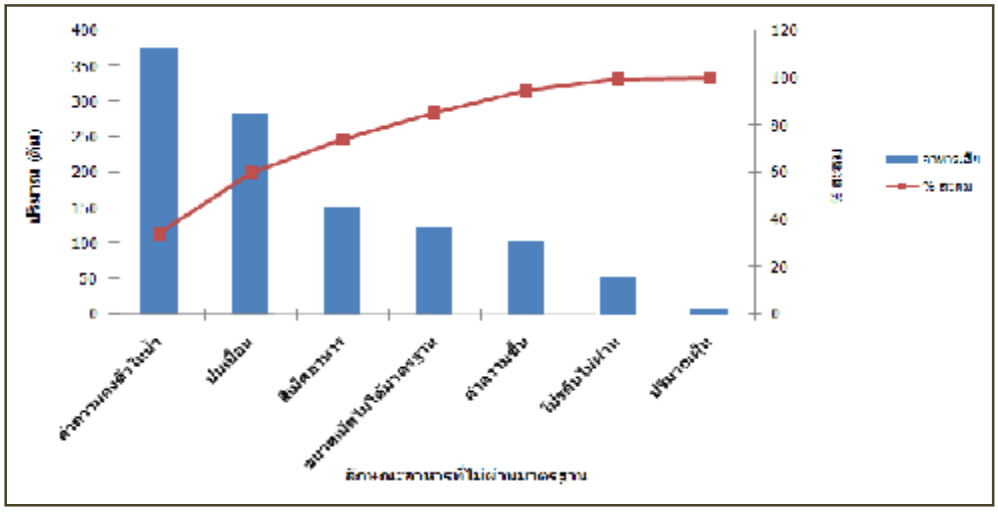
ในการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอาหารกุ้งผู้วิจัยได้เริ่มเก็บข้อมูลของการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตที่ทำการวิจัยที่เป็นการควบคุมผลิตภัณฑ์คือตั้งแต่กระบวนการผสม จนถึงกระบวนการบรรจุ

จากการเก็บข้อมูลการถ่ายอาหารเสียด้วยลักษณะสาเหตุต่างๆที่ทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งปริมาณ เช่น ขนาดเม็ดไม่ได้มาตรฐาน ค่าความชื้นสูง ค่าความคงตัวในน้ำ ปนเปื้อน เป็นต้น ดังตารางที่ 3.1 และนำข้อมูลที่ได้มาสรุปในรูปแบบตารางและกราฟแผนภูมิพาเรโตดังภาพที่ 3.9 พร้อมทั้งอธิบายลักษณะอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจากสาเหตุต่างๆว่ามีลักษณะแบบใด เช่น ค่าความคงตัวในน้ำที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเกิดจากสาเหตุใดได้บ้างที่นำมาสู่การที่ทำให้เกิดของเสียขึ้น ซึ่งค่าความคงตัวในน้ำถือว่าเป็นปัญหาหลักของการผลิตซึ่งในแต่ละเดือนจะมีปริมาณการเกิดของเสียที่สูงกว่าค่ามาตรฐานตัวอื่น

ตารางที่ 3.2 ปริมาณอาหารที่ไม่ผ่านมาตรฐานปี 2553 (หน่วย : ตัน)

ลักษณะอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์	**ม.ค.**	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**รวม**	**เฉลี่ย**
ค่าความคงตัวในน้ำ	174.0	379.5	612.1	462.1	202.5	422.0	2,715.1	375.4
ปนเปื้อน	155.7	148.1	545.2	407.4	138.9	298.9	1,555.5	282.4
สีเม็ดอาหาร	224.4	113.2	161.6	184.8	92.6	140.7	824.6	152.9
ขนาดเม็ดไม่ได้มาตรฐาน	121.7	54.9	0.0	429.3	138.9	0.0	605.9	124.1
ค่าความชื้น	227.8	119.8	140.1	94.6	46.3	0.0	582.3	104.8
โปรตีนไม่ผ่านมาตรฐาน	0.0	109.8	0.0	0.0	0.0	196.9	306.8	51.1
ปริมาณฝุ่น	0.0	0.0	0.0	0.0	46.3	0.0	0.0	7.7
รวม	903.6	925.3	1,459	1,578.2	665.5	1,058.5	6,590.20	156.9

จากตารางที่ 3.2 ได้แสดงให้เห็นการตรวจสอบอาหารในด้านต่างๆที่ไม่ผ่านเกณฑ์ซึ่งเป็นข้อมูลในช่วงต้นปี 2553 จะเห็นได้ว่าของเสียจากการผลิตจะมีค่าความคงตัวในน้ำมีปริมาณการเกิดสูงที่สุดเฉลี่ย 375.4 ตันต่อเดือน รองลงมาจะเป็นค่าปนเปื้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 282.4 ตันต่อเดือน และในส่วนปริมาณฝุ่นจะไม่มีการเกิดของเสียในส่วนนี้เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีการควบคุมปริมาณฝุ่นในเม็ดอาหารได้เป็นอย่างดีรวมทั้งมีเครื่องจักรที่ใช้ในการร่อนฝุ่นก่อนทำการบรรจุส่งให้ลูกค้าเช่นเดียวกับคุณภาพในด้านอื่นๆที่มีค่าไม่สูง เช่น ค่าความชื้น หรือค่าโปรตีนไม่ผ่านมาตรฐาน เฉลี่ยจะอยู่ที่ 104.7 และ 51.1 ตันต่อเดือนตามลำดับ และจากข้อมูลการเกิดของเสียจะเห็นได้ว่าในแต่ละเดือนลักษณะอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์บางตัวจะมีการเกิดของเสียหรืออาจไม่เกิดของเสีย เช่น ค่าโปรตีนไม่ผ่านจะเห็นได้ว่าจะเกิดของเสียในเดือน กุมภาพันธ์ 2553 และ มิถุนายน 2553 ปริมาณการเกิด 109.8 ตันต่อเดือนและ 196.9 ตันต่อเดือน ตามลำดับ ในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำ ปริมาณการเกิดของเสียในเดือนกุมภาพันธ์ 379.5 ตัน เดือน มีนาคม 612.1 ตัน และในเดือนเมษายน 462.1 ตัน ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวเกิดจากการที่ทางโรงงานยังไม่สามารถควบคุมกระบวนการผลิตในส่วนของกระบวนการผสม กระบวนการอัดเม็ด ไปจนถึงกระบวนการบรรจุ ให้มีความคงที่ทำให้เกิดของเสียที่มีปริมาณมากน้อยต่างกันซึ่งในขั้นตอนของการทำงานได้ใช้เครื่องจักรแบบอัตโนมัติในการผลิต ซึ่งจากของเสียที่เกิดขึ้นได้ทำการจัดลำดับลักษณะอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังแสดงในภาพที่ 3.9 เพื่อหาปริมาณของเสียหลักที่ทำให้ผลผลิตที่ได้มีค่าต่ำลงและจะได้นำมาแก้ปัญหาเป็นลำดับต้นๆ

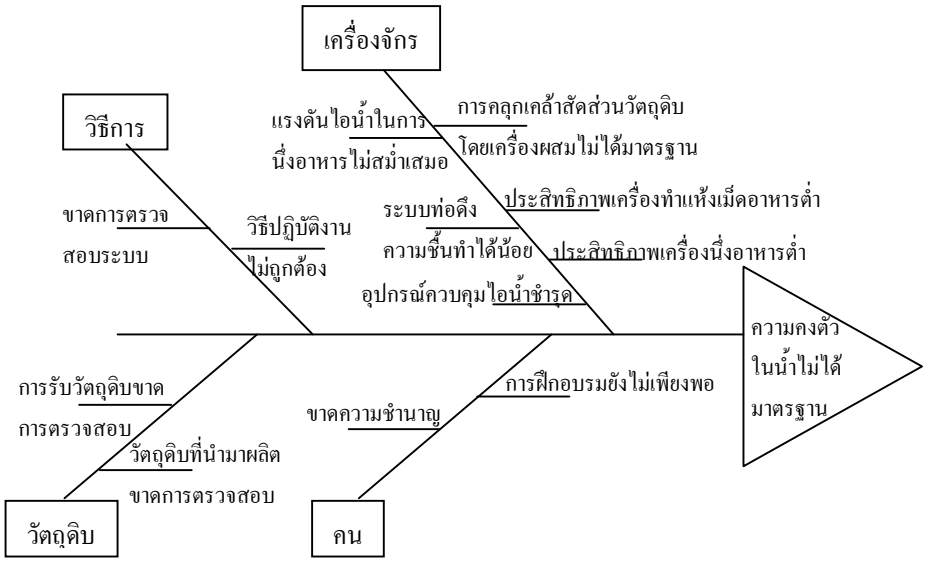


ภาพที่ 3.9 ปริมาณอาหารที่ไม่ผ่านมาตรฐานปี2553

จากภาพที่ 3.9 เป็นข้อมูลต้นปี 2553 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน ค่าความคงตัวในน้ำที่ไม่ผ่านมาตรฐานจะมีปริมาณสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 375.4 ตันต่อเดือน รองลงมาจะเป็นค่าปนเปื้อนจะมีปริมาณเฉลี่ย 282.4 ตันต่อเดือน และปัญหาด้านสีเม็ดอาหารมีปริมาณเฉลี่ย 152.9 ตันต่อเดือน ซึ่งการเกิดของเสียจากลักษณะอาหารที่ไม่ผ่านมาตรฐานทั้ง 3 เรื่องถือว่ามีปริมาณเป็น 80 % ของการเกิดของเสีย จึงนำปัญหาดังกล่าวมาวิเคราะห์หาสาเหตุต่อไป

3.4 **การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียและแนวทางการแก้ปัญหา**

นำลักษณะอาหารต่างๆที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาหาสาเหตุโดยการนำมาตรฐานในการควบคุมคุณภาพมาเป็นตัวตั้งเพื่อหาปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้การผลิตอาหารออกมาแล้วเกิดของเสีย ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการประชุมพนักงานของฝ่ายผลิตและวิศวกรรมโดยนำลักษณะอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่มีปริมาณการเกิดของเสียมากที่สุด 3 อันดับแรกโดยใช้ผังก้างปลามาวิเคราะห์



ภาพที่ 3.10 สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในเรื่องความคงตัวในน้ำ

ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง ประกอบด้วย กระบวนการหลักตั้งแต่กระบวนการ ผสม อัดเม็ด ไปจนถึงบรรจุ ซึ่งจะเห็นได้จากภาพที่ 1.1 ที่ได้ทำการล้อม

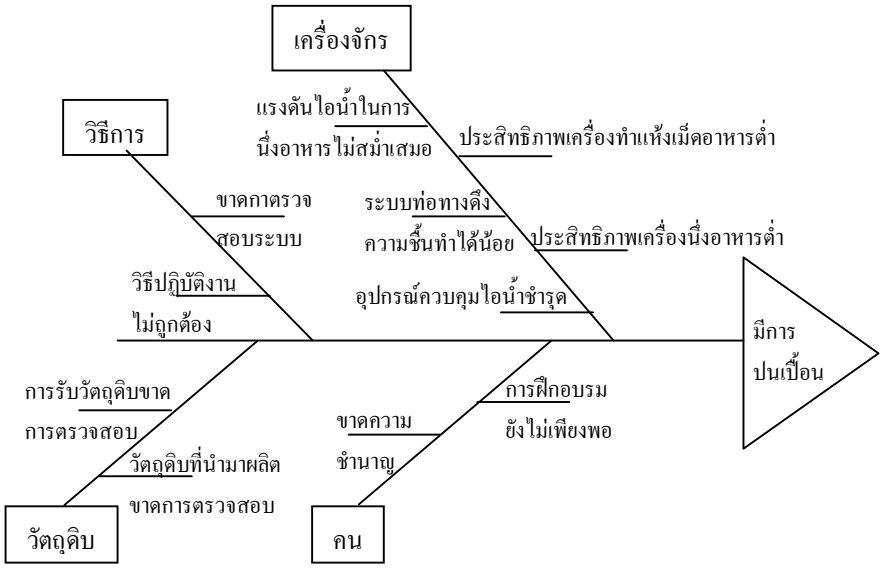
กรอบเอาไว้สำหรับงานวิจัยและทำการศึกษาในครั้งนี้และจากภาพที่ 3.10 จะเห็นได้ว่ามาตรฐานการควบคุมค่าความคงตัวในน้ำของผลิตภัณฑ์มีสาเหตุที่ทำให้คุณภาพที่ได้ไม่เป็นไปตามมาตรฐานโดยแบ่งออกเป็น 4 ด้านหลัก คือ

1. คนหรือผู้ปฏิบัติงาน ที่ได้ทำการวิจัยถือว่าไม่มีผลกับกระบวนการเนื่องจากเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตเป็นแบบอัตโนมัติโดยมีผู้ควบคุมการทำงานที่ผ่านการอบรมและความชำนาญในการทำงาน

2. เครื่องจักร ในขอบเขตของงานวิจัยได้ทำการศึกษาในส่วนของการผลิตที่ใช้เครื่องจักรเป็นหลักทำให้สาเหตุต่างๆที่วิเคราะห์จากปัญหาเครื่องจักรได้นำมาเป็นประเด็นในการแก้ไขปรับปรุง ดังนั้นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียในเรื่องความคงตัวในน้ำจะมาจาก เครื่องจักรดังที่ได้แสดงในภาพที่ 3.10 เช่น การคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสม แรงดันไอน้ำ เป็นต้น

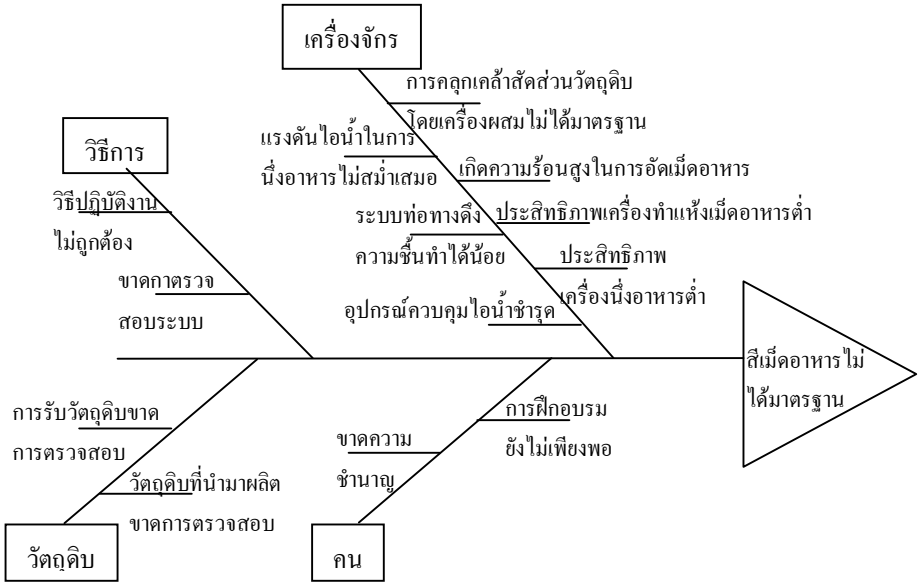
3. วัตถุดิบ ทางโรงงานได้มีการตรวจสอบตั้งแต่การรับเข้าสู่โรงงานซึ่งก่อนที่วัตถุดิบจะเข้าสู่กระบวนการผลิตที่ทำการศึกษาวิจัยได้ทำการตรวจสอบและรับรองก่อนนำไปผลิต

4. วิธีการ ในส่วนนี้ทางโรงงานมีขั้นตอนการทำงานหรือวิธีปฏิบัติงานที่ชัดเจนอีกทั้งในส่วนที่ทำการวิจัยศึกษาใช้เครื่องจักรแบบอัตโนมัติในการผลิตทำให้ขั้นตอนวิธีการทำงานถือว่าไม่มีผลต่อการผลิต



ภาพที่ 3.11 สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในเรื่องปนเปื้อน

จากภาพที่ 3.11 จะเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในเรื่องปนเปื้อน ซึ่งมีปริมาณการเกิดของเสียรองลงมาจากเรื่องค่าความคงตัวในน้ำ จากการวิเคราะห์หาสาเหตุทั้ง 4 ด้าน คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการ ผลจากการวิเคราะห์เป็นไปในลักษณะเดียวกับค่าความคงตัวในน้ำโดยเกิดจากเครื่องจักรเป็นหลัก เช่น แรงดันไอน้ำ ระบบท่อทางดึงความชื้น เป็นต้น



ภาพที่ 3.12 สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหาร

จากภาพที่ 3.12 จะเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหารซึ่งมีปริมาณการเกิดของเสียรองลงมาเป็นลำดับที่ 3 จากการวิเคราะห์หาสาเหตุทั้ง 4 ด้าน คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการ ผลจากการวิเคราะห์เป็นไปในลักษณะเดียวกับค่าความคงตัวในน้ำและการปนเปื้อน โดยเกิดจากเครื่องจักรเป็นหลัก เช่น แรงดันไอน้ำ และระบบท่อทางดึงความชื้น เป็นต้น

ซึ่งในกระบวนการผลิตจะมีการใช้เครื่องจักรแบบอัตโนมัติเพื่อการผลิตเป็นหลัก โดยมีพนักงานคอยควบคุมการทำงาน ซึ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับการทำงานของเครื่องจักรที่จะสามารถรองรับความต้องการในการผลิต และจากการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียทำให้สามารถนำไปแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักรเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทำให้ลดการเกิดของเสีย จากที่ได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุจากผังก้างปลาทั้ง 3 ภาพที่เกิดของเสียมากที่สุด

3 อันดับแรก พบว่าสาเหตุการเกิดของเสียจะมีลักษณะปัญหาที่เหมือนกันหรือมีปัญหาร่วมกันทำให้สามารถนำมาแก้ไขปัญหาได้ครอบคลุมและตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น ดังนี้

1. **การคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมไม่ได้มาตรฐาน** ในขั้นตอนการผลิตในส่วนนี้ถือเป็นกระบวนการที่สำคัญที่จะส่งผลต่อมาตรฐานการผลิตในหลายด้านเนื่องจากเป็นขั้นตอนในส่วนแรกที่เข้าสู่กระบวนการผลิตโดยวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตทุกตัวจะต้องทำการผสมโดยเครื่องผสมซึ่งประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องผสมจะส่งผลต่อการคลุกเคล้าสัดส่วนของวัตถุดิบว่าจะสามารถทำให้วัตถุดิบผสมเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันและมีความสม่ำเสมอซึ่งจะทำให้กระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไปสามารถผลิตอาหารได้มีคุณภาพและลดการเกิดของเสียเนื่องจากวัตถุดิบที่ทำการผสมได้สัดส่วนที่ถูกต้องมีความละเอียดและเป็นเนื้อเดียวกัน

2. **ประสิทธิภาพเครื่องทำแห้งเม็ดอาหารต่ำ** ในกระบวนการดึงความชื้นออกจากเม็ดอาหารต้องใช้เครื่องอบอาหารโดยอาศัยความร้อนจากไอน้ำเพื่อทำให้เกิดลมร้อนในการไล่ความชื้นซึ่งถ้าเครื่องอบอาหารไม่สามารถทำงานได้ตามความต้องการจะส่งผลต่อคุณภาพอาหารในหลายด้าน เช่น เกิดปริมาณฝุ่น ค่าความคงตัวในน้ำ ค่าความชื้น สีเม็ดอาหาร และการปนเปื้อน ซึ่งในกระบวนการนี้ถือว่ามีความสำคัญเพราะกระทบกับคุณภาพในหลายด้านที่จะเกิดของเสียในกระบวนการผลิต

3. **แรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหารไม่สม่ำเสมอ** ในกระบวนการผลิตอาหารกุ้งไอน้ำถือว่ามีความสำคัญอย่างมากต่อการผลิตเนื่องจากนำไอน้ำไปใช้ในหลายส่วนซึ่งหากไอน้ำที่ใช้ในการผลิตไม่สามารถรองรับตามความต้องการในการผลิตได้จะส่งผลต่อคุณภาพในหลายด้าน เช่น เกิดปริมาณฝุ่น ค่าความคงตัวในน้ำ ค่าความชื้น สีเม็ดอาหาร และการปนเปื้อน ซึ่งในกระบวนการนี้ถือว่ามีความสำคัญเพราะกระทบกับคุณภาพในหลายด้านที่จะเกิดของเสียในกระบวนการผลิต

4. **ระบบท่อทางดึงความชื้นทำได้น้อย** ในกระบวนการดึงความชื้นออกจากเม็ดอาหารหลังจากที่มีการใช้ความร้อนในการไล่ความชื้นจากเครื่องอบแล้วจะมีระบบท่อทางที่จะนำความชื้นออกจากกระบวนการ โดยอาศัยพัดลมในการสร้างแรงดูดซึ่งหากไม่สามารถทำงานได้ตามความต้องการจะส่งผลต่อคุณภาพอาหารในหลายด้าน เช่น เกิดปริมาณฝุ่น ค่าความคงตัวในน้ำ ค่าความชื้น สีเม็ดอาหาร และการปนเปื้อน ซึ่งในกระบวนการนี้ถือว่ามีความสำคัญเพราะกระทบกับคุณภาพในหลายด้านที่จะเกิดของเสียในกระบวนการผลิต

5. **ประสิทธิภาพเครื่องนึ่งอาหารต่ำ** ในขั้นตอนนี้เป็นการทำให้เม็ดอาหารสุกโดยการใช้ความร้อนของไอน้ำมาสัมผัสกับอาหารโดยตรงซึ่งถ้าหากเครื่องนึ่งอาหารไม่สามารถทำให้อาหารสุกได้ตามที่ต้องการจะทำให้คุณภาพในเรื่อง ความคงตัวในน้ำ สีเม็ดอาหาร และการปนเปื้อน ไม่ผ่านค่ามาตรฐานส่งผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต

6. **อุปกรณ์ควบคุมไอน้ำชำรุด** ในระบบการนึ่งอาหารจะมีระบบท่อทางและอุปกรณ์ควบคุมไอน้ำ เช่น ชุดฉีดไอน้ำ ซึ่งถ้าหากไอน้ำที่ใช้ในการทำงานเกิดการรั่วไหล หรือไม่สามารถควบคุมปริมาณไอน้ำให้คงที่จะส่งผลต่อคุณภาพอาหารในเรื่อง ความคงตัวในน้ำ สีเม็ดอาหาร และการปนเปื้อน ไม่ผ่านค่ามาตรฐานส่งผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต

7. **เกิดความร้อนสูงในการอัดเม็ดอาหาร** ในการขึ้นรูปเม็ดอาหารโดยการอัดวัตถุดิบผ่านแม่พิมพ์เพื่อให้เป็นเม็ดอาหารจะมีการใส่ความร้อนโดยไอน้ำเพื่อให้สามารถขึ้นรูปได้คุณภาพตามที่กำหนดถ้าหากความร้อนที่ใช้ในการอัดเม็ดอาหารมีค่าไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดจะส่งผลต่อสีเม็ดอาหารซึ่งหากไม่ผ่านค่ามาตรฐานส่งผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต

จากที่ได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุการเกิดของเสียทั้ง 7 ข้อ ซึ่งได้จากการประชุมร่วมกันทั้งฝ่าย ผลิต วิศวกรรม ทำให้ทราบถึงผลกระทบกับกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดของเสียและหากได้รับการแก้ไขจะสามารถช่วยลดการเกิดของเสียในเรื่องต่างๆ เช่น การแก้ไขปัญหาการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมทำให้สามารถลดการเกิดของเสียในเรื่อง ความคงตัวในน้ำ สีเม็ดอาหาร ซึ่งการแก้ไขในแต่ละเรื่องจะสามารถลดการเกิดของเสียที่แตกต่างกันดังที่ได้สรุปมาจากผังก้างปลาทั้ง 3 ภาพและแสดงในตารางที่ 3.3 จากสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียและทำให้คุณภาพของอาหารไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดสามารถนำมาสรุปได้ว่าส่งผลอย่างไรกับมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพและจากการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียสามารถนำไปสรุปเพื่อการหาทางแก้ไขซึ่งทำให้ทราบได้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในแต่ละประเด็นสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ผ่านมาตรฐานได้หลายมาตรฐานที่ทางโรงงานกำหนด ซึ่งหากได้รับการแก้ไขสาเหตุของปัญหาที่มีผลกระทบในหลายมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ย่อมสามารถแก้ไขปัญหาได้ครอบคลุมและสามารถลดการเกิดของเสียและสามารถเพิ่มผลผลิตได้ในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลสาเหตุอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ลำดับ	สาเหตุ	ความคงตัวในน้ำ	ปนเปื้อน	สีเม็ดอาหาร	รวมผลกระทบต่อคุณภาพ
1	การคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมไม่ได้มาตรฐาน	/		/	2
2	ประสิทธิภาพเครื่องทำแห้งเม็ดอาหารต่ำ	/	/	/	3
3	แรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหารไม่สม่ำเสมอ	/	/	/	3
4	ระบบท่อดึงความชื้นทำได้น้อย	/	/	/	3
5	ประสิทธิภาพเครื่องนึ่งอาหารต่ำ	/	/	/	3
6	อุปกรณ์ควบคุมไอน้ำชำรุด	/	/	/	3
7	ความร้อนสูงในการอัดเม็ดอาหาร			/	1

หมายเหตุ : รวมผลกระทบต่อคุณภาพ หมายถึง ถ้ามีผลรวมสูงแสดงว่ามีผลกับคุณภาพอาหารมาก

จากตารางที่ 3.3 ทำให้ทราบได้ว่าสาเหตุการเกิดของเสียทั้ง7 ข้อนั้นมีผลอย่างไรกับคุณภาพของอาหาร ซึ่งแต่ละสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียส่งผลต่อคุณภาพมากน้อยแตกต่างกันไป จึงทำให้วิเคราะห์ได้ว่าจะนำปัญหาเรื่องใดนำมาแก้ไขก่อนเพื่อลดการเกิดของเสียได้ครอบคลุมและมีผลต่อการเพิ่มผลผลิต เช่น หากนำประเด็นปัญหาเรื่องการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมไม่ได้มาตรฐานมาทำการแก้ไขจะสามารถลดการเกิดของเสีย คือ ความคงตัวในน้ำ และสีเม็ดอาหาร รวมแก้ปัญหาคุณภาพได้ 2 เรื่อง หรือนำเรื่อง แรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหารไม่สม่ำเสมอมาทำการแก้ไขจะสามารถลดการเกิดของเสีย คือ ความคงตัวในน้ำ ปนเปื้อนและสีเม็ดอาหารรวมแก้ปัญหาคุณภาพได้ 3 เรื่อง ทำให้ทราบถึงผลต่อการเพิ่มผลผลิตจากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ต่อเพื่อหาความเป็นไปได้ที่จะนำมาแก้ไขปัญหาโดยคำนึงถึง การลงทุน ความยากง่ายในการแก้ไขปัญหา เวลาที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา ทำให้การที่จะเลือกเรื่องใดมาทำการแก้ไขปัญหาสามารถทำได้ถูกต้องและแก้ไขได้จริงประยัดเวลาและเงินลงทุน โดยอาศัยการประเมินของทางโรงงานที่เข้าไปทำการวิจัย ซึ่งทางโรงงานจะมีขั้นตอนและวิธีการในการคัดเลือกโครงการต่างๆมาปรับปรุงโดยทำการตั้งสมการการดังนี้

โครงการที่จะนำมาปรับปรุง = การปรับปรุง * ผลกระทบต่อคุณภาพ สมการที่ 3.1

การปรับปรุง = เงินลงทุน + ความยากง่ายในการปรับปรุง + เวลาในการปรับปรุง สมการที่ 3.2

ผลกระทบต่อคุณภาพ = ผลรวมจากตารางที่ 3.3 สมการที่ 3.3

ซึ่งจากตัวแปร การปรับปรุง ประกอบด้วยเงินลงทุนซึ่งทางโรงงานได้มีการกำหนดราคางานปรับปรุงของโครงการต่างๆตามสายการอนุมัติ โดยระดับเงินต่ำกว่า 100,000 บาท ถือว่าเป็นเงินสำหรับการลงทุนที่ใช้ในการปรับปรุงในระดับต่ำสามารถอนุมัติได้ง่ายหากโครงการปรับปรุงมีประโยชน์ต่อทางโรงงาน ในระดับเงินลงทุนระดับปานกลาง 250,000 บาท จะเป็นการอนุมัติโดยผู้บริหารระดับสูงของโรงงาน และระดับเงินลงทุนสูงกว่า 250,000 บาท จะต้องทำเรื่องการอนุมัติไปสู่ผู้บริหารที่ระดับสูงกว่าระดับโรงงาน

ในส่วนความยากง่ายในการปรับปรุงได้แบ่งระดับไว้ 3 ระดับโดยมีความหมายคือ

1. ดำเนินการเอง จะเป็นการทำการปรับปรุงโดยทีมงานฝ่ายวิศวกรรมโรงงาน
2. จ้างผู้รับเหมา ว่าจ้างผู้รับเหมาในพื้นที่ใกล้เคียงที่มีความชำนาญและเครื่องมือที่เพียงพอ
3. ทีมวิศวกรรมกลาง หากทางวิศวกรรมโรงงานไม่มีศักยภาพเพียงพอจะทำการนำทีมงานจากทางวิศวกรรมกลางมาร่วมทำงาน

เวลาที่ใช้ในการปรับปรุงจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ โดยถ้าใช้เวลาในการปรับปรุงงานน้อยกว่า 1 เดือนถือว่าใช้เวลาน้อย ถ้าใช้เวลาในการปรับปรุง 1-3 เดือนถือว่าใช้เวลาปานกลาง และถ้าหากใช้เวลาในการปรับปรุงมากกว่า 3 เดือนถือว่าใช้เวลานานในการปรับปรุง ซึ่งจากตัวแปรดังกล่าวนำมาสรุปเป็นดังตารางที่ 3.4 ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.4 ประเมินการปรับปรุงโครงการ

	ระดับคะแนน		
การประเมิน	1	2	3
เงินลงทุน (บาท)	>250,000	100,000 – 250,000	< 100,000
ความยากง่ายในการปรับปรุง	ทีมวิศวกรรมกลาง	จ้างผู้รับเหมา	ดำเนินการเอง
เวลาในการปรับปรุง	>3 เดือน	1-3 เดือน	< 1 เดือน

จากตารางที่ 3.4 ได้แบ่งระดับคะแนน 1 ถึง 3 หรือระดับต่ำจนถึงสูง เช่นหากมีการลงทุนในระดับต่ำกว่า 100,000 บาท จะได้คะแนนระดับ 3 และจากการวิเคราะห์ดังกล่าวทำให้ทราบว่าการแก้ไขใดเหมาะสมและครอบคลุมปัญหาโดยคำนึงถึงคะแนนที่ได้รับ ถ้ามีคะแนนทั้งหมดสูงแสดงว่าเมื่อนำไปแก้ไขจะส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้นคือมีการคิดคะแนนทั้งหมดเท่ากับ [(เงินลงทุน + ความยากง่ายในการปรับปรุง + เวลาในการปรับปรุง)*ผลกระทบต่อคุณภาพ] ดังตารางที่ 3.5 เพื่อทำการเลือกสาเหตุที่จะนำไปปรับปรุงต่อไป

ตารางที่ 3.5 แนวทางแก้ไขสาเหตุอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ลำดับ	สาเหตุ	การประเมินแต่ละด้าน			ผลรวม (e)	จากตารางที่ 3.3	คะแนนทั้งหมด	
		เงินลงทุน (a)	ความยากง่ายในการปรับปรุง (b)	เวลาในการปรับปรุง (c)	a + b + c	ผลกระทบต่อคุณภาพ (d)	โครงการที่จะนำมาปรับปรุง e*d	
1	การคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมไม่ได้มาตรฐาน	3	3	3	9	2	18	☆
2	ประสิทธิภาพเครื่องทำแห้งเม็ดอาหารต่ำ	1	2	1	4	3	12	
3	แรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหารไม่สม่ำเสมอ	3	3	3	9	3	27	☆
4	ระบบท่อดึงความชื้นทำได้น้อย	3	3	2	8	3	24	☆
5	ประสิทธิภาพเครื่องนึ่งอาหารต่ำ	2	2	1	5	3	15	
6	อุปกรณ์ควบคุมไอน้ำชำรุด	2	2	1	5	3	15	
7	ความร้อนสูงในการอัดเม็ดอาหาร	3	3	3	9	1	9	

หมายเหตุ : โครงการที่จะนำมาปรับปรุง = [(เงินลงทุน + ความยากง่ายในการปรับปรุง + เวลาในการปรับปรุง) * ผลกระทบต่อคุณภาพ]

☆ แนวทางแก้ไขสาเหตุที่มีคะแนนสูง หมายถึง มีความเหมาะสมที่จะนำไปทำการปรับปรุงแก้ไข

จากตารางที่ 3.5 ทำให้ทราบว่าการแก้ไขใดเหมาะสมและครอบคลุมปัญหาโดยคำนึงถึงคะแนนที่ได้รับ ถ้ามีค่ารวมคะแนนสูงแสดงว่าเมื่อนำไปแก้ไขจะส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น สรุปการแก้ไขที่มีคะแนนสูงที่เหมาะจะนำไปแก้ไข คือ แรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหารไม่สม่ำเสมอ มีการคิดคะแนนทั้งหมดเท่ากับ [(เงินลงทุน + ความยากง่ายในการปรับปรุง + เวลาในการปรับปรุง)*กระทบต่อคุณภาพ] หรือ [(3+3+3)*3] = 27 ระบบท่อดึงความชื้นทำได้น้อย มีคะแนนเท่ากับ 24 และ การคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมไม่ได้มาตรฐาน มีคะแนนเท่ากับ 18 ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าควรเลือกนำมาทำการแก้ไข ซึ่งเมื่อนำแนวทางแก้ไขที่ได้มาพิจารณาจะสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านมาตรฐานในเกณฑ์ควบคุมต่างๆ จากการสรุปหาปัญหาหลักๆที่ทำให้ผลลิตที่ได้ต้องสูญเสียไปเนื่องจากผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งจะนำไปแก้ไขเป็นลำดับเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตและลดการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตซึ่งถือว่าสามารถครอบคลุมการแก้ไขได้หลายประเด็น

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานและการอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ปัญหาและทราบสาเหตุการเกิดของเสีย ผู้วิจัยได้ดำเนินการเลือกสาเหตุที่เหมาะสมมาทำการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามแนวทางการแก้ไขต่างๆเพื่อให้สามารถลดปริมาณของเสียหรือเพิ่มอัตราคุณภาพให้กับอาหารในกระบวนการผลิตคือการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมไม่ได้มาตรฐาน ระบบท่อทางดึงความชื้นทำได้น้อยและแรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหารไม่สม่ำเสมอ

จากแนวทางการแก้ไขปัญหาดังที่กล่าวมาจะนำไปสู่การนำไปปฏิบัติจริง โดยทำเป็นโครงการปรับปรุงและทำการแก้ไขพร้อมเก็บผลการทดลองที่ได้ ซึ่งหลังจากวิเคราะห์ปัญหาและทราบสาเหตุการเกิดของเสียแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยใช้เทคนิคการระดมสมองจากพนักงานฝ่ายวิศวกรรมและฝ่ายผลิตที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาวิธีการในการทำโครงการปรับปรุง

4.1 การปรับปรุงการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสม

การผสมวัตถุดิบถือเป็นขั้นตอนแรกในการเข้าสู่กระบวนการผลิตซึ่งส่งผลไปสู่ในระบบการผลิตในส่วนอื่นๆ เช่น การคลุกเคล้าให้ส่วนผสมเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน หรือ สัดส่วนการผสมวัตถุดิบมีความถูกต้องตามสูตรจะทำให้การขึ้นรูปเม็ดอาหาร กระบวนการนึ่งให้สุก หรือการทำให้เม็ดอาหารแห้งย่อมทำได้ง่ายและลดข้อผิดพลาดในการควบคุมคุณภาพซึ่งในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบจะทำโดยเครื่องผสมและจากตารางที่ 3.3 จะเห็นว่าการผสมวัตถุดิบไม่ว่าจะเรื่องการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบ จะส่งผลต่อคุณภาพอาหาร ซึ่งหากสามารถปรับปรุงการผสมวัตถุดิบได้จะสามารถช่วยลดการสูญเสียและเพิ่มผลผลิตได้อย่างมาก

4.1.1 การวิเคราะห์สาเหตุต้นตอของปัญหา

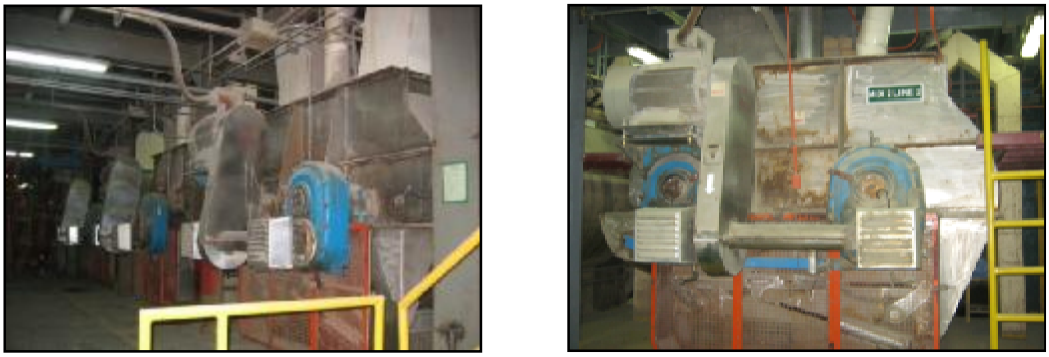
จากปัญหาการคลุกเคล้าและสัดส่วนของวัตถุดิบได้ถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุการเกิดอย่างถูกต้องโดยการวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis ดังตารางที่ 4.1 โดยการระดมทีมงานในฝ่ายวิศวกรรมและผลิตเพื่อช่วยหาแนวทางปรับปรุง ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่รวมทั้งการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้อยู่เดิมสามารถทำงานได้ตามความต้องการในการผลิตตามมาตรฐานหรือไม่

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมด้วย Why-Why Analysis

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น	หัวข้อสำรวจ	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	พิจารณา	การแก้ไขและมาตรการป้องกัน
การคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมไม่ได้มาตรฐาน	- สภาพใบกวนวัตถุดิบ	- ใบกวนกระจายไม่ทั่วถึง	- การชำรุดของใบกวน	- ไม่สามารถหยุดผลิตเพื่อตรวจสอบซ่อมแซมแก้ไข	OK	- ตรวจสอบ ซ่อมแซมตามแผน
	- การชั่งวัตถุดิบก่อนการผสม	- ขาดความเที่ยงตรงในการชั่งวัตถุดิบ	- ไม่ได้สอบเทียบอุปกรณ์ในการชั่งวัตถุดิบ	- ไม่สามารถหยุดผลิตเพื่อทำการสอบเทียบอุปกรณ์ในการชั่งวัตถุดิบ	OK	- ทำการสอบเทียบอุปกรณ์ในการชั่งวัตถุดิบตามแผนที่วางไว้เป็นประจำ
	- การผสมเป็นเนื้อเดียวกันของวัตถุดิบ	- วัตถุดิบจับตัวเป็นก้อนเล็กๆ	- การกระจายตัวของวัตถุดิบเหลวไม่ทั่วถึง	- การฉีดวัตถุดิบเหลวไม่เป็นฝอยละออง	NG	- ติดตั้งปั้มและหัวฉีดแบบใหม่เพื่อให้เป็นฝอยละอองกระจายตัวมากขึ้น

หมายเหตุ : OK เมื่อไปตรวจสอบแล้วไม่พบข้อบกพร่อง
NG เมื่อไปตรวจสอบแล้วพบข้อบกพร่อง

จากตารางที่ 4.1 ทำให้มีแนวทางในการแก้ไขปัญหาการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมซึ่งสรุปเป็นแนวทางในการปรับปรุงเครื่องจักร คือ การตรวจสอบและซ่อมแซมตามอายุการใช้งานทั่วไปของลักษณะการกวนวัตถุดิบเครื่องผสม ซึ่งในส่วนนี้สามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ทันทีและอีกแนวทางในการปรับปรุงเครื่องจักรโดยการสอบเทียบอุปกรณ์เครื่องชั่งวัตถุดิบอย่างสม่ำเสมอตามแผนซึ่งจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการผสมวัตถุดิบ จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาทำให้ทราบว่าลักษณะการฉีดของเหลวยังไม่สามารถทำได้ดีมากนักเนื่องจากปั๊มฉีดของเหลวและลักษณะหัวฉีดไม่สามารถสร้างแรงดันในการฉีดของเหลวให้เป็นฝอยละอองได้ดีเพียงพอ ดังนั้น การฉีดวัตถุดิบเหลวให้เป็นฝอยละอองเพื่อการคลุกเคล้าให้ทั่วถึง เป็นอีกปัจจัยที่มีความจำเป็นเพื่อช่วยให้การผสมวัตถุดิบมีประสิทธิภาพ สม่ำเสมอและถูกต้อง ทำให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ต้นทางที่จะเข้าสู่กระบวนการอัดเม็ด เนื่องจากการผสมวัตถุดิบให้ดีตั้งแต่แรกจะส่งผลต่อคุณภาพของอาหารเม็ดในอีกหลายๆเรื่อง



ภาพที่ 4.1 เครื่องผสมวัตถุดิบ

จากภาพที่ 4.1 เป็นเครื่องผสมวัตถุดิบมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยลักษณะเป็นการทำงานโดยใช้ใบกวนทำการคลุกเคล้าวัตถุดิบให้เข้ากันวัตถุดิบเหลวไม่ว่าจะเป็นน้ำหรือน้ำมันนอกจากจะช่วยในการทำให้อาหารสุกหรือด้านคุณค่าของผลิตภัณฑ์และยังช่วยในเรื่องการผสานวัตถุดิบต่างๆให้คลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ซึ่งหากวัตถุดิบเหลวมีการฉีดผสมเป็นฝอยละอองกระจายทั่วถึงแล้วย่อมช่วยให้วัตถุดิบเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน จากการสำรวจท่อฉีดของเหลวพบว่ามีการใส่หัวฉีดแบบลักษณะทรงเกลียวเดือยหมูใช้แรงดันในการอัดผ่านหัวฉีดต่ำลักษณะยังเป็นฝอยที่ยังไม่ละเอียดและเป็นหยดทำให้การคลุกเคล้ากับวัตถุดิบที่เป็นผงทำให้เกิดเป็นก้อนเล็กๆและจากภาพที่ 4.2 เป็นลักษณะการฉีดของเหลวซึ่งไม่มีความละเอียดที่เป็นฝอยเพียงพอทำให้วัตถุดิบที่ได้มีบางส่วนจับตัวเป็นก้อนและไม่ผสมกันเป็นเนื้อเดียวกัน

ภาพที่ 4.2 ลักษณะหัวฉีดของเหลวแบบเดิม

ตารางที่ 4.2 ค่าความหยาบวัตถุดิบหลังการผสมก่อนปรับปรุง (หน่วย : %)

วันที่เก็บผล	ลำดับครั้งที่เก็บผล							ค่าเฉลี่ย	SD
	1	2	3	4	5	6	7		
17 / 06 / 2553	31.3	30.0	27.0	30.7	28.4	31.3	32.5	30.2	1.89
24 / 06 / 2553	34.1	37.5	35.0	35.9	34.7	30.6	34.5	34.6	2.10

จากตารางที่ 4.2 ทำการทดสอบหาความหยาบของวัตถุดิบหลังการผสมเก็บค่าโดยใช้ตะแกรงขนาด 6 Mesh (6 ช่องในพื้นที่ 1ตารางนิ้ว) ทำการร่อนหาวัตถุดิบเหลือค้างบนตะแกรงร่อน โดยทำการเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เหลือค้างกับจำนวนวัตถุดิบที่นำมาร่อน ซึ่งทำการเก็บค่าในวันที่ 17 มิถุนายน 2553 จะมีวัตถุดิบที่เหลือค้างจากตะแกรงร่อนอยู่ประมาณ 30.2 % และวันที่ 24 มิถุนายน 2553 จะมีวัตถุดิบที่เหลือค้างจากตะแกรงร่อนอยู่ประมาณ 34.6 %

ภาพที่ 4.3 ลักษณะของวัตถุดิบก่อนปรับปรุง

จากภาพที่ 4.3 จะเป็นลักษณะของวัตถุดิบที่ผ่านการคลุกเคล้าด้วยเครื่องผสมก่อนการปรับปรุงซึ่งจะมีลักษณะบางส่วนที่เป็นก้อนเล็กๆอยู่เป็นจำนวนมากซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการอัดเม็ดโดยจะทำให้การขึ้นรูปทำได้ยากขึ้นและเกิดการแตกหักได้ง่าย

4.1.2 **การแก้ไขปรับปรุง**

การปรับปรุงลักษณะการฉีดของเหลวใหม่ให้มีแรงดันในการฉีดและเพิ่มความเป็นฝอยละอองมากขึ้นช่วยให้ของเหลวคลุกเคล้าเข้ากับวัตถุดิบแห้งให้เป็นเนื้อเดียวกันซึ่งลักษณะของหัวฉีดแสดงดังภาพที่ 4.4 โดยติดตั้งระบบฉีดวัตถุดิบเหลวแบบใหม่ให้มีตำแหน่งกระจายมากยิ่งขึ้นและเปลี่ยนรูปแบบหัวฉีดใหม่ให้มีการใช้ลมช่วยให้ของเหลวที่ออกจากหัวฉีดเป็นฝอยละอองที่ละเอียดเพื่อให้คลุกเคล้าเข้ากับวัตถุดิบลดการจับตัวเป็นก้อน (ภาคผนวก ก)

ภาพที่ 4.4 ลักษณะหัวฉีดของเหลวแบบใหม่

ซึ่งหลังจากทำการปรับปรุงระบบการฉีดของเหลวใหม่ส่งผลให้การคลุกเคล้าวัตถุดิบเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้นลดการจับตัวเป็นก้อน และส่งผลกับคุณภาพอาหารในกระบวนการถัดไป เช่นการอัดและตัดเม็ดอาหารทำได้ง่ายขึ้น หรือ ช่วยในเรื่องความชื้น หากสามารถปรับปรุงการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมจะสามารถลดการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตและทำให้เพิ่มผลผลิตให้กับกระบวนการได้

4.1.3 **ผลการปรับปรุง**

จากการปรับปรุงระบบการฉีดของเหลวให้มีแรงดันและเป็นฝอยละอองเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้เนื้อวัตถุดิบที่ทำการผสมเพิ่มการคลุกเคล้าที่เป็นเนื้อเดียวกันและลดการจับตัวเป็นก้อน

ส่งผลให้วัตถุดิบที่ได้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นและการผลิตในกระบวนการอื่นทำได้ง่ายและลดการสูญเสีย โดยนำวัตถุดิบที่ผ่านการผสมแล้วมาร่อนหาค่าเปอร์เซ็นต์ที่เหลือค้างบนตะแกรงร่อน ซึ่งหากมีการเหลือค้างมากแสดงว่ามีการจับตัวเป็นก้อน

ตารางที่ 4.3 ค่าความหยาบวัตถุดิบหลังการผสมหลังปรับปรุง (หน่วย : %)

วันที่เก็บผล	ลำดับครั้งที่เก็บผล							ค่าเฉลี่ย	SD
	1	2	3	4	5	6	7		
11 / 08 / 2553	17.9	19.0	16.7	19.6	16.6	17.0	17.5	17.8	1.16
18 / 08 / 2553	16.2	17.4	17.6	20.1	17.0	16.9	14.5	17.1	1.68

จากตารางที่ 4.3 ทำการทดสอบหาความหยาบของวัตถุดิบหลังการผสมเก็บค่าโดยใช้ตะแกรงขนาด 6 Mesh ซึ่งทำการเก็บค่าในวันที่ 11 สิงหาคม 2553 จะมีวัตถุดิบที่เหลือค้างจากตะแกรงร่อนอยู่ประมาณ 17.8 % และวันที่ 18 สิงหาคม 2553 จะมีวัตถุดิบที่เหลือค้างจากตะแกรงร่อนอยู่ประมาณ 17.1 % แสดงให้เห็นว่าวัตถุดิบเหลวสามารถคลุกเคล้าได้ทั่วถึงกับวัตถุดิบได้มากขึ้นส่งผลต่อคุณภาพโดยรวมในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์

ภาพที่ 4.5 ลักษณะวัตถุดิบหลังปรับปรุง

จากภาพที่ 4.5 จะเป็นลักษณะของวัตถุดิบที่ผ่านการคลุกเคล้าด้วยเครื่องผสมหลังการปรับปรุงซึ่งจะมีลักษณะบางส่วนที่เป็นก้อนเล็กๆที่น้อยลงกว่าก่อนการปรับปรุง ซึ่งจากข้อมูลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงตามตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 นำมาทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติและทดสอบสมมติฐานโดยนำข้อมูลมาแสดงดังตารางที่ 4.4 โดยเป็นค่าก่อนและหลังปรับปรุงวัตถุดิบที่เหลือค้างบนตะแกรงร่อนได้ดังนี้

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนประชากรไม่มาก และเป็นการประหยัดเวลาที่ใช้ในการค้นคว้าหรือการทำวิจัยโดยสามารถใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างลดลงเป็นกึ่งหนึ่งจากสูตรของ Taro,Yamane (1973) (ที่เชื่อมั่น 95% และคลาดเคลื่อน 5%) โดยสูตรดังกล่าวมีเงื่อนคือให้ความเชื่อถือได้ 93 % และให้มีความคลาดเคลื่อน 7% (d = .07) (อภินันท์ จันตะนี, 2549) หาได้ดังนี้

$$n = \frac{N}{2 + N(d)^2}$$ สมการที่ 4.1

จากการเก็บข้อมูลทำการทดสอบหาความหยาบของวัตถุดิบหลังการผสมใช้เวลาในการเก็บในช่วงการทำงานผลัดที่ 1 ของการทำงานซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในการร่อนหาความหยาบจะสามารถทำการเก็บค่าได้ทุกชั่วโมง ทำการหาค่าจำนวนตัวอย่างดังนี้

$$n = \frac{7}{2 + 7(.07)^2}$$

$$= 3.44$$

จากสมการการหาจำนวนตัวอย่างได้เท่ากับ 3.44 ตัวอย่าง จากจำนวนประชากรที่มีอยู่ 7 ตัวอย่าง แต่จากการเก็บข้อมูลสามารถเก็บตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ทั้ง 7 ตัวอย่าง และทำการเก็บซ้ำเป็นเวลา 2 วันดังนั้น จึงสามารถใช้ตัวอย่างได้ทั้งหมดในการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลจึงมีจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 14 ตัวอย่าง ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปหาความแตกต่างก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงประสิทธิภาพการคลุกเคล้าวัตถุดิบโดยเครื่องผสม

และในการหาจำนวนตัวอย่างเพื่อทดสอบสมมติฐานหาความแตกต่างของคุณภาพเม็ดอาหารในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำ และสีเม็ดอาหาร โดยจะเก็บข้อมูลในการทำงานของผลัดที่ 1 ซึ่งจะมีข้อมูลจากหน่วยงานคุณภาพทุกชั่วโมงเป็นจำนวน 8 ค่าซึ่งจะใช้สมการที่ 4.1 เพื่อหาจำนวนตัวอย่างเพื่อนำไปทดสอบสมมติฐาน

$$n = \frac{8}{2 + 8(.07)^2}$$

$$= 3.92$$

จากสมการการหาจำนวนตัวอย่างได้เท่ากับ 3.92 ดังนั้นจะใช้ตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง และทำการเก็บข้อมูลซ้ำจำนวน 3 วัน ซึ่งจะได้จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 12 ตัวอย่าง

สมมติฐานที่ 1 ค่าความหยาบของวัตถุดิบที่ไม่ผ่านตะแกรงร่อนก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงมีความแตกต่างกันหรือไม่

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบวัตถุดิบที่เหลือค้างบนตะแกรงร่อนก่อนและหลังปรับปรุง

ค่าความหยาบของวัตถุดิบจากการผสม (หน่วย : %)		
ข้อมูล	**ก่อนปรับปรุง** (1)	**หลังปรับปรุง** (2)
1	31.30	17.9
2	30.00	19.0
3	27.00	16.7
4	30.70	19.6
5	28.40	16.6
6	31.30	17.0
7	32.50	17.5
8	34.10	16.2
9	37.50	17.4
10	35.00	17.6
11	35.90	20.1
12	34.70	17.0
13	30.60	16.9
14	34.50	14.5
ค่าเฉลี่ย	32.39	17.43
SD	3.00	1.43

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : $(\mu 1 - \mu 2 = 0)$ สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : $(\mu 1 - \mu 2 \neq 0)$ สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

พิจารณาเลือกใช้ค่าสถิติ t-test เนื่องจาก ค่า n1 และ n2 มีค่า < 30 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดง

ว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ค่าความหยาบของวัตถุดิบที่ไม่ผ่านตะแกรงร่อนก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาคผนวก ข)

การหาค่าเฉลี่ยจะพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยวัตถุดิบที่เหลือค้างจากตะแกรงร่อนประมาณ 32.39 % และหลังจากการปรับปรุงจะมีวัตถุดิบเหลือค้างจากตะแกรงร่อนประมาณ 17.43 % ทำให้วัตถุดิบมีความละเอียดเพิ่มขึ้นประมาณ 15 %

การหาค่าความเบี่ยงเบนพบว่าก่อนการปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 3 และหลังจากการปรับปรุงพบว่ามีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 1.43 ซึ่งหลังปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนน้อยลง

จากการปรับปรุงระบบฉีดของเหลวให้เป็นฝอยละอองมากขึ้นเพื่อเพิ่มการคลุกเคล้าวัตถุดิบทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น โดยทำการเปรียบเทียบอัตราของเสียที่เกิดในเรื่องคุณภาพของค่าความคงตัวในน้ำและสีเม็ดอาหารก่อนและหลังทำการปรับปรุงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุง

อัตราของเสีย ค่าความคงตัวในน้ำ (หน่วย : %)			
วันที่เก็บผล	**ก่อนปรับปรุง** (1)	**วันที่เก็บผล**	**หลังปรับปรุง** (2)
17/06/2553	0.33	11/08/2553	0.15
	0.20		0.20
	0.43		0.00
	0.20		0.20
18/06/2553	0.35	12/08/2553	0.18
	0.40		0.20
	0.31		0.12
	0.30		0.00
19/06/2553	0.30	13/08/2553	0.10
	0.20		0.10
	0.20		0.06
	0.40		0.20
เฉลี่ย	0.30	**เฉลี่ย**	0.13
SD	0.09	SD	0.08

จากตารางที่ 4.5 จะเป็นการเก็บผลอัตราของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราของเสียหลังจากที่ได้รับการปรับปรุงมีค่าลดลงโดยเฉลี่ยก่อนปรับปรุงมีค่า 0.3 % และหลังปรับปรุงมีค่า 0.13 % ซึ่งสามารถลดของเสียได้ จากนั้นทำการทดสอบหาความแตกต่างของผลการปรับปรุง

สมมติฐานที่ 2 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุงระบบฉีดของเหลวมีความแตกต่างกันหรือไม่

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

พิจารณาเลือกใช้ค่าสถิติ t-test เนื่องจาก ค่า n1 และ n2 มีค่า < 30 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาคผนวก ข)

การหาค่าเฉลี่ยจะพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.30 % และหลังจากการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.13 % ซึ่งอัตราของเสียมีค่าลดลง

การหาค่าความเบี่ยงเบนพบว่าก่อนการปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.09 และหลังจากการปรับปรุงพบว่ามีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.08 ซึ่งหลังปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนน้อยลง

ดังนั้นจากการปรับปรุงระบบฉีดของเหลวให้เป็นฝอยละอองมากขึ้นเพื่อเพิ่มการคลุกเคล้าให้วัตถุดิบมีการผสมเป็นเนื้อเดียวกันลดการจับตัวเป็นก้อนสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำได้ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.5 และนอกจากสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำได้ การปรับปรุงระบบฉีดของเหลวยังสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหารที่ไม่ได้มาตรฐานดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.6 ที่ทำให้อัตราการเกิดของเสียลดลง

ตารางที่ 4.6 อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุง

อัตราของเสีย สีเม็ดอาหาร (หน่วย : %)			
วันที่เก็บผล	**ก่อนปรับปรุง** (1)	**วันที่เก็บผล**	**หลังปรับปรุง** (2)
17/06/2553	0.30	11/08/2553	0.00
	0.20		0.04
	0.03		0.10
	0.17		0.16
18/06/2553	0.20	12/08/2553	0.00
	0.00		0.00
	0.10		0.00
	0.10		0.00
19/06/2553	0.10	13/08/2553	0.00
	0.22		0.00
	0.20		0.04
	0.18		0.06
เฉลี่ย	0.15	**เฉลี่ย**	0.03
SD	0.09	SD	0.05

จากตารางที่ 4.6 จะเป็นการเก็บผลอัตราของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหาร โดยก่อนปรับปรุงทำการเก็บค่าเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 และเก็บผลหลังปรับปรุงเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 เช่นเดียวกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราของเสียหลังจากที่ได้รับการปรับปรุงมีค่าลดลงโดยเฉลี่ยก่อนปรับปรุงมีค่า 0.15 % และหลังปรับปรุงมีค่า 0.03 % ซึ่งถือว่าการปรับปรุงดังกล่าวสามารถลดของเสียได้ จากนั้นทำการพิสูจน์ผลการปรับปรุงที่ได้ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานที่ 3 อัตราของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุงระบบฉีดของเหลวมีความแตกต่างกันหรือไม่

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

พิจารณาเลือกใช้ค่าสถิติ t-test เนื่องจาก ค่า n1 และ n2 มีค่า < 30 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาคผนวก ข)

การหาค่าเฉลี่ยจะพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.15 % และหลังจากการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.03 % ซึ่งอัตราของเสียมีค่าลดลง

การหาค่าความเบี่ยงเบนพบว่าก่อนการปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.09 และหลังจากการปรับปรุงพบว่ามีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.05 ซึ่งหลังปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนน้อยลง

ดังนั้นจากการปรับปรุงระบบฉีดของเหลวให้เป็นฝอยละอองมากขึ้นเพื่อเพิ่มการคลุกเคล้าให้วัตถุดิบมีการผสมเป็นเนื้อเดียวกันลดการจับตัวเป็นก้อนสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำและเรื่องสีเม็ดอาหารไม่ได้มาตรฐาน

4.1.4 การกำหนดมาตรการควบคุม

จากการที่ได้ทำการปรับปรุงปัญหาการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมและลดการจับตัวเป็นก้อนของวัตถุดิบลงได้ทำให้การเลือกใช้อุปกรณ์ในการฉีดของเหลวลงสู่เครื่องผสมจะต้องกำหนดรูปแบบและอุปกรณ์ในการติดตั้งตามที่ได้ทำการปรับปรุงในข้างต้น รวมทั้งการทำรายการบัญชีอุปกรณ์ที่ทำการติดตั้งใหม่เพื่อเข้าสู่แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรของฝ่ายวิศวกรรมเพื่อการซ่อมบำรุง เช่น การตรวจสอบการทำงานของปั๊มของเหลว การทำงานของลมอัดที่ผสมกับของเหลวให้เกิดฝอยละออง ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อทางต่าง และการตรวจสอบการทำงานของฝ่ายผลิต เช่น การตรวจสอบการฉีดเป็นฝอยของหัวฉีด การรั่วไหลที่จุดต่างๆ (ภาคผนวก ค)

4.2 การปรับปรุงระบบท่อทางดึงความชื้น

ในกระบวนการผลิตอาหารกุ้งจะมีหลายกระบวนการที่ส่งผลในเรื่องความชื้นในตัวอาหารกุ้งไม่ว่าจะเป็นการผสมวัตถุดิบตามสูตรจะต้องมีน้ำมาทำการผสมให้วัตถุดิบทุกตัวผสมเป็นเนื้อเดียวกันโดยมีอัตราส่วนของน้ำตามสูตรเพื่อเพิ่มอัตราการสุกของอาหาร หรือ ในกระบวนการนึ่งอาหารให้สุกด้วยเครื่องนึ่งอาหารในการให้ความร้อนกับอาหารอาศัยการฉีดไอน้ำเข้าไปในเครื่องนึ่งอาหารจึงทำให้อาหารสุกและยังทำให้เกิดความชื้นขึ้นในเนื้ออาหาร ดังนั้นหน้าที่ในการดึงความชื้นของเม็ดอาหารจะมาอยู่ที่เครื่องทำแห้งเม็ดอาหาร หากระบบดึงความชื้นมีประสิทธิภาพจะทำให้ค่าความชื้นของเม็ดอาหารอยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุมซึ่งหากค่าความชื้นในอาหารมีมากจะทำให้อาหารเกิดเชื้อราได้ง่าย หรือถ้าหาก อาหารมีความชื้นน้อยกว่ามาตรฐานจะทำให้เม็ดอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งในบ่อจะลอยบนผิวน้ำทำให้กุ้งไม่สามารถกินอาหารได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวในการควบคุมกระบวนการผลิตจะต้องทำการควบคุมความชื้นเม็ดอาหารด้วย

ซึ่งจากข้อมูลในกระบวนการผลิตพบว่ายังมีปัญหาในเรื่องความชื้นของเม็ดอาหารจึงทำให้เกิดของเสียซึ่งส่งผลต่อผลผลิตโดยรวมของโรงงาน ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาความชื้นของเม็ดอาหารที่ไม่ได้มาตรฐาน

4.2.1 การวิเคราะห์สาเหตุต้นตอของปัญหา

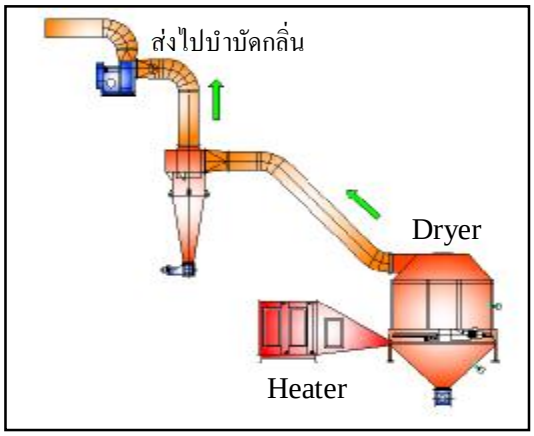
จากปัญหาระบบท่อทางดึงความชื้น ได้ถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุการเกิดอย่างถูกต้องโดยการวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis ดังตารางที่ 4.7 โดยทำการระดมความคิดจากทีมงานในฝ่ายวิศวกรรมและฝ่ายผลิตเพื่อช่วยหาแนวทางแก้ไขและปรับปรุง ซึ่งหากสามารถทราบถึงต้นตอของปัญหา สาเหตุที่ทำให้ค่าความชื้นไม่ได้มาตรฐาน จะถูกนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดการเกิดของเสียและเพิ่มผลผลิตโดยรวมให้กับโรงงานได้

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาระบบท่อทางดึงความชื้นด้วย Why-Why Analysis

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น	หัวข้อสำรวจ	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	พิจารณา	การแก้ไขและมาตรการป้องกัน
ระบบท่อทางดึงความชื้นทำได้น้อย	- ประสิทธิภาพพัดลมดูดความชื้น	- ปริมาณลมดูดไม่เพียงพอ	- เปิดลิ้นพัดลมดูดน้อยกว่าที่กำหนด	-ไม่ได้ปรับตั้งตามปริมาณความชื้น	OK	- ตรวจสอบความชื้นและปรับตั้งลิ้นพัดลมดูด
	- การรั่วไหลของท่อดึงความชื้น	- การชำรุดของท่อ	- อายุการใช้งานนานหรือประกอบไม่ดี	- ไม่สามารถหยุดผลิตเพื่อตรวจสอบซ่อมแซมแก้ไข	OK	- ตรวจสอบ ซ่อมแซมตามแผน
	- การกระทบกับระบบบำบัดกลิ่น	-ไม่สามารถเดินเครื่องทำความแห้งเม็ดอาหารได้เต็มที่	- ระบบบำบัดกลิ่นประสิทธิภาพต่ำลง	- ความร้อนสูงจากเครื่องทำแห้งเม็ดอาหาร	NG	- ทำการลดอุณหภูมิลมร้อนก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดกลิ่น

หมายเหตุ : OK เมื่อไปตรวจสอบแล้วไม่พบข้อบกพร่อง
NG เมื่อไปตรวจสอบแล้วพบข้อบกพร่อง

จากตาราง4.7 หาแนวทางการแก้ไขปัญหาท่อทางดึงความชื้นสามารถสรุปแนวทาง คือการ ตรวจสอบหรือซ่อมแซม ซึ่งสามารถแก้ไขหรือทำได้ทันที การปรับตั้งลิ้นพัดลมดูดทางผู้ควบคุมการผลิตจะสามารถปรับตั้งได้ทันทีเมื่อมีการตรวจสอบความชื้นและอีกแนวทางคือการหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบดึงความชื้นโดยปัจจัยที่ไม่สามารถดึงความชื้นได้เต็มที่คือการไปกระทบกับระบบบำบัดกลิ่น ซึ่งในการที่จะสามารถเดินระบบดึงความชื้นได้นั้นจะต้องทำการเปิดระบบทำแห้งเม็ดอาหารโดยการเพิ่มอุณหภูมิความร้อนให้กับลมเพื่อทำให้เกิดลมร้อนและเพิ่มปริมาณลมตามปริมาณความชื้นเพื่อไล่ความชื้นเม็ดอาหารหากเปิดอุณหภูมิลมร้อนและปริมาณลมสูงมากเกินไปจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของระบบบำบัดกลิ่นลดลงเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการบำบัดทนอุณหภูมิได้ไม่เกิน 50 °C ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแก้ไขปัญหาอุณหภูมิไม่ให้มีผลต่อระบบบำบัดกลิ่น



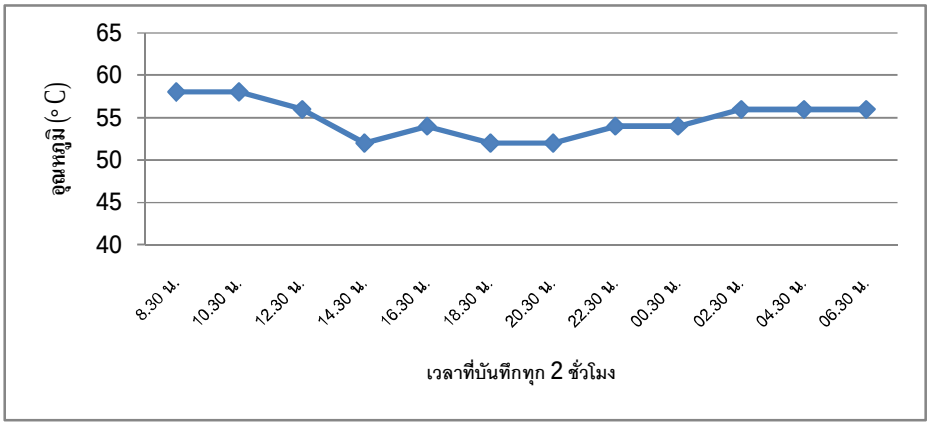
ภาพที่ 4.6 ท่อทางดึงความชื้นจากระบบ

จากภาพที่ 4.6 เป็นรูปแบบของระบบที่ทำการดึงความชื้นซึ่งจะใช้ลมร้อนไหลผ่านเม็ดอาหาร จากนั้นความชื้นและความร้อนที่ได้จากกระบวนการนี้จะถูกส่งไปบำบัดที่ระบบบำบัดกลิ่น เพื่อไม่ให้เกิดมลภาวะทางอากาศในเรื่องของกลิ่นที่จะกระทบต่อชุมชน ที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบ ไม่ว่าจะเป็นชุมชน วัด โรงเรียน ซึ่งทางโรงงานตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญจึงเลือกที่จะลดอุณหภูมิตัวทำความร้อน และเหตุนี้จึงทำให้การดึงความชื้นออกจากเม็ดอาหารในบางครั้งจะไม่สามารถทำได้ดีนัก ส่งผลต่อผลผลิตโดยรวมของโรงงาน

ภาพที่ 4.7 อาคารระบบบำบัดกลิ่น

จากภาพที่ 4.7 เป็นตัวอาคารที่รับความชื้นและความร้อนจากการผลิตเพื่อนำไปบำบัดกลิ่นซึ่งหากมีปริมาณความร้อนเข้ามาที่ระบบบำบัดมากจะทำให้การบำบัดมีประสิทธิภาพต่ำลง จึงทำให้ต้องไปปรับลดอุณหภูมิของตัวทำลมร้อนเพื่อไม่ให้กระทบกับประสิทธิภาพการบำบัด ส่งผลให้การดึงความชื้นทำได้น้อยลงและกระทบกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ดังนั้นจึงต้องหาวิธีการที่จะสามารถเดินระบบทำแห้งเม็ดอาหารได้เต็มที่เพื่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยไม่ส่งผลกระทบต่อระบบบำบัดกลิ่นซึ่งสิ่งที่เป็นปัญหาคืออุณหภูมิที่สูงที่เข้าสู่ระบบบำบัดกลิ่นดังภาพที่ 4.8 ข้อมูลบันทึกเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2553 จากแนวทางนี้นำไปสู่การทำเครื่องลดอุณหภูมิลมร้อนก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดกลิ่นให้มีอุณหภูมิไม่ควรเกิน 45°C ถึง 50°C ซึ่งเป็นช่วงที่ความร้อนไม่กระทบกับประสิทธิภาพในการบำบัดกลิ่นซึ่งถ้าหากระบบบำบัดกลิ่นได้รับความร้อนที่สูงกว่าที่กำหนดประสิทธิภาพในการบำบัดจะลดลง



ภาพที่ 4.8 อุณหภูมิลมร้อนก่อนเข้าระบบบำบัดกลิ่น

4.2.2 **การแก้ไขปรับปรุง**

จากปัญหาที่กล่าวมาจึงได้มีแนวคิดในการลดอุณหภูมิลมร้อนด้วยการออกแบบอุปกรณ์ในการที่จะมาช่วยลดอุณหภูมิลมร้อนก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดกลิ่นดังภาพที่ 4.9 โดยอาศัยน้ำในการดึงความร้อนมาโดยมีตัวกลางในการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับลมร้อน ซึ่งน้ำที่นำมาสเปรย์เพื่อดึงความร้อนในส่วนนี้จะนำไปบำบัดที่ระบบบำบัดน้ำเสียและนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นการประหยัดทรัพยากรและลดต้นทุน (ภาคผนวก ก)

ภาพที่ 4.9 อุปกรณ์ลดอุณหภูมิลมร้อน

ซึ่งจากการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิลมร้อนไปแล้วนั้น สามารถลดอุณหภูมิที่ส่งมาจากกระบวนการผลิตได้ ประมาณ 5-10°c ทำให้สามารถปรับเพิ่มอุณหภูมิในการทำลมแห้งได้มากขึ้นและสามารถดึงความชื้นของอาหารได้มากตามไปด้วย

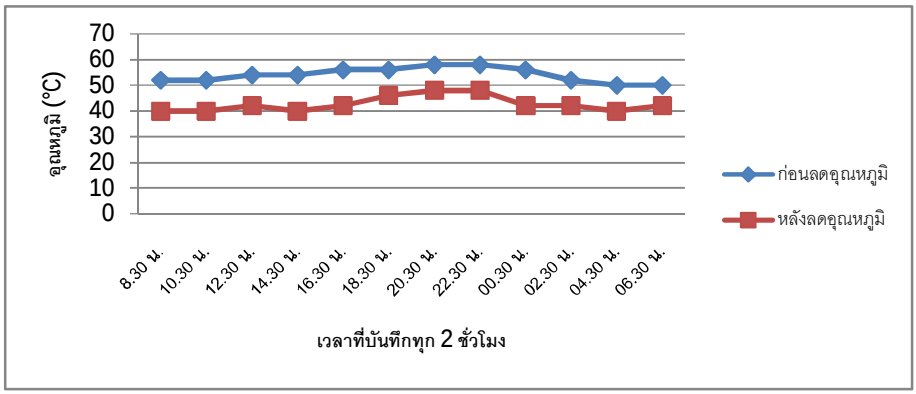
4.2.3 **ผลการปรับปรุง**

จากการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิความร้อนก่อนเข้าระบบบำบัด ทำให้ลดลงได้ประมาณ 10° c โดยสามารถเดินระบบทำแห้งและดึงความชื้นจากเม็ดอาหารได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งสามารถลดการเกิดของเสียจากกระบวนการดึงความชื้นได้

ภาพที่ 4.10 อุณหภูมิลมที่ผ่านเครื่องลดอุณหภูมิ

จากภาพที่ 4.10 แสดงการลดอุณหภูมิลมร้อนจากการออกแบบเครื่องลดอุณหภูมิโดยอาศัยการสเปรย์น้ำผ่านลมร้อนก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดกลิ่นเพื่อช่วยเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการบำบัดไม่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิที่มีค่าสูงซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดลดลง

จากการติดตั้งเครื่องลดอุณหภูมิทำให้ลดอุณหภูมิก่อนเข้าระบบบำบัดลงได้ประมาณ 10 °C ดังภาพที่ 4.11 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทำการบันทึกโดยพนักงานระบบบำบัดกลิ่นจะทำการบันทึกอุณหภูมิก่อนและหลังผ่านเครื่องลดอุณหภูมิทุก 2 ชั่วโมงและค่าที่ได้เป็นของวันที่ 22 พฤศจิกายน 2553 ทำให้ลมร้อนจากการผลิตมีผลกระทบกับระบบบำบัดกลิ่นน้อยลง การดึงความชื้นในกระบวนการผลิตสามารถทำได้มากขึ้นโดยเพิ่มอุณหภูมิเครื่องทำแห้งเม็ดอาหารให้สูงขึ้นกว่าเดิม



ภาพที่ 4.11 อุณหภูมิที่ลดลงหลังผ่านเครื่องลดอุณหภูมิ

หลังจากที่ได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามแนวทางที่ได้วิเคราะห์เพื่อลดการสูญเสียจากการผลิต ทำให้เครื่องจักรที่ทำการปรับปรุงมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและสามารถเพิ่มผลผลิตโดยสามารถผลิตอาหารให้มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ โดยทำการเปรียบเทียบอัตราของเสียที่เกิดในเรื่องคุณภาพของค่าความคงตัวในน้ำ สีเม็ดอาหารและค่าปนเปื้อน ทั้งก่อนและหลังทำการปรับปรุง ดังตารางที่ 4.8 ซึ่งจากข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นอัตราของเสียที่ลดลงด้านค่าความคงตัวในน้ำทั้งก่อนและหลังจากการปรับปรุง และในการหาจำนวนตัวอย่างเพื่อทดสอบสมมติฐานหาความแตกต่างของคุณภาพเม็ดอาหารในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำ สีเม็ดอาหารและค่าปนเปื้อนจะใช้วิธีเดียวกับการหาจำนวนตัวอย่างในการทดสอบสมมติฐานการปรับปรุงการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสม ซึ่งจะใช้จำนวนตัวอย่างจำนวน 12 ตัวอย่างเพื่อทดสอบหาค่าความแตกต่าง

ตารางที่ 4.8 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุง

อัตราของเสีย ค่าความคงตัวในน้ำ (หน่วย : %)			
วันที่เก็บผล	**ก่อนปรับปรุง** (1)	**วันที่เก็บผล**	**หลังปรับปรุง** (2)
21/09/2553	0.31	16/11/2553	0.13
	0.30		0.20
	0.20		0.00
	0.19		0.10
22/09/2553	0.10	17/11/2553	0.10
	0.22		0.11
	0.28		0.10
	0.31		0.15
23/09/2553	0.17	18/11/2553	0.20
	0.20		0.10
	0.10		0.10
	0.23		0.20
เฉลี่ย	0.22	**เฉลี่ย**	0.12
SD	0.07	SD	0.06

จากตารางที่ 4.8 จะเป็นการเก็บผลอัตราของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำโดยก่อนปรับปรุงทำการเก็บค่าเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 และเก็บผลหลังปรับปรุงเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 เช่นเดียวกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราของเสียหลังจากที่ได้รับการปรับปรุงมีค่าลดลงโดยเฉลี่ยก่อนปรับปรุงมีค่า 0.22 % และหลังปรับปรุงมีค่า 0.12 % ซึ่งถือว่าการปรับปรุงดังกล่าวสามารถลดของเสียได้ จากนั้นทำการพิสูจน์ผลการปรับปรุงที่ได้ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานที่4 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุงระบบเพื่อให้สามารถเดินระบบทำลมร้อนได้มากขึ้นมีความแตกต่างกันหรือไม่

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

พิจารณาเลือกใช้ค่าสถิติ t-test เนื่องจาก ค่า n1 และ n2 มีค่า < 30 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาคผนวก ข)

การหาค่าเฉลี่ยจะพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.22 % และหลังจากการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.12 % ซึ่งอัตราของเสียมีค่าลดลง

การหาค่าความเบี่ยงเบนพบว่าก่อนการปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.07 และหลังจากการปรับปรุงพบว่ามีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.06 ซึ่งหลังปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนน้อยลง

ดังนั้นจากการปรับปรุงโดยการติดตั้งเครื่องลดอุณหภูมิลมร้อนโดยอาศัยน้ำในการลดอุณหภูมิ เพื่อลดผลกระทบกับระบบบำบัดกลิ่นทำให้สามารถเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องทำแห้งเม็ดอาหารได้มากขึ้น ส่งผลให้สามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำได้ ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.8 และนอกจากสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำ จากการปรับปรุงยังสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหารที่ไม่ได้มาตรฐานดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.9 ที่สามารถทำให้อัตราการเกิดของเสียลดลง

ตารางที่ 4.9 อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุง

อัตราของเสีย สีเม็ดอาหาร (หน่วย : %)			
วันที่เก็บผล	**ก่อนปรับปรุง**	**วันที่เก็บผล**	**หลังปรับปรุง**
21/09/2553	0.21	16/11/2553	0.10
	0.00		0.00
	0.10		0.05
	0.09		0.00
22/09/2553	0.16	17/11/2553	0.10
	0.02		0.01
	0.10		0.06
	0.08		0.03
23/09/2553	0.10	18/11/2553	0.00
	0.10		0.00
	0.00		0.00
	0.10		0.00
เฉลี่ย	0.09	**เฉลี่ย**	0.03
SD	0.06	SD	0.04

จากตารางที่ 4.9 จะเป็นการเก็บผลอัตราของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหาร โดยก่อนปรับปรุงทำการเก็บค่าเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 และเก็บผลหลังปรับปรุงเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 เช่นเดียวกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราของเสียหลังจากที่ได้รับการปรับปรุงมีค่าลดลงโดยเฉลี่ยก่อนปรับปรุงมีค่า 0.09 % และหลังปรับปรุงมีค่า 0.03 % ซึ่งถือว่าการปรับปรุงดังกล่าวสามารถลดของเสียได้ จากนั้นทำการพิสูจน์ผลการปรับปรุงที่ได้ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานที่ 5 อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุงระบบเพื่อให้สามารถเดินระบบทำลมร้อนได้มากขึ้นมีความแตกต่างกันหรือไม่

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

พิจารณาเลือกใช้ค่าสถิติ t-test เนื่องจาก ค่า n1 และ n2 มีค่า < 30 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาคผนวก ข)

การหาค่าเฉลี่ยจะพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.09 % และหลังจากการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.03 % แสดงว่ามีอัตราของเสียที่ลดลง

การหาค่าความเบี่ยงเบนพบว่าก่อนการปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.06 และหลังจากการปรับปรุงพบว่ามีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.04 ซึ่งหลังปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนน้อยลง

ดังนั้นจากการปรับปรุงโดยการติดตั้งเครื่องลดอุณหภูมิลมร้อนโดยอาศัยน้ำในการลดอุณหภูมิ เพื่อลดผลกระทบกับระบบบำบัดกลิ่นทำให้สามารถเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องทำแห้งเม็ดอาหารได้มากขึ้น ส่งผลให้สามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำได้ ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.8 รวมทั้งยังสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหารที่ไม่ได้มาตรฐานดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.9 ซึ่งนอกจากสามารถลดการเกิดของเสียได้ดังที่กล่าวมา ในการปรับปรุงยังสามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในเรื่องค่าปนเปื้อนโดยแสดงในตารางที่ 4.10 ซึ่งค่าที่ได้จะแสดงในรูปอัตราการเกิดของเสียโดยค่าเฉลี่ยหลังปรับปรุงมีค่าลดลงจากก่อนปรับปรุง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงระบบท่อทางดึงความชื้น ส่งผลต่อปริมาณการเกิดของเสีย

ตารางที่ 4.10 อัตราของเสียค่าปนเปื้อนก่อนและหลังปรับปรุง

อัตราของเสีย ค่าปนเปื้อน (หน่วย : %)			
วันที่เก็บผล	**ก่อนปรับปรุง**	**วันที่เก็บผล**	**หลังปรับปรุง**
21/09/2553	0.31	16/11/2553	0.13
	0.27		0.19
	0.23		0.11
	0.19		0.10
22/09/2553	0.12	17/11/2553	0.10
	0.20		0.09
	0.28		0.12
	0.31		0.15
23/09/2553	0.37	18/11/2553	0.21
	0.21		0.15
	0.12		0.10
	0.33		0.23
เฉลี่ย	0.25	**เฉลี่ย**	0.14
SD	0.08	SD	0.05

จากตารางที่ 4.10 จะเป็นการเก็บผลอัตราของเสียในเรื่องค่าปนเปื้อนโดยก่อนปรับปรุงทำการเก็บค่าเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 และเก็บผลหลังปรับปรุงเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 เช่นเดียวกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราของเสียหลังจากที่ได้รับการปรับปรุงมีค่าลดลงโดยเฉลี่ยก่อนปรับปรุงมีค่า 0.25 % และหลังปรับปรุงมีค่า 0.14 % ซึ่งถือว่าการปรับปรุงดังกล่าวสามารถลดของเสียได้ จากนั้นทำการพิสูจน์ผลการปรับปรุงที่ได้ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานที่ 6 อัตราของเสียค่าปนเปื้อนก่อนและหลังปรับปรุงระบบเพื่อให้สามารถเดินระบบทำลมร้อนได้มากขึ้นมีความแตกต่างกันหรือไม่

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

พิจารณาเลือกใช้ค่าสถิติ t-test เนื่องจาก ค่า n1 และ n2 มีค่า < 30 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ อัตราของเสียค่าปนเปื้อนก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาคผนวก ข)

การหาค่าเฉลี่ยจะพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.25 % และหลังจากการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.14 % แสดงว่ามีอัตราของเสียที่ลดลง

การหาค่าความเบี่ยงเบนพบว่าก่อนการปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.08 และหลังจากการปรับปรุงพบว่ามีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.05 ซึ่งหลังปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนน้อยลง

ดังนั้นจากการปรับปรุงโดยการติดตั้งเครื่องลดอุณหภูมิลมร้อนโดยอาศัยน้ำในการลดอุณหภูมิ เพื่อลดผลกระทบกับระบบบำบัดกลิ่นทำให้สามารถเพิ่มอุณหภูมิของเครื่องทำแห้งเม็ดอาหารได้มากขึ้น สรุปได้ว่า ส่งผลให้สามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำได้ และสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหารไม่ได้มาตรฐาน รวมทั้งยังสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าปนเปื้อน จึงทำให้ผลผลิตโดยรวมของทางโรงงานเพิ่มขึ้นได้

4.2.4 การกำหนดมาตรการควบคุม

หลังจากการปรับปรุงเพื่อลดอุณหภูมิก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดกลิ่นทำให้สามารถเดินระบบทำแห้งเม็ดอาหารได้โดยมีอุณหภูมิและปริมาณลมที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นทางฝ่ายวิศวกรรมจึงได้กำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงานให้กับหน่วยงานระบบบำบัดกลิ่นให้ต้องทำการเดินระบบลดอุณหภูมิลมร้อนทุกครั้งที่มีการผลิตพร้อมทั้งมีการตรวจสอบระบบเป็นประจำทุกวันโดยพนักงานระบบบำบัดพร้อมทั้งกำหนดแผนงานซ่อมบำรุงและการดูแลรักษาตรวจสอบการทำงานให้เป็นปกติ โดยถ้าหากระบบมีการรั่วไหลหรือขัดข้องให้ทำการแจ้งซ่อมที่ฝ่ายวิศวกรรมเพื่อทำการซ่อมบำรุงแก้ไขให้เป็นปกติเพื่อให้ระบบเดินได้อย่างสมบูรณ์ (ภาคผนวก ค)

4.3 การปรับปรุงแรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหาร

ในกระบวนการผลิตอาหารกุ้งจำเป็นต้องใช้พลังงานความร้อนที่ได้จากไอน้ำ ซึ่งการจะผลิตไอน้ำมาใช้ในกระบวนการผลิตต้องอาศัยเครื่องจักรในการผลิตไอน้ำหรือเรียกว่าหม้อต้มไอน้ำ โดยการนำน้ำมาต้มภายในภาชนะปิดให้ได้อุณหภูมิและแรงดันของไอน้ำตามที่ต้องการเพื่อการนึ่งอาหารเม็ดให้สุก ภายในตู้นึ่งอาหาร

จะเห็นได้ว่าไอน้ำมีความสำคัญกับกระบวนการผลิตในด้านคุณภาพอาหาร ซึ่งถ้าหากในการใช้ความร้อนจากไอน้ำมีปัญหา เช่น แรงดัน หรือ ความร้อนที่ได้มีค่าไม่เหมาะสมกับการผลิตในขั้นตอนนั้นๆจะส่งผลต่อคุณภาพของอาหารกุ้ง จากการศึกษาเครื่องจักรที่ใช้ไอน้ำเพื่อการผลิตพบว่า ตู้นึ่งอาหาร ยังมีปัญหาในเรื่องการรักษาแรงดันและอุณหภูมิที่ยังมีค่าไม่คงที่อยู่ตลอดทำให้การควบคุมคุณภาพของอาหารภายในตู้นึ่งทำไม่ได้ตามมาตรฐานจึงทำให้เกิดของเสียซึ่งส่งผลต่อผลผลิตโดยรวมของโรงงาน ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาแรงดันไอน้ำที่ไม่สม่ำเสมอทำให้อาหารไม่ได้มาตรฐาน

4.3.1 การวิเคราะห์สาเหตุต้นตอของปัญหา

จากปัญหาเรื่องแรงดันไอน้ำภายในตู้นึ่งอาหาร ได้ถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุการเกิดอย่างถูกต้องโดยการวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis ดังตารางที่ 4.11 โดยการระดมทีมงานในฝ่ายวิศวกรรมและฝ่ายผลิตเพื่อช่วยหาแนวทางแก้ไขและปรับปรุง ซึ่งหากสามารถทราบถึงต้นตอของปัญหา สาเหตุต่างๆไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ รวมทั้งการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้อยู่เดิมสามารถทำงานได้ตามความต้องการในการผลิตตามมาตรฐานหรือไม่จะถูกนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดการเกิดของเสียและเพิ่มผลผลิตโดยรวมให้กับโรงงานได้

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาแรงดันไอน้ำในตู้นึ่งอาหารด้วย Why-Why Analysis

สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น	หัวข้อสำรวจ	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	พิจารณา	การแก้ไขและมาตรการป้องกัน
แรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหารไม่สม่ำเสมอ	- ประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ	- ปริมาณและแรงดันไอน้ำไม่เพียงพอต่อการผลิต	- ไม่ได้ปรับตั้งการเผาไหม้เมื่อมีการเพิ่มกำลังการผลิต	- ฝ่ายผลิตไม่ได้แจ้งผู้ควบคุมหม้อไอน้ำ	OK	- มีระบบการแจ้งประสานงานทุกครั้งที่มีการปรับกำลังการผลิต
	- ระบบควบคุมเวลาในการนึ่งอาหาร	- ไม่มีการปล่อยอาหารหรือปล่อยออกจากตู้นึ่งตลอดเวลา	- อุปกรณ์ควบคุมระดับอาหารทำงานไม่ปกติหรือชำรุด	- ไม่สามารถหยุดผลิตเพื่อตรวจสอบซ่อมแซมแก้ไข	OK	- ตรวจสอบ ซ่อมแซม ตามแผน
	- ลักษณะการทำงานของลิ้นปล่อยอาหาร	- ไม่สามารถรักษาแรงดันและอุณหภูมิได้คงที่	- เกิดการรั่วไหลของไอน้ำในตู้นึ่งอาหาร	- การทำงานของลิ้นปล่อยอาหารที่ปล่อยไอน้ำออกไปพร้อมอาหาร	NG	- เปลี่ยนชนิดลิ้นปล่อยอาหารเพื่อรักษาแรงดันและอุณหภูมิในตู้นึ่ง

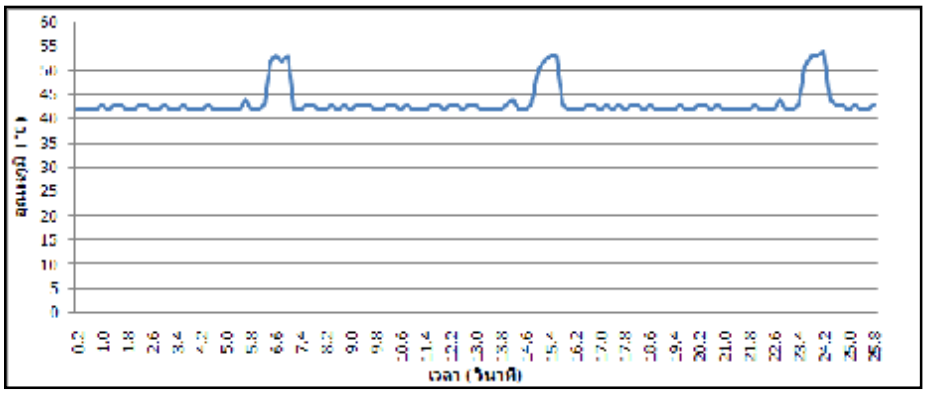
หมายเหตุ : OK เมื่อไปตรวจสอบแล้วไม่พบข้อบกพร่อง
NG เมื่อไปตรวจสอบแล้วพบข้อบกพร่อง

จากตารางที่ 4.11 ทำให้มีแนวทางในการแก้ไขปัญหาการรักษาแรงดันและอุณหภูมิภายในตู้นึ่งอาหารดังภาพที่ 4.12 โดยจากการวิเคราะห์หาสาเหตุพบว่า เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับไอน้ำมีด้วยกัน 3 ส่วนคือ หม้อต้มไอน้ำ ท่อทางจ่ายไอน้ำ และเครื่องจักรที่ใช้ไอน้ำ ซึ่งทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นแนวทางในการปรับปรุงเครื่องจักรหรือเครื่องนึ่งอาหาร เนื่องจากหม้อต้มไอน้ำมีประสิทธิภาพในการจ่ายไอน้ำที่เพียงพอเพียงแค่มีการตรวจสอบสภาพตามแผนซ่อมบำรุงให้มีสภาพพร้อมใช้งานและมีการประสานงานที่ดีกับฝ่ายผลิตจะสามารถรักษาระดับแรงดันไอน้ำเข้าสู่กระบวนการผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ และประเด็นอุปกรณ์การควบคุมเวลาในการนึ่งอาหารพบว่าอุปกรณ์ต่างๆได้รับการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอโดยผู้ควบคุมการผลิตและช่างซ่อมบำรุงตามแผน แต่จากการวิเคราะห์พบว่าอุปกรณ์ในการปล่อยอาหารนั้นไม่สามารถรักษาแรงดันไอน้ำและอุณหภูมิในการนึ่งอาหารได้สม่ำเสมอ ดังนั้นประเด็นดังกล่าวจึงนำมาแก้ไขเพื่อทำให้เครื่องนึ่งอาหารมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ภาพที่ 4.12 ตู้นึ่งอาหาร

หลังจากที่วัตถุดิบผ่านการขึ้นรูปเป็นเม็ดอาหารจากเครื่องอัดเม็ดแล้วจากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการในการนึ่งอาหารให้สุกภายในตู้นึ่งซึ่งจำเป็นต้องใช้ไอน้ำที่แรงดันประมาณ 3-4 บาร์ ในการให้ความร้อนที่ 100 – 110 °C จากการเก็บข้อมูลการสูญเสียอุณหภูมิที่ออกจากตู้นึ่งพบว่าเมื่อมีการปล่อยอาหารออกจากตู้นึ่งเพื่อส่งไปยังกระบวนการอบแห้ง จะมีความร้อนส่วนหนึ่งสูญเสียไปด้วยทำให้ระดับอุณหภูมิของตู้นึ่งไม่คงที่ดังภาพที่ 4.13 โดยอุณหภูมิที่สูญเสียของตู้นึ่งในขณะที่ไม่ทำการปล่อยอาหารจะอยู่ที่ประมาณ 43 °C และเมื่อทำการปล่อยอาหารจะเกิดการสูญเสียความร้อนที่อุณหภูมิ 53 °C จากสภาวะที่ไม่คงที่ในการรักษาระดับแรงดันไอน้ำและอุณหภูมิความ

ร้อนภายในตู้นึ่งอาหารส่งผลให้อาหารที่อยู่ภายในตู้ได้รับความร้อนที่ไม่สม่ำเสมอและคงที่ทำให้อาหารสุกได้ไม่ทั่วถึงและอุณหภูมิที่ทำการควบคุมไว้ไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดเพราะความร้อนได้รั่วไหลไปขณะทำการปล่อยอาหารซึ่งส่งผลต่อการควบคุมคุณภาพของอาหารให้ได้ตามมาตรฐาน



ภาพที่ 4.13 การสูญเสียความร้อนของตู้นึ่งอาหาร

ซึ่งจากการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักรที่ทำการปล่อยอาหารหรือที่เรียกว่า Flap Gate (ลิ้นปล่อยอาหารแบบเปิด ปิด) ดังภาพที่ 4.14 พบว่าไม่สามารถป้องกันการรั่วไหลของแรงดันไอน้ำและอุณหภูมิภายในตู้นึ่งอาหารได้ เนื่องจากลักษณะการเปิด ปิดของลิ้นปล่อยอาหารจะเป็นแบบเปิดและปิดสุด ทำให้จังหวะเปิดลิ้นปล่อยอาหารจะมีการสูญเสียแรงดันไอน้ำและอุณหภูมิตามไปด้วย

ภาพที่ 4.14 ลิ้นปล่อยอาหารแบบเดิม

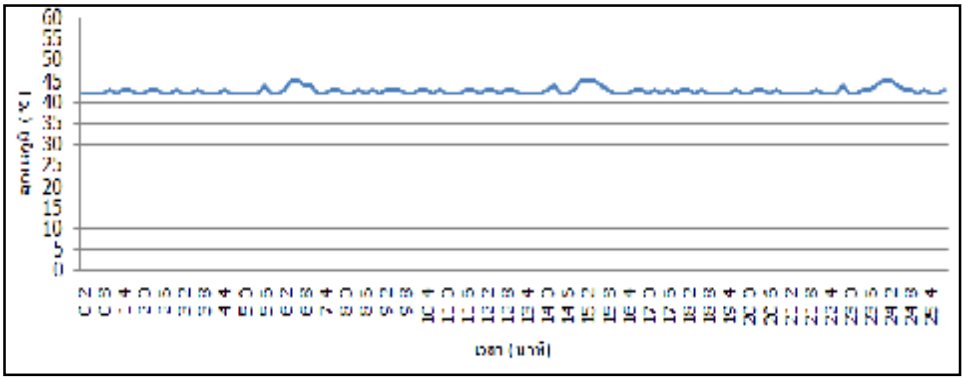
4.3.2 **การแก้ไขปรับปรุง**

ดังนั้นเมื่อทราบสาเหตุของการสูญเสียแรงดันไอน้ำและอุณหภูมิความร้อนในการนึ่งอาหาร จึงทำการปรับปรุงลักษณะของลิ้นปล่อยอาหารแบบใหม่ให้มีลักษณะแบบ Air Lock (ลิ้นปล่อยอาหารแบบหมุนป้องกันอากาศรั่วไหล) เพื่อช่วยในการเก็บกักแรงดันไอน้ำและอุณหภูมิไม่ให้สูญเสียไปเมื่อมีการปล่อยอาหารออกจากตู้นึ่งอาหารดังภาพที่ 4.15 (ภาคผนวก ก)

ภาพที่ 4.15 ปล่อยอาหารแบบใหม่

4.3.3 **ผลการปรับปรุง**

จากการปรับปรุงลิ้นปล่อยอาหารแบบใหม่ทำให้สามารถรักษาระดับแรงดันไอน้ำและอุณหภูมิภายในตู้นึ่งอาหารไม่ให้สูญเสียออกไปภายนอกขณะทำการปิดลิ้นและเปิดลิ้นปล่อยอาหาร โดยทำการวัดอุณหภูมิหลังตู้นึ่งอาหาร ดังภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 วัดอุณหภูมิทางออกของตู้นึ่งหลังปรับปรุง

จากการเก็บข้อมูลการสูญเสียอุณหภูมิที่ออกจากตู้นึ่งพบว่า สามารถรักษาระดับอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 43 °C ในขณะที่เปิดหรือปิดลิ้นปล่อยอาหารทำให้ภายในตู้นึ่งอาหารสามารถ

รักษาระดับแรงดันไอน้ำและอุณหภูมิภายในตู้เพื่อใช้ในการนึ่งอาหารให้สุกโดยไม่สูญเสียไปในระหว่างการปล่อยอาหารออกจากตู้นึ่งอาหารส่งผลต่อคุณภาพ ทำให้เครื่องจักรที่ทำการปรับปรุงมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและสามารถเพิ่มผลผลิตโดยสามารถผลิตอาหารให้มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานต่างๆโดยทำการเปรียบเทียบอัตราของเสียที่เกิดในเรื่องคุณภาพของค่าความคงตัวในน้ำดังตารางที่ 4.12 หรือคุณภาพในเรื่อง สีเม็ดอาหารและค่าปนเปื้อน ทั้งก่อนและหลังทำการปรับปรุง และในการหาจำนวนตัวอย่างเพื่อทดสอบสมมติฐานหาความแตกต่างของคุณภาพเม็ดอาหารในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำ สีเม็ดอาหารและค่าปนเปื้อนจะใช้วิธีเดียวกับการหาจำนวนตัวอย่างในการทดสอบสมมติฐานการปรับปรุงการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสม ซึ่งจะใช้จำนวนตัวอย่างจำนวน 12 ตัวอย่างเพื่อทดสอบหาค่าความแตกต่าง

ตารางที่ 4.12 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุง

อัตราของเสีย ค่าความคงตัวในน้ำ (หน่วย :%)			
วันที่เก็บผล	**ก่อนปรับปรุง**	**วันที่เก็บผล**	**หลังปรับปรุง**
16/11/2553	0.13	21/12/2553	0.11
	0.20		0.17
	0.00		0.00
	0.10		0.05
17/11/2553	0.10	22/12/2553	0.05
	0.11		0.11
	0.10		0.08
	0.15		0.10
18/11/2553	0.20	23/12/2553	0.10
	0.10		0.08
	0.10		0.07
	0.20		0.05
เฉลี่ย	0.12	**เฉลี่ย**	0.08
SD	0.06	SD	0.04

จากตารางที่ 4.12 จะเป็นการเก็บผลอัตราของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราของเสียหลังจากที่ได้รับการปรับปรุงมีค่าลดลงโดยเฉลี่ยก่อนปรับปรุงมีค่า 0.12 % และหลังปรับปรุงมีค่า 0.08 % ซึ่งสามารถลดของเสียได้ จากนั้นทำการทดสอบหาความแตกต่างผลจากการปรับปรุง

สมมติฐานที่ 7 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุงลิ้นปล่อยอาหารตู้นึ่งเพื่อให้สามารถรักษาแรงดันและอุณหภูมิในการนึ่งอาหารมีความแตกต่างกันหรือไม่

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

พิจารณาเลือกใช้ค่าสถิติ t-test เนื่องจาก ค่า n1 และ n2 มีค่า < 30 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาคผนวก ข)

การหาค่าเฉลี่ยจะพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.12 % และหลังจากการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.08 % แสดงว่ามีอัตราของเสียที่ลดลง

การหาค่าความเบี่ยงเบนพบว่าก่อนการปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.06 และหลังจากการปรับปรุงพบว่ามีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.04 ซึ่งหลังปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนน้อยลง

ดังนั้นจากการปรับปรุงโดยเปลี่ยนลิ้นปล่อยอาหารแบบเก่าที่ยังมีปัญหาการรั่วไหลของแรงดันและอุณหภูมิภายในตู้นึ่งโดยการติดตั้งลิ้นปล่อยอาหารแบบใหม่ที่เป็นลักษณะการหมุนปล่อยอาหารเพื่อป้องกันการรั่วไหลของแรงดันและอุณหภูมิภายในตู้นึ่งมาใช้แทน ส่งผลให้สามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำได้ ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.12 และนอกจากสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำ จากการปรับปรุงยังสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหารที่ไม่ได้มาตรฐานดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.13 ซึ่งค่าที่ได้จะแสดงในรูปอัตราการเกิดของเสียโดยค่าเฉลี่ยหลังปรับปรุงมีค่าลดลงจากก่อนปรับปรุง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงลิ้นปล่อยอาหาร ส่งผลต่อปริมาณการเกิดของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหารไม่ผ่านมาตรฐาน

ตารางที่ 4.13 อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุง

อัตราของเสีย สีเม็ดอาหาร (หน่วย :%)			
วันที่เก็บผล	**ก่อนปรับปรุง**	**วันที่เก็บผล**	**หลังปรับปรุง**
16/11/2553	0.10	21/12/2553	0.00
	0.00		0.00
	0.05		0.01
	0.00		0.00
17/11/2553	0.10	22/12/2553	0.01
	0.01		0.00
	0.06		0.00
	0.03		0.01
18/11/2553	0.00	23/12/2553	0.00
	0.00		0.00
	0.00		0.00
	0.00		0.00
เฉลี่ย	0.029	**เฉลี่ย**	0.003
SD	0.04	SD	0.005

จากตารางที่ 4.13 จะเป็นการเก็บผลอัตราของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหาร โดยก่อนปรับปรุงทำการเก็บค่าเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 และเก็บผลหลังปรับปรุงเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 เช่นเดียวกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราของเสียหลังจากที่ได้รับการปรับปรุงมีค่าลดลงโดยเฉลี่ยก่อนปรับปรุงมีค่า 0.029 % และหลังปรับปรุงมีค่า 0.003 % ซึ่งถือว่าการปรับปรุงดังกล่าวสามารถลดของเสียได้ จากนั้นทำการพิสูจน์ผลการปรับปรุงที่ได้ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานที่ 8 อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุงลิ้นปล่อยอาหารตู้นึ่งเพื่อให้สามารถรักษาแรงดันและอุณหภูมิในการนึ่งอาหารมีความแตกต่างกันหรือไม่

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

พิจารณาเลือกใช้ค่าสถิติ t-test เนื่องจาก ค่า n1 และ n2 มีค่า < 30 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาคผนวก ข)

การหาค่าเฉลี่ยจะพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.029 % และหลังจากการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.003 % แสดงว่ามีอัตราของเสียที่ลดลง

การหาค่าความเบี่ยงเบนพบว่าก่อนการปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.04 และหลังจากการปรับปรุงพบว่ามีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.005 ซึ่งหลังปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนน้อยลง

ดังนั้นจากการปรับปรุงโดยเปลี่ยนลิ้นปล่อยอาหารแบบเก่าที่ยังมีปัญหาการรั่วไหลของแรงดันและอุณหภูมิภายในตู้นึ่งโดยการติดตั้งลิ้นปล่อยอาหารแบบใหม่ที่เป็นลักษณะการหมุนปล่อยอาหารเพื่อป้องกันการรั่วไหลของแรงดันและอุณหภูมิภายในตู้นึ่งมาใช้แทน ส่งผลให้สามารถลดการเกิดของเสีย ในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำได้ ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.12 รวมทั้งยังสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหารที่ไม่ได้มาตรฐานดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.13 ซึ่งนอกจากสามารถลดการเกิดของเสียได้ดังที่กล่าวมา ในการปรับปรุงยังสามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในเรื่องค่าปนเปื้อนโดยแสดงในตารางที่ 4.14 ซึ่งค่าที่ได้จะแสดงในรูปอัตราการเกิดของเสียโดยค่าเฉลี่ยหลังปรับปรุงมีค่าลดลงจากก่อนปรับปรุง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงลิ้นปล่อยอาหารส่งผลต่อปริมาณการเกิดของเสีย

ตารางที่ 4.14 อัตราของเสียค่าปนเปื้อนก่อนและหลังปรับปรุง

อัตราของเสีย ค่าปนเปื้อน (หน่วย :%)			
วันที่เก็บผล	**ก่อนปรับปรุง**	**วันที่เก็บผล**	**หลังปรับปรุง**
16/11/2553	0.13	21/12/2553	0.08
	0.19		0.11
	0.11		0.00
	0.10		0.07
17/11/2553	0.10	22/12/2553	0.00
	0.09		0.10
	0.12		0.02
	0.15		0.10
18/11/2553	0.21	23/12/2553	0.12
	0.15		0.07
	0.10		0.07
	0.23		0.13
เฉลี่ย	0.14	**เฉลี่ย**	0.07
SD	0.05	SD	0.04

จากตารางที่ 4.14 จะเป็นการเก็บผลอัตราของเสียในเรื่องค่าปนเปื้อนโดยก่อนปรับปรุงทำการเก็บค่าเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 และเก็บผลหลังปรับปรุงเป็นเวลา 3 วันในช่วงเวลาของการผลิตในผลัดที่1 เช่นเดียวกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราของเสียหลังจากที่ได้รับการปรับปรุงมีค่าลดลงโดยเฉลี่ยก่อนปรับปรุงมีค่า 0.14 % และหลังปรับปรุงมีค่า 0.07 % ซึ่งถือว่าการปรับปรุงดังกล่าวสามารถลดของเสียได้ จากนั้นทำการพิสูจน์ผลการปรับปรุงที่ได้ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

สมมติฐานที่ 9 อัตราของเสียค่าปนเปื้อนก่อนและหลังปรับปรุงลิ้นปล่อยอาหารตู้นึ่งเพื่อให้สามารถรักษาแรงดันและอุณหภูมิในการนึ่งอาหารมีความแตกต่างกันหรือไม่

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

พิจารณาเลือกใช้ค่าสถิติ t-test เนื่องจาก ค่า n1 และ n2 มีค่า < 30 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ อัตราของเสียค่าปนเปื้อนก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาคผนวก ข)

การหาค่าเฉลี่ยจะพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.14 % และหลังจากการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอัตราของเสียประมาณ 0.07 % แสดงว่ามีอัตราของเสียที่ลดลง

การหาค่าความเบี่ยงเบนพบว่าก่อนการปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.05 และหลังจากการปรับปรุงพบว่ามีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 0.04 ซึ่งหลังปรับปรุงมีค่าเบี่ยงเบนน้อยลง

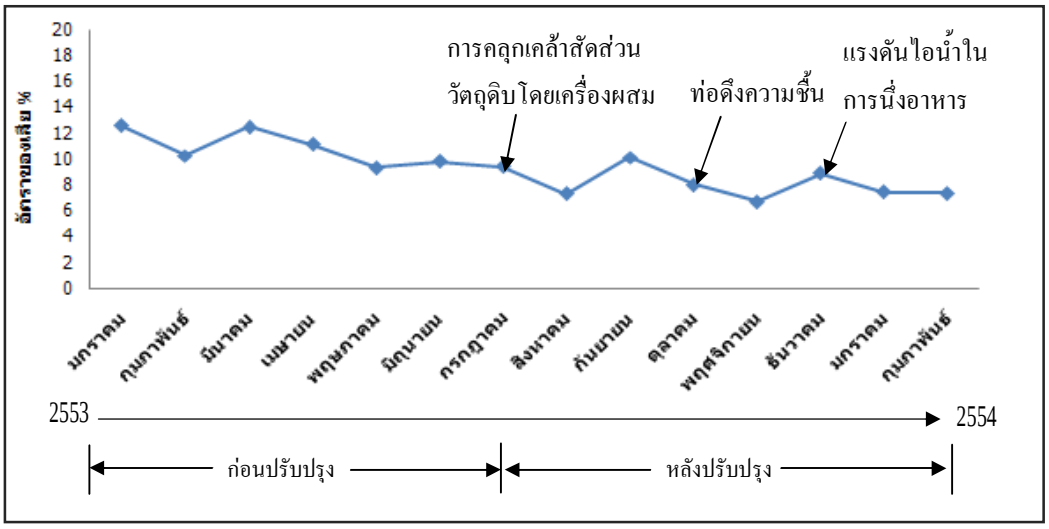
ดังนั้นจากการปรับปรุงการติดตั้งลิ้นปล่อยอาหารแบบใหม่ที่เป็นลักษณะการหมุนปล่อยอาหารเพื่อป้องกันการรั่วไหลของแรงดันและอุณหภูมิภายในตู้นึ่งมาใช้แทน สรุปได้ว่า ส่งผลให้สามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าความคงตัวในน้ำได้ และสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องสีเม็ดอาหารไม่ได้มาตรฐาน รวมทั้งยังสามารถลดการเกิดของเสียในเรื่องค่าปนเปื้อน จึงทำให้ผลผลิตโดยรวมของทางโรงงานเพิ่มขึ้นได้

4.3.4 การกำหนดมาตรการควบคุม

จากการปรับปรุงอุปกรณ์ที่ทำการปล่อยอาหารของตู้นึ่งทำให้ความร้อนภายในตู้ไม่สูญเสียไปส่งผลให้อาหารสุกทั่วถึงกันและมีความสม่ำเสมอทำให้คุณภาพในการผลิตทำได้ตามมาตรฐาน ซึ่งทำให้ทราบในเรื่องแรงดันไอน้ำส่งผลกระทบอย่างไรกับคุณภาพของอาหาร ดังนั้นทางฝ่ายวิศวกรรมจึงได้ทำการขึ้นทะเบียนรายการอุปกรณ์เครื่องจักรที่ได้ทำการติดตั้งเข้าไปใหม่พร้อมทั้งออกแผนซ่อมบำรุงรักษาให้อุปกรณ์สามารถใช้งานได้ตามปกติพร้อมทั้งกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงานให้กับหน่วยงานผลิตให้เข้าใจการทำงานของอุปกรณ์และสามารถตรวจสอบอุปกรณ์เบื้องต้นประจำทุกวันถ้าหากมีอาการขัดข้องกับอุปกรณ์ให้ทำการแจ้งซ่อมที่ฝ่ายวิศวกรรมเพื่อทำการซ่อมบำรุงแก้ไขให้เป็นปกติเพื่อให้ระบบเดินได้อย่างสมบูรณ์ (ภาคผนวก ค)

4.4 สรุปเปรียบเทียบผลการแก้ไขปัญหาและอภิปรายผล

หลังจากที่ได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาและปรับปรุงตามแนวทางที่กำหนด ส่งผลให้ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นลดลง โดยอาหารที่ไม่ผ่านคุณภาพมีปริมาณที่น้อยลง ไม่ว่าจะเป็น ความคงตัวในน้ำ ค่าปนเปื้อน สีเม็ดอาหาร ซึ่งถือเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้มีค่าปริมาณของเสียที่มีอันดับสูงของกระบวนการผลิต โดยทำการปรับปรุงเครื่องจักรตามช่วงเวลาดังที่แสดงในภาพที่ 4.17 เพื่อให้เห็นภาพรวมของการปรับปรุงที่ส่งผลให้อัตราของเสียลดลงตามลำดับ



ภาพที่ 4.17 ช่วงเวลาที่ทำการปรับปรุงเครื่องจักร

จากภาพที่ 4.17ในการแก้ปัญหา การคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสม ไม่ได้มาตรฐานทำการเก็บข้อมูลก่อนปรับปรุงช่วงเดือนมกราคม 2553 ถึง มิถุนายน 2553 ทำการปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วงเดือน กรกฎาคม 2553 และเก็บผลการแก้ไขในช่วงเดือน สิงหาคม 2553 ถึง กุมภาพันธ์ 2554 ระบบท่อทางดึงความชื้น ทำการเก็บข้อมูลก่อนปรับปรุงช่วงเดือนมกราคม 2553 ถึง ตุลาคม 2553 ทำการปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วงเดือน ตุลาคม 2553 และทำการเก็บผลการแก้ไขช่วงเดือนพฤศจิกายน 2553 ถึง กุมภาพันธ์ 2554 แรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหารไม่สม่ำเสมอ ทำการเก็บข้อมูลก่อนปรับปรุงช่วงเดือนมกราคม 2553 ถึง พฤศจิกายน 2553 ทำการปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วงปลายเดือน พฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม 2553 และทำการเก็บผลการแก้ไขช่วงเดือนธันวาคม 2553 ถึง กุมภาพันธ์ 2554 โดยการปรับปรุงกระบวนการ

ทำงานของเครื่องจักรทั้ง 3 เรื่องที่ทำการปรับปรุงซึ่งจากการแก้ไขปัญหาดังกล่าวทำให้สามารถลดการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตทำให้คุณภาพในด้านต่างๆดีขึ้นซึ่งส่งผลให้อัตราของเสียมีแนวโน้มลดลงตามการปรับปรุงเป็นลำดับ

จะเห็นได้ว่าแนวโน้มอัตราของเสียมีค่าลดลงตามลำดับตามการแก้ไขปัญหาทั้ง 3 เรื่อง คือ การคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมไม่ได้มาตรฐาน ท่อดึงความชื้นทำได้น้อย และแรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหารไม่สม่ำเสมอ ที่ได้ทำการวิเคราะห์จากตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.5 และเมื่อได้มาดูข้อมูลอัตราของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนจะเห็นว่าลักษณะอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานแต่ละตัวคือ ค่าความคงตัวในน้ำ การปนเปื้อน สีเม็ดอาหาร มีค่าลดลงตามลำดับเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.15 อัตราของเสียปี 2553 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2554 (หน่วย : %)

เดือน	**ลักษณะอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน**		
	ความคงตัวในน้ำ	**ปนเปื้อน**	**สีเม็ดอาหาร**
มกราคม	19.3	17.2	24.8
กุมภาพันธ์	41.0	16.0	12.2
มีนาคม	42.0	37.4	11.1
เมษายน	29.3	25.8	11.7
พฤษภาคม	30.4	20.9	13.9
มิถุนายน	39.9	28.2	13.3
กรกฎาคม	55.3	18.5	11.2
สิงหาคม	25.5	27.7	10.3
กันยายน	19.2	20.5	15.7
ตุลาคม	41.3	20.6	0.0
พฤศจิกายน	18.1	18.9	17.2
ธันวาคม	20.9	14.3	15.7
มกราคม 2554	14.2	11.5	0.0
กุมภาพันธ์ 2554	16.3	9.1	11.9
เฉลี่ย	29.5	20.5	12.1

จากตารางที่ 4.15 เป็นการวิเคราะห์ในรูปอัตราของเสียที่เทียบกับยอดการผลิต ในแต่ละเดือนซึ่งจากตารางจะเห็นได้ว่าลักษณะอาหารที่ไม่ผ่านเกณฑ์ต่างๆคือ ค่าความคงตัวในน้ำ การปนเปื้อน สีเม็ดอาหาร มีอัตราการเกิดของเสียที่ลดลงหลังจากการที่ได้ทำการปรับปรุงซึ่งทำให้ผลผลิตโดยรวมมีค่าสูงขึ้น และเมื่อดูข้อมูลในภาพรวมของโรงงานพบว่าอัตราของเสียหลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงมีค่าลดลงดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต ปี 2553 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2554

เดือน	เข้าสู่กระบวนการผลิต (ก) (ตัน)	ผลผลิต (ข) (ตัน)	ของเสีย (ตัน)	อัตราของเสีย (%)
มกราคม	7,205	6,302	904	12.54
กุมภาพันธ์	8,992	8,067	925	10.29
มีนาคม	11,680	10,221	1,459	12.49
เมษายน	14,160	12,582	1,578	11.15
พฤษภาคม	7,146	6,481	665	9.31
มิถุนายน	10,829	9,771	1,058	9.77
กรกฎาคม	13,973	12,660	1,313	9.39
สิงหาคม	16,797	15,575	1,222	7.27
กันยายน	20,565	18,475	2,089	10.16
ตุลาคม	17,371	15,979	1,392	8.01
พฤศจิกายน	10,690	9,975	715	6.69
ธันวาคม	9,826	8,954	871	8.87
มกราคม 2554	5,858	5,423	435	7.42
กุมภาพันธ์ 2554	7,662	7,098	564	7.36

หมายเหตุของเสีย = (ก) – (ข)

อัตราของเสีย = [ของเสีย / (ก)] x 100

จากตารางที่ 4.16 แสดงให้เห็นถึงข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยจะมีค่าอัตราของเสียที่ลดลงตามลำดับ โดยในงานวิจัยนี้ได้ตั้งวัตถุประสงค์เพื่อลดอัตราของเสียในกระบวนการผลิตอาหารกุ้งให้เหลือไม่เกิน 8 % และจากข้อมูลในตาราง ได้แสดงให้เห็นถึงอัตราของเสีย ซึ่ง 3 เดือนหลังที่ได้ทำการวิจัยพบว่าอัตรา

ของเสียมีค่า เฉลี่ยอยู่ที่ 7.88 % และในเดือน มกราคม 2554 มีอัตราของเสีย 7.42% ส่วนในเดือน กุมภาพันธ์ 2554 มีอัตราของเสีย 7.36 %

จากการที่สามารถลดการเกิดของเสียได้ทำให้ไม่ต้องนำผลผลิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกลับเข้าสู่การผลิตใหม่ลดขั้นตอนของกระบวนการผลิตทำให้ไม่เกิดการสูญเสียเวลาที่ต้องเกิดการผลิตซ้ำรวมทั้งยังสามารถลดการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายจากการผลิตซึ่งจากการลงทุนปรับปรุงเครื่องจักรสามารถเพิ่มผลผลิตและลดของเสียและคืนทุนได้ดังนี้

4.5 **การลงทุนและผลตอบแทน**

จากการศึกษางานวิจัยและได้ทำการปรับปรุงเครื่องจักรเพื่อลดการเกิดของเสียจะต้องมีการลงทุนในเรื่องค่าใช้จ่าย ซึ่งทั้ง 3 เรื่องที่ได้รับการปรับปรุงจะมีการออกแบบอุปกรณ์และรูปแบบในการติดตั้งซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันออกไป โดยเมื่อมีการลงทุนปรับปรุงเครื่องจักรแล้ว ย่อมจะต้องคำนึงถึงผลตอบแทนที่ได้รับจากการนำมาปรับปรุง ซึ่งมีรายละเอียดการลงทุนและผลตอบแทนที่ได้รับ ดังนี้

4.5.1 **การลงทุน**

ในส่วนของการลงทุนได้ทำการปรับปรุงอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องจักรใน 3 เรื่อง คือ ระบบฉีดของเหลวในเครื่องผสม ระบบท่อทางดึงความชื้น การรักษาแรงดันและอุณหภูมิภายในตู้นึ่งอาหาร ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันไปดังนี้

1 **การปรับปรุงการคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสม** ปรับปรุงระบบการฉีดของเหลวในเครื่องผสมเพื่อช่วยให้วัตถุดิบมีการคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้นและลดการจับตัวเป็นก้อนจะมีการลงทุนและการดำเนินงาน ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ในการติดตั้ง ดังนี้

1.1 ปั๊มน้ำ ท่อ ข้อต่อ วาล์ว หัวฉีด และอุปกรณ์ต่างๆ	
ระบบควบคุมการทำงาน	95,000 บาท
1.2 ค่าแรงในการติดตั้ง (ติดตั้งเอง)	ไม่มี
รวม	95,000 บาท

2 **การปรับปรุงระบบท่อทางดึงความชื้น** ปรับปรุงเพื่อลดผลกระทบต่อการบำบัดกลิ่นจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิลมร้อนระหว่างเครื่องอบแห้งและระบบบำบัดกลิ่นเพื่อช่วยให้สามารถเดินระบบที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นเพื่อดึงความชื้นจากเม็ดอาหารจะมีการลงทุนและการดำเนินงาน ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ในการติดตั้ง ดังนี้

2.1 ตัวถังลดอุณหภูมิลมร้อน	55,000 บาท
2.2 ชุดสเปรย์น้ำ	25,000 บาท
2.3 ค่าแรงในการติดตั้ง (ติดตั้งเอง)	ไม่มี
รวม	80,000 บาท

3 **การปรับปรุงแรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหาร** ปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปล่อยอาหารใต้เครื่องนึ่งเพื่อป้องกันไม่ให้แรงดันไอน้ำและความร้อนสูญเสียไปในขณะที่ทำการปล่อยอาหาร โดยทำการติดตั้งให้มีลักษณะแบบ Air Lock (ลิ้นปล่อยอาหารแบบหมุนป้องกันอากาศรั่วไหล) จะมีการลงทุนและการดำเนินงาน ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ในการติดตั้ง ดังนี้

3.1 ลิ้นปล่อยอาหารแบบหมุนป้องกันอากาศรั่วไหล	85,000 บาท
3.2 ค่าแรงในการติดตั้ง (ติดตั้งเอง)	ไม่มี
รวม	85,000 บาท
รวมทั้ง 3 โครงการที่ทำการปรับปรุง	260,000 บาท

4.5.2 **ผลตอบแทนจากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์**

ในการหาจุดคุ้มทุนหรือผลตอบแทนเนื่องจากเป็นข้อมูลของทางโรงงาน ดังนั้นจะนำมาเฉพาะในส่วนของกระบวนการผลิตที่ได้ทำการวิจัยเท่านั้นโดยเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายในเรื่อง ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าแรงงาน และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งต้นทุนค่าใช้จ่ายของวัตถุดิบจะไม่นำมาคิดเนื่องจากสามารถนำของเสียที่เกิดขึ้นกลับไปผลิตซ้ำใหม่ได้ และในส่วนของกำลังการผลิตในแต่ละเดือนที่มีไม่เท่ากัน จึงขอใช้ยอดการผลิตเฉลี่ยก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมาคิด

ก่อนปรับปรุงจะมีการเกิดของเสียประมาณ 10.71 % โดยคิดจากก่อนปรับปรุงช่วงเดือน มกราคม 2553 ถึง กรกฎาคม 2553 และใช้ค่าเฉลี่ยในการผลิตอาหารในแต่ละเดือนอยู่ที่ 10,569 ตันต่อเดือน ฉะนั้นจะเกิดของเสียเท่ากับ

10.71 % * 10,569 = 1,132 ตันต่อเดือน

ก่อนปรับปรุงจะมีค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตประมาณ 1,500 บาทต่อตัน ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูญเสียเท่ากับ 1,132 * 1,500 = 1,698,000 บาทต่อเดือน

หลังปรับปรุงจะมีการเกิดของเสียประมาณ 7.88 %โดยคิดจากการปรับปรุงช่วงเดือน ธันวาคม 2553 ถึง กุมภาพันธ์ 2554 และใช้ค่าเฉลี่ยในการผลิตอาหารในแต่ละเดือนอยู่ที่ 9,782 ตันต่อเดือน ฉะนั้นจะเกิดของเสียเท่ากับ

7.88 % * 9,782 = 771 ตันต่อเดือน

หลังปรับปรุงจะมีค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตประมาณ 1,480 บาทต่อตัน ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูญเสียเท่ากับ 771 * 1,480 = 1,141,080 บาทต่อเดือน

ลดการเกิดของเสียจากการผลิต = 361 ตันต่อเดือน

ประหยัดได้ = 556,920 บาทต่อเดือน

จากสูตร Pay Back Period (ระยะเวลาคืนทุน) = $\frac{\text{ต้นทุน}}{\text{กำไร}}$

Pay Back Period = $\frac{260{,}000 \text{ บาท}}{556{,}920 \text{ บาท/เดือน}}$

= 0.47 เดือน

คุ้มทุน 0.47 เดือน หรือประมาณ ครึ่งเดือนจึงสามารถคืนทุนได้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตตั้งแต่วัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผสม กระบวนการอัดเม็ด จนถึงกระบวนการบรรจุ เพื่อพิจารณาวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสีย การกำหนดเป้าหมายการวิจัย การวางแผนในการทำงาน ค้นหาสาเหตุของการเกิดของเสีย พิจารณาวิธีการแก้ไขปรับปรุง ตรวจสอบผลที่ได้รับ กำหนดมาตรการควบคุม โดยใช้เทคนิค QC Story และในส่วนของการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียโดยใช้แผนภูมิพาเรโต และการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขและหามาตรการในการป้องกันและหาสาเหตุการเกิดของเสียด้วยเทคนิค Why - Why Analysis ทำให้ทราบว่าปัญหาหลักมาจากเครื่องจักรที่ยังไม่สามารถรองรับกระบวนการผลิตได้ในบางส่วน สำหรับการแก้ปัญหาระยะยาวเพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพ จะต้องมีการตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรและมีการซ่อมบำรุงให้เครื่องจักรมีความพร้อมสำหรับการผลิต เพื่อขจัดความผิดพลาดที่จะทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตส่งผลต่อผลผลิตโดยรวมของบริษัท

จากการศึกษากระบวนการผลิตพบว่าในแต่ละเดือนจะมีของเสียเกิดขึ้นจากสาเหตุต่างๆทำให้ต้องมีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ซึ่งจากการการวิเคราะห์โดยการใช้หลักการ QC Story โดยเข้าไปศึกษากระบวนการผลิตและได้ทำการคัดเลือกสาเหตุของการเกิดของเสียโดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆทำให้เกิดการปรับปรุงเครื่องจักรดังนี้

1.การคลุกเคล้าสัดส่วนวัตถุดิบโดยเครื่องผสมไม่ได้มาตรฐาน ถ้าได้รับการปรับปรุงจะสามารถแก้ไขปัญหา ความคงตัวในน้ำ สีเม็ดอาหาร โดยทำการปรับปรุงลักษณะการฉีดของเหลวใหม่ให้มีแรงดันในการฉีดและเพิ่มความเป็นฝอยละอองมากขึ้นเพื่อช่วยให้ของเหลวคลุกเคล้าเข้ากับวัตถุดิบแห้งให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2. ระบบท่อทางดึงความชื้นทำได้น้อย ถ้าได้รับการปรับปรุงจะสามารถแก้ไขปัญหา ความคงตัวในน้ำ การปนเปื้อน สีเม็ดอาหาร โดยทำการลดอุณหภูมิลมร้อนด้วยการออกแบบอุปกรณ์ในการที่จะมาช่วยลดอุณหภูมิลมร้อนก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดกลิ่นทำให้สามารถปรับเพิ่มอุณหภูมิในการทำลมแห้งได้มากขึ้นและสามารถดึงความชื้นของอาหารได้มากตามไปด้วย

3. แรงดันไอน้ำในการนึ่งอาหารไม่สม่ำเสมอ ถ้าได้รับการปรับปรุงจะสามารถแก้ไขปัญหา ความคงตัวในน้ำ การปนเปื้อน สีเม็ดอาหาร โดยทำการปรับปรุงลักษณะของลิ้นปล่อย

อาหารแบบใหม่ให้มีลักษณะแบบ Air Lock (ลิ้นปล่อยอาหารแบบหมุนป้องกันอากาศรั่วไหล) เพื่อช่วยในการเก็บกักแรงดันและอุณหภูมิไม่ให้สูญเสียไปเมื่อมีการปล่อยอาหารออกจากตู้นึ่งอาหาร

ซึ่งจากการปรับปรุงเครื่องจักรในกระบวนการผลิตทั้ง 3 ส่วนทำให้สามารถลดการเกิดของเสียทั้ง 3 เรื่องที่ได้ทำการวิเคราะห์ว่ามีปริมาณการเกิดมากที่สุดคือ ค่าความคงตัวในน้ำ การปนเปื้อน สีเม็ดอาหาร ลดลงตามลำดับจนทำให้ผลผลิตโดยรวมของโรงงานเพิ่มขึ้น ซึ่งก่อนการปรับปรุงจะมีอัตราของเสียเกิดขึ้นเฉลี่ยในช่วงเดือน มกราคม 2553 ถึง กรกฎาคม 2553 ประมาณ 10.71 % และหลังจากการปรับปรุงตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2553 จนถึงเดือนธันวาคม 2553 และทำการเก็บผลการปรับปรุงทำให้อัตราของเสียลดลงซึ่ง 3เดือนหลังที่ได้ทำการวิจัยพบว่าอัตราของเสียมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.88 % และในเดือนมกราคม 2554 มีอัตราของเสีย 7.42% ส่วนในเดือนกุมภาพันธ์ 2554 มีอัตราของเสีย 7.36 % ซึ่งจะเห็นได้ว่าสามารถลดอัตราการเกิดของเสียได้ตามลำดับและไม่เกินค่าจากการตั้งวัตถุประสงค์ไว้ไม่เกิน 8 %

5.2 **ข้อเสนอแนะ**

5.2.1 **ข้อเสนอแนะสำหรับผู้นำผลวิจัยไปใช้**

จากการทำวิจัยในโรงงานตัวอย่าง เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง ได้ดำเนินการวิจัยกระบวนการผสม กระบวนการอัดเม็ด จนถึงกระบวนการบรรจุ ผลที่ได้คือ สามารถลดของเสียลงได้ไม่เกิน8% ดังนั้นเพื่อให้การดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางในการปฏิบัติมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.การวิจัยในครั้งนี้เป็นข้อมูลเฉพาะโรงงานผลิตอาหารกุ้งที่ได้เข้าไปศึกษาซึ่งอาจเหมือนหรือแตกต่างกันกับโรงงานอื่น เช่น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตอาจจะแตกต่างกันทั้งยี่ห้อหรือรุ่น การปรับแต่ง การติดตั้ง ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรไม่เท่ากัน

2. การวิจัยในครั้งนี้เน้นเฉพาะกระบวนการ ผสม อัดเม็ด ไปจนถึงกระบวนการบรรจุซึ่งได้ใช้เครื่องจักรในการผลิตแบบอัตโนมัติโดยมีพนักงานฝ่ายผลิตเป็นผู้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ดังนั้นแนวทางในการแก้ปัญหาสาเหตุการเกิดของเสียจึงมุ่งเน้นไปที่การแก้ที่เครื่องจักรเป็นหลัก

3. การหาแนวทางแก้ไขการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตควรมีการร่วมมือในหลายๆฝ่ายทั้ง วิศวกรรม ผลิต ควบคุมคุณภาพ และอื่นๆ เพื่อให้เกิดการปรับปรุงพัฒนาให้มีประสิทธิภาพอันเนื่องจากความคิดอันหลากหลายและควรได้รับการฝึกอบรมและพัฒนาอย่าง

ต่อเนื่องเพื่อเพิ่มทักษะในการปฏิบัติงานซึ่งประกอบด้วย เทคนิคการปรับปรุงงาน เทคนิคการบำรุงรักษาด้วยตนเอง การเสนอแนะความคิดเห็น การทำกิจกรรมกลุ่ม และเทคนิคอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการเพิ่มผลผลิตในโรงงาน

4.ในการเลือกเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทำการติดตั้งในโรงงานเพื่อทำการผลิตในแต่ละอุตสาหกรรม บางครั้งอาจจะยังไม่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากทางผู้ผลิตออกแบบเครื่องจักรให้สามารถใช้งานได้ทั่วไป ซึ่งทางผู้ใช้งานหรือทางโรงงานต้องมาปรับปรุงเครื่องจักรให้เหมาะกับการผลิตเพื่อลดการเกิดของเสียที่อาจเกิดขึ้นได้โดยทำการออกแบบเครื่องจักรและอุปกรณ์เอาไว้ล่วงหน้าหรือเลือกชนิดและรูปแบบให้เหมาะสมกับทางโรงงานโดยเครื่องจักรและอุปกรณ์ในท้องตลาดนั้นมีมากมายหลากหลายยี่ห้อ

5.2.2 **ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป**

จากการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาและปรับปรุงอัตราของเสียให้ลดน้อยลงโดยวิธีต่างๆ โดยทำการศึกษากระบวนการผลิตตั้งแต่ กระบวนการผสม กระบวนการอัดเม็ด จนถึงกระบวนการบรรจุ ซึ่งทำให้สามารถลดอัตราของเสียลงได้ไม่เกิน 8 % แต่จากการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้พบว่ายังมีสาเหตุต่างๆอีกหลายประการที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดของเสียที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข ซึ่งจากแนวทางการปรับปรุงในครั้งนี้สามารถลดการเกิดของเสียได้ในบางส่วนเท่านั้น ดังนั้นทางผู้วิจัยขอเสนอแนะในบางประเด็นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ที่ทำการวิจัยต่อไปดังนี้

1. ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแก้ปัญหาอัตราของเสียที่มีปริมาณการเกิดเป็นลำดับต้นๆของโรงงานคือ ค่าความคงตัวในน้ำ ค่าปนเปื้อน สีเม็ดอาหาร ซึ่งยังไม่ได้ศึกษาครอบคลุมไปถึงการเกิดของเสียในเรื่องอื่นๆ เช่น ค่าความชื้นไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด หรือ ขนาดเม็ดไม่ได้มาตรฐาน ที่ยังไม่ได้ทำการวิจัย

2. ในการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษางานวิจัยโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการปรับปรุงเครื่องจักรต้องให้แน่ใจว่าเครื่องจักรนั้นอยู่ในสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งานทั้งก่อนและหลังปรับปรุงไม่เช่นนั้นข้อมูลที่ได้อาจจะไม่ใช่ข้อมูลที่ถูกต้องเนื่องจากสภาพเครื่องจักรที่แตกต่างกัน

3. การปรับปรุงแก้ไขรวมทั้งเก็บข้อมูลต่างๆทั้งก่อนทำและหลังทำควรให้มีผู้เกี่ยวข้องกับงานนั้นรับรู้ข้อมูลที่เกิดขึ้นเพื่อการพิจารณาร่วมกันทั้งผลได้ผลเสียหรือสิ่งที่จะตามมาในภายหลัง

4. การศึกษาและการวิจัยควรให้ผู้บริหารขององค์กรนั้นได้รับทราบการทำงานเพื่อให้เกิดความร่วมมือจากผู้บริหารระดับสูงลงมายังผู้ปฏิบัติงานทำให้งานนั้นลดการเสียเวลาและติดขัดในความร่วมมือ

5. ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารกุ้งความต้องการของลูกค้าในแต่ละเดือนจะมีไม่เท่ากันเนื่องจากพฤติกรรมการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกร คือในช่วงกลางปีจะมียอดการผลิตสูงสุดเนื่องจากความต้องการอาหารกุ้งมีมากซึ่งมาจากการเจริญเติบโตเต็มวัยของกุ้งและในช่วงต้นปีถึงปลายปีความต้องการอาหารกุ้งจะน้อยเนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนยังเป็นช่วงเริ่มการเลี้ยงกุ้ง

บรรณานุกรม

ฐิติพร สังข์สัมฤทธิ์. 2544. การลดการสูญเสียในกระบวนการพิมพ์หนังสือ. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนเดช โชติกาญจนเรือง. 2550. การลดปริมาณของเสียในการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก: กรณีศึกษาโรงงานผลิตเตาอบไมโครเวฟ. สารนิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

นิศากร สมสุข, จิตลดา ชิ้มเจริญ, สุพจน์ งอกกำไร, สมชาย น้ำขาว และนัยนา ไชยโกฏิ. 2551. การศึกษาและปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตท่อการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี พ.ศ.2551 สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย 20 - 22 ตุลาคม 2551.

นันทิวา โมกขธรรมศิริ. 2551. ทำการศึกษาเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตอาหารกุ้ง. สารนิพนธ์สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรชัย ศศิวรรณ. 2550. การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนกันโคลนรถยนต์. สารนิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มานิตย์ รัตนพันธ์. 2550. การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในโรงงานผลิตอาหารกุ้ง. สารนิพนธ์ สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ยอดนภา เกษเมือง, เฉลิง พลเจริญ, ศุภชัย แสงจันทร์ และกิตติพงษ์ วริศรากุล. 2552. การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรกรณีศึกษาหจก.สุจรรยาพาณิชย์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี.การประชุมวิชาการ ธนบุรีวิจัย ครั้งที่ 2. 17 ตุลาคม 2552.

รัฐพล วุฒิการณ์ และประเสริฐ อัครประถมพงค์. 2551. ศึกษาแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์หามูลค่าความสูญเสียในกระบวนการผลิตโดยใช้แนวทางค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร. ว.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Engng.J.CMU. [2008] 15 (2), 26 - 40

สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร และนิพนธ์ บุญปสาท. 2547. (ออนไลน์). การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตด้วยวิธีการมอบหมายงาน สืบค้นจาก http://www.ie.psu.ac.th/ienet_2008/papers/ienetwork2008/paper/ (22 มิถุนายน 2547)

สมเกียรติ เกษศิลา. 2550. การลดของเสียในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์กราเวียร์ กรณีศึกษา บริษัท ไทย ซีโน รอลเลอร์ เม็คคิ่ง จำกัด วิทยานิพนธ์สาขาการจัดการงานอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.

อภินันท์ จันตะนี. 2549. การใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับการวิจัยทางธุรกิจ. ฝ่ายบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

Amine Drira., Henri Pierreval. and Sonia Hajri - Gabouj. 2007. Facility Layout Problems: A Survey. Journal of Annual Reviews in Control, 31, 255 - 267.

Dheeraj Bansala., David J. Evansb. and Barrie Jones. 2005. Application of a real-time predictive maintenance system to a production machine system (Online) Avalable. http://www.sciencedirect.com/ (5 February 2005)

Jaydeep Balakrishnan., Chun Hung Cheng., Daniel G. Conway. and Chun Ming Lau. 2001. A Hybrid Genetic Algorithm for the Dynamic Plant Layout Problem. Journal of Production Economics, 86, 107 - 120.

M. Carmen Carnero Moya. 2004. The control of the setting up of a predictive maintenance. Journal of Annual Reviews in Control, 32, 57 - 75.

R. Kirchner., S. Luckmann b., I. Montvay., K. Spanderen b. and j. Westphalent. 1999. Numerical simulation of dynamical gluinos: experience with a multi - bosonic algorithm and first results Nuclear Physics B (Proc. Suppl.) 73 (1999) 828 - 833

Vorne Industries. 2008. The Fast Guide to OEE. Itasca, IL USA.

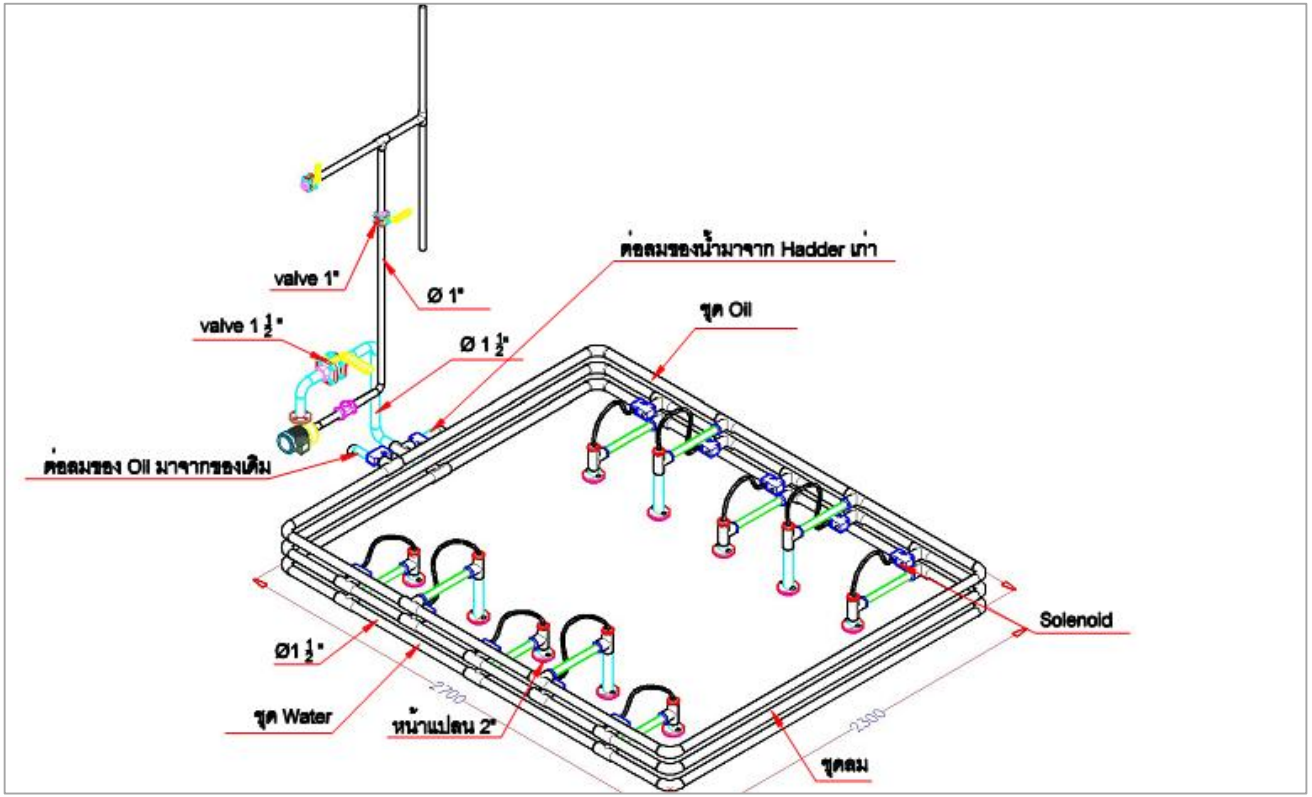
Yamane, Taro. 1976. Statistic : An Introduction Analysis. 2 nd ed. New York : Harper and Row.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รูปแบบการปรับปรุง

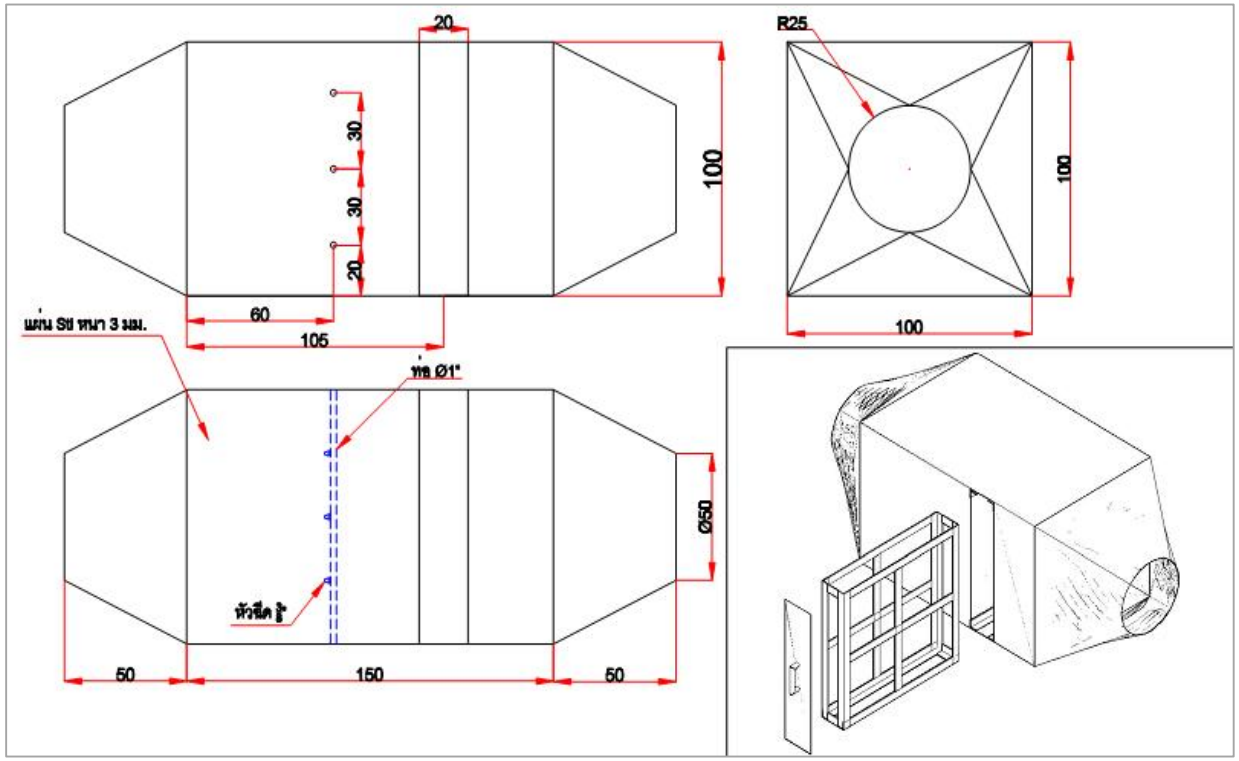
รูปแบบการปรับปรุงที่ 1

ระบบฉีดของเหลว



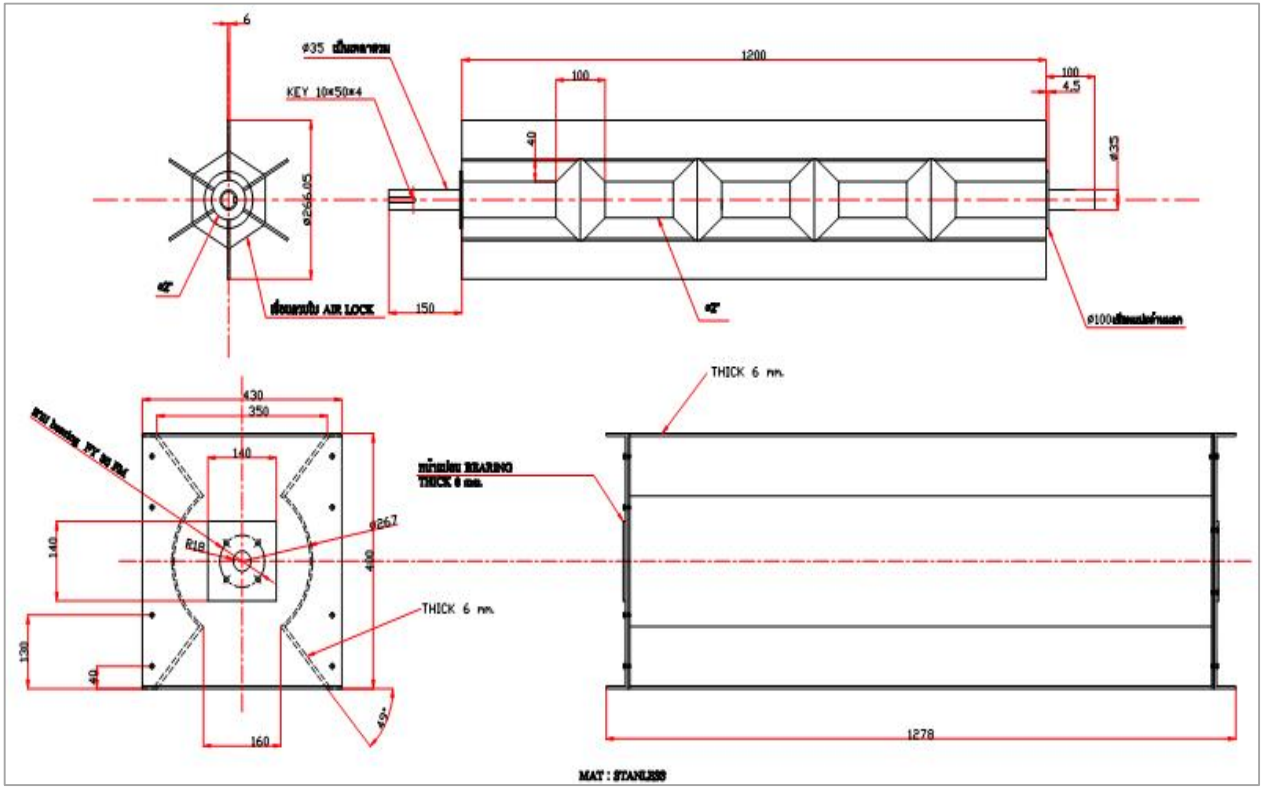
รูปแบบการปรับปรุงที่ 2

เครื่องลดอุณหภูมิลมร้อน



รูปแบบการปรับปรุงที่ 3

ลิ้นปล่อยอาหารแบบหมุนป้องกันอากาศรั่วไหล



ภาคผนวก ข
การทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานที่ 1 ค่าความหยาบของวัตถุดิบที่ไม่ผ่านตะแกรงร่อนก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงมีความแตกต่างกันหรือไม่

เก็บผล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	31.3	30.0	27.0	30.7	28.4	31.3	32.5	34.1	37.5	35.0	35.9	34.7	30.6	34.5
B	17.9	19.0	16.7	19.6	16.6	17.0	17.5	16.2	17.4	17.6	20.1	17.0	16.9	14.5

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : $(\mu 1 - \mu 2 = 0)$ สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : $(\mu 1 - \mu 2 \neq 0)$ สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

ใช้ค่าสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14

Two-sample T for A vs B

	N	Mean	StDev
A	14	32.39	3.00
B	14	17.43	1.43

Difference = mu (A) - mu (B)

Estimate for difference: 14.9643

P-Value = 0.000

ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

สมมติฐานที่ 2 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุงระบบฉีดของเหลวมีความแตกต่างกันหรือไม่

เก็บผล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.33	0.20	0.43	0.20	0.35	0.40	0.31	0.30	0.30	0.20	0.20	0.40
B	0.15	0.20	0.00	0.20	0.18	0.20	0.12	0.00	0.10	0.10	0.06	0.20

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

ใช้ค่าสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14

Two-sample T for A vs B

	N	Mean	StDev
A	12	0.3017	0.0855
B	12	0.1258	0.0756

Difference = mu (A) - mu (B)

Estimate for difference: 0.175833

P-Value = 0.000

ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

สมมติฐานที่ 3 อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุงระบบฉีดของเหลวมีความแตกต่างกันหรือไม่

เก็บผล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.30	0.20	0.03	0.17	0.20	0.00	0.10	0.10	0.10	0.22	0.20	0.18
B	0.00	0.04	0.10	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.06

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

ใช้ค่าสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14

Two-sample T for A vs B

	N	Mean	StDev
A	12	0.1500	0.0856
B	12	0.0333	0.0514

Difference = mu (A) - mu (B)

Estimate for difference: 0.116667

P-Value = 0.001

ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

สมมติฐานที่ 4 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุงระบบเพื่อให้สามารถเดินระบบทำลมร้อนได้มากขึ้นมีความแตกต่างกันหรือไม่

เก็บผล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.31	0.30	0.20	0.19	0.10	0.22	0.28	0.31	0.17	0.20	0.10	0.23
B	0.13	0.20	0.00	0.10	0.10	0.11	0.10	0.15	0.20	0.10	0.10	0.20

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : $(\mu 1 - \mu 2 = 0)$ สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : $(\mu 1 - \mu 2 \neq 0)$ สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

ใช้ค่าสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14

Two-sample T for A vs B

	N	Mean	StDev
A	12	0.2175	0.0734
B	12	0.1242	0.0576

Difference = mu (A) - mu (B)

Estimate for difference: 0.093333

P-Value = 0.002

ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

สมมติฐานที่ 5 อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุงระบบเพื่อให้สามารถเดินระบบทำลมร้อนได้มากขึ้นมีความแตกต่างกันหรือไม่

เก็บผล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.21	0.00	0.10	0.09	0.16	0.02	0.10	0.08	0.10	0.10	0.00	0.10
B	0.10	0.00	0.05	0.00	0.10	0.01	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

ใช้ค่าสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14

Two-sample T for A vs B

	N	Mean	StDev
A	12	0.0883	0.0610
B	12	0.0292	0.0392

Difference = mu (A) - mu (B)

Estimate for difference: 0.059167

P-Value = 0.011

ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

สมมติฐานที่ 6 อัตราของเสียค่าปนเปื้อนก่อนและหลังปรับปรุงระบบเพื่อให้สามารถเดินระบบทำลมร้อนได้มากขึ้นมีความแตกต่างกันหรือไม่

เก็บผล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.31	0.27	0.23	0.19	0.12	0.2	0.28	0.31	0.37	0.2	0.12	0.33
B	0.13	0.19	0.11	0.1	0.1	0.1	0.12	0.15	0.21	0.2	0.1	0.23

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : $(\mu 1 - \mu 2 = 0)$ สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : $(\mu 1 - \mu 2 \neq 0)$ สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

ใช้ค่าสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14

Two-sample T for A vs B

	N	Mean	StDev
A	12	0.2450	0.0803
B	12	0.1400	0.0471

Difference = mu (A) - mu (B)

Estimate for difference: 0.105000

P-Value = 0.001

ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

สมมติฐานที่ 7 อัตราของเสียค่าความคงตัวในน้ำก่อนและหลังปรับปรุงลิ้นปล่อยอาหารตู้นึ่งเพื่อให้สามารถรักษาแรงดันและอุณหภูมิในการนึ่งอาหารมีความแตกต่างกันหรือไม่

เก็บผล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.13	0.20	0.00	0.10	0.10	0.11	0.10	0.15	0.20	0.10	0.10	0.20
B	0.11	0.17	0.00	0.05	0.05	0.11	0.08	0.10	0.10	0.08	0.07	0.05

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : $(\mu 1 - \mu 2 = 0)$ สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : $(\mu 1 - \mu 2 \neq 0)$ สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

ใช้ค่าสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14

Two-sample T for A vs B

	N	Mean	StDev
A	12	0.1242	0.0576
B	12	0.0808	0.0425

Difference = mu (A) - mu (B)

Estimate for difference: 0.043333

P-Value = 0.049

ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

สมมติฐานที่ 8 อัตราของเสียสีเม็ดอาหารก่อนและหลังปรับปรุงลิ้นปล่อยอาหารตู้นึ่งเพื่อให้สามารถรักษาแรงดันและอุณหภูมิในการนึ่งอาหารมีความแตกต่างกันหรือไม่

เก็บผล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.10	0.00	0.05	0.00	0.10	0.01	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
B	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

ใช้ค่าสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14

Two-sample T for A vs B

	N	Mean	StDev
A	12	0.0292	0.0392
B	12	0.00250	0.00452

Difference = mu (A) - mu (B)

Estimate for difference: 0.026667

P-Value = 0.039

ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

สมมติฐานที่ 9 อัตราของเสียค่าปนเปื้อนก่อนและหลังปรับปรุงลิ้นปล่อยอาหารตู้นึ่งเพื่อให้สามารถรักษาแรงดันและอุณหภูมิในการนึ่งอาหารมีความแตกต่างกันหรือไม่

เก็บผล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	0.13	0.19	0.11	0.10	0.10	0.09	0.12	0.15	0.21	0.15	0.10	0.23
B	0.08	0.11	0.00	0.07	0.00	0.10	0.02	0.10	0.12	0.07	0.07	0.13

ตั้งสมมุติฐาน

H_0 : ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) สมมติฐานหลัก ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่มีความแตกต่าง

H_1 : ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) สมมติฐานรอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

ใช้ค่าสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14

Two-sample T for A vs B

	N	Mean	StDev
A	12	0.1400	0.0471
B	12	0.0725	0.0445

Difference = mu (A) - mu (B)

Estimate for difference: 0.067500

P-Value = 0.002

ค่า P ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า ค่า α ที่ 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธ H_0 ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงมีความแตกต่าง

ภาคผนวก ค
ขั้นตอนการปฏิบัติงานและตรวจสอบระบบ

บริษัท……	เลขที่เอกสาร…….
วิธีปฏิบัติงาน (WORK INSTRUCTION)	หน้าที่ ……..
หัวข้อ : การทดสอบระบบฉีดของเหลวในกระบวนการผสม	

1.0 **วัตถุประสงค์**

1.1 เพื่อให้การเดินเครื่องจักรเป็นไปอย่างถูกต้อง

1.2 เพื่อให้การผลิตอาหารกุ้งได้ประสิทธิภาพและคุณภาพตามที่ต้องการ

2.0 **ผู้รับผิดชอบ**

2.1 ผจก.แผนกผสม

3.0 **ผู้ปฏิบัติงาน**

3.1 หน.หน่วยผสม

3.2 พนักงานมิกเซอร์

4.0 **ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**

4.1 เปิดวาล์วก่อนเข้ามอเตอร์ปั้มของเหลว

4.2 ปิดวาล์วก่อนฉีดเข้าเครื่องผสม

4.3 นำถังพลาสติกมารองรับที่ปลายท่อ By Pass ก่อนเข้า Solenoid Valve

4.4. เปิดวาล์ว By Pass

4.5. Manual Motor Pump โดยคลิกขวาที่ Selector SW. แล้วเลือก Manual Batching

4.6 คลิกขวาที่วาล์วใต้ถังบรรจุของเหลวในหน้าจอของ Automatic Batching

4.7 คลิกซ้ายที่ Manual Operate

4.8 คลิกขวาที่ Start (ช่วงนี้ Motor Pump จะทำการไล่ของเหลวในท่อ)

4.9 เมื่อของเหลวในท่อหมดให้คลิกขวาที่ Stop

4.10 แล้วออกจากระบบโดยคลิกขวาที่ EXIT

4.11 คลิกเข้าระบบ Auto ของ Selector SW. ของ Batching

4.12 ปิดวาล์ว By Pass

4.13 เปิดวาล์วก่อนฉีดเข้า Batching ตามปกติ

4.14 นำของเหลวถังพลาสติกไปชั่งที่ Batching ตามที่สูตรกำหนด

บริษัท……	เลขที่เอกสาร…….
วิธีปฏิบัติงาน (WORK INSTRUCTION)	หน้าที่ ……..
หัวข้อ : การทดสอบระบบฉีดของเหลวในกระบวนการผสม	

4.15 ทำการถอดหัวฉีดจากเครื่องแล้วทดสอบการเป็นฝอยละออง

4.16 ตรวจสอบการรั่วของระบบและลงบันทึกการตรวจสอบระบบ

ผู้เตรียม :		ผู้อนุมัติ :
ฝ่าย : ผลิต	แก้ไขครั้งที่ :	เริ่มใช้วันที่ :

บริษัท……	เลขที่เอกสาร…….
วิธีปฏิบัติงาน (WORK INSTRUCTION)	หน้าที่ ……..
หัวข้อ : การควบคุมการเดินระบบไบโอฟิลเตอร์	

1.0 **วัตถุประสงค์**

1.1 เพื่อให้การเดินเครื่องจักรเป็นไปอย่างถูกต้อง

1.2 เพื่อให้การบำบัดมลพิษอากาศมีประสิทธิภาพ

2.0 **ผู้รับผิดชอบ**

2.1 เจ้าหน้าระบบบำบัดมลพิษ

3.0 **ผู้ปฏิบัติงาน**

3.1 ผู้ปฏิบัติงานประจำระบบป้องกันมลพิษอากาศที่ได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมหรือพนักงานที่ได้รับมอบหมายให้เป็นผู้ปฏิบัติงานประจำระบบป้องกันมลพิษอากาศของบริษัท

3.2 พนักงานระบบป้องกันมลพิษอากาศ

4.0 **ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**

4.1 ดำเนินการตรวจเช็คระบบก่อนการเดินระบบใหม่ทุกครั้ง

4.2 ตรวจเช็คความพร้อมในการทำงานของ Humidifier ซึ่งทำหน้าที่ในการเพิ่มความชื้นโดยตรวจเช็คการสเปรย์ของหัวฉีดให้ครอบคลุมพื้นที่ภายใน Humidifier และ ตรวจเช็คตามรายการตรวจเช็คประจำวันที่กำหนดไว้

4.3 ตรวจเช็คการรั่วไหลของระบบสเปรย์น้ำ

4.4 ตรวจเช็คจุดรั่วไหลต่างๆ ทั้งระบบ เพื่อป้องกันอากาศรั่วไหลโดยไม่ผ่านการบำบัด

4.5 ปรับตั้งการสเปรย์น้ำใน Humidifier และการสเปรย์น้ำสำหรับตัวกรองเพื่อรักษาความชื้นโดยควบคุมให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่บำบัดยังตัวกรองอยู่ที่ 90-97% และความชื้นของตัวกรองที่ 40-60%

4.6 ตรวจเช็คระบบการระบายอากาศออกจากอาคารบำบัดกลิ่น

บริษัท.....	เลขที่เอกสาร.....
วิธีปฏิบัติงาน (WORK INSTRUCTION)	หน้าที่ .....
หัวข้อ : การควบคุมการเดินระบบไบโอฟิลเตอร์	

4.7 ตรวจเช็คปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของตัวกรอง 2 ครั้ง / เดือน บันทึก รายงานการตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ไบโอฟิลเตอร์

4.8 ตรวจเช็คและทำความสะอาดภายในอุโมงค์ลมอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง บันทึกในแบบฟอร์ม บันทึกการตรวจสอบการทำงานของระบบ Bio Filter

4.9 บันทึกการตรวจเช็คประจำวันลงใน บันทึกในแบบฟอร์ม บันทึกการตรวจเช็คประจำวันการทำงานของระบบ Bio Filter และ การแก้ไข

ผู้เตรียม :		ผู้อนุมัติ :
ฝ่าย : วิศวกรรม	แก้ไขครั้งที่ :	เริ่มใช้วันที่ :

บริษัท……	เลขที่เอกสาร…….
วิธีปฏิบัติงาน (WORK INSTRUCTION)	หน้าที่ ……..
หัวข้อ : การตรวจจุดรั่วไหลลิ้น Holding Bin	

1.0 **วัตถุประสงค์**

1.1 เพื่อให้การเดินเครื่องจักรเป็นไปอย่างถูกต้อง

1.2 เพื่อให้การผลิตอาหารกุ้งได้ประสิทธิภาพและคุณภาพตามที่ต้องการ

2.0 **ผู้รับผิดชอบ**

2.1 ผู้จัดการแผนกระบบอัดเม็ด

3.0 **ผู้ปฏิบัติงาน**

3.1 ผู้ปฏิบัติงานระบบอัดเม็ด

4.0 **ขั้นตอนการปฏิบัติงาน**

4.1 เตรียมไฟฉายหรือสปอร์ตไลท์

4.2 ส่องไฟฉายหรือสปอร์ตไลท์ผ่านประตูกระจกตู้ DRYER ไปยังด้านใต้ของตู้ HOLDING BIN เพื่อสังเกตุจุดรั่วของลิ้น HOLDING BIN โดยดูให้ทั่วๆใช้เวลาประมาณ 1-5 นาที /1ตู้ ถ้าหากมีอาหารไหล ลงสู่ DRYERในขณะที่ลิ้น HOLDING BIN ทุกใบอยู่ในลักษณะปิดแสดงว่าลิ้น HOLDING BIN รั่ว

4.3 ถ้าลิ้น HOLDING BIN รั่วให้แจ้งซ่อมกับฝ่ายวิศวกรรม

4.4 ตรวจเช็คอุณหภูมิ Holding Bin ทุก ๆ 1 ชั่วโมง พร้อมกับการตรวจลิ้น Holding Bin และบันทึกลงในเอกสาร รายงานตรวจเช็คอุณหภูมิตู้ Holding Bin

ผู้เตรียม :		ผู้อนุมัติ :
ฝ่าย : ผลิต	แก้ไขครั้งที่ :	เริ่มใช้วันที่ :

แบบฟอร์มที่ 1

ใบบันทึกรายงานวัตถุดิบปนกันในถัง

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

รายละเอียดสาเหตุและปัญหาที่ทำให้เกิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้รายงาน

วิธีดำเนินการกับวัตถุดิบที่ปนกันในถัง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้อนุมัติ

แบบฟอร์มที่ 2

การตรวจสอบระบบผสมของเหลว

ประจำวันที่ _____ ผลิต 1

ของเหลว	A = น้ำหนัก ที่ต้องการ (Kg)	B = น้ำหนัก ที่อ่านได้ (Kg)	C = น้ำหนัก ที่ทดสอบได้ (Kg)	ปริมาณที่คลาดเคลื่อน		การปรับปรุงแก้ไข
				A - C	B - C	

ทดสอบโดย _____ ผลิต 1 ผู้ตรวจสอบ _____

ผลิต 2

ของเหลว	A = น้ำหนัก ที่ต้องการ (Kg)	B = น้ำหนัก ที่อ่านได้ (Kg)	C = น้ำหนัก ที่ทดสอบได้ (Kg)	ปริมาณที่คลาดเคลื่อน		การปรับปรุงแก้ไข
				A - C	B - C	

ทดสอบโดย _____ ผลิต 2 ผู้ตรวจสอบ _____

ผลิต 3

ของเหลว	A = น้ำหนัก ที่ต้องการ (Kg)	B = น้ำหนัก ที่อ่านได้ (Kg)	C = น้ำหนัก ที่ทดสอบได้ (Kg)	ปริมาณที่คลาดเคลื่อน		การปรับปรุงแก้ไข
				A - C	B - C	

ทดสอบโดย _____ ผลิต 3 ผู้ตรวจสอบ _____

รับทราบ _____ ผอ.แผนกผลิต

แบบฟอร์มที่ 3

ใบบันทึกการตรวจสอบน้ำหนักสูตร

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ชื่อผลิตภัณฑ์ .....
ผลิตวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....
ผลัด ..... ผลิตตั้งแต่เวลา .....ถึง .....

น้ำหนักที่ใช้ / ชุด (kg) .....
น้ำหนักจริง (kg) .....
แตกต่าง (kg) .....

ควบคุมการชั่งโดย ..... ตำแหน่ง พนักงานผสม

ตรวจสอบโดย ..... ตำแหน่ง หัวหน้าหน่วยผสม

ตรวจสอบ ..... ผู้จัดการแผนกประสานงานการผลิต
วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ..... เวลา ..... น.

แบบฟอร์มที่ 4

แบบฟอร์มการตรวจเช็คอุณหภูมิภายในถัง Humidifier ของ Bio Filter

ประจำเดือน

ว / ด / ป	เวลา	อุณหภูมิภายในถัง Humidifier ของ BIO Filter																อุณหภูมิตัวกรอง					น้ำที่ใช้ในระบบ		หมายเหตุ
		Line 3		Line 4		Line 7		Line 1		Line 5		Line 8		Line 2		Line 6									
		เข้า	ออก	เข้า	ออก	เข้า	ออก	เข้า	ออก	เข้า	ออก	เข้า	ออก	เข้า	ออก	เข้า	ออก	4	3	7	1	5	น้ำดี	น้ำเสีย	
	8.30																								
	10.30																								
	12.30																								
	14.30																								
	16.30																								
	18.30																								
	20.30																								
	22.30																								
	0.30																								
	2.30																								
	4.30																								
	6.30																								

แบบฟอร์มที่ 5

ใบบันทึกการตรวจสอบอุปกรณ์ดักจับไอน้ำ

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

No.	Line 1			Line 2			Line 3			Line 4			Line 5			Line 6			Line 7			Line 8		
	Code	ปกติ	ไม่ปกติ	Code	ปกติ	ไม่ปกติ	Code	ปกติ	ไม่ปกติ	Code	ปกติ	ไม่ปกติ	Code	ปกติ	ไม่ปกติ	Code	ปกติ	ไม่ปกติ	Code	ปกติ	ไม่ปกติ	Code	ปกติ	ไม่ปกติ
1.	B1-B1			B2-B1			B3-B1			B4-B1			B5-F1			B6-F1			B7-D1			B8-D1		
2.	B1-D1			B2-D1			B3-D1			B4-D1			B5-F2			B6-F2			B7-D2			B8-D2		
3.	B1-D2			B2-D2			B3-D2			B4-D2			B5-F3			B6-F3			B7-D3			B8-D3		
4.	B1-D3			B2-D3			B3-D3			B4-D3			B5-F4			B6-F4			B7-D4			B8-D4		
แรงดันไอน้ำ																								

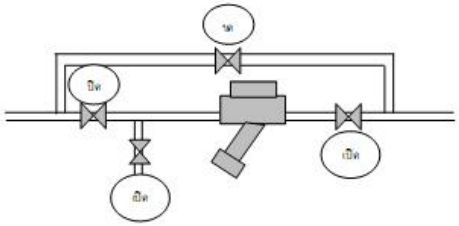
ผู้ตรวจเช็ค .....

ผู้ตรวจสอบ .....

วิธีการตรวจเช็ค

1. ตรวจเช็คว่ามีน้ำปนในระบบ Steam หรือไม่โดยการเปิด - ปิด วาวล์ตามรูป
2. ตรวจเช็ค Trap ถ้าร้อนให้ทำเครื่องหมาย (/) ในช่องปกติ

ถ้า Trap ไม่ร้อนหรือมีน้ำปนมากแสดงว่าผิดปกติ ให้ทำเครื่องหมาย (x) ในช่องผิดปกติ



แบบฟอร์มที่ 6

ใบบันทึกการทำความสะอาดระบบปั๊มเม็ด

วันที่ ..... เดือน .....พ.ศ..... ผลัดที่ .....

รายการทำความสะอาด	Line 1		Line 2		Line 3			Line 4			Line 5		Line 6		Line 7			Line 8		
	PL 1	PL 2	PL 3	PL 4	PL 5	PL 6	PL17	PL7	PL 8	PL18	PL 9	PL10	PL11	PL12	PL13	PL14	PL19	PL15	PL16	PL20
1. ตะแกรงและฝาปิดปากถังปั๊มเม็ด																				
2. สไลด์ปากถังปั๊มเม็ด																				
3. สไลด์ใต้ถังปั๊มเม็ด																				
4. ฝาครอบเครื่องปั๊มเม็ด																				
5. ตัวเครื่องปั๊มเม็ด																				

ทำเครื่องหมาย (/) ผลตรวจปกติ ทำเครื่องหมาย (×) ผลตรวจไม่ปกติ

ผู้ตรวจสอบ.....

หมายเหตุ : ความถี่ในการทำความสะอาด 1 ครั้ง/สัปดาห์

แบบฟอร์มที่ 7

ใบบันทึกการตรวจเช็คระบบปั๊มเม็ด

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

รายการ	เวลาตรวจเช็ค	Line 1		Line 2		Line 3			Line 4			Line 5		Line 6		Line 7			Line 8		
		PL 1	PL 2	PL 3	PL 4	PL 5	PL 6	PL17	PL7	PL 8	PL18	PL 9	PL10	PL11	PL12	PL13	PL14	PL19	PL15	PL16	PL20
เบอร์ Die	.....																				
ขนาดรู Die (มม.)	.....																				
อายุ Die (ตัน)	.....																				
รหัสอาหาร	.....																				
ตัน / ชม.	.....																				
อุณหภูมิหน้าเครื่อง	.....																				
อุณหภูมิตู้นึ่ง (Holding bin)	.....																				
อุณหภูมิตู้อบอาหาร (Dryer)	.....																				
อุณหภูมิใน Cooler	.....																				
ความชื้นอาหาร	.....																				

แบบฟอร์มที่ 8

ใบบันทึกการตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องจักร

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ผลัด	เวลาปฏิบัติงาน	แรงดันลม		จุดรั่วไหลของลม		ลิ้นปิด - เปิด ตู้ปั่ง		สาเหตุ / การปรับปรุงแก้ไข	ลงชื่อผู้ปฏิบัติ
		ปกติ	ผิดปกติ	มี	ไม่มี	ปกติ	ผิดปกติ		
1									
2									
3									

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล นายสุกิต แซ่ว่อง

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5210121088

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า	2547
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล	เจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร	

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม

บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)

125 ม.8 ถ.กาญจนวนิช ต.บ้านพรุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90250