



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การลดปริมาณน้ำหนักส่วนเกินในบรรจุภัณฑ์หมากฝรั่ง  
Decrease Overweight in Chewing Gum.

วริศรา ชัยธรรมโชค

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การลดปริมาณน้ำหนักรส่วนเกินในบรรจุภัณฑ์หมากฝรั่ง  
ชื่อ-สกุลนักศึกษา วริศรา ชัยธรรมโชค  
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมอาหาร  
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.สมิคร รักแม่  
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นาย ปริญญา เจริญส  
สถานประกอบการ บริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชันแนล (ประเทศไทย) จำกัด

## บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิตหมากฝรั่งโดยลดในส่วนปริมาณน้ำหนักรส่วนเกิน น้ำหนักรส่วนเกินนั้นเกิดขึ้นจากบริษัทไม่สามารถผลิตสินค้าที่มีน้ำหนักรน้อยกว่าที่บรรจุภัณฑ์ระบุไว้ แต่เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ไม่คงที่ทำให้น้ำหนักรของผลิตภัณฑ์นั้นมีความแปรผันสูง เป็นเหตุให้ทางบริษัทจำเป็นต้องเผื่อน้ำหนักรในการผลิตหมากสูง โดยผู้จัดทำได้ศึกษากระบวนการผลิตหมากฝรั่งพบว่าสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ที่ทำให้น้ำหนักรของหมากฝรั่งมีความแปรผันสูงประกอบไปด้วย พนักงานไม่บันทึกค่าจริง อุณหภูมิของหมากฝรั่งไม่เท่ากัน ความหนาแน่นของหมากฝรั่งไม่เท่ากัน เครื่องโรยแป้งโรยแป้งไม่สม่ำเสมอ การปรับความเร็วรอบเครื่อง Extruder ช่องว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่นิ่ง ระบายของลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่เท่ากัน และแป้งจากหมากฝรั่งติดลูกกลิ้ง หลังจากได้ทำการศึกษาข้อมูลเชิงลึกพบว่า สาเหตุที่แท้จริง คือ พนักงานไม่กรอกข้อมูลจริง แก๊ซโดยจัดอบรมพนักงาน อุณหภูมิของหมากฝรั่งไม่เท่ากัน แก๊ซโดยปรับตั้งช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิหมาก หากอุณหภูมิของหมากสูงให้ปรับช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ให้กว้างขึ้น และปรับช่องว่างให้น้อยลงเมื่อหมากมีอุณหภูมิต่ำลง แป้งจากหมากฝรั่งติดลูกกลิ้ง แก๊ซโดย เปลี่ยนใบมีดและลูกกลิ้ง ผลที่ได้ทำให้น้ำหนักรส่วนเกินลดลงจาก 1.53 % เป็น 0.47 %

คำสำคัญ : หมากฝรั่ง ,น้ำหนักรส่วนเกิน

Cooperative Title: Decrease Overweight in chewing gum.

Student intern name: VarisaraChaithummachock

Faculty: Engineering Department: Food Engineering

Advisor name: Asst. Prof. Samak Rakmae

Mentor name: Parinya Warunus

Company: Mondelez International ( Thailand ) Co. Ltd.

## Abstract

The purpose of this cooperative is to reduce the production cost of chewing gum by reducing Overweight. Overweight is caused by the unstable production process, variation of the weight of gum include by staffs did not record true values, the variation of the temperature and density of the chewing gum, the speed control of the extruder, gap size of the No.5 roller., Irregular flour sprinkling machine, The speed adjustment of the Extruder, Gap of roller no.5 is not stable. The plane of Roller no.5 is unequal and Powder from Chewing gum stuck the rolling. After studying in-depth data, it was found that the real observation is that employees do not fill in the actual information, correct by organizing heavy training. The temperature of chewing gum is not the same, fix by adjusting the gap between the 5 pairs of rollers to suit the gum temperature. If the temperature of the pieces is high, adjust the gap between the roller no.5 to be wider and reduce the gap when the pieces have lower temperature. The Powder from rolling gum stuck, fix by changing the blades and rollers. The result was excess weight reduced from 1.53% to 0.47%.

**Keywords :** Chewing gum Overweight

## กิตติกรรมประกาศ

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ จากการทำงาน พร้อมทั้งการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าจากหน่วยงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ นาย วัชรพงษ์ เกษมภักดีพงษ์ และทีมงาน ที่ให้คำปรึกษาคำแนะนำต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องงานรวมถึงการใช้ชีวิตการวางตัวในที่ทำงาน และดูแลตลอดการทำงาน ผศ.สมัคร รักแม่ รวมไปถึงอาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมอาหารทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ แนวทางในการทำโครงการในครั้งนี้ เพื่อน ๆ และครอบครัวที่คอยให้กำลังใจเสมอมา

วริศรา ชัยธรรมโชค



# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	i
บทคัดย่ออังกฤษ .....	ii
กิตติกรรมประกาศ .....	iii
สารบัญ .....	iv
สารบัญตาราง .....	vi
สารบัญรูป.....	vii
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	1
1.4 วิธีการดำเนินงาน .....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	3
2.1.1 วิธีการลดต้นทุนการผลิต 7 ประการ .....	3
2.1.2 ปัจจัยสำคัญ 10 ประการในการจัดการคุณภาพโดยรวมอย่างมีประสิทธิภาพ .....	4
2.1.3 การวางแผน การปฏิบัติ การตรวจสอบ การปรับปรุงแก้ไข plan-do-check-act.....	5
2.1.4 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7 Quality Control Tools).....	6
2.1.6 ความหนาแน่นเนื้อ .....	12
2.1.7 ประกาศกระทรวงพาณิชย์.....	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	19

3.1 การวางแผน .....	19
3.1.1 ชั้นการศึกษา.....	19
3.1.2 ชั้นเตรียมงาน.....	22
3.1.3 ชั้นดำเนินงาน.....	27
3.1.4 ชั้นการประเมินผล.....	39
3.2 การปฏิบัติ .....	42
3.3 การตรวจสอบ .....	42
3.4 ชั้นการประเมินผล.....	42
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน .....	43
4.1 การแก้ไขปัญหา.....	43
4.1.1 จัดอบรมพนักงาน.....	43
4.1.2 ปรับตั้งช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5.....	43
4.1.3 ช่องว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่นิ่ง.....	44
4.1.4 เปลี่ยนใบมีดและลูกกลิ้ง.....	44
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	45
บรรณานุกรม .....	45
ภาคผนวก.....	45
ภาคผนวก ก.....	45

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ความหนาของทมาฝรั่ง.....	2
ตารางที่ 3.1 แสดงน้ำหนักส่วนเกินตั้งแต่เดือน มกราคม - สิงหาคม 2562.....	20
ตารางที่ 3.2 แผนดำเนินงาน.....	22
ตารางที่ 3.3 ค่าน้ำหนักและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	30
ตารางที่ 3.4 ความหนาแน่นหมากฝรั่งหลังออกจากเครื่องผสม .....	31
ตารางที่ 3.5 ความหนาแน่นหมากฝรั่งหลังออกจากเครื่องรีด .....	32
ตารางที่ 3.6 น้ำหนักหมากฝรั่ง 7 ร่อง วันที่ 11 กันยายน 2562.....	33
ตารางที่ 3.7 น้ำหนักหมากฝรั่ง 7 ร่อง วันที่ 12 กันยายน 2562.....	34
ตารางที่ 3.8 น้ำหนักหมากฝรั่ง 7 ร่อง วันที่ 13 กันยายน 2562.....	35
ตารางที่ 3.9 น้ำหนักหมากฝรั่ง 7 ร่อง วันที่ 16 กันยายน 2562.....	36
ตารางที่ 3.10 น้ำหนักหมากฝรั่ง 7 ร่อง วันที่ 17 กันยายน 2562.....	37
ตารางที่ 3.11 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันของหมากแต่ละเครื่องผสม.....	40
ตารางผนวกที่ 1 น้ำหนักหมากฝรั่งในช่วง 12-16 สิงหาคม 2562.....	40

## สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	กระบวนการวางแผน การปฏิบัติ การตรวจสอบ การปรับปรุงแก้ไข.....	5
รูปที่ 2.2	ตัวอย่างกราฟเส้น .....	8
รูปที่ 2.3	ตัวอย่างกราฟแท่ง .....	9
รูปที่ 2.4	ตัวอย่างกราฟวงกลม .....	9
รูปที่ 2.5	ตัวอย่างฮิสโตแกรม.....	10
รูปที่ 2.6	ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต .....	10
รูปที่ 2.7	ตัวอย่างแผนภาพก้างปลา.....	11
รูปที่ 2.8	ตัวอย่างแผนภาพการกระจาย.....	11
รูปที่ 2.9	ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม.....	12
รูปที่ 2.10	ภาพตัวอย่างของ Solid density และ bulk density.....	13
รูปที่ 2.11	ตัวอย่างวิธีการชั่งในน้ำ .....	13
รูปที่ 2.12	ตัวอย่างวิธีการใช้ขวด pycnometer.....	14
รูปที่ 2.13	ตัวอย่างวิธีการแทนที่ในวัสดุเม็ดเล็ก .....	14
รูปที่ 2.14	ตารางแสดงขนาดความสูงของตัวอักษรตามปริมาณที่แสดง.....	17
รูปที่ 2.15	ตารางแสดงอัตราเพื่อเหลือเพื่อขนาดชั้นที่ 1 ในหน่วยของน้ำหนัก.....	17
รูปที่ 2.16	ตารางแสดงอัตราเพื่อเหลือเพื่อขนาดชั้นที่ 1 ในหน่วยของความยาว.....	18
รูปที่ 2.17	ตารางแสดงอัตราเพื่อเหลือเพื่อขนาดชั้นที่ 1 ในหน่วยของความปริมาตร.....	18
รูปที่ 2.18	ตารางแสดงอัตราเพื่อเหลือเพื่อขนาดชั้นที่ 1 ในหน่วยของความปริมาตรกรณีปริมาตรสุทธิไม่เท่ากัน .	18
รูปที่ 3.1	หมากฝรั่งขนาด 6 ชิ้น.....	21
รูปที่ 3.2	หมากฝรั่งขนาด 12 ชิ้น .....	21
รูปที่ 3.3	หมากฝรั่งขนาด 28 ชิ้น .....	21
รูปที่ 3.4	ชิ้นของหมากฝรั่ง.....	21
รูปที่ 3.5	กราฟแสดงค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้สำหรับการบรรจุหีบห่อ.....	21
รูปที่ 3.6	กราฟแสดงค่าน้ำหนักมาตรฐานของบริษัท มอนเดลีซ (ประเทศไทย) จำกัด .....	21

รูปที่ 3.7	รูปโครงสร้างกระบวนการผลิต.....	22
รูปที่ 3.8	แผนผังกระบวนการผลิตหมากฝรั่ง .....	23
รูปที่ 3.9	หมากฝรั่งหลังการรีดและตัด.....	24
รูปที่ 3.10	เครื่องตัดหมากฝรั่ง .....	25
รูปที่ 3.11	หมากฝรั่งหลังการตัด.....	25
รูปที่ 3.12	แผนภูมิควบคุมมาตรฐานน้ำหนักหมากฝรั่งในช่วง 12-16 สิงหาคม 2562 .....	25
รูปที่ 3.13	แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา.....	26
รูปที่ 3.14	แผนภูมิน้ำหนักส่วนเกินจากข้อมูลที่บันทึกเองและข้อมูลที่พนักงานบันทึก .....	27
รูปที่ 3.15	การวัดอุณหภูมิ.....	28
รูปที่ 3.16	แผนภูมิอุณหภูมิหมากฝรั่งเฉลี่ยหลังจากออกจากเครื่องผสม .....	28
รูปที่ 3.17	การชั่งน้ำหนักหมากฝรั่ง .....	29
รูปที่ 3.18	แผนภูมิน้ำหนักหมากฝรั่งเฉลี่ยหลังจากเครื่องรีด .....	29
รูปที่ 3.19	การวัดความหนาแน่นโดยอาศัยแทนที่หมากฝรั่งในเม็ดแมงลัก.....	31
รูปที่ 3.20	แผนภูมิความหนาแน่นหมากฝรั่งเฉลี่ยหลังจากออกจากเครื่องผสม .....	32
รูปที่ 3.21	เกจวัดช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง.....	33
รูปที่ 3.22	น้ำหนักหมากฝรั่งทั้ง 7 ร่อง วันที่ 11 กันยายน 2562.....	34
รูปที่ 3.23	น้ำหนักหมากฝรั่งทั้ง 7 ร่อง วันที่ 12 กันยายน 2562.....	35
รูปที่ 3.24	น้ำหนักหมากฝรั่งทั้ง 7 ร่อง วันที่ 13 กันยายน 2562.....	36
รูปที่ 3.25	น้ำหนักหมากฝรั่งทั้ง 7 ร่อง วันที่ 16 กันยายน 2562.....	37
รูปที่ 3.26	น้ำหนักหมากฝรั่งทั้ง 7 ร่อง วันที่ 17 กันยายน 2562.....	38
รูปที่ 3.27	ลูกกลิ้งที่มีแปรงเกาะ .....	38
รูปที่ 3.28	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและน้ำหนัก.....	39
รูปที่ 3.29	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและน้ำหนัก.....	40
รูปที่ 3.30	ลูกกลิ้งก่อนการชุบฮาร์ดโครม.....	41
รูปที่ 3.31	ใบปากที่ทำจากยาง .....	42
รูปที่ 4.1	การจัดการสอนและทดสอบพนักงาน.....	43

รูปที่ 4.2	น้ำหนักหมากฝรั่งหลังการปรับช่องว่างลูกกลิ้ง .....	44
รูปที่ 4.3	น้ำหนักหมากฝรั่งเมื่อลูกกลิ้งไม่มีแปรงติด๗ .....	44



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันหมากฝรั่งได้มีการบริโภคอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นในประเทศหรือต่างประเทศ เนื่องจากหมากฝรั่งมีคุณสมบัติที่มากมาย อาทิเช่น การสร้างเสริมสมานธิ ลดความเครียดและความวิตกกังวล ช่วยให้ฟันสะอาดลดการติดค้างของเศษอาหาร รวมทั้งกรดที่เกิดจากเศษอาหารตามซอกฟันและผิวฟัน ช่วยลดความอยากอาหาร และยังช่วยลดอาการอยากบุหรี่ยิ่งซึ่งส่งผลให้คนสามารถเลิกบุหรี่ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าการศึกษาการเคี้ยวหมากฝรั่งหลังอาหารเป็นเวลา 30 นาทีสามารถช่วยรักษาโรคกรดไหลย้อนได้ เนื่องจากน้ำลายจากการเคี้ยวหมากฝรั่งจะช่วยเจือจางกรดที่อยู่ภายในหลอดอาหาร นอกจากนี้การเคี้ยวหมากฝรั่งยังช่วยขับแก๊สในกระเพาะอาหารซึ่งเป็นอีกสาเหตุของโรคกรดไหลย้อนได้ด้วย

หมากฝรั่งในตลาดบริโภคมีความหลากหลาย เช่น หมากฝรั่งไม่มีน้ำตาล หมากฝรั่งสำหรับเลิกบุหรี่ เพื่อตอบสนองของผู้บริโภคที่รักสุขภาพ สำหรับหมากฝรั่งไม่มีน้ำตาลนั้น ส่วนใหญ่เป็นหมากฝรั่งสำหรับเคี้ยวที่ใช้สารให้ความหวานประเภทพอลิออล (Polyols) แทนน้ำตาล เช่น ซิลิทอล (Xylitol) ซึ่งเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่มีคาร์บอน 5 อะตอม ในโครงสร้าง เพราะเชื้อแบคทีเรียในช่องปากไม่สามารถย่อยสลายน้ำตาลแอลกอฮอล์เป็นอาหารได้ จึงช่วยลดปริมาณการเกิดคราบฟัน นอกจากนี้ น้ำตาลแอลกอฮอล์ยังช่วยกระตุ้นการหลั่งของน้ำลาย และเป็นตัวกลางในการนำแร่ธาตุที่มีประโยชน์มาหล่อเลี้ยงฟันจึงช่วยลดอาการฟันผุ

ซึ่งจึงทำให้มีบริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชันแนล (ประเทศไทย) จำกัด มีการส่งออกผลิตภัณฑ์หมากฝรั่งอย่างแพร่หลาย แต่เนื่องจากเมื่อมีการส่งออกหมากฝรั่งหลายประเทศการปฏิบัติตามกฎหมายจึงถือเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะเรื่องน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

โดยพื้นฐานของกฎหมายนั้น หากปริมาณสินค้าที่ผลิตนั้นน้อยกว่าที่บรรจุภัณฑ์ระบุไว้จะมีโทษตามประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง กำหนดชนิดสินค้าที่ห้ามห่อหุ้มและวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเมื่อเหลือเมื่อขาด เป็นเหตุให้ทางบริษัท มอนเดลีซ อินเตอร์เนชันแนล (ประเทศไทย) จำกัดจะต้องมีการเผื่อน้ำหนักของสินค้าให้สูงกว่าที่ระบุไว้ที่บรรจุภัณฑ์เล็กน้อย แต่เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ไม่คงที่ทำให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์นั้นมีความผันแปรเราจึงมีการทำแผนภูมิควบคุมมาเพื่อควบคุมน้ำหนัก

แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความผันแปรที่สูง ทำให้เรากำหนดเส้นแกนกลางสูงไปด้วยเพื่อไม่ให้เกิดการตีกลับของสินค้า ซึ่งการกำหนดเส้นแกนกลางที่สูงส่งผลต่อต้นทุนการผลิตด้วยเช่นกัน เนื่องจากเราต้องผลิตน้ำหนักที่มากกว่าที่กำหนด ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดโครงการนี้ขึ้นมา

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อลดต้นทุนการผลิตหมากฝรั่งโดยลดปริมาณน้ำหนักบรรจุส่วนเกิน

### 1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 กระบวนการผลิตหมากฝรั่งตั้งแต่รับส่วนผสมจนถึงการขึ้นรูปหมากฝรั่งเป็นแผ่น

1.3.2 กระบวนการเก็บข้อมูลน้ำหนักของหมากฝรั่ง

1.3.3 หมากรฝรั่งขนาด กว้าง 43 มิลลิเมตร ยาว 140 มิลลิเมตร ส่วนความหนาจะขึ้นอยู่กับแต่ละรสชาติ ดังตารางที่ 1.1

**ตารางที่ 1.1 ความหนาของหมากรฝรั่ง**

รสชาติ	ความหนา (mm.)
Watermelon	2.85
Mint	2.85
Forever Fruit	2.8
Strawberry	2.8
Grape	2.8

**1.4 วิธีการดำเนินงาน**

1. การเลือกหัวข้อปัญหา
2. สำนวจสภาพปัจจุบันและตั้งเป้าหมาย
3. วางแผนการแก้ไขปัญหา
4. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
5. พิจารณามาตรการตอบโต้
6. ยืนยันผลลัพธ์
7. จัดทำมาตรฐาน

**1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

สามารถลดปริมาณของน้ำหนักส่วนเกินจาก 1.1% เป็น 0.8%

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 วิธีการลดต้นทุนการผลิต 7 ประการ (Ekarin Sangthammarat, 2018)

1. over production คือ ความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตที่มากเกินไปจนความจำเป็น ซึ่งจะนำมาสู่การ Over stock ของสินค้า การผลิตที่มากเกินไปหรือมาเกินความต้องการของลูกค้าเนื่องมาจาก

- 1.1 คาดการณ์ความต้องการผลิตภัณฑ์ผิดพลาด
- 1.2 ขาดประสิทธิภาพการวางแผนการผลิต
- 1.3 อื่น ๆ

แนวทางในการลดต้นทุนการผลิตที่มากเกินไปจนความจำเป็น

1. ฝ่ายขายต้องคอยวิเคราะห์และอัปเดตปัจจัยต่าง ๆ ที่มีโอกาสในการส่งผลกระทบต่อปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้า

2. มีการประสานงานอย่างใกล้ชิดระหว่างฝ่ายวางแผนการผลิตและฝ่ายขายเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์

2. Waiting คือ ความสูญเสียจากการรอคอย

กระบวนการการรอนั้นไม่ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์และมูลค่าสาเหตุที่ทำให้เกิดการรอคอย

- 2.1 เครื่องจักรเสีย
- 2.2 วัสดุดิบไม่เพียงพอ

แนวทางในการลดต้นทุนที่เกิดจากการรอคอย

1. มีการจัดการพื้นที่จัดเก็บให้มีระเบียบเรียบร้อย
2. ลดการหยุดการผลิตที่เกิดจากเครื่องจักรเสีย (machine break down) โดยการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร (preventive maintenance)

3. Transportation คือ ความสูญเสียจากการขนส่ง

สาเหตุของความสูญเสียจากการขนส่ง

- 3.1 การวางแผนกระบวนการที่ขาดประสิทธิภาพ
- 3.2 การวางผังโรงงานที่ขาดประสิทธิภาพ

แนวทางการลดต้นทุนการผลิตที่เกิดจากการขนส่ง

1. เราต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องในการทำการปรับผังผังโรงงานและกระบวนการผลิต

4. Excess Inventory คือ ความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังที่มากเกินไป

สาเหตุของของสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลังมากเกินไป

- 5.1 เกิดจากการผลิตที่มากเกินไป
- 5.2 การคำนวณการจัดเก็บเพื่อความปลอดภัย และ ปริมาณการสั่งซื้อขั้นต่ำ ไม่เหมาะสม

แนวการลดต้นทุนที่เกิดจากการจัดเก็บวัสดุคงคลังมากเกินไป

1. มีการเช็คของในสต็อกอย่างสม่ำเสมอและกำหนดขั้นต่ำอย่างพอดี
2. มีการทบทวนแผนในการผลิต

#### 5. Defect ความสูญเสียที่เกิดจากงานที่มีความบกพร่อง

สาเหตุของความสูญเสียจากงานที่มีความบกพร่อง

- 5.1 พนักงานขาดทักษะ
- 5.2 พนักงานมีความประมาท เลินเล่อ
- 5.3 วัสดุดิบไม่มีคุณภาพ
- 5.4 เครื่องจักรไม่มีประสิทธิภาพ
- 5.5 วิธีการทำงานไม่เหมาะสม

แนวทางการลดต้นทุนที่เกิดจากงานที่มีความบกพร่อง

1. โดยปกติแล้วงานที่บกพร่องนั้นเกิดในกระบวนการผลิตทางหน่วยงานด้านคุณภาพ

จำเป็นต้องเข้ามาวิเคราะห์ร่วมกันกับฝ่ายผลิตเพื่อสาเหตุของงานที่บกพร่อง

#### 6. Excess Motion ความสูญเสียที่เกิดจากการเคลื่อนไหวมากเกินไป

สาเหตุของการสูญเสียที่เกิดจากการเคลื่อนไหวมากเกินไป

- 6.1 ขาดประสิทธิภาพในการทำงาน
- 6.2 พนักงานไม่มีทักษะที่เพียงพอ
- 6.3 ผังของกระบวนการไม่เหมาะสม

แนวทางการลดต้นทุนการผลิตที่เกิดจากเคลื่อนไหวมากเกินไป

1. ใช้หลักการของ work study เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ แก้ไข และปรับปรุง
2. จัดทำวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน

#### 7. Non-Value Added Processing ความสูญเสียของกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าหรือ

ผลิตภัณฑ์

สาเหตุของความสูญเสียที่เกิดจากกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า

- 7.1 พนักงานขาดความรู้ความเข้าใจในกระบวนการอย่างแท้จริง
- 7.2 ยึดติดกับวิธีการเก่าที่ทำต่อเนื่องกันมาโดยไม่ทราบเหตุผลที่แท้จริง

แนวการลดต้นทุนการผลิตที่เกิดจากกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า

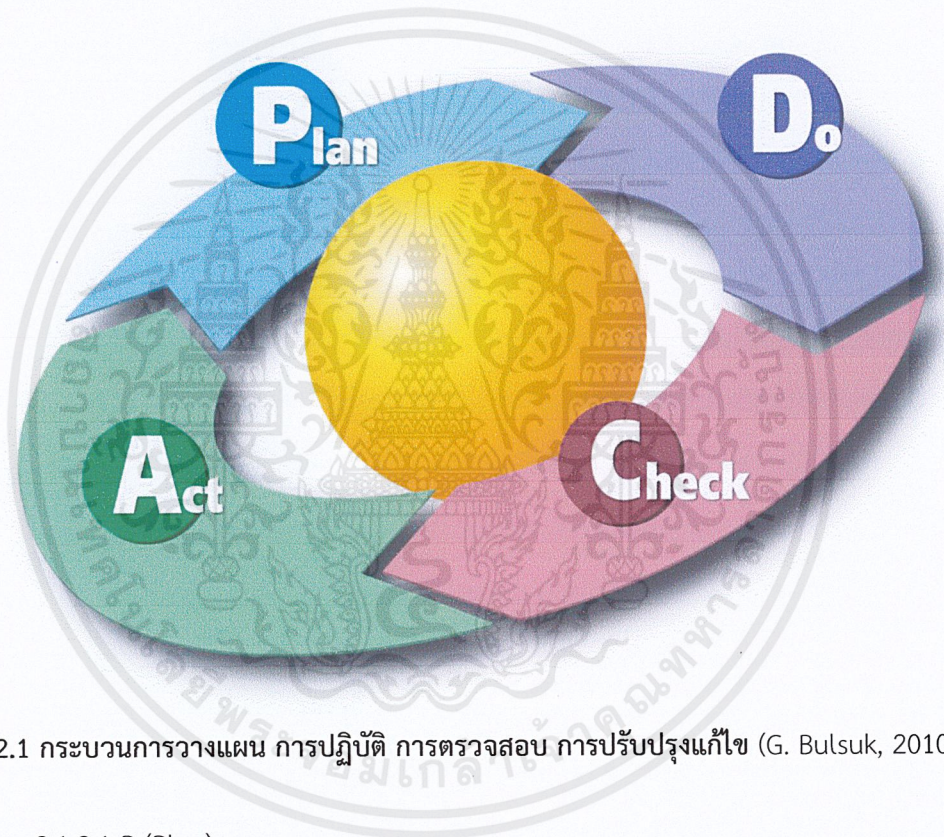
1. มีการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการอย่างเป็นระบบ
2. วิเคราะห์โดยใช้หลักการของวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)

### 2.1.2 ปัจจัยสำคัญ 10 ประการในการจัดการคุณภาพโดยรวมอย่างมีประสิทธิภาพ (นิรนาม, 2016)

1. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง Continuous improvement
2. การสร้างมาตรฐานเปรียบเทียบ Competitive benchmarking
3. การให้อำนาจตัดสินใจแก่ลูกจ้าง Employee empowerment

4. การทำงานเป็นทีม Team approach
5. การตัดสินใจที่มาจากข้อมูลจริง Decisions based on facts rather than opinions
6. มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือในการจัดการคุณภาพ Knowledge of tools
7. คุณภาพของผู้ผลิตวัตถุดิบ Supplier quality
8. ทำให้องค์กรเห็นถึงคุณค่าและความสำคัญของคุณภาพ Champion
9. คุณภาพที่เริ่มต้นจากคนในองค์กรทุกคน Quality at source
10. มีความสัมพันธ์ที่ดีกับคู่ค้า Suppliers

2.1.3 การวางแผน การปฏิบัติ การตรวจสอบ การปรับปรุงแก้ไข plan-do-check-act (สุธาสินี โพธิจันทร์, 2015)



รูปที่ 2.1 กระบวนการวางแผน การปฏิบัติ การตรวจสอบ การปรับปรุงแก้ไข (G. Bulsuk, 2010)

#### 2.1.3.1 P (Plan)

ขั้นตอนการวางแผนครอบคลุมถึงการกำหนดกรอบหัวข้อที่ต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ซึ่งรวมถึงการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ฯลฯ พร้อมกับพิจารณาว่ามีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงนั้น โดยระบุวิธีการเก็บข้อมูลและกำหนดทางเลือกในการปรับปรุงให้ชัดเจน ซึ่งการวางแผนจะช่วยให้กิจการสามารถคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตและช่วยลดความสูญเสียต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ ทั้งในด้านแรงงาน วัตถุดิบ ชั่วโมงการทำงาน เงิน และเวลา

1. ขั้นการศึกษา คือ การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงาน พร้อมวางแผนการทำงาน และศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของบริษัท
2. ขั้นเตรียมงาน คือ การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อหาสาเหตุของปัญหา
3. ขั้นดำเนินงาน คือ การเลือกสาเหตุของปัญหาเพื่อนำมาดำเนินการทดลอง
4. ขั้นการประเมินผล คือ การประเมินผลว่าสาเหตุใดส่งผลต่อปัญหาพร้อมทั้งหาแนวทางการแก้ไข

#### 2.1.3.2 D (Do)

ขั้นตอนการปฏิบัติ คือ การลงมือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามทางเลือกที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการวางแผน ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องมีการตรวจสอบระหว่างการปฏิบัติด้วยว่าได้ดำเนินไปในทิศทางที่ตั้งใจหรือไม่ เพื่อทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เป็นไปตามแผนการที่ได้วางไว้

#### 2.1.3.3 C (Check)

ขั้นตอนการตรวจสอบ คือ การประเมินผลที่ได้รับจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ทราบว่า ในขั้นตอนการปฏิบัติงานสามารถบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ แต่สิ่งสำคัญก็คือ ต้องรู้ว่า จะตรวจสอบอะไรบ้างและบ่อยครั้งแค่ไหน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบเป็นประโยชน์สำหรับขั้นตอนถัดไป

#### 2.1.3.4 A (Act)

ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสมจะพิจารณาผลที่ได้จากการตรวจสอบ ซึ่งมีอยู่ 2 กรณี คือ ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามแผนที่วางไว้ หรือไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หากเป็นกรณีแรก ก็ให้นำแนวทางหรือกระบวนการปฏิบัตินั้นมาจัดทำเป็นมาตรฐาน พร้อมทั้งหาวิธีการที่จะปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นไปอีก ซึ่งอาจหมายถึงสามารถบรรลุเป้าหมายได้เร็วกว่าเดิม หรือเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเดิม หรือทำให้คุณภาพดียิ่งขึ้นก็ได้ แต่ถ้าหากเป็นกรณีที่สอง คือ ผลที่ได้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามแผนที่วางไว้ ควรนำข้อมูลที่รวบรวมไว้มาวิเคราะห์และพิจารณาว่าควรจะดำเนินการอย่างไร เช่น มองหาทางเลือกใหม่ที่น่าจะเป็นไปได้ ให้ความพยายามให้มากขึ้นกว่าเดิม ขอความช่วยเหลือจากผู้รู้ หรือเปลี่ยนเป้าหมายใหม่ เป็นต้น

### 2.1.4 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7 Quality Control Tools) (สุธาสินี โปธิจันทร์, 2015)

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพของกระบวนการผลิต โดยจะทำการคัดเลือกหรือจัดลำดับความสำคัญของปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหาการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง เพื่อให้สามารถแก้ไขได้อย่างถูกต้อง และจำเป็นต้องมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนสามารถช่วยในการจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพที่สำคัญมีด้วยกัน 7 ชนิด เครื่องมือแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 2.1.4.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

เป็นแบบฟอร์มที่อยู่ในรูปรูปภาพหรือตาราง ใช้สำหรับการกรอกรายละเอียดของข้อมูล เพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุและติดตามผลการดำเนินงาน ซึ่งลักษณะของใบตรวจสอบต้องคำนึงถึงคือการ

กำหนดรายละเอียดที่ชัดเจน เช่น รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ผู้ตรวจสอบ วันและเวลาที่ตรวจ เป็นต้น มีการจัดรูปแบบของแบบฟอร์มให้สะดวกต่อการบันทึกข้อมูล ง่ายต่อการจำแนกข้อมูล และวิเคราะห์ผล และที่สำคัญควรกำหนดและใช้ใบตรวจสอบให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการตรวจสอบด้วย ทั้งนี้ใบตรวจสอบในอุตสาหกรรมการผลิตมีหลายแบบในนี้จะกล่าวถึง 6 แบบ ซึ่งในแต่ละแบบแบ่งตามวัตถุประสงค์การใช้งานมีดังนี้

1. ใบตรวจสอบการผลิต เป็นใบตรวจสอบที่ใช้ในการบันทึกคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ซึ่งลักษณะของข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ทั้งนี้ในการใช้ใบตรวจสอบการผลิตเริ่มต้นผู้ตรวจสอบจะทำการวัดผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ก่อน หลังจากนั้นจะทำการบันทึกค่าของผลิตภัณฑ์ที่วัดได้ ซึ่งค่าที่วัดได้ในแต่ละชิ้นอาจจะมีค่าไม่เท่ากัน จึงทำให้เราทราบว่าผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นมีคุณสมบัติอยู่ในมาตรฐานหรือไม่

2. ใบตรวจสอบข้อบกพร่อง เป็นใบตรวจสอบที่ใช้ในการบันทึกคล้ายกับใบตรวจสอบการผลิต แต่จะแยกตามลักษณะของข้อบกพร่องและลักษณะของข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ผู้ตรวจสอบจะบันทึกโดยทำเครื่องหมายรอยขีด ตามจำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องที่เก็บรวบรวมได้ ใบตรวจสอบชนิดนี้จะทำให้ทราบถึงจำนวนของเสียและจำนวนของดี หรือจำนวนทั้งหมดที่ตรวจพบข้อบกพร่อง

3. ใบตรวจสอบตำแหน่งข้อบกพร่อง เป็นใบตรวจสอบที่ใช้บันทึกคล้ายกับใบตรวจสอบการผลิต และใบตรวจสอบข้อบกพร่อง แต่ใบตรวจสอบชนิดนี้จะบอกตำแหน่งบริเวณที่มีข้อบกพร่อง โดยแสดงรูปภาพบริเวณของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่อง ผู้ตรวจสอบจะบันทึกโดยทำเครื่องหมายตามตำแหน่งที่พบข้อบกพร่อง หากพบข้อบกพร่องมากกว่า 1 ประเภท จะใช้เครื่องหมายอื่นเพื่อแสดงความแตกต่างของข้อบกพร่อง ใบตรวจสอบชนิดนี้จะทำให้ทราบถึงตำแหน่งที่เกิดข้อบกพร่องและหาสาเหตุของปัญหาได้

4. ใบตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง เป็นใบตรวจสอบที่ใช้บันทึกคล้ายกับใบตรวจสอบการผลิต ใบตรวจสอบข้อบกพร่อง และใบตรวจสอบตำแหน่งข้อบกพร่อง แต่จะบันทึกความสัมพันธ์ของคน เครื่องจักร และข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ผู้ตรวจสอบจะบันทึกโดยทำเครื่องหมายแทนลักษณะข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ ถ้าหากมีลักษณะข้อบกพร่องมากกว่า 1 ประเภท จะเปลี่ยนไปใช้เครื่องหมายอื่นแทนเพื่อแสดงความแตกต่าง ใบตรวจสอบชนิดนี้จะทำให้ทราบถึงต้นเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องได้

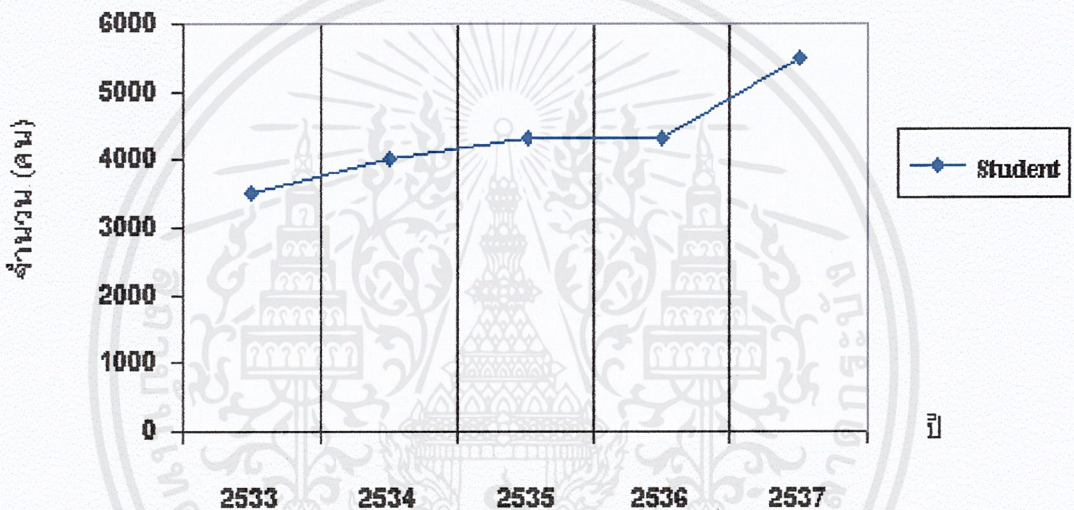
5. ใบตรวจสอบสุดท้าย เป็นใบตรวจสอบที่ใช้บันทึกคล้ายกับใบตรวจสอบการผลิต ใบตรวจสอบข้อบกพร่อง ใบตรวจสอบตำแหน่งข้อบกพร่อง และใบตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง แต่เป็นใบตรวจสอบที่ใช้ในการบันทึกหลายรายการ อาจเป็นการซ่อมบำรุงเครื่องจักร หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป รูปแบบของใบตรวจสอบต้องสอดคล้องกับขั้นตอนการตรวจสอบตามสภาพความเป็นจริง ใบตรวจสอบชนิดนี้ใช้เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดในการตรวจสอบและยืนยันการตรวจสอบ

6. ใบตรวจสอบอื่น ๆ เป็นใบตรวจสอบนอกเหนือจากที่กล่าวมา ในอุตสาหกรรมอาจพบใบตรวจสอบในลักษณะอื่น ๆ ได้อีก ซึ่งใบตรวจสอบอาจมีลักษณะเฉพาะ โดยอาจมีความจำเป็นที่จะต้องดัดแปลงใบตรวจสอบให้เหมาะสมกับการใช้งานของของแต่ละอุตสาหกรรม

#### 2.1.4.2 กราฟ (Graph)

เป็นแผนภาพที่อธิบายความแตกต่างของข้อมูลจากการเก็บบันทึก กราฟใช้สำหรับนำเสนอข้อมูลที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจโดยอาศัยการพิจารณาด้วยตาเปล่าได้ สามารถให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าการนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีอื่น กราฟที่สำคัญได้แก่ กราฟเส้น กราฟแท่ง และกราฟวงกลม โดยรายละเอียดของกราฟแต่ละชนิดมีดังนี้

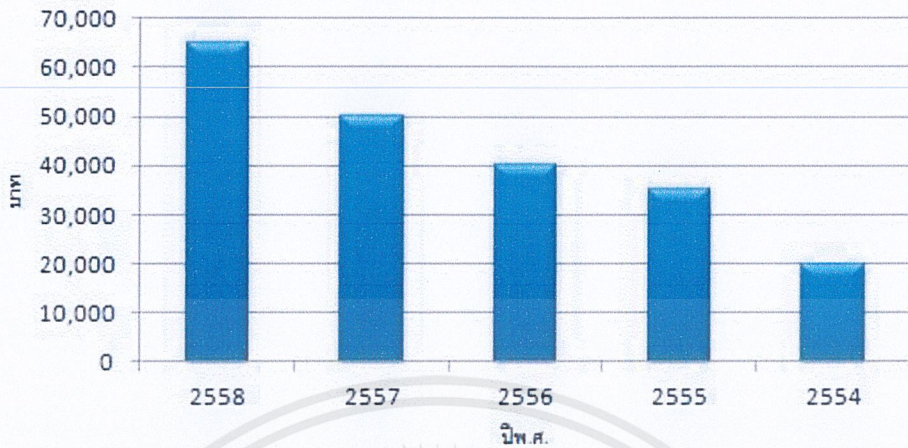
1. กราฟเส้น การนำเสนอเป็นเส้นกราฟที่ใช้แสดงการเปลี่ยนแปลงค่านิยมใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลา ลักษณะของกราฟเส้นมักจะมีแกนตั้งเป็นค่าข้อมูล และแกนนอนเป็นช่วงเวลา กราฟเส้นใช้สำหรับการนำเสนอข้อมูลในกรณีที่ต้องการทราบแนวโน้มของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา หรือใช้สำหรับการดูการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป เช่น จำนวนนักเรียน ปี พ.ศ. 2533-2537



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างกราฟเส้น (นิรนาม, 2550)

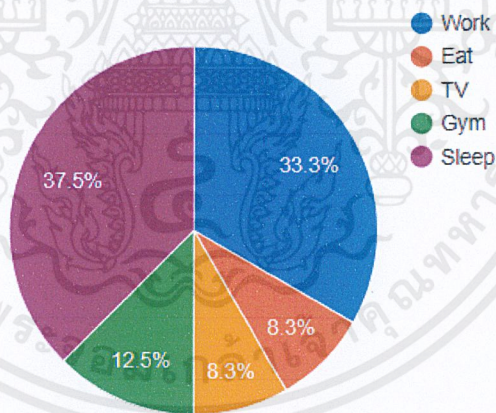
2. กราฟแท่ง เป็นแผนภูมิที่ประกอบด้วยแกนนอน แกนตั้ง ที่นิยมแสดงออกมาในรูปแบบแท่งสี่เหลี่ยมที่สามารถบอกความสูงได้ เหมาะสำหรับการเปรียบเทียบจำนวนของข้อมูลในแต่ละชุด เช่น รายรับในแต่ละเดือน ยอดขายที่ขายได้จริงเปรียบเทียบกับเป้าหมายยอดขายที่ตั้งไว้ เป็นต้น ซึ่งแผนภูมิแท่งยังสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภท เช่น แผนภูมิแท่งแบบจัดกลุ่ม แผนภูมิแท่งแบบจัดกลุ่ม เหมาะสมกับการนำเสนอข้อมูลที่มีข้อมูลย่อย ๆ อยู่ภายใต้ข้อมูลใหญ่ เป็นการเน้นให้เห็นข้อมูลย่อยให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แผนภูมิแท่งแบบวางซ้อนกัน แผนภูมิแท่งแบบวางซ้อนกัน เหมาะสมกับการนำเสนอข้อมูลที่ต้องการให้เห็นข้อมูลย่อยในแต่ละข้อมูลใหญ่และยังแสดงให้เห็นสัดส่วนของข้อมูลย่อยต่าง ๆ เหล่านั้นได้ด้วย ใช้แผนภูมินี้เมื่อมีชุดข้อมูลหลายชุดและต้องการเน้นผลรวมทั้งหมด

## รายได้



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างกราฟแท่ง (MathsMethod, 2558)

3. กราฟวงกลม แผนภูมิวงกลมเหมาะกับการนำเสนอข้อมูลที่มีส่วนประกอบย่อยที่รวมกันเป็นส่วนใหญ่ มีการแบ่งส่วนให้ดูง่าย และสวยงามแต่ในทางกลับกันอาจจะดูยากในเรื่องของการประมาณขนาดของแต่ละชิ้น ยิ่งถ้ามีจำนวนชิ้นมาก จะยิ่งแยกยากเพราะต้องใช้หลายสีในการนำเสนอข้อมูล เช่น ส่วนแบ่งทางการตลาด (Market Share) ข้อมูลแสดงส่วนผสมต่างๆ เป็นต้น

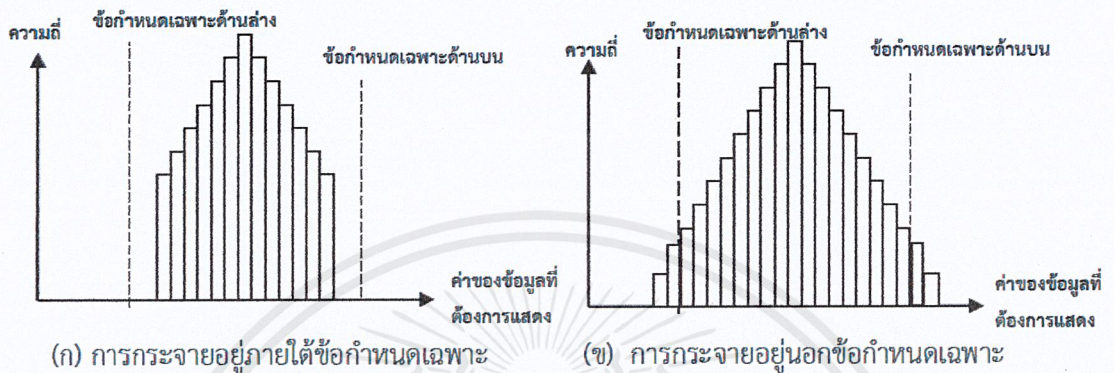


รูปที่ 2.4 ตัวอย่างกราฟวงกลม (mindphp, 2561)

### 2.1.4.3 ฮิสโตแกรม (Histogram)

เป็นเครื่องมือที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อกระจายความถี่ของข้อมูล ซึ่งข้อมูลจะเป็นหมวดหมู่โดยจะเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก แกนตั้งจะเป็นตัวเลขที่แสดงความถี่ และแกนนอนเป็นข้อมูลคุณสมบัติสิ่งที่เราสนใจ แท่งกราฟแต่ละแท่งมีความกว้างเท่ากัน ส่วนความสูงของกราฟแต่ละแท่งนั้นจะ

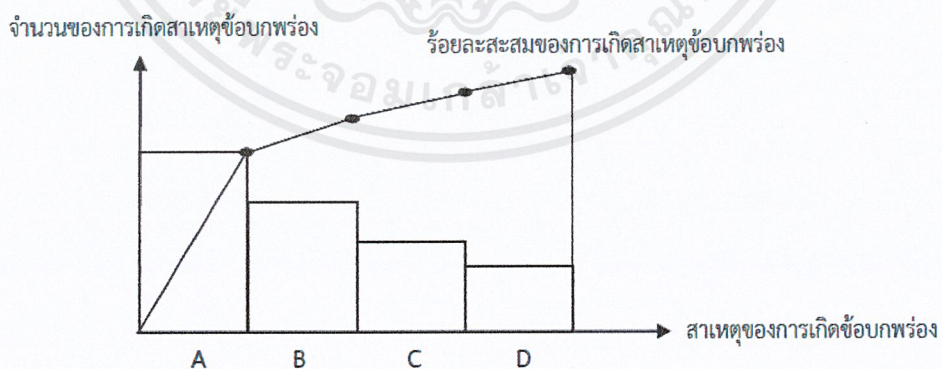
สูงเท่ากับความถี่ของแต่ละชั้นข้อมูล แผนภูมิฮิสโตแกรมนี้แสดงให้เห็นถึงความเบี่ยงเบนของข้อมูลว่ามีลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบระฆังคว่ำหรือไม่ หากพบว่า ฮิสโตแกรมมีการกระจายของข้อมูลอยู่ภายใต้ข้อกำหนดเฉพาะ แสดงว่ากระบวนการผลิตดำเนินไปด้วยดี ไม่ต้องมีการแก้ไขกระบวนการผลิต ดังภาพที่ 1 (ก) แต่ถ้าการกระจายอยู่นอกภายใต้ข้อกำหนดเฉพาะจะต้องปรับให้ค่าความแปรปรวนของข้อมูลการผลิตต่ำลง เพื่อให้การกระจายของข้อมูลนั้นแคบลงอยู่ภายใต้ข้อกำหนดเฉพาะดังภาพที่ 1 (ข)



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างฮิสโตแกรม (เรื่องลักษณะ บุตรเพชร และคณะ, 2560)

#### 2.1.4.4 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

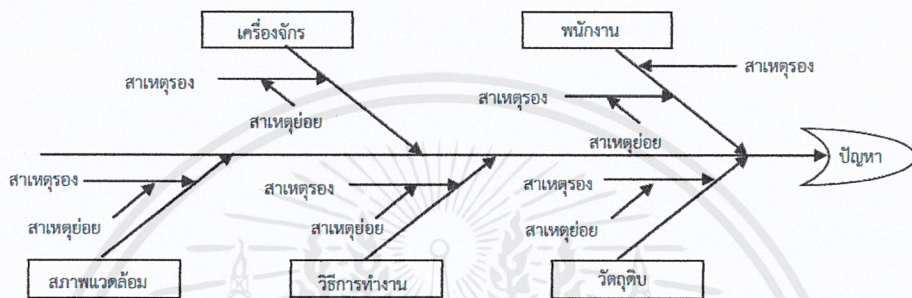
เป็นแผนภูมิใช้แสดงสาเหตุของปัญหาที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดข้อบกพร่อง โดยแสดงสาเหตุหลักและสาเหตุรองตามลำดับ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจว่าควรปรับปรุงสาเหตุใดก่อน และใช้ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ไขปรับปรุง แผนภูมิพาเรโตมีลักษณะคล้ายกับฮิสโตแกรมคือ เป็นกราฟแท่งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างเท่ากัน และในแต่ละแท่งจะเรียงชิดติดกัน แต่แผนภูมิพาเรโตจะประกอบด้วยแกนตั้ง 2 แกนและแกนนอน 1 แกน คือ แกนตั้งด้านซ้ายเป็นจำนวนของการเกิดสาเหตุข้อบกพร่อง แกนตั้งด้านขวาเป็นร้อยละสะสมของการเกิดสาเหตุข้อบกพร่อง ส่วนแกนนอนเป็นสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย และมีเส้นแสดงร้อยละสะสม



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (เรื่องลักษณะ บุตรเพชร และคณะ, 2560)

#### 2.1.4.5 แผนภาพก้างปลา (Fish-bone Diagram)

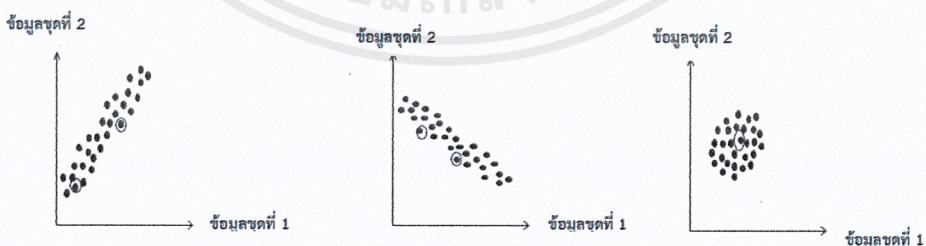
หรือเรียกว่าแผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) ซึ่งจะทำให้ผู้วิเคราะห์มองภาพรวมของปัญหารวมถึงสาเหตุของปัญหาทั้งหมดได้ง่ายขึ้น แผนภาพก้างปลามีลักษณะคล้ายกับก้างปลา โดยส่วนหัวของก้างปลาจะแสดงปัญหาที่เกิดขึ้น ส่วนก้างปลาหลักจะแสดงสาเหตุหลัก และก้างปลาย่อยแสดงสาเหตุย่อย ซึ่งการหาสาเหตุหลักของปัญหาจะใช้หลักการของ 4M 1E ได้แก่ พนักงาน (Man), เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ (Machine), วัตถุดิบ (Material), วิธีการทำงาน (Method) และสภาพแวดล้อม (Environment)



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนภาพก้างปลา (เรื่องลักษณะ บุตรเพชร และคณะ, 2560)

#### 2.1.4.6 แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)

เป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณโดยแกนตั้งเป็นค่าของข้อมูลชุดที่ 1 และแกนนอนเป็นค่าของข้อมูลชุดที่ 2 โดยลักษณะความสัมพันธ์และทิศทางของความสัมพันธ์จะพิจารณาได้จากแนวของจุดที่พล็อตลงในแผนภาพ ถ้าจุดมีลักษณะเป็นแนวโน้มขึ้นตลอดหรือลงตลอดด้วยอัตราคงที่ แสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุด น่าจะมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง ถ้ามีลักษณะชันขึ้นแสดงว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันและค่าความชันจะเป็นบวก (ดังรูปที่ 2.6 (ก)) แต่ถ้ามีลักษณะชันลงแสดงว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามและค่าความชันจะเป็นลบ (ดังรูปที่ 2.6 (ข)) ถ้าจุดมีลักษณะกระจัดกระจายไม่เป็นรูปแบบ แสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดไม่มีความสัมพันธ์กัน (ดังรูป 2.6 (ค))

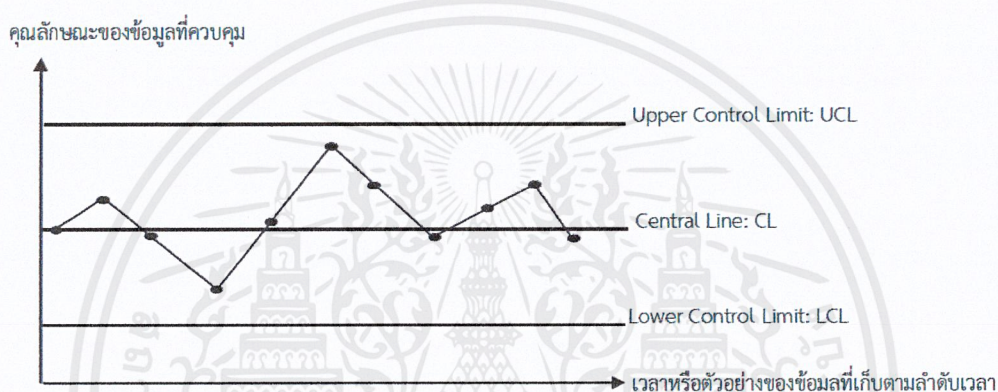


(ก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน (ข) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้าม (ค) ไม่มีความสัมพันธ์กัน

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแผนภาพการกระจาย (เรื่องลักษณะ บุตรเพชร และคณะ, 2560)

### 2.1.4.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม เป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการผลิต สามารถรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับเข้าสู่สภาพปกติได้อย่างรวดเร็ว โดยลักษณะของแผนภูมิจะเป็นกราฟมีแกนตั้งเป็นคุณลักษณะของข้อมูลที่ควบคุม และแกนนอนเป็นเวลาหรือตัวอย่างของข้อมูลที่เก็บมาตามลำดับเวลา แผนภูมิควบคุมจะประกอบด้วยเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ เส้นควบคุมบน (Upper Control Limit: UCL) เส้นควบคุมล่าง (Lower Control Limit: LCL) และเส้นกลาง (Central Line: CL) โดย CL จะอยู่ที่ค่าเฉลี่ย และมีระยะห่างของ CL ถึง UCL และ LCL เท่ากับ 3 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ดังภาพที่ 5) แผนภูมิควบคุมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ แผนภูมิควบคุมเชิงปริมาณและแผนภูมิควบคุมเชิงคุณลักษณะ โดยแผนภูมิควบคุมแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม (เรื่องลักษณะ บุตรเพชร และคณะ, 2560)

แผนภูมิควบคุมเชิงปริมาณ (Variable Control Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมคุณลักษณะของข้อมูลเชิงปริมาณที่สำคัญ ได้แก่ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (X -Chart) และแผนภูมิควบคุมพิสัย (R-Chart) โดย X-Chart ใช้ควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ส่วน R-Chart ใช้ควบคุมการกระจายของกระบวนการผลิต

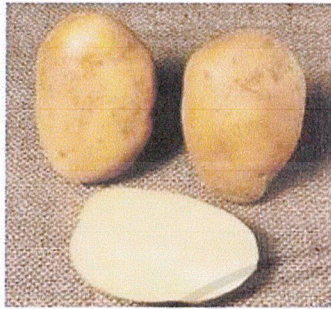
แผนภูมิควบคุมเชิงคุณลักษณะ (Attribute Control Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมคุณลักษณะของข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p-Chart) แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np-Chart) แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (c-Chart) แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย

### 2.1.6 ความหนาแน่นเนื้อ (พิมพ์พิเศษ พรเฉลิมพงศ์, 2018)

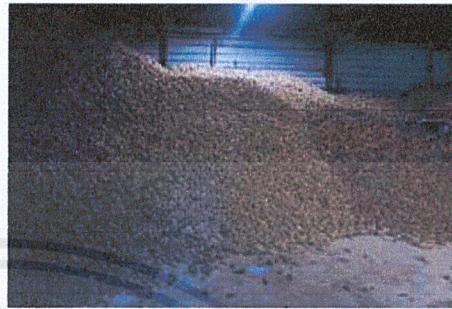
ความหนาแน่นเนื้อ (solid density) หมายถึง ความหนาแน่น (density) ของเนื้อวัสดุที่ไม่รวมช่องว่างระหว่างชิ้นวัสดุหรืออาจเรียกว่า true density หรือ absolute density

$$\rho = \frac{m}{v}$$

หน่วยของ ความหนาแน่นเนื้อในระบบ SI คือ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ) แต่สำหรับวัสดุขนาดเล็กอาจใช้หน่วยกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) ความหนาแน่นเนื้อของวัสดุขนาดเล็ก อาจเรียกว่า particle density สำหรับความหนาแน่นที่รวมช่องว่างระหว่างวัสดุจะเป็นความหนาแน่นรวม (bulk density)



solid density

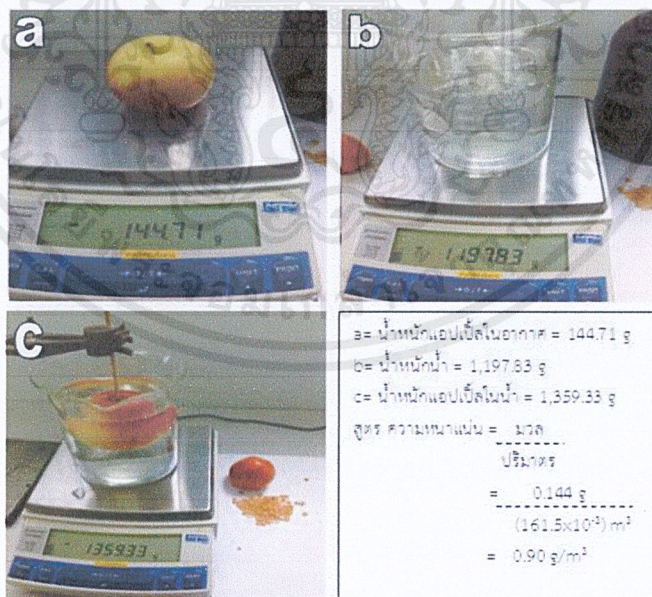


bulk density

รูปที่ 2.10 ภาพตัวอย่างของ Solid density และ bulk density (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2018)

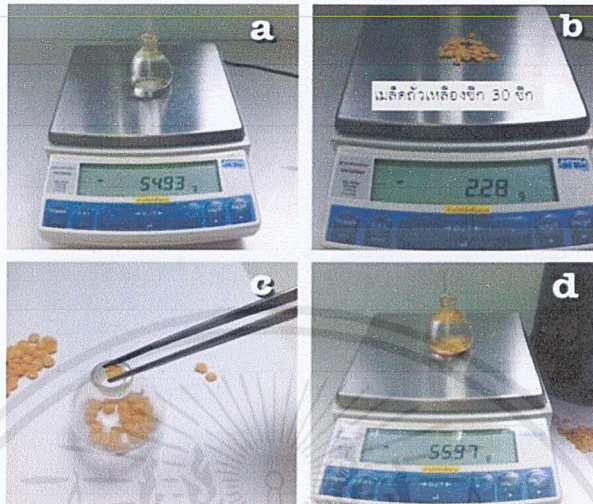
วิธีการหาความหนาแน่นเนื้อของอาหาร ทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การชั่งน้ำหนักในน้ำ วิธีการนี้ใช้เพื่อหาปริมาตรของวัสดุเพื่อนำไปใช้ร่วมกับน้ำหนักของวัสดุ แล้วคำนวณหาความหนาแน่น การหาปริมาตร ใช้หลักการชั่งน้ำหนักวัสดุในน้ำ หรือของเหลว



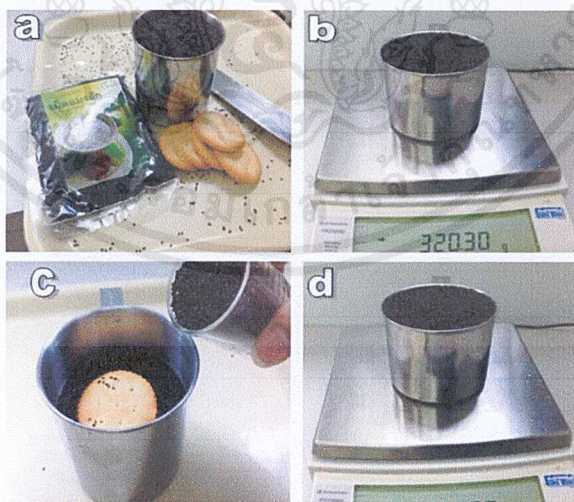
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างวิธีการชั่งในน้ำ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2018)

2. การใช้ขวด pycnometer วิธีนี้ใช้หลักการแทนที่วัสดุในของเหลวที่บรรจุอยู่ในขวด pycnometer เหมาะ วัสดุที่มีขนาดเล็ก เช่น เมล็ดธัญพืช ถั่วเมล็ดแห้ง



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างวิธีการใช้ขวด pycnometer (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2018)

3. การแทนที่ในวัสดุเม็ดเล็ก วิธีนี้เหมาะสำหรับการหาค่าความหนาแน่นเนื้อของวัสดุที่ดูดซับของเหลว การแช่หรือจุ่มในของเหลวทำให้วัสดุมีปริมาตรเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (bakery) เช่น ขนมปัง คุกกี้ จะใช้การแทนที่ในวัสดุที่มีขนาดเล็ก ที่มีช่องว่างระหว่างเม็ดน้อย หรือมีค่าความพรุน (porosity) น้อย ตัวอย่างของวัสดุที่สามารถใช้เพื่อหาค่าความหนาแน่นเนื้อได้เช่น เม็ดแมงลัก เมล็ดงา



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างวิธีการแทนที่ในวัสดุเม็ดเล็ก (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2018)

### 2.1.7 ประกาศกระทรวงพาณิชย์ (กระทรวงพาณิชย์, 2561)

เรื่อง กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อ หลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเพื่อเหลือเผื่อขาด

ตามที่กระทรวงพาณิชย์ได้ออกประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อ หลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้า และอัตราเพื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550 ลงวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2550 เพื่อกำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อที่ผู้บรรจุต้องแสดงปริมาณตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด อัตราเพื่อเหลือเผื่อขาด รวมทั้งหลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบการแสดงปริมาณของสินค้าดังกล่าว ไปแล้ว นั้น

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงพาณิชย์เกี่ยวกับหลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าหีบห่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 แห่งพระราชบัญญัติมาตราซ่งตวงวัด พ.ศ. 2542 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตราซ่งตวงวัด (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2557 ประกอบกับมาตรา 62 และมาตรา 63 วรรคสอง แห่งพระราชบัญญัติมาตราซ่งตวงวัด พ.ศ. 2542 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพาณิชย์ จึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ประกาศนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหกสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ 2 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อ หลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้า และอัตราเพื่อเหลือเผื่อขาด พ.ศ. 2550 ลงวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2550

ข้อ 3 ในประกาศนี้

“ปริมาณสุทธิ” หมายความว่า ปริมาณของสินค้า ซึ่งไม่รวมสิ่งที่ใช้บรรจุหรือสิ่งหุ้มห่อหรือสิ่งผูกมัด

“ปริมาณเนื้อ” หมายความว่า ปริมาณของเนื้อสินค้า ซึ่งไม่รวมสิ่งที่ใช้บรรจุและส่วนประกอบที่เป็นของเหลวไม่ได้ใช้เพื่อการบริโภค

“หีบห่อรวม” หมายความว่า หีบห่อที่บรรจุสินค้าหีบห่อชนิดเดียวกันและมีปริมาณเท่ากันตั้งแต่ ๒ หีบห่อขึ้นไป

“อัตราเพื่อเหลือเผื่อขาด” หมายความว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณสินค้าในหีบห่อที่อนุญาตให้ได้

ข้อ 4 ชนิดของสินค้าหีบห่อเพื่อการขายหรือจำหน่ายในราชอาณาจักรที่ผู้บรรจุต้องแสดงปริมาณของสินค้าที่หีบห่อ ให้เป็นไปตามบัญชี 1 ท้ายประกาศนี้

การแสดงปริมาณของสินค้าหีบห่อตามวรรคหนึ่ง มิให้ใช้บังคับแก่สินค้าหีบห่อ ดังต่อไปนี้

- 1) สินค้าหีบห่อที่มีปริมาณสุทธิน้อยกว่า 5 กรัม หรือน้อยกว่า 5 มิลลิลิตร
- 2) สินค้าหีบห่อที่มีปริมาณสุทธิมากกว่า 50 กิโลกรัม หรือมากกว่า 50 ลิตร
- 3) สินค้าหีบห่อที่มีปริมาณสุทธิมากกว่า 150 เมตร
- 4) สินค้าหีบห่อที่มีปริมาณสุทธิมากกว่า 200 หน่วย

ข้อ 5 การแสดงปริมาณของสินค้าที่หีบห่อตามข้อ 4 ผู้บรรจุต้องดำเนินการตามหลักเกณฑ์และวิธีการ ดังต่อไปนี้

1) ให้แสดงปริมาณสุทธิของสินค้าเป็นหน่วยของน้ำหนัก หน่วยของปริมาตร หน่วยของความจุ หรือหน่วยของความยาว ในระบบเมตริก หรือแสดงเป็นจำนวนนับ

2) การแสดงปริมาณสุทธิของสินค้า ให้มีข้อความประกอบด้วย “ปริมาณสุทธิ ตัวเลขแสดง ปริมาณของสินค้า หน่วยที่ใช้แสดงปริมาณของสินค้า” โดย

ก) คำว่า “ปริมาณสุทธิ” อาจใช้ข้อความอื่นที่มีความหมายเช่นเดียวกันก็ได้ โดยใช้ตัวอักษรไทย แต่ห้ามใช้อักษรย่อ

ข) ตัวเลขแสดงปริมาณของสินค้า ให้ใช้ตัวเลขไทยหรือตัวเลขอารบิกก็ได้ และต้องไม่ขัดกับคำว่าปริมาณสุทธิ

ค) หน่วยที่ใช้แสดงปริมาณของสินค้า ให้เป็นไปตามบัญชี 2 ท้ายประกาศนี้ และต้องไม่ขัดกับตัวเลขแสดงปริมาณของสินค้า

3) กรณีที่สินค้าหีบห่อประกอบด้วยเนื้อสินค้าและส่วนประกอบที่เป็นของเหลว ซึ่งส่วนประกอบที่เป็นของเหลวไม่ได้ใช้เพื่อการบริโภค ต้องแสดงทั้งปริมาณสุทธิและปริมาณเนื้อด้วยการแสดงปริมาณเนื้อตามวรรคหนึ่ง ให้มีข้อความประกอบด้วย “ปริมาณเนื้อ ตัวเลขแสดง ปริมาณของเนื้อสินค้า หน่วยที่ใช้แสดงปริมาณของเนื้อสินค้า” ซึ่งคำว่า “ปริมาณเนื้อ” อาจใช้ข้อความอื่นที่มีความหมายเช่นเดียวกันก็ได้ โดยใช้ตัวอักษรไทย แต่ห้ามใช้อักษรย่อ

4) การแสดงปริมาณของสินค้าที่หีบห่อรวม ซึ่งเป็นหีบห่อที่บรรจุสินค้าหีบห่อชนิดเดียวกันและมีปริมาณเท่ากัน ตั้งแต่ 2 หีบห่อขึ้นไป ให้แสดงปริมาณของสินค้า ดังต่อไปนี้

ก) ปริมาณของสินค้าหีบห่อแต่ละหีบห่อ

ข) จำนวนหีบห่อ พร้อมนามหรือลักษณะนาม

ค) กรณีหีบห่อรวมที่สามารถมองเห็นปริมาณของสินค้าหีบห่อแต่ละหีบห่อและนับจำนวนหีบห่อได้ง่าย จะไม่แสดงปริมาณของสินค้าหีบห่อแต่ละหีบห่อและจำนวนหีบห่อที่หีบห่อรวมก็ได้

5) การแสดงปริมาณของสินค้าหีบห่อที่ภายในมีสินค้าแบ่งบรรจุ เพื่อสะดวกในการแบ่งบริโภค หรืออุปโภค ให้แสดงปริมาณรวมของสินค้าที่บรรจุอยู่ในหีบห่อ

6) การแสดงปริมาณของสินค้าหีบห่อที่บรรจุสินค้าหีบห่อเล็กซึ่งมีปริมาณน้อยกว่า 5 กรัมหรือน้อยกว่า 5 มิลลิลิตร เป็นสินค้าชนิดเดียวกันและมีปริมาณเท่ากันตั้งแต่ 2 หีบห่อขึ้นไปบรรจุรวมกันแล้ว มีปริมาณสุทธิตั้งแต่ 5 กรัม หรือ 5 มิลลิลิตรขึ้นไป ให้แสดงปริมาณสินค้าหีบห่อ ดังต่อไปนี้

ก) ปริมาณสุทธิตั้งแต่ของสินค้าหีบห่อ หรือปริมาณสุทธิของสินค้าในแต่ละหีบห่อเล็ก

ข) จำนวนหีบห่อเล็ก พร้อมนามหรือลักษณะนาม

7) การแสดงปริมาณของสินค้า ให้แสดงในลักษณะที่เห็นได้ง่ายและอ่านได้ชัดเจน ในกรณีที่มีการแสดงปริมาณของสินค้าไว้หลายแห่ง ต้องแสดงให้ตรงกันทุกแห่ง

8) การแสดงปริมาณของสินค้าเป็นหน่วยของน้ำหนักและหน่วยของปริมาตร ให้มีขนาดความสูงของตัวอักษรและตัวเลขตามตาราง ดังต่อไปนี้

ปริมาณที่แสดง (กรัมหรือมิลลิลิตร)	ขนาดความสูงของตัวอักษรและตัวเลข ต้องไม่น้อยกว่า (มิลลิเมตร)
ไม่เกิน ๕๐	๒
เกิน ๕๐ แต่ไม่เกิน ๒๐๐	๓
เกิน ๒๐๐ แต่ไม่เกิน ๑,๐๐๐	๔
เกิน ๑,๐๐๐ ขึ้นไป	๖

รูปที่ 2.14 ตารางแสดงขนาดความสูงของตัวอักษรตามปริมาณที่แสดง

9) การแสดงปริมาณของสินค้าเป็นหน่วยของความยาวและจำนวนนับ ให้มีขนาดความสูงของตัวอักษรและตัวเลข ไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

10) การแสดงปริมาณของสินค้าเป็นจำนวนนับ หากบรรจุในหีบห่อใสสามารถมองเห็นและนับจำนวนสินค้าได้ง่าย จะไม่แสดงปริมาณของสินค้าก็ได้

ข้อ 6 ผู้บรรจุต้องบรรจุสินค้าให้ถูกต้องตรงกับปริมาณที่แสดง หรือกรณีที่มีปริมาณของสินค้าในหีบห่อไม่ตรงกับปริมาณที่แสดง ความคลาดเคลื่อนต้องไม่เกินอัตราเพื่อเหลือเพื่อขาด ดังต่อไปนี้

1) ให้อัตราเพื่อเหลือเพื่อขาดมี 2 ชั้น ดังนี้

ก) อัตราเพื่อเหลือเพื่อขาดชั้นที่ 1

ข) อัตราเพื่อเหลือเพื่อขาดชั้นที่ 2 เป็นสองเท่าของอัตราเพื่อเหลือเพื่อขาดชั้นที่ 1

2) สำหรับสินค้าหีบห่อที่บรรจุสินค้าชนิดเดียวกันและแสดงปริมาณสุทธิไว้เท่ากัน เป็นหน่วยของน้ำหนัก หน่วยของปริมาตร และหน่วยของความจุ อัตราเพื่อเหลือเพื่อขาดชั้นที่ 1 ให้มีฝายน้อยได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ตามตาราง ดังต่อไปนี้

ปริมาณที่แสดง (กรัมหรือมิลลิลิตร)	อัตราเพื่อเหลือเพื่อขาดชั้นที่ ๑	
	ร้อยละของปริมาณที่แสดง	กรัมหรือมิลลิลิตร
๕ แต่ไม่เกิน ๕๐	๙	-
เกิน ๕๐ แต่ไม่เกิน ๑๐๐	-	๔.๕
เกิน ๑๐๐ แต่ไม่เกิน ๒๐๐	๔.๕	-
เกิน ๒๐๐ แต่ไม่เกิน ๓๐๐	-	๙
เกิน ๓๐๐ แต่ไม่เกิน ๕๐๐	๓	-
เกิน ๕๐๐ แต่ไม่เกิน ๑,๐๐๐	-	๑๕
เกิน ๑,๐๐๐ แต่ไม่เกิน ๑๐,๐๐๐	๑.๕	-
เกิน ๑๐,๐๐๐ แต่ไม่เกิน ๑๕,๐๐๐	-	๑๕๐
เกิน ๑๕,๐๐๐ แต่ไม่เกิน ๕๐,๐๐๐	๑	-

รูปที่ 2.15 ตารางแสดงอัตราเพื่อเหลือเพื่อขาดชั้นที่ 1 ในหน่วยของน้ำหนัก

3) สำหรับสินค้าหีบห่อที่บรรจุสินค้าชนิดเดียวกันและแสดงปริมาณสุทธิไว้เท่ากัน เป็นหน่วยของความยาว อัตราเนื้อเหลือเนื้อขาดชั้นที่ ๑ ให้มีฝายน้อยได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ตามตารางดังต่อไปนี้

ปริมาณที่แสดง (เมตร)	อัตราเนื้อเหลือเนื้อขาดชั้นที่ ๑ เป็นร้อยละของปริมาณที่แสดง
ไม่เกิน ๕	-
เกิน ๕ ขึ้นไป	๒

รูปที่ 2.16 ตารางแสดงอัตราเนื้อเหลือเนื้อขาดชั้นที่ 1 ในหน่วยของความยาว

4) สำหรับสินค้าหีบห่อที่บรรจุสินค้าชนิดเดียวกันและแสดงปริมาณสุทธิไว้เท่ากัน เป็นจำนวนนับอัตราเนื้อเหลือเนื้อขาดชั้นที่ 1 ให้มีฝายน้อยได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ตามตาราง ดังต่อไปนี้

ปริมาณที่แสดง (หน่วย)	อัตราเนื้อเหลือเนื้อขาดชั้นที่ ๑ เป็นร้อยละของปริมาณที่แสดง
ไม่เกิน ๕๐	-
เกิน ๕๐ ขึ้นไป	๑

รูปที่ 2.17 ตารางแสดงอัตราเนื้อเหลือเนื้อขาดชั้นที่ 1 ในหน่วยของความปริมาณ

ถ้าการคำนวณอัตราเนื้อเหลือเนื้อขาดฝายน้อยมีค่าเป็นจำนวนที่มีจุดทศนิยม ให้ปัดค่าเป็นเลขจำนวนเต็มในตัวเลขถัดไป

5) สำหรับสินค้าหีบห่อที่บรรจุสินค้าชนิดเดียวกันและแสดงปริมาณสุทธิไว้ไม่เท่ากัน เป็นหน่วยของน้ำหนัก อัตราเนื้อเหลือเนื้อขาดชั้นที่ 1 ให้มีฝายน้อยได้ไม่เกินที่กำหนดไว้ตามตาราง ดังต่อไปนี้

ปริมาณที่แสดง (กรัม)	อัตราเนื้อเหลือเนื้อขาดชั้นที่ ๑ (กรัม)
ไม่เกิน ๕๐๐	๒.๐
เกิน ๕๐๐ แต่ไม่เกิน ๒,๐๐๐	๕.๐
เกิน ๒,๐๐๐ แต่ไม่เกิน ๑๐,๐๐๐	๑๐.๐

รูปที่ 2.18 ตารางแสดงอัตราเนื้อเหลือเนื้อขาดชั้นที่ 1 ในหน่วยของความปริมาณกรณีปริมาณสุทธิไม่เท่ากัน

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

ในการจัดทำโครงการลดต้นทุนการผลิตหมากฝรั่งโดยลดปริมาณน้ำหนักรวมเกิน ผู้วิจัยได้อ้างอิงวิธีการดำเนินงานจาก ขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยใช้ Plan Do Check act

P (การวางแผน) ขั้นตอนการวางแผนครอบคลุมถึงการกำหนดกรอบหัวข้อที่ต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ซึ่งรวมถึงการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ฯลฯ พร้อมกับพิจารณาว่ามีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงนั้น โดยระบุวิธีการเก็บข้อมูลและกำหนดทางเลือกในการปรับปรุงให้ชัดเจน ซึ่งการวางแผนจะช่วยให้กิจการสามารถคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตและช่วยลดความสูญเสียต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ ทั้งในด้านแรงงาน วัตถุดิบ ชั่วโมงการทำงาน เงิน และเวลา

1. ขั้นการศึกษา คือ การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงาน พร้อมวางแผนการทำงาน และศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของบริษัท
2. ขั้นเตรียมงาน คือ การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อหาสาเหตุของปัญหา
3. ขั้นดำเนินงาน คือ การเลือกสาเหตุของปัญหาเพื่อนำมาดำเนินการทดลอง และดำเนินการเก็บข้อมูลของสาเหตุต่าง ๆ
4. ขั้นการประเมินผล คือ การประเมินผลว่าสาเหตุใดส่งผลต่อปัญหาพร้อมทั้งหาแนวทางการแก้ไข

D (การปฏิบัติ) ขั้นตอนการปฏิบัติ คือ การลงมือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามทางเลือกที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการวางแผน ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องมีการตรวจสอบระหว่างการปฏิบัติด้วยว่าได้ดำเนินไปในทิศทางที่ตั้งใจหรือไม่ เพื่อทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เป็นไปตามแผนการที่ได้วางไว้

C (การตรวจสอบ) ขั้นตอนการตรวจสอบ คือ การประเมินผลที่ได้รับจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ทราบว่า ในขั้นตอนการปฏิบัติงานสามารถบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ แต่สิ่งสำคัญก็คือ ต้องรู้ว่าจะตรวจสอบอะไรบ้างและบ่อยครั้งแค่ไหน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบเป็นประโยชน์สำหรับขั้นตอนถัดไป

A (การปรับปรุงแก้ไข) นำแผนการดำเนินงานมาปรับปรุงแก้ไขและนำไปปฏิบัติ

### 3.1 การวางแผน

#### 3.1.1 ขั้นการศึกษา

จากข้อมูลของบริษัทหมากฝรั่งจะถูกผลิต 3 ขนาด ได้แก่ ขนาด 6 ซี่นดังรูปที่ 3.1 ขนาด 12 ซี่นดังรูปที่ 3.2 และ 28 ซี่นดังรูปที่ 3.3 หนักทั้ง 3 ขนาดมีน้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่ต่างกัน ขนาด 6 ซี่น หนัก 10.8 กรัม ขนาด 12 ซี่น หนัก 21.6 กรัม และขนาด 28 ซี่น หนัก 50.4 กรัม ทำให้ทราบว่าแต่ละซี่ยี่นมีน้ำหนัก 1.8 กรัม โดยทุกกล่องจะมีน้ำหนักผลิตภัณฑ์ระบุไว้ที่กล่อง โดยปกติบริษัทจะผลิตหมากฝรั่งให้มีน้ำหนักสูงกว่าที่ระบุไว้เพื่อลดความเสี่ยงในการถูกตักกลับสินค้า ซึ่งในที่นี้เราจะศึกษาที่ขนาด 12 ซี่



รูปที่ 3.1 หมากฝรั่งขนาด 6 ชิ้น



รูปที่ 3.2 หมากฝรั่งขนาด 12 ชิ้น



รูปที่ 3.3 หมากฝรั่งขนาด 28 ชิ้น



รูปที่ 3.4 ชิ้นของหมากฝรั่ง

จากข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นคือหมากฝรั่งที่ผลิตมีปริมาณน้ำหนักร่วนเกินมากเกินความจำเป็น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตหมากฝรั่งสูง ทางบริษัทจึงต้องการลดต้นทุนการผลิตโดยลดปริมาณน้ำหนักร่วนเกิน

ตารางที่ 3.1 แสดงน้ำหนักร่วนเกินตั้งแต่เดือน มกราคม - สิงหาคม 2562

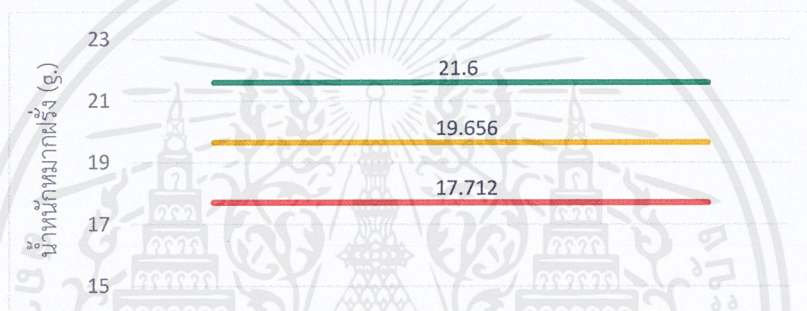
เดือน	น้ำหนักร่วนเกิน (%)
มกราคม	0.76
กุมภาพันธ์	0.80
มีนาคม	0.79
เมษายน	0.87
พฤษภาคม	1.00
มิถุนายน	0.95
กรกฎาคม	0.81

ตามข้อกำหนดมาตรฐานที่ยอมรับได้สำหรับการบรรจุหีบห่อของบริษัทมอนเดลีชจะประกอบไปด้วยกฎ 3 ข้อ

กฎข้อที่ 1 : ค่าเฉลี่ยของทั้งล็อตการผลิตนั้นจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่ามาตรฐาน โดยค่ามาตรฐานในที่นี้หมายถึงน้ำหนักที่ระบุไว้ที่บรรจุภัณฑ์ ซึ่งเท่ากับ 21.6 กรัม

กฎข้อที่ 2 : สามารถมีหีบห่อ 2.5% ของล็อตการผลิต ที่มีค่าน้ำหนักน้อยกว่าอัตราเฉลี่ยเพื่อชดเชยข้อผิดพลาดขั้นที่ 1 จากรูปที่ 3.5 ทำให้ทราบว่าอัตราเฉลี่ยเพื่อชดเชยข้อผิดพลาดขั้นที่ 1 คือ ร้อยละ 9 ของน้ำหนักหีบห่อมาตรฐานซึ่งจะอยู่ที่ 1.944 กรัม หรือหมายความว่าไม่สามารถมีหีบห่อฝักร้อยจำนวน 2.5% ของล็อตการผลิต ที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 19.656 กรัม

กฎข้อที่ 3 : ต้องไม่มีบรรจุภัณฑ์ใดที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 2 เท่า ของอัตราเฉลี่ยเพื่อชดเชยข้อผิดพลาดขั้นที่ 1 คือ ซึ่งเท่ากับ 3.888 กรัม หรือหมายความว่าไม่สามารถมีหีบห่อฝักร้อยของล็อตการผลิตที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 17.712 กรัม



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้สำหรับการบรรจุหีบห่อ

ตามข้อกำหนดของบริษัทได้กำหนดน้ำหนักเพื่อจากมาตรฐานไว้ค่อนข้างสูงเนื่องจากน้ำหนักที่ได้ค่อนข้างมีความแปรปรวน ซึ่งได้กำหนดน้ำหนักไว้ดังนี้



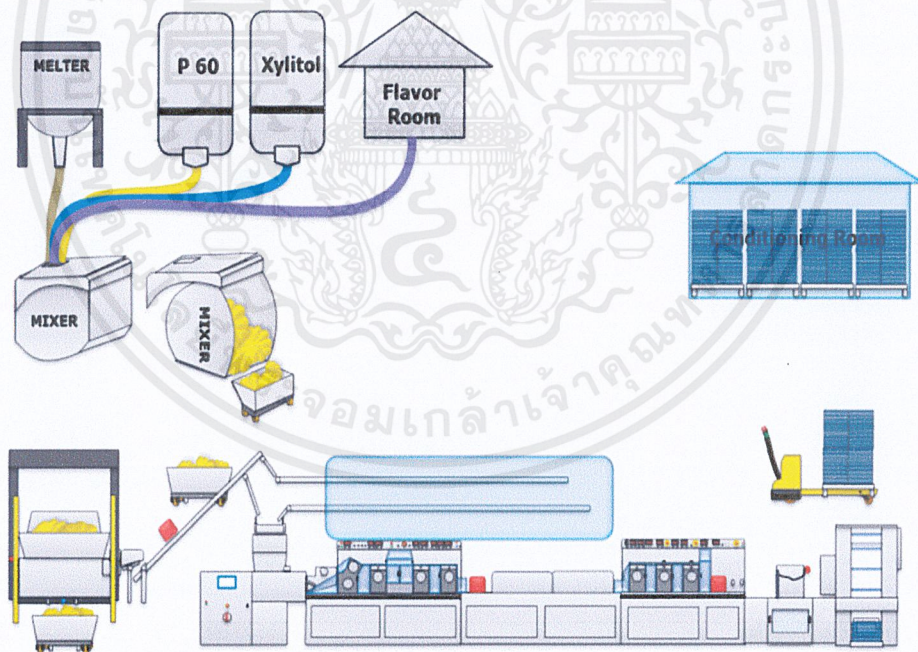
รูปที่ 3.6 กราฟแสดงค่าน้ำหนักมาตรฐานของบริษัท มอนเดลีช (ประเทศไทย) จำกัด

ตารางที่ 3.2 แผนดำเนินงาน

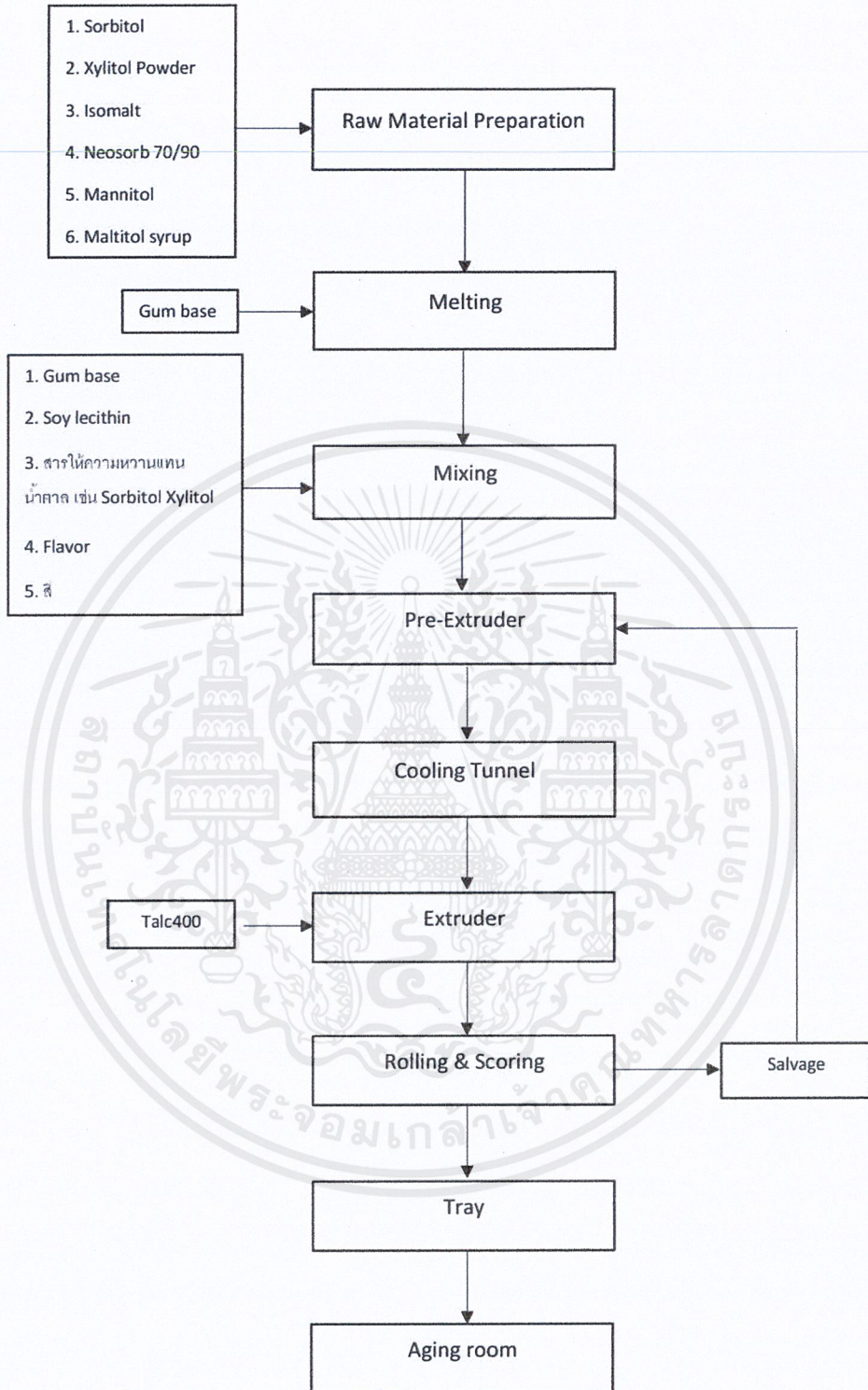
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
1.การศึกษา	←→			
2.การเตรียมงาน		←→		
3.การดำเนินงาน		←→		
4.การประเมินผล			←→	
5.การปฏิบัติงาน			←→	
6.การตรวจสอบ				←→
7.การปรับปรุงแก้ไข				←→

3.1.2 ชั้นเตรียมงาน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงสร้างกระบวนการผลิตหมากฝรั่งและจัดทำแผนผังกระบวนการผลิตหมากฝรั่งได้ดังนี้



รูปที่ 3.7 รูปโครงสร้างกระบวนการผลิต



รูปที่ 3.8 แผนผังกระบวนการผลิตหมากฝรั่ง

จากรูปที่ 3.8 สามารถอธิบายกระบวนการผลิตได้ดังนี้

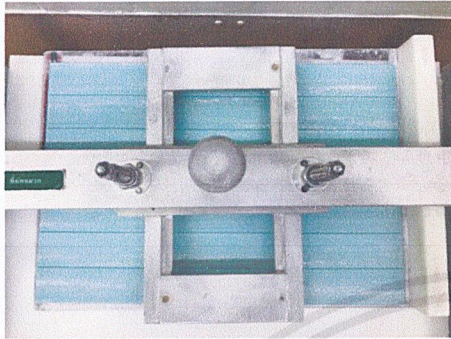
1. เตรียมส่วนผสม (Raw material preparation) เป็นบริเวณสำหรับรับสินค้าจากโกดังเก็บของ เพื่อรอการจัดเตรียมส่วนผสมต่าง ๆ และส่งไปยังเครื่องผสม
2. การละลาย (Melting) ทำหน้าที่ในการหลอมละลาย Gum base โดยหม้อจะเป็นหม้อสองชั้น ประกอบด้วยไอน้ำและน้ำร้อนซึ่งจะไหลอยู่ภายในหม้อชั้นนอกและ gum base จะละลายอยู่ภายใน ซึ่งด้านในหม้อจะแบ่งเป็น 2 ชั้นเช่นกัน gum base ที่ละลายด้วยไอน้ำแล้วจะไหลผ่านตะแกรงลงไปและอุ่นต่อด้วยน้ำร้อน
3. การผสม (Mixing) รับส่วนผสมต่าง ๆ ลงในเครื่องผสม โดยใส่ส่วนผสมต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่กำหนด
4. เครื่องขึ้นรูปอย่างง่าย (Pre-Extruder) ทำหน้าที่ขึ้นรูปหมากฝรั่ง โดยจะได้รับหมากฝรั่งมาจากเครื่องผสมและหมากฝรั่งที่ถูกนำมากลับใช้ใหม่จากการตัดขอบในกระบวนการรีดหมากฝรั่งโดยน้ำร้อนที่ใช้ในกระบวนการนี้จะนำมาจากเครื่องให้ความร้อนภายในตัวเครื่อง
5. อุโมงค์ทำความเย็น (Cooling Tunnel) ขั้นตอนนี้ทำเพื่อลดอุณหภูมิของหมากฝรั่ง ภายในอุโมงค์จะมีสายพานเป็นชั้น ช่วยในการยืดเวลาให้หมากฝรั่งเกิดการเย็นตัว เพื่อให้ง่ายต่อการขึ้นรูป
6. เครื่องขึ้นรูป (Extruder) ทำการอัดขึ้นรูปหมากฝรั่งให้ออกมาในลักษณะเป็นแผ่นบาง พร้อมทั้งโรยแป้ง Talc400 เพื่อให้หมากฝรั่งไม่ติดกับลูกกลิ้งและสายพานในขั้นตอนถัดไป
7. การรีดและตัดหมากฝรั่ง (Rolling and Scoring) ทำหน้าที่รีดหมากฝรั่งให้มีความหนาที่บางลง โดยมีลูกกลิ้งทั้งหมด 7 อัน ลูกกลิ้งอันที่ 6 ทำการกรีดร่องของแผ่นหมากฝรั่งให้เป็น 7 ส่วน และ ลูกกลิ้งอันสุดท้ายจะทำการตัดหมากฝรั่งให้มีความยาวแผ่นละ 452 มิลลิเมตร



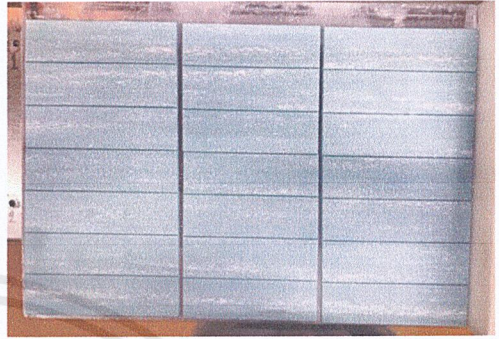
รูปที่ 3.9 หมากฝรั่งหลังการรีดและตัด

8. เครื่องจัดเรียงถาด (Tray) เป็นกระบวนการที่จัดเรียงหมากฝรั่งลงถาด ถาดละ 10 แผ่น และเคลื่อนย้ายไปไว้บนพาเลท พาเลท ละ 4 ตั้ง ตั้งละ 28 ถาด เมื่อครบจะนำหมากฝรั่งไปตากที่ห้องตากหมาก
9. ห้องตากหมาก (Aging room) ห้องสำหรับตากหมากฝรั่ง หมากฝรั่งหลังผ่านกระบวนการผลิตถูกนำมาพักในห้องนี้ประมาณ 1-2 วัน ก่อนนำไปสู่กระบวนการบรรจุต่อไป

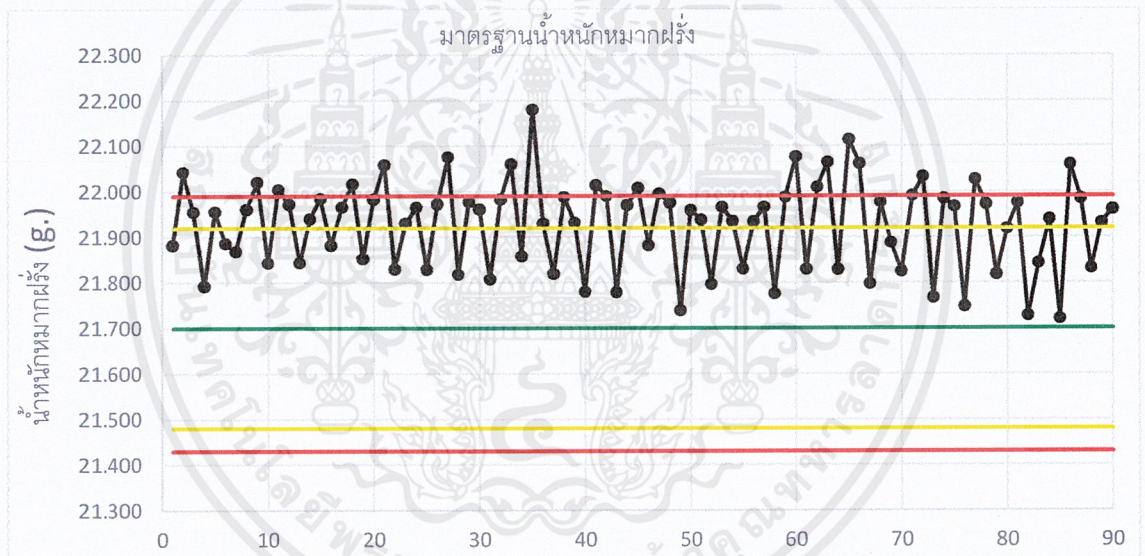
หลังจากทำการศึกษากระบวนการผลิตหมากฝรั่ง ผู้วิจัยได้ทดลองเก็บค่าน้ำหนักหมากฝรั่งโดยตัดขนาดหมากฝรั่งตามขอบเขตที่กำหนดไว้ 1 แผ่นจะตัดหมากฝรั่งร่องละ 1 ชิ้น จำนวน 7 ชิ้น เพื่อศึกษาน้ำหนักของหมากฝรั่งทั้งแผ่น โดยจะนำหมากฝรั่งทั้ง 7 ชิ้นมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งจะได้ค่าทั้งหมด 90 ค่า



รูปที่ 3.10 เครื่องตัดหมากฝรั่ง



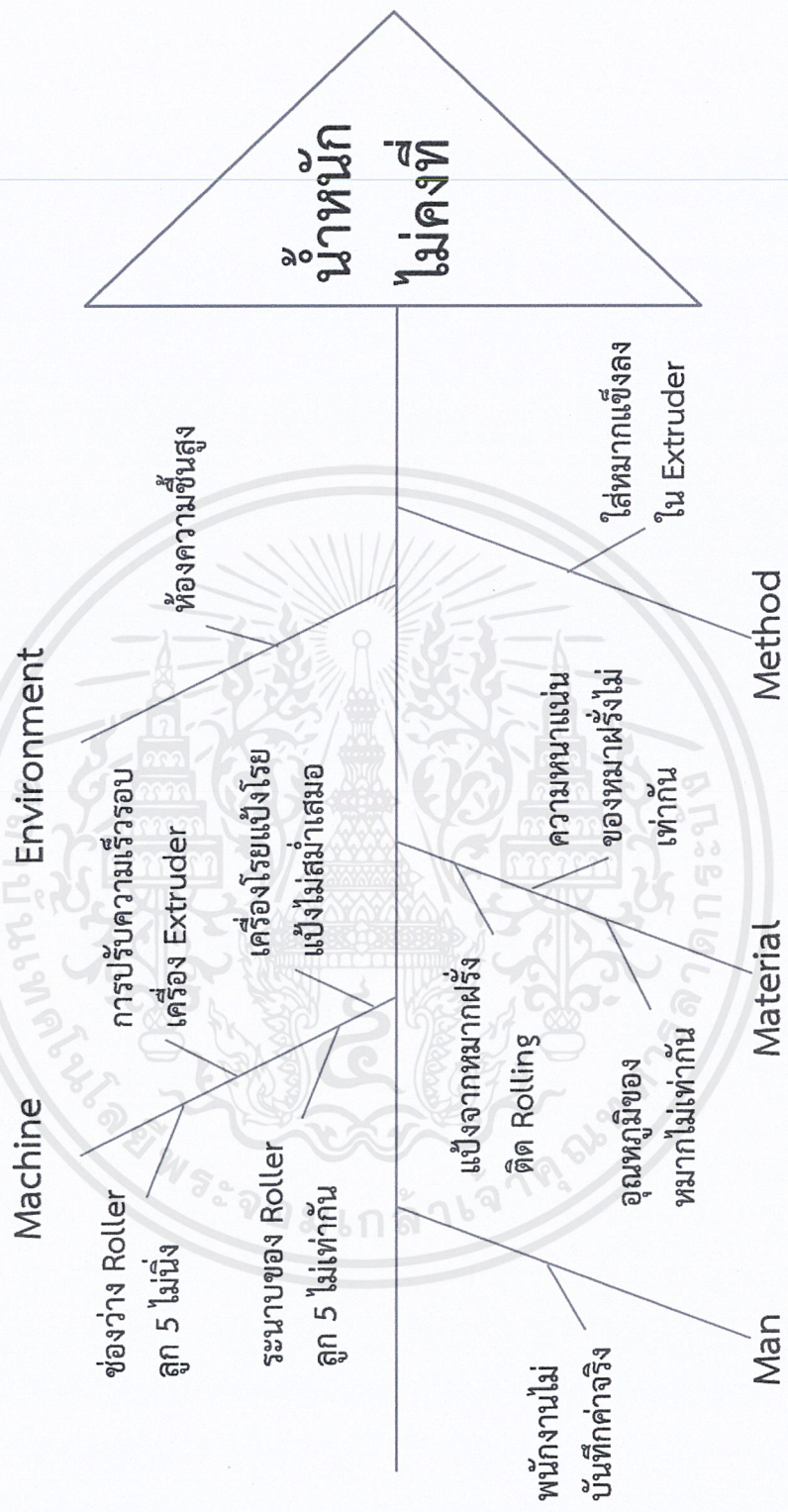
รูปที่ 3.11 หมากฝรั่งหลังการตัด



รูปที่ 3.12 แผนภูมิควบคุมมาตรฐานน้ำหนักหมากฝรั่งในช่วง 12-16 สิงหาคม 2562

จากรูปที่ 3.12 พบว่าน้ำหนักที่ได้นั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 21.929 กรัม คำนวณเป็นน้ำหนักส่วนเกินได้ 1.5213 % ทำให้บริษัทมีค่าเสียหายถึง 16,520,000 บาท/ปี ซึ่งมากเกินความจำเป็น ทางบริษัทต้องการลดต้นทุนในส่วนนี้

จากแผนภูมิแสดงน้ำหนักทำให้ทราบว่าน้ำหนักหมากฝรั่งแต่ละแผ่นมีค่าแปรปรวน รวมไปถึงการเก็บข้อมูลทำให้ทราบว่าน้ำหนักของหมากฝรั่งในแต่ละร่องนั้นแปรปรวนเช่นเดียวกัน และจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของบริษัททำให้ทราบถึงสาเหตุของการเกิดปัญหาน้ำหนักส่วนเกินดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

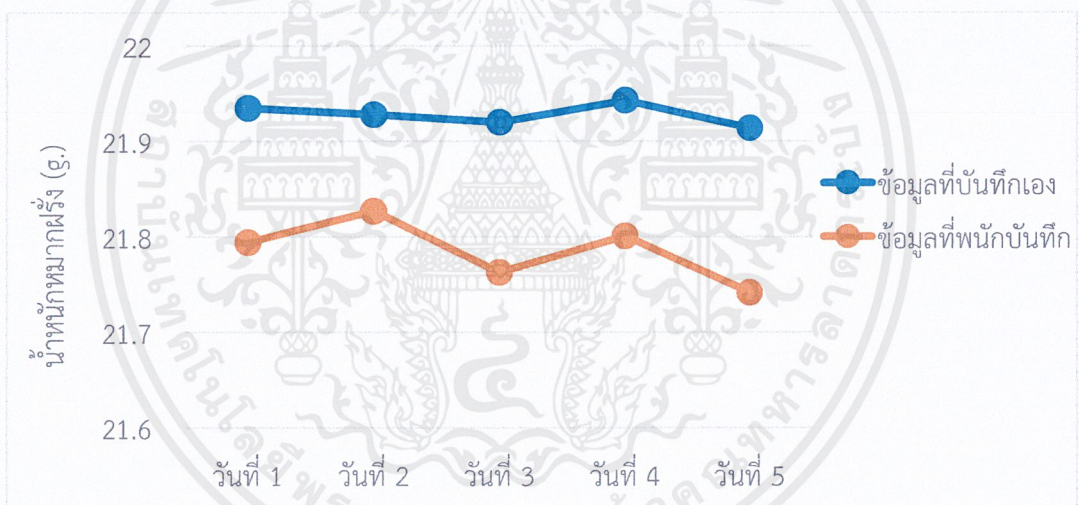
### 3.1.3 ขั้นตอนดำเนินงาน

หลังจากทราบปัญหาทางผู้วิจัยได้เลือกปัญหาเพื่อนำมาทำการทดลอง ซึ่งเลือกมาทั้งหมด 6 ปัญหา ได้แก่

1. พนักงานไม่บันทึกค่าจริง
2. อุณหภูมิของหมากฝรั่งไม่เท่ากัน
3. ความหนาแน่นของหมากฝรั่งไม่เท่ากัน
4. ช่องว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่นิ่ง
5. ระบายของลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่เท่ากัน
6. แป้งจากหมากฝรั่งติดลูกกลิ้ง

#### 3.1.3.1 พนักงานไม่บันทึกค่าจริง

จากการเก็บข้อมูลทำให้ทราบว่าข้อมูลที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมมานั้นไม่ตรงกับข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในระบบของบริษัท โดยข้อมูลที่ทางบริษัทมีมีน้ำหนักส่วนเกินอยู่ที่ 0.86 % แต่ข้อมูลจากผู้วิจัยมีน้ำหนักส่วนเกินอยู่ที่ 1.5741 % ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แผนภูมิน้ำหนักส่วนเกินจากข้อมูลที่บันทึกเองและข้อมูลที่พนักงานบันทึก

#### 3.1.3.2 อุณหภูมิของหมากฝรั่งไม่เท่ากัน

จากการสำรวจทำให้ทราบว่าเครื่องผสมหมากฝรั่งมีสองรุ่น ซึ่งทั้งสองรุ่นใช้อุณหภูมิผสมหมากที่แตกต่างกัน ส่งผลต่ออุณหภูมิที่แตกต่างกันของหมากฝรั่งหลังจากออกจากเครื่องผสม

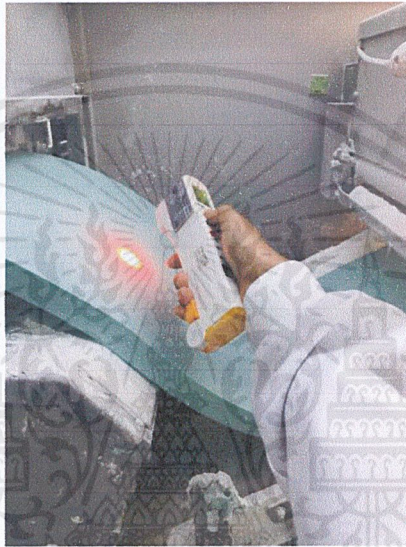
1. Mixer 1 (Wingworth)

หม้อผสมนี้เป็นหม้อผสมรุ่นเก่า จะทำความร้อนโดยมีไอน้ำเลี้ยงที่ตัวหม้อเท่านั้น ทำให้ใช้อุณหภูมิสูงในการผสมหมาก

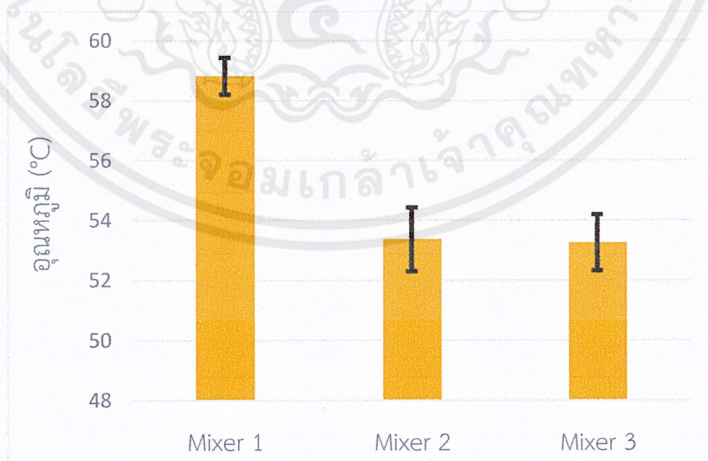
## 2. Mixer 2 และ Mixer 4 (Inoue)

หม้อผสมนี้เป็นหม้อผสมรุ่นใหม่ จะทำความร้อนโดยมีไอน้ำเลี้ยงที่ตัวหม้อและใบมีด ทั้งยังสามารถเปลี่ยนน้ำเลี้ยงจากไอน้ำเป็นน้ำเย็นที่ใบมีดได้ ทำให้สามารถใช้อุณหภูมิไม่สูงในการผสมหมาก และเปลี่ยนน้ำเลี้ยงเป็นน้ำเย็นในช่วงหลังการผสมทำให้สามารถลดอุณหภูมิหมากที่ออกจากเครื่องผสมได้

จากการเก็บข้อมูลพบว่าหม้อผสมหม้อที่ 1 (Mixer 1) อุณหภูมิหมากหลังออกเครื่องผสมสูงกว่า หม้อผสมหม้อที่ 2 และหม้อผสมหม้อที่ 4 ซึ่ง อุณหภูมิหมากหม้อที่ 1 อยู่ที่ 58.83 องศาเซลเซียส อุณหภูมิหมากหม้อที่ 1 อยู่ที่ 53.37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิหมากหม้อที่ 1 อยู่ที่ 53.26 องศาเซลเซียส .



รูปที่ 3.15 การวัดอุณหภูมิ

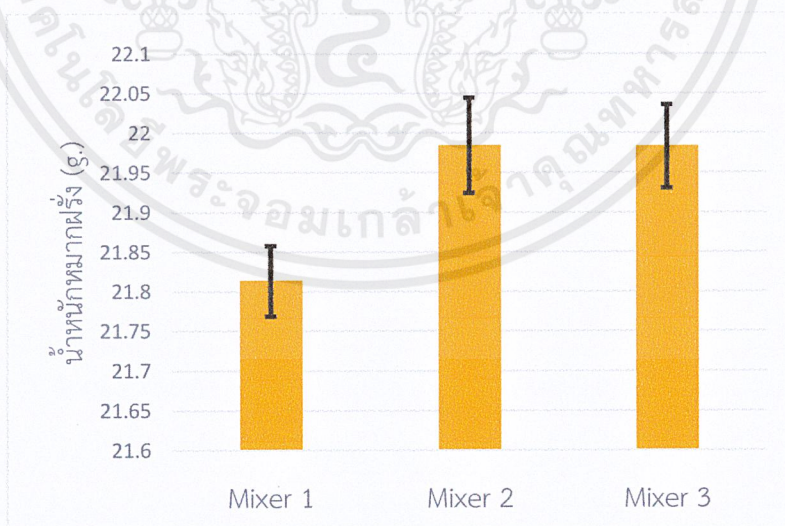


รูปที่ 3.16 แผนภูมิอุณหภูมิหมากเฉลี่ยหลังออกจากเครื่องผสม

จากรูปที่ 3.16 พบว่าน้ำหนักผงแห้งที่ผสมจากหม้อผสมหม้อที่ 1 (Mixer 1) น้ำหนักหลังจากการรีดขึ้นรูปสูงกว่า น้ำหนักผงแห้งที่ผสมจากหม้อผสมหม้อที่ 2 และหม้อผสมหม้อที่ 4 ซึ่งน้ำหนักผงแห้งเฉลี่ยจากเครื่องผสมหม้อที่ 1 อยู่ที่ 21.814 กรัม น้ำหนักผงแห้งเฉลี่ยจากเครื่องผสมหม้อที่ 2 อยู่ที่ 21.986 กรัม น้ำหนักผงแห้งเฉลี่ยจากเครื่องผสมหม้อที่ 3 อยู่ที่ 21.986 กรัม



รูปที่ 3.17 การชั่งน้ำหนักผงแห้ง



รูปที่ 3.18 แผนภูมิน้ำหนักผงแห้งเฉลี่ยหลังจากออกจากเครื่องรีด

จากนั้นศึกษาต่อในเรื่องของอุณหภูมิที่แตกต่างนั้นส่งผลต่อน้ำหนักที่ไม่เท่ากันของแต่ละแผ่น โดยนำอุณหภูมิมาเทียบกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักหมากฝรั่งทั้ง 7 ร่อง ดังตาราง 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่าน้ำหนักและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

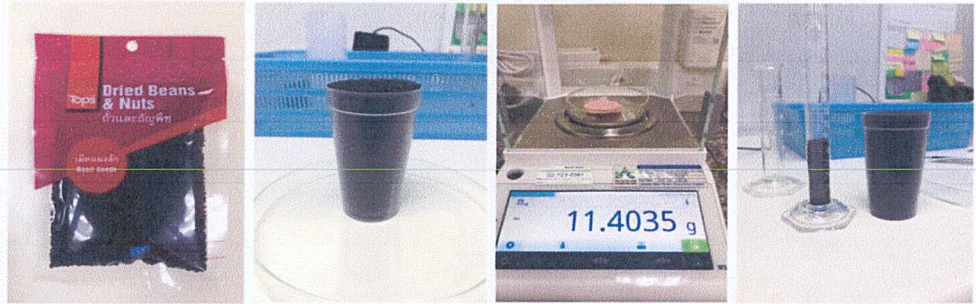
อุณหภูมิ (°C)	น้ำหนักเฉลี่ย (g.)	S.D.	อุณหภูมิ (°C)	น้ำหนักเฉลี่ย (g.)	S.D.
56.3	21.823	0.361	57.7	21.569	0.296
53.6	21.684	0.099	53.3	21.919	0.174
51.8	21.699	0.111	53.2	22.171	0.134
56.8	21.590	0.056	56.7	21.690	0.069
52.8	21.740	0.089	52.4	21.991	0.076
53.1	21.891	0.066	52.6	21.967	0.085
57.3	21.704	0.282	57.1	21.731	0.068
51.7	21.781	0.131	52.9	21.927	0.054
52.7	22.013	0.042	53.1	21.854	0.154
57.8	21.704	0.203	57.3	21.806	0.045
52.2	21.955	0.124	52.5	21.913	0.061
52.6	21.875	0.183	53.4	21.819	0.087
57.4	21.768	0.148	56.9	21.657	0.169
53	21.714	0.116	53.6	21.804	0.133
53.8	21.9162	0.049	52.8	21.707	0.093

### 3.1.3.3 ความหนาแน่นของหมากฝรั่ง

การวัดความหนาแน่นหมากฝรั่งไม่สามารถวัดโดยการชั่งน้ำหนักในน้ำหรือการแทนที่วัสดุในของเหลวได้เนื่องจากหมากฝรั่งเป็นวัสดุที่ดูดซับน้ำรวมไปถึงมีองค์ประกอบที่ละลายในน้ำมันการแช่หรือจุ่มในของเหลวจะทำให้วัสดุมีปริมาตรเปลี่ยนแปลง ผู้วิจัยจึงใช้การแทนที่ในวัสดุที่มีขนาดเล็ก มีช่องว่างระหว่างเม็ดน้อย หรือมีค่าความพรุน (porosity) น้อย ซึ่งผู้วิจัยเลือกเม็ดแมงลักในการทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2 แหล่ง

1. หมากฝรั่งหลังออกจากเครื่องผสม  
เพื่อศึกษาความแตกต่างความหนาแน่นของหมากฝรั่งจากหม้อคนละชนิด
2. หมากฝรั่งหลังออกจากเครื่องรีด  
เพื่อศึกษาความแตกต่างความหนาแน่นทั้ง 7 ร่อง ของหมากฝรั่ง



รูปที่ 3.19 การวัดความหนาแน่นโดยอาศัยแทนที่หมากฝรั่งในเม็ดแมงลัก

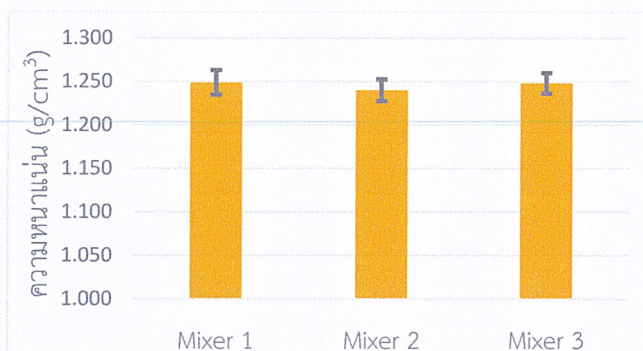
จากการเก็บข้อมูลดังนี้

1. หมากฝรั่งหลังจากเครื่องผสม

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลโดยเก็บห้อยละ 10 ค่า จำนวน 3 ครั้งได้ค่าดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ความหนาแน่นหมาก( $\text{g}/\text{cm}^3$ )ฝรั่งหลังจากเครื่องผสม

Mixer	density 1	density 2	density 3	mixer	density 1	density 2	density 3
No.1	1.232	1.248	1.210	No.2	1.212	1.240	1.250
	1.256	1.270	1.238		1.240	1.243	1.242
	1.231	1.247	1.251		1.237	1.255	1.255
	1.238	1.229	1.244		1.250	1.235	1.237
	1.247	1.255	1.268	เฉลี่ย	1.238	1.238	1.243
	1.226	1.256	1.261	SD	0.015	0.013	0.010
	1.261	1.266	1.242	No.4	1.221	1.244	1.242
	1.265	1.255	1.251		1.268	1.234	1.259
	1.234	1.261	1.257		1.245	1.248	1.253
	1.246	1.260	1.258		1.247	1.244	1.235
เฉลี่ย	1.244	1.255	1.248		1.241	1.239	1.263
SD	0.014	0.012	0.016		1.256	1.242	1.267
No.2	1.248	1.211	1.223		1.262	1.241	1.261
	1.234	1.229	1.235		1.237	1.244	1.250
	1.241	1.251	1.252		1.233	1.256	1.255
	1.212	1.247	1.241		1.259	1.236	1.268
	1.256	1.232	1.250	เฉลี่ย	1.247	1.243	1.255
	1.250	1.237	1.243	SD	0.015	0.006	0.011



รูปที่ 3.20 แผนภูมิความหนาแน่นหมากฝรั่งเฉลี่ยหลังจากออกจากเครื่องผสม

## 2. หมากฝรั่งหลังจากออกจากเครื่องรีด

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลโดยเก็บข้อมูลความหนาแน่น และน้ำหนักจากทั้ง 7 ร่อง จำนวน 10 ครั้งดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ความหนาแน่นหมากฝรั่ง(g/cm<sup>3</sup>)หลังจากออกจากเครื่องรีด

	ร่องที่ 1	ร่องที่ 2	ร่องที่ 3	ร่องที่ 4	ร่องที่ 5	ร่องที่ 6	ร่องที่ 7
1	1.183	1.172	1.174	1.169	1.141	1.196	1.184
2	1.176	1.180	1.181	1.190	1.189	1.189	1.177
3	1.190	1.177	1.173	1.189	1.191	1.184	1.185
4	1.184	1.183	1.188	1.166	1.178	1.176	1.188
5	1.180	1.171	1.176	1.176	1.184	1.184	1.182
6	1.170	1.181	1.178	1.186	1.185	1.174	1.179
7	1.183	1.177	1.183	1.176	1.185	1.188	1.180
8	1.175	1.181	1.188	1.188	1.184	1.183	1.190
9	1.190	1.185	1.180	1.184	1.185	1.190	1.188
10	1.171	1.174	1.180	1.180	1.184	1.183	1.187
เฉลี่ย	1.180	1.178	1.180	1.180	1.181	1.185	1.184
S.D.	0.0071	0.0047	0.0052	0.0085	0.0143	0.0065	0.0044

### 3.1.3.4 ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่นิ่ง

จากการศึกษาช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งพบว่าลูกกลิ้งมีการขยับตลอดเวลาโดยดูจากเครื่องวัดช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง



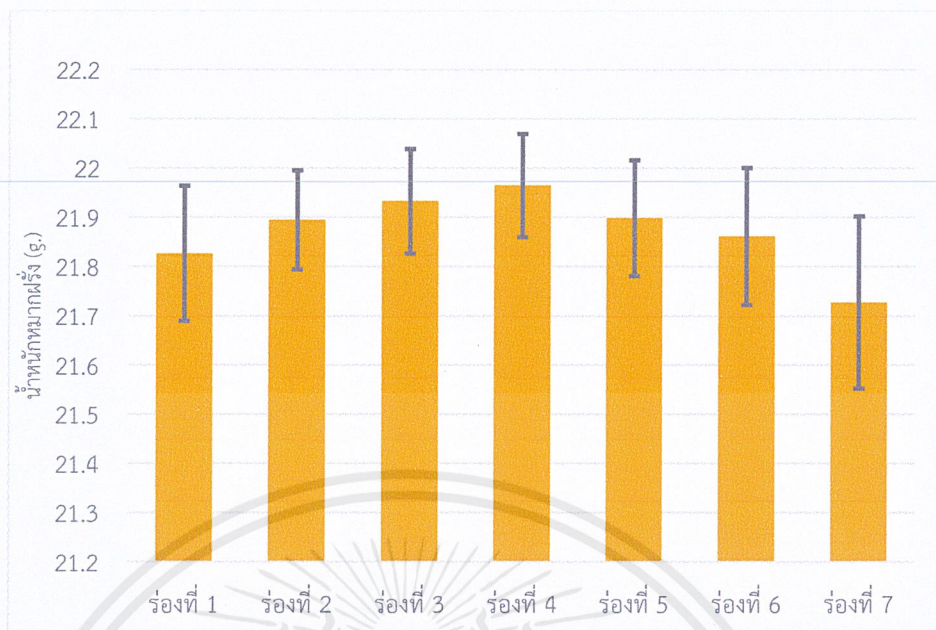
รูปที่ 3.21 เจวัดช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง

### 3.1.3.5 ระนาบของลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่เท่ากัน

จากการวัดน้ำหนักหมากฝรั่ง 7 ร่อง ทำให้ทราบว่าน้ำหนักหมากฝรั่งจะมีแนวโน้มในทางเดียวกัน เช่น น้ำหนักร่อง 1 น้อยที่สุดใน 7 ร่อง ก็จะเป็นเช่นนั้นตลอด และแนวโน้มทั้ง 7 ร่องที่เหลือก็จะไปในทิศทางเดียวกัน ดังตารางที่ 3.6-3.10

ตารางที่ 3.6 น้ำหนักหมากฝรั่ง(g.) 7 ร่อง วันที่ 11 กันยายน 2562

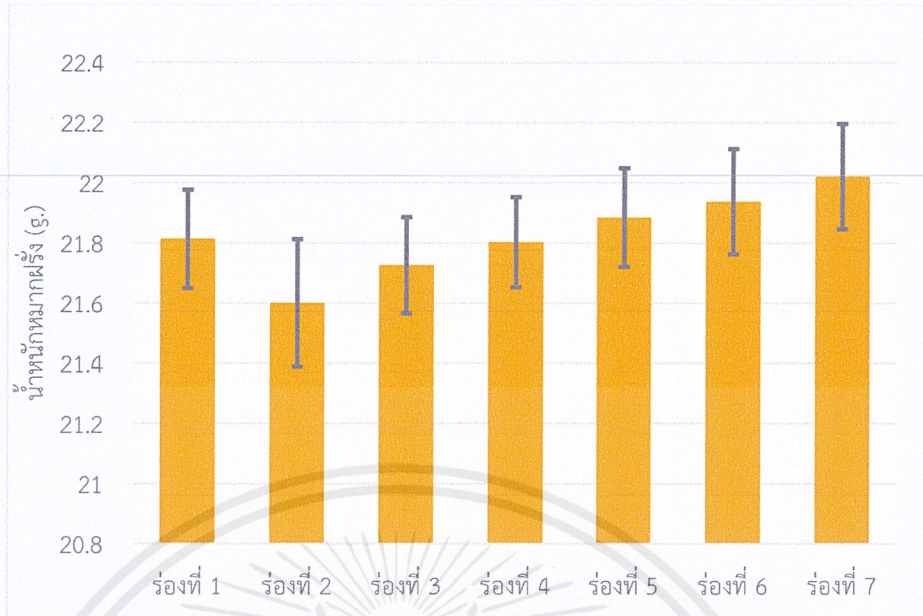
	ร่องที่ 1	ร่องที่ 2	ร่องที่ 3	ร่องที่ 4	ร่องที่ 5	ร่องที่ 6	ร่องที่ 7
1	21.572	21.783	21.801	21.854	21.827	21.743	21.531
2	21.781	21.786	21.789	21.816	21.773	21.714	21.559
3	21.694	21.842	21.847	21.863	21.807	21.796	21.648
4	21.872	22.024	22.031	22.068	21.976	21.945	21.862
5	21.825	21.918	21.914	21.945	21.826	21.751	21.598
6	21.839	21.894	21.912	21.983	21.789	21.727	21.525
7	22.091	22.089	22.135	22.167	22.153	22.147	22.023
8	21.942	21.934	21.968	21.989	21.924	21.897	21.821
9	21.811	21.818	21.983	21.996	21.946	21.936	21.861
10	21.837	21.852	21.948	21.964	21.963	21.954	21.841
เฉลี่ย	21.826	21.89	21.933	21.964	21.898	21.86	21.727
S.D.	0.1375	0.1007	0.1058	0.1047	0.1175	0.1391	0.1751



รูปที่ 3.22 น้ำหนักห่อกรวงข้าวทั้ง 7 ร่อง วันที่ 11 กันยายน 2562

ตารางที่ 3.7 น้ำหนักห่อกรวงข้าว (g.) 7 ร่อง วันที่ 12 กันยายน 2562

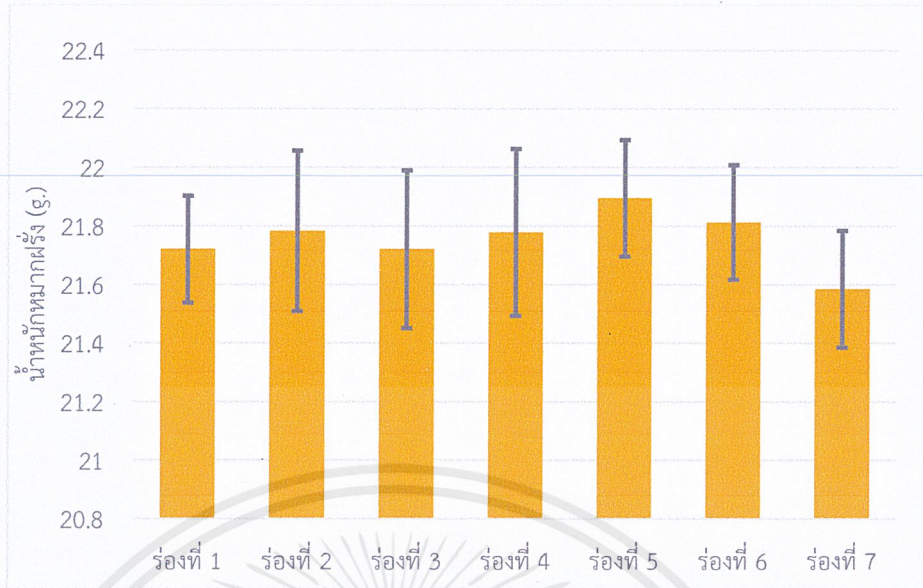
	รวงที่ 1	รวงที่ 2	รวงที่ 3	รวงที่ 4	รวงที่ 5	รวงที่ 6	รวงที่ 7
1	21.558	21.373	21.475	21.613	21.638	21.672	21.754
2	21.653	21.586	21.661	21.709	21.738	21.743	21.786
3	21.874	21.587	21.634	21.706	21.964	21.983	22.034
4	22.023	21.956	21.973	21.987	22.064	22.137	22.221
5	21.852	21.611	21.846	21.993	21.997	22.036	22.164
6	22.059	21.945	21.978	22.034	22.136	22.223	22.248
7	21.778	21.427	21.673	21.754	21.937	21.954	22.036
8	21.924	21.687	21.713	21.751	21.846	21.983	22.107
9	21.673	21.415	21.624	21.668	21.687	21.782	21.937
10	21.731	21.415	21.674	21.812	21.834	21.857	21.923
เฉลี่ย	21.813	21.600	21.725	21.803	21.884	21.937	22.021
S.D.	0.1634	0.2118	0.1601	0.1495	0.1641	0.1746	0.1709



รูปที่ 3.23 น้ำหนักหมากฝรั่งทั้ง 7 ร่อง วันที่ 12 กันยายน 2562

ตารางที่ 3.8 น้ำหนักหมากฝรั่ง(g.) 7 ร่อง วันที่ 13 กันยายน 2562

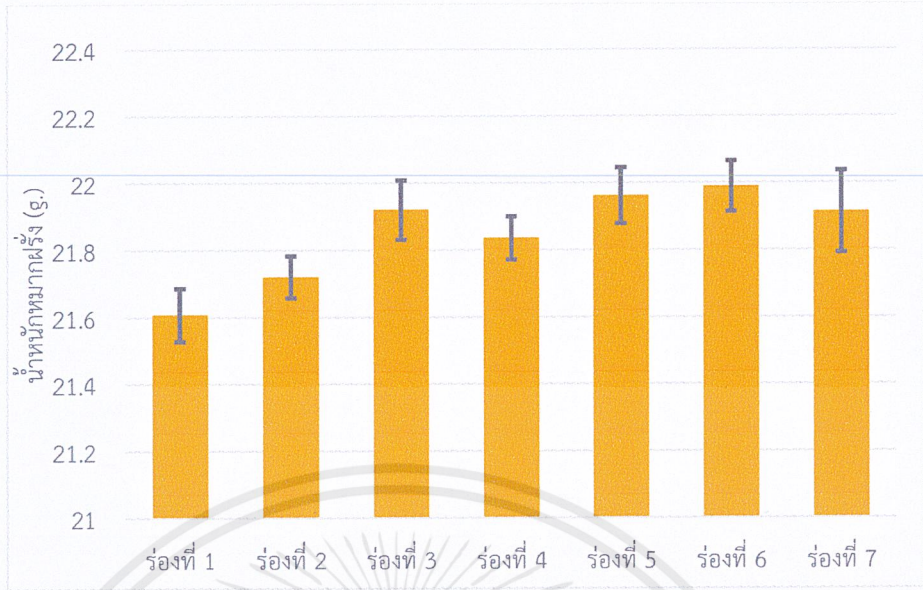
	ร่องที่ 1	ร่องที่ 2	ร่องที่ 3	ร่องที่ 4	ร่องที่ 5	ร่องที่ 6	ร่องที่ 7
1	21.782	21.875	21.834	21.891	21.923	21.807	21.559
2	21.435	21.552	21.523	21.577	21.553	21.518	21.29
3	21.609	21.837	21.724	21.948	21.88	21.832	21.601
4	21.736	21.948	21.903	21.957	21.925	21.892	21.611
5	21.674	21.833	21.829	21.871	21.884	21.804	21.559
6	21.703	21.79	21.762	21.799	21.881	21.741	21.48
7	21.547	21.713	21.627	21.644	21.694	21.659	21.491
8	21.697	21.86	21.728	21.755	21.809	21.632	21.418
9	21.983	21.177	21.119	21.137	22.144	22.092	21.889
10	22.036	22.236	22.152	22.197	22.251	22.145	21.946
เฉลี่ย	21.720	21.782	21.720	21.778	21.894	21.812	21.584
S.D.	0.1824	0.2744	0.2699	0.2844	0.1988	0.1953	0.1999



รูปที่ 3.24 น้ำหนักหกกมฝรังทั้ง 7 ร่อง วันที่ 13 กันยายน 2562

ตารางที่ 3.9 น้ำหนักหกกมฝรัง(g.) 7 ร่อง วันที่ 16 กันยายน 2562

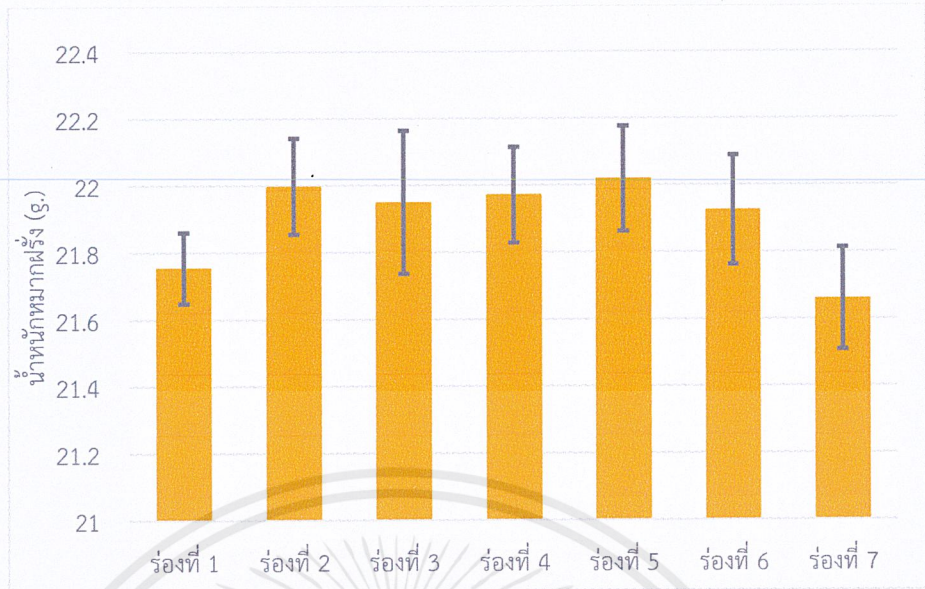
	รวงที่ 1	รวงที่ 2	รวงที่ 3	รวงที่ 4	รวงที่ 5	รวงที่ 6	รวงที่ 7
1	21.662	21.751	21.849	21.798	21.911	21.933	21.819
2	21.628	21.719	21.813	21.772	21.883	21.913	21.786
3	21.588	21.768	21.983	21.860	22.038	22.081	22.040
4	21.444	21.596	21.825	21.770	21.799	21.860	21.666
5	21.547	21.691	21.893	21.804	21.959	21.989	21.947
6	21.695	21.779	22.045	21.854	21.993	22.020	22.001
7	21.626	21.743	22.008	21.936	22.078	22.087	22.015
8	21.577	21.652	21.825	21.756	21.925	21.942	21.885
9	21.722	21.801	21.990	21.917	22.003	22.019	22.010
10	21.583	21.704	21.969	21.892	22.030	22.046	21.970
เฉลี่ย	21.607	21.720	21.920	21.836	21.962	21.989	21.914
S.D.	0.0794	0.0623	0.0881	0.0649	0.0839	0.0752	0.1224



รูปที่ 3.25 น้ำหนักหมากฝรั่งทั้ง 7 ร่อง วันที่ 16 กันยายน 2562

ตารางที่ 3.10 น้ำหนักหมากฝรั่ง(g.) 7 ร่อง วันที่ 17 กันยายน 2562

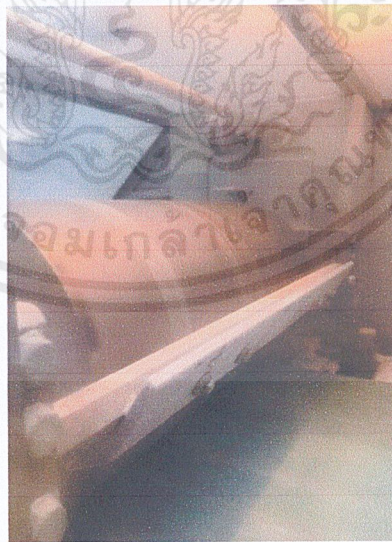
	ร่องที่ 1	ร่องที่ 2	ร่องที่ 3	ร่องที่ 4	ร่องที่ 5	ร่องที่ 6	ร่องที่ 7
1	21.764	21.978	21.982	21.858	21.897	21.865	21.532
2	21.559	21.807	21.882	21.809	21.826	21.758	21.484
3	21.906	22.325	21.386	22.285	22.388	22.292	21.897
4	21.655	21.961	21.978	21.891	21.982	21.815	21.553
5	21.708	21.852	21.917	21.810	21.876	21.716	21.447
6	21.776	21.935	22.061	22.015	22.034	22.020	21.706
7	21.668	21.943	21.984	21.954	21.980	21.883	21.651
8	21.818	22.039	22.100	22.020	22.041	21.981	21.835
9	21.851	22.082	22.109	22.049	22.067	21.934	21.743
10	21.839	22.056	22.097	22.025	22.103	21.987	21.753
เฉลี่ย	21.7544	21.9978	21.9496	21.9716	22.0194	21.9251	21.6601
S.D.	0.1063	0.1436	0.2130	0.1428	0.1570	0.1632	0.1523



รูปที่ 3.26 น้ำหนักหมากฝรั่งทั้ง 7 ร่อง วันที่ 17 กันยายน 2562

### 3.1.3.6 แป้งจากหมากฝรั่งติดลูกกลิ้ง

จากการศึกษากระบวนการผลิตหมากฝรั่งบริเวณเครื่องรีดหมากฝรั่งทำให้ทราบว่า ลูกกลิ้งมีน้ำเย็นหล่อเย็นภายในและมีการโรยแป้ง Talc 400 ที่หมากฝรั่งเพื่อไม่ให้หมากฝรั่งติดลูกกลิ้ง แต่เนื่องด้วยห้องผลิตหมากฝรั่งไม่สามารถควบคุมความชื้นรวมไปถึงแรงกดของลูกกลิ้งต่อหมากฝรั่งทำให้แป้งที่โรยนั้นติดกับลูกกลิ้งดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 ลูกกลิ้งที่มีแป้งเกาะ

### 3.1.4 ชั้นการประเมินผล

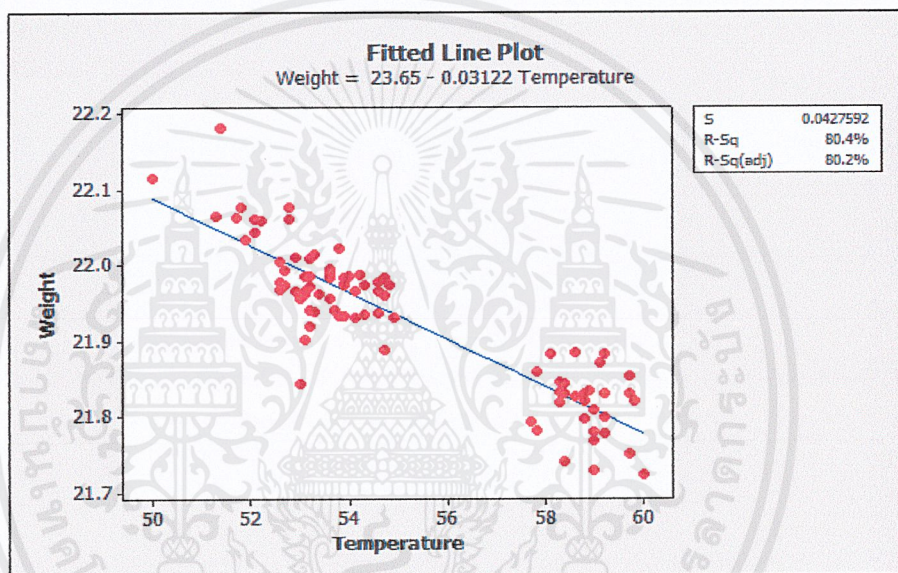
ผู้วิจัยได้นำ 6 ปัญหาที่ได้ทำการทดลองมาวิเคราะห์ผล ดังนี้

#### 3.1.4.1 พนักงานไม่บันทึกค่าจริง

จากการเก็บข้อมูลทำให้ทราบว่าข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมานั้นไม่ตรงกับข้อมูลที่ได้นบันทึกไว้ในระบบของบริษัท ผู้วิจัยจึงได้สอบถามพนักงานถึงสาเหตุ พบว่าพนักงานไม่กล้าลงข้อมูลจริงเนื่องจากข้อมูลที่ได้ไม่อยู่ในค่าที่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้เสนอให้มีการอบรมการบันทึกค่าใหม่

#### 3.1.4.2 อุณหภูมิของหมากฝรั่งไม่เท่ากัน

ผู้วิจัยได้นำอุณหภูมิของหมากมาเปรียบเทียบกับน้ำหนัก โดยนำค่ามาเปรียบเทียบในโปรแกรม minitab ได้ผลดังนี้



รูปที่ 3.28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและน้ำหนัก

จากรูปที่ 3.28 ทำให้เราทราบว่าอุณหภูมิมีผลต่อน้ำหนักของหมากฝรั่ง เนื่องจากหมากที่อุณหภูมิสูงจะขยายตัวมากกว่าหมากที่อุณหภูมิต่ำทำให้ช่องว่างในการรีดเท่ากันแต่น้ำหนักหมากที่ออกมาไม่เท่ากัน

#### 3.1.4.3 ความหนาแน่นของหมากฝรั่งไม่เท่ากัน

ผู้วิจัยได้นำความหนาแน่นของหมากมาเปรียบเทียบกับน้ำหนัก โดยนำค่ามาเปรียบเทียบในโปรแกรม minitab

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ 2 แหล่ง ซึ่งจุดประสงค์ต่างกันออกไป

1. ความหนาแน่นของหมากฝรั่งหลังจากเครื่องผสมคนละเอียด  
เพื่อศึกษาว่าหมากในหม้อผสมทั้ง 2 รุ่นนั้นความหนาแน่นของหมากที่ออกมาเท่ากันทั้ง 2 รุ่นหรือไม่ โดยนำข้อมูลความหนาแน่นมากหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (C.V.)

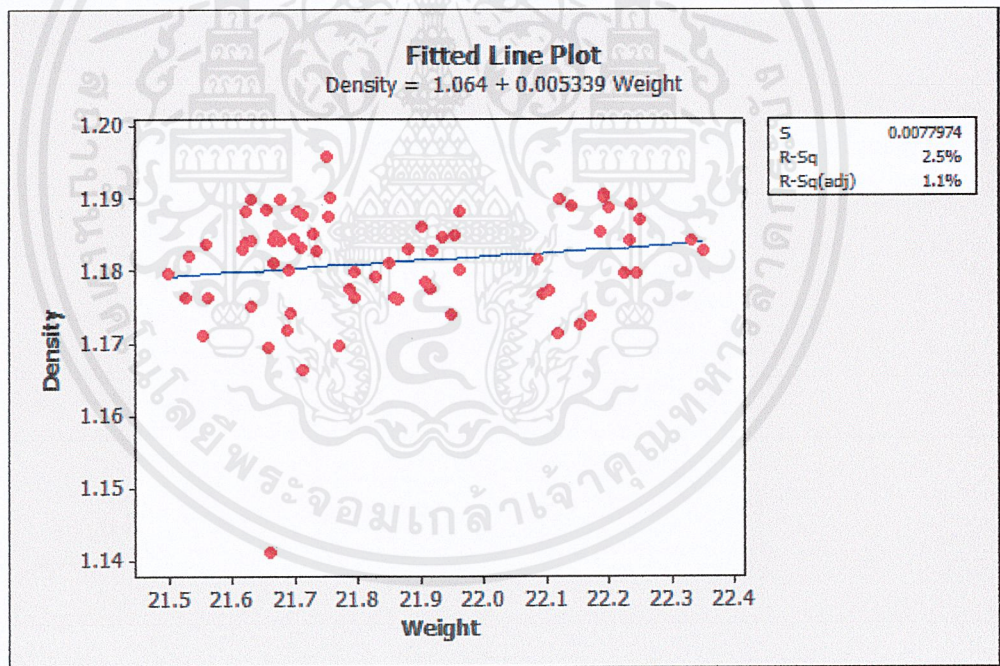
ตารางที่ 3.11 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันของหมากแต่ละเครื่องผสม

	ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (%)		
	1	2	3
Mixer No.1	1.0915	0.9188	1.2986
Mixer No.2	1.2321	1.0160	0.7716
Mixer No.3	1.1662	0.5001	0.8506

จากตารางที่ 3.11 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันของหมากฝรั่งแต่ละเครื่องที่ได้ไม่มีค่าใดน้อยกว่า 5% หมายความว่าความแตกต่างของความหนาแน่นอยู่ในมาตรฐานที่ยอมรับได้

2. หมากฝรั่งหลังจากออกจากเครื่องรีด

เพื่อศึกษาว่าความหนาแน่นของหมากทั้ง 7 ร่องส่งผลต่อน้ำหนักของหมากฝรั่งแต่ละร่องหรือไม่ โดยนำข้อมูลมาเปรียบเทียบในโปรแกรม minitab



รูปที่ 3.29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นและน้ำหนัก

จากรูปที่ 3.29 แสดงความสัมพันธ์พบว่าความหนาแน่นของหมากฝรั่งไม่ส่งผลต่อน้ำหนักที่ต่างกันของหมากฝรั่ง โดยปกติแล้วความหนาแน่นนั้นจะมีผลต่อน้ำหนักเนื่องจากความหนาแน่นคำนวณได้จากอัตราส่วนมวลต่อปริมาตร สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องด้วยเราศึกษาที่ปริมาณน้อยมาก

#### 3.1.4.4 ช่องว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่นิ่ง

จากการศึกษาพบว่ากรณีที่ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่นิ่งส่งผลต่อความหนาของหมากฝรั่งที่ไม่เท่ากัน และส่งผลไปถึงน้ำหนักของหมากที่เด้งที่เพียงเล็กน้อยเท่านั้นทราบได้จากการน้ำหนักในแต่ละร่องใกล้เคียงกัน แต่กรณีที่ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ส่งผลต่อการปรับค่าช่องว่างของกลิ้งด้วยเครื่องจักร ผู้วิจัยจึงได้เสนอให้มีการซ่อมเครื่องรีดหมากฝรั่งลูก 5

#### 3.1.3.5 ระบายของลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่เท่ากัน

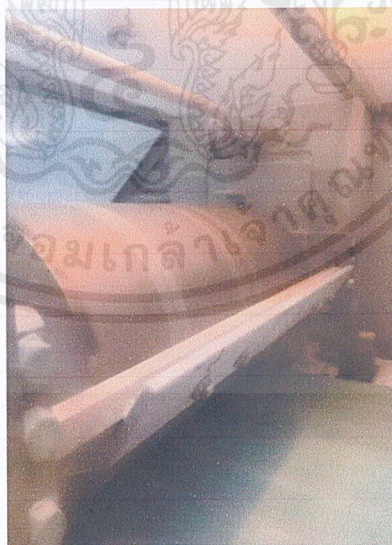
จากข้อมูลแนวโน้มของน้ำหนักหมากฝรั่งในแต่ละวันเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ผู้วิจัยจึงสันนิษฐานว่ามาจากการตั้งระนาบของลูกกลิ้งที่ไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงได้ทดลองให้มีการตั้งระนาบลูกกลิ้งใหม่ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือน้ำหนักยังมีความแปรปรวนเช่นเดิม

#### 3.1.3.6 แปะจากหมากฝรั่งติด Rolling

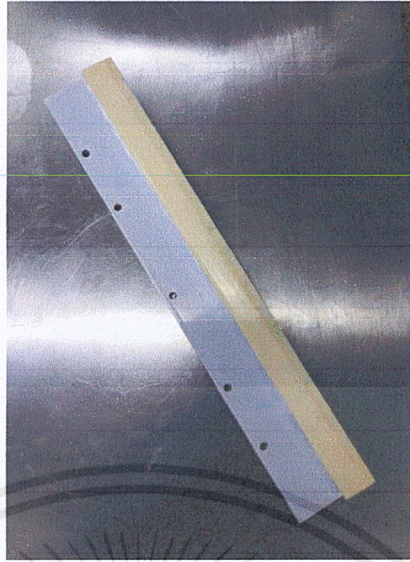
จากปัญหาแปะติดลูกกลิ้งส่งผลให้ช่องว่างของลูกกลิ้งไม่สม่ำเสมอระนาบของลูกกลิ้งจึงไม่เท่ากัน ส่งผลต่อน้ำหนักของหมากฝรั่งทั้ง 7 ร่อง บริเวณผิวลูกกลิ้งที่มีแปะติดอยู่มากจะทำให้หมากที่รีดบางและน้ำหนักน้อยกว่าบริเวณอื่น ผู้วิจัยจึงเสนอให้มีการทำความสะอาดลูกกลิ้งวันละ 2 ครั้ง

การทำความสะอาดลูกกลิ้งวันละ 2 ครั้ง ส่งผลให้สูญเสียโอกาสในการผลิตถึง 2 ต้นต่อวัน ผู้วิจัยจึงได้เสนอให้มีการเปลี่ยนใบมีดและลูกกลิ้งเพื่อไม่ให้แปะจากหมากฝรั่งติดลูกกลิ้งคู่ที่ 5 โดยที่ลูกกลิ้งคู่ที่ 5 นั้นได้นำไปชุบฮาร์ดโครม และเปลี่ยนใบมีดจากยางเป็นพลาสติกวิศวกรรม

สาเหตุที่นำลูกกลิ้งไปชุบฮาร์ดโครม เนื่องจากฮาร์ดโครมนั้นทำให้ผิวของลูกกลิ้งลื่นและรีดแปะออกได้ง่าย ในส่วนของการเปลี่ยนใบมีดจากยางเป็นพลาสติกวิศวกรรมนั้น เนื่องจากยางเป็นวัสดุที่อ่อนจึงไม่สามารถรีดแปะออกจากลูกกลิ้งได้จึงเปลี่ยนเป็นพลาสติกวิศวกรรมที่มีความแข็ง



รูปที่ 3.30 ลูกกลิ้งก่อนการชุบฮาร์ดโครม



รูปที่ 3.31 ใบปากที่ทำจากยาง

### 3.2 การปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้เลือกปัญหามาทำการแก้ไขทั้งหมด ปัญหา ได้แก่

1. พนักงานไม่กรอกข้อมูลจริง แก้ไขโดย จัดอบรมพนักงาน
2. อุณหภูมิของหมากฝรั่งไม่เท่ากัน แก้ไขโดย ปรับตั้งช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิหมาก หากอุณหภูมิของหมากสูงให้ปรับช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ให้กว้างขึ้น และปรับช่องว่างให้น้อยลงเมื่อหมากมีอุณหภูมิที่ลดลง
3. ช่องว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่นิ่ง แก้ไขโดย ซ่อมแซมเครื่องรีดหมากฝรั่งตำแหน่งลูกกลิ้งคู่ที่ 5
4. แป้งจากหมากฝรั่งติด Rolling แก้ไขโดย เปลี่ยนใบมีดและลูกกลิ้ง

### 3.3 การตรวจสอบ

ติดตามผลลัพธ์หลังจากได้ปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้ เพื่อตรวจสอบว่าสิ่งที่แก้ปัญหานั้นสามารถแก้ไขปัญหาได้จริง โดยผลการดำเนินงานจะแสดงในบทที่ 4

### 3.4 ชั้นการประเมินผล

ทำการสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาลดต้นทุนในการผลิตหมากฝรั่ง และจัดทำเป็นมาตรฐานเพื่อใช้งานภายในโรงงาน

## บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

### 4.1 การแก้ไขปัญหา

#### 4.1.1 จัดอบรมพนักงาน

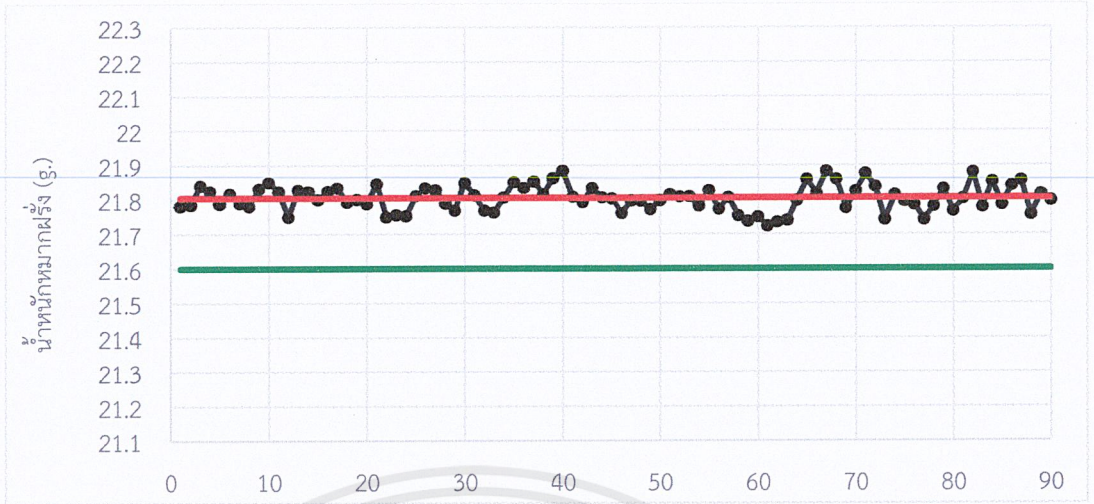
จัดทำการอบรมให้กับพนักงานถึงวิธีการชั่งและบันทึกค่าของน้ำหนักหมากฝรั่ง ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การจัดการสอนและทดสอบพนักงาน

#### 4.1.2 ปรับตั้งช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5

ผู้วิจัยได้บันทึกน้ำหนักหมากฝรั่งหลังจากมีการกำหนดให้พนักงานตรวจสอบน้ำหนักหมากฝรั่งทุก 15 นาที และทำการปรับช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ตามเครื่องผสม โดยเก็บข้อมูลทุก 15 นาที เป็นเวลา 3 วัน วันละ 30 ค่า ผลที่ได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 น้ำหนักหมากฝรั่งหลังการปรับช่องว่างลูกกลิ้ง

จากรูปที่ 4.2 พบว่าน้ำหนักหมากฝรั่งมีค่าเฉลี่ยลดลงจาก 21.93 g เหลือ 21.81 g ส่งผลให้น้ำหนักส่วนเกินจาก 1.53 % เหลือ 0.95 %

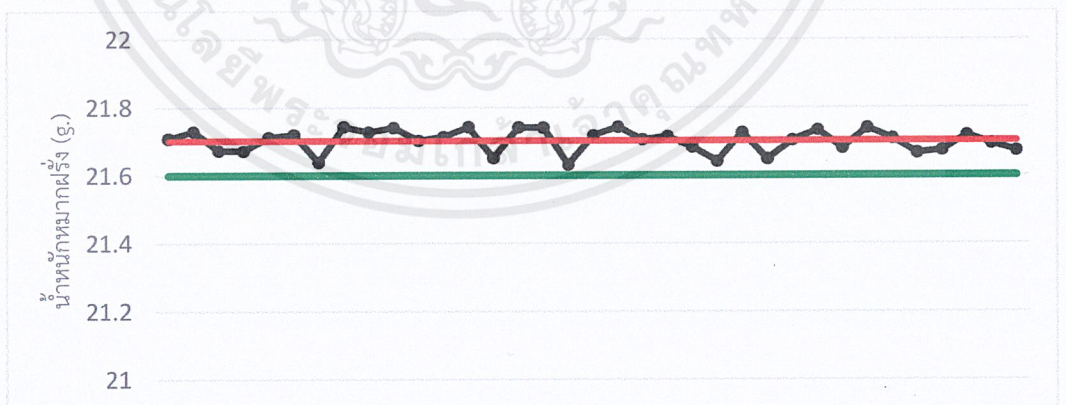
#### 4.1.3 ช่องว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่นิ่ง

ทางบริษัทได้มีการดำเนินการแจ้งทีมช่างเพื่อมาดำเนินการซ่อมเครื่องรีดหมากฝรั่ง

#### 4.1.4 เปลี่ยนใบมีดและลูกกลิ้ง

ทางบริษัทได้มีการดำเนินการแจ้งทีมช่างเพื่อนำลูกกลิ้งไปซูปอาร์โดโครมและสั่งใบมีดปาดที่ทำจากพลาสติกวิศวกรรมเพื่อนำมาเปลี่ยนกับของเดิมที่มีอยู่

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยเก็บน้ำหนักหมากฝรั่งเมื่อไม่มีแป้งติดที่ลูกกลิ้ง พบว่าน้ำหนักลูกกลิ้งมีความแปรปรวนลดลง ส่งผลให้น้ำหนักส่วนเกินเหลือ 0.47% ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 น้ำหนักหมากฝรั่งเมื่อลูกกลิ้งไม่มีแป้งติด

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาพบว่าสาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากน้ำหนักของหมากฝรั่งทั้งในแต่ละร่องและแต่ละแผ่นนั้นมีค่าที่แปรปรวนมากอันเนื่องมาจาก 4 สาเหตุได้แก่ สาเหตุแรกพนักงานไม่กรอกข้อมูลจริงแก้ไขโดย จัดอบรมพนักงาน แต่เมื่อพนักงานบันทึกค่าที่แท้จริงแล้วพบว่าน้ำหนักส่วนเกินที่แท้จริงนั้นสูงถึง 1.53% สาเหตุถัดมา อุณหภูมิของหมากฝรั่งไม่เท่ากัน แก้ไขโดยปรับตั้งช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิหมาก หากอุณหภูมิของหมากสูงให้ปรับช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ให้กว้างขึ้นและปรับช่องว่างให้น้อยลงเมื่อหมากมีอุณหภูมิต่ำลง สาเหตุที่ 3 ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ 5 ไม่นิ่ง สาเหตุนี้ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักที่แปรปรวนโดยตรงแต่จะส่งผลต่อการปรับช่องว่างของลูกกลิ้งคู่ที่ 5 เนื่องจากไม่สามารถปรับด้วยระบบอัตโนมัติได้ ผู้วิจัยจึงแก้ไขโดยการส่งซ่อมแซมเครื่องรีดหมากฝรั่งตำแหน่งลูกกลิ้งคู่ที่ 5 และสาเหตุสุดท้าย แป้งจากหมากฝรั่งติดลูกกลิ้ง สาเหตุนี้ส่งผลให้หมากฝรั่งแต่ละร่องมีน้ำหนักที่ไม่เท่ากันเนื่องจากแป้งจากหมากฝรั่งนั้นติดผิวลูกกลิ้งไม่สม่ำเสมอบริเวณที่แป้งติดหนาส่งผลให้หมากฝรั่งบางกว่าบริเวณอื่นหมากฝรั่งจึงมีน้ำหนักน้อย แก้ไขโดยนำลูกกลิ้งไปชุบฮาร์ดโครมเพื่อให้มีพื้นผิวที่ลื่นง่ายต่อการรีดแป้งออกและเปลี่ยนใบมีดปาดจากยางที่มีความอ่อนตัวเป็นพลาสติกวิศวกรรมที่มีความแข็ง

หลังจากการแก้ไขทั้ง 4 สาเหตุส่งผลให้มีน้ำหนักส่วนเกินลดลงจาก 1.53% เหลือ 0.47% หรือสามารถลดต้นทุนการผลิตหมากฝรั่งได้ 11,500,000 บาท/ปี

## บรรณานุกรม

- Ekarin Sangthammarat. 2018. วิธีการลดต้นทุนการผลิต 7 ประการ. [Online]. Available. <https://medium.com/@ekarinsangthammarat/>
- สุธาสิทธิ์ โปธิจันทร์. 2015. PDCA หัวใจสำคัญของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง. [Online]. Available. <https://www.ftpi.or.th/2015/2125>
- การบริหารคุณภาพโดยรวม.** 2006. [Online]. Available. [https://www.bloggang.com/m/เรื่องลักษณะ\\_บุตรเพชร\\_และคณะ.2560.เครื่องมือควบคุมคุณภาพ\\_7\\_ชนิด.](https://www.bloggang.com/m/เรื่องลักษณะ_บุตรเพชร_และคณะ.2560.เครื่องมือควบคุมคุณภาพ_7_ชนิด.) [Online]. Available. [http://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/02\\_13\\_-7-.pdf](http://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/02_13_-7-.pdf)
- ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. การควบคุมคุณภาพ Quality Control. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2018. Solid density / ความหนาแน่นเนื้อ. [Online]. Available. [www.foodnetworksolution.com](http://www.foodnetworksolution.com)
- กระทรวงพาณิชย์. 2561. ประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง กำหนดชนิดของสินค้าหีบห่อ หลักเกณฑ์และวิธีการแสดงปริมาณของสินค้าและอัตราเพื่อเหลือเพื่อขาด. [Online]. Available. <http://www.cbwmthai.org/test/UploadFiles/law/3-4-2561.pdf>
- R. Budynas and K. Nisbett. 2015. Shigley's Mechanical Engineering Design. The United States of America. Mc Graw Hill Education.
- 9EXPERT. 2562. การเลือกรูปแบบ Visualization ให้เหมาะสมกับข้อมูล. [Online]. Available. <https://www.9experttraining.com/articles/>
- อังสุมาลี ชลธารสฤษฏ์. 2560. ฮิสโตแกรม (Histogram) . [Online]. Available. <http://homeworkofangsumalee.blogspot.com/2017/07/histogram.html>





ตารางผนวกที่ 1 น้ำหนักหมากฝรั่งในช่วง 12-16 สิงหาคม 2562

Mixer No.	Weight (g.)	Weight (g.)	Weight (g.)
1	21.883	21.808	21.830
1	21.793	21.859	21.829
1	21.869	21.820	21.798
1	21.844	21.781	21.825
1	21.844	21.779	21.767
1	21.883	21.882	21.749
1	21.853	21.739	21.818
1	21.830	21.797	21.728
1	21.829	21.831	21.722
1	21.819	21.776	21.832
2	22.043	21.983	22.010
2	21.956	22.181	22.115
2	21.962	21.989	21.978
2	22.005	22.015	21.992
2	21.940	21.971	21.985
2	21.966	21.996	21.983
2	21.983	21.959	21.920
2	21.931	21.966	21.843
2	21.973	21.935	22.061
2	21.978	21.988	21.932
4	21.956	22.061	22.065
4	21.887	21.931	22.062
4	22.022	21.933	21.902
4	21.973	21.991	22.034
4	21.985	22.009	21.967
4	21.973	21.931	21.973
4	22.059	21.939	21.976
4	21.966	21.936	21.940
4	22.076	21.967	21.985
4	21.962	22.077	21.962