

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



246151

การปรับปรุงความแข็งของแบบและลดเวลาสูญรูปถ่ายของกระบวนการผลิตแบบ

นายวิชาวุธ ศรีสุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๖๐๐๒๕๑๖๑๘

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



การปรับปรุงความแข็งของแยมและลดเวลาสุญเปล่าของกระบวนการผลิตแยม



นายวัชรารุช ศรีสุธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



JAM HARDNESS IMPROVEMENT AND WASTED TIME REDUCTION OF JAM
MANUFACTURING PROCESS

Mr.Watcharawut Sreesutam

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การปรับปรุงความแข็งแรงของแยมและลดเวลาสุญเปล่าของ
กระบวนการผลิตแยม

โดย

นายวัชรารุช ศรีสุธรรม

สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสงศ์ โรจนโรวรรณ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

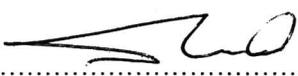

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศศิริวงษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสงศ์ โรจนโรวรรณ)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัครประดมพงศ์)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกคีก)

วิทยารวฐ ศรีสุธรรม : การปรับปรุงความแข็งของแยมและลดเวลาสูญเสียเปล่าของกระบวนการผลิตแยม. (JAM HARDNESS IMPROVEMENT AND WASTED TIME REDUCTION OF JAM MANUFACTURING PROCESS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร.นภัสสุวงศ์ โรจนโรวรรณ, 218 หน้า.

246151

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ขั้นตอนของซิกซ์ ซิกมา เข้ามาใช้ปรับปรุง 2 เรื่อง โดยเรื่องแรกมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงความแข็งของแยมที่ทางโรงงานกรณีศึกษาพบปัญหาใบร้องเรียนเรื่องการขาดความแข็งแรงคิดเป็น 100% ของใบร้องเรียนทั้งหมดของผลิตภัณฑ์แยม โดยเริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์ความสามารถของระบบการวัดการใช้วิธีทดสอบประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา และวิธี Just About Right (JAR) เพื่อกำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดของค่าความแข็งของแยมที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากนั้นพิจารณาการกระจายตัวของค่าความแข็งของแยมเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนดเพื่อพิจารณาค่าความสามารถของกระบวนการซึ่งวัดโดยดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการ C_p และ C_{pk} โดยกำหนดเป้าหมายว่า C_p และ C_{pk} ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1.33 และจำนวนใบร้องเรียนต้องลดลงเหลือ 0% จากนั้นประชุมระดมสมองเพื่อหาปัจจัยนำเข้าสำคัญที่มีผลต่อค่าความแข็งแยมมาออกแบบการทดลองเพื่อวิเคราะห์ผลของปัจจัยและหาการะดับปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลให้ค่าความแข็งแยมตรงตามเป้าหมาย จากนั้นได้สร้างแผนควบคุมและคู่มือวิธีการทำงานเพื่อควบคุมกระบวนการ โดยผลการปรับปรุงพบว่าสามารถเพิ่มค่า C_p จาก 1.39 เป็น 1.6 และค่า C_{pk} จาก 0.88 เป็น 1.45 และสามารถลดจำนวนใบร้องเรียนเรื่องการขาดความแข็งแรงของแยมจาก 100% ของใบร้องเรียนทั้งหมดเหลือ 0%

เรื่องที่สองมีจุดประสงค์เพื่อลดเวลาสูญเสียเปล่าของกระบวนการผลิตแยมชนิดขวด โดยโรงงานสามารถผลิตแยมได้น้อยกว่าที่ลูกค้าต้องการประมาณเดือนละ 9 แขน หรือคิดเป็น 14.75% ดังนั้นจึงต้องทำการลดเวลาสูญเสียเปล่าและปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถผลิตแยมได้ตามปริมาณความต้องการของลูกค้า ซึ่งทำการปรับปรุงที่กระบวนการประเภทล่าช้าและประเภทเคลื่อนย้าย จากนั้นทำการปรับปรุงสายการผลิตให้เป็นแบบต่อเนื่อง โดยหลังจากปรับปรุงทำให้รอบเวลาการทำงานทั้งหมดลดลงจากเดิม 9.12 ชั่วโมง/แขน เป็น 4.39 ชั่วโมง/แขน และผลิตได้ตามความต้องการของลูกค้าโดยเฉลี่ยที่ 61 แขน/เดือน โดยสามารถลดชั่วโมงการทำงานของพนักงานจากเดิม 6.76 ชั่วโมง/แขน ลดลงเหลือ 2.03 ชั่วโมง/แขน และยังสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้เป็น 180 แขน/เดือน

ภาควิชา..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม..... ลายมือชื่อนิสิต..... วัชรวิทย์ ศรีสุธรรม.....
 สาขาวิชา..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก..... ว.ป.ป.ว.....
 ปีการศึกษา..... 2553.....

5170693921 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : WASTED TIME REDUCTION/ JAM HARDNESS/ JAM
MANUFACTURING/ DESCRIPTIVE SENSORY TEST/ JUST ABOUT RIGHT

WATCHARAWUT SREESUTAM: JAM HARDNESS IMPROVEMENT AND
WASTED TIME REDUCTION OF JAM MANUFACTURING PROCESS.

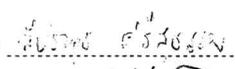
ADVISOR: ASST.PROF.NAPASSAVONG ROJANAROWAN, Ph.D., 218 pp.

246151

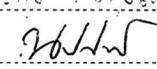
This research applies the steps of Six Sigma for improving two subjects. The objective of the first research is to improve the hardness of Jam. The case study of factory received complaints about the hardness of jam as 100% of the all product complaints. The research started with Measurement System Analysis (MSA). Descriptive Sensory Test and Just About Right Method (JAR) were used to determine the specification limits of jam hardness that were accepted by consumers. Next, the distribution of jam hardness was compared with the specification limits in order to determine the process capability as measured by process capability indices C_p and C_{pk} . The goal is to accept the values of C_p and C_{pk} of greater than or equal 1.33 and reduce the percentage of complaints to 0%. Brainstorming was performed to select the key input variables that affect the hardness of jam by applying the design of experiment (DOE) technique to analyze the effect of the significant factors and determine the values of the factors that yield jam hardness on target. Next, control plan and work instruction were developed to control the processes. After improvement, it was found that the C_p was increased from 1.39 to 1.6 and the C_{pk} was increased from 0.88 to 1.45. The number of complaints was reduced from 100% to 0%.

The objective of the second research is to reduce wasted time of jam manufacturing process. The problem was that the factory could produce less than the customer demand approximately 9 batches per month or 14.75%. Thus, the manufacturing processes were improved to reduce wasted time by focusing on the delayed and transportation steps. Then, the production line was adjusted to be a continuous flow. After improvement, the cycle time was reduced from 9.12 hours per batch to 4.39 hours per batch. The average yield was increased to 61 batches per month that are sufficient to customer demand the number of man-hour from 6.76 hours per batch to 2.03 hours per batch. The capacity was increased to 180 batches per month.

Department : Industrial Engineering

Student's Signature 

Field of Study : Industrial Engineering

Advisor's Signature 

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสดวงศ์ โจรจนโรวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวกับความรู้ ทั้งยังเอาใจใส่ คอยดูแลและติดตามความก้าวหน้าของงานวิจัยอยู่อย่างสม่ำเสมอซึ่งส่งผลให้งานวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงลงไปได้ด้วยดีรวมถึง รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ประธานกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ กรรมการที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบ และข้อคิดเห็นต่างๆในการวิจัย และรองศาสตราจารย์สมชาย พวงเพิกศึกษ กรรมการภายนอก ที่ให้แง่คิดและแนวทางการปรับปรุงของงานวิจัย แก่ไขข้อบกพร่องและให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงงานกรณีศึกษาเป็นอย่างสูง ขอขอบคุณ คุณ พงศกร โกมลสิงห์ หัวหน้าฝ่ายการผลิตแยม ที่ให้ความร่วมมือสนับสนุนและอำนวยความสะดวก การทำวิจัยมาตลอด และขอขอบคุณ คุณนิรมล วิระเทพสุภรณ์ และคุณศศิวิมล บุญยั้ง หัวหน้าฝ่ายการผลิตวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (R&D) ที่ให้ความร่วมมือทำงานวิจัยและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลทำการทดลองเป็นอย่างดี อีกทั้งยังแนะนำความรู้ต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อ งานวิจัยมาตลอด ขอขอบคุณคณะทำงานที่ช่วยกันระดมสมอง ให้ความรู้ คำแนะนำ และความช่วยเหลือต่างๆ เพื่อให้งานวิจัยเสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัวของผู้วิจัยซึ่ง คอยให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีได้กล่าวไว้ใน ณ ที่นี้ด้วย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้งานวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จได้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1	
1 บทนำ.....	1
1.1 บทนำ.....	1
1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา.....	1
1.2.1 กระบวนการผลิตแยม.....	3
1.3 สภาพและความสำคัญของปัญหา.....	4
1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	7
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย.....	7
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	7
1.8 ขั้นตอนและแผนดำเนินงานวิจัย.....	7
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1.1 ทฤษฎีและแนวคิดซิกซ์ ซิกมา.....	11
2.1.2 ทฤษฎีและแนวคิดการทำสมดุลสายการผลิต.....	32
2.1.3 ทฤษฎีและแนวคิดของการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสด.....	34
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	40

บทที่		หน้า
3	การปรับปรุงความแข็งแรงของแยม.....	45
	3.1 ระยะนิยามปัญหา (Define Phase).....	45
	3.1.1 สรุปสภาพปัญหาในปัจจุบัน.....	45
	3.1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และตัวชี้วัด.....	46
	3.1.3 จัดตั้งคณะทำงาน.....	46
	3.1.4 Project Charter.....	48
	3.1.5 สรุประยะนิยามปัญหา.....	49
	3.2 ระยะวัดสาเหตุของปัญหา (Measurement Phase).....	50
	3.2.1 การสอบเทียบของระบบการวัดค่าแรงสำหรับเครื่องทดสอบแรงดึง/ กด.....	50
	3.2.2 การประเมินค่าของการสอบเทียบแรงดึง/แรงกด.....	55
	3.2.3 สรุปผลการสอบเทียบแรงดึง/แรงกด.....	60
	3.2.4 ขั้นตอนการหาขีดจำกัดข้อกำหนด.....	61
	3.2.5 การวัดค่าการกระจายตัวความแข็งแรงของแยม.....	61
	3.2.6 การทดสอบประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา (Descriptive Sensory Test)...	62
	3.2.7 การทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยวิธีทดสอบ Just About Right Scale (JAR) ของผู้ที่ผ่านการคัดเลือกทั้ง 8 คน.....	71
	3.2.8 การทดสอบ JAR กับผู้บริโภคนอกเพื่อหาขีดจำกัดข้อกำหนด.....	76
	3.2.9 วิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการความแข็งแรงของแยมในปัจจุบัน....	78
	3.2.10 ตารางแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุและผล (Cause and Effect Matrix).....	82
	3.2.11 สรุประยะการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา.....	88
	3.3 ระยะการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase).....	90
	3.3.1 การทดลองที่นำมาพิจารณา.....	90
	3.3.2 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment).....	90
	3.3.3 ตัวแปรตอบสนอง (Response).....	92
	3.3.4 ขนาดตัวอย่าง (Sample Size).....	93
	3.3.5 การกำหนดระดับปัจจัยนำเข้า.....	95
	3.3.6 การทำการทดลอง.....	95

บทที่		หน้า
3	3.3.7 ผลกาทดลอง.....	98
	3.3.8 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง.....	98
	3.3.9 สรุประยะการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา.....	102
	3.4 ระยะการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improvement Phase).....	103
	3.4.1 การออกแบบการทดลองเพิ่ม.....	103
	3.4.2 ขนาดตัวอย่าง	105
	3.4.3 การกำหนดระดับปัจจัยนำเข้า.....	106
	3.4.4 ผลการทดลอง.....	107
	3.4.5 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง.....	107
	3.4.6 การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมจากการทดลอง.....	117
	3.4.7 การทดสอบยืนยันผล.....	119
	3.4.8 สรุประยะการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ.....	124
	3.5 ระยะติดตามควบคุม (Control Phase).....	125
	3.5.1 จัดทำมาตรฐานวิธีปฏิบัติงาน (Standard Operation Procedure).....	125
	3.5.2 สรุประยะติดตามควบคุมผล.....	142
4	การลดเวลาสูญเสียเปล่าของกระบวนการผลิตแยม.....	143
	4.1 ระบุนิยามปัญหา (Define Phase).....	143
	4.1.1 ศึกษากระบวนการผลิต.....	143
	4.1.2 สภาพปัญหาในปัจจุบัน.....	146
	4.1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และตัวชี้วัด.....	147
	4.1.4 จัดตั้งคณะทำงาน.....	148
	4.1.5 Project Charter.....	149
	4.1.6 สรุประบุนิยามปัญหา.....	150
	4.2 ระบุวัดสาเหตุของปัญหา (Measurement Phase).....	151
	4.2.1 วัดเวลาในแต่ละกระบวนการผลิตแยม.....	151
	4.2.2 สภาพปัญหากระบวนการผลิตแยมในปัจจุบัน.....	157
	4.2.3 สรุประยะการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา.....	162

บทที่	หน้า
4	4.3 ระยะเวลาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)..... 163
	4.3.1 การวิเคราะห์สาเหตุของกระบวนการสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตแยม..... 163
	4.3.2 สรุประยะเวลาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา..... 172
	4.4 ระยะเวลาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improvement Phase)..... 173
	4.4.1 การปรับปรุงการลดเวลาสูญเสียเปล่าของกระบวนการผลิตแยม..... 173
	4.4.2 สรุประยะเวลาปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ..... 184
	4.5 ระยะเวลาติดตามควบคุม (Control Phase)..... 186
	4.5.1 จัดทำมาตรฐานวิธีปฏิบัติงาน (Standard Operation Procedure)..... 186
	4.5.2 จัดทำแผนควบคุม (Control Plan)..... 190
	4.5.3 สรุประยะติดตามควบคุมผล..... 195
5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 196
	5.1 การปรับปรุงความแข็งแรงของแยม..... 196
	5.2 การลดเวลาสูญเสียเปล่าของกระบวนการผลิตแยม..... 199
	5.3 ข้อจำกัดและอุปสรรคในการดำเนินการวิจัย..... 201
	5.3.1 การปรับปรุงความแข็งแรงของแยม..... 201
	5.3.2 การลดเวลาสูญเสียเปล่าของกระบวนการผลิตแยม..... 202
	5.4 ข้อเสนอแนะ..... 202
	5.4.1 การปรับปรุงความแข็งแรงของแยม..... 202
	5.4.2 การลดเวลาสูญเสียเปล่าของกระบวนการผลิตแยม..... 203
	รายการอ้างอิง..... 204
	ภาคผนวก..... 207
	ภาคผนวก ก. แบบสอบถามคัดเลือกบุคคลเข้าทดสอบคุณลักษณะผลิตภัณฑ์แยม..... 208
	ภาคผนวก ข. แบบทดสอบการสังเกตมาตรฐานเพื่อทดสอบประสาทสัมผัส..... 212
	ภาคผนวก ค. แบบประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส Just About Like (JAR).... 216
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 218

สารบัญญัตราสาร

ตารางที่		หน้า
1.1	เปรียบเทียบปริมาณความต้องการลูกค้าและปริมาณที่ผลิตได้จริง ของแยมชนิดขวด หน่วยเป็น (แบบข) ตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ก.ย. ปี 2553.....	6
2.1	จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละ Sigma Quality Level.....	15
2.2(ก)	ตัวอย่างการเก็บข้อมูลการวัดของผู้วัดคนที่ 1.....	23
2.2(ข)	ตัวอย่างการเก็บข้อมูลการวัดของผู้วัดคนที่ 2.....	23
2.2(ค)	ตัวอย่างการเก็บข้อมูลการวัดของผู้วัดคนที่ 3.....	24
2.3	วิเคราะห์และเปรียบเทียบความสามารถในการวัดซ้ำแต่ละคน.....	24
2.4	สรุปข้อมูลในการวัดซ้ำ.....	25
3.1	สัญลักษณ์และความหมายของการสอบเทียบเครื่องวัดความแข็ง.....	51
3.2	ผลการสอบเทียบด้วยแรงดึง 100 N ถึง 500 N.....	55
3.3	ค่าความลำเอียงของย่านแรงดึงที่ทดสอบทั้ง 5 ระดับ.....	56
3.4	การจัดระดับในแต่ละย่านการสอบเทียบแรงดึง.....	57
3.5	การจัดระดับของเครื่องจักร.....	57
3.6	ผลการสอบเทียบด้วยแรงกด 100 N ถึง 500 N.....	58
3.7	ค่าความลำเอียงของย่านแรงกดที่ทดสอบทั้ง 5 ระดับ.....	59
3.8	การจัดระดับในแต่ละย่านการสอบเทียบแรงกด.....	59
3.9	ผลการสอบเทียบแรงดึง.....	60
3.10	ผลการสอบเทียบแรงกด.....	61
3.11	สรุปผลค่าสเกลที่อ่านได้จากแยมทั้ง 4 ค่า.....	67
3.12	สรุปผลค่าสเกลที่อ่านได้จากแยมทั้ง 4 ค่า หลังจากลงความเห็นส่วนใหญ่.....	67
3.13	การเก็บข้อมูลทดสอบระบบการวัดทั้ง 8 คน.....	68
3.14	สรุปผลการทดสอบระบบการวัด.....	70
3.15	รหัสแยมบนค่าความแข็งแยมทั้ง 10 ค่า.....	72
3.16	ผลการทดสอบ JAR ของผู้ผ่านการคัดเลือก 8 คน.....	74
3.17	สรุปผลการทดสอบปาดแยม JAR ของผู้ผ่านการคัดเลือก 8 คน.....	75
3.18	รหัสแยมบนค่าความแข็งแยมทั้ง 9 ค่า.....	76

ตารางที่	หน้า	
3.19	สรุปผลการทดสอบปาดแยม JAR ของผู้บริโภคนอก 100 คน.....	77
3.20	เกณฑ์ในการให้คะแนนความสำคัญต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแยม.....	83
3.21	ความสัมพันธ์ของสาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix).....	84
3.22	ปัจจัยนำเข้า 7 ปัจจัย ที่มีคะแนนสูงกว่า 5 คะแนน.....	86
3.23	กำหนดปัจจัยนำเข้าที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแยม.....	88
3.24	การออกแบบการทดลอง (2_1^2).....	91
3.25	ขนาดตัวอย่างของการทดลอง (2_1^2).....	94
3.26	ปัจจัยและระดับของปัจจัยในการทดลอง (2_1^2).....	95
3.27	การออกแบบและผลของข้อมูล.....	98
3.28	การออกแบบการทดลอง CCD.....	104
3.29	ขนาดตัวอย่างของการทดลอง CCD.....	106
3.30	ปัจจัยและระดับของปัจจัยในการทดลอง CCD.....	106
3.31	การออกแบบและผลของข้อมูล.....	107
3.32	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร.....	114
3.33	ค่าเงื่อนไขที่เหมาะสมของปัจจัยนำเข้า.....	118
3.34	เปรียบเทียบความสามารถของกระบวนการ และเปอร์เซ็นต์ใบร้องเรียนของก่อนและหลังปรับปรุง.....	122
3.35	คู่มือวิธีการทำงานของกระบวนการผสมวัตถุดิบ.....	127
3.36	การป้องกันการผสมเพคตินไม่ได้ปริมาณตามมาตรฐาน.....	129
3.37	การป้องกันการผสมกรดซิตริกไม่ได้ปริมาณตามมาตรฐาน.....	130
4.1	คุณสมบัติเปรียบเทียบของเครื่องติดฉลาก 3 แบบ.....	168
4.2	ภาพก่อนและหลังของการปรับปรุงกระบวนการติดตั้งเครื่องเป่าแห้ง.....	174
4.3	ภาพก่อนและหลังของการปรับปรุงกระบวนการติดตั้งเครื่องติดฉลาก.....	175
4.4	สรุปผลลัพธ์ของการปรับปรุง.....	184
4.5	คู่มือวิธีการทำงานของกระบวนการผลิตแยม.....	188
4.6	มาตรฐานแผนควบคุมการทำงานของกระบวนการผลิตแยม.....	191
5.1	สรุปผลลัพธ์ของการปรับปรุง.....	201

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	แผนผังกระบวนการผลิตแยม.....	3
1.2	กราฟเปรียบเทียบปริมาณความต้องการลูกค้าและปริมาณที่ผลิตได้จริง ของแยมชนิดขวด หน่วยเป็น (แบช) ตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ก.ย. ปี 2553....	6
2.1	เส้นโค้งปกติ (Normal Curve).....	13
2.2	การควบคุมกระบวนการภายในขอบเขต 3σ	13
2.3	การกระจายแบบปกติ และการเคลื่อนตัวออกจากค่าเฉลี่ย 1.5σ	14
2.4	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้แผนภาพ SIPOC สำหรับวิเคราะห์.....	17
2.5	การแจกแจงปกติเปรียบเทียบระดับมาตรฐาน $\pm 3\sigma$ และ $\pm 6\sigma$	19
2.6	การเปลี่ยนแปลงค่าตั้งโดยธรรมชาติ $\pm 1.5\sigma$	20
2.7	ภาพเปรียบเทียบความถูกต้องและความแม่นยำ.....	21
2.8	การศึกษาระบบการวัด.....	22
2.9	ตัวอย่างผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram).....	27
2.10	การออกแบบเชิงแฟคทอเรียลที่ไม่มีอันตรกิริยาระหว่างปัจจัย (A) และการออกแบบเชิงแฟคทอเรียลที่มีอันตรกิริยาระหว่างปัจจัย (B).....	30
2.11	แผนผังการทดสอบการยอมรับและการพัฒนาผลิตภัณฑ์.....	38
3.1	กราฟความผิดพลาดของค่าความถูกต้องแรงดึงเทียบกับค่าแรงอ้างอิง.....	58
3.2	กราฟความผิดพลาดของค่าความถูกต้องแรงกดเทียบกับค่าแรงอ้างอิง.....	60
3.3	การกระจายตัว (Distribution) ค่าความแข็งแยมในปัจจุบัน.....	62
3.4	กราฟเปรียบเทียบแยมทั้ง 4 ค่า ที่ทำการทดสอบด้วยสเกลมาตรฐาน.....	66
3.5	กราฟแสดงผลการทดสอบระบบการวัด.....	70
3.6(ก)	ชั่งน้ำหนักของแยมที่ 15 กรัม.....	72
3.6(ข)	แบ่งกลุ่มของความแข็งแยม.....	72
3.7	ชุดการทดสอบแยม JAR.....	73
3.8	การทดสอบ JAR ด้วยการปาดแยมลงบนขนมปัง.....	73
3.9	กราฟแสดงผลการทดสอบปาดแยม JAR ของผู้ที่ผ่านการคัดเลือก 8 คน ที่รู้สึกพอดี.....	75

รูปที่	หน้า
3.10 กราฟแสดงผลการทดสอบปาดแยม JAR ของผู้บริโภคภายนอก 100 คน ที่รู้สึกพอใจ.....	78
3.11 กราฟแสดงความสามารถของกระบวนการ C_p , C_{pk} ของความแข็งแรง.....	79
3.12 กราฟการกระจายตัวเปรียบเทียบค่าความแข็งแรง 3 แบบ.....	81
3.13 ผลการแสดงผลการทดสอบความแปรปรวน.....	82
3.14 กราฟเรียงลำดับคะแนน Cause and Effect Matrix.....	85
3.15 รายละเอียดการออกแบบการทดลองโดยโปรแกรม Minitab.....	91
3.16 แสดงการใส่ค่าหาจำนวนตัวอย่างในโปรแกรม Minitab.....	93
3.17 รายละเอียดผลการคิดขนาดตัวอย่างจากโปรแกรม Minitab.....	94
3.18 แผนภูมิการไหลของวิธีการทดลอง.....	97
3.19 ผลการวิเคราะห์การออกแบบการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab.....	99
3.20 กราฟ Normal Plot ของปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง..	100
3.21 แผนภูมิพาเรโตของปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง.....	100
3.22 ผลของปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแรง.....	101
3.23 ผลของอันตรกิริยาที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแรง.....	101
3.24 รายละเอียดการออกแบบการทดลองโดยโปรแกรม Minitab ด้วยวิธี CCD.....	103
3.25 ผลลัพธ์ของการทดสอบสมมติฐานของการแจกแจงปกติ.....	108
3.26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกค้างและลำดับของการเก็บข้อมูล.....	109
3.27 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าส่วนตกค้างและค่าที่ถูกฟิต.....	110
3.28 ผลการวิเคราะห์การออกแบบการทดลองด้วยโปรแกรม Minitab.....	113
3.29 ผลของปัจจัยหลักที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองหรือค่าเฉลี่ยความแข็งแรง.....	115
3.30 ผลของอันตรกิริยาที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองหรือค่าเฉลี่ยความแข็งแรง.....	115
3.31 กราฟ Contour Plot ที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแรง.....	116
3.32 กราฟ Surface Plot ที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยความแข็งแรง.....	116
3.33 ผลการออกแบบหาเงื่อนไขที่เหมาะสมจากการทดลอง.....	117
3.34 กราฟ Optimization Plot การปรับระดับปัจจัยที่เหมาะสม.....	118
3.35 กราฟการกระจายตัวของความแข็งแรงที่ระดับปัจจัยที่เหมาะสม เทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนด.....	119

รูปที่		หน้า
3.36	กราฟการทดสอบการกระจายตัวแบบปกติ.....	120
3.37	กราฟ Process Capability Sixpack ของค่าความแข็งของแยม.....	121
3.38	กราฟการกระจายตัวเปรียบเทียบค่าความแข็งของแยม ของก่อนและหลังปรับปรุง.....	123
3.39	การควบคุมของ \bar{X} and R chart ค่าความแข็งของแยม.....	132
3.40	กฎข้อที่ 1 ข้อมูล 1 จุดเกิน 3 Sigma.....	133
3.41	กฎข้อที่ 2 ข้อมูล 9 จุดอยู่ด้านเดียวกันอย่างต่อเนื่อง.....	134
3.42	กฎข้อที่ 3 ข้อมูล 6 จุดมีแนวโน้มขึ้นหรือลงอย่างต่อเนื่อง.....	135
3.43	กฎข้อที่ 4 ข้อมูล 14 จุดสลับขึ้นลงแบบต่อเนื่อง (ข้างไหนก็ได้).....	137
3.44	กฎข้อที่ 5 ข้อมูล 2 ใน 3 จุดมากกว่า 2 Sigma ต่อเนื่อง (ข้างเดียวกัน).....	138
3.45	กฎข้อที่ 6 ข้อมูล 4 ใน 5 จุดมากกว่า 1 Sigma ต่อเนื่อง (ข้างเดียวกัน).....	139
3.46	กฎข้อที่ 7 ข้อมูล 15 จุดอยู่ในมีค่าอยู่ใน 1 Sigma แบบต่อเนื่อง (ข้างไหนก็ได้).....	140
3.47	กฎข้อที่ 8 ข้อมูล 8 จุดมากกว่า 1 Sigma แบบต่อเนื่อง (ข้างไหนก็ได้).....	141
4.1	แผนผังกระบวนการผลิตแยม.....	144
4.2	กราฟเปรียบเทียบปริมาณความต้องการลูกค้าและปริมาณที่ผลิตได้จริง ของแยมชนิดขวด หน่วยเป็น (แบช) ตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ก.ย. ปี 2553.....	146
4.3	นำวัตถุดิบมาผสมในหม้อคน.....	151
4.4	นำวัตถุดิบที่ผสมคนจนเข้ากันแล้วไปที่หม้อต้ม.....	152
4.5	พนักงานนำขวดแยมมาล้างเสียงใส่เครื่องจักร.....	153
4.6	เข้าเครื่องบรรจุแยม 4 หัว.....	153
4.7	เครื่องตรวจจับโลหะ.....	154
4.8	เครื่องติดฝา.....	154
4.9	เครื่องทำความสะอาดแยมและพาสเจอร์ไรซ์.....	155
4.10	พนักงานนำแยมมาใส่ตะกร้า.....	155
4.11	พนักงานติดฉลากแยม.....	156
4.12	เข้าเครื่องปิดปากฝา และบรรจุลงกล่อง.....	156
4.13	แผนผังการไหลของกระบวนการแยมสตรอเบอร์รี่ขนาด 280 กรัม ชนิดขวด.....	158

รูปที่	หน้า
4.14	แผนผัง (Lay-Out) ของกระบวนการผลิตแยมปัจจุบัน 160
4.15	กราฟพาเรโตเปรียบเทียบเวลาในแต่ละกระบวนการ..... 161
4.16	กราฟเปรียบเทียบปริมาณความต้องการลูกค้าและปริมาณที่ผลิตได้จริง ของแยมชนิดขวด หน่วยเป็น (เบซ) ตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ก.ย. ปี 2553..... 163
4.17	กราฟจังหวะความต้องการลูกค้าเทียบกับเวลากระบวนการผลิตในปัจจุบัน 165
4.18	เครื่องติดฉลากแบบที่ 1 Automatic Wrap-around Labeler Machine Alphapack รุ่น ALB-510..... 166
4.19	เครื่องติดฉลากแบบที่ 2 Wrap around labeller with Hostamp coder Easilabel HTB400..... 167
4.20	เครื่องติดฉลากแบบที่ 3 High-Speed Round Labeling Machine DLB-3000P..... 167
4.21	กราฟระยะเวลาต้นทุนเครื่องติดฉลาก..... 170
4.22	แผนผังของกระบวนการประเภทเคลื่อนย้ายที่สูญเสียเปล่า..... 171
4.23	แผนผังของกระบวนการผลิตแยมหลังปรับปรุงแล้ว..... 177
4.24	การติดตั้งเครื่องเป่าแห้ง..... 178
4.25	การติดตั้งเครื่องติดฉลาก..... 179
4.26	การเชื่อมสายพานเข้ากับเครื่องบรรจุปิดปากฝา..... 179
4.27	กราฟจังหวะความต้องการลูกค้าเทียบกับรอบการเวลากระบวนการผลิต หลังปรับปรุงแล้ว..... 181
4.28	กราฟติดตามปริมาณผลผลิตจริงเทียบกับปริมาณความต้องการของลูกค้า..... 194