บทที่ 1

1.1 บทนำ

โรงงานอุตสาหกรรมกรณีศึกษานี้เป็นโรงงานอุตสาหกรรมอาหารประเภทแยม ซึ่งมีอัตราการบริโภคที่เพิ่มสูงขึ้นทุกๆปี เพราะเป็นอาหารที่สะดวกต่อการบริโภค และพบว่าคู่แข่งรายใหญ่ในตลาดโลกรวมทั้งในประเทศไทยมีการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์กันอย่างมากเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและสร้างความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า

งานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์แนวคิดซิกซ์ ซิกมา (Six Sigma) มาช่วยปรับปรุงกระบวนการโดยปรับค่าเฉลี่ยความแข็งของแยมให้ใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายและลดค่าความแปรปรวน เนื่องจากแนวคิดซิกซ์ ซิกมาเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพอย่างมากในการปรับปรุงคุณภาพ นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตแยมยังมีความสูญเปล่าในแต่ละขั้นตอนการผลิต ฉะนั้นจึงมีความสำคัญในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่า ซึ่งจะช่วยเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อทำให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษานี้ทำการผลิตแยมหลายประเภทแบ่งตามลักษณะต่างๆได้หลายประเภท ดังนี้

1. แบ่งตามรส ได้แก่ รสสตรอเบอรี่ รสบลูเบอรี่ รสส้ม และรสสับปะรด
2. แบ่งตามชนิดผลิตภัณฑ์บรรจุ ได้แก่

1) บรรจุด้วยถ้วยพลาสติกพอลิพรอพีลีน (Polypropylene) ขนาด 15 กรัม ปิดฝาถ้วยด้วยฟอยด์ลามิเนตฟิล์ม (Laminated Film) แล้วบรรจุแยมถ้วย 15 กรัม ลงในหีบนอกเป็นกล่องกระดาษลูกฟูก

2) บรรจุขวดแก้วขนาด 210, 280 กรัม ปิดฝาขวดด้วยฝาเขี้ยวสีทอง 63 มม. และเข้าเครื่องปิดปากฝาด้วยฟิล์มหด (Shrink Film) แล้วบรรจุลงในหีบนอกเป็นกล่องกระดาษลูกฟูก

3) บรรจุถังพลาสติกพอลิพรอพีลีน ขนาด 2 กก. และฝาปิดพลาสติกพอลิพรอพีลีนและเข้าเครื่องปิดปากฝาด้วยฟิล์มหด แล้วบรรจุในหีบนอกเป็นกล่องกระดาษลูกฟูก

4) บรรจุถังแยมพลาสติกไฮเดนซิตี้พอลิเอทิลีน (High Density Polyethylene, HDPE.) ขนาด 4.5 กก. และฝาปิดพลาสติกพอลิพรอพีลีน ปิดขอบถังด้วยเทปกาวใส แล้วบรรจุลงในหีบนอกเป็นกล่องกระดาษลูกฟูก

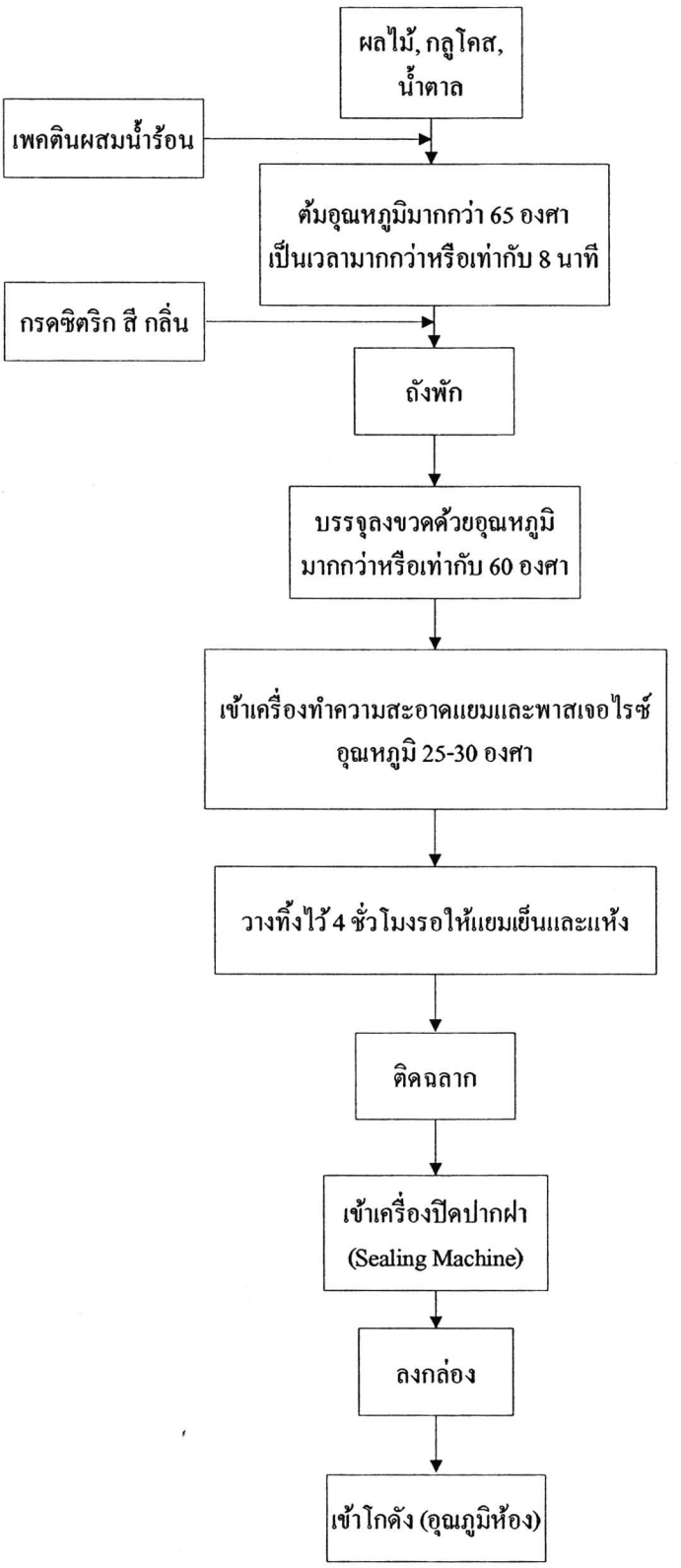
5) บรรจุถังแยมพลาสติกไฮเดนซิตี้พอลิเอทิลีน ขนาด 10 กก. และฝาปิดพลาสติกพอลิพรอพีลีน ปิดขอบถังด้วยเทปกาวใส

6) บรรจุปี๊บ ขนาด 22 กก.

7) บรรจุหีบห่อโดยใส่แยมถ้วย 15 กรัม ลงถาดพลาสติก ถาดละ 8 ถ้วย แล้วบรรจุ 12 ถาด ลงในกล่องแยมรุ่นหีบห่อ (สตรอเบอร์รี่และบลูเบอร์รี่)

8) บรรจุหีบห่อโดยใส่แยม 210 กรัม 3 ขวด และเข้าเครื่องปิดปากฝาด้วย พีวีซี (PVC) ใส รีดแบนด้วยเครื่องปิ้ง แล้วบรรจุ 4 หีบห่อ ลงในหีบนอกเป็นกล่องกระดาษลูกฟูก

1.2.1 กระบวนการผลิตของแยม



รูปที่ 1.1 แผนผังกระบวนการผลิตแยม

จากรูปที่ 1.1 แบ่งขั้นตอนการผลิตได้ 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ ดังนี้

1. *กระบวนการผสมวัตถุดิบ*

นำวัตถุดิบเตรียมที่จะผสม คือ ผลไม้ กลูโคส น้ำตาล มาผสมกับเพคตินผสมน้ำร้อน โดยที่วัตถุดิบที่ผสมแล้วก่อนที่จะลงหม้อต้มต้องมีค่าบริกซ์ (Brix) 63-65 องศา และค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 2.8-3.2 จากนั้นนำวัตถุดิบที่ผสมแล้วมาต้มในหม้อต้มที่อุณหภูมิมากกว่า 65 องศาเซลเซียสที่ความดันไอต้ม 500 mmHg. เป็นเวลา 8 นาที หลังจากต้มเสร็จจะทำการผสมกรดซิตริก สี และกลิ่น แล้วทำการผสมคนให้เข้ากันและวางไว้ในถังพักเพื่อรอทางแผนกควบคุมคุณภาพ (Quality Control, QC) มาตรวจวัดค่าบริกซ์ และแผนกรับประกันคุณภาพ (Quality Assurance, QA) มาตรวจการเซ็ตตัวของแยมซึ่งถ้าผ่านตามเกณฑ์จึงจะนำไปบรรจุลงขวด

2. กระบวนการบรรจุลงขวด

นำส่วนผสมวัตถุดิบที่ผ่านการต้มแล้วมาบรรจุลงขวดโดยที่เนื้อแยมที่บรรจุต้องมีอุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส แล้วแยมที่ผ่านการบรรจุลงขวดแล้วจะผ่านเครื่องปิดฝา จากนั้นเข้าเครื่องทำความสะอาดแยมและพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เพื่อทำความสะอาดล้างขวดแยมและทำให้เนื้อแยมเกิดการแข็งตัว และจึงนำแยมไปวางพักที่สายการผลิตประมาณ 4 ชั่วโมง เพื่อรอให้แยมแห้งและเย็นตัวลงและนำไปติดฉลาก จากนั้นเข้าเครื่องปิดปากฝา เพื่อใช้ความร้อนปิดฝาและบรรจุลงกล่องเข้าโกดัง

1.3 สภาพและความสำคัญของปัญหา

แยมสตรอเบอร์รี่ชนิดขวด ขนาด 280 กรัม มีปริมาณการผลิตมากที่สุดเมื่อเทียบกับรสชาติอื่นๆ ที่ขนาด 280 กรัม คิดเป็นการผลิตเฉลี่ย 62.26% ต่อเดือน และมีการผลิตเฉลี่ยคิดเป็น 13% ต่อเดือน เมื่อเทียบกับแยมชนิดขวดทุกประเภท

ขั้นตอนการผสมวัตถุดิบถือว่ามีความสำคัญอย่างมากต่อความแปรปรวน (Hagsten, Larsen et al., 2007) เพราะลักษณะของการแข็งตัวของแยมอาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้โดยจะส่งผลต่อความแข็งของแยมที่จะทำให้เนื้อแยมมีความแข็งมากหรือน้อยเกินไป ซึ่งได้มีการร้องเรียนจากลูกค้าผู้บริโภคว่าเนื้อแยมมีความแข็งมากเกินไปทำให้ปาดยากและปัจจุบันก็ยังไม่มีขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification Limits) ความแข็งของแยมที่ลูกค้ายอมรับได้และในส่วนของกระบวนการผลิตแยมชนิดขวดได้เกิดเวลาสูญเปล่าทำให้ผลิตแยมไม่ได้ตามความต้องการของลูกค้า โดยทำการแบ่งสภาพปัญหาออกเป็น 2 ปัญหา ดังนี้

1. แยมผลไม้ชนิดขวดขนาด 280 กรัม ในปัจจุบันมีการร้องเรียนจากลูกค้าในเรื่องของการปาดยากของแยมซึ่งคิดปัญหานี้เป็น 100% ของปัญหาจากใบร้องเรียนทั้งหมดของผลิตภัณฑ์แยม ซึ่งส่งผลต่อชื่อเสียงด้านคุณภาพของโรงงาน ทำให้ต้องมีการกำหนดตัวชี้วัดความแข็งของแยม มี

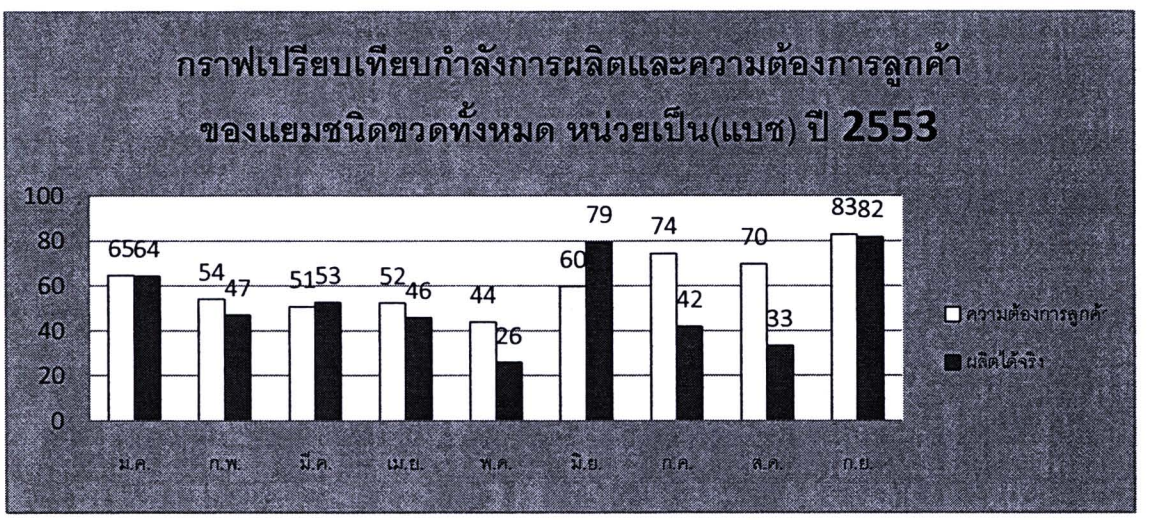
หน่วยเป็นนิวตัน (N) เพื่อดูค่าความแข็งของแยมภายในขวดที่วัดออกมาเป็นค่าตัวเลข ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการหาขีดจำกัดข้อกำหนดความแข็งของแยมเพื่อกำหนดช่วงที่ยอมรับได้ด้วยวิธีการการประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation) เพื่อดูว่าคนที่บริโภคแยมมีความรู้สึกอย่างไรต่อการปาดแยมที่มีค่าความแข็งของแยมย่านค่าต่างๆ เพื่อดูว่าในช่วงย่านใดที่ลูกค้ายอมรับได้เพื่อมากำหนดเป็นขีดจำกัดข้อกำหนดความแข็งของแยม

เนื่องจากทางโรงงานไม่เคยมีการทำข้อมูลเกี่ยวกับตัวชี้วัดเพื่อวัดในเรื่องความยากง่ายในการปาดแยมและการวิเคราะห์หรือการควบคุมคุณภาพ ดังนั้นจึงได้ทำการหาขีดจำกัดข้อกำหนดของแยมก่อนโดยวิธีการประเมินทางประสาทสัมผัสเพื่อทดสอบการปาดแยมว่าลักษณะแยมแบบใดที่ปาดแล้วรู้สึกพอดีเมื่อเทียบกับความแข็งของแยมนั้นๆเพื่อทำการหาขีดจำกัดข้อกำหนด จากนั้นจึงพิจารณาค่าความแข็งของแยมจากกระบวนการปัจจุบันว่ามีค่าความสามารถของกระบวนการ (Process Capability, C_p, C_{pk}) มากน้อยเพียงใดเมื่อเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนด และทำการปรับปรุงกระบวนการต่อไปเมื่อค่าความสามารถของกระบวนการไม่ดี หรือถ้ามีค่าที่ดีเหมาะสมแล้วก็จะทำการควบคุมคุณภาพต่อไป โดยจำเป็นต้องศึกษาความสัมพันธ์ว่าการปรับปรุงคุณภาพความแข็งของแยมให้อยู่ในขีดจำกัดข้อกำหนดนั้นส่งผลให้ผู้บริโภคที่นิยมบริโภคแยมเกิดความรู้สึกว่าแยมมีความปาดยากง่ายในระดับพอดี โดยวัดจากปัญหาใบร้องเรียนเรื่องการปาดยากของแยมจากทั้งหมด 100% ให้เหลือ 0%

2. การลดเวลาสูญเปล่าของกระบวนการผลิตแยม จะทำการพิจารณาแยมชนิดขวดทุกประเภทที่ผ่านสายการผลิตนี้ โดยแยมชนิดขวดแต่ละประเภทใน 1 แบช จะมีแยมประมาณ 116 ลัง ซึ่งปัญหาแรกเริ่มคือปริมาณความต้องการของลูกค้านั้นมีมากกว่าปริมาณที่ผลิตได้จริงตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ก.ย. ปี 2553 เฉลี่ยต่างกันเดือนละ 9 แบช หรือคิดเป็น 14.75% และด้วยข้อจำกัดการผลิตแยมชนิดขวดจะผลิตแค่ 3 วัน/สัปดาห์เท่านั้น เพราะพนักงานผลิตแยมจะต้องไปผลิตแยมที่สายการผลิตแบบอื่นอีก คือ แยมชนิดถัง และแยมชนิดถ้วย ดังนั้นจึงต้องทำการลดเวลาสูญเปล่าของแต่ละกระบวนการในสายการผลิตแยมชนิดขวด โดยแสดงตารางตัวเลขความต้องการของลูกค้าและที่ผลิตได้จริงของแยมชนิดขวดปี 2553 ดังตารางที่ 1.1 และแสดงกราฟเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 1.2

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบปริมาณความต้องการลูกค้าและปริมาณที่ผลิตได้จริง ของแยมชนิดขวด หน่วยเป็น (แบช) ตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ก.ย. ปี 2553

เดือน	ความต้องการลูกค้า	ผลิตได้จริง
ม.ค.	65	64
ก.พ.	54	47
มี.ค.	51	53
เม.ย.	52	46
พ.ค.	44	26
มิ.ย.	60	79
ก.ค.	74	42
ส.ค.	70	33
ก.ย.	83	82
เฉลี่ยต่อเดือน	61	52



รูปที่ 1.2 กราฟเปรียบเทียบปริมาณความต้องการลูกค้าและปริมาณที่ผลิตได้จริง ของแยมชนิดขวด หน่วยเป็น (แบช) ตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ก.ย. ปี 2553

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ปรับปรุงความแข็งของแยมให้ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายและลดค่าความแปรปรวนความแข็งของแยม
2. ปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการผลิตแยมชนิดขวด

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1. งานวิจัยปรับปรุงความแข็งของแยมจะพิจารณาที่แยมสตรอเบอร์รี่ ขนาด 280 กรัม
2. งานวิจัยปรับปรุงลดเวลาสูญเปล่าของกระบวนการผลิตแยมจะพิจารณาแยมชนิดขวดทุกประเภท
3. ทำการศึกษาวิจัยกระบวนการผลิตแยมตั้งแต่ขั้นตอนผสมวัตถุดิบจนถึงเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้คู่มือวิธีการทำงานในแต่ละกระบวนการของกระบวนการผลิตแยมที่ปรับปรุงแล้ว
2. ได้วิธีการจัดผังการผลิตและจำนวนคนที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตแยมที่ปรับปรุงแล้ว

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. สามารถทำให้ค่าเฉลี่ยความแข็งของแยมใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายและลดค่าความแปรปรวนลง เพื่อทำให้แยมมีคุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภค
2. ลดเวลาสูญเปล่าและทำให้กระบวนผลิตไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) และแต่ละกระบวนการมีความสมดุล
3. เป็นแนวทางในการนำเทคนิคและเครื่องมือสำหรับแก้ปัญหาของซิกซ์ ซิกมา ไปใช้ในการปรับปรุงวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ

1.8 ขั้นตอนและแผนดำเนินงานวิจัย

1.8.1 ขั้นตอนและแผนในการปรับปรุงความแข็งของแยม

ในการปรับปรุงความแข็งของแยมดำเนินการวิจัยตามแนวทางทางซิกซ์ ซิกมาทั้ง 5 ระยะ ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดซิกซ์ ซิกมา
2. ระยะนิยามปัญหา (Define Phase)

1) ศึกษากระบวนการผลิตแยมสตรอเบอร์รี่ ขนาด 280 กรัม

2) รวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของความแข็งของแยม และความรู้สึกยากง่ายในการปาดแยม โดยเปรียบเทียบจำนวนใบร้องเรียนเรื่องการปาดยากของแยมก่อนและหลังปรับปรุง

3) กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ เป้าหมาย ตัวชี้วัด และระยะเวลาของโครงการ

4) จัดตั้งคณะทำงานเพื่อเข้าร่วมในโครงการ ในการกำหนดคณะทำงานจะคัดเลือกจากผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญในส่วนของกระบวนการที่เลือกการปรับปรุงคือกระบวนการผลิตแยมสตรอเบอร์รี่ทั้งหมด

3. ระยะการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measure Phase)

1) วิเคราะห์ความถูกต้องและความแม่นยำของเครื่องมือวัดความแข็งด้วยการสอบเทียบ (Calibrated) ด้วยวิธีการทดสอบด้านแรงตามมาตรฐาน ISO 7500-1:2004

2) หาขีดจำกัดข้อกำหนดของความแข็งของแยมด้วยวิธีประเมินทางด้านประสาทสัมผัส โดยทำการสอบถามผู้บริโภคอย่างน้อย 100 คน (Cross et al., 1978; Gatchalian, 1981) มาทำการทดสอบปาดแยม

3) เก็บรวบรวมข้อมูลและพิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

4) ระดมสมองเพื่อหาปัจจัยนำเข้า (Key Process Input Variables หรือ KPIVs) ในขั้นตอนนี้จะหาสาเหตุที่เป็นไปได้ที่กระทบต่อค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของความแข็งของแยม โดยกำหนดปัจจัยนำเข้าที่มีผล (KPIVs) โดยใช้ตารางความสัมพันธ์ของสาเหตุและผล (Cause and Effect Matrix) และทำการเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยเพื่อทำการตัดปัจจัยที่คาดว่ามีผลน้อยต่อการเกิดค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนค่าความแข็งของแยม โดยระดมสมองจากสมาชิกในทีมและพนักงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ข้อมูลทางสถิติที่มีอยู่ด้วย

4. ระยะการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze Phase)

นำปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ (KPIVs) ที่ได้จากผลการวิเคราะห์ ในขั้นตอนก่อนหน้ามาทำการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนค่าความแข็งตัวของแยมโดยมีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดปัจจัยและตัวแปรตอบสนองรวมทั้งพิจารณาข้อกำหนดต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อการทดลองกำหนดระดับของปัจจัยที่จะนำมาทดลอง

2) พิจารณาเลือกรูปแบบการทดลองและขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

3) วางแผนการทดลองโดยกำหนดขั้นตอนการทดลอง และวิธีการเก็บข้อมูล

4) ทำการทดลองตามแผนที่วางไว้

5) สรุปผลและวางแผนขั้นตอนต่อไป

5. ระยะการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improvement Phase)

1) นำปัจจัยนำเข้าที่ได้พิสูจน์แล้วว่ามีนัยสำคัญ มาทำการทดลองเพิ่มเติมเพื่อกำหนดระดับที่เหมาะสมของปัจจัยโดยการออกแบบการทดลองด้วยวิธีพื้นผิวผลตอบ (Response Surface Methodology, RSM) สำหรับปัจจัยที่ไม่มีความจำเป็นต้องทำการทดลองเพื่อหาระดับปรับตั้งที่เหมาะสมก็จะดำเนินการปรับปรุงสภาพอื่นๆ เช่น การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อลดความผันแปรของความแข็งของแยม

2) จากผลการทดลอง ทำการสรุปปัจจัยและระดับของปัจจัยที่เหมาะสมที่สามารถปรับปรุงค่าเฉลี่ยและลดค่าความแปรปรวนของค่าความแข็งตัวของแยม

3) นำค่าระดับปัจจัยที่กำหนดได้ไปใช้จริงในกระบวนการผลิตแยมต่อไป

6. ระยะการติดตามควบคุม (Control Phase)

1) ทำการทดสอบยืนยันผลโดยการเก็บข้อมูล Process Capability Index, C_p, C_{pk} หลังจากใช้ระดับของปัจจัยที่สรุปได้จากการทดลอง เพื่อใช้ชี้วัดคุณภาพของการปรับปรุงความแข็งของแยม และให้สอดคล้องกับจำนวนใบร้องเรียนที่ลดลงหลังการปรับปรุง

2) จัดทำแผนควบคุม (Control Plan) โดยพิจารณาถึงลักษณะและข้อจำกัดของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่จะทำการควบคุม

3) สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

7. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.8.2 ขั้นตอนและแผนในการลดเวลาสูญเปล่าของกระบวนการผลิตแยม มีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลศึกษากระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการ และทำการประเมินปัญหาในการปรับปรุงแต่ละกระบวนการ

2. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเพื่อหากระบวนการที่มีความสูญเสียมากเกินไป

3. จัดตั้งแผนผังใหม่

4. คำนวณค่าความสมดุลของกระบวนการผลิต เพื่อจัดสมดุลของกระบวนการผลิตใหม่ (Line Balancing)

5. จัดทำสร้างมาตรฐานกระบวนการผลิตแยมตั้งแต่ขั้นตอนผสมวัตถุดิบไปจนถึงผลิตภัณฑ์สุดท้าย

6. คำนวณดัชนีชี้วัดรอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) ให้ได้น้อยกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time), พื้นที่ในการจัดเก็บแยมสายการผลิตเพิ่มขึ้น และกำลังการผลิต/แบช ต้องมากกว่าหรือเท่ากับยอดปริมาณตามที่ลูกค้าต้องการ

7. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์