การปรับปรุงผลผลิตสำหรับกระบวนการแปรรูปกล้วย
กรณีศึกษา: กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา
PRODUCTIVITY IMPROVEMENT FOR BANANA PROCESSING
CASE STUDY: BANANA DRYING GROUP
IN CHACHOENGSAO PROVINCE

คมศ์ ศักดิ์ศรีวัฒนา

KOMS SAKSRIWATTANA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

PRODUCTIVITY IMPROVEMENT FOR BANANA PROCESSING
CASE STUDY: BANANA DRYING GROUP
IN CHACHOENGSAO PROVINCE

KOMS SAKSRIWATTANA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF
SCIENCE OF LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT
COLLEGE OF LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN
SRIPATUM UNIVERSITY
ACADEMMIC YEAR 2020

COPYRIGHT OF SRIPATUM UNIVERSITY

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงผลผลิตสำหรับกระบวนการแปรรูปกล้วย กรณีศึกษา: กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา
PRODUCTIVITY IMPROVEMENT FOR BANANA PROCESSING CASE STUDY: BANANA DRYING GROUP IN CHACHOENGSAO PROVINCE

นักศึกษา คมศ์ ศักดิ์ศรีวัฒนา รหัสประจำตัว 59502426

หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

คณะ วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรินี มณีศรี

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรประภา มโนมัธย์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรินี มณีศรี)

.....กรรมการ
(ดร.ฉัตรชัย ราคา)

วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยศรีปทุม อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณบดีวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรินี มณีศรี)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

วิทยานิพนธ์เรื่อง การปรับปรุงผลผลิตสำหรับกระบวนการแปรรูปกล้วย กรณีศึกษา: กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา
คำสำคัญ การปรับปรุงกระบวนการ/ การเพิ่มประสิทธิภาพ/ การลดปริมาณของเสีย
นักศึกษา คมศ์ ศักดิ์ศรีวัฒนา
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรินี มณีศรี
หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
คณะ วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปรรูปกล้วย เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย ตลอดจนวิเคราะห์ประสิทธิภาพการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้แผนภาพสายธารคุณค่าแสดงกิจกรรมและการไหลของทรัพยากร และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แนวคิดความสูญเปล่า 7 ประการ และแผนผังแสดงเหตุและผล และประยุกต์ใช้หลักการ ECRS และวงจรควบคุมคุณภาพในการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิต ซึ่งได้ออกแบบโรงอบเรือนกระจก โดยใช้ระบบอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบอบแห้งแบบลมร้อนจากก๊าซแอลพีจี

ผลการวิจัยพบว่า การปรับปรุงกระบวนการดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิการผลิตและสามารถควบคุมคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้น โดยสามารถลดปริมาณของเสียจากการผลิตจากร้อยละ 15.36 เหลือร้อยละ 5.44 ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมลดลงจาก 64.21 บาท เหลือ 51.82 บาทต่อกิโลกรัม หรือลดลงร้อยละ 19.3 ของต้นทุนการผลิตเดิม เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าจากการปรับปรุงกระบวนการแปรรูป พบว่า คืนทุนภายในระยะเวลา 8 เดือน 27 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สั้นและเหมาะสม

TITLE	PRODUCTIVITY IMPROVEMENT FOR BANANA PROCESSING CASE STUDY: BANANA DRYING GROUP IN CHACHOENGSAO PROVINCE
KEYWORD	PRODUCTIVITY IMPROVEMENT/ INCREASING EFFICIENCY/ WASTE REDUCTION
STUDENT	KOMS SAKSRIWATTANA
ADVISOR	ASST. PROF. THARINEE MANISRI DR.
LEVEL OF STUDY	MASTER OF SCIENCE OF LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANGEMENT
FACULTY	COLLEGE OF LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN SRIPATUM UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR	2020

ABSTRACT

This research aims to analyze the waste and productivity efficiency of banana drying production process in Chachoengsao province, then propose the guidelines for improving them. A value stream mapping was applied to demonstrate the activites and process flow. The seven wastes of lean concepts and cause and effect diagram were used to expose the root cause of the problem. Subsequently ECRS and Deming cycle were applied to increase production efficiency. At last, a glasshouse incubator has been designed by using solar energy together with liquefied petroleum gas (LPG gas).

The results were as follows: Productivity improvement could increase production efficiency, were able to control the product quality standards. It could also reduce waste during production from 15.36% to 5.44%. As a result, the production cost per kilogram were decreased from 64.21 baht to 51.82 baht. For cost-benefit analysis, it was found that payback period was 8 months and 27 days, which was short time and suitable.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรินี มณีศรี อาจารย์ที่ปรึกษาและคณบดีวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ ตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ และให้การสนับสนุนทุกด้านอย่างดี รวมทั้ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรประภา มโนมัธย์ และ ดร.ฉัตรชัย ราคา คณะกรรมการวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำที่ดีและข้อคิดเห็นเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนคณาจารย์และคณาจารย์พิเศษทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาและถ่ายทอดความรู้ด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและส่งเสริมด้านการเรียน และเป็นกำลังใจที่สำคัญ รวมถึงเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท รุ่น 9 ที่มีส่วนช่วยเหลือและสนับสนุนความสำเร็จครั้งนี้ ตลอดจนบุคลากรของวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน ที่อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ หากมีข้อผิดพาดประการใด ขออภัยมา ณ โอกาสนี้

คมส์ ศักดิ์ศรีวัฒนา

มีนาคม 2564

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **I**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **II**
กิตติกรรมประกาศ ..... **III**
สารบัญ ..... **IV**
สารบัญตาราง ..... **VI**
สารบัญภาพ ..... **VII**

บทที่ หน้า

1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ 5
ขอบเขตการวิจัย 5
สมมติฐานการวิจัย 6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6
กรอบแนวคิดการวิจัย 6
นิยามศัพท์เฉพาะ 7

2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9
แนวคิดเกี่ยวกับการผลิต 9
ทฤษฎีการอบแห้ง 11
แผนภาพสายธารคุณค่า 15
แนวคิดความสูญเปล่า 7 ประการ 18
แนวคิดแผนผังสาเหตุและผล 20
แนวคิดของหลักการ ECRS 22
วงจรควบคุมคุณภาพ 22
การประเมินความคุ้มค่าของโครงการ 24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	ระเบียบวิธีวิจัย	30
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	31
	การศึกษากระบวนการแปรรูปกล้วย	32
	การวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการแปรรูปกล้วย	32
	การปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย	33
	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการแปรรูปกล้วย	33
	การประเมินความคุ้มค่า	34
	สรุปผลการวิจัย	34
4	ผลการวิจัย	35
	ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา	35
	ผลการศึกษากระบวนการแปรรูปกล้วย	36
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	40
	แนวทางการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย	42
	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการ	47
	ผลการประเมินความคุ้มค่าการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย	49
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	51
	สรุปผลการวิจัย	51
	อภิปรายผล	52
	ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม		53
ภาคผนวก ก ข้อมูลการผลิตก่อนปรับปรุงกระบวนการผลิต		56
ภาคผนวก ข ข้อมูลการทดลองหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต		64
ประวัติผู้วิจัย		66

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ข้อมูลการปลูกพืชเศรษฐกิจ (ไม้ผลไม้ยืนต้น) ที่สำคัญของจังหวัดฉะเชิงเทรา พ.ศ. 2561/2562	3
2	ปริมาณวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ และของเสีย เดือนมกราคม – กรกฎาคม 2563	39
3	ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน	40
4	เปรียบเทียบข้อมูลการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ	48
5	เปรียบเทียบต้นทุนผลิตและรายได้ก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ	49

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่		หน้า
1	ผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา	4
2	ตู้อบที่ใช้ในปัจจุบันของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา	4
3	กรอบแนวคิดการปรับปรุงผลผลิตสำหรับกระบวนการแปรรูปกล้วย กรณีศึกษากลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา	7
4	ขั้นตอนการสร้าง วิเคราะห์ และประยุต์ใช้แผนภาพสายธารคุณค่า	16
5	ตัวอย่างแผนผังสาเหตุและผล	21
6	การพัฒนาอย่างต่อเนื่องด้วย PDCA	24
7	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	31
8	โซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา	36
9	กล้วยน้ำว้าที่จัดเก็บในคลังวัตถุดิบเพื่อรอเข้ากระบวนการผลิต	36
10	สภาพปัจจุบันของกระบวนการแปรรูปกล้วย	37
11	แผนผังกระบวนการแปรรูปกล้วย	38
12	ผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูป ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา	39
13	ข้อมูลการผลิตเดือนมกราคม – กรกฎาคม 2563	40
14	แผนภาพสายธารคุณค่าในปัจจุบัน	41
15	แผนภาพสายธารคุณค่าในอนาคต	42
16	แผนผังสาเหตุและผลปัญหากล้วยแปรรูปไม่ได้คุณภาพ	43
17	โรงอบแบบเรือนกระจก โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซแอลพีจี	45
18	การทำงานของระบบอบแห้งภายในโรงอบ	45
19	ระบบควบคุมการอบแห้งอัจฉริยะ (Smart Solar Drying)	46
20	การทดลองแปรรูปกล้วยโดยใช้โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบอบแห้งแบบลมร้อน	47
21	ผลการทดลองแปรรูปกล้วยโดยใช้โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบอบแห้งแบบลมร้อน	48

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กล้วยเป็นพืชล้มลุกที่คนไทยรู้จักกันดี มักปลูกกันแพร่หลายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม ปลูกง่าย ให้ผลผลิตเร็ว และสามารถนำทุกส่วนของกล้วยมาใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่ใบ กาบ หัวปลี และผล (ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์, 2557) ทั้งในพิธีกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เป็นยารักษาโรค และนำมาประกอบอาหาร ซึ่งกล้วยแต่ละชนิดอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ หากรับประทานเป็นประจำจะเกิดประโยชน์ต่อร่างกาย

ประเทศไทยมีการปลูกกล้วยกันมายาวนานตั้งแต่สมัยโบราณ ซึ่งมีหลากหลายมากกว่า 200 พันธุ์ ทั้งพันธุ์ดั้งเดิม พันธุ์พื้นเมือง และพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ กล้วยที่นิยมปลูกเพื่อการค้า มีอยู่ 3 ชนิด คือ กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ และกล้วยหอม โดยมีพื้นที่การปลูกกล้วยประมาณ 481,639 ไร่ พื้นที่ปลูกกล้วยน้ำว้า ประมาณ 328,456 ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2561) คิดเป็นร้อยละ 68.2 นับเป็นกล้วยที่มีพื้นที่การปลูกรวมในประเทศมากกว่ากล้วยชนิดอื่น เนื่องจากปลูกและดูแลรักษาง่าย สามารถปลูกได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ เจริญเติบโตได้ดี สามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ให้ผลผลิตได้ตลอด มีคุณค่าทางโภชนาการสูง รวมถึงสรรพคุณในการป้องกันและรักษาโรค ซึ่งคนไทยนิยมบริโภคกันมาตั้งแต่อดีต เนื่องจากมีรสชาติอร่อย ราคาไม่แพง หาซื้อได้ทั่วไปตลอดทั้งปี

กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้พันธุ์พื้นเมืองของไทย จัดเป็นกล้วยลูกผสมระหว่างกล้วยป่ากับกล้วยตานี แต่มีเชื้อของกล้วยป่าอยู่น้อยกว่าเชื้อของกล้วยตานี คือ มีเชื้อของกล้วยป่าอยู่เพียง 1 ใน 3 และมีเชื้อของกล้วยตานี 2 ใน 3 เนื้อกล้วยมีแป้งมาก ขนาดผลใหญ่ ไม่นิยมรับประทานสด เนื่องจากผลสุกรสไม่หวานมาก บางครั้งมีรสฝาด เมื่อนำมาต้ม ปิ้ง ย่าง และเชื่อม จะทำให้รสชาติดีขึ้น กล้วยในกลุ่มนี้ ได้แก่ กล้วยหักมุกเขียว กล้วยหักมุกนวล กล้วยเปลือกหนา กล้วยส้ม กล้วยนางพญา กล้วยนมหมี กล้วยน้ำว้า สำหรับกล้วยน้ำว้าแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามสีของเนื้อ คือ น้ำว้าแดง น้ำว้าขาว และน้ำว้าเหลือง คนไทยรับประทานกล้วยน้ำว้า ทั้งผลสด ต้ม ปิ้ง และนำมาประกอบอาหาร นอกจากนี้ยังมีกล้วยน้ำว้าดำ ซึ่งเปลือกมีสีครั่งปนดำ แต่เนื้อมีสีขาว รสชาติอร่อยคล้ายกล้วยน้ำว้าขาว สำหรับกล้วยตีบ เหมาะที่จะรับประทานผลสด เพราะเมื่อนำไปย่าง หรือต้มจะมีรสฝาด

กล้วยน้ำว้าเป็นพืชที่สามารถนำทุกส่วนมาใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริง ลำต้นหรือหยวกกล้วยอ่อนนำมาปรุงอาหาร เช่น หมกหยวกกล้วย แกงหยวกกล้วย เป็นต้น หรือรำอาหารสัตว์ ปลี

กล้วยนำมาประกอบอาหาร เช่น ยำหัวปลี แกงหัวปลีใส่ปลา ห่อหมกหัวปลีใส่ไก่ หรือจะนำมาใช้เป็นเครื่องเคียง ใบกล้วยนำมาห่ออาหาร เช่น ห่อหมก และขนมไทยต่าง ๆ หรือใช้ทำเครื่องพิธีกรรมทางศาสนา เช่น พานบายศรีสู่ขวัญหรือห่อกระทง กาบกล้วยสดนำมาฉีกแบ่งเป็นเส้นเล็ก (เชือกกล้วย) สำหรับใช้แทนเชือกรัดของ ก้านกล้วยใช้ทำเครื่องเล่นให้แก่เด็ก เช่น ม้าก้านกล้วย และใช้ปักดอกไม้สำหรับถือไปไหว้พระ เป็นต้น ผลกล้วยดิบที่แก่จัดนำมาทำกล้วยฉาบและแป้งกล้วย ผลกล้วยห่ามแต่ยังไม่สุกก็นำมาทำกล้วยปิ้งและกล้วยทอด ผลกล้วยสุกก็ใช้บริโภคสด แปรรูปเป็นกล้วยบดเพื่อเป็นอาหารเด็ก หรือส่วนผสมของขนม เช่น ขนมกล้วย กล้วยแผ่น และทองม้วนกล้วย กล้วยตาก/อบ ผลกล้วยที่งอมก็ใช้ทำเป็นกล้วยกวน

กรรมวิธีการแปรรูปกล้วย (วิชัย หฤทัยธนาสันต์, 2559) มีหลายวิธีที่นิยมนำมาใช้แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ อาทิ

1. การอบ/การตาก เป็นการใช้เทคโนโลยีการอบแห้ง/ตากแห้ง อุณหภูมิที่ใช้ไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส เป็นการระเหยน้ำออก ทำให้น้ำตาลในกล้วยเพิ่มขึ้น มีการบ่มในขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำสู่ตลาด

2. การทอด เป็นการใช้เทคโนโลยีการระเหยน้ำออก โดยการทอดในน้ำมันที่ร้อน อุณหภูมิที่ใช้ 160 - 180 องศาเซลเซียส หากเป็นกล้วยดิบมีส่วนประกอบเป็นแป้ง การทอดทำให้แห้งและกรอบ เช่น กล้วยฉาบ หากเป็นชิ้นหนา จะกรอบนอกนุ่มใน เช่น กล้วยทอด

3. การปิ้ง เป็นการใช้ความร้อนต่ำในการปิ้ง ทำให้แป้งกล้วยสุกและร้อนระอุภายใน ผิวนอกจะแห้ง แข็ง และเนื้อในนุ่ม อุณภูมิความร้อนที่ใช้ปิ้งจะสูงเกิน 100 องศาเซลเซียส

4. การต้ม/นึ่ง กล้วยที่ห่ามจะนำไปต้มในน้ำร้อน หรือนึ่งด้วยไอน้ำจนสุก และลอกเปลือกออกได้ง่าย หากต้ม/นึ่ง จนสุก จะใช้กล้วยต้มผสมมะพร้าวคลุกน้ำตาล

ปัจจุบันการพัฒนาเชิงอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วยมีมากขึ้น ทำให้สามารถป้องกันกล้วยสดล้นตลาด ยกระดับราคาผลผลิตไม่ให้ตกต่ำ ช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ส่งเสริมการสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพรูปแบบใหม่ออกสู่ตลาด เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และสร้างรายได้มูลค่าสูงให้กับประเทศ (สุธิดา อัญญะโพธิ์, 2548) ด้วยเหตุนี้ กลุ่มกล้วยอบแห้งแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา จึงนำองค์ความรู้ทางเทคโนโลยีอาหารมาใช้ในแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากกล้วยอบแห้ง ซึ่งมีอัตลักษณ์และเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) 1 ใน 10 อันดับแรกของจังหวัดฉะเชิงเทรา (ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2563)

แม้ว่าการปลูกกล้วยน้ำว้าจะไม่ใช่พืชเศรษฐกิจประเภทไม้ผลไม้ยืนต้นที่มีการปลูกเป็นอันดับต้นของจังหวัดฉะเชิงเทรา แต่มีการดำเนินการตามนโยบายของผู้ว่าราชการจังหวัด ว่าด้วยการส่งเสริมให้ทุกครัวเรือนปลูกกล้วยน้ำว้าเพื่อบริโภคและสร้างรายได้ (สุจิต เมืองสุข, 2563) ส่งผล

ให้ผลผลิตล้นตลาด ประกอบกับกล้วยมีอายุการเก็บรักษาสั้น เปลือกบาง บอบช้ำได้ง่าย ดังนั้น แนวคิดการแปรรูปจึงถูกนำมาใช้เพื่อลดความเสียหายจากการเน่าเสีย จนได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะต่างไปจากผลผลิตเดิม รวมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรซึ่งช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 1 ข้อมูลการปลูกพืชเศรษฐกิจ (ไม้ผลไม้ยืนต้น) ที่สำคัญของจังหวัดฉะเชิงเทรา ปี 2561/2562

ชนิดพืช	รวมพื้นที่ปลูก (ไร่)	พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	เกษตรกร (ราย)	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	ผลผลิตรวม (ตัน)	ราคา (บาท/กก.)	มูลค่า (ล้านบาท)
สับปะรด	8,651.00	8,563.00	260	5,137	43,986	5.47	240.38
มะม่วง	24,544.68	22,101.93	6,620	866.40	19,163	26.00	497.88
มะพร้าวอ่อน	13,397.00	12,693.00	4,221	932.12	11,831	7.56	89.39
มะพร้าวแก่	8,701.00	6,350.00	5,497	692.41	4,397	9.22	40.55
หมาก	8,129.00	7,748.00	1,547	1,010.07	7,826	20.33	159.13
กล้วยน้ำว้า	2,967.00	2,036.00	2,781	554	1,128	12.00	13.54
กล้วยหอมทอง	325.00	325.00	174	2,252	732	32.50	23.79
ลำไย	2,610.00	1,713.00	362	827	1,416	43.00	60.89
ขนุน	2,100.00	2,100.00	126	6,000	12,600	9.67	121.84

หมายเหตุ: ปรับจาก แผนพัฒนาจังหวัดฉะเชิงเทรา (พ.ศ. 2561-2565) ฉบับทบทวน 2565 (2563)

กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา ก่อตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2542 จากการรวมกลุ่มแม่บ้านที่มีแนวคิดในการลดความเสียหายจากการเน่าเสียของกล้วยน้ำว้าที่จำหน่ายไม่หมด โดยจัดสรรพื้นที่ส่วนหนึ่งในบริเวณบ้านของประธานกลุ่มเป็นสถานที่แปรรูปกล้วยน้ำว้าด้วยกรรมวิธีการอบ ปัจจุบันมีพนักงานจำนวน 20 คน ดำเนินการผลิตวันละ 8 ชั่วโมง สามารถผลิตกล้วยแปรรูปได้ประมาณ 80 กิโลกรัมต่อวัน โดยการนำวิธีการถนอมอาหารด้วยกรรมวิธีการอบแห้งมาใช้ในกระบวนการแปรรูป ซึ่งเป็นการแปรสภาพกล้วยน้ำว้าให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้นและยังเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตเพื่อนำมาจำหน่ายนอกฤดูกาลได้อีกด้วย การอบแห้งใช้หลักการลดความชื้นหรือกำจัดน้ำออกจากผลผลิตทางการเกษตร (บุหลัน พิทักษ์พล, 2538) โดยอาศัยพลังงานความร้อนภายใต้สภาวะควบคุม มีผลให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (การแปรรูปผลไม้อบแห้ง, ม.ป.ป.) ซึ่งผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีลักษณะแตกต่างจากผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปอื่น ๆ ที่จำหน่ายในท้องตลาด ดังภาพประกอบที่ 1

ภาพประกอบที่ 1 ผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

ภาพประกอบที่ 2 ตู้อบกล้วยที่ใช้ในปัจจุบันของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์และสังเกตการณ์กระบวนการทำงานของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า ผลผลิตที่ได้จากการแปรรูปกล้วยต่ำกว่าเป้าหมาย โดยมีเป้าหมายในการแปรรูปกล้วยเฉลี่ยวันละ 100 กิโลกรัม จากวัตถุดิบหลัก 200 กิโลกรัม มีปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 15.36 ของผลผลิตที่ได้ ประกอบกับผลผลิตไม่ได้คุณภาพและไม่มีมาตรฐาน เนื่องจากกระบวนการแปรรูปด้วยวิธีการอบแห้งโดยใช้เตาอบควบคุมอุณหภูมิและการกระจายความร้อนภายในเตาอบให้สม่ำเสมอทั่วทุกจุดได้ยาก กล้วยที่ผ่านกระบวนการแปรรูปจึงมีสีแตกต่างและไม่สม่ำเสมอกัน บางชิ้นได้รับความร้อนมากเกินไปทำให้มี

สภาพไหม้ หรือบางชิ้นได้รับอุณหภูมิไม่เพียงพอทำให้การแปรรูปไม่สมบูรณ์ อีกทั้งยังใช้เวลาในการผลิตต่อรอบค่อนข้างนานซึ่งแต่ละวันไม่เท่ากัน เฉลี่ยวันละ 6 ชั่วโมง ทำให้ผลิตได้เพียงวันละ 1 รอบเท่านั้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงถึงร้อยละ 90.3

จากปัญหาข้างต้น จึงเป็นที่มาของงานวิจัยเรื่อง “การปรับปรุงผลผลิตสำหรับกระบวนการแปรรูปกล้วย กรณีศึกษา: กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา” โดยมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาในกระบวนการแปรรูปกล้วย ลดปริมาณของเสียระหว่างการผลิต และเพิ่มผลผลิตให้กับกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา นำไปสู่การลดต้นทุนและการเพิ่มประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์ ซึ่งคาดว่าสามารถใช้เป็นแนวทางการพัฒนากระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปรรูปกล้วย ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา
2. เพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา
3. เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการแปรรูปกล้วย ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

ขอบเขตการวิจัย

การปรับปรุงผลผลิตสำหรับกระบวนการแปรรูปกล้วย กรณีศึกษา: กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

วิเคราะห์ความสูญเปล่าและแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปกล้วย โดยมุ่งเน้นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตของกลุ่มกล้วยอบแห้งแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทราเท่านั้น โดยไม่วิเคราะห์ปัจจัยด้านต้นทุนวัตถุดิบหลักซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีความผันผวนตามกลไกราคาตลาด

2. ขอบเขตด้านพื้นที่

ศึกษาปัญหาและกระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้งแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา

3. ขอบเขตด้านเวลา

ดำเนินการระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง ธันวาคม 2563 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 6 เดือน

สมมติฐานการวิจัย

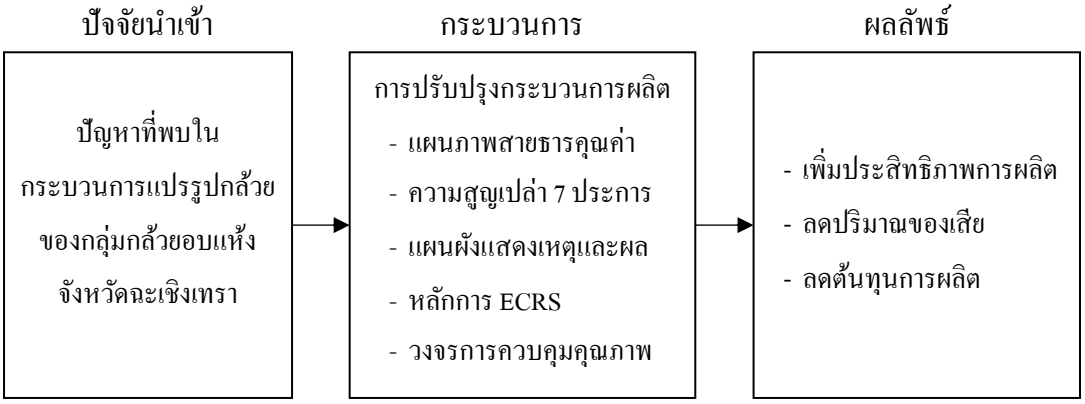
การปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้งแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยมุ่งแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปรรูป ลดปริมาณของเสีย และเพิ่มปริมาณผลผลิต

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา ทั้งด้านการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต
2. ช่วยลดปริมาณของเสียจากการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา
3. ช่วยลดต้นทุนการแปรรูปกล้วยของกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา
4. เกิดความคุ้มค่าหลังจากการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยทำการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้งแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและวิเคราะห์หาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยใช้แผนภาพสายธารคุณค่า วิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ใช้แผนผังสาเหตุและผลเพื่อทำความเข้าใจปัญหา และนำหลักการ ECRS มาใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงกระบวนการ ตลอดจนใช้วงจรการควบคุมคุณภาพเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยผลลัพธ์ของการศึกษานี้จะวัดผลจากประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้น ปริมาณของเสียและต้นทุนการผลิตที่ลดลง ดังภาพประกอบที่ 3



ภาพประกอบที่ 3 กรอบแนวคิดการปรับปรุงผลผลิตสำหรับกระบวนการแปรรูปกล้วย กรณีศึกษากลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

นิยามศัพท์เฉพาะ

การปรับปรุงกระบวนการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขขั้นตอนหรือวิธีการผลิตกล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทราให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การแปรรูปกล้วย หมายถึง การแปรสภาพกล้วยน้ำว้าด้วยกรรมวิธีการอบแห้งให้เป็นผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

ผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูป หมายถึง สินค้าที่ได้จากการแปรรูปกล้วยด้วยวิธีการอบแห้งของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต หมายถึง การทำให้ประหยัดต้นทุนการผลิตกล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา เสร็จทันเวลา และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพมาตรฐาน

การลดปริมาณของเสีย หมายถึง การทำให้จำนวนของเสียลดลงหลังจากปรับปรุงกระบวนการผลิตกล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

การลดต้นทุนการผลิต หมายถึง การทำให้ต้นทุนผลิตต่อหน่วย (กิโลกรัม) กล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา ลดลง

ความคุ้มค่า หมายถึง ผลที่ได้รับจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตกล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีมูลค่าสูงกว่าต้นทุนของทรัพยากรที่ใช้

การอบแห้งด้วยลมร้อน หมายถึง วิธีการลดความชื้นโดยใช้ตู้อบในการถ่ายเถความร้อนที่เกิดจากก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซแอลพีจี (LPG) เพื่อแปรสภาพกล้วยน้ำว้าสุกให้เป็นผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ หมายถึง วิธีการลดความชื้นโดยใช้ความร้อนจากแสงแดดและทำให้เกิดการหมุนเวียนอากาศร้อนภายในโรงอบ เพื่อแปรสภาพกล้วยน้ำว้าสุกให้เป็นผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

กำลังการผลิต หมายถึง ความสามารถในการผลิตกล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทราต่อวัน

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย กรณีศึกษา กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยการค้นคว้าเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการผลิต
2. ทฤษฎีการอบแห้ง
3. แผนภาพสายธารคุณค่า
4. แนวคิดความสูญเปล่า 7 ประการ
5. แนวคิดแผนผังแสดงสาเหตุและผล
6. แนวคิดของหลักการ ECRS
7. วงจรการควบคุมคุณภาพ
8. การประเมินความคุ้มค่าของโครงการ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับการผลิต

การผลิต หมายถึง การนำทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิต ได้แก่ ที่ดิน แรงงาน เงินทุน วัตถุดิบ และเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้าสู่กระบวนการโดยมีลำดับขั้นตอนในการแปรสภาพวัตถุดิบให้เป็นผลผลิตตามรูปแบบที่ต้องการ การผลิตมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ ปัจจัยการผลิต (Input) กระบวนการ (Process) และผลผลิต (Output)

การผลิตที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านปริมาณ คุณภาพ เวลา และราคา ซึ่งทั้งหมดนี้จะต้องนำมารวมไว้ในระบบการผลิต โดยมีการวางแผนและควบคุมการผลิตเป็นแกนกลาง กิจกรรมต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบการผลิตนั้นสามารถจำแนกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Planning) การดำเนินงาน (Operation) และการควบคุม (Control)

1. การวางแผน เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ และวางแผนการใช้ทรัพยากรให้ตรงตามเป้าหมายที่ต้องการ และเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในแผนการผลิตจะกำหนดเป้าหมายย่อยไว้ในแผนกต่าง ๆ ในเทอมของเวลาที่กำหนดไว้ก่อนล่วงหน้า และจากเป้าหมายย่อย ๆ ที่ถูกกำหนดขึ้นเหล่านี้ ถ้าประสบผลสำเร็จก็จะส่งผลไปยังเป้าหมายที่ต้องการ

2. การดำเนินงาน เป็นขั้นตอนของการดำเนินการ จะเริ่มต้นได้ต่อเมื่อรายละเอียดต่าง ๆ ในขั้นตอนการวางแผนได้ถูกกำหนดไว้ในแผนการผลิตเรียบร้อยแล้ว

3. การควบคุม เป็นขั้นตอนของการตรวจตราให้คำแนะนำและติดตามผลเกี่ยวกับการดำเนินงาน โดยใช้การป้อนกลับของข้อมูล (Feedback Information) ในทุก ๆ ขณะที่งานก้าวหน้าไปผ่านกลไกการควบคุม (Control Mechanism) โดยที่กลไกนี้จะทำหน้าที่ปรับปรุงแผนงาน และเป้าหมายเพื่อให้เป็นที่เชื่อแน่ได้ว่าจะบรรลุเป้าหมายหลัก

การบริหารการผลิต

การบริหารการผลิตด้านคุณภาพ ผลิตภาพ เวลา ปริมาณ และความยืดหยุ่นด้านปริมาณและผลิตภัณฑ์ ผู้บริหารการผลิตต้องดำเนินการตามหน้าที่ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การวางแผนกำหนดกลยุทธ์การผลิต จะเป็นการกำหนดแผนงานกลยุทธ์ของแต่ละฝ่าย เพื่อใช้เป็นแนวทางสร้างวิธีการปฏิบัติงานของกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละฝ่าย

2. การบริหารและควบคุมคุณภาพ เป็นการจัดการให้ทุกส่วนของระบบการผลิตมีมาตรฐาน โดยพยายามลดความผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการผลิต (Transformation) และผลผลิต (Output)

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิต ให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของตลาด โดยอาจนำเอาเทคโนโลยีและวิธีการที่ทันสมัย มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการผลิต

4. การพยากรณ์การผลิต เป็นการคาดหมายความต้องการ (Demand) ในอนาคต เพื่อวางแผนเชิงปริมาณ เช่น การวางแผนกำลังการผลิต การวางแผนกำลังคน เป็นต้น

5. การวางแผนกำลังการผลิต เป็นการกำหนดระดับของการลงทุนในเครื่องจักรอุปกรณ์และการจัดการกำลังคน เพื่อให้ปริมาณการผลิตเพียงพอกับความต้องการ

6. การวางแผนการผลิตรวม เป็นการกำหนดปริมาณการผลิตอย่างคร่าว ๆ ในช่วงของการวางแผน โดยพิจารณาจากความสามารถและปัจจัยการผลิตที่มีอยู่โดยไม่เจาะจงถึงรายละเอียด

7. การบริหารสินค้าคงคลัง เป็นต้นทุนส่วนใหญ่ของการผลิต จึงต้องมีการจัดการให้ปริมาณของสินค้าคงคลังอยู่ในระดับที่เหมาะสม และเพียงพอที่จะบริการให้กับลูกค้า

8. การเลือกทำเลที่ตั้ง เป็นการลงทุนระยะยาวที่ต้องการวางแผนอย่างดี เพราะอาจส่งผลไปยังต้นทุนของธุรกิจ

9. การวางแผนผังกระบวนการผลิต การวางลำดับของเครื่องจักรตามประเภทของการผลิต มีผลต่อการไหลผ่านของงาน

10. การบริหารโครงการ เป็นการควบคุมโครงการให้เสร็จทันเวลาและเป็นการจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

11. การบริหารแรงงานการผลิต เป็นการกำหนดวิธีการทำงานแก่คนงานโดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีอยู่

12. การจัดตารางการผลิต เป็นการจัดสรรในเรื่องของต้นทุน และเวลาในการผลิต เพื่อใช้ได้อย่างคุ้มค่าที่สุดให้ทันกับการส่งมอบงาน

13. การบริหารโซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์ เป็นการบริหารงานตั้งแต่กระบวนการคัดสรรวัตถุดิบ จนถึงมือผู้รับโดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีอยู่

14. การบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ ต้องมีการดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรตลอดระยะเวลาการใช้งานโดยต้องคำนึงถึงต้นทุนการซ่อมและการบำรุงรักษาด้วย

ทฤษฎีการอบแห้ง

ในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วย กระบวนการที่สำคัญคือ การอบแห้ง ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงกล่าวถึงทฤษฎีการอบแห้ง ดังนี้

การอบแห้ง (Drying) คือ การกำจัดความชื้นหรือน้ำที่มีอยู่ในวัสดุให้ลดลงจนมีความชื้นอยู่ในปริมาณที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา และมีคำอีกคำหนึ่งซึ่งเรามักจะพบอยู่เป็นประจำคือ การทำแห้ง (Dehydration) ซึ่งเป็นการกำจัดความชื้นหรือน้ำออกจากวัสดุจนกระทั่งวัสดุนั้นไม่มีความชื้นหรือเข้าใกล้มวลแห้ง การอบแห้งเป็นกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญกระบวนการหนึ่งเพื่อให้ผลผลิตทางการเกษตรมีความเหมาะสมต่อการเก็บรักษา คือสามารถยืดอายุการเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เสียหายเนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากผลิตผลทางการเกษตรส่วนใหญ่จะมีความชื้นค่อนข้างสูงขณะทำการเก็บเกี่ยวทำให้เก็บรักษาได้ไม่นาน การอบแห้งจะช่วยให้สามารถเก็บรักษาผลิตผลได้เป็นระยะเวลายาวนานขึ้น ผลิตผลทางการเกษตรที่สำคัญและต้องทำการอบแห้งได้แก่ ธัญพืช ผลไม้ ผลไม้แช่อิ่ม ผัก สมุนไพร เป็นต้น ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการอบแห้ง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการไหลของอากาศ และประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง โดยพฤติกรรมการอบแห้งโดยใช้ลมร้อนเป็นตัวกลางในการพาความชื้นออกจากวัสดุ เมื่อสมมติให้ อุณหภูมิ ความชื้นและความเร็วของอากาศเหนือผิวของวัสดุอบแห้งมีค่าคงที่ตลอดกระบวนการและมีการถ่ายเทความร้อนสู่วัสดุโดยการพาความร้อน

ประเภทของการอบแห้ง

พิจารณาประเภทของการอบแห้งจะพิจารณาจากการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของแข็งเปียกกับก๊าซร้อน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังต่อไปนี้ (จุไรวัลย์ รัตนพิสิฐ, 2549)

1. การอบแห้งแบบไหลเวียนผ่านผิว (Cross-Circulation Drying) เป็นการอบแห้งที่ความร้อนไหลขนานกับผิวของของแข็ง ซึ่งอาจจะไหลผ่านผิวด้านใดด้านหนึ่ง คือผิวบนหรือผิวล่าง

หรือ อาจจะไหลผ่านทั้งสองด้าน เครื่องอบแห้งประเภทนี้ เช่น เครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray Dryer) ที่ต้องมีเรียงวัสดุของแข็งเป็นชั้นเดียว หรือเป็นชั้นบาง ๆ เป็นต้น

2. การอบแห้งแบบไหลเวียนแทรกผ่าน (Through-Circulation Drying) หลักการคือ วางของแข็งที่จะทำการอบแห้งบนตะแกรง ให้ก๊าซร้อนเคลื่อนที่แทรกผ่านชั้นของแข็ง ความร้อนจะเคลื่อนที่จากผิวของของแข็ง ด้านบนสู่ผิวด้านล่าง และผ่านตะแกรงออกไป ซึ่งการใช้งานประเภทนี้ต้องปรับความเร็วของก๊าซร้อนไม่ให้สูงเกินไป

3. การอบแห้งแบบโปรย (Showering Drying) เป็นการอบแห้งที่ของแข็งถูกตักขึ้นและโปรยลงสู่ด้านล่าง โดยมีก๊าซร้อนเคลื่อนที่ผ่านกลุ่มของแข็ง เช่น เครื่องอบแห้งแบบหมุน (Rotary Dryer) ซึ่งจะต้องใช้ความระมัดระวังในการอบแห้งสำหรับวัสดุที่เป็นผงละเอียด เพราะก๊าซร้อนอาจพัดวัสดุออกจากเครื่องอบ ก่อให้สูญเสียของแข็งที่นำมาอบได้

4. การอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์ (Fluidized Drying) เป็นการนำของแข็งวางบนตะแกรงเป็นชั้นแล้วทำให้ก๊าซร้อนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเหมาะสมผ่านตะแกรง เข้าสู่ชั้นของแข็งจากด้านล่างของชั้นไปทางด้านบน ส่งผลให้กลุ่มของแข็งมีลักษณะเป็นฟลูอิดไดซ์ โดยจะต้องปรับความเร็วของก๊าซร้อนให้เหมาะสม ไม่ควรต่ำเกินไป ซึ่งจะทำให้ของแข็งไม่เกิดเอนเทรนเมนต์ของวัสดุที่เป็นผงละเอียด

5. การอบแห้งแบบนิวเมติก (Pneumatic Drying) โดยใช้ความเร็วของก๊าซร้อนทำให้ของแข็งเคลื่อนที่ไปยังปลายทาง พร้อมกับการลดความชื้นภายในวัสดุของแข็งนั้น ให้เกิดการอบแห้งที่ของแข็ง

ชนิดของเครื่องอบที่พบทั่วไปในอุตสาหกรรม

ชนิดของเครื่องอบแห้งที่สามารถพบได้ในอุตสาหกรรมปัจจุบัน (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, ม.ป.ป.) ได้แก่

1. เครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray Drying) นิยมใช้ ในโรงงานที่มีกำลังผลิตไม่สูงมากนัก เช่น ในอุตสาหกรรมอาหารและยา การแปรรูปไม้ เป็นต้น เครื่องอบนี้ประเภทนี้ใช้หลักการอบแห้งที่อาศัยลมร้อนจากแหล่งความร้อน อาจเป็นก๊าซหุงต้มหรือคอล์ยไอน้ำ ลมร้อนจะไหลผ่านของแข็งที่วางเป็นชั้นบาง ๆ ในชั้นที่มีรูพรุนหรือไม่มีรูพรุน จะใช้แผ่นเหล็กบาง ๆ กั้น สำหรับบังคับทิศทางการไหลของลมร้อนภายในเครื่อง เพื่อให้ลมร้อนไหลอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงทุกส่วน

2. เครื่องอบแห้งแบบสายพาน (Belt Drier) เครื่องอบนี้ประเภทนี้ใช้หลักการอบแห้งที่ของแข็งจะถูกวางเรียงให้กระจายสม่ำเสมอบนสายพานที่เป็นตะแกรง โปร่ง ให้อากาศผ่านได้ พื้นที่อบแห้งมีลักษณะเป็นอุโมงค์อบแห้ง โดยมีลมร้อนเป็นตัวกลางถ่ายเทความชื้นออกจากของแข็ง อาจใช้ก๊าซหรือไอน้ำร้อนเป็นแหล่งความร้อน

3. เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dryer) เครื่องอบนี้ประเภทนี้ใช้หลักการอบแห้งที่ใช้การพ่นสารที่เป็นสารละลายและสเลอร์รี่ (เป็นสารแขวนลอยในของเหลว) ที่ทำให้กระจายและกลายเป็นอนุภาคหรือหยดน้ำเล็ก ๆ เข้าไปในกระแสของลมร้อน สารละลายที่ถูกพ่นฝอยผ่านหัวฉีด (Nozzle หรือ Atomizer) ที่ติดตั้งอยู่ด้านบนของคอลัมน์ทรงกระบอก ซึ่งฉีดสารละลายป้อนให้เป็นละอองหรือหยดเล็ก ๆ และเคลื่อนตกลงมาด้านล่างโดยสัมผัสกับอากาศร้อน ทำให้น้ำในละอองระเหยเป็นไอออกไปอย่างรวดเร็ว จะทำให้ได้วัสดุที่แห้งและเคลื่อนที่มาทางด้านล่างและถูกนำออกจากเครื่องอบแห้ง ยกตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมการผลิตกาแฟกึ่งสำเร็จรูป นมผง ผงซักฟอก เป็นต้น

4. เครื่องอบแห้งแบบถังหมุน (Rotary Drier) จะประกอบด้วย ตัวถังอบ ที่มีลักษณะทรงกระบอกวางนอนหรือวางเอียงเล็กน้อย แล้วทำการป้อนวัสดุเข้าด้านบนของเครื่อง จากนั้นทำการเป่าลมร้อนเข้าบริเวณแกนกลางของเครื่องอบหรือผ่านทางด้านล่าง ผ่านชั้นของผลผลิต ถังอบหมุนรอบตัวอย่างช้า ๆ หรือหมุนเป็นช่วง ๆ โดยมีการติดตั้งครีบตักวัสดุภายในถัง เพื่อคีบวัสดุขึ้นไปแล้วโปรยจากด้านบน ซึ่งการอบแห้งจะสม่ำเสมอเนื่องจากวัสดุมีการคลุกเคล้ากันตลอดเวลา และทำให้วัสดุที่อบแห้งเสร็จแล้วเคลื่อนที่ออกทางช่องเปิดด้านล่าง เช่น อุตสาหกรรมซีเมนต์ เกลือ น้ำตาล เป็นต้น

5. เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Drier) เครื่องอบประเภทนี้มีหลักการทำงาน คือ ลูกกลิ้งทรงกระบอกหนึ่งลูก หรือสองลูก ลูกกลิ้ง ที่ผลิตจากเหล็กปอดสนิม ผิวเรียบ ภายในลูกกลิ้งกลวงและได้รับความร้อนจากด้านในด้วยไอน้ำ หรือไฟฟ้า พร้อมกับระบบป้อนสารละลายทำให้สารละลายเหลวข้น เคลือบผิวลูกกลิ้งเป็นฟิล์มบาง เกิดการถ่ายเทความร้อนจากผิวของลูกกลิ้งไปยังฟิล์มของสารละลายด้วยการนำความร้อนเมื่อลูกกลิ้งเคลื่อนที่ไปครบรอบ สารละลายที่แห้งพอดีแล้วถูกขูดออกด้วยใบมีด สารละลายแห้งเป็นแผ่นบาง อาจนำมาผ่านการบดให้เป็นผงละเอียด นิยมใช้สำกรับการทำแห้งสารละลายที่มีลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืด เช่น น้ำแป้งสุก ผลไม้บด เช่น กล้วย ทุเรียน

6. เครื่องอบแห้งแบบฟลูอิดไดซ์เบด (Fluidized Bed Dryer) เป็นเครื่องอบที่มีหลักการทำงาน โดยให้อากาศร้อนถูกป้อนเข้าสู่ทางด้านล่างของเครื่องโดยความเร็วที่เหมาะสม เพื่อควบคุมให้ของแข็งเกิดการ ฟลูอิดไดซ์ ไปสู่ส่วนของแข็งเปียกที่ถูกป้อนเข้าทางด้านบนของเครื่อง มีการติดแผ่นกระจายในเครื่องอบแห้ง เพื่อกระจายทิศทางการไหลของอากาศให้มีความสม่ำเสมอบนพื้นที่หน้าตัดของคอลัมน์ฟลูอิดไดซ์ ทำให้ของแข็งขนาดใหญ่ที่แห้งขึ้นจะออกทางด้านข้างค่อนมาด้านล่าง ส่วนของแข็งขนาดเล็กที่แห้งขึ้นอาจติดรวมไปกับอากาศ และทำการดักของแข็งขนาดเล็กให้แยกออกมาจากอากาศร้อน ก่อนปล่อยอากาศร้อนทิ้งไป ด้วยการติดตั้งระบบไซโคลน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการอบแห้ง

ปัจจัยที่สำคัญซึ่งมีผลต่ออัตราการอบแห้ง ที่ใช้ลมร้อนเป็นตัวกลางในการส่งผ่านความร้อนจะเกิดขึ้นช้าหรือเร็วนั้น มีดังนี้

1. ลักษณะทางธรรมชาติของวัสดุที่นำมาอบ มีผลต่ออัตราการอบแห้งของวัสดุมากที่สุด เนื่องจากสภาพทางธรรมชาติของวัสดุมีผลต่อการส่งผ่านความร้อนไปยังโมเลกุลของน้ำภายในเนื้อวัสดุและต่อการเคลื่อนที่ของไอน้ำออกจากวัสดุ เช่น วัสดุที่มีโครงสร้างเป็นรูพรุนจะทำให้โมเลกุลของน้ำสามารถเคลื่อนที่ออกมาได้ง่ายทำให้จำทำให้อัตราการอบแห้งเร็วขึ้น เป็นต้น

2. ขนาดและรูปร่างของวัสดุ วัสดุที่มีขนาดและรูปร่างที่ทำให้อัตราส่วนของพื้นที่ต่อปริมาตรมาก จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งผ่านความร้อนให้ทั่วชิ้นวัสดุทำให้การระเหยน้ำออกจากเนื้อวัสดุดีขึ้น อัตราการอบแห้งจึงเร็วขึ้น

3. ปริมาณและการจัดเรียงวัสดุ วัสดุที่นำมาจัดเรียงซ้อนกันหลาย ๆ ชั้นในถาดทำให้ปริมาณของวัสดุต่อถาดมากเกินไปจะทำให้วัสดุที่อยู่บริเวณตรงกลางได้รับความร้อนไม่ทั่วถึงทำให้บริเวณนั้นมีอัตราการอบแห้งที่ช้า การจัดเรียงที่เหมาะสมควรทำการจัดเรียงเป็นแบบชั้นบางเพื่อให้วัสดุได้รับความร้อนอย่างสม่ำเสมอ

4. อุณหภูมิของอากาศร้อน เมื่ออุณหภูมิของอากาศร้อนสูงขึ้นอัตราการอบแห้งจะเร็วขึ้นเนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศร้อนกับวัสดุมีมากทำให้การถ่ายเทความร้อนสู่น้ำในเนื้อวัสดุได้ดีจึงทำให้น้ำในเนื้อวัสดุเคลื่อนที่และระเหยได้เร็วขึ้น ถึงแม้ว่าอุณหภูมิที่สูงจะทำให้อัตราการอบแห้งเร็วขึ้นแต่ก็ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับวัสดุที่ใช้ในการอบแห้งด้วย

5. ความชื้นของอากาศร้อน หากความชื้นของอากาศร้อนมีค่ามากจะมีผลให้การเคลื่อนที่ของน้ำและการระเหยของไอน้ำออกจากเนื้อวัสดุได้ยาก

6. ความดันของบรรยากาศ การอบแห้งโดยทั่วไปมักทำที่ความดันหนึ่งบรรยากาศ ถ้าหากมีการลดความดันของบรรยากาศในขณะทำการอบแห้งจะทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นเนื่องจากจะทำให้จุดเดือดของน้ำลดลง ซึ่งการอบแห้งประเภทนี้เหมาะกับการอบแห้งวัสดุที่เสื่อมคุณภาพได้ง่ายเนื่องจากความร้อน เครื่องอบแห้งมีการลดความดันในสภาวะการอบแห้งเช่น เครื่องอบแห้งสุญญากาศแบบลูกกลิ้ง (Vacuum Drum Drier) เป็นต้น

7. ความเร็วลมร้อน ถ้าความเร็วของลมร้อนมีค่ามากจะทำให้เกิดการระเหยของน้ำที่ผิวหน้าวัสดุได้ดีขึ้นทำให้อัตราการอบแห้งเร็วขึ้น

8. สมบัติเชิงความร้อนและฟิสิกส์ของวัสดุ คุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้งคือ ความร้อนจำเพาะ สภาพการนำความร้อน และการแพร่ความร้อน ส่วนคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ได้แก่ ความหนาแน่นจริง ความหนาแน่นปรากฏ และสัดส่วนช่องว่างอากาศในกองวัสดุ

แผนภาพสายธารคุณค่า

แผนภาพสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) จัดเป็นหนึ่งในพื้นฐานของแนวคิดแบบลีน VSM เป็นเครื่องมือที่ถูกใช้ในการสร้างแผนผังและวิเคราะห์ถึงการไหลของวัตถุดิบและข้อมูล แสดงให้เห็นถึงภาพรวมทั้งหมดของการไหลของงานผ่านทุก ๆ ระบบ ซึ่งมีความแตกต่างจากแผนผังกระบวนการ (Process Maps) ในหลาย ๆ ด้าน เป็นเครื่องมือในการเริ่มต้นวิเคราะห์กระบวนการ โดยใช้หลักการทำงานเป็นทีมทำความเข้าใจภาพรวมของกระบวนการ จากมุมมองของลูกค้า มุ่งปรับปรุงแนวทางการไหลของทรัพยากรและสารสนเทศ ตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทาน VSM เป็นแนวทางที่ช่วยจำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท คือ กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value Added: VA) เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการ จนนำไปสู่ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็น (Necessary but Non Value Added: NNVA) เป็นความสูญเปล่าแต่จำเป็นต้องให้เกิดขึ้นในกระบวนการแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ยาก และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non Value Added: NVA) ถือเป็นกิจกรรมที่เป็นความสูญเปล่าต้องขจัดออกไป (กัญจน์นรี จิตต์ธนานันท์, 2560)

ตรรกยะ ยืนบุญ (2557) อธิบายว่า แผนภาพสายธารคุณค่า (VSM) เป็นเครื่องมือและเทคนิคที่สนับสนุนการพัฒนากลยุทธ์การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing Strategy) ด้วยการแสดงลาดับขั้นตอนของกิจกรรมต่าง ๆ ที่มุ่งส่งมอบคุณค่าให้กับลูกค้า โดยแนวคิดสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Thinking) จะทำให้สามารถเข้าใจภาพรวมของกระบวนการ (Overall Process) จากมุมมองลูกค้าโดยมุ่งแนวทางปรับปรุงการไหลของทรัพยากรและสารสนเทศ ตลอดทั้งโซ่อุปทาน ซึ่งทำให้สามารถระบุกิจกรรมไคเซ็นที่จำเป็นสาหรับการขจัดความสูญเปล่า ดังนั้น VSM จึงเป็นแนวทางที่ใช้จำแนกกิจกรรมที่สร้างคุณค่าเพิ่มและกิจกรรมที่เกิดความสูญเปล่าโดยนำข้อมูลผลลัพธ์จากการวิเคราะห์สถานะปัจจุบัน (Current State) ที่ถูกแสดงด้วยเอกสารสำหรับกำหนดสถานะในอนาคต (Future State) หลังจากการปรับปรุง

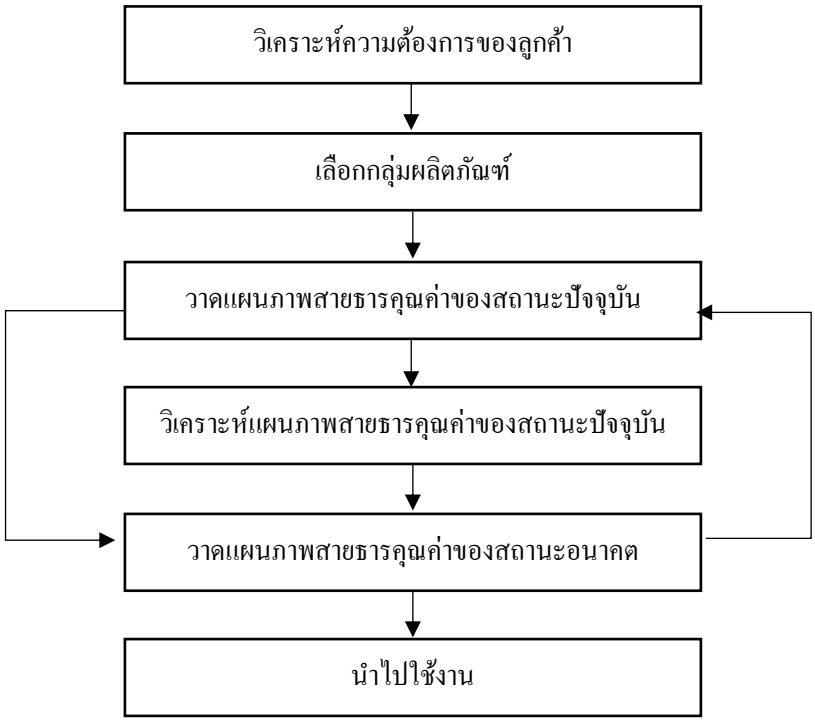
การจำแนกแผนภาพสายธารคุณค่ากับแผนภูมิกระบวนการนั้น โดยทั่วไปแล้วมักมีผู้สับสนและมักเรียกแผนภูมิกระบวนการ (Process Mapping) เนื่องจากทั้งสองคำนี้มีความหมายใกล้เคียงกันจึงมักใช้แทนกัน ซึ่งแผนภูมิทั้งสองนี้มีวัตถุประสงค์การใช้งานเหมือนกัน นั่นคือการจำแนกความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการเพื่อดำเนินการปรับปรุง แต่มีข้อแตกต่างบางประการดังนี้

แผนภาพสายธารแห่งคุณค่า เป็นการแสดงแผนภาพใหญ่โดยรวม (Broad View) ซึ่งเป็นระดับมหภาค (Macro Level) ของกระบวนการตั้งแต่กระบวนการของผู้ส่งมอบจนถึงการส่งมอบคุณค่าให้กับลูกค้า (From Supplier to Customer) โดยมีการใช้สัญลักษณ์ภาพที่หลากหลายเพื่อแสดง

ภาพที่ชัดเจนของกระบวนการ (Visualize Processes) เช่น การควบคุมการผลิต การสต็อก การไหลของสารสนเทศ เป็นต้น ดังนั้นการใช้แผนภาพสายธารคุณค่าจึงมีบทบาทในช่วงต้นของการพัฒนากลยุทธ์การผลิตแบบลีนที่มุ่งจำแนกและแสดงกระบวนการไหลที่เป็นอยู่ (Current Flow) ของทรัพยากรและสารสนเทศสำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกัน (Product Group) ซึ่งถูกจัดเป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับการวิเคราะห์ตามแนวคิดลีน เพื่อใช้เป็นแนวทางปรับปรุงสมรรถนะโดยรวมของระบบการผลิตและแสดงด้วยแผนภาพสถานะในอนาคต (Future State Map)

แผนภูมิกระบวนการ เป็นแผนภูมิที่ถูกใช้สาหรับแสดงรายละเอียดในระดับย่อย (Micro Level) ด้วยแผนภาพการไหลกระบวนการ (Flow Process Chart) ซึ่งแสดงลำดับเหตุการณ์หรือกระบวนการไหลของงานตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดภายในกระบวนการ โดยใช้จำแนกความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในแต่ละผลิตภัณฑ์ (Single Product)

แผนภาพสายธารคุณค่าจะแสดงให้เห็นถึงกิจกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่ม และกิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่ม จนสามารถบ่งชี้กิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มหรือกิจกรรมสูญเปล่า เพื่อลดเวลานาในการผลิต (Production Lead Time) และลดต้นทุนในโซ่อุปทานลงได้ ความสูญเปล่าเป็นกิจกรรมทั้งหมดที่ใช้ทรัพยากรซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนต่อผลิตภัณฑ์ แต่ไม่เกิดมูลค่าเพิ่มต่อผลิตภัณฑ์และลูกค้า โดยจะมีขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้างแผนภาพสายธารคุณค่าสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบที่ 4 ขั้นตอนการสร้าง วิเคราะห์ และประยุกต์ใช้แผนภาพสายธารคุณค่า (ตรรกยะ ยืนบุญ, 2557)

1. การวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement Analysis) ก่อนทำการสร้างแผนภาพสายธารคุณค่า สิ่งแรกที่ต้องคำนึงคือ ความต้องการของลูกค้าที่แท้จริงถ้าบริษัทสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างถูกต้องจะทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจกับสินค้าหรือบริการของบริษัท

2. การเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Family) เมื่อทราบว่าเป็นผลิตภัณฑ์ใดที่ลูกค้าต้องการและมีขั้นตอนการผลิตแบบใดแล้ว ถ้ามีเพียงชนิดเดียวก็จะสามารถข้ามขั้นตอนนี้ไปสู่ขั้นตอนที่ 3 ได้เลย แต่ถ้าผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการมีหลายชนิด หลายรุ่น หรืออาจมีขั้นตอนในการผลิตที่แตกต่างกันจะต้องทำการเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาสร้างเป็นแผนภาพสายธารคุณค่าก่อน

3. การวาดแผนภาพสายธารคุณค่าของสถานะปัจจุบัน (Current State Drawing) เมื่อทำการเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการวาดแผนภาพสายธารคุณค่าของสถานะปัจจุบันที่แสดงการไหลของวัสดุและข้อมูลของกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่เลือกมาแล้ว เพื่อทำให้มองเห็นถึงความสูญเปล่าต่าง ๆ ที่ซ่อนอยู่และหาทางกำจัดความสูญเปล่าออกไป โดยขั้นตอนการวาดแผนภาพสายธารคุณค่าจะแบ่งเป็นการวาดแผนภาพภายนอก (External Mapping) และการวาดแผนภาพภายใน (Internal Mapping)

4. การวิเคราะห์แผนภาพสายธารคุณค่าของสถานะปัจจุบัน (Analysis Map) เป็นการนำแผนภาพสายธารคุณค่าที่ได้สร้างเสร็จแล้วมาทาการวิเคราะห์และปรับปรุงโดยใช้หลักการกำจัดกิจกรรมสูญเปล่าที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์และลูกค้า ออกจากสายการผลิตเพื่อให้ได้กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม การวิเคราะห์หากิจกรรมสูญเปล่าในสายการผลิตด้วยการใช้แผนภาพสายธารคุณค่านั้น แผนภาพสายธารคุณค่าจะแสดงกิจกรรมสูญเปล่าต่าง ๆ

5. การเขียนแผนภาพสถานการณ์อนาคต (Future State Mapping) จะเป็นการวาดแผนภาพสายการผลิตใหม่ที่ได้ หลังจากทำการกำจัดกิจกรรมสูญเปล่าต่าง ๆ ออกจากสายการผลิตและทำการปรับปรุงสายการผลิตใหม่ โดยใช้วิธีการหรือความรู้ต่าง ๆ เนื่องจากการปรับปรุงสายการผลิตที่ได้ออกแบบขึ้นมาใหม่นี้ยังไม่ได้นำมาใช้ในระบบการทำงานจริง ดังนั้นในบางครั้งอาจใช้การจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วยเพื่อให้สามารถทราบถึงประสิทธิภาพต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป ถ้าสายการผลิตใหม่ที่ได้ปรับปรุงขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าสายการผลิตที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ก็ควรนำสายการผลิตแบบใหม่ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในระบบการทางานจริง แต่ถ้ายังพบว่า สามารถทำการปรับปรุงหรือกำจัดกิจกรรมสูญเปล่าในขั้นตอนใดได้อีก ก็สามารถปรับให้แผนภาพสายธารคุณค่าของสถานะอนาคต กลายมาเป็นแผนภาพสายธารคุณค่าของสายการผลิตในปัจจุบันและวาดแผนภาพสายธารคุณค่าของสถานะอนาคตใหม่ได้

แนวคิดความสูญเปล่า 7 ประการ

กระบวนการผลิตมีทั้งเรื่องของการเพิ่มคุณค่าให้กับตัวสินค้าและการสร้างความสูญเปล่าอยู่เสมอ ผู้ผลิตที่ดีนั้นควรมุ่งไปที่การกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นให้น้อยลงมากที่สุด ซึ่งการลดความสูญเปล่านั้นก็เป็นอีกวิธีหนึ่งสำหรับการกำจัดกระบวนการที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าได้ด้วย โดยความสูญเปล่านั้นถูกระบุจากระบบ TPS (Toyota Production System) ว่ามีอยู่ 7 ประการดังนี้

1. การผลิตที่มากเกินไป (Waste of Overproduction)

ผู้ผลิตสินค้าต้องการผลิตสินค้าให้มีจำนวนมากพอที่จะขายให้กับลูกค้าได้ และไม่ต้องการสูญเสียโอกาสในการขายสินค้าเมื่อลกค้าต้องการโดยทันที การผลิตสินค้าให้มีจำนวนมากเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหาเหล่านี้ ซึ่งนี่เองเป็นสาเหตุของการผลิตที่มากเกินไปอีกด้วย

การผลิตที่มากเกินไปนั้นเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในเรื่องการเก็บวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูปในคลังสินค้า ไม่เพียงเท่านั้น สินค้าระหว่างผลิต (Work in Process) ก็เป็นอีกหนึ่งปัญหาที่สร้างค่าใช้จ่ายให้เกิดขึ้น และยังเป็นอุปสรรค์ต่อการไหลอย่างต่อเนื่องของวัตถุดิบระหว่างกระบวนการผลิตอีกด้วย ดังนั้นระบบ JIT (Just in Time) จึงเป็นที่นิยมสำหรับการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการผลิตให้พอดีกับความต้องการของลูกค้า อีกทั้งยังสามารถแก้ปัญหาในเรื่องปริมาณของเสียที่ผลิตได้มากจากเครื่องจักรและการบริหารงานที่ไร้ประสิทธิภาพอีกด้วย

2. การรอคอย (Waste of Waiting)

การรอคอยจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อวัตถุดิบไม่ถูกใช้ในกระบวนการผลิตและถูกเก็บไว้นานก่อนจะถูกนำมาใช้ต่อไป อาจเกิดเนื่องจากการไหลของวัตถุดิบในกระบวนการผลิตที่ไม่ดีพอ ซึ่งเกิดขึ้นได้จากความไม่สมดุลของความเร็วการผลิต หรือเกิดความล้าช้าเกินไปในการผลิต (Over-Long Production) ซึ่งเกิดได้จากระยะทางระหว่างกระบวนการผลิตที่ไกลเกินไป การรอคอยจะถูกกำจัดไปได้ด้วยการปรับสมดุลในด้านการผลิตให้มีความเร็วที่ใกล้เคียงกัน ทั้งด้านความสามารถของพนักงานในการผลิต การไหลวัตถุดิบที่ปราศจากอุปสรรค์ เวลาในการซ่อมเครื่องจักรที่รวดเร็วขึ้น และการเติมเต็มวัตถุดิบในคลังสินค้าได้อย่างพอดี

3. การเดินทาง (Waste of Transportation)

ภายในโรงงานนั้นมักมีกิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับตัวสินค้าอยู่มาก การเดินทางเป็นอีกตัวหนึ่งในนั้น ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนย้ายของวัตถุดิบทั้งก่อนและระหว่างกระบวนการที่นานเกินไปก็ตาม ซึ่งอาจเกิดจากคลังสินค้าและโรงงานไม่ได้อยู่ใกล้กัน หรือแม้แต่ที่ตั้งของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตที่อยู่ไกลกันมากเกินไปหรือไม่เป็นเส้นตรงที่สั้นที่สุดก็ตาม การจัดวางผังโรงงานที่ดี (Plant Layout) เป็นหนทางหนึ่งที่ช่วยได้

4. กระบวนการมากเกินไป (Waste of Processing)

การมีกระบวนการมากเกินความจำเป็นเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ เช่น การจัดกระบวนการใหม่ให้อยู่ใกล้กันมากขึ้นจนเป็นกระบวนการเดียวกัน (Manufacturing Cell) เพื่อประโยชน์ในการใช้เครื่องมือร่วมกัน และสามารถช่วยเหลือกันได้เมื่อต้องการ หรือการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการทำงานแทนการทำงานที่ไม่ถูกวิธีและใช้เวลานานขึ้น การตรวจสอบที่มากเกินไปหรือมีทุกจุดในกระบวนการ นอกจากทำให้เสียเวลาในการส่งมอบแล้ว ยังเป็นการเพิ่มของเสียในโรงงานให้เพิ่มมากขึ้นด้วย สิ่งเหล่าสามารถแก้ไขให้เหมาะสมได้ด้วยผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) ซึ่งจะช่วยลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าขึ้นในโรงงานได้

5. คลังสินค้ามากเกินไป (Waste of Inventory)

คลังสินค้าซึ่งรวมถึงวัตถุดิบในการผลิต วัตถุดิบระหว่างการผลิต และ สินค้าสำเร็จรูปนั้นไม่ควรให้มีมากเกินความจำเป็นหรือมีวัตถุดิบที่ไม่ได้ใช้ในกระบวนการเก็บอยู่ ทำให้พื้นที่การทำงานลดลงโดยไม่เกิดคุณค่าขึ้นโดยเฉพาะวัตถุดิบระหว่างการผลิต (Work in Process) ดังนั้นผู้ผลิตจึงควรวางแผนการผลิตและพยากรณ์การผลิตให้ดี โดยร่วมมือกับลูกค้าและคู่ค้า และการใช้เทคนิค Kanban มาช่วยเพื่อดึงวัตถุดิบมาผลิตอย่างพอดีตามความต้องการ

6. การเคลื่อนไหวมากเกินไป (Waste of Motion)

การเคลื่อนไหวที่มากเกินไปถูกพบเห็นได้ทั่วไปภายในโรงงาน เช่นการเคลื่อนย้ายสิ่งของโดยไม่ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมช่วย และการทำงานที่ขาดมาตรฐานการทำงาน ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมือนกันตลอดระยะเวลาการผลิต ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพของชิ้นงานไม่สม่ำเสมอ เกิดของเสียจำนวนมาก และใช้เวลาในการทำงานมากและไม่เท่ากันในแต่ละครั้งของการผลิต การใช้แผนภาพสารธารคุณค่า (Value Stream Mapping) และ 5ส จะช่วยลดสิ่งเหล่านี้ได้

7. ของเสียมากเกินไป (Waste of Defect)

ของเสียซึ่งเกิดจากการผลิตที่ผิดพลาด หรือ ของที่เกิดหลังจากการนำของเสียมาผลิตใหม่ (Rework) ก็เป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมากสำหรับผู้ผลิต เนื่องจากของเสียเหล่านั้นอาจถูกเพิ่มคุณค่าให้กับตัวมันไปหลายขั้นตอนแล้ว แต่ไม่สามารถนำมาจำหน่ายได้ ทำให้เกิดความสูญเปล่า และของเสียจำนวนมากมักเกิดจากการตรวจสอบที่ผิดพลาดและละเลย ควรให้มีการตรวจสอบมากขึ้นด้วยพนักงานหน้างานเอง และไม่ส่งของเสียที่เกิดขึ้นไปสู่อีกกระบวนการหนึ่ง ดังนั้นเมื่อการการผิดพลาดของกระบวนการใด ๆ ก็ตาม ต้องรีบหาสาเหตุ (Problem Solving Process) และแก้ไขให้เสร็จสิ้นโดยเร็วก่อนการผลิตใหม่จะเริ่มขึ้น รวมถึงการกระตุ้นให้พนักงานมีส่วนร่วมและให้รางวัลเพื่อชมเชยในการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการทำงาน

แนวคิดแผนผังสาเหตุและผล

แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เป็นแผนผังที่เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุหรือปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) บางครั้งอาจจะเรียกว่า “ผังก้างปลา หรือ Fish Bone Diagram” ตามลักษณะของแผนภูมิที่สร้างขึ้น หรืออาจจะเรียกอีกชื่อว่า “แผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram)” ตามชื่อของ ศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว ค.ศ. 1943 ที่เป็นผู้คิดค้นแผนผังนี้ขึ้นมา

วัตถุประสงค์การใช้แผนผังก้างปลา

1. เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา
2. เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่น ๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผังก้างปลา แล้วจะทำให้เราสามารถรู้กระบวนการของแผนกอื่นได้ง่ายขึ้น
3. เพื่อให้เป็นแนวทางสำหรับการระดมสมอง จากทุก ๆ คนในการมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาที่กำหนดไว้

การสร้างแผนผังสาเหตุและผล

การดำเนินการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปล้า มี 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กำหนดหัวข้อของปัญหาที่หัวปลา
2. ระบุสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาตามหมวดหมู่
3. หาสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาโดยการระดมสมองจากทีมงาน
4. วิเคราะห์หาสาเหตุหรือปัจจัยหลักของปัญหา
5. จัดเรียงลำดับความสำคัญของสาเหตุหรือปัจจัยหลักของปัญหา
6. กำหนดแนวทางป้องกันสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา

การกำหนดปัจจัยของแผนผังสาเหตุและผล

การกำหนดปัจจัยหรือสาเหตุของปัญหาจะทำการสังเคราะห์สาเหตุที่มีอยู่หลากหลายให้เป็นหมวดหมู่ โดยใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยของปัญหาได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วย

M (Man) จะมุ่งเน้นสาเหตุที่เกิดจากบุคคล

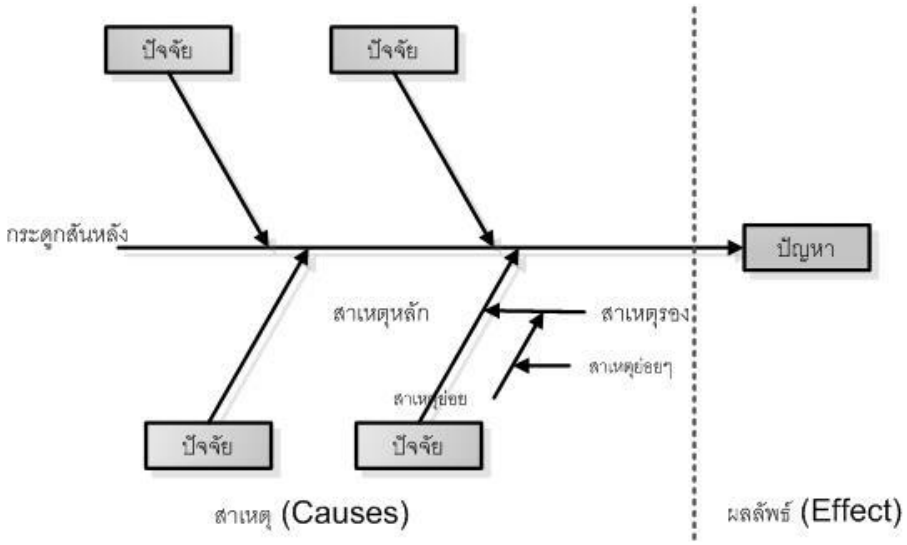
M (Machine) จะมุ่งเน้นสาเหตุจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์

M (Material) จะมุ่งเน้นสาเหตุจากวัตถุดิบหรืออะไหล่ วัสดุในการผลิต

M (Method) จะมุ่งเน้นสาเหตุจากกระบวนการทำงาน

E (Environment) จะมุ่งเน้นสาเหตุจากสภาพแวดล้อมในการทำงาน

การกำหนดหัวข้อปัญหาจะต้องระบุให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ เพื่อช่วยลดเวลาในการหาสาเหตุของปัญหา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อหน่วย เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีการของ การถามทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อย ๆ เพื่อช่วยให้เขียนสาเหตุของปัญหาได้ละเอียดมากยิ่งขึ้น



ภาพประกอบที่ 5 ตัวอย่างแผนผังสาเหตุและผล

ส่วนประกอบของแผนแผนผังสาเหตุและผล หรือผังก้างปลา มีดังนี้

หัวปลา คือ ปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect)

ก้างปลา คือ สาเหตุ (Causes) ซึ่งสามารถแยกย่อยออก เป็นปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา) กับสาเหตุหลัก และสาเหตุย่อยของปัญหา

ก้างปลาแต่ละก้าง จะเป็นสาเหตุหลักของปัญหา ส่วนก้างย่อยเป็นสาเหตุรอง หลักการเบื้องต้นของแผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) คือ การระบุปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ไว้ทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนภูมิ แล้วใช้หลักการ 4M 1E ในการกำหนดสาเหตุหลักเป็นก้างใหญ่ จากนั้นนำสาเหตุย่อยของแต่ละหมวดหมู่ใส่ในก้างย่อย จึงจะทำให้เห็นภาพรวมของสาเหตุของปัญหาจากทุก ๆ หมวด แล้วนำไปวิเคราะห์หาแนวทางการป้องกันหรือแก้ไขปัญหา

แนวคิดของหลักการ ECRS

หลักการ ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การขจัด (Eliminate) การรวมเข้าด้วยกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่ายๆ ที่สามารถลดความสูญเปล่าลงได้เป็นอย่างดี ซึ่งความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นนี้จะมีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับต้นทุนผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในเรื่องของการลดความสูญเปล่า เพราะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจะส่งผลให้ราคาต้นทุนที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ตรงกันข้ามถ้าทำให้การสูญเปล่าลดลงก็จะทำให้ราคาต้นทุนการผลิตประหยัดลงไปได้ด้วยเช่นกัน ซึ่งผลที่ตามมา คือ เป็นการเพิ่มศักยภาพให้สามารถแข่งขันคู่แข่งสูงขึ้น ซึ่งแนวทางการลดความสูญเปล่าสามารถลดลงได้ด้วยหลักการ ECRS ได้ดังต่อไปนี้

1. การขจัด (Eliminate) การขจัดโดยการพิจารณาการทำงานในปัจจุบันแล้วขจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ อันเนื่องมาจากงานหรือกิจกรรมที่ไม่จำเป็นออกมาให้หมด ได้แก่ การผลิตมากเกินไปการเก็บสินค้ามากเกินความจำเป็น การท่าทางการเคลื่อนไหวไม่เหมาะสม กระบวนการผลิตที่มีการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม การรอคอยในกระบวนการ การผลิตของเสีย และไม่ใช้ความรู้ความสามารถของพนักงานอย่างเต็มที่ เป็นต้น
2. การรวมเข้าด้วยกัน (Combine) การลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงโดยการรวมการทำงานหรืองานย่อยเข้าด้วยกัน ซึ่งงานบางชนิดสามารถรวมเข้าด้วยกันได้ ทำให้สามารถลดขั้นตอนการทำงานลงได้ การเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลดลงส่งผลให้การผลิตก็สามารถทำได้เร็วขึ้นได้อีกด้วย
3. การจัดใหม่ (Rearrange) การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อลดการรอคอยระหว่างกระบวนการหรือการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นออก โดยหลังจากที่มีการรวมการทำงานเข้าด้วยกันแล้วต้องมีการจัดกระบวนการขั้นตอนใหม่อีกครั้ง
4. การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) ปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น ลดเวลา ลดภาระ ลดงานย่อยลง โดยอาจออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดงานไม่จำเป็นหรือลดของเสียที่เกิดจากการทำงานลงได้

วงจรการควบคุมคุณภาพ

วงจรการควบคุมคุณภาพ (PDCA) เป็นวงจรการบริหารงานอย่างมีคุณภาพ จัดเป็นกิจกรรมปรับปรุงและพัฒนางานให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะประกอบด้วย ขั้นตอนการวางแผน ขั้นตอนการดำเนินการ ขั้นตอนการตรวจสอบ และขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไข ซึ่ง Deming กล่าวว่าการจัดการอย่างมีคุณภาพเป็นกระบวนการและดำเนินการต่อเนื่อง สามารถทำให้เกิดการทำงานที่มี

คุณภาพขึ้น โดยหลักการที่เรียกว่าวงจรควบคุมคุณภาพ (PDCA) หรือวงจรเดมมิ่ง (Deming Cycle) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

Plan ขั้นตอนการวางแผน เป็นการกำหนดสาเหตุของปัญหา จากนั้นทำการวางแผนเพื่อการเปลี่ยนแปลงหรือทดสอบเพื่อการปรับปรุงให้ดีขึ้น

Do ขั้นตอนการดำเนินการ เพื่อให้เกิดการปฏิบัติตามแผนหรือทดลองปฏิบัติในส่วนย่อย

Check ขั้นตอนการตรวจสอบ เพื่อประเมินการบรรลุผลตามแผนหรือข้อบกพร่อง

Act ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไข เพื่อทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานว่าสามารถพัฒนาต่อไปหรือต้องกลับไปปรับปรุงแผนการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย

แม้ว่าวงจรควบคุมคุณภาพจะเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องแต่สามารถเริ่มต้นจากขั้นตอนใดก็ได้ขึ้นอยู่กับปัญหาและขั้นตอนการทำงานหรือจะเริ่มจากการตรวจสอบสภาพความต้องการเปรียบเทียบ กับสภาพที่เป็นจริงจะทำให้ได้ข้อสรุปว่าจะต้องดำเนินการอย่างไรในการแก้ไขปัญหาเพื่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนไปตามเป้าหมายที่วางไว้ซึ่งในกระบวนการทำงานของวงจรคุณภาพนั้นประกอบด้วย

1. การวางแผน (Plan) คือ การตั้งเป้าหมาย กำหนดวัตถุประสงค์ เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมาย ซึ่งจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน วัดผลได้ และเหมาะแก่การวางแผนการดำเนินงานในขอบเขตที่กำหนด จากนั้นทำการกำหนดแผนการเป็นตารางเทียบระหว่างงานกับเวลาที่ครอบคลุมว่า ใครจะทำ ทำอะไร ต้องให้เสร็จเมื่อไร จะทำอย่างไร อะไรต่าง ๆ ที่ครอบคลุมถึงการแบ่งหน้าที่ วิธีการ และอื่น ๆ ให้ครบถ้วนด้วย

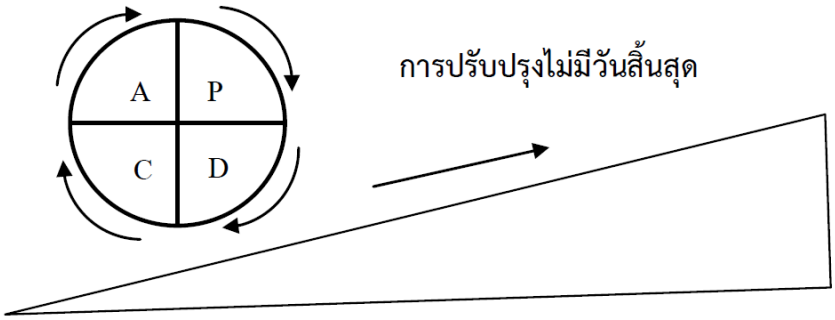
2. การดำเนินงาน (Do) ขั้นตอนการดำเนินงานที่แท้จริง จะต้องมีเตรียมวัตถุดิบ เตรียมขั้นตอนต่าง ๆ รวมถึงการฝึกหรืออบรมก่อนการดำเนินงาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

3. ตรวจสอบ (Check) เป็นการพิจารณาว่า ผลจากการดำเนินงานนั้น ก่อให้เกิดสิ่งที่วางแผนว่าบรรลุเป้าหมายหรือไม่ โดยตรวจสอบการดำเนินงานตามตัวชี้วัดในแต่ละหัวข้อที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการวางแผน และวัดผลว่าบรรลุเป้าหมาย หรือมีข้อบกพร่องเกิดขึ้น

4. ปรับใช้ (Act) จากผลของการตรวจสอบ จะนำมาทบทวนแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้ว่าเหมาะสมหรือไม่ ถ้าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานทำให้การทำงานดีขึ้นจะต้องนำไปพัฒนาต่อเนื่อง หากผลลัพธ์ไม่เป็นไปดังที่ตั้งเป้าหมายไว้ จะต้องทำการทบทวนแผนการทำงานให้มีประสิทธิภาพและทดลองดำเนินการใหม่

นอกจากการเปลี่ยนแปลงกระบวนการของการลองทำแล้ว การพิจารณาว่าทำไมกระบวนการเดิมจึงไม่ได้ผลตามแผน การหาสาเหตุที่แท้จริงเพื่อหากระบวนการแก้ปัญหาจนถึงราก

ก็เป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะนำเนื่องไปถึงการวางแผนใหม่ แล้วลองทำใหม่ ลองตรวจสอบดูใหม่ หรือวงจรคุณภาพรอบใหม่ เพื่อหาเป้าหมายและกระบวนการอันถูกต้องแท้จริง



ภาพประกอบที่ 6 การพัฒนาอย่างต่อเนื่องด้วย PDCA

การประเมินความคุ้มค่าของโครงการ

ตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการมีความสำคัญอย่างมากในการที่จะยอมรับหรือปฏิเสธโครงการที่กำลังพิจารณาอยู่ เพื่อนำไปใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุน โดยตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการมี 5 ตัว คือ (เยาวเรศ ทับพันธุ์, 2551) ได้แก่

1. การคิดมูลค่าปัจจุบัน (Present Value: PV) หมายถึง กระบวนการของการปรับค่าเวลาของผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายของโครงการที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกันในอนาคต ให้มอยู่ในเวลาเดียวกัน มูลค่าที่เกิดขึ้นในอนาคต เมื่อปรับให้เป็นปัจจุบันแล้วเรียกว่า “มูลค่าปัจจุบัน” (Present Value)

การคิดมูลค่าปัจจุบัน เป็นการคำนวณมูลค่าที่เกิดขึ้นในอนาคตให้ย้อนกลับมาเป็นมูลค่าในปัจจุบันซึ่งเป็นหลักการของการคิดย้อนกลับของการคำนวณดอกเบี้ยทบต้นของระบบธนาคาร

2. การคิดมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) การคำนวณผลรวมมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เพื่อใช้เป็นตัววัดว่าโครงการนั้นจะให้ผลประโยชน์คุ้มค่าหรือมีผลกำไรต่อต้นทุนหรือไม่ ตลอดระยะเวลาของโครงการ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อาจมีค่าเป็นลบ เป็นศูนย์ หรือมีค่าเป็นบวก ขึ้นอยู่กับ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม (PVB) ลบด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม (PVC)

ถ้า NPV มีค่ามากกว่า 0 แสดงว่าโครงการนั้นให้ผลประโยชน์คุ้มค่าต่อการลงทุน (กำไร) แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้า NPV มีค่าน้อยกว่า 0 หมายความว่า โครงการนั้นให้ผลประโยชน์ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน (ขาดทุน) แต่บางกรณี NPV อาจมีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งหมายความว่าโครงการนั้นไม่มีกำไร

แต่ก็ไม่ขาดทุน ในกรณีนี้ ภาคเอกชนไม่ยอมลงทุนแน่นอน แต่ภาครัฐบาลอาจตัดสินใจลงทุนถ้าโครงการนั้นก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม

3. การคิดอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราที่ทำให้ผลประโยชน์และค่าใช้จ่ายของโครงการที่คิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วมีค่าเท่ากันพอดี ก็คือจะใช้อัตราเท่าใดที่จะทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับ 0 นั่นก็คืออัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ ถ้า IRR มีค่าสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้แสดงว่าโครงการให้ผลประโยชน์คุ้มค่า (กำไร) ถ้า IRR มีค่าต่ำกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้แสดงวาโครงการให้ผลประโยชน์ไม่คุ้มค่า (ขาดทุน) ถ้า IRR มีค่า เท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้หมายความว่าโครงการให้ผลประโยชน์คุ้มทุนพอดี

4. การคิดอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน หรือ BCR คือ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ รวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมตลอดอายุของโครงการ ถึงแม้ว่าการลงทุนจะผ่านพ้นไปแล้วก็ตาม ในขณะที่ต้นทุนในการก่อสร้างจะเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงการลงทุนเท่านั้น ส่วนต้นทุนที่อยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน การซ่อมแซมบำรุงรักษา และการลงทุนทดแทนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพจะเกิดขึ้น ตลอดอายุของโครงการ จากนั้นจึงนำเอาผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการที่ได้ปรับค่าไปตามเวลาหรือคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)

ค่าของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) อาจเท่ากับ 1 หรือ มากกว่า 1 หรือ น้อยกว่า 1 ก็ได้ตามหลักการตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสม และคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ ค่าของ BCR ต้องเท่ากับ 1 หรือมากกว่า 1

5. การคิดระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) การคำนวณหาระยะเวลาการดำเนินงานที่มีผลทำให้ผลประโยชน์สุทธิ มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนพอดี

การประเมินหรือการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ เป็นการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายของโครงการเป็นหลัก เพราะฉะนั้นหน่วยเงินจึงเป็นเครื่องมือหลักและมีบทบาทสำคัญมากต่อการดำเนินงาน

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยการคำนวณหาระยะเวลาค้นในวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย ของกลุ่มกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อวิธีเดียว เนื่องจากมีการลงทุนด้านอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในกรระบวนการผลิต และข้อจำกัดในด้านข้อมูลค่าใช้จ่ายที่ไม่ได้จัดเก็บอย่างเป็นระบบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าและศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพและลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในสายการผลิต รวมทั้งงานวิจัยที่นำหลักการ ECRS ไปใช้ร่วมกับหลักการอื่น ๆ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพให้มากยิ่งขึ้น เช่น ภาวิณี อาจปรุ (2551) และภาวิณี อุ้ยศรีคูณ (2557) ทำการศึกษาหาเวลามาตรฐาน แล้วทำการวิเคราะห์สายการผลิตด้วยด้วยหลักการแผนภูมิคน เครื่องจักร เพื่อพิจารณาขั้นตอนการทำงานย่อยแต่ละขั้นตอน จากนั้นใช้หลักการ ECRS เข้ามาช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพและลดเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต แล้วทำการจัดสมดุลการผลิตใหม่ ผลการปรับปรุง คือ ประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้น และลดรอบเวลาในกระบวนการผลิตลงได้

ศุภฤกษ์ กลิ่นหม่น (2559) ได้นำทฤษฎี 5W1H วิเคราะห์เพื่อระบุสาเหตุของปัญหา จากนั้นใช้หลักการ ECRS เข้ามาช่วยลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต แล้วทำการจัดสมดุลการผลิตใหม่ ผลการปรับปรุง คือ ประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นและรอบเวลาในกระบวนการผลิต ขณะที่ ธนิดา สุนารักษ์ (2555) ใช้หลักการการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลาและจัดทำเวลามาตรฐาน จากนั้นใช้หลักการ ECRS เข้ามาช่วยลดความสูญเปล่าและปรับสมดุลการผลิตใหม่ ผลการปรับปรุง คือ ประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้น ค่าความแปรปรวนของภาระงาน และค่าความกระจายงานของสายการผลิตลดลง จากการศึกษาพบว่าสามารถใช้หลักการ ECRS เข้ามาเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตและลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้ ทั้งนี้ในแต่ละงานวิจัยมักเลือกใช้หลักการที่แตกต่างกันไปตามลักษณะงาน เพื่อเข้ามาช่วยให้การปรับปรุงมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สรณ์ศิริ เรืองโลก (2560) ทำงานวิจัยเรื่องของการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต โดยศึกษาเกี่ยวกับการจัดสมดุลในแต่ละสถานีการและการลดของเสียในกระบวนการผลิตให้กับบริษัทกรณีศึกษาที่ผลิตสมอลล์เอิร์ทลีคเบรกเกอร์ โดยเริ่มจากการหาเวลามาตรฐานของแต่ละสถานีการทำงาน แล้วทำการวิเคราะห์การทำงานของคนร่วมกับเครื่องจักรโดยใช้แผนภูมิคน-เครื่องจักร ก่อนการปรับปรุงพบว่าเกิดความไม่สมดุลที่สายการผลิตทำให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตมีค่าต่ำจากนั้นได้ทำการปรับปรุงสายการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS แล้วทำการจัดสมดุลการผลิตใหม่ภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดจำนวนพนักงานจาก 13 คน เหลือ 12 คน และประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 64.14 เป็นร้อยละ 87.80 ในการลดของเสียในกระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุงพบว่ามูลค่าของของเสียในกระบวนการผลิตเกินเป้าหมายที่บริษัทกำหนดไว้ที่ต่ำกว่า 500 บาทต่อเดือน จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียด้วยแผนภูมิก้างปลาหลังจากนั้นได้ทำการปรับปรุงเพื่อลดของเสีย ภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดมูลค่าของเสียจาก 1,387 บาทต่อเดือน เหลือ 487 บาทต่อเดือนได้

จารุวรรณ ห้องใส (2557) การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทฝาปิดกล่องใส่ของ โดยศึกษากระบวนการฉีดชิ้นส่วนยานยนต์พลาสติกและกระบวนการประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทฝาปิดกล่องใส่ของในโรงงานผลิตแห่งหนึ่ง โดยวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบด้วยการฉีดชิ้นงานการเปิด-ปิดแม่พิมพ์ การผลักชิ้นงาน และการเคลื่อนที่ของตัวจับชิ้นงานที่ก่อให้เกิดการทำงานที่ซับซ้อนและไม่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตพบว่ายังมีขั้นตอนในการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์และเกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต และได้ปรับปรุงกระบวนการผลิตทั้งสองส่วน พบว่าขั้นตอนกระบวนการฉีดชิ้นส่วนยานยนต์พลาสติกลดลงได้ 3.48 วินาทีต่อชิ้นงาน โดยจากเดิมใช้รอบระยะเวลา 29.97 วินาทีต่อชิ้นงาน ลดลงเหลือ 26.49 วินาทีต่อชิ้นงาน คิดเป็นร้อยละ 11.61 ในส่วนของจำนวนการผลิตพบว่า พนักงานสามารถเพิ่มจำนวนชิ้นงานจากเดิม 116 ชิ้นต่อชั่วโมง เป็น 130 ชิ้นต่อชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 12 นอกจากนี้ผู้ผลิตได้เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้านการประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทฝาปิดกล่องใส่ของ โดยเพิ่มระบบรางไหลชิ้นงานและเพิ่มรถวางชิ้นงานให้เพียงพอต่อการใช้งาน พบว่าพนักงานสามารถลดสถานีในการทำงานได้ 1 สถานี และลดเวลาในการประกอบเหลือ 2.57 นาทีต่อชิ้นงาน ซึ่งจากเดิมใช้เวลาในการประกอบ 5.31 นาทีต่อชิ้นงาน คิดเป็นร้อยละ 51.60

ลลัลดา สุวรรณา (2559) ทำการศึกษาปัญหาและการหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพเกี่ยวกับการดำเนินงานด้านเอกสารประกอบการเดินพิธีการกรมศุลกากร (ใบขนขาออก) กรณีศึกษา บริษัทตัวแทนส่งสินค้าทางอากาศแห่งหนึ่ง ผู้ศึกษาวิจัยได้พบปัญหาที่สำคัญ คือ การให้บริการในฝ่ายการทำเอกสารส่งออก (ใบขนขาออก) ซึ่งไม่ตรงต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้เกิดความเสียหายและทำให้บริษัทขาดความน่าเชื่อถือ จึงทำการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การเก็บข้อมูลขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยเครื่องมือที่ช่วยในงานวิจัย คือ ผังก้างปลา ตารางบันทึกจำนวนเวลาในการคีย์ก่อนและหลังการปรับปรุง ตารางบันทึกจำนวนความผิดพลาดในการคีย์ข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงและแผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) ผู้ศึกษาวิจัยจึงหาวิธีการปรับกระบวนการทำงานและการปรับระบบสารสนเทศในการทำงาน เพื่อแก้ไขปัญหาการทำใบขนสินค้าผิดพลาด ที่จะส่งผลกระทบต่อความไว้ใจของลูกค้า และความเชื่อมั่นของลูกค้าที่มีต่อบริษัทหลังจากผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบตารางบันทึกจำนวนเวลาในการคีย์ก่อนและหลังการปรับปรุงพบว่า การเปลี่ยนแปลงระบบสารสนเทศทำให้เกิดการลดเวลาในการคีย์ข้อมูล โดยการวัดจากเวลาเฉลี่ยของการคีย์ข้อมูล สามารถลดเวลาเฉลี่ยได้ถึง 8.95 - 5.49 เท่ากับ 3.46 นาทีส่วนการเปรียบเทียบตารางบันทึกความผิดพลาดในการคีย์ข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงพบว่า สามารถลดเวลาเฉลี่ยได้ถึงร้อยละ 78.65 และทำการวิเคราะห์ต่อโดยใช้แผนภูมิพาเรโตพบว่า เกิดความผิดพลาดเกิดอีก เช่น

จำนวนหีบห่อ ชื่อเลขที่อินวอยซ์วันที่ในอินวอยซ์ ปริมาณหน่วยปริมาณสินค้า เป็นต้น ในข้อผิดพลาดนี้ ทางบริษัทสามารถพัฒนาเพื่อลดข้อผิดพลาดนี้ต่อไปได้

มงคล กิตติญาณขจร, นภัสสร โพธิสิงห์ และ ธนวัตร พัดเพ็ง (2562) ทำการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต: กรณีศึกษากระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด เพื่อศึกษากระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดและหาหาแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดด้วยการนำเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด โดยผลจากการปรับปรุงด้วยการเปลี่ยนงานในมาเป็นงานนอกตามเทคนิค SMED และการจัดเรียงงานใหม่ กำจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และ ทำให้งานที่มีทำได้ง่ายขึ้นโดยใช้หลักการ ECRS สามารถทำให้เวลาสูญเปล่าในขั้นตอนการทำก้อนลดลง 8.53 วินาที/ก้อน หรือคิดเป็นร้อยละ 15.68 จากเวลาเดิมก่อนการปรับปรุงโดยสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ 120 ก้อน/วัน และลดต้นทุนการผลิตจากการจ้างแรงงานภายนอกช่วยผลิต 3,600 บาทต่อเดือน

จำนงค์ นุกูลคาม (2542) ได้ทำการวิจัยกระบวนการผลิตกล้วยตากแบบต่อเนื่องด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับพลังงานไฟฟ้า พบว่าสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบให้อยู่ในระดับที่กำหนดได้ในช่วงเวลา 12.01 – 24.00 น. และมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าการทดลองตากกล้วยนอกตู้อบซึ่งศึกษาในช่วงระยะเดียวกันทั้ง 3 รุ่น คือ 1.78 และ 0.02, 1.49 และ 0.04, 1.41 และ 0.03 ตามลำดับการทดลอง ผลการศึกษาทางเคมีของกล้วยทั้ง 3 รุ่นที่ตากในตู้และนอกตู้พบว่าทั้งความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรด น้ำตาลรีดิวซ์ และความสดของสีกล้วยอยู่ในระดับ 7.5 ในกลุ่มสีเหลือง-แดงเหมือนกัน ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ปริมาณยีสต์ และรา ในครั้งแรกต่ำกว่าครั้งต่อๆ มา โดยปริมาณจุลินทรีย์ ยีสต์และรา ที่พบในกล้วยตากนอกตู้สูงขึ้นเกินกว่ามาตรฐานในการศึกษารุ่นที่ 2 และ 3 จุลินทรีย์ E.coli ในรุ่นที่ 1 มีต่ำกว่ามาตรฐานและรุ่นต่อมามีสูงเกินมาตรฐานทั้งกล้วยตากในตู้และนอกตู้และไม่พบจุลินทรีย์ Slamonell และ Staphylocoecus Aureus ทั้ง 2 กลุ่ม ตัวอย่างทั้ง 3 รุ่น โดยในรุ่นที่ 1 พบ Clostridium Perfirnqens และไม่พบในรุ่นที่ 2 และ 3 ทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาการยอมรับคุณภาพ และประสาทสัมผัสด้านรสชาติ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และระดับการยอมรับพบว่ากล้วยตากนอกตู้ได้รับการยอมรับมากกว่าตากในตู้ ต้นทุนผลตอบแทนการผลิตพบว่าการตากแบบต่อเนื่องมีต้นทุนอยู่ที่ กิโลกรัมละ 15.18, 12.63 และ 44.21 บาท ตามลำดับ

พิภพ นราแก้ว และปกรณ์ สันตกิจ (2558) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์ พบว่า โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบกรีนเฮาส์มีพื้นที่ในการอบแห้ง 15 ตารางเมตร ภายในมีชั้นวางจานวน 4 แถว มีพื้นที่วางของที่จะอบแห้ง 2.0 ตารางเมตรต่อ 1 แถว โดยสามารถอบ

พริกชี้ฟ้าสดจำนวน 400 กิโลกรัมต่อครั้ง เป็นพริกแห้ง 174 กิโลกรัมต่อครั้ง ทำให้แห้งมีความชื้นของพริกชี้ฟ้า 7 เปอร์เซ็นต์ (Wb) ใช้เวลาในการอบแห้ง 3 วัน ซึ่งดีกว่าการตากแดดโดยธรรมชาติซึ่งใช้เวลาและได้ความชื้นที่มากกว่า และยังมีราคาในการสร้างที่ถูกกว่าโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีขายอยู่ในท้องตลาด โดยดูจากปริมาตรของพื้นที่ที่ใกล้เคียงกัน จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางความร้อนของโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบกรีนเฮ้าส์ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับร้อยละ 60 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

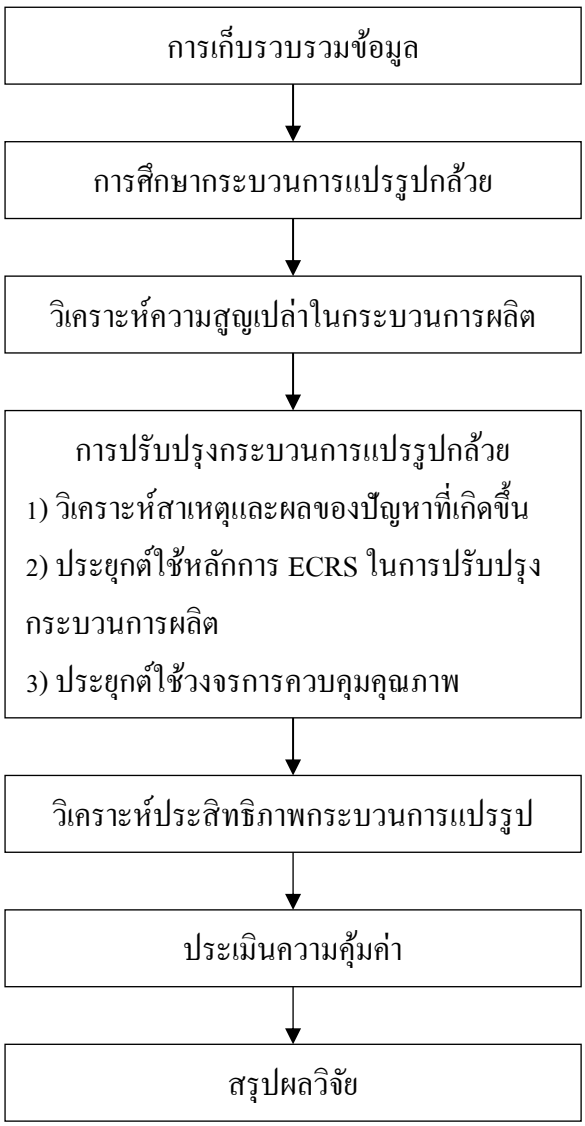
ปาณิศา อ่อนดอกไม้, ปิยพงษ์ ยงเพชร และนิกราน หอมดวง (2560) ทำการศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบกรีนเฮาส์ (Greenhouse Solar Dryer) พบว่าขนาด พื้นที่ กว้าง 3.0 เมตร x ยาว 6.0 เมตร ภายในมีชั้นวางผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ชั้นเหมือนกัน ทำการทดสอบใช้ข้าวเปลือกที่ความชื้น เริ่มต้น 25 %wb น้ำหนักทั้งหมด 1,740 กิโลกรัม โดยใช้เวลา 2 วันในการอบแห้ง วันละ 12 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิภายในโรงอบแห้งมีอุณหภูมิประมาณ 60-75 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพความร้อนเฉลี่ยของโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับร้อยละ 10.61 ผลการทดสอบพบว่าความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือกภายในโรงอบแห้งจะค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง เหลือความชื้นสุดท้าย ประมาณ 15 %wb และน้ำหนักทั้งสุดท้ายของข้าวเปลือกเหลือ 1,580 กิโลกรัม ซึ่งเหมาะสมกับชุมชนที่ต้องการกำลังการผลิตขนาดเล็กของชุมชนบ้านวังป้อง จังหวัดเชียงใหม่

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้ข้อมูลทั้งแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนการแปรรูปกล้วย กรณีศึกษา กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จากนั้นทำการเสนอแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการ และวิเคราะห์ผลการปรับปรุง โดยมีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล
2. การศึกษากระบวนการแปรรูปกล้วย
3. การวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการแปรรูปกล้วย
4. การปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย
   4.1 การวิเคราะห์สาเหตุและผลของปัญหาที่เกิดขึ้น
   4.2 การประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต
   4.3 การประยุกต์ใช้วงจรการควบคุมคุณภาพ
5. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการแปรรูปกล้วย
6. การประเมินความคุ้มค่า
7. การสรุปผลการวิจัย



ภาพประกอบที่ 7 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ณ สถานที่ผลิตกล้วยแปรรูปในจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยการสังเกตและบันทึกข้อมูลตลอดกระบวนการผลิตกล้วยแปรรูป ทำให้พบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมได้มาประกอบการศึกษาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและทบทวนเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต รวมทั้งได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณการผลิตกล้วยแปรรูป ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงกรกฎาคม 2563 เพื่อนำมาใช้อ้างอิงและเปรียบเทียบก่อน-หลังการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดบันทึกในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เพื่อความสะดวกในการนำข้อมูลไปวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัยต่อไป

การศึกษากระบวนการแปรรูปกล้วย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้แผนภาพสายธารคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบัน เพื่อค้นหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ซึ่งจะแสดงให้เห็นกิจกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่ม และกิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่ม จนสามารถบ่งชี้กิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มหรือกิจกรรมสูญเปล่า เพื่อลดเวลานำในการผลิต (Production Lead Time) และลดต้นทุนในโซ่อุปทานลงได้ ความสูญเปล่าเป็นกิจกรรมทั้งหมดที่ใช้ทรัพยากรซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนต่อผลิตภัณฑ์ แต่ไม่เกิดมูลค่าเพิ่มต่อผลิตภัณฑ์และลูกค้า โดยจะมีขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้างแผนภาพสายธารคุณค่า

การวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการแปรรูปกล้วย

ผู้วิจัยได้เริ่มทำการวิเคราะห์โซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบจังหวัดฉะเชิงเทรา ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ได้แก่ การปลูกกล้วยน้ำว้าซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก การนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต การเก็บรักษาและการขนส่งผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปไปยังผู้จัดจำหน่ายหรือร้านค้าปลีก จนผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปถึงมือผู้บริโภค โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์ขั้นตอนและกระบวนการผลิตโดยละเอียด เพื่อให้สามารถเข้าใจสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการวิเคราะห์ความสูญเปล่า 7 ประการ ที่เกิดจากผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปไม่ได้คุณภาพและมาตรฐาน เพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหาต่อไป

การปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงกระบวนการ ดังนี้

1. วิธีวิเคราะห์สาเหตุและผลของปัญหาที่เกิดขึ้น

การวิเคราะห์หาสาเหตุและปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปรรูปกล้วย จะอาศัยหลักการผังก้างปลาเป็นแผนผังที่แสดงสมมติฐานของความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบ ระหว่างหลายสาเหตุที่ส่งผลต่อปัญหาของกระบวนการแปรรูปกล้วยที่เกี่ยวกับบุคคล วิธีการ เครื่องมือหรือเครื่องจักร และวัตถุดิบ รวมถึงสภาพแวดล้อมของการทำงาน แสดงเป็นแผนภาพก้างปลา เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ของสาเหตุหลักและสาเหตุย่อย เพื่อค้นหาสาเหตุต่าง ๆ ที่มีผลกระทบกับกระบวนการ เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขกำจัดปัญหาเหล่านั้นทิ้งไป

2. วิธีการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

การประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตสำหรับกระบวนการแปรรูปกล้วย จะพิจารณาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตในหัวดังนี้

1) การกำจัด (Eliminate) พิจารณาการดำเนินงานปัจจุบัน และทำการลดหรือการ กำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการที่เป็นความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ ในกระบวนการแปรรูปกล้วยออกไป

2) การรวมกัน (Combine) การพิจารณาว่ากระบวนการแปรรูปกล้วย สามารถรวมขั้นตอนการทำงานได้หรือไม่ ลดงานที่ไม่จำเป็นได้หรือไม่

3) การจัดใหม่ (Rearrange) การจัดกระบวนการทำงานใหม่ เพื่อลดการเคลื่อนที่ ไม่จำเป็นหรือลดการรอคอย ให้กระบวนการแปรรูปกล้วยมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. วิธีประยุกต์ใช้วงจรการควบคุมคุณภาพ

โดยการนำแนวคิดวงจรการควบคุมคุณภาพมาประยุกต์ใช้กับการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย เพื่อให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการแปรรูป

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของงานวิจัยนี้จะพิจารณาเปรียบเทียบตัวแปรจากกระบวนการแปรรูปกล้วยของกรณีศึกษา 2 ตัวแปรคือ อัตราของเสียของกระบวนการ และอัตราผลผลิตต่อรอบ โดยเปรียบเทียบข้อมูลการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการแปรรูป

การประเมินความคุ้มค่า

วิธีประเมินความคุ้มค่าของโครงการของการปรับปรุงกระบวนการผลิตกล้วยแปรรูปของงานวิจัยนี้จะอาศัยวิธีการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนหากแนวทางการปรับปรุงกระบวนการมีการลงทุนเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นการคำนวณระยะเวลาคืนทุนอย่างง่าย จากเงินลงทุนของโครงการในด้านโครงสร้างพื้นฐานหรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่นำมาใช้ โดยคำณวนจากการเปรียบเทียบกับมูลค่าของรายได้ที่เพิ่มขึ้นหรือต้นทุนการผลิตที่ลดลง เพื่อคำนวณหาระยะเวลาที่เทียบเท่ากับเงินที่ใช้ในการลงทุน จากสูตร

$$\text{ระยะเวลาคืนทุนอย่างง่าย (ปี)} = \frac{\text{มูลค่าการลงทุน (บาท)}}{\text{ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปี (บาท/ปี)}}$$

การสรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัยได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยวัดจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิต ปริมาณของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง รวมถึงความคุ้มค่าที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การปรับปรุงผลผลิตสำหรับกระบวนการแปรรูปกล้วย กรณีศึกษา กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นและเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย รวมถึงวิเคราะห์ประสิทธิภาพการแปรรูปกล้วย ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีรายละเอียดดังนี้

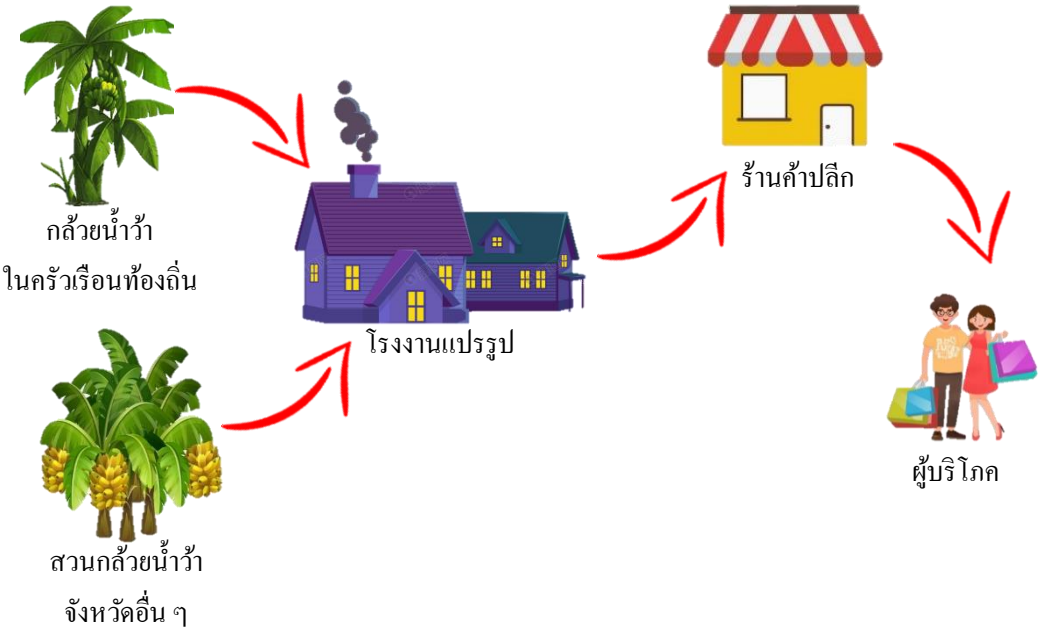
ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา ก่อตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2542 จากการรวมกลุ่มแม่บ้านที่ดำเนินการตามนโยบายของผู้ว่าราชการจังหวัดฉะเชิงเทรา ว่าด้วยการส่งเสริมให้ทุกครัวเรือนปลูกกล้วยน้ำว้าเพื่อบริโภคและสร้างรายได้ ซึ่งส่งผลให้กล้วยน้ำว้าล้นตลาด กลุ่มแม่บ้านจึงมีแนวคิดในการลดความเสียหายจากการเน่าเสียของกล้วยน้ำว้าที่จำหน่ายไม่หมด โดยจัดสรรพื้นที่ส่วนหนึ่งในบริเวณบ้านของประธานกลุ่มเป็นสถานที่แปรรูปกล้วยน้ำว้าด้วยกรรมวิธีการอบแห้ง ปัจจุบันมีพนักงานจำนวน 20 คน ดำเนินการผลิตวันละ 8 ชั่วโมง สามารถผลิตกล้วยแปรรูปได้ประมาณ 80 กิโลกรัมต่อวัน

โซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูป

โซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบ จังหวัดฉะเชิงเทรา ประกอบด้วย

1. ผู้ปลูกกล้วยน้ำว้า ระยะแรกใช้กล้วยน้ำว้าที่ปลูกภายในครัวเรือนท้องถิ่น ต่อมาเมื่อความต้องการของตลาดเพิ่มสูงขึ้น จึงทำการสั่งซื้อจากสวนกล้วยน้ำว้านอกพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยคัดสรรกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง ผลขนาดใหญ่
2. โรงงานแปรรูปกล้วย โดยจัดสรรพื้นที่ในบริเวณที่พักของประธานกลุ่ม ดำเนินตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบ การผลิต การจัดเก็บสินค้าคงคลัง รวมถึงส่งมอบผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปไปยังร้านค้าปลีก
3. ร้านค้าปลีก ได้แก่ ร้านค้าทั่วไปและธุรกิจค้าปลีกรายใหญ่ นำผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปไปจัดจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภค
4. ผู้บริโภค ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มครอบครัวที่รับประทานเป็นอาหารว่างและของฝาก ซึ่งเป็นสินค้าที่สามารถรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย



ภาพประกอบที่ 8 โซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

ผลการศึกษากระบวนการแปรรูปกล้วย

กระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีองค์ประกอบดังนี้

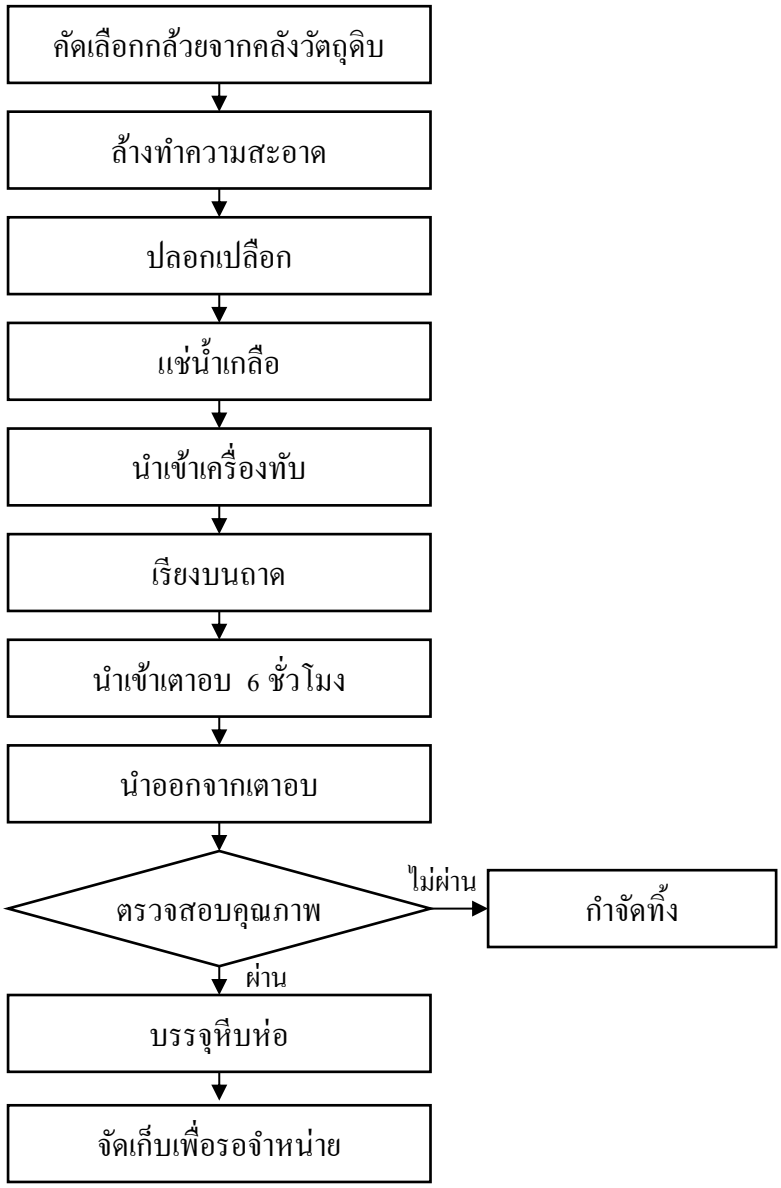
1. ปัจจัยนำเข้า ได้แก่ กล้วยน้ำว้า โดยรับซื้อจากสมาชิกกลุ่มแม่บ้านที่ปลูกกล้วยน้ำว้าภายในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา และรับซื้อจากเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยน้ำว้าในพื้นที่ต่างจังหวัด โดยคัดเลือกกล้วยน้ำว้าดิบที่มีลักษณะสวยงาม ขนาดใหญ่ และมีผลแก่จัด มาเก็บไว้และปล่อยให้สุกตามธรรมชาติเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการผลิต

ภาพประกอบที่ 9 กล้วยน้ำว้าที่จัดเก็บในคลังวัตถุดิบเพื่อรอเข้ากระบวนการแปรรูป

ภาพประกอบที่ 10 สภาพปัจจุบันของกระบวนการแปรรูปกล้วย

2. กระบวนการแปรรูปกล้วยเริ่ม ตั้งแต่ขั้นตอนการคัดเลือกกล้วยน้ำว้าจากคลังวัตถุดิบ นำไปล้างทำความสะอาด ปลอกเปลือก แช่น้ำเกลือ แล้วนำเข้าเครื่องปดทับ ตัดแต่งรูปร่างด้วยมีดเรียงบนถาดแล้วนำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบ 6 ชั่วโมง แล้วจึงนำออกจากเตาอบ ตรวจสอบคุณภาพ พักไว้ให้เย็นก่อนบรรจุหีบห่อเพื่อรอการจำหน่าย แสดงดังภาพประกอบที่ 11

3. ผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูป มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปอื่น ๆ ที่จำหน่ายในตลาด โดยมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ คล้ายใบไม้ขนาดใหญ่ สีน้ำตาลอ่อนสวย รสชาติดีมีความหอมหวาน นำมาบรรจุถุงพลาสติกเพื่อรักษาสภาพผลิตภัณฑ์ ก่อนบรรจุกล่องพร้อมจำหน่ายที่ออกแบบสวยงาม ดังภาพประกอบที่ 12



ภาพประกอบที่ 11 แผนผังกระบวนการแปรรูปกล้วย

ภาพประกอบที่ 12 ผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูป ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา

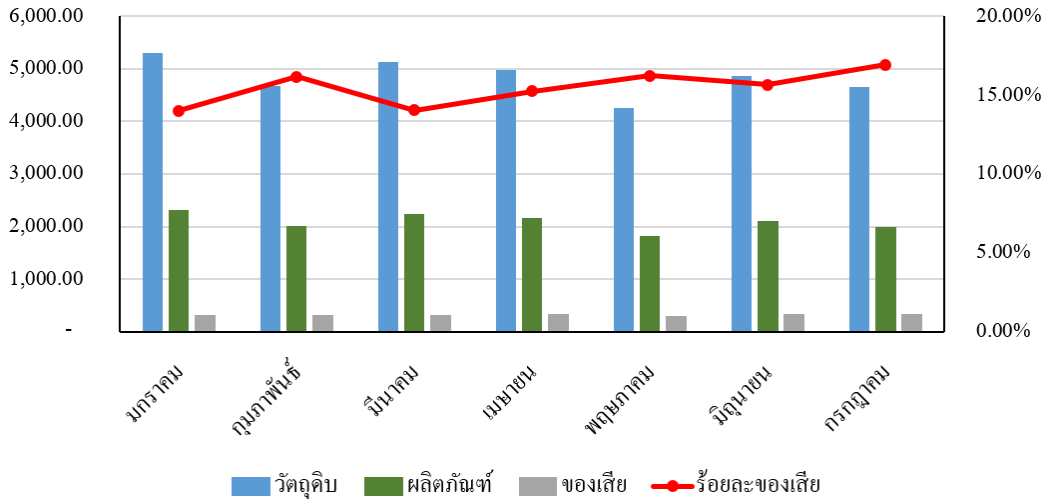
ข้อมูลการแปรรูปกล้วยก่อนปรับปรุง

จากการเก็บรวบรวมและศึกษาข้อมูลการแปรรูปกล้วย ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง กรกฎาคม 2563 พบว่า ใช้วัตถุดิบ รวม 33,819 กิโลกรัม สามารถผลิตกล้วยแปรรูป รวม 14,657 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 43.34 ของปริมาณวัตถุดิบ และมีปริมาณของเสีย รวม 2,252 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 15.36 ของผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูป แสดงดังตารางที่ 2 และภาพประกอบที่ 13

ตารางที่ 2 ปริมาณวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ และของเสีย เดือนมกราคม – กรกฎาคม 2563

หน่วย: กิโลกรัม

ปี 2563	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ของเสีย	% ของเสีย
มกราคม	5,288	2,321	323	13.99
กุมภาพันธ์	4,665	2,008	324	16.16
มีนาคม	5,119	2,244	315	14.02
เมษายน	4,982	2,161	330	15.23
พฤษภาคม	4,248	1,828	296	16.20
มิถุนายน	4,861	2,098	332	15.64
กรกฎาคม	4,656	1,997	331	16.91
รวม	**33,819**	**14,657**	**2,252**	**15.36**



ภาพประกอบที่ 13 ข้อมูลการผลิตเดือนมกราคม – กรกฎาคม 2563

นอกจากนี้ยังพบว่า ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 160,500 บาท ประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบ 120,000 บาท (ร้อยละ 74.77) ต้นทุนแรงงาน 27,000 บาท (ร้อยละ 16.82) และต้นทุนพลังงาน 13,500 บาท (ร้อยละ 8.41) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน

ต้นทุน	จำนวน	มูลค่าต่อวัน (บาท)	มูลค่าต่อเดือน (บาท)
วัตถุดิบ	200 กิโลกรัม	4,000	120,000
แรงงาน	3 คน	900	27,000
ก๊าซ LPG	20 กิโลกรัม	450	13,500
		รวม	**160,500**

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

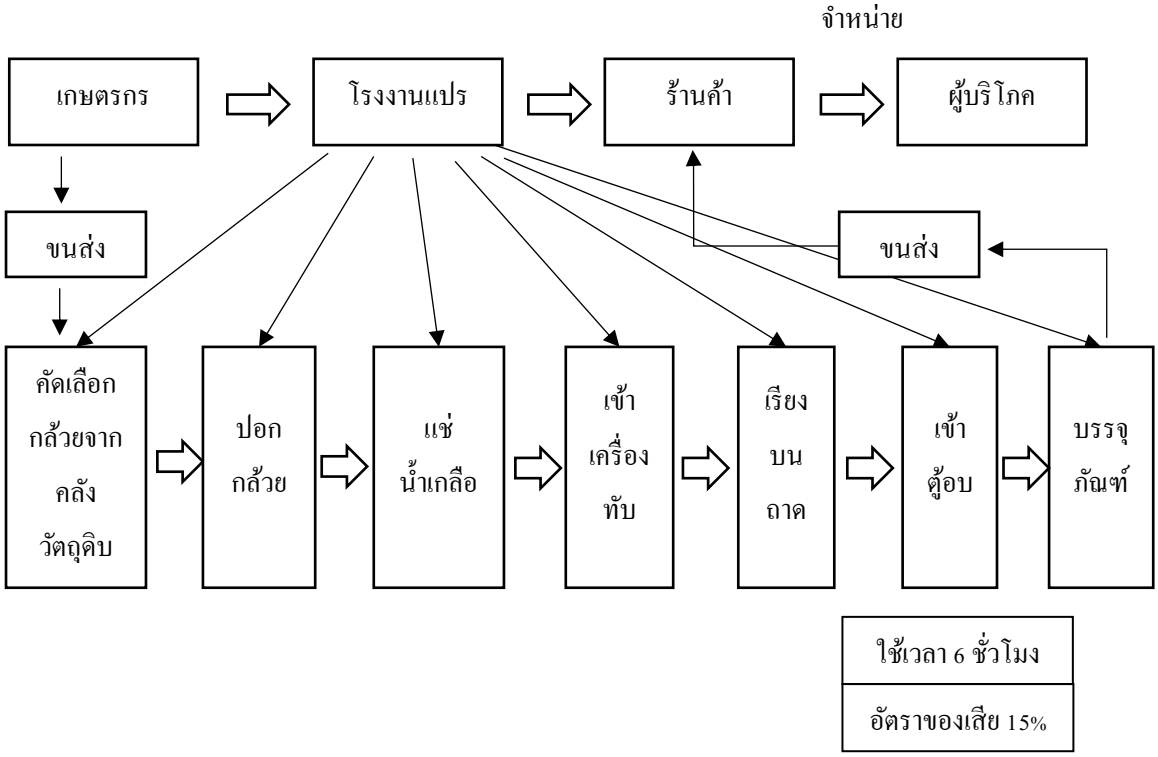
กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีเป้าหมายการแปรรูปกล้วยเฉลี่ยวันละ 100 กิโลกรัม จากวัตถุดิบหลัก 200 กิโลกรัม ซึ่งเท่ากับความสามารถหรือกำลังการผลิต แต่จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า กลุ่มกล้วยอบแห้งประสบปัญหาในการผลิตเนื่องจากผลผลิตที่ได้ต่ำกว่าเป้าหมาย ซึ่งมีปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเฉลี่ยร้อยละ 15.36 ของผลผลิตที่ได้ต่อเดือน ส่งผลต้นทุนการผลิตเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 90.3 ต่อยอดขาย ประกอบกับการอบแห้งกล้วยแปรรูปแต่ละวัน

ใช้เวลาไม่เท่ากัน เฉลี่ยวันละ 6 ชั่วโมง ทำให้ผลิตได้เพียงวันละ 1 รอบเท่านั้น ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด

ของเสียจากการผลิตเป็นของที่ไม่ได้มาตรฐานและคุณภาพผลิตภัณฑ์ เนื่องจากกระบวนการอบแห้งใช้เตาอบซึ่งกระจายความร้อนหรืออุณหภูมิภายในเตาอบไม่สม่ำเสมอทั่วทุกจุด กล้วยที่ผ่านกระบวนการแปรรูปจึงมีสีไม่สม่ำเสมอและแตกต่างกัน บางชิ้นได้รับความร้อนมากเกินไปทำให้มีสภาพไหม้ หรือได้รับอุณหภูมิไม่เพียงพอทำให้การแปรรูปไม่สมบูรณ์

ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

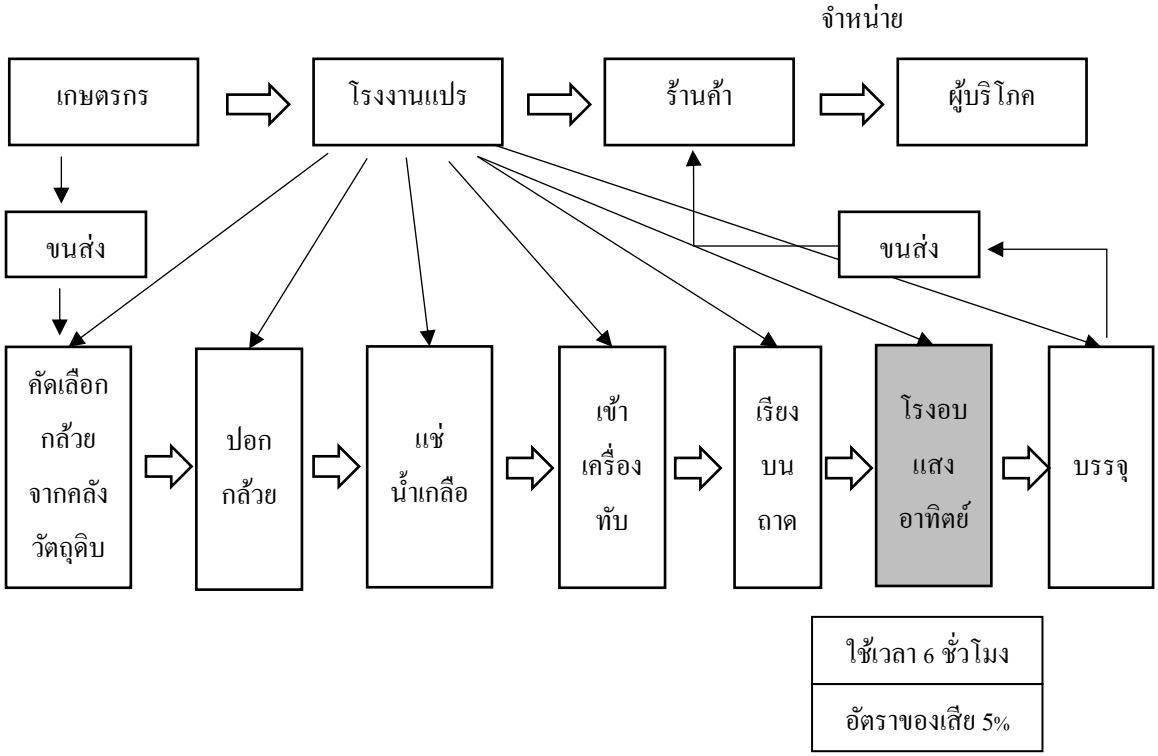
การวิเคราะห์เพื่อหาความสูญเปล่าโดยใช้แผนภาพสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping) ของงานวิจัยนี้ แสดงดังภาพประกอบที่ 14



ภาพประกอบที่ 14 แผนภาพสายธารคุณค่าในปัจจุบัน

เมื่อพิจารณาแผนภาพสายธารคุณค่าปัจจุบันของกระบวนการผลิตกล้วยแปรรูป จะเห็นว่าในขั้นตอนการอบกล้วยจะเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาค่อนข้างนานถึง 6 ชั่วโมง จากการผลิตกล้วยแปรรูปเฉลี่ยวันละ 100 กิโลกรัม จากวัตถุดิบหลัก 200 กิโลกรัม และมีความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากปริมาณของเสียมากเกินไป (Waste of Defect) โดยมีของเสียจากการผลิตสูงถึงร้อยละ 15 ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเปล่าและเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น แนวทางการปรับปรุงการผลิต

ของกลุ่มกล้วยแปรรูป จึงได้กำหนดแผนภาพสายธารคุณค่าที่คาดหวังไว้ในอนาคต ดังภาพประกอบที่ 15



ภาพประกอบที่ 15 แผนภาพสายธารคุณค่าในอนาคต

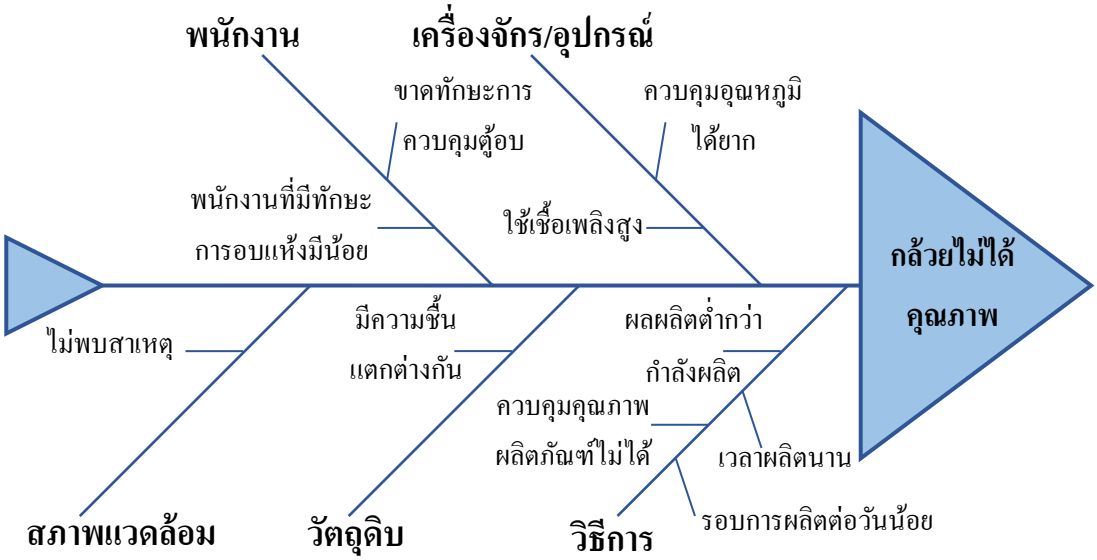
แนวทางการปรับปรุงการผลิตของกลุ่มกล้วยแปรรูป ที่ได้กำหนดไว้ในแผนภาพสายธารคุณค่าในอนาคตจะนำเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม เช่น การอบด้วยโรงอบแสงอาทิตย์ การอบด้วยตู้อบลมร้อนที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นต้น มาทดแทนตู้อบปัจจุบัน ที่สามารถทำให้กำลังการผลิตสูงขึ้น หรือลดความสูญเปล่าในเรื่องของเสียจากการผลิตให้ลดลงได้ ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์สาเหตุของความสูญเปล่าและหาแนวทางการปรับปรุงในขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนต่อไป

แนวทางการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย

วิเคราะห์สาเหตุและผลของปัญหาที่เกิดขึ้น

จากข้อมูลความสูญเปล่าของกระบวนการ ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว โดยการประยุกต์ใช้แผนผังสาเหตุและผล พบว่า การแปรรูปกล้วยโดยการนำเข้าตู้อบแห้งด้วยลมร้อนซึ่งเป็นระบบที่ใช้เชื้อเพลิงค่อนข้างสูง และควบคุมการกระจายความร้อนได้ยาก ประกอบกับวัตถุดิบที่นำเข้าสู่กระบวนการผลิตมีสภาพความชื้นที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้การ

ควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปเป็นไปได้ยาก รวมถึงกระบวนการอบแห้งใช้เวลานาน ทำให้ผลิตได้เพียงวันละ 1 รอบกล่าวคือ กระบวนการผลิตกล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้งจังหวัดฉะเชิงเทรา มีความสามารถในการผลิตต่ำและขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากมีปริมาณของเสียจากการผลิตจำนวนมาก และความสามารถในการผลิตต่ำ ส่งผลให้ไม่สามารถผลิตกล้วยแปรรูปได้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด แสดงดังภาพประกอบที่ 16



ภาพประกอบที่ 16 แผนผังสาเหตุและผลปัญหากล้วยแปรรูปไม่ได้คุณภาพ

การประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย

งานวิจัยนี้นำหลักการ ECRS มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย จะพิจารณาเกี่ยวกับกระบวนการแปรรูปในหัวข้อการกำจัด (Eliminate) พิจารณาการดำเนินงานปัจจุบัน และทำการลดหรือการกำจัดความสูญเปล่าจากปริมาณของเสีย (Waste of Defect) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปรรูปกล้วยออกไป โดยพิจารณาเทคโนโลยีการอบแห้งด้วยโรงอบแสงอาทิตย์เพื่อลดเวลาการทำงาน ลดความสูญเปล่าเรื่องของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต รวมกับการจัดใหม่ (Rearrange) การจัดกระบวนการทำงานใหม่ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซแอลพีจี ซึ่งสามารถช่วยทำให้เพิ่มกำลังการผลิตต่อรอบของการผลิตได้

การประยุกต์ใช้วงจรการควบคุมคุณภาพ

งานวิจัยนี้นำหลักการวงจรการควบคุมคุณภาพ (PDCA) เพื่อทำการวางแผนการดำเนินงานให้ครบวงจร โดยสรุปเป็นหัวข้อดังนี้

1. การวางแผน (P) เป็นการกำหนดแผนการดำเนินการวิจัย เพื่อศึกษาข้อมูลการผลิตของกระบวนการแปรรูปกล้วย แล้วนำมาซึ่งการรวบรวมข้อมูลการใช้เทคโนโลยีแบบใหม่ที่เหมาะสมต่อการทำงานของกรณีศึกษากลุ่มกล้วย เพื่อกำหนดเป้าหมายของการดำเนินงาน

2. การปฏิบัติ (D) เป็นการทดลองดำเนินงานด้วยเทคโนโลยีหรือการผลิตที่เหมาะสม โดยการศึกษางานจากกลุ่มผู้ผลิตที่มีเทคโนโลยีที่ใกล้เคียงกับกรณีศึกษา เพื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ผลการปรับปรุง

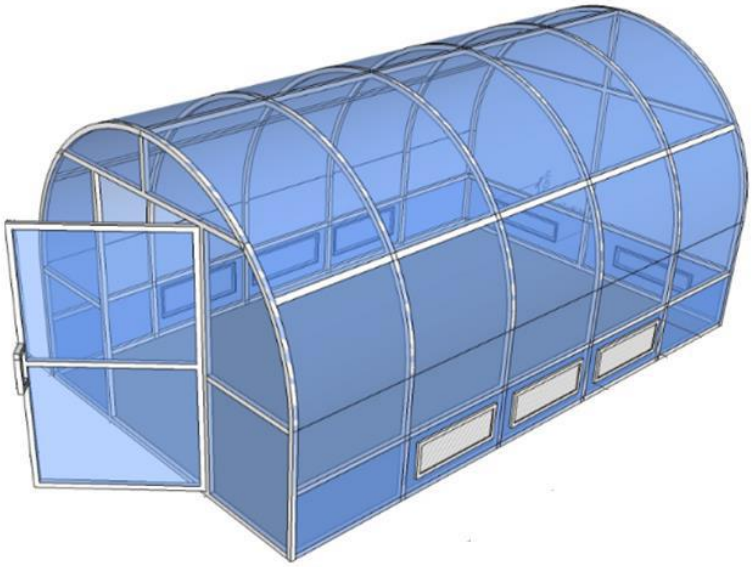
3. การตรวจสอบ (C) จะนำผลการทดลองที่ได้จากขั้นตอนการปฏิบัติมาใช้เปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนการปรับปรุงว่าได้ผลลัพธ์เช่นไร ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

4. การประเมิน (A) ขั้นตอนนี้จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินงานที่เกิดขึ้นมาพิจารณา หากได้ตามเป้าหมายจะนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตอย่างไรในอนาคต หากผลลัพธ์ไม่เป็นไปตามที่คาดหวังต้องทำการทบทวนแผนที่กำหนดไว้ เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

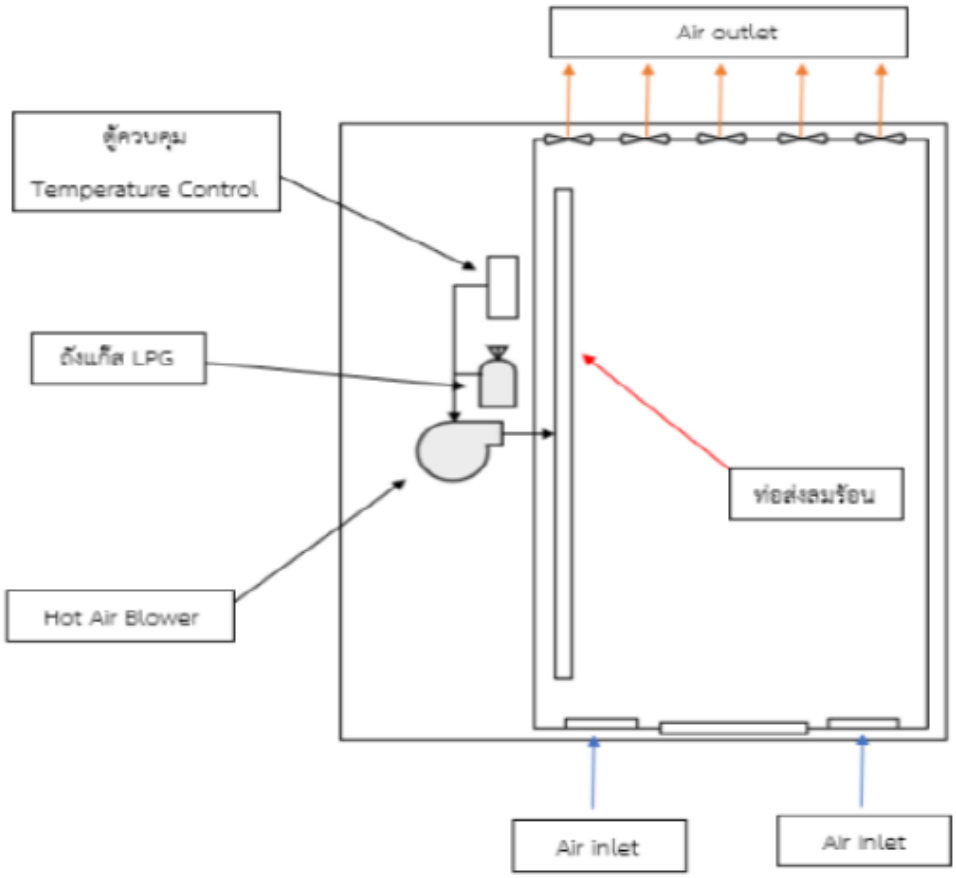
การปรับปรุงกระบวนการผลิต

เมื่อทราบถึงสาเหตุสำคัญของปัญหาประสิทธิภาพการผลิตกล้วยแปรรูปของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเกิดจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการแปรรูป ได้แก่ ตู้อบแห้งแบบลมร้อน ซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้ยาก ส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ มีปริมาณของเสียระหว่างกระบวนการผลิตค่อนข้างมาก ใช้ระยะเวลาในการผลิตนาน ทำให้กำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด ประกอบกับการแปรรูปด้วยตู้อบเป็นระบบที่พลังงานสูง ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตโดยรวม

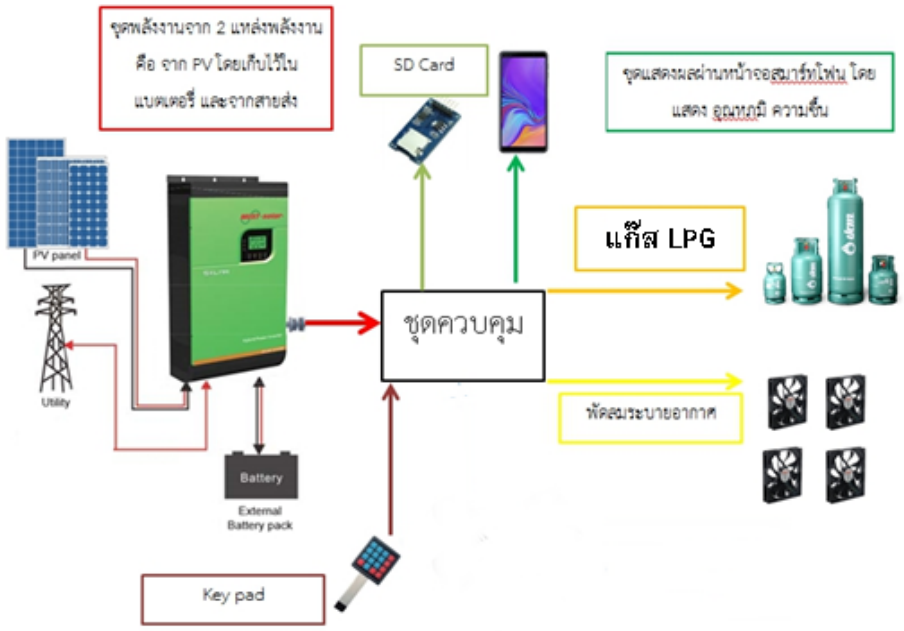
ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวทางการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับการอบแห้งด้วยลมร้อนโดยใช้ก๊าซแอลพีจี โดยออกแบบโรงอบให้สามารถนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะการปฏิบัติงานในพื้นที่ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา โรงอบมีขนาดความกว้าง 3.5 เมตร ความยาว 8.0 เมตร และความสูง 2.7 เมตร เป็นแบบเรือนกระจก เพื่อให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านเข้ามาในโรงอบทำให้อุณหภูมิภายในสูงขึ้น และควบคุมการหมุนเวียนของอากาศด้วยพัดลมดูดอากาศภายในโรงเรือน เทพื้นปูนซีเมนต์เพื่อความสะดวกในการเข้าไปปฏิบัติงาน นอกจากนี้โรงอบยังมีระบบเสริมความร้อนที่เกิดจากก๊าซแอลพีจี สำหรับกรณีแสงแดดไม่สม่ำเสมอหรือไม่เพียงพอสำหรับการผลิตกล้วยแปรรูป



ภาพประกอบที่ 17 โรงอบแบบเรือนกระจก โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซแอลพีจี



ภาพประกอบที่ 18 การทำงานของระบบอบแห้งภายในโรงอบ



ภาพประกอบที่ 19 ระบบควบคุมการอบแห้งอัจฉริยะ (Smart Solar Drying)

จากภาพประกอบที่ 19 ระบบควบคุมระบบอบแห้งอัจฉริยะ (Smart Solar Drying) จะทำโดยการป้อนค่าจากปุ่มกดเข้ามาเพื่อตั้งค่าอุณหภูมิ ความชื้น และเวลาที่ต้องการ หลังจากนั้นเครื่องทำงานปกติ เมื่ออุณหภูมิหรือความชื้นมีค่าสูงขึ้นหรือต่ำลง ระบบควบคุมจะทำการสั่งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้อุณหภูมิหรือความชื้นมีค่าตามที่ตั้งไว้ ซึ่งระบบการทำงานจะถูกควบคุมด้วยระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) ทำให้การทำงานของระบบเป็นอัตโนมัติด้วยการควบคุมเวลา อุณหภูมิและความชื้นด้วยการวัดอุณหภูมิความชื้น ภายในห้องอบแห้งและความชื้นจากอากาศภายนอกเพื่อเพิ่มความสามารถในการอบแห้งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการลงพื้นที่และเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของสถานประกอบการอื่นที่มีลักษณะการดำเนินการใกล้เคียงกัน พบว่า โรงอบแห้งดังกล่าวติดตั้งเซ็นเซอร์ภายในโรงอบจำนวน 5 จุด และนอกโรงอบ จำนวน 1 จุด โดยอุณหภูมิภายในโรงอบจะเพิ่มขึ้นจาก 30 - 38 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ 08.00 น. และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเวลา 13.00 - 14.00 น. จะมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 55 - 60 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกโรงอบโดยมีผลต่างประมาณ 20 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นอุณหภูมิภายในโรงอบจะเริ่มลดลงจนถึงเวลา 18.00 น. โดยอุณหภูมิอยู่ที่ประมาณ 30 - 35 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ปริมาณความชื้นจะแปรผกผันกับอุณหภูมิ กล่าวคือ ปริมาณความชื้นต่ำ ขณะที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของการอบแห้ง

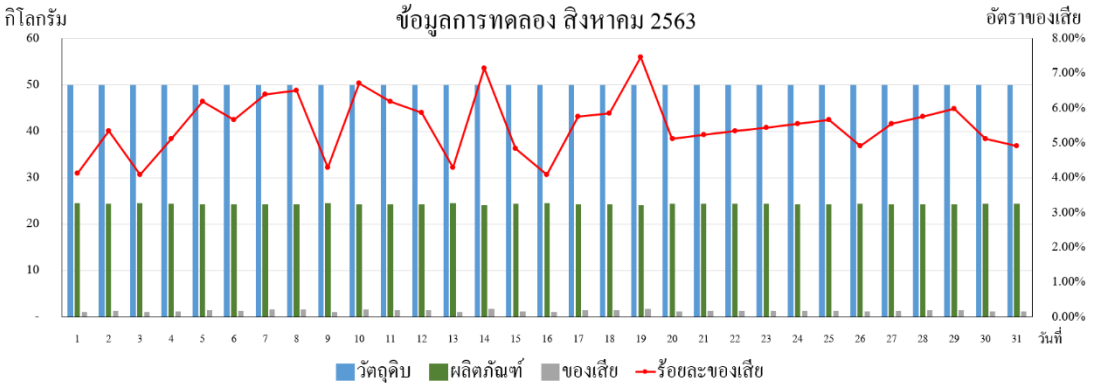
หลังจากติดตั้งระบบอบลมร้อนจากก๊าซ LPG ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้โดยเวลา 18.00 น. ทำการเปิดระบบก๊าซกำหนดอุณหภูมิภายในโรงอบอยู่ในช่วง 40 – 50 องศาเซลเซียส จนถึงเวลา 23.00 น. ทำการปิดก๊าซ อุณหภูมิทั้งภายในและภายนอกโรงอบจะลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นเวลาในช่วงกลางคืน ซึ่งความชื้นในอากาศเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้นภายในโรงอบสูงขึ้นตามเช่นกัน

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า อุณหภูมิจะเริ่มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงเช้าและมีอุณหภูมิสูงสุดในช่วงบ่าย และจะลดลงในช่วงเย็น ซึ่งจะสามารถผลิตกล้วยแปรรูปได้ 1 รอบ (เวลา 08.00 – 18.00 น.) หากต้องการผลิตกล้วยแปรรูปเพิ่มอีก 1 รอบ โดยเปิดระบบควบคุมอุณหภูมิด้วยก๊าซ LPG ให้อยู่ที่ 40 – 50 องศาเซลเซียส (เวลา 18.00 – 23.00 น.) อุณหภูมิภายในโรงอบจะอยู่ในช่วงที่ต้องการและสามารถอบแห้งกล้วยได้ปริมาณเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา สามารถเพิ่มรอบการผลิตกล้วยแปรรูปเป็น 2 รอบต่อวัน

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการแปรรูป

ผลการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยทำการทดลองแปรรูปกล้วยโดยใช้โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบอบแห้งแบบลมร้อนแบบเดิมที่ใช้พลังงานจากก๊าซ LPG ดังภาพประกอบที่ 20 จำนวน 50 กิโลกรัมต่อวันในเดือนสิงหาคม 2563 พบว่า อัตราการใช้วัตถุดิบต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ใกล้เคียงกับการอบด้วยตู้อบ คือวัตถุดิบ 2 กิโลกรัม จะได้ผลิตภัณฑ์ประมาณ 1 กิโลกรัม แต่อัตราของเสียที่เกิดขึ้นลดลงเหลือเพียงร้อยละ 5.44 ดังภาพประกอบที่ 21

ภาพประกอบที่ 20 การทดลองแปรรูปกล้วยโดยใช้โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบอบแห้งแบบลมร้อน



ภาพประกอบที่ 21 ผลการทดลองแปรรูปกล้วยโดยใช้โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบอบแห้งแบบลมร้อน

ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

เนื่องจากโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ถูกนำเข้ามาใช้ในกระบวนการอบไล่ความชื้นที่ผิวแทนตู้อบแห้งแบบลมร้อนที่ใช้ก๊าซแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิง จึงสามารถนำตู้อบแห้งแบบลมร้อนแบบเดิมไปใช้ในกระบวนการอบลดความชื้นแทน ส่งผลให้กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้เป็น 2 เท่า กล่าวคือจากที่เคยผลิตได้เพียงวันละ 1 รอบ หรือมีกำลังผลิต 100 กิโลกรัมต่อวัน เมื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตทำให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 2 รอบหรือมีกำลังผลิต 200 กิโลกรัมต่อวัน

แม้ว่าการปรับปรุงกระบวนการผลิตกล้วยแปรรูป ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการผลิต แต่ยังคงต้องใช้เชื้อเพลิงก๊าซ LPG ในปริมาณเท่าเดิมต่อรอบการผลิต เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของเสียที่เกิดขึ้นพบว่าอัตราส่วนของเฉลี่ยลดลงจากร้อยละ 15.36 เหลือเพียงร้อยละ 5.44 ซึ่งใกล้เคียงกับเป้าหมายที่ตั้งไว้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบข้อมูลการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ

หัวข้อ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
จำนวนการผลิตต่อวัน	1 รอบ	2 รอบ
กำลังการผลิตต่อวัน	100 กิโลกรัม	200 กิโลกรัม
อัตราส่วนของเสียเฉลี่ย	15.36%	5.44%

ผลการประเมินความคุ้มค่าการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย

การปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา สามารถเพิ่มรอบการผลิตจากเดิมเป็น 2 รอบ และยังลดปริมาณของเสียจากการผลิตเหลือร้อยละ 5.44 แม้ว่าก่อนและหลังการปรับปรุงจะใช้พลังงานสัดส่วนเท่ากัน แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบต้นทุนและประมาณการรายได้ก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ พบว่า หลังการปรับปรุงกระบวนการ กำไรขั้นต้นเฉลี่ยต่อกิโลกรัมเพิ่มขึ้นจาก 6.79 บาท เป็น 18.18 บาท และอัตราส่วนต้นทุนการผลิตลดลงจากร้อยละ 90.3 เหลือร้อยละ 74.03 หรือกล่าวได้ว่าการปรับปรุงกระบวนการผลิตช่วยลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วย (กิโลกรัม) ลงมากกว่าร้อยละ 19 ของต้นทุนการผลิตเดิม

การประมาณการรายได้ต่อปีจากการขายผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูป ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยคำนวณจากราคาขาย ณ ปัจจุบัน กิโลกรัมละ 70 บาท ส่งผลให้กลุ่มกล้วยอบแห้งมีรายได้เพิ่มขึ้นประมาณ 887,162.94 บาทต่อปี (1,090,862.94 - 203,700 บาท)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบต้นทุนผลิตและรายได้ก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ

ข้อมูลเปรียบเทียบ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
รายได้		
ผลผลิตเฉลี่ยต่อรอบ (กิโลกรัม) [1]	84.64	189.12
ราคากล้วยอบต่อกิโลกรัม (บาท) [2]	70	70
รายได้เฉลี่ยต่อรอบการผลิต (บาท) [1]*[2] = [3]	**5,924.80**	**13,238.40**
ต้นทุนการผลิต		
ราคาวัตถุดิบต่อกิโลกรัม (บาท)	20	20
ต้นทุนวัตถุดิบ [4]	4,000	8,000
ต้นทุนแรงงาน [5]	900	900
ค่าพลังงานในการอบ (บาท) [6]	450	900
รวมต้นทุน [4]+[5]+[6] = [7]	**5,350**	**9,800**
กำไรขั้นต้น [3]-[7] = [8]	**574.80**	**3,438.40**
อัตราส่วนกำไรขั้นต้น (%)	10.74	35.09
กำไรเฉลี่ย (บาท/กิโลกรัม) [9]	6.79	18.18
ประมาณการผลิตต่อปี (กิโลกรัม) [10]	30,000	60,000
ประมาณการกำไรต่อปี (บาท) [9]*[10] = [11]	**203,700**	**1,090,862.94**

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าหลังการปรับปรุงกระบวนการ

เนื่องจากการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วยของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีการลงทุนสร้างโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดกว้าง 3.5 เมตร x ยาว 8.0 เมตร x สูง 2.7 เมตร มูลค่า 657,500 บาท จากการประมาณการผลิต 60,000 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งจะมีกำไรขั้นต้นประมาณ 1,090,862.94 บาทต่อปี เมื่อนำมาคำนวณระยะเวลาคืนทุนโดยใช้ส่วนต่างกำไรขั้นต้นที่เพิ่มขึ้น 887,162.94 บาท ทำให้การลงทุนสร้างโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 0.74 ปี หรือ 8 เดือน 27 วัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย กรณีศึกษา กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทราสามารถสรุปได้ดังนี้

1. กลุ่มกล้วยอบแห้งประสบปัญหาด้านประสิทธิภาพการผลิต คือ ผลผลิตเฉลี่ยต่อวัน ประมาณ 100 กิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายและกำลังการผลิต โดยปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 15.36 ของผลผลิตที่ได้ต่อเดือน ระยะเวลาในการผลิตเฉลี่ยรอบละ 6 ชั่วโมง หรือผลิตได้เพียงวันละ 1 รอบ และมีต้นทุนการผลิตสูงถึงร้อยละ 90.3

2. สาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการแปรรูปกล้วย ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ในการอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งแบบลมร้อนที่ใช้ก๊าซแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นระบบที่ใช้พลังงานค่อนข้างสูง และควบคุมการความสม่ำเสมอในการกระจายอุณหภูมิได้ยาก ประกอบกับวัตถุดิบที่นำเข้าสู่กระบวนการผลิตมีสภาพความชื้นที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปเป็นไปได้ยาก และยังส่งผลให้ไม่สามารถผลิตกล้วยแปรรูปได้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด

3. แนวทางการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยการออกแบบโรงอบแบบเรือนกระจก โดยใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบอบแห้งแบบลมร้อนแบบเดิม ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตได้เป็นอย่างดี ส่งผลประสิทธิภาพการแปรรูปกล้วย ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทราดีขึ้น สามารถควบคุมคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้น รวมทั้งยังลดปริมาณของเสียจากการผลิตเหลือเพียงร้อยละ 5.44 ทำให้ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมลดลงจาก 64.21 บาท เหลือ 51.82 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 19.3 ของต้นทุนการผลิตเดิม

4. ความคุ้มค่าในการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยการสร้างโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ มูลค่า 657,500 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 0.74 ปี หรือ 8 เดือน 27 วัน

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเพื่อปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย กรณีศึกษา กลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยการสร้างโรงอบที่ใช้การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับการอบแบบลมร้อนโดยใช้ก๊าซแอลพีจี ซึ่งอาศัยการวิเคราะห์ด้วยแผนผังแสดงสาเหตุและผล ดังนั้นการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วย ของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยการสร้างโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อแก้ไขปัญหาคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล้วยแปรรูปและลดปริมาณของเสียระหว่างการผลิต และเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด ทำให้รายได้ต่อปีเพิ่มขึ้น ซึ่งการลงทุนดังกล่าวมีความเหมาะสมและคุ้มค่าต่อการลงทุน

ปริมาณกำลังการผลิตได้เป็น 2 เท่า ลดปริมาณของเสียระหว่างการผลิต สอดคล้องกับ ภาวิณี อาจปรุ (2551) ภาวิณี อุ้ยศรีคูณ (2557) ศุภฤกษ์ กลิ่นหม่น (2559) ธนิดา สุนารักษ์ (2555) และสรณ์ศิริ เรืองโลก (2560)

นอกจากจะเพิ่มประสิทธิการผลิตแล้ว ยังสามารลดต้นทุนต่อหน่วยได้ประมาณร้อยละ 10 สอดคล้องกับ จำนงค์ นุกูลคาม (2542) และการสร้างโรงอบเรือนกระจกยังมีความคุ้มค่าและเหมาะกับการผลิตขนาดย่อมของกลุ่มกล้วยอบแห้ง จังหวัดฉะเชิงเทรา สอดคล้องกับ ปาณิศา อ่อนดอกไม้ ปิยพงษ์ ยงเพชร และนิกราน หอมดวง (2560)

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการศึกษาและพัฒนางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลผลิตทางการเกษตร

1. เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปกล้วยในการวิจัยนี้ เป็นอุปกรณ์การผลิตขั้นพื้นฐานเท่านั้น หากสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านอื่น เช่น พลังงานทดแทน การสื่อสารยุคสมัยใหม่ด้วยระบบอินเทอร์เนต เป็นต้น จะช่วยให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงมากยิ่งขึ้นในอนาคต

2. นอกจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต ผู้ประกอบการอาจทำการศึกษาการปรับปรุงและพัฒนาด้านอื่น ๆ เช่น การพัฒนาช่องทางการตลาด การขายออนไลน์ เป็นต้น เพิ่มเติมในอนาคต ซึ่งจะช่วยทำการจัดการธุรกิจได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. (2561). **ฐานข้อมูลพืชสวน**. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2564, จากเว็บไซต์: http://202.139.197.174/GardFront/GardGenInfoDetail/30.

กัญจน์นรี จิตต์ธนานันท์. (2560). การใช้แผนที่สายธารคุณค่าเพื่อพัฒนากระบวนการเบิกจ่ายยาภายในโรงพยาบาลบรบือ จังหวัดมหาสารคาม, ว. เภสัชศาสตร์อีสาน, 13(4). หน้า 50-62.

การแปรรูปผลไม้อบแห้ง. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 4 เมษายน 2564, จากเว็บไซต์ https://sites.google.com/site/63fruitforhealth2556/kar-paerrup-phl-mi?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1.

ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดฉะเชิงเทรา. (2563). สืบค้นเมื่อ 17 เมษายน 2564, จากเว็บไซต์ https://www.opsmoac.go.th/chachoengsao-dwl-files-421291791825

จารุวรรณ ห้องใส. (2557**). การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทฝาปิดกล่องใส่ของ**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี).

จำนงค์ นุกูลคาม. (2542). **กระบวนการผลิตกล้วยตากแบบต่อเนื่องด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานไฟฟ้า**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก).

จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ. (2549). **การถ่ายโอนมวลและหลักปฏิบัติการเฉพาะหน่วยพื้นฐาน.** สงขลา: ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์. (2557). กล้วย...คุณค่าล้นหวี ผลไม้ดีคู่สุขภาพ. **อาหาร**, 44(1). หน้า 15-18.

ตรรกยะ ยืนบุญ. (2557). **การประยุกต์ใช้เทคนิคลีนในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตจิ๊กและฟิกเจอร์ในการผลิตชิ้นงานแบบสั่งทำ**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

ธนิดา สุนารักษ์. (2555) การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตกรณีศึกษา: สายการผลิตขดลวดแม่เหล็ก (Stator) รุ่น D Frame. **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2555,** วันที่ 17-19 ตุลาคม 2555, เพชรบุรี. หน้า 649-654.

บุหลัน พิทักษ์พล. (2538). การถนอมผลผลิตทางการเกษตร. **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 19**. สืบค้นเมื่อ 4 เมษายน 2564, จากเว็บไซต์ https://www.saranukromthai.or.th/sub/other_sub.php?file=encyclopedia/book19.html.

ปาณิศา อ่อนดอกไม้, ปิยพงษ์ยงเพชร และนิกราน หอมดวง. (2560). การอบแห้งข้าวเปลือกด้วยโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบกรีนเฮาส์. **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12**. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่ หน้า 237-241.

แผนพัฒนาจังหวัดฉะเชิงเทรา (พ.ศ. 2561-2565) ฉบับทบทวน. (2563). สืบค้นเมื่อ 17 เมษายน 2564, จากเว็บไซต์ http://www.chachoengsao.go.th/cco/index.php/2016-02-15-05-52-57/2016-02-15-07-54-35/2016-06-17-08-56-06/2260-2561-2565

พิภพ นราแก้ว และนายปกรณ์ สันตกิจ.(2558). **การพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบกรีนเฮาส์**. ลำปาง: มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (ม.ป.ป.). **การทำแห้ง.** สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2564, จากเว็บไซต์ http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0277/dehydration-การทำแห้ง.

ภาวิณี อาจปรุ. (2551). **การลดเวลาสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์เบรกเกอร์**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

ภาวิณี อุ้ยศรีคูณ. (2557). **การปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตของชุดประกอบสำหรับจับหัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ**. (การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

มงคล กิตติญาณขจร, นภัสสร โพธิสิงห์ และ ธนวัตร พัดเพ็ง. (2562). การประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต: กรณีศึกษา กระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด. **วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต**, 9(2). หน้า 71-89.

เยาวเรศ ทัพพันธุ์. (2551). **การประเมินโครงการตามแนวทางเศรษฐศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ลลัลนา สุวรรณา. (2559). **การลดต้นทุนคลังบรรจุภัณฑ์ด้วยหลักการ ECRS กรณีศึกษา: ผู้ผลิตโคมไฟ**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีปทุม).

วิชัย หฤทัยธนาสันต์. (2559). **การใช้ประโยชน์และการแปรรูปกล้วย.** สืบค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2564, จากเว็บไซต์: http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/tree_fruit/fruit2.pdf.

ศุภฤกษ์ กลิ่นหม่น. (2559). **การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตการกัดเลนส์ขึ้นรูปค่าสายตา**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).

สรณ์ศิริ เรืองโลก. (2560) . **การปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตสมอลล์เอิร์ทลีคเบรกเกอร์**. (การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์).

สุจิต เมืองสุข. (2563). **กล้วยอบราชสาสน์ ส่งยักษ์ใหญ่ “คิง เพาเวอร์”**. สืบค้นเมื่อ 22 มราคม 2563, จากเว็บไซต์: https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_148187.

สุธิดา อัญญะโพธิ์. (2548). กล้วย ผลไม้มากคุณประโยชน์. **UPDATE,** 20(218). หน้า 45-56.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2561). **รายงานสถิติรายปีประเทศไทย ปี 2561**. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2563, จากเว็บไซต์: http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/pubs/e-book/SYB-2561/files/assets/basic-html/index.html#1.

ภาคผนวก ก
ข้อมูลการผลิตก่อนปรับปรุง

ข้อมูลการผลิตเดือนมกราคม 2563

วันที่	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ของเสีย	ร้อยละของเสีย
1 ม.ค. 63				
2 ม.ค. 63	220.00	96.00	14.00	14.58%
3 ม.ค. 63	250.00	110.00	15.00	13.64%
4 ม.ค. 63				
5 ม.ค. 63				
6 ม.ค. 63	220.00	98.00	12.00	12.24%
7 ม.ค. 63	230.00	100.00	15.00	15.00%
8 ม.ค. 63	225.00	100.00	12.50	12.50%
9 ม.ค. 63	240.00	99.00	21.00	21.21%
10 ม.ค. 63	250.00	110.00	15.00	13.64%
11 ม.ค. 63				
12 ม.ค. 63				
13 ม.ค. 63	260.00	115.00	15.00	13.04%
14 ม.ค. 63	250.00	105.00	20.00	19.05%
15 ม.ค. 63	260.00	113.00	17.00	15.04%
16 ม.ค. 63	250.00	102.00	23.00	22.55%
17 ม.ค. 63	250.00	111.00	14.00	12.61%
18 ม.ค. 63				
19 ม.ค. 63				
20 ม.ค. 63	250.00	114.00	11.00	9.65%
21 ม.ค. 63	250.00	111.00	14.00	12.61%
22 ม.ค. 63	250.00	110.00	15.00	13.64%
23 ม.ค. 63	245.00	112.00	10.50	9.38%
24 ม.ค. 63	260.00	111.00	19.00	17.12%
25 ม.ค. 63				
26 ม.ค. 63				
27 ม.ค. 63	220.00	98.00	12.00	12.24%
28 ม.ค. 63	225.00	99.00	13.50	13.64%
29 ม.ค. 63	230.00	110.00	5.00	4.55%
30 ม.ค. 63	225.00	99.00	13.50	13.64%
31 ม.ค. 63	228.00	98.00	16.00	16.33%
	5,288.00	**2,321.00**	**323.00**	**13.99%**

ข้อมูลการผลิตเดือนกุมภาพันธ์ 2563

วันที่	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ของเสีย	ร้อยละของเสีย
1 ก.พ. 63				
2 ก.พ. 63				
3 ก.พ. 63	220.00	99.00	11.00	11.11%
4 ก.พ. 63	250.00	110.00	15.00	13.64%
5 ก.พ. 63	210.00	92.00	13.00	14.13%
6 ก.พ. 63	230.00	97.00	18.00	18.56%
7 ก.พ. 63	250.00	110.00	15.00	13.64%
8 ก.พ. 63				
9 ก.พ. 63				
10 ก.พ. 63	225.00	101.00	11.50	11.39%
11 ก.พ. 63	235.00	102.00	15.50	15.20%
12 ก.พ. 63	240.00	101.00	19.00	18.81%
13 ก.พ. 63	250.00	108.00	17.00	15.74%
14 ก.พ. 63	240.00	99.00	21.00	21.21%
15 ก.พ. 63				
16 ก.พ. 63				
17 ก.พ. 63	240.00	101.00	19.00	18.81%
18 ก.พ. 63	230.00	102.00	13.00	12.75%
19 ก.พ. 63	250.00	101.00	24.00	23.76%
20 ก.พ. 63	260.00	108.00	22.00	20.37%
21 ก.พ. 63	220.00	95.00	15.00	15.79%
22 ก.พ. 63				
23 ก.พ. 63				
24 ก.พ. 63	222.00	95.00	16.00	16.84%
25 ก.พ. 63	224.00	97.00	15.00	15.46%
26 ก.พ. 63	235.00	101.00	16.50	16.34%
27 ก.พ. 63	218.00	95.00	14.00	14.74%
28 ก.พ. 63	216.00	94.00	14.00	14.89%
29 ก.พ. 63				
	4,665.00	**2,008.00**	**324.50**	**16.16%**

ข้อมูลการผลิตเดือนมีนาคม 2563

วันที่	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ของเสีย	ร้อยละของเสีย
1 มี.ค. 63				
2 มี.ค. 63	220.00	99.00	11.00	11.11%
3 มี.ค. 63	250.00	105.00	20.00	19.05%
4 มี.ค. 63	210.00	95.00	10.00	10.53%
5 มี.ค. 63	230.00	99.00	16.00	16.16%
6 มี.ค. 63	250.00	110.00	15.00	13.64%
7 มี.ค. 63				
8 มี.ค. 63				
9 มี.ค. 63	225.00	101.00	11.50	11.39%
10 มี.ค. 63	235.00	102.00	15.50	15.20%
11 มี.ค. 63	240.00	101.00	19.00	18.81%
12 มี.ค. 63	250.00	108.00	17.00	15.74%
13 มี.ค. 63	240.00	110.00	10.00	9.09%
14 มี.ค. 63				
15 มี.ค. 63				
16 มี.ค. 63	240.00	102.00	18.00	17.65%
17 มี.ค. 63	230.00	102.00	13.00	12.75%
18 มี.ค. 63	250.00	104.00	21.00	20.19%
19 มี.ค. 63	260.00	106.00	24.00	22.64%
20 มี.ค. 63	220.00	98.00	12.00	12.24%
21 มี.ค. 63				
22 มี.ค. 63				
23 มี.ค. 63	222.00	101.00	10.00	9.90%
24 มี.ค. 63	224.00	102.00	10.00	9.80%
25 มี.ค. 63	235.00	101.00	16.50	16.34%
26 มี.ค. 63	218.00	99.00	10.00	10.10%
27 มี.ค. 63	216.00	98.00	10.00	10.20%
28 มี.ค. 63				
29 มี.ค. 63				
30 มี.ค. 63	230.00	102.00	13.00	12.75%
31 มี.ค. 63	224.00	99.00	13.00	13.13%
	5,119.00	**2,244.00**	**315.50**	**14.02%**

ข้อมูลการผลิตเดือนเมษายน 2563

วันที่	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ของเสีย	ร้อยละของเสีย
1 เม.ย. 63	210.00	95.00	10.00	10.53%
2 เม.ย. 63	230.00	99.00	16.00	16.16%
3 เม.ย. 63	250.00	110.00	15.00	13.64%
4 เม.ย. 63				
5 เม.ย. 63				
6 เม.ย. 63				
7 เม.ย. 63	235.00	102.00	15.50	15.20%
8 เม.ย. 63	240.00	101.00	19.00	18.81%
9 เม.ย. 63	250.00	108.00	17.00	15.74%
10 เม.ย. 63	240.00	102.00	18.00	17.65%
11 เม.ย. 63				
12 เม.ย. 63				
13 เม.ย. 63	225.00	101.00	11.50	11.39%
14 เม.ย. 63	235.00	102.00	15.50	15.20%
15 เม.ย. 63	240.00	101.00	19.00	18.81%
16 เม.ย. 63	250.00	108.00	17.00	15.74%
17 เม.ย. 63	240.00	107.00	13.00	12.15%
18 เม.ย. 63				
19 เม.ย. 63				
20 เม.ย. 63	240.00	102.00	18.00	17.65%
21 เม.ย. 63	230.00	102.00	13.00	12.75%
22 เม.ย. 63	250.00	108.00	17.00	15.74%
23 เม.ย. 63	260.00	109.00	21.00	19.27%
24 เม.ย. 63	220.00	96.00	14.00	14.58%
25 เม.ย. 63				
26 เม.ย. 63				
27 เม.ย. 63	224.00	102.00	10.00	9.80%
28 เม.ย. 63	235.00	101.00	16.50	16.34%
29 เม.ย. 63	218.00	99.00	10.00	10.10%
30 เม.ย. 63	260.00	106.00	24.00	22.64%
	4,982.00	**2,161.00**	**330.00**	**15.23%**

ข้อมูลการผลิตเดือนพฤษภาคม 2563

วันที่	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ของเสีย	ร้อยละของเสีย
1 พ.ค. 63				
2 พ.ค. 63				
3 พ.ค. 63				
4 พ.ค. 63				
5 พ.ค. 63	240.00	101.00	19.00	18.81%
6 พ.ค. 63				
7 พ.ค. 63	250.00	108.00	17.00	15.74%
8 พ.ค. 63	240.00	99.00	21.00	21.21%
9 พ.ค. 63				
10 พ.ค. 63				
11 พ.ค. 63	225.00	101.00	11.50	11.39%
12 พ.ค. 63	235.00	102.00	15.50	15.20%
13 พ.ค. 63	240.00	101.00	19.00	18.81%
14 พ.ค. 63	250.00	108.00	17.00	15.74%
15 พ.ค. 63	240.00	99.00	21.00	21.21%
16 พ.ค. 63				
17 พ.ค. 63				
18 พ.ค. 63	240.00	102.00	18.00	17.65%
19 พ.ค. 63	230.00	102.00	13.00	12.75%
20 พ.ค. 63	250.00	110.00	15.00	13.64%
21 พ.ค. 63	260.00	105.00	25.00	23.81%
22 พ.ค. 63	220.00	95.00	15.00	15.79%
23 พ.ค. 63				
24 พ.ค. 63				
25 พ.ค. 63	220.00	98.00	12.00	12.24%
26 พ.ค. 63	225.00	99.00	13.50	13.64%
27 พ.ค. 63	230.00	102.00	13.00	12.75%
28 พ.ค. 63	225.00	100.00	12.50	12.50%
29 พ.ค. 63	228.00	96.00	18.00	18.75%
30 พ.ค. 63				
31 พ.ค. 63				
	4,248.00	**1,828.00**	**296.00**	**16.20%**

ข้อมูลการผลิตเดือนมิถุนายน 2563

วันที่	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ของเสีย	ร้อยละของเสีย
1 มิ.ย. 63	235.00	101.00	16.50	16.34%
2 มิ.ย. 63	235.00	102.00	15.50	15.20%
3 มิ.ย. 63				
4 มิ.ย. 63	260.00	109.00	21.00	19.27%
5 มิ.ย. 63	240.00	101.00	19.00	18.81%
6 มิ.ย. 63				
7 มิ.ย. 63				
8 มิ.ย. 63	240.00	99.00	21.00	21.21%
9 มิ.ย. 63	235.00	101.00	16.50	16.34%
10 มิ.ย. 63	218.00	99.00	10.00	10.10%
11 มิ.ย. 63	225.00	101.00	11.50	11.39%
12 มิ.ย. 63	235.00	102.00	15.50	15.20%
13 มิ.ย. 63				
14 มิ.ย. 63				
15 มิ.ย. 63	240.00	99.00	21.00	21.21%
16 มิ.ย. 63	210.00	92.00	13.00	14.13%
17 มิ.ย. 63	230.00	97.00	18.00	18.56%
18 มิ.ย. 63	240.00	102.00	18.00	17.65%
19 มิ.ย. 63	230.00	102.00	13.00	12.75%
20 มิ.ย. 63				
21 มิ.ย. 63				
22 มิ.ย. 63	220.00	95.00	15.00	15.79%
23 มิ.ย. 63	230.00	102.00	13.00	12.75%
24 มิ.ย. 63	250.00	104.00	21.00	20.19%
25 มิ.ย. 63	220.00	98.00	12.00	12.24%
26 มิ.ย. 63	225.00	99.00	13.50	13.64%
27 มิ.ย. 63				
28 มิ.ย. 63				
29 มิ.ย. 63	228.00	96.00	18.00	18.75%
30 มิ.ย. 63	215.00	97.00	10.50	10.82%
	4,861.00	**2,098.00**	**332.50**	**15.64%**

ข้อมูลการผลิตเดือนกรกฎาคม 2563

วันที่	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ของเสีย	ร้อยละของเสีย
1 ก.ค. 63	240.00	102.00	18.00	17.65%
2 ก.ค. 63	230.00	102.00	13.00	12.75%
3 ก.ค. 63	225.00	99.00	13.50	13.64%
4 ก.ค. 63				
5 ก.ค. 63				
6 ก.ค. 63				
7 ก.ค. 63				
8 ก.ค. 63	240.00	99.00	21.00	21.21%
9 ก.ค. 63	235.00	101.00	16.50	16.34%
10 ก.ค. 63	218.00	99.00	10.00	10.10%
11 ก.ค. 63				
12 ก.ค. 63				
13 ก.ค. 63	235.00	101.00	16.50	16.34%
14 ก.ค. 63	235.00	102.00	15.50	15.20%
15 ก.ค. 63	240.00	99.00	21.00	21.21%
16 ก.ค. 63	210.00	92.00	13.00	14.13%
17 ก.ค. 63	230.00	97.00	18.00	18.56%
18 ก.ค. 63				
19 ก.ค. 63				
20 ก.ค. 63	235.00	102.00	15.50	15.20%
21 ก.ค. 63	240.00	101.00	19.00	18.81%
22 ก.ค. 63	220.00	95.00	15.00	15.79%
23 ก.ค. 63	230.00	102.00	13.00	12.75%
24 ก.ค. 63	250.00	104.00	21.00	20.19%
25 ก.ค. 63				
26 ก.ค. 63				
27 ก.ค. 63	240.00	101.00	19.00	18.81%
28 ก.ค. 63				
29 ก.ค. 63	228.00	96.00	18.00	18.75%
30 ก.ค. 63	235.00	102.00	15.50	15.20%
31 ก.ค. 63	240.00	101.00	19.00	18.81%
	4,656.00	**1,997.00**	**331.00**	**16.91%**

ภาคผนวก ข
ข้อมูลการทดลองหลังปรับปรุงกระบวนการผลิต

ข้อมูลการทดลองการผลิต เดือนสิงหาคม 2563

สิงหาคม	วัตถุดิบ	ผลิตภัณฑ์	ของเสีย	ร้อยละของเสีย
1	50.00	24.50	1.01	4.12%
2	50.00	24.35	1.30	5.34%
3	50.00	24.50	1.00	4.08%
4	50.00	24.38	1.25	5.13%
5	50.00	24.25	1.50	6.19%
6	50.00	24.31	1.38	5.66%
7	50.00	24.23	1.55	6.40%
8	50.00	24.21	1.58	6.50%
9	50.00	24.48	1.05	4.29%
10	50.00	24.19	1.63	6.72%
11	50.00	24.25	1.50	6.19%
12	50.00	24.29	1.43	5.87%
13	50.00	24.48	1.05	4.29%
14	50.00	24.14	1.73	7.15%
15	50.00	24.41	1.18	4.83%
16	50.00	24.50	1.00	4.08%
17	50.00	24.30	1.40	5.76%
18	50.00	24.29	1.42	5.85%
19	50.00	24.10	1.80	7.47%
20	50.00	24.38	1.25	5.13%
21	50.00	24.36	1.28	5.23%
22	50.00	24.35	1.30	5.34%
23	50.00	24.34	1.33	5.44%
24	50.00	24.33	1.35	5.55%
25	50.00	24.31	1.38	5.66%
26	50.00	24.40	1.20	4.92%
27	50.00	24.33	1.35	5.55%
28	50.00	24.30	1.40	5.76%
29	50.00	24.28	1.45	5.97%
30	50.00	24.38	1.25	5.13%
31	50.00	24.40	1.20	4.92%
	1,550.00	**754.27**	**41.46**	**5.50%**

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	คมศ์ ศักดิ์ศรีวัฒนา
วัน เดือน ปี เกิด	วันศุกร์ที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	ชลบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2556 บริหารธุรกิจบัณฑิต (การจัดการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ที่อยู่ปัจจุบัน	เอส.เอส.พี. เซ็นเตอร์เซอร์วิส เลขที่ 194/3 หมู่ที่ 1 ซอยสุขใจ ตำบลหนองไม้แดง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20002