เทคโนโลยีสะอาดสำหรับการลดของเสียในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

โดย
นางสาวมณีรัตน์ นกยุงทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

เทคโนโลยีสะอาดสำหรับการลดของเสียในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

โดย
นางสาวมณีรัตน์ นกยุงทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

CLEAN TECHNOLOGY FOR REDUCING WASTE IN THE INSTANT NOODLE PRODUCTION PROCESS

By

MISS Maneerat NOKYUNGTHONG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

Department of ENVIRONMENTAL SCIENCE

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2019

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	เทคโนโลยีสะอาดสำหรับการลดของเสียในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป
โดย	มณีรัตน์ นกยุงทอง
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ ศรีแดง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ดร.ดาวรุ่ง สังข์ทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศรีแดง)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญเนตร สมบัติสมภพ)

58311303 : วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : เทคโนโลยีสะอาด, น้ำล้างอุปกรณ์และเครื่องจักร, กระบะทอด

นางสาว มณีรัตน์ นกยุงทอง: เทคโนโลยีสะอาดสำหรับการลดของเสียในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. พรทิพย์ ศรีแดง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสาเหตุการเกิดของเสียและนำหลักเทคโนโลยีสะอาดมาประยุกต์ใช้ในการลดของเสียที่แหล่งกำเนิดในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โดยรวบรวมข้อมูลการใช้ทรัพยากร วัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ วิธีการปฏิบัติงาน แหล่งกำเนิดของเสีย สาเหตุ และปริมาณของเสีย ผลการศึกษาพบว่า ขั้นตอนการผลิตย่อยที่เกิดของเสียและเกิดการสูญเสียมากคือ ขั้นตอนการทอด การเป่าเย็น และขั้นตอนการบรรจุจัดเก็บ โดยเกิดน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ร้อยละ 99.65 (ต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ 32,745 กิโลกรัม) เนื่องจากการล้างทำความสะอาดไม่มีเกณฑ์การตรวจสอบประสิทธิภาพหลังการล้าง ซึ่งเกิดจากพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานและความเฉพาะของเครื่องจักร โดยนำปัญหาดังกล่าวมาปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเสนอแนวทางปรับปรุงการดำเนินงานด้วยการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีและกระบวนการทำงาน คือ กำหนดระเบียบปฏิบัติการล้างกระบะทอด กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบประสิทธิภาพการล้าง การฝึกอบรมพนักงาน และการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

ผลศึกษาการตรวจประเมินละเอียดและการปฏิบัติตามข้อเสนอแนวทางการปรับปรุง พบว่าพนักงานมีความตระหนักเรื่องการใช้น้ำมากขึ้นร้อยละ 80 ของพนักงานทั้งหมดในขั้นตอนการผลิตย่อย (การทอด) กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบประสิทธิภาพการล้างและจัดทำระเบียบปฏิบัติการล้างสามารถลดความผิดพลาดในการปฏิบัติงานได้ร้อยละ 100 ของจำนวนการล้างปี 2561 สำหรับการปรับเปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) พบว่า สามารถลดการใช้น้ำล้างทำความสะอาดได้ร้อยละ 41.46 ลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้ร้อยละ 28.57 ลดปริมาณการใช้น้ำยาล้างภาชนะได้ร้อยละ 69.57 และลดค่าใช้จ่ายสำหรับจ่ายให้ผู้รับเหมาได้ร้อยละ 100 ยอดรวมทุกรายการที่ประหยัดได้เท่ากับ 11,868 บาทต่อรอบการเปิดล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

58311303 : Major (ENVIRONMENTAL SCIENCE)
Keyword : CLEAN TECHNOLOGY, WATER WASHING EQUIPMENT AND MACHINERY, FRYING PANS

MISS MANEERAT NOKYUNGTHONG : CLEAN TECHNOLOGY FOR REDUCING WASTE IN THE INSTANT NOODLE PRODUCTION PROCESS THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR PORNTHIP SRIDANG

The objective of this research was to study causes of waste generation and to apply clean technology principles for reducing waste at the source in the instant noodle production process. This study was conducted by collecting the data of raw materials and packaging. The way of working in the process, source of waste, cause and amount of waste were also investigated. The results indicated that the sub-production process generated several wastes and causing lost of resources in the production coming from cold frying process and packing process. The waste water from washing process (equipment and miscellaneous) was about 99.65% (per product production cycle of 32,745 kilograms) due to no cleaning criteria and no checking of efficiency and washing output. This also caused by the behavior for all employees. The specific of the machine was found to be one of the problems discussions and proposed to take in action by changing the technology and working procedures, (define regulations for clearing fried machine, determine the criteria for clearing performance, check staff after training and change in machinery technology).

The results of detailed assessment and the proposed of guidelines for implementing could improved 80% of all employees to aware of water usage in the sub-production process (frying). The criteria of washing efficiency and cleaning procedures were set up as regular checking. This could reduced the error in operation by 100% of the amount of cleaning in year 2018. For the change of the heat exchanger showed that it reduced the use of washable water by 41.46%, working time for 28.57% reduction, consumption of detergent remaining 69.57% and cost reduction for the contractor operated about 100%. All suggestions implemented could save around 11,868 baht per opening of heat exchange washing.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศรีแดง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ ในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย และขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. ดาวรุ่ง สังข์ทอง และรองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญเนตร สมบัติสมภพ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณท่านผู้บริหารและบุคลากรโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในเรื่องข้อมูลประกอบการศึกษา การเก็บผลการศึกษา และงานเอกสารต่าง ๆ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรทุกท่านที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ ตลอดในการทำวิจัยครั้งนี้

คุณค่าหรือประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ที่อบรมสั่งสอน แนะนำ ให้การสนับสนุน ความช่วยเหลือทุก ๆ ด้าน รวมถึงสามี เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่เป็นผู้อยู่เบื้องหลังกำลังใจอย่างดียิ่งแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

มณีรัตน์ นกยุงทอง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูป ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 3

1.3 ขอบเขตการศึกษา 3

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ 4

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 5

2.1 เทคโนโลยีสะอาด 5

2.2 หลักเทคโนโลยีสะอาด 5

2.3 วิธีการดำเนินงานเทคโนโลยีสะอาด 6

2.3.1 การลดที่แหล่งกำเนิด 6

2.3.2 การนำของเสียกลับมาใช้ซ้ำ หรือ นำกลับมาใช้ใหม่ 7

2.4 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด 7

2.4.1 การวางแผนและการจัดองค์กร 7

2.4.2 การประเมินเบื้องต้น 9

2.4.3 การประเมินโดยละเอียด 10

2.4.4 การศึกษาความเป็นไปได้ในทางเศรษฐศาสตร์ 13
2.4.5 การลงมือปฏิบัติ 15
2.5 กระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป 16
2.5.1 ต้นทุนการผลิต 17
2.5.2 ความสูญเปล่าในกระบวนการ 18
2.5.3 ประเด็นการใช้ทรัพยากรที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมรายสาขาก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่ 18
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 28
3.1 แผนการศึกษา 28
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ 29
3.3 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล 29
3.3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) 29
3.3.2 ข้อมูลทุติยภูมิจากการเก็บรวบรวมข้อมูลของโรงงาน 30
3.4 วิเคราะห์ข้อมูลและจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา 30
3.4.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ 30
3.4.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ 30
3.4.3 การใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ 31
3.5 สรุปประเด็นปัญหา 32
3.6 สรุปผลการศึกษา 32
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล 33
4.1 ผลการศึกษา 33
4.2 การรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน 33
4.3 การตรวจประเมินเบื้องต้น 34

4.3.1 ข้อมูลพื้นฐานของโรงงานเกี่ยวกับทรัพยากรในกระบวนการผลิต 34
4.3.2 กระบวนการผลิต 35
4.3.3 การใช้ทรัพยากรต่อผลิตภัณฑ์ 39
4.3.4 จุดที่มีการสูญเสีย 41
4.3.5 การวิเคราะห์สาเหตุการเกิดของเสียและการสูญเสียและแนวทางการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต 44
4.3.6 ประเด็นพิจารณาที่ 1 การสูญเสียทรัพยากรน้ำในการล้างอุปกรณ์และทำความสะอาดสายการผลิต 48
4.3.7 ประเด็นพิจารณาที่ 2 การเปรียบเทียบวิธีการล้างทำความสะอาดกระบะทอดบะหมี่ 53
4.3.8 ประเด็นพิจารณาที่ 3 การเปรียบเทียบกรณีเปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) 60
4.4 อภิปรายผลการศึกษา 66
บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ 68
5.1 สรุปผลการศึกษา 68
5.2 ข้อเสนอแนะ 69
รายการอ้างอิง 70
ภาคผนวก 79
ภาคผนวก ก แบบฟอร์มที่ใช้ในการศึกษา 71
ภาคผนวก ข การคำนวณ 81
ประวัติผู้เขียน 85

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี 43

ตารางที่ 4.2 คัดเลือกขั้นตอนการผลิตย่อยของกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เพื่อนำไปสู่การลำดับความเป็นไปได้ในการปรับปรุง 47

ตารางที่ 4.3 ข้อสรุปความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต (แบบบันทึกข้อคิดเห็นในภาคผนวก ก.4) 48

ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตต่อการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป 32,745 กิโลกรัม 50

ตารางที่ 4.5 ข้อเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดเพื่อนำข้อเสนอไปปฏิบัติ 51

ตารางที่ 4.6 ปริมาณทรัพยากรที่ใช้ในการล้างกระบะทอดบะหมี่ 55

ตารางที่ 4.7 ข้อเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่นำมาปฏิบัติทันที 58

ตารางที่ 4.8 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการล้างกระบะทอด 60

ตารางที่ 4.9 ข้อเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่ศึกษาเพิ่มและเลือกปฏิบัติ 65

ตารางที่ 4.10 ปริมาณทรัพยากรที่ใช้ในการล้างหลังเปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 66

ตารางที่ 4.11 ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้จากการเปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 66

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 วิธีการแก้ปัญหาของเทคโนโลยีสะอาด 6

รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป..... 17

รูปที่ 3.1 แผนผังการทดลอง..... 28

รูปที่ 4.1 แผนผังโรงงานบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป..... 34

รูปที่ 4.2 การผสมแป้ง 35

รูปที่ 4.3 การรีดแผ่นแป้ง..... 35

รูปที่ 4.4 การตัดให้เป็นเส้น 36

รูปที่ 4.5 การนึ่งแป้ง..... 36

รูปที่ 4.6 การราดน้ำอ่อน..... 37

รูปที่ 4.7 การตัดแต่งก้อนบะหมี่..... 37

รูปที่ 4.8 การทอดบะหมี่..... 38

รูปที่ 4.9 การเป่าเย็น..... 38

รูปที่ 4.10 การบรรจุ..... 39

รูปที่ 4.11 ปริมาณสารเข้าและออกของกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปข้อมูล ณ. เดือน กรกฎาคม - พฤศจิกายน พ.ศ. 2560..... 40

รูปที่ 4.12 การสำรวจพื้นที่กระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป 41

รูปที่ 4.13 เศษบะหมี่ร่วง..... 41

รูปที่ 4.14 บะหมี่ไม่ได้มาตรฐาน..... 42

รูปที่ 4.15 น้ำมันพืชใช้แล้ว..... 42

รูปที่ 4.16 ลักษณะน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์และเครื่องจักร 42

รูปที่ 4.17 วิเคราะห์สาเหตุการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป..... 44

รูปที่ 4.18 สัดส่วนของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป..... 45

รูปที่ 4.19 อัตราการสูญเสียน้ำมันปาล์มและแป้งในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป..... 46

รูปที่ 4.20 การแสดงความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต 47

รูปที่ 4.21 การใช้สายยางปลายเปิดฉีดล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ 50

รูปที่ 4.22 เครื่องฉีดน้ำที่สามารถควบคุมการเปิด - ปิดที่ปลายสาย 52

รูปที่ 4.23 วิธีการล้างตามข้อกำหนดของลูกค้า 56

รูปที่ 4.24 วิธีการล้างในอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน 57

รูปที่ 4.25 วิธีการล้างแบบมาตรฐาน 57

รูปที่ 4.26 การล้างกระบะควบคู่กับการล้างโมลด์ 58

รูปที่ 4.27 ขั้นตอนการล้างกระบะทอดตามข้อกำหนดของลูกค้าหลังการปรับปรุง 59

รูปที่ 4.28 การประชุมร่วมกันของผู้บริหาร 61

รูปที่ 4.29 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเก่า 62

รูปที่ 4.30 ลักษณะภายในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเก่า 62

รูปที่ 4.31 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบใหม่ 63

รูปที่ 4.32 ลักษณะภายในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบใหม่ 64

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เป็นอาหารที่แปรรูปมาจากข้าว เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่อยู่ในกลุ่มของอุตสาหกรรมอาหารประเภทอาหารสำเร็จรูปที่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นอยู่ที่เปลี่ยนไปของผู้บริโภค ซึ่งเป็นที่นิยมของกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้เกิดการขยายตัวของธุรกิจ และส่งผลให้เกิดการแข่งขันทางการตลาดในเชิงธุรกิจอุตสาหกรรม ทำให้การผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปต้องเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตร่วมกับการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นผู้ประกอบการบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจำเป็นต้องปรับกระบวนการผลิต และการบริหารต้นทุนการผลิตอย่างต่อเนื่องให้อยู่ในระดับที่ต่ำ รวมถึงของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการต้องมีน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย

อุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีการเติบโตและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ธุรกิจบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปสามารถแข่งขันได้ในตลาด บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบ่งชนิดของผลิตภัณฑ์ออกเป็นชนิดซอง 95% ชนิดถ้วยและชาม 5% (นิติ วรานันตกุล, 2550) สำหรับ 4-5 ปีที่ผ่านมาตลาดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปในประเทศมีอัตราการเติบโตลดลงอย่างต่อเนื่องอยู่ที่ 1.6 - 1.7 หมื่นล้านบาท และคาดว่าในปี 2561 แนวโน้มตลาดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเติบโตร้อยละ 1 - 2 มูลค่าประมาณ 1,500 ล้านบาท (อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร, 2559) และจากรายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2561 พบว่าแนวโน้มการผลิตและจำหน่ายของผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปริมาณการการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปปี 2560 พอสรุปได้ว่า การผลิตและจำหน่ายอาหารในประเทศปี 2561 มีปริมาณ 40,212,383.241 ตัน และ 21,546,159.471 ตัน ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี 2560 ร้อยละ 14.21 (%YoY) และ 4.37 (%YoY) จากการจำหน่ายในกลุ่มน้ำตาล น้ำมันพืช ปศุสัตว์ นม และบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2562)

การผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปของผู้ผลิตในประเทศไทย ใช้เครื่องจักรที่ทันสมัยสามารถผลิตในปริมาณมากเพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออก โดยต้นทุนการผลิตเป็นค่าวัตถุดิบ เช่น แป้งสาลี น้ำมันปาล์ม เนื้อสัตว์ ไข่ไก่ และเครื่องปรุงรส รองลงมาเป็นค่าไฟฟ้า ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ตามลำดับ สำหรับกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปของผู้ประกอบการประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การผสมและนวดแป้ง การรีดเป็นเส้นและการต้ม การตัดเป็นก้อน การทอดในน้ำมันปาล์ม การบรรจุในซองหรือภาชนะบรรจุประเภทอื่น ๆ การบรรจุหีบห่อ ตามลำดับ จากขั้นตอนการ

ผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปในขั้นตอนการทอดบะหมี่ใช้วัตถุดิบน้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบหลัก และเกิดการสูญเสียวัตถุดิบน้ำมันปาล์มไปกับผลิตภัณฑ์ น้ำมันที่เหลือจากการทอด กากของเสีย น้ำมันหกรั่วไหล และน้ำมันที่ปนเปื้อนไปกับน้ำล้างทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องจักร ซึ่งส่งผลให้ผู้ประกอบการต้องเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในการจัดการของเสียน้ำมันปาล์ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการล้างทำความสะอาดกระบะทอดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ที่ต้องใช้ทรัพยากรน้ำ พลังงานความร้อน และสารเคมีปริมาณมากในการล้างทำความสะอาดของเสียน้ำมันปาล์ม คราบไขมันที่ติดอยู่ตามภาชนะ อุปกรณ์เครื่องจักร และบริเวณพื้นส่วนของกระบะทอด รวมถึงต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนด้วยน้ำมันและไขมันเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้นผู้ประกอบการควรต้องพิจารณาปรับปรุงเทคนิคการผลิตควบคู่ไปกับการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นการป้องกันและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้น ภายใต้การใช้ทรัพยากร พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555)

สำหรับประเทศไทย กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงนำหลักเทคโนโลยีสะอาดมาปรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม อันจะก่อให้เกิดการพัฒนาศักยภาพในการผลิต และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง ตลอดจนรักษาสิ่งแวดล้อมในแนวทางแบบยั่งยืน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

ดังนั้นอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจึงนำแนวทางในการลดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ สำหรับเทคโนโลยีสะอาดก็เป็นแนวทางเลือกในการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการให้เหลือน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย เทคโนโลยีสะอาดเป็นกลยุทธ์ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด หรือเกิดของเสียน้อยที่สุด ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลง ช่วยลดความเสียเปรียบทางด้านต้นทุนการผลิตและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันระหว่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการประยุกต์ใช้หลักเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก ผู้จัดทำจึงมีความสนใจศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในสายการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เพื่อลดของเสียจากแหล่งกำเนิดในขั้นตอนการทอดบะหมี่ เนื่องจากกระบวนการผลิตของโรงงานที่ทำการศึกษาเป็นกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง น้ำมันที่เข้าสู่ขั้นตอนการทอดมีการเติมทุก ๆ หนึ่งชั่วโมง และเมื่อทอดเสร็จแล้วน้ำมันที่เหลือถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการทอดของสายการผลิตอื่นหรือจัดเก็บไว้ในถังพักเพื่อรอการนำไปใช้ ซึ่งจากเทคนิคของเทคโนโลยีสะอาด งานวิจัยนี้สามารถนำแนวทางการลดของเสียจากแหล่งกำเนิดด้วยการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต จะพิจารณาแหล่งที่ทำให้เกิดการสูญเสีย เมื่อทราบแหล่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียซึ่งนำไปสู่การหาวิธีการป้องกันและแก้ไขเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และเป็นข้อมูลประเมินความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปในประเทศไทยต่อไป เพื่อเพิ่มขีด

ความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง ตลอดจนรักษาสิ่งแวดล้อมในแนวทางแบบยั่งยืน

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาหาสาเหตุการเกิดของเสียในสายการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

1.2.2 ศึกษาหาแนวทางการนำหลักเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการลดของเสียที่แหล่งกำเนิดในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

1.2.3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและการมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต

1.3 ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้หลักเทคโนโลยีสะอาดในพื้นที่การผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เพื่อลดการเกิดของเสียในขั้นตอนการทอดบะหมี่ของอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โดยศึกษาหาสาเหตุของการเกิดของเสียในขั้นตอนการทอดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เพื่อลดปริมาณของเสียที่แหล่งกำเนิด ซึ่งพอสรุปขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต และเลือกกระบวนการผลิต ได้แก่ กระบวนการผลิตขนมข้าวอบกรอบ กระบวนการผลิตข้าว กระบวนการผลิตเครื่องปรุง กระบวนการผลิตโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป กระบวนการผลิตถ้วย EPS. และกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โดยเข้าไปศึกษาสำรวจภาพรวมของโรงงานและกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

1.3.2 วิเคราะห์ข้อมูลกระบวนการผลิต และขั้นตอนการล้างกระบะทอดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป การวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โดยรวบรวมจากการเก็บข้อมูลของโรงงานมาประกอบการวิเคราะห์ เพื่อเป็นตัวแทนในการในการสำรวจศึกษา เพื่อนำเสนอแนวทางการปรับปรุงที่สามารถทำได้ทันทีและนำแนวทางที่จำเป็นต้องศึกษาอย่างละเอียด เข้าสู่การพิจารณาเลือกเก็บข้อมูลแบบละเอียดในขั้นตอนที่มีปริมาณการสูญเสียเกิดขึ้นมากหรือเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีความเป็นไปได้ในการนำทางเลือกมาปฏิบัติด้วยการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา เพื่อหาสาเหตุและได้แนวทางในการปรับปรุงต่อไป

1.3.3 ศึกษาความเป็นไปได้ของแนวทางที่ต้องทดลองเพิ่มแบบละเอียดด้วยการทดลอง ซึ่งได้จากการคัดเลือกทางเลือกในการปรับปรุง ทำการศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม เพื่อจัดลำดับการคัดเลือกข้อเสนอในการนำเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติ

1.3.4 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลของแนวทางก่อนและหลังปรับปรุง โดยพิจารณาเลือกข้อเสนอที่ดีที่สุดในการปรับปรุง แล้วให้ผลลดการใช้ทรัพยากรหรือลดของเสียที่เกิดขึ้น จากนั้นนำข้อเสนอที่ถูกเลือกไปใช้วางแผนการดำเนินงานการใช้ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ประเมินมูลค่าการ

ประหยัดของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด พร้อมทั้งเก็บข้อมูลก่อนและหลังการปรับใช้ข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดและสรุปผล

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ได้สาเหตุของการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

1.4.2 ได้แนวทางเลือกในการลดของเสียจากแหล่งกำเนิดและวิธีการป้องกันการเกิดผลกระทบที่เกิดขึ้น

1.4.3 ได้ข้อมูลของเสียและค่าใช้จ่ายในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1 เทคโนโลยีสะอาด

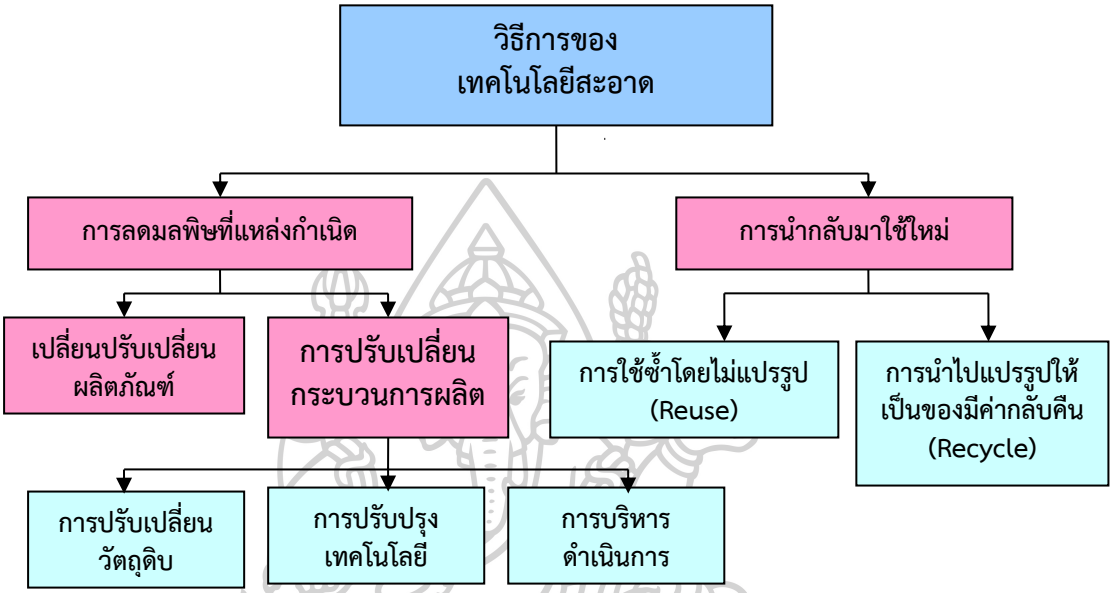
เทคโนโลยีสะอาดหมายถึง กลยุทธ์ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ บริการ และกระบวนการอย่างต่อเนื่อง เพื่อจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ คือ ให้เปลี่ยนเป็นของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย นั่นหมายถึง การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและการนำกลับมาใช้ใหม่ จึงเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมและลดค่าใช้จ่ายในการผลิต พร้อมกันนั้นเป็นการเพิ่มสมรรถนะในการแข่งขันทางการค้าและการพัฒนาที่ยั่งยืน ดังนั้นจึงเป็นแนวทางที่จำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมในปัจจุบันและอนาคต โดยที่เทคโนโลยีสะอาดเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการนำองค์กรไปสู่การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม และอนุกรมมาตรฐาน ISO 14001 จึงเป็นกลไกหนึ่งในการส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียวัตถุดิบ และการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต การลดของเสียที่แหล่งกำเนิดสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ และการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต การเปลี่ยนแปลงเพื่อลดการสูญเสียที่เกิดจากการใช้ผลิตภัณฑ์ เช่น การทำผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่ เพื่อลดปริมาณของเสียจากผลิตภัณฑ์ การประหยัดผลิตภัณฑ์ โดยออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการใช้งานยาวนาน และการเปลี่ยนองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ ออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อให้สามารถแยกส่วนและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตเป็นการพิจารณาแหล่งที่ทำให้เกิดการสูญเสีย เมื่อทราบแหล่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียแล้ว ต้องหาวิธีป้องกันและแก้ไข เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เช่น การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี และปรับปรุงกระบวนการดำเนินการ เพื่อลดการเกิดของเสียในกระบวนการ

2.2 หลักเทคโนโลยีสะอาด

หลักเทคโนโลยีสะอาด คือ การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดเพื่อขจัดปัญหาการสูญเสียและการเกิดมลพิษที่ต้นตอ และหากยังมีของเสียเกิดขึ้นต้องพยายามนำของเสียเหล่านั้นกลับมาใช้ซ้ำ หรือนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อให้มีของเสียที่ต้องบำบัดหรือฝังทิ้งเหลืออยู่น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553)

2.3 วิธีการดำเนินงานเทคโนโลยีสะอาด

เทคโนโลยีสะอาดมีวิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การลดมลพิษที่แหล่งกำเนิด (Source Reduction) และการนำของเสียกลับมาใช้ซ้ำ หรือนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 วิธีการแก้ปัญหาของเทคโนโลยีสะอาด

ที่มา: สุทธิรัตน์ ศิลาคำ (2557)

2.3.1 การลดที่แหล่งกำเนิด

การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด เป็นการลดการก่อให้เกิดของเสีย เพื่อค้นหาแหล่งเนิดของเสียหรือมลพิษที่เกิดขึ้น ซึ่งนำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุเพื่อมุ่งเน้นให้การออกแบบการผลิตส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด

2.3.1.1 การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์

การเปลี่ยนแปลงเพื่อลดการสูญเสียที่เกิดจากการใช้ผลิตภัณฑ์ เช่น การทำผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่ เพื่อลดปริมาณของเสียจากผลิตภัณฑ์ การประหยัดผลิตภัณฑ์ โดยออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการใช้งานยาวนาน และการเปลี่ยนองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ ออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อให้สามารถแยกส่วน และนำกลับมาใช้ใหม่ได้

2.3.1.2 การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต

การพิจารณาแหล่งที่ทำให้เกิดการสูญเสีย เมื่อทราบแหล่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียแล้ว ต้องหาวิธีป้องกันและแก้ไข เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ สามารถช่วยลดของเสียได้โดยการลดหรือกำจัดวัสดุอันตรายที่เข้าสู่กระบวนการผลิต โดยใช้วัตถุดิบที่สะอาด และมีสารพิษน้อย รวมถึงการใช้วัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ลดปริมาณวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพเข้าสู่โรงงาน เพื่อลดเวลาการคัดคุณภาพ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสม่ำเสมอ

2) เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี มุ่งเน้นที่การดัดแปลงกระบวนการและเครื่องมือเพื่อลดของเสียในกระบวนการ เช่น ติดตั้งเครื่องจักรระบบอัตโนมัติ เปลี่ยนกระบวนการผลิต รวมถึงการเปลี่ยนผังการติดตั้งเครื่องจักร

3) ปรับปรุงกระบวนการดำเนินการ โดยเน้นการบริหารการปฏิบัติงานให้มีขั้นตอนการผลิตที่เหมาะสม เช่น มีกระบวนการทำงานและขั้นตอนบำรุงรักษาชัดเจน วางแผนให้การไหลของงานเป็นไปโดยสะดวก

2.3.2 การนำของเสียกลับมาใช้ซ้ำ หรือ นำกลับมาใช้ใหม่

การนำของเสียกลับคืนมาใช้ประโยชน์ เป็นการจัดการของเสียที่ต้องพิจารณาในขั้นตอนหลังจากการเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ ในการลดปริมาณของเสีย โดยอาศัยเทคนิคการใช้ซ้ำหรือผ่านกระบวนการเพื่อนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงนำผ่านกระบวนการเพื่อทำให้เป็นผลพลอยได้ เพื่อให้มีการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงนำผ่านกระบวนการเพื่อทำให้เป็นผลพลอยได้ เพื่อให้มีของเสียที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ที่ต้องนำไปบำบัดหรือทิ้งทำลายเหลืออยู่น้อยที่สุด

การใช้ซ้ำ หมายถึง การนำมาเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตเดิม หรือนำไปใช้ในกระบวนการอื่น

การเปลี่ยนแปลงเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ หมายถึง การนำไปผ่านกระบวนการเพื่อนำทรัพยากรกลับมาใช้อีก หรือนำไปผ่านกระบวนการเพื่อทำให้เป็นผลพลอยได้ (นนท์ สำราญทรัพย์, 2549)

2.4 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด

ตามหลักการของสภาอุตสาหกรรมรมแห่งประเทศไทย ได้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ การวางแผนและการจัดองค์กร การประเมินเบื้องต้น การประเมินละเอียด การศึกษาความเป็นไปได้ และการลงมือปฏิบัติ (สถาบันสิ่งแวดล้อมสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2547)

2.4.1 การวางแผนและการจัดองค์กร

วัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้แก่ผู้บริหารและพนักงานในองค์กรเกี่ยวกับหลักการของเทคโนโลยีสะอาด พร้อมทั้งสร้างพื้นฐานความคิดเกี่ยวกับการอุทิศตนหรือการเล็งเห็นและห่วงใยในด้านสิ่งแวดล้อม ต้องมีการเข้าร่วมและตกลงกันภายในองค์กรเกี่ยวกับการปฏิบัติเทคโนโลยีสะอาด มีการจัดตั้งงบประมาณและทรัพยากรบุคคลเข้ามาปฏิบัติพร้อมทั้งกำหนดวัตถุประสงค์ในการ

ประเมินผลในการทำเทคโนโลยีสะอาด โดยผู้บริหารและพนักงานในองค์กร การวางแผนและการจัดการองค์กรสามารถแบ่งได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.1.1 ผู้บริหารเข้ามามีส่วนร่วมและรับผิดชอบ เพื่อที่จะได้รับการสนับสนุนในเรื่องเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดจากคณะผู้บริหารขององค์กร พร้อมทั้งให้ข้อมูลแก่พนักงานและจำเป็นต้องกำหนดแหล่งเงินลงทุนที่จำเป็นต่อการประเมินผลด้วยการขอความเห็นชอบจากฝ่ายบริหารโดยเน้นถึงผลประโยชน์ที่จะได้รับทางเศรษฐศาสตร์ ข้อบังคับจากมาตรฐานและกฎหมายสิ่งแวดล้อมให้เห็นถึงภาพพจน์ของบริษัทกับสิ่งแวดล้อม ขอความร่วมมือโดยกำหนดให้มีผู้จัดการฝ่ายผลิตอยู่ในทีมเทคโนโลยีสะอาด รายงานความคืบหน้าให้ผู้บริหารทราบโดยตลอด และแสดงเจตนารมณ์ที่จะมุ่งมั่นให้เกิดความสำเร็จ

2.4.1.2 จัดตั้งทีมงานเพื่อทำการตรวจสอบ วัตถุประสงค์เพื่อมีทีมในการประเมินผลของโครงการพร้อมทั้งแบ่งหน้าที่รับผิดชอบของแต่บุคคลในทีม โดยการจัดตั้งทีมเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการทำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด ทบทวนสถานภาพปัจจุบันและสำรวจปัญหาวิเคราะห์ปัญหาที่พบและกำหนดแนวทางแก้ไข วางแผนปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายและลงมือปฏิบัติตามแนวทางและติดตามความคืบหน้า

ในขั้นตอนการจัดตั้งทีมเทคโนโลยีสะอาด อาจดำเนินการได้โดยคัดเลือกหัวหน้าทีม เป็นผู้นำในการแก้ไขปัญหาและฟันฝ่าอุปสรรคของการดำเนินกิจกรรม สามารถสร้างแรงจูงใจเพื่อนำทีมไปสู่ความสำเร็จ เลือกสมาชิกร่วมทีม บุคลากรทีมเทคโนโลยีสะอาดมีความสร้างสรรค์ มีความรู้และความใฝ่รู้ รับผิดชอบ ช่างสังเกต คิดเป็นระบบ ชอบการจดบันทึกเป็นนักปฏิบัติและมุ่งมั่นเพื่อความสำเร็จ ซึ่งประกอบด้วย หัวหน้าทีม (ผู้จัดการสิ่งแวดล้อม/ ผู้จัดการฝ่ายผลิต/ ผู้จัดการโรงงาน) ที่ปรึกษา (หัวหน้าวิศวกร/ ผู้จัดการโรงงาน/ ที่ปรึกษาภายนอก) และสมาชิกร่วมทีม (ตัวแทนแผนกต่าง ๆ)

2.4.1.3 ในการตั้งเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการตรวจประเมิน เพื่อให้องค์กรได้ตั้งเป้าหมายโดยรวมขององค์กรก่อน เพื่อให้เป็นแนวทางในการประเมิน โดยในการกำหนดเป้าหมายการทำเทคโนโลยีสะอาด มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการกำหนดเป้าหมาย ซึ่งประกอบด้วย กฎหมาย ข้อบังคับ และมาตรฐานสิ่งแวดล้อม ค่ามาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องจักรมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ข้อมูลการผลิตที่ผ่านมา การกำหนดเป้าหมายเทคโนโลยีสะอาดควรใช้หลัก (SMART) ซึ่งหมายถึงความไม่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ (specific) สร้างแรงจูงใจ (motivating) สามารถทำให้สำเร็จได้ (achievable) ตรวจวัดค่าได้ (recordable) มีกำหนดเวลาเสร็จสิ้นที่ชัดเจน (time)

2.4.1.4 อุปสรรคและการแก้ไขปัญหา เพื่อแจกแจงและแก้ไขอุปสรรคต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจนทำให้เกิดการประเมินต้องหยุดชะงักลงได้

2.4.2 การประเมินเบื้องต้น

วัตถุประสงค์เลือกจุดที่เน้นในการทำการประเมิน การดำเนินการขั้นตอนนี้อาจจะเป็นการพิจารณาหรือการประเมินอย่างคร่าว ๆ ซึ่งอาจจะมาจากบิลค่าใช้จ่าย หรือมาจากการพูดคุยกับพนักงานหรือผู้บริหารองค์กร จากนั้นจึงทำแผนภูมิของกระบวนการผลิต โดยจำกัดขอบเขตและเลือกประเด็นที่ต้องมุ่งเน้นในการประเมิน พร้อมทั้งต้องกำหนดและทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการทำเทคโนโลยีสะอาด และชี้จุดหรือประเด็นที่มีค่าใช้จ่ายต่ำนำมาปฏิบัติได้ทันที ซึ่งการประเมินเบื้องต้น สามารถแบ่งได้ 3 ขั้นตอนคือ

2.4.2.1 การทำแผนภูมิแสดงกระบวนการผลิต เพื่อได้เห็นภาพรวมของทั้งระบบไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบ สิ่งที่จำเป็นในการผลิต และการผลิตในแต่ละกระบวนการโดยดำเนินการดังนี้

1) การทำแผนภูมิขั้นตอนการผลิต ได้แก่ เขียนขั้นตอนการผลิตจัดลำดับขั้นตอนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

2) เก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่จำเป็น ข้อมูลทั่วไปของบริษัทและผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อที่อยู่บริษัท ชื่อผู้ติดต่อ เบอร์โทรศัพท์ จำนวนพนักงาน เวลาการทำงาน ระเบียบการปฏิบัติงาน การผลิต กฎหมายที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลด้านการเงินทุนกำไร ข้อมูลวัตถุดิบพลังงาน และน้ำ ซึ่งประกอบด้วย จำนวน ชนิดของวัตถุดิบ ปริมาณของสารหรือวัตถุดิบที่ใช้ประกอบ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปริมาณการใช้น้ำ ข้อมูลมลพิษ และของเสียจากการผลิต ซึ่งประกอบด้วย น้ำเสีย คุณภาพน้ำทิ้งตามระเบียบของทางราชการ อากาศ คุณภาพอากาศตามระเบียบของทางราชการ กากของเสียในการผลิตนำไปบำบัดและทำลายถูกหลักวิชาการ ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งประกอบด้วยผลกระทบทางด้านกายภาพ ผลกระทบทางด้านชีววิทยา ผลกระทบทางด้านเคมี และผลกระทบทางด้านจิตใจ ข้อมูลทางด้านความปลอดภัยในการทำงานซึ่งประกอบด้วย สถิติอุบัติเหตุความปลอดภัยทางอัคคีภัย ความปลอดภัยสารเคมี ความปลอดภัยระดับเสียง และความปลอดภัยในการทำงาน และข้อมูลอื่น ๆ ได้แก่ การปนเปื้อนของดินน้ำ

3) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจ สังเกต ได้แก่ วัตถุดิบ โกดัง การหมดอายุ หรือใช้ไม่ได้แล้ว กระบวนการผลิต ความเรียบร้อยทั่วไป พื้นโรงงาน การจัดวางวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ น้ำใช้ รั่ว หยด หรือเปิดทิ้งไว้ อากาศ ฝุ่นควัน ละออง ไอ กลิ่น อาการระคายเคืองตา จมูก ลำคอ วัสดุหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ผุกร่อน ท่อต่าง ๆ การติดป้ายชื่อ วิธีการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ตรวจดูประวัติการเกิด อุบัติเหตุไฟไหม้ หรือเหตุฉุกเฉิน อุปกรณ์ดับเพลิง ความพร้อมของเครื่องมือฉุกเฉิน ความสูญเสียหรืออันตรายต่าง ๆ ใช้สามัญสำนึก

2.4.2.2 ประเมินสารป้อนเข้าและออกทั้งหมด โดยใช้ข้อมูลเบื้องต้นจากการสอบถาม จากข้อมูลเอกสาร เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าสารเคมี/ วัตถุดิบ/ บรรจุภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์

ฯลฯ โดยข้อมูลสามารถสอบถามได้จากฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายขาย และการจดบันทึกของฝ่ายผลิต แล้วทำการเขียนสารและปัจจัยการผลิตเข้าและออกทั้งหมด ระบุลักษณะเฉพาะตัวและปริมาณสารขาเข้าและออก พร้อมมูลค่าทางการเงินของสารขาเข้าและออกทุกตัวเพื่อคำนวณค่าความสูญเสียในรูปค่าใช้จ่าย

2.4.2.3 เลือกประเด็นที่มุ่งเน้น เพื่อเลือกประเด็นที่จะเน้นในการทำเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งจะนำผลจากขั้นตอนข้างต้น มาเป็นพื้นฐานในการเลือกพิจารณาประเด็นที่มุ่งเน้นด้วยสาเหตุในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดมีหลายประเด็นมาก แต่จำเป็นต้องเลือกประเด็นที่มีความสำคัญและเห็นผลในการปฏิบัติมากมาทำก่อน ประเด็นที่สำคัญนี้อาจจะเป็นประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อมหรือประเด็นทางด้านเศรษฐศาสตร์ก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการขององค์กร การเลือกพิจารณาประเด็นจากข้อมูลที่ได้จากการทำแผนภูมิกระบวนการผลิตและการประเมินสารขาเข้าและขาออกทั้งหมด ทำให้ทราบรายละเอียดดังนี้

1) แหล่งและสาเหตุก่อให้เกิดของเสียจำนวนมาก
2) ทำให้เกิดการสูญเสียคิดเป็นจำนวนมาก
3) สามารถกำหนดวิธีและแนวทางแก้ไขเห็นได้อย่างชัดหรือง่ายต่อการดำเนินการ
4) ทีมเทคโนโลยีสะอาดเห็นด้วยกับแนวทางแก้ไข
5) เกี่ยวข้องกับวัตถุหรือสารเคมีหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรงต่อคนงาน สิ่งมีชีวิต
6) ระดับความรุนแรงก่อให้เกิดอันตราย
7) เกี่ยวข้องกับข้อบังคับและกฎหมาย
8) เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพการผลิต
9) มีงบประมาณและแหล่งลงทุนในการจัดการ
10) เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในอนาคต

2.4.3 การประเมินโดยละเอียด

วัตถุประสงค์ในขั้นตอนการประเมินโดยละเอียด คือ ทำการประเมินหรือวิเคราะห์ให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะนำไปหาแนวทางเลือกในการใช้เทคโนโลยีสะอาด โดยผลหรือสิ่งที่ต้องปฏิบัติในการทำงานขั้นตอนนี้ คือ การทำดุลมวลสารเพื่อทำการตรวจสอบปริมาณสารในแต่ละกระบวนการ พร้อมทั้งทำความเข้าใจอย่างละเอียดเกี่ยวกับสาเหตุของมลพิษ ณ แหล่งกำเนิด และจัดลำดับความสำคัญก่อนและหลังของตัวเลือกในเทคโนโลยีสะอาด

การประเมินเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นที่จะต้องประเมินผลอย่างละเอียด เพื่อเป็นการบ่งบอกถึงปริมาณของเสียในแต่ละกระบวนการ จึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางด้าน

วิศวกรรมเคมีในการทำดุลมวลสารและดุลพลังงานในแต่ละกระบวนการ และจำเป็นอย่างยิ่งในการประเมินผลแต่ละครั้งควรจะประเมินผลออกมาในรูปของการประเมินทางการเงิน เพื่อที่จะง่ายต่อการพิจารณาและง่ายต่อการแสดงเปรียบเทียบ ในขั้นตอนการประเมินสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ

2.4.3.1 การจัดทำสมดุลมวล เพื่อต้องการทราบปริมาณวัตถุดิบ น้ำใช้ และพลังงานทั้งหมดที่เข้าและออกจากระบบต่าง ๆ ซึ่งการคำนวณสมดุลมวลสารและพลังงาน จะใช้สมการพื้นฐานจากกฎการคงตัวของมวลสารและพลังงาน เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้นในการผลิต หรือแต่ละกิจกรรม ดังสมการคือ

มวลสารเข้าระบบ (Input) = มวลสารออกจากระบบ (Output) + มวลสารสะสม

พลังงานขาเข้า = พลังงานขาออก + พลังงานตกค้าง/ พลังงานสูญเสียในระบบ

มวลที่เข้า = วัตถุดิบ สารที่ใช้ น้ำ พลังงาน

มวลที่ออก = ผลิตภัณฑ์ มลพิษ ของเสีย น้ำเสีย อากาศเสีย

2.4.3.2 การตรวจประเมินหาสาเหตุของของเสีย เพื่อหาแหล่งกำเนิดและสาเหตุของการสูญเสีย โดยข้อมูลจากการทำสมดุลมวลจะช่วยให้หาสาเหตุได้ง่ายและชัดเจน ทั้งยังช่วยให้สร้างข้อเสนอ CT ได้ด้วย การตรวจประเมินหาสาเหตุของของเสียดำเนินการโดยตรวจสอบกิจกรรมและระบบการทำงานที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์หาลักษณะผลกระทบปัจจัยสาเหตุของการสูญเสีย โดยใช้เทคนิคช่วยในการดำเนินการ เช่น การใช้แผนผังแสดงบริเวณจุดที่เกิดของเสีย (Eco-mapping) การระดมสมอง การวิเคราะห์สาเหตุและผลจากการทำแผนภูมิก้างปลา และ แผนภูมิพาเรโต (Pareto diagram) เป็นต้น

การวิเคราะห์หาจุดที่เป็นแหล่งกำเนิดหรือสาเหตุของการสูญเสียการวิเคราะห์หาสาเหตุควรให้หัวหน้าแผนก วิศวกร และพนักงานมีส่วนร่วม คือ

1) สาเหตุมาจากวัตถุดิบ ได้แก่ ราคาถูก คุณภาพต่ำ วัตถุดิบไม่เพียงพอ มีระบบการจัดการสั่งซื้อที่ไม่เหมาะสม และมีระบบการจัดเก็บไม่เหมาะสม

2) สาเหตุที่มาจากเทคโนโลยีและอุปกรณ์ ได้แก่ การปฏิบัติงานและการดูแลรักษา (ไม่มีการตรวจสอบการใช้วัตถุดิบ เปิดเครื่องทิ้งไว้ขณะไม่มีชิ้นงาน ใช้เครื่องไม่เต็มความสามารถ ขาดการดูแลรักษาแบบปกป้อง มีการรั่วไหล หก ล้น จากท่อ ข้อต่อ สายพาน หรือถังเก็บ) กระบวนการและการออกแบบเครื่องจักร (ใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมกับสมรรถนะ ใช้วัตถุดิบที่ไม่เหมาะสม ไม่มีข้อมูลด้านการออกแบบและความสามารถของเครื่องจักร) การวางผังโรงงาน (วางเครื่องจักรโดยไม่กำหนดผัง ไม่มีพื้นที่ว่างที่เหมาะสมในการทำงาน มีการเคลื่อนย้ายวัสดุที่ไม่ดี เทคโนโลยีที่ใช้ไม่เหมาะสมกับวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ใช้เทคโนโลยีล้าสมัย)

3) สาเหตุที่เกิดจากการจัดการและปฏิบัติ ได้แก่ ขาดทักษะการปฏิบัติงาน ยึดติดการทำงานแบบเก่า ๆ ไม่กล้าเสนอปัญหาและแสดงความคิดเห็น รับผิดชอบงานมากเกินไป ผู้บริหารเน้นการผลิตมากกว่าให้ความสำคัญกับผู้ปฏิบัติงาน ขาดการอบรมและขาดเครื่องมือสาธิตประกอบการฝึกอบรม ไม่มั่นคง ขาดความปลอดภัยในการทำงาน ขาดขวัญกำลังใจในการทำงาน และผู้บริหารไม่ให้การสนับสนุนอย่างจริงจัง

4) สาเหตุที่เกิดจากของเสีย ได้แก่ ไม่มีการแยกประเภทของเสีย ไม่มีการนำกลับมาใช้ใหม่ หรือใช้ซ้ำ ไม่มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานที่สูญเสียไป และมีการขนส่งและขนย้ายสิ่งของที่ไม่เหมาะสม

5) สาเหตุมาจากผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การออกแบบผลิตภัณฑ์ของการบรรจุไม่เหมาะสม และมีส่วนประกอบของสารที่เป็นพิษ

2.4.3.3 ตั้งทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งในขั้นตอนนี้จำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลที่สำคัญต่าง ๆ ในการแก้ไขหาทางเลือก โดยทางเลือกทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงวัตถุดิบ เทคโนโลยี วิธีการปฏิบัติงาน และที่สำคัญสุดท้ายคือการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ เพราะกากของเสียที่เสียไปนั้นเป็นต้นทุนหรือเป็นวัตถุดิบของการผลิต

การจัดทำรายการทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดเพื่อการแก้ไข หลังจากทำแผนภูมิการผลิตและทราบถึงปัญหาแหล่งกำเนิดและสาเหตุที่ก่อให้เกิดของเสียแล้ว ทีมเทคโนโลยีสะอาดต้องมีการประชุมร่วมกันเพื่อหาแนวทางแก้ไข ในขั้นตอนจัดทำรายงานทางเลือกเพื่อการแก้ไขนี้ อาศัยการประชุมระดมสมองและต้องการความคิดสร้างสรรค์ โดยการกำหนดทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดอาจพิจารณาได้จากปัจจัย 5 ประการ

1) การจัดระเบียบปฏิบัติงานที่ดี

2) การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี

3) การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ

4) การปรับปรุงผลิตภัณฑ์

5) การหมุนเวียนกลับมาใช้งานใหม่

2.4.3.4 การคัดเลือกทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่มีอยู่ เพื่อทำการคัดเลือกเทคโนโลยีสะอาดสำหรับการทำขั้นตอนต่อไป โดยการคัดเลือกนั้นพิจารณาได้จาก 2 กรณีใหญ่ คือ การพิจารณาทางด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม และการพิจารณาถึงผลทางด้านการเงินในการปรับปรุงตามแนวทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด เพราะบางทางเลือกอาจจะไม่คุ้มทุนต่อการลงทุน แต่ทางเลือกนั้นอาจจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง เพราะฉะนั้นการที่เลือกทางเลือกแนวทางเลือกใด โดยการยึดกับผลกระทบทางใดนั้น จะขึ้นอยู่กับวิจารณญาณหรือแนวความคิดของผู้บริหารองค์กร โดยส่วนใหญ่จะเลือกในแนวทางด้านการเงินมาปฏิบัติก่อนเพื่อที่จะเห็นผลการปฏิบัติได้ง่ายและชัดเจนมากกว่า

การประเมินทางเลือกที่เป็นไปได้ หลังจากได้รายการของทางเลือกทั้งหมดแล้ว เนื่องจากทางเลือกที่ได้นั้นอาจมีจำนวนมาก ไม่สามารถทำได้พร้อม ๆ กันในเวลาเดียวกัน หรือทางเลือกบางทางเลือกสามารถนำมาจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้ ดังนั้นการประเมินทางเลือกประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

1) การจัดกลุ่มทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งประกอบด้วย จัดกลุ่มทางเลือกตามหน่วยการผลิต พิจารณาอุปสรรคของแต่ละทางเลือก ทางเลือกใดที่เกิดผลดีอย่างเห็นได้ชัด ทำได้ง่าย และไม่ต้องลงทุน หรือลงทุนต่ำ สามารถทำได้ทันที และคัดเลือกที่ไม่สามารถทำได้หรือไม่คุ้มทุนอย่างชัดเจนออก

2) จัดลำดับทางเลือก ควรพิจารณาถึงหลักการ 4 ประการ คือ ความเป็นไปได้ (เป็นไปได้ในทางปฏิบัติหรือไม่ หาผู้ผลิตเครื่องมือได้หรือไม่ สามารถหาที่ปรึกษาได้หรือไม่ และเคยมีผู้ใช้ทางเลือกนี้มาก่อนหรือไม่ และผลเป็นอย่างไร) ความเหมาะสมกับองค์กร (ความเหมาะสมกับวัฒนธรรมการทำงานของบริษัท เหมาะสมลักษณะกิจการผลกระทบต่อแผนการผลิตหรือขั้นตอนภายในบริษัท ต้องส่งพนักงานเข้าอบรมเพิ่มเติมหรือไม่) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ทางเลือกนั้นมีผลดี-ผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร ของเสียและมลพิษจะลดลงเท่าใด มีผลดีต่อสุขภาพอนามัยของคนงานมากเพียงใด และความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์คุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่)

2.4.4 การศึกษาความเป็นไปได้ในทางเศรษฐศาสตร์

วัตถุประสงค์เพื่อเลือกแนวทางเทคโนโลยีสะอาดมาประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ สำหรับหาผลปฏิบัติที่ได้คือ ความเป็นไปได้ในทางเลือกนั้น ๆ และผลที่เป็นลายลักษณ์อักษรที่คาดหวัง ในขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์นั้นจะมีอยู่ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.4.4.1 การประเมินเบื้องต้น เพื่อที่จะดูรายละเอียดทางเลือก พร้อมทั้งดูว่าต้องการข้อมูลรายละเอียดข้อมูลเพิ่มเติมในการประเมินผลหรือไม่

การประเมินความเป็นไปได้เบื้องต้น เป็นการประเมินว่าแต่ละทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดมีความต้องการศึกษาในรายละเอียดมากน้อยเพียงใด เพราะในบางทางเลือกอาจไม่ต้องการศึกษาที่ละเอียดมากนักสามารถปฏิบัติได้เลย การประเมินเบื้องต้นทำได้โดยการแยกประเภทของทางเลือกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1) ทางเลือกที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนวิธีการทำงาน หรือต้องการเปลี่ยนแปลง

2) ทางเลือกที่ทำได้ง่ายหรือซับซ้อน

3) ทางเลือกที่ลงทุนสูงหรือต่ำ

สำหรับทางเลือกในการเปลี่ยนวิธีการทำงานทำได้ง่ายและลงทุนต่ำ อาจไม่จำเป็นต้องศึกษารายละเอียดในขั้นตอนต่อไป

2.4.4.2 การประเมินทางด้านเทคนิค เพื่อดูความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคเพื่อที่จะเลือกทางเลือกของเทคโนโลยีสะอาด

การประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค ประเมินผลกระทบต่อกระบวนการผลิตภัณฑ์ ความปลอดภัย ทำได้โดยการทดสอบในห้องปฏิบัติการนอกสายการผลิต หรือจากประสบการณ์ของบริษัทอื่น ๆ สิ่งที่ควรพิจารณาในการประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิคมีดังนี้

1) ทางเลือกนั้นมีการใช้อย่างได้ผลในอุตสาหกรรมใกล้เคียงหรือไม่

2) มีผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตหรือไม่

3) ระดับความรู้ ความสามารถของพนักงาน

2.4.4.3 การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อที่จะดูความคุ้มค่าและคุ้มทุนของทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดด้วยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value: NPV) ระยะคืนทุน (payback period) เป็นต้น

การประเมินความเป็นไปทางเศรษฐศาสตร์ การประเมินความคุ้มทุนของผลตอบแทนทางการเงิน และความเสี่ยงต่าง ๆ ในการลงทุนของแต่ละทางเลือกข้อมูลที่ใช้ประกอบการประเมิน

1) เงินลงทุน (investment cost) ค่าเครื่องจักร ค่าก่อสร้าง ค่าที่ปรึกษา ค่าแรง ค่าฝึกอบรม ฯลฯ

2) ค่าดูแลรักษา และการดำเนินการ (organization and management) ค่าวัตถุดิบ พลังงาน ค่าบำบัดน้ำเสีย ค่าประกันภัย ฯลฯ

3) การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนพิจารณาได้จาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period)} = \frac{\text{เงินลงทุนทั้งหมด (บาท)}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิต่อปี (บาท / ปี)}}$$

มูลค่าเงินปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

$$NPV = \sum \frac{\text{Net cash low}^{j}}{(1+i)^{j}}$$

n = จำนวนทางเลือกในการแก้ไขปัญหา

I = อัตราดอกเบี้ย

นอกจากนั้น ควรพิจารณาถึงความเสี่ยงต่าง ๆ ที่ลดลง เช่น ลดความเสี่ยงต่อการถูกปรับ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดอันตราย หรือเหตุฉุกเฉินต่าง ๆ ลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของดิน น้ำบาดาล เป็นต้น ในบางโครงการอาจต้องมีการคำนวณผลตอบแทนการลงทุนเช่นกัน

2.4.4.4 การประเมินทางด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อที่จะดูผลกระทบของทางเลือกว่ามีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในแง่บวกและลบ โดยพิจารณาการประเมินจากปริมาณของเสีย ความเป็นพิษ ความรุนแรงและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และประเมินวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์

2.4.4.5 การเลือกทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด โดยรวบรวมผลของการศึกษาทั้งหมดและแจกแจงรายการทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดพร้อมทั้งนำทางเลือกแบ่งแยกระดับความเป็นไปได้ในระดับสูง กลาง หรือต่ำ การแบ่งแยกทั้ง 3 ระดับ ขึ้นอยู่กับ 3 ประเด็นหลักคือ ด้านเทคนิค ด้านทางเศรษฐศาสตร์ และด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การเลือกทางเทคโนโลยี การบันทึก และคัดเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่ได้ผ่านการศึกษาความเป็นไปได้แล้วว่าเหมาะสมที่จะนำไปปฏิบัติหรือไม่ด้วยการดำเนินการ ดังนี้

1) ทำรายการทางเลือกที่เหมาะสม

2) จัดทำทางเลือกที่เหมาะสมในทางปฏิบัติ ทำได้โดยพิจารณาความเป็นไปได้จากทุก ๆ การประเมิน โดยภาพรวมพิจารณาทางเลือกที่มีมูลค่าเงินปัจจุบันสูงที่สุด และพิจารณาทางเลือกที่มีมูลค่าเงินปัจจุบันรอง ๆ ลงมา

2.4.5 การลงมือปฏิบัติ

วัตถุประสงค์ของการลงมือปฏิบัติจริงในทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่ผ่านขั้นตอนการศึกษาความเป็นไปได้เรียบร้อยแล้ว เพื่อที่จะสามารถแน่ใจว่าผลของการปฏิบัติจริงกับการวิเคราะห์ทางทฤษฎีเป็นจริงมากน้อยตามที่ตั้งข้อกำหนดไว้อย่างไรโดยมีขั้นตอนดังนี้

2.4.5.1 เตรียมแผนงานเทคโนโลยีสะอาด จัดวางแผนงานสำหรับแนวทางเลือกที่จะปฏิบัติได้จริง

การจัดทำแผนงานเทคโนโลยีสะอาด การทำแผนปฏิบัติงานเป็นการวางแนวทางและขั้นตอนการดำเนินงานของเทคโนโลยีสะอาดให้กับบริษัทและเป็นเครื่องประกันความสำเร็จในการทำงานให้มีระบบและโปร่งใส โดยมีการกำหนดแผนปฏิบัติงานดังนี้

1) ทางใดที่ต้องการทำ

2) บริเวณเป้าหมายใด

3) มีงานใดบ้างที่ต้องทำ มีขั้นตอนอย่างไร

4) ระยะเวลาในการทำงานนานเท่าใด

5) ใครรับผิดชอบ

2.4.5.2 การนำเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดไปปฏิบัติจริง

2.4.5.3 ปฏิบัติงานพร้อมทั้งประเมินผล เพื่อได้ทำการเปรียบเทียบผลของการประยุกต์ใช้ว่าเป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายไว้หรือไม่ และเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่ โดยดำเนินการ ดังนี้

1) การตรวจประเมินทางเทคโนโลยีสะอาดกระทำได้โดยการวัดปริมาณของเสียที่ลดลง (น้ำเสีย ความร้อน ความเสี่ยง BOD_5 COD) ประเมินจากการใช้ทรัพยากรที่ลดลง (น้ำ พลังงาน สารเคมี) ประเมินจากผลกำไรที่เพิ่มขึ้น นำข้อมูลมาเปรียบเทียบก่อนและหลังการทำเทคโนโลยีสะอาด ประเมินการเปลี่ยนแปลงโดยรวมของกระบวนการการผลิต และประเมินการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์

2) จุดที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ มาตรน้ำ และมาตรวัดกระแสไฟฟ้า ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณไอน้ำที่ผลิต และการสอบถามจากผู้ปฏิบัติงานถึงความเปลี่ยนแปลง

2.4.5.4 ปฏิบัติอย่างต่อเนื่องของการดำเนินกิจกรรมเทคโนโลยีสะอาดของบริษัทอย่างต่อเนื่อง สามารถปฏิบัติได้ดังนี้

1) ให้ความสำคัญต่อเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ จัดตารางเพื่อการบำรุงรักษาแบบป้องกัน ตรวจสอบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อมีการติดตั้งเครื่องจักรใหม่ ประเมินผลเพื่อการปรับปรุงเทคโนโลยีสะอาดอย่างต่อเนื่อง วางแผนการดำเนินการระยะยาว และแสวงหาความรู้ในการพัฒนาเทคโนโลยีสะอาด

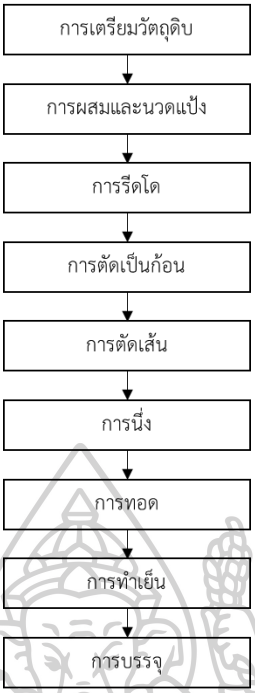
2) ทำบัญชีค่าความสูญเสียอย่างต่อเนื่อง

3) เน้นการมีส่วนร่วมของทุกคนในองค์กร ให้การศึกษา เสนอแนะ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ให้รางวัล แสดงความชื่นชม เพื่อปรับปรุงขวัญและกำลังใจ

4) ผนวกเรื่องเทคโนโลยีสะอาดเข้าในแผนการดำเนินธุรกิจ ได้แก่ แผนการตลาด แผนการเงิน แผนกปฏิบัติ แผนงานวิจัยและพัฒนา และแผนการบริหารและการจัดการ

2.5 กระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

แผนผังกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป
ที่มา: ไทยเพรซิเดนท์ฟูดส์ (2559)

จากขั้นตอนการผลิตในแต่ละขั้นตอนนั้นมีการใช้วัตถุดิบ ทรัพยากร และพลังงาน รวมทั้งของเสียเกิดขึ้นที่แตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดเป็นค่าใช้จ่าย ต้นทุนการผลิต และความสูญเปล่าในกระบวนการ ซึ่งผู้ประกอบการอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ ดังนี้

2.5.1 ต้นทุนการผลิต

บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเป็นสินค้าที่มีการควบคุมราคาจำหน่ายปลีก ทำให้ผู้ประกอบการไม่กล้าปรับราคาจำหน่าย ส่งผลให้กำไรต่อหน่วยค่อนข้างต่ำ เนื่องจากราคาจำหน่ายสินค้าไม่สามารถปรับเพิ่มขึ้นให้สอดคล้องกับต้นทุนการผลิตทั้งทางด้านแรงงานและวัตถุดิบได้ ดังนั้น ต้นทุนการผลิตจึงถือเป็นสิ่งสำคัญในการชี้ว่าธุรกิจจะดำเนินต่อไปได้หรือไม่ ซึ่งมีสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตสินค้าที่มีอยู่ 2 ประการ คือ

1) สภาพคล่องทางการเงินของผู้ผลิตรายใหม่ เนื่องจากการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเป็นอุตสาหกรรมที่เน้นใช้ทุนหรือเครื่องจักรมากกว่าแรงงาน ซึ่งจะเห็นได้จากกระบวนการผลิตที่แต่ละขั้นตอนต้องใช้เครื่องจักรเฉพาะอย่างดำเนินการ โดยมีปริมาณแรงงานมากในบางขั้นตอนเท่านั้น เช่น การตรวจสอบคุณภาพ เป็นต้น จึงทำให้ผู้ผลิตมีค่าใช้จ่ายสูงในต้นทุนคงที่ เช่น ค่าเครื่องจักรที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงทำให้ผู้ประกอบการรายใหม่ที่จะเข้ามาในตลาดต้องมีเงินลงทุนค่อนข้างสูง

2) เกิดจากปัญหาวัตถุดิบมีราคาสูง เช่น ข้าวสาลี น้ำมันปาล์ม ทำให้ในระยะที่เข้าตลาดใหม่ ๆ โรงงานไม่สามารถผลิตได้ในขนาดที่ก่อให้เกิดการประหยัดต่อขนาด ส่งผลให้มีกำลังการผลิตส่วนเกินเหลือมาก ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยสินค้าโดยเฉพาะส่วนของต้นทุนคงที่ต่อหน่วยสูงกว่าผู้ผลิตรายเดิม

2.5.2 ความสูญเปล่าในกระบวนการ

ซึ่งมีหลายลักษณะได้แก่

1) การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิตและทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าได้

2) การรอคอยหรือว่างงาน ทำให้ใช้ประโยชน์จากแรงงานและเครื่องจักรได้ไม่เต็มที่

3) กระบวนการ ความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการอาจเป็นได้ทั้งการมีกระบวนการที่มากเกินความจำเป็นหรือการมีกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต กระทบต่อการจัดการจัดส่งที่เป็นผลมาจากขั้นตอนการออกแบบที่ไม่ดี

4) การผลิตมากเกินไป การผลิตที่มากเกินความต้องการของลูกค้าย่อมก่อให้เกิดความสูญเปล่าเนื่องจากเป็นการนำต้นทุนในการผลิตมาใช้ก่อนเวลาจำเป็น ทำให้ต้องมีการทำงานล่วงเวลาเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการโดยไม่จำเป็น

5) การผลิตของเสียและแก้ไขงานเสีย ของเสียส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุน และเมื่อไม่สามารถควบคุมอัตราของเสียได้ย่อมมีผลกระทบต่อการวางแผนการผลิตและการส่งมอบ นอกจากนั้นหากมีของเสียหลุดไปถึงมือลูกค้าย่อมส่งผลต่อความเชื่อมั่นในตัวผลิตภัณฑ์ด้วย

2.5.3 ประเด็นการใช้ทรัพยากรที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมรายสาขาก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่

1) การใช้ทรัพยากรน้ำ น้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่ส่วนใหญ่เป็นน้ำบาดาล โดยใช้ในขั้นตอนการล้างข้าวเป็นส่วนใหญ่ เพื่อขจัดสิ่งแปลกปลอมที่ติดมาจากการสีข้าวและระหว่างการเก็บรักษา และล้างแป้งที่ละลายน้ำเพื่อทำให้ก๋วยเตี๋ยวเหนียวขึ้น การใช้น้ำปริมาณเท่ากันกับที่ผลิตเส้นหมี่แต่เกิดเป็นน้ำเสียน้อยกว่า

2) การใช้พลังงาน พลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้อุตสาหกรรมผลิตก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่แบ่งเป็น 2 ส่วน หลัก ๆ คือ พลังงานงานไฟฟ้าใช้ในการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตในระบบแสงสว่างและพลังงานความร้อน ได้แก่ พลังงานไอน้ำ ใช้ในกระบวนนึ่งและอบแห้ง โดยมีแหล่งกำเนิดพลังงานจากหม้อไอน้ำซึ่งมีการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ เช่น แกลบ ขี้เลื่อย ขี้กบ และ น้ำมันเตา ซึ่งการผลิตก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่จะใช้พลังงานความร้อนมากกว่าพลังงานไฟฟ้า และมักเกิดการสูญเสียในระหว่างการผลิต จึงต้องมีการบำรุงรักษา เช่น การหุ้มฉนวนความร้อนท่อไอน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำเพื่อลดการสูญเสียพลังงาน และการผลิตเส้นหมี่จะใช้พลังงานมากกว่าการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

3) สารมลพิษสู่น้ำ ในกระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่ น้ำเสียส่วนใหญ่ของโรงงานมาจากขั้นตอนการล้างทำความสะอาดข้าว และการแช่ข้าว ซึ่งลักษณะน้ำเสียจะมีแป้งเป็นส่วนประกอบหลักรวมทั้งยังมีสิ่งเจือปนที่ปนมากับข้าวด้วย เช่น กรวด ทราย เศษผงต่าง ๆ และข้าวเปลือก ดังนั้น ถ้าข้าวมีความสกปรกมากจะต้องใช้น้ำล้างมาก ซึ่งทำให้เกิดน้ำเสียมากขึ้นมากด้วยเช่นกัน โดยทั่วไปน้ำเสียจากกระบวนการล้างคิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำเสียในกระบวนการผลิตทั้งหมด นอกจากนี้ ขั้นตอนการโม่มักมีน้ำแป้งหยดเลอะทำให้ต้องมีการล้างบริเวณที่โม่บ่อย ๆ

4) การทำความสะอาด การล้างทำความสะอาดต้องใช้น้ำปริมาณมาก วิธีการที่ใช้มีผลต่อปริมาตรของน้ำเสียของโรงงาน เช่น การใช้วิธีการกวาดวัสดุเหลือที่เป็นของแข็งแทนการฉีดพ่นน้ำ ช่วยลดปริมาณน้ำและสารปนเปื้อนที่จเกิดขึ้นในน้ำเสีย การใช้ระบบความดันสูงและน้ำปริมาณน้อย ๆ ช่วยให้การใช้น้ำน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การฉีดพ่นน้ำผสมคลอรีนเพื่อทำความสะอาดสายพานและพื้นที่ต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องหรือเป็นครั้งคราวช่วยให้การทำความสะอาดง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ระบบการทำความสะอาดภายใน (Cleaning-in-place system, CIP) ใช้ในการทำความสะอาดท่อ แท็งค์ และเครื่องมืออื่น ๆ อย่างอัตโนมัติและไม่สูญเสียน้ำ การป้องกันไม่ให้มีเศษวัสดุสะสมบนพื้นผิวช่วยให้การทำความสะอาดง่ายขึ้น ปริมาณน้ำใช้ในโรงงานลดลง (กนกพร สังขรักษ์, 2557) สำหรับการล้างโดยทั่วไปของกระบะทอดในอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

4.1) ถ่ายน้ำมันที่เหลือจากการผลิตในกระบะออกให้หมด
4.2) ใช้น้ำผสมน้ำยาล้างภาชนะใส่ลงกระบะพอประมาณ
4.3) ใช้แปรงขัดภายในกระบะให้ทั่วจนสะอาด
4.4) ปล่อยน้ำที่อยู่ในกระบะออกให้หมด
4.5) เติมน้ำสะอาดลงในกระบะและล้างให้ทั่วจนสะอาดประมาณ 3-4 รอบ
4.6) เช็ดกระบะให้แห้ง

5) กากของเสีย กากของเสียที่เกิดขึ้นเกิดจากเศษข้าวที่ค้างบนตะแกรง เศษน้ำแป้งที่หก รวมถึงเศษแป้งนึ่ง เศษของก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่ที่ตกหล่นในขณะผลิต ซึ่งส่วนใหญ่กากของเสียที่เกิดขึ้นจะเป็นกากของเสียอินทรีย์ ซึ่งสามารถเน่าเสียได้ง่ายถ้าไม่มีการดูแลภายในโรงงานที่ดี และทำให้มีผลเสียต่อความสะอาดของผลิตภัณฑ์ โรงงานบางแห่งนำเศษก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่ที่ตกหล่นไปขายเป็นอาหารสัตว์หรือลดเกรดทำขนมต่อไป

6) มลพิษทางอากาศ มลพิษทางอากาศที่เกิดจากอุตสาหกรรมผลิตก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่ คือ ฝุ่นแป้งตอนทำความสะอาดและอากาศเสียที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ของหม้อไอน้ำเพื่อผลิตพลังงานความร้อน โดยอากาศเสียจะถูกระบายออกทางปล่องควันในกรณีโรงงานที่

ใช้แกลบเชื้อเพลิง พลังงานความร้อนมักติดตั้งระบบกำจัดฝุ่นละอองแบบเปียกเพื่อดักฝุ่นละอองเบื้องต้นก่อนระบายอากาศเสียออกไป และมีเหลือเป็นขี้เถ้าร้อยละ 80-90 ส่วนมลพิษทางอากาศที่เกิดจากกระบวนการผลิตอื่น ๆ มักเป็นฝุ่นละอองที่เกิดจากขั้นตอนการคัดแยกข้าว

7) มลพิษอื่น ๆ มลพิษอื่น ๆ ในกระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่ ได้แก่ เสียงดังที่เกิดจากเครื่องจักรในขั้นตอนการคัดแยกข้าว โม่ข้าว และนวดแป้ง ซึ่งมีระดับเสียงอยู่ในช่วง 70-80 เดซิเบลเอ รวมทั้งความร้อนที่เกิดจากหม้อกำเนิดไอน้ำ กระบวนการนึ่งแป้ง นึ่งเส้น และการอบแห้ง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เปรมชัย มูลเหล้า (2561) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังด้วยแนวคิดเทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษาบริษัท จ.เจริญมาร์เก็ตติ้ง จำกัด พบว่า เครื่องสับโม่รุ่นใหม่ปริมาณสูญเสียแป้งในกากเฉลี่ย 483.30 ตันต่อเดือน การเปลี่ยนใบเลื่อยจาก 5 เป็น 8 ครั้งต่อเดือน ซึ่งเครื่องสับโม่รุ่นปัจจุบันปริมาณสูญเสียแป้งในกาาเฉลี่ย 222.05 ตันต่อเดือน การเปลี่ยนใบเลื่อยจาก 3 เป็น 4 ครั้งต่อเดือน ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 51.04 เป็นร้อยละ 55.11 คิดเป็นมูลค่า 196,575 บาทต่อเดือน การเปรียบเทียบด้วยหลักเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ราคาเครื่องจักร ราคามันสำปะหลัง ราคาใบเลื่อย ค่าแรงงานพนักงาน ค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา มูลค่าซาก ผลตอบแทน อายุการใช้งาน เครื่องสับโม่รุ่นใหม่มีความคุ้มทุนมากกว่าเครื่องสับโม่รุ่นปัจจุบัน มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2,385,932.38 บาท อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 1.00 อัตราผลตอบแทนของโครงการเท่ากับร้อยละ 21.29 ระยะเวลาในการคืนทุน 1.14 ปี ผลการลดความสูญเปล่าในกระบวนการบรรจุแป้งมันสำปะหลัง โดยการจัดเรียงและปรับเปลี่ยนประบวนการผลิตใหม่ สามารถลดกระบวนการจาก 13 เป็น 12 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 7.69 การเปลี่ยนตำแหน่ง เครื่องจักร อุปกรณ์ รวมถึงการออกแบบสายพานลำเลียงถุงแป้งลดระยะทางขนส่งจาก 14.98 เมตร เป็น 7.68 เมตร คิดเป็นร้อยละ 48.73 เวลามาตรฐานลดลงจาก 121.13 วินาที เป็น 90.00 วินาที คิดเป็นร้อยละ 25.69 ลดจำนวนพนักงานจาก12 คน เป็น 9 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00

วีระวัฒน์ อุ่นเสน่หา, ชีระวิทย์ รัตนพันธ์, และธันวดี สุขสาโรจน์ (2560) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดด้วยเทคโนโลยีสะอาด โดยการพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจทางด้านเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานระหว่างปี พ.ศ. 2553 - 2555 ของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด จากนั้นพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดด้วยหลักเทคโนโลยีสะอาด พบว่าการใช้พลังงานและการใช้น้ำเป็นตัวชี้วัดที่มีค่าประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงและต่ำที่สุดตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของประสิทธิภาพ

เชิงนิเวศด้วยกราฟ Snapshot พบว่า การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำ และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดนั้นอยู่ในระดับ Fully Non-Eco-Efficiency ซึ่งเป็นระดับที่การเปลี่ยนแปลงเชิงเศรษฐกิจที่ลดลงควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น จากนั้นจึงประยุกต์ใช้หลักเทคโนโลยีสะอาดมาพัฒนาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืด พบว่า การจัดอบรมด้านการใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแก่พนักงานและนำน้ำล้างชิ้นสุดท้ายกลับมาใช้ใหม่ เป็นแนวทางที่ทางโรงงานเส้นยางยืดสามารถดำเนินการได้ทันทีและไม่มีค่าใช้จ่าย

มงคล สายขุนทด และปณิธาน พีรพัฒนา (2558) ศึกษาการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยแนวคิดผลิตภาพสีเขียว เพื่อลดปริมาณข้าวเจ้าที่ละลายทิ้งไปกับน้ำล้างข้าวและลดปริมาณเศษก๋วยเตี๋ยวจากการตัดซอย การลดปริมาณข้าวเจ้าที่ละลายทิ้งไปกับน้ำล้างนั้น แนวทางแรกเป็นการเติมน้ำแข็งลงในน้ำล้างข้าวเพื่อลดอุณหภูมิน้ำ เพื่อดูว่าหากอุณหภูมิลดลงข้าวเจ้าจะละลายกับน้ำน้อยลงหรือไม่ แนวทางที่สองได้เสนอให้เปลี่ยนเครื่องล้างข้าวจากแบบเดิมที่ใช้ใบกวนจะตีเมล็ดข้าวเจ้าจนแตก ซึ่งทำให้แป้งในข้าวเจ้าละลายไปกับน้ำล้างมากขึ้นไปเป็นแบบลมกวนแทน ส่วนการที่มีเศษก๋วยเตี๋ยวมากจากการตัดซอยเส้น ได้เสนอให้ลับใบมีดเครื่องตัดจากทุก 10 วัน เป็น 5 วัน จากนั้นหาค่าดัชนีผลิตภาพสีเขียว (Green productivity index) และค่าสัดส่วนผลิตภาพสีเขียว (Green productivity ratio) และค่ารายการผลิตภาพสีเขียว (Green productivity portfolio) ของทุกแนวทาง ในการพิจารณาทางเลือกในการปรับปรุงที่ดีที่สุดทั้งด้านผลิตภาพและด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งพบว่าหากเปลี่ยนไปใช้เครื่องล้างข้าวแบบลมกวนจะได้ผลดีกว่าทางเลือกอื่น

วรรณา สายแก้ว (2558) ศึกษาการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการป้องกันมลพิษทางน้ำสำหรับกระบวนการย้อมฝ้ายในครัวเรือน บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี โดยพิจารณาทางเลือกและความเป็นไปได้ตามแนวทางการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการป้องกันมลพิษทางน้ำ จากการศึกษาโดยการนำวิธีการย้อมของกลุ่มทอผ้าบ้านหนองบ่มมาพิจารณา พบว่าความเหมาะสมของการลดปริมาณสีย้อม เป็นทางเลือกที่ใช้ในการพิจารณาครั้งนี้ โดยทำการลดปริมาณสีย้อมสังเคราะห์ 5 ระดับ ใน 5 เฉดสี ผลการศึกษาพบว่าการประเมินความเหมาะสมทางด้านสิ่งแวดล้อม และความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณสีย้อมที่ลดลง สำหรับทางด้านเทคนิค พบการตกสีในทุกกรณี ส่วนสีของฝ้าย พบว่าค่าแสดงสีของวัตถุ ค่าช่วงสี และค่าความเข้มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ร้อยละ 95 และความเหมาะสมของการลดปริมาณสีย้อมในเฉดสีแดง เหลือง และเขียว คิดเป็นร้อยละ 36.19 สีน้ำเงิน และน้ำตาล คิดเป็นร้อยละ 24.13 และ 48.26 ตามลำดับ

ณัฐชฎาพร มหาศรานนท์ (2557) ศึกษาการใช้เทคโนโลยีสะอาดและการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางด้านสิ่งแวดล้อมของการผลิตน้ำตาลมะพร้าว โดยศึกษาข้อมูลการใช้ทรัพยากรและของเสียที่

เกิดขึ้นจากการผลิต น้ำหวานดอกมะพร้าวอินทรีย์ น้ำตาลมะพร้าว 80% และน้ำตาลมะพร้าว 100% ทำการวิเคราะห์ตามหลักการเทคโนโลยีสะอาด เพื่อนำมาใช้ในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ลดการสูญเสียทรัพยากร และของเสียจากกระบวนการผลิต จากการประเมินเบื้องต้นพบว่า มีการใช้ฟืนสูงสุด รองลงมาคือการเกิดของเสียจากฟองน้ำตาล เศษน้ำตาล และขี้เถ้า ตามลำดับ การประเมินละเอียดโดยการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายสิ่งแวดล้อมพบว่า การผลิตผลิตภัณฑ์ 100 กิโลกรัม มีค่าใช้จ่ายส่วนกลางในการผลิตแต่ละชนิดเท่ากับ 704.4 บาท ในกรณีนำค่าใช้จ่ายดังกล่าวมาแบ่งสรรกับผลิตภัณฑ์ พบว่าค่าใช้จ่ายดังกล่าวลดลงเหลือ 220.90 บาท ราคาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางสิ่งแวดล้อมมีค่าสูงกว่าการคิดค่าใช้จ่ายแบบทั่วไป สำหรับการผลิตน้ำหวานดอกมะพร้าวอินทรีย์ น้ำตาลมะพร้าว 80% และน้ำตาลมะพร้าว 100% เท่ากับ 7.27, 5.85 และ 10.12 บาท/ 100 กิโลกรัม ตามลำดับ ดังนั้นจึงควรผลิตและส่งเสริมการขายน้ำหวานดอกมะพร้าวอินทรีย์เพราะมีค่าใช้จ่ายในการผลิตต่ำกว่าผลิตภัณฑ์อื่น

จารุวรรณ วงศ์ทะเนตร และลักขณา มุ่งวัฒนา (2557) ศึกษาเทคโนโลยีสะอาดของการจัดการของเสียในฟาร์มโคนม จังหวัดราชบุรี โดยการสัมภาษณ์และรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของการจัดการของเสียในฟาร์มโคนม โดยการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณของน้ำใช้ในการล้างทำความสะอาดคอก/ โรงเรือน จากการตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำและระยะเวลาการล้างทำความสะอาด ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในการเดินเครื่องสูบน้ำเพื่อการล้างทำความสะอาด ปริมาณน้ำเสียและคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย (pH, BOD, TSS, TP และ TKN) รวมทั้งการจัดการมูลโคเป็นเวลา 6 เดือน ซึ่งผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำใช้ในการล้างทำความสะอาดคอก/ โรงเรือนลดลงร้อยละ 11 และระยะเวลาการล้างทำความสะอาดลดลง 20-30 นาทีต่อครั้ง ส่งผลให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงร้อยละ 23 และปริมาณน้ำเสียลดลง คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ

สุทธิรัตน์ ศิลาคำ (2557) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยาสมุนไพรของคลินิกแพทย์แผนไทยโดยใช้หลักเทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษาโรงพยาบาลท่าแซะ จังหวัดชุมพร เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตขมิ้นชันแคปซูล โดยรวบรวมข้อมูลการใช้ทรัพยากร วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ วิธีการปฏิบัติงาน แหล่งกำเนิดของเสีย สาเหตุ และปริมาณการสูญเสีย พบว่าสาเหตุการสูญเสียเกิด 2 ประการ คือ การสูญเสียจากคุณภาพวัตถุดิบไม่ได้ตามข้อกำหนดและพฤติกรรมการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ผลการวิเคราะห์ปัญหานำไปสู่การเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยเพิ่มขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบให้ได้คุณภาพ สามารถลดของเสียได้ 1.50 กิโลกรัม/รุ่นการผลิต และปรับปรุงพฤติกรรมการทำงานของผู้ปฏิบัติงานพบว่า ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบจากเดิมล้างโดยให้น้ำไหลผ่านปรับเปลี่ยนเป็นการล้างในอ่าง สามารถลดการใช้น้ำได้ร้อยละ 80 ขณะที่การควบคุมระยะเวลาในการอบวัตถุดิบจาก 24 ชั่วโมง เป็น 16 ชั่วโมง สามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ 18018 หน่วย/

รุ่นการผลิต การอบผงยาจาก 8 ชั่วโมง เป็น 1 ชั่วโมง สามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ 15.90 หน่วย/รุ่นการผลิต ยอดรวมทุกรายการทรัพยากรที่ประหยัดได้ เท่ากับ 7,399.44 บาท/ปี

งามจิตร โล่วิทูร (2556) ศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในอุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ โดยพิจารณากระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ วัตถุดิบที่สำคัญคือ เฉพาะส่วนของเนื้อมะพร้าวคิดเป็น 28% ของส่วนประกอบของผลมะพร้าว นอกนั้นเป็นส่วนเหลือทิ้งจากผลมะพร้าวซึ่งมีปริมาณมากถึง 72% น้ำมะพร้าว 25% กะลามะพร้าว 12% และกาบมพร้าว 35% จึงมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้คือ ใยมะพร้าวและขุยมะพร้าว นำไปใช้ในการทำปุ๋ย กะลามะพร้าวนำมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ น้ำมะพร้าวนำมาแปรรูปเป็นวุ้นมะพร้าวและการแปรรูปวุ้นมะพร้าวที่ได้เป็นแผ่นวัสดุที่ใช้ในลำโพงวิทยุ และกากมะพร้าวนำมาแปรรูปเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งการนำผลพลอยได้ที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตมาใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดเพื่อทำให้เกิดปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุด

รกฤษ ณ ระนอง และวีระชัย แก่นทรัพย์ (2555) ศึกษาการประหยัดพลังงานในการนึ่งก๋วยเตี๋ยวของบริษัท ไทยเอเชียร์ โปรดักส์ จำกัด โดยศึกษาผลของการเพิ่มอุณหภูมิน้ำแป้งก่อนนึ่งจากเดิมที่นึ่งด้วยเครื่องนึ่งยาว 15 เมตร นึ่งน้ำแป้งที่อุณหภูมิบรรยากาศความหนาน้ำแป้ง 0.7, 1 และ 1.5 มิลลิเมตร ความเร็วสายพาน 6 เมตรต่อนาที เปรียบเทียบการใช้พลังงานกับเครื่องนึ่งแบบใหม่ความยาว 3 เมตร ที่นึ่งโดยเพิ่มอุณหภูมิน้ำแป้งเป็น 35, 40, 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เพื่อหาความเร็วสายพานที่ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวสุกในแต่ละอุณหภูมิ จากการทดลองพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิน้ำแป้งก่อนนึ่งนั้น สามารถลดพลังงานในการนึ่งได้สูงสุด 3 เท่า ที่อัตราการผลิตเดียวกัน และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการผลิตที่ได้ก็สูงขึ้นตามไปด้วย แต่พลังงานที่ใช้ยังน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการนึ่งด้วยเครื่องนึ่งที่ใช้ในปัจจุบัน โดยอัตราการผลิตสูงสุดที่ได้คือ 907.2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่อุณหภูมิน้ำแป้ง 60 องศาเซลเซียส โดยคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวที่ได้เป็นไปตามาตรฐานของบริษัท นอกจากนั้นยังลดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้มอเตอร์ได้สูงสุดร้อยละ 62.3

เถลิง กาญจนะ (2555) ศึกษาการนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในโรงงานน้ำอัดลม โดยศึกษาการวัดปริมาณการใช้น้ำตาลและการใช้น้ำจากหน่วยงานปรับคุณภาพน้ำ หน่วยเตรียมน้ำเชื่อม หน่วยผสมหัวเชื้อ หน่วยเครื่องผสมและบรรจุในสายการผลิต และหน่วยเครื่องล้างขวด เก็บข้อมูลโดยอ่านค่าปริมาณการใช้น้ำตาลและน้ำแต่ละจุดจากมิเตอร์ นำข้อมูลมาเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการทดสอบค่าทีเทส พบว่าจุดที่มีการสูญเสียน้ำตาล และน้ำ ได้แก่ หน่วยผสมหัวเชื้อ หน่วยเครื่องผสมและเครื่องบรรจุในสายการผลิต หน่วยเครื่องล้างขวด และหน่วยปรับคุณภาพน้ำ ตามลำดับ การนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้สามารถเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลร้อยละ 0.18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสามารถลดการใช้น้ำลง 0.24 ลิตรน้ำ/ ลิตรผลิตภัณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

0.05 และ ระยะเวลาการคืนทุนในการใช้เทคโนโลยีสะอาดในการเพิ่มอัตราการใช้น้ำตาลภายใน 16.51 เดือน การประหยัดน้ำจากเครื่องล้างขวดภายใน 7.21 เดือน และจากหน่วยปรับคุณภาพน้ำภายใน 186.7 เดือน

สุวิชาญ เตียวสกุล (2555) ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูนึ่งสุกแช่เย็น: กรณีศึกษา โดยศึกษาการจัดสมดุลสายการผลิตของกระบวนการผลิตปลาทูนึ่งสุกแช่เย็น ซึ่งโรงงานกรณีศึกษาเกิดคอขวดและมีกำลังการผลิตของขั้นตอนการผลิตต่ำกว่ากำลังการผลิตเป้าหมาย นอกจากนี้ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลต่ำกว่าเป้าหมาย จากปัญหาจึงแบ่งแนวทางการปรับปรุงเป็น 2 แนวทาง ได้แก่การปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ โดยขั้นตอนการทำเย็นปลา ศึกษาอัตราการลดลงของอุณหภูมิตัวปลา เพื่อสร้างโปรแกรมการทำเย็นปลาใหม่ พบว่ากำลังการผลิตของขั้นตอนการทำเย็นปลาเพิ่มขึ้นจาก 1,361.75 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 1,537.36 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง และขั้นตอนการบรรจุปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการวางผังของแผนกบรรจุใหม่ สามารถเพิ่มกำลังการผลิตจาก 2,534.22 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง เป็น 2,948.71 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพภายใต้ทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงโดยขั้นตอนการทำเย็นปลาเสนอแนวทางการปรับปรุงด้วยระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการทำเย็นปลาและการละลายปลา พบว่าสามารถทำให้กำลังการผลิตของขั้นตอนการละลายปลา และขั้นตอนการทำเย็นปลาเพิ่มขึ้น 982.71 และ 1,048.22 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมงตามลำดับ ขั้นตอนการบรรจุปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยการใช้อุปกรณ์ช่วยในการบรรจุเศษปลาสามารถทำให้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น 174.05 กิโลกรัมวัตถุดิบต่อชั่วโมง นอกจากนี้การเพิ่มร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลด้วยการจัดสมดุลแรงงาน ส่งผลให้ร้อยละแรงงานที่ให้ประสิทธิผลเพิ่มจากเดิมร้อยละ 51.42 เป็นร้อยละ 55.10 ซึ่งได้ตามเป้าหมายที่กำหนด ภายหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตทำให้ค่าสมดุลของสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 78.17 เป็นร้อยละ 89.91 คิดเป็นมูลค่าที่เพิ่มขึ้น 5,451,070.27 บาทต่อปี

ฐิติพร กันจันวงศ์ (2554) ศึกษาการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตอาหารกระป๋องโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด จากการประเมินพบว่า หน่วยปฏิบัติงานที่เกิดการสูญเสียมากที่สุดคือ หน่วยปฏิบัติงานการฆ่าเชื้อและทำให้เย็น ซึ่งอยู่ในรูปของเสียน้ำและไอน้ำ จากการประยุกต์ใช้หลักเทคโนโลยีสะอาดเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ได้ปรับปรุงเครื่องจักรเพื่อนำน้ำล้างกระป๋องมาหมุนเวียนใช้ในระบบใหม่ ทำให้ลดต้นทุนการบำบัดน้ำเสียมูลค่า 77,760 บาทต่อปี ส่วนการสูญเสียไอน้ำได้ดำเนินการหุ้มฉนวนหม้อต้มฆ่าเชื้อ และติดตั้งชุดควบคุมการฆ่าเชื้อที่หม้อต้มฆ่าเชื้อ ทำให้สามารถลดต้นทุนเชื้อเพลิง 69,798.86 และ 1,030,320 บาทต่อปี ตามลำดับ อีกทั้งช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานลง 99,000 บาทต่อปี และการลดปริมาณออกซิเจนเข้าหม้อไอน้ำให้พอเหมาะ ช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงลง 37,525.50 บาทต่อปี

อธิตา อัจฉริยานุกูล (2553) ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าน้ำและไฟฟ้าเป็นทรัพยากรหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด โดยการศึกษานี้เน้นเฉพาะประเด็นของการใช้น้ำ เพื่อลดการสูญเสียน้ำในกระบวนการผลิต จากการศึกษาพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมี 3 จุด ได้แก่ จุดการล้างเครื่องกรอง จุดน้ำไหลล้นขวดขณะบรรจุ และจุดการล้างทำความสะอาดถังบรรจุ 19 ลิตร คิดเป็นร้อยละ 20.7, 5.5 และ 8.4 ตามลำดับ จึงเสนอแนวทางในการลดการสูญเสียน้ำโดยการนำน้ำที่ปล่อยทิ้งในการล้างเครื่องกรองมาใช้ในการล้างภายนอกของของถังขนาดบรรจุ 19 ลิตร และปรับปรุงกระบวนการบรรจุขวดเพื่อลดการไหลล้นของน้ำ และรวบรวมน้ำที่เกิดจากการไหลล้นขณะบรรจุขวดกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตอีกครั้ง ซึ่งสามารถลดปริมาณการใช้น้ำได้และต้นทุนการผลิตลง

เจตจินต์ สุทินประภา (2553) ศึกษาการลดต้นทุนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำอัดลมโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด โดยศึกษาหาการสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่แนวทางและความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีสะอาด จากการศึกษาพบว่าปัญหาหลักคือ เรื่องน้ำทั้งน้ำเสียและน้ำบาดาล น้ำอ่อน และน้ำทรีต พบการสูญเสียน้ำในขั้นตอนการล้างขวดพลาสติกกว่า 45% และปรับปรุงโดยออกแบบรางรับน้ำล้างขวดและท่อระบายน้ำใหม่ สามารถลดการสูญเสียน้ำล้นได้กว่า 34%

วรมิญช์ พันธุรัตน์ (2553) ศึกษาการลดปริมาณการสูญเสียน้ำนมต่อลักษณะสมบัติน้ำเสียโดยประยุกต์ใช้กลไกเทคโนโลยีสะอาด โดยศึกษาการลดปริมาณนมสูญเสียภายในโรงงาน โดยกำหนดมาตรการล้างท่อท้ายรถสำหรับรถขนส่งนม สามารถลดปริมาณนมสูญเสียร้อยละ 75 และประหยัดค่าใช้จ่าย 3,811.5 บาทต่อเดือน ที่จุดรับนมดิบโดยไม่มีการลงทุน และมีระยะคืนทุนทันที การใช้อุปกรณ์ใหม่สำหรับรองรับนมสูญเสียที่ใต้ถังเก็บนม สามารถนำนมสูญเสียกลับคืนสู่กระบวนการผลิตได้ร้อยละ 25.88 และประหยัดค่าใช้จ่าย 8.984.25 บาทต่อเดือนในกระบวนการผลิต โดยมีการลงทุน 4,000 บาท และระยะคืนทุน 14 วัน การลดลงของปริมาณนมสูญเสียกับปริมาณการใช้น้ำล้างทำความสะอาดที่จุดรับนมดิบไม่มีความสัมพันธ์กัน ค่าสหพันธ์เท่ากับ 0.121 และที่ใต้ถังนมไม่มีความสัมพันธ์เท่ากับ -0.086 จากปริมาณนมสูญเสียที่ลดลงภาระบรรทุกบีโอดีที่ลดลง โดยเฉลี่ยของน้ำทิ้งจากจุดรับนมดิบและกระบวนการผลิตเท่ากับ 0.0018 กก. บีโอดี/วัน และ 0.54 กก. บีโอดี/วัน ตามลำดับ

พัชรินทร์ สรรเพชร (2553) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋อง โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในการลดปริมาณการใช้น้ำในกระบวนการผลิตปลาทูน่ากระป๋อง ซึ่งมีกระบวนการหลัก 2 กระบวนการคือ กระบวนการละลายปลา และกระบวนการผ่าท้องปลา การวิจัยประกอบไปด้วยการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้น้ำของโรงงาน วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและเลือกกระบวนการผลิตเพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงที่สามารถปฏิบัติได้ทันทีและ

แนวทางที่ต้องศึกษาอย่างละเอียด ศึกษาความเป็นไปได้ของแนวทางที่ต้องศึกษาอย่างละเอียดโดยการทดลอง และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของแนวทาง ก่อน-หลังปรับปรุง พร้อมทั้งสรุปผล จากการศึกษาพบว่าแนวทางที่สามารถปฏิบัติได้ทันที ได้แก่ กระบวนการละลายปลา มีแนวโน้มการปรับปรุงโดยการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้บุคลากรในโรงงานตระหนักถึงความสำคัญของการใช้ทรัพยากรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งทำให้ลดการใช้น้ำร้อยละ 0.5 และการศึกษาแนวทางการติดตั้งสัญญาณเตือน ทำให้ลดการใช้น้ำร้อยละ 0.54 กระบวนการผ่าท้องปลามีแนวโน้มการปรับปรุงโดยเติมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ในน้ำที่ใช้ล้างพื้น ทำให้ลดการใช้น้ำร้อยละ 3.24 และการจัดทำพื้นที่สำหรับทำความสะอาดชุดกันเปื้อนโดยใช้หัวฉีดชำระ ทำให้ลดการใช้น้ำร้อยละ 0.72 ตามลำดับ สำหรับการศึกษาอย่างละเอียดพบว่า การนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำในกระบวนการละลายปลาก่อให้เกิดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณการใช้น้ำต่อวันได้ถึงร้อยละ 66 เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาตร์จากต้นทุนการปรับปรุงพื้นที่และอุปกรณ์สำหรับระบบการนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำประมาณ 1,501,541 บาท โดยมีระยะคืนทุนเป็นเวลา 2 ปี 5 เดือน

ยุวรรดา มีทอง (2552) ศึกษาแนวทางการลดมลพิษจากอุตสาหกรรมผลิตกระดาษคราฟท์โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด โดยศึกษาหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นโดยการประเมินการสูญเสียวัตถุดิบ ทรัพยากร พลังงานและการเกิดของเสียในกระบวนการผลิต จากการศึกษาพบว่า สาเหตุการสูญเสียทรัพยากรในกระบวนการผลิตมาจากการใช้สารเคมีและวัตถุดิบและเพิ่มภาระบรรทุกสารอินทรีย์ให้กับระบบบำบัดน้ำเสีย จากกระบวนการผลิตสามารถลดการเกิดของเสียได้โดยตรวจซ่อมบำรุง เปลี่ยนระบบท่อและตะแกรงดักขยะ และจัดเตรียมถังรองรับให้เพียงพอและจัดเจ้าหน้าที่คอยดูแล เพื่อลดการหกล้น ควบคุมปริมาณการใช้สารเคมี และเยื่อกระดาษ ปรับปรุงระบบการจัดเก็บ ทำบัญชีการใช้ การปฏิบัติงาน และการขนส่งให้สอดคล้องกับการผลิตเพื่อให้สามารถลดปริมาณของเสียได้

อิสรา ธีระวัฒน์สกุล และเทพนิมิต สิทธิศักดิ์ (2551) ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตอาหารในโรงงานลูกชิ้นโดยใช้เทคนิคเทคโนโลยีสะอาดและหลักการจีเอ็มพี จากการศึกษาการตรวจประเมินเบื้องต้นพบว่าทรัพยากรที่มีสัมประสิทธิ์ของปริมาณการใช้งานสูงในการผลิตลูกชิ้นจากน้ำและน้ำมัน จากการประเมินละเอียดพบว่า ในโรงงานปัจจุบันมีการใช้น้ำมันสำหรับหม้อต้มไอน้ำเพื่อสร้างเป็นพลังงานความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตลูกชิ้น สำหรับกระบวนการนี้เกิดการสูญเสียพลังงานความร้อนมาก จึงมีกระบวนการปรับปรุงด้วยการหุ้มฉนวนหม้อต้ม ตลอดจนอุดรอยรั่วไหลของท่อส่งไอน้ำทำให้สามารถประหยัดการใช้น้ำมันได้ถึง 63.08 ลิตรต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 1.5 เดือน ส่วนประเด็นน้ำได้มีกระบวนการปรับปรุงด้วยการใช้ปืนฉีดน้ำแรงดันสูงที่สามารถควบคุมการเปิดปิดได้และกำหนดปริมาณน้ำในการต้มให้มีมาตรฐาน พบว่าสามารถประหยัดการใช้น้ำได้ถึง 650 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 4.2 เดือน

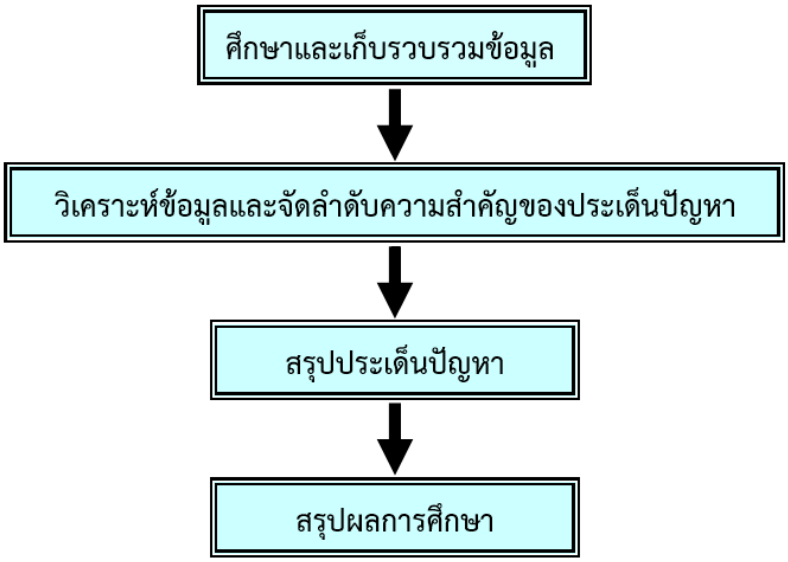
นนท์ สำราญทรัพย์ (2549) ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง โดยประเมินหาสาเหตุและการสูญเสียในกระบวนการผลิต เพื่อนำไปประยุกต์ใช้และทำเป็นข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกระบวนการผลิต การสูญเสียที่สำคัญ 2 ประเด็น ได้แก่ การสูญเสียเมล็ดข้าวโพด และการสูญเสียน้ำมันเตาในรูปของความร้อนที่ผิวของท่อส่งไอน้ำ การสูญเสียเมล็ดข้าวโพดพบปีละประมาณ 791,320.0 กิโลกรัม การลดการสูญเสียเมล็ดข้าวโพดทำได้โดยการคัดแยกขนาดข้าวโพดก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต และเพิ่มจำนวนครั้งของการลับใบมีดเป็น 2 ครั้งต่อกะการทำงาน การลดการสูญเสียน้ำมันเตาทำโดยการหุ้มฉนวนท่อส่งไอน้ำ เพื่อลดการสูญเสียความร้อนและเสนอให้ โรงงานติดตั้งเครื่องตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในอากาศ เพื่อปรับแต่งระบบการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงสุด การนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องของโรงงานกรณีศึกษานี้ สามารถลดการสูญเสียเมล็ดข้าวโพดที่ติดไปกับซังได้ปีละ 232,870 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าความประหยัด 279,444.00 บาทต่อปี โดยไม่มีการลงทุน ส่วนการหุ้มฉนวนท่อส่งไอน้ำ สามารถลดการใช้น้ำมันเตาลงได้ร้อยละ 91.7 หรือ 2,791.0 ลิตรต่อปี คิดเป็นมูลค่า 41,870.43 บาท โดยมีค่าใช้จ่ายในการหุ้มฉนวน 16,000.00 บาท มีระยะเวลาการคืนทุน 4.58 เดือน การปรับปรุงประสิทธิภาพหม้อไอน้ำ โดยการซื้อเครื่องมือวัดออกซิเจนในอากาศ จะสามารถลด ค่าใช้จ่ายของน้ำมันเตาลงได้ปีละ 29,860.00 บาท มีการลงทุน 17,500.00 บาท มีระยะเวลาการคืนทุน 7.03 เดือน การนำเทคโนโลยีสะอาดไปประยุกต์ใช้ในการศึกษานี้ มีมูลค่าความประหยัดรวม 351,174.43 บาทต่อปี

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 แผนการศึกษา

การศึกษาวิจัยในเรื่อง “เทคโนโลยีสะอาดสำหรับการลดของเสียในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป” แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล (2) วิเคราะห์ข้อมูลและจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา (3) สรุปประเด็นปัญหา (4) สรุปผลการศึกษา ตามแผนผังการทดลองในรูปที่ 3.1 และมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อลดของเสียน้ำมันปาล์มที่แหล่งกำเนิดของกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โดยเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิที่ได้จากการเก็บข้อมูลของโรงงาน การสัมภาษณ์ผู้บริหาร หัวหน้างาน พนักงาน และการเดินสำรวจโรงงาน เพื่อคัดเลือกพื้นที่ในการศึกษา จากนั้นหาสาเหตุของการเกิดของเสียและการสูญเสียในพื้นที่ต้องการศึกษาพร้อมทั้งจัดลำดับการเกิดของเสียและการสูญเสียที่เกิดขึ้น เมื่อทราบขั้นตอนที่เกิดของเสียและสูญเสียแล้วก็ทำการคัดเลือกขั้นตอนที่ต้องการศึกษาและเสนอแนวทางแก้ไขหรือลดการเกิดของเสียและสูญเสียโดยใช้หลักเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 สรุปปริมาณการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป Willi Food (ภาคผนวก ก.1)

3.2.2 บันทึกข้อมูลการใช้วัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ Willi Food (ภาคผนวก ก.2)

3.2.3 บันทึกสรุปของเสียในสายการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (ภาคผนวก ก.3)

3.2.4 สูตรการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (เอกสารความลับไม่สามารถเผยแพร่ได้)

3.2.5 บันทึกการประชุมแสดงความคิดเห็น (ภาคผนวก ก.4)

3.2.6 บันทึกการกำหนดเป้าหมายของโรงงาน (ภาคผนวก ก.5)

3.2.7 บันทึกผลการปฏิบัติการใช้ปืนยิงน้ำ/ เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง (ภาคผนวก ก.6)

3.2.8 ระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการล้างกะบะทอดบะหมี่ (ภาคผนวก ก.7)

3.2.9 บันทึกการใช้ทรัพยากรในการล้าง (Line Cup Noodle) (ภาคผนวก ก.8)

3.2.10 บันทึกการตรวจเช็คความสะอาดกะบะทอด (ภาคผนวก ก.9)

3.2.11 แบบประเมินผลการฝึกอบรม (ภาคผนวก ก.10)

3.2.12 ระเบียบปฏิบัติการปรับปรุงขั้นตอนการล้างกะบะทอดบะหมี่ (ภาคผนวก ก.11)

3.2.13 ใบเสนอราคาเครื่อง Heat Exchange (ภาคผนวก ก.12)

3.2.14 บันทึกการใช้ทรัพยากรในการล้างหลังเปลี่ยนเครื่อง Heat Exchange (ภาคผนวก ก. 13)

3.2.15 กล้องถ่ายรูป

3.2.16 เครื่องชั่ง

3.2.17 นาฬิกาจับเวลา

3.2.18 ห้องประชุมและพื้นที่การผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

3.3 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

3.3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์พนักงาน ซึ่งผู้วิจัยได้สอบถามพนักงานหรือผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิต และข้อมูลเฉพาะของกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปตามข้อกำหนดของลูกค้า (Willi Food) และการสังเกตการปฏิบัติงานของพนักงานแบบไม่รู้ตัวเพื่อให้ได้ข้อมูลจากสภาพการทำงานจริง ๆ ของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โดยใช้แบบประเมินตามหลักเทคโนโลยีสะอาดร่วมด้วยในการเก็บข้อมูลซึ่งการประเมินประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมการประเมิน โดยรวบรวมข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับสภาพทั่วไปของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ได้แก่ ประเมินการใช้วัตถุดิบ น้ำ ไอน้ำ ไฟฟ้า และของเสียของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลวัตถุดิบเข้า (Input) และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น (Output) ในขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อทราบถึงแหล่งกำเนิดของเสีย สาเหตุ และปริมาณการสูญเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งผู้ศึกษาได้ศึกษาแยกจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น

ขั้นตอนที่ 2 การจัดทำแผนผังกระบวนการผลิตเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนย่อย โดยแสดงให้เห็นภาพการใช้ทรัพยากรและการสูญเสียที่เกิดขึ้นในรูปแบบของมวลและพลังงานที่เข้าออกในทุกขั้นตอนการผลิต เพื่อทำการวิเคราะห์ว่ามีการสูญเสียภายในแต่ละขั้นตอนย่อยของกระบวนการผลิตหรือไม่และอย่างไร เพื่อกำหนดหาแนวทางการแก้ไขและป้องกันการเกิดการสูญเสียภายในกระบวนการผลิตในขั้นตอนย่อย ๆ นั้นได้อย่างมีประสิทธิผล

3.3.2 ข้อมูลทุติยภูมิจากการเก็บรวบรวมข้อมูลของโรงงาน

เป็นข้อมูลที่ได้จากการลงบันทึกประจำวันของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เกี่ยวกับวัตถุดิบ วัสดุ จำนวนผลิตภัณฑ์ จำนวนพลังงาน และของเสีย เป็นต้น มาใช้ร่วมกับการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิโดยการสืบค้นจากตำรา วารสาร งานวิจัย แนวคิดและทฤษฎีการประเมิน รายงานการศึกษาและเอกสารอื่น ๆ และการสืบค้นข้อมูลทางอินเตอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสะอาดที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาขาอุตสาหกรรมนี้

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลและจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหา

3.4.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ

ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ข้อมูลที่เป็นตัวเลขจากการจดบันทึกทางสถิติเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณการใช้ทรัพยากร ปริมาณของเสีย และต้นทุนการบำบัดของเสีย เพื่อนำไปคำนวณความเป็นไปได้ในการลงทุน และผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับ ข้อมูลเชิงปริมาณถูกนำไปใช้เปรียบเทียบโดยวิธี Score & ranking Method ซึ่งเป็นวิธีการให้คะแนนจัดลำดับความสำคัญด้านปริมาณ และผลกระทบจากกระบวนการผลิต เพื่อเสนอแนวทางในการจัดการต่อไป ข้อมูลเชิงปริมาณนี้นำไปใช้สนับสนุนข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสัมภาษณ์โดยผู้วิจัย

3.4.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ข้อมูลที่ได้จากการที่สัมภาษณ์และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการสังเกตสภาพแวดล้อมการทำงาน รวมถึงสภาพแวดล้อมโดยรอบของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โดยมีการลำดับและขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

3.4.3 การใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ

3.4.3.1 นำข้อมูลทุติยภูมิมาวิเคราะห์

นำข้อมูลทุติยภูมิมาวิเคราะห์บริเวณที่ทำการประเมินโดยละเอียด โดยจัดทำตารางข้อมูลเพื่อเลือกบริเวณพื้นที่ที่ประเมินโดยพิจารณาจากรายละเอียดต่อไปนี้

1) ปริมาณการใช้ทรัพยากร ค่าสูญเสียที่เกิดขึ้น หรือค่าที่วัดได้จากการตรวจด้วยเครื่องตรวจวัด

2) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาว่าประเด็นดังกล่าว ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมในปริมาณมากน้อยเพียงใด

3) นโยบายขององค์กร ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่ผู้บริหารขององค์กรมุ่งหวังให้ดำเนินการเพื่อบรรลุเป้าหมาย

จากนั้นจึงทำการจัดลำดับความสำคัญของประเด็นทางเทคโนโลยีสะอาดโดยวิธีการให้น้ำหนักคะแนนตามความสำคัญจากผลรวมของระดับคะแนนที่ประเมินจากการพิจารณาปริมาณของเสียที่ส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม การให้น้ำหนักแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 1 = ต่ำ, 2 = ปานกลาง และ 3 = สูง

3.4.3.2 การตรวจประเมินละเอียด

การตรวจประเมินละเอียด นำทรัพยากรและบริเวณที่คัดเลือกมาตรวจประเมินโดยละเอียดด้วยการรวบรวมข้อมูลการผลิตจากการลงบันทึกประจำวันของโรงงาน การตรวจพื้นที่ปฏิบัติงาน และสังเกตการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยทำสมดุลการไหลของมวลสารที่เข้าและออกแต่ละขั้นตอนการผลิตย่อย เพื่อทราบปริมาณทรัพยากรที่เข้าและออกจากหน่วยผลิต

3.4.3.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสีย

การวิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสีย เพื่อหาแหล่งกำเนิดและสาเหตุของการสูญเสีย ดำเนินการโดยตรวจสอบกิจกรรมและระบบการทำงานที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์หาลักษณะผลกระทบปัจจัยสาเหตุของการสูญเสีย โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุและผลจากการทำแผนภูมิก้างปลา

3.4.3.4 กำหนดวิธีการในการลดการสูญเสีย

กำหนดวิธีการในการลดการสูญเสียโดยการประชุมร่วมกันระหว่างฝ่ายบริหาร ฝ่ายผลิต และซ่อมบำรุง เพื่อจัดทำรายการทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด โดยนำข้อมูลและปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิต และค่าความสูญเสียมาพิจารณารายการทางเลือกที่สามารถปฏิบัติได้ โดยให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ปัญหา และพิจารณาความเหมาะสมในการดำเนินงานทุกขั้นตอนหลังจากนี้ด้วยการจัดลำดับทางเลือกโดยพิจารณาความเป็นไปได้ 3 ด้าน ดังนี้

1) ความเป็นไปได้ทางเทคนิคและโอกาสในการปรับปรุง โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ อัตราการผลิต และความปลอดภัย

2) ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และโอกาสในการลดค่าใช้จ่าย โดยประเมินความคุ้มค่าของค่าใช้จ่ายสำหรับข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเงินลงทุนทั้งหมด เช่น ค่าอุปกรณ์การผลิต ค่าวัสดุก่อสร้าง ค่าติดตั้งสาธารณูปโภค ซึ่งนอกจากเงินลงทุนแล้ว ยังมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตที่ลดลง หรือความประหยัดที่ได้จากการดำเนินการตามข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด เช่น การลดค่าวัตถุดิบหรือพลังงาน กำไรจากคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาระยะเวลาในการคืนทุน

3) ความสำคัญทางสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น โดยพิจารณาถึงจำนวนและความเป็นพิษของของเสียและมลพิษ การเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมเมื่อเลือกใช้วัสดุอื่น

จากนั้นนำข้อมูลตรวจประเมินเบื้องต้นที่ทำการประเมินได้มาจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาในโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โดยผลลัพธ์ที่ได้ทำให้ทราบว่าประเด็นต่าง ๆ มีความสำคัญมากน้อยแตกต่างกันอย่างไร และมีความสำคัญในด้านใด

3.5 สรุปประเด็นปัญหา

สรุปประเด็นปัญหาต่าง ๆ หลังจากทำการจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาต่าง ๆ ภายในโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (จากข้อ 3.4.3.1 ถึง 3.4.3.4) จึงทำการเสนอแนวทางปฏิบัติและแนวทางแก้ไขตามแนวทางของเทคโนโลยีสะอาด เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและการประกอบกิจการต่าง ๆ ภายในโรงงาน ให้มีการใช้วัตถุดิบและทรัพยากรต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์มากที่สุด โดยเน้นไปที่การจัดการและการปรับปรุงในประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุด จากผลการจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่ได้จากการประเมินทั้ง 3 หัวข้อจากข้อ 3.2 ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น และทำการประเมินร่วมกันกับผู้วิจัย หลังจากที่มีการประยุกต์ใช้แนวทางตามหลักเทคโนโลยีสะอาดแล้ว นำข้อมูลมาเปรียบเทียบมูลค่าการสูญเสียที่ลดลง และคำนวณมูลค่าความประหยัด

3.6 สรุปผลการศึกษา

นำผลการประเมินแต่ละข้อที่เลือกเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติเพื่อหาข้อสรุปการเลือกนำข้อเสนอมาเป็นแนวทางในการปฏิบัติที่ดีในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษที่เฉพาะของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปให้พัฒนาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนต่อไป

บทที่ 4
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษา

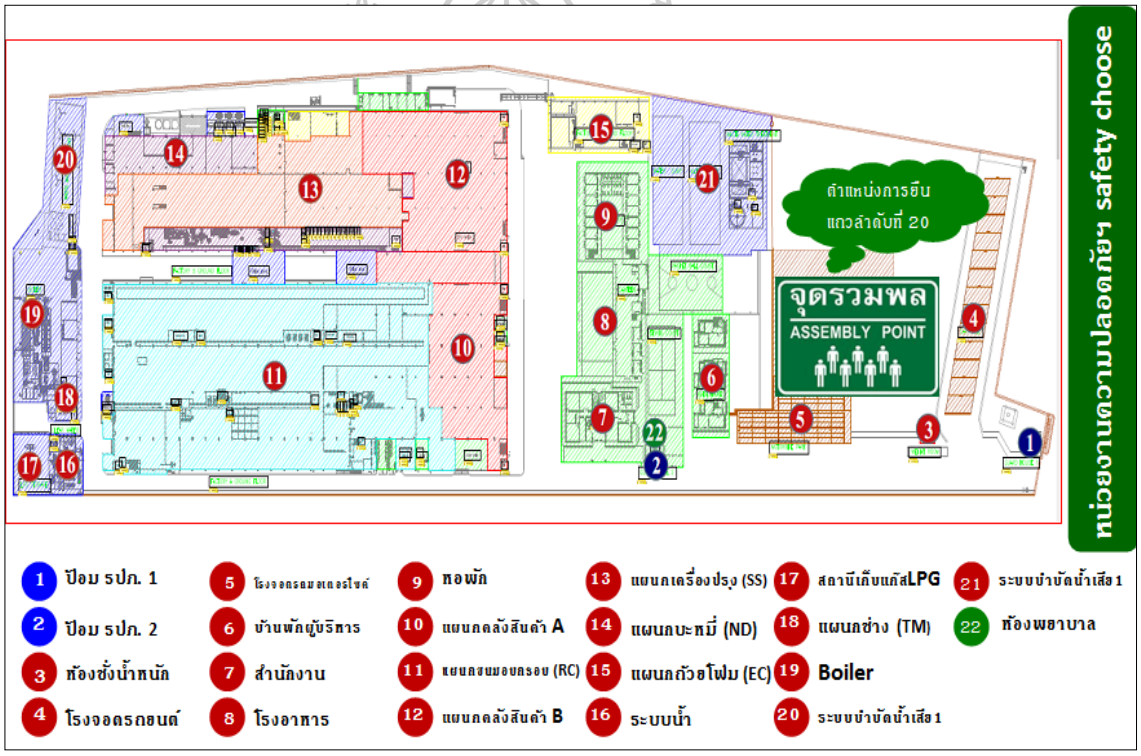
จากวิธีการของการศึกษาวิจัยที่ดำเนินการใช้หลักเทคโนโลยีสะอาดสำหรับการลดของเสียในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ด้วยการศึกษารวบรวมข้อมูล หาสาเหตุของการสูญเสียวัตถุดิบและทรัพยากร และลดของเสียที่แหล่งกำเนิดในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ได้ผลการศึกษาตามขั้นตอนบทที่ 3 ดังนี้

4.2 การรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน

โรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2534 บนพื้นที่ประมาณ 36 ไร่ (รูปที่ 4.1) โดยเป็นบริษัทลงทุนจากต่างประเทศที่ดำเนินธุรกิจให้กับลูกค้าทั้งในและต่างประเทศที่ได้รับการรับรองระดับมาตรฐานสากล ได้แก่ มาตรฐานระบบ ISO 9001 (Quality Management systems), ISO 14001 (Environmental Management systems), GMP (Good Manufacturing Practice), HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point Systems), BRC (British Retail Consortium), IFS (International Food Standard) และอื่น ๆ โรงงานมีความมุ่งมั่นที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงและดำเนินงานร่วมกับลูกค้าอย่างยั่งยืน และช่วยพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของลูกค้า ตลอดจนให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและพลังงาน เพื่อลดผลกระทบในด้านสิ่งแวดล้อมและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ปัจจุบันมีพนักงานประมาณ 1,300 คน ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ขนมข้าวอบกรอบ ข้าวพร้อมรับประทาน โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป เครื่องปรุงรส ถ้วยโฟม และบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปในรูปแบบของบะหมี่ชนิดถ้วยและบะหมี่ชนิดซอง ซึ่งมีส่วนแบ่งทางการตลาดภายในประเทศ 10% และส่งออกต่างประเทศ 90% โดยส่วนใหญ่สินค้าที่ผลิตจะผลิตตามความต้องการของลูกค้า หรือผลิตภายใต้ข้อกำหนดของลูกค้า เพื่อให้คุณภาพและความสะอาดเป็นไปตามที่ลูกค้าต้องการ

สำหรับผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปชนิดถ้วยของลูกค้า Willi Food เป็นผลิตภัณฑ์แบรนด์ของลูกค้า ยอดการผลิตเฉลี่ย 130,979.2 กิโลกรัมต่อปี (ภาคผนวก ก.1) โดยลูกค้าเป็นผู้มีส่วนร่วมในการควบคุมตรวจสอบกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นการผลิตจนถึงผลิตภัณฑ์สุดท้าย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนดและความต้องการของลูกค้า

จากการรวบรวมข้อมูลบันทึกประจำวันของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเกี่ยวกับวัตถุดิบ วัสดุ จำนวนผลิตภัณฑ์ จำนวนพลังงาน และของเสีย ของปีพ.ศ. 2560 (กรกฎาคม – พฤศจิกายน) พบว่า มีการใช้แป้งชนิดต่าง ๆ เฉลี่ย 29,284 กิโลกรัมต่อครั้ง น้ำมันปาล์ม 7,320.75 กิโลกรัมต่อครั้ง ซองเครื่องปรุง 496,134 ชิ้นต่อครั้ง ฟิล์ม 489.32 กิโลกรัมต่อครั้ง เทปใส 193.8 กิโลกรัมต่อครั้ง กล่องกระดาษ 20,672.25 ชิ้นต่อครั้ง น้ำ 69.65 ลูกบาศก์เมตร ไฟฟ้า 203.51 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ไอน้ำ 1,500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เป็นวัตถุดิบและพลังงาน นอกจากนี้ยังพบของเสียเศษแป้งเฉลี่ย 27 กิโลกรัมต่อครั้ง เศษบะหมี่ 527.25 กิโลกรัมต่อครั้ง บะหมี่ไม่ได้มาตรฐาน 921.25 กิโลกรัมต่อครั้ง บรรจุภัณฑ์ใช้แล้ว 35.03 กิโลกรัมต่อครั้ง น้ำมันปาล์มใช้แล้ว 3,000 กิโลกรัมต่อครั้ง และน้ำเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป 47.5 ลูกบาศก์เมตรต่อครั้ง (ภาคผนวก ก.2 และ ก.3)



รูปที่ 4.1 แผนผังโรงงานบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

4.3 การตรวจประเมินเบื้องต้น

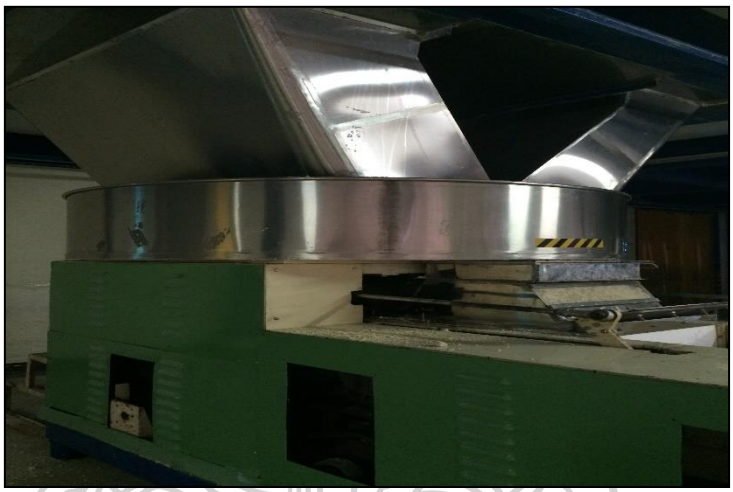
4.3.1 ข้อมูลพื้นฐานของโรงงานเกี่ยวกับทรัพยากรในกระบวนการผลิต

ผลการสำรวจทรัพยากรในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจนถึงขั้นตอนการบรรจุ ประกอบด้วยทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรไฟฟ้า และทรัพยากรความร้อน เป็นทรัพยากรหลักในการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ได้จากการสำรวจพื้นการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

4.3.2 กระบวนการผลิต

จากการลงพื้นที่สำรวจกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปและสอบถามจากผู้ปฏิบัติงาน ทั้งสภาพแวดล้อมในการทำงาน ลักษณะการทำงาน ปริมาณการใช้ทรัพยากร และขั้นตอนการปฏิบัติงาน พบว่า กระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีขั้นตอนการผลิตย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

1) การเตรียมวัตถุดิบและผสมแป้ง ผู้ปฏิบัติงานจะเทแป้งชนิดต่าง ๆ เช่น แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลังร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 มิลลิเมตร เพื่อคัดแยกสิ่งแปลกปลอมที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบแป้ง จากนั้นเติมน้ำสารที่เตรียมไว้ผสมกับแป้งให้เข้ากันจนแป้งจับกันเป็นก้อนดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การผสมแป้ง

2) การรีดแผ่นแป้ง โดยแป้งโดที่ผสมแล้วจะถูกส่งลำเลียงมายังเครื่องรีดให้เป็นแผ่นบาง ๆ ตามขนาดที่ต้องการ

รูปที่ 4.3 การรีดแผ่นแป้ง

3) การตัดให้เป็นเส้น แป้งโดที่ผ่านการรีดเป็นแผ่นบาง ๆ ตามขนาดที่ต้องการจะถูกลำเลียงเข้าเครื่องตัดแป้งให้เป็นเส้นบะหมี่

รูปที่ 4.4 การตัดให้เป็นเส้น

4) การนึ่งแป้ง เส้นบะหมี่ที่ผ่านการตัดให้เป็นเส้นลำเลียงเข้าเครื่องนึ่งด้วยไอน้ำ เพื่อทำให้เส้นบะหมี่สุก

รูปที่ 4.5 การนึ่งแป้ง

5) การราดน้ำอ่อน เส้นบะหมี่ที่นึ่งสุกแล้วจะถูกลำเลียงผ่านเครื่องสเปรย์น้ำ เพื่อเพิ่มความชื้นให้กับเส้นบะหมี่ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการทอด

รูปที่ 4.6 การราดน้ำอ่อน

6) การตัดแต่งก้อนบะหมี่ ลำเลียงเส้นบะหมี่ที่ผ่านการราดน้ำอ่อนแล้วเข้าเครื่องตัดเส้นบะหมี่และแต่งก้อนบะหมี่ให้ได้ตามน้ำหนักที่กำหนด

รูปที่ 4.7 การตัดแต่งก้อนบะหมี่

7) การทอด บะหมี่ที่ผ่านการแต่งก้อนบะหมี่แล้วถูกลำเลียงเข้าเครื่องทอด โดยใช้อุณหภูมิ 150 - 160 องศาเซลเซียส เวลา 2 - 3 นาที

รูปที่ 4.8 การทอดบะหมี่

8) การเป่าเย็น บะหมี่ที่ผ่านการทอดแล้วจะถูกเคาะออกจากตลับและลำเลียงผ่านระบบระบายความร้อนด้วยการเป่าลมเย็น

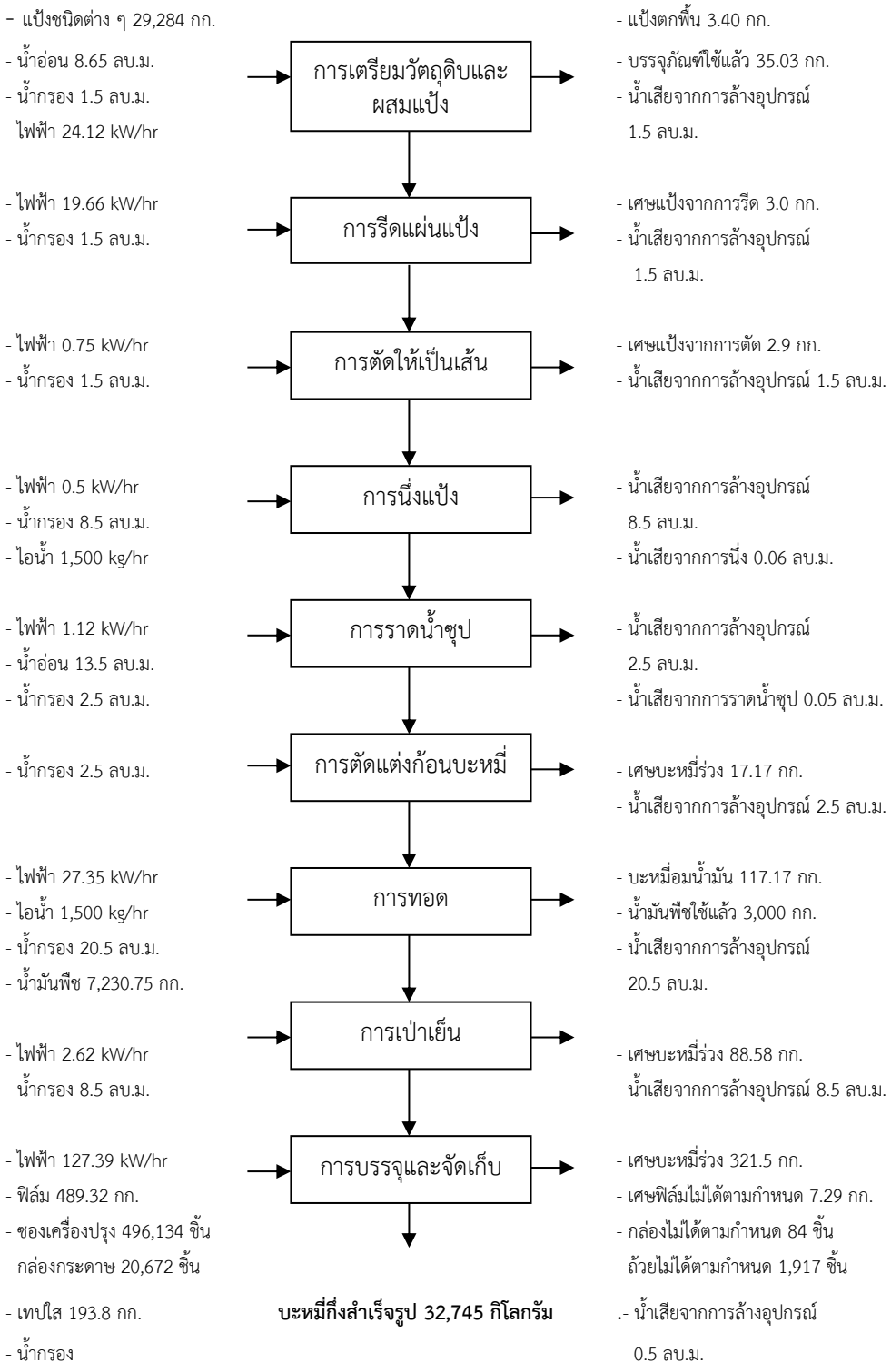
รูปที่ 4.9 การเป่าเย็น

9) การบรรจุและจัดเก็บ ก้อนบะหมี่หลังผ่านการเป่าเย็นแล้วจะถูกลำเลียงเข้าสู่ขั้นตอนการบรรจุซึ่งจะมีการคัดแยกบะหมี่ที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดออก เช่นบะหมี่แตกหัก น้ำหนักไม่ได้มาตรฐาน เป็นต้น และบรรจุโดยใช้เครื่องบรรจุแบบกึ่งอัตโนมัติที่ใช้พนักงานควบคุม สามารถบรรจุได้ 200 ชิ้นต่อนาที

รูปที่ 4.10 การบรรจุ

4.3.3 การใช้ทรัพยากรต่อผลิตภัณฑ์

จากข้อมูลที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมจากบันทึกประจำวันของโรงงาน ร่วมกับการเดินสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงาน ลักษณะการปฏิบัติงาน และการสัมภาษณ์พนักงานของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 รวมระยะเวลา 25 วัน พร้อมทั้งจัดทำสมดุลมวลของการใช้วัตถุดิบ ทรัพยากร พลังงาน และของเสียที่เกิดขึ้นต่อผลิตภัณฑ์ โดยพบว่าขั้นตอนการผลิตย่อยของกระบวนการผลิต ตั้งแต่เริ่มจนได้เป็นผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป 32,745 กิโลกรัม โดยใช้วัตถุดิบแป้งมากที่สุดในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและผสมแป้งปริมาณ 29,284 กิโลกรัม การใช้วัตถุดิบน้ำมันปาล์มใช้มากที่สุดในขั้นตอนการทอดปริมาณ 7,320.75 กิโลกรัม การใช้น้ำพบว่าใช้ทั้งหมด 69.65 ลูกบาศก์เมตร แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานสูงที่สุดคือ ใช้ในการล้างอุปกรณ์ 47.5 ลูกบาศก์เมตร รองลงมาใช้ในขั้นตอนราดน้ำซุป 13.5 ลูกบาศก์เมตร และใช้เป็นส่วนผสมของบะหมี่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและผสมแป้ง 8.65 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่าขั้นตอนการบรรจุและจัดเก็บมีการใช้พลังงานมากเป็นอันดับแรกจำนวน 127.39 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง อันดับสองเป็นขั้นตอนการทอดใช้พลังงานไฟฟ้า 27.35 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง และอันดับสามคือขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและผสมแป้งใช้พลังงานไฟฟ้า 24.12 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง และพลังงานความร้อนจากไอน้ำพบว่าขั้นตอนการนึ่งแป้งและขั้นตอนการทอดใช้พลังงานความร้อนอยู่ที่ 1,500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ปริมาณสารเข้าและออกของกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปข้อมูล ณ. เดือนกรกฎาคม - พฤศจิกายน พ.ศ. 2560

4.3.4 จุดที่มีการสูญเสีย

หลังจากที่ผู้วิจัยได้สำรวจพื้นที่การปฏิบัติงานของกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เพื่อให้เกิดความเข้าใจในขั้นตอนการผลิตย่อย ๆ จากนั้นก็เข้าสู่การประเมินจุดที่มีของเสียและเกิดการสูญเสียที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิด้วยการจัดทำแผนผังแสดงมวลเข้าและออกของขั้นตอนการผลิตย่อยของกระบวนการ ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบจนได้เป็นผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป พบว่า ขั้นตอนการผลิตย่อยพบของเสียและการสูญเสียเกิดขึ้นดังรูปที่ 4.12 - 4.16 ซึ่งประกอบด้วยแป้งและเศษแป้งตกพื้น น้ำมันพืชใช้แล้ว เศษบะหมี่ร่วง บะหมี่ไม่ได้มาตรฐาน เศษฟิล์มเสีย กล่องกระดาษเสีย และบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แล้ว นอกจากนี้ยังมีมลพิษต่าง ๆ ได้แก่ ฝุ่นแป้ง เสียงดังจากเครื่องจักร ความร้อน และน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ ตามลำดับ ทั้งนี้ข้อมูลปริมาณของเสียได้จากการจดบันทึกและชั่งน้ำหนักของโรงงานได้ระบุไว้ในตารางที่ 4.1

รูปที่ 4.12 การสำรวจพื้นที่กระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

รูปที่ 4.13 เศษบะหมี่ร่วง

รูปที่ 4.14 บะหมี่ไม่ได้มาตรฐาน

รูปที่ 4.15 น้ำมันพืชใช้แล้ว

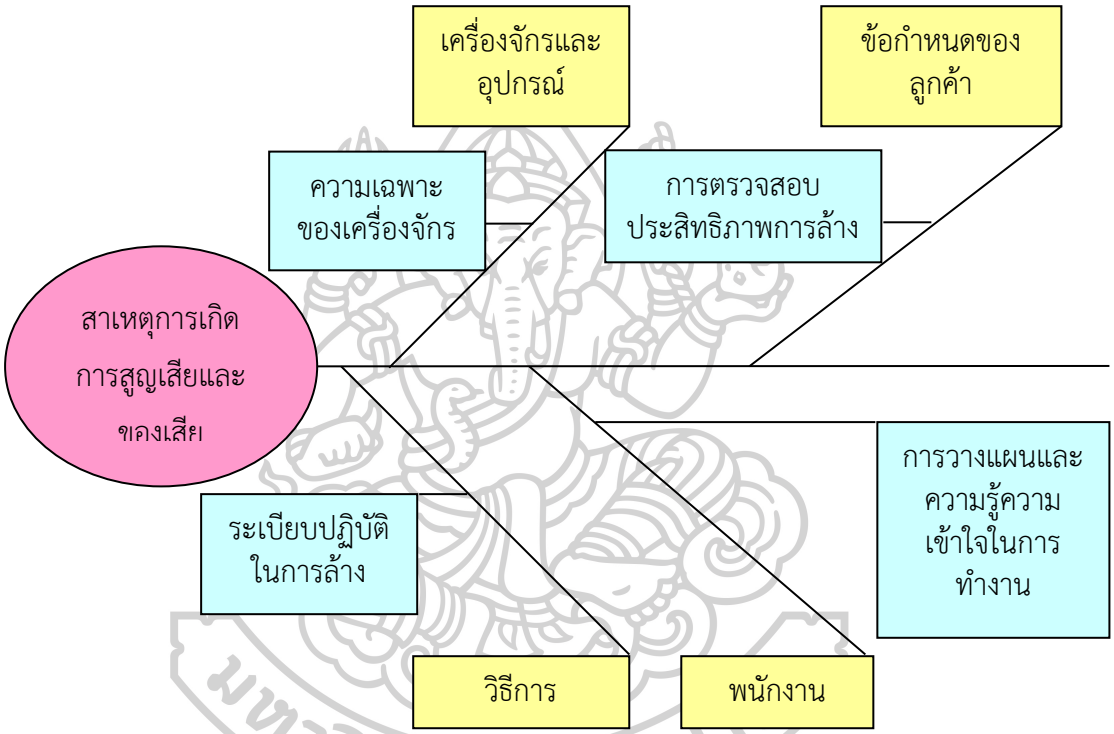
รูปที่ 4.16 ลักษณะน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์และเครื่องจักร

ตารางที่ 4.1 ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

ขั้นตอนการผลิตย่อย	ลักษณะของเสีย	ปริมาณ (กิโลกรัม)
การเตรียมวัตถุดิบและผสมแป้ง	- แป้งตกพื้น - บรรจุภัณฑ์ใช้แล้ว - น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์	- 3.40 - 35.05 - 1.5 ลูกบาศก์เมตร
การรีดแผ่นแป้ง	- เศษแป้งจากการรีด - น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์	- 3.0 - 1.5 ลูกบาศก์เมตร
การตัดให้เป็นเส้น	- เศษแป้งจากการตัด - น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์	- 2.9 -1.5 ลูกบาศก์เมตร
การนึ่งแป้ง	- น้ำเสียจากการนึ่งแป้ง - น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์	- 0.06 ลูกบาศก์เมตร - 8.5 ลูกบาศก์เมตร
การราดน้ำอ่อน	- น้ำเสียจากการราดน้ำอ่อน - น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์	- 0.05 ลูกบาศก์เมตร - 2.5 ลูกบาศก์เมตร
การตัดแต่งก้อนบะหมี่	- เศษบะหมี่ร่วง - น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์	- 17.7 - 2.5 ลูกบาศก์เมตร
การทอด	- บะหมี่อมน้ำมัน - น้ำมันพืชใช้แล้ว - น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์	- 117.17 - 3,000 - 20.5 ลูกบาศก์เมตร
การเป่าเย็น	- เศษบะหมี่ร่วง - น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์	- 88.58 - 8.5 ลูกบาศก์เมตร
การบรรจุและจัดเก็บ	- เศษบะหมี่ร่วง - บะหมี่ไม่ได้มาตรฐาน - ถ้วยไม่ได้มาตรฐาน - เศษฟิล์มไม่ได้ตามกำหนด - กล่องกระดาษไม่ได้ตามกำหนด - ฝาถ้วยไม่ได้ตามกำหนด - น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์	- 321.5 - 921.25 - 1,917 ชิ้น - 7.29 - 84 ชิ้น - 1,841 ชิ้น - 0.50 ลูกบาศก์เมตร

4.3.5 การวิเคราะห์สาเหตุการเกิดของเสียและการสูญเสียและแนวทางการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

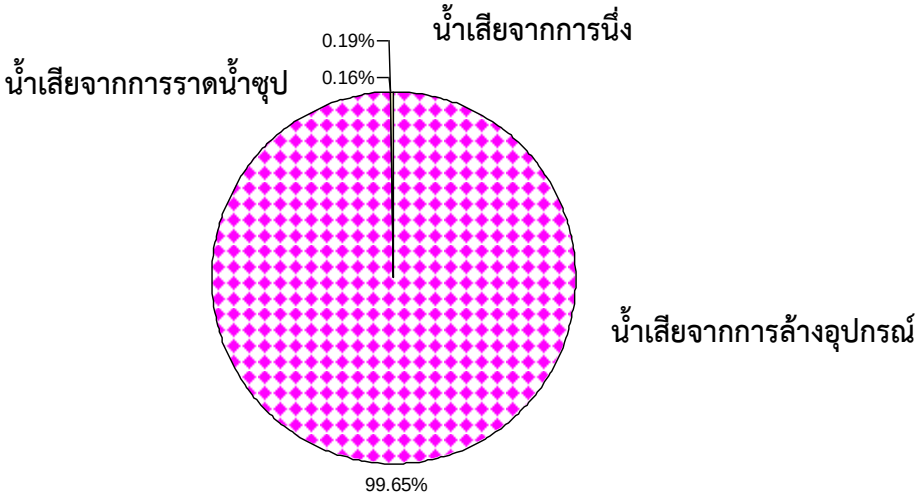
จากการวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดของเสียโดยใช้เครื่องมือแผนภูมิก้างปลาในการวิเคราะห์ พบว่าเกิดจากความเฉพาะของเครื่องจักรและอุปกรณ์ การตรวจสอบประสิทธิภาพของการล้าง ระเบียบขั้นตอนปฏิบัติในการล้าง การวางแผนและความรู้ความเข้าในการปฏิบัติงานดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 วิเคราะห์สาเหตุการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

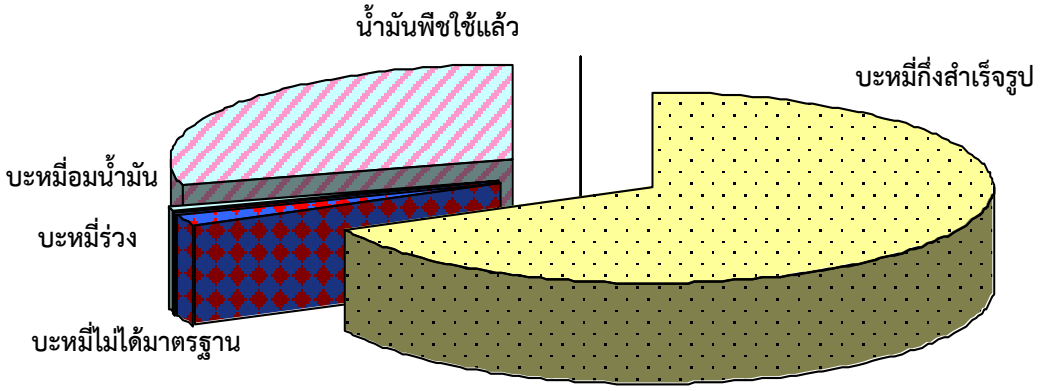
ผลการศึกษาจากการทำสมดุลมวลของกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป พบว่าข้อมูลการใช้ทรัพยากรต่อผลิตภัณฑ์ และเพื่อนำข้อมูลเข้าสู่การให้ลำดับประเด็นการใช้ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการผลิตย่อย ด้วยการจัดลำดับความสำคัญโดยอ้างอิงถึงของเสียที่ไม่มีมูลค่าและเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัด และนำไปสู่การหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของขั้นตอนย่อยต่าง ๆ ด้วยการให้คะแนน (ตารางที่ 4.2) เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรน้ำ ไฟฟ้า ความร้อน วัตถุดิบและมลพิษต่าง ๆ โดยพบว่า ขั้นตอนการทอด ขั้นตอนการเป่าเย็น และขั้นตอนการบรรจุและจัดเก็บมีของเสียและการสูญเสียเกิดขึ้น ล้วนเป็นของเสียที่มีมูลค่า เนื่องจากสามารถนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิต ขายเป็นอาหารสัตว์ ขายเป็นสินค้าตกเกรด และขายเป็นขยะรีไซเคิล ได้แก่ บรรจุ

ภัณฑ์ที่ใช้แล้ว กล่องกระดาษ เศษฟิล์ม เศษแป้ง เศษบะหมี่ บะหมี่ไม่ได้มาตรฐาน และน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยของเสียที่ไม่มีมูลค่าต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำบัด ได้แก่ น้ำเสียจากการนึ่งแป้ง น้ำเสียจากการราดน้ำซุป และน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ โดยสัดส่วนของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (รูปที่ 4.18) มากเป็นอันดับแรกคือน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ร้อยละ 99.65



รูปที่ 4.18 สัดส่วนของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

เนื่องจากขั้นตอนการผลิตย่อยของกระบวนการมีการใช้น้ำในการล้างทำความสะอาดพื้น วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องจักรจำนวนมากเป็นอันดับหนึ่ง เพื่อกำจัดคราบสกปรกและคราบไขมันที่ติดอยู่กับผิวและฝังแน่นของอุปกรณ์และเครื่องจักร จึงทำให้เกิดการสูญเสียน้ำปริมาณมากและเกิดเป็นต้นทุนการผลิตสูงร้อยละ 99.65 อันดับสองคือน้ำเสียจากการนึ่งแป้งร้อยละ 0.19 และอันดับที่สามคือน้ำเสียจากการราดน้ำซุปร้อยละ 0.16 ตามลำดับ นอกจากนี้ขั้นตอนการทอด การเป่าเย็น และการบรรจุและจัดเก็บ มีการสูญเสียน้ำมันปาล์มและแป้งชนิดต่าง ๆ ไปกับผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เศษบะหมี่ร่วง บะหมี่อมน้ำมัน บะหมี่ไม่ได้มาตรฐาน และอื่น ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปร้อยละ 67.90 น้ำมันที่ใช้แล้วร้อยละ 29.07 เศษบะหมี่ร่วงร้อยละ 0.85 บะหมี่อมน้ำมันร้อยละ 0.24 บะหมี่ไม่ได้ตามกำหนดร้อยละ 1.91 และอื่น ๆ ร้อยละ 0.03 ตามลำดับ (รูปที่ 4.19) ประกอบกับปัจจุบันราคาวัตถุดิบมีราคาสูง เมื่อเกิดของเสียมากก็ส่งผลให้เป็นต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นตามไปด้วย



รูปที่ 4.19 อัตราการสูญเสียน้ำมันปาล์มและแป้งในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

จากข้อมูลผลศึกษาการใช้ทรัพยากรต่อผลิตภัณฑ์ สรุปสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตย่อยที่ควรได้รับการปรับปรุง คือ ขั้นตอนการทอด ขั้นตอนการนึ่งแป้ง และขั้นตอนการเป่าเย็น และข้อมูลที่ได้จากการสังเกต วิเคราะห์ และศึกษาจากแหล่งความรู้ รวมถึงการแสดงความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตดังรูปที่ 4.20 และตารางที่ 4.3 เพื่อนำไปหาข้อสรุปแนวทางการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการผลิตย่อยดังกล่าว รวมทั้งการปรับเปลี่ยนเทคนิคการปฏิบัติงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการสูญเสียการใช้ทรัพยากร การประเมินหาสาเหตุการสูญเสียในขั้นตอนการผลิตย่อยนั้น พบว่า ขั้นตอนย่อยการทอดและการเป่าเย็นมีการสูญเสียทรัพยากรน้ำเนื่องจากต้องล้างคราบน้ำมันและไขมันที่ติดอยู่บนพื้นผิวของอุปกรณ์และเครื่องจักร ทำให้ต้องใช้น้ำปริมาณมากในการล้างของขั้นตอนการผลิตย่อยการทอดและเป่าเย็น เนื่องจากไม่มีการตรวจเช็คประสิทธิภาพภาพของการล้าง ผู้ปฏิบัติงานจึงใช้น้ำล้างคราบน้ำมันและไขมันที่ติดบนพื้นผิวของอุปกรณ์และเครื่องจักรหลายรอบการล้างในขั้นตอนย่อยที่ล้าง ได้แก่ การขัดถูบนพื้นผิวของอุปกรณ์และเครื่องจักร และเปิดน้ำไหลผ่านตลอดระยะเวลาในการล้าง ทำให้สูญเสียน้ำปริมาณมากโดยเปล่าประโยชน์ สำหรับการล้างนั้นใช้เวลาในการล้าง 14 ชั่วโมง เนื่องจากมีขั้นตอนการล้างที่ซับซ้อนเช่น ขั้นตอนการใช้สารชะล้าง NaOH ใช้สารทำความสะอาด ใช้น้ำอุ่น น้ำสะอาด รวมทั้งต้องใช้พนักงานจำนวนมากเพื่อล้างให้เสร็จทันเวลาการผลิต เป็นต้น ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูงขึ้นร้อยละ 28 จากขั้นตอนการล้าง

ตารางที่ 4.2 คัดเลือกขั้นตอนการผลิตย่อยของกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เพื่อนำไปสู่การลำดับความเป็นไปได้ในการปรับปรุง

ขั้นตอนการผลิต	เกณฑ์การคัดเลือก (คะแนน)*				คะแนนรวม	ลำดับ
	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ปริมาณ)	การลงทุน**	โอกาสในการปรับปรุง	ความสนใจร่วมมือ		
การเตรียมวัตถุดิบและผสมแป้ง	1	1	1	1	4	5
การรีดแผ่นแป้ง	1	1	1	1	4	5
การตัดให้เป็นเส้น	1	1	1	1	4	5
การนึ่งแป้ง	2	2	2	3	9	2
การราดน้ำซุป	1	1	1	1	4	5
การตัดแต่งก้อนบะหมี่	2	1	1	1	5	4
การทอด	3	1	3	3	10	1
การเป่าเย็น	3	2	1	3	9	2
การบรรจุและจัดเก็บ	3	1	2	2	8	3

หมายเหตุ: *คะแนน 1 = ต่ำ 2 = ปานกลาง 3 = สูง

**คะแนนสำหรับการลงทุนเพื่อให้มีโอกาสในการปรับปรุง

1 = ลงทุนสูง 2 = ลงทุนปานกลาง 3 = ลงทุนต่ำ

ลำดับความสำคัญ ลำดับที่ 1 = สำคัญมากที่สุด

ลำดับที่ 4 = สำคัญน้อยที่สุด

รูปที่ 4.20 การแสดงความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4.3 ข้อสรุปความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต (แบบบันทึกข้อคิดเห็นใน ภาคผนวก ก.4)

ลำดับที่	รายละเอียดแสดงความคิดเห็น
1	ติดตั้งปืนฉีดน้ำเพื่อให้สามารถควบคุมการปิด – เปิดท่อน้ำได้ทันที
2	เปิดถัง Heat exchanger) ทำความสะอาดก่อนล้างทำความสะอาดกระบะทอด
3	เพิ่มเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงให้เพียงพอต่อการล้างทำความสะอาด
4	ลูกค้าเป็นผู้ตรวจเช็คประสิทธิภาพของการล้าง ทำให้ยากต่อการทำงาน
5	ไม่มีเกณฑ์ในการตรวจสอบความสะอาดของการล้าง
6	ความเฉพาะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger)
7	ไม่มีระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการล้างทำความสะอาดที่ชัดเจน
8	กำหนดเป้าหมายในการลดปริมาณการใช้น้ำ
9	ลดขั้นตอนการฉีดไล่น้ำ/สิ่งตกค้าง
10	ฝึกอบรมพนักงานให้มีความตระหนักรู้ถึงการใช้ทรัพยากรในการล้างทำความสะอาด

4.4 การตรวจประเมินละเอียด การศึกษาความเป็นไปได้ การลงมือปฏิบัติและการติดตามตรวจสอบ

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำผลการวิเคราะห์สาเหตุของการสูญเสียและเกิดของเสียที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกให้คะแนน ได้แก่ ขั้นตอนการผลิตย่อยการทอด การเป่าเย็น และการบรรจุและจัดเก็บ คะแนนอยู่ในลำดับที่หนึ่งและสองในการพิจารณาโดยละเอียดและการศึกษาความเป็นไปได้ การลงมือปฏิบัติ และการติดตามตรวจสอบ แยกเป็นประเด็นพิจารณาดังนี้

4.3.6 ประเด็นพิจารณาที่ 1 การสูญเสียทรัพยากรน้ำในการล้างอุปกรณ์และทำความสะอาดสายการผลิต

การล้างอุปกรณ์และการทำความสะอาดสายการผลิต เป็นขั้นตอนหนึ่งที่ดำเนินการหลังจากการปฏิบัติงานก่อนมีการผลิตสินค้ารายการใหม่ให้ลูกค้ารายต่อไป พนักงานต้องล้างโดยใช้สายยางฉีดล้างทำความสะอาด เครื่องมือ อุปกรณ์ และบริเวณต่าง ๆ ของสายการผลิต ซึ่งผลจากการประเมินเบื้องต้น ปริมาณน้ำรวมที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์และบริเวณสายการผลิตมีสูงถึงประมาณร้อยละ 99.65 ของปริมาณน้ำเสียทั้งหมดในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป 32,745 กิโลกรัม

4.4.1.1 ผลการตรวจประเมินการใช้น้ำและการสูญเสียน้ำในการล้างอุปกรณ์และทำความสะอาดสายการผลิตอย่างละเอียด และการศึกษาความเป็นไปได้

1) สภาพการทำงานปัจจุบันที่พบเป็นปัญหา

ก. มีการใช้สายยางฉีดล้างทำความสะอาดและพนักงานเปิดน้ำทิ้งไว้ขณะที่ทำความสะอาดไปด้วย (0.0005 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

ข. ไม่มีมาตรฐานการตรวจสอบผลการทำความสะอาดหลังการล้าง

ค. ไม่มีการออกระเบียบขั้นตอนการล้างทำความสะอาดที่ชัดเจน

ง. ถัง Heat Exchanger ไม่สามารถเปิดถังเพื่อเข้าไปทำความสะอาดได้

2) สาเหตุของปัญหา

ก. วิธีการใช้สายยางฉีดล้างเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากมีน้ำไหลตลอดเวลา ทำให้สิ้นเปลืองน้ำ

ข. ลูกค้าขอมีส่วนร่วมในการตรวจสอบความสะอาดด้วยตัวเอง ทำให้ต้องทำความสะอาดมากขึ้น ต้องใช้น้ำในปริมาณมากเพื่อให้สายการผลิตสะอาดตามความต้องการของลูกค้า

ค. การล้างทำความสะอาดมีการปรับเปลี่ยนเพื่อหาขั้นตอนการล้างที่เหมาะสม รวดเร็ว และสะอาดตามความต้องการของลูกค้า

ง. เนื่องจากถัง Heat Exchanger ใช้หลักการทำงานน้ำล้นลงท่อตรงกลางและไหลลงท่อด้านล่าง คือ น้ำมันเข้าด้านข้างตรงกลาง และไหลออกทางด้านล่างของถัง เมื่อปล่อยน้ำมันออกหมดจะมีน้ำมันคงค้างบริเวณโดยรอบของถังประมาณครึ่งถัง ทำให้ต้องใช้น้ำปริมาณมากในการล้างด้วยหลักการน้ำล้น

3) แนวทางแก้ไขปรับปรุงลดการสูญเสีย

ก. ใช้เครื่องพ่นน้ำแรงดันที่สามารถทำความสะอาดได้ดีกว่า และสามารถควบคุมเปิดปิดน้ำจากปลายท่อได้ ซึ่งตามเป้าหมายของโรงงานที่จะลดการสูญเสียร้อยละ 20 เมื่อเปรียบเทียบกับการล้างในอุตสาหกรรมเดียวกัน (ภาคผนวก ก.5)

ข. ร่วมกันหาและกำหนดเกณฑ์การตรวจสอบความสะอาดหลังการล้างให้ชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ปฏิบัติงาน

ค. กำหนดระเบียบขั้นตอนการล้างทำความสะอาดให้ชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางในการล้างในครั้งต่อ ๆ ไป

ง. เปลี่ยนถัง Heat Exchanger เพื่อให้สามารถเปิดล้างทำความสะอาดภายในถังได้

จากการตรวจประเมินโดยละเอียดในประเด็นการใช้น้ำและการสูญเสียน้ำในการล้างอุปกรณ์และทำความสะอาดสายการผลิต พบว่า มีพฤติกรรมที่ส่งผลให้ใช้น้ำอย่างฟุ่มเฟือย คือ ไม่มีการปิดน้ำในขณะที่ไม่จำเป็นต้องเปิดน้ำ เช่น ขณะพนักงานทำการขัดถู ล้างอุปกรณ์หรือบริเวณพื้นของสายการผลิต (รูปที่ 4.21) มีปริมาณโดยเฉลี่ย 47.5 ลูกบาศก์เมตรต่อรอบการผลิต (เก็บข้อมูลระหว่างกรกฎาคมถึงพฤศจิกายน 2560 ความถี่เฉลี่ยการเก็บข้อมูลเดือนละ 1 ครั้ง) ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตต่อการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป 32,745 กิโลกรัม

น้ำเสีย	ปริมาณที่วัดได้ (ลบ.ม./ ครั้ง)
1. น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์	47.5
2. น้ำเสียจากการราดน้ำซุป	0.05
3. น้ำเสียจากการนึ่ง	0.06

รูปที่ 4.21 การใช้สายยางปลายเปิดฉีดล้างทำความสะอาดอุปกรณ์

4) วิธีการที่นำเสนอแก้ไขได้นำเสนอในตารางที่ 4.5 ซึ่งรายละเอียดของวิธีการที่นำเสนอแก้ไขได้จากการแสดงความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูประดับหัวหน้างาน ณ วันที่ 17 เมษายน พ.ศ.2561

ก. กำหนดเป้าหมายการทดลองใช้น้ำจากเดิมลงร้อยละ 20 เมื่อเปรียบเทียบกับการล้างในอุตสาหกรรมเดียวกัน

ข. ร่วมกันและเขียนระเบียบขั้นตอนการล้างทำความสะอาด เพื่อให้เป็นแนวทางเดียวกันต่อการปฏิบัติงาน

ค. กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบความสะอาดโดยหัวหน้างานส่วนสุขลักษณะส่วนบุคคล (Hygiene staff) ที่ผ่านการฝึกอบรมเรื่องหลักการผลิตที่ดี (GMP)

ง. ติดตั้งปืนฉีดน้ำเพื่อให้สามารถควบคุมการปิด - เปิดท่อน้ำได้ทันที

ตารางที่ 4.5 ข้อเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดเพื่อนำข้อเสนอไปปฏิบัติ

เทคนิคเทคโนโลยีสะอาด	ทำได้ทันที	ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม	ไม่สามารถปฏิบัติได้	สาเหตุ
1. กำหนดเป้าหมายการลดการใช้น้ำล้างจากเดิมร้อยละ 20	√			เพราะเป็นนโยบายของผู้บริหารที่ต้องปฏิบัติทันที
2. จัดทำระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการล้างทำความสะอาด เพื่อให้ชัดเจนและปฏิบัติงานได้ถูกต้องและมีมาตรฐานเดียวกัน	√			เพราะไม่ต้องใช้งบประมาณในการจัดการสามารถปฏิบัติได้ทันที
3. กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบความสะอาดโดย Hygiene staff ที่ผ่านการฝึกอบรมเรื่อง GMP	√			เพราะสามารถอ้างอิงตามวิธีการปฏิบัติของลูกค้า
4. ติดตั้งปืนฉีดน้ำเพื่อให้สามารถควบคุมการปิด - เปิด ที่ปลายสายได้ทันที		√		เนื่องจากต้องใช้เงินลงทุนสูง
5. เปลี่ยนเครื่อง Heat exchanger ใหม่			√	เนื่องจากต้องใช้เงินลงทุนสูง
6. เปิดถัง Heat exchanger ทำความสะอาดก่อนล้างทำความสะอาด	√			เนื่องจากต้องให้ผู้รับเหมาเปิด ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายและใช้เวลานาน

ข้อเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่ถูกเลือกนำไปปฏิบัติได้ทันทีนั้น ทาง หัวหน้างาน ผู้ปฏิบัติงาน และผู้วิจัยมีเหตุผลสนับสนุนแต่ละทางเลือกดังกล่าว ดังนี้

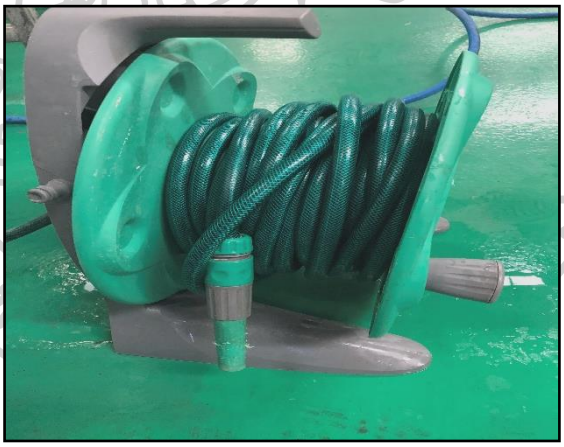
1) การกำหนดเป้าหมายลดการใช้น้ำล้างจากเดิมลงร้อยละ 20 เพื่อเป็นการลดการใช้น้ำที่มากเกินความจำเป็น และช่วยให้พนักงานมีเป้าหมายและตระหนักรู้ในการใช้น้ำสำหรับ

การปฏิบัติงาน สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ทันที เนื่องจากเป็นนโยบายของผู้บริหารในการลดการใช้น้ำในโรงงาน

2) การเขียนระเบียบขั้นตอนการล้างทำความสะอาด เพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงานและยังช่วยทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปในแนวทางเดียวกัน และมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ทันที เนื่องจากไม่ต้องใช้เงินในการลงทุน และไม่มีความซับซ้อนในการปฏิบัติ

3) กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบความสะอาดโดยหัวหน้างานส่วนสุขลักษณะส่วนบุคคล (Hygiene staff) ที่ผ่านการฝึกอบรมเรื่องหลักการปฏิบัติที่ดี (GMP) เป็นการตรวจสอบความสะอาดเบื้องต้นก่อนการตรวจสอบจากลูกค้า สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ทันที เนื่องจากไม่ต้องใช้เงินในการลงทุนและไม่มีความซับซ้อนในการทำงาน

4) การติดตั้งเครื่องฉีดน้ำ ขนาดท่อ 0.5 นิ้ว หรือ 13 มิลลิเมตร (รูปที่ 4.22) จำนวน 3 จุด สามารถเปิด - ปิดที่ปลายสายได้ทันทีที่ต้องการใช้งานและหลังการใช้งานตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายขององค์กร เพื่อเป็นการลดการใช้น้ำที่มากเกินความจำเป็น และช่วยทำให้การล้างทำความสะอาดมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ทันที เนื่องจากเป็นเป้าหมายของโรงงานในการลดการใช้น้ำ และไม่มีความซับซ้อนในการทำงาน



รูปที่ 4.22 เครื่องฉีดน้ำที่สามารถควบคุมการเปิด - ปิดที่ปลายสาย

4.4.1.2 การลงมือปฏิบัติและผลที่ได้รับ

1) ติดตั้งเครื่องฉีดน้ำ

แต่เดิมทางโรงงานใช้สายยางธรรมดาในการทำความสะอาด ลักษณะของสายยางเป็นแบบท่อปลายเปิด ขณะที่พนักงานทำความสะอาด น้ำจะไหลออกจากปลายสายยางตลอดเวลา ทำให้สูญเสียน้ำเป็นจำนวนมากในการทำความสะอาด เมื่อติดตั้งเครื่องฉีดน้ำที่สามารถ

ควบคุมการเปิด - ปิดน้ำได้ที่ปลายสาย สามารถลดการปริมาณการใช้น้ำในการทำความสะอาดได้ 3.0 ลูกบาศก์เมตรต่อครั้ง (ภาคผนวก ก.6)

2) เขียนระเบียบขั้นตอนการล้างทำความสะอาด

แต่เดิมทางสายการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปไม่มีการเขียนระเบียบขั้นตอนการล้างทำความสะอาดของกระบะทอด ส่งผลให้วิธีการล้าง ปริมาณน้ำ ปริมาณสารทำความสะอาด ปริมาณน้ำยาล้างภาชนะในแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน ทำให้ไม่ทราบข้อมูลที่แท้จริงถึงทรัพยากรที่ใช้ในการทำความสะอาด เมื่อจัดทำระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการล้างทำความสะอาดกระบะทอด ทำให้พนักงานปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง (ภาคผนวก ก.7) และสามารถควบคุมปริมาณการใช้น้ำ สารทำความสะอาด และปริมาณน้ำยาล้างภาชนะได้อย่างถูกต้องร้อยละ 100 ของจำนวนการล้างปี 2561 (กันยายน – พฤศจิกายน) (ภาคผนวก ก.8)

3) กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบความสะอาด

แต่เดิมทางโรงงานจะให้ลูกค้าเป็นผู้ตรวจสอบความสะอาดด้วยตนเอง และไม่มีการกำหนดถึงผู้รับผิดชอบและเกณฑ์ในการตรวจสอบเบื้องต้นก่อนให้ลูกค้าตรวจสอบความสะอาด ส่งผลให้สิ้นเปลืองทรัพยากรในการล้างทำความสะอาด เมื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบความสะอาด โดยได้จากการประชุมร่วมกันกับผู้ปฏิบัติงาน วันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 ทำให้มีเกณฑ์ในการตรวจสอบเบื้องต้นก่อนให้ลูกค้าตรวจ ได้แก่ เศษบะหมี่ คราบไขมันบนพื้นผิวภาชนะ คราบไขมันบนผิวน้ำ และคราบสีดำ สามารถลดความผิดพลาดในการทำงานได้ร้อยละ 100 ของจำนวนการล้างปี 2561 (กันยายน – พฤศจิกายน) (ภาคผนวก ก.9)

4) กำหนดเป้าหมายการใช้น้ำล้างลดลงร้อยละ 20

แต่เดิมทางสายการผลิตไม่มีการตั้งเป้าหมายที่ชัดเจนในการลดการใช้น้ำในการล้างกะบะทอด เนื่องจากมีจุดประสงค์ในการล้างทำความสะอาดเพียงแค่ให้ผ่านการเกณฑ์การตรวจเช็คความสะอาดของลูกค้าเท่านั้น เมื่อมีการกำหนดเป้าหมายในการลดการใช้น้ำ สามารถทำให้พนักงานมีความตระหนักเรื่องการใช้น้ำมากขึ้นร้อยละ 80 ของพนักงานทั้งหมดในสายการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วย คือ ดีมากร้อยละ 20 ดีร้อยละ 60 และพอใช้ร้อยละ 20 เมื่อใช้เกณฑ์การประเมินผลหลังการฝึกอบรมของโรงงาน (ภาคผนวก ก.10)

4.3.7 ประเด็นพิจารณาที่ 2 การเปรียบเทียบวิธีการล้างทำความสะอาดกระบะทอดบะหมี่

การล้างทำความสะอาดกระบะทอดบะหมี่ เป็นการล้างทำความสะอาดคราบน้ำมันไขมัน และสิ่งสกปรกติดอยู่ที่พื้นผิวของวัสดุ ภาชนะ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นของสายการผลิต ผลการประเมินเบื้องต้นของวิธีการล้างทำความสะอาดกระบะทอดของโรงงานสำหรับข้อกำหนดของลูกค้า (รูปที่ 4.23) ซึ่งแตกต่างจากวิธีการล้างประเภทอุตสาหกรรมเดียวกัน (รูปที่ 4.24) และวิธีการล้างแบบ

มาตรฐาน (รูปที่ 4.25) พบว่ามีขั้นตอนการล้างที่ซับซ้อน ใช้เวลานาน และใช้น้ำในการล้างทำความสะอาดปริมาณมากเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนการล้างและค่าใช้จ่ายในการล้างทำความสะอาดกระบะทอด

4.4.2.1 ผลการตรวจประเมินเปรียบเทียบวิธีการล้างทำความสะอาดกระบะทอดบะหมี่อย่างละเอียดและการศึกษาความเป็นไปได้

1) สภาพการทำงานปัจจุบันที่พบ

ก. มีการใช้น้ำยาล้างภาชนะล้างทำความสะอาดกระบะทอดปริมาณสูงถึง 23 กิโลกรัมต่อครั้ง

ข. ใช้เวลา 14 ชั่วโมงต่อครั้ง ในการล้างทำความสะอาดกระบะทอด

ค. มีขั้นตอนการล้างที่ซับซ้อน คือ ต้องล้างน้ำหลายรอบเพื่อกำจัดคราบไขมัน ส่งผลให้พนักงานต้องใช้น้ำปริมาณมากในการล้างทำความสะอาด

2) สาเหตุของปัญหา

ก. พนักงานใช้น้ำยาล้างภาชนะมากเกินความจำเป็น เพื่อกำจัดคราบไขมัน

ข. พนักงานทำตามความเคยชินในการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์

ค. ตามข้อกำหนดของลูกค้า ทำให้ยากต่อการล้างทำความสะอาด ต้องใช้น้ำปริมาณมากล้างทำความสะอาดหลายรอบ

จากการตรวจประเมินโดยละเอียดเปรียบเทียบวิธีการล้างทำความสะอาดกระบะทอดบะหมี่ โดยวิธีการล้างตามข้อกำหนดของลูกค้าของโรงงานกับวิธีการล้างในอุตสาหกรรมเดียวกัน และวิธีการล้างตามมาตรฐาน ซึ่งคิดเพียงค่าน้ำ ค่าสารทำความสะอาด และค่าแรง พบว่าวิธีการล้างตามข้อกำหนดของลูกค้าของโรงงานเสียค่าใช้จ่ายในการล้างทำความสะอาดกระบะทอดถึง 6,681.5 บาทต่อครั้ง วิธีการล้างในอุตสาหกรรมเดียวกัน เสียค่าใช้จ่ายในการล้างทำความสะอาด 3,441 บาทต่อครั้ง และวิธีการล้างตามมาตรฐานของ ACT Government Health เสียค่าใช้จ่ายในการล้างทำความสะอาด 2,608.5 บาทต่อครั้ง ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.6

3) แนวทางแก้ไขปรับปรุงเพื่อการลดการสูญเสียตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

ก. ลดปริมาณน้ำยาล้างภาชนะลงร้อยละ 20 ของปริมาณการใช้จากวิธีการล้างแบบเดิม โดยทำความสะอาดกระบะทอดตามความจำเป็นและปริมาณที่เหมาะสม และยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการล้างทำความสะอาดได้

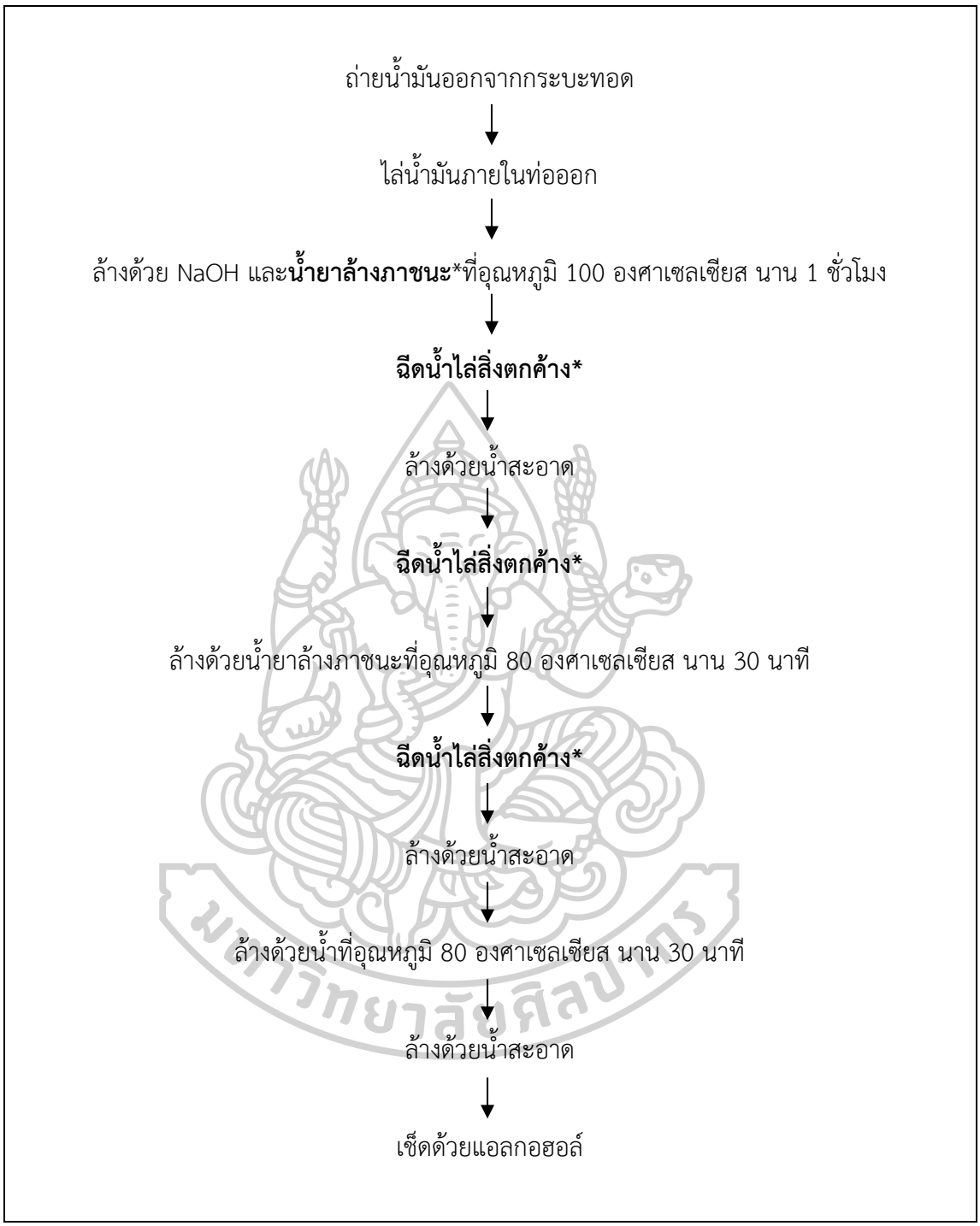
ข. จัดลำดับการล้างประเภทของเสียที่ปรากฏบนภาชนะและอุปกรณ์ก่อนและหลังในการล้างทำความสะอาด คือ ล้างในส่วนของฝาครอบกระบะ และโมลด์ทอดบะหมี่ก่อนล้างตัวกระบะทอด

ค. ลดขั้นตอนการฉีดน้ำไล่สิ่งตกค้างในขั้นตอนการล้างทำความสะอาด เพราะน้ำที่ค้างในกระบะทอดมีปริมาณเพียงเล็กน้อยและสามารถลดค่าใช้จ่ายในการล้างทำความสะอาดได้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณทรัพยากรที่ใช้ในการล้างกระบะทอดบะหมี่

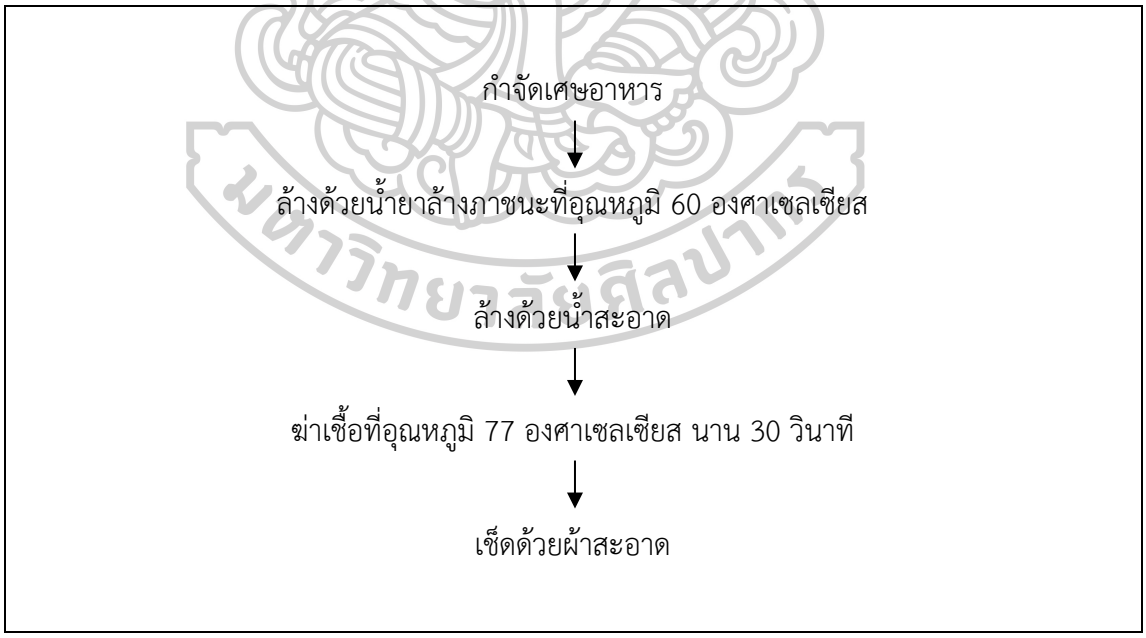
วิธีการล้าง	ปริมาณสารทำความสะอาด (กิโลกรัม)		น้ำ (ลูกบาศก์เมตร)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน (คน)	ค่าใช้จ่ายในการล้าง (บาท)
	น้ำยาล้างภาชนะ	NaOH				
ข้อกำหนดของลูกค้า	23	20	20.5	14	10	6,681.5
อุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน	15	ไม่ใช้	16	8	10	3,441
มาตรฐาน	15	ไม่ใช้	6	4	10	2,608.5

มหาวิทยาลัยศิลปากร



รูปที่ 4.23 วิธีการล้างตามข้อกำหนดของลูกค้า

รูปที่ 4.24 วิธีการล้างในอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน



รูปที่ 4.25 วิธีการล้างแบบมาตรฐาน

ตารางที่ 4.7 ข้อเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่นำมาปฏิบัติทันที

ข้อเสนอ ทางเทคนิคเทคโนโลยีสะอาด	ทำได้ทันที	ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม	ไม่สามารถปฏิบัติได้	สาเหตุ
1. ลดปริมาณน้ำยาล้างภาชนะในการทำความสะอาด	√			เพราะไม่ต้องใช้งบประมาณในการจัดการ
2. วางแผนจัดลำดับก่อนหลังในการทำความสะอาด	√			เพราะไม่ต้องใช้งบประมาณในการจัดการ
3. ลดขั้นตอนการฉีดไล่สิ่งตกค้างในขั้นตอนการล้าง	√			เพราะไม่ต้องใช้งบประมาณในการจัดการ

4.4.2.2 การลงมือปฏิบัติและผลที่ได้รับ

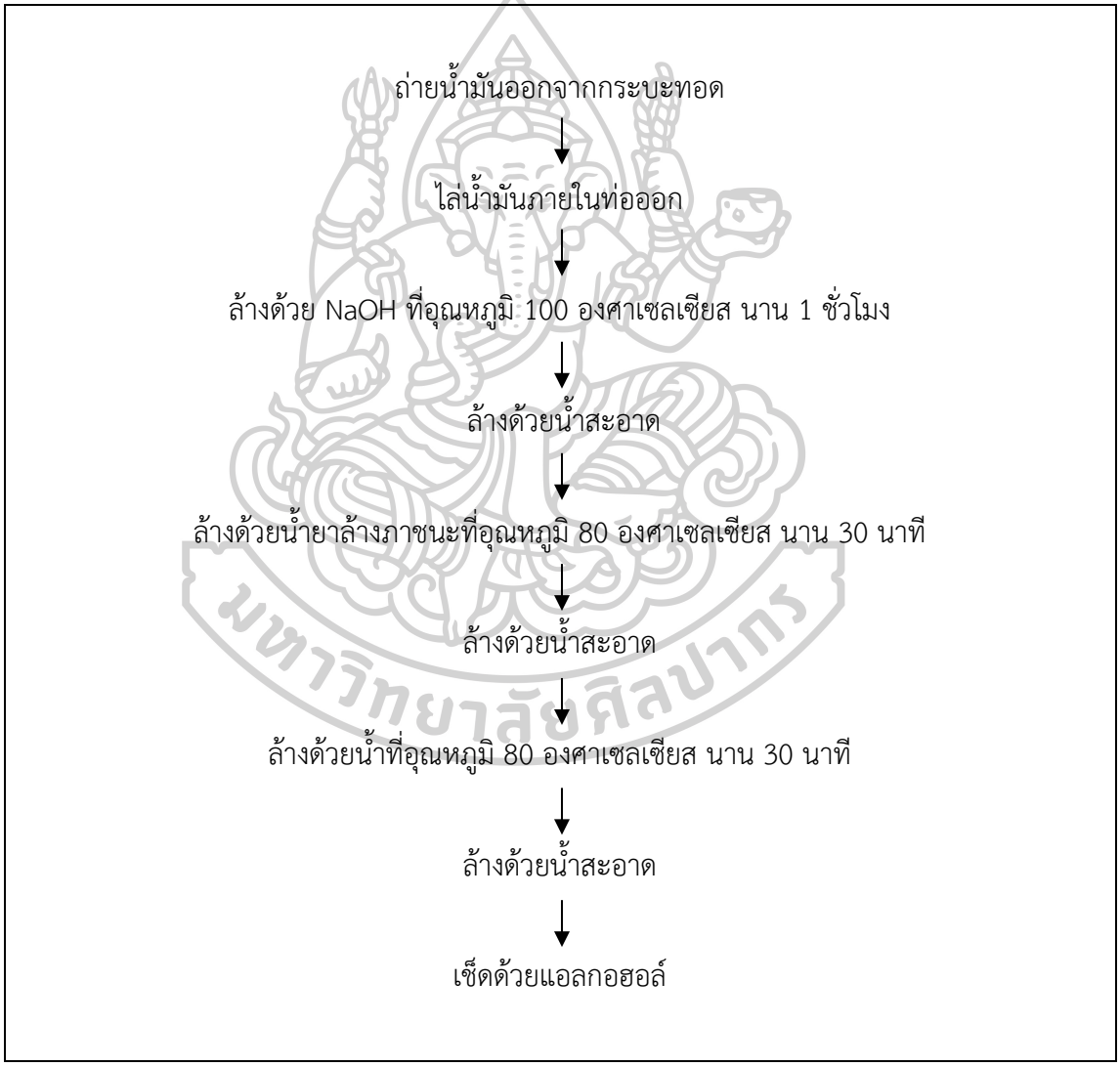
1) วางแผนจัดลำดับก่อนหลังในการทำความสะอาด

แต่เดิมทางโรงงานจะล้างตัวกระบะทอดก่อนทำการล้างฝาครอบและโมลด์ทอดบะหมี่ ซึ่งทำให้คราบไขมันที่อยู่ติดกับฝาครอบและโมลด์ตกหล่นลงสู่ตัวกระบะทอด ส่งผลให้การล้างกระบะยังคงมีคราบไขมันปนเปื้อนอยู่ และต้องใช้น้ำล้างเพิ่มมากขึ้นในการทำความสะอาด เมื่อมีการจัดลำดับการล้างก่อนหลัง (ตารางที่ 4.7 ลำดับที่ 2) สามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 4.88 ของปริมาณการใช้น้ำในการล้างกระบะทอด (ภาคผนวก ก.11) และสามารถลดระยะเวลาการทำงานได้ 1 ชั่วโมงต่อครั้ง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการล้างตามข้อกำหนดของลูกค้าดังรูปที่ 4.26

รูปที่ 4.26 การล้างกระบะควบคู่กับการล้างโมลด์

2) ลดขั้นตอนการฉีดไล่สิ่งตกค้างในขั้นตอนการล้าง

การฉีดไล่สิ่งตกค้างในกระบะทอดเพื่อต้องการไล่คราบน้ำมัน สารตกค้างของ NaOH และน้ำยาล้างภาชนะที่ตกค้างจากการปล่อยน้ำล้างออกจากกระบะทอด ทำให้ต้องใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นในการทำความสะอาด เมื่อมีการลดขั้นตอนการฉีดไล่น้ำสามารถลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ 0.5 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 2.44 ของปริมาณการใช้น้ำในการล้างกระบะทอด และสามารถลดระยะเวลาการทำงานได้ 30 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการล้างตามข้อกำหนดของลูกค้า ดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 ขั้นตอนการล้างกระบะทอดตามข้อกำหนดของลูกค้าหลังการปรับปรุง

3) ลดปริมาณน้ำยาล้างภาชนะในการทำความสะอาด

แต่เดิมทางโรงงานจะเติมน้ำยาล้างภาชนะลงไปในขั้นตอนการล้างจำนวน 23 กิโลกรัมต่อครั้ง เพื่อกำจัดคราบไขมัน ส่งผลให้ต้องใช้น้ำยาล้างภาชนะปริมาณมากในการทำความสะอาด เมื่อมีการปรับลดการใช้น้ำยาล้างภาชนะลงเหลือ 7 กิโลกรัมต่อครั้ง สามารถลดปริมาณการใช้น้ำยาล้างภาชนะได้ 16 กิโลกรัมต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 69.57 ของปริมาณการใช้น้ำยาล้างภาชนะแบบวิธีการล้างตามข้อกำหนดของลูกค้า และผลของประสิทธิภาพการล้างหลังจากปฏิบัติตามข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ซึ่งทดสอบจำนวน 3 ครั้ง พบว่า ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการล้างโดยหัวหน้างาน (Hygiene Staff) (ภาคผนวก ก.8) ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดทั้ง 3 ครั้ง ดังตารางที่ 4.8

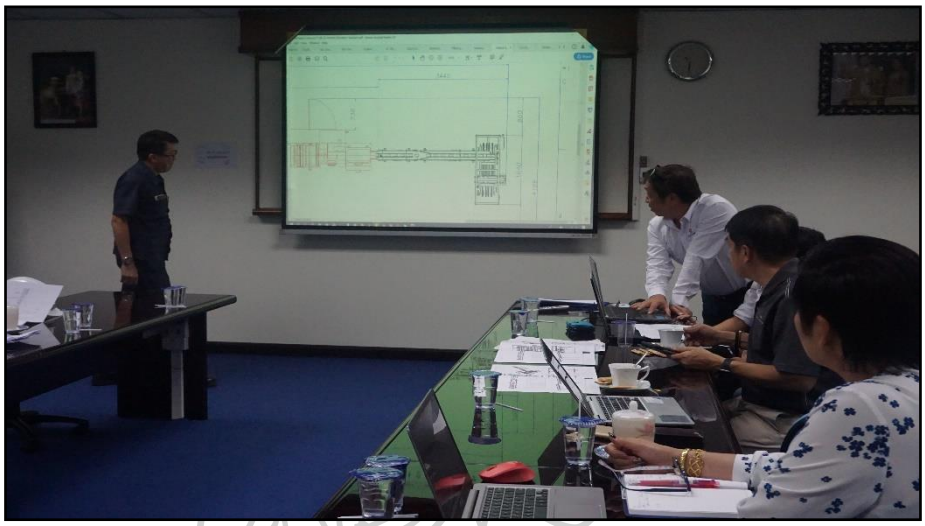
ตารางที่ 4.8 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการล้างกระบะทอด

ครั้งที่ตรวจสอบ	**ค่า pH น้ำล้าง Std. 6.5 - 8.5**	**ผลการตรวจสอบ**
1	7.36	ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ
2	7.11	ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ
3	7.26	ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ

4.3.8 ประเด็นพิจารณาที่ 3 การเปรียบเทียบกรณีเปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)

สำหรับการล้างทำความสะอาดกระบะทอดบะหมี่ เป็นการล้างคราบน้ำมัน ไขมัน และสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนพื้นผิวของวัสดุ ภาชนะ อุปกรณ์ และบริเวณพื้นของสายการผลิต จากการประเมินเบื้องต้นการล้างทำความสะอาดกระบะทอดของโรงงานให้สะอาดตามข้อกำหนดของลูกค้านั้น เครื่องจักรแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ในสายการผลิตก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้การล้างทำความสะอาดต้องใช้เวลานาน และใช้ทรัพยากร (น้ำ น้ำยาล้างภาชนะ และคน) ในการล้างทำความสะอาดจำนวนมาก เนื่องจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ที่ใช้นั้นมีความจำเพาะในเรื่องของรูปทรง และหลักการทำงานของเครื่อง ซึ่งความจำเพาะของเครื่องนั้นส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายสูงและส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นอีกด้วย จากการประชุมของผู้บริหารวันที่ 4 พฤษภาคม 2561 ดังรูปที่ 4.28 เรื่องการเปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) จึงนำไปสู่การตรวจประเมินอย่างละเอียดและการศึกษาความเป็นไปได้ในการตัดสินใจต่อไป

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับถ่ายเทความร้อนจากของไหลชนิดหนึ่งไปยังของไหลอีกชนิดหนึ่ง (อรุณ เทพพันธุ์, 2559) เพื่อเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ หรือหมุนเวียนความร้อนจากการไหลกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งในอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปนำมาใช้เพื่อทำให้อุณหภูมิของน้ำมันสำหรับทอดบะหมี่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็ว

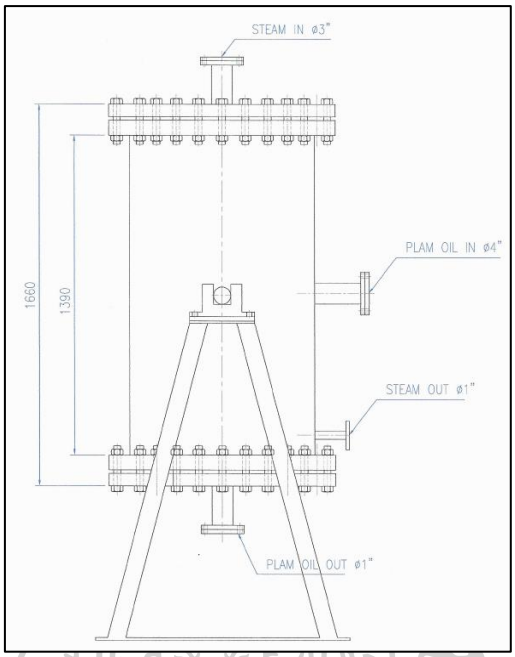


รูปที่ 4.28 การประชุมร่วมกันของผู้บริหาร

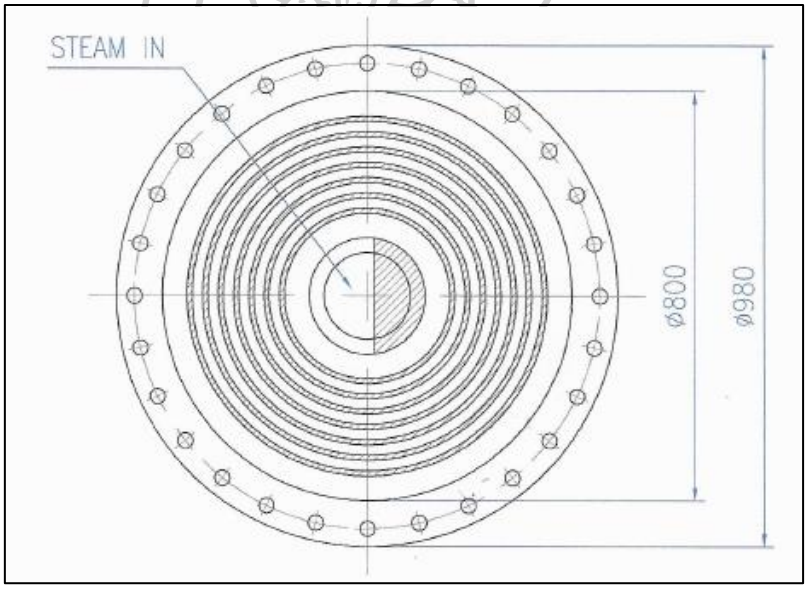
4.4.3.1 ผลการตรวจประเมินเปรียบเทียบการเปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) อย่างละเอียดและการศึกษาความเป็นไปได้

1) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) แบบเก่า

เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเกลียว (Spiral Type Heat Exchanger) ซึ่งนำมาใช้ในอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เพื่อทำให้อุณหภูมิของของเหลว (น้ำมัน) เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็ว โครงสร้างสองแถบโลหะโค้งงอเป็นทรงกลม สร้างช่องทางศูนย์กลางสองช่องผ่าน ซึ่งของไหลจะไหลไปในทิศทางตรงกันข้าม ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนถูกกำหนดโดยความกว้างของช่อง มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนได้ดีและมีเสถียรภาพสูง สามารถทำงานร่วมกันได้หลายหน่วย สามารถบรรจุของเหลวน้ำมันได้ 2,000 ลิตร ข้อเสียคือ ยากต่อการทำความสะอาด ซ่อมแซม และใช้น้ำในการล้างทำความสะอาดปริมาณมาก และระยะเวลานาน ดังรูปที่ 4.29 และ 4.30



รูปที่ 4.29 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเก่า

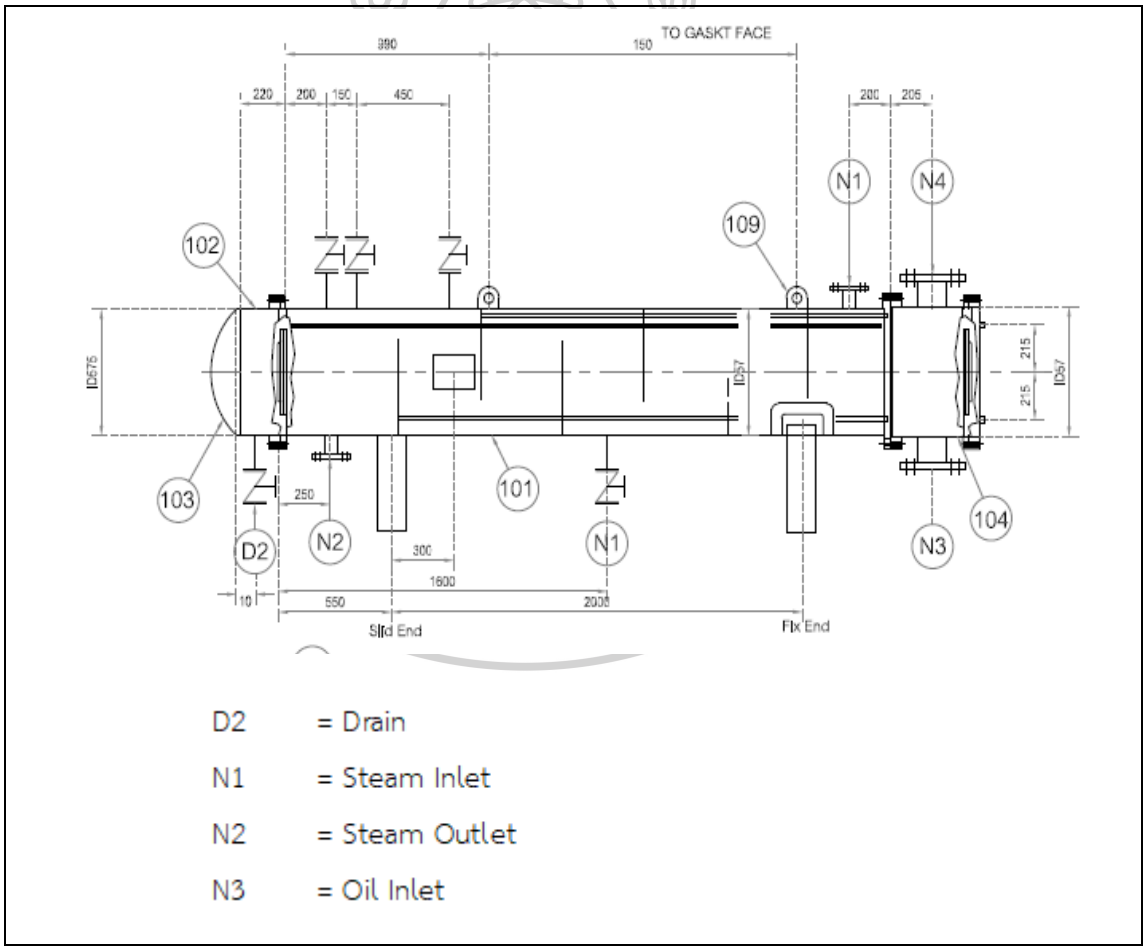


รูปที่ 4.30 ลักษณะภายในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเก่า

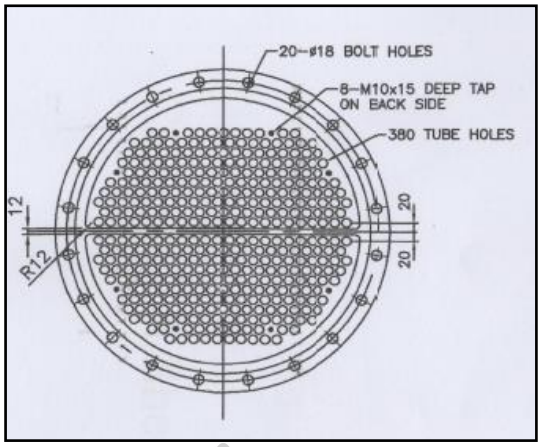
2) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) แบบใหม่

เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ (Shell and Tube Heat Exchanger) ที่สามารถบรรจุน้ำมันได้ 3,000 ลิตร เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดนี้ของไหลชนิดหนึ่งจะอยู่ในเชลล์ และอีกชนิดหนึ่งจะอยู่ในท่อ ของเหลวสายหนึ่งจะไหลเข้าไปในท่อและออกไปตาม

ท่อ ในขณะที่ของเหลวอีกสายหนึ่งจะไหลเข้ามาในที่ว่างภายในระหว่างท่อกับเชลล์และไหลออกไป ตัวเครื่องแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) ส่วนด้านหน้า คือส่วนที่รับของไหลที่จะไหลเข้ามาในท่อ ด้านนี้จะเป็นด้านที่ยึดตรึงปลายข้างหนึ่งของท่อเอาไว้ และในกรณีที่ของไหลที่ไหลในท่อนั้นมีการไหลวนกลับ ด้านนี้ก็จะเป็นด้านที่มีท่อทางให้ของไหลที่ไหลผ่านท่อนั้นไหลออกไปด้วย (2) ส่วนลำตัว คือส่วนที่ห่อหุ้ม ท่อเอาไว้ (3) ส่วนด้านหลัง ส่วนนี้เป็นส่วนที่รองรับของไหลที่ไหลผ่านท่อมาจากส่วนด้านหน้า ถ้าหากเป็นการไหลผ่านเพียงครั้งเดียว ส่วนนี้ก็จะมีช่องทางให้ของไหลที่ไหลผ่านท่อนั้นไหลออกไปจากตัวเครื่อง แต่ถ้าหากต้องการให้ของไหลที่ไหลผ่านท่อมาแล้วนั้นไหลวนกลับไปใหม่ ส่วนนี้ก็เป็นเพียงแค่ฝาปิด ไม่มีช่องทางให้ของไหลไหลออก เครื่องแลกเปลี่ยนชนิดนี้สามารถล้างทำความสะอาดง่าย ใช้เวลาไม่นาน และมีท่อเดรนน้ำหรือน้ำมันออกจากภายในท่อได้ดังรูปที่ 4.31 และ 4.32



รูปที่ 4.31 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบใหม่



รูปที่ 4.32 ลักษณะภายในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบใหม่

2) สาเหตุของปัญหา

ก. เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เป็นรุ่นเก่าที่ถูกออกแบบมาเป็นทรงแนวตั้ง และไม่สามารถเปิดฝาถังได้ ต้องให้ผู้รับเหมาเปิดฝาถังเพื่อล้างทำความสะอาด ทำให้ใช้เวลานานและเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น

ข. เนื่องจากช่องทางการเข้าของน้ำมัน หรือน้ำ เข้าจากทางด้านข้างและไหลออกทางด้านล่างของถัง จึงต้องเปิดปั๊มเพื่อวนน้ำจากกระบะทอดขึ้นไปให้ล้น เพื่อล้างคราบน้ำมันหรือไขมันที่ตกค้างอยู่ภายในถังเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนออกมา

ค. เมื่อถ่ายน้ำมันออกจากถังเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแล้ว ยังคงมีน้ำมันที่ตกค้างอยู่ภายในถังจำนวนมาก ทำให้ต้องใช้วิธีการวนน้ำปริมาณ 20 ลูกบาศก์เมตร เพื่อล้างทำความสะอาดคราบน้ำมันและไขมันที่อยู่ภายในถังออกมาให้หมด ความถี่ในการล้าง 6 - 8 ครั้งต่อปี

3) แนวทางแก้ไขปรับปรุงเพื่อการลดการสูญเสีย

ก. เปลี่ยนเครื่องเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนใหม่ คิดเป็นมูลค่าต่อการลงทุน 3,000,000 บาท ซึ่งทำให้ง่ายต่อการทำงานและประหยัดค่าใช้จ่ายในการล้างทำความสะอาด

ข. เปิดฝาถังเครื่องเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อล้างทำความสะอาดโดยจ้างผู้รับเหมาจากภายนอกคิดเป็นค่าใช้จ่าย 10,000 บาทต่อครั้งต่อปี เนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่เฉพาะในการเปิดดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ข้อเสนอทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดที่ศึกษาเพิ่มและเลือกปฏิบัติ

ข้อเสนอ ทางเทคนิคเทคโนโลยีสะอาด	ทำได้ทันที	ศึกษาเพิ่มและเลือกปฏิบัติ	ไม่สามารถปฏิบัติได้	สาเหตุ
1. เปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน		√		เนื่องจากต้องใช้เงินลงทุนสูง จึงต้องวิเคราะห์ข้อมูลการลงทุน
2. เปิดฝาถังเครื่อง แลกเปลี่ยนความร้อน			√	เนื่องจากต้องจ้างผู้รับเหมา และใช้เวลานาน ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง

4.4.3.2 การลงมือปฏิบัติและผลที่ได้รับ

1) เปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

จากการเสนอใบราคาเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (ภาคผนวก ก.12) และเปลี่ยนเมื่อวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ.2561 พบว่าสามารถปฏิบัติงานได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น และสามารถลดปริมาณการใช้ทรัพยากรที่ใช้ในการล้าง (ตารางที่ 4.10) และลดค่าใช้จ่ายในการล้างทำความสะอาดของขั้นตอนการทอด คือ ลดค่าใช้จ่ายสำหรับจ่ายให้ผู้รับเหมาได้ร้อยละ 100 (คิดเป็นเงิน 10,000 บาท) ลดการใช้น้ำในการล้างทำความสะอาดได้ร้อยละ 41.46 (คิดเป็นเงิน 51 บาท) ลดปริมาณน้ำยาล้างภาชนะลงร้อยละ 69.57 (คิดเป็นเงิน 272 บาท) รวมทั้งลดระยะเวลาการล้างทำความสะอาดลงร้อยละ 28.57 (คิดเป็นเงิน 1,545) (ตารางที่ 4.11) คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้จำนวน 11,868 บาทต่อรอบการเปิดล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน หรือสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 21,208 บาทต่อการล้าง 6 ครั้งต่อปี และ 24,944 บาทต่อการล้าง 8 ครั้งต่อปี และคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือคุ้มทุน 0.4 ปีต่อการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป 4,271,511 กล่อง (ภาคผนวก ข)

ตารางที่ 4.10 ปริมาณทรัพยากรที่ใช้ในการล้างหลังเปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

การล้างครั้งที่	ปริมาณสารทำความสะอาด (กิโลกรัม)		น้ำ (ลบ.ม.)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน (คน)	ผลการตรวจสอบการล้าง
	น้ำยาล้างภาชนะ	NaOH				
1	7	20	12	10	10	ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ
2	7	20	12	10	10	ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ
3	7	20	12	10	10	ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ

ตารางที่ 4.11 ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้จากการเปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

ผลที่ได้รับหลังการปรับปรุง	ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ (บาท)/รอบการเปิดฝาถังเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน
1. ลดค่าใช้จ่ายสำหรับผู้รับเหมา	10,000
2. ลดการใช้น้ำยาล้างภาชนะ	272
3. ลดปริมาณการใช้น้ำในการล้าง	51
4. ลดระยะเวลาการล้างทำความสะอาด	1,545
รวม	**11,868**

4.4 อภิปรายผลการศึกษา

จากการตรวจประเมินเบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป พบว่าขั้นตอนการผลิตย่อยที่เกิดของเสียและเกิดการสูญเสียมาก คือ ขั้นตอนการทอด การเป่าเย็น และขั้นตอนการบรรจุจัดเก็บ โดยเกิดน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์และเครื่องจักรร้อยละ 99.65 เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เครื่องจักรและอุปกรณ์ วิธีการ พนักงาน และข้อกำหนดของลูกค้า และเมื่อวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดของเสียโดยใช้แผนภูมิก้างปลา พบว่า (1) เกิดจากความเฉพาะของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เนื่องเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) ไม่สามารถเปิดฝาถังเพื่อล้างได้ ส่งผลให้การล้างทำความสะอาดต้องใช้วิธีการเปิดวนน้ำจากกระบะทอดไปยังเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งยากต่อการทำความสะอาดคราบไขมันที่อยู่ภายในถังเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนให้หมด จึงต้องใช้น้ำ

ปริมาณมากในการล้างทำความสะอาดภายในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (2) การตรวจสอบประสิทธิภาพของการล้าง เนื่องจากลูกค้ามีส่วนร่วมในการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำความสะอาด ส่งผลให้พนักงานใช้ทรัพยากรปริมาณมากในการล้างทำความสะอาด เพื่อให้ผ่านเกณฑ์ตามความต้องการของลูกค้า (3) ระเบียบขั้นตอนการปฏิบัติในการล้าง เนื่องจากไม่มีระเบียบการล้างทำความสะอาดกระบะทอด ส่งผลให้การล้างทำความสะอาดแต่ละครั้งใช้ทรัพยากรในปริมาณที่แตกต่างกัน (4) การวางแผนและความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงาน เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานไม่มีการวางแผนการทำงาน และไม่มีความตระหนักรู้ถึงวิธีการปฏิบัติงานและการใช้ทรัพยากรในการล้างทำความสะอาด ทำให้การทำงานบางขั้นตอนซับซ้อน และใช้เวลานานในการปฏิบัติงาน

จากการตรวจประเมินละเอียดเปรียบเทียบวิธีการล้างทำความสะอาดกระบะทอด พบว่าการล้างตามข้อกำหนดของลูกค้ามีการใช้ทรัพยากรในการล้างทำความสะอาด และใช้เวลานาน เนื่องความเคยชินของพนักงานและการมีส่วนร่วมของลูกค้าในการตรวจสอบประสิทธิภาพการล้าง ทำให้ต้องใช้น้ำยาล้างภาชนะ เวลาการทำงาน และปริมาณน้ำจำนวนมากในการล้างทำความสะอาด เพื่อให้ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบของลูกค้า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการล้างแบบอุตสาหกรรมประเภทเดียวกันและวิธีการล้างแบบมาตรฐาน

การเปรียบเทียบกรณีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทำหน้าที่ในการเพิ่มและลดอุณหภูมิของน้ำมันสำหรับทอดบะหมี่ พบว่าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเก่าเป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเกลียว ภายในประกอบด้วยท่อหมุนวนกลายเป็นเกลียวหลาย ๆ ชั้น ซึ่งยากต่อการบำรุงรักษาและทำความสะอาด ในการทำความสะอาดต้องใช้น้ำปริมาณ 20 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 14 ชั่วโมง เพื่อล้างคราบน้ำมันหรือไขมันที่ติดอยู่ภายในเครื่องออกให้หมด ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มมากขึ้น

จากประเด็นการพิจารณาผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องได้เสนอแนวทางการแก้ไขและปรับปรุง โดยเสนอแนวทางเลือกเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ในการปฏิบัติคือ (1) กำหนดเป้าหมายการลดการใช้น้ำ (2) วางแผนจัดลำดับการทำงานก่อนหลังในการทำความสะอาด (3) ฝึกอบรมพนักงาน (4) จัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงานการล้างทำความสะอาดกระบะทอดบะหมี่ (5) ลดขั้นตอนการฉีดไล่สิ่งตกค้าง (6) กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบประสิทธิภาพการล้างทำความสะอาดกระบะทอด (7) ลดปริมาณน้ำยาล้างภาชนะในการทำความสะอาด (8) เปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนใหม่ ซึ่งสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการล้างทำความสะอาดได้ จำนวน 11,868 บาทต่อรอบการเปิดล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งสอดคล้องกับหลักเทคโนโลยีสะอาดด้วยวิธีการดำเนินงานลดของเสียที่แหล่งกำเนิดโดยการปรับปรุงเทคโนโลยี และการบริหารดำเนินการของกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

บทที่ 5
สรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาหาแนวทางในการลดของเสียในกระบวนการผลิตโรงงานบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป โดยใช้หลักเทคโนโลยีสะอาด ด้วยการศึกษารวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสียวัตถุดิบ และทรัพยากร และลดของเสียที่แหล่งกำเนิดในกระบวนการผลิตโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ตลอดจนเสนอแนะแนววิธีการปรับปรุงขั้นตอนการผลิตย่อย เพื่อลดปริมาณของเสีย และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและการมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องจากกระบวนการผลิต พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะที่สามารถปฏิบัติได้ทันทีไปประยุกต์ใช้ ซึ่งจากการศึกษาหาสาเหตุของการเกิดของเสียและการสูญเสียพบว่า ขั้นตอนการผลิตย่อยที่เกิดของเสียและเกิดการสูญเสียมากคือ ขั้นตอนการทอด การเป่าเย็น และขั้นตอนการบรรจุจัดเก็บ โดยเกิดน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ร้อยละ 99.65 ต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ 32,745 กิโลกรัม ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสีย พบว่าเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เครื่องจักรและอุปกรณ์ วิธีการ พนักงาน และข้อกำหนดของลูกค้า

จากการประเมินหาสาเหตุการสูญเสียในขั้นตอนการผลิตย่อยดังกล่าว พบว่ามีการสูญเสียทรัพยากรน้ำไปกับการล้างอุปกรณ์และเครื่องจักร และการล้างทำความสะอาดไม่มีเกณฑ์การตรวจสอบประสิทธิภาพหลังการล้าง ทำให้พนักงานต้องใช้น้ำปริมาณมากในการล้างทำความสะอาด ผู้วิจัยเสนอให้ประชุมร่วมกับผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อแสดงความคิดเห็นในการนำไปสู่ข้อสรุปแนวทางการปรับปรุง และเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการผลิตย่อย ได้ข้อสรุปแสดงความคิดเห็นคือ ติดตั้งปืนฉีดน้ำที่สามารถควบคุมการเปิดปิดที่ปลายท่อได้ทันที จัดทำระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการล้าง สร้างเกณฑ์การตรวจสอบประสิทธิภาพการล้าง ฝึกอบรมพนักงาน และเปลี่ยนเครื่อง Heat Exchanger

ผลศึกษาการตรวจประเมินละเอียดและการปฏิบัติตามข้อเสนอแนวทางการปรับปรุง พบว่ามีสภาพการทำงานที่ไม่มีระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการล้างทำความสะอาดที่ชัดเจน ไม่มีเกณฑ์การตรวจสอบประสิทธิภาพการล้าง ความจำเพาะของเครื่องจักร วิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสม และการมีส่วนร่วมของลูกค้าในการผลิตสินค้า โดยผู้วิจัยเสนอแนะให้นำข้อเสนอแนะแสดงความคิดเห็นร่วมกันที่สามารถทำได้ทันทีมาใช้ในการปรับปรุง โดยกำหนดเป้าหมายในการลดการใช้น้ำล้างและฝึกอบรมพนักงาน พนักงานมีความตระหนักเรื่องการใช้น้ำมากขึ้นร้อยละ 80 ของพนักงานทั้งหมดในขั้นตอนการผลิตย่อย (การทอด) กำหนดเกณฑ์การตรวจสอบประสิทธิภาพการล้างและจัดทำระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการล้าง สามารถลดความผิดพลาดในการปฏิบัติงานได้ร้อยละ 100 ของจำนวนการล้างปี 2561

ผลศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการล้างทำความสะอาดกระบะทอดบะหมี่ เกิดการสูญเสียน้ำยาล้างภาชนะ เวลาการทำงาน และน้ำในการล้างทำความสะอาด ผู้วิจัยเสนอแนะให้ปรับลดปริมาณการใช้น้ำยาล้างภาชนะลง สามารถลดปริมาณการใช้น้ำยาล้างภาชนะได้ร้อยละ 69.57 ของปริมาณการใช้น้ำยาล้างภาชนะในการล้างกระบะทอด การจัดลำดับการล้างประเภทของเสียที่ปรากฏบนภาชนะและอุปกรณ์ ลดปริมาณการใช้น้ำลงได้ร้อยละ 14.63 ของปริมาณการใช้น้ำในการล้างกระบะทอด และลดขั้นตอนการฉีดไล่สิ่งตกค้างในขั้นตอนการล้างทำความสะอาด สามารถลดระยะเวลาการทำงานได้ร้อยละ 3.57 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการล้างตามข้อกำหนดของลูกค้า คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถลดได้ 1,868 บาทต่อครั้ง รวมถึงการนำข้อเสนอแนะจากการแสดงความคิดเห็นร่วมกันให้เปลี่ยนเครื่อง Heat Exchanger ทำให้ลดปริมาณการใช้น้ำได้ร้อยละ 41.46 ลดปริมาณการใช้น้ำยาล้างภาชนะได้ร้อยละ 69.57 ลดระยะเวลาการทำงานได้ร้อยละ 28.57 และลดค่าใช้จ่ายให้ผู้รับเหมาได้ร้อยละ 100 ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้จำนวน 11,868 บาทต่อรอบการเปิดล้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

ผลศึกษาจากงานวิจัยนี้จึงนำไปสู่ข้อเสนอแนะที่ดีและเหมาะสมที่สุดสำหรับการลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการล้างทำความสะอาดในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เนื่องจากการประยุกต์ใช้แนวทางเลือกเทคโนโลยีสะอาด สามารถลดต้นทุนการผลิต และระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้ อีกทั้งยังสามารถนำไปต่อยอดในการลดของเสียในส่วนของการผลิตอื่น ๆ ของโรงงานได้อีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาขั้นต่อไป ควรศึกษาแนวทางการนำน้ำล้างน้ำสุดท้ายของการล้างกระบะทอดบะหมี่กลับมาใช้ใหม่ ใช้ซ้ำ หรือใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และศึกษาแนวทางการลดของเสียบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปขั้นตอนการผลิตย่อยการทอด การเป่าเย็น และการบรรจุ เพื่อลดปริมาณของเสียและเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตให้กับผู้ประกอบการ

รายการอ้างอิง

กนกพร สังขรักษ์. (2557). *การจัดการวัสดุเศษเหลือและของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2553). *หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพและการป้องกันมลพิษ) อุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่* (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: เอ็มแอนด์เอ็ม เลเซอร์ปริ้นต์.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2555). *คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอุตสาหกรรมผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปและขนมอบกรอบ*. กรุงเทพฯ: เอเอสเอ เมนเนจเมนท์.

งามจิตร โล่วิทูร. (2556). แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดในอุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์. *วารสารอาหาร, 43*(4), 24-29.

จารุวรรณ วงศ์ทะเนตร, และลักขณา มุ่งวัฒนา. (2557). เทคโนโลยีสะอาดของการจัดการของเสียในฟาร์มโคนม จังหวัดราชบุรี. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 10*(1), 38-49.

เจตจินต์ สุทินประภา. (2553). *การลดต้นทุนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำอัดลมโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ฐิติพร กันจันวงศ์. (2554). *การลดต้นทุนในกระบวนการผลิตอาหารกระป๋องโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ณัฐชฎาพร มหาศรานนท์. (2557). *การใช้เทคโนโลยีสะอาดและการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายทางด้านสิ่งแวดล้อมของการผลิตน้ำตาลมะพร้าว*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

เถลิง กาญจนะ. (2555). *การนำเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดมาใช้ในโรงงานน้ำอัดลม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ไทยเพรซิเดนท์ฟูดส์. (2559). กระบวนการผลิตและระบบมาตรฐานคุณภาพและความปลอดภัยบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป. สืบค้นจาก http://www.mama.co.th/sitemap.php

นนท์ สำราญทรัพย์. (2549). *การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นิติ วรานันตกุล. (2550). *พฤติกรรมการบริโภคบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร*. (ปริญญาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, กรุงเทพฯ.

เปรมชัย มูลเหล้า. (2561). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังด้วยแนวคิด

เทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษาบริษัท จ.เจริญมาร์เก็ตติ้ง จำกัด. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 12*(1), 41-53.

พัชรินทร์ สรรเพชร. (2553). *การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของอุตสาหกรรมทูน่ากระป๋อง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

มงคล สายขุนทด, และปณิธาน พีรพัฒนา. (2558). การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตโดยใช้แนวคิดผลิตภาพสีเขียว: กรณีศึกษาโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์, 14*(2), 40-57.

ยุวรรดา มีทอง. (2552). *แนวทางการลดมลพิษจากอุตสาหกรรมผลิตกระดาษคราฟท์ โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รกฤษ ณ ระนอง, และวีระชัย แก่นทรัพย์. (2555). *การศึกษาการประหยัดพลังงานในการนึ่งก๋วยเตี๋ยวในอุตสาหกรรม, ETM 2019*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรมิญช์ พันธุรัตน์. (2553). *การลดปริมาณการสูญเสียน้ำนมต่อลักษณะสมบัติน้ำเสียโดยประยุกต์ใช้กลไกเทคโนโลยีสะอาด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วรรณา สายแก้ว. (2558). การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการป้องกันมลพิษทางน้ำสำหรับกระบวนการย้อมฝ้ายในครัวเรือน บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 8*, 68-76.

วีระวัฒน์ อุ่นเสน่หา, ชีระวิทย์ รัตนพันธ์, และธันวดี สุขสาโรจน์. (2560). การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของกระบวนการผลิตเส้นยางยืดด้วยเทคโนโลยีสะอาด. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 13*(2), 49-63.

สถาบันสิ่งแวดล้อมสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2547). *คู่มือตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร*. กรุงเทพฯ: สถาบันสิ่งแวดล้อมสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2562). สรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2561 และแนวโน้มปี 2562. สืบค้นจาก http://www.oie.go.th/academic/statistics

สุทธิรัตน์ ศิลาคำ. (2557). *การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยาสมุนไพรของคลีนิกแพทย์แผนไทย โดยใช้หลักเทคโนโลยีสะอาด : กรณีศึกษา โรงพยาบาลท่าแซะ จังหวัดชุมพร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

สุวิชาญ เตียวสกุล. (2555). *การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเนื้อปลาทูนึ่งสุกแช่เย็น: กรณีศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

อธิตา อัจฉริยานุกูล. (2553). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีสะอาดในโรงงานผลิตน้ำบริโภคบรรจุขวด*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี., กรุงเทพฯ.

อรุณ เทพพันธุ์. (2559). *การออกแบบและพัฒนาเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำดีกับน้ำเสีย กรณีศึกษา สายการผลิตกุ้งแช่แข็ง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

อิสรา ธีระวัฒน์สกุล, และเทพนิมิต สิทธิศักดิ์. (2551). การปรับปรุงกระบวนการผลิตอาหารในโรงงานลูกชิ้นโดยใช้เทคนิคเทคโนโลยีสะอาดและหลักการจีเอ็มพี. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 16*, 1-10.

อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิเพื่อสถาบันอาหาร. (2559). บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปในประเทศไทย. สืบค้นจาก http://fic.nfi.or.th/ConsumerBehaviorDomesticDetail.php

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบฟอร์มที่ใช้ในการศึกษา

แบบฟอร์ม ก.1 สรุปปริมาณการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปของลูกค้าWilli Food

ปีที่ผลิต	ปริมาณบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (กิโลกรัม)			
	กรกฎาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
2017	16,785.5	37,026.0	26,928.0	50,239.7

แบบฟอร์ม ก.2 บันทึกข้อมูลการใช้วัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ Willi–Food

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณวัตถุดิบ/ บรรจุภัณฑ์ (กิโลกรัม/ ชิ้น)							
	Wheat Flour	Modified Starch	Palm oil	Salt water	Powder Pack	กล่องกระดาษ	Opp Shrink Film	เทปใส
2560								
กรกฎาคม	12,965	2,047	3,753	4,435	254,328	10,597	19.5	12.7
กันยายน	28,597	4,515	8,278	9,783	561,000	23,375	43.0	28.0
ตุลาคม	20,798	3,284	6,020	7,115	408,000	17,000	31.3	2.0
พฤศจิกายน	38,803	6,127	11,232	13,275	761,208	31,717	58.4	38.0

แบบฟอร์ม ก.3 บันทึกสรุปของเสียในสายการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณของเสีย (กิโลกรัม)						ถ้วยเสีย (ชิ้น)	กล่องเสีย (ชิ้น)	ฝาเสีย (ชิ้น)	น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์
	แป้ง/เศษแป้ง	บรรจุภัณฑ์ใช้แล้ว	น้ำมันพืชใช้แล้ว	เศษบะหมี่	บะหมี่ไม่ได้มาตรฐาน	เศษฟิล์ม				
2560										
กรกฎาคม	29.1	18.09	3,000	523	774	8.2	1,980	89	1,202	45
กันยายน	27.7	38.89	3,000	420	865	6.28	1,895	105	1,989	50
ตุลาคม	29.5	29.01	3,000	540	986	7.15	1,945	67	2,050	45
พฤศจิกายน	21.7	54.13	3,000	626	1,060	7.52	1,848	76	2,123	50

แบบฟอร์ม ก.4 บันทึกการประชุมแสดงความคิดเห็น

MEMORANDUM

TO : ND Section, TM Section
CC :

FROM : Ms.Maneerat N.
DATE : 19-Apr-18
DEPARTMENT : DCC

SUBJECT : สรุปข้อเสนอแนะในการล้างกะบะทอด

จากการประชุมเพื่อหาแนวทางเกี่ยวกับการล้างกะบะทอดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเมื่อวันที่ 17-Apr-18 มีการเสนอความคิดเห็นดังนี้

1. การกำหนดเป้าหมายการลดการใช้น้ำล้างจากเดิมลงร้อยละ 20
2. จัดทำระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการล้างทำความสะอาด เพื่อให้ชัดเจนและปฏิบัติงานได้ถูกต้องและมีมาตรฐานเดียวกัน
3. กำหนดมาตรฐานการตรวจสอบความสะอาดโดย Hygiene staff ที่ผ่านการฝึกอบรมเรื่อง GMP
4. ติดตั้งปืนฉีดน้ำเพื่อให้สามารถควบคุมการปิด-เปิดท่อน้ำได้ทันที
5. เปลี่ยนถัง Heat Exchange
6. เปิดถัง Heat exchange ทำความสะอาดก่อนล้างทำความสะอาด

ดังนั้นจึงขอให้ผู้ที่เกี่ยวข้องให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานครั้งนี้ด้วยค่ะ

Prepared by : Maneerat N.

แบบฟอร์ม ก.5 บันทึกการกำหนดเป้าหมายของโรงงาน

Section: QMR Revision: 17 **Date:** 04-Jan-18

5. ลดปริมาณการใช้ทรัพยากร

Reduce resource consumption

5.1 ลดปริมาณการใช้น้ำลงอย่างน้อย 20%

Reducing water consumption at least 20%

5.2 นำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่ให้ได้อย่างน้อย 5% ของจำนวนน้ำทิ้งทั้งหมด

Bring water for reuse at least 5% of the total effluent.

5.3เพิ่มประสิทธิภาพของการหุ้มฉลากถ้วยขนาด 450 cc. ให้มีค่าเฉลี่ย 90%

Increase average the efficiency of the 450 cc cup labeling at least 90%.

5.4 เพิ่มประสิทธิภาพของการหุ้มฉลากถ้วยขนาด 600 cc. ให้มีค่าเฉลี่ย 95%

Increase average the efficiency of the 600 cc. cup labeling at least 95%.

5.5ลด Loss ของ PVC Cup ลง 50%

Reduce loss of PVC Cup at least 50%.

5.6 ลดLoss PVC Shrink film ลง 50%

Reduce loss of PVC Shrink film at least 50%.

5.7 ลดการBreakdown ของเครื่องจักร Line Cup ลง 50%

Reduce Breakdown of Line Cup Equipment at least 50%.

5.8 ลดการ Breakdown ของเครื่องฆ่าเชื้อลง 50%

Reduce Breakdown of Sterilizer equipment at least 50%.

5.9 ลดการสูญเสียของข้าวถ้วยหลังการฆ่าเชื้อจนถึงการบรรจุลง 50%

Reduce loss of Rice cup at Sterilizer to packing step at least 50%.

แบบฟอร์ม ก.6 บันทึกผลการปฏิบัติการใช้ปืนยิงน้ำ/ เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง

ครั้งที่	**ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.) (ก่อนปรับปรุง)**	**ครั้งที่**	**ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม.) (หลังปรับปรุง)**
1	27	1	24
2	27	2	24
3	27	3	24
4	27		
ค่าเฉลี่ย	**27**	**ค่าเฉลี่ย**	**24**

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แบบฟอร์ม ก.7 ระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการล้างกระบะทอดบะหมี่

Title	ระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการล้างกระบะทอดบะหมี่			Document No.	ND-W-xx
Section	ND			Type	S.O.P.
Issue Date	xx	Revision	xx	Page	1 of 1

วัตถุประสงค์: เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน

ผู้รับผิดชอบ: พนักงานจุดปฏิบัติงานกระบะทอด และหัวหน้างาน

สารเคมี: NaOH, น้ำยาล้างภาชนะ, ผงซักฟอก

วิธีการปฏิบัติ:

1. ถ่ายน้ำมันออกจากกระบะทอด
2. ไล่น้ำมันในท่อออกให้หมด
3. เติมน้ำ น้ำยาล้างภาชนะ และ NaOH ลงในกระบะทอด เปิดปั๊มวนน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง
4. ปล่อยน้ำออกจากกระบะทอดจนหมด
5. ฉีดน้ำไล่สิ่งตกค้างในกระบะทอด
6. ล้างด้วยน้ำสะอาด
7. ฉีดน้ำไล่สิ่งตกค้างในกระบะทอด
8. เติมน้ำและน้ำยาล้างภาชนะ ลงในกระบะทอด เปิดปั๊มวนน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
9. ฉีดน้ำไล่สิ่งตกค้างในกระบะทอด
10. ล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และเปิดปั๊มวนนาน 30 นาที
11. ฉีดน้ำไล่สิ่งตกค้างในกระบะทอด
12. ล้างด้วยน้ำสะอาด
13. ล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และเปิดปั๊มวนนาน 30 นาที
14. ล้างด้วยน้ำสะอาด
15. เช็ดด้วยแอลกอฮอล์

*****หมายเหตุ:** 1. ค่า pH ของน้ำล้างต้องใกล้เคียงกับ ค่า pH ของน้ำกรองเริ่มต้น (Std.6.5-8.5)

2. กรณีที่ผลการตรวจสอบความสะอาดไม่ผ่านให้ปฏิบัติตามข้อ 13 และข้อ 14

แบบฟอร์ม ก.8 บันทึกการใช้ทรัพยากรในการล้างก่อนปรับปรุง

วัน/เดือน/ปี (2560)	ปริมาณสารทำความสะอาด		น้ำ (ลบ.ม.)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน (คน)
	น้ำยาล้างภาชนะ	NaOH			
กรกฎาคม	23	20	18	14	10
กันยายน	23	20	23	16	10
ตุลาคม	23	20	18	14	10
พฤศจิกายน	23	20	23	16	10

แบบฟอร์ม ก.9 บันทึกการตรวจเช็คความสะอาดกระบะทอด

รายการการตรวจ	ผลการตรวจ		หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1. เศษบะหมี่	/		
2. คราบไขมันบนผิวภาชนะ	/		
3. คราบไขมันบนผิวน้ำ	/		
4. คราบสีดำ	/		

วันที่ : กันยายน – พฤศจิกายน พ.ศ.2561

หมายเหตุ:ผลการตรวจเช็คค่าpH (Std. = 6.5 - 8.5)

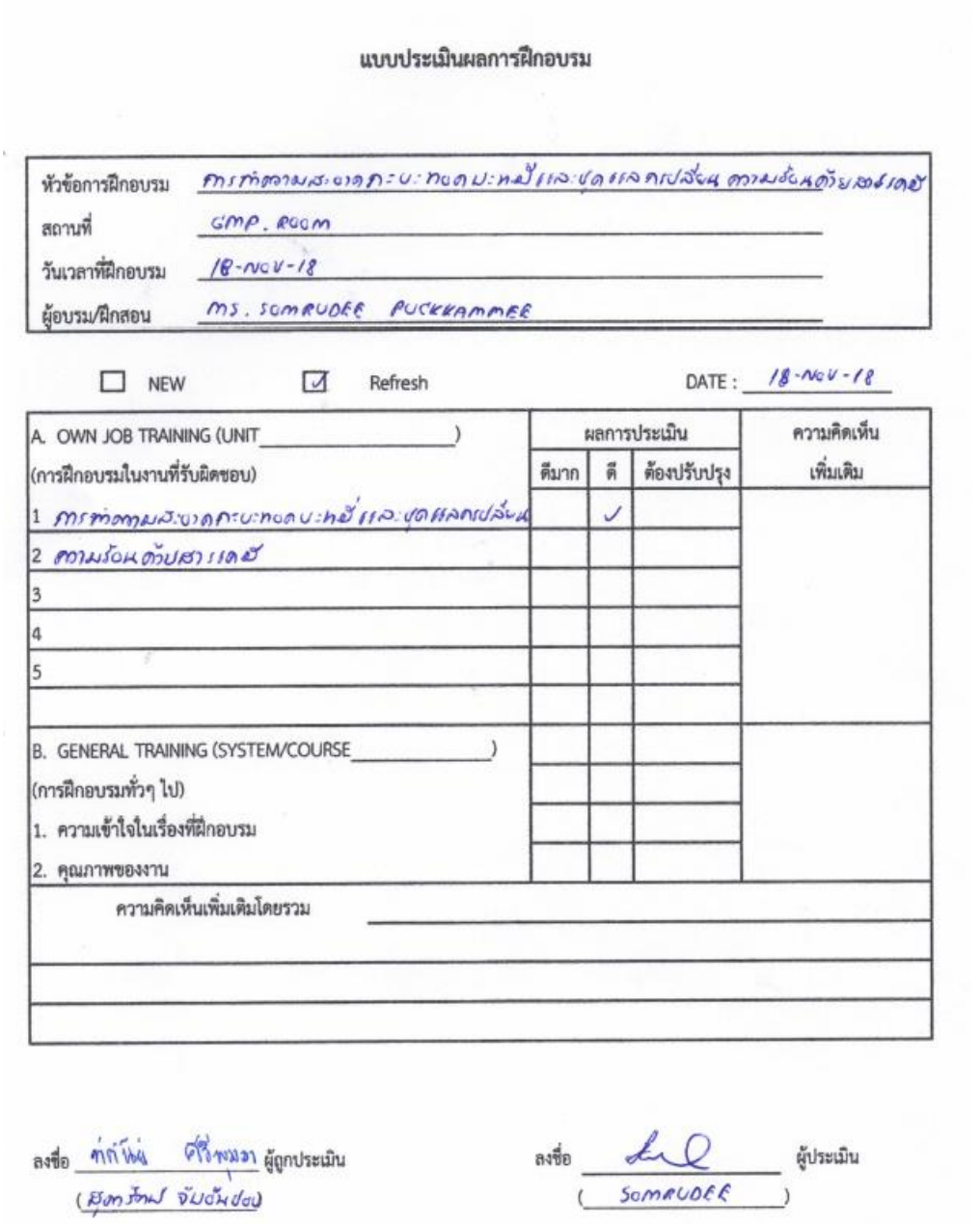
ครั้งที่ 1 = 7.36

ครั้งที่ 2 = 7.11

ครั้งที่ 3 = 7.26

ตรวจสอบโดย: Hygiene Staff

แบบฟอร์ม ก.10 แบบประเมินผลการฝึกอบรม



แบบประเมินผลการฝึกอบรม

หัวข้อการฝึกอบรม	การทำตามสะอาดกะบะทอดมะหยี่และชุดผลการเปลี่ยนตามร้อนด้วยเตาอบ
สถานที่	GMP. ROOM
วันเวลาที่ฝึกอบรม	18-NOV-18
ผู้อบรม/ฝึกสอน	MRS. SOMRUDEE PUCKKAMMEE

☐ NEW ☑ Refresh DATE : 18-NOV-18

A. OWN JOB TRAINING (UNIT_____) (การฝึกอบรมในงานที่รับผิดชอบ)	ผลการประเมิน			ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	ดีมาก	ดี	ต้องปรับปรุง	
1 การทำตามสะอาดกะบะทอดมะหยี่และชุดผลการเปลี่ยน		✓		
2 ตามร้อนด้วยเตาอบ				
3				
4				
5				
B. GENERAL TRAINING (SYSTEM/COURSE_____)				
(การฝึกอบรมทั่วๆ ไป)				
1. ความเข้าใจในเรื่องที่ฝึกอบรม				
2. คุณภาพของงาน				

ความคิดเห็นเพิ่มเติมโดยรวม _____

ลงชื่อ ท่าก็ไม่ดี ศรีขุนมา ผู้ถูกประเมิน
(ยุดารัตน์ จันอินชอง)

ลงชื่อ _____ ผู้ประเมิน
(SOMRUDEE)

แบบฟอร์ม ก.11 ระเบียบปฏิบัติการปรับปรุงขั้นตอนการล้างกระบะทอดบะหมี่

Title	ระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการล้างกระบะทอดบะหมี่			Document No.	ND-W-xx
Section	ND			Type	S.O.P.
Issue Date	xx	Revision	xx	Page	1 of 1

วัตถุประสงค์: เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน

ผู้รับผิดชอบ: พนักงานจุดปฏิบัติงานกระบะทอด และหัวหน้างาน

สารเคมี: NaOH, น้ำยาล้างภาชนะ, ผงซักฟอก

วิธีการปฏิบัติ:

1. ถ่ายน้ำมันออกจากกระบะทอด
2. ไล่น้ำมันในท่อออกให้หมด
3. ล้างด้วยน้ำสะอาดนาน 5 นาที
4. เติมน้ำ และ NaOH ลงในกระบะทอด เปิดปั๊มวนน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง
5. ล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และเปิดปั๊มวนนาน 30 นาที
6. เติมน้ำและน้ำยาล้างภาชนะ ลงในกระบะทอด เปิดปั๊มวนน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที
7. ล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และเปิดปั๊มวนนาน 30 นาที
8. ล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และเปิดปั๊มวนนาน 30 นาที
9. ล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และเปิดปั๊มวนนาน 30 นาที
10. ล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และเปิดปั๊มวนนาน 30 นาที
11. เช็ดด้วยแอลกอฮอล์

*****หมายเหตุ:** 1. ค่า pH ของน้ำล้างต้องใกล้เคียงกับ ค่า pH ของน้ำกรองเริ่มต้น (Std.6.5-8.5)

2. กรณีที่ผลการตรวจสอบความสะอาดไม่ผ่านให้ปฏิบัติตามข้อ9และ ข้อ 10

แบบฟอร์ม ก.12 ใบเสนอราคาเครื่อง Heat Exchange

CHENG CHENG KUANG MACHINE CO., LTD.

NO.99 20TH KUNG-YEH RD., DER-LONG LEE, TAIPING DISTRICT, TAICHUNG CITY, TAIWAN R.O.C.

TEL: 886-4-22714597 FAX: 886-4-22714679 Email: cckm@ms25.hinet.net Website: www.cck-machine.com.tw

No.170327-2R/

QUOTATION

SOLD TO: NAMCHOW (THAILAND) LTD. BP LINE 1 – CUP/BOWL TYPE INSTANT NOODLE MAKING PLANT 杯碗一線用

DATE: 27-Mar-2017

TEL：0-2259-7871-9 FAX：0-2259-7870

FILE: WORD\9\G\3\A\02

NO	NAME	DESCRIPTION	BRAND	POWER	MATERIAL	Q'TY	AMOUNT	REMARK
1	HEAT EXCHANGER 熱交換器	1) TYPE 規格: SHELL & TUBE 殼管式, HORIZONTAL TYPE 臥式 2) CAPACITY 產能：850,000 KCAL / HR 85 萬仟卡/時 3) HEAT TRANSFER AREA 傳熱面積：68M² 4) BODY MATERIAL 機身材質：SUS304 5) TUBE MATERIAL 內管材質：SUS316L SIZE 尺寸: φ19.05 × 1.65t × 3000L × 380PCS 6) INCLUDE 含: SUPPORT LEGS 支撐腳架 7) EXCLUDE 不含：AUTOMATIC STEAM TEMP. CONTROL VALVE STEAM TRAP & BALL VALVE, OIL PIPING MATERIALS & CONNECTIONS AND OIL CIRCULATION PUMP 不含：自動溫度控制閥、排水器&球閥、油炸配管及油炸循環泵浦 8) ASME CERTIFICATE FROM HSB OF CONNECTICUT, USA. 美國 HSB 之 ASME 證書 9) PIPING WORKS TO BE CARRIED OUT BY THE BUYER 配管工作由買方執行	JIAN-HUNG TAIWAN MADE 鑑宏.台灣製			1 SET	US$62,850.	
2	SPARE 備品	1) TUBE 內管 × 20PCS				1 SET	US$970.	
3	PACKAGING FEE 包裝費	1) WOODEN CASE PACKAGING WITH FUMIGATION 木箱包裝+煙燻				1 UNIT	US$900.	
4	SEA FREIGHT 海運費	FROM ANY TAIWAN PORT TO BANGKOK, THAILAND.台灣任一港到泰國曼谷港 ※NOTE 備註: Inland transportation in Thailand is not included. 泰國內陸運輸不含				1 UNIT	US$350.	
5	INSURANCE 保險費	FROM SELLER'S WAREHOUSE TO BUYER'S WAREHOUSE 從賣方工廠到買方工廠				1 UNIT	US$180.	

แบบฟอร์ม ก.13 บันทึกการใช้ทรัพยากรในการล้างหลังเปลี่ยนเครื่อง Heat Exchanger

วัน/เดือน/ปี	ปริมาณสารทำความสะอาด (กิโลกรัม)		น้ำ (ลบ.ม.)	เวลา (ชั่วโมง)	จำนวน (คน)	ผลการตรวจสอบ	
	น้ำยาล้างภาชนะ	NaOH				ผ่าน	ไม่ผ่าน
2018							
กันยายน	7	20	12	10	10	ผ่าน	
ตุลาคม	7	20	12	10	10	ผ่าน	
พฤศจิกายน	7	20	12	10	10	ผ่าน	

ภาคผนวก ข
การคำนวณ

ตัวอย่างจากตารางที่ 4.8

ค่าใช้จ่ายในการล้างกระบะทอดบะหมี่ แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

(1) วิธีการล้างแบบข้อกำหนดของลูกค้า

ส่วนที่ 1 ค่าน้ำ

ปริมาตรน้ำที่ใช้ในการล้างกระบะทอด 1 ครั้ง เท่ากับ 20.5 ลูกบาศก์เมตร

ค่าน้ำของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ราคา 6 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

ค่าน้ำที่ใช้ในการล้างกระบะทอดคิดเป็นเงิน 20.5 x 6 = 123 บาท

ส่วนที่ 2 ค่าน้ำยาล้างภาชนะ

ปริมาณน้ำยาล้างภาชนะที่ใช้ในการล้าง 1 ครั้ง เท่ากับ 23 ลิตร

ค่าน้ำยาล้างภาชนะ ราคา 17 บาทต่อลิตร

ค่าน้ำยาล้างภาชนะที่ใช้ในการล้างกระบะทอดคิดเป็นเงิน 23 x 17 = 391 บาทต่อลิตร

ส่วนที่ 3 ค่าสารชะล้าง(NaOH)

ปริมาณสารชะล้างที่ใช้ในการล้าง 1 ครั้ง เท่ากับ 20 ลิตร

ค่าสารชะล้าง ราคา 38 บาทต่อลิตร

ค่าสารชะล้างที่ใช้ในการล้างกระบะทอดคิดเป็นเงิน 20 x 38 = 760 บาทต่อลิตร

ส่วนที่ 4 ค่าแรงต่อคน

จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดกระบะทอด 1 ครั้งต่อคน เท่ากับ 14 ชั่วโมง

ชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ค่าแรง 309 บาทต่อวัน

ค่าชั่วโมงการทำงาน 1 ชั่วโมง เท่ากับ $\frac{309 \times 1}{8}$ = 38.625 บาทต่อชั่วโมง

ค่าแรงที่ใช้ในการล้างกระบะทอด คิดเป็นเงิน 14 x 38.625 = 540.75 บาทต่อคน

ค่าแรงที่ใช้ในการล้างกระบะทอดจำนวน 10 คน คิดเป็นเงิน 10 x 540.75 = 5,407.5 บาท

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการล้างกระบะทอดบะหมี่ 1 ครั้ง คิดเป็นเงิน 6,681.5 บาท

(2) วิธีการล้างแบบอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน

ส่วนที่ 1 ค่าน้ำ

ปริมาตรน้ำที่ใช้ในการล้างกระบะทอด 1 ครั้ง เท่ากับ 16 ลูกบาศก์เมตร

ค่าน้ำของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ราคา 6 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

ค่าน้ำที่ใช้ในการล้างกระบะทอดคิดเป็นเงิน 16 x 6 = 96 บาท

ส่วนที่ 2 ค่าน้ำยาล้างภาชนะ

ปริมาณน้ำยาล้างภาชนะที่ใช้ในการล้าง 1 ครั้ง เท่ากับ 15 ลิตร

ค่าน้ำยาล้างภาชนะ ราคา 17 บาทต่อลิตร

ค่าน้ำยาล้างภาชนะที่ใช้ในการล้างกระบะทอดคิดเป็นเงิน 15 x 17 = 255 บาทต่อลิตร

ส่วนที่ 3 ค่าแรงต่อคน

จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดกระบะทอด 1 ครั้งต่อคน เท่ากับ 8 ชั่วโมง

ชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ค่าแรง 309 บาทต่อวัน

ค่าชั่วโมงการทำงาน 1 ชั่วโมง เท่ากับ $\frac{309 \times 1}{8}$ = 38.625 บาทต่อชั่วโมง

ค่าแรงที่ใช้ในการล้างกระบะทอด คิดเป็นเงิน 8 x 38.625 = 309 บาทต่อคน

ค่าแรงที่ใช้ในการล้างกระบะทอดจำนวน 10 คน คิดเป็นเงิน 10 x 309 = 3,090 บาท

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการล้างกระบะทอดบะหมี่ 1 ครั้ง คิดเป็นเงิน 3,441 บาท

(3) วิธีการล้างแบบวิธีมาตรฐาน

ส่วนที่ 1 ค่าน้ำ

ปริมาตรน้ำที่ใช้ในการล้างกระบะทอด 1 ครั้ง เท่ากับ 6 ลูกบาศก์เมตร

ค่าน้ำของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ราคา 6 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

ค่าน้ำที่ใช้ในการล้างกระบะทอดคิดเป็นเงิน 6 x 6 = 36 บาท

ส่วนที่ 2 ค่าน้ำยาล้างภาชนะ

ปริมาณน้ำยาล้างภาชนะที่ใช้ในการล้าง 1 ครั้ง เท่ากับ 15 ลิตร

ค่าน้ำยาล้างภาชนะ ราคา 17 บาทต่อลิตร

ค่าน้ำยาล้างภาชนะที่ใช้ในการล้างกระบะทอดคิดเป็นเงิน 15 x 17 = 255 บาทต่อลิตร

ส่วนที่ 3 ค่าแรงต่อคน

จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดกระบะทอด 1 ครั้งต่อคน เท่ากับ 6 ชั่วโมง

ชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ค่าแรง 309 บาทต่อวัน

ค่าชั่วโมงการทำงาน 1 ชั่วโมง เท่ากับ $\frac{309 \times 1}{8}$ = 38.625 บาทต่อชั่วโมง

ค่าแรงที่ใช้ในการล้างกระบะทอด คิดเป็นเงิน 6 x 38.625 = 231.75บาทต่อคน

ค่าแรงที่ใช้ในการล้างกระบะทอดจำนวน 10 คน คิดเป็นเงิน 10 x 231.75 = 2,317.5 บาท

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการล้างกระบะทอดบะหมี่ 1 ครั้ง คิดเป็นเงิน 2,608.5 บาท

ตัวอย่างจากตารางที่ 4.13

การล้างแบบข้อกำหนดของลูกค้ากระบะทอดหลังประยุกต์ใช้หลักเทคโนโลยีสะอาดโดยการเปลี่ยนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)

ส่วนที่ 1 ค่าน้ำ

ปริมาตรน้ำที่ใช้ในการล้างกระบะทอด 1 ครั้ง เท่ากับ 12 ลูกบาศก์เมตร

ค่าน้ำของโรงงานผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ราคา 6 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

ค่าน้ำที่ใช้ในการล้างกระบะทอดคิดเป็นเงิน 12 x 6 = 72 บาท

ส่วนที่ 2 ค่าน้ำยาล้างภาชนะ

ปริมาณน้ำยาล้างภาชนะที่ใช้ในการล้าง 1 ครั้ง เท่ากับ 7 ลิตร

ค่าน้ำยาล้างภาชนะ ราคา 17 บาทต่อลิตร

ค่าน้ำยาล้างภาชนะที่ใช้ในการล้างกระบะทอดคิดเป็นเงิน 7 x 17 = 119 บาทต่อลิตร

ส่วนที่ 3 ค่าสารชะล้าง(NaOH)

ปริมาณสารชะล้างที่ใช้ในการล้าง 1 ครั้ง เท่ากับ 20 ลิตร

ค่าสารชะล้าง ราคา 38 บาทต่อลิตร

ค่าสารชะล้างที่ใช้ในการล้างกระบะทอดคิดเป็นเงิน 20 x 38 = 760 บาทต่อลิตร

ส่วนที่ 4 ค่าแรงต่อคน

จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดกระบะทอด 1 ครั้งต่อคน เท่ากับ 10 ชั่วโมง

ชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ค่าแรง 309 บาทต่อวัน

ค่าชั่วโมงการทำงาน 1 ชั่วโมง เท่ากับ $\frac{309 \times 1}{8}$ = 38.625 บาทต่อชั่วโมง

ค่าแรงที่ใช้ในการล้างกระบะทอด คิดเป็นเงิน 10 x 38.625 = 386.25 บาทต่อคน

ค่าแรงที่ใช้ในการล้างกระบะทอดจำนวน 10 คน คิดเป็นเงิน 10 x 386.25 = 3,862.5 บาท

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการล้างกระบะทอดบะหมี่ 1 ครั้ง คิดเป็นเงิน 4,813.5 บาท

รายการที่สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการล้างกระบะทอด 1 ครั้งต่อปี คือ

ค่าจ้างผู้รับเหมาในการเปิดฝาถังเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เท่ากับ 10,000 บาทต่อปี

ค่าใช้จ่ายในการล้างกระบะทอดที่สามารถประหยัดได้ 6,681.5 - 4,813.5 = 1,868 บาทต่อครั้ง

รวมค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ 1 ครั้งต่อการเปิดฝาถังเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 1 ครั้งต่อปี คิดเป็นเงิน 10,000 + 1,868 = 11,868 บาท

การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period)} = \frac{\text{เงินลงทุนทั้งหมด (บาท)}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิต่อปี (บาทต่อปี)}}$$

เงินลงทุนในการเปลี่ยนเครื่องเปลี่ยนความร้อน เท่ากับ 3,000,000 บาท

ผลตอบแทนสุทธิต่อปี เท่ากับ 8,000,000 บาทต่อปี

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{3{,}000{,}000 \text{ (บาท)}}{8{,}000{,}000 \text{ (บาทต่อปี)}}$$

$$= 0.4 \text{ ปี หรือ } 4 \text{ เดือน}$$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	มณีรัตน์ นกยุงทอง
วัน เดือน ปี เกิด	18 มิถุนายน 2529
สถานที่เกิด	กาญจนบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2552 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีการอาหาร) คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี พ.ศ. 2558 ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	70/9 หมู่ที่ 6 ตำบลรางสาลี่ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี 71110
ผลงานตีพิมพ์	มณีรัตน์ นกยุงทอง และพรทิพย์ ศรีแดง. (2562, กันยายน). เทคโนโลยีสะอาดสำหรับการลดของเสียในกระบวนการผลิตบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป. ในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม นวัตกรรม และการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 8 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น, กรุงเทพฯ.

มหาวิทยาลัยศิลปากร