การออกแบบแผงอาหารทอดอย่างถูกสุขลักษณะ

HYGIENIC FOOD STALL FOR FRIED FOOD

ราชธานี ผดุงเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การออกแบบแผงอาหารทอดอย่างถูกสุขลักษณะ

HYGIENIC FOOD STALL FOR FRIED FOOD

ราชธานี ผดุงเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HYGIENIC FOOD STALL FOR FRIED FOOD

RACHTANEE PHADUNGCHAROEN

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN FOOD ENGINEERING
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2559
ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง การออกแบบแผงอาหารทอดอย่างถูกสุขลักษณะ
HYGIENIC FOOD STALL FOR FRIED FOOD

ผู้จัดทำ
นายราชธานี ผดุงเจริญ รหัสนักศึกษา 56011026

_____อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร. มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบแผงอาหารทอดอย่างถูกสุขลักษณะ
นักศึกษา	นายราชธานี ผดุงเจริญ รหัสนักศึกษา 56011026
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอาหาร
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์

บทคัดย่อ

รถขายอาหารหรือแผงค้าอาหารเป็นบริการจำหน่ายอาหารอย่างหนึ่งที่สามารถพบเห็นอยู่ทั่วไป เป็นที่นิยมของผู้บริโภค เนื่องจากได้รับความสะดวกโดยเฉพาะในสภาพสังคมปัจจุบันที่ค่อนข้างเร่งรีบ ยิ่งกว่านั้นรถขายอาหารหรือแผงค้าอาหารยังมีการลงทุนค่อนข้างต่ำจึงเป็นช่องทางธุรกิจสำหรับผู้สนใจประกอบการจำหน่ายอาหาร ในประเทศไทยอาหารทอดเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมมากจากผู้บริโภคมากประเภทหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามแผงค้าอาหารที่มีอยู่นั้นส่วนใหญ่ยังคงมีปัญหาการปนเปื้อนสิ่งสกปรกและขาดสุขลักษณะที่ดี ในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบแผงค้าอาหารทอดต้นแบบที่ถูกสุขลักษณะ โดยเริ่มจากการสำรวจข้อมูลของแผงค้าอาหารทอดที่จำหน่ายในเขตลาดกระบังจำนวน 15 ราย พบว่าแผงค้าอาหารทอดมากกว่า 95% มีปัญหาการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม ปัญหาการจัดการของเสีย และการเก็บวัตถุดิบ ในการออกแบบแผงค้าอาหารทอดต้นแบบจึงได้นำเกณฑ์สุขลักษณะร่วมกับหลักวิศวกรรมมาใช้พิจารณา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างต้นแบบของแผงค้าอาหารทอดที่ถูกสุขลักษณะ โดยอาศัยโปรแกรม SolidWorks รูปแบบที่ได้มีทั้งสิ้น 3 รูปแบบ ประกอบด้วยแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1 (แบบสามารถพับเก็บได้), แผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2 (แบบอุปกรณ์ครบ) และแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3 (แบบรูปลักษณ์แปลกใหม่) จากนั้นทำการวิเคราะห์แนวทางการสร้างและวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมก่อนนำไปสร้างต้นแบบจริงต่อไป จากการออกแบบทำให้ได้แผงค้าอาหารทั้งสิ้น 3 แบบที่มีแนวคิดในการออกแบบแตกต่างกัน ผลการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่าแบบที่ 1 มีต้นทุนการดำเนินการต่ำที่สุด 14,000 บาท และระยะเวลาคืนทุน 24.76 วัน ขณะที่แบบที่ 2 มีต้นทุนการดำเนินการสูงที่สุด 27,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 48.94 วัน และแบบที่ 3 มีต้นทุนการดำเนินการ 17,000 บาท ระยะเวลาคืนทุน 30.23 วัน และเมื่อนำมาให้คะแนนตามเกณฑ์ต่างๆเพื่อเลือกแบบที่ดีที่สุด ผลที่ได้คือแบบที่ 1 มีผลคะแนนสูงที่สุด 2.49 คะแนน ตามด้วยแบบที่ 3 และแบบที่ 2 2.37 และ 1.56 คะแนน ตามลำดับ

คำสำคัญ : สุขลักษณะ, แผงค้า, อาหารทอด, การออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Hygienic Food Stall For Fried Food	
Student	Mr.Rachtanee Phadungcharoen	Student ID 56011026
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Food Engineering	
Academic Year	2016	
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Maradee Phongpipatpong	

ABSTRACT

Food cart or food stall is one of the commonly found food services in Thailand. It is very popular due to its convenience, especially for consumers with busy lifestyle. Moreover anyone who is interested in food business can starting invest food stall with low cost. Fried food can be considered as one of most popular Thai foods that usually sell from food stall. However, most food stalls are still have problem with food contamination and poor hygienic design. Therefore this study is aimed to design a hygienic fried food stall. The study begins with a survey of 15 fried food stalls in Ladkrabang area and it appears that more than 95% of food stall have problem with food contamination from surrounding, improper use of food contact materials, waste handling, food storage. The criteria on hygienic design of fried food stall and engineering principle are considered in this study. SolidWorks is used in design food stall and finally, 3 different designs of hygienic fried food stall are obtained. Fabrication and economics analysis are then applied to determine for appropriate final design of hygienic fried food stall with three different in design concept, consisted of 1) Foldable concept: FC, 2) Full options concept: FOC and 3) Exotic look concept: EC. Based on the economic analysis results, the design 1 (FC) was found to be the lowest cost 14,000 Bath and the payback period within 24.76 days, where the design 2 (FOC) was found to be the highest cost 27,000 Bath and the payback period within 48.94 days and the design 3 (EC) was found the cost 17,000 Bath and the payback period within 30.23 days. From the concept selection method to choose the best design. The result is design 1 (FC) with the highest score of 2.49 points followed by design 3 (EC) and design 2 (FOC) 2.37 and 1.56 points, respectively.

Keywords : Hygiene, Food Stall, Fried food, Design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาต่างๆในการทำโครงงาน การนำเสนอโครงงาน รวมทั้งการตรวจสอบรูปเล่มรายงาน

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยเอาใจใส่ดูแลถ่ายทอดวิชาความรู้แก่นักศึกษามาโดยตลอด รวมถึงเจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอาหารทุกท่านที่ได้คอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบคุณ บริษัท อร่อยศาสตร์ จำกัด ที่ได้ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง จนทำให้สามารถก้าวผ่านอุปสรรคต่างๆมาจนถึงทุกวันนี้ และทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆทุกคน ที่คอยให้คำแนะนำต่างๆ คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด รวมไปถึงทุกๆท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากโครงงานฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ทั้งนี้หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขอน้อมรับและขออภัยมา ณ ที่นี้

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูปภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตของการศึกษา 2

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 3

2.1 อาหารริมถนน (Street Food) 3

2.2 การแปรรูปอาหารด้วยวิธีการทอด (Frying) 4

2.3 การถ่ายเทพลังงาน 5

2.4 หลักเกณฑ์การออกแบบอย่างถูกสุขลักษณะ 7

2.5 หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP : Good Manufacturing Practice) 19

2.6 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP : Hazard Analysis and Critical Control Point) 20

2.7 การบำบัดของเสีย 20

2.8 ตัวอย่างการออกแบบบูธขายอาหาร 25

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการออกแบบแผงค้าอาหาร 27

3.1 การรวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 27

3.2 การสำรวจข้อมูล 27

3.3 การกำหนดเงื่อนไขการออกแบบ 28

3.4 การออกแบบแผงค้าอาหารประเภททอด 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 การสรุปและเลือกแบบแผงค้าอาหารประเภททอด 29

บทที่ 4 ผลการศึกษา 31

4.1 ผลการสำรวจข้อมูลแผงค้าอาหารทอดโดยรอบสถาบัน 31

4.2 การประเมินสุขลักษณะตามหลักการ Good Manufacturing Practice : GMP 36

4.3 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม Hazard Analysis and Critical Control Point : HACCP 40

4.4 การออกแบบแผงค้าอาหารทอด 42

4.5 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ 54

บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา 63

5.1 สรุปการสำรวจแผงค้าอาหารทอด 63

5.2 สรุปการออกแบบ 64

5.3 ข้อเสนอแนะ 65

เอกสารอ้างอิง 66

ภาคผนวก 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการเตรียมพื้นผิวสแตนเลสและลักษณะทางกายภาพของพื้นผิว 16

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การพิจารณาการออกแบบ 30

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลลักษณะทั่วไปของแผงค้าอาหารประเภททอด 31

ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารด้านการใช้วัตถุดิบ 32

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารด้านการเก็บรักษาวัตถุดิบ 33

ตารางที่ 4.4 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารด้านการใช้น้ำ 34

ตารางที่ 4.5 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารด้านการเก็บผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่าย 34

ตารางที่ 4.6 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารด้านการจัดการของเสีย 35

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤต 42

ตารางที่ 4.8 อุปกรณ์บนแผงค้าอาหารประเภททอด 43

ตารางที่ 4.9 ราคาวัสดุที่ใช้ประกอบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1 54

ตารางที่ 4.10 ราคาวัสดุที่ใช้ประกอบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2 54

ตารางที่ 4.11 ราคาวัสดุที่ใช้ประกอบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3 55

ตารางที่ 4.12 ค่าใช้จ่ายต่างๆของแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1 55

ตารางที่ 4.13 ค่าใช้จ่ายต่างๆของแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2 57

ตารางที่ 4.14 ค่าใช้จ่ายต่างๆของแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3 59

ตารางที่ 4.15 การให้คะแนนแบบแผงค้าอาหารประเภททอด 61

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลผลการสำรวจแผงค้าอาหารประเภททอด 63

ตารางที่ 5.2 สรุปการออกแบบ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แผนผังการไหลของเครื่องทอดแบบต่อเนื่องในอุตสาหกรรม 6

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างแผ่นสแตนเลส AISI 304 และ AISI 316L ที่มีการเตรียมพื้นผิวแบบ 2B 9

ภาพที่ 2.3 สารหล่อลื่นเกรดอาหาร (Food grade lubricant) 12

ภาพที่ 2.3 ลักษณะการต่อหรือการจัดเรียงตัวของอุปกรณ์ที่ไม่ตรงแนว (Misalignment) 13

ภาพที่ 2.5 ลักษณะการใช้สกรูในการจับยึดอุปกรณ์ 14

ภาพที่ 2.5 มุมภายในของอุปกรณ์ในกระบวนการอาหาร 14

ภาพที่ 2.7 การออกแบบอุปกรณ์ให้มาความสามารถในการระบายออก 17

ภาพที่ 2.7 MOBILE FOOD CONCESSION CART 25

ภาพที่ 1.8 KIOSK FOR PREPARING PORTIONS OF ITALIAN-STYLE PASTA 26

ภาพที่ 4.1 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (1) 36

ภาพที่ 4.2 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง13/5 (1) 36

ภาพที่ 4.3 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (2) 37

ภาพที่ 4.4 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (3) 37

ภาพที่ 4.5 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 13/5 (2) 38

ภาพที่ 4.6 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 46 38

ภาพที่ 4.7 แผงคาอาหารประเภททอดบริเวณซอยจินดา (4) 39

ภาพที่ 4.8 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 13/5 (3) 40

ภาพที่ 4.9 แผนภาพการไหลของกระบวนการทอดที่เกิดขึ้นบนแผงค้าอาหารประเภททอด 41

ภาพที่ 4.10 แบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1 44

ภาพที่ 4.11 ภาพด้านหน้าของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1 45

ภาพที่ 4.12 ภาพด้านข้างของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1 45

ภาพที่ 4.13 ภาพด้านบนของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1 46

ภาพที่ 4.14 ภาพตำแหน่งอุปกรณ์ของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1 46

ภาพที่ 4.15 แบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.16 ภาพด้านหน้าของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2 48

ภาพที่ 4.17 ภาพด้านข้างของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2 48

ภาพที่ 4.18 ภาพด้านบนของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2 49

ภาพที่ 4.19 ภาพตำแหน่งอุปกรณ์ของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2 49

ภาพที่ 4.20 แบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3 50

ภาพที่ 4.21 ภาพด้านบนของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3 50

ภาพที่ 4.22 ภาพด้านหน้าของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3 51

ภาพที่ 4.23 ภาพด้านข้างของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3 51

ภาพที่ 4.24 ลักษณะการติดตั้งโครงสร้างหลังคากับโครงสร้างเสารับน้ำหนัก 52

ภาพที่ 4.26 การกำหนดตัวแปรในการคำนวณ 52

ภาพที่ 4.25 ลักษณะการเสียรูปของเสา 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันรถขายอาหารหรือแผงค้าขายอาหารเป็นหนึ่งในช่องทางธุรกิจที่สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไปในบริเวณชุมชนหรือแหล่งค้าขายต่างๆ เช่น ตลาดนัด ตลาดสด รวมถึงในห้างสรรพสินค้า เนื่องจากมีขนาดที่ค่อนข้างกะทัดรัด ทำให้ความสะดวกในการติดตั้งหรือขนย้าย ใช้พื้นที่ไม่มาก จึงทำให้สามารถบริหารจัดการได้ง่าย และที่สำคัญคือใช้งบประมาณในการลงทุนที่ค่อนข้างต่ำ (กตัญญู, 2552) แผงค้าอาหารในปัจจุบันนั้นมีหลายประเภท เช่น แผงค้าผลไม้ แผงค้าเครื่องดื่ม แผงค้าอาหารปิ้งย่าง แผงค้าอาหารทอด เป็นต้น จากผลสำรวจพฤติกรรมการเลือกบริโภคอาหารโดยสำนักสถิติพบว่าประชากรในประเทศไทยที่มีอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไปนิยมบริโภคอาหารประเภททอดเป็นอันดับ 3 รองจากอาหารประเภทต้มหรือลวกสุก และประเภทผัดตามลำดับ ในขณะเดียวกันผลสำรวจยังระบุว่าพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครนั้นคำนึงถึงความสะอาดเป็นลำดับแรก ก่อนตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหาร (สำนักสถิติสังคม, 2557) แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันพบว่าแผงค้าอาหารที่มีอยู่ส่วนใหญ่ยังคงมีปัญหาด้านความสะอาด การปนเปื้อนสิ่งสกปรกและขาดสุขลักษณะที่ดี แผงค้าอาหารจึงเป็นแหล่งอาหารที่มีความเสี่ยงการปนเปื้อนนำไปสู่ปัญหาความปลอดภัยและก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ (นัยนา และคณะ, 2558)

ในกระบวนการทอดอาหารได้รับความร้อนจากแหล่งความร้อนผ่านน้ำมันซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งผ่านความร้อน โดยปกติการทอดใช้อุณหภูมิประมาณ 170 – 210 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียและจุลินทรีย์ก่อโรคได้ (ทิพาพร, 2558) ในกระบวนการทอดควรป้องกันหรือหลีกเลี่ยงไม่ให้น้ำมันสัมผัสกับอากาศภายนอก เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นกับออกซิเจนส่งผลให้คุณภาพของน้ำมันลดต่ำลง (Patsioura et al., 2015) นอกจากความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอันตรายจากกระบวนการทอดแล้ว วัสดุอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในกระบวนการทอดก็เป็นอีกสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความเสี่ยงในการปนเปื้อนจากพื้นผิวของวัสดุอุปกรณ์ และนำไปสู่การปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหาร หากอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการอาหารผลิตจากวัสดุที่ไม่เหมาะสมสามารถก่อให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์อาหารได้ วัสดุที่เหมาะแก่การทำเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือในการผลิตอาหารควรเป็นวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารและมีความทนทาน เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม ที่เป็นเกรดอาหาร เป็นต้น (Bae et al., 2014) ดังนั้นการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารอย่างเหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญ ต้องมีการศึกษาหลักการออกแบบให้ถูกสุขลักษณะ การนำหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP) และการวิเคราะห์อันตรายที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนของกระบวนการโดยใช้หลัก HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบแผงค้าอาหาร สามารถช่วยลดความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอันตรายในอาหาร ในโครงงานนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบแผงค้าอาหารทอดที่ถูกสุขลักษณะ เพื่อสร้างความปลอดภัยทางอาหารต่อผู้บริโภคเพิ่มสูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1) เพื่อการศึกษาข้อมูลและเกณฑ์มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับบูธอาหารที่ถูกสุขลักษณะ
2) เพื่อออกแบบบูธอาหารประเภททอดที่ถูกสุขลักษณะ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้รูปแบบและต้นแบบของบูธอาหารทอดอย่างถูกสุขลักษณะ
2) สามารถเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารของผู้บริโภค
3) ช่วยยกระดับมาตรฐานและความปลอดภัยของอาหารต่อผู้บริโภค

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1) เป็นบูธอาหารโดยเน้นอาหารประเภททอด
2) ขนาดของบูธอาหารไม่เกิน 80 x 150 x 200 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x สูง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 อาหารริมถนน (Street Food)

กรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางความเจริญที่มีความสะดวกสบาย เป็นแหล่งงานที่มีความพร้อมทางเศรษฐกิจมากกว่าภูมิภาคอื่น ๆ ในประเทศ กรุงเทพมหานครจึงเป็นที่รวมของประชาชนจากชนบทที่อพยพเข้ามาเพื่อหางานทำและต้องการรายได้ที่เพิ่มขึ้น ประชาชนส่วนหนึ่งจึงได้หันมาประกอบอาชีพหาบเร่-แผงลอย ซึ่งถือได้ว่าเป็นอาชีพหลักของคนกลุ่มหนึ่งที่อาศัยอยู่ในเมืองใหญ่อย่างกรุงเทพมหานคร เป็นกลุ่มคนที่ด้อยโอกาส แต่สามารถประกอบอาชีพที่สามารถดูแลตนเองและครอบครัวได้ หากมองผิวเผินหาบเร่แผงลอยอาจเป็นเพียงวิถีชีวิตของคนทั่วไป แต่ทว่าภาพเหล่านี้คือการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ที่ก่อให้เกิดการหมุนเวียนของรายได้ หาบเร่-แผงลอยส่วนใหญ่เป็นที่พึ่งของคนที่มีรายได้น้อยและปานกลาง ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในกรุงเทพมหานคร ประกอบกับวัฒนธรรมการกินอาหารของคนไทยที่เน้นความสะดวกและเรียบง่ายจึงทำให้อาชีพหาบเร่-แผงลอยอยู่คู่กับสังคมคนกรุงเทพมหานครมายาวนาน ในอดีตหาบเร่-แผงลอยเป็นวัฒนธรรมพื้นบ้านอย่างหนึ่งในสังคมเกษตรกรรม เป็นวิถีชีวิตของการค้าขาย คือ นำสินค้าเกษตร ผัก ผลไม้ หรือขนมต่างๆ เข้ามาขายในตลาดหรือแหล่งชุมชน โดยใส่หาบแล้วเดินเร่ขายไปตามถนน ตรอก ซอย และมีการร้องบอกสินค้าที่นำมาขาย การขายจะเดินเป็นระยะทางและเวลาที่แน่นอน ทำให้ลูกค้ารู้ว่าพ่อค้าแม่ค้ามาถึงเมื่อไร เพื่อเตรียมตัวที่จะซื้อสินค้าที่ต้องการ พ่อค้าแม่ค้าจะเดินไปเรื่อยๆ เมื่อบ้านเมืองเจริญขึ้น ถนนหนทางเพิ่มขึ้น รูปแบบหาบเร่เริ่มเปลี่ยนไปกลายเป็นการตั้งแผงลอยขายของ โดยจะปลูกสร้างเป็นร้านหรือแผงลอยเล็กๆขึ้นบนทางเท้าหรือไหล่ทางริมถนน สินค้าที่ขายก็จะเป็นของใช้ในชีวิตประจำวัน เครื่องอุปโภคบริโภค เสื้อผ้า อาหารสำเร็จรูป เป็นต้น การที่ประชาชนส่วนหนึ่งได้หันมาประกอบอาชีพหาบเร่-แผงลอย เพราะว่าการค้าขายดังกล่าวใช้เงินลงทุนน้อย ไม่ต้องเสียค่าเช่าร้าน ไม่ต้องเสียภาษีให้รัฐ ประชาชนนิยมมาซื้อของเพราะมีความสะดวกในการซื้อขาย และสินค้าก็มีราคาถูก และบางครั้งก็มีรสชาติที่อร่อย ทำให้มีลูกค้าอุดหนุนมากขึ้น และเหตุผลทางเศรษฐกิจค่าครองชีพทำให้มีจำนวนผู้ค้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หาบเร่-แผงลอยบนทางเท้าในกรุงเทพมหานครเป็นกิจกรรม เพื่อพาณิชยกรรมประเภทหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดปัญหามากมายขึ้นในชุมชนเมืองเนื่องจากปัญหาการกีดขวางทางสัญจรของประชาชนและเกิดความสับสนต่อระบบการสัญจรทั้งบนทางเท้าและถนนสาธารณะ เป็นผลเสียต่อระบบการคมนาคมขนส่งของชุมชนเมือง นอกจากนี้กิจกรรมการค้าหาบเร่-แผงลอยบนทางเท้า ยังก่อให้เกิดปัญหาความสกปรก ปัญหาในด้านสุขภาพอนามัย และปัญหาความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยของชุมชนเมือง เนื่องจากผู้ค้าหาบเร่-แผงลอยไม่ได้คำนึงถึงการรักษาความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะอาด ทั้งกับสินค้าและสถานที่ประกอบการและยังอาจเป็นพาหนะแพร่เชื้อโรคต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

Bangkok's street food project (Dawson, Liamrangsi and Boccas, 1996)

การสำรวจเพื่อปรับปรุงด้านความปลอดภัยของอาหารที่อยู่ริมถนนรวมทั้งสภาพแวดล้อมให้มีสภาพที่ดีขึ้น โดยทำการสำรวจใน 4 พื้นที่ ในเขตกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย คือ ย่านใจกลางเมือง (Central), สวนสัตว์ดุสิต, ย่านราชวัตรและถนนลาดพร้าว และอีก 1 พื้นที่ในจังหวัดนนทบุรี จากการสำรวจและทดสอบการปนเปื้อนพบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ในอาหารตั้งแต่ 0 - 10 % ในขณะที่พบการปนเปื้อนเชื้อ *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* 0 – 33.3% และ 0 – 30% ตามลำดับ และยังมีรายงานว่า 22% ของกลุ่มตัวอย่างส้มตำมีการตรวจพบจุลินทรีย์ 106 – 108 CFU/กรัม โดย 22% พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกิน 1,100 MPA/กรัม และ 11% พบ *Escherichia coli* เกิน 1,100 MPA/กรัม จากการสำรวจด้านสุขาภิบาลพบว่า 75% ของผู้ขายได้นำน้ำใส่ถังพลาสติกมาจากบ้านหรือจากพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งน้ำประมาณ 1 ลิตรจะถูกใช้สำหรับการทำความสะอาดและการเตรียมอาหารสำหรับผู้บริโภค 1 คน แสดงให้เห็นว่าไม่เพียงพอสำหรับการรักษาความสะอาด ปัญหาที่พบส่วนใหญ่เกิดจากผู้จำหน่ายขาดความรู้ที่เกี่ยวกับสุขลักษณะที่ดีของการประกอบอาหาร จำได้มีการเสนอแนะแนวทางที่จะช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการให้ความรู้ในด้านต่างๆที่จำเป็นต่อสุขลักษณะที่ดีในการประกอบอาหาร เช่น วัสดุโครงสร้างและอุปกรณ์ต่างๆจะต้องทำจากวัสดุที่เหมาะสม ทำความสะอาดง่าย ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน วัตถุดิบที่ใช้และผลิตภัณฑ์อาหารจะต้องผ่านการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา มีการป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อน มีการเก็บภาชนะอุปกรณ์ต่างๆอย่างเป็นระเบียบมิดชิด มีการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆให้มีความสะอาดอยู่เสมอ มีการจัดการด้านสุขาภิบาลและมีการจัดอบรมเพื่อเพิ่มพูนความรู้แก่ผู้ประกอบการหรือผู้จำหน่ายอยู่เสมอ หลังจากการดำเนินงานไปแล้วเป็นเวลา 1 ปี พบว่ารายได้ในหนึ่งวันของผู้ขายเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคได้มีการตอบสนองต่อความพยายามในการปรับปรุงการบริการให้มีความถูกต้องตามหลักเกณฑ์ที่ดีในการประกอบอาหาร ซึ่งการปรับปรุงนั้นสามารถนำผลประโยชน์มีให้แก่ผู้ประกอบการได้

2.2 การทอด (Frying)

การทอดเป็นการบวนการแปรรูปอาหารเพื่อเปลี่ยนแปลงคุณภาพการบริโภคของอาหารและเพื่อการถนอมอาหารให้มีอายุที่นานขึ้น การทอดเป็นการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ เอนไซม์ และเพื่อลดค่าระดับพลังงานของน้ำ (Water activity) ของอาหาร เมื่อวัตถุดิบถูกนำไปผ่านกระบวนการทอดอุณหภูมิของวัตถุดิบจะเพิ่มขึ้นสูงอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะที่ผิวหน้า ทำให้น้ำในวัตถุดิบเกิดการระเหยและส่งผลให้วัตถุดิบเริ่มแห้ง ทำให้ความชื้นของอาหารลดลงและผิวหน้าแห้งกรอบ การทอดมีผลต่ออาหารคือทำให้อาหารสุก โดยทำให้คาร์โบไฮเดรต เช่น แป้งเกิด gelatinizationโปรตีนเกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

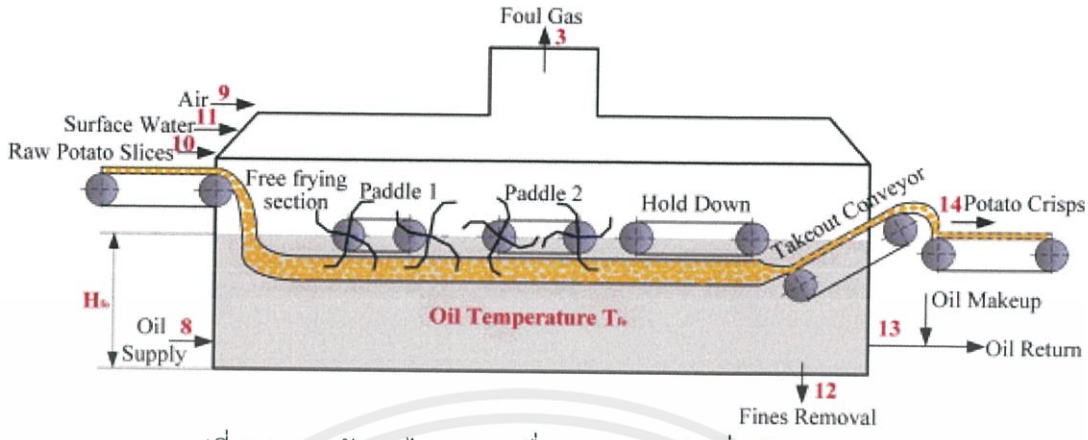
สูญเสียสภาพธรรมชาติ (protein denaturation) ทำลายจุลินทรีย์ที่จะทำให้อาหารเสื่อมเสีย (microbial spoilage) และจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) รวมทั้งเอนไซม์ในอาหาร ลดความชื้น (water content) และค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (water activity, aw) ให้ต่ำลง ทำให้เนื้อสัมผัสกรอบทั้งชิ้น หรือกรอบเฉพาะที่ผิวนอกของอาหาร ซึ่งการทอดสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (วิไล, 2543) 1) การทอดแบบน้ำมันน้อยหรือการทอดแบบน้ำมันตื้น (Pan frying) เป็นการทอดโดยใช้ปริมาณของน้ำมันหรือไขมันในปริมาณที่น้อย การทอดประเภทนี้เหมาะกับการทอดอาหารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง เช่น ไข่ เบคอน เบอร์เกอร์ เป็นต้น 2) การทอดแบบน้ำมันท่วม (Deep fat frying) เป็นการทอดโดยใช้น้ำมันหรือไขมันในปริมาณที่มากจนทำให้วัตถุดิบอาหารจมอยู่ โดยอุณหภูมิของน้ำมันที่ใช้ในการทอดสูงกว่าจุดเดือดของน้ำ อุณหภูมิการทอดอยู่ที่ประมาณ 130 – 190 °C แต่โดยทั่วไปการทอดจะใช้อุณหภูมิประมาณ 170 – 190 °C (Brennan and Grandison, 2012) การทอดประเภทนี้ผิวของอาหารจะได้รับความร้อนใกล้เคียงกัน ทำให้เกิดสีและลักษณะของผิวที่สม่ำเสมอใกล้เคียงกัน การทอดแบบน้ำมันท่วมเหมาะกับการทอดอาหารทุกรูปร่างไม่ว่าจะเป็นเนื้อไก่ เนื้อหมู ปลา เป็นต้น สำหรับน้ำมันที่ใช้ทอดแบบน้ำมันท่วม ควรเป็นน้ำมันที่ทนความร้อนสูงและเสื่อมสลายตัวช้า คือมีจุดเกิดควัน (smoking point) ต่ำ เป็นน้ำมันที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว (saturated fatty acid) ต่ำ มีกรดไลโนเลอิก (linoleic acid) น้อยกว่าร้อยละ 2 เช่น น้ำมันปาล์มโอเลอิน น้ำมันพืชที่ผ่านการไฮโดรจิเนชัน (hydrogenation) บางส่วนไม่ควรใช้น้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันเมล็ดคำฝอย และน้ำมันดอกทานตะวัน ในการทอดอาหาร เนื่องจากน้ำมันดังกล่าวไม่คงตัว และมีกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) สูงถึงร้อยละ 6-7 จากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 283) พ.ศ. 2547 โดยได้กำหนดให้น้ำมันที่ใช้ทอดหรือประกอบอาหารเพื่อจำหน่าย ทั้งน้ำมันพืชและน้ำมันจากสัตว์ มีค่าสารโพลาร์ในน้ำมันได้ไม่เกิน 25% ของน้ำหนัก

2.3 การถ่ายเทพลังงาน

2.3.1 การถ่ายเทความร้อนของเตาทอดแบบอัตโนมัติ (Wu et al., 2013)

รูปที่ 2.1 แสดงแผนผังเครื่องทอดและการไหลเข้า-ออกของมวลสู่ระบบการทอด มันฝรั่งแผ่นถูกป้อนเข้าสู่เครื่องทอดโดยสายพานลำเลียงจากระบบกำจัดน้ำที่ถูกออกแบบมาเพื่อกำจัดน้ำที่ผิวแผ่นมันฝรั่งที่ติดมาหลังผ่านกระบวนการล้างก่อนเข้าสู่กระบวนการทอด [1] มันฝรั่งแผ่นถูกทำให้จมอยู่ในน้ำมันด้วยไม้พาย มีการควบคุมการไหลของแผ่นมันฝรั่งให้ไปในทิศทางเดียวกันตามการไหลของน้ำมัน ซึ่งสามารถปรับความเร็วรอบในการหมุนของไม้พายเพื่อปรับแต่งระยะเวลาที่แผ่นมันฝรั่งจะอยู่ในกระบวนการทอดซึ่งจะกำหนดจากปริมาณความชื้นฐานเปียกของแผ่นมันฝรั่ง และสามารถกำหนดคุณสมบัติของมันฝรั่งทอดที่ทางออกของเครื่องทอดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แผนผังการไหลของเครื่องทอดแบบต่อเนื่องในอุตสาหกรรม

การอนุรักษ์พลังงานสำหรับน้ำมัน จากสมการสมดุลพลังงานจะได้ว่า

$$\rho_o \cdot V_{fo} \cdot C_{po} \frac{dT_{fo}}{dt} = Q_8 + Q_9 - Q_{12} - Q_{13} - Q_{ps} + Q_{pw} - Q_{o,14} - Q_{fw}$$

โดยที่ T_{fo} คืออุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำมันในเครื่องทอด, Q_8 คือพลังงานรวมของน้ำมันที่เข้าเตาทอด, Q_9 คือพลังงานถูกนำออกไปจากเครื่องทอดโดยอากาศและก๊าซไอเสียจากเครื่องทอด, Q_{12} คือพลังงานที่สูญเสียไปกับน้ำมันที่นำออกไปจากเครื่องทอดเนื่องจากการเสื่อสภาพ, Q_{13} คือพลังงานที่ออกไปกับน้ำมันที่ไหลกลับเข้าสู่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน, Q_{ps} คือพลังงานที่ต้องการสำหรับให้ความร้อนแก่แผ่นมันฝรั่งในระหว่างกระบวนการทอด, Q_{pw} คือพลังงานที่ต้องการสำหรับให้ความร้อนและระเหยน้ำที่ติดมากับมันฝรั่งแผ่นรวมถึงน้ำที่อยู่ในตัวมันฝรั่งแผ่น, $Q_{o,14}$ คือพลังงานที่อยู่ในน้ำมันที่ถูกดูดซึมไปกับผลิตภัณฑ์มันฝรั่ง และ Q_{fw} คือความร้อนที่สูญเสียผ่านผนังของเครื่องทอดสู่สิ่งแวดล้อม

$$Q_{fw} = h_{fa} \cdot A_{sf} \cdot (T_f - T_{amb}) + \varepsilon_{sf} \cdot A_{sf} \cdot \sigma \cdot (T_f^4 - T_{surf}^4)$$

เมื่อ h_{fa} คือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกล่องหุ้มเครื่องทอด, A_{Sf} คือพื้นที่ผิวของกล่องหุ้มเครื่องทอด, T_f คืออุณหภูมิด้านนอกของผนังเครื่องทอด และ ε_{sf} คือค่าการแผ่รังสีความร้อน

แทนค่าสมการ (10) ลงในสมการ (9) จะได้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำมันทอดโดยเฉลี่ยกับเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\rho_o \cdot C_{po} \cdot A_f \cdot H_{fo} \cdot \frac{dT_{fo}}{dt} = \dot{m}_8 \cdot C_{po} \cdot T_8 - \dot{m}_9 \cdot C_{pa} \cdot (T_3 - T_9) - \dot{m}_{12} \cdot C_{po} \cdot T_{12} - \dot{m}_{13} \cdot C_{po} \cdot T_{13} - \dot{m}_{s,10} \cdot C_{ps} \cdot (T_{14} - T_{10}) - \dot{m}_{14} \cdot C_{po} \cdot T_{14} - \left(\dot{m}_{w,10} + \dot{m}_{w,11} - \dot{m}_{w,14}\right) \cdot \left[C_{pw} \cdot (T_3 - T_{10}) + h_{fg_w}\right] - \left[h_{f \rightarrow a} \cdot A_{Sf} \cdot (T_f - T_{amb}) + \varepsilon_{sf} \cdot A_{Sf} \cdot \sigma \cdot (T_f^4 - T_{surf}^4)\right]$$

2.4 หลักเกณฑ์การออกแบบอย่างถูกสุขลักษณะ

2.4.1 ประเภทของวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (Free Documents, 2004)

- **ประเภทพื้นผิวที่สัมผัสอาหาร (Food contact surface)**

พื้นผิวของอุปกรณ์และเครื่องมือทั้งหมดที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม หรือพื้นผิวที่ผลิตภัณฑ์หรือน้ำควบแน่น อาจเกิดการระบาย หยดหรือไหลย้อนกลับเข้าไปสู่ผลิตภัณฑ์หรือภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ได้ รวมไปถึงพื้นผิวที่ผลิตภัณฑ์อาจเกิดการปนเปื้อนได้โดยอ้อม ซึ่งสามารถกำหนดพื้นที่ของการปนเปื้อนข้าม (area of cross contamination) ได้โดยการวิเคราะห์จากความเสี่ยงของแต่ละพื้นผิว

- **ประเภทพื้นผิวที่ไม่สัมผัสอาหาร (Non-food contact surface)**

คือพื้นผิวทั้งหมดที่ไม่ใช่พื้นผิวที่จัดอยู่ในประเภทของพื้นผิวสัมผัสอาหาร

- **ประเภทวัสดุโครงสร้างที่ไม่เป็นพิษ (Non-toxic construction materials)**

วัสดุซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขการใช้งานที่สภาวะปกติหรือสภาวะที่มีการคาดการณ์ไว้ ต้องไม่ปลดปล่อยสารพิษใดๆออกมาจากพื้นผิวนั้นๆ

- **ประเภทวัสดุที่ไม่ดูดซึม (Non-absorbent materials)**

วัสดุซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขการใช้งานที่สภาวะปกติหรือสภาวะที่มีการคาดการณ์ไว้ เมื่อสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ต้องไม่มีสารใดๆ ถูกดูดซึม ดูดซับ หรือเก็บกักอยู่ภายในวัสดุนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ชนิดของวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

วัสดุที่ใช้ในโครงสร้างของเครื่องจักรแปรรูปอาหารต้องบรรลุข้อกำหนดเฉพาะอย่างสมบูรณ์ โดย

●วัสดุที่สัมผัสผลิตภัณฑ์ต้องมีสมบัติที่ไม่ทำปฏิกิริยาต่อทั้งผลิตภัณฑ์ สารทำความสะอาด และสารฆ่าเชื้อภายใต้สภาวะการใช้งานที่สภาวะปกติหรือสภาวะที่มีการคาดการณ์ไว้ วัสดุต้องมีสมบัติทนต่อการกัดกร่อน ไม่เป็นพิษ มีเสถียรภาพทางกล และพื้นผิวที่เตรียมไว้ใช้งานต้องไม่ส่งผลกระทบภายใต้สภาวะการใช้งาน

●วัสดุที่ไม่สัมผัสผลิตภัณฑ์ต้องมีเสถียรภาพทางกล ผิวเรียบและทำความสะอาดได้

การใช้วัสดุที่มีพิษในอาหารเป็นสิ่งที่ไม่สามารถยอมรับได้ ผู้ออกแบบต้องเลือกใช้วัสดุที่ไม่เป็นพิษเท่านั้นสำหรับโครงสร้างที่สัมผัสโดยตรงกับผลิตภัณฑ์ ตามข้อบังคับของกฎหมายในหลายประเทศ ซึ่งได้ระบุรหัสสำหรับการปฏิบัติและคำสั่ง (code of practice and directives) ซึ่งครอบคลุมถึงองค์ประกอบของวัสดุที่สัมผัสอาหาร และควรแน่ใจว่าการใช้วัสดุเฉพาะได้รับการอนุญาตภายใต้กฎหมายที่บังคับใช้

เหล็กกล้าไร้สนิมหรือสแตนเลสเป็นทางเลือกสำหรับวัสดุโครงสร้างในโรงงานแปรรูปอาหาร อย่างไรก็ตามวัสดุประเภทโพลิเมอร์อาจมีข้อได้เปรียบเหนือกว่าสแตนเลส เช่น ราคาถูกกว่า น้ำหนักเบากว่า หรือมีความทนทานทางเคมีมากกว่า นอกจากนี้การใช้วัสดุต่าง ๆ เช่น อีลาสโตเมอร์ สารหล่อลื่น วัสดุประสานและของเหลวสำหรับใช้เป็นตัวกลางส่งผ่านสัญญาณ ต้องแน่ใจได้ว่าเป็นวัสดุที่ไม่เป็นพิษ

เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel)

โดยทั่วไปเหล็กกล้าไร้สนิมหรือสแตนเลสเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติทนการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี จึงเป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งย่านการใช้งานของสแตนเลสมีให้เลือกอย่างกว้างขวาง โดยการเลือกใช้สแตนเลสเกรดที่เหมาะสมที่สุดขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสแตนเลสเกรดนั้นๆ โดยปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเลือกใช้มีดังนี้

- ความเค้นที่เหล็กได้รับ
- ความสามารถทางกล
- ความสามารถในการขึ้นรูป
- ความสามารถในการเชื่อมประสาน
- ความแข็ง
- ราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความทนทานต่อการกัดกร่อนในสภาวะบรรยากาศทั่วไปเป็นคุณสมบัติที่ต้องการสำหรับสแตนเลส โดยภายใต้ภายใต้สภาวะที่เกี่ยวข้องกับสารละลายที่มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 8 มีปริมาณคลอไรด์อยู่ในระดับต่ำ (ไม่เกิน 50 mg/l [ppm]) และมีอุณหภูมิต่ำ (ไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส) นิยมเลือกใช้ AISI-304 หรือสแตนเลสชนิด austenitic หรือสแตนเลสชนิดที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ AISI-304L ข ถ้าระดับของคลอไรด์และอุณหภูมิสูงเกินกว่า 2 เท่าโดยประมาณของค่าดังกล่าว วัสดุที่เลือกใช้ต้องมีความทนทานต่อการเกิดรอยแตกและการกัดกร่อนเป็นหลุม ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากความเข้มข้นของคลอไรด์ ซึ่งการเติมโมลิดินั่มให้กับ AISI-304 (ทำให้เป็น AISI-316) เป็นการเพิ่มความทนทานต่อการกัดกร่อนให้กับสแตนเลส ซึ่งสแตนเลส AISI-316 ได้รับการแนะนำสำหรับผลิตเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น วาล์ว ตัวเรือนปั๊ม (casing) ใบพัด (rotor) และเพลา ในขณะที่สแตนเลสที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำ AISI-316L ได้รับการแนะนำสำหรับใช้ผลิตท่อและถัง เนื่องจากมีความสามารถในการเชื่อมประสานที่ดี

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผ่นสแตนเลส AISI 304 และ AISI 316L ที่มีการเตรียมพื้นผิวแบบ 2B

วัสดุประเภทโพลิเมอร์ (Polymeric materials)

การเลือกใช้วัสดุประเภทโพลิเมอร์ควรพิจารณาเกณฑ์ดังต่อไปนี้:

- เป็นไปตามข้อกำหนดและข้อแนะนำ
- ใช้งานได้กับอาหารและส่วนประกอบอาหารต่างๆ (ทนทานทางเคมีต่อน้ำมัน ไขมัน สารกันเสียต่างๆ)
- ทนทานทางเคมี (สารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อ)
- ทนต่ออุณหภูมิใช้งาน (ครอบคลุมทั้งย่านอุณหภูมิสูงกว่าและต่ำกว่าที่ใช้งาน)
- ทนต่อไอน้ำ (CIP/SIP)
- ทนต่อการแตก เสียหายเนื่องจากความเค้น
- ผิวสัมผัสมีคุณสมบัติความไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity)/ ปฏิกริยาตอบสนอง (reactivity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำความสะอาดได้ ซึ่งเป็นผลของโครงสร้างพื้นผิว ความเรียบ และการสะสมของสิ่งตกค้าง
- การดูดซับ/การคายออกของสาร
- การซึมชะละลาย
- ความแข็ง
- ความยืดหยุ่น
- ความต้านทานการไหลเย็น
- ความต้านทานการขูดขีด
- เทคโนโลยีการแปรรูป

พอลิเมอร์ชนิดที่นิยมใช้ในอุปกรณ์และเครื่องมือที่ได้รับการออกแบบอย่างถูกสุขลักษณะ ได้แก่

- Acetal (Homo- and Co-Polymer) (POM)
- Fluoropolymers, e.g.:
- Ethylene-Tetrafluoroethylene Copolymer (ETFE)
- Perfluoroalkoxy Resin (PFA),
- Polytetrafluoroethylene (PTFE, modified PTFE)
- Polyvinylidene Fluoride (PVDF)
- Fluorinated Ethylene Propylene Copolymers (FEP)
- Polycarbonate (PC)
- Polyetheretherketone (PEEK)
- Polyether Sulfone (PESU)
- High Density Polyethylene (HDPE)
- Polyphenylene Sulfone (PPSU)
- Polypropylene (PP)
- Polysulfone (PSU)
- Polyvinyl Chloride, unplasticised (PVC)

ในการพิจารณาใช้งาน Polytetrafluoroethylene (PTFE) หรือเทฟลอน ต้องคำนึงถึงคุณลักษณะของ PTFE ซึ่งมีลักษณะเป็นรูพรุนและยากต่อการทำความสะอาดเข้าร่วมในการตัดสินใจด้วย

การเลือกใช้วัสดุประเภทโพลิเมอร์เป็นโครงสร้าง มีเงื่อนไขการเลือกใช้งานเช่นเดียวกับวัสดุโครงสร้างอื่น ๆ เช่น แก้ว เหล็กวัสดุเคลือบ (enamel) โพลิเมอร์ที่คงรูป (Certain polymers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะพอลิเมอร์กลุ่มของ Fluoropolymers สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุเคลือบผิวโลหะต่าง ๆ ได้ (ความหนา 50 ไมโครเมตร ถึงประมาณ 1.2 มิลลิเมตร) เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านความทนทานทางเคมีหรือคุณสมบัติอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

อิลาสโตเมอร์ (Elastomers)

การพิจารณาเลือกใช้อิลาสโตเมอร์หรือวัสดุประเภทยางใช้เกณฑ์เดียวกับวัสดุประเภทโพลิเมอร์ดังกล่าวข้างต้น ในการใช้อิลาสโตเมอร์ในลักษณะที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จต้องมีเอกสารแสดงหลักฐานและบ่งชี้ถึงที่มา โดยการปฏิบัติตามข้อกำหนดขององค์การอาหารและยา (FDA) สามารถครอบคลุมใบรับรองเรื่องสิ่งสัมผัสอาหาร (Food Contact Notification; FCN) และผ่านตามข้อกำหนด ประเภทของอิลาสโตเมอร์ที่สามารถใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อทำเป็นวัสดุกันรั่ว(seals) ปะเก็น (gaskets) และแหวนกันรั่ว (joint rings) ได้แก่:

- Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM) *
- Fluoroelastomer (FKM)**
- Hydrogenated Nitrile Butyl Rubber (HNBR)
- Natural Rubber (NR)
- Nitrile/Butyl Rubber (NBR)
- Silicone Rubber (VMQ)**
- Perfluoroelastomer (FFKM)***

* EPDM มีคุณสมบัติไม่ทนต่อน้ำมันและไขมัน

** สำหรับอุณหภูมิใช้งานได้ถึง 180 องศาเซลเซียส

***สำหรับอุณหภูมิใช้งาน 300 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า

วัสดุประสาน (Adhesives)

วัสดุประสานที่ใช้งานกับปะเก็น ควรเป็นไปตามข้อกำหนดของ FDA และต้องแน่ใจว่าไม่นำไปสู่การกัดกร่อนของสแตนเลสที่ใช้เป็นอุปกรณ์และเครื่องมือ หรือการปลดปล่อยสารพิษภายใต้เงื่อนไขการใช้งาน การติดประสานทั้งหมดต้องต่อเนื่องและสมบูรณ์ เพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุประสานแยกออกจากผิวของวัสดุที่เชื่อมติด

สารหล่อลื่น (Lubricants)

อุปกรณ์และเครื่องมือควรได้รับการออกแบบป้องกันไม่ให้สารหล่อลื่นเข้ามาปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์ ในกรณีที่สารหล่อลื่นอาจเข้ามาสัมผัสกับอาหารโดยไม่ตั้งใจสารหล่อลื่นนั้นควรผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน NSF Non-Food Compounds Registration Program ซึ่งนำมาใช้แทนที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ของ USDA

รูปที่ 2.3 สารหล่อลื่นเกรดอาหาร (Food grade lubricant)

ฉนวนกันความร้อน (Thermal insulation materials)

ฉนวนกันความร้อนของอุปกรณ์และเครื่องมือต้องไม่เปียกน้ำจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น น้ำจากน้ำล้าง น้ำควบแน่นบนพื้นผิวเย็น วัสดุที่ใช้ทำฉนวนกันความร้อนไม่ควรมีองค์ประกอบของคลอไรด์ เมื่อมีน้ำซึมผ่านเข้ามาอาจส่งผลให้เกิดคลอไรด์บนพื้นผิวสแตนเลสทำให้เกิดการแตกหรือเป็นรูเนื่องจากการกัดกร่อน รวมถึงการสูญเสียสมรรถนะความเป็นฉนวนกันความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

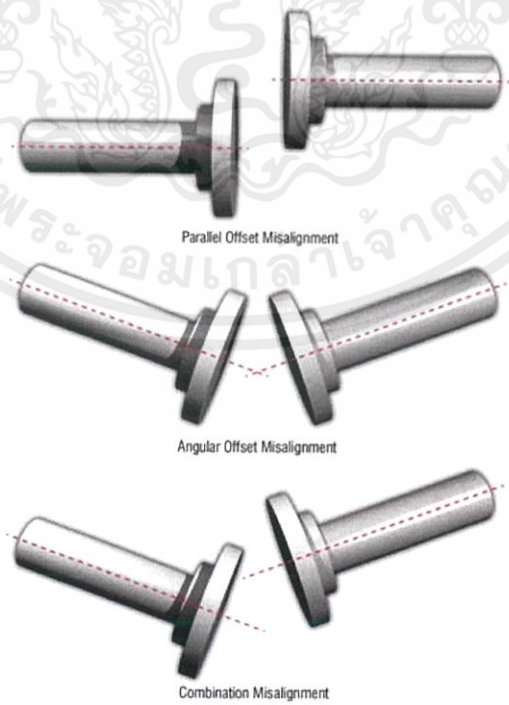
2.4.3 การออกแบบและสร้างตามหลักสุขลักษณะที่ดี

การออกแบบ การสร้างและการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือ ตามเกณฑ์พื้นฐานต้องพิจารณารายละเอียดดังนี้:

พื้นผิวและรูปทรง

พื้นผิวต้องสามารถทำความสะอาดได้และต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากการเป็นพิษ พื้นผิวทั้งหมดที่สัมผัสอาหารต้องทนผลิตภัณฑ์ ทนสารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อทั้งหมดภายใต้สภาวะเงื่อนไขการทำงาน (สภาวะใช้งาน) พื้นผิวที่สัมผัสผลิตภัณฑ์ต้องทำจากวัสดุที่ไม่มีคุณสมบัติการดูดซึมและต้องมีค่าความขรุขระอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด พื้นผิวที่สัมผัสอาหารต้องสมบูรณ์ปราศจากร่องรอย เช่น รอยแตก ซึ่งมีแนวทางการเตรียมพื้นผิวดังนี้

- หลีกเลี่ยงการเชื่อมต่อระหว่างโลหะกับโลหะโดยตรง ควรใช้การเชื่อม (การเชื่อมต่อระหว่างโลหะกับโลหะอาจเป็นที่ซ่อนของสิ่งสกปรกและจุลินทรีย์) ในกรณีที่อุปกรณ์และเครื่องมือถูกใช้งานในกระบวนการปลอดเชื้อ โดยอันตรายอาจเกิดขึ้นที่บริเวณรอยต่อระหว่างโลหะกับโลหะ ซึ่งไม่สามารถป้องกันการผ่านเข้าของแบคทีเรียได้
- หลีกเลี่ยงการจัดเรียงตัวแบบไม่ตรงแนว (misalignment) ในการต่ออุปกรณ์และเครื่องมือและข้อต่อท่อ ซึ่งก่อให้เกิดพื้นผิวที่ไม่เสมอกัน



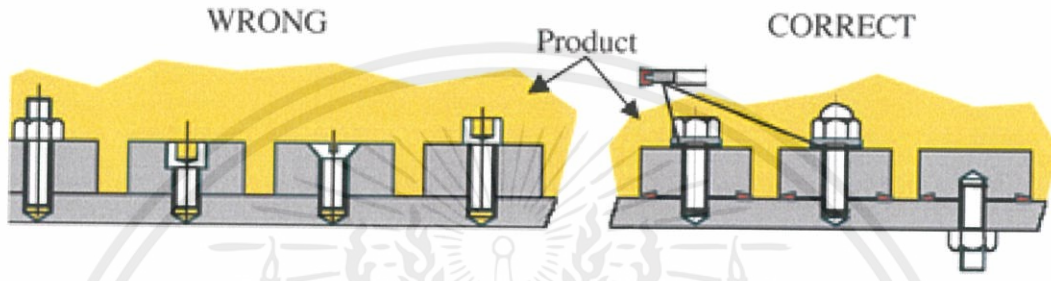
รูปที่ 2.3 ลักษณะการต่อหรือการจัดเรียงตัวของอุปกรณ์ที่ไม่ตรงแนว (Misalignment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

●อุปกรณ์กันรั่ว (seal or gasket) ที่ใช้ต้องไม่มีร่องรอย รอยแตก ซึ่งจะเป็นที่สะสมของสิ่งตกค้างและแบคทีเรีย

●อุปกรณ์และเครื่องมือในระบบท่อที่ถูกหลักสุขลักษณะ ต้องหลีกเลี่ยงการใช้โอริง (O-ring) ยกเว้น กรณีที่ซีลแบบสถิตหรือซีลแบบอยู่กับที่ (static seal)

●ไม่ควรออกแบบให้มีการสัมผัสกันระหว่างสกรูเกลียวกับผลิตภัณฑ์



รูปที่ 2.5 ลักษณะการใช้สกรูในการจับยึดอุปกรณ์

●มุมของพื้นผิวควรมีรัศมีมากกว่าหรือเท่ากับ 6 มม. ขนาดรัศมีที่น้อยที่สุดเท่ากับ 3 มม. โดยมุม < 90° ควรหลีกเลี่ยง

รูปที่ 2.5 มุมภายในของอุปกรณ์ในกระบวนการอาหาร

ถ้าพื้นผิวนั้นเป็นบริเวณจุดกันรั่วหรือจุดเชื่อมต่อ (sealing point) มุมต่าง ๆ ต้องเล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้ได้ซีลที่แน่นในบริเวณจุดต่อระหว่างผลิตภัณฑ์/ซีล เมื่อมีเหตุผลด้านเทคนิคและด้านการใช้งานเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ไม่สามารถทำตามเกณฑ์เหล่านี้ได้ ซึ่งต้องชดเชยการสูญเสียความสามารถในการทำความสะอาดของอุปกรณ์ทางใดทางหนึ่ง โดยประสิทธิผลของการทำความสะอาดต้องแสดงให้เห็นได้ด้วยการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นผิวทั้งหมดที่สัมผัสผลิตภัณฑ์ต้องสามารถเข้าถึงได้ง่ายเพื่อการตรวจสอบด้วยสายตาและการทำความสะอาดด้วยมือ หรือต้องมีมาตรการที่แสดงถึงความสม่ำเสมอของการทำความสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งตกค้างต่างๆ ออกอย่างสมบูรณ์ ถ้านำเทคนิคการทำความสะอาดแบบภายใน (CIP) มาใช้ต้องแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการทำความสะอาดโดยปราศจากการถอดประกอบ โดยมีผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ

พื้นผิวสำเร็จ/ ความขรุขระของพื้นผิว

พื้นผิวที่สัมผัสผลิตภัณฑ์ควรมีค่า Ra ที่ยอมรับได้และปราศจากร่องรอยหรือจุดที่ไม่สมบูรณ์ เช่น หลุม ซอกและรอยแยก พื้นผิวขนาดใหญ่ที่สัมผัสผลิตภัณฑ์ควรมีค่าความขรุขระ Ra 0.8 μm หรือน้อยกว่า โดยความสามารถในการทำความสะอาดขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีการทำพื้นผิวสำเร็จ ซึ่งส่งผลกระทบต่อลักษณะทางกายภาพของพื้นผิว

สำหรับเหล็กรีดเย็นมีค่าความขรุขระ Ra เท่ากับ 0.2 ถึง 0.5 μm โดยทั่วไปจึงไม่จำเป็นต้องขัดเงาเพื่อให้ได้ค่าความขรุขระของพื้นผิวตามที่ต้องการ

ความขรุขระ Ra > 0.8 μm สามารถยอมรับได้ ถ้าผลการทดสอบแสดงให้เห็นได้ว่าพื้นผิวสามารถทำความสะอาดได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นผลมากจากการออกแบบโครงสร้างหรือขั้นตอนการทำงานอื่นๆ เช่น อัตราการไหลของสารทำความสะอาดที่มีค่าสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของพื้นผิวที่ทำจากพอลิเมอร์ ค่าความสามารถในการไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) ค่าความสามารถในการเปียกน้ำ (wettability) และการทำปฏิกริยาตอบสนอง (reactivity) อาจช่วยส่งเสริมความสามารถในการทำความสะอาดของพื้นผิว

ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิตสแตนเลสและลักษณะพื้นผิวที่ได้ แสดงในตารางที่ 2.1 ลักษณะทางกายภาพของพื้นผิวนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการทำความสะอาด โดยหลุม ซอก รอยแยก รอยแตกและความขรุขระของพื้นผิวเป็นส่วนที่สารทำความสะอาดไม่สามารถเข้าถึงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

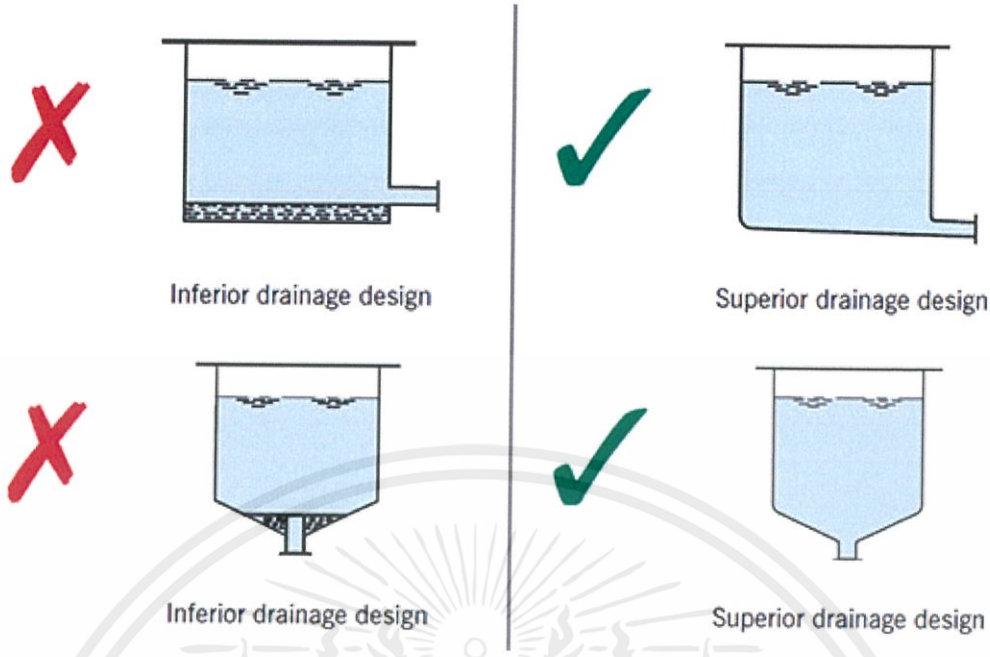
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการเตรียมพื้นผิวสแตนเลสและลักษณะทางกายภาพของพื้นผิว

การเตรียมพื้นผิว	**ค่าความขรุขระโดยประมาณ (μm)**	**ลักษณะของพื้นผิวที่ได้จากแต่ละเทคนิค**
การรีดร้อน (hot rolling)	> 4	พื้นผิวไม่แตก
การรีดเย็น (cold rolling)	0.2 - 0.5	พื้นผิวเรียบ ไม่แตก
การพ่น glass bead (glass bead blasting)	< 1.2	การทำให้เกิดรอยที่ผิว
การพ่นceramic(ceramic blasting)	< 1.2	การทำให้เกิดรอยที่ผิว
Micropeening	< 1	การทำให้พื้นผิวที่ผิดปกติเสียรูป
Descaling	0.6 – 1.3	การเกิดรอยแตกซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นผิวเริ่มต้น
Pickling	0.5 – 1.0	การเกิดเนินสูงและลึก
Electropolishing		การทำให้ยอดกลมมนโดยไม่ได้ปรับค่าความขรุขระ (Ra)
การขัดเงาทางกลด้วย aluminiumoxide หรือ silicon carbide Abrasive grit number 500 320 240 180 120 60	 0.1 – 0.25 0.15 – 0.4 0.2 – 0.5 ≤ 0.6 ≤ 1.1 ≤ 3.5	ลักษณะกายภาพของพื้นผิวขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ในกระบวนการหลายตัว เช่น ความเร็วสายพานและความดัน

ความสามารถในการระบาย

บริเวณภายนอกและภายในของอุปกรณ์และระบบท่อทั้งหมดต้องสามารถระบายได้ด้วยตัวเอง หรือสามารถระบายได้และง่ายต่อการทำความสะอาด ควรหลีกเลี่ยงการวางตัวของพื้นผิวในแนวนอน โดยพื้นผิวควรวางตัวให้มีความชันหรือลาดเอียงจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งเสมอ ในกรณีของพื้นผิวภายนอก พื้นผิวควรออกแบบให้ของเหลวที่ไหลออกมาสามารถไหลไปให้ไกลจากพื้นที่ของผลิตภัณฑ์หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การออกแบบอุปกรณ์ให้มาความสามารถในการระบายออก

การติดตั้ง

ควรหลีกเลี่ยงความเสี่ยงของการเกิดการควบแน่นบนอุปกรณ์ ท่อ และพื้นผิวภายในของโครงสร้างอาคารเท่าที่เป็นไปได้ถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ในการออกแบบควรพิจารณาให้น้ำที่ควบแน่น มีทิศทางการไหลให้ห่างออกจากผลิตภัณฑ์

อุปกรณ์และโครงสร้างรับแรงต้องถูกซีลเข้ากับพื้นผิวที่จะรับแรงโดยไม่มีหลุมหรือช่องว่างปรากฏอยู่ช่องว่างระหว่างอุปกรณ์และโครงสร้างงานก่อสร้าง (พื้น ผนัง และเพดาน) ควรมากเพียงพอสำหรับการทำความสะอาดและการตรวจสอบ

การเชื่อมประสาน

รอยต่ออย่างถาวรระหว่างโลหะกับโลหะต้องได้รับการเชื่อมต่ออย่างต่อเนื่องและปราศจากจุดบกพร่องในระหว่างการเชื่อม ควรป้องกันทั้งเปลวไฟจากการเชื่อมและรอยเชื่อมอีกด้านโดยการใช้ก๊าซเฉื่อย ถ้าการปฏิบัติอยู่ในลักษณะที่เหมาะสม กระบวนการหลังการเชื่อมจะลดลง (การเจียระไนการขัดผิว) สำหรับวิธีการเชื่อมท่อที่นิยมคือ การเชื่อมแบบ orbital อย่างอัตโนมัติ ซึ่งจะได้รอยเชื่อมที่มีคุณภาพสูง

รอยเชื่อมบนพื้นผิวด้านที่ไม่ได้สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ต้องต่อเนื่อง และเรียบเพียงพอสำหรับการทำความสะอาดอย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ยึดจับ (Supports)

อุปกรณ์ยึดจับสำหรับระบบท่อหรืออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ต้องได้รับการสร้างและติดตั้ง โดยไม่ให้มีน้ำหรือสิ่งสกปรกต่างๆ ติดค้างอยู่บนพื้นผิวหรือภายในอุปกรณ์ยึดจับ

การหุ้มฉนวน

ทางเลือกสำหรับการหุ้มฉนวนอุปกรณ์และท่อ มีดังนี้:

- การหุ้มฉนวนแบบซีลปิด

วัสดุสำหรับนำมาทำฉนวนควรได้รับการหุ้มด้วยสแตนเลสและมีการเชื่อมอย่างดี เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศภายนอกหรือความชื้นผ่านเข้าไปได้ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการเติบโตของจุลินทรีย์ และเพิ่มความเสี่ยงของการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์หรือการกัดกร่อนของตัวฉนวนถ้าวัสดุทำฉนวนปลดปล่อยคลอไรด์

- การทำสภาวะสุญญากาศ

ท่อสามารถทำให้อยู่ในสภาวะเป็นฉนวนได้โดยการดึงอากาศออกจากเปลือกของผนังท่อคู่ ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิผลสำหรับการป้องกันการเกิดปัญหาดังกล่าวข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP : Good Manufacturing Practice) (จันทร์นา, 2549)

GMP หรือหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต เป็นเกณฑ์ที่ใช้เป็นหลักประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหารในกระบวนการผลิตและแปรรูปอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ.2543 เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร เป็นข้อกำหนดในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารให้มีความปลอดภัยและได้มาตรฐาน แบ่งเป็น 6 หัวข้อ

2.5.1 สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

ต้องออกแบบอาคารและก่อสร้างอย่างมั่นคงแข็งแรง สะดวกต่อการบำรุงรักษาและปฏิบัติงาน ตั้งอยู่ในบริเวณที่เกิดการปนเปื้อนได้ยาก มีมาตรการที่สามารถป้องกันสิ่งแปลกปลอมเช่น สัตว์ แมลง ไม่ให้เข้ามาในอาคารได้

2.5.2 เครื่องจักรเครื่องมือและอุปกรณ์

จะต้องมีปริมาณเครื่องจักรที่เพียงพอต่อการใช้งาน จะต้องสามารถป้องกันการปนเปื้อนได้และสามารถทำความสะอาดได้ง่าย หรือมีการออกแบบเครื่องจักรอย่างถูกสุขลักษณะ

2.5.3 การควบคุมกระบวนการผลิต

ในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตจะต้องได้คุณภาพ มีความสะอาดปลอดภัยตั้งแต่การตรวจรับวัตถุดิบ การเตรียมวัตถุดิบ ในระหว่างการผลิตและแปรรูปอาหาร ไปจนถึงการบรรจุและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร

2.5.4 การสุขาภิบาล

จะต้องมีการจัดเตรียมและออกแบบอุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆเพื่อให้เป็นไปตามหลักสุขาภิบาลที่ดีเช่น การปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ใช้ภายในโรงงาน มีการดูแลอ่างล้างมือ ห้องน้ำ สบู่ ผ้าเช็ดมือ และสิ่งอื่นๆที่จำเป็นเกี่ยวข้องกับการมีสุขาภิบาลที่ดี โดยจะต้องมีปริมาณที่เพียงพอต่อผู้ปฏิบัติงาน มีความสะอาดและจะต้องอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อยู่เสมอ และจะต้องมีมาตรการจัดการขยะมูลฝอย มีการจัดเตรียมภาชนะรองรับขยะและระบบระบายน้ำตามความเหมาะสม รวมไปถึงมาตรการป้องกันและกำจัดสัตว์พาหะนำโรคต่างๆ

2.5.5การบำรุงรักษาและทำความสะอาด

มีการดูแลทำความสะอาดและรักษาสภาพบริเวณสถานที่ผลิตอาหาร เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆให้มีความสะอาดอยู่เสมอ

2.5.6 บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานทุกคนจะต้องไม่เป็นโรคติดต่อ มีการแต่งกายอย่างมีสุขลักษณะที่ดี มีการสวมถุงมือและผ้าคลุมป้องกัน จัดให้มีการอบรมความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานที่ดีอยู่เสมอ และจะต้องห้ามไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในบริเวณพื้นที่การผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP : Hazard Analysis and Critical Control Point) (สุวิมล, 2544)

ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) เป็นระบบการประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหารและระบบควบคุมการผลิตอาหารที่ผ่านการรับรองโดยคณะกรรมาธิการโครงการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentarius Commission) ระบบ HACCP นี้เป็นแนวความคิดในการควบคุมระบบกระบวนการผลิตที่มีการวินิจฉัยและประเมินอันตรายของผลิตภัณฑ์อาหารที่อาจจะเกิดขึ้น โดยมีการควบคุมตั้งแต่ในกระบวนจัดหาวัตถุดิบระหว่างกระบวนการผลิต การขนส่ง ไปจนกระทั่งผลิตภัณฑ์อาหารถึงมือผู้บริโภค โดยมีการวิเคราะห์อันตรายในด้านต่างๆที่อาจเกิดขึ้น (Hazard Analysis) จะแบ่งออกเป็นอันตรายที่เกิดจาก 3 ด้าน

2.6.1 อันตรายในด้านชีวภาพ (Biological Hazard)

คืออันตรายที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค เช่น เชื้อจุลินทรีย์ อันตรายจากพาราไซต์ อันตรายจากเชื้อไวรัส เป็นต้น

2.6.2 อันตรายในด้านเคมี (Chemical Hazard)

เป็นอันตรายที่เกิดขึ้นจากการปนเปื้อนสารเคมีต่างๆที่อาจเกิดขั้นจากขั้นตอนของกระบวนการผลิตหรือกระบวนการแปรรูปอาหาร เช่น สารเคมีจากยาฆ่าแมลงที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ การปนเปื้อนจากสารหล่อลื่นที่รั่วไหลจากชิ้นส่วนอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต สารเคมีจากเครื่องสำอางที่มาจากผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น

2.6.3 อันตรายในด้านกายภาพ (Physical Hazard)

เป็นอันตรายที่เกิดจากการที่มีสิ่งแปลกปลอมหรือสิ่งปลอมปนลงไปในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น เศษโลหะ เศษไม้ เศษแก้ว เส้นผมของผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น

2.7 การบำบัดของเสีย

การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมีการออกแบบและวางแผนระบบการจัดการของเสียที่มีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสีย ไอเสีย ขยะมูลฝอย จะต้องมีการจัดเตรียมภาชนะรองรับอย่างเหมาะสมและเพียงพอกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ทั้งนี้เพื่อสุขาภิบาลที่ดีในการประกอบอาหาร นอกจากนี้แล้ว ของเสียที่เกิดขึ้นบางประเภทนั้นยังสามารถนำมาแปรรูปหรือสร้างมูลค่าเพิ่มจากของเสียเหล่านั้นได้ (Sealey and Smith, 2014)

การบำบัดน้ำเสีย หมายถึง การกำจัดหรือทำลายสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียให้หมดไป หรือเหลือน้อยที่สุดให้ได้มาตรฐานที่กำหนดและไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม น้ำเสียจากแหล่งต่างกันจะมีคุณสมบัติไม่เหมือนกันดังนั้นกระบวนการบำบัดน้ำจึงมีหลายวิธี โดยระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไปมี 3 วิธี คือ

2.7.1 กระบวนการทางเคมี (chemical process)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยการแยกสารต่างๆ หรือสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียที่บำบัด เช่น โลหะหนัก สารพิษ สภาพความเป็นกรด ด่างสูงๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ด้วยการเติมสารเคมีต่าง ๆ ลงไปเพื่อให้เข้าไปทำปฏิกิริยาซึ่งจะมีประโยชน์ในการแยกสาร แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือ เมื่อเติมสารเคมีลงในน้ำเสียแล้วทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและวิธีนี้จะมีค่าใช้จ่ายสำหรับสารเคมีค่อนข้างสูง ดังนั้นกระบวนการทางเคมีจะเลือกใช้ก็ต่อเมื่อน้ำเสียไม่สามารถบำบัดได้ด้วยกระบวนการทางกายภาพหรือชีวภาพ การทำให้เกิดตะกอน (precipitation) อาศัยหลักการเติมสารเคมีลงไปทำปฏิกิริยาทำให้เกิดกลุ่มตะกอนตกลงมา โดยทั่วไปสารแขวนจะมีประจุลบ ดังนั้นสารเคมีที่เติมลงไปจึงเป็นประจุบวกเพื่อทำให้เป็นกลาง การแยกด้วยวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายสูงแต่ก็มีประสิทธิภาพสูงเช่นกัน ดังนั้นวิธีนี้จะเลือกใช้ต่อเมื่อไม่สามารถ แยกได้โดยกระบวนการทางชีวภาพหรือกายภาพ การเกิดออกซิเดชันทางเคมี (chemical oxidation) อาศัยหลักการเสียอิเล็กตรอนของอะตอม ให้แก่สารเคมีที่เติมลงไปในน้ำเสีย โดยสารเคมีนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์ (oxidizing agent) ส่วนมากวิธีนี้จะนิยมใช้เปลี่ยนโมเลกุลของโลหะที่เป็นพิษ เช่น การเปลี่ยน Fe2+ ซึ่งมีพิษมากไปเป็นสาร Fe3+ ซึ่งมีพิษน้อย ด้วยคลอรีน การเกิดรีดักชันทางเคมี (chemical reduction) เป็นปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน วิธีการนี้เป็นการเปลี่ยนสภาพของสารพิษไปเป็นสารที่มีอันตรายน้อยลง อะตอมหรืออิออน ของสารพิษจะรับอิเล็กตรอนจากสารเคมีที่เติมลงไปซึ่งมีสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ (reducing agent) เช่น การเปลี่ยน Cr6+ ซึ่งมีพิษมากไปเป็น Cr3+ ด้วย เฟอรัสซัลเฟต (FeSO4) ในสภาพที่เป็นกรด การสะเทิน (neutralization) เป็นการเปลี่ยนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำเสียให้มีฤทธิ์เป็นกลาง (pH = 7) ถ้าต้องการปรับค่าน้ำเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรด (pH < 7 ในน้ำเสียให้สูงขึ้นต้องเติมสารที่มีฤทธิ์เป็นด่าง เช่น แคลเซียมคาร์บอเนตหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ ส่วนกรณีถ้าต้องการปรับน้ำเสียมีฤทธิ์เป็นด่าง (pH > 7) ให้มีค่า pH ต่ำลงจะต้องเติมกรด เช่น กรดซัลฟิวริก กรดไนตริก กรดเกลือและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

2.7.2 กระบวนการทางชีววิทยา (Biological Process)

กระบวนการทางชีววิทยา (biological process) เป็นการอาศัยหลักการใช้จุลินทรีย์ต่าง ๆ มาทำการย่อยสลายเปลี่ยนอินทรีย์สารไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ดีที่สุดในแง่ของการลดปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ แต่หลักการนี้เลือกสภาวะแวดล้อมให้เหมาะกับการทำงานของจุลินทรีย์ โดยสัมพันธ์กับปริมาณของจุลินทรีย์ และเวลาที่ใช้ในการย่อยสลาย แบคทีเรียที่เลือกใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์แยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบคทีเรียที่ต้องใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นพวกไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria)

2.7.3 กระบวนการทางกายภาพ (physical process)

กระบวนการทางกายภาพ (physical process) เป็นการบำบัดน้ำเสียอย่างง่ายซึ่งจะแยกของแข็งที่ไม่ละลายน้ำออก วิธีนี้จะแยกตะกอนได้ประมาณ 50-65% ส่วนเรื่องการแยกความสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปของสารอินทรีย์ (BOD5) ประมาณ 20-30% เท่านั้น วิธีการต่าง ๆ ในกระบวนการนี้มีหลายวิธี เช่น การดักด้วยตะแกรง (screening) เป็นการแยกเศษขยะต่าง ๆ ที่มากับน้ำเสีย เช่น เศษไม้ ถุงพลาสติก กระดาษ ตะแกรงมีหลายขนาด การดักด้วยตะแกรงจึงเป็นการแยกขั้นตอนแรกในการบำบัดน้ำเสีย การตัดย่อย (combination) คือ การใช้เครื่องตัดทำลายเศษขยะขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง การกวาด (skimming) เป็นการกำจัดน้ำมันและไขมันโดยทำการดักหรือกวาดออกจากน้ำเสีย การทำให้ลอย (floating) จะใช้กับตะกอนที่มีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าน้ำ การตกตะกอน (sedimentation) เป็นการแยกตะกอนออกจากน้ำเสียโดยอาศัยหลักการเรื่องแรงโน้มถ่วง ซึ่งจะใช้กับตะกอนที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ

2.7.4 กระบวนการทางกายภาพ-เคมี (physical-chemical process)

เป็นกระบวนการที่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยมากกว่ากระบวนการที่กล่าวมา ซึ่งกระบวนการนี้จะใช้ในขั้นตอนสุดท้ายในการบำบัดน้ำเสีย ที่ผ่านกระบวนในขั้นตอนอื่นแล้ว เช่น กระบวนการดูดซับด้วยถ่าน (carbon adsorption) วิธีการนี้ใช้ผงถ่านหรือคาร์บอนเป็นตัวดูดซับสารเจือปนที่ละลายอยู่ในน้ำทิ้ง การแลกเปลี่ยนประจุ วิธีการนี้อาศัยหลักการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างสารปนเปื้อนในน้ำเสียกับตัวกลางที่บรรจุซึ่งมีทั้งประจุบวกและประจุลบ โดยจะมีการลำเลียงน้ำภายใน

การบำบัดน้ำเสียนั้นสามารถทำได้ด้วยวิธีการต่างๆดังที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งได้มีระบบที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการต่างๆมากมาย ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของระบบบำบัดที่ใช้กับลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้น โดยระบบการบำบัดน้ำเสียดังนี้

2.7.5 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative Pond) บ่อแอโรบิค (Aerobic Pond) และหากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม บ่อปรับเสถียรสามารถบำบัดน้ำเสียจากชุมชน หรือโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น และเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้ควบคุมระบบไม่ต้องมีความรู้สูง แต่ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมากจึงเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนที่มีพื้นที่เพียงพอและราคาไม่แพง ซึ่งโดยปกติระบบบ่อปรับเสถียรจะมีการต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ

2.7.6 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon หรือ AL)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอ สำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) ได้ร้อยละ 80-95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic) โดยมีเครื่องเติมอากาศซึ่งนอกจากจะทำหน้าเพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ

2.7.7 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland)

บึงประดิษฐ์ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ต้องการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อนระบายออกสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง นอกจากนี้ระบบบึงประดิษฐ์ก็ยังสามารถใช้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียในขั้นที่ 2 (Secondary Treatment) สำหรับบำบัดน้ำเสียจากชุมชนได้อีกด้วย ซึ่งข้อดีของระบบนี้ คือ ไม่ซับซ้อนและไม่ต้องใช้เทคโนโลยีในการบำบัดสูง

2.7.8 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge Process)

เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากจำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

2.7.9 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor)

ลักษณะสำคัญของระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์แบบนี้ คือ เป็นระบบแอกทิเวเต็ดจ์สลัดจ์ประเภทเติมเข้า-ถ่ายออก (Fill-and-Draw Activated Sludge) โดยมีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียแตกต่างจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆ คือ การเติมอากาศ (Aeration) และการตกตะกอน (Sedimentation) จะดำเนินการเป็นไปตามลำดับภายในถังปฏิกิริยาเดียวกัน

2.7.10 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch ; OD)

เป็นระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) ประเภทหนึ่ง ที่ใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และเจริญเติบโตเพิ่มจำนวน ก่อนที่จะถูกแยกออกจากน้ำทิ้งโดยวิธีการตกตะกอน การเดินระบบบำบัดประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจาก จำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อการทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด

2.7.11 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor; RBC)

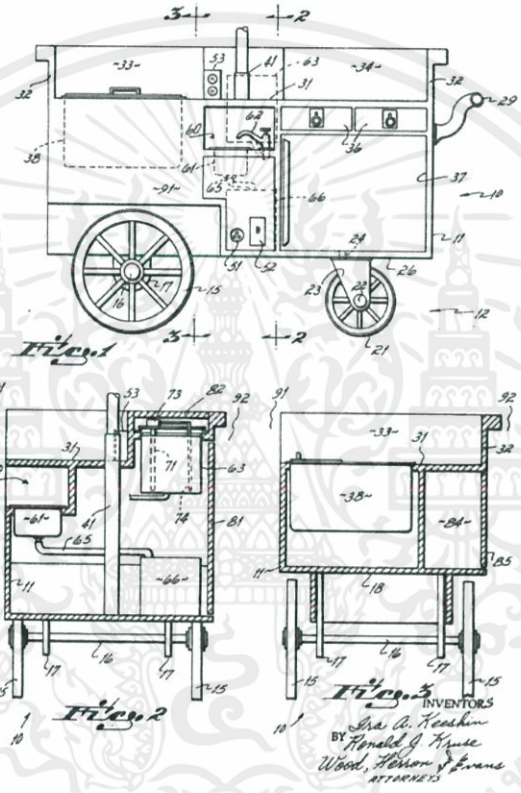
ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพเป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางลักษณะทรงกระบอกซึ่งวางจุ่มอยู่ในถังบำบัด ตัวกลางทรงกระบอกนี้จะหมุนอย่างช้า ๆ เมื่อหมุนขึ้นพ้นน้ำและสัมผัสอากาศ จุลินทรีย์ที่อาศัยติดอยู่กับตัวกลางจะใช้ออกซิเจนจากอากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่สัมผัสติดตัวกลางขึ้นมา และเมื่อหมุนจมลงก็จะนำน้ำเสียขึ้นมาบำบัดใหม่สลับกันเช่นนี้ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ตัวอย่างการออกแบบบูธขายอาหาร

2.8.1 MOBILE FOOD CONCESSION CART (United States Patent No. US3748437, 1973)

รถเข็นขายอาหารสำหรับใช้ขายผลิตภัณฑ์อาหารแบบที่ไม่ได้นั่งทานที่ร้าน ผู้ขายจะยืนขายอยู่ด้านข้าง รถเข็นสามารถเคลื่อนย้ายไปไหนมาไหนได้ สามารถใช้ได้ทั้งในและนอกอาคาร มีจุดเชื่อมต่อกระแสไฟฟ้าจะแหล่งพลังงานภายนอกสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในรถเข็น มีอ่างล้างมือและถังขยะอยู่ภายใน



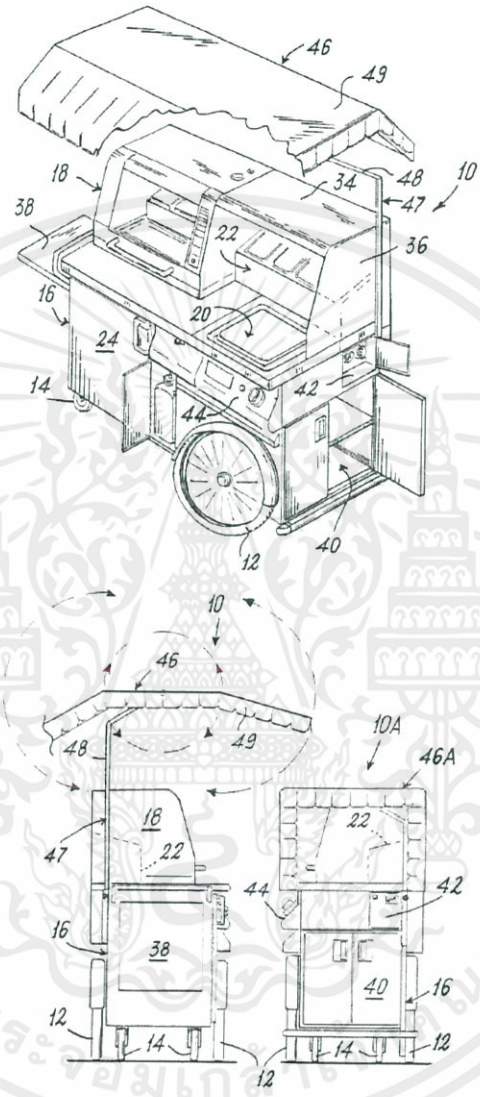
รูปที่ 2.8 MOBILE FOOD CONCESSION CART

(United States Patent No. US3748437, 1973)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 KIOSK FOR PREPARING PORTIONS OF ITALIAN-STYLE PASTA (United States Patent No. US006598514B2, 2003)

บูธขายพาสต้าสไตล์อิตาเลียน สำหรับเตรียมพาสต้า ประกอบด้วยเครื่องทำพาสต้าอัตโนมัติ เตาสำหรับปรุงอาหารที่ผลิตด้วยวัตดุที่เหมาะสม มีเครื่องให้ความร้อนสำหรับปรุงซอสพาสต้าและสำหรับอุ่นซอสพาสต้าให้ร้อนอยู่เสมอ



รูปที่ 2.9 KIOSK FOR PREPARING PORTIONS OF ITALIAN-STYLE PASTA

(United States Patent No. US006598514B2, 2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษาในโครงงานี้ มีลำดับการทำงาน ดังนี้

3.1 สืบค้นข้อมูล

สืบค้นข้อมูลและศึกษาข้อมูลในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นในเรื่องเกี่ยวกับการทอด เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจกระบวนการแปรรูปอาหารด้วยวิธีการทอด ซึ่งเป็นกระบวนการแปรรูปที่เกิดขึ้นในแผงค้าอาหารที่ศึกษา ศึกษาการออกแบบที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม การออกแบบอย่างถูกสุขลักษณะ การจัดการของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตอาหาร (Food waste) หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิต (GMP : Good Manufacturing Practice) การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP : Hazard Analysis and Critical Control Point) เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมและได้ศึกษาแล้วนำมาประกอบการพิจารณาในการออกแบบแผงค้าอาหารทอดอย่างถูกสุขลักษณะ

3.2 สำรวจข้อมูล

จัดทำแบบสำรวจแผงค้าอาหารประเภททอดจำนวน 15 ร้าน ในบริเวณเขตลาดกระบังกรุงเทพมหานคร ซึ่งหัวข้อในการสำรวจแบ่งตามการใช้งานแผงค้าอาหารในส่วนต่างๆ ทั้งในด้านลักษณะของแผงค้าอาหาร วัตถุดิบที่ใช้ การเก็บรักษาวัตถุดิบ การใช้น้ำ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่พร้อมจำหน่าย นอกจากนี้ยังมีในด้านสุขลักษณะของแผงค้าอาหารทั้งในด้านความสะอาดของแผงค้าอาหาร และการจัดการของเสีย ที่จำเป็นต้องนำไปประกอบการพิจารณาในการออกแบบแผงค้าอาหารประเภททอด ซึ่งมีขั้นตอนในการสำรวจข้อมูลดังนี้

3.2.1 การจัดทำแบบสอบถาม

การจัดทำแบบสำรวจต้องมีการกำหนดหัวข้อต่างๆที่ต้องการจะสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการหรือผู้ค้าที่ประกอบอาชีพอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งหัวข้อต่างๆในแบบสำรวจนั้นจะต้องครอบคลุมข้อมูลที่ต้องการหรือที่จำเป็นต่อการศึกษาซึ่งประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆดังนี้

- ข้อมูลทั่วไปของแผงค้าอาหาร
  - ชื่อ-นามสกุลผู้ขาย
  - เบอร์โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เวลาที่จำหน่าย
- ผลิตภัณฑ์ที่จำหน่าย
- สถานที่จำหน่าย

- ลักษณะแผงค้า
- วัตถุดิบที่ใช้
- การเก็บรักษาวัตถุดิบ
- ข้อมูลการใช้น้ำ
- การเก็บผลิตภัณฑ์ที่พร้อมจำหน่าย
- การจัดการความสะอาด
- การจัดการของเสีย

นอกจากนี้ยังมีการประเมินความสะอาดโดยรวมของแผงค้าอาหารทอดในปัจจุบันด้วยวิธีการสังเกตด้วยสายตาของผู้สำรวจ โดยแบ่งเป็นระดับของความสะอาด 3 ระดับ (สูง, กลาง, ต่ำ)

3.2.2 การสำรวจและเก็บข้อมูล

ทำการลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูลโดยกำหนดขอบเขตของการสำรวจประกอบด้วย ทำการสำรวจเฉพาะแผงค้าอาหารประเภททอด พื้นที่สำรวจอยู่ในบริเวณโดยรอบสถาบัน ประกอบด้วย บริเวณซอยเกกีงาม ซอยลาดกระบัง 13/5 ซอยจินดา ตลาดนัดสุวรรณภูมิ และบริเวณซอยลาดกระบัง 46 เป็นต้น

3.2.3 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ทำการสำรวจแผงค้าอาหารประเภททอดในบริเวณโดยรอบสถาบันเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาจำแนกตามหมวดหมู่ต่างๆ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆโดยอาศัยหลักการทางสถิติ เพื่อศึกษาลักษณะของแผงค้าและส่วนสนับสนุนต่างๆที่จำเป็นต่อการขายใน 1 วัน ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบแผงค้าอาหารทอดที่ถูกสุขลักษณะ

3.3 กำหนดเงื่อนไขการออกแบบ

ทำการกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการออกแบบแผงค้าอาหารประเภททอด โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษาค้นคว้าและการสำรวจข้อมูล ในการออกแบบแผงค้าอาหารประเภททอดมีการออกแบบโดยจะต้องผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำตามที่กำหนดไว้คือ ขนาดของแผงค้าอาหารมีขนาดพื้นที่ไม่เกิน 80x150 เซนติเมตร และมีความสูงจากพื้นไม่เกิน 200 เซนติเมตร (ในขณะที่ไม่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน) โดยแผงค้าอาหารประเภททอดต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆที่เพียงพอและพร้อมสำหรับการค้าขายต่อเนื่องไม่เกินระยะเวลา 1 วัน เป็นต้น

3.4 ออกแบบแผงค้าอาหารประเภททอด

ในขั้นตอนการออกแบบนี้จะทำการออกแบบเพื่อให้ได้แบบของแผงค้าอาหารประเภททอดที่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำในการออกแบบตามที่กำหนดไว้เป็นจำนวนอย่างน้อย 3 แบบ โดยทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรม AutoCad Plant 3D 2013 V. G.55.0.0 และโปรแกรม SolidWorks 2013 SP3.0 นอกจากนี้ยังมี

3.4.1 การคำนวณที่เกี่ยวข้อง

ด้านโครงสร้าง ความแข็งแรงของโครงสร้างที่ใช้รับน้ำหนัก

$$Qac = 0.6\frac{F_{cc} \times F_y}{\left(F_{cc}{}^{N} + F_y{}^{N}\right)^{\frac{1}{N}}}$$

$$F_{cc} = \frac{\pi^2 E}{AE^2}$$

3.5 สรุปและเลือกแบบแผงค้าอาหารประเภททอด (Ulrich and Eppinger, 2012)

ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตนั้นสามารถใช้เครื่องจักรหรือวิธีการผลิตในแต่ละขั้นตอนได้หลายแบบหลายแนวคิด โดยแต่ละแนวคิดนั้นต่างก็ให้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน แต่แนวคิดทั้งหลายนั้นมีความแตกต่างกันในหลายด้านไม่ว่าจะเป็นวิธีการใช้งาน การใช้พลังงาน การบำรุงรักษา ความปลอดภัย ค่าใช้จ่าย ความสามารถในการผลิต ความซับซ้อนของการทำงาน รวมไปถึงความถูกสุขลักษณะ เราสามารถทำการเลือกแนวคิดในการออกแบบได้จากการให้คะแนน โดยใช้ความแตกต่างของแนวคิดแต่ละแบบเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1 Concept scoring

เมื่อได้แนวคิดที่เหมาะสมที่ผ่านการคัดเลือกแนวคิดเบื้องต้นแล้ว จะทำการให้คะแนนอีกครั้ง แต่จะมีการให้คะแนน 5 ระดับคือ

ระดับ	ความหมาย
1	แย่มาก
2	แย่
3	ไม่แย่และไม่ดี
4	ดี
5	ดีมาก

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การพิจารณาการออกแบบ

Criteria	Explain
1. Cost	The cost that use to purchase or build.
2. Energy Usage	Energy consumption of food stall.
3. Easy Usage	The controllability.
4. Complexity	The complexity of food stall.
5. Easily Manufactured	Possibility to manufacture
6. Maintenance	Easier to maintain.
7. Safety	A safety of worker who use food stall.
8. Hygienic	Opportunity to contamination from food stall and clean ability.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลการสำรวจข้อมูล

จากการจัดทำแบบสอบถามเพื่อทำการสำรวจแผงค้าอาหารทอดที่จำหน่าย ในบริเวณเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร จำนวน 15 ร้านค้า ผลการสำรวจสรุปเป็นข้อมูลโดยแบ่งตามหัวข้อต่างๆดังนี้

4.1.1 ลักษณะแผงค้า

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลลักษณะทั่วไปของแผงค้าอาหารประเภททอด

เกณฑ์การพิจารณา	จำนวนแผงค้าอาหาร (n=15)
ขนาดพื้นที่ในการประกอบอาหาร (ตารางเมตร)	
-ค่าสูงสุด	1.2
-ค่าต่ำสุด	0.78
-ค่าเฉลี่ย	0.94
-ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.13
วัสดุที่ใช้ประกอบแผงค้า	
-ไม้	1 (6.67%)
-เหล็ก	0 (0%)
-อลูมิเนียม	1 (6.67%)
-เหล็ก+อลูมิเนียม	13 (86.66%)
ความสะอาดโดยรวม	
-สูง	0 (0%)
-กลาง	10 (66.67%)
-ต่ำ	5 (33.33%)

จากตารางที่ 4.1 พบว่าแผงค้าอาหารประเภททอดที่ได้มีการสำรวจพบว่ามีพื้นที่ในการประกอบอาหารเฉลี่ย 0.94 ตารางเมตร ประกอบด้วยพื้นที่ในการประกอบอาหารและพื้นที่สำหรับจัดเตรียมอาหาร โดยส่วนใหญ่แผงค้าอาหารถูกประกอบขึ้นโดยใช้วัสดุที่ทำมาจากเหล็กและอลูมิเนียม ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะสมกับการแปรรูปอาหาร และ จากการประเมินด้วยสายตาของผู้สำรวจพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสะอาดโดยรวมของแผงค้าอาหารบริเวณโดยรอบสถาบันมีความสะอาดอยู่ในระดับปานกลาง 66.67%, ระดับต่ำ 33.33% ซึ่งไม่มีแผงค้าใดเลยที่มีความสะอาดอยู่ในระดับสูง

4.1.2 วัตถุดิบที่ใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารด้านการใช้วัตถุดิบ

เกณฑ์การพิจารณา	จำนวนแผงค้าอาหาร (n=15)
ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ใน 1 วัน (กิโลกรัม)	
-ค่าสูงสุด	64
-ค่าต่ำสุด	8
-ค่าเฉลี่ย	21.80
-ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	16.18
ชนิดของวัตถุดิบ	
-กล้วย	2 (13.33%)
-เนื้อไก่	6 (40.00%)
-เนื้อหมู	1 (6.67%)
-ลูกชิ้น	7 (46.66%)
-ปลากราย	1 (6.67%)
-แผ่นเกี๊ยว	1 (6.67%)

จากการสำรวจแผงค้าอาหารโดยรอบสถาบันพบว่ามีการใช้วัตถุดิบที่ใช้ประกอบอาหารได้แก่ กล้วย, เนื้อไก่, เนื้อหมู, ลูกชิ้น, ปลากราย และแผ่นเกี๊ยว โดยมีปริมาณการใช้วัตถุดิบเฉลี่ย 21.80 กิโลกรัมต่อวันดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การเก็บรักษาวัตถุดิบ

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารด้านการเก็บรักษาวัตถุดิบ

เกณฑ์การพิจารณา	จำนวนแผงค้าอาหาร (n=15)
ภาชนะอุปกรณ์ที่ใช้เก็บวัตถุดิบ/	
-ตู้เย็น	0 (0.00%)
-กล่องพลาสติก	9 (60.00%)
-กล่องโฟม	4 (26.66%)
-ตู้กระจก	1 (6.67%)
-เข่ง	1 (6.67%)
ขนาดภาชนะอุปกรณ์ที่ใช้เก็บวัตถุดิบ/ (ลิตร)	
-ค่าสูงสุด	160
-ค่าต่ำสุด	29.6
-ค่าเฉลี่ย	97.42
-ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	47.68
ชนิดสารทำความเย็น	
-น้ำแข็ง	15 (100.00%)
-ระบบทำความเย็น	0 (0.00%)
ปริมาณน้ำแข็งที่ใช้ใน วัน 1(กิโลกรัม)	
-ค่าสูงสุด	50
-ค่าต่ำสุด	0
-ค่าเฉลี่ย	19.64
-ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	11.72

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าชนิดของภาชนะ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรักษาวัตถุดิบของแผงค้าอาหารใช้ภาชนะ/อุปกรณ์ประเภทกล่องพลาสติกโดยคิดเป็นร้อยละ 60 ของชนิดของภาชนะ/อุปกรณ์ทั้งหมด ซึ่งมีขนาดเฉลี่ย 97.42 ลิตร โดยมีการใช้น้ำแข็งเป็นสารทำความเย็นเพื่อคงอุณหภูมิภายในภาชนะ/อุปกรณ์เก็บวัตถุดิบเฉลี่ย 19.64 กิโลกรัมต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การใช้น้ำ

ตารางที่ 4.4 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารด้านการใช้น้ำ

เกณฑ์การพิจารณา	จำนวนแผงค้าอาหาร (n=15)
วัตถุประสงค์ของการใช้น้ำ	
-เพื่อล้างทำความสะอาดอุปกรณ์	15 (100.00%)
-เพื่อประกอบอาหาร	2 (13.33%)
ปริมาณการใช้น้ำใน 1 วัน (ลิตร)	
-ค่าสูงสุด	28
-ค่าต่ำสุด	2
-ค่าเฉลี่ย	14
-ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8.11

จากตารางที่ 4.4 เป็นการสำรวจการใช้น้ำของแผงค้าอาหารใน 1 วัน ซึ่งจากการสำรวจพบว่ามีการใช้น้ำในการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์และประกอบอาหาร โดยมีปริมาณการใช้โดยเฉลี่ย 14 ลิตรต่อวัน ซึ่งเป็นน้ำที่มาจากแหล่งจ่ายน้ำจากระบบประปา

4.1.5 การเก็บผลิตภัณฑ์ที่พร้อมจำหน่าย

ตารางที่ 4.5 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารด้านการเก็บผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่าย

เกณฑ์การพิจารณา	จำนวนแผงค้าอาหาร (n=15)
ขนาดพื้นที่ในการเก็บผลิตภัณฑ์ที่พร้อมจำหน่าย (ตารางเมตร)	
-ค่าสูงสุด	0.24
-ค่าต่ำสุด	0.06
-ค่าเฉลี่ย	0.16
-ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.05
วัสดุที่ใช้ประกอบแผงค้า	
-ถาดอลูมิเนียม	10 (66.67%)
-ถาดพร้อมตะแกรงอลูมิเนียม	2 (13.33%)
-ถาดพร้อมตะแกรงสแตนเลส	2 (13.33%)
-ถาดไม้สาน (กระด้ง)	1 (6.67%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นข้อมูลจากการสำรวจด้านการเก็บผลิตภัณฑ์ที่พร้อมจำหน่าย พบว่าภาชนะ/อุปกรณ์ที่ใช้จัดเก็บทำจากวัสดุอลูมิเนียม(ถาดอลูมิเนียม)เป็นส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 66.67 ซึ่งมีขนาดพื้นที่ในการจัดเก็บเฉลี่ย 0.16 ตารางเมตร

4.1.6 การจัดการของเสีย

ตารางที่ 4.6 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารด้านการจัดการของเสีย

เกณฑ์การพิจารณา	จำนวนแผงค้าอาหาร (n=15)
ภาชนะที่ใช้จัดเก็บของเสียที่เกิดขึ้น	
-ถังพลาสติก	5 (33.33%)
-ถุงพลาสติก	10 (66.67%)
ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น (ลิตร)	
-ค่าสูงสุด	28
-ค่าต่ำสุด	2
-ค่าเฉลี่ย	14
-ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8.11
ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น (กิโลกรัม)	
-ค่าสูงสุด	2
-ค่าต่ำสุด	0.2
-ค่าเฉลี่ย	0.69
-ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.56

จากตารางที่ 4.6 พบว่าปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการประกอบอาหารภายใน 1 วัน มีปริมาณเฉลี่ย 14 ลิตร และมีปริมาณขยะมูลฝอยเฉลี่ย 0.69 กิโลกรัม ซึ่งมีการจัดเก็บของเสียต่างๆลงในถุงพลาสติกเป็นใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 66.67

4.1.7 การทำความสะอาด

การทำความสะอาดของแผงค้าอาหารโดยรอบสถาบันพบว่ามีการทำความสะอาดเพียง 1 ครั้งต่อวัน หลังจากการจำหน่ายอาหารเสร็จสิ้น

4.1.8 แผงค้าอาหารทอดโดยรอบสถาบัน

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลต่างๆดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้วยังได้มีการเก็บภาพลักษณะของแผงค้าที่ได้ทำการสำรวจดังแสดงตัวอย่างแผงค้าอาหารประเภททอดที่ได้ทำการสำรวจโดยรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันในรูปที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนถึงปัญหาด้านสุขลักษณะของแผงค้าอาหารทอดในปัจจุบันที่ยังมีความสกปรก ปราศจากการจัดการและควบคุมกระบวนการแปรรูปที่ถูกต้อง

รูปที่ 4.1 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (1)

รูปที่ 4.2 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง13/5 (1)

4.2 การประเมินสุขลักษณะตามหลักการ Good Manufacturing Practice : GMP

4.2.1 โครงสร้างของแผงค้า

- แผงค้าส่วนใหญ่ตั้งอยู่ใกล้ถนนแต่ไม่มีอุปกรณ์หรือมาตรการป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนจากควันไอเสียรถยนต์ และมลพิษต่างๆที่ปะปนอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ง่าย

- มีการใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตอาหาร เช่น ไม้ เหล็ก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (2)

จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงการใช้วัสดุประเภทไม้สำหรับประกอบสร้างแผงค้าอาหร ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตอาหาร

4.2.2 อุปกรณ์

- มีชิ้นส่วนที่ทำมาจากวัสดุที่ไม่เหมาะสม เช่น พลาสติก
- มีจุดหรือบริเวณที่ทำให้เกิดการสะสมของสิ่งสกปรก
- ขาดการออกแบบโดยคำนึงถึงหลักสุขลักษณะที่ดี

รูปที่ 4.4 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (3)

จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงการใช้วัสดุประเภทไม้สำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ในกระบวนการประกอบอาหาร ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตอาหาร

4.2.3 การควบคุมการผลิต

- ไม่มีการควบคุมวัตถุดิบให้มีคุณภาพและสะอาดอยู่เสมอ
- ภาชนะบรรจุอาหารอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลต่างๆในการผลิต

รูปที่ 4.5 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 13/5 (2)

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นถึงการขาดการควบคุมกระบวนการผลิตที่ดี ไม่มีการควบคุมคุณภาพและความสะอาดของวัตถุดิบ ภาชนะที่ใช้จัดเก็บวัตถุดิบใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสม ปราศจากการป้องกันสิ่งสกปรกที่อาจปนเปื้อนสู่วัตถุดิบ

4.2.4 การสุขาภิบาล

- ขาดการป้องกันและกำจัดสัตว์และแมลงในสถานที่ผลิต
- ขาดการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น
- ไม่มีน้ำสะอาดในปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้งาน
- มีการใช้อุปกรณ์ทำความสะอาดซ้ำหลายครั้ง

รูปที่ 4.6 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นถึงการขาดการป้องกันสัตว์และแมลงในสถานที่ผลิต รวมไปถึงขาดการจัดการด้านของเสียต่างๆที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

4.2.5 การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด

- ไม่มีการดูแลรักษาความสะอาดที่เพียงพอ
- ไม่มีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

รูปที่ 4.7 แผงคาอาหารประเภททอดบริเวณซอยจินดา (4)

จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นถึงการขาดการดูแลด้านความสะอาดบริเวณแผงค้าหรือสถานที่ผลิตที่เพียงพอ และไม่มีการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลให้เกิดการสะสมของสิ่งสกปรกต่างๆ

4.2.5 สุขลักษณะส่วนบุคคล

- ขาดการสวมเครื่องป้องกันการปนเปื้อนจากบุคลากรที่เพียงพอ
- ขาดการฝึกอบรม
- มีการสวมเครื่องประดับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 13/5 (3)

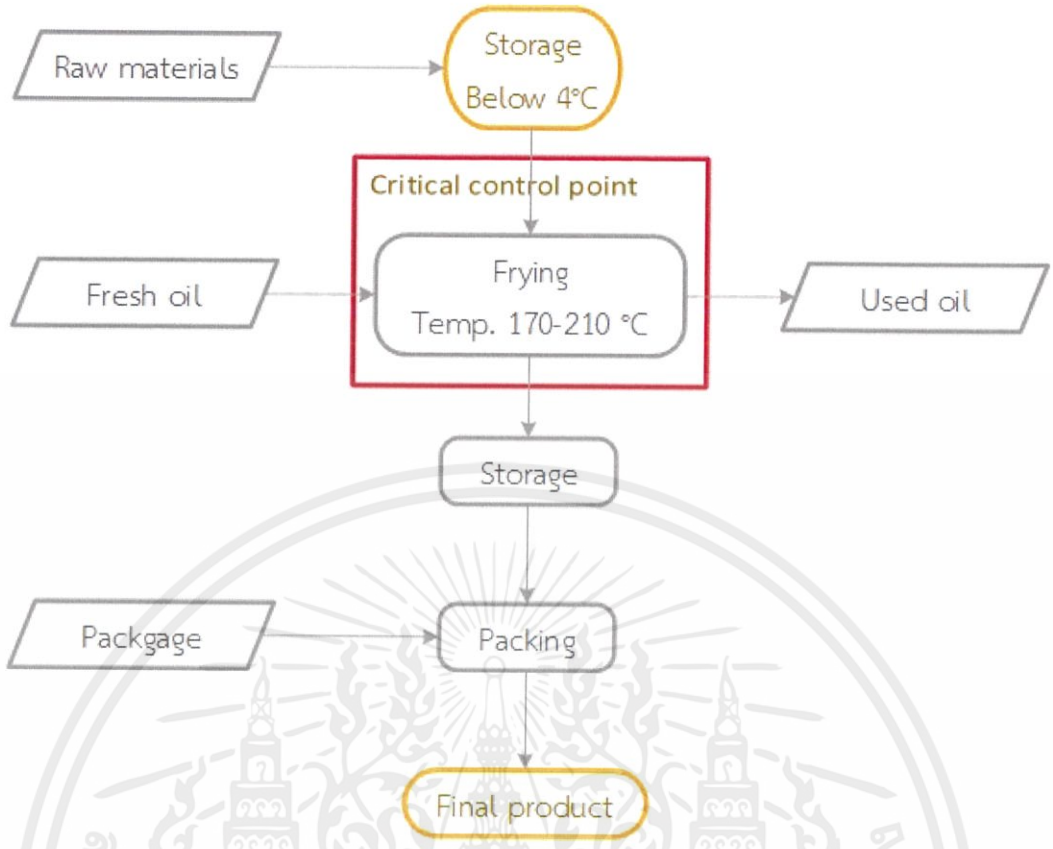
จากรูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นถึงการขาดเครื่องป้องกันการปนเปื้อนจากผู้ผลิตหรือผู้ปฏิบัติงาน และยังพบการสวมเครื่องประดับต่างๆ ซึ่งอาจเกิดการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจากตัวผู้ปฏิบัติงานลงสู่กระบวนการผลิตได้

4.3 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม Hazard Analysis and Critical Control Point : HACCP

4.3.1 ขั้นตอนของกระบวนการแปรรูปอาหารที่เกิดขึ้นบนแผงค้าอาหารประเภททอด

กระบวนการแปรรูปอาหารที่เกิดขึ้นบนแผงค้าอาหารประเภททอดนั้นเริ่มต้นที่การรับวัตถุดิบเข้ามาจัดเก็บในภาชนะจัดเก็บวัตถุดิบที่มีการควบคุมอุณหภูมิภายในให้มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสอยู่เสมอเพื่อรอการนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการถัดไป เมื่อมีการผลิตเกิดขึ้นจะนำวัตถุดิบที่เก็บไว้ในภาชนะจัดเก็บออกมาเข้าสู่กระบวนการแปรรูป ซึ่งมีการแปรรูปด้วยกระบวนการที่ใช้ความร้อนสูงโดยวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 170-210 องศาเซลเซียส จากนั้นนำเข้าสู่ภาชนะจัดเก็บผลิตภัณฑ์เพื่อรอการบรรจุและจำหน่ายต่อไป ซึ่งกระบวนที่เกิดขึ้นสามารถแสดงเป็นแผนภูมิการผลิตดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แผนภาพแสดงการไหลของกระบวนการทอดที่เกิดขึ้นบนแผงค้าอาหารประเภททอด

4.3.2 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤต

ในแต่ละกระบวนการหรือแต่หน่วยของการผลิตนั้นมีโอกาสที่จะสามารถเกิดการปนเปื้อนหรืออันตรายต่อกระบวนการผลิตได้ ไม่ว่าจะเป็นอันตรายทางกายภาพที่เกิดจากการเจือปนของวัสดุหรืออนุภาคต่างๆ อันตรายทางเคมีที่อาจเกิดจากสารเคมีหรือสารพิษในบริเวณสถานที่ผลิต และอันตรายทางชีววิทยาที่อาจเกิดจากการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียต่างๆ ซึ่งมีการวิเคราะห์อันตรายที่อาจเกิดขึ้นรวมไปถึงแนวทางหรือวิธีการปฏิบัติเพื่อป้องกันอันตรายในแต่ละหน่วยการผลิต ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤต

HAZARD ANALYSIS/PREVENTIVE MEASURES		
PRODUCT/PROCESS : FRYING PROCESS ON FOOD STALL		
PROCESS STEP	HAZARD **Biological (B)** **Chemical (C)** **Physical (P)**	PREVENTIVE MEASURE(S)
Raw-materials storage	B (Microbial Growth) - Insufficient temperature control could result in microbial growth. Internal product temperature must be monitored.	Monitor the product temperature and keep it below 4°C.
Frying	B (Microbial Growth) - Insufficient temperature control could result in microbial growth. Oil temperature must be monitored.	Monitor the oil temperature and keep it exceed 170°C.
Product storage	B (Microbial Growth) - Insufficient temperature control could result in unacceptable microbial growth. Internal product temperature and environmental temperature must be monitored. C (Air Pollution) - Insufficient storage air control could result in food contamination from air pollution.	Do not storage for a long time. Visual inspection of storage area that store in closed storage.
Packing	P (Foreign Material)	Visual inspection.

4.4 การออกแบบแผงค้าอาหารทอด

ทำการออกแบบแผงค้าอาหารทอดทั้งสิ้น 3 รูปแบบ ภายใต้แนวคิดของการออกแบบที่แตกต่างกัน แต่ยังคงพื้นการออกแบบโดยจะต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และมีการเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆบนแผงค้าอาหารดังแสดงในตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

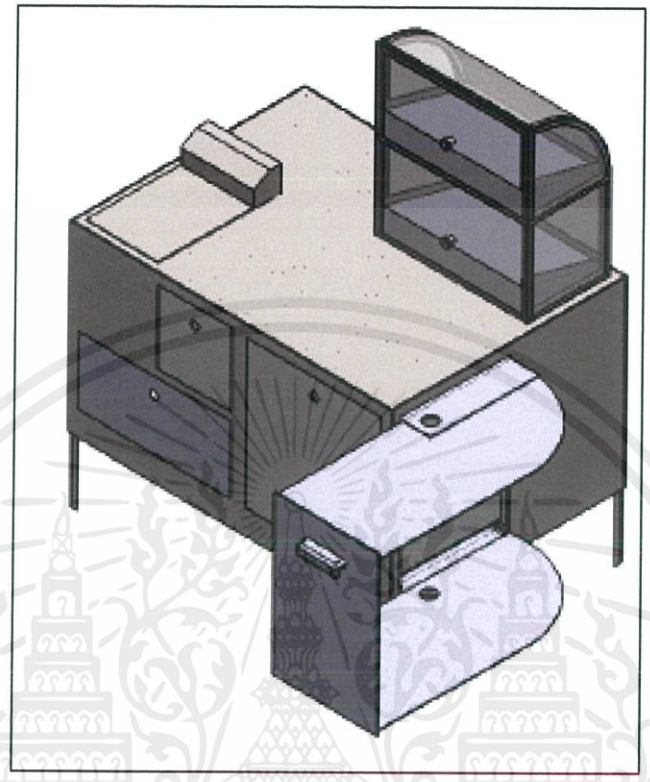
4.4.1 ข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ในแผงค้าอาหารประเภททอด

ตารางที่ 4.8 อุปกรณ์บนแผงค้าอาหารประเภททอด

Part	Design
Structure	- ออกแบบแผงค้าให้มีขนาด 82 x 115 ซม.
Food contact	- เลือกใช้วัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร เช่น สแตนเลสหรืออลูมิเนียมเกรดอาหาร เป็นต้น
Non-food contact	- เลือกใช้วัสดุที่แข็งแรงแต่มีราคาถูกเพื่อลดต้นทุนในการผลิตแผงค้าอาหาร เช่น เหล็ก พลาสติก เป็นต้น
Equipment	
Food contact	
Raw material storage	- มีขนาดบรรจุ 25 ลิตร เลือกใช้วัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร เช่น สแตนเลสหรืออลูมิเนียมเกรดอาหาร เป็นต้น สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย
Fryer	- หม้อทอดขนาด 5.5 ลิตร เลือกใช้วัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร เช่น สแตนเลสหรืออลูมิเนียมเกรดอาหาร เป็นต้น สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย
Product storage	- มีขนาด 80 x 39 x 36 ซม. เลือกใช้วัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร เช่น สแตนเลสหรืออลูมิเนียมเกรดอาหาร เป็นต้น สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย ออกแบบให้มีลักษณะปิดรอบด้านเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกจากภายนอก
Hood	- มีขนาด 60 x 50 x 15 ซม. เลือกใช้วัสดุผิวเรียบ ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร เช่น สแตนเลสหรืออลูมิเนียมเกรดอาหาร เป็นต้น สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย
Sink	- มีขนาด 38 x 40 x 20 ซม. เลือกใช้วัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร เช่น สแตนเลสหรืออลูมิเนียมเกรดอาหาร เป็นต้น สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย ไม่มีจุดขังของน้ำ
Water tank	- มีขนาดบรรจุ 20 ลิตร เลือกใช้วัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร เช่น สแตนเลส อลูมิเนียม หรือพลาสติกเกรดอาหาร เป็นต้น สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย
Non-food contact	
Bin	- มีขนาดบรรจุ 3 ลิตร เลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรง เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติก เป็นต้น สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย
Sewage tank	- มีขนาดบรรจุ 20 ลิตร เลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรง เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติก เป็นต้น สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

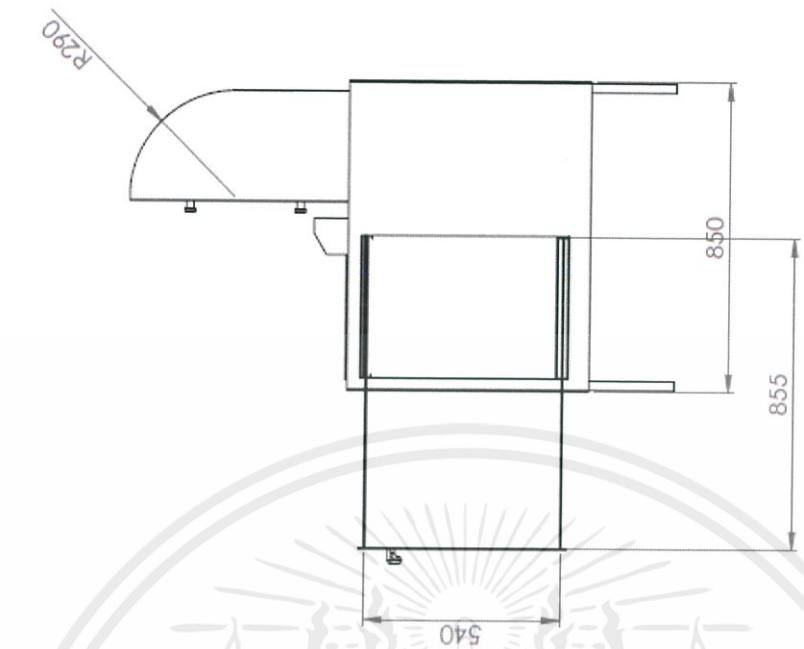
4.4.2 แผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1



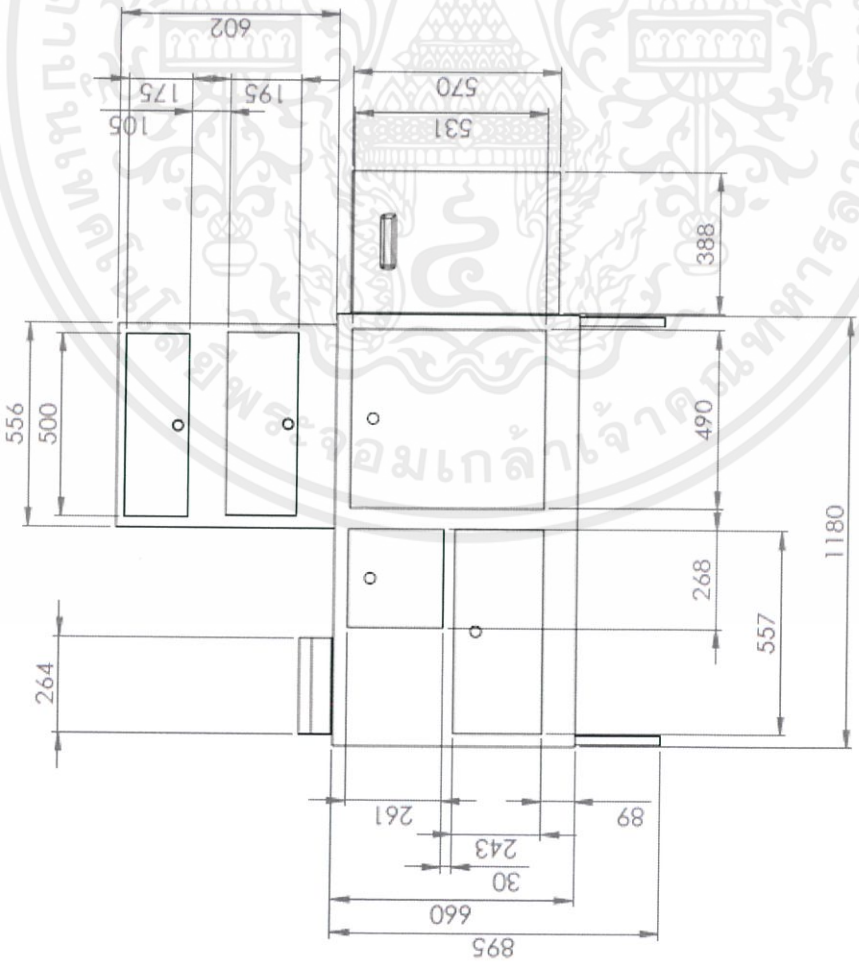
รูปที่ 4.10 แบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1

แผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1 ถูกออกแบบภายใต้แนวคิด Foldable concept มีลักษณะของอุปกรณ์ที่สามารถยืดออกเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการปฏิบัติงาน และสามารถพับเก็บกลับเข้าตำแหน่งเดิมเพื่อการจัดเก็บในพื้นที่จำกัดได้ ซึ่งแผงอาหารทอดแบบที่ 1 นี้เหมาะสำหรับติดตั้งในบริเวณที่ปิด มีการควบคุมความสะอาดโดยรอบบริเวณที่ดำเนินกิจกรรม ภายในแผงค้ามีอุปกรณ์สำหรับประกอบอาหารที่จำเป็นคือ ถังเก็บวัตถุดิบ หม้อทอดน้ำมันท่วม ตู้เก็บผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่าย รวมไปถึงช่องสำหรับเก็บของอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

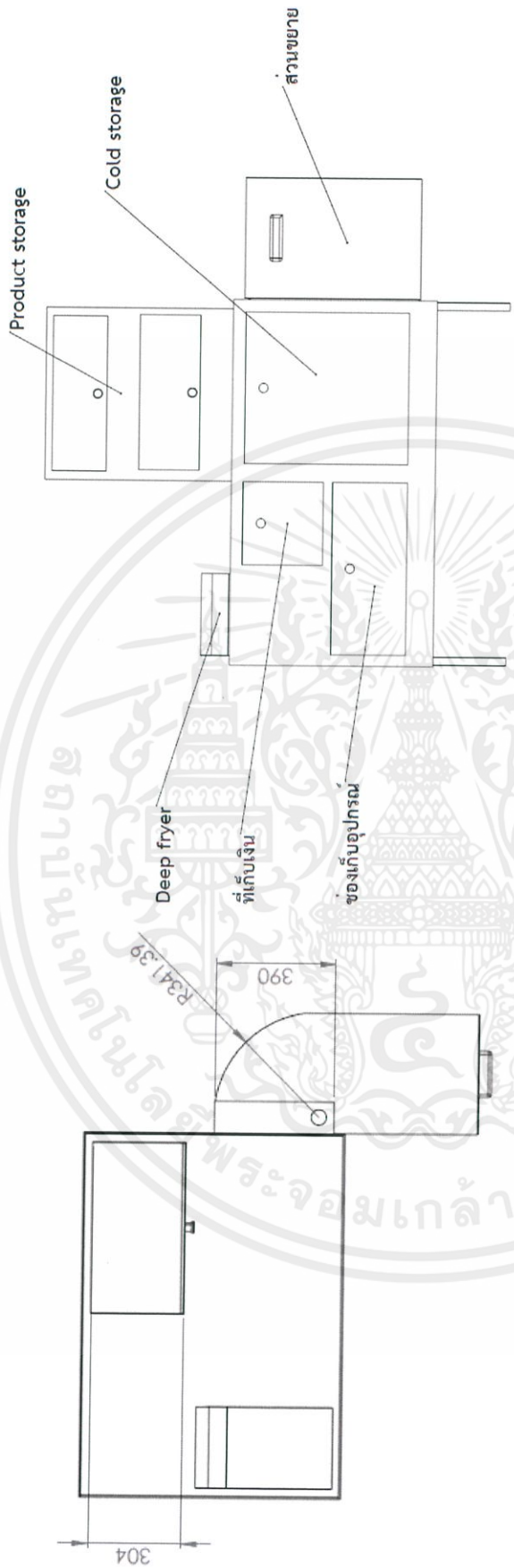


รูปที่ 4.12 ภาพด้านข้างของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1



รูปที่ 4.11 ภาพด้านหน้าของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

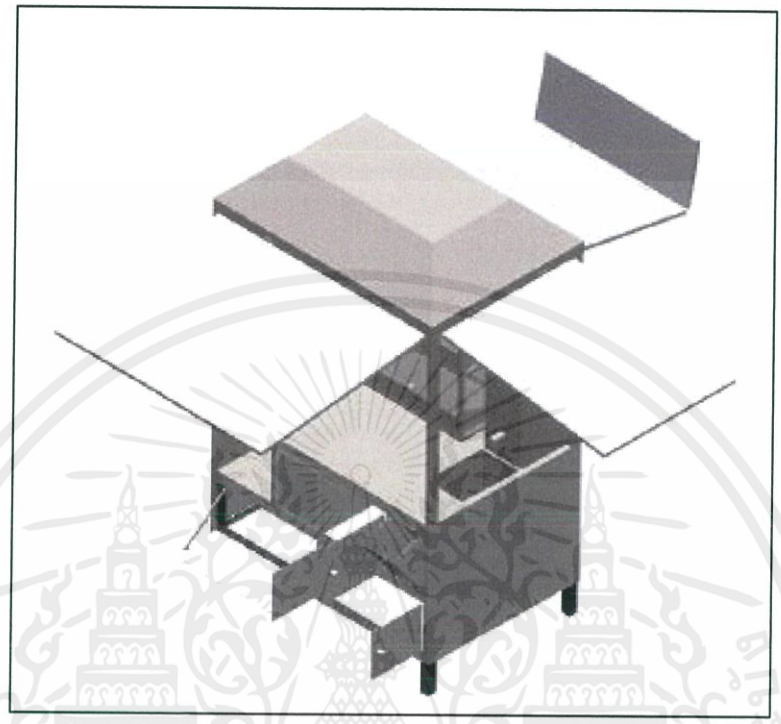


รูปที่ 4.13 ภาพด้านบนของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1

รูปที่ 4.14 ภาพตำแหน่งอุปกรณ์ของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

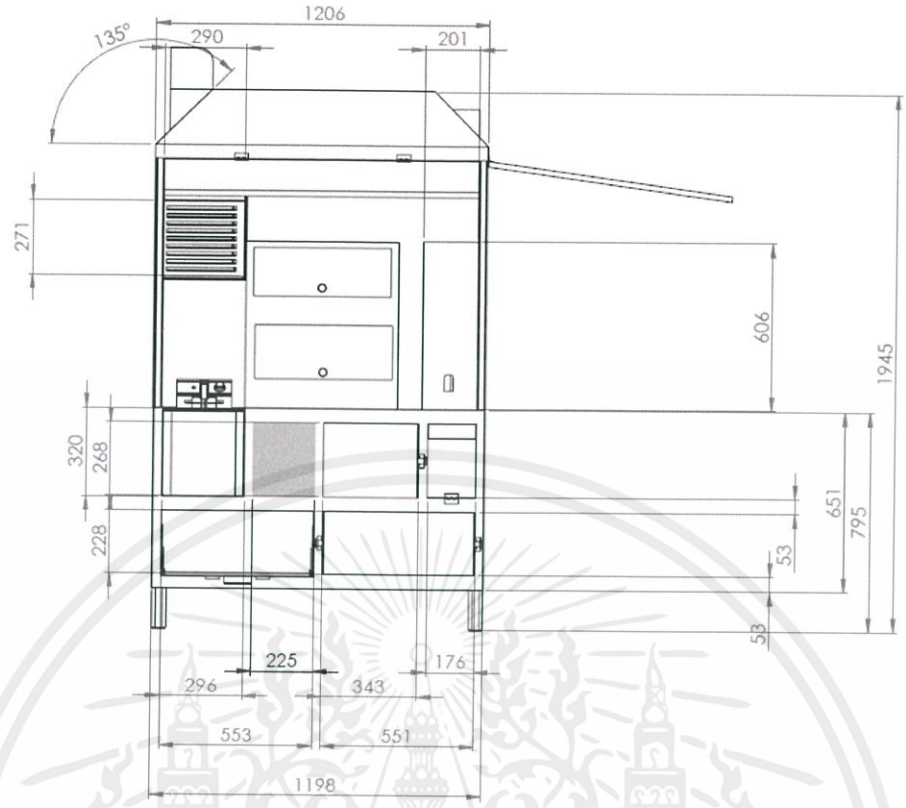
4.4.3 แผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2



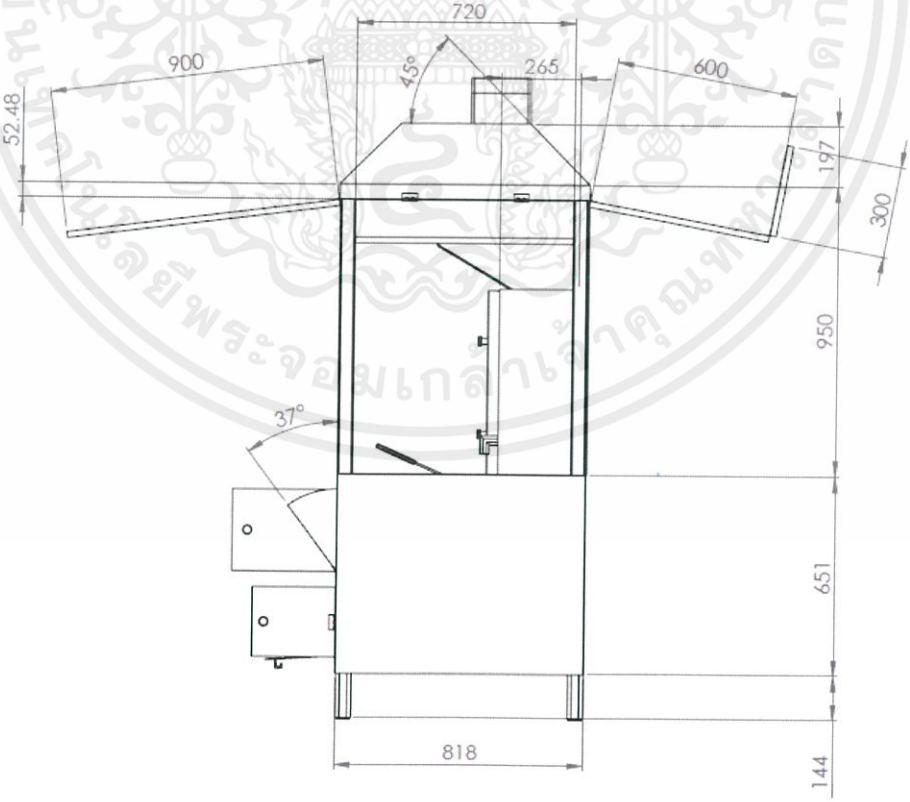
รูปที่ 4.15 แบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2

แผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2 ถูกออกแบบภายใต้แนวคิด Full options concept เป็นลักษณะของแผงค้าที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆเพื่อช่วยในการจัดการแผงค้าในด้านของการจัดการกระบวนการผลิต การจัดการของเสียที่เกิดขึ้น รวมไปถึงการป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกที่อาจปนเปื้อนเข้าสู่แผงค้าอาหารและกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มความปลอดภัยของผู้บริโภค แผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2 นี้สามารถติดตั้งได้ทุกพื้นที่ แต่จำเป็นต้องมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ มีการติดตั้งอุปกรณ์เสริมอื่นๆเพิ่ม เติมนอกเหนือจากอุปกรณ์พื้นฐานที่มีในแบบที่1 ประกอบด้วย ที่ดูดควัน แทงก์น้ำ เครื่องกรองน้ำขนาดเล็ก อ่างล้างมือ ถังบำบัดน้ำเสีย ถังขยะ และมีบานหน้าต่างปิดรอบด้านเมื่อไม่ใช้งาน เพื่อป้องกันการสะสมของสิ่งสกปรกในขณะที่ไม่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

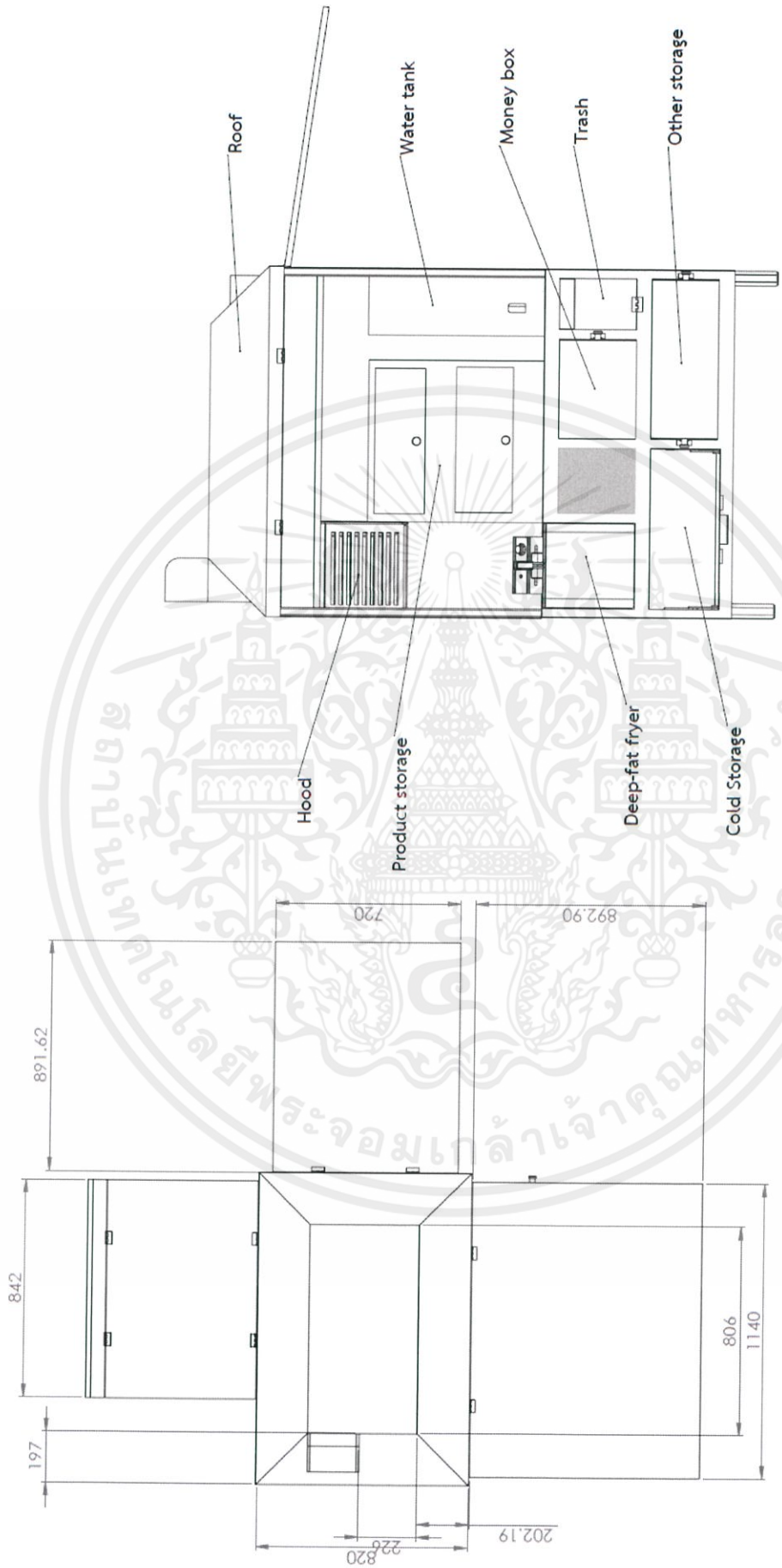


รูปที่ 4.16 ภาพด้านหน้าของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2



รูปที่ 4.17 ภาพด้านข้างของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

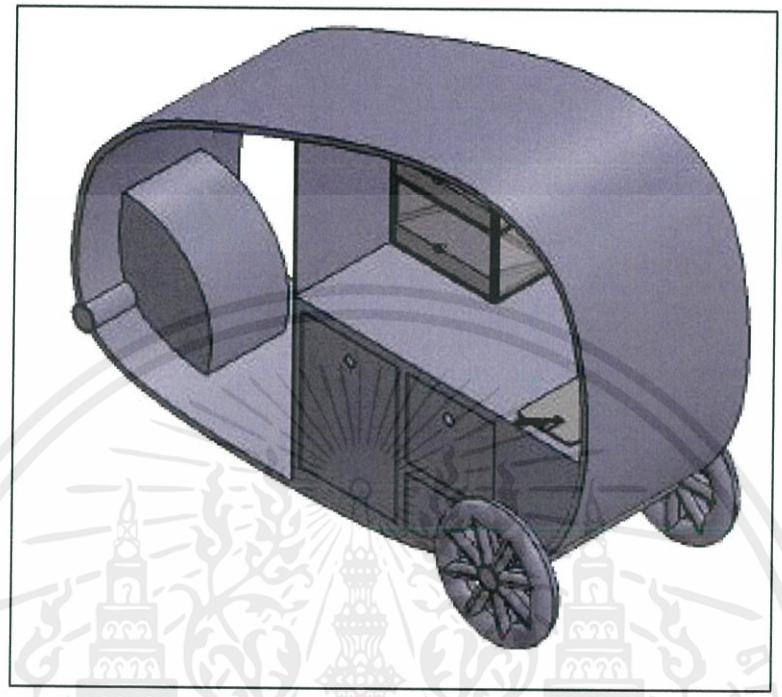


รูปที่ 4.18 ภาพด้านบนของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2

รูปที่ 4.19 ภาพตำแหน่งอุปกรณ์ของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2

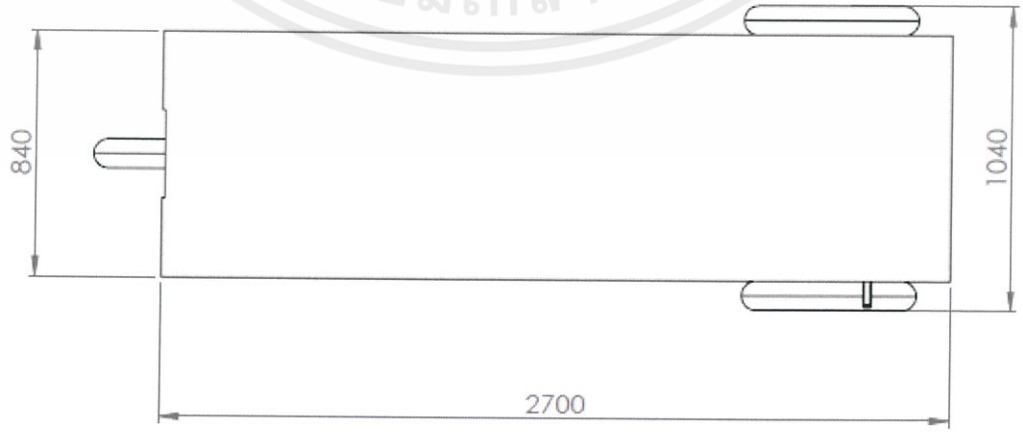
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.4 แผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3



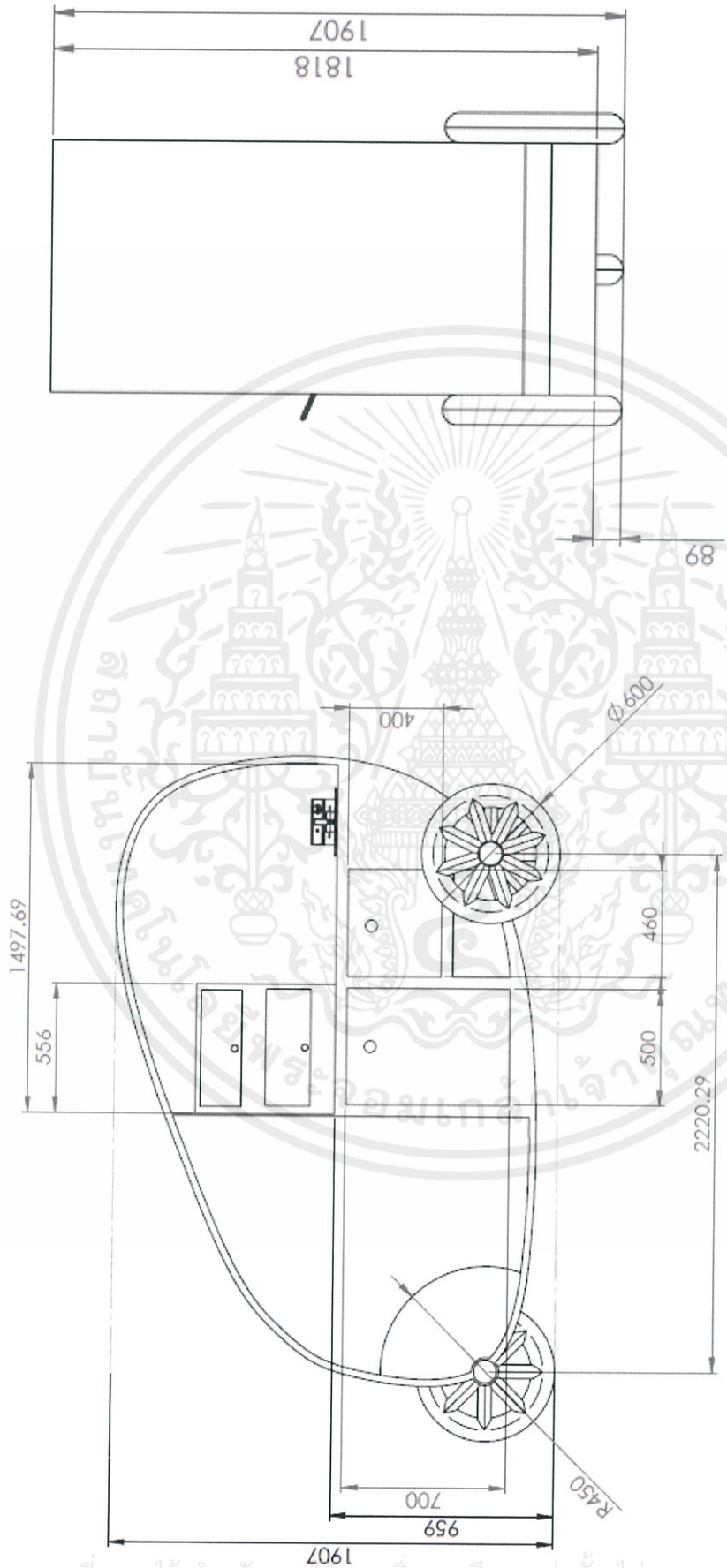
รูปที่ 4.20 แบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3

แผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3 ถูกออกแบบภายใต้แนวคิด Exotic look concept เป็นแบบที่มีการออกแบบโดยเน้นรูปลักษณ์ภายนอกที่ดูแปลกใหม่ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคในการเลือกซื้อสินค้า แต่ยังคงอุปกรณ์พื้นฐานเช่นเดียวกับ แบบที่1



รูปที่ 4.21 ภาพด้านบนของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ภาพด้านหน้าของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3

รูปที่ 4.23 ภาพด้านข้างของการออกแบบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3

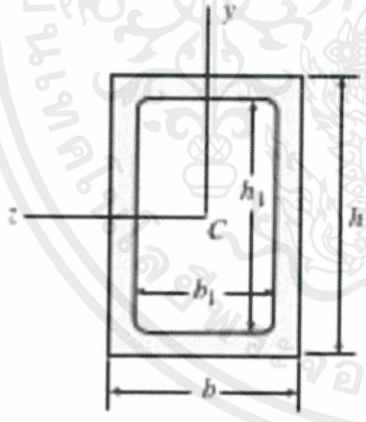
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 การคำนวณการรับน้ำหนักของโครงสร้างหลัก

การคำนวณความสามารถในการรับน้ำหนักหลังคาแผงค้าอาหารทอดที่กระทำต่อโครงสร้างเสาหลัก 4 ต้น (ดังแสดงในรูปที่ 4.23) ที่ทำจากเสาอลูมิเนียมกล่อง (Aluminum box beam) ที่มีความสูง 90 เซนติเมตร มีด้านยาว (h) 50 มิลลิเมตร, ด้านกว้าง (w) 25 มิลลิเมตร, หนา (t) 2.3 มิลลิเมตร และมีพื้นที่หน้าตัด (A) 3.101 ตารางเซนติเมตร

รูปที่ 4.24 ลักษณะการติดตั้งโครงสร้างหลังคา
กับโครงสร้างเสารับน้ำหนัก

รูปที่ 4.25 ลักษณะการเสียรูปของเสา



รูปที่ 4.26 การกำหนดตัวแปรในการคำนวณ

กำหนดค่าคงที่ต่างๆดังนี้

K factor = 1.20

E = Modulus of elasticity = 72 GPA

Fy = 98 MPA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

หา Moment of Inertia

$$I_x = \frac{1}{12} \times \left(bh^3 - b_1 h_1^3\right) = \frac{1}{12} \times \left(2.5 \times 5^3 - 2.04 \times 4.54^3\right)$$

$$= 10.13 \text{ cm}^4$$

$$I_y = \frac{1}{12} \times \left(hb^3 - h_1 b_1^3\right) = \frac{1}{12} \times \left(5 \times 2.5^3 - 4.54 \times 2.04^3\right)$$

$$= 3.3 \text{ cm}^4$$

$$I_{min} = 3.3 \text{ cm}^4$$

หารัศมีไจเรชั่น (Radius of Gyration)

$$R = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}} = \sqrt{\frac{3.3}{3.101}} = 1.03 \text{ cm}$$

การหา Value of effective length

$$\frac{K \times L}{180} = \frac{1.20 \times 90}{180} = 0.6 \text{ cm} < 1.03 \text{ cm}$$

การหา Elastic critical stress in compression

$$\frac{\pi^2 \times E}{AE^2} = \frac{\frac{22^2}{7} \times 72000}{\frac{90^2}{1.03}} = 93.15$$

$$Qac = 0.6 \frac{Fcc \times Fy}{[Fcc^N + Fy^N]^{1/N}} = 0.6 \frac{93.15 \times 98}{[93.15^{1.4} + 98^{1.4}]^{1/1.4}}$$

$$= 34.9 \text{ MPA}$$

$$= 349 \text{ kg/sq.cm.}$$

∴ เสาต้นนี้รับน้ำหนักได้สูงสุดเท่ากับ 349 x 3.101 = **1082.249** กิโลกรัม ซึ่งสามารถรับน้ำหนักโครงสร้างหลังคาที่หนักเพียง 9 กิโลกรัมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

4.5.1 การประเมินราคาในการผลิตแผงค้าหารทอดแบบที่ 1

ตารางที่ 4.9 ราคาวัสดุที่ใช้ประกอบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1

รายการวัสดุ	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
อลูมิเนียมกล่อง	18.4 เมตร	110	2,024
แผ่นสแตนเลส AISI 304 หนา 1.003 ตารางเมตร 1.5 มิลลิเมตร	11.89 กิโลกรัม	90	1,070
แผ่นอลูมิเนียม 4.02 ตารางเมตร หน้า 2 มิลลิเมตร	21.95 กิโลกรัม	75	1,646
หม้อทอดน้ำมันท่วม ขนาด 5.5 ลิตร	1 เตา	3,900	3,750
ถังเก็บความเย็นขนาด 60 ลิตร	1 ถัง	1,500	1,500
ค่าแรงงาน	4.5 วัน	800	3,600
รวม			13,590

ตารางที่ 4.10 ราคาวัสดุที่ใช้ประกอบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2

รายการวัสดุ	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
อลูมิเนียมกล่อง	26 เมตร	110	2,860
แผ่นสแตนเลส AISI 304 หนา 1.48 ตารางเมตร 1.5 มิลลิเมตร	17.54 กิโลกรัม	90	1,579
แผ่นอลูมิเนียม 8.12 ตารางเมตร หน้า 2 มิลลิเมตร	44.34 กิโลกรัม	75	3,326
หม้อทอดน้ำมันท่วม ขนาด 5.5 ลิตร	1 เตา	3,900	3,750
ถังเก็บความเย็นขนาด 60 ลิตร	1 ถัง	1,500	1,500
เครื่องกรองน้ำ 1 ขั้นตอน	1 เครื่อง	1,150	1,150
อ่างล้างมือ	1 เครื่อง	2,790	2,590
ถังบำบัดน้ำเสีย	1 เครื่อง	1,690	1,690
เครื่องดูดควัน	1 เครื่อง	4,790	4,500
ค่าแรงงาน	5 วัน	800	4,000
รวม			26,945

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ราคาวัสดุที่ใช้ประกอบแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3

รายการวัสดุ	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
อลูมิเนียมกล่อง	18.4 เมตร	110	2,024
แผ่นสแตนเลส AISI 304 หนา 1.003 ตารางเมตร 1.5 มิลลิเมตร	11.89 กิโลกรัม	90	1,070
แผ่นอลูมิเนียม 4.02 ตารางเมตร หน้า 2 มิลลิเมตร	21.95 กิโลกรัม	75	1,646
แผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต หนา 3 มิลลิเมตร	6.05 ตารางเมตร	563.63	3,410
หม้อทอดน้ำมันท่วม ขนาด 5.5 ลิตร	1 เตา	3,900	3,750
ถังเก็บความเย็นขนาด 60 ลิตร	1 ถัง	1,500	1,500
ค่าแรงงาน	4.5 วัน	800	3,600
รวม			17,000

4.5.2 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1

ตารางที่ 4.12 ค่าใช้จ่ายต่างๆของแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1

	ค่าใช้จ่าย
ลงทุนค่าแผงค้าอาหาร	14,000 บาท
อายุการใช้งานแผงค้า	5 ปี
มูลค่าซาก	10%
ปริมาณที่ขาย	22 กิโลกรัม/วัน
จำนวนวันที่ขายต่อปี	260 วัน/ปี
จำนวนวันที่ขายต่อสัปดาห์	6 วัน/สัปดาห์
ระยะเวลาที่ขาย	8 ชั่วโมง/วัน
ราคาขาย	25 บาท/ชิ้น
ปริมาณวัตถุดิบ	5 ชิ้น/กิโลกรัม
ต้นทุนการผลิต	
ค่าวัตถุดิบ	85 บาท/กิโลกรัม
ค่าเชื้อเพลิง	410 บาท/สัปดาห์
ค่าเช่าที่	200 บาท/วัน
ค่าน้ำ	20 บาท/วัน
การบำรุงรักษา	
ซ่อมโครงสร้างแผงค้า	1,500 บาท/ปี
ซ่อมอุปกรณ์	2,500 บาท/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นทุนคงที่

$$\text{ค่าลงทุน} = \frac{14{,}000 \text{ บาท}}{5 \text{ ปี} \times \frac{260 \text{ วัน}}{1 \text{ ปี}}} = 10.77 \text{ บาท/วัน}$$

ต้นทุนแปรผัน

$$\text{ค่าวัตถุดิบ} = \frac{85 \text{ บาท}}{1 \text{ กิโลกรัม}} \times \frac{22 \text{ กิโลกรัม}}{1 \text{ วัน}} = 1{,}870 \text{ บาท/วัน}$$

$$\text{ค่าเชื้อเพลิง} = \frac{410 \text{ บาท}}{1 \text{ สัปดาห์}} \times \frac{1 \text{ สัปดาห์}}{6 \text{ วัน}} = 68.33 \text{ บาท/วัน}$$

ค่าเช่าที่ = 200 บาท/วัน

ค่าเชื้อเพลิง = 20 บาท/วัน

$$\text{ค่าซ่อมโครงสร้างแผงค้า} = \frac{1{,}500 \text{ บาท}}{1 \text{ ปี}} \times \frac{1 \text{ ปี}}{260 \text{ วัน}} = 5.77 \text{ บาท/วัน}$$

$$\text{ค่าซ่อมอุปกรณ์} = \frac{2{,}500 \text{ บาท}}{1 \text{ ปี}} \times \frac{1 \text{ ปี}}{260 \text{ วัน}} = 9.62 \text{ บาท/วัน}$$

รายได้

$$\text{รายได้} = \frac{22 \text{ กิโลกรัม}}{1 \text{ วัน}} \times \frac{5 \text{ ชิ้น}}{1 \text{ กิโลกรัม}} \times \frac{25 \text{ บาท}}{1 \text{ ชิ้น}} = 2{,}750 \text{ บาท/วัน}$$

กำไร

รายได้ – ต้นทุน = 2,750 – (10.77+1,870+68.33+200+20+5.77+9.62)

= 565.51 บาท/วัน

$$\text{อัตราคืนทุน} = \frac{\text{กำไรสุทธิ}}{\text{เงินลงทุน}} \times 100 = \frac{565.51}{14{,}000} \times 100 = 4.04 \text{ \% ต่อปี}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{กำไรสุทธิ}} = \frac{14{,}000}{565.51} = 24.76 \text{ วัน}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2

ตารางที่ 4.13 ค่าใช้จ่ายต่างๆของแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 2

	ค่าใช้จ่าย
ลงทุนค่าแผงค้าอาหาร	27,000 บาท
อายุการใช้งานแผงค้า	5 ปี
มูลค่าซาก	10%
ปริมาณที่ขาย	22 กิโลกรัม/วัน
จำนวนวันที่ขายต่อปี	260 วัน/ปี
จำนวนวันที่ขายต่อสัปดาห์	6 วัน/สัปดาห์
ระยะเวลาที่ขาย	8 ชั่วโมง/วัน
ราคาขาย	25 บาท/ชิ้น
ปริมาณวัตถุดิบ	5 ชิ้น/กิโลกรัม
ต้นทุนการผลิต	
ค่าวัตถุดิบ	85 บาท/กิโลกรัม
ค่าเชื้อเพลิง	410 บาท/สัปดาห์
ค่าเช่าที่	200 บาท/วัน
ค่าน้ำ	20 บาท/วัน
การบำรุงรักษา	
ซ่อมโครงสร้างแผงค้า	2,000 บาท/ปี
ซ่อมอุปกรณ์	3,000 บาท/ปี

ต้นทุนคงที่

$$\text{ค่าลงทุน} = \frac{27{,}000 \text{ บาท}}{5 \text{ ปี} \times \frac{260 \text{ วัน}}{1 \text{ ปี}}} = 20.77 \text{ บาท/วัน}$$

ต้นทุนแปรผัน

$$\text{ค่าวัตถุดิบ} = \frac{85 \text{ บาท}}{1 \text{ กิโลกรัม}} \times \frac{22 \text{ กิโลกรัม}}{1 \text{ วัน}} = 1{,}870 \text{ บาท/วัน}$$

$$\text{ค่าเชื้อเพลิง} = \frac{410 \text{ บาท}}{1 \text{ สัปดาห์}} \times \frac{1 \text{ สัปดาห์}}{6 \text{ วัน}} = 68.33 \text{ บาท/วัน}$$

ค่าเช่าที่ = 200 บาท/วัน

ค่าเชื้อเพลิง = 20 บาท/วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ค่าซ่อมโครงสร้างแผงค้า} = \frac{2{,}000 \text{ บาท}}{1 \text{ ปี}} \times \frac{1 \text{ ปี}}{260 \text{ วัน}} = 7.69 \text{ บาท/วัน}$$

$$\text{ค่าซ่อมอุปกรณ์} = \frac{3{,}000 \text{ บาท}}{1 \text{ ปี}} \times \frac{1 \text{ ปี}}{260 \text{ วัน}} = 11.54 \text{ บาท/วัน}$$

รายได้

$$\text{รายได้} = \frac{22 \text{ กิโลกรัม}}{1 \text{ วัน}} \times \frac{5 \text{ ชิ้น}}{1 \text{ กิโลกรัม}} \times \frac{25 \text{ บาท}}{1 \text{ ชิ้น}} = 2{,}750 \text{ บาท/วัน}$$

กำไร

$$\text{รายได้} - \text{ต้นทุน} = 2{,}750 - (20.77+1{,}870+68.33+200+20+7.69+11.54)$$

$$= 551.67 \text{ บาท/วัน}$$

$$\text{อัตราคืนทุน} = \frac{\text{กำไรสุทธิ}}{\text{เงินลงทุน}} \times 100 = \frac{551.67}{27{,}000} \times 100 = 2.04 \text{ \% ต่อปี}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{กำไรสุทธิ}} = \frac{27{,}000}{551.67} = 48.94 \text{ วัน}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3

ตารางที่ 4.14 ค่าใช้จ่ายต่างๆของแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3

	ค่าใช้จ่าย
ลงทุนค่าแผงค้าอาหาร	17,000 บาท
อายุการใช้งานแผงค้า	5 ปี
มูลค่าซาก	10%
ปริมาณที่ขาย	22 กิโลกรัม/วัน
จำนวนวันที่ขายต่อปี	260 วัน/ปี
จำนวนวันที่ขายต่อสัปดาห์	6 วัน/สัปดาห์
ระยะเวลาที่ขาย	8 ชั่วโมง/วัน
ราคาขาย	25 บาท/ชิ้น
ปริมาณวัตถุดิบ	5 ชิ้น/กิโลกรัม
ต้นทุนการผลิต	
ค่าวัตถุดิบ	85 บาท/กิโลกรัม
ค่าเชื้อเพลิง	410 บาท/สัปดาห์
ค่าเช่าที่	200 บาท/วัน
ค่าน้ำ	20 บาท/วัน
การบำรุงรักษา	
ซ่อมโครงสร้างแผงค้า	1,700 บาท/ปี
ซ่อมอุปกรณ์	2,500 บาท/ปี

ต้นทุนคงที่

$$\text{ค่าลงทุน} = \frac{17{,}000 \text{ บาท}}{5 \text{ ปี} \times \frac{260 \text{ วัน}}{1 \text{ ปี}}} = 13.08 \text{ บาท/วัน}$$

ต้นทุนแปรผัน

$$\text{ค่าวัตถุดิบ} = \frac{85 \text{ บาท}}{1 \text{ กิโลกรัม}} \times \frac{22 \text{ กิโลกรัม}}{1 \text{ วัน}} = 1{,}870 \text{ บาท/วัน}$$

$$\text{ค่าเชื้อเพลิง} = \frac{410 \text{ บาท}}{1 \text{ สัปดาห์}} \times \frac{1 \text{ สัปดาห์}}{6 \text{ วัน}} = 68.33 \text{ บาท/วัน}$$

ค่าเช่าที่ = 200 บาท/วัน

ค่าเชื้อเพลิง = 20 บาท/วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ค่าซ่อมโครงสร้างแผงค้า} = \frac{1{,}700 \text{ บาท}}{1 \text{ ปี}} \times \frac{1 \text{ ปี}}{260 \text{ วัน}} = 6.54 \text{ บาท/วัน}$$

$$\text{ค่าซ่อมอุปกรณ์} = \frac{2{,}500 \text{ บาท}}{1 \text{ ปี}} \times \frac{1 \text{ ปี}}{260 \text{ วัน}} = 9.62 \text{ บาท/วัน}$$

รายได้

$$\text{รายได้} = \frac{22 \text{ กิโลกรัม}}{1 \text{ วัน}} \times \frac{5 \text{ ชิ้น}}{1 \text{ กิโลกรัม}} \times \frac{25 \text{ บาท}}{1 \text{ ชิ้น}} = 2{,}750 \text{ บาท/วัน}$$

กำไร

$$\text{รายได้} - \text{ต้นทุน} = 2{,}750 - (13.08+1{,}870+68.33+200+20+6.54+9.62)$$

$$= 562.43 \text{ บาท/วัน}$$

$$\text{อัตราคืนทุน} = \frac{\text{กำไรสุทธิ}}{\text{เงินลงทุน}} \times 100 = \frac{562.43}{17{,}000} \times 100 = 3.31 \text{ \% ต่อปี}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{กำไรสุทธิ}} = \frac{17{,}000}{562.43} = 30.23 \text{ วัน}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การเลือกรูปแบบแผงค้าอาหารประเภททอด

ตารางที่ 4.15 การให้คะแนนแบบแผงค้าอาหารประเภททอด

		รูปแบบแผงค้าอาหารทอด					
		แผงค้าแบบที่ 1		แผงค้าแบบที่ 2		แผงค้าแบบที่ 3	
เกณฑ์การตัดสิน	Weight	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score
Cost	13 %	4	0.52	3	0.39	3	0.39
Energy Usage	13 %	5	0.65	3	0.39	5	0.65
Easy Usage	8 %	4	0.32	4	0.32	4	0.32
Complexity	8 %	4	0.32	3	0.24	4	0.32
Easily Manufactured	10 %	4	0.04	4	0.04	3	0.03
Maintenance	10 %	4	0.04	3	0.03	4	0.04
Safety	20 %	3	0.06	3	0.06	4	0.08
Hygienic	18 %	3	0.54	5	0.9	3	0.54
Total Score	100 %	32	2.49	29	1.56	29	2.37

4.5.1 เหตุผลของการให้คะแนน

- ค่าใช้จ่าย (Cost) : เนื่องจากแผงค้าแบบที่ 1 มีเพียงอุปกรณ์พื้นฐานในการผลิตประกอบกับมีลักษณะของแผงค้าที่สามารถประกอบขึ้นรูปได้อย่างง่าย จึงทำให้มีค่าใช้จ่ายสำหรับแผงค้าแบบที่ 1 ต่ำที่สุด

- การใช้พลังงาน (Energy Usage) : แผงค้าอาหารแบบที่ 2 มีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการหลายชิ้น นอกเหนือจากอุปกรณ์พื้นฐานที่มีในแผงค้าแบบที่ 1 และ 3 ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดก็มีความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้า จึงทำให้แบบที่ 3 มีปริมาณการใช้พลังงานมากที่สุด จึงทำให้ได้คะแนนต่ำที่สุด

- ง่ายต่อการใช้งาน (Easy Usage) : ถึงแม้ว่าแผงค้าแบบที่ 3 มีอุปกรณ์ต่างๆเพิ่มเติมมากกว่าแผงค้าแบบที่ 1 และ 3 แต่อุปกรณ์เหล่านั้นเป็นเพียงอุปกรณ์ที่ช่วยเพิ่มคุณภาพการผลิตให้ดีขึ้น แต่ไม่ได้มีผลทำให้กระบวนการผลิตมีความยากและซับซ้อนต่อการใช้งาน จึงทำให้แผงค้าอาหารทอดทั้ง 3 แบบมีคะแนนที่เท่ากัน

- ความซับซ้อน (Complexity) : เนื่องจากอุปกรณ์จำนวนมากที่ติดตั้งอยู่บนแผงค้าแบบที่ 2 จึงทำให้มีกลไกการทำงานที่ซับซ้อนมากกว่าอีก 2 แบบเล็กน้อย จึงทำให้มีคะแนนในด้านนี้น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ง่ายต่อการผลิต (Easily Manufactured) : แผงค้าอาหารแบบที่ 3 มีรูปทรงที่มีลักษณะของส่วนโค้ง ซึ่งส่งผลให้มีความยากในการขึ้นรูปโครงสร้างมากกว่าโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมของอีก 2 แบบที่เหลือ จึงทำให้แผงค้าแบบที่ 3 มีคะแนนต่ำที่สุด
- การบำรุงรักษา (Maintenance) : เนื่องจากอุปกรณ์จำนวนมากที่ติดตั้งอยู่บนแผงค้าแบบที่ 2 จึงทำให้การบำรุงรักษาหรือการซ่อมแซมค่อนข้างยากกว่าแบบอื่น
- ความปลอดภัย (Safety) : เนื่องจากโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นส่วนโค้ง ทำให้มีขอบมุมที่มีความอันตรายเมื่อเกิดอุบัติเหตุน้อยกว่าแบบอื่น จึงมีความปลอดภัยมากกว่าแบบอื่นเล็กน้อย
- ความถูกสุขลักษณะ (Hygienic) : เนื่องจากอุปกรณ์จำนวนมากที่ติดตั้งอยู่บนแผงค้าแบบที่ 2 ที่ติดตั้งเพื่อเพิ่มคุณภาพในการผลิตหรือการแปรรูปอาหารให้มากขึ้น รวมไปถึงด้านการจัดการของเสียและป้องกันสิ่งสกปรกต่างก็มีอุปกรณ์สำหรับจัดการที่เพียงพอและมีคุณภาพ จึงทำให้แบบที่ 3 มีคะแนนในด้านความถูกสุขลักษณะมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา

5.1 การสำรวจ

จากการสำรวจพบว่าแผงค้าอาหารประเภททอดในปัจจุบันมีขนาดเฉลี่ยประมาณ ความกว้าง 0.66 เมตร ยาว 1.4 เมตร โดยมีการสร้างประกอบโดยใช้วัสดุที่เป็นเหล็กและอลูมิเนียมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะสำหรับนำมาใช้ในกระบวนการอาหารเพราะจะทำให้เกิดการสะสมของสิ่งสกปรกและเกิดการปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์อาหาร ในส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ใน 1 วันของการขายจะใช้วัตถุดิบเฉลี่ย 15.36 กิโลกรัม โดยมีการจัดเก็บวัตถุดิบลงในถังพลาสติกขนาดโดยเฉลี่ย 97.42 ลิตร โดยใช้น้ำแข็งเป็นตัวทำความเย็นปริมาณเฉลี่ย 21.2 กิโลกรัม/วัน ในส่วนของการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ที่พร้อมจำหน่ายพบว่ามีการจัดกับโดยใช้ถาดอลูมิเนียมขนาดโดยเฉลี่ยกว้าง 0.33 เมตร ยาว 0.51 เมตร โดยที่ไม่มีการป้องกันการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรกในบริเวณนั้นที่อาจปนเปื้อนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้จากการสำรวจยังพบว่าแผงค้าอาหารประเภททอดในปัจจุบันนั้นมีการล้างทำความสะอาดแผงค้าเพียง 1 ครั้งต่อวัน จึงก่อให้เกิดการสะสมของสิ่งสกปรกในบริเวณที่ประกอบอาหารเป็นระยะเวลานาน เป็นอีกสาเหตุของการปนเปื้อนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์อาหาร

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลผลการสำรวจแผงค้าอาหารประเภททอด

Section		Data		
		Average		Standard Deviation
Food stall dimension	Wide	0.66	m	0.07
	Long	1.4	m	0.16
Raw material quantity		21.8	kg/day	16.18
Raw material storage dimension		97.42	L	47.68
The amount of ice		21.2	kg/day	10.69
Water consumption		14	L/day	8.11
Product storage dimension	Wide	0.33	m	0.06
	Long	0.4	m	0.08
The amount of waste				
Solid waste		0.69	kg/day	0.56
Sewage		14	L/day	8.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การออกแบบ

การออกแบบแผงค้าอาหารประเภททอดได้มีการออกแบบให้สามารถล้างทำความสะอาดได้อย่างง่าย โดยบริเวณที่มีการสัมผัสกับอาหารเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับกระบวนการอาหารเช่น สแตนเลส 304 เพื่อป้องกันการสะสมของสิ่งสกปรกและสามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย และในส่วนที่ไม่มีการสัมผัสกับอาหารเลือกใช้วัสดุชนิดอื่นที่มีราคาถูกเพื่อลดต้นทุนในการผลิต ซึ่งแบบแผงค้าที่ได้นี้มีการออกแบบเพิ่มเติมจากแผงค้าที่มีในปัจจุบันคือจัดให้มีส่วนของสุขาภิบาล ประกอบด้วย อ่างล้างมือพร้อมที่เก็บน้ำและที่กรองน้ำสำหรับใช้งาน 1 วัน ส่วนบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้งสู่ภายนอก ถังขยะและอุปกรณ์จัดการไอเสียที่เกิดจากการทอด

ตารางที่ 5.2 สรุปการออกแบบ

รูปแบบ	แนวความคิดในการออกแบบ	การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์	
		ต้นทุนในการผลิต (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน (วัน)
แบบที่ 1	เหมาะสำหรับติดตั้งในบริเวณที่ปิด มีการควบคุมความสะอาดโดยรอบบริเวณที่ดำเนินกิจกรรม ภายในแผงค้ามีอุปกรณ์สำหรับประกอบอาหารที่จำเป็นคือ ถังเก็บวัตถุดิบ หม้อทอดน้ำมันท่วม ตู้เก็บผลิตภัณฑ์พร้อมจำหน่าย รวมไปถึงช่องสำหรับเก็บของอื่นๆ	14,000	24.76
แบบที่ 2	สามารถติดตั้งได้ทุกพื้นที่ แต่จำเป็นต้องมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ แบบที่นี้มีการติดตั้ง2อุปกรณ์เสริมอื่นๆเพิ่มเติมนอกเหนือจากเพื่อความ 1อุปกรณ์พื้นฐานที่มีในแบบที่ปลอดภัยของผู้บริโภค ประกอบด้วย ที่ดูดควัน แทงก์น้ำ เครื่องกรองน้ำขนาดเล็ก อ่างล้างมือ ถังบำบัดน้ำเสีย ถังขยะ และมีบานหน้าต่างปิดรอบด้านเมื่อไม่ใช้งานเพื่อป้องกันการสะสมของสิ่งสกปรกในขณะที่ไม่ใช้งาน	27,000	48.94
แบบที่ 3	เป็นแบบที่มีการออกแบบโดยเน้นรูปลักษณ์ภายนอกที่ดูแปลกใหม่ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค แต่ยังคงอุปกรณ์พื้นฐานเช่นเดียวกับแบบที่1	17,000	30.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากการให้คะแนนแบบแผงค้าอาหารทอดแต่ละแบบตามหัวข้อเกณฑ์ต่างๆ(Cost, Energy Usage, Easy Usage, Complexity, Easily Manufactured, Maintenance, Safety และ Hygienic) ผลปรากฏว่าแบบแผงค้าอาหารทอดที่ได้คะแนนมากที่สุดคือแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1 ด้วยคะแนน 2.49 คะแนน ตามด้วยแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 3 และแบบที่ 2 ตามลำดับ เนื่องจากแผงค้าอาหารทอดแบบที่ 1 มีลักษณะของโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน มีการติดตั้งอุปกรณ์พื้นฐานเท่าที่จำเป็น จึงส่งผลให้มีข้อดีทั้งด้านต้นทุนการผลิตที่ต่ำ การจัดการหรือการควบคุมทำได้ง่าย รวมทั้งสามารถซ่อมแซมและบำรุงรักษาความสะอาดได้อย่างง่าย

5.3 ข้อเสนอแนะ

แผงค้าอาหารทอดที่ได้ทำการออกแบบนั้นเป็นเพียงต้อนแบบของแผงค้าอาหารประเภททอดที่ถูกออกแบบโดยคำนึงถึงสุขลักษณะที่ดีในการประกอบอาหารและต้นทุนในการเริ่มต้นธุรกิจเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของแผงค้าอาหารให้มีความเหมาะสมกับกระบวนการแปรรูปอาหาร รวมทั้งตอบสนองต่อความต้องการของผู้ประกอบการมากยิ่งขึ้น โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. เนื่องจากแผงค้าอาหารที่ได้ทำการออกแบบ มีการออกแบบให้มีส่วนประกอบที่ทำมาจากวัสดุอื่นที่อาจไม่เหมาะสมกับกระบวนการแปรรูปอาหารเพื่อลดต้นทุนในการผลิต จึงควรมีการควบคุมกระบวนการผลิตที่ดี รวมทั้งมีการทำความสะอาดแผงค้าเป็นประจำ
2. ควรมีการเลือกทำเลที่ตั้งในการติดตั้งแผงค้าที่ดี เพื่อลดการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกในบริเวณที่ติดตั้งแผงค้า เนื่องจากแผงค้าอาหารถูกออกแบบให้ไม่สามารถเคลื่อนไปไหนได้
3. อาจมีการปรับปรุงแผงค้าให้สามารถเคลื่อนที่ได้โดยการปรับเปลี่ยนโครงสร้างบริเวณฐานด้านล่าง โดยมีการตัดตั้งล้อเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่
4. ควรมีการติดตั้งระบบไฟฟ้าเพิ่มเติมสาหรับใช้เป็นแหล่งพลังงานภายในแผงค้าอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กตัญญู หิรัญญสมบูรณ์. (2552). *การจัดการธุรกิจขนาดย่อม.* กรุงเทพฯ: เท็กซ์แอนด์เจอร์ นัลด์.

จันทร์นา สงวนรุ่งวงศ์. (2549). *คู่มือการประยุกต์ใช้ GMP และ 5ส ในอุตสาหกรรมอาหาร.* กรุงเทพฯ: พงษ์วรินการพิมพ์.

ทิพาพร อยู่วิทยา. (2558). การใช้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้ออาหาร. *Mini Food Engineering 2015.*

นัยนา ใช้เทียมวงศ์, พาสนา ชมกลิ่น และ สมชาย สุวะไกร. (2558). *การประเมินสถานการณ์สุขาภิบาลอาหารในสถานประกอบการด้านอาหาร.* กรุงเทพมหานคร: สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ.

วิไล รังสาดทอง. (2543). *เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.* กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.

สุวิมล กีรติพิบูล. (2544). *ระบบประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของหาร HACCP.* กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สำนักสถิติสังคม. (2557). *การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของประชากร พ.ศ.2556.* กรุงเทพฯ: สำนักงานสถิติแห่งชาติ.

Bae, S. C., Park, S. Y., Kim, A. N., Oh, M. H. and Ha, S. D. (2014). Survival of hepatitis A virus on various food-contact surfaces during 28 days of storage at room temperature. *Food Research International, 64*, 849–854.

Brennan, J. G. and Grandison, A. S. (2012). *Food Processing Handbook* (2 ed., Vol. 2). Weinheim, Germany: Wiley-VCH.

Free Documents. (2004, April). Retrieved December 26, 2016, from The European Hygienic Engineering & Design Group (EHEDG): https://www.ehedg.org/guidelines/free-documents/

The Sphere Handbook. (2017, March 8). Retrieved from The Sphere Project: http://www.sphereproject.org/handbook/

Dawson, R., Liamrangsi, S. and Boccas, F. (1996). *Bangkok's street food project.* Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations : FAO.

Keeshin, I. A., & Ronald J. Kruse. (1973, July 24). *United States Patent No. US3748437.*

Leggi, A. (2003, July 29). *United States Patent No. US006598514B2.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Patsioura, A., Ziaiifar, A. M., Smith, P., Menzel, A. and Vitrac, O. (2015). Effects of oxygenation and process conditions on thermo-oxidation of oil during deep-frying. *Food and Bioproducts Processing*.

Sealey, K. S. and Smith, J. (2014). Recycling for small island tourism developments: Food waste composting at Sandals Emerald Bay, Exuma, Bahamas. *Resources, Conservation and Recycling, 92*, 25-37.

Ulrich, K. T. and Eppinger, S. D. (2012). *Product Design and Development* (5 ed.). New York: McGraw-Hill.

Wu, H., Tassou, S., Karayiannis, T., & Jouhara, H. (2013). Analysis and simulation of continuous food frying processes. *Applied Thermal Engineering*, 332 - 339.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

กำหนดชื่อสแตนเลส

ตารางที่ ก.1 การกำหนดชื่อสแตนเลสตาม AISI DIN และ EN ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

AISI	DIN/EN	การวิเคราะห์องค์ประกอบ					
		C%	Cr%	Ni%	Mo%	Ti%	N%
304L	eg: DIN 1.4307 (EN X2CrNi18-9)	< 0.03	18	9			
316L	eg: DIN 1.4435 (EN X2CrNiMo18-14-3)	< 0.03	18	14	3		
410	DIN 1.4006 (EN X12Cr13)	< 0.12	13	< 0.75			
409	DIN 1.4512 (EN X2CrTi12)	< 0.03	11.5			< 0.65	
329	DIN 1.4460 (EN X3CrNiMoN27-5-2)	< 0.05	27	5.5	1.7		< 0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

แบบฟอร์มสำรวจแผงค้าอาหารทอดโดยรอบสถาบัน

ตารางที่ ข.1 แบบฟอร์มสำรวจแผงค้าอาหารทอด

Date&Time	แบบสำรวจบูธขายอาหารประเภททอด	NO :
ชื่อ-นามสกุล :		เบอร์โทรศัพท์ :
เวลาจำหน่าย :		ผลิตภัณฑ์ :
สถานที่ตั้ง :		ประเภท :

ลักษณะบูธ	หมายเหตุ :
ขนาด : ม. X ม.	
วัสดุที่ใช้:	
ความสะอาดโดยรวม ☐ สูง ☐ กลาง ☐	

วัตถุดิบ	หมายเหตุ :
วัตถุดิบหลักที่ใช้	
ปริมาณวัตถุดิบใน1 วัน : กิโลกรัม	

การเก็บรักษาวัตถุดิบ	หมายเหตุ :
ภาชนะ/อุปกรณ์ที่ใช้เก็บวัตถุดิบ	
☐ ตู้เย็น ☐ ถังบรรจุน้ำแข็ง ☐ อื่นๆ ระบุ	
วัสดุของภาชนะ/อุปกรณ์ที่ใช้เก็บวัตถุดิบ	
ขนาดภาชนะ/อุปกรณ์ที่ใช้เก็บวัตถุดิบ ลิตร	
ชนิดสารทำความเย็น ☐ น้ำแข็ง ☐ ระบบทำความเย็น ☐ ไม่ใช้	
ปริมาณน้ำแข็งที่ใช้ใน 1 วัน : กิโลกรัม	

การใช้น้ำ	หมายเหตุ :
ประเภท ☐ ล้างอุปกรณ์ ปริมาณที่ใช้ใน1 วัน ลิตร	
แหล่งน้ำที่ใช้	
☐ ประกอบอาหาร ปริมาณที่ใช้ใน1 วัน ลิตร	
แหล่งน้ำที่ใช้	

ผลิตภัณฑ์ที่พร้อมจำหน่าย	หมายเหตุ :
การเก็บผลิตภัณฑ์เตรียมจำหน่าย	
ภาชนะ/อุปกรณ์รองรับ:	
วัสดุของภาชนะ/อุปกรณ์รองรับ:	
ขนาด : ม. X ม.	

ความสะอาด	หมายเหตุ :
การล้างอุปกรณ์ภาชนะที่ใช้	
☐ ถัง| วัสดุ:	
| ขนาด : ลิตร	
☐ กะละมัง| วัสดุ:	
| ขนาด : ลิตร	
☐ อ่างล้าง| วัสดุ:	
| ขนาด : ลิตร	
ความถี่ในการล้างอุกรณ์ใน1 วัน : ครั้ง	

ของเสีย	หมายเหตุ :
ประเภท ☐ ขยะมูลฝอย ☐ น้ำทิ้ง ☐ ควันไอเสีย	
☐ อื่นๆ ระบุ:	
ปริมาณของเสียใน 1 วัน : กิโลกรัม	
การกำจัดของเสีย	
ภาชนะรองรับของเสีย:	
ขนาด : ลิตร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

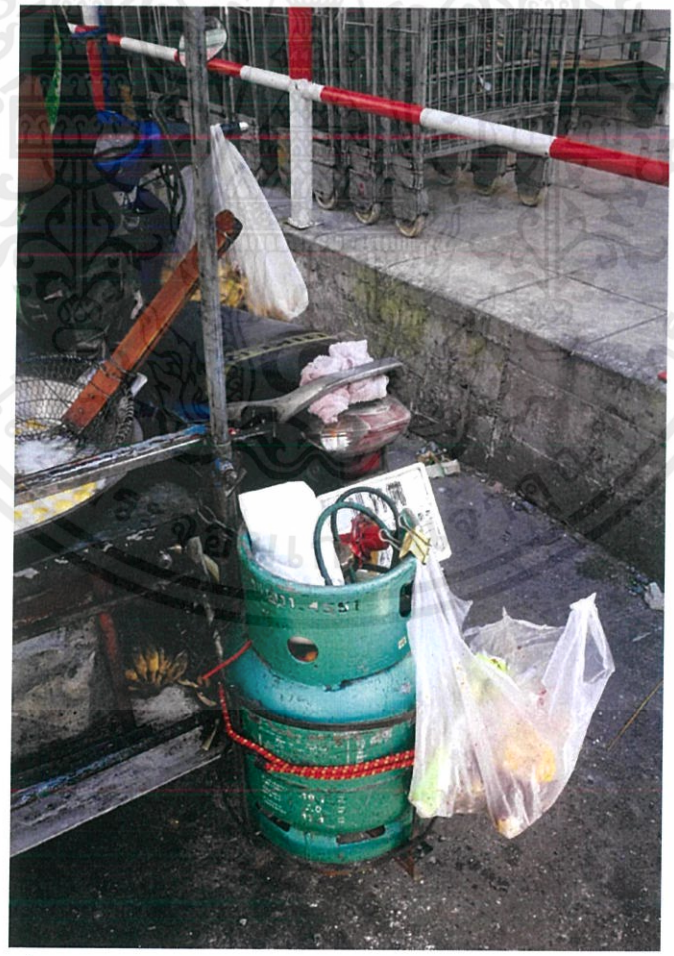
รูปการสำรวจแผงค้าอาหารทอดโดยรอบสถาบัน

รูปที่ ค.1 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 13/5 (1)

รูปที่ ค.2 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 13/5 (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.3 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 13/5 (3)



รูปที่ ค.4 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 13/5 (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.5 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (1)

รูปที่ ค.6 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.7 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (3)

รูปที่ ค.8 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.9 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (5)

รูปที่ ค.10 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.11 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (7)

รูปที่ ค.12 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยจินดา (8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.13 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 46 (1)

รูปที่ ค.14 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 46 (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.15 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 46 (3)

รูปที่ ค.16 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยลาดกระบัง 46 (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.17 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยเกกีงาม (1)

รูปที่ ค.18 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยเกกีงาม (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค.19 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยเกกีงาม (3)

รูปที่ ค.20 แผงค้าอาหารทอดบริเวณซอยเกกีงาม (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

ผลการสำรวจแผงค้าอาหารทอดโดยรอบสถาบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารทอด

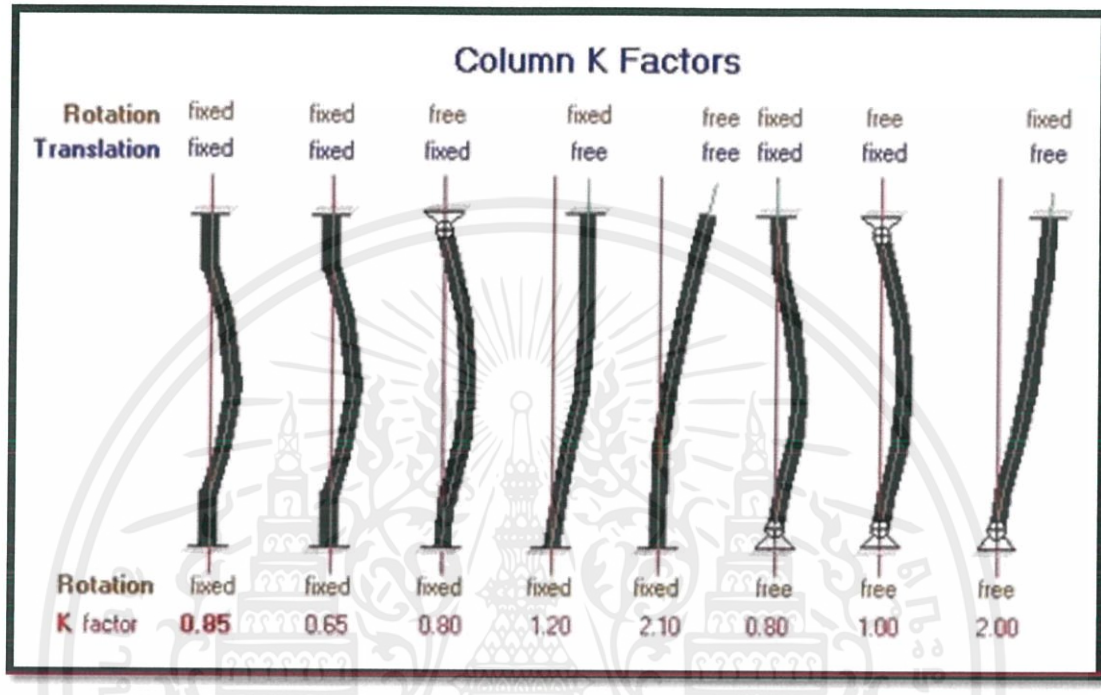
ร้านที่	ขนาดแผงค้า						วัตถุดิบ		การเก็บวัตถุดิบ		
	กว้าง	ยาว	วัสดุ	ความสะอาด			ชนิด	ปริมาณ	ชนิด	ขนาด	ปริมาณน้ำแข็ง
				สูง	กลาง	ต่ำ		กก.		ลิตร	กก.
1	0.6	1.5	เหล็ก+อลูมิเนียม			/	กล้วย 10 หวี	30	N/A	N/A	N/A
2	0.8	1.5	เหล็ก+อลูมิเนียม		/		ไก่	50	ถังพลาสติก	150	25
3	0.6	1.5	ไม้		/		หมู+ไก่	10	ถังพลาสติก	N/A	25
4	0.7	1.2	เหล็ก+อลูมิเนียม		/		ลูกชิ้น	10	ถังพลาสติก	160	12.5
5	0.6	1.5	เหล็ก+อลูมิเนียม		/		ไก่	30	ถังพลาสติก		25
6	0.6	1.3	เหล็ก+อลูมิเนียม			/	ปลากราย	15	กล่องโฟม	38.5	12.5
7	0.8	1.5	เหล็ก+อลูมิเนียม			/	ไก่	20	กล่องโฟม	81	25
8	0.6	1.8	อลูมิเนียม		/		ลูกชิ้น	10	ถังพลาสติก	120	50
9	0.7	1.2	เหล็ก+อลูมิเนียม		/		ไก่	20	ถังพลาสติก	120	25
10	0.7	1.3	เหล็ก+อลูมิเนียม			/	กล้วย 20 หวี	60	ถังพลาสติก	N/A	N/A
							ไก่	4			
11	0.7	1.3	เหล็ก+อลูมิเนียม		/		ลูกชิ้น	10	ตู้กระจก	117	12.5
12	0.6	1.3	เหล็ก+อลูมิเนียม			/	ลูกชิ้นปลา	8	กล่องโฟม	38.05	25
13	0.6	1.5	เหล็ก+อลูมิเนียม		/		ลูกชิ้น	10	ถังพลาสติก	120	12.5
14	0.6	1.5	เหล็ก+อลูมิเนียม		/		เกี๊ยว 2 ห่อ	0.2	ถังพลาสติก	N/A	12.5
							ลูกชิ้น	10			
15	0.7	1.5	เหล็ก+อลูมิเนียม		/		ลูกชิ้น	8	กล่องโฟม	29.6	12.5

ตารางที่ ง.1 ผลการสำรวจแผงค้าอาหารทอด(ต่อ)

ร้านที่	การใช้น้ำ			การเก็บผลิตภัณฑ์			การทำความสะอาด	ของเสีย		
	ล้าง	ประกอบอาหาร	ปริมาณ	ชนิด	กว้าง	ยาว	จำนวนครั้ง	ภาชนะ	ปริมาณขยะมูลฝอย	น้ำทิ้ง
1	/		15	ถาดอลูมิเนียม(กลม)	0.4		1	ถุงพลาสติก	1.2	15
2	/		N/A	ถาด+ตะแกรงอลูมิเนียม	0.4	0.6	1	ถังพลาสติก	1	N/A
3	/		2	ถาดอลูมิเนียม	0.3	0.5	1	ถังพลาสติก	N/A	2
4	/		N/A	ถาดอลูมิเนียม	0.2	0.3	1	ถังพลาสติก	0.3	N/A
5	/		20	ถาดอลูมิเนียม	0.3	0.5	1	ถังพลาสติก	0.6	20
6	/		2	ถาด+ตะแกรงSS	0.3	0.5	1	ถุงพลาสติก	N/A	2
7	/		14	ถาดอลูมิเนียม	0.3	0.5	1	ถุงพลาสติก	0.4	14
8	/		N/A	ถาดอลูมิเนียม	0.3	0.5	1	ถุงพลาสติก	0.4	N/A
				กระด้ง(กลม)	0.4					
9	/	/	N/A	ถาด+ตะแกรงอลูมิเนียม	0.3	0.5	1	ถังพลาสติก	0.5	N/A
10	/	/	N/A	ถาด+ตะแกรงSS	0.3	0.5	1	ถุงพลาสติก	2	N/A
11	/		16	N/A	N/A	N/A	1	ถุงพลาสติก	N/A	16
12	/		N/A	ถาดอลูมิเนียม	0.4	0.6	1	ถุงพลาสติก	0.2	N/A
13	/		14	ถาดอลูมิเนียม	0.3	0.5	1	ถุงพลาสติก	N/A	14
14	/		28	ถาดอลูมิเนียม	0.3	0.5	1	ถุงพลาสติก	0.3	28
15	/		15	ถาดอลูมิเนียม	0.4	0.6	1	ถุงพลาสติก	N/A	15

ภาคผนวก จ.

ข้อมูลสำหรับการคำนวณ



รูปที่ จ.1 ค่าคงที่ K สำหรับการเสียรูปของเสาแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ข้อมูลสำหรับเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ลำดับ	ขนาด(ดxด) (มม.)	หนา (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม/เมตร)	น้ำหนัก (กิโลกรัม/6เมตร)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม.)
1	เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า 50x25	2.3	2.44	14.64	3.101
2	เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า 50x25	3.2	3.24	19.44	4.126
3	เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า 60x30	2.3	2.98	17.88	3.791
4	เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า 60x30	3.2	3.99	23.94	5.086
5	เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า 75x38	2.3	3.81	22.86	4.85
6	เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า 75x38	3.2	5.15	30.9	6.558
7	เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า 75x45	2.3	4.06	24.36	5.171
8	เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า 75x45	3.2	5.5	33	7.006
9	เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า 100x50	2.3	5.14	30.84	6.551
10	เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า 100x50	3.2	7.01	42.06	8.926

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้