

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงาน
นํ้ายาขนมจีนเข้มข้นบรรจุกระป๋อง

FEASIBILITY STUDY OF INVESTMENT ON THE
CONCENTRATED CANNED NAM-YA THAI NOODLE
PROCESSING PLANT



T119489

คณิศร

สิหนุทัย

แคทรียา

น้อยโสธร

สายใจ

จันทคล้าย

อภัสสร

ณรงค์เปลี่ยน

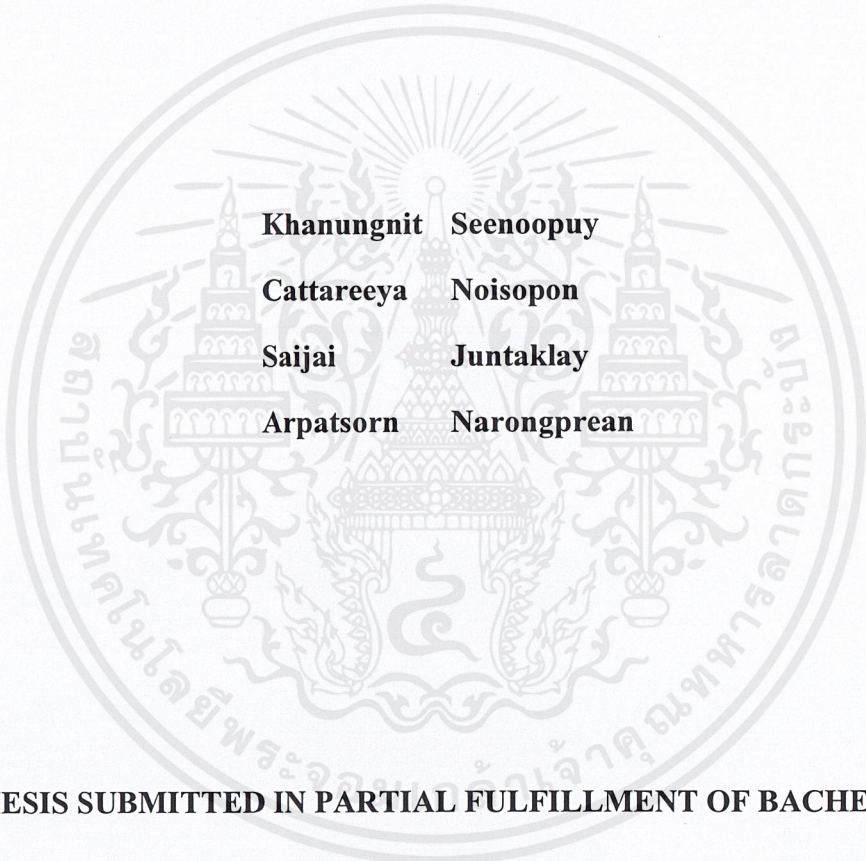
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119489
วัน,เดือน,ปี - 8 S.ค. 2554

b. 10.06.54
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอาหาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**FEASIBILITY STUDY OF INVESTMENT ON THE
CONCENTRATED CANNED NAM-YA THAI NOODLE
PROCESSING PLANT.**



Khanungnit Seenoopuy

Cattareeya Noisopon

Saijai Juntaklay

Arpatsorn Narongprean

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF BACHELOR
DEGREE**

FOOD ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงานน้ำยาขนมจีนเข้มข้นบรรจุกระป๋อง

Feasibility study of investment on the concentrated caned Nam-Ya Thai Noodle
processing plant.

ผู้จัดทำ

นางสาวคณินิจ	สีหนูปุย	รหัสนักศึกษา	50010171
นางสาวแคทรียา	น้อยโสภณ	รหัสนักศึกษา	50010185
นางสาวสายใจ	จันทคล้าย	รหัสนักศึกษา	50011664
นางสาวอภัสสร	ฉรงค์เปลี่ยน	รหัสนักศึกษา	49012431

(ผศ.ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งโรงงานนํ้ายาขนมจีนเข้มข้นบรรจุ
กระป๋อง

นักศึกษา	นางสาวคณินิจ	สีหนูปุ๋ย
	นางสาวแคทรียา	น้อยโสภณ
	นางสาวสายใจ	จันทคล้าย
	นางสาวอภัสสร	ณรงค์เปลี่ยน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. พิมพ์เพ็ญ	พรเฉลิมพงศ์
ปริญญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอาหาร	
ปีการศึกษา	2553	

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษากรรมวิธีการผลิต และความเป็นไปได้ในการจัดตั้ง
โรงงานนํ้ายาขนมจีนปลาช่อนเข้มข้น บรรจุกระป๋อง ในเขตตำบลหนองปรือ จังหวัดสมุทรปราการ
โดยได้กำหนดชนิดปริมาณ และคุณภาพวัตถุดิบ สร้างสูตร และ หาเวลาในการฆ่าเชื้อ นํ้ายาเข้มข้น
บรรจุในกระป๋องขนาด 211×400 ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อ 67.34 นาที ($F_0 = 8$ อุณหภูมิ 120 °c)
เพื่อให้ปลอดภัยต่อการบริโภค ข้อมูลดังกล่าว นำมาใช้เพื่อ ออกแบบและวางผังโรงงานให้
สอดคล้องตามหลัก GMP(Good Manufacturing Process) และ HACCP(Hazard Analysis and
Critical Control Point) และได้วิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนสร้าง
โรงงาน

Project Title	Feasibility study of investment on the concentrated canned Nam-Ya Thai Noodle Processing Plant.	
Students	Miss Khanungnit	Seenoopuy
	Miss Cattareeya	Noisopon
	Miss Saijai	Juntaklay
	Miss Arpatsorn	Narongprean
Project Advisor	Asst.Prof.Dr.Pimpem	Pornchaloempong
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Food Engineering	
Academic Year	2010	

ABSTRACT

The Objectives of this project were to determine the production process of Nam-Ya-Kha-Nom-Jeen in Nongprue sub district Administration Organization. Raw material's qualities were specified and product's formulation was developed. The heat penetration of the product packed in can size of 211* 400 to achieved the Fo of 8 minutes was evaluated. The scheduled process was used of for designing processing plant in according with Good Manufacturing Process (GMP) and Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). The feasibility of investment was included.

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการครั้งนี้มีอาจุล่งไปได้หากหาความช่วยเหลือต่างๆในหลายฝ่าย
ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบคุณบุคคลต่างๆดังต่อไปนี้

ขอขอบคุณผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้ความรู้ความ
ช่วยเหลือ และความห่วงใย ตลอดจนคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ทั้งในการเรียนและการทำงาน จน
งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณองค์การบริหารส่วนตำบลหนองปรือ อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ และ
ที่เอื้อเฟื้อวัตถุดิบในการทดลอง

ขอขอบคุณผศ.เชื้อ นกอยู่ ที่ให้ความช่วยเหลือในการประสานงานกับทาง อบต.หนองปรือ
ตลอดมา

ขอขอบคุณคณะอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งให้ความ
ช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ที่ให้โอกาสในการศึกษาเล่าเรียน ความห่วงใย กำลังใจ ความ
เข้าใจ และการสนับสนุนเป็นอย่างดีเสมอมา

คณะผู้จัดทำ

คณินิจ

สีหนุปุย

แคลทริยา

น้อยโสถณ

สายใจ

จันทคล้าย

อภัสสร

ณรงค์เปลี่ยน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร

2.1 น้้ายาขมจีน	3
2.1.1 ปลาช่อน	3
2.1.2 น้ำพริกแกง	3
2.1.3 กะทิ (Coconut milk)	6
2.2 การผลิตอาหารกระป๋อง	6
2.2.1 กลุ่มที่ทนความร้อนสูง	6
2.2.2 กลุ่มที่ทนความร้อนปานกลาง	7
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	7
2.4 การถ่ายเทความร้อนภายในกระป๋องและ Cold point ในอาหารภายในกระป๋อง	7
2.4.1 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน	7
2.4.2 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน	8
2.4.3 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบผสม	9
2.5 การคำนวณหาเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	9
2.6 การบรรจุ	10
2.7 การออกแบบและวางผังโรงงานอาหารอย่างถูกสุขลักษณะ	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7.1 การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน	11
2.7.2 การออกแบบลักษณะโรงงานและอาคาร	12
2.7.3 การจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์	15
2.7.4 ส่วนอำนวยความสะดวกของพนักงาน	15
2.7.5 อาคารสำนักงาน	16
2.7.6 ความปลอดภัย	16
2.8 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม	17
2.8.1 หลักการสำคัญของระบบ HACCP	17
2.8.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ระบบ HACCP	18
บทที่ 3 การทดลองเพื่อหากระบวนการผลิตน้ำยาขมจินบรจุระป้อง	
3.1 การทดลอง	20
3.1.1 การเตรียมวัตถุดิบผลิตภัณฑ์น้ำยาขมจินเข้มขึ้น	20
3.1.2 การทดลองหาผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ (% yield)	23
3.1.3 การทดลองหาส่วนผสมของน้ำยาขมจินเข้มขึ้น	24
3.1.4 การหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชือน้ำยาขมจินกระป้อง	24
3.2 ผลการทดลอง	25
3.2.1 ผลการทดลองการหาผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ (% yield)	25
3.2.2 ผลการทดลองหาส่วนผสมของน้ำยาขมจินเข้มขึ้น	26
3.2.3 ผลทดลองหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชือน้ำยาขมจินกระป้อง	27
3.3 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	31
3.3.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองการหาผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ (% yield)	31
3.3.2 สรุปและวิจารณ์ผลการหาส่วนผสมของน้ำยาขมจินเข้มขึ้น	31
3.3.3 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ	31
บทที่ 4 การออกแบบและวางผังโรงงาน	
4.1 ขั้นตอนการผลิตและการวิเคราะห์จุดวิกฤตในกระบวนการผลิต	32
4.1.1 รายละเอียดผลิตภัณฑ์	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.2 การวางแผนผังขั้นตอนการผลิตและการควบคุมจุดวิกฤติ	33
4.2 การออกแบบและการวางแผนโรงงาน	40
4.2.1 องค์ประกอบในการพิจารณาเพื่อการวางแผนการไหลของวัสดุ	40
4.2.2 กระบวนการผลิต	42
4.2.3. เนื้อที่ที่ต้องการ	45
4.2.4 สิ่งสนับสนุนและบริการภายในโรงงาน	49
4.3 แผนภาพการไหลและผังโรงงาน	50
บทที่ 5 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์	
5.1 การวิเคราะห์สภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรม (Five-Force Model)	61
5.2 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรค (SWOT Analysis)	62
5.3 การเติบโตของตลาดอาหารกระป๋อง (Growth of Market)	64
5.4 เทคโนโลยีด้านการผลิต	64
5.5 ลูกค้ายุุ่มเป้าหมาย (Target Group)	64
5.6 การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Positioning)	64
5.7 กลยุทธ์ทางการตลาด (Marketing Strategy)	65
5.8 แผนการผลิต (Manufacturing and Production)	65
5.9 กำลังการผลิต	66
5.10 แผนงานโครงการ	66
5.11 การวิเคราะห์ต้นทุนโครงการนำยাকেทิปลาช่อนบรรจุกระป๋อง	67
5.11.1 การจัดซื้อและประเมินราคาเครื่องจักร	67
5.11.2 การประมาณค่าก่อสร้างอาคาร	68
5.11.3 ค่าดำเนินการ	69
5.11.4 ต้นทุนแปรผันด้านวัตถุดิบ	70
5.11.5 วิเคราะห์จำนวนปีในการคืนทุน	71
5.12 การวางแผนการผลิต	72

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การรับวัตถุดิบตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.)	4
ตารางที่ 3.1 ผลได้ร้อยละของวัตถุดิบน้ำยาขนมจีน	25
ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของน้ำยาขนมจีนเข้มข้น	26
ตารางที่ 3.3 เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อน้ำยาขนมจีน	30
ตารางที่ 4.1 รายละเอียดผลิตภัณฑ์และวัตถุประสงค์การใช้	32
ตารางที่ 4.2 ขอบข่ายอันตรายที่มีโอกาสพบในระบบการผลิต	35
ตารางที่ 4.3 แผนการควบคุมจุดวิกฤติ (Hazard Analysis Critical Control Point)	36
ตารางที่ 4.4 ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ต่อวัน	46
ตารางที่ 4.5 พื้นที่ที่ต้องการภายในอาคารผลิต	47
ตารางที่ 4.6 พื้นที่ที่ต้องการสำหรับหน่วยสนับสนุนการผลิต	47
ตารางที่ 5.1 แผนงานโครงการ	66
ตารางที่ 5.2 ราคาเครื่องจักร	67
ตารางที่ 5.3 การประมาณค่าก่อสร้างอาคาร	68
ตารางที่ 5.4 ค่าดำเนินการ	69
ตารางที่ 5.5 ต้นทุนแปรผันด้านวัตถุดิบ	70
ตารางที่ 5.6 วิเคราะห์จำนวนปีในการคืนทุน	71
ตารางที่ 5.7 วิธีการคำนวณ	71

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การถ่ายเทความร้อน	8
รูปที่ 2.2 การถ่ายเทความร้อนในลักษณะต่างๆในอาหาร	8
รูปที่ 2.3 เส้นกราฟแทรกผ่านความร้อนแบบเส้นตรงเดียว	10
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำพริกแกง	20
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมน้ำมันปลาสด	21
รูปที่ 3.3 กระบวนการผลิตน้ำยาขมจินเข้มขึ้นบรรจุกระป๋อง	22
รูปที่ 3.4 กราฟแสดงลักษณะวงจรของกระบวนการความร้อนในระหว่าง กระบวนการฆ่าเชื้อ	27
รูปที่ 3.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาให้ความร้อนและค่า Log (120-T) ของน้ำยาขมจินเข้มขึ้น	28
รูปที่ 3.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาให้ความร้อนและค่า Log (120-T) ของน้ำยาขมจินเข้มขึ้น	29
รูปที่ 3.7 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเวลาให้ความร้อนและค่า Log (120-T) ของน้ำยาขมจินเข้มขึ้นและเจือจาง	30
รูปที่ 4.1 แผนผังขั้นตอนการผลิต (Process Flow Diagram)	33
รูปที่ 4.2 แผนผังแผนกเตรียมวัตถุดิบ	50
รูปที่ 4.3 แผนผังการไหลแผนกเตรียมวัตถุดิบ	51
รูปที่ 4.4 แผนผังแผนกปรุง	52
รูปที่ 4.5 แผนผังการไหลแผนกปรุง	53
รูปที่ 4.6 แผนผังแผนกฆ่าเชื้อ	54
รูปที่ 4.7 แผนผังการไหลแผนกฆ่าเชื้อ	55
รูปที่ 4.8 แผนผังแผนกบรรจุและปิดผนึก	56
รูปที่ 4.9 แผนผังการไหลแผนกบรรจุและปิดผนึก	57
รูปที่ 4.10 แผนผังอาคารผลิต	58
รูปที่ 4.11 แผนผังการไหลอาคารผลิต	59
รูปที่ 4.12 แผนผังภาพรวมโรงงาน	60
รูปที่ 5.1 การแข่งขันของอุตสาหกรรม	61

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ขนมจีนน้ำยาเป็นอาหารคาวอย่างหนึ่งของคนไทยมาช้านาน น้ำยาขนมจีนเป็นส่วนสำคัญในการบริโภคขนมจีนน้ำยา แต่ขั้นตอนในการทำน้ำยาขนมจีนนั้นมีความยุ่งยากต่อการทำ เริ่มตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบต่างๆ เช่น ปลา กะทิ และเครื่องแกง เหล่านี้ล้วนต้องใช้เวลาในการเตรียมวัตถุดิบทั้งสิ้น ซึ่งในปัจจุบันมีน้อยคนมากที่จะทำน้ำยาขนมจีนทานเอง ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเลือกบริโภคตามร้านอาหาร หรือช่วงที่เป็นเทศกาลงานบุญเท่านั้น ซึ่งจะพบเห็นร้านขายขนมจีนทั้งเล็กและใหญ่ตั้งแต่ข้างถนนไปจนถึงบนห้างสรรพสินค้า ขนมจีนกลายเป็นอาหารที่นิยมทานกันในทุกท้องถิ่นของไทย ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดทำโรงงานน้ำยาขนมจีนเข้มข้น เพื่อให้สะดวกต่อการบริโภคหรือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค ในการเลือกบริโภคน้ำยาขนมจีน การพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยการคิดค้นกรรมวิธีผลิตน้ำยาขนมจีนและการจัดตั้งโรงงานน้ำยาขนมจีนนั้น เป็นการเพิ่มผลผลิต มูลค่าของสินค้า และเป็นการสร้างงานสร้างอาชีพให้กับคนในชุมชนหนองปรือ โดยตำบลหนองปรือยังตั้งอยู่ใกล้กับสนามบินสุวรรณภูมิที่มีชาวต่างชาติมากมายที่เข้ามาในประเทศไทยซึ่งง่ายต่อการนำเสนอสินค้าให้เป็นที่รู้จักของชาวต่างชาติได้เป็นอย่างดี ในอนาคตได้มีการคาดการณ์ในการขยายตลาดให้สามารถส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศได้ เพื่อให้คนทั่วโลกได้รู้จักขนมจีนน้ำยามากขึ้น ส่วนตลาดในประเทศจะมีการจำหน่ายตามร้านสะดวกซื้อ ห้างสรรพสินค้า รวมถึงสถานที่ท่องเที่ยวต่างๆทั่วประเทศ ข้อได้เปรียบของน้ำยาขนมจีนที่ผลิตขึ้นนั้นคือ สามารถควบคุมคุณภาพได้ตามมาตรฐานและปลอดภัยจากเชื้อโรคต่างๆ ตามมาตรฐานการผลิตอุตสาหกรรมอาหาร

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาวัตถุดิบ สูตรผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิตน้ำยากะทิปลาช่อน ศึกษาการวางแผนกระบวนการผลิตประกอบด้วย การกำหนดกรรมวิธีการผลิตและควบคุมคุณภาพ การเลือกเครื่องจักรให้เหมาะสมในกระบวนการผลิตภายใต้ข้อควบคุมการกำหนดในอุตสาหกรรม วิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนโครงการจัดตั้งโรงงานน้ำยากะทิปลาช่อน

1.2.1 ทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม แหล่งวัตถุดิบ

1.2.2 วิเคราะห์ตลาด

1.2.3 เศรษฐศาสตร์ในการลงทุน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการนํายากระทิปลาช่อน 2สูตรนํายากระทิ เข้มข้น และนํายากระทิเจี๊จาง คือ

- 1.3.1 ศึกษาตัวผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย วัตถุดิบ สูตรผลิตภัณฑ์ และกรรมวิธีการผลิตนํายากระทิหลักการควบคุมคุณภาพของอาหารกระป๋องกรดต่ำ
- 1.3.2 การวางแผนโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กตามข้อกำหนดของอุตสาหกรรม
- 1.3.3 วิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ทางวิศวกรรม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 สามารถแปรรูปจากวัตถุดิบทางธรรมชาติเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับชุมชน
- 1.4.2 ได้ศึกษาผลทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อการวางแผนการผลิตของโรงงาน
- 1.4.3 นักศึกษาได้มีโอกาสศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และฝึกการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้ประกอบการ รู้จักการสร้างสมมติฐานจากการทำงาน เพื่อใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา วางแผนการวิจัย และวิธีการวิจัย

บทที่ 2

ตรวจสอบเอกสาร

2.1 นํ้ายาขนมจีน

ขนมจีนนํ้ายาเป็นอาหารคาวอย่างหนึ่งของคนไทยที่มีมาช้านาน นํ้ายาขนมจีนเป็นส่วนสำคัญในการบริโภคขนมจีนนํ้ายา แต่มีขั้นตอนในการทำที่พิถีพิถันและมีหลายขั้นตอน โดยเฉพาะการเตรียมวัตถุดิบต่าง ๆ เช่น ปลา กะทิ และเครื่องแกง วัตถุดิบเหล่านี้ล้วนต้องใช้เวลาในการเตรียมทั้งสิ้น เนื่องด้วยวิธีทำและขั้นตอนที่มีความยุ่งยาก ส่งผลให้ผู้บริโภคไม่นิยมทำขนมจีนนํ้ายารับประทานเอง จะนิยมเลือกบริโภคตามร้านอาหารหรือช่วงที่เป็นเทศกาลงานบุญเท่านั้น ซึ่งจะพบเห็นร้านขายขนมจีนทั้งเล็กและใหญ่ตั้งแต่ข้างถนน ไปจนถึงบนห้างสรรพสินค้า ทำให้ขนมจีนนํ้ายากลายเป็นอาหารที่นิยมทานกันในทุกท้องถิ่นของไทย ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดทำโรงงานนํ้ายาขนมจีนเข้มข้น เพื่อให้สะดวกต่อการบริโภคหรือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภค

นํ้ายาขนมจีน จัดเป็นอาหารกลุ่มกรดต่ำ (Low Acid Food) เนื่องจากมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 4.5 – 6 และมีค่า Water Activity (a_w) มากกว่า 0.85 ซึ่งในการผลิตนํ้ายาขนมจีนจะมีวัตถุดิบที่เป็นส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ประกอบด้วย เนื้อปลาช่อน นํ้าพริกแกง และ กะทิ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ปลาช่อน (Striped snake-head fish)

ปลาช่อนเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Channa striata* มีส่วนหัวค่อนข้างโต รูปร่างทรงกระบอกยาว ครีบหางเรียวปลายมน ปากกว้าง ภายในปากมีฟันเขี้ยวบนเพดาน ลำตัวสีคล้ำอมมะกอกหรือน้ำตาลอ่อน มีลายเส้นทแยงสีคล้ำตลอดทั้งลำตัว 6-7 เส้น ด้านท้องสีจางตัดกับด้านบน ครีบสีคล้ำมีขอบสีเหลืองอ่อน ครีบท้องจาง มีขนาดลำตัวประมาณ 30-40 เซนติเมตร ใหญ่สุดได้ถึง 1 เมตร นิยมนำมาบริโภคปรุงเป็นอาหารได้หลากหลายทั้งสดและตากแห้ง เป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจที่สำคัญจนอาจเรียกได้ว่าเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจอันดับหนึ่ง (ชวลิต , 2544) เนื้อปลาช่อน เป็นโปรตีนชั้นหนึ่ง เมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์ประเภทต่างๆ เนื้อปลาประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยเฉพาะการเจริญเติบโตของทารก เด็กวัยก่อนเรียน และเด็กวัยเรียน เนื้อปลาโดยลักษณะตามธรรมชาติ มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันน้อย ปลาช่อนจัดเป็นปลาที่มีไขมันสูงมากกว่า 8-20 กรัม ต่อ 100 กรัม (สำนักงานโภชนาการ กระทรวงสาธารณสุข)

2.1.2 นํ้าพริกแกง

นํ้าพริกแกง เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในอาหารไทยหลายชนิด เป็นส่วนผสมที่ได้จากการบดผสมของสมุนไพรต่าง ๆ เข้าด้วยกันทำให้ได้ชื่อว่าเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากพบว่าในนํ้าพริก

แกงมีสารแคปไซซิน สารประกอบลิพิดทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) อยู่
มาก โดยอนุมูลอิสระนี้มีผลต่อการอักเสบและการทำลายเนื้อเยื่อในระยะสั้น แต่ในระยะยาวอาจมี
ผลต่อความเสื่อมหรือการแก่ของเซลล์ อาจเป็นสารก่อมะเร็ง โรคหัวใจ และโรคต่อกระจาก จาก
การวิจัยพบว่าสารต้านอนุมูลอิสระสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งได้ นอกจากนี้ใน
สมุนไพรต่าง ๆ ยังมีสรรพคุณในการละลายลิ่มเลือด ลดความดัน ความสามารถในการชะลอความ
แก่ ความสามารถในการเดินของชีพจร (คณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน กระทรวงสาธารณสุข ,
2541)

ตารางที่ 2.1 การรับวัตถุดิบตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.)

วัตถุดิบ	คุณภาพการรับเข้า	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องคุณภาพ
หอมแดง (มกอช. 1509- 2551)	1. เป็นหอมแดงทั้งหัว 2. มีสภาพสมบูรณ์ เนื้อแน่น 3. สะอาด และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้ 4. ไม่เน่าเสีย หรือเสียหาย ซึ่งทำให้ไม่เหมาะสมต่อการบริโภค 5. ไม่มีศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อลักษณะทั่วไปของผลิตผล 6. ไม่มีความเสียหายของผลิตผลเนื่องจากศัตรูพืช 7. ไม่มีความเสียหายอันเนื่องมาจากอุณหภูมิสูง และ/หรือ อุณหภูมิต่ำ 8. ไม่มีความชื้นที่ผิดปกติจากภายนอก ยกเว้นหยดน้ำที่เกิดหลังจากการนำออกจากห้องเย็น 9. ไม่มีกลิ่นแปลกปลอม และ/หรือรสชาติที่ผิดปกติ	1. ชั้นพิเศษ (extra class) ไม่เกิน 5% โดยจำนวนหรือน้ำหนักของหอมแดงที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของชั้นพิเศษ แต่เป็นไปตามคุณภาพชั้นหนึ่ง หรือคุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของคุณภาพชั้นหนึ่ง 2. ชั้นหนึ่ง (class I) ไม่เกิน 10% โดยจำนวนหรือน้ำหนักของหอมแดงที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของชั้นหนึ่ง แต่เป็นไปตามคุณภาพชั้นสอง หรือคุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของคุณภาพชั้นสอง 3. ชั้นสอง (class II) มีหอมแดงที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของชั้นสอง หรือไม่ได้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) การรับวัตถุดิบตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.)

วัตถุดิบ	คุณภาพการรับเข้า	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องคุณภาพ
	10. ไม่แตกยอด และ/หรือ ไม่แตก รากใหม่	คุณภาพขั้นต่ำ ไม่เกิน 10% โดย จำนวนหรือน้ำหนักของหอมแดง แต่ ต้องไม่มีหอมแดงที่ไม่เหมาะสมต่อ การบริโภค
กระเทียม (มกอช. -2551 ร่าง วันที่ 3 มิถุนายน 2551)	1. กระเทียมหัว ต้องคงสภาพเป็นหัว 2. กระเทียมกลีบต้องมีเปลือกหุ้ม สมบูรณ์ 3. ไม่งอก 4. กลีบกระเทียมไม่เน่าเสีย หรืออยู่ ในสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการ บริโภค 5. ปลายกลีบไม่มีดิ่ง (หางหนู) 6. มีรูปทรง สี และรสชาติตรงตาม พันธุ์ 7. สะอาด และปราศจากสิ่ง แปลกปลอม ที่สามารถมองเห็นได้ 8. ตัดแต่งรากและ/หรือก้านใบ แล้วแต่กรณี 9. ไม่มีศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อ รูปลักษณะทั่วไปของผลิตผล 10. ไม่มีความเสียหายของผลิตผล เนื่องจากศัตรูพืช * สังเกตได้จากใบ เปลือกนอก และ เปลือกหุ้มกลีบแห้งทั้งหมด	1. ชั้นพิเศษ (extra class) ไม่เกิน 10 % โดยจำนวนหรือน้ำหนัก ของกระเทียมที่มีคุณภาพไม่เป็นไป ตามข้อกำหนดของชั้นพิเศษ แต่เป็นไปตามคุณภาพชั้นหนึ่ง หรือ คุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ความ คลาดเคลื่อนของคุณภาพชั้นหนึ่ง 2. ชั้นหนึ่ง (class I) ไม่เกิน 10 % โดยจำนวนหรือน้ำหนัก ของกระเทียมที่มีคุณภาพไม่เป็นไป ตามข้อกำหนดของชั้นหนึ่ง แต่เป็นไปตามคุณภาพชั้นสอง หรือ คุณภาพยังอยู่ในเกณฑ์ความ คลาดเคลื่อนของคุณภาพชั้นสอง 3. ชั้นสอง (class II) ไม่เกิน 15 % โดยจำนวนหรือน้ำหนัก ของกระเทียมที่มีคุณภาพไม่เป็นไป ตามข้อกำหนดของชั้นสองหรือ ไม่ได้คุณภาพขั้นต่ำ โดยไม่มีผลเน่า เสียหรือมีสภาพไม่เหมาะสมต่อการ บริโภค

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) การรับวัตถุดิบตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.)

วัตถุดิบ	คุณภาพการรับเข้า	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเรื่องคุณภาพ
พริกใหญ่แห้ง (มกษ.3001-2553)	1. ไม่มีกลิ่นอับ หรือกลิ่นแปลกปลอม 2. พริกแห้งในบรรจุภัณฑ์เดียวกัน ต้องเป็นชนิดเดียวกัน 3. ไม่มีศัตรูพืช หรือชิ้นส่วนของศัตรูพืช 4. ไม่เน่าเสียจนทำให้ไม่เหมาะต่อการบริโภค 5. ไม่เห็นเส้นใยของเชื้อรา เมื่อมองด้วยตาเปล่า 6. ความชื้นไม่เกิน 13.5% 7. ไม่มีการแต่งสี	1. ผลมีสีผิดปกติ ไม่เกิน 5 % 2. ผลไม่สมบูรณ์ ไม่เกิน 5 % 3. ผลแตกหรือหัก พริกใหญ่แห้ง ไม่เกิน 10 %

2.1.3 กะทิ (Coconut milk)

กะทิเป็นหนึ่งในส่วนผสมของการปรุงอาหารที่นิยมในประเทศไทย ใช้ในอาหารประเภทแกงกะทิและขนมหวานหลายชนิด และในกระบวนการผลิตน้ำยาขมนมจืด กะทิเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญอีกอย่างเพื่อเพิ่มความหวาน หอม ให้แก่อาหาร โดยกะทิที่ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำยาขมนมจืดเป็นแบบบรรจุกระป๋อง ซึ่งมีค่า $F_0 = 5$ นาที (นภาพร, 2548) ตามหลักมาตรฐานอุตสาหกรรม เลขที่มาตรฐาน มอก. 582 2528

2.2 การผลิตอาหารกระป๋อง

น้ำยาขมนมจืด จัดเป็นอาหารกลุ่มกรดต่ำ (Low Acid Food) เนื่องจากมีความเป็นกรดต่ำ (pH) ประมาณ 4.5 – 6 และมีค่า Water Activity (a_w) มากกว่า 0.85 การฆ่าด้วยความร้อนจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* จุลินทรีย์ที่สำคัญที่ทำให้อาหารกลุ่มนี้เกิดการเสื่อมเสีย แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

2.2.1 กลุ่มที่ทนความร้อนสูง (Thermophiles) ได้แก่

-พวกที่ทำให้เกิด flat sour ได้แก่ *B.stearothermophilus*

-พวกที่ไม่ต้องการอากาศ และไม่ผลิต H_2S ได้แก่ *Cl.thermosaccharolyticum*

-พวกที่ไม่ต้องการอากาศและเกิด H_2S ได้แก่ *Desulfotomaculum nigrificans*

2.2.2 กลุ่มที่ทนความร้อนปานกลาง (Mesophiles) ได้แก่

-พวกที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobe) ได้แก่ *Cl. botulinum*, *Cl. sporogenes*, *Cl. butyricum*, *Cl. pasteurinum*

-พวกที่เจริญได้ทั้งที่มีและไม่มีอากาศ (Facultative anaerobe) ได้แก่ *B.licheniformis*, *B.cereus*, *B.megaterium*

ในกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนต้องใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า $121.1^\circ C$ ค่า Z value เท่ากับ $11^\circ C$ และค่า $F_0 = 8$ นาที เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์เหลือจากการฆ่าเชื้อ แล้วจึงนำไปหาเวลาในการฆ่าเชื้อ

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

1. คุณสมบัติในการการทนทานต่อความร้อนของสปอร์จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร การทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารต้องพิจารณาระดับอุณหภูมิและปริมาณความร้อนที่ต้องการ นอกจากนี้ยังต้องศึกษาถึงความทนความร้อนของจุลินทรีย์

2. อัตราเร็วที่ปริมาณความร้อนแทรกผ่านไปยังจุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหาร เวลาที่ใช้จะทำให้จุดที่ร้อนช้าที่สุดในภาชนะถึงอุณหภูมิที่ต้องการ

2.4 การถ่ายเทความร้อนภายในกระป๋องและ Cold point (CT) ในอาหารภายในกระป๋อง

หลังจากบรรจุอาหารในกระป๋อง ไล่อากาศ และปิดฝา แล้วนำไปให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ จะมีการถ่ายเทความร้อนในอาหารต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของอาหารซึ่งบรรจุอยู่ สามารถแบ่งการถ่ายเทความร้อนในอาหารออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆคือ

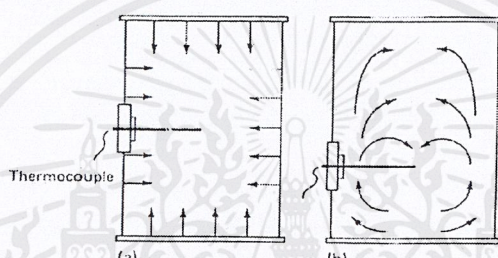
2.4.1 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการนำความร้อน (Conduction)

เป็นอาหารซึ่งมีลักษณะข้นหนืดหรือเป็นชิ้นแข็งซึ่งมีความชื้นสูงและมีส่วนของของเหลวไหลไปมาเล็กน้อย หรือเป็นลักษณะของอาหารถูกอัดแน่นในภาชนะบรรจุ โอกาสการเคลื่อนตัวของของเหลวน้อย เช่น ซุปข้าวโพด แสม ซุปข้น เป็นต้น อาหารที่ติดอยู่ผนังกระป๋องมีอุณหภูมิสูง เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะถ่ายพลังงานความร้อนไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าผ่านโมเลกุลของอาหารที่ไม่เคลื่อนที่ โดยจุดที่ร้อนช้าที่สุดจะอยู่บริเวณกึ่งกลางกระป๋องผลิตภัณฑ์อาหารชนิดอาหารชนิดนี้จึงได้รับความร้อนช้า

2.4.2 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน (Convection)

เป็นอาหารที่มีลักษณะเป็นชิ้นผักผลไม้ในน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือ หรืออาหารเหลวที่มีความหนืดไม่มาก พวกนี้จะมีการเพิ่มอุณหภูมิของอาหารภายในกระป๋องอย่างรวดเร็ว ถ้าอาหารมีความหนืดมากขึ้น มีการถ่ายเทความร้อนช้าลง

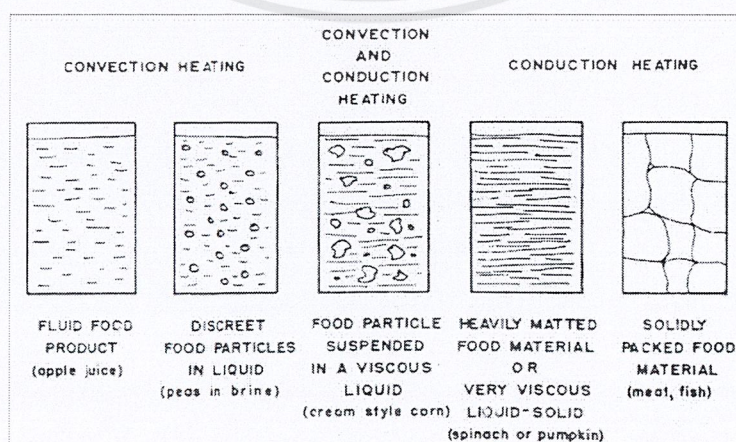
ถ้าเป็นการพาความร้อนแบบธรรมชาติ โดยสาเหตุมาจากความแตกต่างของความหนาแน่น ตัวกลาง(อาหารเหลว) โมเลกุลของอาหารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าจะเคลื่อนที่ขึ้นข้างบนขณะที่โมเลกุลที่มีความหนาแน่นมากกว่าจะเคลื่อนที่ลงแทนที่ ทำให้เกิดการไหลเวียนของอาหารเหลวภายในกระป๋อง ดังนั้น จุดที่ร้อนช้าที่สุดของอาหารกระป๋องที่ฆ่าเชื้อโดยการเรียงในแนวตั้งจะอยู่ที่ประมาณ 1 1/2 นิ้ว จากด้านล่างกระป๋อง (ทิพพพร, 2536)



รูปที่ 2.1 (a) การนำความร้อน (b) การพาความร้อน
(ที่มา Desrosier and Dearosier, 1977)

2.4.3 อาหารที่มีการถ่ายเทความร้อนแบบผสม (Conduction and Convection)

ได้แก่อาหารซึ่งมีแข็งในส่วนประกอบหลายๆ หรือ เป็นวัตถุดิบซึ่งมีแข็งละลายออกมาในระหว่างการให้ความร้อน ซึ่งในช่วงแรกของการให้ความร้อนซึ่งแข็งยังไม่เกิดการละลายในเซชั่น จะมีการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน แต่หลังจากการเกิดละลายในเซชั่นของแข็ง ความหนืดของอาหารจะเพิ่มขึ้น ทำให้ลักษณะการถ่ายเทความร้อนเปลี่ยนไปเป็นการนำความร้อน (ทิพพพร, 2536)



รูปที่ 2.2 การถ่ายเทความร้อนในลักษณะต่างๆในอาหาร (ที่มา Rangana,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การคำนวณหาเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Thermal process calculation)

มีวิธีการคำนวณแบ่งเป็น 2 กรณีใหญ่ๆ คือ

1. โดยยึดหลักการเหลือรอดของจุลินทรีย์ที่ cold point
2. โดยยึดหลักความน่าจะเป็นในการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ในภาชนะบรรจุ

การคำนวณที่ใช้กันโดยทั่วไปมักจะเป็นกรณีแรก ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น General method, Improved general method และ Formula method

ในการทดลองใช้วิธี Formula method เพื่อหาเวลาในกระบวนการผลิตทั้งหมด สามารถทำได้ด้วยดังนี้

การคำนวณทำโดยการเขียนกราฟการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะให้ความร้อนบนกระดาษ semilog โดยให้ผลต่างของอุณหภูมิกระป๋องและหม้อนึ่งอยู่บนแกน log หรืออาจทำได้โดยกลับกระดาษ log ลง เขียนอุณหภูมิแกนเริ่มต้นต่ำกว่าอุณหภูมิหม้อนึ่ง 1°F แล้วไล่ตัวเลขลงมาจากบนลงล่าง เขียนกราฟระหว่างอุณหภูมิภายในกระป๋องกับเวลา สำหรับช่วงเวลาทำให้เย็นก็เขียนกราฟเช่นเดียวกันแต่ไม่ต้องกลับกระดาษ โดยเขียนอุณหภูมิไล่ขึ้นจากด้านล่าง เส้นต่ำสุดมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิน้ำที่ใช้ทำให้เย็น 1°F ความชันของกราฟการให้ความร้อนคือ ค่า f_h ซึ่งเป็นเวลาที่ทำให้กราฟผ่าน 1 ช่วง log ส่วนความชันของกราฟการทำความเย็น คือ f_c โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$B = f_h (\log j_h I - \log e) \dots \dots \dots (2.1)$$

เมื่อ

B คือ เวลาในการให้ความร้อน

f_h คือ เวลาเป็นนาทีที่ต้องการทำให้กราฟการแทรกผ่านความร้อนส่วนที่เป็นเส้นตรง

เปลี่ยนไป 1 log cycle หรือ 90%

I, T คือ จุดตัดของส่วนที่เป็นเส้นตรงกับแกนอุณหภูมิที่เวลาปรับสูตร

j_h คือ log time ก่อนที่ผลต่างของ (RT-CT) จะเป็นเส้นตรงซึ่งคำนวณได้จาก

$$j = \frac{(JI)}{I} \dots \dots \dots (2.2)$$

เมื่อ

I คือ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของรีเทอร์ทกับอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารกระป๋องก่อนเปิดไอน้ำ RT-IT

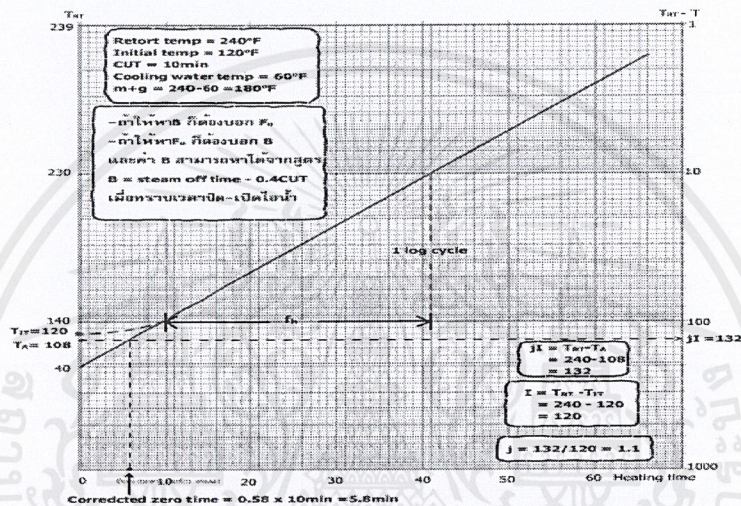
g คือ จำนวนองศาฟาเรนไฮต์ของกระป๋องที่ต่ำกว่า RT ณ จุดสิ้นสุดการให้ความร้อน

$$\log_g = \log jI - \frac{B_B}{f_h} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$F_o = \frac{f_h}{\left(\frac{f_h}{U}\right) F_I} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\frac{f_h}{U} = \frac{f_h}{(F_o)(F_I)} \dots\dots\dots (2.5)$$

จากกราฟจะได้ค่าต่างๆดัง รูป



รูปที่ 2.3 เส้นกราฟแทรกผ่านความร้อนแบบเส้นตรงเดียว
(ที่มา: Nation Canners Association Research Laboratories, 1978)

ข้อมูลต่างๆที่กล่าวมานอกจากค่า g หาได้จากเส้นกราฟการส่งผ่านความร้อน ปัจจัยต่อไปนี้จะมีผลต่อค่า g

1. เวลาการทำลายจุลินทรีย์โดยกระบวนการให้ความร้อน
2. ค่าความชัน f_h ของเส้นกราฟให้ความร้อน
3. ค่า Z ของจุลินทรีย์เป้าหมาย
4. ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของรีทอร์ทหรือเครื่องฆ่าเชื้อและอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น

2.6 การบรรจุ

อายุของผลิตภัณฑ์อาหารขึ้นอยู่กับความสามารถของบรรจุภัณฑ์ที่จะแยกอาหารออกจากสิ่งแวดล้อมได้ ภาชนะโลหะเป็นภาชนะที่นิยมทั่วไปในการผลิตอาหารกระป๋อง โลหะที่นิยมใช้ผลิตกระป๋องได้แก่ อลูมิเนียม แผ่นเหล็กชุบดีบุก แผ่นเหล็กชุบโครเมียม ในการบรรจุ ช่องว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้ออาหารมีความสำคัญต่อการในความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ ต้องมีปริมาณพอเหมาะ เนื่องจาก การให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจะเกิดแรงดันภายในขึ้นเนื่องจาก

1. อาหารภายในภาชนะขยายตัว
2. ความดันไอน้ำภายในภาชนะเพิ่มขึ้น
3. อากาศและแก๊สอื่นในช่องว่างภายในภาชนะบรรจุขยายตัว

ในการบรรจุและปิดผนึกมีตัวแปรที่ต้องควบคุม 3 ประการคือ

1. ชนิดและปริมาณของก๊าซในช่องว่างเนื้ออาหารที่บรรจุ โดยปกติมักจะเป็นอากาศ ในบางกรณีอาจมีการบรรจุก๊าซเฉื่อยแทน
2. ปริมาณช่องว่างเนื้ออาหาร โดยทั่วไปจะต้องควบคุมปริมาณช่องว่างไม่เกิด 10% ของปริมาตรภาชนะ (Heid และ Joslyn , 1963) ถ้าปริมาณช่องว่างเนื้ออาหารน้อยเกินไป เวลาในการฆ่าเชื้อที่คำนวณไว้ อาจไม่เพียงพอ เนื่องจากอัตราส่วนส่งผ่านความร้อนลดลงและมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของอาหารภายในทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนลดลง ค่าFo ของกระบวนการจะลดลงถ้ามีปริมาณช่องว่างเนื้ออาหารมากเกินไป อาจทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นกว่าปกติ
3. สถานะความดันภายในช่องว่างเนื้ออาหาร ความดันภายในช่องว่างเนื้ออาหารจะต้องต่ำกว่าความดันของบรรยากาศภายนอก หรือเรียกว่าเป็น สุญญากาศ ซึ่งจะต้องมีการไล่อากาศออกก่อนการปิดฝา

2.7 การออกแบบและวางผังโรงงานอาหารอย่างถูกสุขลักษณะ (Food Industrial Plant Design)

องค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการออกแบบ

1. การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน
2. การออกแบบลักษณะโรงงานและอาคาร
3. การจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์
4. ส่วนอำนวยความสะดวกของคนงาน
5. อาคารสำนักงาน
6. ความปลอดภัย

2.7.1. การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน

ทำเลที่ตั้งโรงงานอยู่ใกล้กับแหล่งวัตถุดิบและอีกทั้งที่ตั้งโรงงานยังมีการขนส่งที่สะดวก เนื่องจากอยู่ไม่ไกลจากสนามบินสุวรรณภูมิและกรุงเทพมหานคร

สถานที่ตั้งของโรงงานอยู่ในที่เหมาะสม กล่าวคือไม่ตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณ หรือสถานที่ต่างๆ ที่อาจทำ

ให้เกิดการปนเปื้อนเข้าไปในอาคารผลิต ซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพและความปลอดภัย เช่น แหล่งสะสมมูลฝอย

สถานที่เลี้ยงสัตว์ สถานที่ผลิตวัตถุดิบ

2.7.2. การออกแบบลักษณะโรงงานและอาคาร

อาคารผลิตเป็นแบบชั้นเดียว มีข้อดีคือ

- สะดวกในการควบคุมการทำงาน
- กระบวนการผลิตต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ไม่ย้อนกลับมาที่เดิมลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์
- สร้างง่ายและต้นทุนการก่อสร้างต่ำ

หน้าต่าง(Windows)

บริเวณการผลิต ควรเลือกใช้กระจกเคลือบที่แข็งแรง ไม่แตก หรือเป็นพวกแผ่น polycarbonate แต่ถ้าเป็นตัวโรงงานที่ต้องการแสงสว่างจากธรรมชาติ ควรเลือกใช้กระจกใสและติดฟิล์มที่สามารถยึดกระจกไว้เมื่อเกิดการแตก

ขอบหน้าต่างควรทนต่อการกัดกร่อนและความลาดเอียงทั้งขอบด้านบนและขอบด้านล่าง ซึ่งขอบหน้าต่างด้านบนควรที่จะเอียงเป็นมุม 60 องศา เพื่อไม่ให้น้ำฝนที่ไหลลงมาเกิดการท่วมขัง และป้องกันการทำรังของนก และขอบหน้าต่างด้านล่างไม่ควรที่จะยื่นออกมา และมีความลาดเอียงเป็นมุม 20-40 องศา เพื่อไม่ให้เป็นที่วางของปากกา ภาชนะหรืออุปกรณ์ต่างๆ

เพดาน (Ceiling)

ควรที่จะต้องเรียบ ไม่มีรูพรุน มีสีอ่อน ทำความสะอาดง่าย และสามารถสะท้อนแสงได้ในทิศทางที่ต้องการ

วัสดุที่ใช้ทำเพดาน ได้แก่

1. คอนกรีต ควรใช้ทำเพดาน ในบริเวณการผลิต ควรเป็นคอนกรีตเรียบ ทาสี epoxy หรือสีพลาสติก
2. ยิปซัม เหมาะที่จะทำเพดานสำหรับบริเวณเก็บรักษาผลิตภัณฑ์
3. ปูนปลาสเตอร์ เหมาะที่จะใช้ทำเพดานสำหรับบริเวณที่เป็นสำนักงาน หรือห้องเก็บของสำหรับพนักงาน

รอยต่อระหว่างเพดานและผนัง ควรทำเป็นรูปโค้งมน ไม่มีมุมที่จะเก็บกักน้ำ สิ่งสกปรกและแมลง ควรติดช่องระบายอากาศและพัดลม เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก

หลังคา (Roof)

หลังคาที่แนะนำ ควรจะเป็นหลังคาชนิด membrane เนื่องจากสามารถทำความสะอาดได้ง่ายกว่าหลังคาชนิดอื่น และควรเพิ่มวัสดุสะท้อนแสงไปในวัสดุของสีที่ทาทับ เพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายใน สำหรับในบริเวณกระบวนการผลิต ควรที่จะเป็นระบบหลังคาที่มีประสิทธิภาพที่สุด โดยใช้ปูนคอนกรีตฉาบอย่างละเอียดในชั้นสุดท้าย

การติดตั้งรางระบายน้ำที่มีความลาดเอียงมากกว่าปกติภายนอกตัวอาคารเพื่อป้องกันปัญหาแอ่งน้ำรั่วซึมทะลุผ่านวัสดุที่ใช้มุงหลังคา แต่ถ้าไหลลงไปยังพื้นจำเป็นต้องมีการระบายน้ำให้ห่างจากตัวอาคาร เพื่อไม่ให้เกิดการสะสมบนพื้นของโรงงาน

ผนังภายนอก (External Wall)

พื้นฐานโดยทั่วไป ควรที่จะไม่สามารถทำให้น้ำไหลซึมผ่านได้ ทำความสะอาดง่าย และจะต้องเป็นโครงสร้างที่ป้องกันหนูเข้าไป

ลักษณะผนังภายนอกควรเป็นอิฐหรือคอนกรีตเสริมเหล็ก และฉาบกันน้ำด้วยซีเมนต์ ต้องมีความหนาแน่นสูง ไม่ดูดซับความชื้น และไม่ทำให้จุลินทรีย์หรือแบคทีเรียเจริญเติบโตได้

อิฐที่ใช้ต้องเป็นอิฐที่เรียบไม่สะสมฝุ่น ถ้าผนังด้านนอกมีท่อพาดอยู่ควรใช้แผ่นเหล็กเคลือบดีบุกหนาประมาณ 0.475 มิลลิเมตร มาหุ้มเพื่อป้องกันมิให้หนูปีนท่อได้ แผ่นเหล็กนี้เรียกว่า “rat guard”

ผนังภายใน (Internal Wall)

ผนังภายในจะต้องมีลักษณะเรียบ ไม่เป็นรูพรุน ไม่ดูดซับความชื้น ทนต่อสารเคมี และต้องทำความสะอาดได้ง่าย ฝาผนังโรงงานอาหารไม่ควรทาสีน้ำมัน เพราะ อาจเกิดปัญหาการหลุดลอกของสี ซึ่งสามารถปนเปื้อนมายังผลิตภัณฑ์ได้

ในบริเวณกระบวนการผลิตที่เปียกชื้น ควรจะเป็นผนังแผ่นกระเบื้องเซรามิกส์เคลือบมัน หรืออาจจะเป็นแผ่นโลหะเคลือบน้ำยา เพื่อให้สามารถทำความสะอาดได้ง่าย วัสดุชนิดนี้จะต้องไม่เกิดปฏิกิริยากับอาหาร เลือด กรด และด่าง

ฝาผนังที่หุ้มด้วยเหล็กปลอดสนิม เหมาะจะใช้ทำเป็นฝาผนังสำหรับห้องเย็นหรือห้องแช่แข็ง

มูมผนัง หรือรอยต่อระหว่างพื้นและผนัง ต้องเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อกันน้ำซึมเข้ามาได้และควรทำเป็นรูปโค้ง ไม่มีมูม เพราะง่ายต่อการทำความสะอาด ไม่เป็นที่กักเก็บของสิ่งสกปรก

พื้น (Floor)

พื้นที่ที่ดีจะต้องไม่สามารถทำให้น้ำผ่านได้ จะต้องเรียบ ไม่มีรอยแตกแยก ทนต่อสารเคมี สามารถรับน้ำหนักและทนต่อแรงกระแทก ทำความสะอาดได้ง่าย และสามารถซ่อมแซมได้เป็นส่วนใหญ่ เมื่อเกิดการชำรุด ชนิดของพื้นขึ้นกับชนิดของบริเวณโรงงาน ซึ่งมีอยู่หลายชนิดได้แก่

- พื้นคอนกรีต เป็นที่ยอมรับสำหรับโรงงานอาหาร เหมาะสำหรับห้องเก็บผลิตภัณฑ์ เพราะรับน้ำหนักได้ดี
- พื้นโลหะ เหมาะสำหรับบริเวณที่มีการขนส่งหรือบริเวณที่ต้องรับน้ำหนักมาก แต่ถูกกัดกร่อนด้วยสารเคมี
- พื้นไม้ เหมาะสำหรับเป็นพื้นห้องเก็บของหรือเก็บผลิตภัณฑ์เบาๆ ไม่เปียก แต่ไม่ควรใช้พื้นไม้ในบริเวณการผลิตและการเตรียมอาหาร
- พื้นกระเบื้อง เป็นพื้นผิวที่ดีสำหรับโรงงานอาหาร แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องรับน้ำหนักมาก เพราะจะทำให้เกิดการสึกหรอ ปกติแผ่นกระเบื้องจะชุบเคลือบเงาเพื่อป้องกันกรดและด่าง

บริเวณที่อาจเกิดน้ำขังควรทำพื้นลาดเอียง 1 ใน 4 ซึ่งพื้นหยาบจะเก็บกักน้ำไว้มากกว่าพื้นเรียบมัน แต่พื้นเรียบมันที่มีความลาดเอียงมากจะทำให้ลื่น พื้นของบริเวณผลิตควรอยู่สูงกว่าระดับพื้นดินปกติ เพื่อป้องกันปัญหาน้ำท่วมและการระบายน้ำ

แสง (Light)

การทำงานที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีแสงสว่างเพียงพอ ให้แสงสีที่เหมาะสมพื้นผนังและลักษณะงาน หลีกเลี่ยงการให้แสงสว่างจ้าหรือสะท้อนเข้าตาผู้ปฏิบัติงาน

ความเข้มของแสงสว่างในแต่ละจุด มีดังนี้

- | | | |
|--|---------|-------|
| - บริเวณรับวัตถุดิบควรจะมีแสงสว่าง | 20 | เทียน |
| - บริเวณกระบวนการผลิต เตรียมวัตถุดิบ บรรจุ
ฆ่าเชื้อและติดฉลาก ควรมีแสงสว่าง | 30-50 | แรง |
| เทียน | | |
| - ห้องคัดขนาด คัดเลือก และตกแต่งวัตถุดิบ ควรมีแสงสว่าง | 100-200 | แรง |
| เทียน | | |

สำหรับการติดตั้งหลอดไฟ ควรยึดติดกับเพดานและอุดรูบริเวณรอบๆหลอดไฟ เพื่อป้องกันการอาศัยอยู่ของแมลง โดยทั่วไปหลอดฟลูออเรสเซนต์ควรที่จะมีที่ครอบพลาสติก ซึ่งมีลักษณะเป็นกล่องเพื่อป้องกันการแตกของหลอดไฟ ภายนอกอาคารแสงสว่างที่ดีไม่ควรติดตั้งชิดแมลง ควรจะเป็นหลอดโซเดียม ซึ่งมีสีเหลืองอำพัน

ประตู (Door)

ประตูที่เหมาะสมคือ ประตูที่ใช้เป็นทางเข้าออกของคนและสิ่งของ แต่ต้องป้องกันไม่ให้ เป็นทางผ่านเข้าออกของสัตว์ ฝุ่นละออง หรือสิ่งที่สามารถปนเปื้อน ทำให้ส่งผลเสียมาสู่ผลิตภัณฑ์

ด้านนอกของประตูไม่ควรมียันสาดยื่นออกไป เพราะจะทำให้เป็นที่เกาะและเป็นที่ทำรังของนกได้ ประตูที่ดีควรปิดได้สนิท อาจมีช่องว่างระหว่างพื้นและขอบประตูได้ไม่เกิน 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิเมตร และควรที่จะสามารถปิดได้อัตโนมัติ ขอบประตูไม่ควรมีสนิม ต้องติดกับผนังและไม่ควรทำเป็นร่อง เพราะอาจเป็นที่สะสมของสิ่งแปลกปลอมได้ ควรใช้เป็นประตูพลาสติก ประตูที่เปิดออกสู่ภายนอก ควรติดตั้งหลอดไฟเพื่อส่องแสงให้พ้นจากประตูประมาณ 9-10 เมตร และควรมีแถบม่านที่เป็นแผ่นพลาสติกเพื่อกันนก แมลง ผุ่น และสิ่งแปลกปลอม แผ่นพลาสติกที่ใช้เรียกว่า “Plastic curtain” บริเวณที่ทำการผลิตควรทำเป็นประตู 2 ชั้น คือ ประตูชั้นนอกและประตูชั้นใน และระหว่างประตูชั้นนอกและประตูชั้นในควรวางหลอดไฟดักแมลงไว้

โครงสร้างของประตูที่เหมาะสมในการออกแบบโรงงาน คือไม่ควรมีการตกแต่งประตูเพื่อป้องกันอันตรายและให้เกิดความปลอดภัยในการเข้าและออก กรอบประตูไม่ควรที่จะยาวเกินความจำเป็น ขนของเข้าและออกได้สะดวก ประตูภายนอกควรจะแน่นพอดี ช่องว่างที่ยอมรับได้คือ 1/8 นิ้ว แกนประตูมีความแข็งแรงปกคลุมด้วย Stainless steel

2.7.3. การจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดวางเครื่องมือ ประกอบด้วย

- การเตรียมพื้นที่ทำงานโดยรอบเครื่อง

และพื้นที่จัดวางเครื่อง ต้องคำนึงถึงขนาดเครื่อง พื้นที่ว่างสำหรับคนคุมเครื่อง พื้นที่สำหรับส่วนสนับสนุนเช่น ระบบไฟฟ้า ระบบไอน้ำ ระบบความดันลม ท่อระบายน้ำหรือท่อระบายอากาศเท่าที่จำเป็น และพื้นที่สำหรับการซ่อมบำรุงและล้างทำความสะอาด ในกรณีที่ต้องวางเครื่องติดกับกำแพง ควรเว้นช่องว่างประมาณ 36 นิ้วเพื่อเป็นช่องทางเดิน และควรตั้งอยู่เหนือพื้น 6 นิ้วเพื่อสะดวกในการทำทำความสะอาด

- เครื่องที่มีประตูเปิดปิด

ควรมีการจัดวางให้ตำแหน่งประตูอยู่ในจุดที่ผู้คุมเครื่องหรือผู้ตรวจสอบจะเข้าไปเปิด-ปิดประตูได้โดยสะดวก

- ส่วนประกอบของเครื่อง

เครื่องบางชนิดมีอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนประกอบหลายชิ้น จึงควรมีการจัดวางตำแหน่งให้เหมาะสมต่อการใช้งานและความเป็นระเบียบ

- การวางท่อระบบน้ำ ไฟฟ้า ไอน้ำ

การวางระบบท่อไม่ดี นอกจากไม่สวยงาม ไม่เป็นระเบียบแล้ว ยังเป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงานและล้างทำความสะอาดด้วย

2.7.4. ส่วนอำนวยความสะดวกของคนงาน

ทางโรงงานควรวางแผนให้มีการจัดตั้งหรือสร้างอุปกรณ์ที่จำเป็น เพื่อเป็นสวัสดิการแก่พนักงาน ซึ่งต้องแยกห่างจากบริเวณการผลิต

- น้ำดื่ม ที่ดื่มน้ำควรเป็นน้ำพุ ซึ่งเมื่อเวลากดปุ่มน้ำจะพุ่งขึ้นมา ควรมีที่ดื่มน้ำ 1 ที่ต่อพนักงาน 50 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องสุขา ต้องแยกห้องสุขาสำหรับพนักงานชายและหญิง ควรใช้แบบชักโครก จำนวนห้องสุขาที่ควรมี คือ

จำนวนพนักงาน	จำนวนห้องสุขา
1-9	1
10-24	2
25-49	3
50-100	5

พื้นห้องสุขาควรจะทำให้ลาดเอียง เพื่อน้ำจะได้ไม่ขัง ประตูควรปิดสนิท ไม่ควรเปิด ออกบริเวณแปรรูปอาหาร มีแสงสว่างเพียงพอไม่น้อยกว่า 10 แรงเทียน มีการระบาย อากาศที่ดี

- อ่างล้างมือ ติดตั้งอ่างล้างมือบริเวณทางเข้าพื้นที่การผลิต หน้าห้องสุขา บริเวณแปรรูป และห้องบรรจุ เพื่อให้พนักงานได้ล้างมือบ่อยๆ ควรจัดให้มีอ่างล้างมือ 1 อ่าง ต่อพนักงาน 10-100 คน และเพิ่มอีก 1 อ่างต่อพนักงานที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 15 คน
- ห้องอาบน้ำและห้องซักล้าง มีที่อาบน้ำและมีสบู่ พื้นห้องจะต้องลาดเอียง ป้องกันน้ำ ขัง มีประตูปิดมิดชิด มีการระบายอากาศที่ดี ควรจัดให้มีฝักบัว 1 ที่ต่อพนักงาน 15 คน
- ห้องแต่งตัวและห้องเก็บของ เป็นห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าและที่เก็บของพนักงาน สำหรับ เปลี่ยนชุดที่ใส่มาที่บ้าน มาเป็นเครื่องแบบของโรงงาน
- ห้องพยาบาล ทุกโรงงานควรมีห้องพยาบาลและพยาบาลหรือเจ้าหน้าที่ประจำอย่างน้อย 1 คนเพื่อปฐมพยาบาลพนักงาน
- ห้องรับประทานอาหาร ควรเป็นห้องที่สะอาด อากาศถ่ายเทดี พื้นห้องทำความสะอาดง่าย น้ำไม่ขัง ไม่ดูดซึมน้ำ หน้าต่างควรปิดให้สนิท มีมุ้งลวดเพื่อป้องกันแมลงและหนู

2.7.5. อาคารสำนักงาน

ควรสร้างอาคารให้มีพื้นที่ในการใช้ประโยชน์เนื้อที่สูงสุด ควรสร้างให้สามารถป้องกันลม ฝน และแสงแดดได้ดี โดยทั่วไปอาคารสำนักงานควรอยู่ใกล้กับประตูทางเข้าด้านหน้าโรงงาน และหากอยู่ใกล้หรือติดกับบริเวณการผลิตต้องมั่นใจว่าจะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับกลิ่น คว้น เสียงหรือมลภาวะอื่นๆรบกวนพนักงาน

2.7.6. ความปลอดภัย

ระบบอัคคีภัย อาคารผลิตมีหลังคาปิด โดยอาคารออกแบบให้เป็นโดมที่เป็นปริมาตรรับคว้น (smoke Reserver) เพื่อชะลอการกระจายคว้นไฟ และทางหนีไฟมีอย่างน้อย 2 ทาง

ดังดับเพลิง ติดตั้งทุกอาคารในโรงงาน เพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัยภายในโรงงาน
เนื่องจากมีเชื้อเพลิงที่จะก่อให้เกิดเพลิงไหม้ได้ง่าย

2.8 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Points, HACCP)

HACCP เป็นมาตรฐานการผลิต ที่มีมาตรการป้องกันอันตราย ที่ผู้บริโภค อาจได้รับจากการบริโภคอาหาร หลายท่านอาจสงสัยว่า ระบบ HACCP ที่กล่าวถึงนั้นคืออะไร มีความสำคัญต่อประเทศไทย ในฐานะประเทศ ผู้ผลิตอาหารเลี้ยงประชากรโลกอย่างไร ใครบ้างที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ ประเทศไทยได้ดำเนินการในเรื่องนี้ไปแล้วเพียงใด รวมทั้งประโยชน์ที่ได้รับ จากการใช้ระบบนี้คืออะไร

HACCP หรืออาจอ่านว่า แฮชเชป เป็นตัวย่อจากคำภาษาอังกฤษ ที่ว่า Hazard Analysis Critical Control Point ซึ่งหมายถึง การวิเคราะห์อันตราย จุดควบคุมวิกฤต เป็นแนวคิดเกี่ยวกับ มาตรการป้องกันอันตราย ที่อาจเกิดขึ้น ในแต่ละขั้นตอน ของการดำเนินกิจกรรมใด ๆ โดยมีกระบวนการ ดำเนินงาน เชิงวิทยาศาสตร์ คือมีการศึกษาถึงอันตราย หาทางป้องกันไว้ล่วงหน้า รวมทั้งมีการ ควบคุม และเฝ้าระวัง เพื่อให้แน่ใจว่า มาตรการป้องกัน ที่กำหนดขึ้นนั้น มีประสิทธิภาพตลอดเวลา ที่มาของการเปลี่ยนแนวคิด HACCP ให้เป็นวิธีปฏิบัติ ในอุตสาหกรรมอาหาร เกิดขึ้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2502 โดยบริษัทฟิลลิปส์ ในสหรัฐอเมริกา ต้องการระบบงาน ที่สามารถใช้สร้างความเชื่อมั่น ใน ความปลอดภัย สำหรับการผลิตอาหาร ให้แก่นักบินอวกาศ ในโครงการ ขององค์การนาซ่า แห่ง สหรัฐอเมริกา

นับแต่นั้นเป็นต้นมา ทั้งภาคอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันทางวิชาการ และองค์กร ที่มีหน้าที่ ควบคุมดูแล ด้านอาหารของสหรัฐอเมริกา ก็เริ่มให้ความสนใจ ในระบบ HACCP จึงได้มีการ ส่งเสริม และนำไปปรับใช้ ในอุตสาหกรรมอาหาร ประเภทต่าง ๆ องค์การอาหารและยา ของ สหรัฐอเมริกา ได้ใช้แนวคิดนี้ ในการแก้ปัญหา ที่ผู้บริโภคได้รับอันตราย จากอาหารกระป๋อง เนื่องจากสารพิษของแบคทีเรีย คือ botulinum toxins สารพิษนี้ มีอันตรายต่อผู้บริโภคสูงมาก แม้ ร่างกายจะได้รับ ในปริมาณเพียงเล็กน้อย ก็อาจถึงแก่ชีวิตได้ จึงได้มีการกำหนด จุดควบคุมวิกฤต ในกฎหมายที่ควบคุมกรรมวิธี การผลิตอาหารกระป๋อง ที่มีความเป็นกรดต่ำ

2.8.1 หลักการสำคัญของระบบ HACCP

หลักการสำคัญของระบบ HACCP มี 7 ประการกล่าวคือ

หลักการที่ 1 การวิเคราะห์อันตราย จากผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ที่อาจมีต่อผู้บริโภค ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยการประเมิน ความรุนแรงและโอกาส ที่จะเกิดอันตรายต่าง ๆ ในทุกขั้นตอนการผลิต จากนั้นจึง กำหนด วิธีการป้องกัน เพื่อลดหรือขจัดอันตรายเหล่านั้น

หลักการที่ 2 การกำหนดจุดควบคุมวิกฤต ในกระบวนการผลิต จุดควบคุมวิกฤต หมายถึง ตำแหน่งวิธีการ หรือขั้นตอนในกระบวนการผลิต ซึ่งหากสามารถควบคุม ให้อยู่ในค่า หรือลักษณะ ที่กำหนดไว้ได้แล้ว จะทำให้มีการขจัดอันตราย หรือลดการเกิดอันตราย จากผลิตภัณฑ์นั้นได้

หลักการที่ 3 การกำหนดค่าวิกฤต ณ จุดควบคุมวิกฤต ค่าวิกฤต อาจเป็นค่าตัวเลข หรือลักษณะ เป้าหมาย ของคุณภาพ ด้านความปลอดภัย ที่ต้องการของผลผลิต ณ จุดควบคุมวิกฤต ซึ่งกำหนดขึ้น เป็นเกณฑ์สำหรับการควบคุม เพื่อให้แน่ใจว่า จุดควบคุมวิกฤต อยู่ภายใต้การควบคุม

หลักการที่ 4 ทำการเฝ้าระวัง โดยกำหนดขึ้น อย่างเป็นระบบ มีแผนการตรวจสอบ หรือเฝ้า สังเกตการณ์ และบันทึกข้อมูล เพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่า การปฏิบัติงาน ณ จุดควบคุมวิกฤต มีการควบคุม อย่างถูกต้อง

หลักการที่ 5 กำหนดมาตรการแก้ไข สำหรับข้อบกพร่อง และใช้มาตรการนั้นทันที กรณีที่พบว่า จุดควบคุมวิกฤต ไม่อยู่ภายใต้ การควบคุมตามค่าวิกฤต ที่กำหนดไว้

หลักการที่ 6 ทบทวนประสิทธิภาพ ของระบบ HACCP ที่ใช้งานอยู่ รวมทั้งใช้ผล การวิเคราะห์ ทดสอบ ทางห้องปฏิบัติการ เพื่อประกอบการพิจารณา ในการยืนยันว่า ระบบ HACCP ที่ใช้อยู่ นั้น มีประสิทธิภาพเพียงพอ ที่จะสร้างความเชื่อมั่น ในความปลอดภัย ของผลิตภัณฑ์ได้

หลักการที่ 7 จัดทำระบบบันทึก และเก็บรักษาข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต และ ผลิตภัณฑ์อาหาร แต่ละชนิดไว้ เพื่อเป็นหลักฐาน ให้สามารถค้นได้เมื่อจำเป็น

จากหลักการทั้ง 7 ประการนี้ ทำให้ต้องมีการจัดทำ วิธีปฏิบัติในรายละเอียด ให้เหมาะสมกับ แต่ละผลิตภัณฑ์ แต่ละกระบวนการผลิต แต่ละสถานที่ผลิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ ในการป้องกัน อันตราย อย่างเต็มที่

2.8.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ระบบ HACCP

ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้ระบบ HACCP มีหลายประการที่สำคัญได้แก่

ประการแรก ทำให้ภาคอุตสาหกรรมอาหาร สามารถสร้างความมั่นใจ ต่อผู้บริโภค ในคุณภาพ ความปลอดภัย ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น หรือจัดจำหน่าย ช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย แก่ผู้ประกอบการ ในระยะยาวได้ดี เนื่องจาก มีการจัดสรรทรัพยากร ไปใช้ในอุตสาหกรรม ที่ควรจะใช้ การกำหนดจุด ควบคุมวิกฤต ที่เหมาะสม จะทำให้ผู้ประกอบการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ความปลอดภัยอย่าง สม่าเสมอ ช่วยให้มีการศึกษาปัญหา และหาทางป้องกัน แก้ไขไว้ล่วงหน้า เมื่อมีแนวโน้มว่า จะเกิด ปัญหาในการผลิต ก็จะทำให้แก้ไขได้อย่างทันท่วงที ช่วยลดการสูญเสีย ของผลิตภัณฑ์ ทำให้ สามารถดำเนินการอาหาร แต่ละตำรับ แต่ละรุ่น ได้อย่างราบรื่น ตามเป้าหมายที่กำหนด นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ประกอบการศึกษา ความปลอดภัย ของกระบวนการผลิตใหม่ ๆ ที่จะพัฒนาขึ้น และ ผู้ประกอบการ จะสามารถประยุกต์ใช้ ระบบ HACCP นี้ กับทุกขั้นตอน ของกระบวนการผลิต และ การประกอบอาหาร

ประการที่ 2 เจ้าหน้าที่ภาครัฐ ที่ทำหน้าที่กำกับดูแลความปลอดภัย ของอาหาร จะได้รับประโยชน์ ถ้าผู้ผลิตใช้ระบบ เพราะบันทึกข้อมูล หลักฐานการผลิต ในระบบ HACCP ที่ผู้ประกอบการบันทึกไว้ ระหว่างการผลิตอาหาร แต่ละรุ่น จะเป็นเครื่องมือ ประกอบการตรวจสอบที่ดี ช่วยให้งานควบคุม คุณภาพอาหาร ของเจ้าหน้าที่ภาครัฐ สะดวก และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะรูปแบบเดิม ของการตรวจสอบ จะมีการทำแผนที่เจ้าหน้าที่ ผู้รับผิดชอบ เข้าทำการตรวจสอบ สถานที่ผลิตอาหาร เป็นครั้งคราว แต่ละครั้งอาจใช้เวลาห่างกัน 1 ถึง 2 ปี และข้อมูลที่ได้จากการตรวจเยี่ยม เป็นเพียงข้อมูลการผลิต ณ เวลาที่เข้าทำการตรวจสอบเท่านั้น

ประการที่ 3 ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ และความร่วมมืออันดี ระหว่างผู้ประกอบการผลิตอาหาร กับเจ้าหน้าที่ ผู้กำกับดูแลภาครัฐ เนื่องจากมีข้อเสนอแนะ ให้มีการให้ความเห็นชอบร่วมกัน ในการจัดทำ แผนดำเนินการ ระบบ HACCP และผู้ผลิตจะต้องเก็บข้อมูลสำคัญ เกี่ยวกับการผลิต ไว้ให้เจ้าหน้าที่ ตรวจสอบได้ตลอดเวลา ซึ่งทำให้เกิดความโปร่งใส ในการปฏิบัติงาน

ประการที่ 4 การรับรองระบบ HACCP โดยหน่วยงานที่เหมาะสมนั้น จะเป็นประโยชน์ ต่อการค้า อาหารระหว่างประเทศ คือ จะช่วยอำนวยความสะดวก ในการตรวจปล่อยสินค้า เมื่อส่งถึงเมืองท่าปลายทาง เนื่องจาก ผู้รับผิดชอบตรวจสอบ มีความเชื่อมั่น ในคุณภาพความปลอดภัย ของระบบการผลิตสินค้ามากขึ้น นอกจากนี้ ผลผลิตภัณฑอาหารส่งออก ที่ปลอดภัย เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ยังสามารถสร้างเศรษฐกิจ และชื่อเสียงแก่ประเทศชาติ รวมทั้งช่วยลดปัญหา สาธารณสุขระหว่างประเทศ อันเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ อาหารนำเข้าและส่งออก ได้อีกด้วย

ประการที่ 5 ผู้บริโภคเป็นผู้ได้รับประโยชน์สูงสุด เนื่องจากมีผลิตภัณฑ์อาหาร ที่มีความปลอดภัย ให้เลือกซื้อหามารับประทานเพิ่มขึ้น

สภาพเศรษฐกิจ ปัจจุบันและอนาคต ทำให้มีการกีดกันทางการค้า อาหารระหว่างประเทศมากขึ้น เป็นลำดับ การนำระบบ HACCP มาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร แม้จะต้องมีการลงทุนลงแรง ในระยะเริ่มต้น มากพอสมควร แต่เป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เพราะช่วยเพิ่มโอกาสในการแข่งขัน สร้างความเชื่อมั่น ในระบบการผลิต สอดคล้องกับความต้องการ ของประเทศคู่ค้า และลดต้นทุนการผลิต ในระยะยาว (อจธรา, ม.ป.ป.)

บทที่ 3

การทดลองเพื่อหากระบวนการผลิตน้ำยาขมจีนบรรจุกระป๋อง

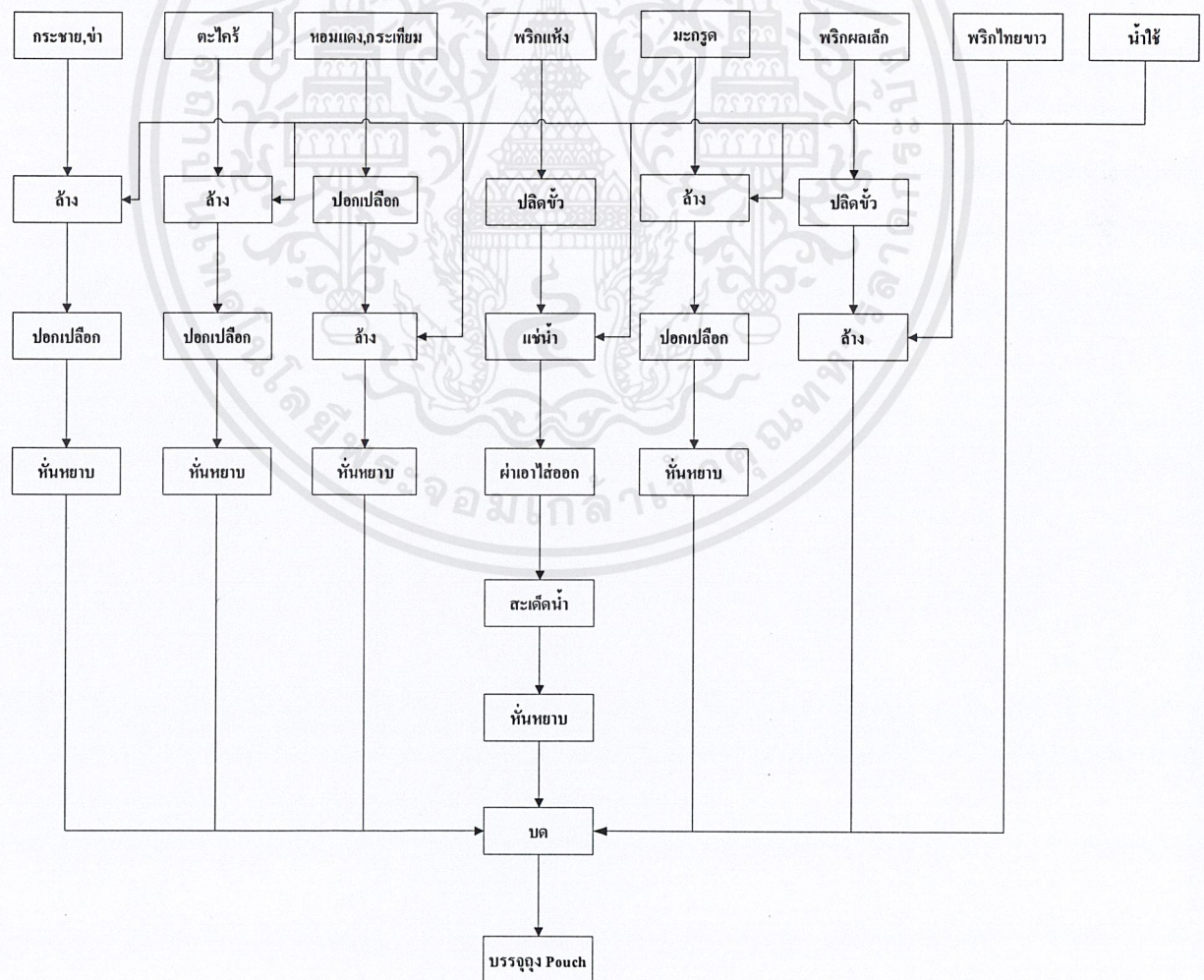
ในบทนี้ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบเพื่อผลิตน้ำยาขมจีนเข้มข้นประกอบด้วย การทดลองหาอัตราผลได้ของผลิตภัณฑ์น้ำยาขมจีนเข้มข้น (% yield) การทดลองหาส่วนผสมของน้ำยาขมจีนและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อน้ำยาขมจีน รวมไปถึงผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 การทดลอง

3.1.1 การเตรียมวัตถุดิบผลิตภัณฑ์น้ำยาขมจีนเข้มข้น

สำหรับขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบผลิตภัณฑ์น้ำยาขมจีนเข้มข้นก็จะประกอบไปด้วย ขั้นตอนการเตรียมน้ำพริกแกง ขั้นตอนการเตรียมปลานึ่ง และขั้นตอนการผสมน้ำยาขมจีนเข้มข้น

3.1.1.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำพริกแกง

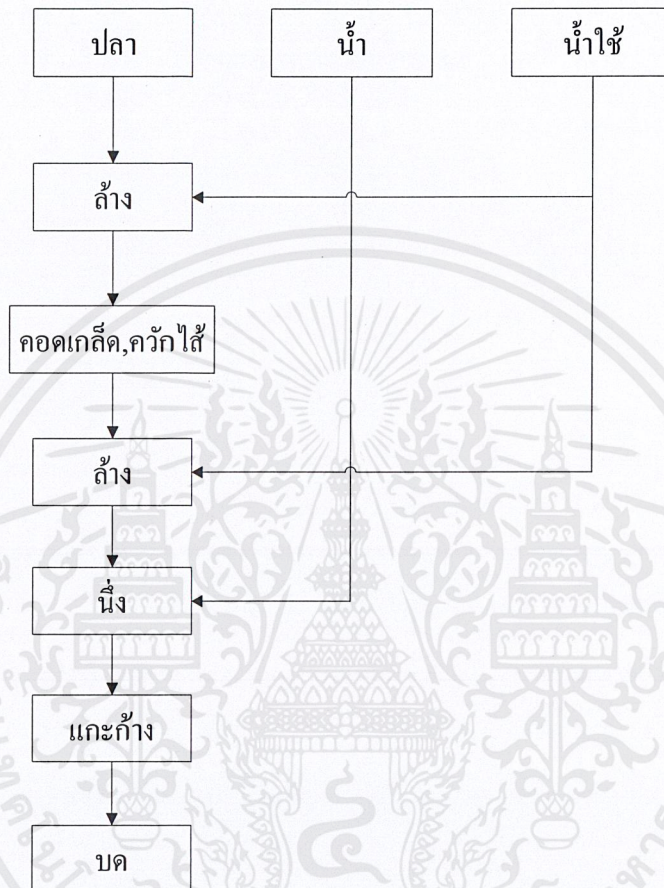


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำพริกแกง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

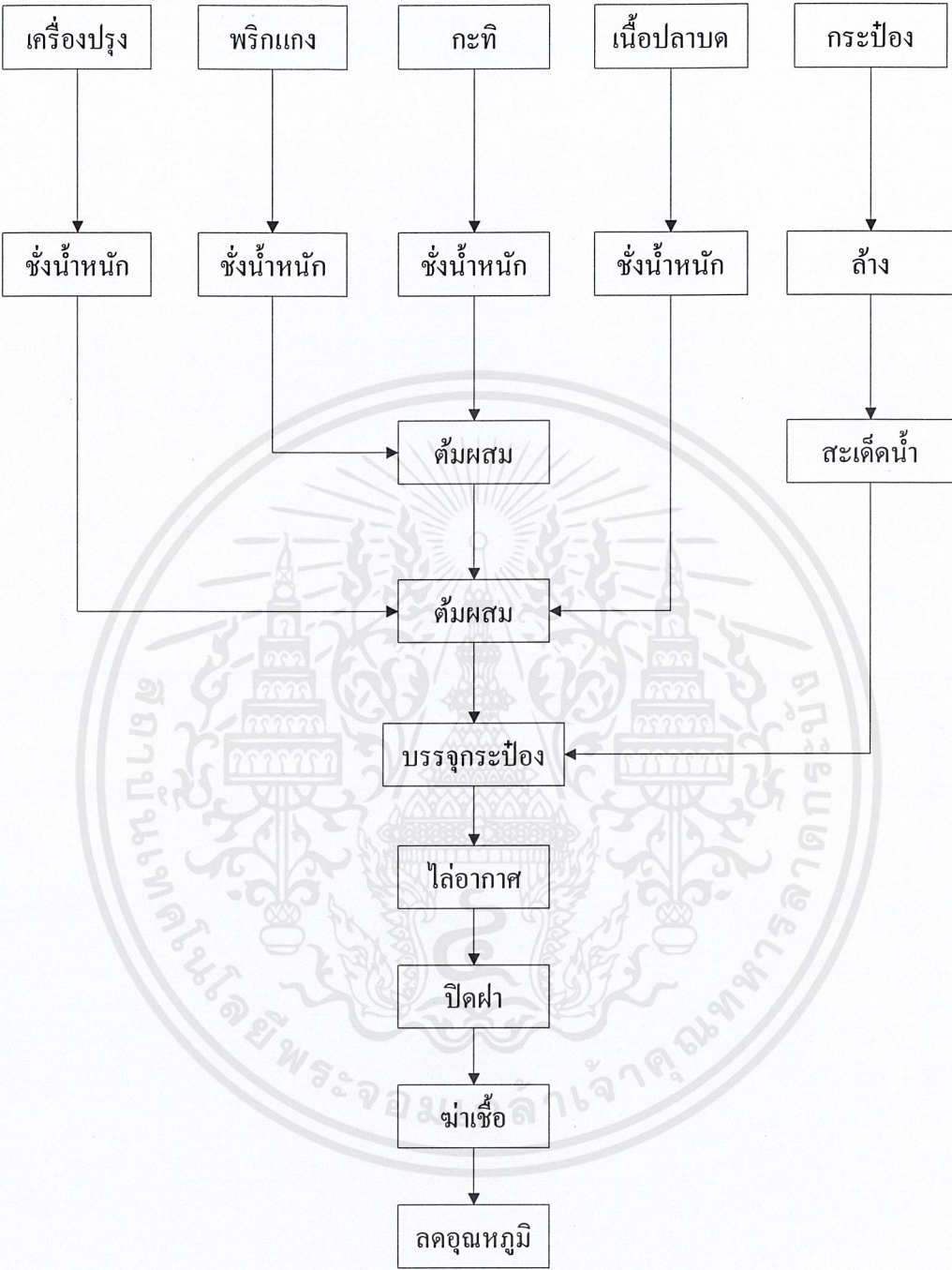
3.1.1.2 ขั้นตอนการเตรียมเนื้อปลาบด

ในขั้นตอนการเตรียมเนื้อปลาบดเป็นการทดลองหาวิธีการหั่นหัว หักครีบ แกะก้างของปลาช่อน นึ่งเพื่อหาวิธีการที่สามารถรักษาสภาพได้ร้อยละ(% yield) ของเนื้อปลาบดให้ได้มากที่สุดและเนื้อปลาบดมีความสะอาด ไม่มีก้างหรือสิ่งแปลกปลอมปนมากับเนื้อปลาบด



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมเนื้อปลาบด

3.1.1.3 กระบวนการผลิตน้ำยาขมจินกระป๋อง



รูปที่ 3.3 กระบวนการผลิตน้ำยาขมจินเข้มข้นบรรจุกระป๋อง

3.1.2 การทดลองหาผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ (Percent yield, % yield)

ขั้นตอนการหาผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ (Percent yield, % yield) จะประกอบไปด้วยการหาผลได้ร้อยละของพริกแกงและ ผลได้ร้อยละของปลา ซึ่งการทดลองหาผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ (Percent yield, % yield) ก็จะเริ่มจากการนำวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำยาขนมจีนเข้มข้นที่จะหาผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ (Percent yield, % yield) มาชั่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อน จากนั้นก็นำไปผ่านกระบวนการต่างๆ จากนั้นนำส่วนที่จะใช้ในการผลิตไปชั่งน้ำหนักแล้วนำมาคำนวณตามสมการ

$$\%Yield = \frac{\text{น้ำหนักของส่วนที่ใช้}}{\text{น้ำหนักทั้งหมด}} \times 100$$

3.1.2.1 การทดลองหาผลได้ร้อยละของปลาช่อน

วิธีการทดลอง

ในขั้นตอนการทดลองหาผลได้ร้อยละของปลาช่อน จะเลือกใช้ปลาช่อนที่มีน้ำหนักตัวอยู่ระหว่าง 600 - 900 กรัม มาใช้ในการทดลอง โดยนำปลาช่อนมาล้างทำความสะอาด ขอดเกล็ดควักไส้ แล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิเครื่องนึ่ง 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที อุณหภูมิเนื้อติดก้าง (backbone temperature) มากกว่าหรือเท่ากับ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลามากกว่าหรือเท่ากับ 1 นาที (หนึ่งตุก) จากนั้นนำปลานึ่งมาหั่นหัว ครัว หาง แกะก้าง แยกส่วนที่เป็นเนื้อออกแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำน้ำหนักที่ได้ไปคำนวณหาผลได้ร้อยละ (% yield) ของเนื้อปลาช่อน จากนั้นนำเนื้อปลาช่อนนึ่งที่ได้จากการแกะมาบดรวมกัน นำไปชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

3.1.2.2 การทดลองหาผลได้ร้อยละของวัตถุดิบน้ำพริกแกง

วิธีการทดลอง

ตะไคร้

ทำการทดลองโดยนำตะไคร้มาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปล้างทำความสะอาด ตัดส่วนใบทิ้ง โดยหันจากโคนประมาณ 7 เซนติเมตร นำไปหั่นหยาบแล้วนำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

กระชาย

ทำการทดลองโดยนำกระชายมาล้างทำความสะอาด นำไปชั่งน้ำหนัก ปอกเปลือก แล้วหั่นหยาบ หลังจากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

ข่า

การทดลองหาผลได้ของข่านั้นเริ่มจากการนำข่ามาล้างทำความสะอาด นำข่าไปชั่งน้ำหนักต่อเหง้า จากนั้นนำข่าที่ชั่งน้ำหนักแล้วมาปอกเปลือก หั่นหยาบ แล้วนำไปชั่งน้ำหนักบันทึกผล

หอมแดง

ทำการทดลองโดยนำหอมแดงมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำหอมแดงไปปอกเปลือก ล้าง และหั่นหยาบ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

กระเทียม

ทำการทดลองโดยนำกระเทียมมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำกระเทียมไปปอกเปลือก ล้าง และหั่นหยาบ นำมาชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

มะกรูด

ทำการทดลองโดยนำมะกรูดมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำมะกรูดไปล้าง ปอกเปลือก และหั่นหยาบ แล้วนำผิวมะกรูดมาชั่งน้ำหนัก

พริกแห้ง

ทำการทดลองโดยนำพริกแห้งมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำพริกแห้งไปปลิดขั้ว แช่น้ำประมาณ 10 นาที นำมาสะเด็ดน้ำประมาณ 3-5 นาที จากนั้นนำเมล็ดพริกมาผ่าเอาไส้ออกแล้วนำไปหั่นหยาบ นำมาชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

พริกขี้หนู

ทำการทดลองโดยนำพริกขี้หนูมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปล้าง แล้วปลิดขั้ว ชั่งน้ำหนักและบันทึกผล

3.1.3 การทดลองหาส่วนผสมของน้ำยาขมจินเข้มข้น

การทดลองเริ่มจากศึกษาส่วนผสมของน้ำยาขมจิน จากนั้นทำการทดลองหาสูตรน้ำยาขมจินที่เหมาะสมโดยในตอนแรกจะทำการทดลองเป็นน้ำยาขมจินแบบเจือจางก่อน จากนั้นนำไปทดลองให้ผู้บริโภคชิมเพื่อปรับเปลี่ยนสูตรให้คงที่ แล้วจึงนำสูตรมาทำการคำนวณคิดเป็นอัตราส่วนเพื่อลดปริมาณน้ำออก และได้สูตรสำหรับทำน้ำยาขมจินเข้มข้นซึ่งเมื่อนำไปเจือจางกับน้ำในสัดส่วน 1:1 ก็สามารถรับประทานได้เลย มีรสชาติที่อร่อยและสามารถยอมรับได้

3.1.4 การหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อน้ำยาขมจินกระป๋อง

ในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อในน้ำยาขมจินบรรจุกระป๋อง

วิธีการทดลอง

ทำการทดลองโดยเลือกใช้กระป๋องเหล็กเคลือบดีบุก (ขนาด 211×400) มาเจาะรู ณ จุดร้อนซ้ำที่สุด (ประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของกระป๋อง) ติดเทอร์โมคัปเปิล (thermocouples) type K เข้าไปก่อนการบรรจุเพื่อวัดอุณหภูมิภายในกระป๋อง จากนั้นนำไปบรรจุน้ำยาขมจินทั้งชนิดเข้มข้นและชนิดเจือจาง จำนวนอย่างละ 2 ขวด โดยจะต้องเว้นช่องว่าง (headspace) เหนือน้ำยาขมจินประมาณ 1 เซนติเมตร จากนั้นนำไปเข้าเครื่องไล่อากาศเพื่อไล่อากาศที่ลอยอยู่เหนือผิวหน้าอาหารก่อนทำการปิดฝากระป๋อง เมื่อปิดฝากระป๋องเสร็จแล้วจึงนำกระป๋องที่ได้เข้าหม้อฆ่าเชื้อแบบ Water spray

Retort (KM Grand pack, Thailand) ที่อุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อ (Retort Temperature, RT) เท่ากับ 120 °c โดยใช้ค่า $F_0 = 8$ โดยแต่ละการทดลองจะบันทึกอุณหภูมิภายในกระป๋องทุกๆ 1 นาที

3.2 ผลการทดลอง

3.2.1 ผลการทดลองการหาผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ (% yield)

ผลการทดลองที่ได้แสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งประกอบไปด้วยน้ำหนักก่อนการเตรียมวัตถุดิบ น้ำหนักหลังการเตรียมวัตถุดิบ และผลได้ร้อยละของวัตถุดิบ

ตารางที่ 3.1 ผลได้ร้อยละของวัตถุดิบน้ำยาขมนมจีน

วัตถุดิบ	จำนวน ครั้ง	น้ำหนักก่อนเตรียม (กรัม)	น้ำหนักหลังเตรียม (กรัม)	ผลได้ร้อยละ (% yield)
ปลาช่อน	10	755.10	390.2	54.71 ±3.29
ตระไคร้	3	314.33	138	43.25 ±3.28
กระชาย	6	501.13	325.75	65.29 ±7.81
ข่า	2	95.425	61.68	65.04 ±6.12
หอมแดง	3	127.81	107.42	84.17 ±5.32
กระเทียม	3	138.00	114.33	82.86 ±0.84
มะกรูด	3	52.21	14.81	29.67 ±9.94
พริกแห้ง	3	510.33	396.32	78.01 ±5.04
พริกขี้หนู	3	165.67	136.33	82.29 ±0.35

3.2.2 ผลการทดลองหาส่วนผสมของน้ำยาขมเงินเข้มข้น

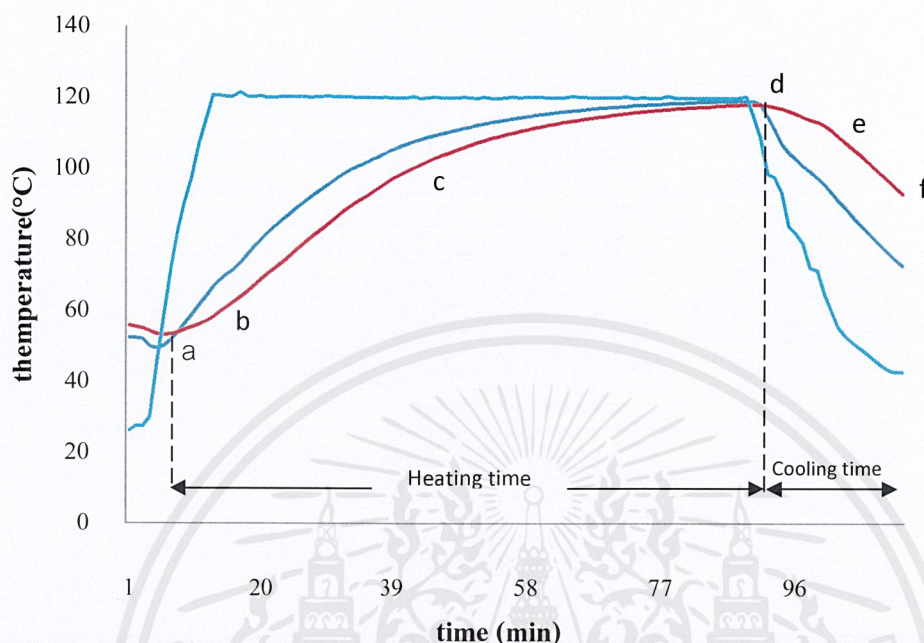
ผลการทดลองการหาสูตรหรือส่วนผสมของน้ำยาขมเงินเข้มข้นและอัตราส่วนของน้ำหนักรต่อน้ำหนักทั้งหมดของน้ำยาขมเงินเข้มข้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของน้ำยาขมเงินเข้มข้น

วัตถุดิบ	น้ำหนักก่อน เตรียม(กรัม)	น้ำหนักหลัง เตรียม(กรัม)	อัตราส่วนของน้ำหนักรต่อน้ำหนักทั้งหมด
ปลาช่อน	1826.85	1000	24.99
กะทิ	2400	2400	59.98
พริกแห้งเม็ดใหญ่	192.28	150	3.748
พริกขี้หนูสวน	58.60	50	1.25
หอมแดง	59.40	50	1.25
กระเทียม	60.34	50	1.25
ตะไคร้	69.36	30	0.75
ข่า	30.75	20	0.5
กระชาย	765.80	500	1.25
ผิวมะกรูด	67.41	20	0.5
พริกไทย	20.19	20	0.5
กะปิ	15	15	0.37
เกลือ	30	30	0.75
น้ำตาลปีบ	100	100	2.5
น้ำปลา	120	120	3
รวม	5815.98	4575	100

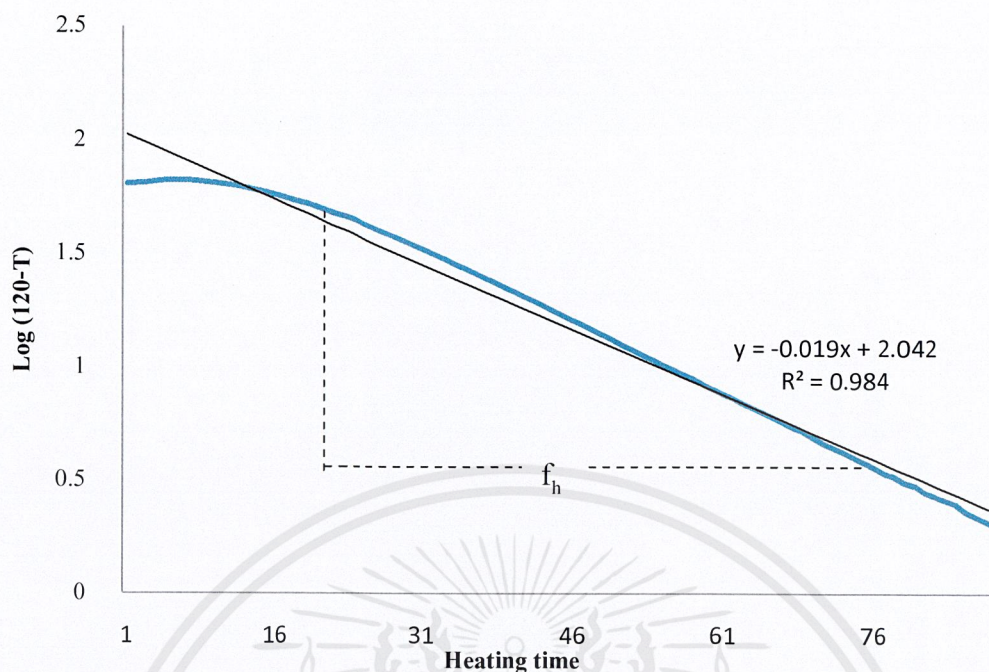
3.2.3 ผลทดลองหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อนํ้ายาขนมจิ้นกระป๋อง

นำผลการทดลองมาพล็อต (plot) ลงกราฟเพื่อที่จะนำกราฟที่ได้ไปคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อนํ้ายาขนมจิ้นชนิดเข้มข้นและชนิดเจือจาง ได้แสดงข้อมูลดังรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6 ตามลำดับ



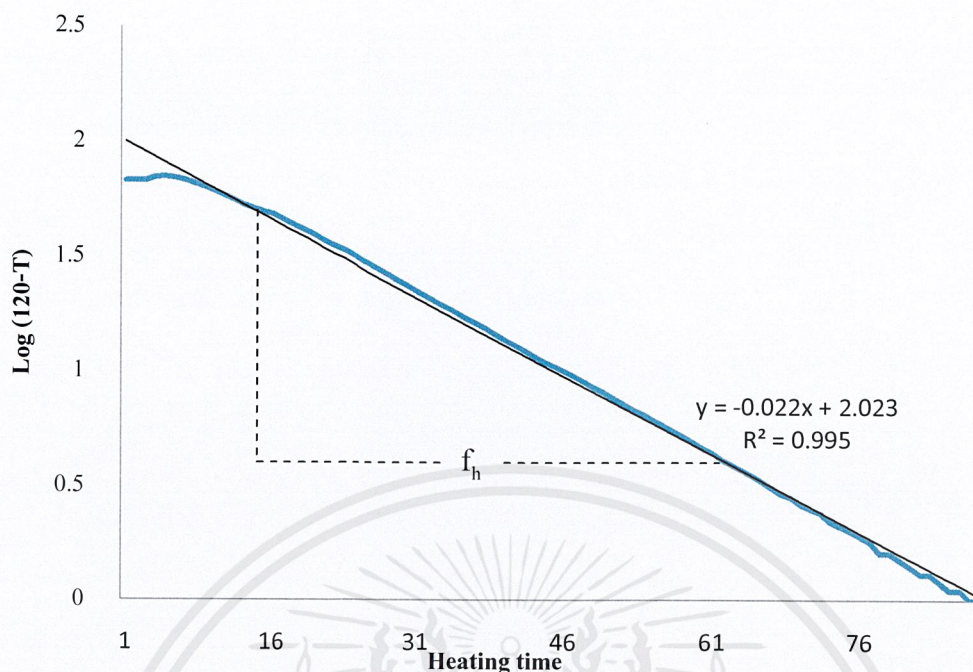
รูปที่ 3.4 ลักษณะวงจรของกระบวนการความร้อนในระหว่างกระบวนการฆ่าเชื้อ

จากจุด a ถึง d นั้นจะอยู่ในช่วงของการเพิ่มอุณหภูมิให้กับนํ้ายาขนมจิ้นกระป๋อง และจากจุด d ไปยังจุด f ก็เป็นช่วงการทำเย็น (cooling time) ระหว่างจุด a ไปยัง b อุณหภูมิของนํ้ายาขนมจิ้นยังไม่ค่อยจะเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากยังอยู่ในระหว่างการไล่อากาศ จากจุด b ไปยัง c อุณหภูมิก็จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อถึงจุด d จะเป็นการเข้าสู่วงจรการทำเย็น ซึ่งเวลาในการทำเย็นไปยังจุด f



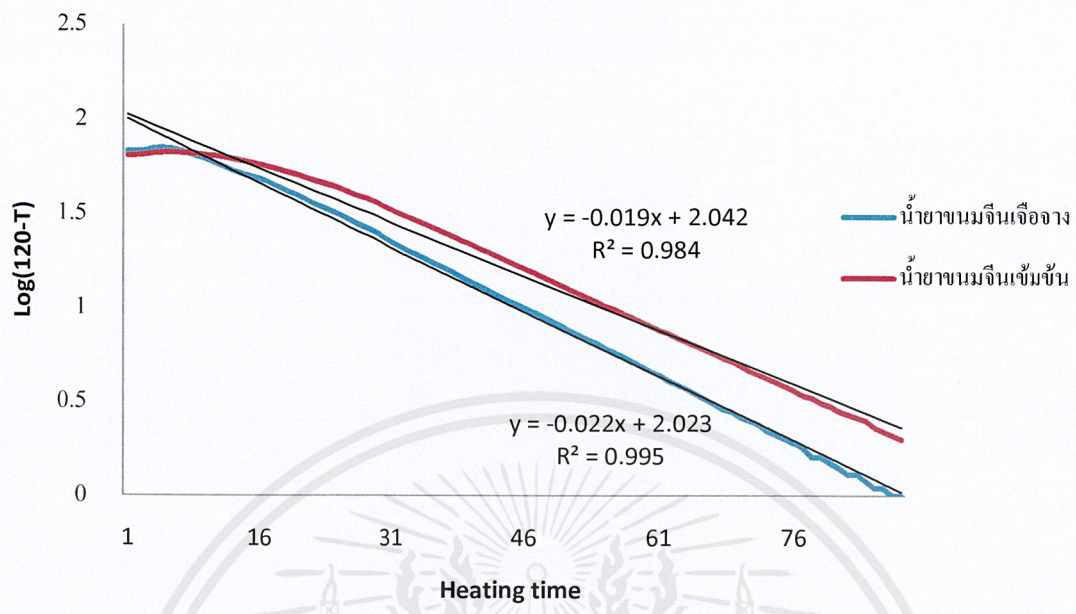
รูปที่ 3.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาให้ความร้อนและค่า $\text{Log}(120-T)$ ของน้ำยาขนมจีนเข้มข้น

นำข้อมูลของตัวอย่างน้ำยาขนมจีนเข้มข้นที่ได้จากการบันทึกผลทุกๆ 1 นาที ของหม้อฆ่าเชื้อ โดยนำเวลาที่ให้ความร้อน (Heating time) และอุณหภูมิภายในกระป๋องมาพล็อต (plot) กราฟเป็น logarithmic scale จะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 3.5 จากกราฟเป็นกราฟเส้นตรง $y = ax + b$ เมื่อ a คือ ความชันของเส้นตรง ซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.019 และ b คือ จุดตัดแกน y ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.042 เมื่อจุดตัดแกน y คือ $T_{RT}-T_A$ และ $\text{LOG}(120-T_{IT})$ มีค่าเท่ากับ 1.807 จะได้ค่า f_h เป็นเวลาที่ได้จากการลากกราฟ ช่วงให้ความร้อนเส้นแรกก่อนหักผ่าน 1 log cycle มีค่าเท่ากับ 52.63 นาที และ j_h เท่ากับ 1.130 เมื่อ T_{RT} เป็นอุณหภูมิสูงสุดของหม้อฆ่าเชื้อตามที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 120 องศาเซลเซียส T_{IT} เป็น อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารมีค่าเท่ากับ 55.9 องศาเซลเซียส แล้วนำไปคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจากสมการที่ 2.1 และ 2.5 จะได้เวลาในการฆ่าเชื้อเท่ากับ 69 นาที



รูปที่ 3.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาให้ความร้อนและค่า $\text{Log } (120-T)$ ของน้ำยาขนมจีนเจือจาง

นำข้อมูลของตัวอย่างน้ำยาขนมจีนเจือจางที่ได้จากการบันทึกผลทุกๆ 1 นาที ของหม้อฆ่าเชื้อ โดยนำเวลาให้ความร้อน (Heating time) และอุณหภูมิภายในกระป๋องมาพล็อต (plot) กราฟเป็น logarithmic scale จะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 3.6 จากกราฟเป็นกราฟเส้นตรง $y = ax + b$ เมื่อ a คือ ความชันของเส้นตรง ซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.022 และ b คือ จุดตัดแกน y ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.023 เมื่อจุดตัดแกน y คือ $T_{RT}-T_A$ และ $\text{LOG}(120-T_{IT})$ มีค่าเท่ากับ 1.784 จะได้ค่า f_h เป็นเวลาที่ได้จากการลากกราฟ ช่วงให้ความร้อนเส้นแรกก่อนหักผ่าน 1 log cycle มีค่าเท่ากับ 45.45 นาที และ j_h เท่ากับ 1.133 เมื่อ T_{RT} เป็นอุณหภูมิสูงสุดของหม้อฆ่าเชื้อตามที่กำหนดมีค่าเท่ากับ 120 องศาเซลเซียส T_{IT} เป็นอุณหภูมิเริ่มต้นของอาหารมีค่าเท่ากับ 59.1 องศาเซลเซียส แล้วนำไปคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจากสมการที่ 2.1 และ 2.5 จะได้เวลาในการฆ่าเชื้อเท่ากับ 61 นาที



รูปที่ 3.7 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเวลาให้ความร้อนและค่า Log (120-T) ของน้ำยาขนมจีนเข้มนั่นและเจี๊จาง

ตารางที่ 3.3 เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อน้ำยาขนมจีนบรรจุกระป๋องขนาด 211x400 บรรจุ 400 กรัม

น้ำยาขนมจีน	f_h	j_h	T_i	เวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อ (นาที)	Cooling time (นาที)	Process time (นาที)
เข้มนั่น 1	52.63	1.881	1.807	68.25	23	91.25
เข้มนั่น 2	55.56	1.146	1.804	72.22	23	95.22
เจี๊จาง 1	45.45	1.133	1.785	60.35	23	83.35
เจี๊จาง 2	47.62	1.152	1.829	66.43	23	89.43

จากตารางที่ 3.3 แสดงให้เห็นว่าที่ความเข้มข้นของน้ำยาขนมจีนจะใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อและเวลาของกระบวนการที่ต่างกัน

3.3 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.3.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองการหาผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ (% yield)

จากการทดลองพบว่าหอมแดงมีค่าผลได้ร้อยละเท่ากับ 84.17 ± 5.32 ซึ่งเป็นค่าที่มากที่สุดของการทดลองและพบว่ามะกรูดมีค่าผลได้ร้อยละเท่ากับ 29.67 ± 9.94 เป็นค่าที่น้อยที่สุดในการทดลอง ค่ามากที่สุดหรือน้อยสุดที่ได้นี้มีค่าแตกต่างกันมากเนื่องจากวัตถุดิบแต่ละชนิดมีส่วนที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน เช่น หอมแดงสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหัว ส่วนมะกรูดมีส่วนที่นำไปใช้ได้แค่ส่วนผิวของมะกรูดเท่านั้น จะสังเกตได้ว่าพริกขี้หนูมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ ± 0.35 เป็นค่าที่น้อยสุดในการทดลอง และมะกรูดมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ ± 9.94 เป็นค่าที่มากที่สุดในการทดลอง ค่าที่ได้ขึ้นอยู่กับอัตราการสูญเสีย (% loss) ในระหว่างขั้นตอนการผลิต จากข้อมูลที่ได้แสดงว่ามะกรูดมีอัตราการสูญเสีย (% loss) ในระหว่างขั้นตอนการผลิตมากที่สุด

จากการทดลองมีค่าผลได้ร้อยละ (% yield) ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบแต่ละชนิดมีส่วนที่จะนำไปใช้ในการผลิตที่แตกต่างกัน เช่น หอมแดงสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหัว ส่วนมะกรูดมีส่วนที่นำไปใช้ได้แค่ส่วนผิวของมะกรูดเท่านั้น แต่ในการรับซื้อวัตถุดิบจะรับซื้อวัตถุดิบมาในลักษณะที่เป็นผล ในการทดลองผู้ทำการทดลองยังไม่มี ความชำนาญหรือมีทักษะในการทำจึงอาจส่งผลต่ออัตราการสูญเสีย (% loss) ในระหว่างขั้นตอนการปฏิบัติได้

3.3.2 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองการหาส่วนผสมของน้ำยาขมเงินเข้มข้น

จากการทดลองพบว่าหากต้องการผลิตน้ำยาขมเงิน 4.57 กิโลกรัม จะต้องใช้เนื้อปลาช่อนบดเท่ากับ 1 กิโลกรัม กะทิเท่ากับ 2.4 กิโลกรัม พริกแกงเท่ากับ 0.91 กิโลกรัม และเครื่องปรุงเท่ากับ 0.27 กิโลกรัม

3.3.3 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลองการหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ

การทดลองหาเวลาฆ่าเชื้อน้ำยาขมเงินชนิดเข้มข้นและชนิดเจือจาง จากการคำนวณพบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ฆ่าเชื้อน้ำยาขมเงินชนิดเข้มข้นและชนิดเจือจาง คือ 70.24 ± 2.81 นาที และ 63.39 ± 2.29 นาที ตามลำดับ ซึ่งสังเกตได้ว่าน้ำยาขมเงินชนิดเข้มข้นต้องใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชือนานกว่าน้ำยาขมเงินชนิดเจือจาง เนื่องจากน้ำยาขมเงินชนิดเข้มข้นมีความหนาแน่นสูงกว่าน้ำยาขมเงินชนิดเจือจาง ทำให้อัตราแทรกผ่านความร้อน ไปยังจุดร้อนช้าที่สุด (Heat penetration) ช้ากว่าน้ำยาขมเงินชนิดเจือจาง ในทางปฏิบัติเวลาการทำงานของหม้อฆ่าเชื้อ จะต้องคิดเวลาของกระบวนการ (Process time) ซึ่งเวลาของกระบวนการผลิตคือเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อของน้ำยาขมเงิน รวมถึงเวลาทำเย็น (cooling time) ซึ่งเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิเท่ากับ 23 นาที ดังนั้น เวลาของกระบวนการผลิตน้ำยาขมเงินชนิดเข้มข้นและชนิดเจือจาง คือ 93.24 และ 87.39 นาที ตามลำดับ เวลาที่ใช้ในกระบวนการฆ่าเชื้อของกระบวนการผลิตน้ำยาขมเงินที่ได้กล่าวมานั้น สามารถใช้ได้กับสูตรของน้ำยาขมเงินในหัวข้อที่ 3.2 เท่านั้น หากน้ำยาขมเงินมีสูตรที่เปลี่ยนไปก็จะต้องทำการทดลองหาเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อใหม่

บทที่ 4

การออกแบบและวางผังโรงงาน

การออกแบบและวางผังโรงงานนี้เป็นไปตามหลักการ GMP และ HACCP เน้นให้ความสำคัญปลอดภัยกับอาหารด้วยการควบคุมทุกขั้นตอนการ สามารถลดความเสี่ยงจากการผลิตสินค้าที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ส่งผลให้อาหารมีมาตรฐานได้รับการยอมรับจากทั่วโลก

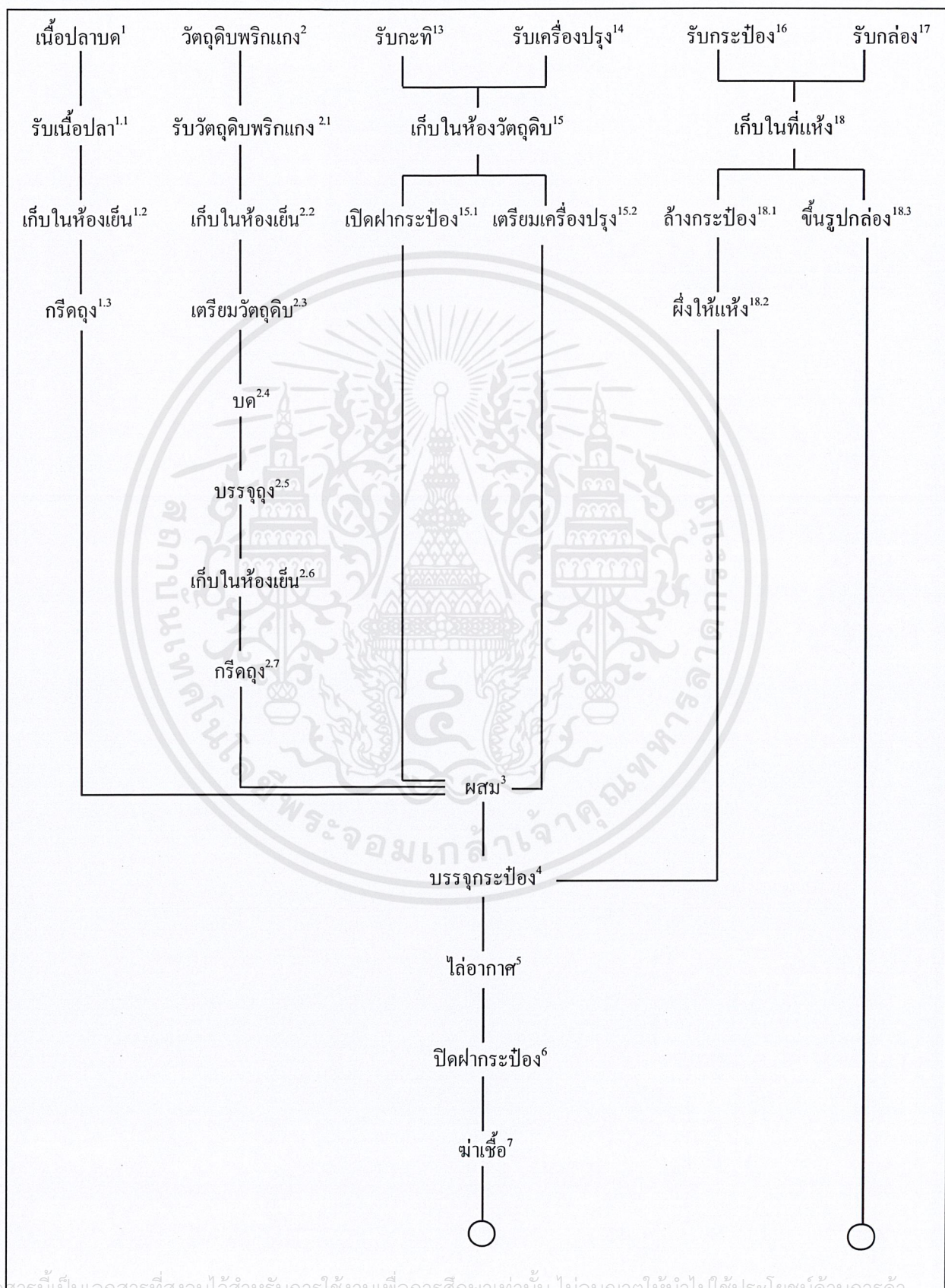
4.1 ขั้นตอนการผลิตและการวิเคราะห์จุดวิกฤตในกระบวนการผลิต

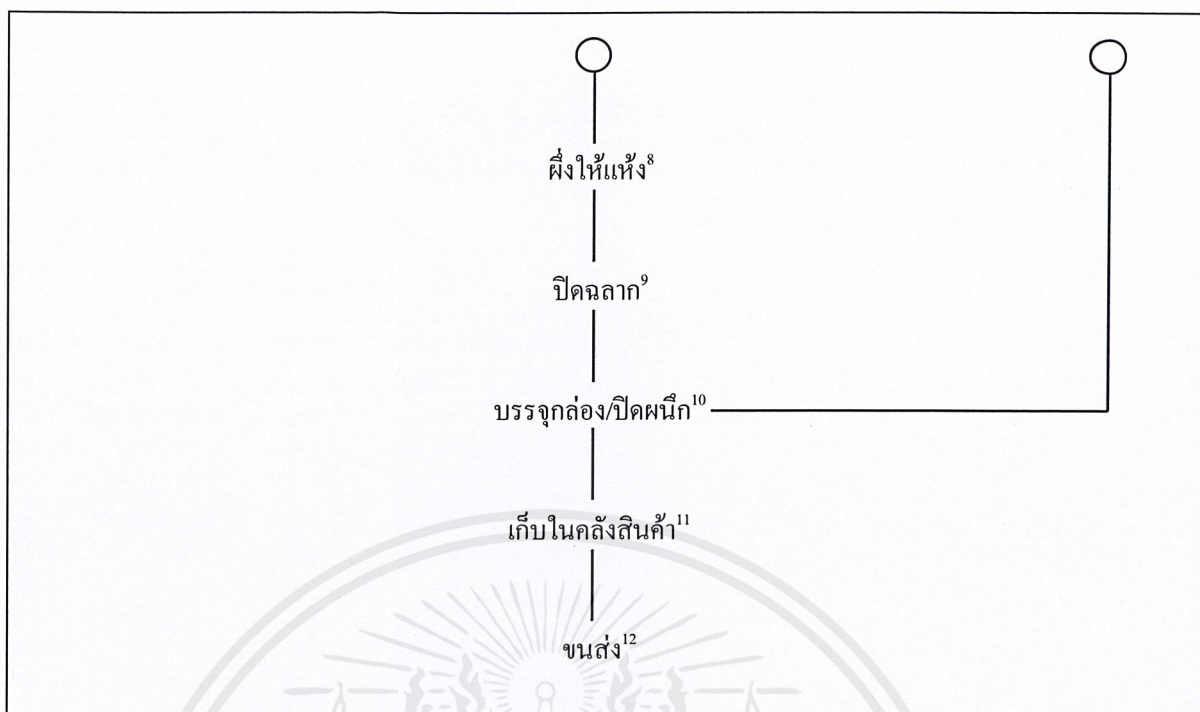
4.1.1 รายละเอียดผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดผลิตภัณฑ์และวัตถุประสงค์การใช้

1. ชื่อผลิตภัณฑ์	น้ำยาขมจินเข้มข้น
2. ลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์สุดท้าย	น้ำยาขมจินฆ่าเชื้อบรรจุกระป๋องพร้อมบริโภค
3. การใช้ผลิตภัณฑ์	บริโภคโดยการผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 แล้วให้ความร้อน (เดาอบไมโครเวฟ กำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที)
4. ภาชนะบรรจุ	บรรจุกระป๋องเหล็กเคลือบดีบุก (ขนาด 211×400) น้ำหนักบรรจุ 350 กรัม
5. อายุการเก็บรักษา	เก็บที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลาไม่เกิน 24 เดือน (<24 Months , Keep at temperature room)
6. สถานที่จัดจำหน่าย	ห้างสรรพสินค้าและร้านค้าปลีก
7. ข้อมูลกำกับบนฉลาก	Keep at temperature room, Lot. No. , Net Weight , Product Name , Producer Name , Producer Address
8. การกระจายสินค้า	ส่งออกให้ลูกค้าด้วยรถบรรทุกเล็ก รักษาความปลอดภัยการขนส่ง
9. กลุ่มผู้บริโภค	บุคคลทั่วไป

4.1.2 การวางแผนผังขั้นตอนการผลิตและการควบคุมจุดวิกฤติ (Hazard Analysis Critical Control Point)





รูปที่ 4.1 แผนผังขั้นตอนการผลิต (Process Flow Diagram)

ตารางที่ 4.2 ขอบข่ายอันตรายที่มีโอกาสพบในระบบการผลิต

ขอบข่ายอันตรายที่มีโอกาสพบในระบบการผลิต		
อันตรายทางชีวภาพ	อันตรายทางเคมี	อันตรายทางกายภาพ
แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค - Staphylococcus aureus - Escherichia coli - Clostridium perfringens - Clostridium botulinum - Coliform bacteria - Streptococcus aureus - Yeast / Mold	1. ยาปฏิชีวนะตกค้างที่ติดมากับเนื้อปลา - กลุ่ม Antibiotic ที่ Sensitive ต่อ media ที่ pH 6.0, 7.2 และ 8.0 ประกอบด้วย Penicilins, Sulfadimidine, Streptomycin, Erythromycin, Oxytetracycline, Cyprofloxacin - Nitrofurantoin metabolites - Chloramphenicol 2. ยาฆ่าแมลงตกค้างที่ติดมากับพืชผัก - Total DDT 0.3 mg/kg - Aldrin & Dieldrin 0.2 mg/kg - Heptachlor & Heptachlor epoxide 0.2 mg/kg - Total Chlordane 0.05 mg/kg - α-Hexachlorocyclohexane 0.2 mg/kg - β-Hexachlorocyclohexane 0.1 mg/kg - Lindane 0.7 mg/kg - Hexachlorobenzene 0.2 mg/kg - α-HCH, γ-HCH, β-HCH, Oxy-chlordane, trans-Chlordane, cis-Chlordane, cis-Chlordane, Endrin 3. ตะกั่วและผลิตภัณฑ์เคมี เช่น น้ำมันหล่อลื่น สารฆ่าเชื้อสารทำความสะอาด	1. เศษโลหะ - Fe ϕ > 1.5 mm. - Non - Fe ϕ > 2.0 mm. 2. เศษก้างแข็ง 3. เศษพลาสติก 4. เศษหิน

ตารางที่ 4.3 แผนการควบคุมจุดวิกฤติ (Hazard Analysis Critical Control Point)

แผนการควบคุม					
ขั้นตอน	ขั้นตอนการผลิต	B/C/P	อันตรายและแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการป้องกัน/ควบคุม	CCP/CP
1.	เนื่อปลา ตรวจรับเนื่อปลา	B	- แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจากเนื่อปลา - พยาธิในเนื่อปลา	- แหล่งวัตถุดิบมาจากโรงงานที่ได้รับการรับรองจากกรมปศุสัตว์และได้รับการรับรองจากโรงงาน - ตรวจสอบสภาพการบรรจุและการขนส่ง - อุณหภูมิใจกลางเนื่อปลาขณะตรวจรับ < 4°C - ควบคุมแหล่งวัตถุดิบ และสุ่มตัวอย่างตรวจสอบด้วยสายตา	
1.1		C P	- สารตกค้างยาปฏิชีวนะ และยาฆ่าแมลง - เศษก้างที่ติดมากับเนื่อปลา	- แหล่งวัตถุดิบมาจากโรงงานที่ได้รับการรับรองจากกรมปศุสัตว์และได้รับการรับรองจากโรงงาน - กำหนดคุณภาพของวัตถุดิบ - ตรวจสอบ โดย Visual Inspector	CCP
1.2	จัดเก็บเข้าห้องเย็น	B C/P	- การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ควบคุมอุณหภูมิห้องเย็น < 4°C	CP
1.3	กรีดถุง	B C/P	- การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจากอุปกรณ์ในการทำงาน - การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจากพนักงาน - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในการทำงาน - สุลักษณะส่วนบุคคล	CP

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ขั้นตอน	ขั้นตอนการผลิต	B/C/P	อันตรายและแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการป้องกัน/ควบคุม	CCP/CP
2.	วัตถุดิบพริกแกง				
2.1	รับวัตถุดิบพริกแกง	C P B	- สารตกค้างยาปฏิชีวนะและยาฆ่าแมลง - เศษหินที่ติดมากับผัก - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ตุ่มตรวจหาสารปนเปื้อน - ถ้างัดทำความสะอาด ตรวจสอบด้วยสายตา	CCP
2.2	จัดเก็บเข้าห้องเย็น	B C/P	- การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ควบคุมอุณหภูมิห้องเย็น < 4°C	CP
2.3	เตรียมวัตถุดิบ (ปฏิบัติตามหัวข้อ 3.1.1)	B C/P	- การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจากอุปกรณ์ในการทำงาน - การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจากพนักงาน - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในการทำงาน - สวมหน้ากากและสวมถุงมือ	CP
2.4	บด	B C/P	- การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจากอุปกรณ์ในการทำงาน - การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจากพนักงาน - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในการทำงาน - สวมหน้ากากและสวมถุงมือ	CP
2.5	บรรจุถุง	B C/P	- การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจากอุปกรณ์ในการทำงาน - การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคจากพนักงาน - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในการทำงาน - สวมหน้ากากและสวมถุงมือ	CP
2.6	จัดเก็บเข้าห้องเย็น	B C/P	- การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ควบคุมอุณหภูมิห้องเย็น < 4°C	CP

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ขั้นตอน	ขั้นตอนการผลิต	B/C/P	อันตรายและแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการป้องกัน/ควบคุม	CCP/CP
2.7	กรีดถุง	B	- การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคจากอุปกรณ์ในการทำงาน - การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคจากพนักงาน - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในการทำงาน - สวมถุงมือ	CP
3	ผสม	B	- การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคจากอุปกรณ์ในการทำงาน - การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคจากพนักงาน - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในการทำงาน - สวมถุงมือ	CP
4	บรรจุกระป๋อง	B	- การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคจากอุปกรณ์ในการทำงาน - การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคจากพนักงาน - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในการทำงาน - สวมถุงมือ	CP
5	ได้อากาศ	B	- การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคจากอุปกรณ์ในการทำงาน - การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคจากพนักงาน - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในการทำงาน - สวมถุงมือ	CP
6	ปิดฝากระป๋อง	B	- การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคจากอุปกรณ์ในการทำงาน - การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคจากพนักงาน - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ในการทำงาน - สวมถุงมือ	CP

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ขั้นตอน	ขั้นตอนการผลิต	B/C/P	อันตรายและแหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการป้องกัน/ควบคุม	CCP/CP
7	ฆ่าเชื้อและทำเย็น	B C/P	- การเหล็อรอดของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค - ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	- ควบคุมการทำงานของเครื่องต้มให้อุณหภูมิคงที่ (120 °C) จนมีค่า $F_0 = 8$	CCP
8	ผึ่งให้แห้ง	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
9	ปิดฉลาก	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
10	บรรจุกล่องปิดผนึก	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
11	จัดเก็บในคลังสินค้า	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
12	ขนส่งสินค้า	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
13	รับกะทิ	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
14	รับเครื่องปรุง	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
15	จัดเก็บในห้องวัตถุดิบ	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
15.1	เตรียมกะทิ	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
15.2	เตรียมเครื่องปรุง	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
16	รับกระป๋อง	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
17	รับกล่อง	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
18	จัดเก็บในที่แห้ง	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
18.1	ล้างกระป๋อง	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
18.2	ผึ่งให้แห้ง	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-
18.3	ขึ้นรูปกล่อง	B/C/P	ไม่มีอันตรายจากขั้นตอนนี้	-	-

หมายเหตุ CCP คือ จุดควบคุมวิกฤต (critical control point) และ CP คือ จุดควบคุม (control point)

4.2 การออกแบบและวางผังโรงงาน

4.2.1 องค์ประกอบในการพิจารณาเพื่อการวางแผนการไหลของวัสดุ

4.2.1.1 วัสดุหรือผลิตภัณฑ์

1. คุณสมบัติ

ก. ของที่รับ

- เนื้อปลาสด ต้องเป็นแหล่งวัตถุดิบมาจากโรงงานที่ได้รับการรับรองจากกรมปศุสัตว์และได้รับการรับรอง จากโรงงาน ตรวจสอบสภาพการบรรจุและการขนส่ง และอุณหภูมิใจกลางเนื้อปลาขณะตรวจรับ $< 4^{\circ}\text{C}$

- วัตถุดิบพริกแกง ต้องเป็นแหล่งวัตถุดิบที่โรงงานสามารถควบคุมคุณภาพได้ ตรวจสอบสภาพการบรรจุและการขนส่ง

ข. ของที่จะส่ง

- น้ำยาขมนจีนเข้มข้น ขนาดบรรจุ 350 กรัม/กระป๋อง ลักษณะกระป๋องอยู่ในสภาพดี ไม่มีรอยบุบหรือตำหนิต่างๆ บอกสถานที่ผลิต วันเดือนปีที่ผลิต วันหมดอายุ และน้ำหนักอย่างชัดเจน การขนส่งสะอาดปลอดภัย

2. ปริมาณการผลิต ผลิตน้ำยาขมนจีน 600 กระป๋องต่อวัน

3. จำนวนของชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน ไม่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมนี้ เนื่องจากตลอดกระบวนการผลิตไม่มีชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน

4. จำนวนของหน่วยงาน สามารถแบ่งออกได้ 2 ส่วนได้ดังนี้

- หน่วยงานสำนักงาน มีดังนี้ แผนกบุคคลและธุรการ แผนกบัญชีการเงินและการตลาด แผนกวิศวกรรมและช่างเทคนิค และแผนกควบคุมคุณภาพ

- หน่วยงานอาคารผลิต มีดังนี้ แผนกรับวัตถุดิบ(รับวัตถุดิบ,คัดแยก,ล้างครั้งที่ 1) แผนกเตรียมวัตถุดิบ (ล้างครั้งที่2, ปอกเปลือก,หั่น,บด,บรรจุพริกแกง) แผนกปรุง(ผสม,ต้ม,บรรจุกระป๋อง) แผนกฆ่าเชื้อ(ไล่อากาศ,ฆ่าเชื้อ) และ แผนกบรรจุกล่องและปิดผนึก

5. จำนวนที่ต้องการเก็บในคลัง 600 กระป๋อง /วัน

4.2.1.2 การเคลื่อนที่

1. ความถี่

ในการผลิตจะได้ผลิตภัณฑ์ ประมาณ 300 กิโลกรัม /วัน

เครื่องจักรทำงาน 8 ชั่วโมง

2. ความเร็ว ลำเลียงด้วยรถเข็นระหว่างแผนกใช้ระยะเวลา ประมาณ 15 วินาที

3. อัตรา วัตถุดิบในการทำน้ำยาขมจิน ประมาณ 22.82 กิโลกรัม/ชั่วโมง

4. ขอบเขต การไหลของวัตถุดิบจะมีขอบเขตโดยการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบจะเริ่มจาก ห้องเย็นเก็บวัตถุดิบและเข้าสู่กระบวนการผลิตจนไปสิ้นสุดที่คลังเก็บสินค้า

5. พื้นที่ คัดอาคารผลิต ประมาณ 800 ตารางเมตร

6. ระยะทาง ที่วัตถุดิบเคลื่อนที่ไปตลอดจนเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต ประมาณ 40 เมตร

7. แหล่งของวัสดุ แหล่งของวัตถุดิบมาจากเกษตรกรที่นำมาส่งโรงงาน

8. จุดปลายทาง เมื่อแปรรูปเป็นน้ำยาขมจินแล้วจะขนส่งออกจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้าใหญ่ๆ และร้านค้ารายย่อย

9. บริเวณสี่แยก ไม่เกิดบริเวณสี่แยกเนื่องจากกระบวนการผลิตเป็นเส้นตรงและตัว B

10. ความต้องการการไหลระหว่างพื้นที่ทำงาน ต้องการการไหลระหว่างพื้นที่ทำงาน เป็นแบบต่อเนื่อง

11. ที่ตั้งของแผนกรับและส่งของ ที่ตั้งของแผนกรับส่งของสินค้าจะอยู่บริเวณหน้าลานรับวัตถุดิบ

4.2.1.3 วิธีการขนถ่ายวัสดุ

3.1 หน่วยที่บรรจุเพื่อการขนถ่าย เป็นแผนกที่อยู่ร่วมกันกับแผนกบรรจุและปิดผนึก โดยเมื่อบรรจุกระป๋องและฆ่าเชื้อแล้ว พนักงานจะทำการบรรจุลงกล่อง แล้วจึงขนถ่ายเข้าคลังสินค้า

3.2 ความเป็นไปได้ในการใช้แรงโน้มถ่วง ไม่มีการใช้แรงโน้มถ่วงในการขนถ่ายวัสดุ

3.3 กฎของการขนถ่ายวัสดุ ต้องเป็นแบบทางเดียว ไม่วกวน และไม่หยุดชะงัก

3.4 ความยืดหยุ่นที่ต้องการ สามารถผลิตน้ำพริกแกงต่างๆ ได้ เนื่องจากร line การผลิตใกล้เคียงกัน

3.5 อุปกรณ์ที่ต้องการ คือรถเข็นในการขนส่งสินค้าเข้าคลังสินค้า

3.6 ทางเลือกที่เป็นไปได้ ต้องการทางเลือกการขนถ่ายวัสดุที่สะดวก ไม่วกวน

3.7 การวางแผนการขนถ่ายขั้นต้น จะเริ่มการขนถ่ายวัตถุดิบจากแผนกเตรียมวัตถุดิบ โดยใช้รถเข็นขนถ่ายไปยังแผนกปรุง

4.2.2 กระบวนการผลิต

1. ชนิด

ขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง เพราะมีสินค้าที่ผลิตเพียงชนิดเดียว

การวางแผนโรงงานตามชนิดของผลิตภัณฑ์ เพราะผลิตผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียว

2. ลำดับขั้นตอนการทำงาน

2.1 ลำดับขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำยาขมิ้น

(1) ขั้นตอนการรับวัตถุดิบ

(1.1) เกษตรกรขนส่งวัตถุดิบมาส่งที่โรงงานโดยรถกระบะจอดที่ป้อมยาม ส่งใบรายงานการ

ขนส่ง วัตถุดิบ และพนักงานรักษาความปลอดภัยตรวจที่มาของวัตถุดิบ

(1.2) รับใบผ่าน รถกระบะเข้าจอดในพื้นที่รับวัตถุดิบ

(1.3) แผนตรวจสอบคุณภาพ ตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบที่รับมา

(1.4) พนักงานนำวัตถุดิบจากรถมาคัดแยก และล้างครั้งที่ 1

(2) ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

(2.1) ขั้นตอนการล้างวัตถุดิบ

ล้างโดยใช้น้ำไหลผ่านเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน และคัดแยกวัตถุดิบที่เสื่อมเสียทิ้งไป

(2.2) ขั้นตอนการปอกเปลือก

นำวัตถุดิบที่ต้องปอกเปลือก ให้พนักงานทำการปอกเปลือกโดยควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบให้เป็นไปตามที่ตั้งไว้

(2.3) ขั้นตอนการหั่น

นำวัตถุดิบเข้าเครื่องหั่นหยาบ เพื่อให้ขนาดของวัตถุดิบเล็กลงง่ายต่อการบด

(2.4) ขั้นตอนการบด

นำวัตถุดิบทุกชนิดที่เตรียมไว้บดเข้าด้วยกันจะได้เป็นน้ำพริกแกง

(2.5) ขั้นตอนการบรรจุ

น้ำพริกแกงที่บดเรียบร้อยแล้ว ควรทิ้งไว้ให้เย็นสนิทอย่างน้อย 1/2 ชั่วโมง ก่อนการบรรจุ ถุงพลาสติก เพื่อป้องกันการเกิดเหงื่อภายในถุงหลังปิดผนึก เนื่องจากถ้าน้ำพริกแกงยังไม่เย็นสนิทอาจทำให้มีความร้อนระเหยนํ้าออกมาเป็นไอน้ำในถุง ทำให้การเก็บรักษาน้ำพริกแกงไว้ได้ไม่นาน อาจเกิดกลิ่น หรือเกิดเชื้อราขึ้นบนน้ำพริกแกงได้

ถุงพลาสติกที่ใช้ควรเป็นชนิดที่ยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้บ้าง เช่น ถุงพอลิเอทิลีน(PE) ถุงพอลิโพรพิลีน (PP)

(2.6) การเก็บน้ำพริกแกง

เก็บน้ำพริกแกงที่บรรจุถุงแล้วเข้าห้องเย็น ($< 4^{\circ}\text{C}$) เพื่อรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์

(3) ขั้นตอนการปรุง

(3.1) ขั้นตอนการผสม

นำเนื้อปลาสดและน้ำพริกแกงที่เก็บไว้ในห้องเย็นมาผสมกันเติมน้ำกะทิ และเครื่องปรุงรสในสัดส่วนที่กำหนดไว้

(3.2) ขั้นตอนการบรรจุ

นำน้ำยากระป๋องบรรจุกระป๋องเหล็กเคลือบดีบุก (ขนาดกระป๋อง 211×400)

(4) ขั้นตอนการฆ่าเชื้อ

(4.1) ขั้นตอนการไล่อากาศและปิดฝากระป๋อง

นำกระป๋องที่บรรจุแล้วเข้าเครื่องไล่อากาศเพื่อกำจัดอากาศเหนือกระป๋อง และจึงปิดฝากระป๋อง

(4.2) ขั้นตอนการฆ่าเชื้อ

นำกระป๋องที่ปิดฝาแล้ว จัดเรียงใส่ตะกร้า นำเข้าหม้อฆ่าเชื้อเพื่อฆ่าเชื้อเป็นเวลาประมาณ 60-70 นาที

(4.3) ขั้นตอนการลดอุณหภูมิกระป๋อง

นำกระป๋องที่ผ่านฆ่าเชื้อแล้ว ผึ่งลมเพื่อให้อุณหภูมิลดลงก่อนการปิดฉลาก

(5) ขั้นตอนการบรรจุและปิดผนึก

เมื่อกระป๋องเย็นลงแล้วนำไปปิดฉลาก บรรจุกล่อง และปิดผนึก

(6) นำสินค้าที่บรรจุกล่องแล้วเก็บไว้ในคลังสินค้า

(7) ส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3. เนื้อที่ที่ต้องการ

การคำนวณหาจำนวนเครื่องจักรและพื้นที่ที่ต้องการ

ทำงาน 300 วัน/ปี, 8 ชั่วโมง/วัน คัดเผื่อของเสีย 1%

อัตราความต้องการของตลาด(Demand Rate) 300 กิโลกรัม/วัน

$$\text{อัตราการผลิต (Production Rate)} = \frac{\text{Demand Rate}}{\text{Recovery (R)}} = \frac{300}{0.99} = 303.03 \text{ กิโลกรัม}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

- ปริมาณที่ใช้ในกระบวนการผลิตต่อวัน

เนื้ปลาดิบ 1 กิโลกรัม ผลิตนํ้ายากะทิได้ประมาณ 4.55 กิโลกรัม

$$\therefore \text{ปริมาณเนื้ปลาดิบ ที่ใช้ต่อวัน} = \frac{303.03 \times 1}{4.55} = 66.6 \text{ กิโลกรัม}$$

นํ้าพริกแกง 1 กิโลกรัม ผลิตนํ้ายากะทิได้ประมาณ 5.22 กิโลกรัม

$$\therefore \text{ปริมาณนํ้าพริกแกง ที่ใช้ต่อวัน} = \frac{303.03 \times 1}{5.22} = 57.93 \text{ กิโลกรัม}$$

- ปริมาณที่ต้องจัดซื้อต่อวัน

เนื้ปลาดิบ 1 กิโลกรัม ต้องใช้ปลาช่อนสด 1.82 กิโลกรัม

$$\text{ปริมาณปลาช่อนสด ที่ต้องซื้อต่อวัน} = \frac{1.82 \times 78.71}{1} = 143.86 \text{ กิโลกรัม}$$

- คำนวณหาจำนวนเครื่องจักรและพื้นที่ที่ใช้

เครื่องหั่นหยาบ มีกำลังการผลิต 250 กิโลกรัม/ชั่วโมง , ทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน

วัตถุดิบพริกแกงที่ใช้ 86.98 กิโลกรัม/วัน

$$\text{จำนวนเครื่องจักรที่ต้องการคือ} \quad \frac{86.98 \times \frac{1}{250}}{8} = 0.04 \approx 1 \text{ เครื่อง}$$

$$\therefore \text{พื้นที่ที่ต้องการคือ} \quad (0.5 \times 1) \times 1 = 0.5 \text{ ตารางเมตร}$$

ตารางที่ 4.4 ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ต่อวัน

วัตถุดิบ	สูตร(A) (กรัม)	%yield(B)	ปริมาณที่ใช้ในการผลิต(C) (กิโลกรัมต่อวัน)	ปริมาณการจัดซื้อ(D) (กิโลกรัมต่อวัน)
ปลาช่อน	1,000	54.71	66.60	121.73
กะทิ	2,400	100	159.84	159.84
พริกแห้งเม็ดใหญ่	150	78.01	9.99	12.80
พริกขี้หนูสวน	50	82.29	3.33	4.04
หอมแดง	50	84.17	3.33	3.95
กระเทียม	50	82.86	3.33	4.01
ตะไคร้	30	43.25	1.99	4.61
ข่า	20	65.04	1.33	2.04
กระชาย	500	65.29	33.3	51.00
พื้มะกรูด	20	29.67	1.332	4.48
พริกไทย	20	100	1.33	1.33
กะปิ	15	100	0.99	0.99
เกลือ	30	100	1.99	1.99
น้ำตาลปีบ	100	100	6.66	6.66
น้ำปลา	120	100	7.99	7.99
รวม	4,555	-	303.36	387.54

การคำนวณ

$$B = \frac{A \times 303.03 \text{ kg} \times 1 \text{ kg}}{4.55 \text{ kg} \times 1000 \text{ g}}, \quad D = \frac{C \times 100}{B}$$

ตารางที่ 4.5 พื้นที่ที่ต้องการภายในอาคารผลิต

แผนกการผลิต	เครื่องมือ	จำนวน	ขนาด (กว้าง×ยาว)	เนื้อที่รวม (m ²)	เนื้อที่ที่ต้องการ(m ²)
เตรียมวัตถุดิบ	เครื่องหั่นหยาบ	1	0.5 × 1	0.5	38.06
	เครื่องบด	1	0.23 × 0.30	0.069	
	เครื่องบรรจุ	1	1 × 1.50	1.5	
	ห้องเย็น	3	3 × 4	12	
	โต๊ะสแตนเลส	2	1.5 × 3	9	
ปรุง	เครื่องผสม	1	1.50 × 1.50	2.25	44.50
	เครื่องบรรจุกระป๋อง	1	1.50 × 1.50	2.25	
	โต๊ะสแตนเลส	1	2×2	4	
ฆ่าเชื้อ	รางไล่อากาศ	1	0.70 × 0.185	0.29	2.58
	เครื่องปิดกระป๋อง	1	0.167 × 0.241	0.04	
	หม้อฆ่าเชื้อ	1	1.50 × 1.50	2.25	
ปิดผนึก	เครื่องปิดฉลาก	1	1 × 1	1	38
	โต๊ะสแตนเลส	3	2 × 2	12	
ห้องเปลี่ยนเครื่อง แต่งตัว	ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า	16	1 × 1	16	42
				รวม	165.14
				เผื่อพื้นที่ 100%	165.14
				พื้นที่ที่ต้องการสำหรับหน่วยผลิต	332.28

ตารางที่ 4.6 พื้นที่ที่ต้องการสำหรับหน่วยสนับสนุนการผลิต

แผนก	อุปกรณ์และเครื่องใช้	ขนาด (เมตร×เมตร)	จำนวน	เนื้อที่ (ตารางเมตร)	พื้นที่ที่ต้องการ (ตารางเมตร)
วิศวกรรมและซ่อม บำรุง	โต๊ะทำงาน	1 × 0.6	4	2.4	24.67
	เก้าอี้	0.6 × 0.6	7	2.52	
	ตู้เอกสาร	0.8 × 0.4	2	0.64	
	ห้องเก็บเครื่องมือ	1.43 × 3.5	1	5.00	
	ห้องควบคุม	2 × 5	1	10	
				รวม 20.565	
				เผื่อ 20% = 4.11	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

แผนก	อุปกรณ์และเครื่องใช้	ขนาด (เมตร×เมตร)	จำนวน	เนื้อที่ (ตารางเมตร)	พื้นที่ที่ต้องการ (ตารางเมตร)
ห้องพยาบาล	โต๊ะทำงาน	1 × 0.6	3	1.8	11.8
	เก้าอี้	0.6 × 0.6	5	1.8	
	ตู้เอกสาร	0.8 × 0.4	2	0.64	
	เตียงนอน	0.8 × 1.8	4	5.76	
				รวม 9.08 เพื่อ 20% = 2.72	
โรงอาหาร	โต๊ะพร้อมที่นั่ง	1.5 × 2	15	45	126
	ร้านค้า	3 × 4	5	60	
				รวม 105 เพื่อ 20% = 21	
บัญชี	โต๊ะทำงาน	1 × 0.6	2	1.2	3.77
	เก้าอี้	0.6 × 0.6	4	1.44	
	ตู้เอกสารแบบฟอร์ม	0.375 × 0.457	2	0.342	
				รวม 3.142 เพื่อ 20% = 0.66	
บุคคล	โต๊ะทำงาน	1 × 0.6	2	1.2	3.77
	เก้าอี้	0.6 × 0.6	4	1.44	
	ตู้เอกสารแบบฟอร์ม	0.375 × 0.457	2	0.342	
				รวม 3.142 เพื่อ 20% = 0.66	
ห้องปฏิบัติการ	โต๊ะปฏิบัติการ	1 × 2	2	4	6.88
	เก้าอี้	0.6 × 0.6	4	1.44	
	ตู้เอกสาร	0.91 × 0.3	2	0.546	
				รวม 5.99 เพื่อ 20% = 1.19	
อาคารจอดรถ	รถ 4 ล้อ	1.75 × 5.15	10	90.12	117.15
				รวม 90.12	
				เพื่อ 30% = 27.03	
พื้นที่ที่ต้องการสำหรับหน่วยสนับสนุน					294.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 สิ่งสนับสนุนและบริการภายในโรงงาน

1. ห้องน้ำ

ตั้งอยู่ในส่วนของอาคารผลิต จำนวน 6 ห้อง แยกชายหญิง

ตั้งอยู่ในสำนักงานโรงงาน จำนวน 4 ห้อง แยกชายหญิง

2. ห้องเก็บเครื่องมือ

ห้องเก็บเครื่องมือตั้งอยู่ในส่วนของโรงงาน จำนวน 1 ห้อง เพื่อเก็บเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตและที่ใช้สำหรับซ่อมแซม

3. ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า

ใช้สำหรับเก็บและเปลี่ยนเสื้อผ้าจำพวก รองเท้า หมวก ผ้ากันเปื้อน เพื่อใส่เข้าไปในกระบวนการผลิต ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าจะอยู่ในส่วนของอาคารผลิต แบ่งเป็น ฟังสุก 2 ห้อง แยกชายหญิง และฟังดิบ 2 ห้อง แยกชายหญิง

4. อ่างล้างมือ

อยู่ในส่วนของอาคารผลิต ตรงทางเข้าออก จำนวน 4 ที่
อยู่ในสำนักงานโรงงาน จำนวน 2 ที่

5. โรงอาหาร

โรงอาหารภายในโรงงานมีจำนวน 1 โรง ซึ่งรองรับพนักงานได้ 50 คน

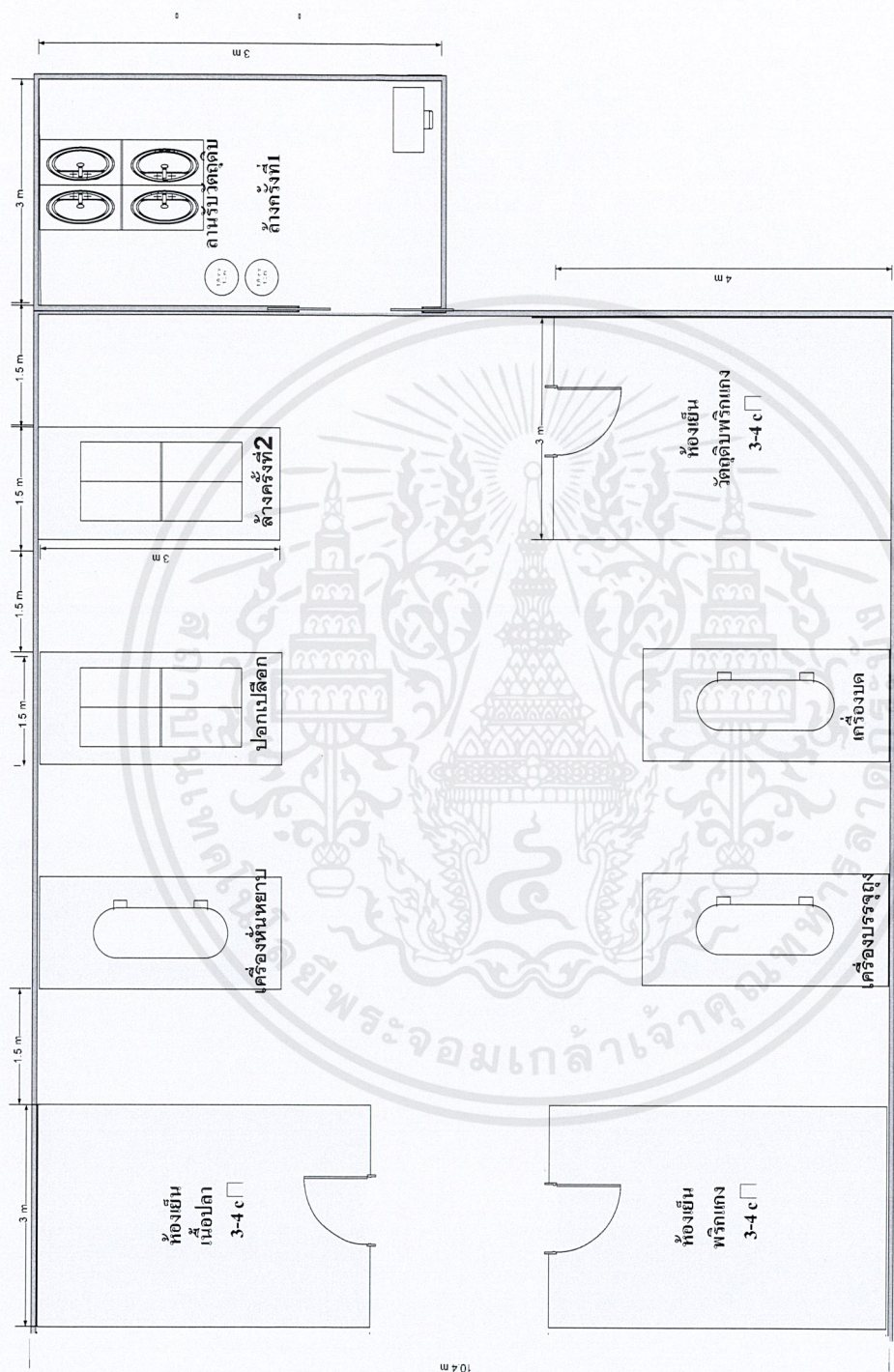
6. ห้องพยาบาล

ห้องพยาบาลตั้งอยู่ในสำนักงาน แยกชายหญิง

7. ที่จอดรถ

สำหรับจอดรถพนักงานและผู้ติดต่อภายในโรงงานจำนวน 10 คัน

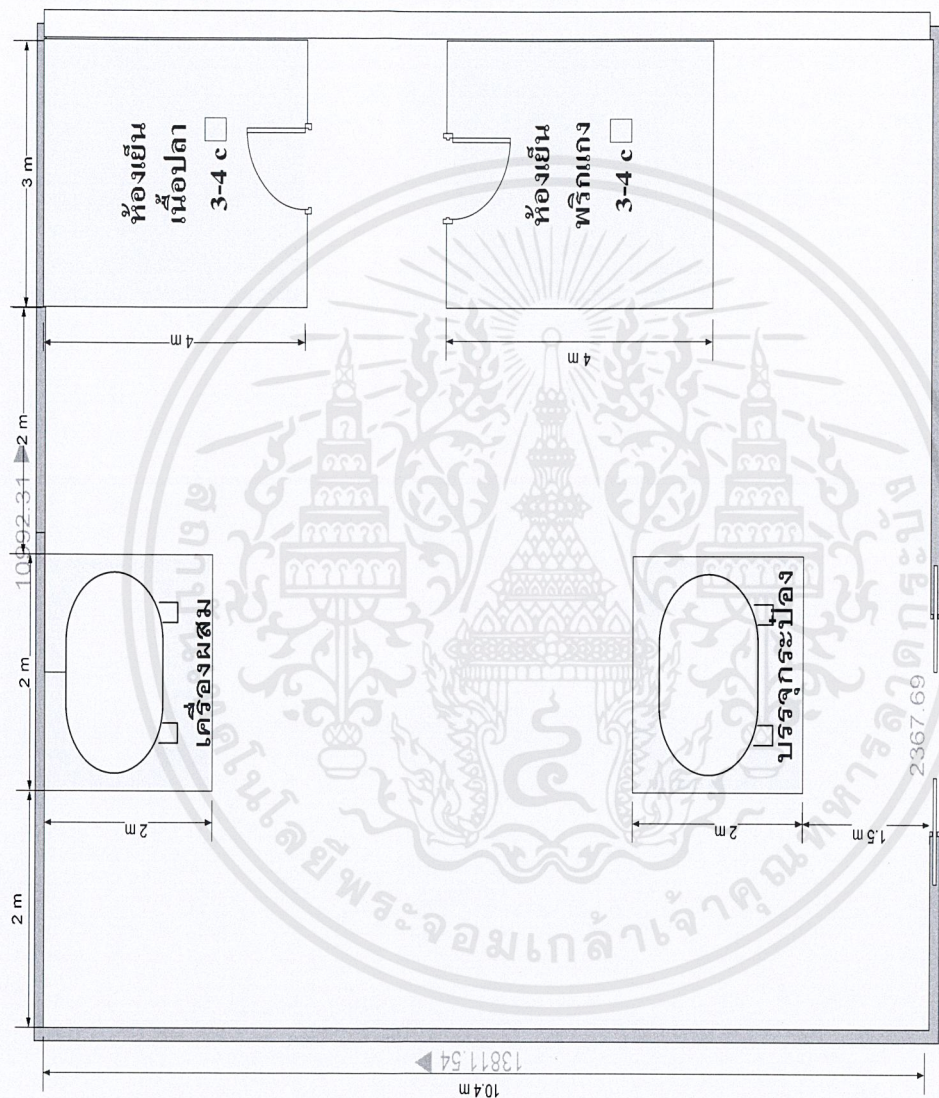
4.3 แผนภาพการไหลและผังโรงงาน



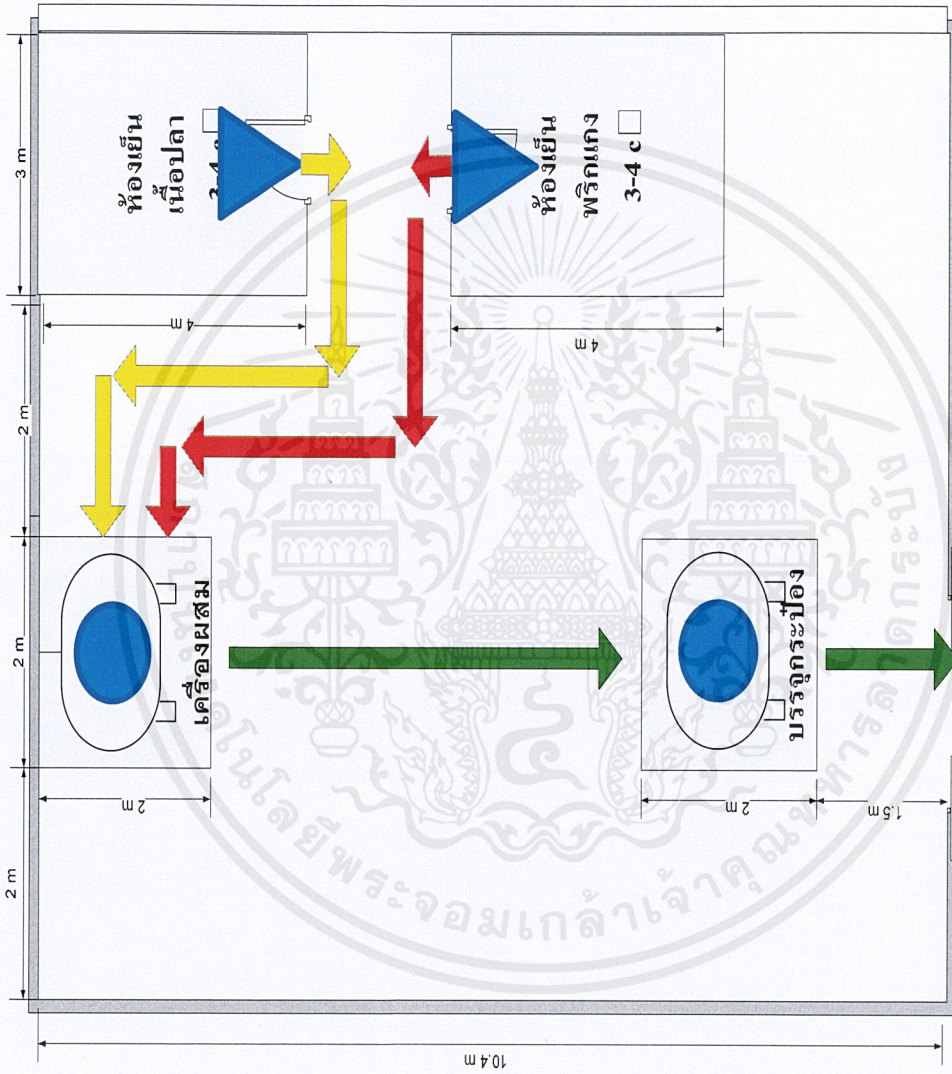
รูปที่ 4.2 แผนผังเตรียมวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

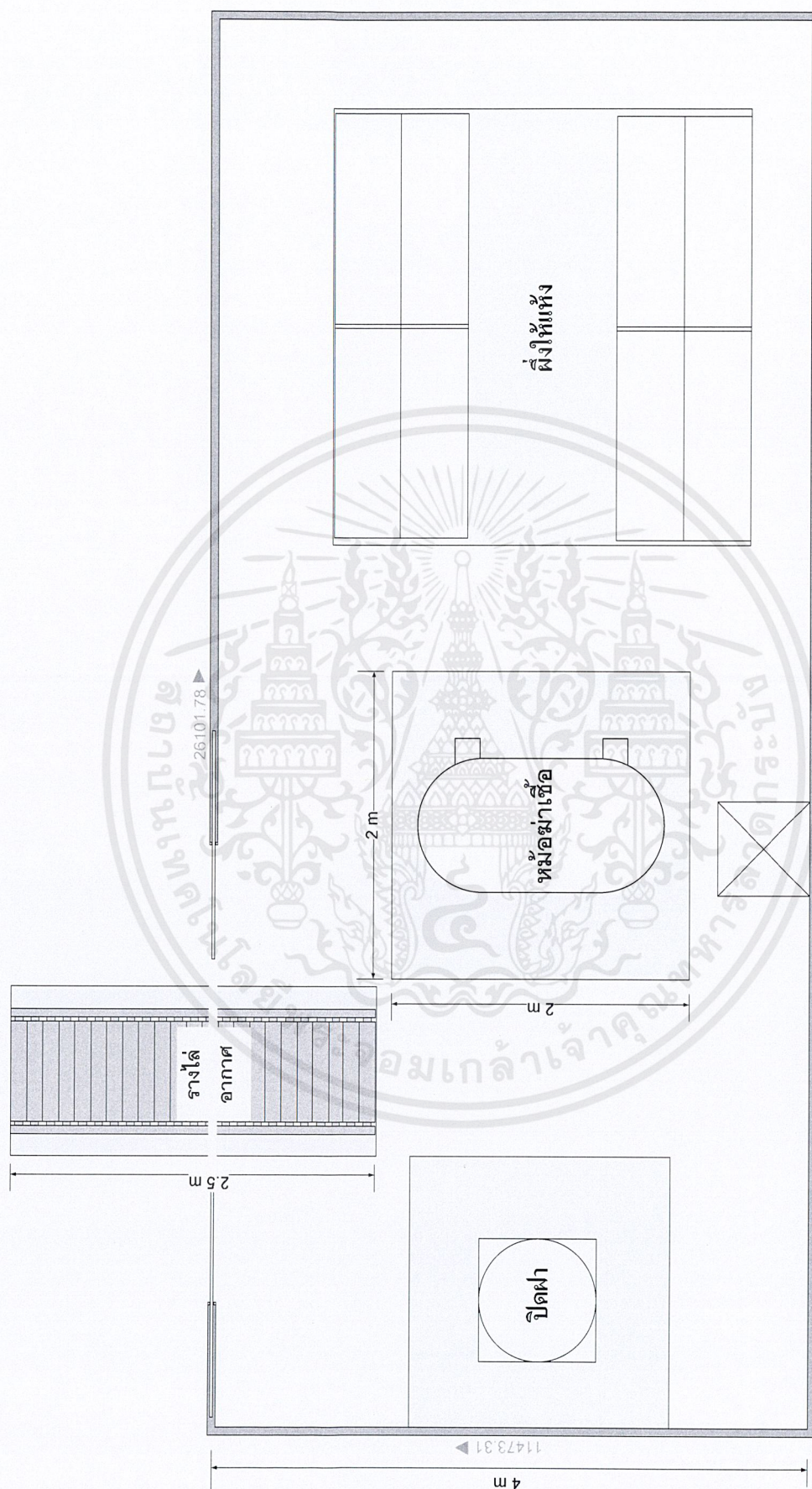




รูปที่ 4.4 แผนผังแผนปรับปรุง

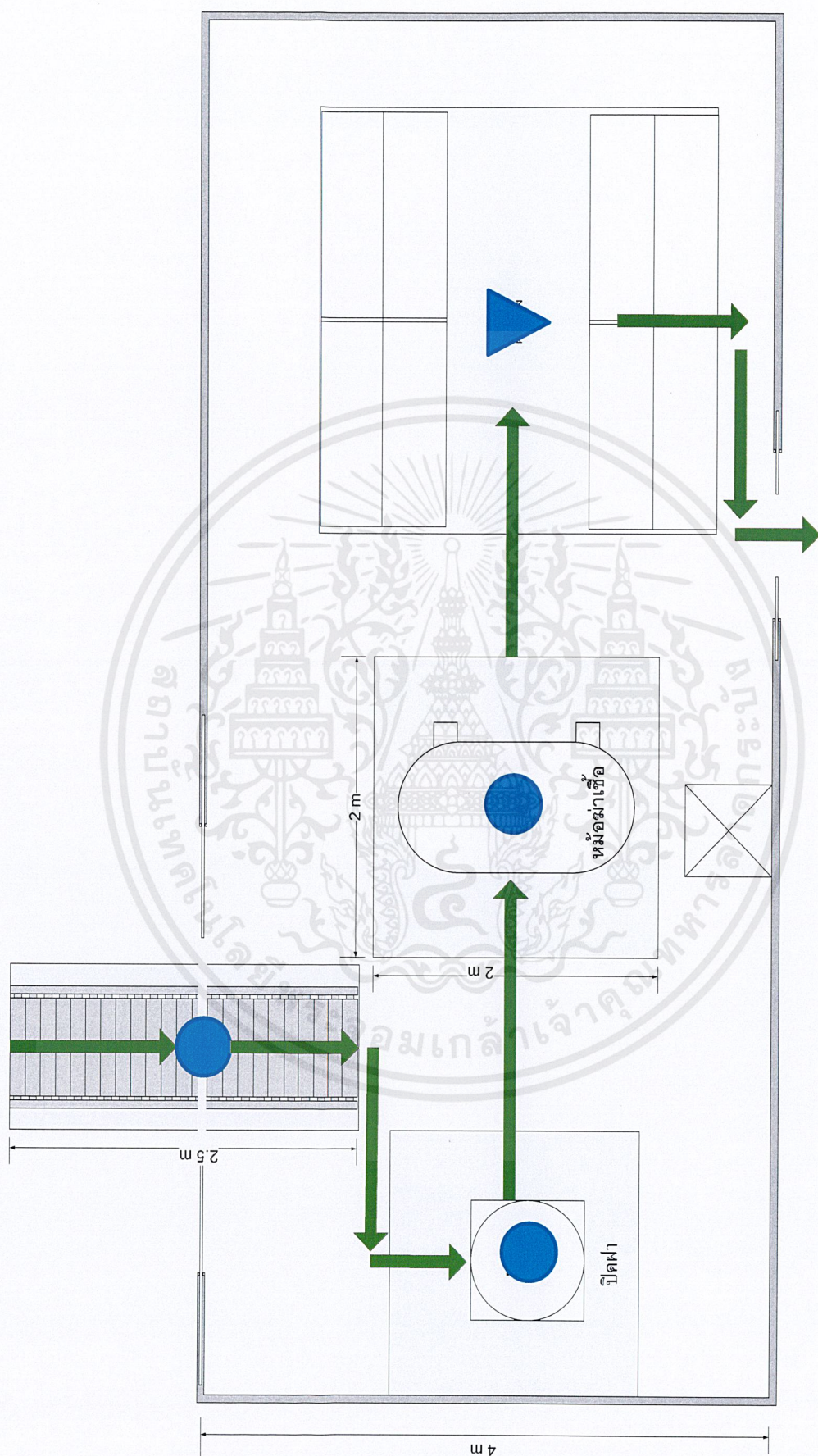


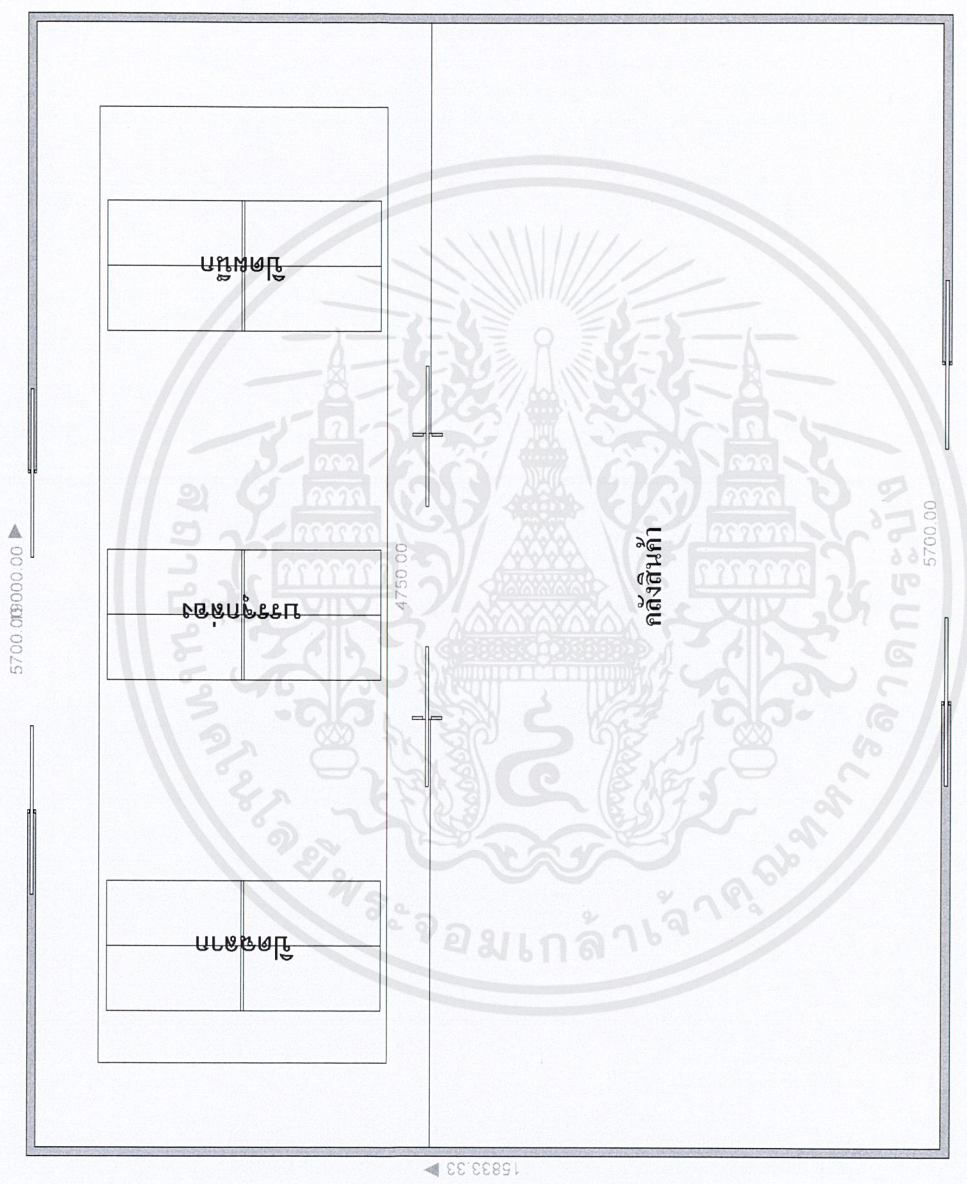
รูปที่ 4.5 แผนผังการไหลแผนกปรุง



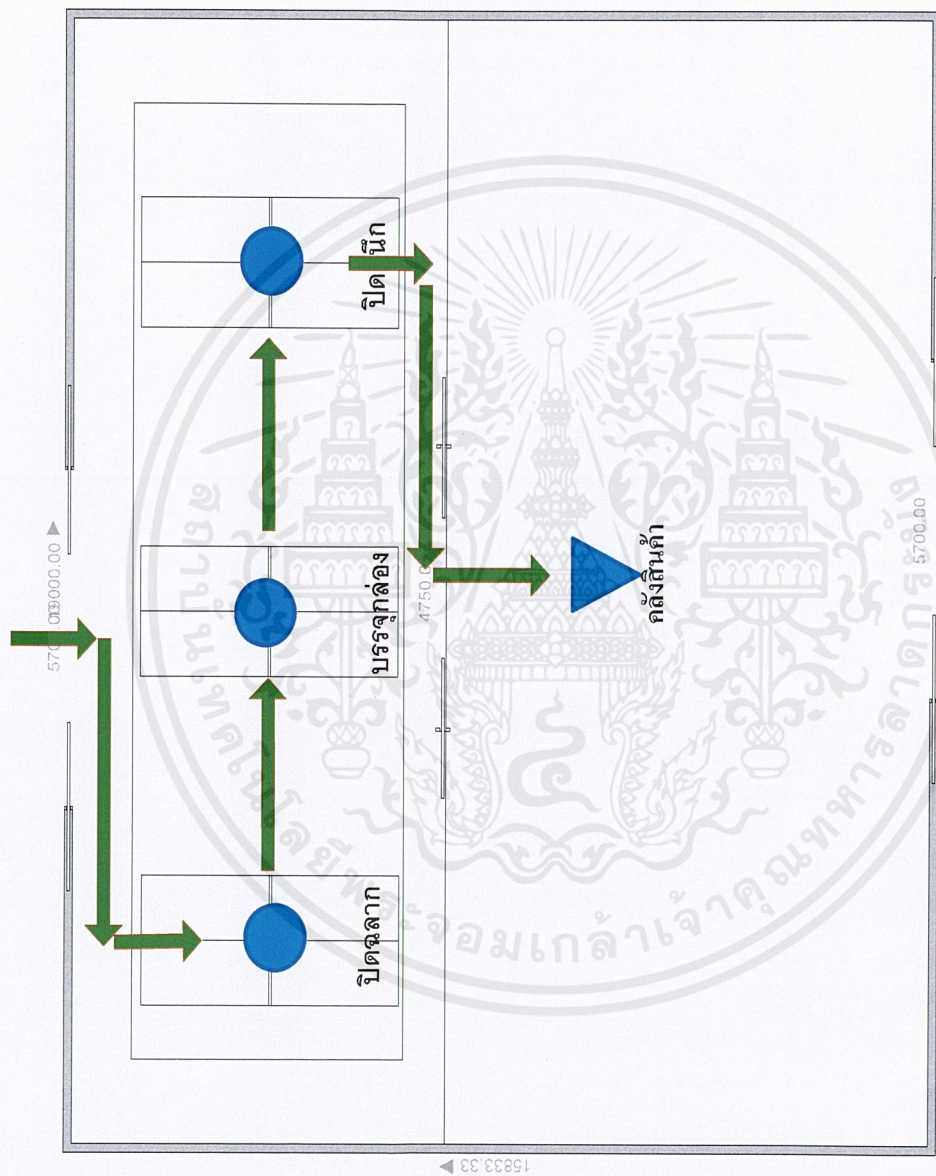
รูปที่ 4.6 แผนผังแผนกฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



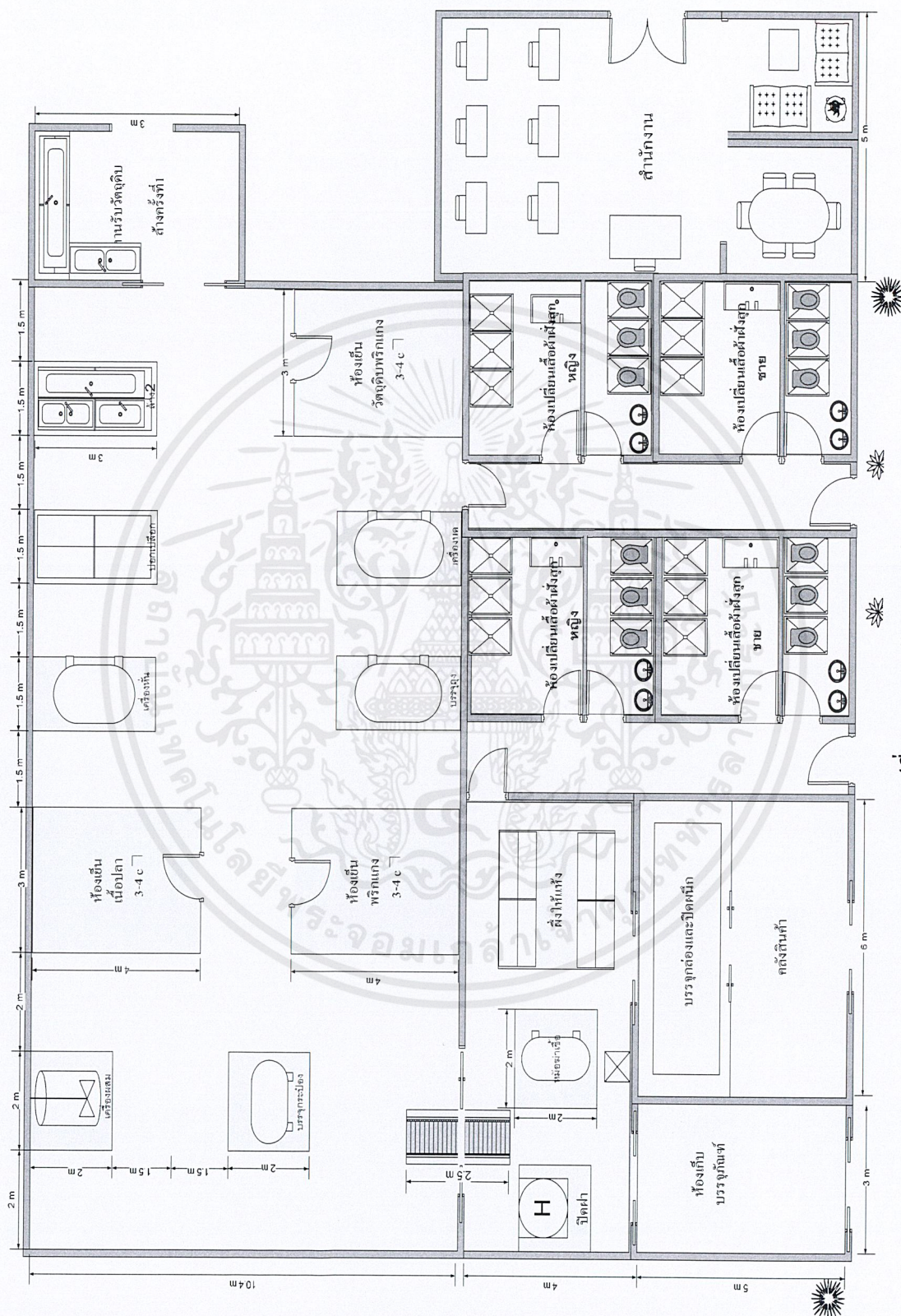


รูปที่ 4.8 แผนผังแผนกบรรจุและปิดผนึก



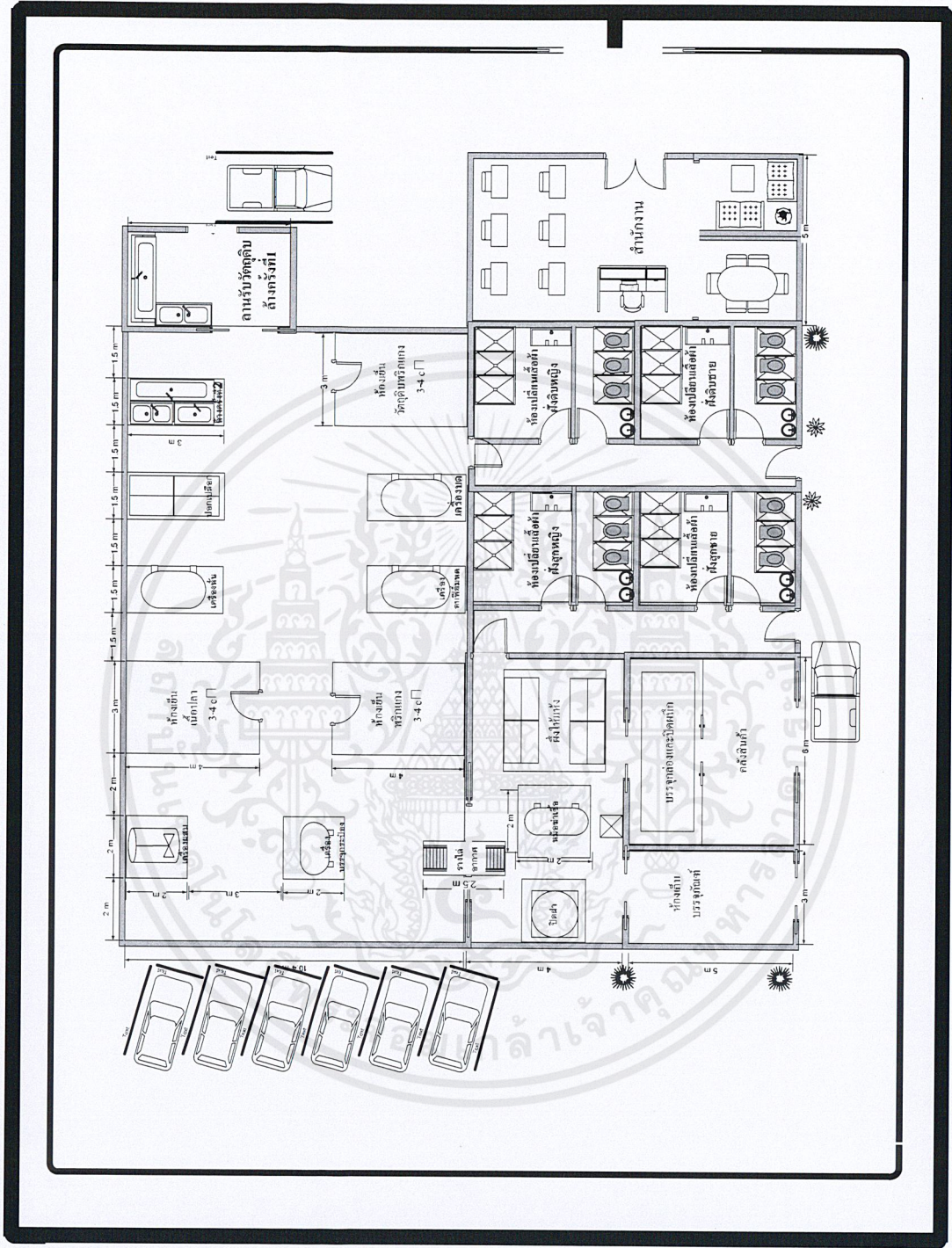
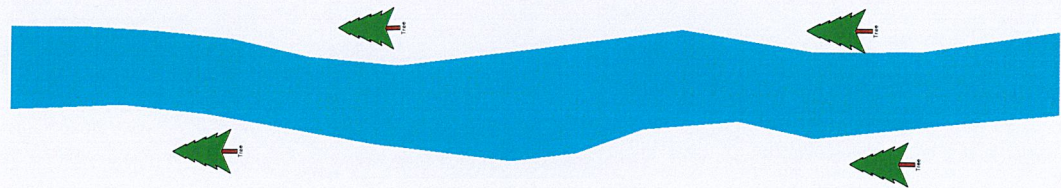
รูปที่ 4.9 แผนผังการไหลแผนการบรรจุและปิดนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แผนผังอาคารผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



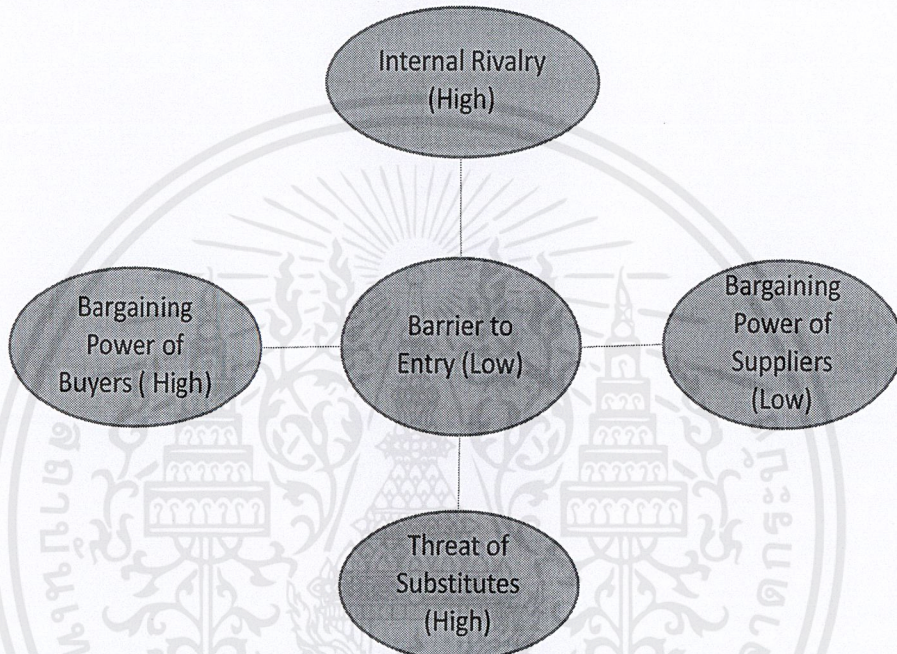
รูปที่ 4.12 แผนผังภาพรวมโรงเรียน

บทที่ 5

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

5.1 การวิเคราะห์สภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรม (Five-Force Model)

การวิเคราะห์สภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรม (Five-Force Model)



รูปที่ 5.1 การแข่งขันของอุตสาหกรรม

1. Internal Rivalry : hight

น้ำยากระทิงบรรจุกระป๋องเป็นธุรกิจที่มีการแข่งขันค่อนข้างสูงเพราะมีทางเลือกในการเลือกรับประทานอาหารบรรจุกระป๋องค่อนข้างมากเนื่องจากมีหลายประเภทให้เลือกแต่ยังไม่มีผู้ประกอบการใดผลิตน้ำยากระทิงปลาช่อนบรรจุกระป๋องเนื่องจากน้ำยากระทิงต้องรับประทานกับขนมจีนอาจค่อนข้างยุ่งยากในการรับประทานภายนอกจะคิดค้นผลิตภัณฑ์ขนมจีนแช่แข็งควบคู่เพื่อเพิ่มสายการตลาด

2. Barrier to Entry :Low

ธุรกิจอาหารกระป๋องเป็นธุรกิจที่มีการแข่งขันกันค่อนข้างสูงเพราะอุตสาหกรรมโรงงานขนาดใหญ่มีเครื่องจักรที่พร้อมอยู่แล้วอาจทำให้อุตสาหกรรมย่อยค่อนข้างเสียเปรียบการใช้เทคโนโลยีการผลิตไม่ซับซ้อนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปอาหารชนิดอื่นและนำมาบรรจุกระป๋องเพื่อให้

สามารถเก็บรับประทานได้นานอาจทำให้มีผู้ผลิตรายย่อยเข้าสู่อุตสาหกรรมนี้มากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมนี้มี Barrier to Entry ต่ำ

3. Bargaining Power of Buyers : High

เนื่องจากการแปรรูปอาหารในประเทศไทยค่อนข้างสูงเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมทำให้มีทางเลือกในการบริโภคมากผู้บริโภคจึงมีอำนาจการต่อรองสูงในการเลือกบริโภคสินค้าที่เป็นอาหารกระป๋อง

4. Bargaining Power of Suppliers : Low

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมจึงมีวัตถุดิบในการผลิตและวัตถุดิบค่อนข้างหลากหลายทำให้ผู้ประกอบการมีอำนาจต่อรองราคาซื้อวัตถุดิบค่อนข้างสูง

5. Threat of Substitutes : High

เนื่องจากการบริโภคอาหารกระป๋องในไทยหาซื้อได้ยากและไม่สอดคล้องกับแนวทางในการดำเนินชีวิตเนื่องจากคนไทยมักจะประกอบอาหารทานเอง อีกทั้งของสดในการปรุงมีให้เลือกหลากหลายและราคาต่ำกว่าทำให้อาหารกระป๋องมีกลุ่มเป้าหมายค่อนข้างแคบซึ่งมุ่งเน้นบุคคลที่ไม่มีเวลาและลดความยุ่งยากในการปรุง โดยเป็นสินค้าสำหรับผู้บริโภคที่มีรายได้ในระดับปานกลางขึ้นไปทำให้ความต้องการบริโภคอาหารกระป๋องยังมีไม่มาก

5.2 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรค (SWOT ANALYSIS) ของน้ำยา กะทิปลาช่อนกระป๋อง

การวิเคราะห์ปัจจัยภายใน

จุดแข็ง (Strengths)

1. ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋องสามารถเก็บไว้ได้นานกว่า และสามารถรักษาค่าทางโภชนาการ ได้นาน
2. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากวัตถุดิบท้องถิ่นมีคุณภาพดีสามารถลดต้นทุนการผลิตได้
3. ชุมชนมีความร่วมมือในการปลักัดันและแปรรูปอาหารได้
4. สะดวกเรื่องคมนาคมและการส่งออก

จุดอ่อน (Weakness)

1. ผลิตภัณฑ์ต้องรับประทานกับขนมจีน จึงจะบริโภคได้ ทำให้ยุ่งยากในการบริโภค
2. ผลิตภัณฑ์เป็นรูปลักษณะใหม่ผู้บริโภคยังไม่คุ้นเคยกับตราสินค้าและผลิตภัณฑ์ จึงต้องทำการบุกเบิกตลาดและให้ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อย่างมาก
3. ผู้บริโภคมีทัศนคติที่ไม่ดีต่ออาหารกระป๋องในแง่ของการขาดความสด

การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอกาส (Opportunity)

1. แนวโน้มตลาดอาหารกระป๋องเริ่มขยายตัวมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคต้องการความสะดวกมากขึ้น จึงหันมาทานอาหารกระป๋อง
2. ประเทศไทยเป็นประเทศที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยทรัพยากรทางการเกษตร
3. ผู้บริโภคนิยมทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ โดยคำนึงถึงรสชาติ คุณค่าทางโภชนาการความสะดวกความปลอดภัย ความสะดวก และยึดติดกับตราที่คุ้นเคย ผู้ประกอบการทุกรายจึงมีโอกาสที่จะก้าวขึ้นมาเป็นผู้นำตลาดได้ถ้ามีการพัฒนาระบบการผลิตและการตลาดอย่างจริงจัง
4. ภาวะเศรษฐกิจอยู่ในช่วงถดถอย ทำให้ผู้บริโภคหันมาซื้อสินค้าโดยเปรียบเทียบคุณค่าสินค้ากับเงินที่จ่ายในเชิงเปรียบเทียบมากขึ้น

อุปสรรค (Threat)

1. คุณภาพของวัตถุดิบค่อนข้างควบคุมได้ยากจึงมีปัจจัยต่อรสชาติ และ เป็นการยากที่จะควบคุมต้นทุนการผลิต
2. ธุรกิจการแปรรูปอาหารเป็นธุรกิจที่มีการแข่งขันกันค่อนข้างรุนแรง เนื่องจากการเข้าออกธุรกิจค่อนข้างง่ายเพราะเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้เงินลงทุนไม่สูงนัก เทคโนโลยีการผลิตไม่ซับซ้อนประกอบกับตัวสินค้าแต่ละชนิด จะมีความแตกต่างกันน้อยมาก ผู้ประกอบการจึงต้องพยายามสร้างความแตกต่างในด้านอื่นๆ เช่น บรรจุภัณฑ์ หรือความหลากหลายของชนิดผลิตภัณฑ์ เป็นต้น
3. สินค้าอาหารสดมีราคาต่ำและหาซื้อได้ง่าย และคนไทยนิยมปรุงอาหารเอง เป้าหมายจึงค่อนข้างแคบ โดยเป็นสินค้าสำหรับผู้บริโภคที่มีรายได้ระดับปานกลางขึ้นไป ทำให้ความต้องการบริโภคอาหารกระป๋องยังมีไม่มากเท่าที่ควร
4. ธุรกิจอาหารในตลาด มีผู้นำตลาดที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค มีช่องทางการจำหน่ายหลาย ช่องทางและมีการลงทุนในกิจกรรมทางการตลาดอย่างมาก ทำให้การแข่งขันกับผู้นำตลาดเป็นไปได้ยาก

จากผลจากวิเคราะห์ภาวะอุตสาหกรรมด้วย Five - Force Model และผลการวิเคราะห์โอกาสและอุปสรรค (SWOT Analysis) พบว่าธุรกิจการแปรรูปอาหารมีการแข่งขันกันค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามธุรกิจอาหารกระป๋องอาจมีโอกาสดำเนินการเติบโตและทำกำไรจากปัจจัยสนับสนุนที่สำคัญ ดังนี้

5.3 การเติบโตของตลาดอาหารกระป๋อง (Growth of Market)

ตลาดอาหารกระป๋องมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มขยายตัวในการส่งออกมาก เนื่องจากกลุ่มผู้บริโภคมีความต้องการความสะดวกมากขึ้น ดังนั้นตลาดจึงมีโอกาสด้านการขยายตัวได้มาก

ทัศนคติของผู้บริโภค:ตระหนักถึงความสะดวกและความสะดวก

ผู้บริโภคนิยมทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ โดยคำนึงถึงรสชาติความสะดวก ความสะดวก ความสะดวก ปลอดภัยและคุณค่าทางโภชนาการมาก ขึ้นทำให้ผู้ผลิตหันมาให้ความสำคัญต่อความต้องการของผู้บริโภคและเพิ่มความหลากหลายในการบริโภค

5.4 เทคโนโลยีด้านการผลิต

กระบวนการผลิตอาหารกระป๋องเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนและมีต้นทุนการผลิตที่สามารถลงทุนได้ทำให้ผลิตภัณฑ์มีราคาต่ำหากผลิตปริมาณเยอะอีกทั้งยังได้วัตถุดิบจากท้องถิ่นจึงเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคพิจารณาเปรียบเทียบ

5.5 ลูก้ากลุ่มเป้าหมาย (TARGET GROUP)

เมื่อพิจารณาจากผลการสำรวจแบบสอบถาม เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาถึงกลุ่มลูก้าเป้าหมายจะพบว่ากลุ่มครอบครัวรุ่นใหม่ที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีรายได้ระดับปานกลางมีลักษณะดังนี้

1. ต้องการความสะดวกและความปลอดภัย
2. อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร สยามบิณสุวรรณภูมิและปริมณฑล
3. ครอบครัวรุ่นใหม่ที่กำลังทดลองผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ
4. กลุ่มที่มีรายได้ช่วง 15,000 บาทขึ้นไป

5.6 การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Positioning)

ผลิตภัณฑ์ขององค์กรจะเป็นทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภคเพื่อความสะดวกในการหาซื้อ รับประทานอีกทั้งยังสามารถเก็บไว้ได้นานอีกด้วยดังนั้น จึงวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ในลักษณะที่เป็น convenient Positioning คือความสะดวกสบายในการรับประทาน

5.7 กลยุทธ์ทางการตลาด (MARKETING STRATEGY)

รายละเอียดผลิตภัณฑ์ (PRODUCT)

ได้ทำการวิจัยน้ำยาอะทิลลาชอนบรรจุกระป๋อง เพื่อให้ได้ความพึงพอใจต่อผู้บริโภค สำหรับผู้ที่ต้องการความสะดวกความปลอดภัยในการรับประทานเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคและเป็นการส่งเสริมรายได้ให้แก่ชุมชนตำบลหนองปรือโดยนำเนื้อปลาช่อนมาล้างและล้าง ผสมกับพริกแกงที่ได้ เติมหั้วกะทิ บรรจุกระป๋อง อีกทั้งผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์จะต้องสะอาด ถูกต้องตามมาตรฐานองค์การอาหารและยา และ GMP (Good Manufacturing Practice) เพื่อให้ ผู้บริโภคเกิดความเชื่อถือ และความสะอาด เป็นปัจจัยแรกๆที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากที่สุดใน การตัดสินใจซื้อ

5.8 แผนการผลิต (MANUFACTURING AND PRODUCTION)

ที่ตั้งโรงงาน (Plant Location)

การพิจารณาเลือกสถานที่ตั้งโรงงาน โดยพิจารณาถึงบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงกับแหล่งวัตถุดิบ เพื่อเป็นการลดต้นทุนทางด้านการขนส่ง และเพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีความสดใหม่ และจะซื้อที่ดิน และลงทุนก่อสร้างโรงงานเอง ดังนั้น จึงเลือกทำ การจัดตั้งโรงงานในบริเวณเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบคือปลาช่อนและพริกแกง ภายใต้ข้อบังคับ ทางกฎหมาย และ การควบคุมมาตรฐานการผลิตเนื่องจากผลิตภัณฑ์ของบริษัทเป็นผลิตภัณฑ์ อาหาร ดังนั้นผลิตภัณฑ์ของบริษัทจะต้องได้รับใบอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและ ยา และตามที่ได้มีประกาศจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาในการประกาศใช้มาตรฐาน GMP (Good Manufacturing Practice) สำหรับโรงงานผู้ผลิตอาหาร ดังนั้นในการจัดตั้งโรงงาน การ กำหนดผังโรงงาน และการกำหนดขั้นตอนการผลิต บริษัทจะคำนึงถึงเงื่อนไขข้อบังคับที่กำหนด โดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข เพื่อให้สามารถผ่านการตรวจสอบ ตามมาตรฐาน GMP อันเป็นเกณฑ์หรือข้อกำหนดขั้นพื้นฐานที่จำเป็นในการผลิตและควบคุม เพื่อให้ผู้ผลิตปฏิบัติตาม และทำให้สามารถผลิตอาหารได้อย่างปลอดภัย เน้นที่การป้องกันและจัด ความเสี่ยงที่จะทำให้อาหารเป็นพิษ เป็นอันตรายและไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคข้อกำหนด GMP จะเป็นมาตรการบังคับทางกฎหมาย ได้แก่ สถานที่ตั้งและอาคารผลิตเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ การผลิต การสุขาภิบาล การควบคุมกระบวนการผลิต การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน การจัดเก็บบันทึกการวิเคราะห์ที่จำเป็นในการกำหนดผลตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข และประกันความปลอดภัยในการผลิต ตามมาตรฐาน HACCP (Hazards Analysis and Critical Control Points) มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เป็นที่เชื่อถือได้ต่อผู้บริโภค โดยหลักการของ HACCP หรือ ระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม จะเป็น

เครื่องมือในการชี้เฉพาะเจาะจง ประเมิน และควบคุมอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นแนวทางในการควบคุมมาตรฐานการผลิต เช่น การควบคุมอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ การตรวจวัดเชื้อโรคในผลิตภัณฑ์ ซึ่งถือว่าเป็นจุดที่มีความสำคัญในการผลิตและอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้

ด้านเครื่องจักร การจัดหาอุปกรณ์ในการตรวจสอบต่างๆ เช่น เครื่องตรวจวัด เครื่องชั่งน้ำหนัก เป็นต้น

ในด้านการวางแผนโรงงาน ทำการศึกษาการวางแผนโรงงาน การวางแผนเครื่องจักรและขั้นตอนการผลิต โดยเข้าร่วมการฝึกอบรมและได้รับความช่วยเหลือจากแผนกบริการปรึกษาอุตสาหกรรม ฝ่ายบริการวิชาการ สถาบันอาหาร เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของ GMP และเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิต ทั้งนี้โรงงานจะประกอบด้วยส่วนหลักๆ ดังนี้ ส่วนการรับวัตถุดิบ ส่วนจัดเก็บวัตถุดิบ ส่วนการผลิต ส่วนจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ห้องทดลองตรวจสอบคุณภาพและสำนักงานของโรงงาน

5.9 กำลังการผลิต

ผลิตน้ำยาอะทิงเจอร์กระป๋อง 600 กระป๋องต่อวัน หรือประมาณ 300 ลิตรต่อวัน

5.10 แผนงานโครงการ

ตารางที่ 5.1 แผนงานโครงการ

Action plan	อนุมัติ	ผู้รับผิดชอบ
1.จัดหาสถานที่ตั้งโรงงาน 2.ตกแต่งอาคารสำนักงานและโรงงาน 3.ศึกษากระบวนการผลิต 4.วางแผนโรงงาน จัดทำขั้นตอนการผลิตและควบคุมคุณภาพ 5.ว่าจ้างพนักงานและเปิดการฝึกอบรม 6.ติดตั้งเครื่องจักรและทดลองการผลิต 7.จัดหาผู้จำหน่ายวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ 8.จัดหาเครื่องมือทดสอบควบคุมคุณภาพและอุปกรณ์การผลิต 9.ดำเนินการผลิต 10.ขอใบอนุญาตจากสำนักงานควบคุมอาหารและยา 11.ดำเนินเรื่องขอใบรับรองตามGMP 12.วางจำหน่าย		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.11 การวิเคราะห์ต้นทุนโครงการน้ำยาอะทิปลาช่อนบรรจุกระป๋อง

5.11.1 การจัดซื้อและประเมินราคาเครื่องจักร

ตารางที่ 5.2 ราคาเครื่องจักร

แผนกการผลิต	เครื่องมือ	จำนวน	ราคา(บาท)
เตรียมวัตถุดิบ	เครื่องหั่นหยาบ	1	20,000
	เครื่องบด	1	45,000
	เครื่องบรรจุ	1	35,000
	ห้องเย็น	3	420,000
	โต๊ะสแตนเลส	2	13,000
ปรุง	เครื่องบรรจุกระป๋อง	1	45,000
	โต๊ะสแตนเลส	1	13,000
	หม้อผสม	1	30,000
ฆ่าเชื้อ	รางไล่อากาศ	1	20,000
	เครื่องปิดกระป๋อง	1	35,000
	หม้อฆ่าเชื้อ	1	1,500,000
ปิดผนึก	เครื่องปิดฉลาก	1	25,000
	โต๊ะสแตนเลส	3	39,000
รวม			3,093,000
ค่าความเสื่อมเครื่องจักร 5 ปี			618,600

5.11.2 การประมาณค่าก่อสร้างอาคาร

ตารางที่ 5.3 การประมาณค่าก่อสร้างอาคาร

แผนก	พื้นที่ที่ต้องการ (ตารางเมตร)	ราคาการก่อสร้างอาคาร (10,000 บาท ต่อ ตารางเมตร)
เตรียมวัตถุดิบ	38.06	380,600
ปรุ	40.5	405,000
ฆ่าเชื้อ	2.58	25,800
ปิดผนึก	38	380,000
วิศวกรรมและซ่อมบำรุง	24.678	246,780
จัดส่งสินค้า	59.16	59,160
ห้องพยาบาล	11.8	118,000
โรงอาหาร	126	1,260,000
จัดซื้อ	3.77	37,700
บัญชี	3.77	37,700
บุคคล	3.77	37,700
ห้องปฏิบัติการ	6.88	68,800
อาคารจอดรถ	163.92	1,639,200
ห้องน้ำ	650	65,000
รวม		4,806,440
ค่าความเสี่ยงอาคาร 20 ปี		225,322

5.11.3 ค่าดำเนินการ

ตารางที่ 5.4 ค่าดำเนินการ

ประเภทค่าดำเนินการ	รายละเอียด	ราคา (บาท/ปี)
ค่าไฟฟ้า	1) เครื่องบดพริกแกง 0.65 กิโลวัตต์	10,920
	2) เครื่องฆ่าเชื้อด้วยความร้อนพร้อมหม้อเชื้อเพลิง	50,400
	3) เครื่องปิดฝากระป๋อง 5 แรงม้า	62,638.8
	4) ค่ากระป๋องฝาดีง 2.75 บาท/กระป๋อง	495,000
	5) ห้องเย็น 5 กิโลวัตต์	252,000
	6) เครื่องอบฟิล์มหัด 3 กิโลวัตต์	50,400
	7) เครื่องหั่นหยาบ 1.5 กิโลวัตต์	25,200
	8) หม้อผสม	12,600
ค่าน้ำ	-	125,000
ค่าเสื่อมและดอกเบี้ย	ดอกเบี้ย 6% และค่าเสื่อมของเครื่องจักร 10%	411,369
ค่าคนงาน	พนักงาน 11 คน	660,000
รวม		2,155,524.5

5.11.4 ต้นทุนแปรผันด้านวัตถุดิบ

ตารางที่ 5.5 ต้นทุนแปรผันด้านวัตถุดิบ

วัตถุดิบ	กรัม	ร้อยละของน้ำหนัก ต่อน้ำหนักทั้งหมด	น้ำหนักที่ใช้	ราคา ต่อ 1000 กรัม	ราคาซื้อ
ปลาช่อน	1000	22.83	1826.85	117.50	214.65
กะทิ	2400	54.79	2400	70	168
พริกแห้งเม็ดใหญ่	150	3.43	192.28	90	17.30
พริกขี้หนูสวน	40	0.91	48.60	80	3.88
หอมแดง	50	1.14	59.40	42.50	2.52
กระเทียม	50	1.14	60.34	147.50	8.90
ตะไคร้	30	0.68	69.36	60	4.16
ข่า	20	0.45	30.75	30	0.92
กระชาย	250	5.71	382.90	50	19.14
พื้มะกรูด	20	0.45	67.41	85	5.72
พริกไทย	20	0.45	20.19	174.28	3.51
กะปิ	15	0.46	15	75	1.12
เกลือ	30	0.68	30	9	0.27
น้ำตาลปี๊ป	100	2.28	100	23.50	2.35
น้ำปลา	120	4.57	120	33.33	3.99
รวม	4380	100	5423.08	1087.61	456.49
ต้นทุนแปรผันต่อหนึ่งหน่วยกระป๋อง					41.50
ต้นทุนแปรผันทั้งปี					7,470,000

ที่มา:กรมส่งเสริมการค้าส่งออก สํารวจเมื่อ ธันวาคม 2553

5.11.5 วิเคราะห์จำนวนปีในการคืนทุน

ตารางที่ 5.6 วิเคราะห์จำนวนปีในการคืนทุน

รายการ	ราคารวม (บาท/ปี)
ต้นทุนคงที่	
- ค่าเครื่องจักร	618,600
- ค่าอาคาร	225,322
ต้นทุนแปรผัน	
- ค่าวัตถุดิบ	7,470,000
ค่าดำเนินการ	
- ค่าน้ำ	125,000
- ค่าไฟฟ้า	959,155
- ค่าเสื่อมของเครื่องจักร 10%	309,300
- ค่าคนงาน	660,000
- ดอกเบี้ย	102,069
ต้นทุนรวม	10,469,446

ตารางที่ 5.7 วิธีการคำนวณ

กำลังการผลิต	180,000 กระป๋อง
ต้นทุนรวม	10,469,446 บาท/ปี
ต้นทุนต่อหน่วย	58.16 บาทต่อกระป๋อง
ราคาขาย	70 บาท/กระป๋อง
กำไร	2,130,553 บาท/ปี
จำนวนปีที่คุ้มทุน	6 ปี

หมายเหตุ สูตรในการคำนวณหาจำนวนปีที่คุ้มทุน $P = A \left(\frac{P}{A}, 6\%, N_p \right)$

∴ เปิดตารางดอกเบี้ย 6% ได้ค่า 4.91 ซึ่งตรงกับจุดคุ้มทุนที่ 6 ปี

5.12 การวางแผนการผลิต

เนื่องจากปริมาณการผลิตของมีไม่มากนัก องค์กรจึงกำหนดเวลาการผลิตในลักษณะ 1กะ ต่อวัน ทำกะละ 8 ชั่วโมง โดยมีวันทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์ จึงจะทำการวางแผนการผลิตในระบบ Make To Stock คือ ทำ การผลิตในลักษณะผลิตเป็นสต็อก รอการจำหน่าย จะทำงานในช่วงเช้า ตั้งแต่ 8:00 ถึง 16:00 น. เนื่องจากในช่วงแรกของการผลิต พนักงานยังไม่มีประสบการณ์ในการผลิต รวมทั้งในเวลากลางวันสามารถควบคุมคุณภาพของสินค้าได้ดีกว่า

1. บุคลากรในการผลิต

ประกอบด้วยพนักงานทั้งสิ้น 11 คน คือ พนักงานในสายการผลิต 7 คน หัวหน้าผู้ควบคุมงาน 2 คน และผู้ควบคุมคุณภาพ 1 คน นอกจากนี้ ยังมีพนักงานขับรถและจัดส่งสินค้า จำนวน 1 คน

2. การจัดหาวัตถุดิบ และ วัสดุบรรจุภัณฑ์

วัตถุดิบหลักในการผลิต ได้แก่ เนื้อปลา และน้ำพริกแกง ส่วนสารปรุงแต่งและกะทิจะรับมาจากตลาดกลาง ซึ่งองค์กรจะทำการจัดซื้อวัตถุดิบพริกแกง ผ่านทางชาวบ้าน โดยให้ชาวบ้าน ควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบให้เป็นไปตามข้อกำหนดขององค์กร วัตถุดิบอยู่ใกล้กับที่ตั้งของโรงงาน ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้ สำหรับการจัดซื้อจากตลาดกลางอาจมีความผันผวนในด้านราคา ซึ่งในการประมาณการต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านวัตถุดิบ จะใช้ค่าเฉลี่ยของราคาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาจัดทำ ประมาณการทางการเงินกะทิ จะทำการจัดซื้อจากโรงงานกะทิ กระป๋องและวัสดุหีบห่อจัดซื้อหรือสั่งผลิตจากบริษัทผู้ผลิต กระป๋องและวัสดุหีบห่อ

3. การควบคุมคุณภาพ

ดำเนินการจัดให้มีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการผลิต โดยการตรวจสอบจากการสุ่มตรวจสอบผลิตภัณฑ์หลังจากการผลิตและบรรจุแล้ว เพื่อเป็นการเพิ่มความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้องค์กรจะดำเนินการจัดการให้มีพนักงานผู้รับผิดชอบงานในด้านการควบคุมคุณภาพตลอดกระบวนการผลิตอย่างชัดเจนแสดงตารางในภาคผนวก

4. การจัดส่งและช่องทางจำหน่าย

จัดส่งโดยรถขนส่งขนาดเล็กเองไปยังจุดกระจายสินค้าคือตำบลหนองปรือ

จากการวิเคราะห์ผลการออกแบบแผนผังและกรรมวิธีการผลิตราคาต้นทุนต่อหน่วยประมาณ 58.16 บาทซึ่งค่อนข้างมีราคาสูงเนื่องจากกำลังการผลิตที่กำหนดในแต่ละวันนั้นค่อนข้างต่ำกล่าวคือผลิตแค่ 600 กระป๋องต่อวันจึงเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหากต้องการถึงจุดคุ้มทุนที่รวดเร็วยิ่งขึ้นเพื่อลดต้นทุนต่อหน่วยควรเพิ่มกำลังการผลิตให้มากยิ่งขึ้นจากการวิเคราะห์ด้านผลกำไรจะได้ประมาณ 2,130,553 บาทต่อปีและคุ้มทุนในเวลา 6 ปี

บรรณานุกรม

- กาญจนิจ วาจนะวินิจ. **สัญลักษณ์ของน้ำพริกแกงสำเร็จรูป**: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จันทิมา ภูงามเงิน, นภาพร เชื้อวชาญ, สุวิษ ศรีวัฒน โยธิน. 2546. “ผลของสารเพิ่มความคงตัวของชนิดต่อคุณภาพน้ำกะทิไขมันสูงบรรจุกระป๋อง”. วิศวกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางมด) กรุงเทพฯ
- ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์ 2552. การออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต.สำนักพิมพ์ ไอกรูป เฟลส จำกัด.กรมโรงงาน, “พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535” ,กระทรวงอุตสาหกรรม
- ทิพพาพร อยู่วิทยา 2536. “สารนํ้ารู้เกี่ยวกับอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำ : การกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน”. วารสารอาหาร 23 (1) : 46-52
- ประภาพร ขอไพบูลย์. การออกแบบและการก่อสร้างเอกสารคำสอนวิชา 04103302 การสุขาภิบาลโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร(Food plant sanitation):คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วิไล รังสาดทอง 2543. “เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร(Food Processing Technology)”.เทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร วิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ
- ประวิทย์ ศรีสะอาด, โอภาส วงศ์นิติพัฒน์. “คู่มือตัวอย่างการจัดทำระบบ HACCP โรงงานผลิตเนื้อไก่หนึ่งแซ่แข็งส่งประเทศญี่ปุ่น”.สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์
- Donald L. Downing Geneva, New York May, 1996, **A complete Course in Canning and Related Processes.**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ผลการทดลองการหาเวลาในการฆ่าเชื้อของน้ำยาขนมจีนบรรจุกระป๋อง

ตารางที่ ก.1 แสดงอุณหภูมิของน้ำยาขนมจีนในหม้อฆ่าเชื้อ (°c)

เวลาที่ (นาทื)	น้ำยาขนมจีน เจือจาง2	น้ำยาขนมจีน เข้มข้น1	น้ำยาขนมจีน เข้มข้น2	น้ำยาขนมจีน เจือจาง1	หม้อฆ่าเชื้อ
1	52.5	55.9	56.3	59.1	26.3
2	52.4	55.5	55.9	58.7	27.6
3	52.1	55.1	55.5	58.3	27.5
4	50	54.2	54.9	57.7	30.1
5	49.5	53.5	54.3	57	45.5
6	50.3	53.3	53.7	56.5	59.5
7	51.9	53.5	53.2	56.1	72.4
8	54.1	53.9	52.8	55.8	82.9
9	56.4	54.7	52.4	55.6	90.6
10	58.9	55.5	52	55.4	97.7
11	61.6	56.2	51.8	55.5	106.8
12	64.1	57.1	51.7	55.7	113.8
13	66.7	58.3	51.9	56.1	120.7
14	68.6	59.7	52.3	56.7	120.6
15	70.3	61.1	52.9	57.3	120.2
16	71.7	62.5	53.8	58.2	120.3
17	73.7	64	55	59.1	121.5
18	76	65.6	56.3	60.3	120.2
19	78.3	67.3	57.9	61.6	120.2
20	80.1	69	59.6	63.1	120.4
21	82.1	70.6	61.5	64.7	120
22	83.9	72.2	63.5	66.5	120.1
23	85.7	73.8	65.6	68.3	120.2
24	87.4	75.5	67.7	70.2	120.2
25	89	77.2	69.8	72.1	120.2
26	90.4	78.8	71.9	74	120.3
27	91.9	80.5	73.9	75.9	120.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

เวลาที่ (นาทีก)	น้ำยาขนมจีน เจือจาง2	น้ำยาขนมจีน เข้มข้น1	น้ำยาขนมจีน เข้มข้น2	น้ำยาขนมจีน เจือจาง1	หม้อฆ่าเชื้อ
28	93.4	82.1	75.9	77.8	120.2
29	94.9	83.7	77.9	79.7	120.3
30	96.3	85.3	79.8	81.5	120.3
31	97.6	86.8	81.6	83.3	120.2
32	98.8	88.3	83.4	85.1	120.3
33	99.9	89.7	85.1	86.8	120.2
34	100.9	91.1	86.8	88.5	120
35	101.9	92.4	88.3	90	120.1
36	102.9	93.7	89.9	91.6	120
37	103.7	94.9	91.2	93	120.1
38	104.6	96.1	92.6	94.4	120.2
39	105.5	97.3	93.9	95.8	120
40	106.3	98.3	95.2	97.1	120
41	107	99.4	96.4	98.3	120
42	107.7	100.3	97.5	99.5	120.4
43	108.4	101.3	98.6	100.6	119.9
44	109	102.2	99.6	101.6	120.1
45	109.5	103.1	100.5	102.7	120.3
46	110	103.9	101.5	103.6	120
47	110.5	104.6	102.4	104.5	120
48	111	105.4	103.2	105.4	120
49	111.5	106.1	106.2	106.2	120.2
50	111.9	106.8	104.8	107	120.1
51	112.4	107.5	105.5	107.7	119.9
52	112.8	108.1	106.2	108.4	120.2
53	113.2	108.7	106.8	109.1	119.9
54	113.5	109.2	107.5	109.7	119.9
55	113.9	109.8	108.1	110.2	120.1
56	114.2	110.2	108.7	110.8	120.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

เวลาที่ (นาทีก)	น้ำยาขนมจลิน เจือจาง2	น้ำยาขนมจลิน เข้มข้น1	น้ำยาขนมจลิน เข้มข้น2	น้ำยาขนมจลิน เจือจาง1	หม้อฆ่าเชื้อ
57	114.5	110.7	109.2	111.3	120.1
58	114.8	111.1	109.7	111.8	120.2
59	115.1	111.6	110.2	112.2	120.2
60	115.4	112	110.6	112.7	120.2
61	115.6	112.4	111.1	113.1	120
62	115.9	112.7	111.5	113.5	120
63	116.1	113.1	111.9	113.8	120
64	116.3	113.4	112.3	114.2	120.3
65	116.5	113.7	112.6	114.5	120.3
66	116.7	114	113	114.8	120.2
67	116.9	114.3	113.3	115.1	120.1
68	117.1	114.6	113.6	115.4	120.1
69	117.2	114.8	113.9	115.7	120
70	117.4	115.1	114.2	115.9	120
71	117.5	115.4	114.4	116.1	120
72	117.6	115.6	114.7	116.4	120.3
73	117.8	115.8	115	116.6	119.9
74	117.9	116	115.2	116.8	120
75	118	116.2	115.4	117	120
76	118.1	116.4	115.6	117.1	119.9
77	118.2	116.6	115.8	117.3	120
78	118.4	116.7	116	117.5	120.4
79	118.4	116.9	116.2	117.6	119.9
80	118.5	117	116.4	117.7	120
81	118.6	117.2	116.6	117.9	119.9
82	118.7	117.3	116.7	118	119.9
83	118.7	117.4	116.9	118.1	119.9
84	118.8	117.5	117	118.2	119.9
85	118.9	117.7	117.1	118.3	119.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

เวลาที่ (นาทีก)	น้ำยาขนมจลิน เจือจาง2	น้ำยาขนมจลิน เข้มข้น1	น้ำยาขนมจลิน เข้มข้น2	น้ำยาขนมจลิน เจือจาง1	หม้อฆ่าเชื้อ
86	118.9	117.8	117.3	118.4	120
87	119	117.9	117.4	118.5	119.9
88	119	118	117.5	118.6	120
89	119	118.1	117.6	118.7	120.3
90	119	118.1	117.7	118.7	115
91	118.3	118	117.8	118.8	109
92	114.7	117.8	117.9	118.6	98.7
93	111.1	117.4	117.9	118.8	97.6
94	107	116.9	117.9	118.3	93.4
95	104.5	116.2	117.8	117.1	83.9
96	102.9	115.5	117.6	115.5	81.9
97	100.9	114.6	117.4	113.9	79.2
98	99.3	113.8	117	112	72.2
99	97.5	113.1	116.2	110	71.5
100	95.6	112.1	111.9	107.8	64.8
101	93.3	110.7	114.6	105.5	60.1
102	91	108.9	113.9	103.3	55.4
103	88.9	107.2	112.9	100.9	52.9
104	86.5	105.5	111.7	98.6	51.1
105	84.3	103.8	110.5	96.2	49.6
106	82.3	102	109.1	94	48
107	80.3	100.2	107.5	91.7	46.4
108	78.3	98.4	105.8	89.6	44.8
109	76.3	96.5	103.9	87.4	43.4
110	74.4	94.6	102.3	85.3	42.8
111	72.8	92.9	99.8	83.4	42.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 แสดงค่า Log 120 – T ของน้ำยาขนมจลินในหม้อฆ่าเชื้อ

เวลาที่ (นาทีก)	น้ำยาขนมจลิน เจือจาง 2	น้ำยาขนมจลิน เข้มข้น 1	น้ำยาขนมจลิน เข้มข้น 2	น้ำยาขนมจลิน เจือจาง 1
1	1.829304	1.806858	1.804139	1.784617
2	1.829947	1.80956	1.806858	1.78746
3	1.83187	1.812245	1.80956	1.790285
4	1.845098	1.818226	1.813581	1.794488
5	1.848189	1.822822	1.817565	1.799341
6	1.843233	1.824126	1.821514	1.802774
7	1.833147	1.822822	1.824776	1.805501
8	1.818885	1.820201	1.827369	1.807535
9	1.803457	1.814913	1.829947	1.808886
10	1.786041	1.80956	1.832509	1.810233
11	1.766413	1.804821	1.833784	1.80956
12	1.747412	1.798651	1.834421	1.808211
13	1.726727	1.790285	1.833147	1.805501
14	1.710963	1.780317	1.830589	1.801404
15	1.696356	1.770115	1.826723	1.797268
16	1.683947	1.759668	1.820858	1.790988
17	1.665581	1.748188	1.812913	1.784617
18	1.643453	1.735599	1.804139	1.775974
19	1.620136	1.721811	1.793092	1.766413
20	1.600973	1.70757	1.781037	1.755112
21	1.578639	1.693727	1.767156	1.742725
22	1.557507	1.679428	1.752048	1.728354
23	1.535294	1.664642	1.735599	1.713491
24	1.513218	1.64836	1.718502	1.697229
25	1.491362	1.631444	1.700704	1.680336
26	1.471292	1.614897	1.682145	1.662758
27	1.448706	1.596597	1.663701	1.644439
28	1.424882	1.578639	1.644439	1.625312
29	1.399674	1.559907	1.624282	1.605305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

เวลาที่ (นาทีก)	น้ำยาขนมจลิน เจือจาง 2	น้ำยาขนมจลิน เข้มข้น 1	น้ำยาขนมจลิน เข้มข้น 2	น้ำยาขนมจลิน เจือจาง 1
30	1.374748	1.540329	1.604226	1.585461
31	1.350248	1.521138	1.584331	1.564666
32	1.326336	1.501059	1.563481	1.542825
33	1.303196	1.481443	1.542825	1.521138
34	1.281033	1.460898	1.521138	1.498311
35	1.257679	1.440909	1.501059	1.477121
36	1.232996	1.419956	1.478566	1.453318
37	1.212188	1.399674	1.459392	1.431364
38	1.187521	1.378398	1.437751	1.40824
39	1.161368	1.356026	1.416641	1.383815
40	1.136721	1.33646	1.394452	1.359835
41	1.113943	1.313867	1.372912	1.33646
42	1.089905	1.294466	1.352183	1.311754
43	1.064458	1.271842	1.330414	1.287802
44	1.041393	1.25042	1.30963	1.264818
45	1.021189	1.227887	1.290035	1.238046
46	1	1.206826	1.267172	1.214844
47	0.977724	1.187521	1.245513	1.190332
48	0.954243	1.164353	1.225309	1.164353
49	0.929419	1.143015	1.139879	1.139879
50	0.908485	1.120574	1.181844	1.113943
51	0.880814	1.09691	1.161368	1.089905
52	0.857332	1.075547	1.139879	1.064458
53	0.832509	1.053078	1.120574	1.037426
54	0.812913	1.033424	1.09691	1.012837
55	0.78533	1.0086	1.075547	0.991226
56	0.763428	0.991226	1.053078	0.963788
57	0.740363	0.968483	1.033424	0.939519
58	0.716003	0.94939	1.012837	0.913814

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

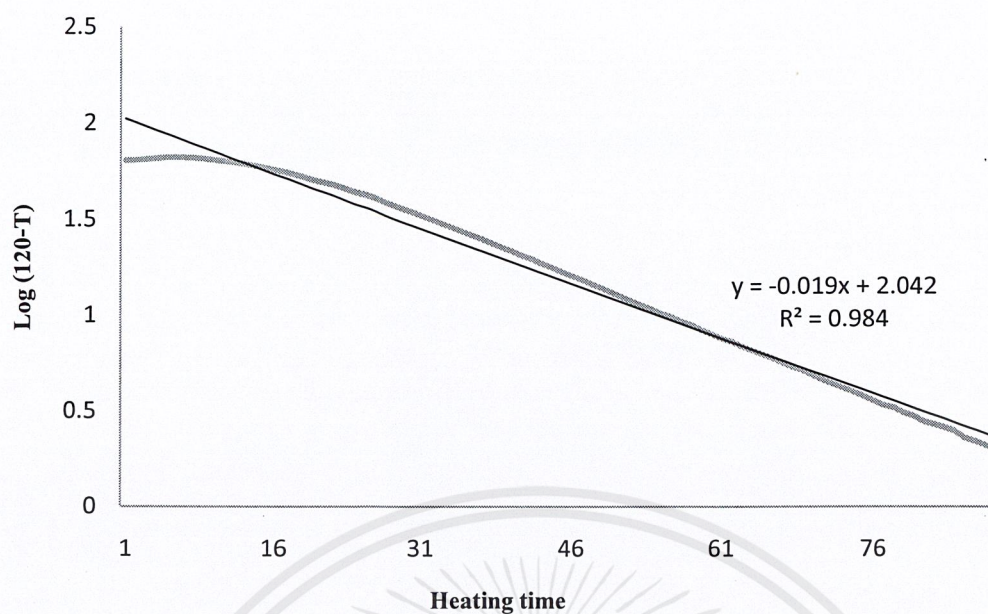
ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

เวลาที่ (นาทีก)	น้ำยาขนมจีน เจือจาง 2	น้ำยาขนมจีน เข้มข้น 1	น้ำยาขนมจีน เข้มข้น 2	น้ำยาขนมจีน เจือจาง 1
59	0.690196	0.924279	0.991226	0.892095
60	0.662758	0.90309	0.973128	0.863323
61	0.643453	0.880814	0.94939	0.838849
62	0.612784	0.863323	0.929419	0.812913
63	0.591065	0.838849	0.908485	0.792392
64	0.568202	0.819544	0.886491	0.763428
65	0.544068	0.799341	0.869232	0.740363
66	0.518514	0.778151	0.845098	0.716003
67	0.491362	0.755875	0.826075	0.690196
68	0.462398	0.732394	0.80618	0.662758
69	0.447158	0.716003	0.78533	0.633468
70	0.414973	0.690196	0.763428	0.612784
71	0.39794	0.662758	0.748188	0.591065
72	0.380211	0.643453	0.724276	0.556303
73	0.342423	0.623249	0.69897	0.531479
74	0.322219	0.60206	0.681241	0.50515
75	0.30103	0.579784	0.662758	0.477121
76	0.278754	0.556303	0.643453	0.462398
77	0.255273	0.531479	0.623249	0.431364
78	0.20412	0.518514	0.60206	0.39794
79	0.20412	0.491362	0.579784	0.380211
80	0.176091	0.477121	0.556303	0.361728
81	0.146128	0.447158	0.531479	0.322219
82	0.113943	0.431364	0.518514	0.30103
83	0.113943	0.414973	0.491362	0.278754
84	0.079181	0.39794	0.477121	0.255273
85	0.041393	0.361728	0.462398	0.230449
86	0.041393	0.342423	0.431364	0.20412
87	0	0.322219	0.414973	0.176091

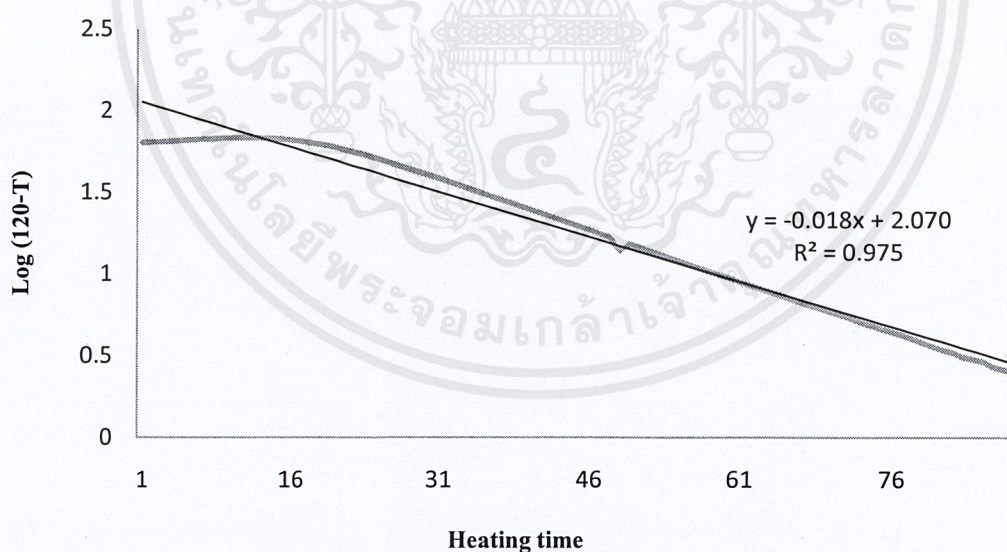
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

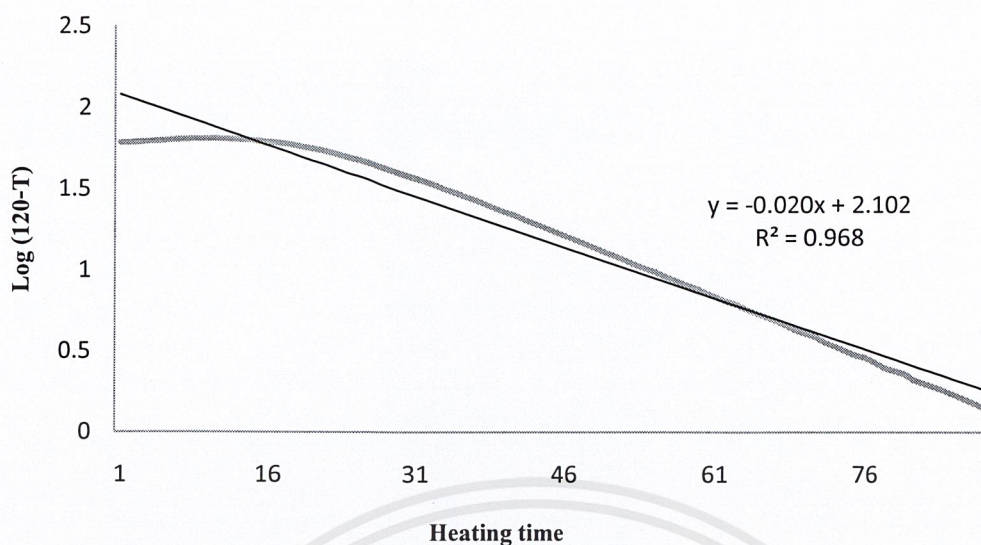
เวลาที่ (นาทีก)	น้ำยาขนมจลิน เจือจาง 2	น้ำยาขนมจลิน เข้มข้น 1	น้ำยาขนมจลิน เข้มข้น 2	น้ำยาขนมจลิน เจือจาง 1
88	0	0.30103	0.39794	0.146128
89	0	0.278754	0.380211	0.113943
90	0	0.278754	0.361728	0.113943
91	0.230449	0.30103	0.342423	0.079181
92	0.724276	0.342423	0.322219	0.146128
93	0.94939	0.414973	0.322219	0.079181
94	1.113943	0.491362	0.322219	0.230449
95	1.190332	0.579784	0.342423	0.462398
96	1.232996	0.653213	0.380211	0.653213
97	1.281033	0.732394	0.414973	0.78533
98	1.31597	0.792392	0.477121	0.90309
99	1.352183	0.838849	0.579784	1
100	1.38739	0.897627	0.908485	1.08636
101	1.426511	0.968483	0.732394	1.161368
102	1.462398	1.045323	0.78533	1.222716
103	1.49276	1.10721	0.851258	1.281033
104	1.525045	1.161368	0.919078	1.330414
105	1.552668	1.209515	0.977724	1.376577
106	1.576341	1.255273	1.037426	1.414973
107	1.598791	1.296665	1.09691	1.451786
108	1.620136	1.334454	1.152288	1.482874
109	1.640481	1.371068	1.206826	1.513218
110	1.658965	1.404834	1.247973	1.540329
111	1.673942	1.432969	1.999131	1.563481



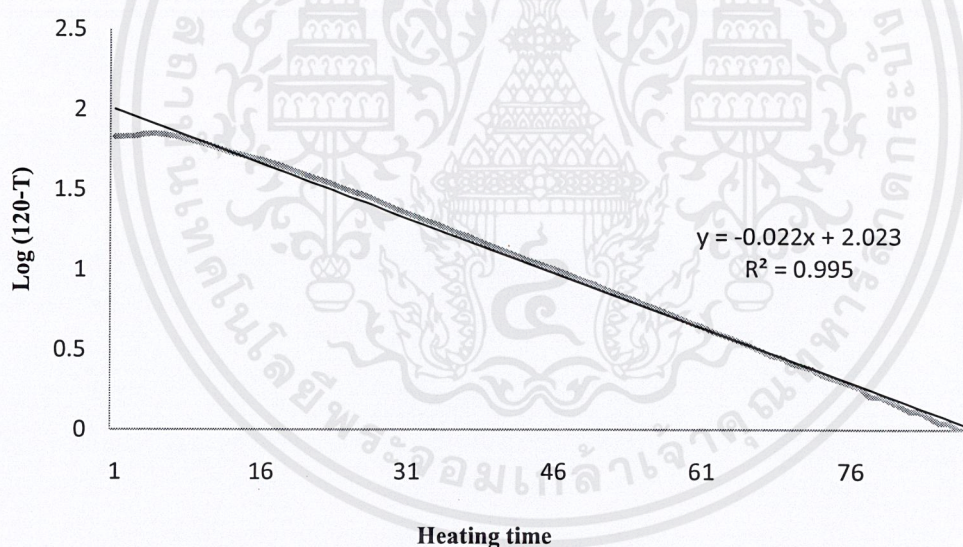
รูปที่ ก. 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาให้ความร้อนและค่า Log (120-T) ของน้ำยา
ขนมจีนเข้มข้น 1



รูปที่ ก.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาให้ความร้อนและค่า Log (120-T) ของน้ำยาขนมจีน
เข้มข้น 2



รูปที่ ก.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาให้ความร้อนและค่า $\text{Log}(120-T)$ ของน้ำยาขนมจีน
เจือจาง 1



รูปที่ ก.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาให้ความร้อนและค่า $\text{Log}(120-T)$ ของน้ำยาขนมจีน
เจือจาง 2